WYŚWIETLACZE

www.ep.com.pl

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA +FTP

● Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów ● Wrzesień ● 9/2019 ●

TYLKO DLA PRENUMERATORÓW

Niezbędnik elektronika na DVD

inspirujące, użyteczne projekty

Sprzętowy przycisk do wyłączania Raspberry Pi • Domowy serwer Network Attached Storage na Raspberry Pi • Instalacja zegara czasu rzeczywistego w Raspberry Pi • Spectrum – prosty analizator widma sygnału akustycznego • WRC-10: moduł przekaźników sterowany za pomocą Wi-Fi • Sterownik oświetlenia na 230 V zgodny z HomeKit • STM32 Nucleo i Arduino LCD Keypad Shield • Opóźniacz dołączenia głośników zasilany 230 V • Moduł superkondensatora z balanserem • Automatyczny włącznik monitora • Scalona lampka biurkowa • HAT z wyświetlaczem VFD dla Raspberry Pi

podzespoły, sprzęt, aplikacje

Nowości w ofercie Contrans TI • Zestaw evaluacyjny z lampą Nutube 6P1 • Płytka ewaluacyjna micro:bit

tutoriale

Zasady projektowania elektroniki pod kątem spełnienia wymagań EMC – zrozumieć prądy i pola na przykładzie indukcyjności przelotki, czyli „VIA" na PCB • Symulacja i pomiar czyli LTspice i Analog Discovery 2 w rękach konstruktora. Wzmacniacz instrumentalny • Electronics Assistant 2.0.0

kursy

RISC-V – budujemy własny mikrokontroler • ISIX-RTOS v3 mini system operacyjny dla mikrokontrolerów rodziny Cortex-M0/M3/M4/M7. Sterownik pamięci SDRAM • Systemy dla Internetu Rzeczy. Zestaw uruchomieniowy nRF52840 Development Kit • AudioDSP zestaw z procesorem Sigma DSP ADAU1701. Mikrofony MEMS i mini głośniki

ELEKTRONIKA DLA ENERGETYKI

INSTRUMENTY POMIAROWE I TESTOWE

TEMAT NUMERU

16 zł (w tym 8% VAT) • PRICE: 8 EUR • Nakład 27000 egz.
ISSN 1230-3526 Indeks 357677
9 771230 352191 09>

Ogranicz czas i koszt przestoju

RS PRO to globalna marka produktów dla sektora przemysłowego, której zaufali inżynierowie z całego świata.

Wysoka jakość

Konkurencyjna cena

Szeroki wybór

Znak jakości RS PRO

Więcej na pl.rs-online.com/rspro

eprasa.pl 9565ffc9ee

Miesięcznik **„Elektronika Praktyczna”** (12 numerów w roku) jest wydawany przez AVT-Korporacja Sp. z o.o. we współpracy z wieloma redakcjami zagranicznymi.

Wydawca:
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: 22 257 84 99, faks: 22 257 84 00

Adres redakcji:
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: 22 257 84 60
faks: 22 257 84 00
e-mail: redakcja@ep.com.pl
www.ep.com.pl

Redaktor Naczelny:
Wiesław Marciniak

Redaktor Programowy, Przewodniczący Rady Programowej:
Piotr Zbysiński

Zastępca Redaktora Naczelnego, Redaktor Prowadzący:
Damian Sosnowski

Zastępca Redaktora Naczelnego, Menedżer Magazynu
Marcin Karbowniczek

Szef Pracowni Konstrukcyjnej:
Grzegorz Becker, tel.: 22 257 84 58

Redaktor strony internetowej *www.ep.com.pl*
Dariusz Welik

Zespół marketingu i reklamy:
Katarzyna Gugała, tel.: 22 257 84 64
Adam Kęska, tel.: 22 257 84 63
Bożena Krzykawska, tel.: 22 257 84 42
Grzegorz Krzykawski, tel.: 22 257 84 60
Maksymilian Hoser, tel.: 22 257 84 65

Sekretarz Redakcji:
Grzegorz Krzykawski, tel.: 22 257 84 60

DTP i okładka:
MAD Sp. z o.o.

Stali Współpracownicy:
Jacek Bogusz, Lucjan Bryndza, Jarosław Doliński, Andrzej Gawryluk, Krzysztof Górski, Tomasz Jabłoński, Michał Kurzela, Szymon Panecki, Sławomir Skrzyński, Ryszard Szymaniak, Adam Tatuś, Robert Wołgajew

Uwaga!
Kontakt z wymienionymi osobami jest możliwy via e-mail, według schematu: imię.nazwisko@ep.com.pl

Prenumerata w Wydawnictwie AVT
www.avt.pl/prenumerata lub tel.: 22 257 84 22
e-mail: prenumerata@avt.pl
www.sklep.avt.pl, tel.: 22 257 84 66

Prenumerata w RUCH S.A.
www.prenumerata.ruch.com.pl
lub tel.: 801 800 803, 22 717 59 59
e-mail: prenumerata@ruch.com.pl

Wydawnictwo AVT-Korporacja Sp. z o.o. należy do **Izby Wydawców Prasy**

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Projekty publikowane w „Elektronice Praktycznej” mogą być wykorzystywane wyłącznie do własnych potrzeb. Korzystanie z tych projektów do innych celów, zwłaszcza do działalności zarobkowej, wymaga zgody redakcji „Elektroniki Praktycznej”. Przedruk oraz umieszczanie na stronach internetowych całości lub fragmentów publikacji zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej” jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu zgody redakcji. Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczanych w „Elektronice Praktycznej”.

My, uczniowie czarnoksiężnika

W kalendarzu krajowych imprez targowych jest tylko kilka dat interesujących dla elektroników. Do najważniejszych należy Energetab, odbywający się co roku we wrześniu. Ktoś może spytać: „przecież to targi silnoprądowców, elektryków, a jaką funkcję spełnia elektronika w energetyce?” Wielką, bez przesady można powiedzieć, że kluczową. Bez elektroniki energetyka byłaby pozbawiona zmysłów i mózgu. Elektronika mierzy i testuje oraz steruje systemami wytwarzania i przesyłu energii elektrycznej. Dlatego jako temat numeru wrześniowego EP wybraliśmy pomiary i testowanie parametrów energetycznych. Nie piszemy o sterowaniu, bo to temat przeogromny, a władza elektroniki nad systemami energetycznymi jest tak potężna, że staje się skrajnie niebezpieczna jako łatwe do sparaliżowania, miękkie podbrzusze każdego państwa. Popatrzmy, co się działo w ostatnich latach i miesiącach.

W czerwcu br. Amerykanie ogłosili, że potrafią w każdej chwili wyłączyć prąd w Rosji. Oglądam dość regularnie telewizję moskiewską (autentyk propagandowy jest ciekawszy niż jego podróbka w Warszawie, jaką jest TVP) i wściekłe komentarze propagandzistów kremlowskich wskazują na to, że buńczuczne oświadczenie amerykańskie to nie był kolejny żart Trumpa. Jak do tego doszło?

Otóż, było to tak. W grudniu 2015 roku rosyjskie służby wywiadowcze wyłączyły prąd w zachodniej części Ukrainy. Ten atak trwał tylko kilka godzin, ale spowodował alarm w Waszyngtonie. Paraliż wywołany na dużym obszarze Ukrainy poruszył Biały Dom, tym bardziej że ofiarami tego ataku były również działające na tym terenie firmy amerykańskie Merck i FedEx. Amerykanie zadali sobie pytanie, czy Rosja nie dysponuje już takimi samymi możliwościami wyłączenia strategicznych obiektów energetycznych w USA. Sprawdzono elektrownie, w tym atomowe, sieć dystrybucji energii elektrycznej, rafinerie i infrastrukturę zaopatrzenia w wodę. W wielu miejscach znaleziono ślady obecności hakerów rosyjskich, identyczne z kodami, które w 2017 roku unieruchomiły saudyjski kombinat petrochemiczny Petro Rabigh. Sytuacja wymagała pilnej kontrakcji. Połączone działania powołanej wcześniej Cyber Command i NSA (National Security Agency) dały już wkrótce efekty. Administracja amerykańska oficjalnie twierdzi, że w programach sterujących sieciami energetycznymi Rosji zostały zainstalowane kody malware (zły software), nazywane minami cyfrowymi, które dają Amerykanom możliwość wyłączenia prądu i sparaliżowania kluczowej infrastruktury energetycznej w Rosji. Jeszcze jeden element zimnowojennej równowagi strachu. Brr!

Czy nie za daleko odszedłem od elektroniki?

Otóż nie. Te zabawki i tę piaskownicę podarowaliśmy politykom my, elektronicy. Nie istniałby malware, software, smartfon, Facebook i w ogóle internet, gdyby pięćdziesiąt pięć lat temu nie opracowano tranzystora MOS i inwertera CMOS. Po upływie pół wieku, po wielu udoskonaleniach technologicznych, nadal są to podstawowe elementy całej elektroniki cyfrowej. Kiedyś fizyków jądrowych zadręczały wyrzuty sumienia, że przyczynili się do powstania bomby atomowej. Teraz elektronikom nie będzie łatwo uwolnić się od poczucia winy, że stworzyli technologię o niszczycielskich skutkach porównywalnych do broni jądrowej. To my, elektronicy, wypuściliśmy tego dżina z butelki.

Wiesław Marciniak

PRENUMERATA NAPRAWDĘ WARTO

eprasa.pl 9565ffc9ee

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

Nr 9 (320) • Wrzesień 2019

Nie przeocz

Nowe podzespoły ... 6
ENERGETAB 2019. Bielskie targi dają więcej ... 13
Koktajl niusów ... 14
Najlepsze projekty sprzętowe na hackathonie Best H#cking League ... 19
Dodaj do obserwowanych ... 22
Niezbędnik elektronika ... 25

Projekty soft

Sprzętowy przycisk do wyłączania Raspberry Pi ... 26
Domowy serwer Network Attached Storage na Raspberry Pi ... 28
Instalacja zegara czasu rzeczywistego w Raspberry Pi ... 30

Projekty

Spectrum – prosty analizator widma sygnału akustycznego ... 32
WRC-10: moduł przekaźników sterowany za pomocą Wi-Fi ... 37
Sterownik oświetlenia na 230 V zgodny z HomeKit ... 45

Moduły w aplikacjach

STM32 Nucleo i Arduino LCD Keypad Shield ... 51

Miniprojekty

Opóźniacz dołączenia głośników zasilany 230 V ... 57
Moduł superkondensatora z balanserem ... 58
Automatyczny włącznik monitora ... 61
Scalona lampka biurkowa ... 64

Projekty czytelników

HAT z wyświetlaczem VFD dla Raspberry Pi ... 68

Prezentacje

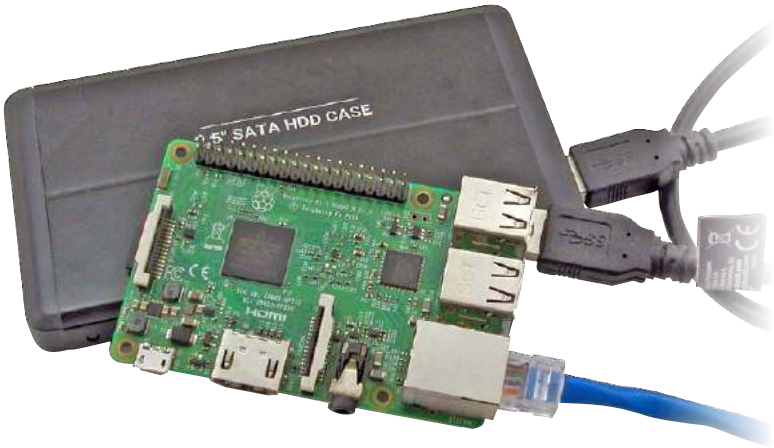
Nowości w ofercie Contrans TI ... 71
Zasady projektowania elektroniki pod kątem spełnienia wymagań EMC – zrozumieć prądy i pola na przykładzie indukcyjności przelotki, czyli „VIA" na PCB ... 88

Temat numeru: Elektronika dla energetyki

Pomiary w energetyce ... 72

Podzespoły

Zestaw evaluacyjny z lampą Nutube 6P1 ... 100
Płytka ewaluacyjna micro:bit ... 105



Network Attached Storage (NAS) to serwer sieciowy oferujący usługę przechowywania plików. NAS jest serwerem do magazynowania danych na poziomie plików, podłączonym do sieci komputerowej, zapewniającym dostęp do danych heterogenicznej grupie klientów. Pamięć podłączona do sieci eliminuje odpowiedzialność za udostępnianie plików z innych serwerów w sieci. Zazwyczaj zapewniają dostęp do plików przy użyciu protokołów sieciowego udostępniania plików, takich jak NFS, SMB lub AFP.

Notatnik konstruktora

Symulacja i pomiar czyli LTspice i Analog Discovery 2 w rękach konstruktora (2). Wzmacniacz instrumentalny ... 91
Electronics Assistant 2.0.0 ... 97

Wybór konstruktora:

Wyświetlacze w dobie Internetu Rzeczy ... 78
Unisystem ... 84
TME ... 85
Glyn ... 86
Artronic ... 87

Kursy

RISC-V – budujemy własny mikrokontroler (1) ... 108
ISIX-RTOS v3 mini system operacyjny dla mikrokontrolerów rodziny Cortex-M0/M3/M4/M7 (6). Sterownik pamięci SDRAM ... 113
Systemy dla Internetu Rzeczy (29). Zestaw uruchomieniowy nRF52840 Development Kit ... 118
AudioDSP zestaw z procesorem Sigma DSP ADAU1701 (6). Mikrofony MEMS i mini głośniki ... 126

Prenumerata ... 21
Kramik i rynek ... 133
Hity następnego numeru ... 134

Aby pobrać materiały dodatkowe do artykułów, zarejestruj się na https://media.avt.pl

Szczegóły na stronie 99

eprasa.pl 9565ffc9ee

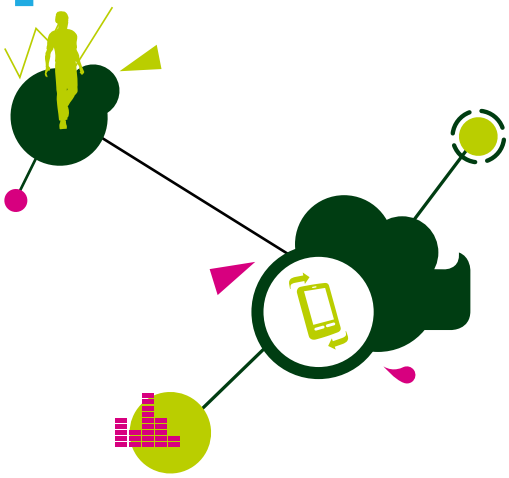
Demo Day

360 DEGREES OF LOW-POWER

Sopot, 15.10.2019

Zaproszenie

do udziału w Demo Day „360 Degrees of Low-Power” który odbędzie się 15.10.2019 w Sopocie



Prezentacje poświęcimy 12 innowacyjnym tematom, w tym:

- budowa urządzeń low-power,
- rozpoznawanie obrazów z AI,
- MEMS Machine Learning,
- sensory Time-of-Flight,
- podzesoły dla USB-C,
- ochrona własności intelektualnej z NFC,
- bezpieczne aplikacje z STM32,
- systemy trackingowe LoRa,
- Bluetooth 5.0.

Zarejestruj się na stronie

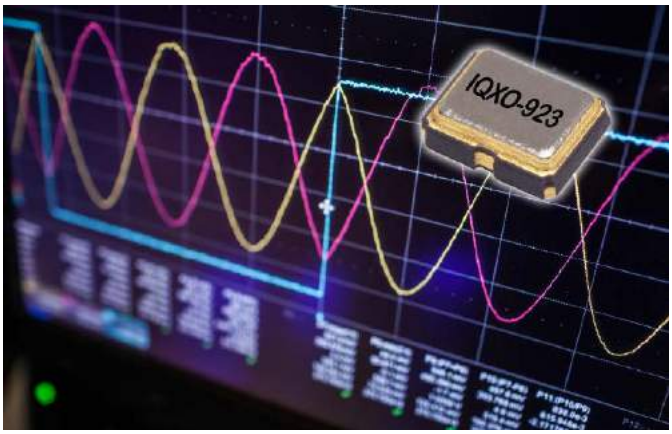
STPOLAND.com

life.augmented

eprasa.pl 9565ffc9ee

nowe podzespoły

Z kilkuset nowości wybraliśmy te, których nie wolno przeoczyć. Bieżące nowości można śledzić na www.elektronikaB2B.pl



Oscylatory 10...160 MHz o stabilności ±5 ppm w przemysłowym zakresie temperatur

Firma IQD poszerza ofertę oscylatorów zegarowych o dwa nowe modele z wyjściem HCMOS, charakteryzujące się bardzo dużą stabilnością, pozwalającą na zastępowanie droższych oscylatorów TCXO w aplikacjach komunikacyjnych i pomiarowych. Występują one w dwóch wersjach: IQXO-923-18 i IQXO-923-33 o napięciach znamionowych odpowiednio 1,8 i 3,3 V. Zapewniają stabilność ±5 ppm w pełnym przemysłowym zakresie temperatur pracy od –40 do +85°C. Są zamykane w ceramicznych obudowach o wymiarach 3,2×2,5×1,1 mm z wejściem Enable/Disable.

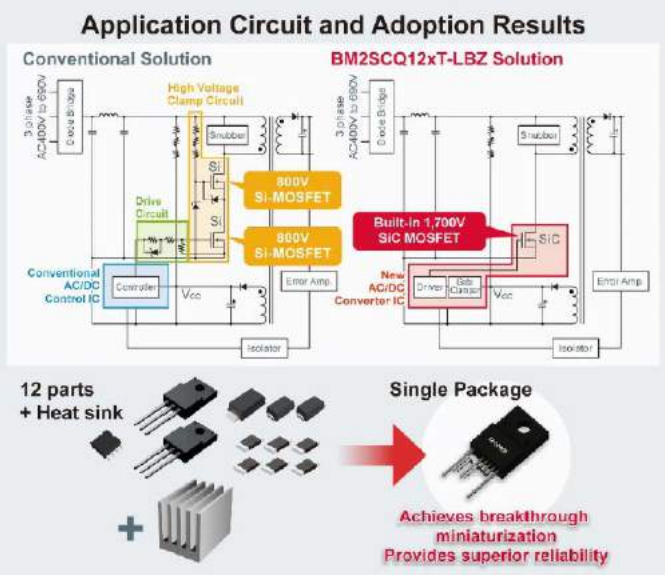
Oscylatory IQXO-923 są produkowane na zakres częstotliwości od 10 do 160 MHz. Wykazują czas startu rzędu 5 ms, mały jitter fazy (0,4 ps @ 12 kHz...20 MHz) i małe szumy fazowe (–99 dBc/Hz @ 100 Hz i –144 dBc/Hz @ 10 kHz).

www.iqdfrequencyproducts.com

Pierwsze na rynku konwertery AC/DC z wbudowanymi tranzystorami SiC MOSFET 1700 V

Tranzystory SiC MOSFET oferują wiele zalet w porównaniu z odpowiednikami krzemowymi, w tym mniejsze straty na przewodzenie i przełączanie oraz możliwość pracy z większą mocą i w zakresie wyższych temperatur otoczenia. Wymagają mniejszej powierzchni płytki drukowanej oraz zapewniają mniejsze straty mocy od tranzystorów krzemowych w konwerterach AC/DC i DC/DC.

Firma Rohm wprowadziła do oferty nową serię konwerterów AC/DC BM2SCQ12xT-LBZ z wbudowanymi tranzystorami SiC MOSFET o napięciu znamionowym 1700 V, zoptymalizowanych do aplikacji przemysłowych zasilanych z linii 400 VAC. Rozwiązują one wiele problemów związanych z eliminowaniem strat mocy, typowych dla konwerterów realizowanych na podzespołach dyskretnych. Wbudowany tranzystor SiC MOSFET z układem sterowania pozwala zredukować projekt z 12 odrębnych komponentów (konwerter AC/DC, 2 tranzystory SiC MOSFET 800 V, 3 diody Zenera, 6 rezystorów) i radiatora do pojedynczego układu scalonego, zmniejszając ryzyko wystąpienia uszkodzenia. Taka konstrukcja pozwala zwiększyć nawet o 5% sprawność energetyczną i zredukować do 28% straty mocy (wg badania



Porównanie konwertera AC/DC na dwóch tranzystorach SiC MOSFET 800 V i pojedynczym 1700 V

REKLAMA

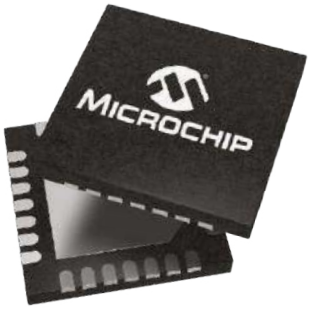
BORNICO | Teraz większe MOŻLIWOŚCI
bornico.com.pl
montaż kontraktowy elektroniki
projektowanie urządzeń i systemów
Zakład Elektroniczny BORNICO
ul. Małęczyńska 25
26-600 Radom
tel. +48 48 365 58 22
bornico@bornico.com.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Do wyboru - dowolny rdzeń, dowolna wydajność, dowolna funkcjonalność

Skalowalna wydajność dla zmieniających się wymagań

Zmieniły się wymagania projektowe? Pozwól, aby Microchip pomógł Ci położyć kres narastającej frustracji i marnowaniu czasu, które wynikają z takich zmian. Microchip to jedyny producent półprzewodników, który wprowadza innowacje w 8-, 16- i 32-bitowych mikrokontrolerach, kontrolerach sygnałów cyfrowych i mikroprocesorach. Nasze kompatybilne „w górę” architektury chronią Twój czas i wysiłek poniesiony na rozwój kodu. Ponadto nasze środowisko projektowe pozwala wykorzystać wspólny ekosystem produktów w wielu projektach. Zmiana wymagań projektowych nie musi być kłopotliwa - dowiedz się, jak Microchip może to ułatwić.



Uprość sobie życie na www.microchip.com/Scalable

MICROCHIP

Nazwa Microchip i logo, Microchip logo, są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Microchip Technology Incorporated w U.S.A. i innych krajach. Wszystkie pozostałe wymienione znaki towarowe są własnością ich odpowiednich właścicieli.
© 2019 Microchip Technology Inc. Wszystkie prawa zastrzeżone. DS30010186A. MEC2290A-POL-07-19
spraca.pl 9565ffc9ee

z kwietnia 2018) w zasilaczach współpracujących z linią 400 VAC. Z kolei duża odporność tranzystora SiC MOSFET na przepięcia daje możliwość współpracy z mniejszymi elementami zabezpieczającymi.

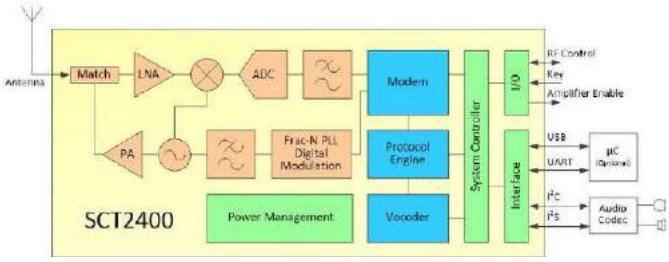
Konwertery serii BM2SCQ12xT-LBZ są zamykane w obudowach TO220-6M o wymiarach 25,6×10,0×4,5 mm. Znajdują zastosowanie w falownikach, serwonapędach, kontrolerach PLC, robotach przemysłowych, systemach oświetleniowych i innych zasilanych z instalacji 400 VAC.

www.rohm.com

Energooszczędny transceiver głosu i danych na pasmo 2,4 GHz o zasięgu 12 km

Firma CML Microcircuits zaprojektowała energooszczędny, bezprzewodowy transceiver głosu i danych SCT2400 zapewniający zasięg powyżej 12 km przy bezpośredniej widoczności anten. Pracuje on z modulacją spread-spectrum w paśmie 2,4 GHz. Zapewnia moc wyjściową do 100 mW oraz mały pobór prądu, wynoszący 10 mA w trybie skanowania oraz odpowiednio 52 mA i 64 mA w trybach odbierania i nadawania głosu.

Wbudowane w SCT2400 funkcje zaawansowanej korekcji błędów zapewniają bezpieczeństwo i integralność transmisji na duże odległości w energooszczędnych systemach komunikacji bezprzewodowej, takich jak PMR (Private Mobile Radio) i LMR (Land Mobile Radio), pozwalając na migrację z regionalnych pasm do globalnego, nielicencjonowanego pasma ISM 2,4 GHz.



Architektura transceivera SCT2400

Adaptacja SCT2400 w nowych projektach pozwoli producentom na opracowanie jednej, standardowej platformy dla wszystkich regionów geograficznych, a obsługa wiadomości SMS poszerza ich zakres zastosowań. Układ pobiera nawet 5-krotnie mniejszą moc od innych transceiverów do aplikacji PMR. Jest produkowany w obudowie BGA-144 o powierzchni 10×10 mm, co w zestawieniu z małym poborem mocy oznacza szeroki zakres potencjalnych zastosowań w urządzeniach przenośnych. SCT2400 pracuje z napięciem zasilania 3 V. Oferuje kilka trybów cyfrowej transmisji danych, w tym peer-to-peer, wywołania grupowe i broadcast oraz SMS.

www.cmlmicro.com

Tranzystory MOSFET 40 V o bardzo dużej gęstości mocy w obudowach LFPAK 8×8 mm

Do oferty tranzystorów MOSFET firmy Nexperia dołącza 6 nowych tranzystorów o bardzo dużej gęstości mocy, zamykanych w obudowach LFPAK88 o powierzchni 8×8 mm. Są to tranzystory n-kanałowe o napięciu znamionowym 40 V i dopuszczalnym prądzie ciągłym 425 A, wykazujące bardzo małą rezystancję RDS(on) już od 0,7 mW. Mogą być stosowane jako zamienniki tranzystorów w obudowach D²PAK, od których są mniejsze o odpowiednio 60% i 64% pod względem zajmowanej powierzchni i grubości. W odróżnieniu od obudów, których parametry są ograniczane przez wewnętrzne połączenia drutowe, w obudowach LFPAK88 zastosowano struktury połączeniowe typu copper-clip, zapewniające małą rezystancję elektryczną oraz skuteczne odprowadzanie ciepła z wewnętrznej struktury. Zestawienie dużego dopuszczalnego prądu przewodzenia z małą rezystancją RDS(on) i małymi gabarytami obudowy zapewnia nawet 48-krotnie większą gęstość mocy nowych tranzystorów niż w przypadku odpowiedników zamykanych w obudowach D²PAK. Dodatkowo, wyprowadzenia typu gull wing są narażone na mniejsze naprężenia, zapewniając dwukrotnie większą niezawodność niż jest wymagana w specyfikacji AEC-Q101.

Nowe tranzystory są produkowane w wersjach przystosowanych do aplikacji przemysłowych (PSMNxxx) i motoryzacyjnych (BUK7Sxxx). Zastosowania w przemyśle motoryzacyjnym obejmują układy hamulcowe, wspomagania kierownicy, zabezpieczenia przed odwróceniem polaryzacji oraz przetwornice DC-DC, gdzie oszczędność przestrzeni jest szczególnie przydatna w obwodach wymagających redundancji. Zastosowania przemysłowe obejmują elektronarzędzia, profesjonalne zasilacze i osprzęt telekomunikacyjny.

www.nexperia.com

3-kolorowe wyświetlacze e-paper w nowych wariantach wymiarowych 3,7” i 4,37”

Popularne trójkolorowe wyświetlacze e-paper (EPD) firmy Pervasive Displays są obecnie dostępne w dwóch nowych wersjach wymiarowych: z ekranem zwykłym o przekątnej 3,7” oraz z ekranem panoramicznym o przekątnej 4,37”. Umożliwiają one wyświetlanie tekstu i grafiki w barwie białej, czarnej i czerwonej wszędzie tam, gdzie nie ma dostępu do ciągłego źródła zasilania. Od konwencjonalnych ekranów TFT LCD odróżniają się one energooszczędną pracą. Do wyświetlania obrazu statycznego zasilanie nie jest potrzebne w ogóle, a do zasilania przy zmianie obrazu wystarcza zwykła bateria zegarkowa lub źródło typu energy harvest. Cecha ta czyni wyświetlacze e-paper szczególnie atrakcyjnymi w zastosowaniach wymagających jedynie sporadycznych zmian wyświetlanego obrazu, takich jak znaczniki logistyczne, identyfikatory, etykiety elektroniczne lub elementy prezentujące status czujników IoT. Gęstość pikseli, wynosząca 130 dpi dla wersji 3,7” oraz 117 dpi dla wersji 4,37”, daje możliwość prezentacji czytelnych oznaczeń tekstowych i graficznych o wysokiej jakości. Cienkie obudowy wraz z wbudowanym kontrolerem Tcon dają większą przestrzeń do montażu innych komponentów.

www.pervasivedisplays.com

Rodzina biało-żółto-czarnych wyświetlaczy e-paper o przekątnej ekranu od 1,54” do 4,37”

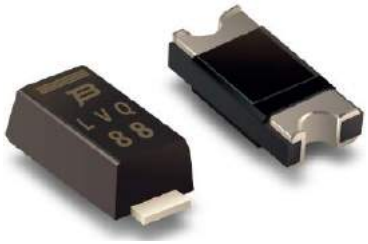
Do oferty firmy Pervasive Displays wchodzi nowa rodzina trójkolorowych, biało-żółto-czarnych wyświetlaczy e-paper (EPD), dostępnych w wersji o przekątnej ekranu od 1,54” do 4,37” i gęstości pikseli od 111 do 140 dpi. Wyświetlacze EPD, stosowane najczęściej w e-bookach, charakteryzują się bardzo małym poborem mocy i czytelnym obrazem przy silnym oświetleniu zewnętrznym, również w bezpośrednim świetle słonecznym. Znajdują szeroki zakres zastosowań w handlu,

eprasa.pl 9565ffc9ee

logistyce, wyświetlaczach budynkowych i aplikacjach IoT oraz wszędzie tam, gdzie zastosowanie zwykłych wyświetlaczy cyfrowych jest niepraktyczne lub niemożliwe. W odróżnieniu od wyświetlaczy TFT LCD pobierają energię tylko przy zmianie wyświetlanego obrazu, natomiast w stanie stabilnym nie wymagają zasilania. Pozwala to na współpracę ze źródłami typu energy harvest bez konieczności prowadzenia przewodów zasilających. Kolejną zaletą jest wbudowany kontroler czasowy (Tcon), zmniejszający obciążenie współpracującego mikrokontrolera host.

www.pervasivedisplays.com

Niskoprofilowe transile SMD do urządzeń o dużej gęstości upakowania podzespołów



Do oferty firmy Bourns wchodzą dwie nowe serie transili o małych gabarytach, przeznaczonych do ochrony przepięciowej linii transmisyjnych w urządzeniach o dużej gęstości upakowania podzespołów. Transile SMF4L i SMF4L-Q Series są zamykane w niskoprofilowych obudowach SOD-123FL o powierzchni 3,7×1,7 mm i grubości 1,125 mm, dwukrotnie mniejszej od wcześniejszej serii SMAJ. Są produkowane na zakres napięć pracy od 12 do 58 V i mogą rozpraszać impulsy energetyczne do 400 W (10/1000 μs). Charakteryzują się prądem upływu poniżej 1mA, szczytowym prądem przewodzenia (IFSM) równym 50 A i czasem reakcji (od 0 V do napięcia przebicia) poniżej 1,0 ps. Transile serii SMF4L-Q uzyskały kwalifikację AEC-Q101, dzięki czemu mogą być stosowane w bardziej wymagających warunkach środowiskowych.

www.bourns.com

32-bitowe mikrokontrolery klasy high-end do sterowania serwonapędami w robotach przemysłowych

Renesas Electronics dodaje do oferty nową grupę mikrokontrolerów 32-bitowych RX72T z wbudowanym akceleratorem sprzętowym do realizacji szybkich, złożonych obliczeń w układach napędowych robotów i innych urządzeń przemysłowych. Układy te osiągają moc obliczeniową 1160 CoreMark w teście EEMBC, największą spośród dostępnych obecnie 5-woltowych mikrokontrolerów taktowanych zegarem 200 MHz.

Systemy napędowe serwo stają się obecnie coraz popularniejsze, jak również rośnie popyt na małogabarytowe roboty przemysłowe. W celu implementacji złożonych algorytmów sterowania wymaganych przez roboty przemysłowe, wymagana jest precyzyjna kontrola położenia, kierunku, prędkości i momentu obrotowego silnika. Nowe mikrokontrolery RX72T zostały wyposażone w zaawansowany akcelerator

sprzętowy, zapewniający szybką realizację algorytmów sterowania silnikami pracującymi w robotach przemysłowych. Pozwala on przeprowadzić cykl obliczeń pętli sterującej w czasie krótszym niż 1,5 ms.

Wykonywanie obliczeń zaimplementowanych w oprogramowaniu wymaga długiego czasu. Z kolei, obliczenia wykonywane w całości sprzętowo ograniczają elastyczność w implementowaniu własnych funkcji użytkownika. W mikrokontrolerach RX72T firma Renesas rozwiązała ten problem, implementując sprzętowo jedynie funkcje trygonometryczne realizowane z pojedynczą precyzją (sin, cos, arctan, hypot) oraz funkcje zapisu danych do banku wewnętrznych rejestrów. Pozwala to równocześnie zachować dużą elastyczność w realizacji funkcji użytkownika, jak też zapewnić krótki czas obliczeń. Ponadto, funkcje zapisu do banku rejestrów zwiększają szybkość obsługi przerwań.

Nowe mikrokontrolery mogą stanowić zamienniki klasy high-end dla mikrokontrolerów wcześniejszych serii RX23T (40 MHz), RX24T (80 MHz) i RX66T (160 MHz) z którymi są kompatybilne programowo. Są również kompatybilne w mikrokontrolerami grupy RX66T opartymi na rdzeniu RXv3. Rozpoczęcie masowej produkcji nowych mikrokontrolerów RX72T przewidziano na 4. kwartał 2019. Cena hurtowa modelu R5F572TFBDFP wyposażonego w 512 KB pamięci Flash, będzie wynosiła 4,06 USD przy zamówieniach 10 tys. sztuk.

www.renesas.com

Diody LED CoB rodziny Luxeon o współczynniku CRI powyżej 95

Firma Lumileds powiększa ofertę diod LED CoB rodziny Luxeon o nowe wersje wyróżniające się wysokim współczynnikiem oddawania baw (CRI), wynoszącym minimum 95, a w typowych warunkach pracy sięgającym nawet 97. Dotyczy to zarówno wersji standardowych Core Range, jak i wersji wykonywanych w oparciu o technologię CrispWhite. Ze względu na swoje właściwości, nowe diody Luxeon

eprasa.pl 9565ffc9ee

są polecane do zastosowań w handlu i systemach oświetlenia wnętrz. Podobnie, jak pozostałe diody tej rodziny, charakteryzują się bardzo małą rezystancją termiczną.

Diody Core Range występują w wersjach o temperaturze barwowej 2700 K (ozn. L2C5-27951211F1900) i 3000 K (L2C5-30951211F1900). Ich sprawność wynosi odpowiednio 107 i 112 lm/W przy prądzie testowym 1200 mA, dzięki czemu producenci systemów oświetleniowych mogą zapewnić wysoką jakość światła przy dużej sprawności energetycznej.

Diody CoB z technologią CrispWhite zostały zaprojektowane do zastosowań przede wszystkim w handlu, gdzie zapewniają doskonałą jakość reprodukcji bieli. Występują obecnie w 4 wariantach o oznaczeniach L2C5-309512xxxxxxx. Ich współczynnik CRI wynosi 95, a sprawność co najmniej 95 lm/W.

www.lumileds.com

Antena SMD 1200/1600 MHz do precyzyjnych systemów pozycjonowania

Antenova Ltd, producent anten i modułów antenowych do urządzeń M2M i IoT, wprowadza do sprzedaży najnowszą antenę zaprojektowaną specjalnie do zastosowań w precyzyjnych systemach pozycjonowania, oznaczoną symbolem Raptor SR4G053. Może ona pracować we wszystkich pasmach GNSS, zapewniając dokładność rzędu pojedynczych centymetrów. Jej zakres zastosowań obejmuje m.in. drony oraz pojazdy autonomiczne, gdzie we współpracy z wysokiej jakości odbiornikiem umożliwia ustalenie np. na którym pasie znajduje się pojazd. We wcześniejszych urządzeniach GNSS generalnie nie było to możliwe.

Antena SR4G053 pracuje w pasmach GNSS 1600 MHz i 1200 MHz (L1, L2 i L5), umożliwiając współpracę ze wszystkimi konstelacjami satelitów: GPS, GLONASS, Galileo i Beidou. Jest produkowana w obudowie SMD o wymiarach 16,0×8,0×1,7 mm.

www.antenonva.com

REKLAMA

ZAJRZYJ NA TE STRONY

www.piekarz.pl
części elektroniczne
sprzedaz@piekarz.pl tel. 22 599 49 70

renex www.renex.com.pl
renex www.ipctraining.pl
renex www.renexline.pl

GAMMA info@gamma.pl
www.gamma.pl
PODZESPOŁY ELEKTRONICZNE

All In One
FERYSTER
• Projektowanie i wykonywanie
– modeli karkasów i obudów na drukarce 3D
– transformatorów i induktorów
– prototypów PCB
• Modelowanie 3D modułów i urządzeń
• Projektowanie urządzeń zasilających
Feryster – producent elementów EMC
www.feryster.pl

Miniaturowa złączka do montażu przewodów na płytkach drukowanych

Do oferty miniaturowych złączek firmy Wago dołącza nowy model 2065-100 ze złączem typu push-in Cage Clamp, przeznaczony do montażu przewodów na płytkach drukowanych. Jest to złączka do przewodów o przekroju od 0,2 do 0,75 mm2, polecana do zastosowań m.in. w aplikacjach LED, w których jej mała grubość pozwala zredukować cienie. Charakteryzuje się parametrami znamionowymi 6700 V/9 A (wg UL 1977) i zakresem dopuszczalnych temperatur pracy od –60 do +120°C. W razie potrzeby umożliwia łatwe usunięcie przewodu poprzez naciśnięcie przycisku odblokowującego. Występuje również w wersji Push Wire bez przycisku odblokowującego (tylko dla przewodów litych). Wymiary złączki 2065-100 wynoszą 8,0×2,9×2,7 mm. Jest ona dostarczana w opakowaniach „tape and reel" do montażu automatycznego.

www.wago.com

Kondensatory dużej mocy z terminalami sprężynowymi do łatwego montażu

Kondensatory dużej mocy PhMKP firmy Vishay są pierwszymi tego typu elementami wyposażonymi w terminale sprężynowe ESTAspring do łatwego montażu przewodów, obsługiwane za pomocą dźwigienek. Poza krótkim czasem montażu, wyróżniają się one dużą odpornością na wibracje w systemach energii alternatywnej i stałą siłą nacisku sprężyny, zapewniającą pewny kontakt elektryczny przez cały czas życia i możliwość jego łatwej oceny wizualnej.

eprasa.pl 9565ffc9ee

Kondensatory PhMKP są produkowane na napięcia znamionowe od 230 do 1000 V, na zakres mocy wyjściowych od 2 do 37,1 kvar i na zakres prądów przewodzenia do 90 A. Występują w wykonaniach z wypełnieniem gazowym i olejowym. Dzięki sprężynie wykonanej ze stali nierdzewnej zapewniają odporność na korozję.

www.vishay.com

Zaawansowany, energooszczędny chipset komunikacyjny do systemów smart home

Wraz z coraz szerszym wykorzystywaniem urządzeń IoT w domach, biurach, szpitalach i szkołach, dostępność sieci bezprzewodowej nabiera coraz większego znaczenia. Tradycyjne techniki dostarczania łączności bezprzewodowej, jak rozdzielone sieci Wi-Fi i ZigBee mesh stają się niewystarczające. Koniecznością staje się implementacja niezależnej od aplikacji sieci mesh pracującej na standardowym protokole IP, której węzły mogą się łączyć z domowym routerem Wi-Fi.

Do tego typu zastosowań firma Redpine Signals zaprezentowała na konferencji Connections 2019 najbardziej obecnie zaawansowany chipset do systemów smart home devices, oznaczony symbolem RS9116N-DBT. Jest on już dostępny w masowej produkcji i znalazł zastosowanie w urządzeniach czołowych producentów elektroniki konsumenckiej. RS9116N-DBT spełnia najważniejsze wymogi urządzeń smart home, w tym zapewnia łączność bezprzewodową opartą na wielu protokołach przy bardzo małym poborze mocy i wysokim poziomie bezpieczeństwa danych. Może znaleźć zastosowanie w inteligentnych zamkach, kamerach, systemach alarmowych, dzwonkach do drzwi, robotach itp. Zapewnia nawet 4-letni czas pracy na baterii, podczas gdy w przypadku innych podobnych układów SoC jest to najczęściej kilka miesięcy. Ponadto, oferuje wspomagane sprzętowo funkcje przydatne w inteligentnych aplikacjach AI i Machine learning.

RS9116N-DBT bazuje na jednostce obliczeniowej ARM Cortex M4. Zawiera moduł radiowy obsługujący protokoły Wi-Fi dual-band, Bluetooth 5 i 802.15.4 oraz zestaw zaawansowanych funkcji bezpieczeństwa. Oferuje funkcje automatycznego tworzenia i rekonfiguracji sieci mesh, zapewniającej pokrycie całego obszaru budynku. Unikalny odbiornik o poborze prądu na poziomie kilku mikroamperów w trybie uśpienia, jest aktywowany sygnałem z sieci i automatycznie przełączany do stanu aktywnego jedynie w razie potrzeby, powodując aktywowanie pozostałych obwodów w urządzeniu.

RS9116N-DBT pobiera mniej niż 113 µA prądu przy aktywnym połączeniu Wi-Fi – wielokrotnie mniej od innych podobnych chipsetów dostępnych obecnie na rynku. Obsługując wiele protokołów komunikacji bezprzewodowej, oferuje funkcjonalność zarówno urządzenia końcowego, jak i routera, zapewniając maksymalną funkcjonalność i pełne pokrycie budynku siecią bezprzewodową. Zapewnia szybkość transmisji do 100 Mbps oraz kompatybilność ze wszystkimi generacjami standardu Wi-Fi, aż po Wi-Fi 6. Jest zamykany w obudowie BGA o powierzchni 8×8 mm. Firma Redpine oferuje sterowniki do systemów operacyjnych m.in. Linux i Android.

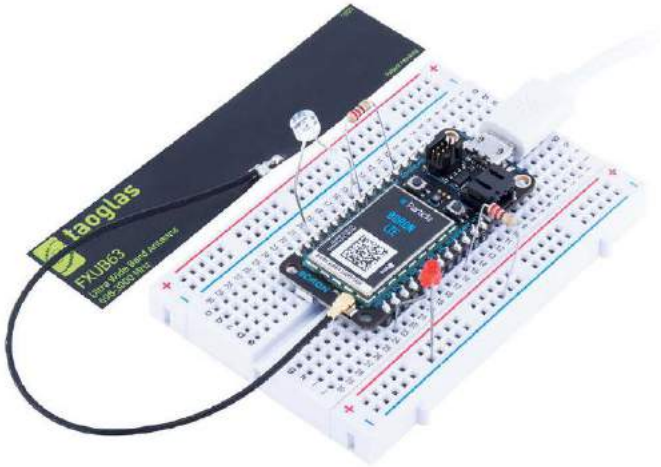
www.redpinesignals.com

Zestawy deweloperskie IoT Particle

Farnell wprowadził do oferty trzy zestawy deweloperskie IoT Particle, które pozwalają łatwo zbudować sieć czujnikową i podłączyć

REKLAMA

eprasa.pl 9565ffc9ee

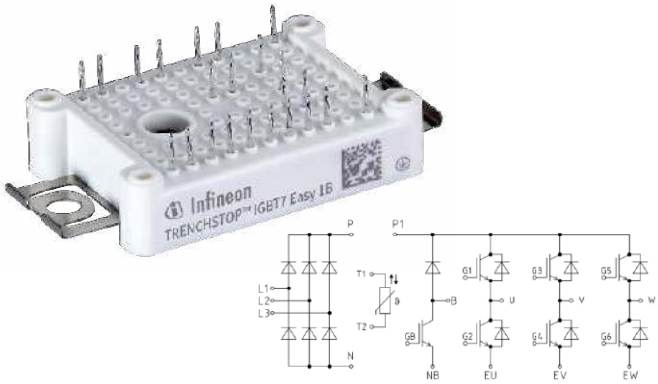


urządzenia do chmury. W ramach serii dostępne są trzy zestawy. Pierwszy to płytka Argon bazująca na układzie Espressif ESP-32-D0WD Wi-Fi 802.11 b/g/n, z 4 MB pamięci Flash. Zawiera ona ponadto układ SoC nRF52840 firmy Nordic Semiconductor (odpowiedzialny za Bluetooth w wersji 5) zintegrowany z mikrokontrolerem ARM Cortex-M4F taktowanym zegarem 64 MHz razem z 1 MB pamięci Flash oraz 256 KB RAM. Poza wymienionymi komponentami dla użytkownika do dyspozycji jest port USB, ładowarka ogniwa Li-Po, 20 wolnych linii GPIO, dioda LED, a także port JTAG. Niezbędna do komunikacji antena wykonana została na PCB, ale można podłączyć też zewnętrzną przez gniazdo u.FL. Płytka Argon bardzo dobrze nadaje się do łączenia istniejących projektów do chmury lub w roli bramki łączącej całą grupę lokalnych urządzeń końcowych.

Drugi zestaw – Boron LTE – to płytka realizująca komunikację w sieci komórkowej LTE i działająca jako samodzielne urządzenie końcowe lub jako bramka LTE kategorii M1/NB1 dla sieci o topologii kraty. Działa w oparciu o moduł LTE u-blox SARA R410, zawiera ponadto chip Nordic nRF52840 (Bluetooth 5, ARM Cortex-M4F) i ma wbudowane obwody ładowania ogniwa litowo-polimerowego. Boron nadaje się do łączenia istniejących projektów do chmury Particle, lub w roli bramki łączącej całą grupę lokalnych urządzeń końcowych w sytuacjach, gdy sieć Wi-Fi jest niedostępna lub zawodna. Pozostałe zasoby dostępne dla użytkownika są podobne jak w zestawie Argon.

Trzecia płytka dla sieci kratowych mesh Xenon może pracować albo jako urządzenie końcowe lub jako repeater. Podobnie jak poprzednie dwie wersje ten też bazuje na układzie Nordic nRF52840.

pl.farnell.com



Moduły mocy z tranzystorami IGBT do napędów i falowników

Farnell wprowadził do sprzedaży nowe moduły mocy EasyPIM (Power Integrated Module) firmy Infineon z 1200-woltowymi, 100-amperowymi tranzystorami IGBT siódmej generacji. Moduł zawiera 6tranzystorów mocy, z których każdy ma dołączoną równolegle szybką diodę usprawniającą. W obudowie moduły jest też termistor NTC do kontroli temperatury. Inne wersje (o symbolu B2) zawierają także trójfazowy mostek diodowy 20 lub 25 A, co pozwala zbudować z wykorzystaniem tych elementów kompletną część mocy falownika. EasyPIM umieszczony został w łatwej w montażu i niewielkiej obudowie o dobrych własnościach termicznych. Jego montaż następuje z użyciem techniki press-fit, a więc poprzez wciśnięcie modułu w otwory na PCB i zapięcie zatrzasku bez konieczności lutowania. Tranzystory zostały mieszczone na podłożu izolacyjnym z Al2O3, co zapewnia wysoką wytrzymałość na przebicie (2,5 kVAC) i pozwala na pracę tranzystorów w temperaturze do +175°C.

Moduły są zgodne pinowo z produktami poprzednich generacji, co pozwala na łatwą modernizację produktów i zapewnienie w kolejnych wersjach większej sprawności lub mocy wyjściowej. W stosunki do poprzednich generacji poprawie uległy następujące parametry:

- mniejsze straty dzięki niższemu VCE(sat),
- wyższa dopuszczalna szybkość narastania napięcia na kolektorze do 2…8 kV/µs, co poprawia niezawodność przy współpracy z obciążeniem indukcyjnym,
- lepsza tolerancja zwarć na obciążeniu – do 8 µs przy temperaturze 150°C,
- prostszy obwód sterowania bramką,
- możliwość pracy z temperaturą złącza w wysokości 175°C przez czas do 60 s,
- większa gęstość mocy – możliwość uzyskania takiej samej mocy w obudowie o 35% mniejszej.

pl.farnell.com

REKLAMA

Klub Aplikantów Próbek

to inicjatywa redakcji „Elektroniki Praktycznej". W kontaktach z firmami redakcja często otrzymuje do przetestowania próbki podzespołów, modułów, a nawet całych urządzeń elektronicznych. Są to zwykle najnowsze typy/modele produktów na rynku. Z chęci podzielenia się z Czytelnikami tymi próbkami zrodziła się inicjatywa pod nazwą Klub Aplikantów Próbek. Członkiem KAP staje się każdy, kto zgłosi chęć przetestowania próbki. Wykaz i krótki opis próbek, którymi dysponuje redakcja EP, można znaleźć na stronie ***www.ep.com.pl/KAP***. Wystarczy wybrać rodzaj próbek i zwrócić się majlem (na adres: Szef Pracowni Konstrukcyjnej grzegorz.becker@ep.com.pl) z prośbą o przesłanie bezpłatnych próbek, podając ich nazwę i adres wysyłki. Warto dopisać jaki jest plan zastosowania tych próbek. Nie jest to konieczne, ale może mieć znaczenie przy podziale próbek w przypadku większej liczby zgłoszeń. Mile widziane, choć nieobowiązkowe, jest też przysłanie do redakcji EP opisu wykonanej aplikacji próbek, oczywiście po jej wykonaniu z zastosowaniem otrzymanej próbki. Autorom przysłanych opisów przyznamy punkty, które będą im dawały pierwszeństwo przy ubieganiu się o kolejne próbki. Najciekawsze opisy aplikacji opublikujemy na forum ep.com.pl lub na łamach „Elektroniki Praktycznej".

Dla pełnej jasności jeszcze raz podkreślamy, że próbki przekazujemy bezpłatnie i nie trzeba ich zwracać do redakcji. Z uwagi na ograniczoną liczbę dostępnych próbek i niemałe zainteresowanie nimi, prosimy o opisanie swojego pomysłu na projekt na naszym forum internetowym, w dziale poświęconym Klubowi Aplikantów Próbek ***https://forum.ep.com.pl/viewforum.php?f=80***. Ponadto, by zwiększyć swoje szanse na bycie wybranym do realizacji projektu w oparciu o nasze próbki, należy polubić fanpage Elektroniki Praktycznej na Facebooku (***https://web.facebook.com/ElektronikaPraktyczna***) oraz udostępnić post, w którym opisujemy rozdawane próbki. W przypadku podobnie interesujących pomysłów na projekty, będziemy uwzględniać to jako dodatkowe kryterium wyboru.

KLUB APLIKANTÓW PRÓBEK KAP www.ep.com.pl/KAP

www.ep.com.pl/kap

eprasa.pl 9565ffc9ee

Bielskie targi dają więcej

Przed nami 32 edycja targów ENERGETAB 2019. Największe w Polsce targi nowoczesnych urządzeń, aparatury i technologii dla przemysłu energetycznego rozpoczną się 17 września 2019 r. na prawie 4 ha urokliwie położonym terenie u stóp Dębowca i Szyndzielni. Wystawcy mają możliwość ekspozycji zarówno w nowoczesnej hali wielofunkcyjnej, jak i w pawilonach namiotowych oraz, dla eksponatów wielkogabarytowych, na otwartym terenie, gdzie zwiedzający będą mieli możliwość zapoznania się z prezentowanymi nowymi technologiami z zakresu prac pod napięciem na liniach napowietrznych niskiego i średniego napięcia. Przez trzy dni w Bielsku-Białej będą spotykać się czołowi przedstawiciele sektora elektroenergetycznego i poznawać najnowsze rozwiązania konstrukcyjne i technologiczne, a także dyskutować o rozwoju tej strategicznej branży.

Wśród eksponatów nie zabraknie urządzeń rozdzielczych wysokich i niskich napięć, transformatorów, generatorów czy silników, agregatów prądotwórczych i UPS-ów, odnawialnych źródeł energii, układów automatyki, sterowania, pomiarów i diagnostyki, kabli i przewodów, słupów i opraw oświetleniowych, podnośników i specjalistycznych pojazdów dla energetyki, osprzętu sieciowego i instalacyjnego, energooszczędnych źródeł światła, maszyn i narzędzi dla budownictwa energetycznego, a także rozwiązań informatycznych czy ofert usług dla branży energetycznej i wiele innych innowacyjnych rozwiązań.

Wśród 700 wystawców z 24 krajów Europy, Azji i USA spotkamy zarówno dobrze znane międzynarodowe korporacje dostarczające pełny wachlarz produktów na globalne rynki, jak też większość znaczących krajowych dostawców najbardziej zaawansowanych technologicznie maszyn, urządzeń i aparatów, służących niezawodnemu i efektywnemu wytwarzaniu oraz dostarczaniu energii elektrycznej. Najbardziej innowacyjne produkty zostaną zapewne zgłoszone przez wystawców do konkursu „na szczególnie wyróżniający się produkt", w którym wśród kilkunastu prestiżowych wyróżnień możemy wymienić: Puchar Ministra Energii, Puchar PTPiREE, Medal Prezesa SEP, medale i statuetki Partnerów targów czy też „Złoty Lew" im. Kazimierza Szpotańskiego.

Jak co roku, targom towarzyszyć będą konferencje organizowane przez izby i stowarzyszenia patronujące targom, warsztaty organizowane przez PTPiREE, czy seminaria promocyjne wystawców. Szczególne zainteresowanie wzbudzi zapewne konferencja na temat jakości dostaw wyrobów i robót w procesach realizacji inwestycji sieciowych, której organizatorem jest ZIAD Bielsko-Biała wraz z partnerami targów (PSE, TAURON Dystrybucja, SEP.)

Natomiast Bielsko-Bialski Oddział SEP, z okazji obchodzonego w tym roku 100-lecia Stowarzyszenia Elektryków Polskich, zaprasza na okolicznościową konferencję, na której oprócz referatu historycznego, zostaną przedstawione bardzo aktualne prezentacje związane z nadchodzącymi przeobrażeniami w energetyce. W imieniu Polskiego Stowarzyszenia Branży Elektroenergetycznej zapraszamy na interesującą debatę na temat roli polskich firm w realizacji nadchodzącej transformacji energetycznej w Polsce, intrygująco zatytułowanej „Liderzy czy statyści?" Polska Izba Gospodarcza Elektrotechniki wraz z KIGEiT, POLLIGHTING i SHE pragną natomiast podczas swojej konferencji zwrócić uwagę na pojawiające się na polskim rynku wadliwe artykuły elektroinstalacyjne nie spełniające (mimo zapewnień) aktualnych wymagań.

Ważną informacją dla wystawców jest zapewne uznanie przez Prezes Urzędu Patentowego targów ENERGETAB 2019 za „wystawę publiczną", dającą pierwszeństwo do uzyskania prawa ochronnego lub prawa z rejestracji, w przypadku wystawienia na niej wzoru użytkowego albo wzoru przemysłowego.

Aby uzyskać aktualne i szczegółowe informacje o organizowanych podczas targów konferencjach, seminariach, okolicznościowych zebraniach oraz innych ciekawych wydarzeniach, zapraszamy do odwiedzenia strony internetowej targów: ***http://energetab.pl***. Zapraszamy do Bielska-Białej na 32. Międzynarodowe Energetyczne Targi Bielskie ENERGETAB 2019.

eprasa.pl 9565ffc9ee

koktajl niusów

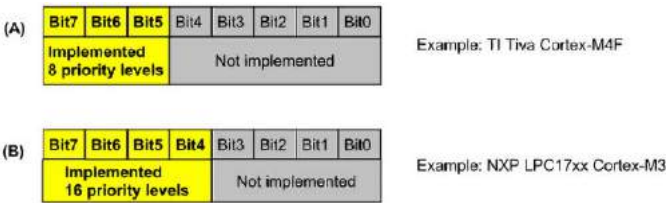
Historically, in the USA, military requirements have been the main impetus for research on crystal oscillators. The US Army sponsored most of the research, especially in the early days. According to folklore, the abbreviation XO instead of CO came about because, in the military, CO is the abbreviation for "commanding officer" and because "crystal" sounds a little like "xtal". (Later, someone pointed out that XO is the abbreviation for "executive officer" in the military, but by then, XO was generally accepted as the abbreviation for "crystal oscillator".)

Wojska powiązania z kwarcem

Z pewnością wiele osób miało do czynienia z oznaczeniami XTAL i XO na schematach obwodów elektrycznych, które pozwalają odróżnić oscylatory kwarcowe od innych elementów. Jednak mało kto wie jakie jest ich pochodzenie. Otóż są to oznaczenia stworzone przez armię amerykańską, która prowadziła badania nad wspomnianymi oscylatorami. Początkowo posługiwano się w niej skrótem CO (*Crystal Oscillator*), który jednak mylono z tym samym oznaczającym *Commanding Officer* (oficer dowodzący). Ponieważ w pewnym momencie stało się to nagminne, postanowiono to zmienić. W tym celu zauważono, że angielskie słowo *crystal*, wymawiane z amerykańskim akcentem, brzmi podobnie do *xtal*, które z racji rymu, łatwo zapamiętać. Tym samym, odrzuciwszy drugi człon (*oscillator*), powstało pierwsze ze wspomnianych na początku oznaczeń, które następnie stało się inspiracją do zmiany tego dotychczas obowiązującego. Słowem: zamieniono w ostatnim literę c na literę x, dając w ten sposób drugie z wymienionych na początku oznaczeń. Co prawda, dalej to nie rozwiązywało problemu (z racji występowania identycznego skrótu oznaczającego *Executive Officer* (oficer wykonawczy)), lecz tym razem nie odnotowano poważniejszych pomyłek, przez co nie istniała już potrzeba jego zmiany. Tym samym przyjęło się ono na dobre, wraz z oznaczeniem XTAL (a sam problem stał się nieaktualny).

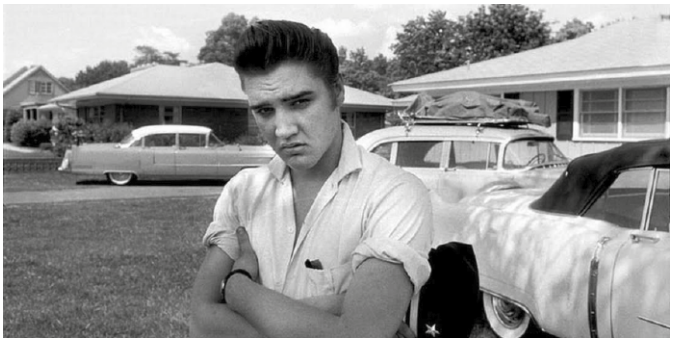
Światła dla pieszych made in NRD

Kto choć raz był na terenie Berlina (zwłaszcza w jego wschodniej części) ten mógł zauważyć na wybranych skrzyżowaniach nietypowe światła dla pieszych, które odznaczają się innymi niż zwykle postaciami. Jak się okazuje, nie jest to przypadek – jest to spadek po nieistniejącej już Niemieckiej Republice Demokratycznej, na terenie której takie światła obowiązywały. Ich nazwa to: *Ampelmännchen*, a twórca to niemiecki psycholog Karl Peglau, który dostał od władz wspomnianego państwa zadanie zmniejszenia liczby osób przechodzących na czerwonym świetle, w ramach ogólnej poprawy dotychczas stosowanych świateł drogowych. Z zadania tego wywiązał się rzecz jasna bardzo dobrze (w 1961 roku), nawet na tyle, że osoby pochodzące z terenów dawnych Niemiec Zachodnich uważają je za znacznie lepsze (tak jak to było w latach 70-tych i 80-tych XX wieku z dobranocką pt: „Piaskowy dziadek" (znaną również w Polsce) także uważaną w tym czasie za lepszą od innych istniejących). Zresztą jak ma być inaczej, skoro *Ampelmännchen* to sympatyczne postacie, przypominające te, z którymi stykają się dzieci, z czego jedna kroczy z zamaszystym krokiem, a druga, z równie zamaszystym wyciągnięciem rąk daje do zrozumienia, aby na chwilę się zatrzymać. Ponadto, kto wie czy w Polsce takie by się nie przydały - wszak bowiem zajmujemy niechlubne miejsce w Unii Europejskiej, jeśli chodzi o liczbę wypadków komunikacyjnych z udziałem pieszych!



Różne, choć identyczne priorytety przerwań

Spoglądając na mikroprocesory zawierające rdzeń ARM, można zauważyć, że liczba bitów przeznaczona na priorytety przerwań nie jest identyczna. Na pierwszy rzut oka wydaje się, że wynika to ze stosowania w nich różnych rodzajów wspomnianego rdzenia. Jednak nie jest to prawda, ponieważ rozbieżność zachodzi już na poziomie samych rodzajów. O co więc chodzi? Otóż projektanci rdzenia faktycznie przewidzieli stałą liczbę bitów – z tą jednak różnicą, że nie wymagają oni, aby wszystkie z nich były każdorazowo użyte. Tym samym producenci mikroprocesorów mają swobodę w ich użyciu i stosują ich tyle, ile jest im wygodnie (pozostałe są natomiast zerami i nie mają wpływu na działanie mikroprocesorów). Rysunek przedstawia dwa wybrane mikroprocesory z rdzeniem ARM w wersji M (Microcontroller), gdzie dla jednego przewidziano 3 bity z ośmiu na priorytet przerwania, a dla drugiego 4 z nich (niby szczegół, ale jednak istotny, zgodnie z powiedzeniem „diabeł tkwi w szczegółach"!)



I ty możesz stać się sławnym elektronikiem/elektrykiem!

Przedstawionego na fotografii Pana z pewnością nikomu przedstawiać nie trzeba. Ale czy wiecie, że i on był elektrykiem zanim stał się muzykiem, a nawet planował nim być do końca swoich dni? (co prawda był początkujący, ale dobrze się zapowiadający w zawodzie). Słowem: i On się wpisuje w pewien trend, w ramach którego duża część

eprasa.pl 9565ffc9ee

elektryków i elektroników staje się po pewnym czasie sławnymi osobami. Dość powiedzieć w tym względzie chociażby o Tomaszu Knapiku, będącym z wykształcenia doktorem inżynierem elektrotechniki, Tadeuszu Sznuku będącym z wykształcenia magistrem inżynierem elektroniki, czy o Jasiu Fasoli, tzn. aktorze Rowanie Atkinsonie, który też jest z wykształcenia magistrem inżynierem elektryki. Co więcej, kto wie czy osoba pisząca m.in. i tą ciekawostkę (z wykształcenia magister inżynier elektronik, a docelowo doktor inżynier elektronik) czasem nie stanie się równie popularna co przytoczone osoby (a jest na dobrej drodze do tego, co widać zwłaszcza po jej fanpagach na Facebooku opatrzonych marką JTElektronika).

Nie jakość, a ilość (w energetyce)!

Choć brzmi to przewrotnie, ale faktycznie tak jest. O czym mowa? O nagłaśnianym raz po raz problemie związanym z istniejącymi w naszym kraju liniami energetycznymi, które stają się coraz to starsze, a przez to istnieje groźba coraz częstszych wyłączeń prądu w kraju (tzw. 20-ty stopień zasilania) z racji coraz to wzrastającego z roku na rok popytu na energię elektryczna. Oczywiście jest to ważne, ale zarazem błędnie przedstawiane (jest to wręcz jeden z podręcznikowych przykładów sztucznego robienia sensacji przez media, byleby tylko zarobić pieniądze). Tak naprawdę okazuje się, że nie chodzi tu o wiek linii energetycznych, a o to, że jest ich za mało na terenie naszego kraju! Jak się okazuje, w Polsce na 1000 km^2 przypada ledwo 41 km linii, podczas gdy w takich Niemczech jest to co najmniej 100 km na 1000 km^2, we Francji 90 km na 1000 km^2, a w Czechach 70 km na 1000 km^2. A skoro tak, to choćby istniejące linie energetyczne były nowe, to ich żywotność będzie krótsza, ponieważ muszą one przenosić większa moc (większą od tej, do której były one pierwotnie przeznaczone). Tym samym, w takich warunkach, „starość" linii przestaje mieć znaczenie (choć i we wspomnianych krajach również, ale tylko dlatego, że chodzi o spełnianie coraz surowszych norm, a nie o to, że wiek linii jest duży!).

Kryzys w kraju = mniej (ale nie brak) oświetlenia!

Niewątpliwie to czy w danym kraju (czy miejscu) panuje kryzys można zweryfikować za pomocą zdjęć satelitarnych i obecnego na nich stopnia jego „oświetlenia". Doskonałym tego przykładem jest podręcznikowa Korea Północna, która od wielu lat pozostaje „ciemna". Jednak tylko ona jest w tym względzie ukazywana, co sprawia, że powstaje błędny pogląd na temat wspomnianej zależności. Co bowiem z innymi krajami (miejscami), gdzie też jest kryzys, ale w mniej oczywistej postaci, przekładający się na mniejszy, a przede wszystkim zmienny w czasie stopień „oświetlenia" na zdjęciach (kryzys bowiem to nie tylko dosłowne „egipskie ciemności")? Za przykład niech posłuży miasto Donieck oraz Ługańsk na wschodniej Ukrainie, przed i po zajęciu ich przez separatystów, wraz z odniesieniem do stolicy

REKLAMA

COMPUTER CONTROLS

Computer Controls zaprasza na:

Evertiq Expo
17.10.2019 Kraków

Roadshow Altium Designer
05.11.2019 Warszawa
06.11.2019 Wrocław
07.11.2019 Kraków

Seminarium MCAD – ECAD
20.11.2019 Warszawa

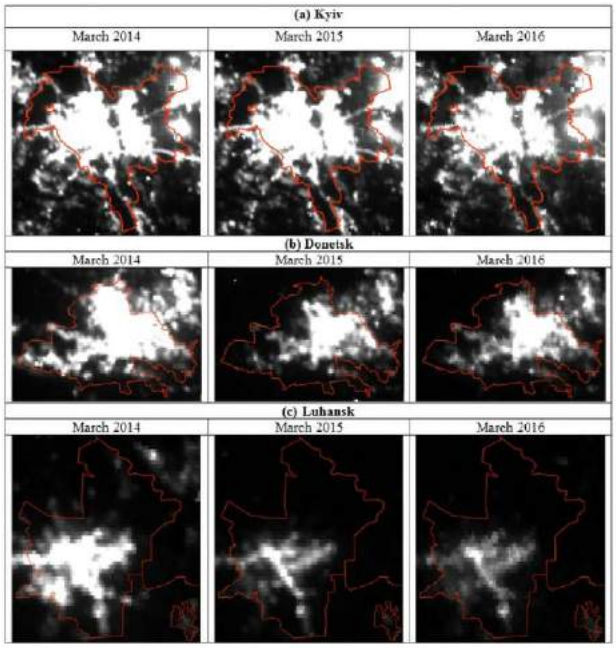
szczegóły wkrótce na: www.ccontrols.pl

Oficjalny Dystrybutor Altium SOLIDWORKS arm KEIL

Computer Controls Sp. z o.o.
Bielsko-Biała, ul. Budowlanych 1
tel.: +48 (33) 485 94 90
e-mail: info@ccontrols.pl
www.ccontrols.pl

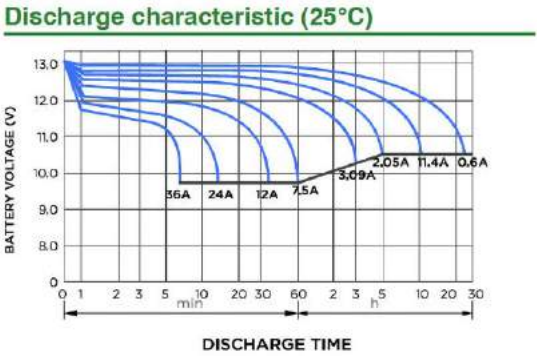
eprasa.pl 9565ffc9ee

Figure 1. Night time images of Kyiv (a), Donetsk (b) and Luhansk (c) in March 2014, 2015 and 2016



Notes: Radiance was linearly scaled from 0 to 10 nW/cm2/sr, where black pixels represent 0 and white represent 10 or more nW/cm2/sr. Administrative boundaries for cities: © OpenStreetMap contributors, CC BY-SA

państwa, czyli Kijowa, na rysunku (zresztą wystarczy przypomnieć szare lata 80-te XX wieku w naszym kraju, kiedy też w naszym kraju był poważny kryzys, który z dużym prawdopodobieństwem ówczesne satelity od ręki wychwyciły, tak jak w omawianym przypadku).



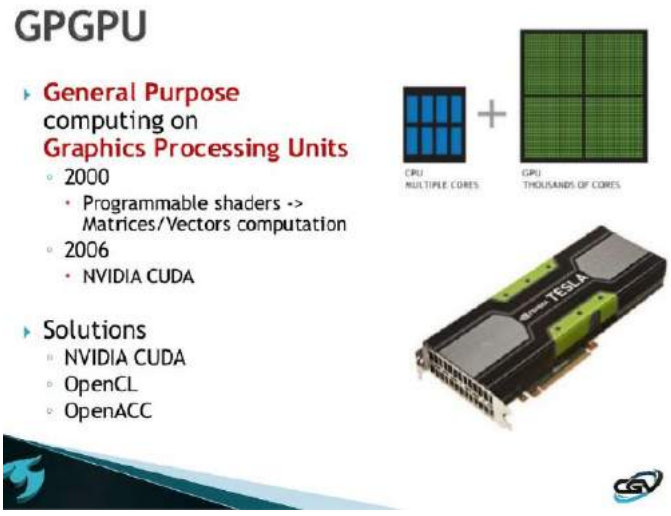
Bateria i pobór prądu

Większy pobór prądu z baterii, tym szybsze jej rozładowanie - oczywista zależność, którą obserwuje się zwłaszcza w przypadku smartfonów i coraz to nowszych ich modeli. Jednak jak w rzeczywistości ono przebiega? Otóż jak na rysunku przedstawiającym zależność napięcia baterii w funkcji czasu, przy stałej jej temperaturze i pobieranym z niej prądzie (zwróćcie szczególnie uwagę na liniowy charakter spadku w początkach poboru energii z baterii, oraz na jego dalszą zmianę na wykładniczy, gdy bateria jest już słabo naładowana).

Co kraj to obyczaj (również w elektryczności)

W wielu krajach, w tym na Bałkanach i w Wielkiej Brytanii, można spotkać włączniki takie jak na fotografii, a zwłaszcza ten zaznaczony czerwoną obwódką. Dlaczego jest on poruszany? Ponieważ po przyjeździe do wspomnianych krajów wiele osób dziwi się, że w pokojach nie ma ciepłej wody, choć było zapewnia-ne, że jest, i tracą potem niepotrzebnie czas na kłótnie z obsługą lub właścicielem noclegu, który dobitnie im udowadnia jak bardzo się mylą. Krótko mówiąc: jest to włącznik służący do załączenia bojlerów z ciepłą wodą, po którego naciśnięciu dopiero pojawia się ciepła woda. Skąd takie rozwiązanie? Otóż po pierwsze chodzi o oszczędność energii – nie

ma bowiem sensu ogrzewać wodę, gdy nikt z pokoju nie korzysta. Po drugie natomiast chodzi o bezpieczeństwo użytkowników – bojler bowiem może być prze-bity, a przez to prąd może pojawić się czy to na kranie umywalki, czy prysznica, przez co przydałoby się go odciąć w takiej sytuacji (oczywiście, w tej roli powinien występować wyłącznik różnicowo-prądowy – ale nie wszędzie jest on tak popularny lub wymagany rygorystycznie jak w Polsce). Wszystko to jednak nie ma znaczenia, kiedy lubi się „zimny" prysznic (przydatny zwłaszcza na kaca) – wówczas wiedza o takim wyłączniku staje się zbędna (choć nawet i wtedy warto o nim się dowiedzieć!).



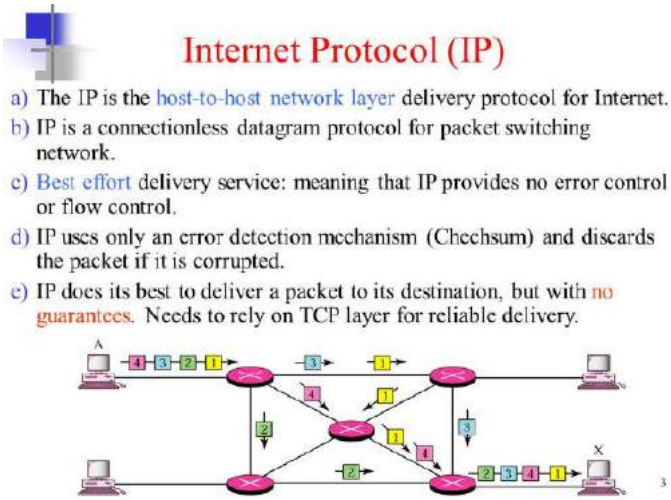
GPU, ale i GPGPU!

Jak wiadomo, istniejące karty graficzne, a dokładniej obecne w nich jednostki GPU, służą nie tylko do renderowania grafiki, ale również do przeprowadzania wielu często skomplikowanych obliczeń. Jednak drugie z zastosowań było dotychczas rzadsze, podczas gdy obecnie stało się ono coraz to bardziej dominujące. Na tyle jest to teraz widoczne, że dla podkreślenia tego faktu wprowadzono termin GPGPU – *General-Purpose Computing on Graphics Processing Units* (przeprowadzanie obliczeń ogólnego przeznaczenia na jednostkach GPU), niesugerujący jednak, że chodzi o nowy odrębny układ/zestaw elektroniczny – różnica jest bowiem taka jak w przypadku pojęć cewki i dławika, które wskazują na ten sam element, przy czym drugie pojęcie informuje, że chodzi o użycie cewki w charakterze „rezystora" dla sygnałów przemiennych (słowem: GPU i GPGPU to ten sam obiekt, ale o innym wykorzystaniu – pierwszy do grafiki, drugi natomiast do obliczeń).

O numeracji protokołu IP dwa słowa

Występujące w nazwach protokołu IP numery, wskazujące na jego wersję, nie są przypadkowe. Dlaczego? Ponieważ są to numery jego wersji finalnych, które zostały uznane za wystarczające przez zespoły

eprasa.pl 9565ffc9ee



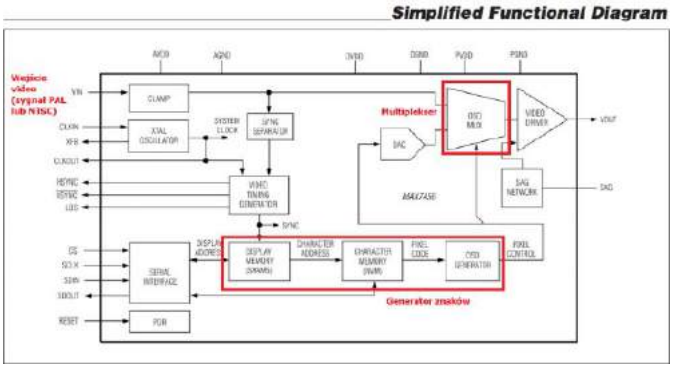
robocze, a tym samym zostały dopuszczone do użytku. Krótko mówiąc: przed nimi występowały wersje eksperymentalne (nazywane „beta"), które nie były jednak zadowalające i wymagały dopracowania. Wersjami tymi były najpierw: IPv0, IPv1, IPv2 i IPv3 przed protokołem IPv4, a potem wersja IPv5, tuż przed protokołem IPv6 (i tylko tyle – o nic więcej tu nie chodzi!).

Ach te CR2032!

Spotykany na bateriach w postaci krążka oznaczenie CR2032 jest prostsze niż się zdaje! Otóż idąc od lewej:

- C oznacza, że jest to bateria litowa,
- R oznacza, że jest ona okrągła,
- 20 oznacza, że jest szeroka w średnicy na 20 mm,
- 32 oznacza, ze jest gruba na 3,2 mm

Wszystko to zgodnie z normą IEC 60086-3 (do poczytania tutaj: ***http://bit.ly/2YIQ6Jr***). Tym samym, następnym razem kupując tą baterię, miej na względzie wspomnianą normę (i przedstawione wcześniej objaśnienie nazwy tej baterii!)



Multipleksacja w służbie wyświetlania!

OSD – On-Screen Display – bez tego obsługa wielu wyświetlaczy byłaby bardziej skomplikowana. Jednak co to tak naprawdę jest? Otóż jest to po prostu multiplekser z dwoma wejściami, gdzie do jednego dołączony jest sygnał obrazu a do drugiego sygnał pochodzący z generatora znaków (grafiki) – i wystarczy jedynie w określonych (ale za to precyzyjnie określonych) chwilach czasu „przełączać" jedno wejście na drugie, na podstawie analizy aktualnie kreślonego położenia obrazu. Aby nie być gołosłownym, można spojrzeć w uproszczony schemat funkcjonalny popularnego, przeznaczonego do generacji OSD (w ramach analogowego sygnału w standardzie PAL lub NTSC) układu scalonego MAX7456 firmy Motorola, w którym wspomniany multiplekser jak najbardziej występuje!

REKLAMA

Nowość !

Załączanie obwodów oświetleniowych – prąd 120 A w czasie 20 ms

Przekaźniki RPI-1ZI-U24A

relpol® S.A.

29 wykonań przekaźników instalacyjnych RPI

przyjdź

Targi ENERGETAB 2019

Hala A, stoisko 12

Biuro Obsługi Klienta
tel. 68 47 90 822, 850, sprzedaz@relpol.com.pl
www.relpol.com.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

AVTZASILACZ Regulowany zasilacz uniwersalny 1,2-13,5 V/1 A

AVTZASILACZ to rozszerzona aplikacja układu LM338. Zasilany bezpiecznym napięciem z przeznaczeniem do wszelkich prac w warsztacie, szkole, czy domowym laboratorium.
Zasilanie: 15 V, napięcie wyjściowe regulowane: 1,2...13,5 V, maksymalny prąd wyjściowy 1,2 A.
Wyposażony został w dwa podświetlane mierniki: prądu (CURRENT) i napięcia (VOLTAGE).
Dostarczany w komplecie z zasilaczem wtyczkowym, obudową oraz panelem frontowym.

Kod handlowy:
AVTZASILACZ

sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: 222 578 450 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Najlepsze projekty sprzętowe na hackathonie Best H#cking League

Konkursy takie jak Best H#cking League, organizowane przez organizacje studenckie, we współpracy z firmami z branży technologicznej, to świetna okazja, by sprawdzić, a zarazem zaprezentować swoje umiejętności. Osoby w nich startujące to najczęściej młodzi, pomysłowi inżynierowie, na których doświadczeniach mogą nauczyć się czegoś także osoby postronne. Korzystając z okazji, przeprowadziliśmy krótkie wywiady z laureatami trzech pierwszych nagród jednego z warszawskich hackathonów sprzętowych. W artykule opisujemy szczegóły techniczne zrealizowanych projektów oraz wyzwania, z jakimi musieli mierzyć się ich twórcy.

Konkurs Best H#cking League został przygotowany przez stowarzyszenie studentów BEST z Politechniki Warszawskiej wraz z partnerami z takich firm jak Farnell, którzy zadbali o dostęp do odpowiednich komponentów elektronicznych i narzędzi. Rywalizacja prowadzona była niezależnie w dwóch kategoriach – programowej i sprzętowej. Poniżej prezentujemy trzy najlepsze projekty z kategorii sprzętowej. Co ciekawe, wszystkie nagrodzone rozwiązania były oparte na platformie Arduino.

Miejsce pierwsze – Miś Leon

Pierwsze miejsce w konkursie, w kategorii hardware, zajął zespół ICHiPowcy, który przygotował projekt o nazwie Miś Leon. Było to urządzenie w postaci pluszowego misia, które dzięki wbudowanej elektronice miało umożliwiać dzieciom z autyzmem wyrażanie emocji. Na misiu zainstalowano 16-przyciskową klawiaturę, na której znalazły się różne oznaczenia emocji. Po naciśnięciu dowolnego z przycisków zapaliły się diody na wyświetlaczu, które kolorem i szybkością migania sygnalizowały, który przycisk został naciśnięty. Dodatkowo za pomocą prostego buzzera emitowany był sygnał dźwiękowy – prosta melodia, mniej więcej odpowiadająca nastrojowi powiązanemu z daną emocją. Przyciski pozwalały na wyrażanie w ten sposób m.in. szczęścia, głodu, satysfakcji, niezadowolenia czy potrzeby przytulenia się. Dodatkowo informacje o naciśniętych przyciskach były przesyłane przez interfejs Bluetooth do znajdującego się w pobliżu (np. w sąsiednim pokoju) telefonu rodzica.

Projekt zbudowano na Arduino Mini, doposażonym w moduł Bluetooth, 16-diodowy moduł LED-owy oraz głośniki i 16-przyciskowy moduł klawiatury. Zestaw użytych narzędzi był bardzo prosty – wystarczyła lutownica, igła i nitka oraz środowisko Arduino IDE. Część elementów przymocowano za pomocą plastikowych taśm zaciskowych.

Największym wyzwaniem okazało się użycie modułu Wi-Fi, którym twórcy początkowo planowali przesyłanie komunikatów do sieci. Niestety, jego pomyślne wdrożenie było bardzo czasochłonne, więc w trakcie prac, by zdążyć na koniec konkursu, zdecydowano się go zamienić na moduł Bluetooth. Drugą trudnością był brak możliwości odtwarzania z poziomu Arduino słów, które mogłyby bezpośrednio opisywać wyrażane uczucia, zamiast generowania 8-bitowych melodyjek.

Natomiast to, co zostało najbardziej docenione w tym rozwiązaniu to dbałość o zbadanie potrzeb rynku przed przystąpieniem do prac. Zespół ICHiPowców był w stanie – pomimo że była to sobota – zdobyć kontakty do osób zajmujących się na co dzień pracą z autystycznymi dziećmi i dowiedzieć się, jakich urządzeń brakuje na rynku i jakie cechy powinien mieć gotowy produkt.

Miejsce drugie – Faller Caller

Drugie miejsce zajął projekt Faller Caller przygotowany przez zespół Hard KNAB. Ideą było stworzenie jak najprostszego, a zarazem niezawodnego urządzenia, które ułatwiłoby ochronę życia i zdrowia osób starszych i niepełnosprawnych, mieszkających samotnie. Faller Caller to prosty, noszony na ciele gadżet, wykrywający upadek i powiadamiający o tym fakcie bliskich użytkownika. Dokładna procedura działania polega na wykrywaniu upadków za pomocą żyroskopu,

Fotografia 1. Konkurs Best H#cking League

Fotografia 2. Miś Leon, stworzony przez zespół ICHiPowcy

eprasa.pl 9565ffc9ee

Fotografia 3. Faller Caler, stworzony przez zespół Hard KNAB

Fotografia 4. Stereowizja dla niewidomych, opracowana przez zespół Electron Performance

a następnie sygnalizowaniu tego zdarzenia dźwiękiem. Jeśli był to fałszywy alarm lub użytkownik wie, że sytuacja nie stanowi dla niego żadnego zagrożenia, ma 10 sekund na naciśnięcie przycisku umieszczonego na obudowie sprzętu, co spowoduje wstrzymanie przekazania wiadomości do bliskich. Jeśli przycisk nie został naciśnięty w założonym czasie, wbudowany moduł GSM służy do wysłania wiadomości tekstowej o zdarzeniu do zaprogramowanych odbiorców.

Projekt zbudowano na bazie płytki Arduino MEGA (w praktyce wystarczyłaby mniejsza wersja, ale to okazało się dopiero pod koniec realizacji projektu) oraz trzech modułów: żyroskopowego, komórkowego i Bluetooth. Do tego użyto prostego buzzera do generowania sygnałów dźwiękowych oraz przycisku do anulowania wzywania pomocy. Całość umieszczono w obudowie wydrukowanej na drukarce 3D. Nadmiarowy w tym przypadku może wydawać się moduł Bluetooth, ale został on specjalnie dodany do projektu, by zwiększyć niezawodność działania. System miał możliwość komunikacji za pomocą tego interfejsu bezprzewodowego ze smartfonem, poprzez który – w przypadku braku dostępu do sieci komórkowej z wbudowanego modułu GSM, mógł nawiązać połączenie głosowe z wybranymi wcześniej osobami.

Do wykonania projektu wystarczyły bardzo proste narzędzia: lutownica i trymer do kabli, a dodatkowo, dla uzyskania wygodnej obudowy – drukarka 3D. Oprogramowanie zostało przygotowane w środowisku Arduino IDE.

Największym wyzwaniem podczas tworzenia projektu było opracowanie oprogramowania, a przede wszystkim przygotowanie takich filtrów, które pozwoliłyby wyeliminować błędne alarmy. Istotne było, by alarm reagował tylko na prawdziwe upadki, a nie przypadkowe ruchy. Bardzo ważne okazało się dobranie odpowiedniego miejsca na ciele, na którym powinien być noszony sprzęt. Twórcy zauważyli, że najlepsze rezultaty uzyskują, gdy urządzenie noszone jest na pasie, a więc w miejscu, które podlega najmniejszym losowym ruchom.

Miejsce trzecie – Stereowizja dla niewidomych

Laureatem trzeciej nagrody była grupa Electron Performance, która zrealizowała projekt Stereowizja dla niewidomych. To chyba najbardziej innowacyjny z zaprezentowanych pomysłów, a do tego dosyć widowiskowy. Ideą była pomoc osobom upośledzonym wzrokowo poprzez przekazywanie im informacji o otoczeniu za pomocą dźwięku. Do wykrywania przeszkód w otoczeniu wykorzystano czujniki ultradźwiękowe – popularne modele serii HC-SR04. Zostały one umieszczone na nogach i na specjalnie przygotowanych okularach. Sygnały z nich były następnie przesyłane do jednostki centralnej, którą stanowiła płytka Arduino MEGA. Tam za pomocą odpowiedniego algorytmu dane były przetwarzane na sygnał dźwiękowy, który podawano na słuchawki zakładane przez użytkownika.

Ten projekt również nie wymagał wielu narzędzi – wystarczyły narzędzia do kabli i lutownica. Dodatkowo użyto drukarki 3D, by przygotować obudowy. Oprogramowanie także opracowano w Arduino IDE.

Największym wyzwaniem w trakcie prac okazało się… połączenie kabli. Fakt, że musiały one oplatać użytkownika i przenosić informacje z rozmieszczonych na całym ciele czujników do zlokalizowanego w pobliżu pasa Arduino, powodował, że jakość połączeń miała bardzo duże znaczenie. Niestety, okazało się, że dostępne w trakcie hackathonu przewody nie były wystarczająco długie, dlatego trzeba było je ręcznie łączyć, a jak wiadomo – to właśnie połączenia stanowią najczęstszą przyczynę usterek systemów elektronicznych – szczególnie w przypadku elementów ruchomych. W efekcie twórcy mierzyli się z licznymi problemami zimnych lutów i 3-osobowy zespół poświęcił na przygotowanie kabli 14 godzin, podczas gdy samo napisanie oprogramowania zajęło jedynie 2 godziny.

Drugim problemem okazał się wybór wykorzystywanej platformy. Trzeba było się na nią zdecydować przed rozpoczęciem hackathonu i twórcy – nie wiedząc jeszcze, jakie dokładnie będą zadania – wybrali Arduino. Gdy przyszło do realizacji projektu i wymyślono jego koncepcję, błyskawicznie okazało się, że pojedynczy timer dostępny w mikrokontrolerze w Arduino nie pozwalał na jednoczesne przetwarzanie sygnałów ze wszystkich czterech zastosowanych czujników ultradźwiękowych.

Podsumowanie

Wszystkie zaprezentowane projekty były innowacyjne i jak widać z opisów – mocno różniły się między sobą. Wybór laureatów nie był łatwy, bo poszczególne zespoły skoncentrowały się na różnych aspektach tworzonych rozwiązań, dlatego trudno było je bezpośrednio porównywać. Sam stopień złożoności nagrodzonych projektów wcale nie był duży, a mimo to główna nagroda była dosyć wartościowa. Co to oznacza? Że warto brać udział w takich konkursach, nie tylko by starać się zdobyć nagrody, ale również by dobrze się bawić, gdyż całodobowe programowanie naprawdę przysparza wielu niepowtarzalnych wrażeń.

Marcin Karbowniczek, EP

Redakcja EP dziękuje Panom: Pawłowi Antkowiakowi, Radkowi Krzosie i Mieszkowi Boczkowskiemu z zespołu ICHiPowcy, Tomaszowi Witakowi z zespołu Hard KNAB oraz Damianowi Więcławowi z Electron Performance za udzielenie wywiadów na temat zrealizowanych projektów, a także firmie Farnell za przekazanie materiałów pomocnych do przygotowania niniejszego artykułu.

eprasa.pl 9565ffc9ee

Oferta prenumeraty Elektroniki Praktycznej

Prenumerata wersji drukowanej	roczna	dwuletnia
	176,00 zł	**256,00 zł**
	(rabat 8%)	(rabat 33%)

DO 50% ZNIŻKI NA PRENUMERATĘ!

Prenumerata ze zniżką lojalnościową za nieprzerwany staż prenumeraty (opcja dostępna po zalogowaniu na www.avt.pl):
roczna (staż 1 rok) – 160,00 zł (rabat 16%)
roczna (staż 2 lata) – 144,00 zł (rabat 25%)
roczna (staż 3 lata) – 128,00 zł (rabat 33%)
dwuletnia (staż 3 lata) – 224,00 zł (rabat 41%)
dwuletnia (staż 5 lat) – 192,00 zł (rabat 50%)

Prenumerata e-wydań
- roczna – 91,80 zł (rabat 15%)
- dwuletnia – 151,20 zł (rabat 30%)

Prenumeratorzy wersji drukowanej za równoległe e-wydania płacą 20% ceny: opłata za e-prenumeratę równoległą wynosi 21,60 zł/rok i 43,20 zł/2 lata.

Każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem.
W tym numerze są to:
- koszulka z logo EP (rozm. L, XL)
- płyta Sol3 Mio „Sole mio"

Zamów swój prezent mailowo – prenumerata@avt.pl.

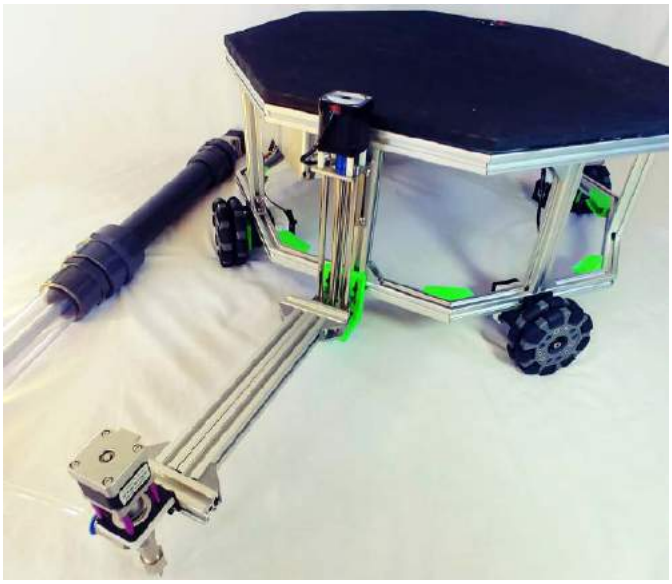
Przywileje Prenumeratorów
- masz prawo do rabatu od 30 do 50% na www.UlubionyKiosk.pl (wystarczy podczas zamówienia podać numer swojej prenumeraty)
- masz prawo do rabatu na www.sklep.avt.pl
- z każdym numerem swojej prenumeraty otrzymasz DVD Niezbędnik Elektronika

Zamów prenumeratę EP w dogodny dla siebie sposób:
- mailowo – prenumerata@avt.pl
- przelewem na konto: AVT-Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, ING Bank Śląski 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013
- a najlepiej na **WWW.AVT.PL** – jeśli zamawiasz po raz pierwszy na www.avt.pl lub przedłużysz ją po zalogowaniu do swojego Panelu Prenumeratora, otrzymasz dodatkowo kody rabatowe na bezpłatne pobranie dowolnych czasopism w wersji elektronicznej ze strony www.UlubionyKiosk.pl

Szanowny Kliencie, od 25 maja 2018 roku w krajach Unii Europejskiej obowiązuje Ogólne rozporządzenie o ochronie danych osobowych (RODO). Zachęcamy do zapoznania się z poniższą klauzulą informacyjną.
Administratorem Twoich danych jest AVT-Korporacja sp. z o.o. z siedzibą ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, e-mail: prenumerata@avt.pl. Chodzi o dane osobowe, które zbieramy, aby móc wysłać Ci nasze czasopisma w formie drukowanej lub elektronicznej oraz inne towary (np. prezenty), a także w innych prawnie usprawiedliwionych celach, w tym marketingu bezpośredniego naszych produktów i usług (tzw. uzasadniony interes administratora). Podanie danych jest dobrowolne, ale niezbędne do zrealizowania zamówienia na prenumeratę. Twoje dane osobowe mogą być przekazane Poczcie Polskiej, która będzie dostarczać do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie przekażemy i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy) Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom. Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom uprawnionym do ich uzyskania na podstawie obowiązującego prawa (np. sądy lub organy ścigania) – ale tylko na ich żądanie w oparciu o stosowną podstawę prawną. Będziemy przetwarzać Twoje dane osobowe przez 5 lat od zakończenia roku obrachunkowego, w którym wystąpiła ostatnia płatność. Dane osobowe do celów marketingowych będziemy przetwarzać do czasu wycofania przez Ciebie zgody na przetwarzanie lub do czasu usunięcia danych. Informujemy, że masz prawo do żądania od administratora dostępu do Twoich danych, ich sprostowania, usunięcia, ograniczenia ich przetwarzania, wniesienia sprzeciwu wobec przetwarzania Twoich danych lub ich przenoszenia. W każdej chwili możesz odwołać zgodę na przetwarzanie Twoich danych osobowych oraz możesz zażądać, by Twoje wszystkie dane zostały przez nas usunięte.
eprasa.pl 9565ffc9ee

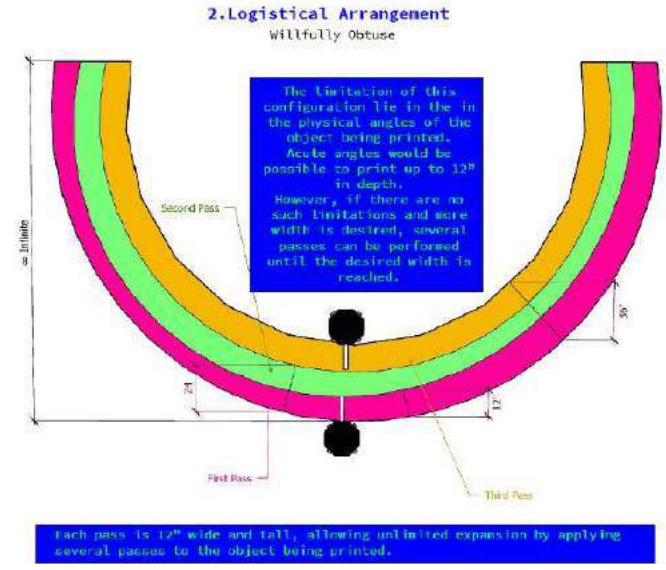
dodaj do obserwowanych

Przedstawiamy redakcyjny wybór najciekawszych projektów soft spośród ostatnio anonsowanych w internecie. Są to projekty na różnych etapach realizacji. Warto się zapoznać z projektami zakończonymi i śledzić realizację projektów niegotowych, by czerpać z nich inspirację do własnych prac.



Omniprinter – wielkoskalowa drukarka 3D

Obecnie bariera finansowa w budowie np. domów w technologii druku 3D to około ćwierć miliona dolarów. Twórcy projektu Omniprinter wierzą, że ich konstrukcja może ją istotnie zredukować i pozwoli korzystać z niej szerokim masom użytkowników. „Niski standard mieszkaniowy jest problemem wielu krajów na świecie. Można go podnieść, korzystając ze zautomatyzowanych narzędzi – należy to zrobić tak szybko, jak to tylko możliwe" piszą twórcy. „Co może być szokujące, w 2019 roku niemalże 900 milionów ludzi żyje w niedostatecznych dla ich potrzeb budynkach, a kolejne 1,6 miliarda to ludzie bezdomni" dodają.



Idea wykorzystania zautomatyzowanych systemów – analogicznych do drukarek 3D – w budownictwie nie jest nowa. W ten sposób wykonano między innymi eksperymentalny most w Amsterdamie, jak i szereg innych testowych budynków. Jednakże, póki co systemy te są zbyt drogie i złożone, by wykorzystywać je na wielką skalę, szczególnie w krajach trzeciego świata, gdzie jest to najpotrzebniejsze.

Omniprinter jest przeznaczony do drukowania 3D na dużą skalę; obsługuje konwencjonalne materiały ekstrudowane (tworzywa sztuczne, ceramikę, glinę, beton itp.). Konstrukcja mechaniczna urządzenia pozwala na praktycznie nieograniczony zasięg w osi X, podczas gdy oś Y ma pewne mechaniczne ograniczenia ale można je pokonać logistyką procesów. Głębokość drukowania zależy od długości szyny wytłaczarki, obecnie wynosi ona ok. 30 cm. Obecny prototyp ma wysokość 30 cm, wyposażony jest w 100 milimetrowe koła mogące obracać się w każdej osi i jest połączony na stałe z ekstruderem do drukowanego materiału. Dzięki zastosowaniu specjalnych kół platforma może poruszać się w dowolnym kierunku. Pozwala to na poruszanie się po dowolnej trajektorii, wymaganej do drukowania dużych struktur. Rozwiązuje to problemy związane z ograniczeniami logistyki procesów drukowania

Jako że poruszanie się na kołach nie jest dostatecznie precyzyjne, potrzebne są dodatkowe metody korekty trajektorii. Twórcy Omniprintera testują obecnie kilka opcji wykorzystujących matryce czujników, które zostały zaprojektowane w celu optymalizacji rozdzielczości i zasięgu drukarki. Czujniki te pozwalają na śledzenie pozycji platformy, a oprogramowanie kompensuje odchyłki od pożądanej pozycji. Zmiany te pojawiają się niemal natychmiastowo, więc odchyłki w drukowanym obiekcie są pomijalnie małe. Nie jest to jedyna innowacja Omniprintera. Drugim nowatorskim pomysłem, jest idea drukowania za pomocą wielu drukarek jednocześnie, co ma pozwolić na skrócenie czasu drukowania, dzięki tego rodzaju robotom pracującym w „roju".

http://bit.ly/2MlEE0L

Konkurs „oświetlenie wewnętrzne" na Instructables

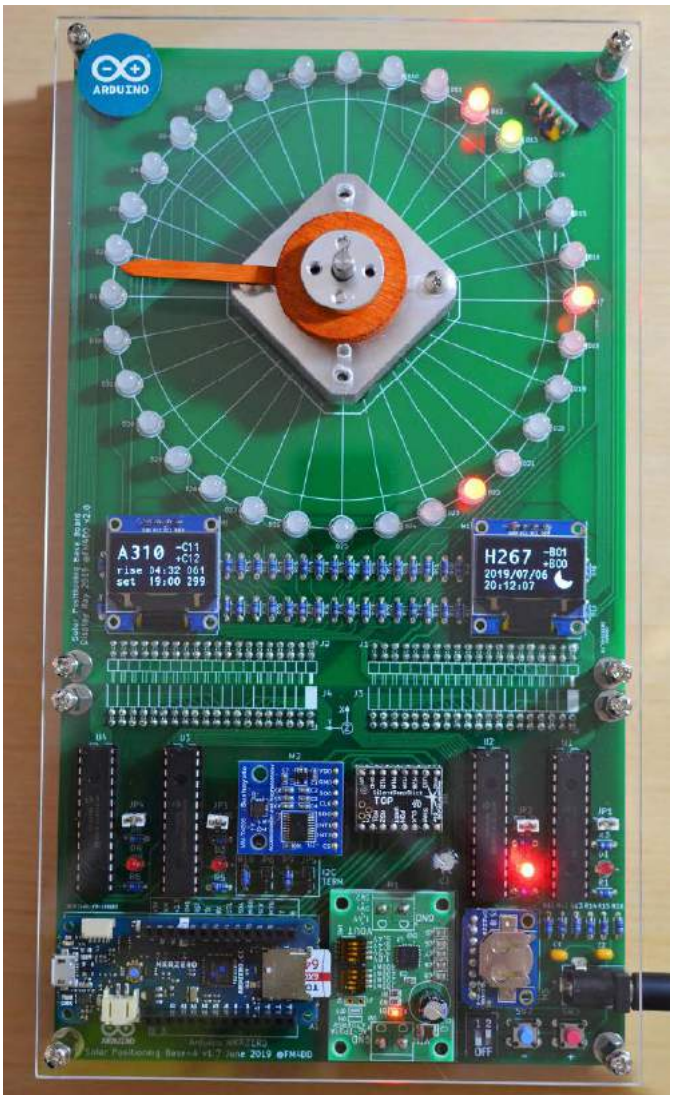
Na portalu Inctructables.com znaleźć można kilka naprawdę błyskotliwych pomysłów na wszelkiego rodzaju oprawy oświetleniowe. Społeczność Instructables błyszczy przykładem, jeśli chodzi

eprasa.pl 9565ffc9ee

o prezentowanie swoich projektów. „Na tegoroczny konkurs oświetlenia wewnętrznego postanowiliśmy podnieść stawkę i zaoferować duże karty podarunkowe oraz specjalną nagrodę sędziowską za najlepsze wykorzystanie prograu Fusion 360!" piszą organizatorzy.

Masz świetny pomysł na oprawę oświetleniową lub lampę do wnętrz? Dokumentuj etapy pracy nad swoją konstrukcją i wprowadź projekt na portalu. Jeśli nie masz pomysłów, to i tak warto monitorować postęp prac w konkursie i obejrzeć nadesłane projekty.

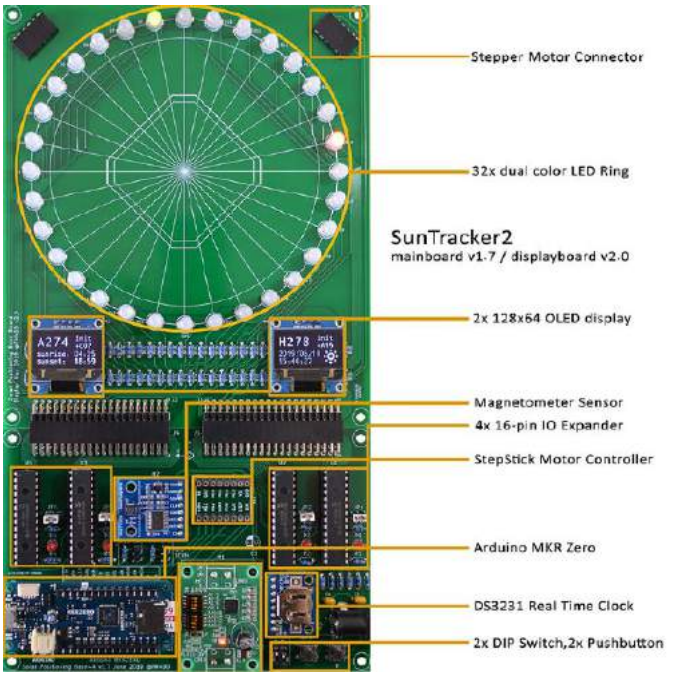
http://bit.ly/33FjCiQ



Suntracker 2 Rev 3

Przedstawione tutaj urządzenie to prototyp kontrolera do sterowania pozycją ogniw fotowoltaicznych – tzw. tracker. Lokalizatory słoneczne dostosowują kierunek ustawienia paneli PV, aby były one ustawione prostopadle do słońca, co maksymalizuje ich moc wyjściową. Zwiększenie poziomu mocy wyjściowej paneli jest na różnym poziomie, zależnym od konkretnej instalacji, ale jak wskazuje Frank, twórca tej konstrukcji, mieszkający w japońskim Tokio, wynosi ono od 15% do nawet 40%. Zwiększenie rozmiarów paneli nie zawsze jest możliwe, na przykład w miejscach o ograniczonej przestrzeni. Systemy śledzenia pozycji słońca, mogą w takich przypadkach zapewnić dodatkową energię elektryczną.

„Zaprojektowałem i zbudowałem ten prototyp, aby zweryfikować podstawową funkcjonalność – śledzenie poziomego ruchu Słońca na naszym niebie. Głównym elementem tego prototypu jest duży



pierścień diod LED (...), który pokazuje położenie słońca i służy do rozwijania funkcji śledzenia" opowiada Frank. Wizualizacja ruchu Słońca zapewnia wgląd w rzeczy, których normalnie nie doświadczamy świadomie, daje poczucie obrotu Ziemi, prędkości i naszej ścieżki wokół Słońca, oprócz oczywistych zalet w sterowaniu ruchem ogniwa fotowoltaicznego.

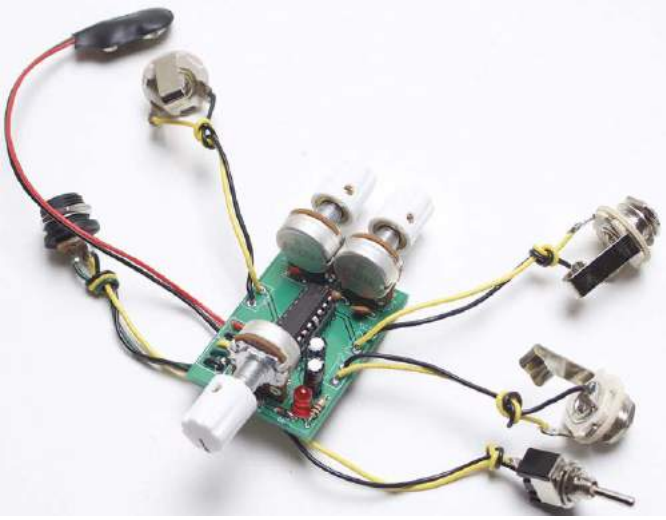
http://bit.ly/2KN8GHl

Osiem analogowych syntezatorów, które zbudować można w domu

Jeszcze jakieś 30 lat temu jedynymi osobami budującymi analogowe syntezatory byli fascynaci muzyki elektronicznej. Wszystkie elementy były dość drogie, a części trudno było znaleźć. Nie było również tak szerokiego dostępu do instrukcji czy schematów tych urządzeń. Obecnie rynek prezentuje zupełnie inny obraz: wiele firm produkuje uproszczone zestawy do budowy syntezatorów analogowych; istnieje wiele grup wsparcia w Internecie, a uniwersytety i instytucje kultury organizują warsztaty audio dla osób konstruujących i grających na takich urządzeniach.

Ogrom informacji dostępnych na ten temat jest przytłaczający. Dlatego też spis ośmiu polecanych konstrukcji jest wartościowym punktem wyjścia dla wszystkich, którzy zainteresowani są skonstruowaniem takiego urządzenia i wejściem do świata analogowych syntezatorów DIY. Od zestawów, które wymagają jedynie śrubokręta

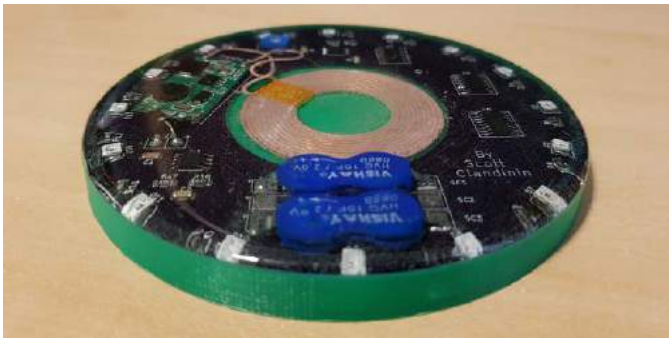
eprasa.pl 9565ffc9ee



do montażu, po bardziej złożone urządzenia wymagające znajomości układów scalonych i oczywiście umiejętność lutowania. W artykule przedstawiono kilka analogowych syntezatorów, które można zbudować samemu w domu.

Pokazane na zdjęciach konstrukcje, to tylko niektóre z przedstawionych na stronie projektów. Dostępne są one jako kity do samodzielnego montażu, ale dzięki udostępnionej dokumentacji i schematom można je samodzielnie zbudować od podstaw.

http://bit.ly/2Z8gAEz



LEDowa podkładka pod szklankę

Podstawki pod szklanki z wbudowanymi diodami LED nie są niczym nazbyt odkrywczym. Tego rodzaju urządzenia są atrakcyjnym gadżetem na imprezach itp. Jednakże wszystkie one wymagają baterii (które trzeba co jakiś czas wymieniać) lub regularnego podłączania ładowarki.

Scott Clandini oferuje alternatywne podejście. Wykorzystał on system bezprzewodowego ładowania, do przekazywania energii z dowolnej ładowarki bezprzewodowej (takiej, jak np. do telefonu komórkowego) do superkondensatorów, zainstalowanych w systemie.

„Gdy podkładka nie jest używana, po prostu umieść ją w stacji ładującej, aby ją naładować. Zastosowanie cienkich superkondensatorów pozwoliło uzyskać cienką i lekką konstrukcję" pisze autor.

http://bit.ly/2YS7Gvr

Konkurs na pojazdy latające

Instructables prowadzi konkurs pod nazwą „Make it Fly" na pojazdy latające. „Samoloty, rakiety, śmigłowce, latawce i wszystko inne!

Każdy projekt urządzenia latającego w powietrzu kwalifikuje się do tego wyzwania" zachęcają redaktorzy portalu Instructables.com.

Wystarczy przygotować projekt urządzenia latającego i opisać go w formie instrukcji, aby wziąć udział w konkursie. W którym nagrodą jest dron – Quadcopter DJI Mavic Air i wiele innych atrakcji. Zgłoszenia na konkurs przyjmowane były do 2 września br. Na dzień pisania artykułu zgłoszonych było 13 projektów.

http://bit.ly/2H9xrg1

Projekt Pipeline – obrabiarka numeryczna do rur z PVC

Plastikowe rury kanalizacyjne są dostępne niemalże w dowolnym miejscu na świecie. Są tanie i trwałe. Ich krzywizna ułatwia tworzenie skomplikowanych obiektów, bez kosztownej operacji formowania lub laminowania.

„Zaprojektowałem maszynę do wycinania i wydobywania kształtów z tych rur. Składa się z obracającego wału, utrzymującego rurę PCV i przesuwającej się frezarki, działającej podobnie jak ploter. Umożliwia on wycinanie dowolnego kształtu z rury" mówi Christophe Machet, twórca urządzenia. System jest oparty na typowych 3-osiowych systemach CNC; jest łatwy w budowie i programowaniu. Proste komponenty oznaczają również, że można go łatwo replikować i postawić podobne urządzenie w dowolnym miejscu – na przykład we własnym warsztacie.

http://bit.ly/2H9xN6l

eprasa.pl 9565ffc9ee

TYLKO DLA PRENUMERATORÓW

niezbędnik elektronika

1. ADI LTSpice XVII 9 2019

LTspice to program do projektowania i testowania analogowych i mieszanych układów elektronicznych. Zaletą programu jest szybkość, ogromna biblioteka elementów oraz prostota tworzenia układów. Przy projektowaniu układu można korzystać z dostarczonych z programem elementów, pobierać dodatkowe elementy z Internetu, wprowadzać parametry ręcznie lub samemu projektować moduły.

2. AutotraxDEX 2019.8.09

Najnowsza wersja uznanego pakietu do projektowania płytek drukowanych. Zawiera wszystkie zaawansowane narzędzia potrzebne do: projektowania płytek drukowanych, przechwytywania i symulacji sprzętu, zarządzania danymi i dokumentacją ECAD a także zarządzania projektami od etapu koncepcji do produkcji. Wszystko istnieje na jednej platformie projektowej. Ujednolica również dane projektowe – w przeciwieństwie do konwencjonalnych systemów projektowania opartych na kolekcji połączonych aplikacji narzędziowych, platforma AutoTRAX pozwala każdej aplikacji projektowej na dostęp i modyfikację jednego, scentralizowanego modelu danych projektowych.

3. Intel Quartus Prime 19.2

Najnowsza wersja bezpłatnego pakietu oprogramowania przeznaczonego do projektowania FPGA. Obsługuje zaawansowane funkcje układów FPGA i SoC następnej generacji Intela z rodzinami urządzeń Intel Stratix 10, Intel Arria 10 i Intel Cyclone 10 GX.

4. STM32CubeMX 5.3.0

Najnowsza wersja narzędzia ułatwiającego konfigurację mikrokontrolerów STM32 za pomocą interfejsu graficznego. Pozwala skonfigurować GPIO i ustawienia zegara dla całego systemu oraz interaktywnie przypisać urządzenia peryferyjne. Tworzy kod w języku C wykorzystujący biblioteki HAL, który może być dołączony do projektu.

EP 8/2019
1. Infineon-DAvE-4.4.2
Pakiet programistyczny DAvE firmy Infineon, w wersjach dla Win64 Generuje kod dla najnowszych mikrokontrolerów XMC1xxx i XMC4xxx.

2. Lattice Semiconductor-Diamond-FPGA
Kompletne środowisko projektowania oparte na GUI, dla układów FPGA firmy Lattice.

3. Microchip MPLAB Harmony
Najnowsza wersja środowiska programistycznego firmy Microchip wspierająca programowanie mikrokontrolerów z rdzeniem PIC32 tej firmy

4. NXP-i.MX-Pin-Tool
Konfigurator graficzny przeznaczony dla procesorów iMX.

EP 7/2019
1. ADI-LTSPICE
LTspice to program do projektowania i testowania analogowych i mieszanych układów elektronicznych.

2. ADI-SigmaStudio
Graficzne narzędzie programistyczne dla procesorów SigmaDSP. Pozwala inżynierom bez doświadczenia w pisaniu kodu DSP na łatwe wdrożenie DSP do swoich projektów.

3. CodeWarrior for QorIQ LS Series ARMv8 ISA
Środowisko programistyczne (IDE) opracowane przez Freescale dla procesorów serii QorIQ LS. Układy te oferują wyjątkową wydajność obliczeniową i energetyczną, dedykowane są do aplikacji sieciowych.

4. Infineon-ModusToolbox
Nowy pakiet narzędzi programistycznych opracowanych przez Cypress, który ma usprawnić projektowanie produktów dla Internetu Rzeczy.

5. Infineon-PSoC-Software
Pakiet narzędzi programistycznych opracowanych przez Cypress, który ma pomóc w pełnym wykorzystaniu możliwości układów PSoC. Zawiera PSoC Creator , PSoC Designer i PSoC Programmer.

6. SiliconLabs-SimplicityStudio4
Simplicity Studio to zintegrowane środowisko programistyczne (IDE) oparte na Eclipse.

Zawiera zestaw narzędzi do profilowania energii, konfiguracji i analizy sieci bezprzewodowej.

7. TI-Code Composer Studio Version 9
Code Composer Studio to zintegrowane środowisko programistyczne (IDE), które obsługuje portfolio mikrokontrolerów TI i procesorów wbudowanych.

EP 6/2019
1. Labcenter-Proteus
Pakiet oprogramowania EDA, zawiera aplikacje wspomagające tworzenie schematów, projektowanie płytek i narzędzia do symulacji.

2. NXP-MCUXpresso-Config-Tools
Oprogramowanie służące do konfigurowania mikrokontrolerów zamontowanych na płytkach MCUXpresso.

3. NXP-MCUxpresso-IDE
Środowisko IDE MCUXpresso oparte na Eclipse dla mikrokontrolerów NXP w tym mikrokontrolerów LPC.

4. ST-STM32CubeIDE
Konfigurator graficzny wspomagający programowanie mikrokontrolerów STM32.

5. ST-TouchGFXDesigner
Oprogramowanie ułatwiające tworzenie interfejsu graficznego w systemach z STM32.

6. ST-TrueSTUDIO-9.2.0
Elastyczne i rozszerzalne środowisko, z funkcjami edycji, kompilacji i debugowania dla mikrokontrolerów STM32.

EP 05/2019
1. FlexGUI Mixed Signal Audio Software
Oprogramowanie firmy Cirrus Logic przeznaczone do obsługi płytek ewaluacyjnych do budowania zaawansowanych torów obróbki sygnałów audio.

2. WISCE Development Tools Suite
Narzędzie programowe firmy Cirrus Logic służące do wspierania procesów konstrukcji oraz produkcji urządzeń.

3. Intel Quartus Prime Pro Edition 19.1.0.240
Bezpłatny pakiet oprogramowania, środowisko projektowe dla układów FPGA.

4. EasyEDA version 3.0.11
Program do projektowania i symulowania obwodów oraz projektowania płytek drukowanych.

EP4/2019
1. Atollic TrueSTUDIO for STM32
Znany pakiet IDE do tworzenia programów dla mikrokontrolerów STM32. Zawiera kompilator, debugger, linker. Nowa wersja mimo sporych zmian w organizacji i przeznaczeniu samego oprogramowania dodaje też istotną nowość, jaką jest dostęp z poziomu menu budowania do opcji dezasemblacji pliku oraz listowania symboli w plikach binarnych i obiektowych.

2. Siemens LOGO! Web Editor
Najnowsza wersja edytora stron internetowych dla sterownika LOGO! v8

3. Analog Devices LTspice XVII
Najnowsza wersja popularnego symulatora układów elektronicznych, teraz rozwijana przez firmę Analog Devices.

4. Siemens LOGO!Soft Comfort v8.1
Najnowsza wersja środowiska projektowego przeznaczonego dla sterowników LOGO! firmy Siemens.

5. WaveDrom Editor v1.6.3
WaveDrom tworzy wykres czasowy lub przebieg na podstawie opisu tekstowego. Środowisko zawiera język opisu, silnik renderujący i edytor. Działa w przeglądarce lub może być zainstalowany lokalnie.

6. Tina 9 TI
Symulator układów elektronicznych wspierany i rozwijany przez firmę Texas Instruments.

7. TI Code Composer Studio 8.3 for Windows
Pakietu programów przeznaczonych do tworzenia aplikacji dla procesorów firmy Texas Instruments.

8. NXP Pins Tool for i.MX Processors
Konfigurator graficzny przeznaczony dla procesorów iMX.

9. NXP MCUXpresso IDE
Środowisko IDE MCUXpresso oparte na Eclipse z wbudowanymi funkcjami edycji, kompilacji i debugowania kodu.

EP 03/2019
1. Atollic TrueSTUDIO for STM32
Pakiet IDE do tworzenia programów dla mikrokontrolerów STM32.

2. Siemens LOGO! Web Editor
Edytor stron internetowych dla sterownika LOGO! v8

3. Analog Devices LTspice XVII
Popularny symulator układów elektronicznych, teraz rozwijana przez firmę Analog Devices.

4. Siemens LOGO!Soft Comfort v8.1
Środowisko projektowe przeznaczone dla sterowników LOGO! firmy Siemens.

5. WaveDrom Editor v1.6.3
WaveDrom tworzy wykres czasowy lub przebieg na podstawie opisu tekstowego.

6. Tina 9 TI
Symulator układów elektronicznych wspierany i rozwijany przez firmę Texas Instruments.

7. TI Code Composer Studio 8.3 for Windows
Pakietu programów przeznaczonych do tworzenia aplikacji dla procesorów firmy Texas Instruments.

8. NXP Pins Tool for i.MX Processors
Konfigurator graficzny przeznaczony dla procesorów iMX.

9. NXP MCUXpresso IDE
Środowisko IDE MCUXpresso oparte na Eclipse z wbudowanymi funkcjami edycji, kompilacji i debugowania kodu.

EP 02/2019
1. SiFive Freedom Studio
Zintegrowane środowisko programistyczne przeznaczone do tworzenia programów dla mikrokomputerów SiFive RISC-V.

2. SiFive RISC V OpenOCD GCC
Wtyczka dla popularnego edytora Eclipse umożliwiająca tworzenie programów dla mikrokomputerów SiFive RISC-V.

3. SiFive Segger RISC V Embedded Studio Środowisko programistyczne firmy Segger pozwalające na tworzenie i uruchamianie programów dla mikrokomputerów SiFive RISC-V.

4. NXP Pins Tool for i.MX Application Processors
Konfigurator graficzny przeznaczony dla procesorów i.MX.

5. ST TouchGFX Designer 4.10
Oprogramowanie ułatwiające tworzenie interfejsu graficznego w systemach embedded wykorzystujących mikrokontrolery STM32.

EP 1/2019
1. Analog Devices – ADALM2000
Oprogramowanie typu „przenośne laboratorium" dla modułu ADALM2000 firmy Analog Devices.

2. ST STM32CubeMX release 5.0.0
Konfigurator graficzny mikrokontrolerów STM32.

3. ST TouchGFX
Zaawansowane rozwiązanie graficznego interfejsu użytkownika dla mikrokontrolerów. Uruchamiany na 32-bitowych mikrokontrolerach, TouchGFX zapewnia wysokiej klasy grafikę.

4. SEGGER Embedded Studio for ARM Version 4.12
IDE przeznaczone do tworzenia programów dla mikrokontrolerów z rdzeniem ARM zawierające nowy linker i bibliotekę LTO.

5. ST Atollic TrueSTUDIO for STM32 9.2
Znany pakiet IDE do tworzenia programów dla mikrokontrolerów STM32.

6. NXP MCUXpresso IDE
Środowisko IDE MCUXpresso oparte na Eclipse z wbudowanymi funkcjami edycji, kompilacji i debugowania kodu.

7. NXP MCUXpresso Config Tools
Oprogramowanie służące do konfigurowania mikrokontrolerów zamontowanych na płytkach MCUXpresso. Generuje kod w języku C, który może być wykorzystany w tworzonej aplikacji.

8. Espressif Systems ESP32 IDF
Najnowsza wersja środowiska programistycznego dla układów ESP32 firmy Espressif.

9. FTDI EVE Tools
Pakiet programów narzędziowych przeznaczonych dla układu graficznego FT800.

10. FTDI FT9XX Tools
Pakiet programów narzędziowych przeznaczonych do tworzenia aplikacji dla układów z rodziny FT9XX, serii mikrokontrolerów z 32-bitowym rdzeniem RISC FT32 oraz układów Vinculum.

EP 12/2018
1. Analog Devices SigmaStudio 4.2
Program firmy Analog Devices przeznaczona do graficznego tworzenia aplikacji dla procesorów DSP tego producenta.

2. Silicon Labs Simplicity Studio v4
Pakietu programów wspomagających tworzenia aplikacji dla mikrokontrolerów firmy Silicon Labs.

3. Cypress PSoC Creator 4.2
Środowisko programistyczne firmy Cypress przeznaczona do tworzenia aplikacji dla mikrokontrolerów PSoC.

4. ST Atollic TrueSTUDIO 9.1.0
Zintegrowane środowisko programistyczne dla mikrokontrolerów z rdzeniem ARM.

5. Cypress WICED Studio 6.2.1
Platforma do tworzenia oprogramowania dla urządzeń IoT.

6. TI TINA 9
Symulator układów elektronicznych wspierany i rozwijany przez firmę Texas Instruments.

7. TI Code Composer Studio 8
Pakietu programów przeznaczonych do tworzenia aplikacji dla procesorów firmy Texas Instruments.

EP 11/2018
1. Microchip MPLAB X IDE v5.05
Środowisko programistyczne firmy Microchip wspierająca programowanie mikrokontrolerów z rdzeniami dsPIC, PIC i AVR.

2. Analog Devices LTspice XVII
Popularny symulator układów elektronicznych rozwijany przez firmę Analog Devices.

3. ST AlgoBuilder
Aplikacja pozwalająca na graficzne projektowanie rozwiązań w oparciu o różne algorytmy sterowania i kontroli.

4. Intel Quartus Prime Pro Edition 18.1.0.222
Bezpłatny pakiet oprogramowania przeznaczonego do projektowania FPGA.

5. Infineon DAVE v4.4.2
Pakiet programistyczny DAvE firmy Infineon, w wersjach dla Win32 i Win64, z bibliotekami Peripheral Library.

6. ST X-CUBE-MEMS-XT1
Biblioteka przeznaczona dla mikrokontrolerów STM32. Umożliwia współpracę z układami: A3G4250D, AIS328DQ, AIS3624DQ, H3LIS331DL, HTS221, IIS2DLPC, IIS2MDC, ISM303DAC, ISM330DLC, LIS2DH12, LIS2DW12, LIS2MDL, LIS3MDL, LPS22HB, LPS22HH, LPS25HB, LPS33HW, LSM303AGR, LSM6DSa0, LSM6DS3, LSM6DSL, LSM6DSO, LSM6DSR oraz LSM6DSL.

7. ST Unicleo-GUI
Interfejs graficzny dla rozszerzeń programowych X-CUBE-MEMS1 i X-CUBE-MEMS-XT1 oraz płytki STM32 Nucleo (X-NUCLEO-IKS01A1 i X-NUCLEO-IKS01A2).

EP10/2018
1. NXP Pins Tool for i.MX Processors
Intuicyjny interfejs graficzny przyśpieszający i ułatwiający konfigurowanie peryferiów oraz wyprowadzeń procesorów z rodziny i.MX, generujący kod źródłowy z konfiguracją dla kompilatorów C/C++.

2. Microchip MPLAB Harmony Integrated Software Framework v2.06
Najnowsza wersja środowiska programistycznego firmy Microchip wspierająca programowanie mikrokontrolerów z rdzeniem PIC32 tej firmy.

3. Microchip MPLAB X IDE v5.05
Najnowsza wersja środowiska programistycznego firmy Microchip wspierająca programowanie mikrokontrolerów z rdzeniami dsPIC, PIC i AVR.

EP9/2018
1. Lattice Semiconductor Diamond 3.10
IDE dla układów FPGA firmy Lattice.

2. Lattice Semiconductor LMS for Diamond 3.10
Środowisko programistyczne, zawierające dwa narzędzia. Jedno generuje plik HDL z opisem sprzętu, a drugie umożliwia tworzenia uruchamianego na nim oprogramowania.

3. Lattice Radiant Software 1.0
IDE wspierające tworzenie oprogramowania dla układów FPGA iCE40 UltraPlus.

4. ST Atollic TrueSTUDIO for STM32 9.0.1
Bezpłatne, zintegrowane środowisko programistyczne dla mikrokontrolerów STM32.

5. SEGGER Embedded Studio for ARM 3.40
IDE firmy Segger służącego do tworzenia oprogramowania dla mikrokontrolerów z rdzeniem ARM.

EP 7/2018
1. AutotraxDEX-2018.619
Pakiet do projektowania płytek drukowanych. Program w wersji demonstracyjnej, która pomimo pełnej funkcjonalności nie tworzy plików produkcyjnych w formacie Gerber.

2. CADSTAR-Express-2018
Pakiet programów firmy Zuken do projektowania płytek drukowanych. Wersja demonstracyjna, ograniczona do 300 pinów i 50 komponentów.

3. ST-MCU-FINDER-PC
Wyszukiwarka mikroprocesorów z rodzin STM8 i STM32 oraz przeznaczonych dla nich narzędzi deweloperskich.

4. ST-STM32Cube-4.26.0
Konfigurator graficzny wspomagający programowanie urządzeń zbudowanych z użyciem mikrokontrolerów STM32.

5. ST-STM32Studio
Debugger dla procesorów STM32. Ułatwia uruchamianie i optymalizację programów, pozwala na monitorowanie zmiennych w czasie rzeczywistym.

EP 6/2018
1. FT9xx Toolchain V.2.3.2
Pakiet przeznaczony do tworzenia programów dla układów FT9xx firmy FTDI.

2. EVE Screen Designer 4.0

3. EVE Screen Editor
Zintegrowane środowisko projektowe (IDE), które usprawnia proces tworzenia interfejsów użytkownika (HMI) opartych na EVE.

4. Intel-Quartus-Prime-Lite-18.0
Bezpłatny pakiet oprogramowania przeznaczonego do projektowania FPGA.

5. Lattice-Radiant
Środowisko wspierającemu tworzenie oprogramowania dla układów FPGA iCE40 UltraPlus.

6. NXP-LPCXpresso IDE v8.2.2
Kompletne środowisko projektowe LPCXpresso firmy NXP/Qualcomm dla mikrokontrolerów LPC.

EP 5/2018
1. Siemens LOGO! Soft Comfort 8.2
IDE do tworzenia programów dla sterowników LOGO!

2. STMicroelectronics STMStudio
Oprogramowanie wspomagającego debugowanie aplikacji pisanych na mikrokontrolery z rodzin STM8 i STM32.

3. STMicroelectronics STM8CubeMX
Graficzny konfigurator dla mikrokontrolerów STM8.

4. Segger J-Link 6.30k
Oprogramowanie dla programatora firmy Segger.

5. Silicon Labs Simplicity Studio 4
Pakiet wspomagający programowanie mikrokontrolerów firmy Silicon Labs.

6. Atollic TrueStudio for STM32
Bezpłatne, zintegrowane środowisko programistyczne dla mikrokontrolerów STM32.

7. Bridgetek EVE Screen Designer
Zintegrowane środowisko projektowe (IDE), które usprawnia proces tworzenia interfejsów użytkownika (HMI) opartych na EVE.

8. Infineon DAVE 4.4.2
Pakiet programistyczny DAvE firmy Infineon, w wersjach dla Win32 i Win64, z bibliotekami Peripheral Library.

eprasa.pl 9565ffc9ee

Sprzętowy przycisk do wyłączania Raspberry Pi

Na początkującego w świecie Raspberry Pi czeka wiele ciekawych projektów, które mimo że wydają się niewielkie, są bardzo ważne dla np. komfortu użytkowania tego komputera jednopłytkowego. W tym artykule omawiamy właśnie taki prosty projekt. Polega on na dodaniu fizycznego przycisku, który może zostać użyty do wyłączenia komputera. Tego rodzaju element ma wiele wartościowych zastosowań, więc przyda się nie tylko amatorom jako wprawka.

Komputery jednopłytkowe, takie jak Raspberry Pi, nie są na ogół wyposażone w przycisk zasilania, szczególnie taki, który pozwalałby na bezpieczne dla systemu operacyjnego wyłączanie systemu. Wiele osób, które dopiero co zaczęły korzystać z komputera jednopłytkowego wciąż szukać mogą przycisku zasilania. Rozwiązaniem jest odłączanie wtyczki microUSB lub zamontowanie na tej linii przełącznika. O ile pozwoli to wyłączyć minikomputer, to może doprowadzić do uszkodzenia karty SD czy systemu operacyjnego.

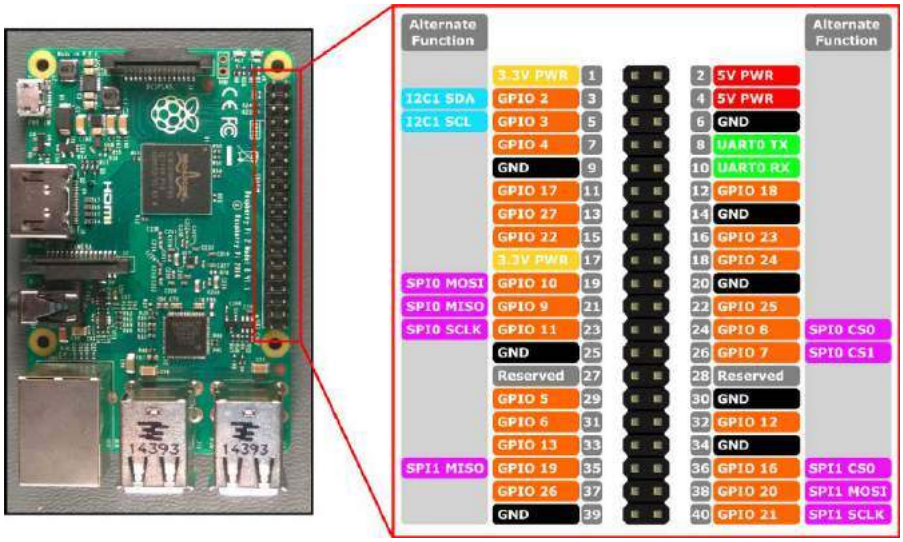
Poprawne wyłączanie Raspberry Pi

Komputer jednopłytkowy Raspberry Pi, jak każdy inny komputer, wymaga poprawnego zamknięcia systemu operacyjnego, przed odłączeniem od niego zasilania. Podczas tego procesu system operacyjny zamyka otwarte na karcie pamięci pliki, wyłącza uruchomione programy i procesy, aby na końcu zamknąć bezpiecznie samego siebie. Jeśli system nie przejdzie tej procedury, to pliki zapisane na karcie pamięci mogą ulec uszkodzeniu, co może doprowadzić do uszkodzenia samego systemu operacyjnego – przy kolejnym uruchomieniu powitać może nas Kernel Panic – krytyczny błąd jądra systemu spowodowany m.in. niemożnością wczytaniem jednego z plików systemowych.

Podczas poprawnej procedury wyłączania komputera Raspberry Pi musimy wydać systemowi odpowiednie polecenie, zanim odłączymy kabel zasilający. Jeśli korzystamy z interfejsu graficznego, naciskamy czerwony przycisk zasilania w prawej dolnej części menu. Z kolei w przypadku korzystania z linii komend (w systemie bez zainstalowanego systemu okien lub w przypadku zdalnego dostępu z pomocą SSH) wpisać musimy następujące polecenie:

```
sudo shutdown -h now
```

Spowoduje to poprawne wyłączenie systemu operacyjnego. Co jednak zrobić, gdy nie mamy dostępu do systemu, czy to fizycznie do klawiatury/myszki i monitora, czy poprzez SSH? Możemy stworzyć program, który będzie wydawał takie polecenie automatycznie.

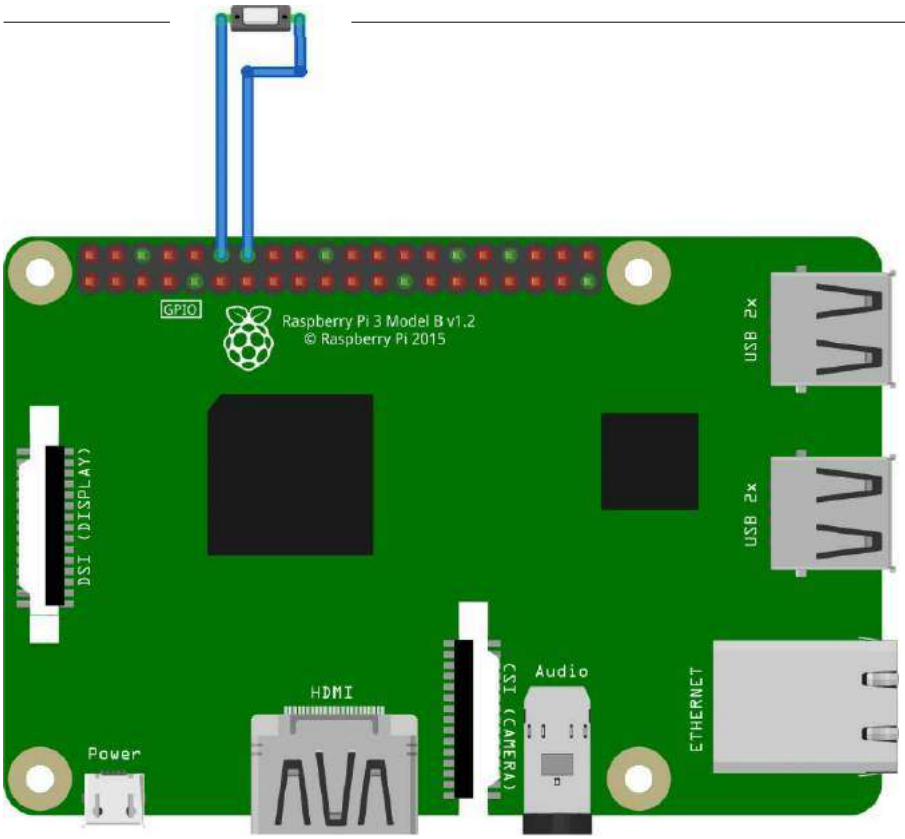


Rysunek 1. Opis funkcji poszczególnych pinów w 40-pinowym złączu rozszerzeń komputerów Raspberry Pi

Listing 1. Kod skryptu

```python
#!/bin/python
# Prosty skrypt do wyłączania Raspberry Pi po naciśnięciu przycisku

import RPi.GPIO as GPIO
import time
import os

# Wykorzystujemy numery pinów SoC definiowane dla układu Broadcom
GPIO.setmode(GPIO.BCM)
# Skonfigurowanie pinu 18 jako wejścia z podciągnięciem do góry
GPIO.setup(18, GPIO.IN, pull_up_down = GPIO.PUD_UP)

# Funkcja do wyłączania komputera, którą wykorzystamy po naciśnięcia przycisku
def Shutdown(channel):
        os.system("sudo shutdown -h now") # Wydaje polecenie systemowi operacyjnemu

# Dodajemy zdefiniowaną funkcję do eventu uruchamianego przez zbocze opadające na pinie 18
GPIO.add_event_detect(18, GPIO.FALLING, callback = Shutdown, bouncetime = 2000)

# Teraz czekamy w nieskończonej pętli, na naciśnięcie przycisku
while 1:
        time.sleep(1)
```


eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 2. Schemat podłączenia przycisku do komputera jednopłytkowego Raspberry Pi

Podłączanie przycisku

W pierwszej kolejności musimy podłączyć do naszego komputera przycisk. Komputery z serii Raspberry Pi wyposażone są w 40-pinowe złącze, na którym wyprowadzone jest wiele użytecznych linii procesora, między innymi linie GPIO – cyfrowe linie wejścia/wyjścia ogólnego przeznaczenia. W naszym projekcie skorzystamy z tego rodzaju linii. Na **rysunku 1** zaprezentowano opis funkcji poszczególnych pinów złącza rozszerzeń. Na pomarańczowo zaznaczono piny GPIO, jakie wykorzystać można w swoich projektach. Znaczna część z nich obsługuje także alternatywne funkcje, takie jak interfejsy komunikacyjne SPI czy I²C.

W naszym projekcie wykorzystamy linię GPIO18, która wyprowadzona jest na pinie 12 złącza rozszerzeń. Linia ta jest wygodna do wykorzystania, ponieważ zaraz obok niej znajduje się pin podłączony do masy (na 14 pinie złącza). Przycisk podłączmy tak, jak pokazano na diagramie na **rysunku 2**. Pin GPIO18 musi mieć skonfigurowane wewnętrzne podciągnięcie go do poziomu wysokiego. W ten sposób pin domyślnie znajdować będzie się w stanie wysokim, a po zwarciu z masą, w stanie niskim.

Skrypt obsługujący przycisk

Teraz musimy stworzyć skrypt, który obsługiwać będzie nasz przycisk i będzie wydawał systemowi, w momencie naciśnięcia przycisku, komendę wyłączającą komputer. Skrypt napisany zostanie w języku Python. Aby stworzyć skrypt i rozpocząć jego edycję w terminalu wpisujemy kolejno:

```
mkdir Scripts
cd Scripts
touch shutdown_pi.py
nano shutdown_pi.py
```

Spowoduje to utworzenie folderu Scripts, a w nim pustego pliku shutdown_pi.py, który następnie otworzymy w edytorze tekstowym nano. Teraz możemy wpisać do pliku skrypt. Treść pliku zaprezentowano na **listingu 1**. Teraz nie pozostało nam nic innego, jak uruchomić napisany skrypt. W terminalu wpisujemy zatem komendę:

```
sudo python shutdown_pi.py
```

Teraz, skrypt będzie działał w tle. W momencie naciśnięcia przycisku wyśle on do systemu komendę, która go wyłączy, a my będziemy mogli odłączyć prąd. Po ponownym podłączeniu zasilania komputer automatycznie uruchomi się. Musimy jeszcze sprawić, że napisany przez nas skrypt także automatycznie uruchomi się wraz ze startem systemu operacyjnego.

Dodanie skryptu do startupu

Aby skrypt uruchamiał się automatycznie przy każdym starcie systemu operacyjnego na Raspberry Pi musimy dodać odpowiednią komendę, która uruchomi go, do startupu, czyli zestawu komend, które uruchamiane są przy starcie systemu. W tym celu z pomocą programu nano edytujemy plik:

```
sudo nano /etc/rc.local
```

Komendę uruchamiającą skrypt dodać musimy w tym pliku w przedostatniej linii, która zamyka zawartą w pliku instrukcję warunkową (if). Dodajemy tam komendę:

```
sudo python /home/pi/Scripts/
shutdown_pi.py &
```

Pamiętajmy o zachowaniu dużych i małych liter – system Linuks zwraca na to uwagę. Dodanie znaczka & na końcu linii sprawi, że skrypt uruchomiony zostanie w tle. Po dodaniu tego wpisu możemy zresetować komputer, co spowoduje automatyczne uruchomienie systemu. Teraz możemy wyłączyć Raspberry Pi przyciskiem w dowolnym momencie.

Nikodem Czechowski

http://bit.ly/31jL9o0

REKLAMA

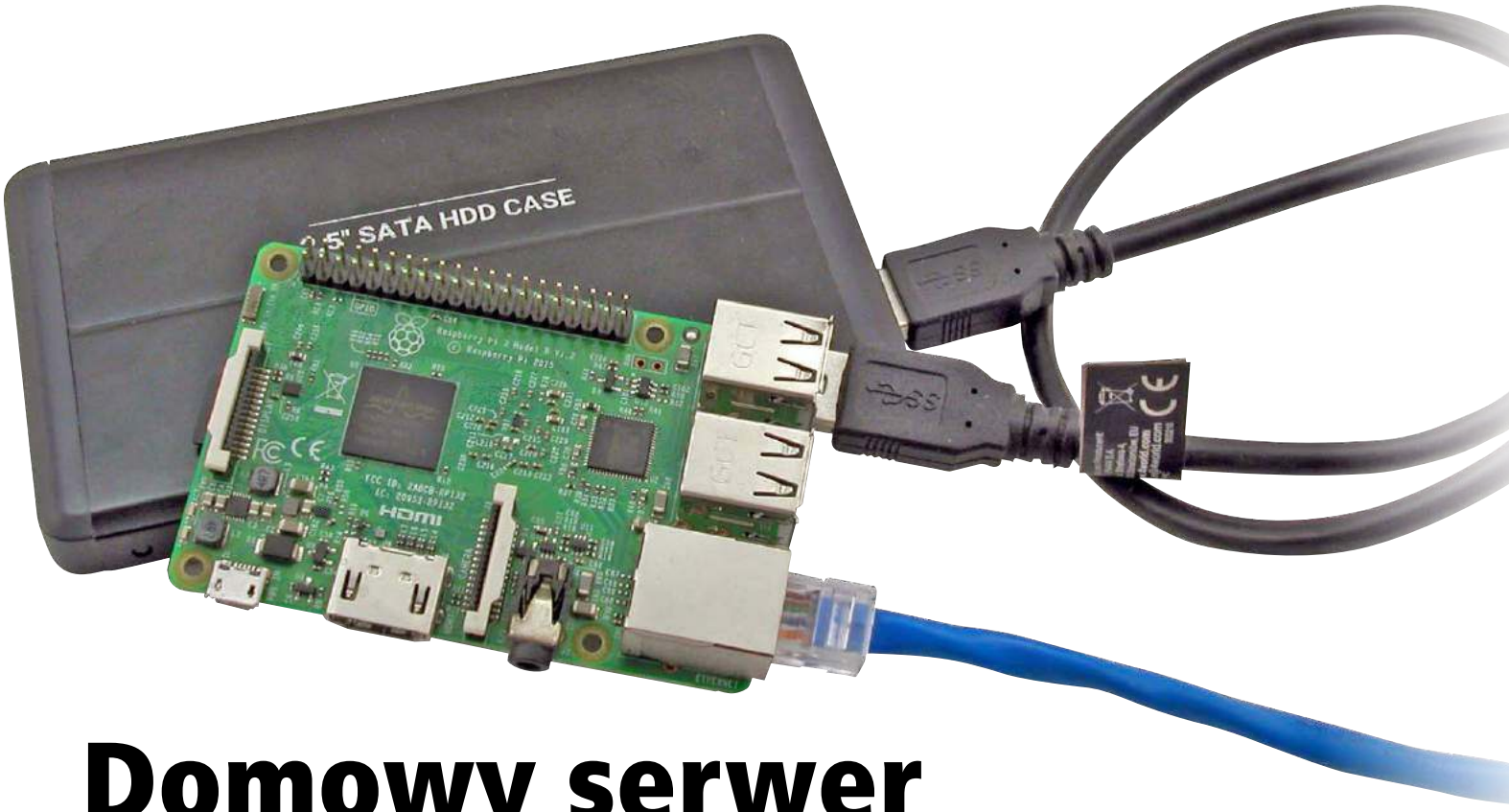
HAMMOND MANUFACTURING®

Obudowy ręczne: standardowe i wodoszczelne

Ponad 5000 różnych stylów obudowy:
hammfg.com/electronics/small-case

+44 1256 812812
sales@hammondmfg.eu

eprasa.pl 9565ffc9ee



Domowy serwer Network Attached Storage na Raspberry Pi

Network Attached Storage (NAS) to serwer sieciowy oferujący usługę przechowywania plików. NAS jest serwerem do magazynowania danych na poziomie plików, podłączonym do sieci komputerowej, zapewniającym dostęp do danych heterogenicznej grupie klientów. Pamięć podłączona do sieci eliminuje odpowiedzialność za udostępnianie plików z innych serwerów w sieci. Zazwyczaj zapewniają dostęp do plików przy użyciu protokołów sieciowego udostępniania plików, takich jak NFS, SMB lub AFP.

Od połowy lat 90. XX wieku urządzenia NAS zaczęły zyskiwać na popularności jako wygodna metoda udostępniania plików między wieloma komputerami. Potencjalne korzyści z dedykowanej pamięci sieciowej, w porównaniu do serwerów ogólnego przeznaczenia obsługujących również pliki, obejmują szybszy dostęp do danych, łatwiejszą administrację i prostą konfigurację.

Często są produkowane jako urządzenia komputerowe – specjalnie zaprojektowane komputery specjalistyczne. Systemy NAS to urządzenia sieciowe, które zawierają jeden lub więcej napędów pamięci, często rozmieszczone w logicznych, nadmiarowych pojemnikach pamięci lub RAID.

Komputer jednopłytkowy Raspberry Pi jest doskonałą platformą, którą wykorzystać można do konstrukcji serwera NAS. W poniższym artykule przybliżymy, jak krok po kroku zestawić i oprogramować tego rodzaju system.

Co będzie nam potrzebne

Aby zbudować sieciowy serwer plików, będziemy potrzebowali odpowiedniego sprzętu:

- Komputer jednopłytkowy. Może to być np. nowy Raspberry Pi 4, jednakże dobrze sprawdzi się tutaj większość komputerów jednopłytkowych, pracujących z systemem operacyjnym Linuks.
- Karta microSD o pojemności 4 GB. Na karcie tej znajdzie się system operacyjny, sterujący działaniem urządzenia.
- Zewnętrzny dysk twardy, na którym znajdzie się współdzielona przez serwer NAS przestrzeń do przechowywania danych.
- Zasilacz 5 V o wydajności prądowej co najmniej 2 A. Będzie on zasilał komputer jednopłytkowy oraz dysk twardy.

Ponadto potrzebne będą kable: do podłączenia komputera do sieci Ethernet (jeżeli nie zdecydujemy się na komunikację poprzez Wi-Fi) i do podłączenia dysku twardego do komputera. Opcjonalnie przyda nam się klawiatura i monitor, które podłączymy do Raspberry Pi, aby ułatwić sobie konfigurację. Przydatna będzie też obudowa do całego systemu – w Internecie możemy znaleźć wiele tego rodzaju projektów, część z nich z udostępnionymi plikami, np. do druku 3D, tak aby móc wykonać taką obudowę samemu w domu.

Instalacja systemu operacyjnego

Pierwszym krokiem, jaki musimy wykonać, jest instalacja systemu operacyjnego na komputerze jednopłytkowym. Zainstalujemy na nim Raspbian OS – standardowy system operacyjny dla komputerów

eprasa.pl 9565ffc9ee

Raspberry Pi. Obraz systemu przenosimy na czystą kartę microSD i umieszczamy w docelowym komputerze. Po uruchomieniu Raspberry Pi powita nas instalator – postępujmy zgodnie z jego zaleceniami, aby dokończyć instalację systemu. Instalacja Raspbiana była omawiana w detalach już wielokrotnie w wielu miejscach.

Po zakończeniu instalacji systemu operacyjnego w pierwszej kolejności łączymy komputer z siecią – przewodową lub Wi-Fi. Pozwoli nam to na zdalne podłączenie się do systemu i jego konfigurację np. z poziomu komputera. Po dołączeniu Raspberry Pi do sieci zapisujemy sobie jego adres IP – to pozwoli nam połączyć się z komputerem jednopłytkowym z innego komputera poprzez SSH, na przykład wykorzystując Putty. Po podłączeniu komputera Raspberry Pi do sieci możemy także zaktualizować listę zainstalowanych na komputerze pakietów i podnieść ich wersje do najnowszych. W tym celu wydajemy następujące polecenia systemowi operacyjnemu:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Uruchomiony program apt-get automatycznie pobierze z repozytorium najnowsze wersje zainstalowanych pakietów i zainstaluje je na naszym minikomputerze.

Instalacja i przygotowanie dysku twardego

Po przygotowaniu komputera możemy przygotować dysk twardy, na którym utworzymy folder. To w nim magazynowane będą pliki na serwerze NAS. W pierwszej kolejności musimy zainstalować sterowniki do dysków sformatowanych w formacie NTFS (jeżeli takiego właśnie używamy do naszego magazynu danych). W tym celu wpisujemy:

```
sudo apt-get install ntfs-3g
```

Jeśli nasz dysk sformatowany jest w jakiś inny sposób (extFS, FAT32 i inne, obsługiwane natywnie przez Raspbiana), to powyższy krok możemy pominąć. Teraz możemy poszukać naszego dysku twardego, aby zamontować go w systemie. Wpisujemy następującą komendę, aby wydrukować na ekranie listę widzianych przez system wolumenów:

```
sudo fdisk -l
```

Teraz, po znalezieniu na liście naszego dysku, dołączonego do komputera, możemy przygotować folder, w którym zamontujemy dysk twardy. W tym celu wpisujemy komendę:

```
sudo mkdir /media/USBHDD1
```

A następnie montujemy do folderu nasz dysk twardy:

```
sudo mount -t auto /dev/sda1
/media/USBHDD1
```

Dzięki temu folder */media/USBHDD1* będzie zawierał w sobie zawartość wolumenu */dev/sda1*. W ten sposób dołączane są dyski twarde pod Linuksem – inaczej niż w Windowsie, gdzie wszystkie wolumeny widoczne są w jednym, wspólnym miejscu.

Ostatnim elementem przygotowania dysku jest stworzenie folderu na nim, który będziemy udostępniać w postaci serwera NAS. Takie rozwiązanie jest o wiele bezpieczniejsze i praktyczniejsze niż udostępnianie całego dysku. Aby stworzyć taki folder, wpisujemy komendę:

```
sudo mkdir /media/USBHDD1/shares
```

Zapamiętajmy lokalizację folderu *shares*, jako że będziemy musieli ją podać, podczas konfigurowania oprogramowania do udostępniania plików w sieci – serwera Samba.

By nie musieć powtarzać montowania tego dysku przy każdym kolejnym uruchomieniu systemu, zmodyfikować musimy plik konfiguracyjny *fstab*. Otwieramy go w edytorze tekstowym nano:

```
sudo nano /etc/fstab
```

Dodajemy na jego końcu odpowiedni wpis dotyczący dysku:

```
/dev/sda1 /media/USBHD1 auto
defaults 0 2
```

Zamykamy edytor nano, zapisując przy tym edytowany plik (ctrl-x a potem Y, który potwierdzamy, naciskając Enter), a następnie resetujemy Raspberry Pi (`sudo reboot`). Po restarcie możemy się ponownie zalogować i sprawdzić, czy nasza partycja została automatycznie zamontowana w poprawny sposób.

Instalacja i konfiguracja Samby

Oprogramowanie Samba to darmowy (dostępny na licencji GNU GPL) serwer plików i drukarek, który jest implementacją protokołu SMB. Protokół ten wykorzystuje TCP/IP jako protokół transportowy niższej warstwy do przesyłania danych pomiędzy maszynami. Co bardzo istotne, SMB działać może w heterogenicznej sieci, tj. takiej, w której znajdują się komputery z różnymi systemami operacyjnymi. Klienci protokołu SMB zaimplementowani są we wszystkich popularnych systemach operacyjnych, takich jak Unix (w tym macOS), Linux i Windows.

Najpierw instalujemy Sambę oraz narzędzia potrzebne do jej konfiguracji. W terminalu wpisujemy:

```
sudo apt-get install samba
samba-common-bin
```

Następnie przystępujemy do konfiguracji zainstalowanego serwera. Kopiujemy stary plik konfiguracyjny, dodając do niego *.old*, a następnie edytujemy oryginał:

```
sudo cp /etc/samba/smb.conf /etc/
samba/smb.conf.old
sudo nano /etc/samba/smb.conf
```

W pliku konfiguracyjnym, na samym jego dole, dodajemy kilka linijek, zamieszczonych na **listingu 1**. Pozwolą one na udostępnienie w sieci naszego przygotowanego wcześniej folderu.

Listing 1. Konfiguracja serwera Samba do udostępniania przygotowanego wcześniej folderu *media/USBHDD1/shares*

```
[shared]
comment = shared folder
path = /media/USBHDD1/shares
valid users = @users
force group = users
create mask = 0660
directory mask = 0771
read only = no
```

Dodawanie nowych użytkowników

Teraz do Samby dodać możemy użytkowników, którzy będą mieli dostęp do plików w serwerze. W tym celu musimy dodać użytkowników do systemu operacyjnego. Robimy to, wpisując w linii komend następujące dwa polecenia:

```
sudo useradd admin -m -G users
sudo passwd admin
```

W ten sposób stworzyliśmy użytkownika admin, ale możemy nazwać go jak chcemy. Ustawiliśmy też hasło dla tego użytkownika – koniecznie musimy je zapamiętać, abyśmy mogli zalogować się na konto tego użytkownika. Teraz dodać musimy tego użytkownika do Samby. Robimy to następującą komendą:

```
sudo smbpasswd -a admin
```

Przy tej okazji podajemy hasło – jest to hasło do logowania się do serwera NAS – nie musi być takie samo, jak hasło użytkownika do logowania do systemu. Oczywiście to hasło także trzeba zapamiętać – bez niego nie dostaniemy się do serwera. Jeśli chcemy dodać większą liczbę użytkowników, którzy będą mieli prawa do korzystania z naszego serwera NAS, musimy postąpić dokładnie tak, jak w powyższym opisie – najpierw stworzyć nowego użytkownika w grupie *users*, a następnie nadać mu hasło do serwera Samby.

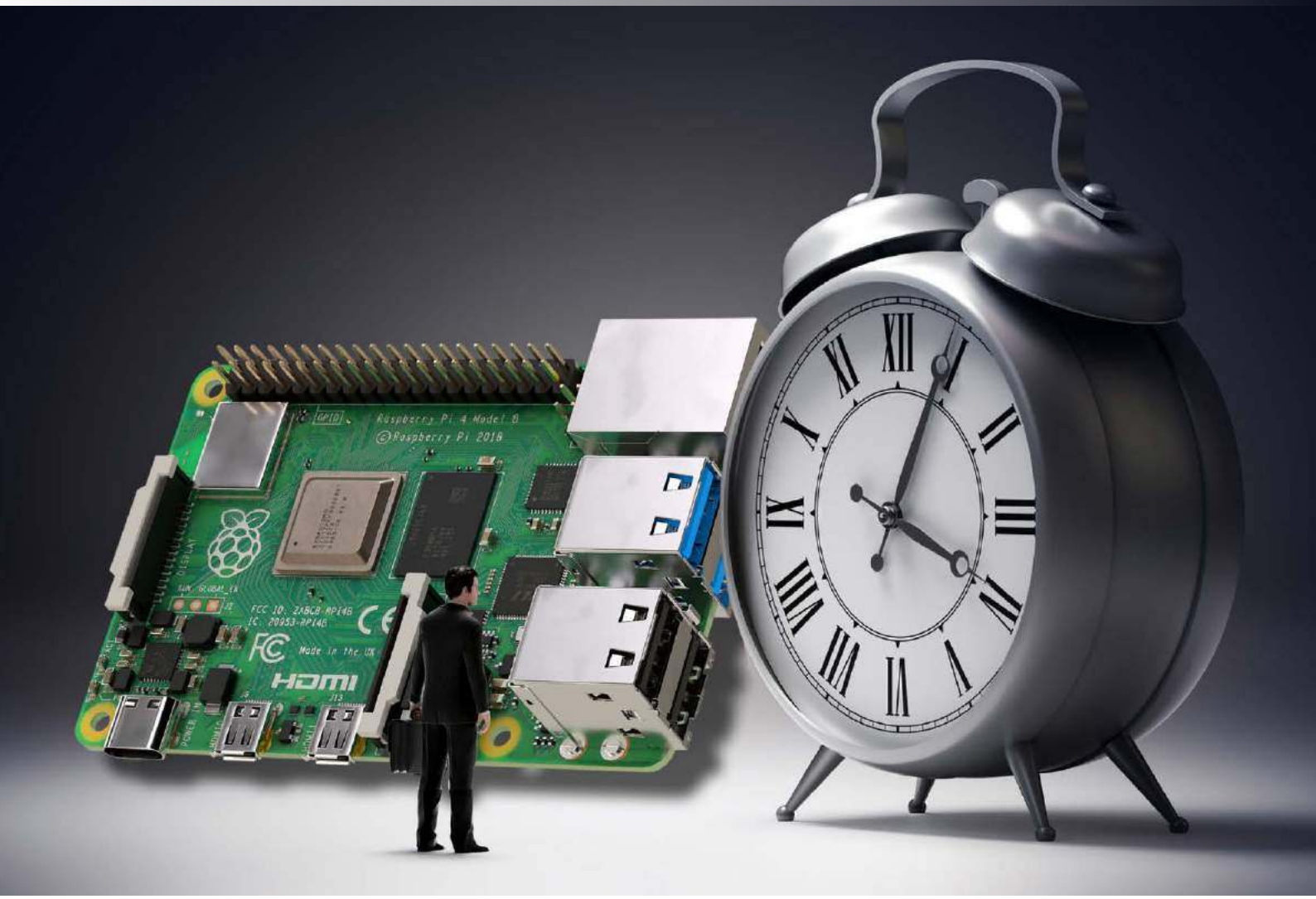
Testowanie

Teraz już nasz serwer NAS jest gotowy i możemy go przetestować. Wystarczy w dowolnym innym komputerze dodać dysk sieciowy, wpisując adres naszego serwera NAS. Komputer, po połączeniu się z dyskiem sieciowym, poprosi nas o podanie nazwy użytkownika i hasła. Jeśli wszystko dobrze wpisaliśmy, dysk pojawi się w naszym komputerze i od teraz będziemy mogli z niego normalnie korzystać. Serwer NAS można podłączyć do wszystkich komputerów, znajdujących się w danej sieci lokalnej.

Nikodem Czechowski

Źródło: ***http://bit.ly/2KBJiUZ***

eprasa.pl 9565ffc9ee



Instalacja zegara czasu rzeczywistego w Raspberry Pi

Zegar czasu rzeczywistego (Real Time Clock – RTC) to układ elektroniczny, który mierzy rzeczywisty upływ czasu i przechowuje informacje o aktualnej godzinie i dacie. Układy takie są instalowane w komputerach i innych urządzeniach elektronicznych, aby te mogły odmierzać upływ czasu, nawet gdy samo zasadnicze urządzenie jest wyłączone.

Komputer jednopłytkowy Raspberry Pi nie jest fabrycznie wyposażony w układ czasu rzeczywistego. Oznacza to, że za każdym razem, gdy wyłączamy ten minikomputer i odłączamy od niego zasilanie 'zapomina' on jaka jest godzina. Po ponownym uruchomieniu system operacyjny musi bazować na czasie, który uzyska z innych źródeł, na przykład z sieci etc. Co jednak w przypadku urządzeń, które nie są podłączone w czasie pracy do żadnej sieci czy Internetu? Tutaj w sukurs przychodzi zegar czasu rzeczywistego – RTC.

Zegar czasu rzeczywistego to zazwyczaj układ scalony, wyposażony we własne zasilanie, który podłączony jest do komputera interfejsem cyfrowym. Własne, niezależne zasilanie – najczęściej w postaci baterii – pozwala na ciągłą pracę, nawet gdy sam komputer jest wyłączony. Interfejs cyfrowy, którym RTC połączony jest z komputerem, pozwala na przesyłanie do systemu operacyjnego informacji na temat aktualnego czasu i daty w dowolnym momencie.

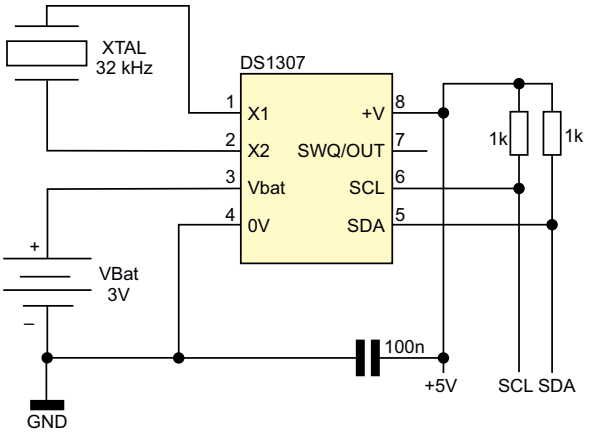
W poniższym artykule zapiszemy w jaki sposób podłączyć zegar czasu rzeczywistego poprzez interfejs szeregowy I²C i w jaki sposób skonfigurować system operacyjny, aby mógł z nim współpracować. Wykorzystać

eprasa.pl 9565ffc9ee

Tabela 1. Tabela podłączenia sygnałów RTC do 40-pinowego złącza komputera jednopłytkowego Raspberry Pi

Nazwa sygnału	Numer pinu na złączu rozszerzeń
+5 V	2 lub 4
SDA	3
SCL	5
GND	6, 9, 14, 25, 30, 34 lub 39

możemy wiele układów scalonych, takich jak chociażby DS1307 czy DS3231 firmy Dallas-Maxim lub PCF8523, produkowany przez NXP semiconductors.



Rysunek 1. Schemat przykładowego modułu zegara czasu rzeczywistego opartego na układzie scalonym DS1307

Podłączenie układu do minikomputera

Scalony zegar czasu rzeczywistego wymaga podłączenia zaledwie kilku dodatkowych elementów, aby móc poprawnie działać. Najważniejsze to oscylator kwarcowy o częstotliwości oscylacji równej 32 768 Hz (to dokładnie 2^{15} Hz) oraz bateria, która podtrzymywać będzie pracę zegara w czasie, gdy odłączone od modułu jest zasilanie. Schemat przykładowego modułu pokazany jest na **rysunku 1**. Linie SDA, SCL oraz zasilanie (+5 V) i masę podłączamy do 40-pinowego złącza rozszerzeń Raspberry Pi, zgodnie z odpowiednimi sygnałami, jak opisano w **tabeli 1**.

Jeśli nie chcemy samodzielnie montować takiego modułu, na rynku dostępnych jest wiele modułów ze scalonymi zegarami czasu rzeczywistego. Większość z nich wyposażona jest w złącza kompatybilne ze złączem rozszerzeń Raspberry Pi. Moduły te wyposażone są w różne układy RTC, takie jak wymienione we wcześniejszej części artykułu.

Włączenie interfejsu I²C w Raspberry Pi

Aby móc korzystać z zegara czasu rzeczywistego, podłączonego do magistrali I²C, musimy ten interfejs aktywować. Domyślnie interfejs jest dezaktywowany w systemie operacyjnym. Na szczęście można łatwo uruchomić go, nie zagłębiając się w pliki systemowe – wystarczy skorzystać z wbudowanego w Raspbiana konfiguratora systemu. W pierwszej kolejności uruchamiamy wspomniany konfigurator z uprawnieniami roota:

```
sudo raspi-config
```

W menu, które się pojawi po wpisaniu tej komendy wybieramy pozycję piątą: *Interfacing Options*, a następnie w kolejnym menu wybieramy, również piątą, pozycję *I2C*. Następnie potwierdzamy, że chcemy aktywować ten interfejs, automatycznie załadować moduł jądra i na koniec ponownie uruchomić system operacyjny. Od teraz interfejs jest już aktywny i gotowy do działania.

Po ponownym uruchomieniu się systemu operacyjnego i zalogowaniu się na konto użytkownika możemy sprawdzić, czy I²C działa. W tym celu wpisujemy w terminalu:

```
ls /dev/*i2c*
```

Na co system powinien zwrócić nam informację:

```
/dev/i2c-1
```

Konfiguracja systemu operacyjnego do współpracy z RTC

Kiedy już podłączymy moduł z zegarem czasu rzeczywistego do naszego komputera jednopłytkowego i uruchomimy interfejs I²C w systemie, możemy przejść do ostatniego kroku projektu – konfiguracji systemu operacyjnego, by poprawnie rozpoznawał dołączony układ i pobierał z niego aktualny czas systemowy.

W pierwszej kolejności zacznijmy od przetestowania naszego modułu. Aby to zrobić przeskanujmy interfejs I²C w poszukiwaniu podłączonych do niego urządzeń. Wpisujemy w terminalu komendę:

```
sudo i2cdetect -y 1
```

(Komenda ta działa na większości Raspberry Pi, jednakże najstarsze wersje pierwszego modelu tego komputera miały zamienione kontrolery interfejsu I²C i w takim wypadku wpisać musimy *sudo i2cdetect -y 0*.)

Wyświetli to tabelę z różnymi adresami I²C. Jeżeli pod jakimś adresem Raspberry Pi wykryje urządzenie, w pozycji tej znajdziemy rzeczony adres, inaczej system wypełni to pole dwoma myślnikami „--”. Typowym adresem, pod jakim powinniśmy zobaczyć nasz moduł jest 0x68 – w kolumnie „8” i wierszu „60” wpisana będzie liczba 68. Oczywiście, jeżeli korzystamy z innego układu RTC, niż wymienione tutaj, adres może być inny. Informacje o tym, pod jakim adresem znaleźć możemy dany układ znajdują się w jego karcie katalogowej. W ten sposób znajdować możemy także inne urządzenia I²C, dołączone do naszego Raspberry Pi.

Jeśli poprawnie wykryliśmy obecność zegara czasu rzeczywistego w naszym systemie, możemy poinformować o nim system operacyjny. Aby to zrobić, należy wpisać odpowiednią komendę w pliku konfiguracyjnym *config.txt*. W tym celu otwieramy ten plik w edytorze nano, wpisując w terminalu:

```
sudo nano /boot/config.txt
```

Na końcu tego pliku dodajemy, zależnie od zastosowanego zegara czasu rzeczywistego jedną z poniższych linijek:

```
dtoverlay=i2c-rtc,ds1307
dtoverlay=i2c-rtc,pcf8523
dtoverlay=i2c-rtc,ds3231
```

Teraz możemy zresetować komputer poleceniem:

```
sudo reboot
```

Po ponownym uruchomieniu komputera, system automatycznie rozpocznie korzystanie z RTC. Teraz, po wpisaniu ponownie komendy:

```
sudo i2cdetect -y 1
```

w miejscu, gdzie wcześniej widzieliśmy adres zegara czasu rzeczywistego (np. 68) teraz widoczne będzie „UU”, co oznacza adres zajęty przez moduł jądra (w tym wypadku obsługujący właśnie RTC). Możemy też manualnie pobrać czas z modułu RTC i go wyświetlić:

```
sudo hwclock -r
date
```

Jeśli data czy godzina się nie zgadza, najpierw musimy ustawić czas systemowy (oczywiście wpisując aktualną datę i godzinę):

```
sudo date -s „Thu Aug 9 21:31:26 UTC 2012”
```

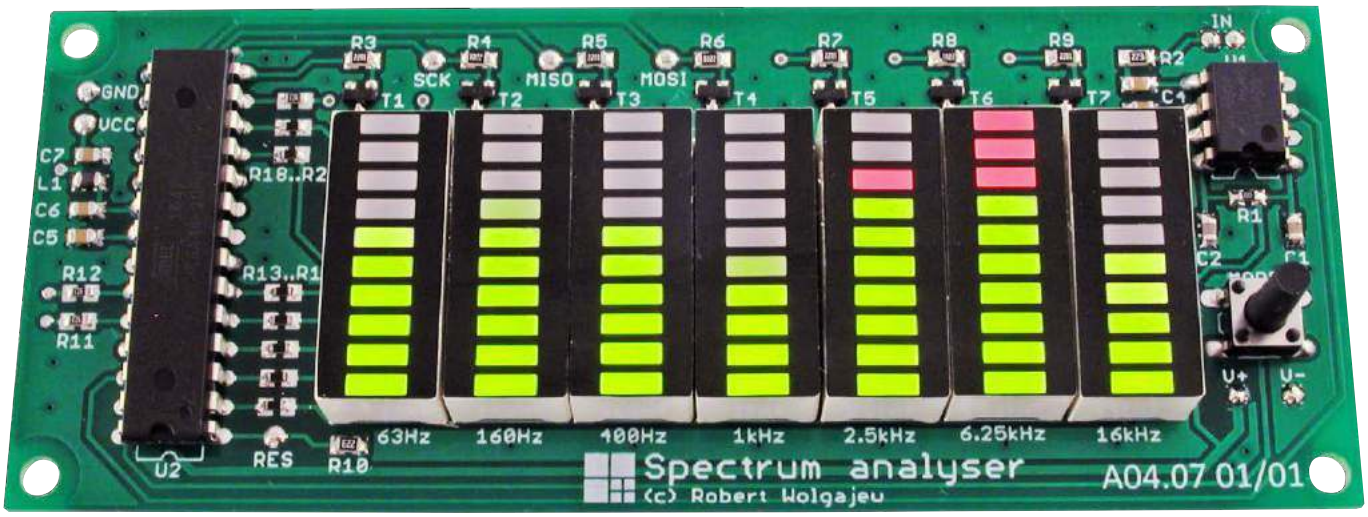
a następnie zapisać go w module RTC:

```
sudo hwclock -s
```

Teraz możemy cieszyć się zawsze aktualną godziną i datą w naszym komputerze jednopłytkowym, niezależnie czy jest podłączony do sieci, czy nie.

Nikodem Czechowski

eprasa.pl 9565ffc9ee



Spectrum – prosty analizator widma sygnału akustycznego

Są takie projekty, które swoją funkcjonalnością zabierają nas w lata 80-te, gdzie królowały polskie układy scalone spod znaku CEMI z dumą stosowane przez elektroników. Tych elektroników, co warto podkreślić, którym było dane kupić ten czy inny układ rodzimej produkcji co wcale nie było łatwe. Dość dobrze pamiętam te chwile, gdy zdobycie kultowego układu scalonego wskaźnika wysterowania typu UL1980 czy UL1970 graniczyło niemalże z cudem, zaś zbudowanie docelowego urządzenia było niemałym wyzwaniem. Sam niejednokrotnie przemierzałem niezapomnianym PKS-em dziesiątki kilometrów w poszukiwaniu sklepu elektronicznego, który dysponował interesującymi mnie układami. Dzisiaj, w czasach wszechobecnych mikrokontrolerów, zadanie takie możemy zrealizować software'owo rozbudowując przy okazji funkcjonalność urządzenia docelowego.

Na bazie takich założeń powstał projekt prostego analizatora widma sygnału akustycznego pod postacią projektu Spectrum, który w swojej implementacji łączy zalety sprzętowej i programowej realizacji oczekiwanej funkcjonalności. Sprzętowej, gdyż w budowie urządzenia wykorzystano bardzo ciekawy układ analizatora widma pod postacią układu MSGEQ7, który integruje w sobie 7 filtrów pasmowo-przepustowych o częstotliwościach środkowych 63 Hz, 160 Hz, 400 Hz, 1 kHz, 2,5 kHz, 6,25 kHz oraz 16 kHz, 7 detektorów wartości szczytowej oraz analogowy multiplekser wyjściowy. Schemat funkcjonalny układu MSGEQ7 pokazano na **rysunku 1**. Wejściowy sygnał audio podawany jest na wejścia 7 filtrów pasmowo przepustowych, których wyjścia podłączono do detektorów wartości szczytowej. Wyjścia detektorów podłączone są z kolei do 7-kanałowego multipleksera analogowego, którego wyjście wyprowadzono na zewnątrz układu MSGEQ7. Dzięki takiej budowie na wyjściu układu MSGEQ7 (OUT) otrzymujemy napięcie stałe odpowiadające wartości szczytowej dla wybranego filtra pasmowo-przepustowego, którego to wyboru dokonujemy dzięki cyfrowym wejściom STROBE i RESET. Przebiegi sygnałów sterujących na wejściach STROBE i RESET odpowiedzialnych za wystawianie kolejnych wartości szczytowych wbudowanych filtrów pasmowo-przepustowych pokazano na **rysunku 2**.

Stan wysoki na wejściu RESET zeruje wewnętrzny multiplekser analogowy i jednocześnie zatrzaskuje wartości szczytowe dla wszystkich pasm częstotliwościowych.

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5712

Podstawowe parametry:
- liczba wyświetlanych pasm częstotliwości: 7
- częstotliwości środkowe pasm: 63 Hz, 160 Hz, 400 Hz, 1 kHz, 2,5 kHz, 6,25 kHz oraz 16 kHz;
- liczba sposobów prezentacji widma sygnału: 5
- aksymalna amplituda analogowego sygnału wejściowego: 5 V
- zasilanie: 5 VDC, 200 mA

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

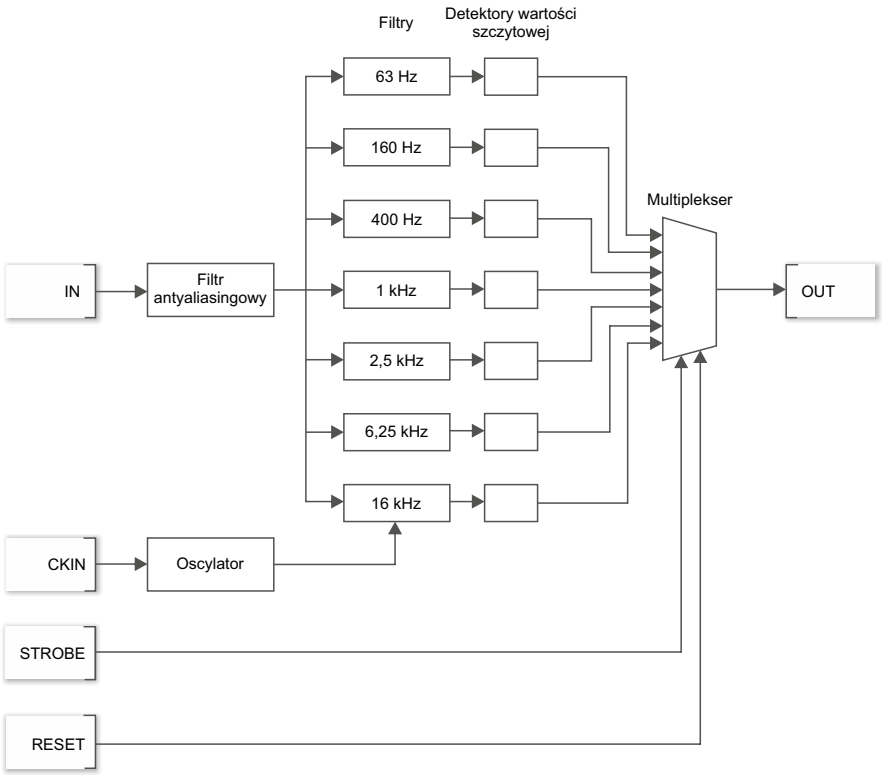
AVT-5678	Stereofoniczny wskaźnik wysterowania (EP 6/2019)
AVT-5585	Sterownik wskaźnika wychyłowego do wzmacniacza (EP 1/2018)
AVT-1716	Wskaźnik wysterowania z pamięcią (EP 12/2012)
AVT-1517	Wskaźnik nie tylko wysterowania (EP 9/2012)
AVT-5219	Wizualizator do Winampa na USB (EP 1/2010)
AVT-5210	Analizator widma sygnału audio (EP 11/2009)
AVT-2864	Analogowo-cyfrowy analizator widma (EdW 5/2008)
AVT-580	Procesor audio z equalizerem i analizatorem widma (EP 6-7/2004)
AVT-2375	Wskaźnik wysterowania 2×5 LED (EdW 9/1999)
AVT-2353	Pseudoanalogowy VU-metr (EdW 4/1999)

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [**B**] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [**B**] zawiera elementy elektroniczne (w tym [**UK**] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [**C**] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [**B**] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [**A**] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

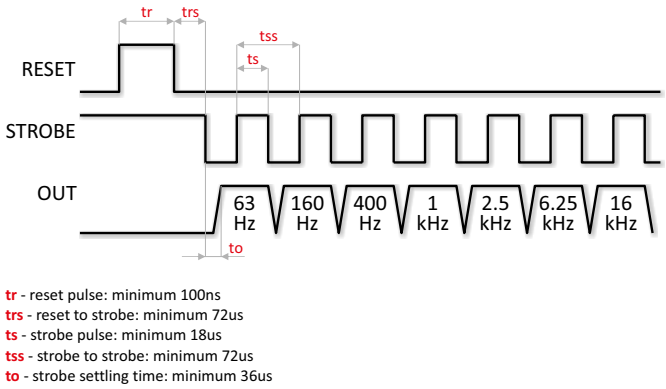
Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [**A+**] – płytka drukowana [**A**] + zaprogramowany układ [**UK**] i dokumentacja
- wersja [**UK**] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! *http://sklep.avt.pl*. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 1. Schemat funkcjonalny układu MSGEQ7

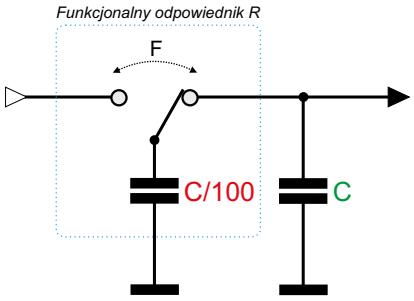


Rysunek 2. Przebiegi sygnałów sterujących na wejściach STROBE i RESET układu MSGEQ7

Następnie, każde opadające zbocze sygnału na wejściu STROBE powoduje wystawienie na wyjście układu OUT kolejnej wartości szczytowej. Uważny czytelnik zauważy zapewne brak jakichkolwiek elementów pasywnych w torze przetwarzania sygnału, które sugerowałyby realizację filtrów pasmowo-przepustowych. Racja! W naszym układzie analizatora widma MSGEQ7 zastosowano filtry cyfrowe, których częstotliwości środkowe zależą w pewnym stopniu od elementów oscylatora napędzającego układ scalony tj. elementów R1/C2 podłączonych do wejścia sygnału taktującego CKIN. Filtry, o których mowa powyżej to tzw. filtry z przełączaną pojemnością.

Przybliżmy zatem to ciekawe i mało znane rozwiązanie. W filtrach z przełączaną pojemnością typowy obwód RC zastąpiony jest przez układ z dwoma kondensatorami i przełącznikiem, przy czym dodany kondensator ma znacznie mniejsza pojemność niż kondensator z standardowego obwodu RC (około 1%) i razem z przełącznikiem stanowi niejako element zastępczy dla rezystora (patrz **rysunek 3**). W układzie takim, scalony przełącznik dołącza ten mały kondensator naprzemiennie do wejścia i wyjścia z bardzo dużą częstotliwością sięgającą 100-krotności częstotliwości odcięcia filtru. Z uwagi na małą pojemność dołączonego kondensatora zostaje on dość szybko naładowany do chwilowej wartości napięcia wejściowego zaś w położeniu drugim (dołączony do wyjścia) przekazuje on swój ładunek do kondensatora o większej pojemności. W typowym układzie RC szybkość ładowania kondensatora zależy od wartości rezystora zaś w układzie filtrów z przełączaną pojemnością, zależy od pojemności dodatkowego kondensatora i częstotliwości przełączania, co czyni je bardzo elastycznymi, jeśli chodzi o zmianę częstotliwości odcięcia filtru, która to w układzie modelowym jest wprost proporcjonalna do częstotliwości taktowania zastosowanej do sterowania przełącznikiem. Tyle

```
Ustawienia Fuse-bitów (ważniejszych):
CKSEL3...0: 0010
SUT1...0: 10
CKDIV8: 0
EESAVE: 0
```



Rysunek 3. Uproszczony schemat funkcjonalny cyfrowego filtra aktywnego z przełączaną pojemnością

```
Wykaz elementów:
Rezystory: (obudowy SMD 0805)
R1: 200 kΩ
R2, R10: 22 kΩ
R3…R9: 2,2 kΩ
R11…R20: 270 Ω
Kondensatory: (obudowy SMD 0805)
C1, C3, C5…C7: 100 nF
C2: 33 pF
C4: 10 nF
Półprzewodniki:
U1: MSGEQ7 (DIL-08)
U2: ATmega48 (DIL-28)
T1…T7: BC847 (SOT23)
LED1…LED7: linijka diodowa zielono-
-czerwona typu OSX10201-GGR1 lub podobna
Inne:
L1: dławik 10 µH (SMD 0805)
MODE: mikroswitch TACT 9 mm
```

w kwestii naszego arcyciekawego peryferium, przejdźmy zatem do schematu urządzenia Spectrum, który to pokazano na **rysunku 4**.

Budowa

Zaprojektowano bardzo prosty układ mikroprocesorowy, którego sercem jest niewielki mikrokontroler ATmega48 taktowany wewnętrznym, wysokostabilnym sygnałem zegarowym o częstotliwości 1 MHz. Mikrokontroler ten odpowiada za realizację całej, założonej funkcjonalności urządzenia tj.: zarządza pracą scalonego analizatora widma MSGEQ7 korzystając z jego wejść sterujących RESET i STROBE,

REKLAMA

eprasa.pl 9565ffc9ee

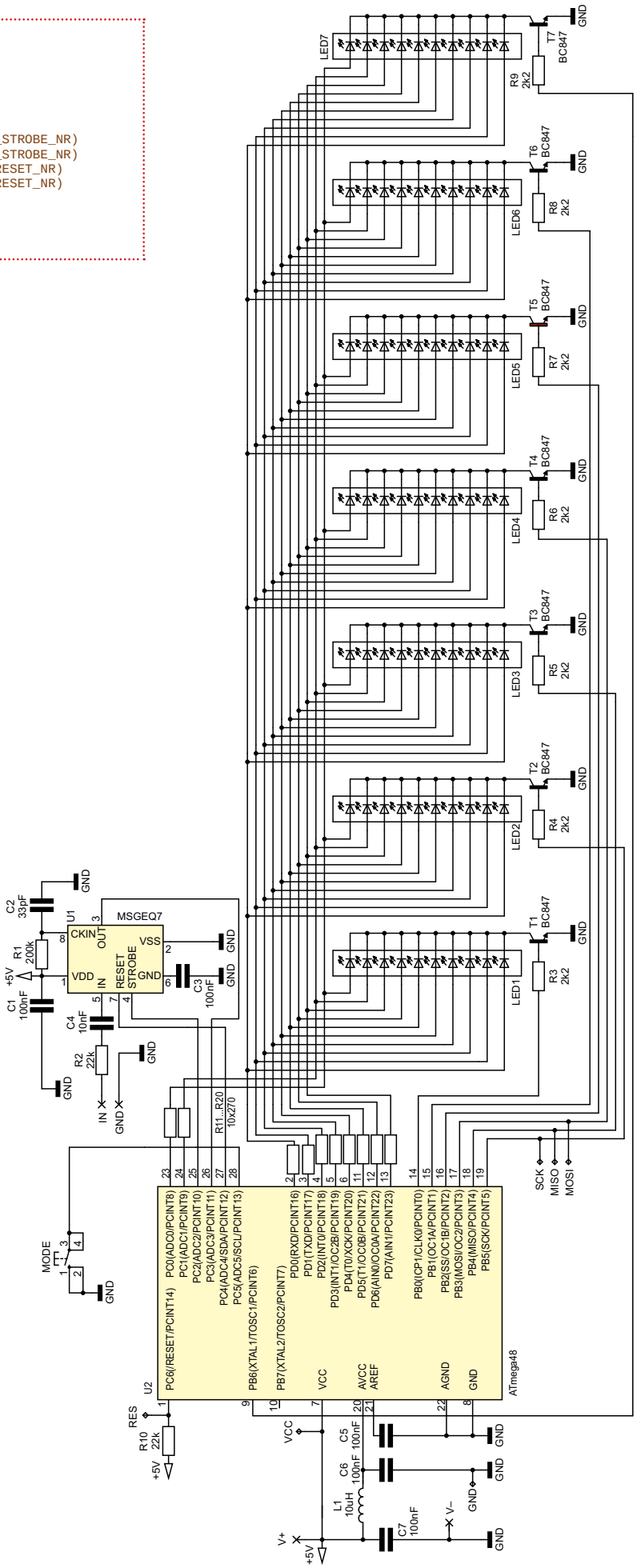
Listing 1. Plik nagłówkowy do obsługi układu MSGEQ7

```
#define MSGEQ7_PORT PORTC
#define MSGEQ7_DDR DDRC
#define MSGEQ7_STROBE_NR PC2
#define MSGEQ7_RESET_NR PC4

#define MSGEQ7_STROBE_HIGH MSGEQ7_PORT |= (1<<MSGEQ7_STROBE_NR)
#define MSGEQ7_STROBE_LOW MSGEQ7_PORT &= ~(1<<MSGEQ7_STROBE_NR)
#define MSGEQ7_RESET_HIGH MSGEQ7_PORT |= (1<<MSGEQ7_RESET_NR)
#define MSGEQ7_RESET_LOW MSGEQ7_PORT &= ~(1<<MSGEQ7_RESET_NR)

//Prototypy funkcji
void MSGEQ7init(void);
void MSGEQ7readBands(uint8_t *Bands);
```

mierzy napięcie na wyjściu tegoż układu (OUT) korzystając z wbudowanego w swoją strukturę przetwornika analogowo-cyfrowego (kanał ADC3), steruje pracą wyświetlacza LED zbudowanego z siedmiu 10-punktowych linijek LED połączonych w konfiguracji wspólnej katody oraz realizuje obsługę przycisku MODE przeznaczonego do zmiany sposobu prezentacji widma sygnału.

Sterowanie pracą wyświetlacza LED zrealizowane zostało z wykorzystaniem mechanizmu multipleksowania, za który odpowiedzialny jest wbudowany w mikrokontroler układ czasowo-licznikowy Timer0 skonfigurowany w taki sposób by generował przerwanie od przepełnienia (tryb CTC układu) 420 razy na sekundę, czyli 60 razy na każdą z linijek LED. W przerwaniu takim w pierwszej kolejności wygaszane są wszystkie wspólne katody wyświetlaczy LED, następnie na porty PD0…PD7 oraz PC0 i PC1 wystawiana jest wartość odpowiadająca zmierzonemu napięciu na wyjściu OUT układu MSGEQ7, po czym włączana jest kolejna wspólna katoda sterowana z portów PB0…PB6 mikrokontrolera (z wykorzystaniem tranzystorów sterujących T1…T7). Jest to typowe rozwiązanie mechanizmu multipleksowania stosowane w wielu systemach mikroprocesorowych, dzięki któremu możliwe jest sterowanie dużą liczbą diod LED z wykorzystaniem ograniczonej liczby portów mikrokontrolera. Dzięki temu ograniczamy przy okazji sumaryczny prąd pobierany przez wyświetlacz LED, który w tym przypadku wynosi maksymalnie 10×10 mA. Tyle w kwestiach sprzętowych, w związku z czym przejdźmy do najważniejszych zagadnień programowych.

Na początek plik nagłówkowy do obsługi układu MSGEQ7, którego treść pokazano na **listingu 1**. Dalej, na **listingu 2**, dwie bardzo proste funkcje przeznaczone do obsługi układu MSGEQ7: inicjalizacyjna i pomiarowa. Jak widać, funkcja pomiarowa, której zadaniem jest pozyskanie wartości napięcia dla każdego z pasm częstotliwościowych, korzysta z prostej funkcji narzędziowej readADC(), której zawartość pokazano na **listingu 3**. Na koniec przedstawię podstawy implementacji mechanizmu multipleksowania. Zacznijmy od pliku nagłówkowego, którego zawartość pokazano na **listingu 4**. Dalej, na **listingu 5** pokazano funkcję inicjalizacyjną mechanizmu multipleksowania, która to ustawia odpowiednie stany logiczne na portach wspólnych katod i anod wyświetlacza LED oraz inicjuje stosowny timer sprzętowy. Kolejną,



Rysunek 4. Schemat ideowy analizatora Spectrum

eprasa.pl 9565ffc9ee

prezentowaną funkcją jest funkcja obsługi przerwania realizująca mechanizm multipleksowania, której to zawartość pokazano na **listingu 6**. Wspomniana funkcja korzysta z deklaracji zmiennej umieszczonej w pamięci Flash mikrokontrolera, jak niżej:

```
const uint8_t commCathodes[7] PROGMEM = {(1<<COM_CAT_NR1), (1<<COM_CAT_NR2), (1<<COM_CAT_NR3), (1<<COM_CAT_NR4), (1<<COM_CAT_NR5), (1<<COM_CAT_NR6), (1<<COM_CAT_NR7)};
```

Listing 2. Funkcje przeznaczone do obsługi układu MSGEQ7

```
void MSGEQ7init(void)
{
        //Ustawienie portów STROBE i RESET, jako wyjściowe ze stanem „0”
        MSGEQ7_DDR |= (1<<MSGEQ7_STROBE_NR)|(1<<MSGEQ7_RESET_NR);
        //Stan wyjściowy: Reset=0, Strobe=1
        MSGEQ7_RESET_LOW;
        MSGEQ7_STROBE_HIGH;
}

void MSGEQ7readBands(uint8_t *Bands)  //920us
{
        MSGEQ7_RESET_HIGH;
        _delay_us(1);  //Reset pulse width: : minimum 100ns
        MSGEQ7_RESET_LOW;
        _delay_us(75);  //Reset to strobe time: minimum 72us

        for (uint8_t Nr = 0; Nr < 7; Nr++)
        {
                MSGEQ7_STROBE_LOW;
                _delay_us(40);  //Output settling time: minimum 36us
                *Bands++ = readADC();  //60 us
                MSGEQ7_STROBE_HIGH;
                _delay_us(20);  //Strobe to strobe: minimum 72us
        }
}
```

Listing 3. Funkcja narzędziowa odpowiedzialna za pomiar z użyciem przetwornika ADC

```
uint8_t readADC(void)
{
        //Wybór Vref=AVCC (5V), wejścia ADC3 przetwornika oraz
        //justowanie wyniku do lewej (dokładność 8 bitów)
        ADMUX = (1<<REFS0)|(1<<ADLAR)|0x03;
        //Uruchomienie konwersji, Preskaler=4 (250kHz @ 1MHz)
        ADCSRA = (1<<ADEN)|(1<<ADSC)|(1<<ADPS1);
        //Czekamy na zakończenie bieżącej konwersji - 60us
        while(ADCSRA & (1<<ADSC));

        return ADCH/24;  //Zakres 0...10
}
```

Listing 5. Funkcja inicjalizacyjna mechanizmu multipleksowania

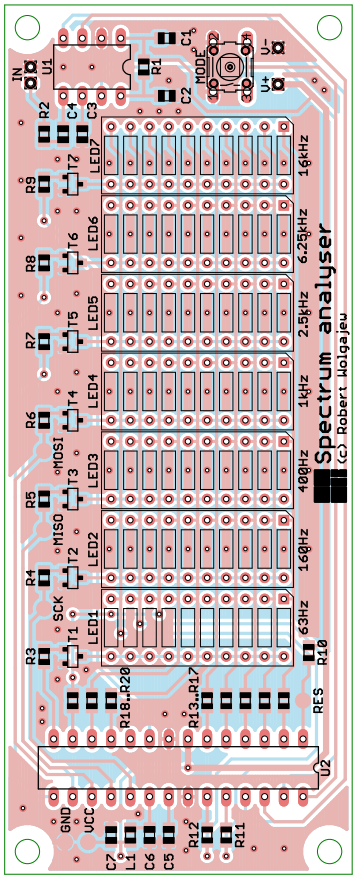
```
void initMultiplex(void)
{
        //Porty wspólnych anod, jako porty wyjściowe ze stanem nieaktywnym „0”
        COM_ANODE_LOWER_DDR = 0xFF;
        COM_ANODE_UPPER_DDR |= (1<<COM_ANODE_UPPER_LOW) | (1<<COM_ANODE_UPPER_HIGH);
        //Port wspólnych katod, jako port wyjściowy ze stanem nieaktywnym „0”
        COM_CAT_DDR = 0xFF;

        //Konfiguracja licznika Timer0 w celu generowania przerwania do
        //obsługi multipleksowania wyświetlacza LED (420 Hz)
        TCCR0A = (1<<WGM01);  //Tryb CTC
        TCCR0B = (1<<CS02);  //Preskaler = 256 @ 1MHz
        //420 Hz (przerwanie 420 razy na sekundę, 60 razy na sekundę
        //dla każdego wyświetlacza LED)
        OCR0A = 8;
        //Uruchomienie przerwania Output Compare Match A (od porównania)
        TIMSK0 = (1<<OCIE0A);
}
```

Listing 6. Funkcja obsługi przerwania realizująca mechanizm multipleksowania

```
 //Zmienna przechowująca wartość wyświetlaną na kolejnych słupkach wyświetlacza
uint16_t Led[7];

ISR(TIMER0_COMPA_vect)
{
        static uint8_t Nr;  //Numer kolejnego słupka do wyświetlenia
        uint16_t Value = Led[Nr];  //Optymalizacja dostępu

        //Wygaszenie wspólnych katod
        COM_CAT_BLANK;

        //Wystawienie właściwych stanów na portach wspólnych anod
        COM_ANODE_LOWER_PORT = Value & 0xFF;
        if(Value & 0b100000000) COM_ANODE_UPPER_PORT |= (1<<COM_ANODE_UPPER_LOW);
        else COM_ANODE_UPPER_PORT &= ~(1<<COM_ANODE_UPPER_LOW);
        if(Value & 0b1000000000) COM_ANODE_UPPER_PORT |= (1<<COM_ANODE_UPPER_HIGH);
        else COM_ANODE_UPPER_PORT &= ~(1<<COM_ANODE_UPPER_HIGH);

        //Załączenie odpowiedniej wspólnej katody
        COM_CAT_PORT = pgm_read_byte(&commCathodes[Nr]);
        //Wybranie kolejnego słupka LED
        if(++Nr > 6) Nr = 0;
}
```

Listing 4. Plik nagłówkowy mechanizmu multipleksowania

```
#define COM_ANODE_LOWER_PORT PORTD
#define COM_ANODE_LOWER_DDR DDRD
#define COM_ANODE_UPPER_PORT PORTC
#define COM_ANODE_UPPER_DDR DDRC
#define COM_ANODE_UPPER_LOW PC1
#define COM_ANODE_UPPER_HIGH PC0

#define COM_CAT_PORT PORTB
#define COM_CAT_DDR DDRB
#define COM_CAT_NR1 PB0
#define COM_CAT_NR2 PB5
#define COM_CAT_NR3 PB4
#define COM_CAT_NR4 PB3
#define COM_CAT_NR5 PB2
#define COM_CAT_NR6 PB1
#define COM_CAT_NR7 PB6
#define COM_CAT_BLANK COM_CAT_PORT = 0x00

//Zmienna przechowująca wartość
//wyświetlaną na kolejnych słupkach
//wyświetlacza
extern uint16_t Led[7];
```



Rysunek 5. Schemat montażowy analizatora Spectrum

REKLAMA

eprasa.pl 9565ffc9ee

Listing 7. Fragment programu obsługi aplikacji odpowiedzialny za wyświetlanie poszczególnych pasm częstotliwości dla każdego z trybów pracy analizatora

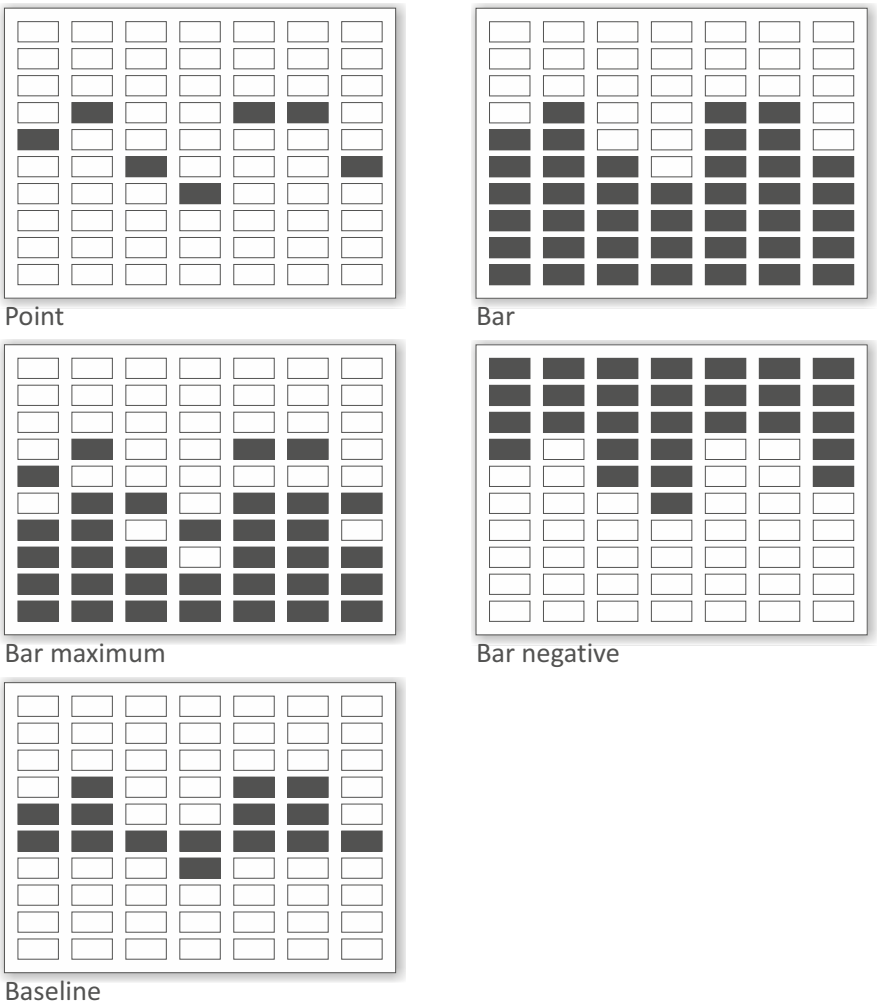
```
MSGEQ7readBands(Band);  //920us
//Wartości poszczególnych pasm przeliczamy na kolejne słupki LED, przy czym sposób przeliczenia
//zależy od bieżącego trybu pracy urządzenia: wyświetlanie pojedynczych pasków czy słupków
for(uint8_t i = 0; i < 7; ++i)
{
        switch(workMode)
        {
                case MODE_POINT:
                        //Rysujemy pojedynczą linię dla każdego wyświetlacza LED
                        if(Band[i] == 0) Led[i] = 0; else Led[i] = (1<<(Band[i]-1));
                break;

                case MODE_BAR:
                        //Rysujemy słupek dla każdego wyświetlacza LED
                        Led[i] = 0;
                        for(uint8_t Val = 1; Val<11; ++Val) if(Band[i] >= Val) Led[i] |= (1<<(Val-1));
                break;

                case MODE_BAR_MAX:
                        //Aktualizujemy maksima
                        if(Band[i] > maxBand[i]) maxBand[i] = Band[i];
                        //Co 200 ms zmniejszamy maksima o jeden pasek w dół
                        if((++timer200ms%4) == 0) if(maxBand[i] > 0) --maxBand[i];
                        //Rysujemy słupki dla każdego wyświetlacza LED plus pasek maximum
                        Led[i] = 0;
                        for(uint8_t Val = 1; Val<11; ++Val) if(Band[i] >= Val) Led[i] |= (1<<(Val-1));
                        //Dorysowanie paska maximum
                        Led[i] |= (1<<(maxBand[i]-1));
                break;

                case MODE_BAR_NEGATIVE:
                        //Rysujemy słupek dla każdego wyświetlacza LED
                        Led[i] = 0x3FF;
                        for(uint8_t Val = 1; Val<11; ++Val) if(Band[i] >= Val) Led[i] &= ~(1<<(Val-1));
                break;

                case MODE_BASELINE:
                        Led[i] = 0;
                        if(Band[i] >= 6){
                                for(uint8_t Val = 6; Val<11; ++Val) if(Band[i] >= Val) Led[i] |= (1<<(Val-1));
                        }else{  //5...1
                                for(uint8_t Val = 1; Val<6; ++Val) if(Band[i] >= Val) Led[i] |= (1<<(5-Val));
                        }
                break;
        }
}
```

Na koniec, dla dociekliwych Czytelników, fragment programu obsługi aplikacji (**listing 7**) odpowiedzialny za wyświetlanie poszczególnych pasm częstotliwości dla każdego z trybów pracy analizatora.

Montaż i uruchomienie

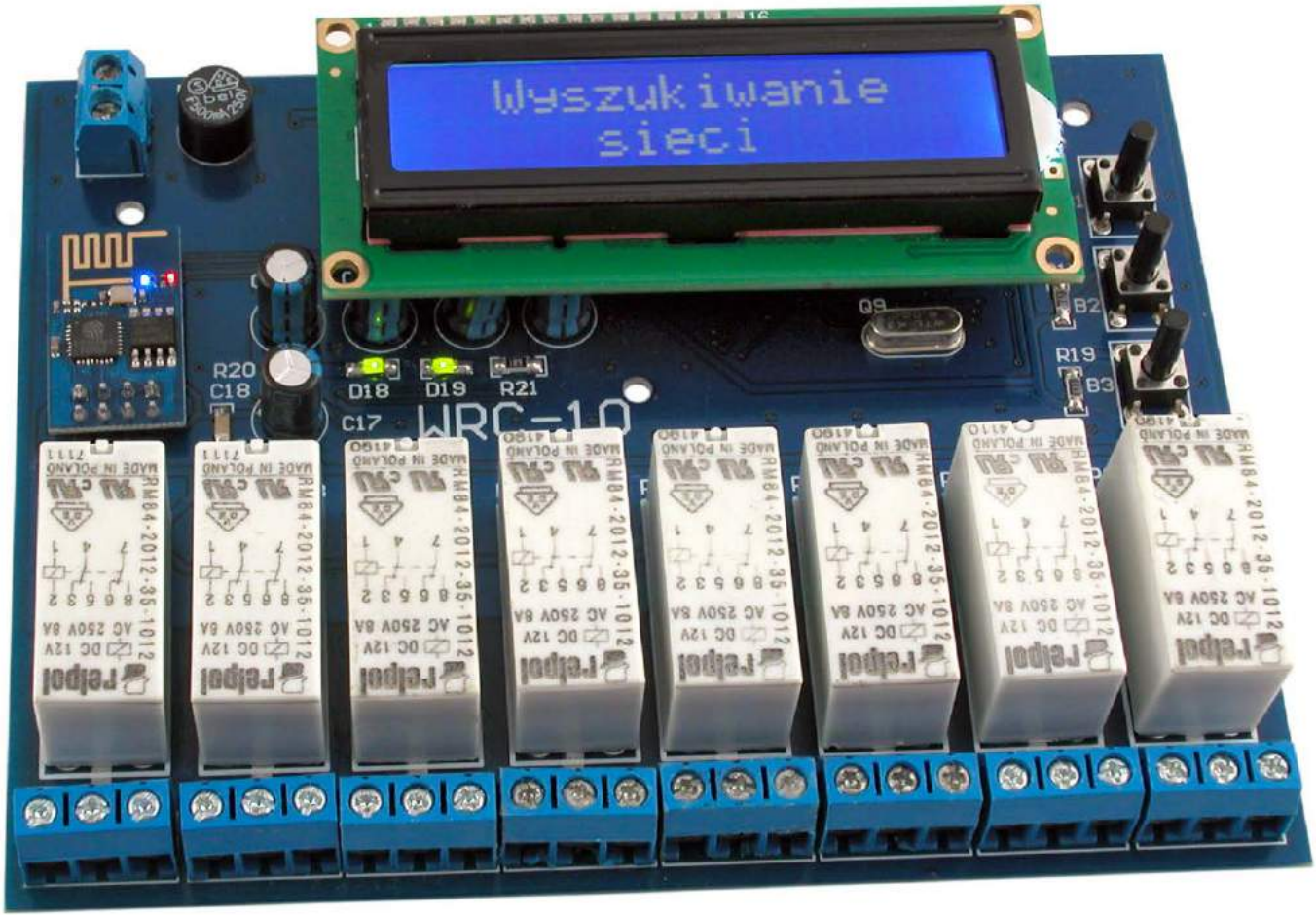
Schemat montażowy urządzenia Spectrum, pokazano na **rysunku 5**. Zaprojektowano bardzo zgrabny i zwarty obwód drukowany ze zdecydowaną przewagą elementów SMD. Montaż urządzenia rozpoczynamy od przylutowania tranzystorów sterujących T1…T7, następnie lutujemy rezystory, kondensatory i dławik SMD, a na samym końcu układy scalone, wyświetlacze LED oraz przycisk MODE. Poprawnie zmontowany układ nie wymaga żadnych regulacji i powinien działać tuż po włączeniu zasilania. Warto wspomnieć, iż na płytce urządzenia przewidziano punkty lutownicze do podłączenia zasilania (V+, V–), sygnału wejściowego (IN), jak i te, przy pomocy których zaprogramujemy nasz mikrokontroler (VCC, GND, RES, SCK, MISO, MOSI). Dla dociekliwych warto wspomnieć, iż program obsługi aplikacji urządzenia Spectrum przewiduje 5 trybów wyświetlania informacji o widmie sygnału audio, których przykładowe wizualizacje pokazano na **rysunku 6**. Warto podkreślić, że tryb trzeci (Bar maximum) integruje dodatkową funkcjonalność w postaci pokazywania wartości szczytowej w każdym z pasm częstotliwościowych.

Robert Wołgajew, EP



Rysunek 6. Wizualizacje przedstawiające 5 trybów wyświetlania informacji o widmie sygnału audio

eprasa.pl 9565ffc9ee



WRC-10

moduł przekaźników sterowany za pomocą Wi-Fi

Coraz bardziej przekonujemy się do stosowania automatyki domowej w naszych mieszkaniach i domach. Na rynku jest wielu producentów oferujących gotowe urządzenia do stworzenia systemu inteligentnego domu, jednak głównym minusem takich rozwiązań jest wysoka cena oraz fakt, że najczęściej urządzenia jednego producenta nie są kompatybilne z urządzeniami stworzonymi przez innego producenta. W momencie wybrania jednego rozwiązania jesteśmy w pewien sposób związani z danym producentem. Problem może się pojawić, gdy jakiś moduł się uszkodzi a producent już nie będzie miał takiego w swoim asortymencie. Inny problem pojawi się, gdy w przyszłości będziemy chcieli rozbudować system, lecz zastosowany przez nas, gotowy sterownik nie będzie przystosowany do takich zmian.

Innym sposobem na zbudowanie systemu inteligentnego domu jest użycie sterowników PLC. Niestety ceny takich urządzeń, także nie są niskie, a chcąc mieć rozbudowany system automatyki, trzeba sam sterownik rozbudować o kilka dodatkowych modułów. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość dodawania różnorodnych modułów wejść i wyjść lub zmiany programu przez nas samych.

Przeszukując internet w poszukiwaniu ofert firm zajmujących się automatyką domową, można stwierdzić, że na przełomie kilku lat zarysował się podział na firmy, które stosują gotowe rozwiązania sterowników dla inteligentnego domu oraz firmy

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5715

Podstawowe parametry:
- sterowanie poprzez aplikację na smartfona i PC,
- komunikacja w sieci poprzez pakiety UDP,
- 8 wyjść przekaźnikowych o obciążalności 230 VAC, 8 A,
- zasilanie 12 VDC, 0,5 A

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5685	Mikrosterownik Wi-Fi (EP 7/2019)
AVT-5675	Moduł przekaźników sterowanych przez Wi-Fi (EP 4/2019)
AVT-5662	Kolorofon z Wi-Fi (EP 2/2019)
AVT-5530	Regulator natężenia oświetlenia z Wi-Fi (EP 1/2016)

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**

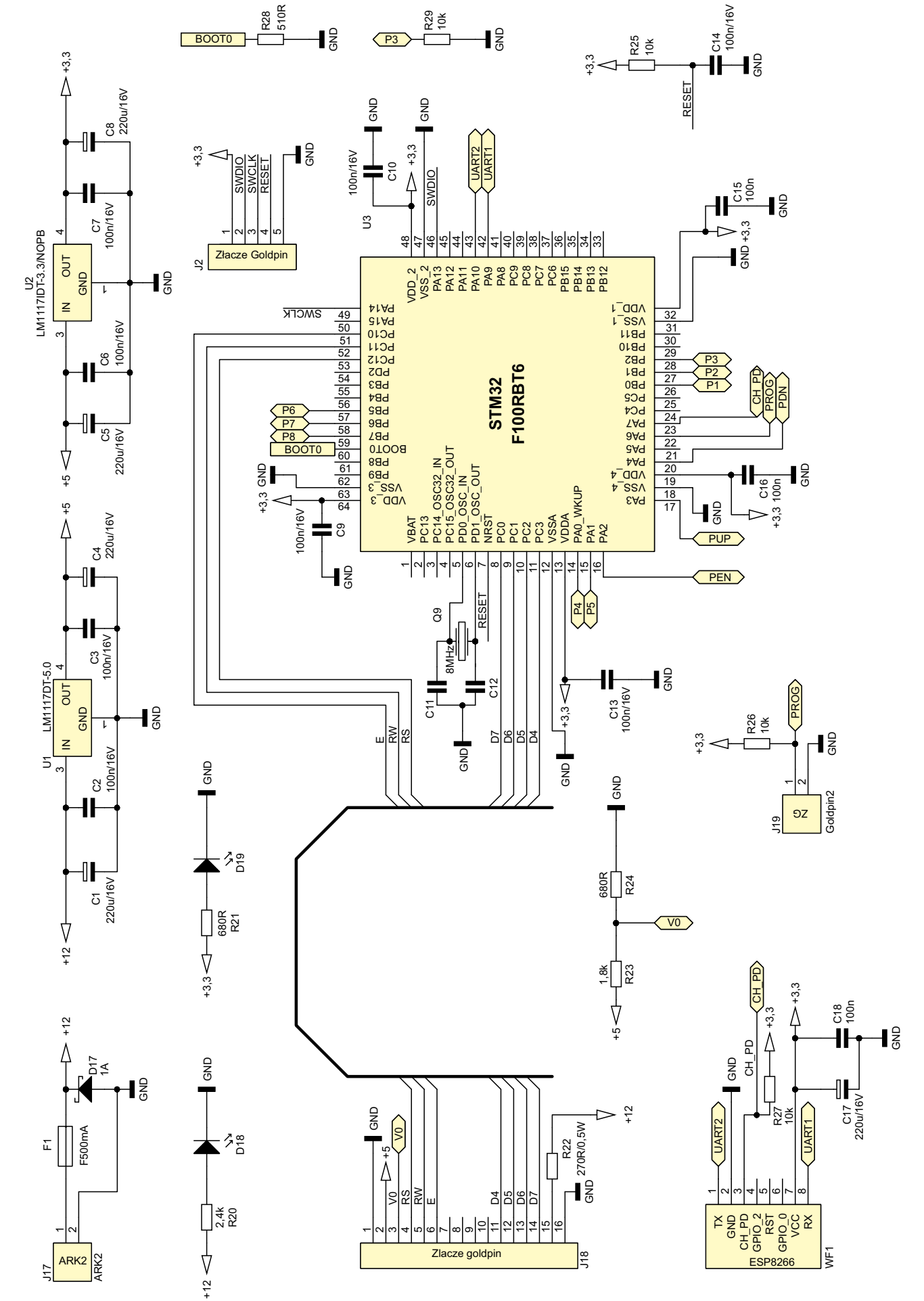
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.

Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! *http://sklep.avt.pl*. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 1. Schemat sterownika WRC-10, część sterująca

eprasa.pl 9565ffc9ee

wykorzystujące sterowniki PLC. Kilka lat temu miałem okazję zobaczyć instalację inteligentnego domu, w której zastosowano tylko zwykłe przekaźniki oraz przekaźniki bistabilne do stworzenia automatyki domowej (logika na przekaźnikach z użyciem układów kombinacyjnych oraz sekwencyjnych). W takim rozwiązaniu zmiana programu czy dodanie funkcjonalności, takiej jak sterowanie smartfonem, wiążą się ze zmianą okablowania, co jest bardzo uciążliwe.

Często zachodzi potrzeba tylko częściowego zautomatyzowania domu lub mieszkania. Do takich celów, w ostatnim czasie, często jest stosowany chiński sterownik Sonoff oparty na module ESP8266. Niska cena oraz możliwość wgrania firmware SUPLA sprawia, że chętnie sięgają po niego instalatorzy elektrycy. Niestety sterownik ten posiada tylko jeden przekaźnik, dlatego gdybyśmy chcieli sterować kilkoma urządzeniami oznaczałoby to, że musimy zainstalować kilka takich sterowników. Jego konfiguracja także nie należy do najprostszych. Jednak to właśnie ten sterownik był moim motorem napędowym do stworzenia własnego sterownika, który miałby kilka wyjść przekaźnikowych, miał możliwość sterowania za pomocą aplikacji ze smartfona z systemem Android oraz za pomocą programu na komputer z systemem Windows, a także był prosty w konfiguracji.

Moduł WRC-10 doskonale sprawdzi się przy rozbudowie gotowego systemu inteligentnego domu oraz w sytuacjach gdy chcemy sterować tylko kilkoma urządzeniami w domu, poprzez sieć Wi-Fi. Może usprawnić gotowe rozwiązania inteligentnego domu, w których zastosowano jedynie przekaźniki. Jedynym koniecznym wymaganiem jest obecność lokalnego routera, który przepuszcza pakiety UDP przychodzące do modułu, ponieważ właśnie za pomocą takich pakietów moduł komunikuje się z innymi hostami w sieci.

Opis działania

Urządzenie bazuje na module ESP8266 (można zastosować klon ESP-01), ze względu na jego niską cenę oraz łatwe sterowanie za pomocą komend AT wysyłanych do sterownika w postaci łańcuchów znaków – stringów. Zaraz po uruchomieniu urządzenie wyszukuje sieci Wi-Fi a następnie wyświetla je na wyświetlaczu. Po zatwierdzeniu danej sieci, a następnie wpisaniu hasła, następuje połączenie z routerem. Po udanym połączeniu na wyświetlaczu sterownika zostaje wyświetlony jego adres IP przydzielony przez router. W momencie wyświetlania adresu IP moduł przechodzi do trybu rozgłoszeniowego (broadcast), w którym oczekuje na połączenie ze smartfonem za pomocą aplikacji WRC-10 lub z komputerem za pomocą programu WRC-PC.

Po prawidłowym skonfigurowaniu aplikacji lub programu, a następnie kliknięciu przycisku POŁĄCZ, sterownik otrzymuje lokalny adres IP komputera lub smartfona i łączy się z nim opuszczając tryb rozgłoszeniowy. Klikając przyciski „Przekaźnik 1… Przekaźnik 8” użytkownik jest w stanie zmieniać stan danego przekaźnika. Zmiana stanu przekaźnika jest sygnalizowana odpowiednim komunikatem na wyświetlaczu sterownika oraz zapaleniem lub zgaszeniem diody LED znajdującej się w bezpośrednim sąsiedztwie danego przekaźnika. Po udanym połączeniu sterownika ze smartfonem lub komputerem, użytkownik widzi aktualny stan przekaźników za pomocą kontrolek umieszczonych obok przycisków służących do sterowania. Kiedy kontrolka świeci się na zielono oznacza to, że przekaźnik jest załączony, natomiast gdy świeci się na czerwono oznacza to, że przekaźnik jest wyłączony. Po kliknięciu przycisku ROZŁĄCZ sterownik ponownie przechodzi do trybu rozgłoszeniowego oczekując na połączenie z innym hostem w sieci lokalnej. Przejście do trybu broadcast zostaje wyświetlone na wyświetlaczu sterownika.

W programie WRC-PC oraz aplikacji WRC-10 umieszczono pola tekstowe, za pomocą których możemy sami wysyłać lub odbierać komunikaty, dzięki czemu program oraz aplikacja mogą posłużyć jako konsola służąca do wysyłania oraz odbierania informacji poprzez sieć Wi-Fi z innego urządzenia niż moduł WRC-10. Używając konsoli w celu wysłania danych do sterownika możemy wysłać takie komendy jak: „przekXonY” lub „przekXoffY”, gdzie w miejsce X należy wpisać numer przekaźnika 1...8 natomiast w miejsce Y należy wpisać numer sterownika (ustawiany w momencie łączenia z daną siecią). Pierwsza komenda ma za zadanie załączenie danego przekaźnika, druga natomiast jego wyłączenie.

W programie WRC PC oraz smarfonowej aplikacji WRC-10 jest możliwość zmiany sieci z lokalnej na globalną tzn. z LAN na WAN. W przypadku ustawienia sieci LAN możliwe jest dwukierunkowe przesyłanie pakietów UDP, a tym samym możliwy jest odczyt aktualnego stanu przekaźników. W przypadku zmiany ustawienia na WAN w programie WRC-PC lub odznaczenie znacznika LAN w aplikacji WRC-10 możliwe jest wysyłanie pakietów do sterownika lecz odczyt stanów przekaźników nie będzie możliwy. Opcja ta została dodana, ze względu na możliwość połączenia, gdy smartfon lub komputer znajdują się poza siecią lokalną, w której znajduje się sterownik, natomiast sama sieć sterownika posiada zewnętrzny adres IP. Niestety bardzo często dostawcy internetu, za posiadanie zewnętrznego IP liczą sobie dodatkowe koszty. Idąc dalej, w niektórych routerach może okazać się niełatwe zmienienie ustawień zapory na połączenia zewnętrzne UDP, dlatego opcja WAN, została napisana jako dodatkowa, której nie trzeba używać.

Przy ustawianiu portów można wpisać wartości z zakresu 1024...65535 ze względu na to, że początkowe wartości są zarezerwowane na inne usługi takie jak www czy poczta elektroniczna.

Niektóre routery mogą blokować przesyłanie pakietów UDP pomiędzy urządzeniem mobilnym a sterownikiem WRC-10. Dodatkowe utrudnienie może wystąpić, gdy chcemy zmienić ustawienia routera a dostawca internetowy zablokował dostęp do niego hasłem. Wtedy najlepszym rozwiązaniem jest zakup dodatkowego routera, podłączenie go za pomocą kabla z routerem dostawcy i skonfigurowanie trybu pracy jako most.

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD 1206 1%)
R20: 2,4 kΩ 0,25W
R21, R24: 680 Ω 0,25W
R22: 270 Ω 0,5W
R28: 510 Ω 0,25W
R17…R19, R25…R27, R29: 10 kΩ 0,25W
R23: 1,8 kΩ 0,25W
R5…R8, R13…R15, R18: 4,7 kΩ 0,25W

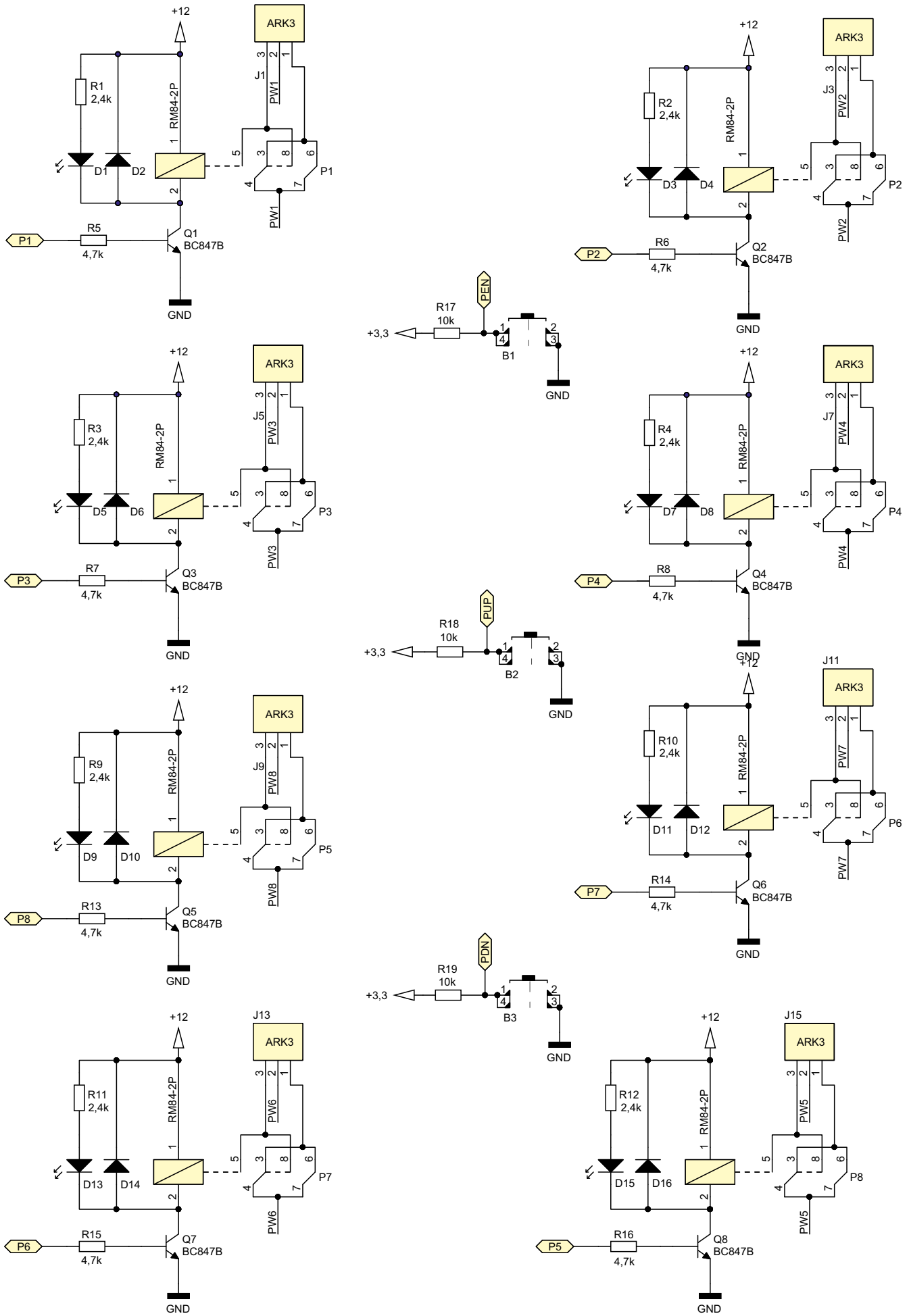
Kondensatory:
C2, C3, C6, C7, C9, C10, C13…C16, C18: 100 nF SMD1206
C11, C12: 22 pF SMD1206
C1, C4, C5, C8, C17: 220 µF/16 V, SMD

Półprzewodniki:
STM32: STM32F100RBT6 LQFP64
D17: dioda Schottky'ego 1 A 60 V, SMB
D18, D19: dioda LED SMD1206 Green
D1, D3, D5, D7, D9, D11, D13, D15: diody LED SMD1206 Blue
Q1…Q8: tranzystory BC847B SOT23
U1: stabilizator LM11117-5.0 DPAK
U2: stabilizator LM1117-3.3 DPAK
D2, D4, D6, D8, D10, D12, D14, D16: dioda prostownicza 100 V SOD80

Pozostałe:
WF1: moduł Wi-Fi ESP8266 lub ESP-01
J18: wyświetlacz LCD 2×16 HD44780
B1…B3: przyciski typu microswitch
P1…P8: przekaźniki Relpol RM84-2P
J1, J3, J5, J7, J9, J11, J13, J15: złącza ARK 5 mm potrójne
J17: złącze ARK 5 mm podwójne.
J18: gniazdo goldpin
J19, J2: listwa goldpin
Q9: rezonator kwarcowy 8 MHz

REKLAMA

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 2. Schemat sterownika WRC-10, część wykonawcza

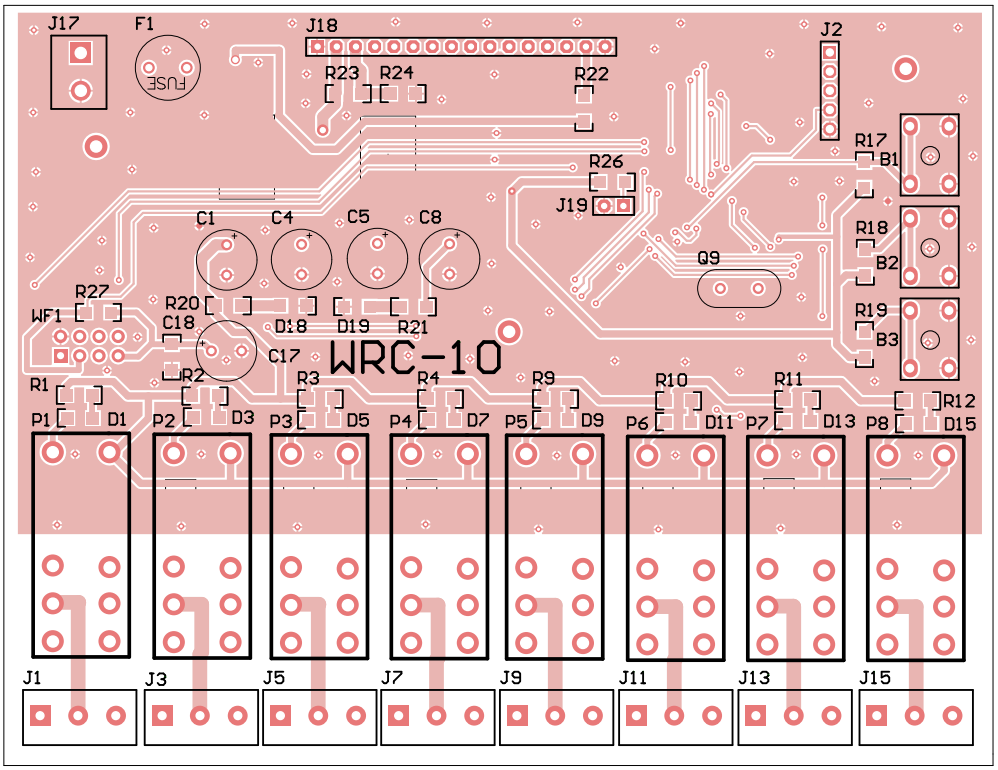
eprasa.pl 9565ffc9ee

Budowa

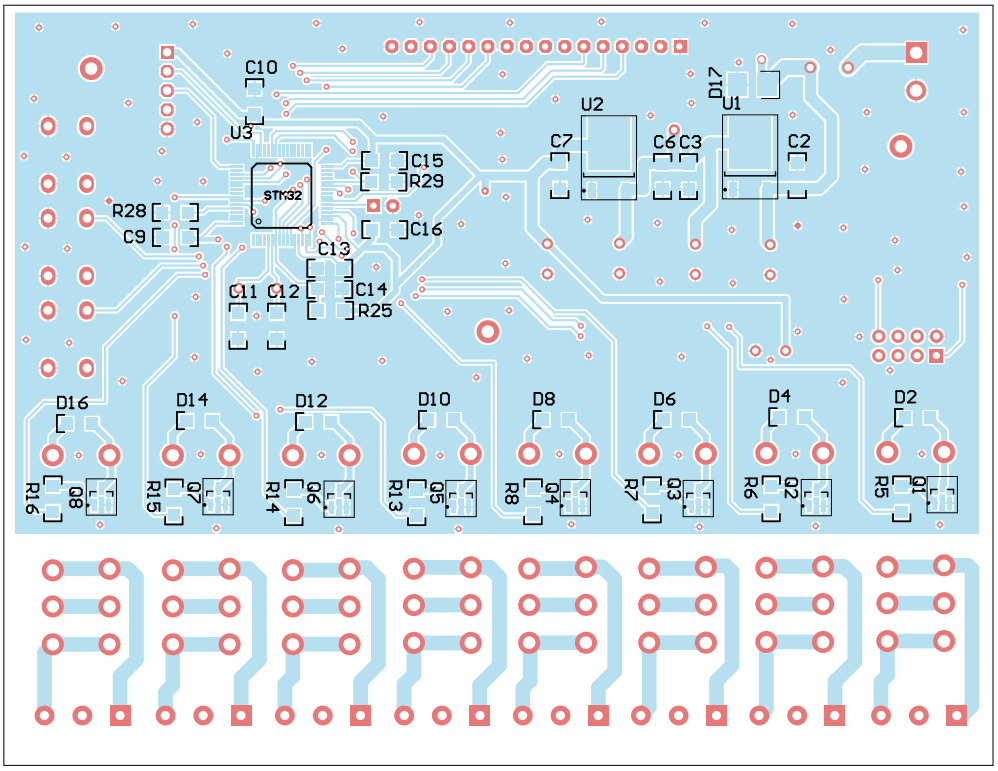
Na **rysunkach 1** oraz **2** pokazano schemat budowy sterownika WRC-10. Cały układ jest zasilany ze stabilizowanego zasilacza impulsowego 12 V. Dioda Schottky'ego D17 zabezpiecza układ przed podaniem napięcia o odwrotnej biegunowości. Bezpiecznik zwłoczny F1 posiada prąd znamionowy 500 mA, ze względu na to, że moduł ESP8266 może impulsowo pobierać znaczny prąd. Za pomocą stabilizatora liniowego LM1117-5 V jest stabilizowane napięcie 5 V służące do zasilania wyświetlacza. Podświetlanie wyświetlacza realizowane jest z 12 V poprzez rezystor R22 o wartości 270 Ω oraz mocy 0,5 W (w celu ograniczenia strat mocy na stabilizatorze U1). Z napięcia 5 V jest uzyskiwane napięcie 3,3 V za pomocą stabilizatora liniowego U2 1117-3,3 V. Kondensatory C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8 filtrują zasilanie oraz zapobiegają przed wzbudzeniem się stabilizatorów. Dioda led D18 wraz z rezystorem R20, sygnalizują o podłączeniu napięcia 12 V. Rezystor R21 oraz dioda led D19 informują o obecności napięcia +3,3 V służącego do zasilania mikrokontrolera oraz modułu ESP8266. Za pomocą drabinki rezystancyjnej R23, R24 jest ustalany kontrast wyświetlacza.

Mikrokontroler STM32F-100RBT6 jest taktowany zewnętrznym zegarem 8 MHz. Kondensatory C13, C9, C10, C15, C16 filtrują napięcie zasilające mikrokontroler. Za pomocą złącza J2 można podłączyć programator ST-Link. Rezystor R28 zapewnia prawidłowe bootowanie mikrokontrolera. Rezystor R25 oraz kondensator C14 tworzą układ zewnętrznego resetu. Moduł Wi-Fi WF1 ESP8266 jest zasilany napięciem 3,3 V, filtrowanym za pomocą kondensatorów C17. Port CH_PD jest podciągnięty do +3,3 V za pomocą rezystora R27 10 kΩ.

Moduł WF1 komunikuje się z mikrokontrolerem za pomocą interfejsu szeregowego UART (9600 bd). Złącze J19 służy do zaprogramowania pamięci eeprom modułu WF1 odpowiednimi komendami AT. W momencie pierwszego uruchomienia należy zewrzeć te piny zworką, spowoduje to wysłanie odpowiednich komend AT z mikrokontrolera do sterownika. Po jednorazowym uruchomieniu sterownika WRC-10 wraz ze zworką na złączu J19, zworkę można usunąć w celu oszczędzania pamięci eeprom modułu ESP8266.



Rysunek 3. Płytka PCB sterownika WRC-10, strona TOP



Rysunek 4. Płytka PCB sterownika WRC-10, strona BOTTOM

Tranzystory Q1...Q8 służą do sterowania przekaźnikami. Rezystory R5, R6, R7, R8, R13, R14, R15, R16 ograniczają prądy baz tranzystorów. Diody D2, D4, D6, D8, D10, D12, D14, D16 mają za zadanie ograniczenie przepięć w momencie wyłączania przekaźników oraz niedopuszczenie do uszkodzenia tranzystorów sterujących przekaźnikami. Diody LED D1, D3, D5, D7, D9, D11, D13, D15 informują o załączeniu danego przekaźnika.

Rezystory R17, R18, R19 dodatkowo podciągają porty procesorów do stanu wysokiego. Na każdy przekaźnik przypada jedno potrójne złącze ARK o rastrze 5 mm. Złącze J18 służy do podłączenia wyświetlacza LCD 2×16 z kontrolerem zgodnym z HD44780. Przekaźniki wykorzystane w sterowniku to Relpol RM84-2P. Styki przełączne CO zostały ze sobą połączone a ścieżki przekaźnika mają odpowiednią szerokość, wszystko po to,

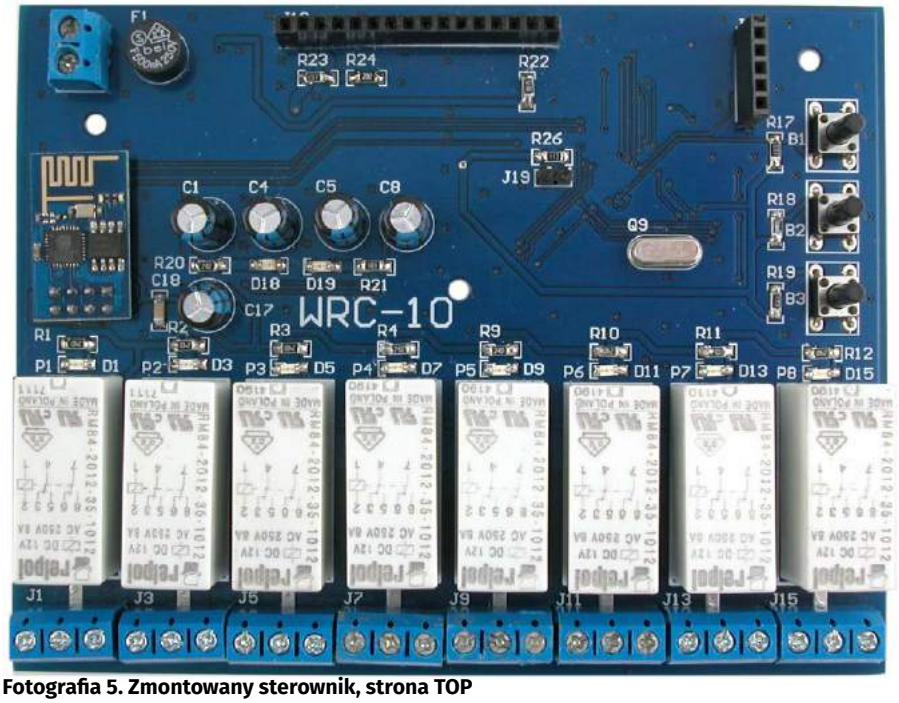
eprasa.pl 9565ffc9ee

aby zwiększyć obciążalność prądową wyjść. Dodatkowo na płytce PCB usunięto soldermaskę ze ścieżek łączących złącza ARK z przekaźnikami, dzięki temu użytkownik może łatwo pocynować ścieżki. Odpowiednie przerwy izolacyjne pomiędzy ścieżkami wyjść pozwalają na bezpieczne sterowanie obwodami 230 VAC.

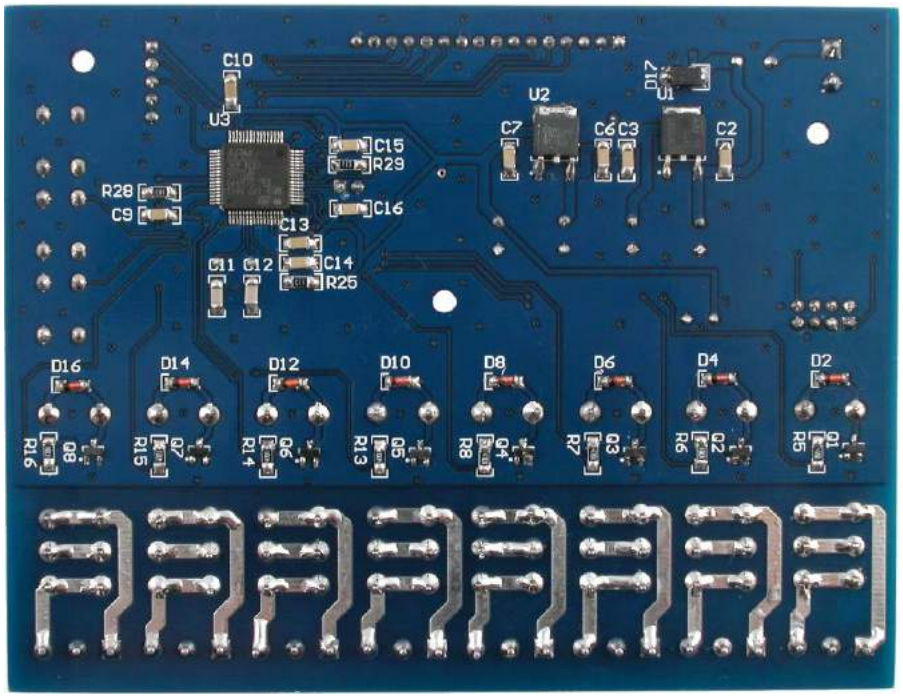
Przyciski użyte w sterowniku to przyciski typu microswitch. Przycisk B1 pełni funkcję ENTER, przycisk B2 – UP, natomiast przycisk B3 – DOWN.

Montaż

Schemat płytki widoczny jest na **rysunkach 3** i **4**. Na obu warstwach została wylana masa w celu zminimalizowania zakłóceń. Montaż należy rozpocząć od przylutowania obu stabilizatorów U1, U2, kondensatorów C1, C2, C3, C4, C5, C6, C7, C8, bezpiecznika oraz diody D17. Po ich wlutowaniu należy podłączyć zasilanie i sprawdzić czy na wyjściach stabilizatorów otrzymujemy +5 V oraz +3,3 V. Jeżeli napięcia są prawidłowe można przystąpić do wlutowania mikrokontrolera. Jako, że mikrokontroler jest w obudowie LQFP64, która posiada bardzo mały raster, do jego przylutowania potrzebny jest bardzo cienki grot lub grot typu minifala. Niestety przylutowanie mikrokontrolera wymaga dosyć dużej wprawy w lutowaniu. Po przylutowania procesora należy sprawdzić czy wszystkie porty zostały prawidłowo przylutowane do padów oraz czy nie ma zwarć pomiędzy portami. Po tych czynnościach można przejść do przylutowania pozostałych elementów w wersji SMD tj. diod, rezystorów, kondensatorów, tranzystorów. Ostatnim etapem jest przylutowanie wszystkich elementów przewlekanych tj. złączy ARK, listew kołkowych, kondensatorów THT, przekaźników oraz samego modułu ESP8266. Zmontowany sterownik pokazano na **fotografiach 5** oraz **6**.



Fotografia 5. Zmontowany sterownik, strona TOP



Fotografia 6. Zmontowany sterownik, strona BOTTOM

Uruchomienie

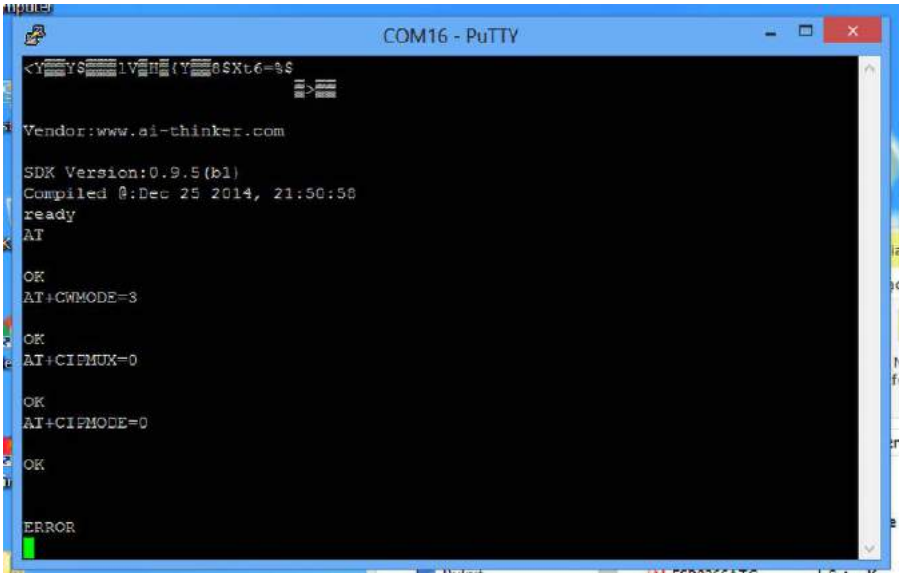
Po zmontowaniu płytki należy wgrać do mikrokontrolera program za pomocą programatora ST-Link oraz programu ST-Link Utility. Jeżeli wgrywanie przebiegło pomyślnie należy przed pierwszym uruchomieniem założyć zworkę na złącze J19. W przypadku gdy zworka jest założona mikrokontroler wyśle do modułu dodatkowo trzy komendy: AT+CWMODE=3, AT+CIPMUX=0, AT+CIPMODE=0.

Gdyby moduł ESP8266 nie przyjmował powyższych komend, to należy go wylutować, podłączyć do komputera za pomocą przejściówki USB-UART (najlepiej opartej na układzie FT232) i w konsoli wpisać samemu te komendy. Po każdym wpisaniu komendy moduł powinien odpowiedzieć komendą „OK". Jeżeli po tych czynnościach moduł nie wyszukuje żadnej sieci Wi-Fi to należy sprawdzić wersję firmware. W tym celu najpierw należy podłączyć moduł do komputera, załączyć konsolę (np. PuTTy) a następnie podłączyć do niego zasilanie. Dzięki temu, w pierwszej kolejności moduł wyświetli w konsoli informacje o oprogramowaniu. Na **rysunku 7** pokazano numer oprogramowania modułu ESP8266 jaki został zastosowany w prezentowanym sterowniku. Jest to alternatywny firmware stworzony przez firmę AI-THINKER. W przypadku innego oprogramowania należy wgrać oprogramowanie w wersji 0.9.5 przystosowane do pracy z prędkością 9600 bodów, ponieważ właśnie pod taką wersję oprogramowania ESP8266 został napisany program sterujący mikrokontrolera. Przy innej wersji softu, komendy AT mogą się różnić od tych użytych w programie mikrokontrolera.

Jeżeli chcemy wgrać inne oprogramowanie do ESP8266, to najpierw należy podłączyć zewnętrzne zasilanie 3,3 V, ponieważ zasilanie z portu USB może mieć zbyt małą wydajność prądową. Wyprowadzenie CH_PD powinno być podłączone do 3,3 V, natomiast wyjście GPIO0 do masy. Linia RX modułu powinna być podłączona do linii TX przejściówki USB-UART, natomiast linia TX modułu do linii RX przejściówki.

Do wgrania oprogramowania ESP8266 najlepiej użyć programu NODEMCU FIRMWARE PROGRAMMER. W programie

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 7. Wersja oprogramowania modułu ESP8266

w zakładce ADVANCED SPEED należy ustawić 40 MHz, SPI MODE ustawić na DIO (w przypadku problemów należy spróbować DOUT oraz QIO), Flash size – 4 M, buadrate – 115200 (najczęściej oprogramowanie firmware pracujące z taką prędkością). W zakładce OPERATION należy wybrać port COM za pomocą którego będziemy wgrywać program do ESP8266. W zakładce CONFIG należy określić ścieżkę pliku wsadowego (*ai-thinker-0.9.5.2-9600.bin*) oraz offset w pamięci flash ESP8266 równy 0x0000.

Rysunek 8. Program NODEMCU, zakładka Advanced

Rysunek 9. Program NODEMCU, zakładka Config

Rysunek 10. Program NODEMCU, zakładka Operation

Po tych czynnościach należy kliknąć przycisk FLASH i poczekać aż cały program zostanie wgrany. Na **rysunkach 8**, **9** oraz **10** pokazano ustawienia programu NODEMCU podczas zmiany oprogramowania.

Obsługa

Po podłączeniu zasilania, sterownik wyszuka wszystkie lokalne sieci Wi-Fi. Aby zmienić wskazywaną sieć należy nacisnąć DOWN, naciśnięcie przycisku UP spowoduje ponowne wyszukiwanie sieci. Po wybraniu właściwej sieci należy nacisnąć przycisk ENTER. Sterownik poprosi nas o podanie hasła. Naciskając przycisk UP zmieniamy aktualną cyfrę lub literę. Naciśnięcie przycisku DOWN powoduje przejście do edycji kolejnej litery lub cyfry. Żeby zaakceptować wpisane hasło należy nacisnąć przycisk ENTER, po czym użytkownik musi poczekać aż sterownik połączy się z siecią lokalną. Po udanym połączeniu z siecią lokalną na wyświetlaczu ukaże się komunikat „UDAŁO SIĘ POŁĄCZYĆ". Następnie sterownik poprosi o wpisanie portu nadawczego oraz portu odbiorczego. Należy wpisać wartość z zakresu 1024 do 65535, używając jak poprzednio, przycisków UP oraz DOWN. Przycisk UP zmienia cyfrę natomiast przycisk DOWN powoduje przejście do edycji kolejnej cyfry. Po zatwierdzeniu wpisanych portów przyciskiem ENTER, sterownik poprosi o nadanie mu numeru, należy wybrać wartość od 0 do 9 a następnie zatwierdzić przyciskiem ENTER i poczekać aż sterownik przejdzie w tryb nasłuchu. Przejście w tryb nasłuchu zostanie zakomunikowane wyświetleniem komunikatu „Połączono broadcast" na wyświetlaczu sterownika. Po tej informacji na wyświetlaczu zostanie wyświetlony IP sterownika, który został mu przydzielony przez router. Na **rysunku 11**

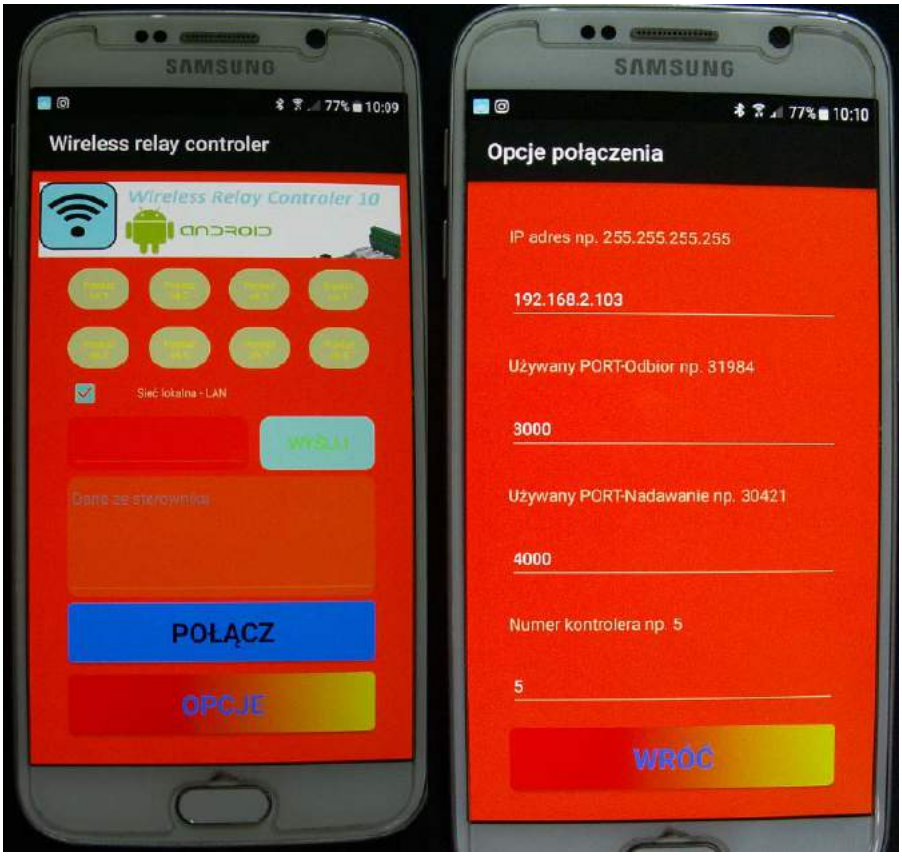
Rysunek 11. Etapy konfiguracji sterownika WRC-10

przedstawiono poszczególne etapy konfigurowania sterownika WRC-10.

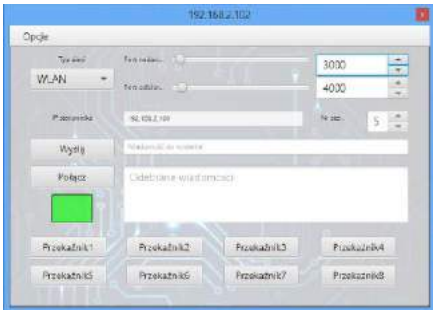
Po skonfigurowaniu sterownika należy do smartfona z systemem Android skopiować i zainsalować aplikację „WRC.apk", którą pokazuje **fotografia 12**. Po kliknięciu na przycisk OPCJE, użytkownik zostanie przeniesiony do okna, w którym należy wpisać IP sterownika, port odbiorczy taki sam jak port nadawczy sterownika. Dalej należy wpisać port nadawczy, taki sam jak

REKLAMA

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 12. Aplikacja na smartfona z systemem Android



Rysunek 13. Program dla komputera PC z systemem Windows

port odbiorczy sterownika oraz numer sterownika taki sam jak numer , który został wpisany podczas konfiguracji WRC-10. Aby powrócić do głównego okna należy nacisnąć przycisk WRÓĆ. W głównym oknie aplikacji po kliknięciu przycisku POŁĄCZ, jeżeli wszystkie ustawienia zostały wpisane prawidłowo, sterownik połączy się ze smartfonem. W aplikacji, obok przycisków sterujących pracą przekaźników, zostanie wyświetlony aktualny ich stan (w przypadku gdy jest zaznaczona opcja „Sieć lokalna – LAN"), a same przyciski staną się aktywne. Naciskając przyciski „Przekaźnik 1...Przekaźnik 8" użytkownik jest w stanie zmienić stan danego przekaźnika. W przypadku gdy sterownik przez pół minuty nie wykryje żadnej aktywności użytkownika, to przejdzie z powrotem do trybu nasłuchu broadcast.

Aby sterować modułem z laptopa, należy uruchomić program „WRC PC.exe". Widok okna programu WRC-PC przedstawiono na **rysunku 13**. Typ sieci należy ustawić jako WLAN, numery portów nadawczego oraz odbiorczego za każdym razem należy zatwierdzić ENTEREM. Na koniec użytkownik musi wpisać numer sterownika oraz jego IP. Po wpisaniu tych danych, program oferuje zapisanie wszystkich ustawień za pomocą przycisku OPCJE → SAVE. Po kliknięciu przycisku POŁĄCZ, w przypadku udanego połączenia ze sterownikiem, przyciski sterujące zostaną odblokowane a obok przycisków pojawią się małe prostokąty sygnalizujące stan danego przekaźnika. Podobnie jak w przypadku aplikacji na smartfon, gdy nie ma żadnej aktywności od użytkownika, sterownik przechodzi do trybu nasłuchu. Film z działania oraz konfiguracji sterownika WRC-10 można zobaczyć pod adresem ***http://bit.ly/2ZPmgk0***.

Należy pamiętać, że pakiety UDP mogą docierać do sterownika, w różnej kolejności. Tworzą się wtedy przekłamania w transmisji, dlatego nie należy za pomocą sterownika sterować urządzeniami niebezpiecznymi, które zagrażałyby ludzkiemu życiu.

Program

Jako, że program ma sterować pracą samych przekaźników a zastosowany w projekcie mikrokontroler ma dużo większe możliwości, skoncentrowałem się na tym, żeby stworzyć duży bufor odbieranych danych, który procesor będzie cyklicznie sprawdzał w poszukiwaniu odpowiednich zmiennych łańcuchowych. Bufor jest cykliczny co oznacza, że w momencie przepełnienia sam się nadpisuje. W momencie wykrycia odpowiednich danych, są one przenoszone do odpowiednich zmiennych natomiast sam fragment bufora z tymi danymi zostaje skasowany. Powoduje to zmniejszenie ryzyka, że któreś z odebranych danych zostały pominięte. Takie podejście odbierania danych, także zmniejsza ryzyko przypadkowych zmian stanów przekaźników.

Jako, że do modułu należy wysyłać oraz odbierać dane w postaci łańcuchów string, a język C nie oferuje możliwości operacji na stringach, dlatego bardzo dużą część programu zajmują napisane funkcje, które operują na zmiennych łańcuchowych.

Krzysztof Miękus
lordwest1989@tlen.pl

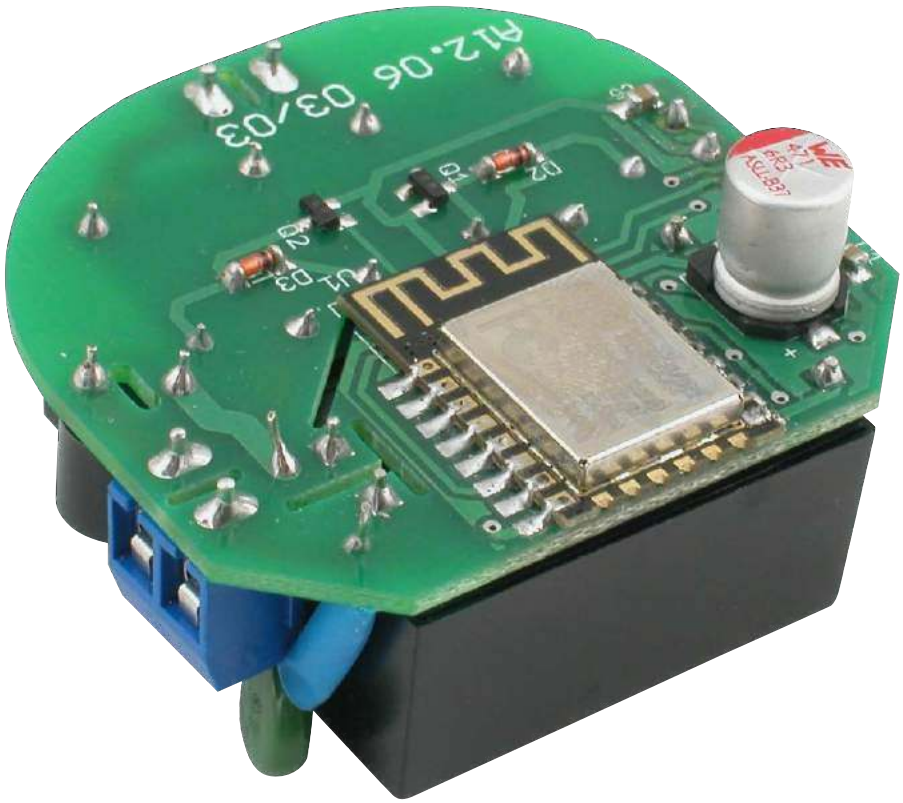
REKLAMA

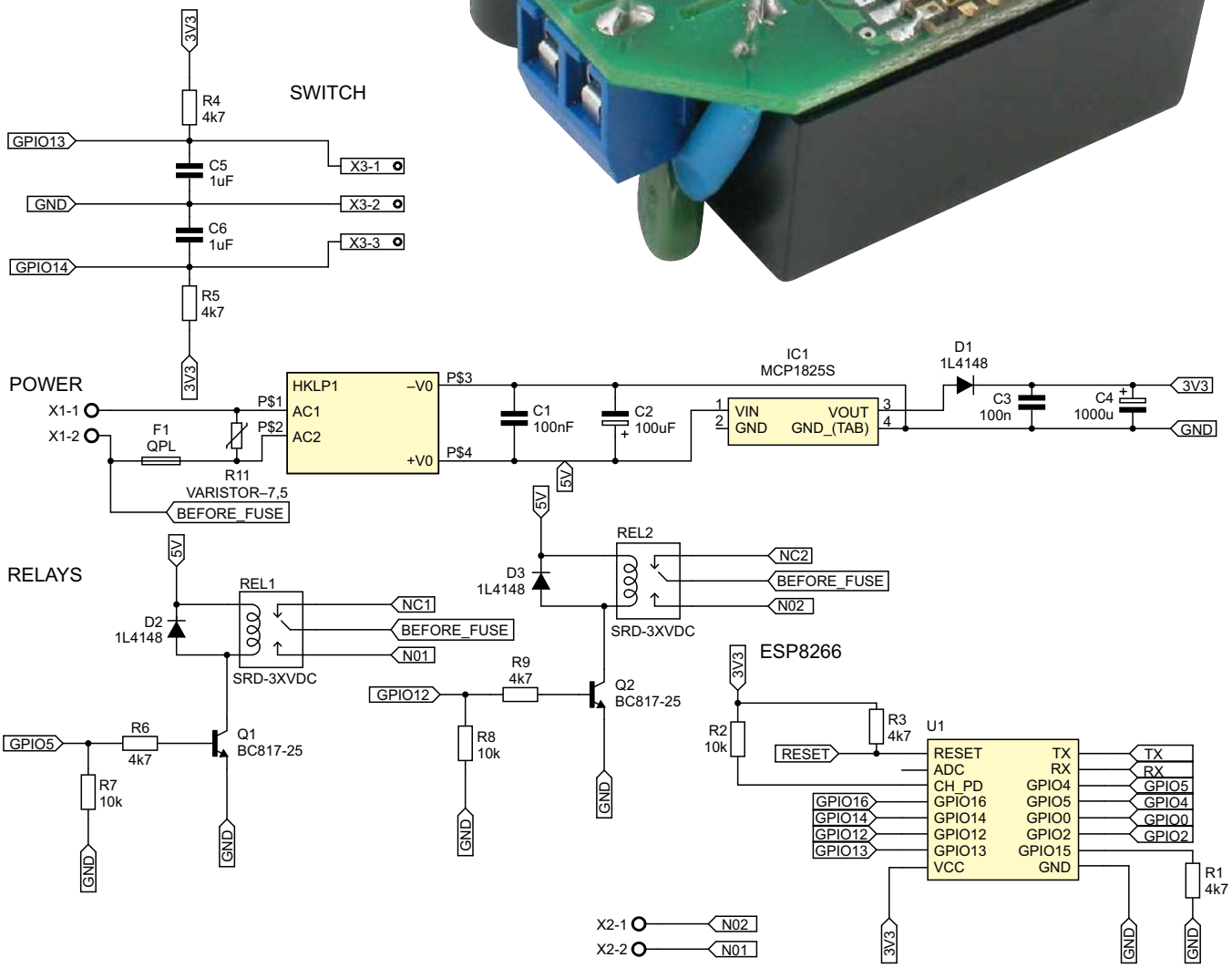
już w październiku
nowa odsłona strony
www.ep.com.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Sterownik oświetlenia na 230 V zgodny z HomeKit

Możliwość zdalnego kontrolowania oświetlenia jest komfortowym udogodnieniem, ale może także zwiększyć bezpieczeństwo naszego dobytku. Dzięki możliwości załączania oświetlenia w mieszkaniu możemy zasymulować obecność domowników i zniechęcić tym potencjalnego włamywacza. Prezentowane urządzenie jest interesujące jeszcze z innego powodu, można je połączyć z aplikacją Home firmy Apple.





Rysunek 1. Schemat sterownika

eprasa.pl 9565ffc9ee

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5713

Podstawowe parametry:
- zasilanie 230 V AC,
- możliwość podpięcia pod homekit,
- możliwość sterowania jednym lub dwoma punktami świetlnymi,
- złącza umożliwiające podpięcie kabli 1,5 mm² typu drut,
- wsparcie dla włącznika świecznikowego.

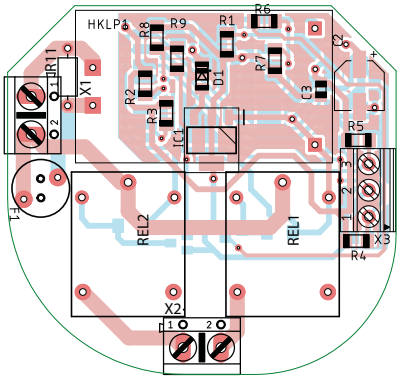
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5685	Mikrosterownik Wi-Fi (EP 7/2019)
AVT-5675	Moduł przekaźników sterowanych przez Wi-Fi (EP 4/2019)
AVT-5662	Kolorofon z Wi-Fi (EP 2/2019)
AVT-5530	Regulator natężenia oświetlenia z Wi-Fi (EP 1/2016)

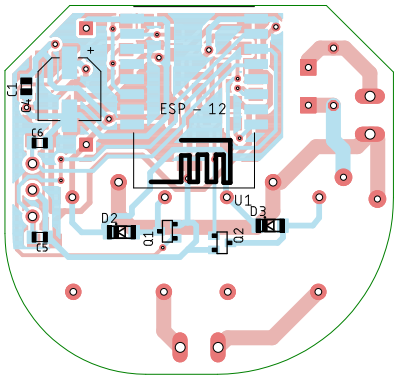
*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! *http://sklep.avt.pl*. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.



Rysunek 2. Schemat płytki PCB sterownika, strona TOP



Rysunek 3. Schemat płytki PCB sterownika, strona BOTTOM

Cała przygoda z zaprojektowaniem sterownika zaczęła się od momentu nabycia modułu Wemos D1 mini z układem ESP8266 12F. Nie tracąc czasu, zacząłem testować moduł. Na początku były to proste programy, jak Web Serwer z funkcją włączania zwykłej diody led. Wtedy pomyślałem: Skoro można sterować diodą led, gdy jest się w zasięgu tej samej sieci co Wemos, to czy uda się zbudować sterownik oświetlenia, z którym będzie można się łączyć z każdego miejsca na ziemi?. Znalazłem informacje na temat protokołów MQTT (MQ Telemetry Transport) oraz HAP (HomeKit Accessory Protokol). Gdy przyswoiłem wiedzę z tego zakresu, wtedy uznałem, że przyszedł czas na zaprojektowanie sterownika.

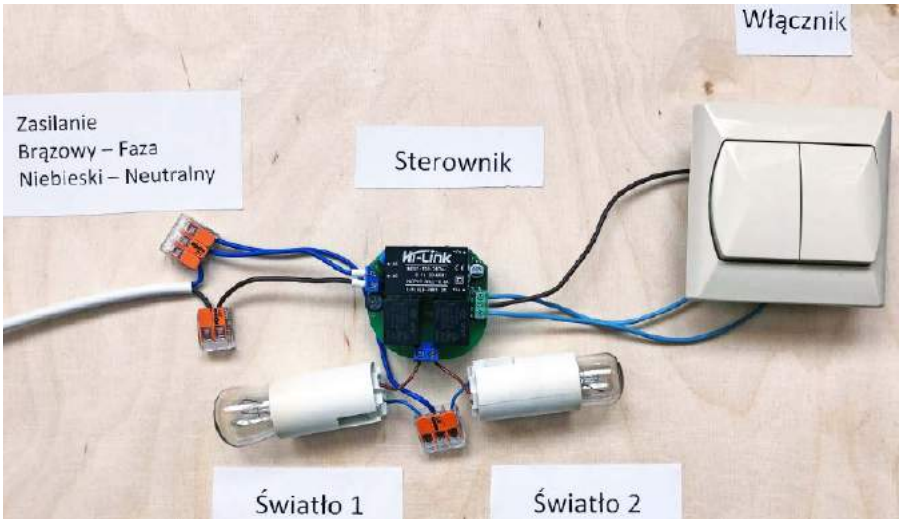
Budowa urządzenia

Schemat sterownika został pokazany na **rysunku 1**. Sercem sterownika jest moduł ESP8266 12F, działa on w standardzie Wi-Fi 802.11 b/g/n na częstotliwości 2,4 GHz. Zawiera 11 cyfrowych wejść/wyjść, jeden interfejs SPI oraz I²C. Na płytce nie zabrakło

Fotografia 4. Zmontowany sterownik, widok od strony TOP

Fotografia 5. Zmontowany sterownik, widok od strony BOTTOM

Fotografia 6. Zmontowany sterownik umieszczony w puszce instalacyjnej



Fotografia 7. Sposób podłączenia sterownika

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD1206)
R1, R3…R6, R9: 4,7 kΩ
R2, R7, R8: 10 kΩ

Kondensatory:
C1, C3: 100 nF (SMD0805)
C2: 100 µF
C4: 1000 µF
C5, C6: 1 µF (SMD0805)

Półprzewodniki:
D1…D3: 1N4148 (SMD)
Q1, Q2: BC817-25
IC1: MCP1825S
U1: ESP8266 12F
HKLP1: HLK-PM01 5 V, 0,6 A

Pozostałe:
F1: topikowy, szybki, 500 mA, 250 VAC, raster: 5,08mm
R11: Warystor 275 VAC
REL1, REL2: SRD-05VDC-SL-C
X1, X3: ARK 2/5,0 mm
X3: ARK 3/2,54 mm

eprasa.pl 9565ffc9ee

również przetwornika analogowo-cyfrowego (wejście ADC) oraz złącza UART (RX, TX). Wymiary tego modułu to tylko 24×16 mm. Dzięki temu jest to bardzo popularny moduł stosowany w wielu aplikacjach dla Internetu Rzeczy (Internet of Things).

Schemat płytki PCB pokazują **rysunki 2** i **3**. Na płytce został umieszczony zasilacz modułowy HLK-PM01 5V, dzięki czemu urządzenie jest zasilane bezpośrednio napięciem 230 VAC. Napięcie z zasilacza doprowadzone jest do przekaźników, a do zasilania modułu ESP8266 zastosowano dodatkowy stabilizator napięcia LDO typu MCP1825S. Aby zabezpieczyć płytkę przed przepięciami elektrycznymi występującymi w sieci, zastosowano bezpiecznik topikowy szybki 0,5 A i włączony za nim, do linii zasilających, warystor. Pomimo że zasilacz jest stabilizowany, zdecydowałem się zastosować parę kondensatorów – elektrolityczny 100 µF i ceramiczny 100 nF dla napięcia 5 V oraz parę kondensatorów – elektrolityczny 1000 µF i ceramiczny 100 nF dla napięcia 3,3 V.

Podczas projektowania płytki pomyślałem, że warto dodać złącze umożliwiające podpięcie łącznika świecznikowego. Jako zabezpieczenie przed efektem *bouncingu* użyłem kondensatorów ceramicznych 1 µF włączonych równolegle do zacisków tego złącza. Na płytce znajdują się również dwa przekaźniki do sterowania oświetleniem. Do załączania przekaźników przez ESP8266 zastosowałem tranzystory BC817-25. Istotne jest dodanie rezystorów podciągających 10 kΩ do masy na wyprowadzeniach sterujących tranzystorami. Dzięki temu żadne zakłócenia w działaniu układu nie spowodują przypadkowego załączenia wyjść. Z każdego przekaźnika poprowadzone jest jedno wyjście (NO – normally open) do złącza wyjściowego X2.

Listing 1. Definicje stałych i import bibliotek

```
#define _light_first 5
#define _light_second 12
#define _switch_first 14
#define _switch_second 13

#define _on 1
#define _off 0

#include <ESPAsyncWiFiManager.h>
#include <AceButton.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <ESPAsyncTCP.h>
#include <ESPAsyncWebServer.h>
```

Listing 2. Zmienne oraz definicje funkcji

```
// serwer będzie nadsłuchiwał na porcie numer 80
AsyncWebServer server(80);
DNSServer dns;

int state_light_first;
int state_light_second;

AceButton firstLightButton;
AceButton secondLightButton;

void buttonsAction(AceButton*, uint8_t, uint8_t);
```

Listing 3. Użycie biblioteki *AsyncWiFiManager*

```
  void setup() {
  AsyncWiFiManager wifiManager(&server, &dns);
  wifiManager.setConfigPortalTimeout(120);
  wifiManager.autoConnect(/*nazawaSieci*/"Ligth switch" /*,"opcjonalnieHasloDostepuDoSieci"*/);
}
```

Listing 4. Metody realizowane przez serwer

```
//Na zapytanie localhost/reset urządzenie zostanie uruchomione ponownie,
//serwer jako odpowiedź wyśle wiadomość o ponownym uruchomieniu oraz kod 200
server.on("/reset", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          request->send(200, "text/plain", "Device will be reseted");
          delay(1000);
          ESP.restart();
});


//Na zapytanie localhost/state_light_first urządzenie wyśle
//stan pierwszej żarówki oraz kod 200
server.on("/state_light_first", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          request->send(200, "text/plain", String(state_light_first));
});


//Na zapytanie localhost/state_light_second urządzenie wyśle
//stan drugiej żarówki oraz kod 200
server.on("/state_light_second", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          request->send(200, "text/plain", String(state_light_second));
});


//Na zapytanie localhost/on_light_first sterownik
//włączy pierwszą żarówkę, zmieni jej stan oraz wyśle kod 204
server.on("/on_light_first", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          digitalWrite(_light_first, HIGH);
          state_light_first = _on;
          request->send(204);
});


//Na zapytanie localhost/on_light_second sterownik
//włączy drugą żarówkę, zmieni jej stan oraz wyśle kod 204
server.on("/on_light_second", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          digitalWrite(_light_second, HIGH);
          state_light_second = _on;
          request->send(204);
});


//Na zapytanie localhost/off_light_first sterownik wyłączy
//pierwszą żarówkę, zmieni jej stan oraz wyśle kod 204
server.on("/off_light_first", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          digitalWrite(_light_first, LOW);
          state_light_first = _off;
          request->send(204);
});


//Na zapytanie localhost/off_light_second sterownik wyłączy
//drugą żarówkę, zmieni jej stan oraz wyśle kod 204
server.on("/off_light_second", HTTP_GET, [](AsyncWebServerRequest * request) {
          digitalWrite(_light_second, LOW);
          state_light_second = _off;
          request->send(204);
});
```

Montaż

Podczas montażu sterownika należy pamiętać, żeby zacząć od najmniejszych części, takich jak rezystory, tranzystory czy diody prostownicze, gdyż niektóre z nich umieszczone są pod przekaźnikami lub zasilaczem. **Fotografie 4** i **5** pokazują zmontowane płytki. Zastosowane złącza ARK pozwalają na podpięcie kabli typu drut o przekroju 1,5 mm², używanego w instalacjach oświetlenia domowego. Sterownik ma wymiary 48×51 mm, dzięki czemu mieści się w puszkach podtynkowych ∅ 60 mm oraz ∅ 70 mm (**fotografia 6**).

Zasilanie sterownika (przewody neutralny i fazowy) podłączamy do złącza X1 (przy warystorze). Do złącza X2 (umieszczone między dwoma przekaźnikami) podłączamy przewody fazowe (brązowe) oświetlenia. Nie musimy do sterownika podłączać dwóch punktów świetlnych, sterownik może pracować z podłączonym jednym punktem świetlnym. Do złącza X3 podłączamy łącznik

Rysunek 8. Strona konfiguracyjna AsyncWiFiManager

eprasa.pl 9565ffc9ee

```
Listing 5. Konfiguracja pinów
  pinMode(_light_first, OUTPUT);
  pinMode(_light_second, OUTPUT);

  pinMode(_switch_first, INPUT);
  pinMode(_switch_second, INPUT);

  digitalWrite(_light_first, LOW);
  digitalWrite(_light_second, LOW);

  digitalWrite(_switch_first, LOW);
  digitalWrite(_switch_second, LOW);
```

```
Listing 6. Konfiguracja metod wywoływanych dla przyciśnięcia przycisków
ButtonConfig* buttonsConfig = ButtonConfig::getSystemButtonConfig();
buttonsConfig->setEventHandler(buttonsAction);
buttonsConfig->setFeature(ButtonConfig::kFeatureClick);
```

```
Listing 7. Zainicjowanie przycisków
firstLightButton.init(_switch_first, LOW, 0);
secondLightButton.init(_switch_second, LOW, 1);

void loop(){
//...
firstLightButton.check();
secondLightButton.check();
//...
}
```

świecznikowy, środkowy zacisk to przewód wspólny (COM). Podłączenie instalacji testowej pokazuje **fotografia 7**.

Oprogramowanie

Definicje stałych oraz import bibliotek użytych w programie prezentuje **listing 1**. Z kolei zmienne oraz definicje funkcji pokazuje **listing 2**. Podczas programowania sterownika trudno jest przewidzieć, czy nasze hasło lub nazwa sieci się nie zmieni, dlatego zdecydowałem się na użycie biblioteki AsyncWiFiManager. Gdy moduł ESP8266 nie będzie w stanie podłączyć się do zapisanej sieci lub żadna sieć nie będzie zapisana, to zostanie uruchomiony punkt dostępu oraz strona pozwalająca na konfigurację połączenia Wi-Fi. Należy wtedy połączyć się z siecią Wi-Fi stworzoną przez ESP a następnie wejść na stronę 192.168.4.1 i dokonać konfiguracji (**rysunek 8**). Ustawienie Timeout-u na 120 sekund spowoduje, że jeśli nie zostanie podjęta próba konfiguracji połączenia wi-fi to strona konfiguracyjna zniknie po 120 sekundach i układ będzie pracował normalnie z uruchomionym punktem dostępu. Gdy będziemy chcieli, aby strona konfiguracyjna znów była dostępna to należy połączyć się z punktem dostępowym ESP8266 a następnie wejść na stronę 192.168.4.1/reset, urządzenie wtedy zostanie zresetowane. Ten zabieg ma na celu umożliwić korzystanie ze sterownika w przypadku braku sieci Wi-Fi.

Użycie AsyncWiFiManger pokazuje **listing 3**.

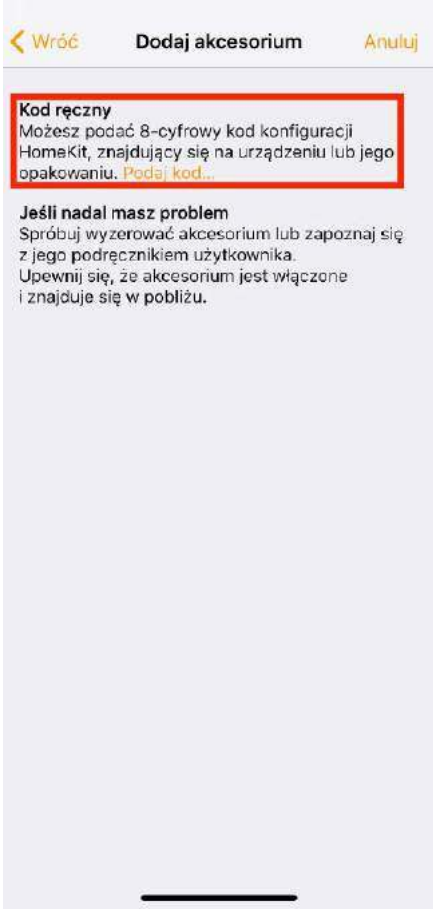
Do uruchomienia webserwera zdecydowałem się zastosować ESPAsyncWebServer. Serwer ten wyróżnia się tym, że jeśli gdzieś w środku kodu będziemy mieli wywołanie funkcji delay webserwer, cały czas będzie odpowiadał na wysyłane do niego zapytania. Należy tutaj wspomnieć, że wymieniona wyżej wersja biblioteki do konfiguracji połączenia Wi-Fi współpracuje z asynchroniczną wersją webserwera, dostępna jest również biblioteka, która nie współpracuje z tym serwerem.

```
Listing 8. Funkcja do sterowania oświetleniem poprzez użycie przycisków
void buttonsAction(AceButton * button, uint8_t eventType,
uint8_t /* buttonState */) {
switch (eventType) {
        case AceButton::kEventPressed:
                if (button->getId() == 0) {
                        if (state_light_first == _on) {
                                state_light_first = _off;
                                digitalWrite(_light_first, LOW);
                        } else if (state_light_first == _off) {
                                state_light_first = _on;
                                digitalWrite(_light_first, HIGH);
                        }
                        break;
                } else if (button->getId() == 1) {
                        if (state_light_second == _on) {
                                state_light_second = _off;
                                digitalWrite(_light_second, LOW);
                        } else if (state_light_second == _off) {
                                state_light_second = _on;
                                digitalWrite(_light_second, HIGH);
                        }
                }
        break;
        case AceButton::kEventReleased:
                if (button->getId() == 0) {
                if (state_light_first == _on) {
                                state_light_first = _off;
                                digitalWrite(_light_first, LOW);
                        } else if (state_light_first == _off) {
                                state_light_first = _on;
                                digitalWrite(_light_first, HIGH);
                        }
                } else if (button->getId() == 1) {
                        if (state_light_second == _on) {
                                state_light_second = _off;
                                digitalWrite(_light_second, LOW);
                        } else if (state_light_second == _off) {
                                state_light_second = _on;
                                digitalWrite(_light_second, HIGH);
                        }
                }
                }
        break;
}
```

Rysunek 9. Aplikacja Dom – dodawanie akcesorium

Rysunek 10. Aplikacja Dom – konfiguracja

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 11. Aplikacja Dom – wybór ręcznego wprowadzenia kodu

Rysunek 12. Aplikacja Dom – wygenerowany kod

```
Listing 9. Zawartość pliku config.json
„accessories": [
{
        „name": „First light",
        „accessory": „HTTP-LIGHTBULB",
        „onUrl": „http://192.168.0.7/on_light_first",
        „offUrl": „http://192.168.0.7/off_light_first",
        „statusUrl": „http://192.168.0.7/state_light_first"
},
{
        „name": „Second light",
        „accessory": „HTTP-LIGHTBULB",
        „onUrl": „http://192.168.0.7/on_light_second",
        „offUrl": „http://192.168.0.7/off_light_second",
        „statusUrl": „http://192.168.0.7/state_light_second"
}
]
```

Gdy już mamy utworzony serwer to należy dodać do niego metody, które będzie realizował jako odpowiedź na zapytanie. W funkcji void setup() umieszczamy kod z **listingu 4**. Na samym końcu wystarczy uruchomić serwer poleceniem: server.begin();

Konfiguracja pinów i początkowe ustawienie stanów pokazuje **listing 5**. Do obsługi przycisków zdecydowałem się użyć biblioteki AceButton, ponieważ zapewnia eliminację efektu *bouncingu*. Będziemy używać dwóch przycisków, więc należy stworzyć konfigurację (podać nazwę metody, która ma być wywołana, gdy przycisk zostanie naciśnięty, oraz po jakiej akcji metoda ma być wywołana). W funkcji void setup() umieszczamy kod z **listingu 6**. Następnie należy zainicjować przyciski. Pierwszy parametr to numer pinu, pod który podpięty jest przycisk, drugi to stan, którym jest aktywowany, a trzeci to numer id przycisku – **listing 7**. Na koniec w metodzie void loop() należy umieścić „sprawdzanie" przycisków.

Funkcja sterowania oświetleniem, przez użycie przycisków, wygląda jak na **listingu 8**.

Bardzo fajną rzeczą jest fakt, że sterownik działa z łącznikiem świecznikowym, dzięki czemu nie trzeba go wymieniać na taki, który jest używany w dzwonkach. Po wciśnięciu lub zwolnieniu przycisku sprawdzany jest numer id przycisku, który wywołał funkcję, potem sprawdzany jest stan danej żarówki, a następnie stan żarówki wraz ze stanem na pinie jest negowany, co gasi albo zapala światło. Oprogramowanie w sterowniku zostało przystosowane do współpracy z HomeKit, aczkolwiek bez problemu można stworzyć aplikację na dowolny system, która będzie się komunikowała ze sterownikiem dzięki temu, że zastosowano protokół HTTP.

Wszystkie linki do bibliotek użytych w tym projekcie są zamieszczone na końcu artykułu.

Opisane poniżej oprogramowanie dostępne jest również na moim githubie (link na końcu artykułu).

Czym jest HomeKit

Firma Apple udostępniła protokół HAP (HomeKit Accessory Protocol), aby móc podłączyć urządzenia firm trzecich do aplikacji Home. Można samemu stworzyć odpowiedni kod, który połączy nasze ESP z aplikacją, ale można wykorzystać tak zwany mostek, który zrobi to za nas. Mostek komunikuje się z naszymi urządzeniami na ESP8266 za pomocą protokołu HTTP oraz z urządzeniami firmy Apple za pomocą HAP. HAP jest od początku do końca szyfrowany. Dodatkowo urządzeniami dodanymi do aplikacji Home można sterować głosowo poprzez asystenta Siri.

Instalacja homeKita

Aby uruchomić Raspberry Pi, potrzebujemy karty micro sd dobrej klasy, gdyż to z niej będzie uruchamiany system, więc im wolniejsza karta, tym wolniej będzie się ładował system. Najnowszą wersję oprogramowania pobieramy ze strony Raspberry Pi. Dodatkowo potrzebujemy programu Etcher, aby nagrać system na kartę pamięci. Po wszystkim wkładamy kartę do minikomputerka, podpinamy klawiaturę i myszkę poprzez adapter USB OTG, podłączamy monitor i na końcu podpinamy zasilanie. Gdy Rasberry Pi już się nam uruchomi, zaczynamy instalować Homebridge.

Instrukcja instalacji dostępna jest również na stronie Homebridge.

Pierwszym krokiem jest otworzenie terminalu i aktualizacja pakietów oraz systemu.

Wpisujemy po kolei:

```
sudo apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Następnie zaczynamy instalować Homebridge:

```
sudo apt-get install curl
curl -sL https://deb.nodesource.com/setup_8.x | sudo -E bash -
sudo apt-get install -y nodejs
sudo apt-get install libavahi-compat-libdnssd-dev
sudo npm install -g --unsafe-perm homebridge
```

Aby Homebridge wystartował, zawsze wraz z uruchomieniem systemu powinniśmy uruchomić demona Homebridge poprzez terminal. Na samym początku musimy edytować plik homebridge który znajduje się w katalogu /etc/default/

```
sudo nano /etc/default/homebridge
```

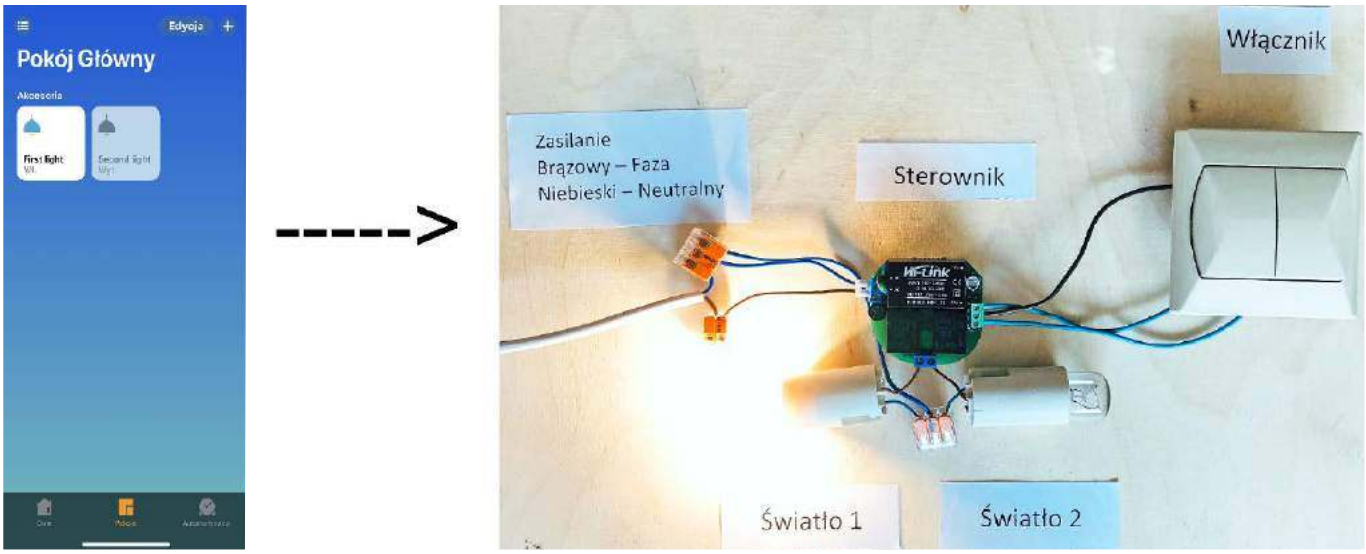
I wpisać

```
HOMEBRIDGE_OPTS=-U /var/homebridge
```

Linijka ta informuje demona homebridge gdzie znajdują się pliki konfiguracyjne.

Następnie musimy edytować plik homebridge.service który znajduje się w katalogu /etc/systemd/system/

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 13. Aplikacja Dom po skonfigurowaniu

```
sudo nano /etc/systemd/system/
homebridge.service
```

Wpisujemy poniższy tekst:

```
[Unit]
Description=Node.js HomeKit
Server
After=syslog.target network-
online.target

[Service]
Type=simple
User=homebridge
EnvironmentFile=/etc/default/
homebridge
ExecStart=/usr/local/bin/
homebridge $HOMEBRIDGE_OPTS
Restart=on-failure
RestartSec=10
KillMode=process

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

Następnym krokiem jest dodanie użytkownika, który będzie uruchamiał demona

```
sudo useradd --system homebridge
```

Gdy to już zrobiliśmy to musimy utworzyć katalog homebridge w katalogu /var i przekopiować do niego plik konfiguracyjny config.json, oraz katalog persist (na tym etapie urządzenia powinny być już dodane)

```
sudo mkdir /var/homebridge
sudo cp /root/.homebridge/config.
json /var/homebridge/
sudo cp -r /root/.homebridge/
persist /var/homebridge
```

Potem musimy zmienić zezwolenia dostępu do katalogu homebridge/

```
sudo chmod -R 0777 /var/homebridge
```

Przy edycji pliku config.json z katalogu *.homebridge* należy powtórzyć kopiowanie tego pliku i katalogu *persist*.

Gdy to wszystko już zrobiliśmy możemy uruchomić demona hombridge

```
sudo systemctl deamon-reload
sudo systemctl enable
homebridge sudo system start
homebridge
```

Teraz możemy sprawdzić status Homebridge aby odczytać wygenerowany kod służący do połączenia z mostkiem. W terminalu należy wpisać:

```
sudo system status homebridge
```

Jeśli kod jeszcze się nie wygenerował, to powtarzamy polecenie. Następnie otwieramy aplikację Dom i wybieramy „Dodaj akcesorium" (**rysunek 9**). W nowym oknie na dole wybieramy „Nie mam lub nie mogę zeskanować kodu" (**rysunek 10**), potem wybieramy „Podaj kod…" (**rysunek 11**) i wpisujemy wygenerowany przez Homebridge kod (**rysunek 12**). **Ważna uwaga:** urządzenie, na którym dodajemy mostek, jak i Raspberry Pi, powinny się znajdować w tej samej sieci. Po wpisaniu kodu nasz mostek zostanie dodany (może to chwilę potrwać, lecz nigdy nie trwa to dłużej niż 60 sekund).

Teraz, gdy mamy stworzony mostek, możemy zainstalować plugin do obsługi naszego sterownika. W tym celu wchodzimy na stronę ***https://www.npmjs.com***, na której są dostępne pakiety do Homebridge i w wyszukiwarce na stronie wpisujemy „homebridge-http-lightbulb". Autor pluginu przedstawił sposób instalacji oraz konfigurację. Zacznijmy od instalacji, wracamy do terminalu i wpisujemy:

```
sudo npm install -g
homebridge-http-lightbulb
```

Teraz zostanie pobrany i zainstalowany plugin, może to chwilę potrwać, czas instalacji zależy od kilku czynników (prędkości łącza, rodzaju Raspberry Pi czy prędkości karty micro sd). Teraz musimy dopisać konfigurację pluginu do pliku *config.json*. Wymieniony plik znajduje się w katalogu *~/.homebridge/*. Aby wejść do katalogu, wpisujemy w terminalu:

```
cd ~/.homebridge/
```

Następnie uruchamiamy plik w edytorze *nano:*

```
sudo nano config.json
```

Plugin pozwala również na sterowanie jasnością lub kolorami żarówki, nasz sterownik obsługuje włączenie/wyłączenie światła i dlatego skupimy się na konfiguracji tej funkcji. W tablicy *accessories* dodajemy nowe obiekty (**listing 9**). **Ważna uwaga:** 192.168.0.7 to adres IP modułu ESP, może to być inny adres. Aby zapobiec zmianie adresu IP, np. po restarcie routera, warto dodać rezerwację adresu ip dla naszego ESP. Gdy chcemy sterować jedną żarówką, dodajemy tylko jeden obiekt do tablicy. Na koniec zapisujemy plik (CTRL+O) i wychodzimy (CTRL+X).

Po tych czynnościach należy wykonać restart Homebridge poleceniem:

```
sudo systemctl restart homebridge
```

Po ponownym uruchomieniu do aplikacji Dom zostały dodane dwa nowe urządzenia (**rysunek 13**). Po kliknięciu na jedno z nich światło się zapali, a gdy klikniemy drugi raz, światło zgaśnie. Gdy przytrzymamy palcem akcesorium, to otworzy nam się nowy widok, w którym będzie zwykły suwak. Należy również wspomnieć, że aby sterować urządzeniami, gdy jest się poza siecią, w której znajduje się Raspberry Pi, trzeba mieć iPada, Apple TV lub głośnik Apple HomePod. Urządzenie to będzie pełniło funkcję centrum akcesoriów.

Michał Urban

Linki do bibliotek i programów:

1. ESPAsyncWiFiManager ***http://bit.ly/2Nhq6yF***
2. ESPAsyncWebServer ***http://bit.ly/33L1DHS***
3. AceButton ***http://bit.ly/2ZbHdo5***
4. HomeBridge ***http://bit.ly/2Z1BGFu***
5. Light bulb plugin homebridge ***http://bit.ly/2L15HeO***
6. Soft ***http://bit.ly/31R2Z1U***

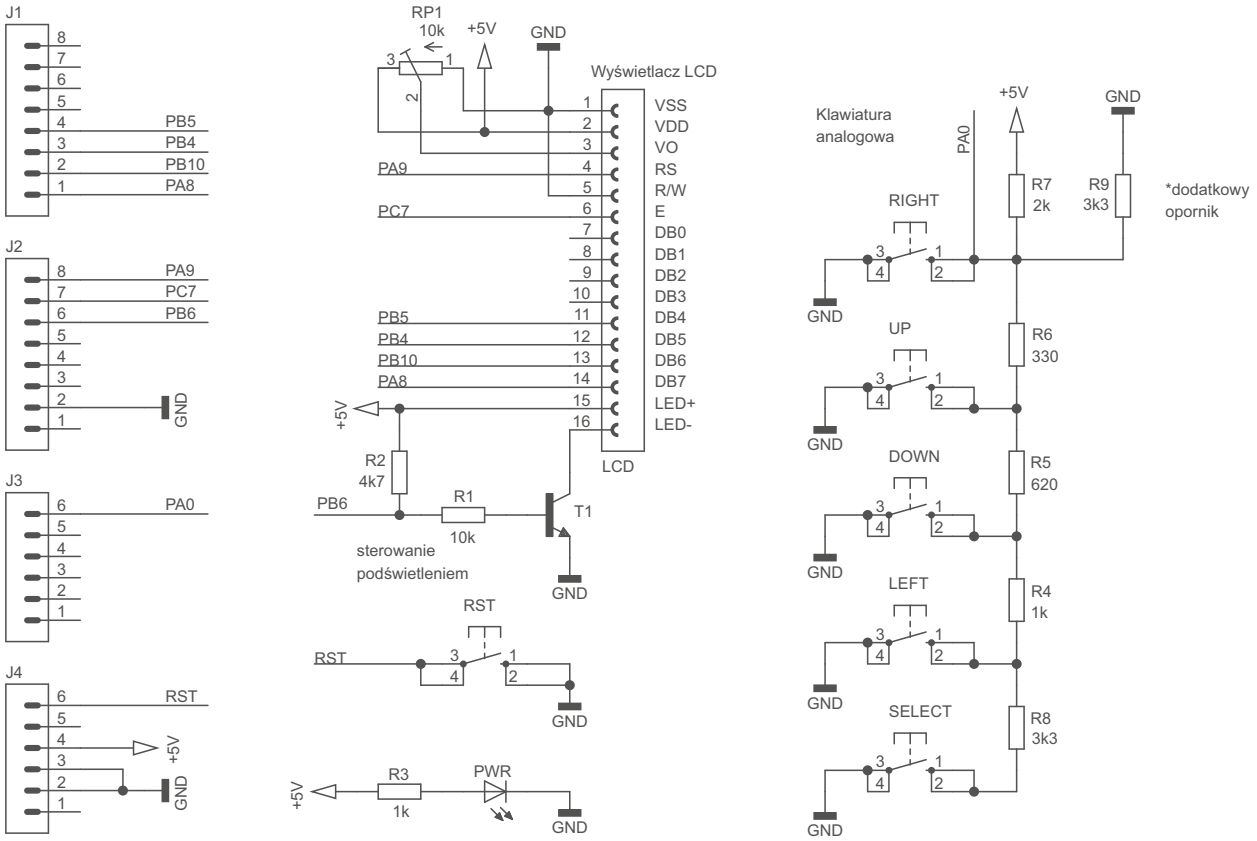
eprasa.pl 9565ffc9ee

STM32 Nucleo i Arduino LCD Keypad Shield

W artykule zaprezentowano użycie modułu Arduino LCD Keypad Shield celem powiększenia funkcjonalności płytek STM32 Nucleo. Opisano charakterystykę układu oraz prostą modyfikację dostosowującą moduł do współpracy z płytkami Nucleo. Zaprezentowano małą bibliotekę pozwalającą komunikować się między sterownikiem wyświetlacza LCD a kontrolerami STM32 z czterech rodzin: F0, F1, F4, F7.

Arduino LCD Keypad Shield – budowa

Keypad Shield jest nakładką pozwalającą w prosty sposób podłączyć wyświetlacz alfanumeryczny LCD do płytki typu Arduino. Nie są potrzebne żadne dodatkowe przewody ponieważ rozkład złączy shield-u dokładnie odpowiada położeniom złączy na typowej



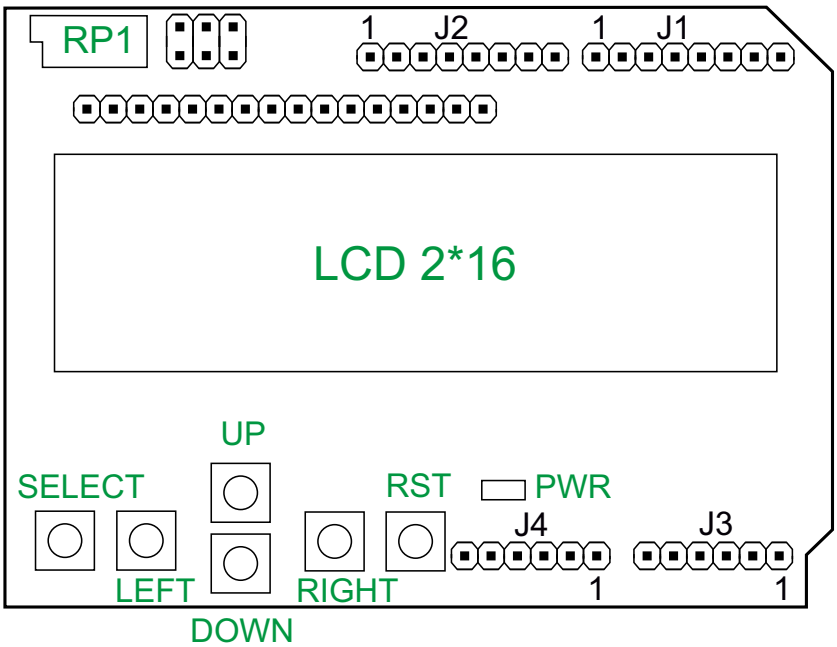
Rysunek 1. Schemat ideowy połączeń elektrycznych shield-u

eprasa.pl 9565ffc9ee

płytce Arduino Uno. Oprócz wyświetlacza LCD z dwiema liniami po 16 znaków, do dyspozycji użytkownika jest 5 przycisków klawiatury i dodatkowy przycisk Reset podłączony do linii zerującej kontroler na płytce Arduino. Na **rysunku 1** pokazany został schemat ideowy elektrycznych połączeń na płytce shield-u.

Do komunikacji ze sterownikiem wyświetlacza, kompatybilnym z układem HD44780, wykorzystywana jest 4 przewodowa magistrala danych i dodatkowe linie RS i E. Ponieważ linia R/W sterownika jest na stałe połączona z masą, możliwy jest tylko zapis do wyświetlacza. Użytkownik ma dostęp do sterowania tranzystorem T1 za pośrednictwem którego można włączyć lub wyłączyć podświetlenie. Precyzyjny trymer RP1 służy do regulacji kontrastu. Zarówno elektronika wyświetlacza LCD jak i diody LED podświetlenia, zasilane są napięciem +5 V.

Pięć klawiszy klawiatury podłączonych zostało pod ten sam, pojedynczy port kontrolera, który powinien pracować w trybie wejścia przetwornika ADC. Zależnie od tego który klawisz został naciśnięty, na wejście przetwornika podane zostaje napięcie o innym poziomie. Przy pomocy prostej procedury porównań w programie kontrolera można określić, który klawisz został naciśnięty. Żeby detekcja przebiegła prawidłowo nie należy w tym samym czasie naciskać więcej niż jednego klawisza. Na **rysunku 2** zaznaczono lokalizację na płytce shield-u najważniejszych elementów, w tym złącz i przycisków klawiatury.



Rysunek 2. Rozłożenie na płytce shield-u najważniejszych elementów

Podłączanie LCD Keypad Shield-u do płytki Nucleo

Płytka Nucleo wyposażona jest w złącza o rozstawie odpowiadającym gniazdom standardu Arduino Uno. Od strony mechanicznej pozwala to na bezproblemowe podłączenie płytki shield-u. Pozostaje jedynie sprawdzić czy sygnały wyprowadzone na złącza obydwu płytek są kompatybilne. Dla przeprowadzenia porównania wszystkie sygnały używane przez płytkę shield-u zgromadzone zostały w **tabeli 1** razem z odpowiadającymi im wyprowadzeniami w złączach na płytce Nucleo.

Z porównania wynika, że wszystkie linie danych i sterowania wyświetlacza LCD są podłączone do portów kontrolera na płytce Nucleo, które można odpowiednio skonfigurować. Co prawda nominalnymi poziomami logicznymi dla kontrolerów STM32 są napięcia 0 V i 3,3 V a wyświetlacz LCD zasilany jest napięciem o wartości 5 V. Jednak porty STM32 tolerują poziom sygnałów wejściowych o napięciu 5 V a linie wejściowe wyświetlacza nie powinny mieć problemu z akceptacją sygnałów o poziomie logicznym wysokim przy napięciu 3,3 V. Wyjątek stanowi płytka Nucleo-F103RB, której linia PB5 nie jest kompatybilna z poziomami 0 V/5 V. Zgodność panuje także w przypadku linii sygnału RESET, sterowania podświetleniem oraz linii doprowadzających zasilanie do płytki shield-u.

Problem stanowi jedynie linia do której podłączone są klawisze shield-u. Linia ta poprzez opornik R7 podciągnięta jest do napięcia +5 V. Odpowiadający jej na płytce Nucleo port PA0 podłączany jest do wejścia przetwornika ADC, mogącego przeprowadzić konwersję napięcia w zakresie od 0...3,3 V. W takiej sytuacji prawidłowa detekcja naciśnięcia niektórych klawiszy była by niemożliwa. Można jednak temu łatwo zaradzić wlutowując na płytkę shield-u dodatkowy opornik 3,3 kΩ oznaczony na schemacie z rysunku 1 symbolem R9. Element ten razem z opornikiem R7 stanowi dzielnik, obniżający maksymalny poziom napięcia podawany na port Nucleo PA0 do około 3 V. Jako dodatkowy opornik można wykorzystać element do montażu powierzchniowego np. w obudowie SMD0805. Miejsce wlutowania na płytce shield-u dodatkowego opornika R9 pokazane zostało na **fotografii 3**. Najłatwiej zrobić to na dolnej stronie płytki pomiędzy stykami przycisku klawisza RIGHT.

Biblioteki wyświetlacza LCD

Do obsługi wyświetlacza można przygotować własne procedury lub skorzystać z gotowych bibliotek dla sterownika HD44780. Zależnie od podejścia można przystosować do swoich potrzeb biblioteki arduino ***http://bit.ly/2KCYAZH*** lub chociażby wykorzystać biblioteki Tilena Majerle dla kontrolerów STM32 z rodzin F4 i F7 ***http://bit.ly/2YWqaKA***. W dalszej części artykułu opisana zostanie prosta biblioteka procedur wyświetlacza LCD dla kontrolerów STM32 z rodzin F0, F1, F4, F7.

Tabela 1. Zestawienie wyprowadzeń płytki shield-u z odpowiadającymi im wyprowadzeniami płytki Nucleo

Złącze shield-u	Funkcja	Oznaczenie Arduino	Port STM32 Nucleo
J1-1	DB7 linia danych LCD	D7	PA8
J1-2	DB6 linia danych LCD	D6	PB10
J1-3	DB5 linia danych LCD	D5	PB4
J1-4	DB4 linia danych LCD	D4	PB5
J2-6	Sterowanie podświetleniem LCD	D10	PB6
J2-7	E sygnał zapisu do LCD	D9	PC7
J2-8	RS zapis dane lub rozkazy LCD	D8	PA9
J3-6	Wejście przetwornika ADC do obsługi klawiatury	A0	PA0
J4-6	RST sygnał zerowania kontrolera	RESET	RESET
J4-4	+5 V zasilanie	+5 V	+5 V
J4-2,3 J2-2	Masa	GND	GND

eprasa.pl 9565ffc9ee

Listing 1. Zawartość pliku stm32fxxx_hal.h

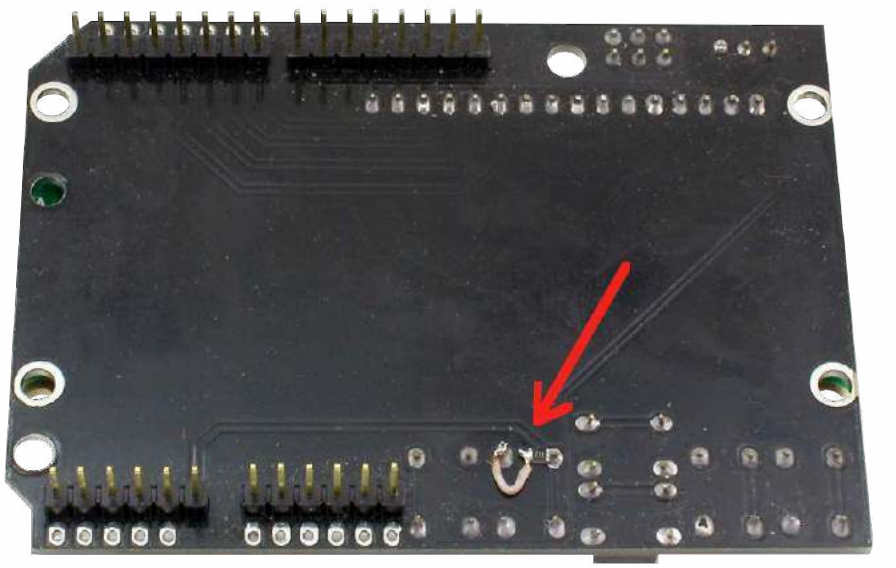
```
/* STM32F0xx */
#if defined(STM32F0xx) || defined(STM32F0XX)
#ifndef STM32F0xx
#define STM32F0xx
#endif
#ifndef STM32F0XX
#define STM32F0XX
#endif
#include „stm32f0xx.h”
#include „stm32f0xx_hal.h”
#endif

/* STM32F1xx */
#if defined(STM32F1xx) || defined(STM32F1XX)
#ifndef STM32F1xx
#define STM32F1xx
#endif
#ifndef STM32F1XX
#define STM32F1XX
#endif
#include „stm32f1xx.h”
#include „stm32f1xx_hal.h”
#endif

/* STM32F4xx */
#if defined(STM32F4xx) || defined(STM32F4XX)
#ifndef STM32F4xx
#define STM32F4xx
#endif
#ifndef STM32F4XX
#define STM32F4XX
#endif
#include „stm32f4xx.h”
#include „stm32f4xx_hal.h”
#endif

/* STM32F7xx */
#if defined(STM32F7xx) || defined(STM32F7XX)
#ifndef STM32F7xx
#define STM32F7xx
#endif
#ifndef STM32F7XX
#define STM32F7XX
#endif
#include „stm32f7xx.h”
#include „stm32f7xx_hal.h”
#endif
```

Biblioteka ars_stm32_hd44780 dla wyświetlacza LCD Keypad Shield. Procedury biblioteki, które zostaną dalej opisane, są przeznaczone do współpracy ze sterownikiem HD44780 wyświetlacza LCD zamontowanym na płytce shield-u. Do komunikacji użyta zostanie 4 liniowa magistrala danych i sygnały sterujące RS i E. Biblioteka pozwala użytkownikowi wybrać dowolne linie portów kontrolera spośród dostępnych PA, PB, PC. Możliwa jest praca z wyświetlaczami o różnej ilości wyświetlanych znaków w linii i z wyświetlaczami o ilości linii od 1 do 4. Można wyświetlać znaki od żądanej pozycji na wyświetlaczu, czyścić cały wyświetlacz, programować wygląd własnych 8 znaków specjalnych.

Biblioteka wymaga dołączenia do projektu następujących plików nagłówkowych:

stm32fxxx_hal.h
defines.h
tm_stm32_delay.h

- Plik stm32fxxx_hal.h zależnie od wybranej rodziny STM32 dla której pisane jest oprogramowanie, włącza do projektu właściwe biblioteki HAL. Na cały plik składa się szereg instrukcji preprocesora (**listing 1**).
- W pliku defines.h określane są najważniejsze parametry projektu, takie jak: rodzina kontrolerów STM32 dla której pisane jest oprogramowanie, wybór przez użytkownika portów do sterowania wyświetlaczem, deklaracja ilości znaków wyświetlanych w linii wyświetlacza (**listing 2**).
- Plik tm_stm32_delay.h jest nagłówkiem procedur użytych do generacji opóźnień i stanowi fragment większej biblioteki Tilena Majerle. Bibliotekę spakowaną w formacie zip należy pobrać z ***http://bit.ly/2ZTirdl***, rozpakować a następnie przekopiować do swojego projektu pliki tm_stm32_delay.h i tm_stm32_delay.c. Można też zrezygnować z tej biblioteki zastępując ją dowolną inną pozwalającą generować pauzy o czasie trwania w mikrosekundach, z procedurą wywoływaną jako Delay (czas w mikrosekundach).



Fotografia 3. Miejsce wlutowania na płytce shield-u dodatkowego opornika R9

Listing 2. Zawartość pliku defines.h

```
//definicja rodziny kontrolerow
#define STM32F0xx
//-------------------------------------
//definicje pinow
/* RS - Register select pin */
#define LCD_RS_Pin              GPIO_PIN_9
#define LCD_RS_GPIO_Port             GPIOA
/* E - Enable pin */
#define LCD_E_Pin               GPIO_PIN_7
#define LCD_E_GPIO_Port              GPIOC
/* D4 - Data 4 pin */
#define LCD_DB4_Pin             GPIO_PIN_5
#define LCD_DB4_GPIO_Port            GPIOB
/* D5 - Data 5 pin */
#define LCD_DB5_Pin             GPIO_PIN_4
#define LCD_DB5_GPIO_Port            GPIOB
/* D6 - Data 6 pin */
#define LCD_DB6_Pin            GPIO_PIN_10
#define LCD_DB6_GPIO_Port            GPIOB
/* D7 - Data 7 pin */
#define LCD_DB7_Pin             GPIO_PIN_8
#define LCD_DB7_GPIO_Port            GPIOA
//rozmiar linii wyswietlacza w znakach
#define ROZMIAR_LINII_LCD               16
```

Procedury biblioteki ars_stm32_hd44780. Jako pierwszą należy wywołać procedurę inicjacji. Jej zadaniem jest konfiguracja portów sterujących wyświetlaczem zadeklarowanych w pliku defines.h, inicjacja procedur

Listing 3. Ogólna procedura inicjacji biblioteki

```
uint8_t akt_pozycja_kursora;

//procedura inicjacji wyświetlacza LCD
void LCD_Inicjacja(void){
        //interfejs 4 bitowy,2 linie, fonty 5x7,clear disp
        const unsigned char disp_ini[]={0x28,0x0f,0x06,0x02,0x01};

        //inicjacja portów
        LCD_Pin_Ini();
        TM_DELAY_Init();//ini pauzy

        //inicjalizacja wyświetlacza na wypadek braku prawidłowego resetu po włączeniu zasilania
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_RESET);          //linia E=0
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_RS_GPIO_Port,LCD_RS_Pin, GPIO_PIN_RESET);        //linia RS=0
        HAL_Delay(30);                                                          //pauza 30ms
        LCD_zapis_na_magistrale_danych(0x20);                                   //interface 4 bits long
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_SET);             //linia E=1
        Delay(10);                                                              //pauza 10us
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_RESET);           //linia E=0
        HAL_Delay(5);
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_SET);             //linia E=1
        Delay(10);
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_RESET);           //linia E=0
        Delay(200);
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_SET);             //linia E=1
        Delay(10);
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_RESET);           //linia E=0
        Delay(40);

        for (uint8_t x=0;x<4;x++){
            Disp_comand_wr(disp_ini[x]);
            HAL_Delay(2);
        }
        akt_pozycja_kursora =POCZATEK_1_LINII;
}
```


eprasa.pl 9565ffc9ee

generacji pauzy i programowe zerowanie wyświetlacza (**listing 3**). Inicjacja portów obsługujących linie wyświetlacza przebiega standardowo (**listing 4**). Po wywołaniu procedury LCD_Inicjacja(), wyświetlacz powinien być wyczyszczony a kursor zajmować pozycję na początku 1 linii zadeklarowaną przez etykietę POCZATEK_1_LINII.

Do wysłania bajtu danych na magistralę D7...D4 służy procedura LCD_zapis_na_magistrale_danych() (**listing 5**). Ponieważ magistrala jest 4 bitowa, procedura dzieli transmisję bajtu na dwie 4 bitowe sekwencje. Ustawiane są bity linii danych i linia E – sygnał zapisu. Parametrem procedury jest wysyłany bajt.

Wysyłanie komend sterujących wyświetlaczem wykonywane jest przy pomocy procedury Disp_comand_wr(), zawierającej poniższy kod:

```
void Disp_comand_wr(unsigned char command){
        //we: kod rozkazu do wysłania
        //linia RS=0
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_RS_GPIO_Port,LCD_RS_Pin, GPIO_PIN_RESET);
        LCD_zapis_na_magistrale_danych(command);
}
```

Disp_UstawKursor() jest procedurą ustawiającą kursor na wybranej pozycji wyświetlacza (**listing 6**) od której rozpocznie się wyświetlanie tekstu. Parametrami procedury jest numer linii i pozycja w linii na którą ma zostać przesunięty kursor. Obie pozycje są liczone od 1. Zadeklarowanymi w pliku nagłówkowym biblioteki kodami początku kolejnych linii są stałe: POCZ_1_LINII_KOD 0x80, POCZ_2_LINII_KOD 0xc0, POCZ_3_LINII_KOD 0x90, POCZ_4_LINII_KOD 0xd0. ROZMIAR_LINII_LCD powinien być zadeklarowany w pliku defines.h i odpowiadać ilości znaków w linii wyświetlacza LCD.

Procedura Disp_Wyswietl_znak() wyświetla znak na aktualnej pozycji kursora po czym kursor jest automatycznie przesuwany na kolejną pozycję z prawej. Parametrem procedury jest kod ASCII znaku do wyświetlenia lub wartość 0...7 dla znaków zaprojektowanych przez użytkownika. Kod procedury wygląda następująco:

```
void Disp_Wyswietl_znak(unsigned char litera){
        /*we: litera -jeden znak do wyswietlenia*/
        //linia RS=1
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_RS_GPIO_Port,LCD_RS_Pin, GPIO_PIN_SET);
        LCD_zapis_na_magistrale_danych(litera);
        Delay(40);
}
```

Procedura Disp_Wyswietl_txt() wyświetla tekst zaczynając od aktualnej pozycji kursora na wyświetlaczu (**listing 7**). Parametrem procedury jest wskaźnik do buforu zawierającego tekst. Tekst powinien być zakończony kodem nowej linii '\n' (0x0A) po napotkaniu którego procedura kończy wypisywanie tekstu na wyświetlaczu. Jeżeli długość wyświetlanego tekstu jest większa niż zadeklarowana długość linii wyświetlacza, kolejne znaki tekstu przenoszone są do następnej linii. Jeżeli po wyświetleniu tekstu chcemy się pozbyć kursora z wyświetlacza, należy po procedurze Disp_Wyswietl_txt() wywołać procedurę Disp_UstawKursor() z podaną pozycją kursora większą niż zadeklarowana ilość znaków w linii.

Listing 4. Inicjacja portów obsługujących linie wyświetlacza

```
void LCD_Pin_Ini(void){
        GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStruct;
        /* GPIO Ports Clock Enable */
        __HAL_RCC_GPIOC_CLK_ENABLE();
        __HAL_RCC_GPIOA_CLK_ENABLE();
        __HAL_RCC_GPIOB_CLK_ENABLE();

        HAL_GPIO_WritePin(LCD_RS_GPIO_Port, LCD_RS_Pin, GPIO_PIN_RESET);
        GPIO_InitStruct.Pin = LCD_RS_Pin;
        GPIO_InitStruct.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
        GPIO_InitStruct.Pull = GPIO_PULLUP;
        GPIO_InitStruct.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_MEDIUM;
        HAL_GPIO_Init(LCD_RS_GPIO_Port, &GPIO_InitStruct);

        //w tym miejscu inicjacja pozostałych portów obsługujących linie E, DB7-4
}
```

Listing 5. Wysyłanie danych na 4 bitową magistralę

```
void LCD_zapis_na_magistrale_danych(unsigned char dana){
        GPIO_TypeDef * LCD_port_tab[]
        ={LCD_DB4_GPIO_Port,LCD_DB5_GPIO_Port,LCD_DB6_GPIO_Port,LCD_DB7_GPIO_Port};
        uint16_t LCD_pin_tab[] ={LCD_DB4_Pin,LCD_DB5_Pin,LCD_DB6_Pin,LCD_DB7_Pin};
        unsigned char maska=1;
        unsigned char h_nibel,l_nibel,dana_nibel;

        l_nibel =(dana & 0x0f);        /*młodszy półbajt*/
        h_nibel =(dana &0xf0);         /*starszy półbajt*/
        h_nibel =h_nibel>>4;

        dana_nibel =h_nibel;
        maska=1;
        for (uint8_t x=0;x<4;x++){
                if ((dana_nibel & maska) ==0)
                        HAL_GPIO_WritePin(LCD_port_tab[x],LCD_pin_tab[x], GPIO_PIN_RESET);
                else
                        HAL_GPIO_WritePin(LCD_port_tab[x],LCD_pin_tab[x], GPIO_PIN_SET);
                maska =maska <<1;
        }
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_SET);   //linia E=1
        Delay(10);                     //pauza 10us
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_RESET); //linia E=0
        Delay(10);

        dana_nibel =l_nibel;
        maska=1;
        for (uint8_t x=0;x<4;x++){
                if ((dana_nibel & maska) ==0)
                        HAL_GPIO_WritePin(LCD_port_tab[x],LCD_pin_tab[x], GPIO_PIN_RESET);
                else
                        HAL_GPIO_WritePin(LCD_port_tab[x],LCD_pin_tab[x], GPIO_PIN_SET);
                maska =maska <<1;
        }
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_SET);   //linia E=1
        Delay(10);                     //pauza 10us
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_E_GPIO_Port,LCD_E_Pin, GPIO_PIN_RESET); //linia E=0
}
```

Listing 6. Procedura ustawiania kursora na wybranej pozycji wyświetlacza

```
void Disp_UstawKursor(uint8_t num_linii, uint8_t num_pozycji){
        //koordynaty 1,1 lewa górna pozycja
        unsigned char poz_pocz;
        extern uint8_t akt_pozycja_kursora;

        //przesyłane koordynaty liczone od 1, pozycja kursora podawana od 0
        if (num_linii>0) num_linii--;
        if (num_linii>3) return; //obsługiwany max. 4 liniowy wyświetlacz rozkaz pomijany
        if (num_pozycji>0) num_pozycji--;

        if (num_linii ==0) poz_pocz =POCZ_1_LINII_KOD;
        else if (num_linii ==1) poz_pocz =POCZ_2_LINII_KOD;
        else if (num_linii ==2) poz_pocz =POCZ_3_LINII_KOD;
        else poz_pocz =POCZ_4_LINII_KOD;

        poz_pocz =poz_pocz +num_pozycji;
        Disp_comand_wr(poz_pocz);
        Delay(40);

        akt_pozycja_kursora =(num_linii*ROZMIAR_LINII_LCD)+num_pozycji;
}
```


eprasa.pl 9565ffc9ee

Procedura Disp_ProjektNowegoZnaku() służy do zaprojektowania nowego znaku użytkownika o matrycy 5×8 pikseli (**listing 8**). Parametrami procedury jest kod nowego znaku (0...7) oraz wskaźnik do bufora 8 bajtów stanowiących matrycę znaku. Stała SETGRAMADDR_KOD ma wartość 0x40.

Listing 7. Wyświetlanie tekstu

```
void Disp_Wyswietl_txt(char *p_code_txt){
        //we: wskaźnik do wyświetlanego tekstu
        unsigned char znak;

        while (1 !=2){
                znak =*p_code_txt;
                if (znak =='\n') return;/*wyświetlono cały tekst*/

                Disp_Wyswietl_znak(znak);
                p_code_txt++;
                akt_pozycja_kursora++;
                switch (akt_pozycja_kursora){
                        case POCZATEK_2_LINII:{
                                Delay(40);
                                Disp_comand_wr(POCZ_2_LINII_KOD);//przejście na początek 2 linii
                                Delay(40);
                        } break;
                        case POCZATEK_3_LINII:{
                                Delay(40);
                                Disp_comand_wr(POCZ_3_LINII_KOD);//przejście na początek 3 linii
                                Delay(40);
                        } break;
                        case POCZATEK_4_LINII:{
                                Delay(40);
                                Disp_comand_wr(POCZ_4_LINII_KOD);//przejście na początek 4 linii
                                Delay(40);
                        } break;
                }
        }
}
```

Listing 8. Programowanie własnego znaku użytkownika

```
void Disp_ProjektNowegoZnaku(uint8_t location, uint8_t *data) {
        uint8_t i;
        /*dostępnych jest 8 adresów 0-7 nowych znaków*/
        location &= 0x07;
        Disp_comand_wr(SETCGRAMADDR_KOD | (location << 3));
        Delay(40);
        HAL_GPIO_WritePin(LCD_RS_GPIO_Port,LCD_RS_Pin, GPIO_PIN_SET);          //linia RS=1

        for (i = 0; i < 8; i++) {
                LCD_zapis_na_magistrale_danych(data[i]);
                Delay(40);
        }
}
```

Listing 9. Uruchomienie konwersji z podaniem adresu zmiennej dla wyniku

```
extern ADC_HandleTypeDef hadc;
/* Variable used to get converted value */
__IO uint16_t uhADCxConvertedValue;

//procedura inicjacji ADC start
uint8_t ADC_Ini(void)
{
        if(HAL_ADC_Start_DMA(&hadc, (uint32_t*)&uhADCxConvertedValue, 1) != HAL_OK){
                /* Start Conversation Error */
                return 1;
        }
        return 0;
}
```

Obsługa klawiatury shield-u

Detekcja naciśnięć klawiszy shield-u sprowadza się do odczytu wyniku konwersji przetwornika ADC, którego wejście połączone jest z portem PA0 (patrz rysunek 1). Odczytaną wartość należy porównać z ustalonymi przedziałami określającymi akceptowaną minimalną i maksymalną wartość odpowiadającą naciśnięciu każdego z klawiszy. Najwygodniej zaprogramować przetwornik ADC do pracy w trybie ciągłej konwersji z zapisem wyniku we wskazanej zmiennej, wykorzystując do tego mechanizm DMA. Wartość konwersji będzie automatycznie odświeżana bez angażowania procedur programu. Ustawienia przetwornika do pracy w trybie z DMA, najłatwiej przeprowadzić korzystając z narzędzia konfiguracji STM32CubeMX. Na dwóch przykładach pokażę jak wygenerować szkielet kodu zawierający ustawienia przetwornika ADC dla płytek Nucleo z kontrolerami z rodzin F0 i F4.

Przykład użycia STM32CubeMX dla wygenerowania szkieletu kodu dla Nucleo-F091RC.

1. Wybieramy generację nowego projektu dla płytki Nucleo-F091RC z zachowaniem ustawień standardowych.
2. Na zakładce Pinout & Configuration wybieramy ustawienie portu PA0 w trybie GPIO_Analog.
3. Przechodzimy do Pinout & Configuration → Categories → ADC → Parameter Settings i ustawiamy w ADC_Settings:
   Clock Prescaler: Synchronous clock mode divider by 4
   Resolution: ADC 12-bit resolution
   Scan Conversion Mode: Forward
   Continuous Conversion Mode: Enabled
   DMA Continuous Request: Enabled
   ADC_Regular_Conversion_Mode:
   Sampling_Time: 239.5 Cycles
   External Trigger Conversion Source: Regular Conversion launched by software
4. Przechodzimy do Pinout & Configuration → Categories → ADC → DMA Settings i ustawiamy:
   Add: DMA1 Channel 1
   Mode: Circular
   Increment Address: Memory
   Data Width: Half Word, Half World

Przykład użycia STM32CubeMX dla wygenerowania szkieletu kodu dla Nucleo-F446RE

1. Wybieramy generację nowego projektu dla płytki Nucleo-F446RE z zachowaniem ustawień standardowych.
2. Na zakładce Pinout & Configuration wybieramy ustawienie portu PA0 w trybie GPIO_Analog, ADC_IN0.
3. Przechodzimy do Pinout & Configuration → Categories → ADC1 → Parameter Settings i ustawiamy w ADC_Settings:
   Clock Prescaler: PCLK2 divided by 8
   Resolution: 12-bits (15 ADC Clock cykles)
   Data Alignment: Right
   Scan Conversion Mode: Enabled
   Continuous Conversion Mode: Enabled
   DMA Continuous Request: Enabled
   ADC_Regular_ConversionMode:
   Number Of Conversion: 1
   External Trigger Conversion Source: Regular Conversion launched by software
   Rank 1
   Channel: Channel 0
   Sampling Time: 480 Cycles
4. Przechodzimy do Pinout & Configuration → Categories → ADC → DMA Settings:
   Add: DMA2 Stream 0
   Mode: Circular
   Increment Address: Memory
   Data Width: Half Word, Half World

Po podaniu ścieżek dostępu i środowiska projektowego, można wygenerować szkielet kodu, który będzie zawierał procedurę inicjacji przetwornika ADC w trybie DMA. Żeby mieć dostęp do automatycznie odświeżanego

eprasa.pl 9565ffc9ee

wyniku konwersji przetwornika, trzeba programowo uruchomić konwersję podając adres zmiennej w której wynik ma być automatycznie umieszczany – listing 9. Zmienna typu ADC_HandleTypeDef to uchwyt do zainicjowanego przetwornika ADC w trybie DMA, w zmiennej uhADCxConvertedValue będą zapisywane przez mechanizm DMA wyniki kolejnych konwersji.

Teraz trzeba w programie użytkownika stworzyć procedurę, która określi czy w ogóle jakiś klawisz jest naciskany a jeśli tak, wskaże który to klawisz. Przykładowa procedura może wyglądać tak jak na **listingu 10**. Procedura pobiera ze zmiennej uhADCxConvertedValue wartość ostatniej konwersji przetwornika i porównuje ją ze stałymi określającymi wartości minimalne i maksymalne przedziałów detekcji dla naciśnięcia każdego klawisza. Jeżeli wartość konwersji mieści się w przedziale zwracana jest stała określająca naciśnięty klawisz. Jeżeli wciąż naciskany jest ten sam klawisz zwracana jest wartość Kl_BezZmian, jeżeli żaden klawisz nie jest naciskany procedura zwraca wartość Kl_Off. Dodatkowo procedura uwzględnia czasy niepewności odczytu gdy mogą drgać styki przycisków klawiatury.

Listing 10. Detekcja naciśniętego klawisza

```
uint8_t stan_klaw, stan_klaw_bak=Kl_Off, pauza_na_wydrganie=0;
static uint32_t get_tick_bak=0;

//odczyt aktualnie naciśniętego klawisza
Typ_Klaw Klaw_Stan(void){
        Typ_Klaw typ_klaw=Kl_BezZmian;

        if (pauza_na_wydrganie ==1){
                uint32_t get_tick_tmp =HAL_GetTick();
                if ((get_tick_tmp-get_tick_bak)<100) return typ_klaw;
                //trwa pauza na wydrganie styków
                pauza_na_wydrganie =0;
        }

        uint16_t adc_odczyt =uhADCxConvertedValue;
        //zamiana odczytanej wartości ADC na typ klawisza
        if (adc_odczyt<KL_RIGHT_ADC_MAX) stan_klaw=Kl_Right;
        else if (adc_odczyt<KL_UP_ADC_MAX) stan_klaw=Kl_Up;
        else if (adc_odczyt<KL_DOWN_ADC_MAX) stan_klaw=Kl_Down;
        else if (adc_odczyt<KL_LEFT_ADC_MAX) stan_klaw=Kl_Left;
        else if (adc_odczyt<KL_SEL_ADC_MAX) stan_klaw=Kl_Sel;
        else stan_klaw=Kl_Off;

        //test zmiany stanu klawiatury
        if (stan_klaw_bak !=Kl_Off){
                //oczekiwanie na zwolnienie klawisza
                if (stan_klaw !=Kl_Off){
                        typ_klaw=Kl_BezZmian;
                } else {
                        //zwolnienie poprzednio naciskanego klawisza
                        stan_klaw_bak =Kl_Off;
                        typ_klaw =Kl_Off;
                        //pauza na wydrganie styków
                        pauza_na_wydrganie =1;
                        get_tick_bak =HAL_GetTick();
                }
        } else {
                if (stan_klaw ==Kl_Off){
                        //zaden klawisz nie nacisniety
                        typ_klaw=Kl_BezZmian;
                } else {
                        //nacisniety klawisz
                        stan_klaw_bak =stan_klaw;
                        typ_klaw =stan_klaw;
                        //pauza na wydrganie styków
                        pauza_na_wydrganie =1;
                        get_tick_bak =HAL_GetTick();
                }
        }

        return typ_klaw;
}
```

Kalibracja klawiatury

Ponieważ klawiatura shield-u działa na zasadzie analogowej, jej funkcjonowanie zależy od tolerancji użytych oporników R4…R9 oraz rzeczywistego poziomu napięcia 5 V. Dodatkowo na skutek nieuniknionych fluktuacji podczas procesu konwersji, wynik nawet przy naciskaniu tego samego klawisza może się nieznacznie różnić. Dlatego należy określić przedziały wartości minimalnych i maksymalnych konwersji dla każdego klawisza oraz sytuacji, gdy żaden nie jest naciskany.

Do kalibracji klawiatury albo określenia przedziałów detekcji poszczególnych klawiszy można posłużyć się woltomierzem i wszystko samodzielnie wyliczyć. Woltomierz podłączamy między masę (rysunek 1) np. J4-2 a punkt podłączenia do klawiatury wejścia przetwornika czyli J3-6. Następnie mierzymy napięcie bez naciśniętego żadnego klawisza a potem naciskając kolejno: SELECT, LEFT, DOWN, UP, RIGHT. Otrzymane wyniki w miliwoltach należy przeliczyć na odpowiadające im wyniki konwersji przetwornika ADC z rozdzielczością 12 bitów czyli w zakresie od 0 do 4095, korzystając ze wzoru:

wynik=(pomiar (mV)·4095)/3300 (mV)

gdzie 3300 jest poziomem odniesienia przetwornika.

Następnie obliczamy granicę detekcji pomiędzy sąsiednimi klawiszami. I tak granicę detekcji pomiędzy klawiszami RIGHT i UP wyliczamy jako:

KL_RIGHT_ADC_MAX=((wynik UP – wynik RIGHT)/2)+wynik RIGHT

pomiędzy UP i DOWN:

KL_UP_ADC_MAX=((wynik DOWN – wynik UP)/2)+wynik UP

pomiędzy DOWN i LEFT:

KL_DOWN_ADC_MAX=((wynik LEFT – wynik DOWN)/2)+wynik DOWN

pomiędzy LEFT i SELECT:

KL_LEFT_ADC_MAX=((wynik SELECT – wynik LEFT)/2)+wynik LEFT

pomiędzy SELECT i brakiem naciśnięcia klawisza:

KL_SELECT_ADC_MAX=((wynik brak naciśnięcia–wynik SELECT)/2) +wynik SELECT

Tak obliczone stałe wartości przedziałów zapisujemy w pliku defines.h.

```
//definicje klawiatury analogowej
//określenie wartości przedziałów konwersji
//ADC odpowiadających naciśnięciu klawisza
#define KL_RIGHT_ADC_MAX      334
#define KL_UP_ADC_MAX        1078
#define KL_DOWN_ADC_MAX      1818
#define KL_LEFT_ADC_MAX      2524
#define KL_SEL_ADC_MAX       3288
```

Całą procedurę można oczywiście zautomatyzować, tworząc prosty program do wyliczania wartości stałych. Pliki projektu takiego programu dla środowiska SW4STM32 o nazwie kalibracja_lcdkeypad_nuc_f091 znajdują się w materiałach dodatkowych do artykułu.

Wszystko razem

Używając modułu Arduino LCD Keypad Shield z płytkami STM32 Nucleo należy najpierw utworzyć szkielet kodu przy pomocy narzędzia jakim jest STM32CubeMX. Jeżeli będziemy używać klawiatury, programujemy przetwornik ADC w trybie DMA i nieprzerwanej konwersji. Dodajemy do projektu pliki biblioteki, plik nagłówkowy stm32fxxx_hal.h, tworzymy i odpowiednio modyfikujemy plik defines.h, dodajemy pliki biblioteczne Tilena Majerle dla generacji mikro sekundowych pauz. Przed pierwszym użyciem wyświetlacza inicjujemy go wywołując procedurę LCD_Inicjacja(). Na samym początku programu możemy też zdefiniować własne znaki. Jeżeli chcemy wyczyścić cały wyświetlacz wpisujemy komendę Disp_comand_wr(0x01).

Pliki przykładowego programu dla płytki Nucleo-F091 i środowiska SW4STM32 o nazwie przyklad1_lcdkeypad_nuc_f091 znajdują się w materiałach dodatkowych do artykułu. Jest on przeznaczony dla kontrolerów z rodziny F0, ale korzystając z informacji w artykule można łatwo przekształcić tę część programu dla kontrolera z innej rodziny STM32.

Ryszard Szymaniak

eprasa.pl 9565ffc9ee

Opóźniacz dołączenia głośników zasilany 230 V

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5717

Podstawowe parametry:
- czas opóźnienia załączenia ok. 1…3 s
- maksymalna moc wyjściowa wzmacniacza 2×500 W,
- zasilanie 230 VAC.

Wykaz elementów:
R1…R4, R7: 22 kΩ
R5: 330 Ω
R6: 1 kΩ
R8: 68 Ω
C1: 470 μF/63 V
C2: 1 μF/100 V
C3: 220 μF/63 V
D1…D5: 1N4007
D6, D7: 1N4148
T1, T2: BC547
T2…T4, T6: 2N5551
F1: 100 mA
PK1, PK8: HF3FF, G5LE lub podobny 24 V
TS1: TSZZ 2/015MP lub podobny 24 V
X1: ARK2/5.0
X2, X3: ARK2/7.5

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [C] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [B] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [A] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

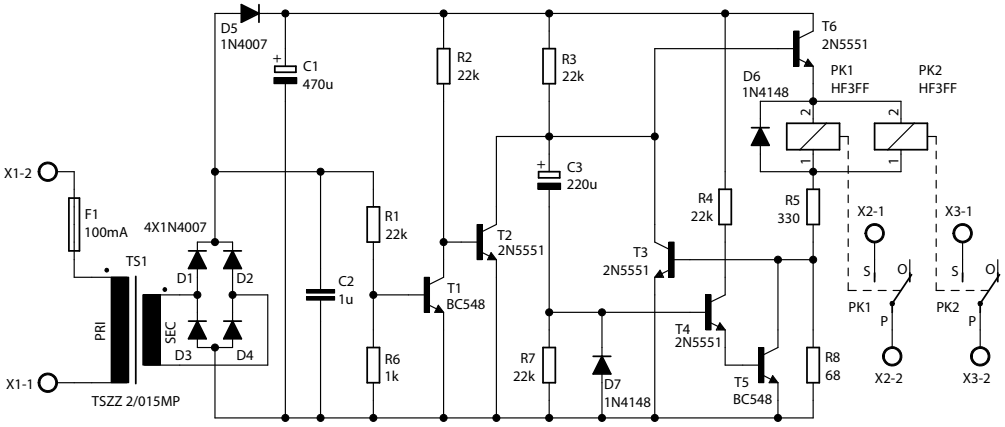
Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!
http://sklep.avt.pl. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

Prezentowane urządzenie jest nieskomplikowanym, pożytecznym układem przeznaczonym do wzmacniaczy mocy audio. Zapobiega nieprzyjemnym dla ucha stukom w głośnikach. Przyczyną ich powstawania są stany nieustalone, związane przede wszystkim z ładowaniem pojemności w torze sygnałowym. Skutecznym sposobem likwidacji takich odgłosów jest zastosowanie układu z przekaźnikiem dołączającym głośniki do wyjścia wzmacniacza z kilkusekundowym opóźnieniem i odłączającym jak najszybciej po odłączeniu napięcia sieci. Opisany układ może zostać wbudowany do praktycznie dowolnego wzmacniacza zasilanego z 230 V AC. Zastosowane przekaźniki mają styki o obciążalności nominalnej 10 A każdy, co umożliwia użycie we wzmacniaczach o mocy nawet 2×500 W.

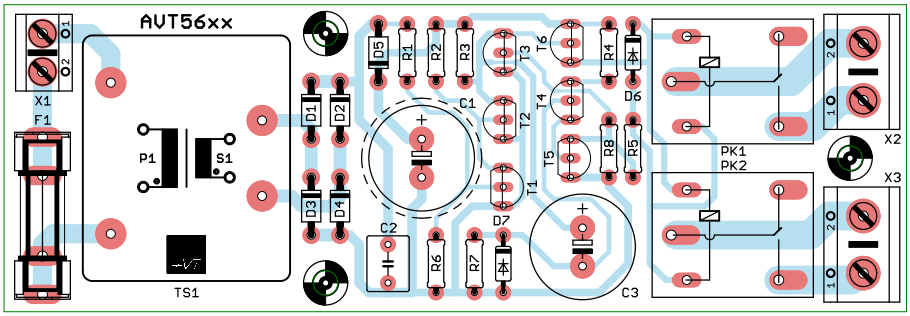
Budowa i działanie

Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 1**. Układ wykorzystuje napięcie zmienne 24 V wprost z transformatora sieciowego TS1. Napięcie z uzwojenia wtórnego jest wstępnie prostowane za pomocą mostka zbudowanego z diod D1…D4. Kondensator filtrujący C2 ma bardzo małą pojemność i obciążony jest dzielnikiem rezystorowym R1, R6. Przez to na C2 występują znaczne tętnienia, a co ważne, napięcie na nim szybko spada po odłączeniu napięcia sieci. Właściwość ta wykorzystywana jest do szybkiego odłączania głośników, gdy tylko wyłączone zostanie napięcie sieciowe. Głównym kondensatorem filtrującym jest kondensator C1, dołączony przez diodę D5.

Po włączeniu napięcia sieci szybko ładują się kondensatory C1 i C2. Tranzystor T1 zostaje otwarty i zwiera do masy bazę tranzystora T2. Umożliwia to ładowanie kondensatora C3. C3 jest ładowany przez R3. Rezystancja R7 nie ma wpływu na ładowanie, ponieważ dołączone równolegle dwa złącza baza–emiter T4 i T5 utrzymują na R7 podczas ładowania napięcie około 1,2 V. Tranzystory T4 i T5 podczas ładowania C3 są otwarte. Otwarty tranzystor T5 zwiera do masy bazę T3. Napięcie na kolektorze T5 jest praktycznie równe potencjałowi masy. Rosnące napięcie na kondensatorze C3 i bazie T6 powoduje też wzrost napięcia na emiterze T6, a napięcie występujące na emiterze T6 dzieli się: większa część występuje na cewkach przekaźników, mniejsza na rezystorze R5. Po kilku sekundach od włączenia zasilania napięcie na przekaźnikach wzrośnie na tyle, że zewrą one swoje styki i dołączą głośniki do wyjścia wzmacniacza. Napięcie na C3 rośnie nadal, a co ważne, w miarę ładowania maleje prąd płynący przez R3. Maleje też prąd płynący w obwodzie bazy T4 i T5. Gdy kondensator



Rysunek 1. Schemat układu



Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

eprasa.pl 9565ffc9ee

C3 jest już prawie całkowicie naładowany, prąd ładowania jest tak mały, że prąd bazy T4 maleje do zera, co powoduje zatkanie T4 i T5. Wcześniej tranzystor T5 zwierał do masy bazę T3, a przez cewki przekaźników płynął prąd o wartości zbliżonej do jego prądu nominalnego. Po zatkaniu T5 uaktywnia się obwód oszczędzania prądu. Wykorzystuje się tu fakt, że w przekaźniku prąd podtrzymywania jest kilka razy mniejszy od prądu nominalnego. Dlatego po zadziałaniu przekaźników można śmiało obniżyć prąd i napięcie na przekaźnikach. Realizuje to T3 i R8, które wraz z T6 tworzą typowy układ źródła prądowego. Spadek napięcia na R8 powoduje częściowe otwarcie T3, a tym samym takie obniżenie napięcia na C3 i na przekaźnikach, żeby utrzymać na R8 napięcie około 0,7 V.

Montaż i uruchomienie

Układ należy zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 2**. Ułatwieniem podczas montażu będzie fotografia tytułowa. Całość została zmontowana na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 41×120 mm. Montaż układu rozpoczynamy od wlutowania w płytkę rezystorów i innych elementów o niewielkich rozmiarach, a kończymy, montując kondensatory elektrolityczne, przekaźnik, złącza śrubowe i transformator. Po zmontowaniu układu trzeba bardzo starannie skontrolować, czy elementy nie zostały wlutowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca oraz czy podczas lutowania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych. Do złącza X1 należy dołączyć napięcie sieci 230 V. Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował, jedynie czas zwłoki przy pierwszym włączeniu może być dłuższy od oczekiwanego, jeśli kondensator C3 będzie rozformowany. W docelowym miejscu pracy gniazda wyjść kolumnowych/głośnikowych wzmacniacza należy dołączyć poprzez złącza X2 i X3.

Mavin

Moduł superkondensatora z balanserem

Przedstawiony moduł superkondensatora z balanserem umożliwia rozpoczęcie eksperymentów z tymi ciekawymi elementami we własnych układach podtrzymania zasilania. W zależności od doboru kondensatorów możliwe jest uzyskanie pojemności od 150 do 400 F przy napięciu pracy 5,0...5,4 V. Dla uzyskania wyższego napięcia pracy, moduły można łączyć w szereg, a dla zwiększenia prądu rozładowania równolegle.

Ładowanie pojedynczych superkondensatorów EDLC nie stanowi najmniejszego problemu, dostępne są gotowe rozwiązania ładowarek scalonych z zabezpieczeniami. Nieco gorzej jest w przypadku ładowania pakietów, składających się z kilku szeregowo połączonych kondensatorów. Ze względu na tolerancję pojemności, nie zawsze napięcie na kondensatorach składowych rozkłada się równomiernie. Jest to zjawisko szczególnie niebezpieczne, ponieważ nawet niewielkie przekroczenie napięcia znamionowego wynoszącego najczęściej 2,5...3 VDC, kończy się trwałym uszkodzeniem, a nawet eksplozją kondensatora. Można oczywiście pozostać przy łączeniu równoległym kondensatorów, ale wtedy wykonanie układu współpracującej przetwornicy jest bardzo trudne. Aby wykorzystać w największym stopniu zgromadzony w kondensatorach ładunek musi ona pracować poprawnie do napięcia min. 1 V. Szeregowe połączenie kondensatorów podnosi minimalne napięcie, co poszerza zakres współpracujących układów, ale generuje problem balansowania napięcia superkondensatorów.

Budowa i działanie

Schemat modułu zawierającego baterię superkondensatorów zintegrowaną z balanserem pokazuje **rysunek 1**. Moduł składa

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5714

Podstawowe parametry:
- całkowita pojemność: 150…400 F,
- napięcie: 5,0…5,4 V,
- możliwość łączenia szeregowego modułów dla uzyskania wyższego napięcia,
- możliwość łączenia równoległego modułów dla zwiększenia prądu rozładowania.

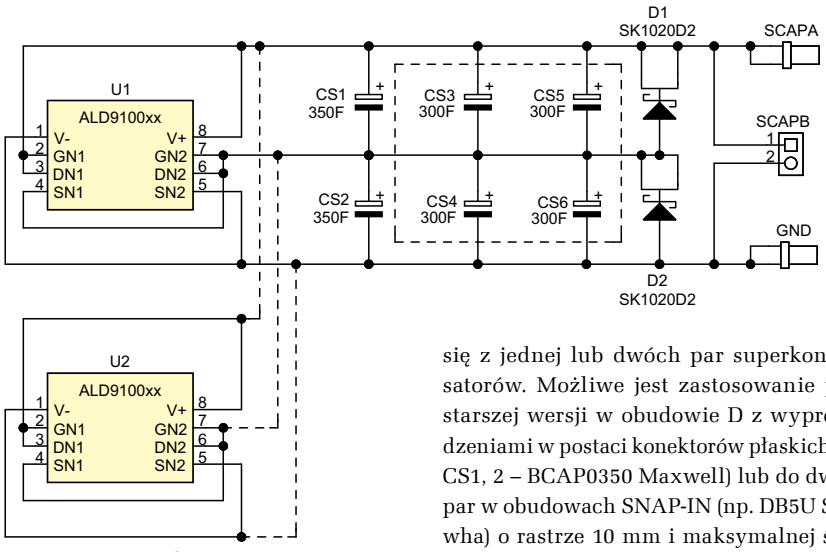
Wykaz elementów:
CS1, CS2: 350 F BCAP0350
CS3…CS6: 300 F CESNAPD35P10
D1, D2: SK1020D2 D2PAK
SCAPA, GND: Złacze 6,3 mm FS1536
SCAPB: CONN DG58CB02
U1, U2: ALD9100xxSAL

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [**B**] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [**B**] zawiera elementy elektroniczne (w tym [**UK**] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [**C**] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [**B**] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [**A**] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

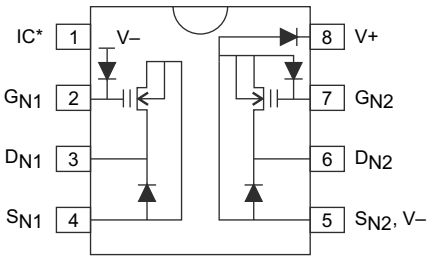
Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [**A+**] – płytka drukowana [**A**] + zaprogramowany układ [**UK**] i dokumentacja
- wersja [**UK**] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!
http://sklep.avt.pl. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

eprasa.pl 9565ffc9ee



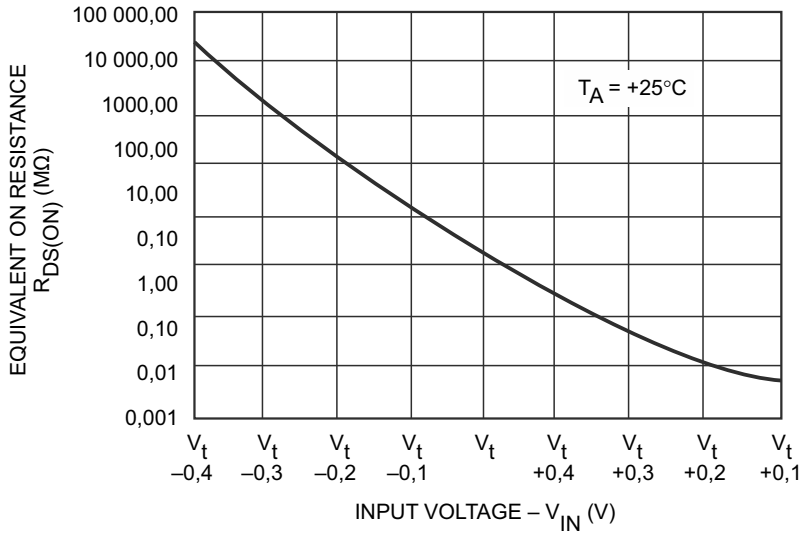
Rysunek 1. Schemat ideowy układu



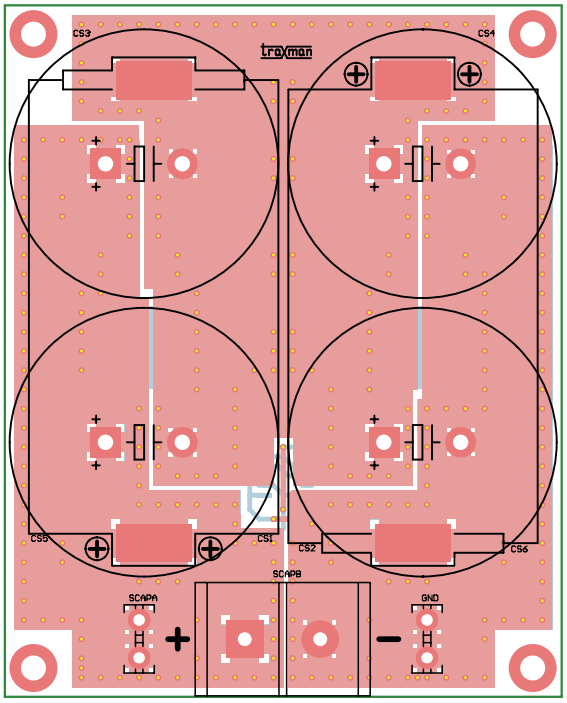
Rysunek 2. Budowa układu ALD9100xx

się z jednej lub dwóch par superkondensatorów. Możliwe jest zastosowanie pary starszej wersji w obudowie D z wyprowadzeniami w postaci konektorów płaskich (np. CS1, 2 – BCAP0350 Maxwell) lub do dwóch par w obudowach SNAP-IN (np. DB5U Samwha) o rastrze 10 mm i maksymalnej średnicy 35 mm CS3, 4 i CS5, 6. Diody D1,D2 zabezpieczają układ przed przepływem prądu wstecznego podczas gwałtownego rozładowania. Dwa komplety zacisków wyjściowych, śrubowe SCAPB i konektorowe SCAPA/GND ułatwiają podłączenie modułu i upraszczają realizację połączeń pomiędzy modułami.

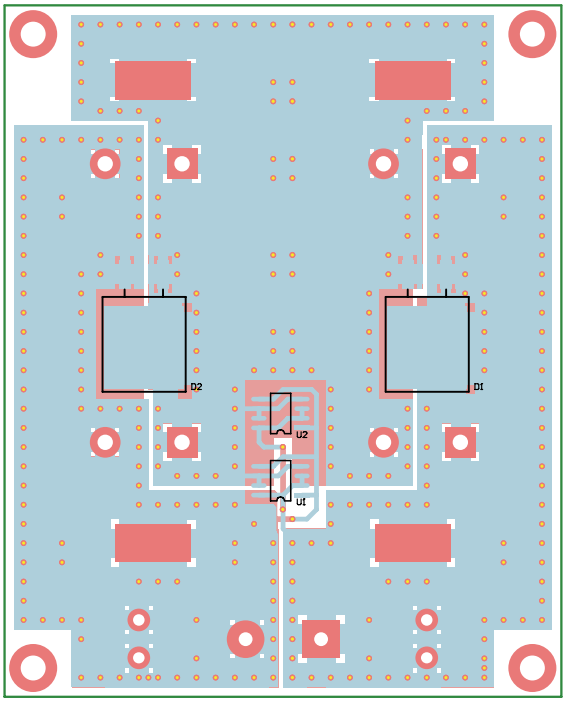
Za balansowanie napięcia odpowiada specjalizowany układ U1 z rodziny ALD9100xx firmy Advanced Linear Devices, którego budowę wewnętrzną przedstawia **rysunek 2**. ALD9100xx analogicznie jak każdy balanser pasywny, bocznikuje kondensator gdy napięcie na nim przekracza wartość bezpieczną, przejmując na „siebie" część prądu ładowania i wytracając go w postaci ciepła. Układy ALD mają jednak odmienną budowę od balanserów używających komparatorów i rezystorów bocznikujących. ALD9100xx używa tranzystora MOSFET pracującego w roli rezystora (nieliniowego) o zmiennej rezystancji zależnej od przyłożonego napięcia. Zależność jest wykładnicza, charakterystykę pokazuje **rysunek 3.** Jest to dużą zaletą, ponieważ w porównaniu z klasycznymi balanserami w otoczeniu punktu pracy (napięcia balansowania) prąd obciążający zmienia się znacznie gwałtowniej



Rysunek 3. Charakterystyka Ron=f(Uwe) ALD9100xx



Rysunek 4. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów, strona TOP



Rysunek 5. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów, strona BOTTOM

eprasa.pl 9565ffc9ee

Tabela 1. Podtypy układów ALD9100xx

Symbol układu	Napięcie progowe [V]	VIN[V] RDS(ON) [MΩ]	Prad balansowania [μA]										
			0,0001	0,001	0,01	0,1	1	10	100	300	1000	3000	10000
ALD910028	2,80	VIN	2.40	2.50	2.60	2.70	**2.80**	2.90	3.02	3.10	3.24	3.30	3.80
		RDS(ON)	24000	2500	260	27	**2.8**	0.29	0.030	0.01	0.003	0.001	0.0004
ALD910027	2,70	VIN	2.30	2.40	2.50	2.60	**2.70**	2.80	2.92	3.00	3.14	3.20	3.70
		RDS(ON)	23000	2400	250	26	**2.7**	0.28	0.029	0.01	0.003	0.001	0.0004
ALD910026	2,60	VIN	2.20	2.30	2.40	2.50	**2.60**	2.70	2.82	2.90	3.04	3.10	3.60
		RDS(ON)	22000	2300	240	25	**2.6**	0.27	0.028	0.01	0.003	0.001	0.0004
ALD910025	2,50	VIN	2.10	2.20	2.30	2.40	**2.50**	2.60	2.72	2.80	2.94	3.00	3.50
		RDS(ON)	21000	2200	230	24	**2.5**	0.26	0.027	0.01	0.003	0.001	0.0004
ALD910024	2,40	VIN	2.00	2.10	2.20	2.30	**2.40**	2.50	2.62	2.70	2.84	2.90	3.40
		RDS(ON)	20000	2100	220	23	**2.4**	0.25	0.026	0.009	0.003	0.001	0.0003
ALD910023	2,30	VIN	1.90	2.00	2.10	2.20	**2.30**	2.40	2.52	2.60	2.74	2.80	3.30
		RDS(ON)	19000	2000	210	22	**2.3**	0.24	0.025	0.009	0.003	0.001	0.0003
ALD910022	2,20	VIN	1.80	1.90	2.00	2.10	**2.20**	2.30	2.42	2.50	2.64	2.70	3.20
		RDS(ON)	18000	1900	200	21	**2.2**	0.23	0.024	0.008	0.003	0.001	0.0003
ALD910021	2,10	VIN	1.70	1.80	1.90	2.00	**2.10**	2.20	2.32	2.40	2.54	2.60	3.10
		RDS(ON)	17000	1800	190	20	**2.1**	0.22	0.023	0.008	0.003	0.001	0.0003
ALD910020	2,00	VIN	1.60	1.70	1.80	1.90	**2.00**	2.10	2.22	2.30	2.44	2.50	3.00
		RDS(ON)	16000	1700	180	19	**2.0**	0.21	0.022	0.008	0.002	0.001	0.0003
ALD910019	1,90	VIN	1.50	1.60	1.70	1.80	**1.90**	2.00	2.12	2.20	2.34	2.40	2.90
		RDS(ON)	15000	1600	170	18	**1.9**	0.20	0.021	0.007	0.002	0.001	0.0003
ALD910018	1,80	VIN	1.40	1.50	1.60	1.70	**1.80**	1.90	2.02	2.10	2.24	2.30	2.80
		RDS(ON)	14000	1500	160	17	**1.8**	0.19	0.020	0.007	0.002	0.001	0.0003
ALD910017	1,70	VIN	1.30	1.40	1.50	1.60	**1.70**	1.80	1.92	2.00	2.14	2.20	2.70
		RDS(ON)	13000	1400	150	16	**1.7**	0.18	0.019	0.007	0.002	0.001	0.0003
ALD910016	1,60	VIN	1.20	1.30	1.40	1.50	**1.60**	1.70	1.82	1.90	2.04	2.10	2.60
		RDS(ON)	12000	1300	140	15	**1.6**	0.17	0.018	0.007	0.002	0.001	0.0003

niż na zwykłym rezystorze. Poniżej progu balansowania, daje nam to wzrost efektywności procesu, gdyż kondensator nie jest obciążany bocznikiem ładując się szybciej, zaś powyżej progu obciążenie rośnie wykładniczo, szybciej doprowadzając ładunki kondensatorów do równowagi. W obu przypadkach przekłada się to na redukcję traconej w balanserze mocy i szybkość regulacji.

Dobór odpowiedniego układu

W zależności od napięcia progowego, które producent definiuje jako napięcie przy którym przez układ płynie prąd 1 μA (przy 25°C), dostępne jest jedenaście podtypów zawierających się w zakresie progu 1,7...2,92 V i 3,52 V. Układy można łączyć równolegle dla zwiększenia prądu balansowania. Jedna struktura zawiera dwa układy dla obsługi dwóch połączonych szeregowo kondensatorów. W przypadku baterii szeregowej o większej liczbie kondensatorów, wystarczy zastosować kolejne układy balansujące parę szeregową. Produkowana jest też seria ALD8100xx, zawierająca w swej strukturze cztery tranzystory, zastępująca parę ALD9100xx, obie serie są wymienne i można je dowolnie łączyć np. przy baterii sześciu kondensatorów, zachowując jednakowe napięcie progowe układów. W modelu domyślnie montowany jest tylko układ U1, gdy wymagany jest większy prąd balansowania np dla starszych kondensatorów z większym prądem upływu, można na płytce obsadzić układ U2 pracujący równolegle. Dostępne układy wraz z progami napięciowymi zawiera **tabela 1**.

Dobór odpowiedniego podtypu układu jest zależny od:

- maksymalnego prądu upływu kondensatora, dobieramy układ o prądzie balansowania równym prądowi upływu przy napięciu znamionowym kondensatora, jeżeli prąd upływu jest większy, łączymy równolegle odpowiednia ilość układów ALD9100xx,
- sprawdzamy czy przy prądzie znamionowym ALD9100xx, zakres napięcia balansowania mieści się w parametrach dopuszczalnych kondensatora, jeżeli nie to wybieramy układ o niższym napięciu zadziałania,
- sprawdzamy margines bezpieczeństwa związany z tolerancjami kondensatorów, układów, wpływu temperatury.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowany jest na niewielkiej dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów pokazują **rysunki 4 i 5**. Montaż nie wymaga opisu. W zależności od zastosowanych kondensatorów i wymaganej pojemności montujemy pary CS1, 2 lub CS3, 4 ewentualnie CS5, 6. Dobór układu U1 wykonujemy wg **tabeli 1**, w zależności od prądu upływu montujemy opcjonalnie U2. Podczas uruchomienia obowiązkowo należy sprawdzić rozkład napięć na połączonych szeregowo kondensatorach, zasilając moduł z zewnętrznego zasilacza z pomiarem prądu i doprowadzając napięcie znamionowe.

UWAGA: pracując z baterią superkondensatorów należy zachować szczególną ostrożność, gdyż zgromadzony w niej ładunek, w przypadku zwarcia, może spowodować dotkliwe poparzenia i pożar.

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

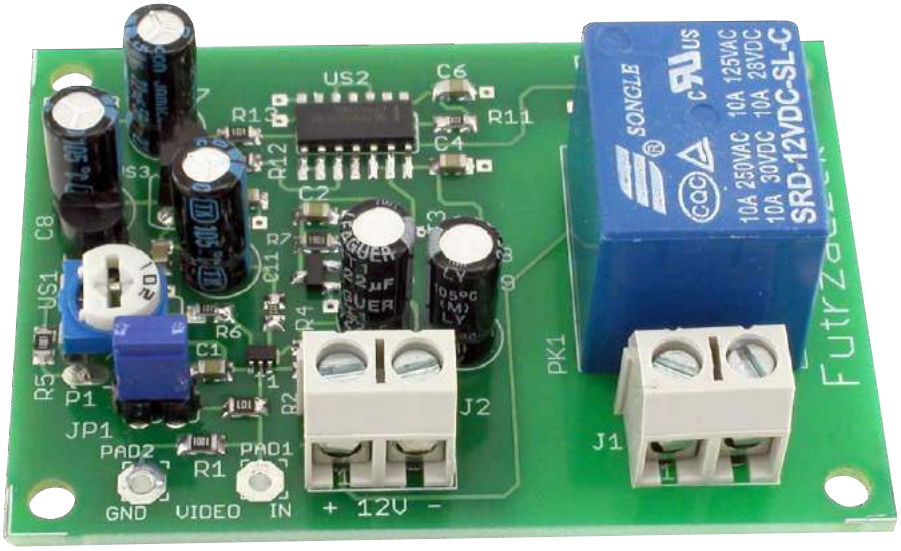
REKLAMA

O elektronice dyskutuj na https://forum.ep.com.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Automatyczny włącznik monitora

Trend polegający na oszczędzaniu energii elektrycznej nie słabnie. Zadaniem tego układu jest wyłączanie monitora w sytuacji, kiedy zespolony sygnał wizji (CVBS) nie niesie żadnej informacji. Zamiast utrzymywać ekran w stanie zaczernienia, można po prostu odłączyć jego zasilanie. Układ automatycznie załączy monitor, kiedy pojawi się treść obrazu.



Zespolony sygnał wizji (CVBS – Composite Video Baseband Signal, znany też jako Composite video) charakteryzuje się ściśle określonymi parametrami napięciowo-czasowymi. W przypadku, kiedy źródło tegoż sygnału nie nadaje treści (zawartość ekranu jest czarna), przebieg napięciowy w obustronnie dopasowanym przewodzie sygnałowym wygląda jak na oscylogramie zarejestrowanym na **rysunku 1**. Poziom czerni ma wartość ok. 0,3 V, a cyklicznie powtarzające się w nim impulsy o polaryzacji ujemnej umożliwiają utrzymanie synchronizacji. Krótkotrwałe zafalowanie, które pojawiają się po nich, służą do wygaszania linii powrotnych. Treść obrazu powoduje rozjaśnienie ekranu w wybranych miejscach, co przejawia się chwilowym zwiększeniem wartości napięcia. Przykładowy przebieg widnieje na **rysunku 2**. Można z niego również odczytać, że wartość maksymalna nie przekracza 1 V. Układ musi zatem reagować na pojawianie się chwilowych impulsów przekraczających pewien próg.

W sygnale pojawiają się również naturalnie występujące przerwy (**rysunek 3**), które układ musi zignorować. Dlatego konieczne jest wprowadzenie pewnej zwłoki w wyłączeniu przekaźnika, aby nie reagował on natychmiast.

Budowa i działanie

Schemat ideowy układu automatycznego wyłącznika monitora znajduje się na **rysunku 4**. Analizowany sygnał jest podawany na pola lutownicze PAD1 i PAD2, do których można przylutować gniazdo typu RCA na krótkich przewodach. Można je wtedy zamontować w obudowie lub wyprowadzić na zewnątrz. Rezystor R1 zapewnia polaryzację bazy tranzystora pary różnicowej, a jego wartość jest znacząco większa od impedancji charakterystycznej przewodu sygnałowego, która wynosi 75 Ω. Jeżeli zaszłaby potrzeba dopasowania impedancji tego wejścia, można to uczynić poprzez nałożenie zworki na zaciski zwory JP1 – równoległe złożenie rezystancji R1, R2 i rezystancji wejściowej tranzystora T1A da wypadkową rezystancję zbliżoną do wymaganej.

Układ różnicowy, który pełni tutaj rolę szybkiego komparatora napięć, został wykonany na dwóch tranzystorach znajdujących się na wspólnym podłożu krzemowym. Producent deklaruje, że kluczowe ich parametry, czyli wzmocnienie prądowe oraz napięcie baza-emiter zostały dobrane z dokładnością, odpowiednio, 2% i 2 mV. W stanie spoczynku, przy całkowitym braku sygnału, potencjał bazy tranzystora T1A wynosi ok. 0 V, a bazy tranzystora T1B ok. 0,3 V. To oznacza, że potencjał ich emiterów ma wartość ok. –0,4 V, czyli przez rezystor R4 płynie prąd o natężeniu ok. 2 mA. Lewy tranzystor jest zatkany, a prawy otwarty. Impulsy sygnału, które będą przekraczać potencjał bazy T1B, będą otwierały T1A, a wtedy przez jego kolektor popłynie prąd.

Obwód polaryzacji bazy prawego tranzystora został wykonany w oparciu o scalone źródło napięcia referencyjnego typu LM385Z-1.2. Potencjometr P1 umożliwia ustawienie napięcia o wartości od 0 V do ok. 0,6 V, ponieważ całkowite napięcie odkładające się na układzie US1 jest dzielone po połowie między R5 a ślizgacz P1. Kondensator C1 zmniejsza tętnienia potencjału bazy wywołane zatykaniem i otwieraniem tego tranzystora.

Obciążeniem kolektora tranzystora T1A jest złącze baza-emiter tranzystora T2. W momentach, kiedy T1A nie przewodzi, T2 jest utrzymywany w stanie zatkania przez rezystor R3. Otwarcie T1A powoduje „wyciąganie” z bazy T2 prądu o natężeniu nieprzekraczającym ok. 2 mA, co może prowadzić do nasycania tego drugiego, ale na pewno nie do jego uszkodzenia. Jest również zagwarantowane, że T1A nie ulegnie nasyceniu, gdyż potencjał jego kolektora zmaleje zaledwie o ok. 0,7 V. Jeżeli ulegałby nasyceniu, jego baza stanowiłaby bardzo duże obciążenie dla linii, co zniekształcałoby sygnał przekazywany do monitora. Tranzystor T2 może ulegać nasycaniu, co jest wręcz pożądane z punktu widzenia przedłużenia czasu trwania przenoszonych impulsów,

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5716

Podstawowe parametry:
- załączanie przekaźnika po wykryciu niepustej treści sygnału CVBS,
- regulacja progu załączenia potencjometrem,
- wyjście: styki NO przekaźnika,
- zasilanie stałym napięciem 12 V, pobór prądu ok. 15 mA (45 mA po załączeniu).

Wykaz elementów:
R1, R5: 1 kΩ SMD0805
R2, R8, R12, R13: 100 Ω SMD0805
R3, R4, R6, R11: 2,2 kΩ SMD0805
R7, R9, R10: 100 kΩ SMD0805
P1: 1 kΩ montażowy leżący
C1, C2, C4, C6, C9, C10: 100 nF SMD0805
C3, C5, C7, C8, C11: 22 μF/25 V THT
D1…D3: 1N4148 MiniMELF
T1: DMMT3904W
T2: BC856
T3, T4: BSS123
US1: LM385Z-1.2 TO92
US2: CD4093 SO14
US3: 79L05 TO92
J1, J2: ARK2 5 mm
JP1: goldpin 2 pin męski 2,54 mm THT + zworka
PK1: JQC3FF/12 V lub podobny (np. RM50)
Gniazdo RCA żeńskie (opis w tekście)

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [**B**] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [**B**] zawiera elementy elektroniczne (w tym [**UK**] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [**C**] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [**B**] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [**A**] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [**A+**] – płytka drukowana [**A**] + zaprogramowany układ [**UK**] i dokumentacja
- wersja [**UK**] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz!
http://sklep.avt.pl. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

eprasa.pl 9565ffc9ee

ponieważ wychodzenie tranzystora bipolarnego ze stanu nasycenia jest procesem relatywnie długotrwałym. Aby dodatkowo uwydatnić ten efekt, do jego rezystora kolektorowego R7 został równolegle dołączony kondensator C2. Powstały w ten obwód RC cechuje się stałą czasową równą 10 ms. Ładowanie C2 zachodzi po otwarciu T2, a jego rozładowanie poprzez R7.

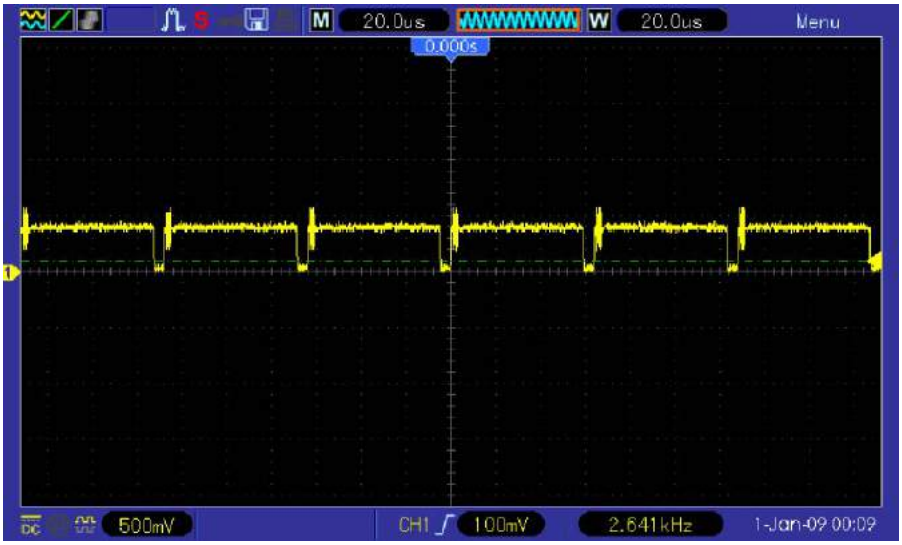
Uzyskane w ten sposób napięcie jest zdolne do otwarcia tranzystora T3, jeżeli jego wartość przekracza ok. 2 V. Wydłużenie czasu trwania impulsów wykrywanych przez układ jest konieczne, aby układ mógł prawidłowo ładować kondensator C3, który ma znacznie większą pojemność. Prąd ładowania C3 jest ograniczany przez R8, aby przez dren T3 płynął prąd nie większy niż ok. 120 mA. Stała czasowa układu R9-C3 wynosi 2,2 s. Ten układ RC determinuje zwłokę w wyłączeniu przekaźnika: jego ładowanie następuje szybko, przez rezystancję otwartego kanału T3 i rezystor R8, a rozładowanie znacznie wolniej, niemal wyłącznie przez rezystor R9. Napięcie odłożone na kondensatorze C3 pobudza do działania bramkę US2D. Posiada wejścia Schmitta, więc doskonale nadaje się do obsługi wolnozmiennych sygnałów. Jej wejścia zostały połączone ze sobą, przez co funkcjonalnie odpowiada bramce NOT – wysoka wartość napięcia na wejściu (rozładowany C3) odpowiada niskiej wartości napięcia na wyjściu. Po dostatecznym naładowaniu tegoż kondensatora, przełącza stan wyjścia na wysoki.

Tranzystor T4 steruje cewką przekaźnika PK1. Jeżeli potencjał wyjścia bramki stanie się wysoki (czyli kondensator C3 został naładowany), jego dren zaczyna przewodzić prąd w kierunku źródła. Dioda D1 chroni ten tranzystor przed uszkodzeniem w wyniku przebicia, do którego mogłoby dojść wskutek wystąpienia samoindukcji podczas wyłączania cewki przekaźnika.

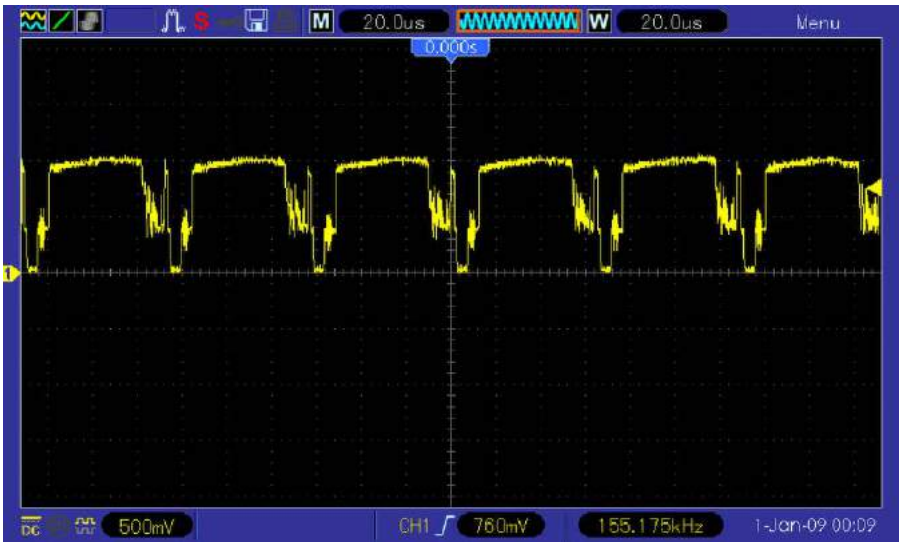
Emitery tranzystorów pary różnicowej muszą być zasilane z napięcia ujemnego, aby układ funkcjonował prawidłowo. Dostarczenie go z zewnątrz wiązałoby się z koniecznością zastosowania zasilacza symetrycznego. Dlatego na płytce znalazło się miejsce dla przetwornicy o niewielkiej mocy, generującej napięcie ujemne. Sygnał prostokątny o częstotliwości ok. 5,5 kHz wytwarza bramka US2A. Dwie następne bramki służą jako bufor, zapewniając wysoką wydajność prądową. Rezystory R12 i R13 sprowadzają niewielki spadek napięcia, za to chronią bramki przed uszkodzeniem w przypadku niejednoczesnego przełączenia. Sterują one prostym, dwu-diodowym, układem, który wytwarza napięcie o wartości ok. –8 V. Po przejściu przez stabilizator, jego wartość wynosi –5 V i nie będzie już ulegać zmianom pod wpływem niewielkich zmian obciążenia.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 60×43 mm, której schemat montażowy oraz wzór ścieżek przedstawia **rysunek 5**. Znaczna część elementów montowana jest powierzchniowo, dlatego to od nich polecam rozpocząć lutowanie. Na wszystkich rezystorach znajdujących się w tym układzie wydziela się niewielka moc, toteż



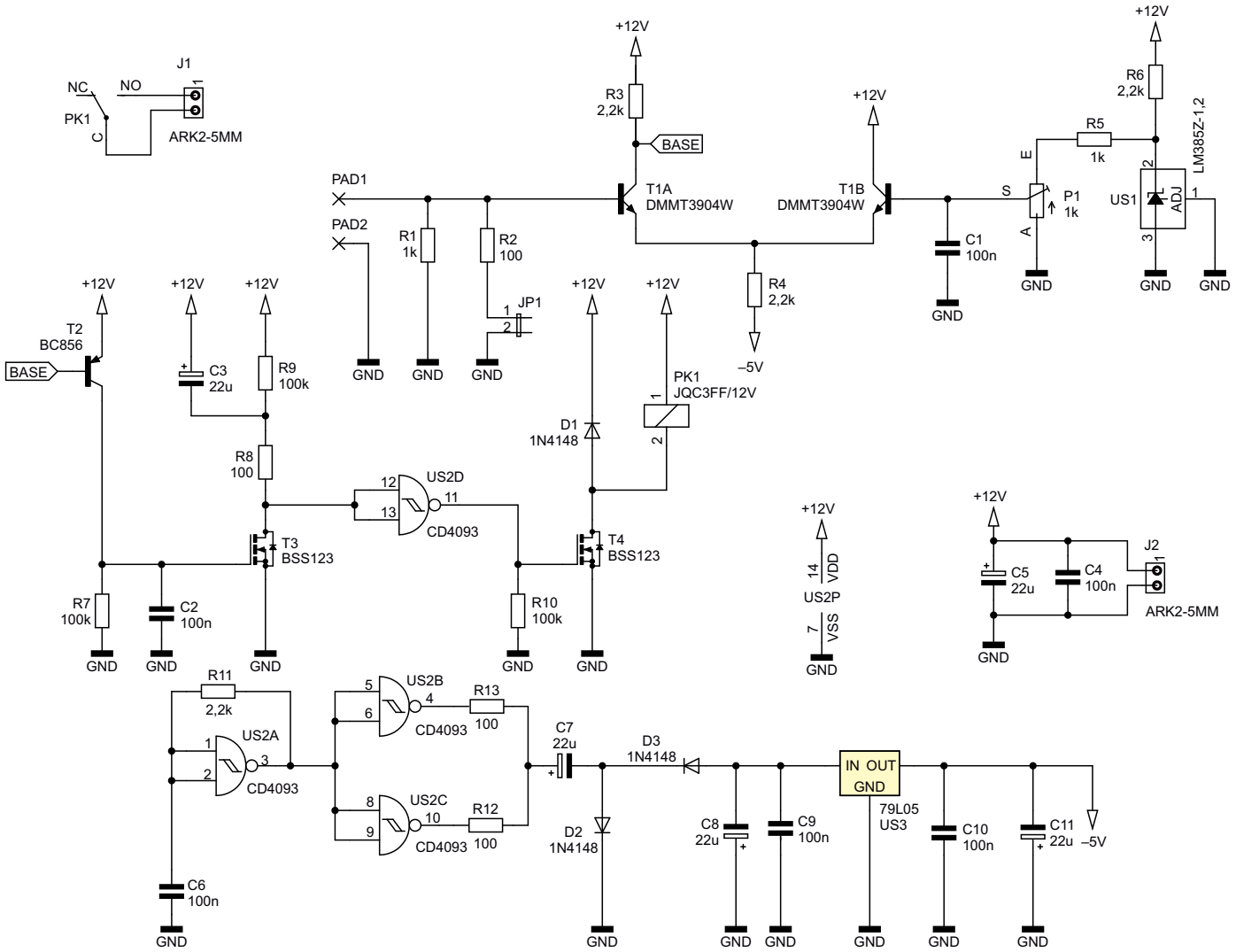
Rysunek 1. Przebieg czasowy zespolonego sygnału wideo przy zaczernionym obrazie



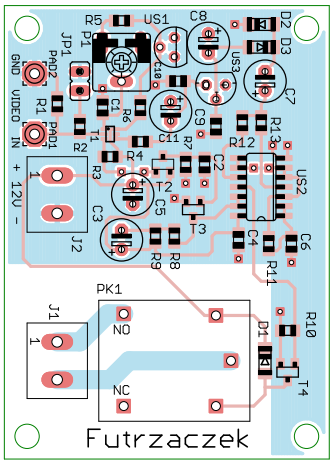
Rysunek 2. Przebieg czasowy zespolonego sygnału wideo przy obrazie wypełnionym treścią

Rysunek 3. Okresowe szczeliny w przebiegu czasowym zespolonego sygnału wideo

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 4. Schemat ideowy automatycznego włącznika monitora



Rysunek 5. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

można, w razie potrzeby, użyć rezystorów w obudowach SMD0603.

Zmontowany układ widać na fotografii tytułowej. Elementy przewlekane znajdują się po tej samej stronie, co montowane powierzchniowo, więc spodnia strona płytki zawiera wyłącznie luty o niewielkiej wysokości – dzięki temu łatwiej będzie ją zamontować w obudowie.

Eksploatacja

Po upewnieniu się, że wszystkie podzespoły znajdują się na swoich miejscach, do zacisków złącza J2 można podłączyć zasilacz napięcia stałego o wartości 12 V – dobrze filtrowanego, najlepiej stabilizowanego. Pobór prądu powinien wynosić ok. 15 mA.

Sygnał composite wideo można pobrać np. z rozgałęźnika, wstawionego przed monitorem – najlepiej, aby odgałęzienie było bardzo krótkie, gdyż wtedy nie trzeba stosować terminacji na jego końcu (zworka JP1 powinna zostać rozwarta). Jeżeli jednak w systemie znajduje się wzmacniacz sygnału wideo, który dysponuje oddzielnym wyjściem mogącym służyć wyłącznie automatycznemu wyłącznikowi monitora, warto wtedy zapewnić dopasowanie linii na jej końcu, nakładając zworkę JP1. Wejściem tego sygnału są pola lutownicze PAD1 i PAD2 (masa).

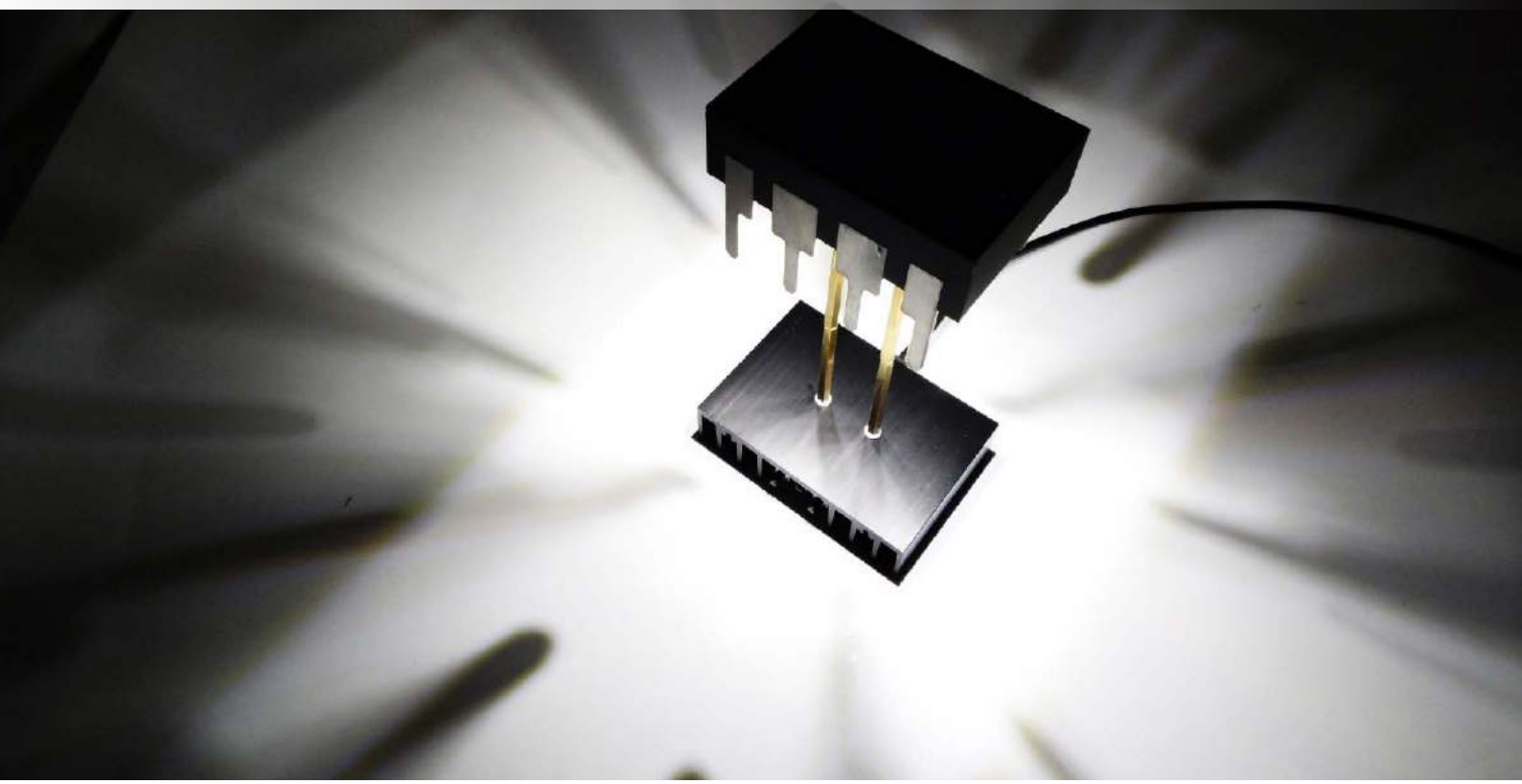
Przy potencjometrze P1 ustawionym w połowie, układ powinien prawidłowo reagować na zaczernienie obrazu (poprzez wyłączenie przekaźnika) oraz jego rozjaśnienie (załączeniem PK1). Wskutek istnienia rozrzutu wartości elementów może się tak zdarzyć, że próg czułości układu będzie zbyt nisko – wtedy samo „napięcie poziomu czerni" spowoduje zadziałanie układu. Można wtedy dokonać prostej regulacji potencjometrem P1, skręcając jego ślizgacz w prawą stronę. Napięcie polaryzujące bazę tranzystora T1B wzrośnie i układ będzie reagował na wyższe napięcie. Przy odpowiednio jasnej zawartości obrazu, nawet maksymalne skręcenie P1 w prawo powinno skutkować prawidłową pracą układu.

Czas zwłoki w wyłączeniu przekaźnika wynosi ok. 2,5 s. Czas ten można wydłużyć poprzez wymianę kondensatora C3 na egzemplarz o większej pojemności.

Układ może mieć zastosowanie również w innych aplikacjach, które wymagają wykrycia przekroczenia pewnego progu napięcia. Z powodu zastosowania na wejściu układu różnicowego (zamiast scalonego komparatora), pasmo jego pracy jest szerokie.

Michał Kurzela, EP

eprasa.pl 9565ffc9ee



Scalona lampka biurkowa

Przedstawiamy projekt Scalonej lampki. Nietypowa nazwa została podyktowana nietypowym kształtem „abażura". Imituje 8-nogowy układ scalony w obudowie DIP przy zachowaniu jego proporcji i „metalowych" wyprowadzeń. Właściciel biurka z taką lampką bez wątpienia zostanie rozpoznany, jako miłośnik elektroniki. Estetycznie zmontowana i wyeksponowana wskaże na kunszt jej budowniczego. Aby lampka wyróżniała się na tle standardowych jednofunkcyjnych konstrukcji oprócz sterowania włącz/wyłącz posiada również funkcję powolnego rozjaśniania i ściemniania, świecenie z mocą 30%, regulację jasności, oraz sterownie pilotem na podczerwień.

Budowa i działanie układu

Każdy pilot na podczerwień (IR), gdy zostanie naciśnięty jeden z jego przycisków, wysyła sygnał w postaci grupy impulsów o dokładnie odmierzonych czasach trwania ciągu zer i jedynek. Każdemu przyciskowi odpowiada inna kombinacja impulsów i każda z nich niesie informację, np. adres i komendę. Przez lata powstało wiele standardów definiujących parametry tych impulsów. Zwykle urządzenia reagują na piloty pracujące w określonym standardzie np. RC5 czy SIRC. Jeśli sygnał odebrany przez urządzenie nie odpowiada standardowi, to zostaje zignorowany.

Prezentowany układ działa odmiennie niż można byłoby założyć, czyli: nie próbuje rozpoznawać standardu, w jakim wysyła pilot, nie próbuje odczytywać komend, które są ukryte w grupie impulsów z pilota. Zamiast tego układ mierzy czasy trwania impulsów i czasy przerw pomiędzy nimi. Z każdego odebranego sygnału powstaje tabela czasów, która zostaje zapamiętana w nieulotnej pamięci eeprom. Każdy kolejny sygnał również zostaje przetworzony na taką tabelę, a następnie zostaje porównany ze wzorcem z pamięci, z uwzględnieniem pewnej tolerancji. Jeśli odpowiednie czasy mają podobne wartości, to urządzenie reaguje, a jeśli czasy nie pasują, to urządzenie czeka na następny sygnał.

Zaletą takiego rozwiązania jest oczywiście uniwersalność, a wadą duże zapotrzebowanie

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5711

Podstawowe parametry:
- oryginalny wygląd,
- zdalne sterowanie za pomocą pilota IR włączanie, wyłączanie i regulacja jasności
- współpracuje z większością pilotów na podczerwień (IR),
- sterowanie lokalnie za pomocą dwóch przycisków,
- regulacja natężenia oświetlenia realizowana metodą PWM,
- załączanie/wyłączanie płynne, czyli rozjaśnianie i ściemnianie,
- 10 diod LED w rozmiarze 5060,
- wymiary: podstawa 95×66 mm, wysokość 175 mm,
- zasilanie 5 V dołączane przez złącze Micro USB.

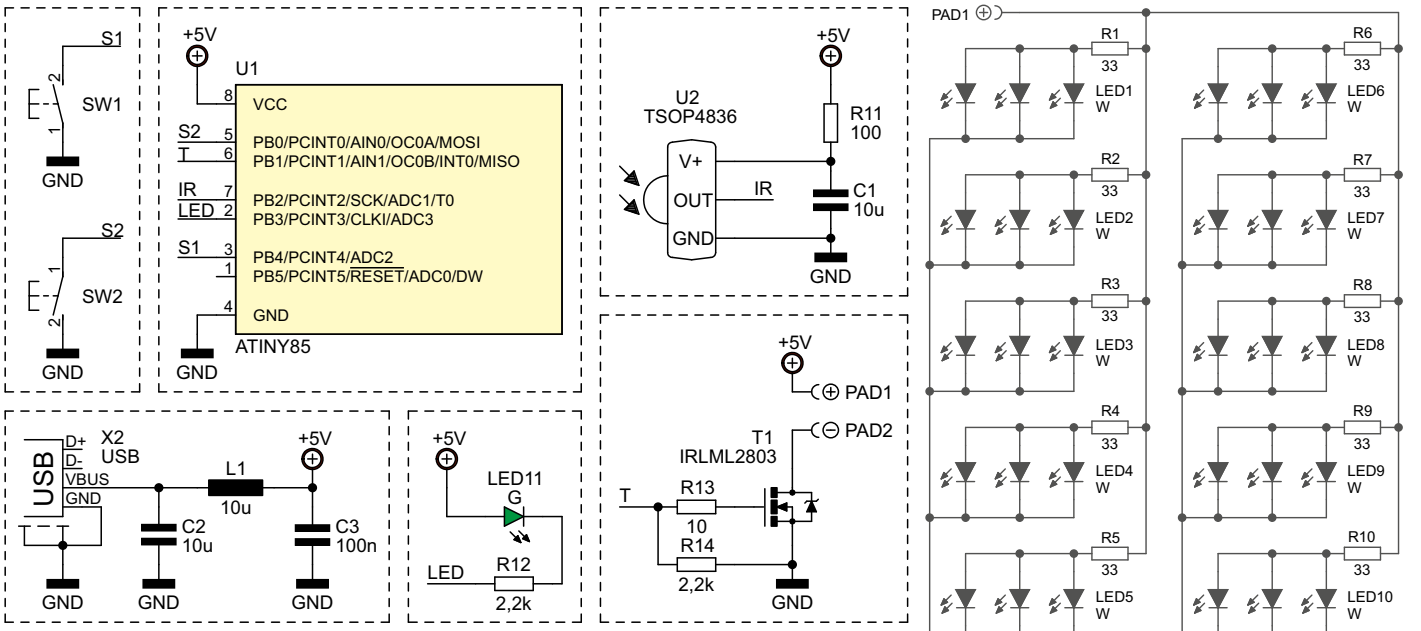
Wykaz elementów:
R1…R10: 33 Ω SMD1206
R11: 100 Ω SMD1206
R12, R14: 2,2 kΩ SMD1206
R13: 10 Ω SMD1206
C1, C2: 10 μF SMD1206
C3: 100 nF SMD1206
LED1…LED10: SMD 5060 (PLCC6) barwa neutralna
LED11: SMD1206 zielona
T1: IRLM2803 SMD
U1: ATtiny85 SMD
U2: TSOP4836
L1: SMB403025
S1, S2: Mikroswitch kątowy
X1: USB micro
tulejka M3×50 Z/W (4 szt.)
tulejka M3×50 W/W (2 szt.)
śruba M3×18 (2 szt.)
tulejka izolacyjna TO220 (4 szt.)
tulejka dystansowa 3,6×3 mm (2 szt.)
radiator DY-J 66mm

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [**B**] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [**B**] zawiera elementy elektroniczne (w tym [**UK**] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [**C**] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [**B**] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [**A**] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

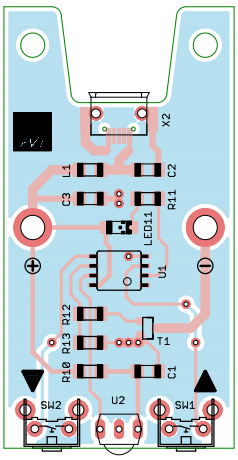
Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [**A+**] – płytka drukowana [**A**] + zaprogramowany układ [**UK**] i dokumentacja
- wersja [**UK**] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! *http://sklep.avt.pl*. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

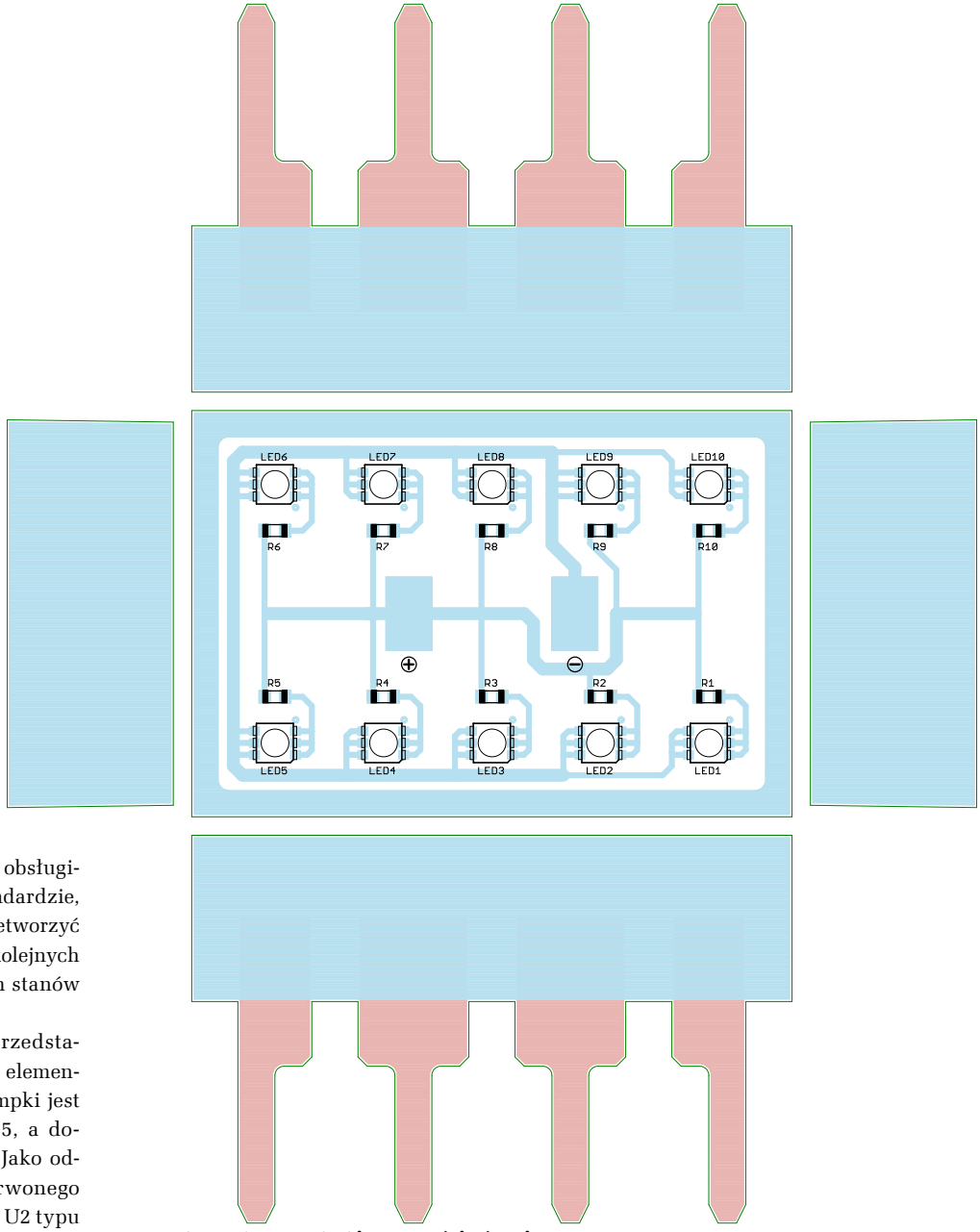
eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 1. Schemat ideowy urządzenia



Rysunek 2. Schemat płytki PCB sterownika

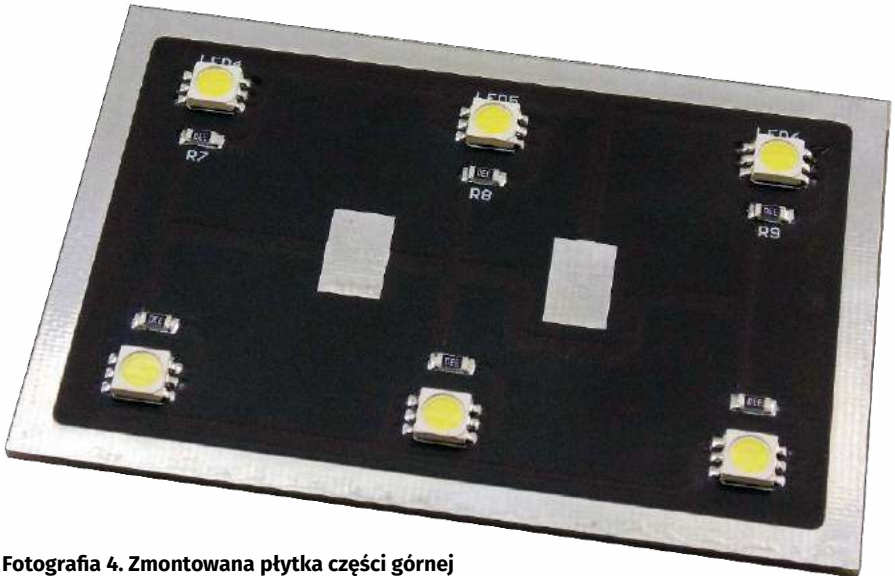


Rysunek 3. Schemat płytki PCB części górnej

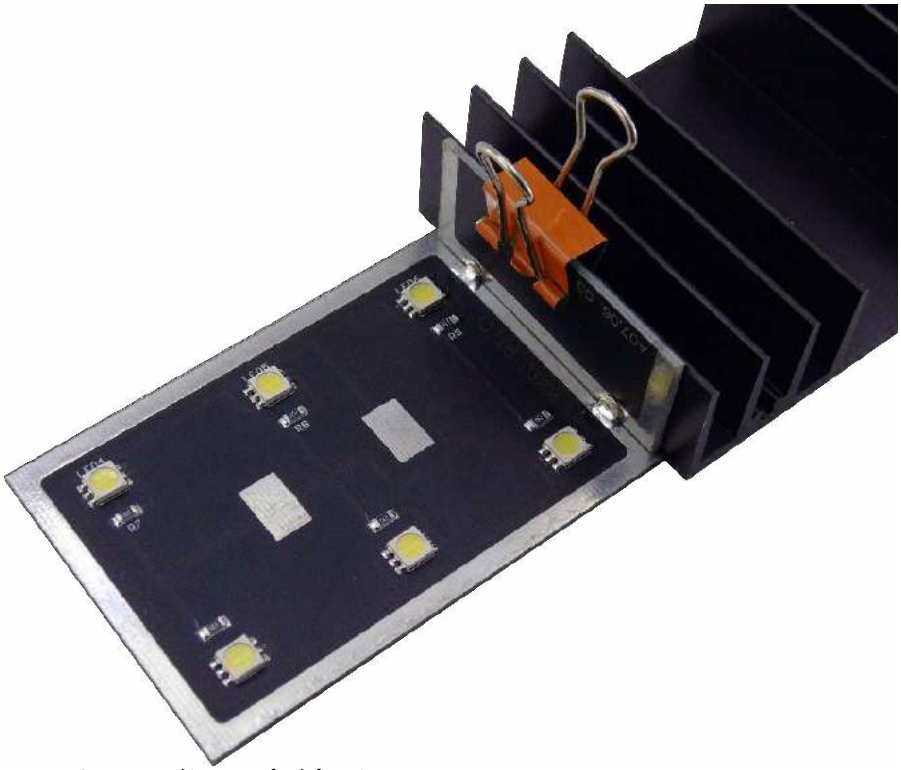
na pamięć, ponieważ na zapamiętanie jednego „przycisku" (jednego sygnału) układ potrzebuje 64 bajty nieulotnej pamięci. Są również standardy, które jednemu przyciskowi pilota przypisują dwa różne sygnały – np. RC5 i zawarty w nim „toggle bit" – impuls, który zmienia swoją wartość na przeciwną po każdym naciśnięciu przycisku. Aby dobrze obsługiwać pilota pracującego w takim standardzie, należy sygnał danego przycisku przetworzyć i zapamiętać dwa razy – dla dwóch kolejnych naciśnięć, czyli dla dwóch różnych stanów impulsu „toggle bit".

Schemat ideowy sterownika przedstawiony jest na **rysunku 1**. Głównym elementem odpowiedzialnym za pracę lampki jest mikrokontroler U1 typu ATtiny85, a dokładniej zawarty w nim program. Jako odbiornik promieniowania podczerwonego zastosowano specjalizowany układ U2 typu TSOP4836. Elementem wykonawczym jest

eprasa.pl 9565ffc9ee



Fotografia 4. Zmontowana płytka części górnej

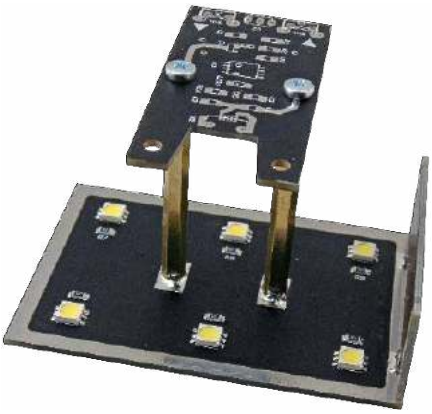


Fotografia 5. Sposób montażu ścianek

tranzystor T1 MOSFET. Główne zadanie, które wykonuje program, to odbieranie sygnału z odbiornika podczerwieni i odnajdowanie w tym sygnale ramek, czyli kodów wysyłanych z pilota IR.

Lampka może być również sterowana za pomocą przycisków umieszczonych na płytce, wtedy jeden z przycisków służy do zwiększania jasności (SW1), a drugi do zmniejszania jasności (SW2). Przyciśnięcie i przytrzymanie obu przycisków przez ok. 3 s uruchamia tryb programowania – zielona dioda LED11 zacznie szybko migać. W tym trybie urządzenie „uczy się" czterech przycisków pilota, ale wymaga, aby każdy z nich wprowadzić dwukrotnie. Uwaga: na czas programowania jeszcze przed rozpoczęciem procesu warto ustawić przyciskami intensywność świecenia na 0%.

W pierwszym etapie oświetlenie osiągnie ok. 30% mocy, teraz należy nacisnąć przycisk, który ma odpowiadać za zwiększanie intensywności świecenia. Dioda LED będzie szybko migała, ale za każdym razem, gdy zostanie poprawnie odebrany sygnał z pilota, dioda zaświeci się na 1 s. Gdy dioda znów zacznie migać, należy ponownie nacisnąć przycisk. Moc oświetlenia zmaleje do ok. 10%, sygnalizując drugi etap. Analogicznie do etapu pierwszego, teraz należy dwukrotnie wybrać przycisk, który ma służyć do zmniejszania intensywności świecenia. W trzecim etapie oświetlenie zaświeci pełną mocą – teraz należy dwukrotnie wybrać przycisk, który będzie włączał/wyłączał oświetlenie z pełną mocą. W ostatnim, czwartym etapie oświetlenie znów osiągnie



Fotografia 6. Sposób montażu tulejek

ok. 30% mocy – teraz należy wybrać przycisk, który będzie włączał/wyłączał oświetlenie z mocą pośrednią. Czwarta funkcja działa tak, że jeśli ustawiona zostanie jakaś moc oświetlenia mniejsza od maksymalnej, to po wyłączeniu tym przyciskiem można ponownie wrócić do tej samej mocy tym przyciskiem. I jeszcze jeden przypadek – jeśli oświetlenie świeci pełną mocą, to za pomocą przycisku czwartego można zejść do ustawionej wcześniej mocy pośredniej. Urządzenie ma specyficzną cechę – po pojawieniu się napięcia zasilającego automatycznie załącza oświetlenie do pełnej mocy.

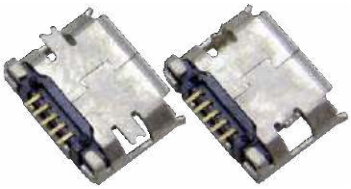
Montaż i uruchomienie

Wzory płytek PCB pokazuje **rysunek 2 i 3**. Układ należy zmontować zgodnie z poniższymi wskazówkami, pozwoli to uniknąć błędów montażowych na poszczególnych etapach. Na początek warto przeszlifować krawędzie laminatu papierem ściernym o gradacji 120…240 oraz oczyścić formatki z zabrudzeń. Kolejną czynnością jest przylutowanie diod LED1...10 w rozmiarze 5060 oraz rezystorów R1...10, podobnie jak na **fotografii 4**. Dalej montujemy pierwszą, mniejszą ściankę „układu scalonego" pomagając sobie radiatorem, którego boki są do siebie prostopadłe. Tu wspomóc się możemy biurowym „klipsem" do papieru – **fotografia 5**. Płytki ustawiamy tak, aby od krawędzi pozostała przerwa o szerokości odpowiadającej grubości laminatu.

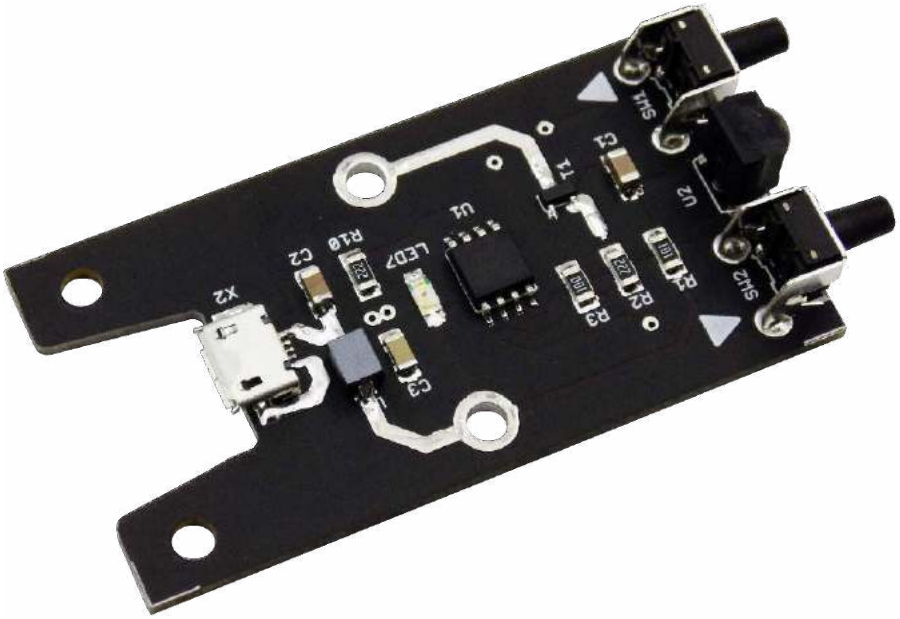
Fotografia 7. Zmontowana kompletna część górna

eprasa.pl 9565ffc9ee

Fotografia 8. Przygotowanie radiatora



Fotografia 9. Przygotowanie gniazda USB



Fotografia 10. Zmontowana płytka sterownika

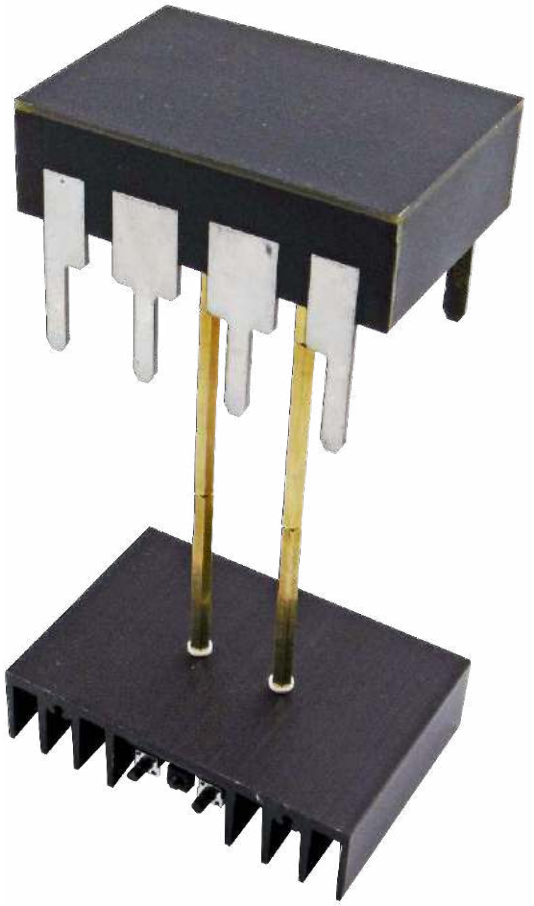
W początkowym etapie najlepiej wykonywać połączenia punktowe tak ,by mieć możliwość skorygowania ustawienia formatek. Kolejnym etapem będzie montaż tulejek dystansowych. Należy tu wykorzystać tulejki wykonane z mosiądzu pokrytego niklem lub nie. W przypadku surowego mosiądzu bez problemu wykonamy luty „grubszym" grotem standardową cyną bez dodatkowej ilości topnika, który potrzebny jest w przypadku pokrycia niklem. Aby ułatwić sobie montaż tulejek przykręcamy je do płytki sterownika i ustawiamy na odsłoniętych pocynowanych polach miedzi na płytce z diodami LED – **fotografia 6**. Po wstępnym przylutowaniu należy skontrolować, czy są ustawione pionowo porównując ich ułożenie z pierwszą przylutowaną płytką. Jeżeli mamy pewność prawidłowego ich ustawienia możemy zalać tulejki na płytce większą ilością lutowia. W dalszym etapie montujemy drugą z mniejszych ścianek naszego „abażura" stosując tę samą metodę, co poprzednio. Dalej montujemy dwie formatki z „nogami" pamiętając o estetyce i „zgraniu" się wszystkich płaszczyzn – **fotografia 7**. Tu należy zwrócić uwagę, że „nogi" tak jak w fabrycznie nowych scalakach są lekko rozgięte na zewnątrz obudowy. Po skontrolowaniu montażu, można luty punktowe poprawić i zamienić na ciągłe spoiny – wymaga to odrobinę wprawy, ale zwiększa odporność naszej lampki na uszkodzenia.

Mając ukończony „abażur" możemy przejść do budowy podstawy. Na początek należy przygotować otwory w radiatorze. Długość radiatora to 66 mm. W połowie rysujemy linię pomiędzy jego żebrami. Przykładamy płytkę sterownika tak by narysowana linia znalazła się na środku dużych pocynowanych otworów, po czym je obrysowujemy. Teraz punktakiem zaznaczamy środki tych okręgów i wiercimy otwory wiertłem do metalu o średnicy 3,5 mm. Otwory pozwolą na zainstalowanie po obu stronach radiatora tulejek izolacyjnych takich jak stosuje się przy montażu tranzystorów mocy – **fotografia 8**.

Mając wykonaną już większość czasochłonnych prac mechanicznych możemy skupić się na montażu płytki sterownika. Zacząć należy od niewielkiej, lecz znaczącej modyfikacji gniazda Micro USB polegającej na odgięciu „wąsów" montażowych w stronę płytki tak jak przedstawia to **fotografia 9**. Dzięki niej zwiększymy odporność złącza na jego przypadkowe wyrwanie z płytki. Dalszy montaż wykonujemy zgodnie z przyjętymi zasadami z użyciem zaprogramowanego mikrokontrolera – **fotografia 10**. Przed ostatecznym montażem do tulejek wystających z „abażura" dokręcamy po dwie tulejki tak by całkowita ich długość wyniosła 15 cm. Teraz przekładając dwie śrubki M3 przez otwory w płytce sterownika, następnie tulejki dystansowe o długości 3 mm i tulejki izolacyjne osadzone wcześniej w radiatorze, zgodnie z polaryzacją przykręcamy „abażur" – **fotografia 11**. Po upewnieniu się, że poprawnie został wykonany montaż i nie ma nigdzie zwarć możemy dołączyć zasilanie 5 V. Jeśli dioda LED11 zaświeci się na ok. 0,5 s i zgaśnie, a oświetlenie płynnie załączy oznacza to, że lampka działa prawidłowo i jedyne, co nam pozostaje to zgodnie z powyższym opisem nauczyć ją komend wybranego pilota.

W układzie modelowym w abażurze znalazło się 6 diod LED. Efekt świecenia lampki prezentuje **fotografia tytułowa**. W układzie docelowym jest ich 10 tak jak przedstawia to schemat i wzory obwodów drukowanych, co zdecydowanie zwiększyło ilość światła emitowanego przez lampkę. Na abażurze można umieścić dedykację w formie nalepki lub zamawiając uniwersalną płytkę PCB z miejscami do wypełnienia niezmywalnym flamastrem.

Mavin



Fotografia 11. Kompletna Scalona lampka

eprasa.pl 9565ffc9ee

Dział „Projekty Czytelników” zawiera opisy projektów nadesłanych do redakcji EP przez Czytelników. Redakcja nie bierze odpowiedzialności za prawidłowe działanie opisywanych układów, gdyż nie testujemy ich laboratoryjnie, chociaż sprawdzamy poprawność konstrukcji.
Prosimy o nadsyłanie własnych projektów z modelami (do zwrotu). Do artykułu należy dołączyć podpisane oświadczenie, że artykuł jest własnym opracowaniem autora i nie był dotychczas nigdzie publikowany. Honorarium za publikację w tym dziale wynosi 250,– zł (brutto) za 1 stronę w EP. Przysyłanych tekstów nie zwracamy. Redakcja zastrzega sobie prawo do dokonywania skrótów.

PROJEKT NR 245

HAT z wyświetlaczem VFD dla Raspberry Pi

Nie każdy projektowany układ musi realizować śmiertelnie poważną funkcję, czasem warto zrobić coś dla zabawy i fajnego wyglądu, korzystając z łatwo dostępnych i tanich elementów sprzed wielu lat...

Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-----

Podstawowe parametry:
- sterowanie poprzez magistralę I²C,
- cztery wyświetlacze VFD, każdy wyposażony w siedem segmentów i kropkę dziesiętną,
- zasilanie 5 V, 200 mA ze złącza GPIO Raspberry Pi.

Wykaz elementów:

Rezystory:
R1, R2, R3, R4, R6: 10 kΩ SMD0805
R5: 1 kΩ SMD0805
R7, R9: 82 kΩ SMD0805
R8, R15, R16: 22 Ω SMD0805
R10: 100 kΩ SMD0805
R11: 68 kΩ SMD0805
R12: 1 Ω SMD1206
R13, R14: 2,2 kΩ SMD0805

Kondensatory:
C1, C2, C3, C4, C13: 100 nF SMD0805
C5: 1 nF SMD0805
C6: 33 nF SMD0805
C7, C11, C12: 10 µF SMD0805
C8, C9, C10: 10 µF SMD1206
C14, C15: 1 µF SMD0805
CE1: 47 µF/10 V tantalowy SMDA

Półprzewodniki:
D1, D2, D3:
U1, U2, U3, U4: PCF8574T SO16
Q1…Q32: PUMD12 SOT-363
U5: ADP1613ARMZ MSOP8
U6: AP3417CKTR SOT-23-5
U7: MCP1703-330MB SOT-89

Pozostałe:
DISP1, DISP2, DISP3, DISP4: IW-3 (lub LD-8051)
GPIO: IDC10
L1: dławik 6,8 µH HPI0630-6R8
L2: dławik 2,2 µH HPI0530-2R2

*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [**B**] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [**B**] zawiera elementy elektroniczne (w tym [**UK**] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować w dołączoną płytkę drukowaną (PCB). Wykaz elementów znajduje się w dokumentacji, która jest podlinkowana w opisie kitu.
Mając na uwadze różne potrzeby naszych klientów, oferujemy dodatkowe wersje:
- wersja [**C**] – zmontowany, uruchomiony i przetestowany zestaw [**B**] (elementy wlutowane w płytkę PCB)
- wersja [**A**] – płytka drukowana bez elementów i dokumentacji

Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [**A+**] – płytka drukowana [**A**] + zaprogramowany układ [**UK**] i dokumentacja
- wersja [**UK**] – zaprogramowany układ

Nie każdy zestaw AVT występuje we wszystkich wersjach! Każda wersja ma załączony ten sam plik pdf! Podczas składania zamówienia upewnij się, którą wersję zamawiasz! *http://sklep.avt.pl*. W przypadku braku dostępności na *http://sklep.avt.pl*, osoby zainteresowane zakupem płytek drukowanych (PCB) prosimy o kontakt via e-mail: kity@avt.pl.

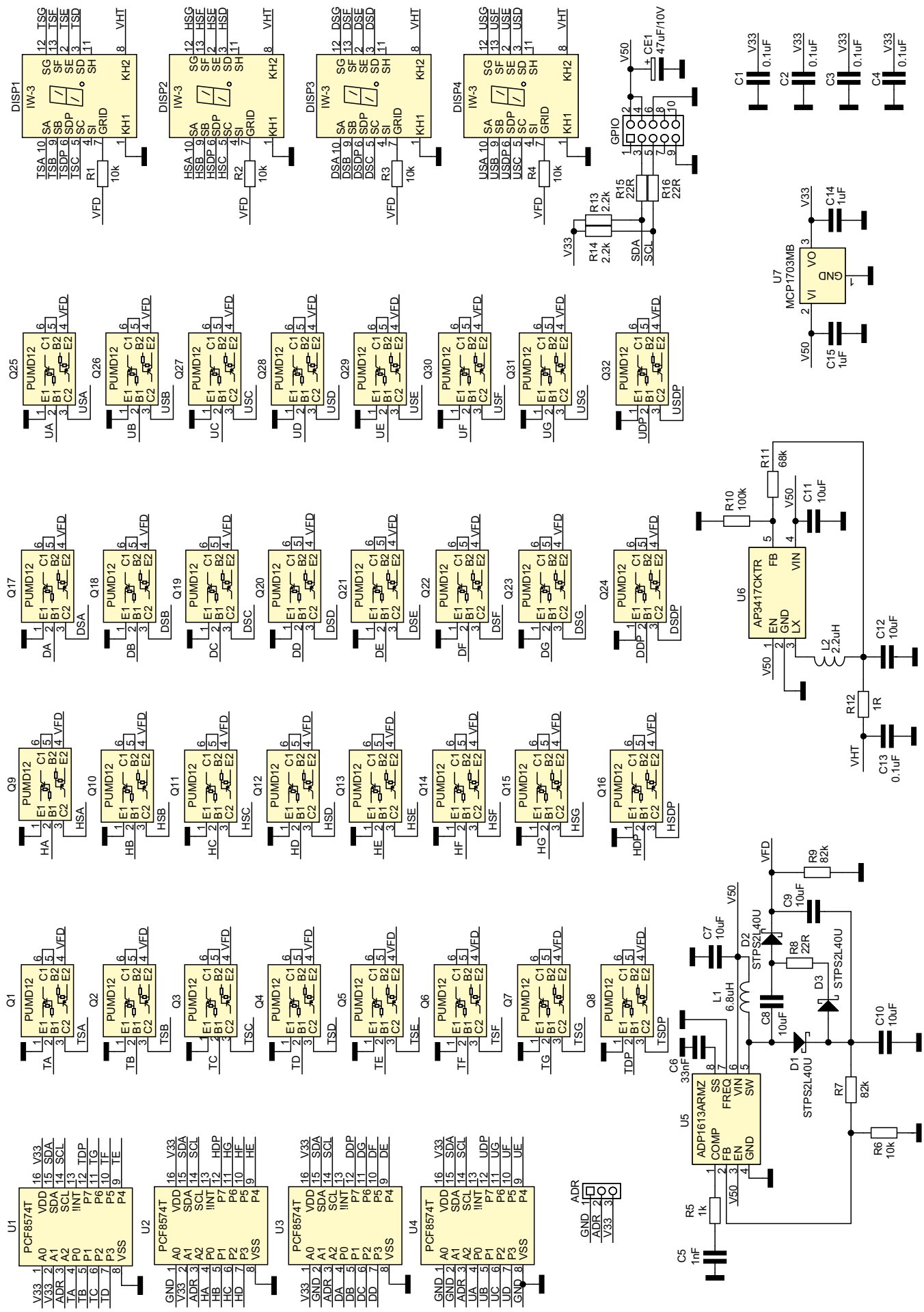
Przedstawiony w artykule HAT (*Hardware Attached on Top* – sprzęt dołączony na górze) dla Raspberry PI łączy ze sobą świat współczesnych komputerków SBC i archaicznych, ale ciągle wykorzystywanych wyświetlaczy VFD.

Budowa i działanie

Schemat modułu RaspbPI_VFD pokazany jest na **rysunku 1**. W module wykorzystano dostępne na aukcjach internetowych wyświetlacze IW-3, układ wyprowadzeń zaczerpnięty z noty katalogowej pokazano na **rysunku 2**. Są to wyświetlacze o wysokości cyfry ok. 8,5 mm co zapewnia odpowiednią widoczność oraz doskonale wpasowuje się w rozmiar HAT. IW-3 mają możliwość wyświetlania siedmiu segmentów podstawowych z kropką dziesiętną oraz dwóch segmentów pomocniczych, które nie są wykorzystane w aplikacji. Pole odczytowe posiada cztery wyświetlacze DISP1...4 sterowane statycznie, co upraszcza aplikację sterującą, ale zwiększa ilość elementów wykonawczych.

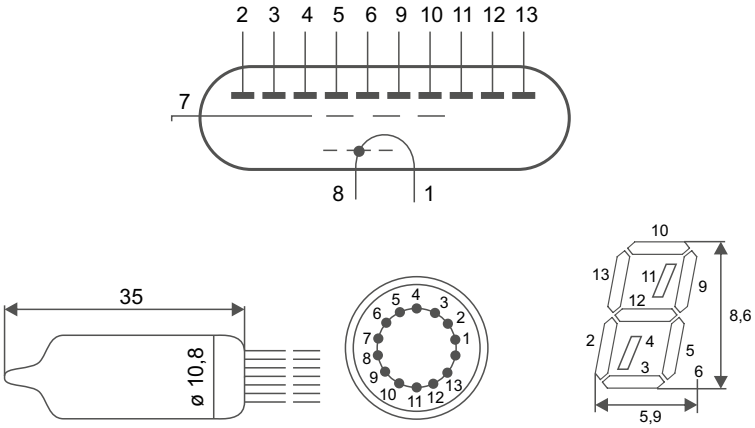
Moduł składa się z trzech bloków funkcjonalnych: bloku rejestrów PCF8574x sterowanych przez magistralę I²C, z możliwością wyboru adresu grupowego zworą ADR, bloku driverów Q1..32 typu PUMD12, składających się z tranzystorów N/P z wbudowanymi rezystorami polaryzacyjnymi (**rysunek 3**) oraz zasilaczy napięć anodowego, żarzenia i logiki 3,3 V. Jak to zwykle bywa w układach lampowych, zasilacz jest najbardziej skomplikowanym blokiem urządzenia. Do zasilania wykorzystano napięcie 5 V dostępne na złączu GPIO Raspberry Pi. Dla uzyskania napięcia anodowego, które dla IW3 wynosi ok. 20...24 V, wykorzystany jest układ U6 typu ADP1613. Jest to sterownik przetwornicy podwyższającej o napięciu wyjściowym do 20 V uzupełniany układem powielacza diodowego. Dzielnik R6, R7 odpowiada za ustalenie napięcia wyjściowego na poziomie 22...24 V. Napięcia anodowe nie jest stabilizowane w głównej pętli układu i może podlegać pewnym zmianom podczas obciążenia, ale nie jest to krytyczne dla działania układu.

eprasa.pl 9565ffc9ee

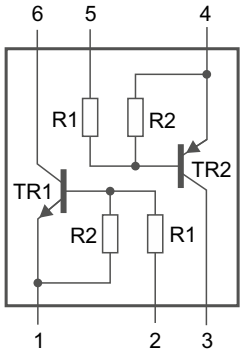


Rysunek 1. Schemat ideowy modułu

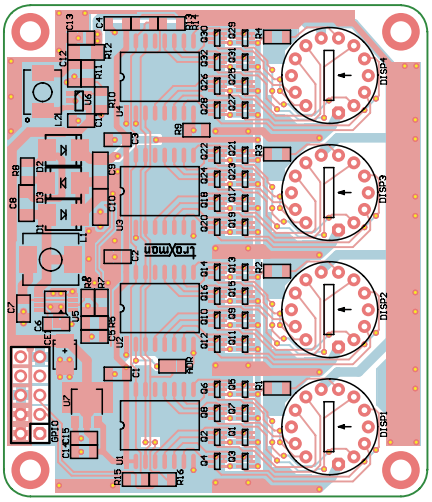
eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 2. Karta katalogowa IW-3

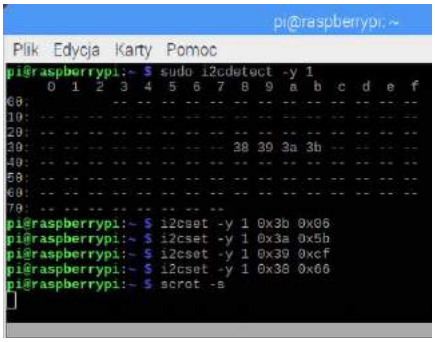


Rysunek 3. Tranzystor PUMD12



Rysunek 4. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

Fotografia 5. Zmontowana płytka



Rysunek 6. Testowanie wyświetlacza

Napięcie żarzenia VFD uzyskiwane jest z przetwornicy obniżającej U6 typu AP3417. Wartość napięcia wyjściowego ustalona jest na 1 V, za ograniczenie jego wartości do 0,8...0,9 V wymaganej przez IW3 odpowiada R12. Napięcia 3,3 V dla zasilania logiki dostarcza stabilizator LDO U7 typu MCP1703. Ze względu na wykorzystanie tylko magistrali I²C złącze GPIO Raspberry Pi zostało okrojone do 10 pinów, doprowadzających zasilanie 5 V i magistralę I²C. Pobór prądu modułu nie przekracza 200 mA.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów przedstawia **rysunek 4**. Sposób montażu jest klasyczny i nie wymaga opisu, należy zwrócić tylko uwagę, aby przy montażu lamp zachować co najmniej 10 mm wyprowadzeń, aby nie ukruszyć szklanego cokołu. Widok zmontowanej płytki pokazuje **fotografia 5**.

Przed napisaniem aplikacji wykorzystującej wyświetlacz VFD warto sprawdzić jego działanie wykorzystując narzędzia systemowe. Sterowanie segmentami wyświetlacza dostępne jest pod adresami 0x3B..0x38 (tysiące... jednostki), co można sprawdzić poleceniem:

```
sudo i2cdetect -y 1
```

zapis do rejestrów, możliwy jest poleceniem:

```
i2cset -y 1 adres wartość
```

wyświetlenie wartości „123.4”, wymaga wydania czterech poleceń (**rysunek 6**):

```
i2cset -y 1 0x3b 0x06
i2cset -y 1 0x3a 0x5b
i2cset -y 1 0x39 0xcf
i2cset -y 1 0x38 0x66
```

Jeżeli wszystko działa, można przejść do wykorzystania modułu we własnej aplikacji.

Powodzenia...

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

REKLAMA

eprasa.pl 9565ffc9ee

Nowości w ofercie Contrans TI

Firma Contrans TI zaprasza do odwiedzenia na Energetabie swojego stoiska 75 w hali A, gdzie będzie można zapoznać się z nowymi produktami które niedawno pojawiły się w ofercie: Waasner, Euro-Block i Euro-Conn.

Więcej informacji:
CONTRANS TI Sp. z o.o.
51-180 Wrocław, ul. Polanowicka 66
tel. 71 325 26 21, faks 71 325 44 39
www.contrans.pl

WAASNER – komponenty do transformatorów

WAASNER jest producentem kształtek z blachy transformatorowej. Blacha transformatorowa, wykonana ze stopu stali z dużą zawartością krzemu, to materiał tylko pozornie staromodny. Nie znajdziemy jej w zasilaczu komputera czy ładowarce telefonu, za to stosowana jest w niemal każdym pojeździe elektrycznym, napędzie elektrycznym, w automatyce i przemyśle. Od zawsze stanowi materiał do budowy transformatorów średniej i dużej mocy.

Firma zajmuje się wytwarzaniem kształtek i rdzeni transformatorowych od 1946 roku. Katalog produktów obejmuje kształtki EI, UI, 3UI, EE oraz kształtki do rdzeni spawanych. Oferta zawiera również kształtki pakietowane, gotowe rdzenie zwijane oraz toroidalne. Producent szczyci się posiadaniem nowoczesnego parku maszynowego i oprzyrządowania pozwalającego na szybkie przygotowanie komponentu ściśle według specyfikacji klienta. Kształtki produkowane są z blach wg norm EN10106 i EN10107.

Euro-Conn i Euro-Block – wszechstronne techniki połączeń

EURO-CONN jest włoską marką szerokiego asortymentu złączy. Oferta firmy obejmuje: złącza do interfejsów komunikacyjnych (USB, ETH, D-SUB), wiele typów złączy rastrowych typu płytka-płytka lub przewód-płytka, złącza okrągłe z IP68, złącza hermetyczne, listwy kołkowe, złącza i podstawki do baterii, oraz złącza dla przemysłu motoryzacyjnego i audio-video. Firma zapewnia możliwość dostarczenia produktów standardowych i niestandardowych, zaprojektowanych zgodnie ze specyfikacjami klientów.

EURO-BLOCK to siostrzana marka oferująca szeroki asortyment listew połączeniowych (terminal-blocks), konkurujących jakością i ceną z produktami uznanych światowych producentów. Ścisła kontrola procesu produkcji gwarantuje, że parametry komponentów nie odbiegają od, uznawanych nierzadko za standardy przemysłowe, wzorców.

eprasa.pl 9565ffc9ee

Pomiary w energetyce

Targi energetyki i elektrotechniki Energetab, które już po raz 32. odbywają się w Bielsku-Białej (17-19 września) stały się pretekstem do przybliżenia problematyki pomiarów w energetyce. Kilkustronicowy artykuł pomieści jedynie niewielką część ogólnych zagadnień, ale być może stanie się zalążkiem kolejnych artykułów publikowanych na łamach naszego pisma.

Na wstępie przeprowadźmy mały test. Zadaniem losowo wybranych uczestników będzie udzielenie szybkiej odpowiedzi na zasadzie pierwszego skojarzenia. Pytanie brzmi: Co ci się kojarzy ze słowem energetyka? Z dużą dozą prawdopodobieństwa można przewidzieć, że w zależności od wiedzy technicznej respondentów odpowiedzi będą oscylowały wokół terminów takich jak: elektrownia, prąd, linia wysokiego napięcia, turbina, transformator, linia 3-fazowa itp. Raczej niewielu uczestników testu skojarzy energetykę z ciepłownictwem, systemami ogrzewania i ogólnie zaopatrywania w ciepło. A przecież to też energetyka.

No dobrze, to była tylko dygresja mająca na celu uświadomienie, że w ogólnym przypadku mamy do czynienia z tematyką dużo szerszą, niż nam się pierwotnie wydaje. Zakres branżowy Energetabu w przeważającym procencie obejmuje rzeczywiście elektroenergetykę. Do pomiarów w tej branży ograniczymy się w artykule.

Zagadnienia pomiarowe

Wróćmy jeszcze na chwilę do skojarzeń. Jednym z pierwszych i najczęściej występujących były wysokie napięcia, a skoro tak, należy im się chwila uwagi. Rozpatrzmy więc pomiary urządzeń i materiałów przeznaczonych do pracy przy wysokich napięciach lub poddawanych oddziaływaniu takich napięć. Są to stacje rozdzielcze, aparatura łączeniowa, przekładniki prądowe i napięciowe, transformatory, ograniczniki przepięć, izolatory, osprzęt linii napowietrznych itp. Do badań i pomiarów tych obiektów są wykorzystywane napięcia przemienne lub udarowe.

Duża, jeśli nie przeważająca, część urządzeń energetycznych pracuje w otwartej przestrzeni, jest więc narażona na oddziaływanie warunków środowiskowych. Linie przesyłowe wysokiego napięcia nie mogą jednak stanowić nawet najmniejszego zagrożenia bez względu na panujące warunki. Tymczasem oczywiste jest pogarszanie się własności izolatorów wynikające choćby z ich zabrudzenia, zamoczenia czy zmian temperatury. Wszystkie parametry elektryczne muszą więc być utrzymywane pod stałą kontrolą. Ale mierzone są nie tylko parametry stricte elektryczne. Nie mniej istotne są własności mechaniczne elementów sieci przesyłowych, jest to jednak inna klasa zagadnień, którą nie będziemy się zajmować.

O izolatorach trzeba jednak powiedzieć nieco więcej. Z uwagi na makroskalę urządzeń energetycznych konieczne jest uwzględnianie wielu czynników, o których nawet nie myślą inżynierowie zajmujący się np. elektroniką użytkową. Wyobraźmy sobie wielką turbinę pracującą w elektrowni. Wszelkie prace serwisowe przy takim obiekcie powodują ogromne perturbacje w pracy co najmniej danego bloku energetycznego, jeśli nie większej części systemu. Prace serwisowe i obsługowe powinny więc być wykonywane jak najkrócej i jak najrzadziej, aby nie przerywać pracy systemu. Na pewne czynniki nie mamy jednak w zasadzie większego wpływu. Jednym z nich

eprasa.pl 9565ffc9ee

są procesy starzeniowe izolacji uzwojeń. Stan izolacji turbogeneratorów i hydrogeneratorów musi więc być okresowo sprawdzany. Z tych samych względów stałej kontroli muszą być też poddawane uzwojenia stojanów i wirników innych wysokonapięciowych maszyn wirujących. Procesy starzeniowe są kontrolowane metodami analiz diagnostycznych i porównawczych. Z izolatorami wiążą się też pośrednio parametry dielektryczne różnych materiałów, układów izolacyjnych i elementów uzwojeń. Pomiary z tym związane mieszczą się jednak raczej w zakresie jednostek badawczych niż służb utrzymania ruchu.

Pomiary izolatorów nie należą do łatwych. Mamy do czynienia z materiałami o bardzo dużych rezystancjach, często większych od rezystancji elementów izolacyjnych mierników. Wartości rzędu 40 TΩ nie są niczym wyjątkowym. Zresztą wbrew pozorom rezystancja nie jest tym parametrem, który interesowałby energetyków najbardziej.

W badaniach izolatorów konieczne jest stosowanie specjalnych metod pomiarowych. Jedną z nich jest pomiar intensywności wyładowań niezupełnych. W tym przypadku mamy do czynienia z lokalnymi wyładowaniami elektrycznymi zachodzącymi tylko w części izolatora. Wyładowania te nie powodują utraty własności izolacyjnych pod warunkiem, że nie zachodzą zbyt długo. Zbyt długie utrzymywanie wyładowań niezupełnych prowadzi do trwałego uszkodzenia struktury izolatora, czego następstwem jest przebicie, a w konsekwencji całkowite zniszczenie elementu. Badania układów izolacyjnych metodą pomiaru intensywności wyładowań niezupełnych są stosowane w odniesieniu do wszystkich urządzeń wysokiego napięcia, m.in.: stojanów i wirników generatorów, transformatorów olejowych i suchych, przekładników prądowych i napięciowych, kondensatorów elektroenergetycznych, rozdzielnic wysokiego napięcia itd. Zagadnienie to jest od wielu lat tematem prac prowadzonych w instytutach naukowych na całym świecie, co zaowocowało opracowaniem szeregu metod pomiarowych. Część z nich jest stosowana z powodzeniem zarówno w laboratoriach, jak i w terenie, niektóre mają znaczenie raczej tylko teoretyczne. Jest to tematyka na tyle odległa od elektroniki, z jaką spotykają się na co dzień Czytelnicy, że warto ją trochę przybliżyć.

Wyładowaniom niezupełnym towarzyszą różne efekty i zjawiska fizyczne, które mogą być wykorzystywane w pomiarach, np.: emisja fal elektromagnetycznych związana z występowaniem impulsów prądowych, przemiany chemiczne materiałów izolacyjnych, fale akustyczne generowane na skutek udarowych odkształceń sprężystych, emisja promieniowania świetlnego, lokalny wzrost temperatury obserwowany w kanale wyładowania, a nawet zmiany ciśnienia gazu w kanale wyładowania.

W praktyce do najczęściej stosowanych należy zaliczyć elektryczną metodę pomiarową. Pozwala ona nie tylko identyfikować formy wyładowań, ale przy spełnieniu kilku warunków również lokalizować ich źródła. Jest to jednak metoda czuła na zakłócenia zewnętrzne, co ogranicza nieco jej stosowanie w warunkach przemysłowych.

Metoda elektryczna wymaga użycia odpowiednio dobranych wymuszeń. Wymóg ten nie zawsze jest możliwy do spełnienia w warunkach eksploatacyjnych. W takich przypadkach konieczne jest sięganie po metody łączone. Na przykład w pomiarach pracujących transformatorów w pierwszym kroku stosowana jest metoda akustyczna. Pozwala ona stwierdzać ewentualne występowanie wyładowań niezupełnych i je lokalizować, ale nie umożliwia dokonania ilościowej oceny zagrożeń. Odwołanie się do metody elektrycznej jest wtedy niezbędne. Koniecznie musi być ona jednak uzupełniona o analizę korelacji wyników z zakłóceniami otoczenia. Wynika to, jak już wiemy, z wrażliwości tej metody na zakłócenia zewnętrzne.

Analogią do wysokich napięć są wielkie prądy. Zagadnienia pomiarowe są podobne, zmieniają się tylko metody. Energetycy podchodzą do tematu nieco przekornie, twierdząc, że i tak de facto wszystko ogranicza się do pomiaru napięć, uzyskiwanych z odpowiednich przetworników prąd-napięcie będących elementami przekładników pomiarowych. Dodajmy, że mamy do czynienia z pomiarami prądów o natężeniach rzędu kilkudziesięciu kiloamperów. Pomiary prądów są wykonywane m.in. podczas badania uziemniaczy przenośnych, uziomów, łączników, podstaw bezpiecznikowych i bezpieczników wysokiego napięcia, a także przekładników prądowych. Natężenie prądu musi być też kontrolowane w badaniach nagrzewania się transformatorów rozdzielczych. Z pomiarami prądów wiążą się ponadto badania odporności obudów rozdzielnic i złączy niskiego napięcia na działanie łuku elektrycznego powstałego w wyniku zwarcia wewnętrznego.

Techniki pomiarów wysokich napięć i wielkich prądów są wykorzystywane w projektowaniu i eksploatacji elektroenergetycznych układów zabezpieczeń. Jest to dział bardzo mocno związany z automatyką, tylko nieco inną niż automatyka, o której często piszemy w EP. Tu nie mamy do czynienia z małymi silniczkami krokowymi, tylko z zabezpieczeniami wielkich generatorów i bloków energetycznych. W pracach nad takimi systemami nie można pozwolić sobie na błędy. Obliczenia teoretyczne są zawsze wspierane symulacjami. Instytucje zajmujące się tymi zagadnieniami wykorzystują więc na co dzień specjalistyczne oprogramowanie. Symulacje takie często wymagają gigantycznych mocy obliczeniowych. Alternatywą dla bardzo drogich superkomputerów są komputery połączone w sieć, pracujące jednocześnie nad złożonym zagadnieniem obliczeniowym. Takie metody symulacji są wykorzystywane przede wszystkim w instytucjach naukowo-badawczych.

Nie tylko prąd i napięcie

Energetyka, a zwłaszcza elektroenergetyka, kojarzy się z wielkimi słupami linii wysokiego napięcia, stacjami rozdzielczymi, z wielkimi izolatorami i transformatorami, z charakterystycznym brzęczeniem dobiegającym z instalacji szczególnie w deszczowe dni. Jednym słowem, wszędzie otacza nas wysokie napięcie i przepływają wielkie prądy. Parametry elektryczne nie są jednak jedynymi, które są mierzone przez elektroenergetyków. Była już mowa o elektroturbinach. Są to potężne obiekty będące w ciągłym ruchu. Konieczne jest więc stałe nadzorowanie ich parametrów mechanicznych. W trakcie instalacji turbiny niezwykle ważne jest prawidłowe jej wyważenie. Na skutek zużywania się łożysk i innych części mechanicznych może się ono zmieniać w trakcie eksploatacji, a skutkami takiego stanu są zwykle bardzo kosztowne awarie. Konieczne są więc rutynowe pomiary drgań i hałasu świadczące o pojawianiu się defektów mechanicznych. Znajdują tu zastosowanie wszelkiego rodzaju czujniki piezoelektryczne i tensometryczne oraz urządzenia do pomiarów akustycznych. Skutkiem niesprawności mechanicznej turbin jest pogorszenie jakości energii. Parametr ten jest mierzony w wewnętrznych sieciach elektrowni, ale też u odbiorców końcowych, w zakładach przemysłowych itp.

Oddziaływania środowiskowe

My elektronicy niskoprądowi, można chyba zastosować takie określenie w odniesieniu do większości Czytelników naszego miesięcznika, niejednokrotnie mieliśmy do czynienia z jakże irytującymi zakłóceniami radiowymi wywoływanymi np. załączaniem źle zabezpieczonych obwodów elektrycznych. Występują one oczywiście zawsze w najmniej odpowiednich momentach, gdy słuchamy ważnego komunikatu radiowego lub rozmawiamy przez CB-radio z mobilkiem na trasie. Zapewne sami mieliśmy też niejedną okazję, aby przekonać się na własnej skórze, że załączany przekaźnik naszego urządzenia elektronicznego jest doskonale słyszany w radiu. Co dopiero może się wydarzyć, gdy przełączane są prądy o natężeniu kilku, kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu kiloamperów?

Tak jak w elektronice użytkowej, tak i w energetyce ważnym zagadnieniem są badania i pomiary pola elektromagnetycznego (EMF), a także zakłóceń radioelektrycznych. Wielkie obiekty instalacji energetycznych tak jak małe urządzenia elektroniczne podlegają normom dotyczącym ochrony przeciwprzepięciowej oraz kompatybilności elektromagnetycznej. Niezależnie wykonywane są pomiary natężenia

eprasa.pl 9565ffc9ee

pola elektromagnetycznego w pobliżu obiektów energetycznych, na stanowiskach pracy, w osiedlach mieszkaniowych. Na większości współcześnie budowanych osiedli, a nawet w poszczególnych budynkach instalowane są transformatory i rozdzielnie rozsyłające energię elektryczną do lokali. Wokół takich transformatorów można spodziewać się zwiększonego natężenia pola elektromagnetycznego oraz hałasu. Parametry te są mierzone przez wyspecjalizowane jednostki.

Wzorcowanie

Czytelnicy zapewne nie mogą doczekać się, kiedy w artykule pojawi się prezentacja wybranych marek i typów przyrządów używanych w pomiarach branży energetycznej. Jest z tym pewien problem, ponieważ wbrew pozorom w tej dziedzinie marka nie jest najważniejsza. Liczy się przede wszystkim dokładność i wiarygodność uzyskiwanych wyników. Nie jest zatem właściwie istotne, czy pomiar jest wykonany najnowszym miernikiem Fluke, czy starym, wysłużonym meteksem, jeśli tylko przyrządy te będą miały wystawione odpowiednie świadectwo przez akredytowane laboratorium certyfikacyjne. Nie sposób wyobrazić sobie, aby pomiary sieci energetycznych były wykonywane przyrządami niemającymi odpowiednich świadectw i certyfikatów. Skutki uzyskiwania błędnych wyników byłyby zbyt kosztowne, nie wspominając o konsekwencjach mających wpływ na bezpieczeństwo odbiorców energii i pracowników wykonujących pomiary.

Czynnością mającą na celu sprawdzenie poprawności wyników danego przyrządu pomiarowego jest wzorcowanie. Stanowi ono bardzo ważny aspekt pomiarów w energetyce, do którego ludzie tej branży przywiązują bardzo duże znaczenie. Nie może więc dziwić fakt, że liczba laboratoriów wzorcujących stale rośnie. Są one często zakładane bezpośrednio przez producentów aparatury pomiarowej dla energetyki, dzięki czemu realizacja procedur wzorcowania jest znacznie ułatwiona. Nie wszystkie instytucje mogą sobie na to pozwolić, wówczas jedynym rozwiązaniem jest korzystanie z laboratoriów ogólnodostępnych. Usługi tego typu w zakresie oceny zgodności z dokumentami normatywnymi wyrobów przeznaczonych do stosowania w przedsiębiorstwach elektroenergetycznych zajmujących się wytwarzaniem i dystrybucją energii elektrycznej są wykonywane np. w Instytucie Energetyki przez wyodrębniony Zespół ds. Certyfikacji. Świadczy on usługi certyfikacyjne. Zespół ten posiada akredytację Polskiego Centrum Akredytacji.

Z wzorcowaniem jest jednak związany pewien problem nomenklaturowy. Otóż wzorcowanie jest często mylone z kalibracją, a nie są to synonimy. Nieporozumienie wynika z odmiennego znaczenia angielskiego terminu *calibration* z polską kalibracją. Efektem wzorcowania nie jest wykonanie czynności serwisowych mających na celu spowodowanie, aby dany miernik mierzył prawidłowo na wskazanych zakresach, lecz porównanie jego wyników z wynikami przyrządu wzorcowego i wystawienie na tej podstawie odpowiedniego raportu. Są w nim wykazywane ewentualne odchyłki w wybranych punktach pomiarowych w odniesieniu do przyrządu wzorcowego. Jeśli w jakichś przypadkach okazuje się, że odchyłki te są zbyt duże, dany przyrząd musi być poddany adiustacji, czyli strojeniu, bądź wycofany z użytkowania. Wzorcowanie i strojenie (kalibracja) to zupełnie inne, odrębne czynności.

Mikroelektronika dla makroenergetyki

Energetyka to ultrawysokie napięcia i wielkie prądy. To parametry, z którymi do czynienia ma dość wąska grupa specjalistów. U laika włos jeży się na głowie bynajmniej nie z powodu efektów elektrostatycznych, ale na samą myśl o tych wielkościach. Można przypuszczać, że aby zapewnić odporność na niebotyczne wartości napięć i prądów, aparatura pomiarowa powinna być równie wielka, wręcz toporna. Tymczasem, gdy spojrzymy na konkretne rozwiązania techniczne, okazuje się, że elektronika pomiarowa jest zbudowana w oparciu o dobrze znane mikroprocesory, tranzystory i układy scalone z zastosowaniem montażu powierzchniowego. Właściwie taki stan rzeczy nie powinien dziwić, wszak trudno by było opracować procesor z wejściami odpornymi na napięcia rzędu tysięcy woltów. Nie tędy droga. Problem jest rozwiązywany przez włączanie do toru pomiarowego odpowiednio zaprojektowanych transformatorów, przekładników itp. Analogiczne rozwiązania są stosowane w układach automatyki zabezpieczeń, w których wymagana jest znajomość parametrów wysokonapięciowych.

Typowe pomiary i aparatura

Jednym z ważniejszych parametrów, który jest mierzony, a często nawet monitorowany w sposób ciągły przez dostawców oraz przemysłowych odbiorców energii elektrycznej, jest jakość energii. W rzeczywistości jest to kilkanaście parametrów pozwalających ocenić, czy energia jest dostarczana zgodnie z obowiązującymi normami. Są to:

- napięcie (średnie, skuteczne, maksymalne, chwilowe),
- prąd (średni, skuteczny, maksymalny, chwilowy),
- moc (czynna, bierna, pozorna),
- częstotliwość,
- współczynnik mocy PF, cosφ, tgφ,
- energia (czynna, bierna, pozorna),
- współczynnik szczytu dla prądu i napięcia,
- harmoniczne napięcia i prądu (co najmniej do 50.),
- współczynnik zniekształceń harmonicznych napięcia i prądu – THD,
- asymetria napięć i prądów,
- wskaźnik migotania światła (krótkookresowy i długookresowy).

Konieczność pomiaru jakości energii wynika z ciągle zwiększającej się liczby nieliniowych odbiorników dołączanych do sieci zasilających. Trend ten jest widoczny u odbiorców przemysłowych korzystających w znacznym stopniu z odbiorników o charakterze indukcyjnym, głównie silników elektrycznych, ale też u odbiorców indywidualnych będących użytkownikami wszelkiego rodzaju przetwornic impulsowych i energooszczędnych, przy tym niestety nieliniowych systemów oświetleniowych. Pogorszenie parametrów sieci występuje na przykład wskutek gwałtownych zmian obciążenia wynikających z chwilowego zapotrzebowania na energię u odbiorców, z operacji przełączeniowych w stacjach rozdzielczych, ze zjawisk atmosferycznych, jak też z awarii odbiorników dużej mocy. Z kolei nieodpowiednie parametry sieci mogą być przyczyną nieprawidłowej pracy innych odbiorników, a nawet ich kolejnych uszkodzeń. Takim przypadkom zapobiega się oczywiście już na etapie rozdzielania energii, tworząc grupy przyłączeniowe, nie zwalania to jednak z konieczności monitorowania jakości energii.

Problemem technicznym jest zawsze pomiar prądu. Nie zawsze metoda bezpośrednia jest możliwa. W takich przypadkach konieczne jest stosowanie odpowiednio dobranych przekładników prądowych. Konfiguracja pomiarów zależy od zakresów pomiarowych i rozwiązań technicznych stosowanych przez poszczególnych producentów przyrządów.

Jakość energii nie jest niezmienna w czasie. Użytkownicy urządzeń elektrycznych muszą być przygotowani na ewentualne zakłócenia, a jeśli mogą być one z jakichś powodów krytyczne, powinni instalować odpowiednie zabezpieczenia. Szczególnie groźne są tzw. zaniki, czyli całkowite przerwy w dostawie energii trwające od kilku milisekund nawet do kilku sekund. Nie mniej groźne są zapady i przepięcia. Zapad to krótkotrwałe obniżenie napięcia sieci poniżej 90% wartości znamionowej, natomiast przepięcie to nagły wzrost tego napięcia powyżej wartości dopuszczalnej. Może się zdarzyć, że ten wzrost wielokrotnie przekracza wytrzymałość udarową izolacji urządzeń, co oczywiście prowadzi do poważnych awarii. Przyczyny powyższych zakłóceń są różne, a ich stwierdzenie jest możliwe właściwie wyłącznie na podstawie analizy wyników rejestrowanych w sposób ciągły. Z tego względu analizatory jakości energii są oferowane przez producentów bardzo często jako rejestratory. Nie wystarczy jednak tylko zapisanie wyników na jakimś rodzaju nośnika. Aby prawidłowo

eprasa.pl 9565ffc9ee

Fotografia 1. Przenośny rejestrator jakości energii PQM-700 firmy Sonel

zidentyfikować przyczynę poszczególnych zdarzeń, bardzo ważna jest jak najdokładniejsza synchronizacja zapisów z wzorcowym sygnałem czasu. Może to ułatwić lokalizację źródła zakłócenia u odbiorcy końcowego, na przykład przez skojarzenie z jakimś równoczesnym zdarzeniem na stacji rozdzielczej. Sygnał czasu w rejestratorze pochodzi zwykle z wewnętrznego odbiornika GPS dającego dodatkowo możliwość dołączania do raportu lokalizacji pomiaru. Słabym punktem takiego rozwiązania może być niewystarczający sygnał GPS, szczególnie wtedy, gdy pomiar jest wykonywany w pomieszczeniach zamkniętych. Rozwiązaniem jest dołączanie anteny zewnętrznej, do czego takie rejestratory są zwykle przystosowane. Rejestratory jakości energii są produkowane w wersji przenośnej (np. rejestrator PQM-700 firmy Sonel – **fotografia 1**) lub stacjonarnej (np. rejestrator PQI-DA Smart firmy A-EBERLE – **fotografia 2**). Przyrządy stacjonarne występują najczęściej jako mierniki tablicowe. Komunikacja z urządzeniem jest realizowana za pośrednictwem interfejsów: Modbus RTU, Modbus TCP/IP, Profibus, RS232 czy bezprzewodowego Wi-Fi. Kolejnym podziałem rejestratorów i analizatorów parametrów sieci jest liczba faz, które mogą być mierzone jednocześnie. Oprócz przyrządów 1-fazowych i 3-fazowych występują również analizatory 4-kanałowe przystosowane do pomiarów we wszystkich trzech fazach, a ponadto umożliwiające pomiar prądu w przewodzie zerowym. Przykładem takiego rejestratora jest Fluke 1742 (oraz 1746 i 1748).

Wykonując instalacje 3-fazowych sieci elektrycznych, konieczne jest prawidłowe identyfikowanie kolejności faz. Funkcję taką mają niektóre mierniki jakości energii, ale spotykane są również specjalnie do tego przeznaczone testery. Są one wykonywane jako małe ręczne przyrządy przypominające multimetry. Przykładem takiego miernika jest tester TKF-12 firmy Sonel (**fotografia 3**). Jest on często wykorzystywany przez instalatorów urządzeń z 3-fazowymi silnikami elektrycznymi. Jedna z funkcji pozwala identyfikować obecność pola magnetycznego, kolejna zaś jest przydatna do przewodowej i bezprzewodowej detekcji kierunku obrotów wału silnika. Miernik potrafi też określić kierunek wirowania wirnika tylko na podstawie pomiaru i analizy połączeń, bez uruchamiania silnika.

Fazy są już zidentyfikowane na tablicy rozdzielczej, ale od niej przewody należy rozprowadzić po całej hali produkcyjnej czy po wielokondygnacyjnym budynku. Taka sieć może stanowić niezłą plątaninę przewodów, które muszą być jednoznacznie i bezbłędnie zidentyfikowane przy każdym gnieździe. Zadanie to ułatwiają instalatorom specjalne przyrządy, na przykład zaawansowany lokalizator przewodów AT-6000 EUR produkcji Beha-Amprobe (**fotografia 4**). Składa się on z dwóch elementów: nadajnika i odbiornika, ale może mierzyć w trybie aktywnym i pasywnym. Praca w trybie pasywnym nie wymaga używania nadajnika. Nadajnik natomiast ma bardzo przydatną własność – może być dołączany nawet w obwodach zasilanych napięciem do 600 V AC/DC. Dzięki funkcji Breaker wyeliminowano występowanie fałszywych sygnalizacji.

Fotografia 3. Tester kolejności faz TKF-12 firmy Sonel

Energia ze Słońca

Zmiany klimatyczne na Ziemi są zauważalne gołym okiem. Za produkcję gazów cieplarnianych w dużym stopniu odpowiedzialne są elektrownie węglowe. Będzie ich więc ubywało nie tylko na skutek

Fotografia 2. Stacjonarny rejestrator jakości energii PQI-DA Smart firmy A-EBERLE

Fotografia 4. Zaawansowany lokalizator przewodów AT-6000 EUR produkcji Beha-Amprobe

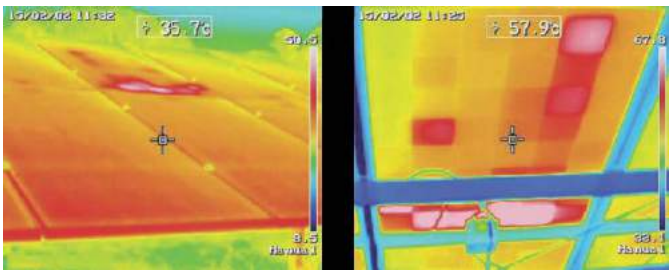
eprasa.pl 9565ffc9ee

Fotografia 5. Tester fotowoltaiczny Metrel MI 3109 EurotestPV Life przeznaczony do pomiarów ogniw słonecznych

wyczerpywania się zasobów węgla, ale również z powodu bardzo niekorzystnego wpływu na środowisko. W najbliższych latach czeka nas prawdopodobnie rewolucja w zakresie produkcji energii. Podążamy w kierunku źródeł odnawialnych. Jednym z nich jest Słońce, które już teraz potrafimy do tych celów wykorzystywać.

Z ogniwami słonecznymi wiążą się dwa zagadnienia. Pierwsze jest natury czysto elektrycznej. Dotyczy technik montażu i pomiarów elektrycznych pojedynczych ogniw i całych elektrowni. Problemem jest też przekształcanie napięcia stałego wytwarzanego przez ogniwa w napięcie przemienne takie, jakie występuje w sieci energetycznej. Drugi problem to pomiary eksploatacyjne, których celem jest przede wszystkim ocena stanu ogniw i wykrywanie usterek. Należy zwrócić uwagę na to, że na potrzeby energetyki słonecznej jest produkowana specjalnie dla niej przeznaczona aparatura pomiarowa. Przykładem jest tester fotowoltaiczny Metrel MI 3109 EurotestPV Life (**fotografia 5**), przeznaczony do pomiarów 1-fazowej instalacji fotowoltaicznej opisanej w normie PN-EN 62446. Całą serię zawartych w tej normie pomiarów wykonuje się po naciśnięciu tylko jednego przycisku. Tester mierzy parametry zarówno po stronie stałonapięciowej, jak i zmiennonapięciowej. Przykładowe pomiary to: rezystancja izolacji i ciągłość przewodów ochronnych, krzywa I-U ogniwa i paneli, napięcie i prąd, iradiancja (strumień promieniowania na jednostkę powierzchni wyrażany w W/m^2), temperatura panelu. Wyniki pomiarów są prezentowane w postaci graficznej na wyświetlaczu LCD. W kompleksowych pomiarach elektrowni słonecznych aparatura pomiarowa jest rozszerzana najczęściej o analizatory/rejestratory jakości energii.

Miernik MI 3109 EurotestPV Life mierzy temperaturę panelu. Jest to parametr eksploatacyjny, który powinien być stale kontrolowany. Przegrzanie ogniwa prowadzi do zmniejszenia jego wydajności, ale w przypadku krytycznym również do jego uszkodzenia. Konsekwencją tego może być przeciążenie sąsiednich ogniw i kolejne usterki. Pomiar temperatury paneli, choć niezbędny, nie daje jednoznacznej informacji o ich stanie. Owszem, można na tej podstawie wnioskować, że z panelem dzieje się coś niedobrego, ale to za mało, aby poprawnie zlokalizować miejsca zagrożenia. Konieczne jest odwołanie się do metod termowizyjnych, które w energetyce są często stosowane również w zupełnie innych zagadnieniach. Na **rysunku 6** przedstawiono przykładowy termowizyjny obraz uszkodzonego panelu słonecznego. Większość kamer umożliwia rejestrację tego samego obiektu



Fotografia 6. Termowizyjny obraz uszkodzonego panelu słonecznego

Fotografia 7. Kamera termowizyjna VIGOcam v60 firmy VIGO

w świetle widzialnym oraz w podczerwieni, co ułatwia lokalizowanie wybranych miejsc. Nie zawsze są one wystarczająco czytelne na podstawie samych termogramów. Inną przydatną cechą kamery lub przeznaczonego do niej oprogramowania komputerowego jest nakładanie termogramów na siebie. Funkcja ta jest wykorzystywana do porównywania obrazów obiektu działającego prawidłowo i uszkodzonego. Warunkiem korzystania z tej metody jest oczywiście wykonanie obrazu wzorcowego sprawnego panelu. Jako przykład kamery termowizyjnej stosowanej do pomiarów w energetyce warto zaprezentować tu polską kamerę VIGOcam v60 firmy VIGO (**fotografia 7**). Wyróżnia się ona detektorem o dużej rozdzielczości 640×480 punktów, ma też 3 wymienne obiektywy. Cechy te gwarantują dużą precyzję pomiarów.

Energia z wiatru

Wiatr to kolejne źródło energii odnawialnej. Był okres, w którym mniejsze lub większe elektrownie wiatrowe pojawiały się jak grzyby po deszczu, ale aktualnie obowiązujące przepisy w Polsce nie są sprzyjające dla tego trendu, wręcz go blokują. Wiatr wzbudza znacznie więcej kontrowersji niż Słońce. Tematem dyskusji są względy estetyczne – rozległe farmy wiatrowe zdaniem przeciwników zaburzają piękno krajobrazu. To trochę tak, jakby dymy z olbrzymich kominów (i same kominy) oraz olbrzymie hałdy węglowe tego krajobrazu nie zaburzały. Drugim, znacznie poważniejszym argumentem przeciw energii wiatrowej jest wytwarzany przez turbiny hałas i śmiercionośne niebezpieczeństwo dla ptaków i nietoperzy rozbijających się o skrzydła wiatraka. Skoro argument o ptakach jest podnoszony w dyskusjach, zapewne są prowadzone w tym kierunku jakieś badania. Dla porządku należy dodać, że tylko w ciągu jednej nocy o jeden oświetlony wieżowiec w wielkim mieście rozbija się kilkaset ptaków. Innym kontrowersyjnym argumentem w walce z wiatrakami jest hałas wytwarzany przez turbiny wiatrowe. Parametr ten powinien być mierzony, gdyż poziomy tych dźwięków są określone w normach. Problem jest dość złożony, gdyż wiatrak wytwarza dźwięki w zakresie słyszalnym, a także równie groźne infradźwięki. Na domiar

Fotografia 8. Analizator dźwięku i drgań SVAN 912AE

eprasa.pl 9565ffc9ee

złego dźwięki te mają charakter dudniący i pulsujący. Nadmierny ich poziom powoduje znaczne pogorszenie samopoczucia u ludzi i zwierząt. Obowiązująca norma określa dopuszczalny poziom hałasu w nocy na 40 dB(A).

Mierniki poziomu dźwięku stosowane do pomiarów turbin wiatrowych powinny mierzyć w szerokim zakresie częstotliwości obejmującym zarówno infra-, jak i ultradźwięki. Jednocześnie ze względu na pomiary dźwięków o bardzo niskich poziomach powinny charakteryzować się niskimi szumami własnymi. Wymagania te spełnia np. miernik SVAN 912AE (**fotografia 8**), pełniący funkcję analizatora dźwięku i drgań. Przyrząd zawiera dwa procesory sygnałowe wykorzystywane do analizy FFT w czasie rzeczywistym, realizacji filtrów korekcyjnych wymaganych przez normy związane z pomiarami akustycznymi oraz do obliczeń statystycznych.

Fotografia 9. Miernik rezystancji izolacji i ciągłości połączeń wyrównawczych M70 firmy HT Italia SRL

Oprócz pomiarów hałasu wytwarzanego przez turbiny wiatrowe muszą być systematycznie kontrolowane parametry mechaniczne i stan poszczególnych jej elementów, takich jak: przekładnia główna, łopaty turbiny z mechanizmami nastawiania kąta, a nawet posadowienie wieży. Znane są przypadki urywania skrzydeł i całkowitej destrukcji generatorów. Skutki zewnętrzne takich awarii mogą być dość nieobliczalne, zważywszy, że prędkość liniowa końcówki łopaty przekracza nawet 200 km/h. Rutynowo powinny być wykonywane pomiary drgań i prowadzona najlepiej metodą rejestracji wibrodiagnostyka. Systemy pomiarowe umożliwiają zdalne przesyłanie danych na zewnętrzne serwery, gdzie są magazynowane i analizowane. Ważne jest natychmiastowe informowanie operatorów o przekraczaniu parametrów krytycznych. Pomiary parametrów elektrycznych turbin wiatrowych są prowadzone z użyciem analogicznej aparatury, jaka jest stosowana do innych obiektów energetycznych.

Pomiary elektroinstalacyjne

Energetyka to pojęcie ogólne. Skojarzenia z wielkimi elektroturbinami i przesyłowymi liniami wysokiego napięcia są naturalne, ale czy energetyka kończy się na stacjach transformatorowych i rozdzielczych? Literalnie tak, gdyż energetyka to wytwarzanie energii, a po stronie wtórnej transformatora już raczej mówimy o jej konsumpcji. Przyjmijmy w takim razie, że konsumpcja zaczyna się od gniazda zasilającego u użytkownika, do którego tę energię trzeba jeszcze doprowadzić. Wiąże się z tym kilka specyficznych pomiarów, które wymieniamy już tylko w telegraficznym skrócie. Są to:

- Pomiary impedancji pętli zwarcia (przy prądzie zwarcia dochodzącym np. do 23 A).
- Pomiary rezystancji izolacji napięciami od 50 do 5000 V. W tym przypadku mowa jest o elementach izolacyjnych u odbiorcy końcowego, nie o izolatorach stosowanych po stronie wysokich napięć, które opisano wcześniej.
- Pomiary rezystancji i ciągłości połączeń ochronnych i wyrównawczych (**fotografia 9**).
- Pomiary zabezpieczeń różnicowoprądowych.
- Pomiar migotania światła (flicker) – **fotografia 10**.
- Standardowe pomiary napięć i prądów. Są one wykonywane za pomocą typowych multimetrów i cęgowych mierników prądu. Warunkiem, który musi być bezwzględnie spełniony, jest klasa bezpieczeństwa odpowiednia do rodzaju wykonywanych pomiarów. Należy pamiętać, że w punktach pomiarów mogą występować przepięcia o wartościach dużo większych niż napięcia znamionowe. Mierniki powinny być odporne na takie zdarzenia. Ze względu na częste używanie przyrządów w warunkach terenowych, w miejscach o dużym zapyleniu i możliwości pobrudzenia lub zamoczenia, pożądana jest także duża odporność na czynniki środowiskowe. Ostre wymagania spełniają np. mierniki GOSSEN METRAWATT, a spośród nich multimetr serii METRAHIT, np. model OUTDOOR (**fotografia 11**). Charakteryzuje się on stopniem ochrony IP65 i kategorią pomiarową CAT III 1000 V, CAT IV 600 V, co oznacza, że może być używany do pomiarów na transformatorach linii dystrybucyjnych.

Fotografia 10. Miernik migotania światła GL SPECTRIS 1.0T Flicker firmy GL Optic

Na koniec

W artykule wspomniano, że pomiary dla energetyki tak naprawdę są oparte na mikroelektronice. Wydaje się, że może to być tematyka, która mogłaby zainteresować Czytelników „Elektroniki Praktycznej" i może warto by było poruszyć ją szerzej w jakiejś formie. Nie chodzi zresztą tylko o pomiary, ale też o metody realizacji niektórych rutynowych operacji, które dla energetyków są chlebem powszednim, a dla mikroelektroników wielką niewiadomą. Na przykład: jak odłączyć od sieci linię wysokiego napięcia przez którą płyną prądy rzędu tysięcy amperów?

Jarosław Doliński, EP

Fotografia 11. Multimetr METRAHIT OUTDOOR spełniający wymagania IP65, CAT III 1000 V, CAT IV 600 V

eprasa.pl 9565ffc9ee

Wyświetlacze w dobie Internetu Rzeczy

Wyświetlacze elektroniczne ciągle ewoluują, bo cały czas, w dosyć stałym tempie, rozwijają się technologie, na których bazują. W ostatnich latach nie mamy do czynienia z żadną rewolucją w tej dziedzinie, ale zmieniające się zastosowania sprawiły, że na rynku przybyło wiele ciekawych konstrukcji, które świetnie sprawdzają się w nowych, dawniej niespotykanych zastosowaniach. Ponadto technologie, które zaczęły wschodzić kilka lat temu, stały się już dojrzałe i można po nie sięgać bez obaw, że się nie sprawdzą. To sprawia, że obecnie przed konstruktorem szukającym wyświetlacza, stoi całkiem pokaźny wybór.

Temat wyświetlaczy to z punktu widzenia autora Elektroniki Praktycznej jedno z przyjemniejszych zagadnień do opisywania. Każdego roku, w dziedzinie tej pojawia się wiele nowości, które nie tylko są interesujące z technologicznego punktu widzenia, ale też bardzo łatwe do zobrazowania. W końcu dotyczą produktów, w których różnice widać gołym okiem. Jednocześnie jest to zagadnienie, w którym zwraca się uwagę na coraz więcej szczegółów. Dawno temu, szukając „dobrego" wyświetlacza patrzyło się przede wszystkim na wymiary, rozdzielczość i liczbę obsługiwanych kolorów. Oczywiście wpływ na wybór miał też rodzaj matrycy, zastosowany sterownik i pobierany prąd. Obecnie można znacznie bardziej doprecyzować swoje oczekiwania, sięgając po różnorodne technologie. Wymagać ekstremalnie wysokiej jasności, odporności na skrajne temperatury, znakomitych kątów obserwacji, adekwatnego ekranu dotykowego, odpowiedniej klasy szczelności, estetycznej ramki, wytrzymałości na drgania czy intensywne pole elektromagnetyczne, wandaloodporności, zaawansowanych powłok antyrefleksyjnych, a nawet antybakteryjnych. Do tego nowoczesne wyświetlacze są dostępne w bardzo szerokim wyborze rozmiarów, proporcji czy kształtów. Czasy, w których każdy ekran graficzny miał proporcje prostokąta o bokach 4:3 i przekątną od kilku do kilkunastu cali dawno minęły.

Cztery typy

Projektując nowoczesne urządzenie (czy może cały system) elektroniczne mamy do wyboru cztery technologie, w oparciu o które może być zbudowany wyświetlacz:

- LCD,
- OLED,
- LED,
- EPD.

Wyświetlacze LCD to najbardziej klasyczne rozwiązanie, z którym elektronicy spotykają się od wielu lat. Ekrany ciekłokrystaliczne wciąż odpowiadają za większość wyświetlaczy w nowych urządzeniach elektronicznych, ale stopniowo tracą na znaczeniu na rzecz innych technologii, które mają przewagę w niektórych specyficznych zastosowaniach. A że dotyczy to przede wszystkim systemów typowych dla Internetu Rzeczy, a więc wymagających jedynie prostej sygnalizacji lub bardzo oszczędnego energetycznie prezentowania informacji, trend sięgania po inne technologie niż LCD nabiera na znaczeniu.

Technologia OLED przez długie lata raczkowała, przede wszystkim ze względu na swoją nietrwałość. Gdy ich żywotność się poprawiła, z czasem na rynku pojawił się wysyp niezbyt dużych ekranów tego typu, cechujących się średnimi parametrami, ale pozwalających uzyskać ciekawe efekty – szczególnie ze względu na brak zastosowania podświetlenia, a więc na bardzo duży kontrast. Obecnie OLEDy to nie tylko małe, standardowe panele, ale cała masa produktów, zarówno zupełnie miniaturowych, jak i całkiem dużych. OLEDy cenione są za niewielką grubość, mały pobór energii oraz za – w niektórych przypadkach – fizyczną elastyczność konstrukcji.

Diody LED przez lata były podstawą wyświetlaczy segmentowych, gdzie pozwalały bardzo niskim kosztem prezentować dane w postaci cyfr lub pokazywać całe ciągi alfanumeryczne. Z czasem rolę tego typu wyświetlaczy przejęły LCD, a teraz też dołączyły do tego OLEDy. Za to dzięki popularyzacji Internetu Rzeczy, pojedyncze lub wielokolorowe diody LED stanowią świetny sposób na prezentację prostych informacji, odczytywanych w oparciu o szybkość i kolor zapalania diod. Drugi obszar zastosowań to duże matryce diodowe, budowane najczęściej z diod średniej mocy. Pozwalają one tworzyć wyświetlacze wielkoformatowe, często cechujące się nie tylko ogromną jasnością, ale i zaskakująco dużą rozdzielczością. Umożliwiła to miniaturyzacja LEDów mocy oraz fantastyczne zwiększenie ich sprawności.

Ostatnią z technologii, którą od jakiegoś czasu należy już całkiem poważnie traktować jako jedną z alternatyw do wyboru, jest papier elektroniczny, czyli wyświetlacze EPD (Electronic Paper Display). Pojawiły się jako własnościowa technologia jednej firmy i były produkowane praktycznie wyłącznie z myślą o użyciu w czytnikach książek

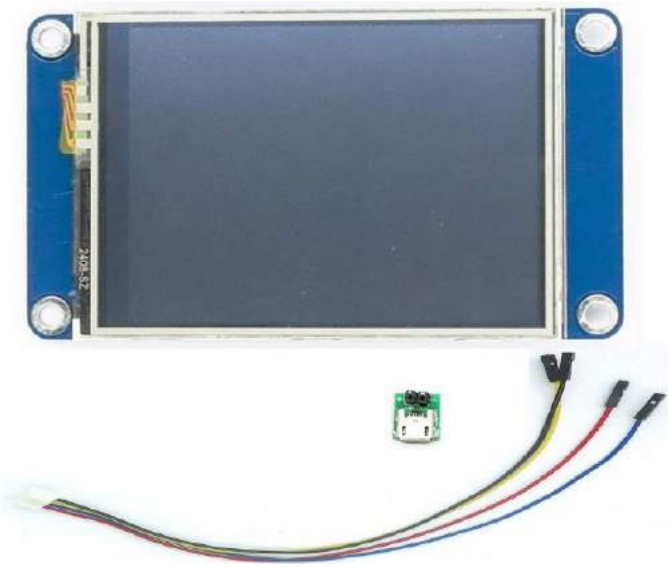
eprasa.pl 9565ffc9ee

elektronicznych. Z czasem, gdy technologia się rozwinęła, staniała i zaczęła być bardziej dostępna, na rynku pojawiły się zarówno znacznie mniejsze, jak i większe wyświetlacze EPD. Ze względu na swoją specyfikę, a więc z uwagi na fakt, że prąd pobierany jest tylko w trakcie zmieniania prezentowanej treści, elektroniczny papier używany jest w różnego rodzaju znacznikach, etykietach i… tak – także w IoT. To także sprawia, że EPD zyskują na popularności.

LCD

Zastosowanie wyświetlacza LCD można obecnie nazwać podejściem tradycyjnym. Wybór ekranów tego typu jest po prostu przeogromny. Technologia ciekłokrystaliczna często stanowi złoty środek pomiędzy zużyciem mocy, jasnością, kontrastem, rozmiarem, rozdzielczością i ceną. Przez lata wyświetlacze LCD były, a właściwie nadal są, domyślnym rozwiązaniem, po które sięgają konstruktorzy. Zmienia się tylko stopień zaawansowania wyświetlaczy. Dawniej popularne były modele alfanumeryczne, ale – choć są to konstrukcje sprawdzone i wystarczające do wielu zastosowań – obecnie projektanci starają się raczej używać modeli graficznych, dzięki którym gotowy produkt wygląda bardziej atrakcyjnie i nowocześnie.

To także za sprawą wyświetlaczy LCD spopularyzował się interfejs dotykowy. Szybkie, estetyczne, kolorowe animacje oraz duże powierzchnie ekranów pozwoliły na tworzenie ergonomicznych i ciekawych interfejsów użytkownika, jakich nie da się przygotować za pomocą tradycyjnych klawiszy. Co więcej, w przypadku złożonych urządzeń, sięgnięcie po ekran dotykowy jest tak naprawdę tańsze niż integrowanie mnóstwa oddzielnych przycisków albo dużej klawiatury. Stąd bardzo wiele nowoczesnych wyświetlaczy jest zintegrowanych z panelami dotykowymi lub specjalnie przystosowanych do pracy w takiej konfiguracji.



Kolejnym trendem, jaki wyraźnie dało się obserwować w wyświetlaczach w ostatnim czasie to zwiększenie poziomu abstrakcji, na którym odbywa się sterowanie nimi. Staje się to możliwe dzięki coraz bardziej zaawansowanym sterownikom, w efekcie czego w niektórych konstrukcjach użytkownik może bezpośrednio przesyłać do sterownika pliki graficzne i za pomocą prostych komend decydować o ich prezentacji w określonych obszarach wyświetlacza. Pozwala to na bardzo łatwe i szybkie przygotowywanie animacji, rysowanie atrakcyjnych wizualnie interfejsów użytkownika i prezentowanie dowolnego rodzaju danych. Wraz z postępem w technologiach cyfrowych układów scalonych, wbudowanie zaawansowanego sterownika wiąże się z coraz mniejszym kosztem. Jednocześnie wzrasta koszt i trudność znalezienia programistów, którzy byliby w stanie pracować z firmwarem na niskim poziomie. Sam czas potrzebny na zaprogramowanie własnych funkcji do prezentacji treści z plików graficznych również jest cenny i sięgnięcie po gotowe, sprawdzone mechanizmy pozwala zmniejszyć koszty oraz przyspieszyć wprowadzenie gotowego produktu na rynek.

W ostatnim czasie, poza rozwojem IoT, przybyło też dużych maszyn, które instalowane są w miejscach dostępnych publicznie, często na otwartym powietrzu. Narzucają one inne wymagania na montowane w nich wyświetlacze niż typowa elektronika konsumencka. Ekran musi być bardzo jasny, by mógł pracować także przy dużym nasłonecznieniu, musi znosić bardzo niskie i wysokie temperatury, a do tego być wandaloodporny. Całkiem niedawno na rynku pojawiły się ekrany z powłokami antybakteryjnymi, które choć jeszcze nie stanowią standardu, mogą niebawem zacząć być coraz bardziej popularne. Naniesienie jonów srebra na powierzchnię szkła wyświetlacza skutkuje uzyskaniem niemal stuprocentowej bakteriobójczości, a ponadto skutecznie zabijane jest też wiele rodzajów grzybów powodujących choroby. Naturalnie podstawowym rynkiem dla takich rozwiązań jest przemysł medyczny, ale zalety w postaci redukcji rozprzestrzeniania się bakterii są doceniane także w innych branżach, w tym w spożywczej.

OLED

Technologia OLED w obecnych czasach podlega największym zmianom, względem innych technik budowy wyświetlaczy. OLEDy znajdują już zastosowanie w tysiącach produktów i wciąż zyskują na popularności. Z OLEDami wiąże się też wiele błędnych przekonań, które wciąż zniechęcają do ich stosowania.

Wielu projektantów myśli, że OLEDy są mało czytelne w jasnym słońcu, a to dlatego, że w przeciwieństwie do ekranów LCD, wyświetlacze oparte o diody organiczne nie są przystosowane do pracy w trybie półprzepuszczalnym. Zamiast tego wykorzystuje się dodatkowe filtry polaryzacyjne, które poprawiają czytelność, a ponadto mają przewagę nad technikami wykorzystywanymi w LCD, gdyż nie pogarszają zdolności do odwzorowywania barw ani kontrastu.

Błędne jest też założenie, że na wyświetlaczach OLED obraz nie może wyglądać bardzo dobrze. A przecież nawet wizyta

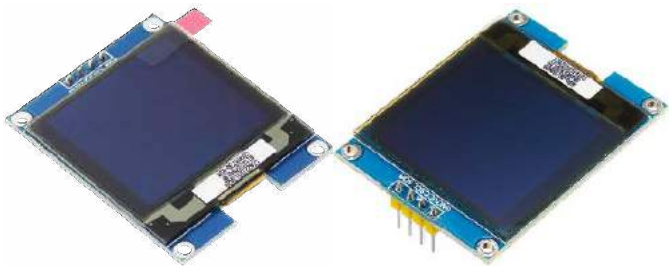
eprasa.pl 9565ffc9ee

w pierwszym-lepszym sklepie RTV pozwala zobaczyć, o ile lepiej prezentują się materiały wideo na telewizorach OLEDowych. Diody organiczne nie tylko pozwalają uzyskać rewelacyjne kontrasty, ale też wspaniałe kąty obserwacji. Do tego mogą mieć mikrosekundowe czasy potrzebne na odświeżenie treści – o rzędy wielkości lepsze niż w przypadku ekranów LCD.

Kolejna zaleta OLEDów to bardzo małe wymiary i masa. Wyświetlacz OLED jest również cieńszy i lżejszy niż LCD, ponieważ nie wymaga podświetlenia i polaryzatorów, a uwzględniając kompatybilność z elastycznymi podłożami, otrzymujemy bardzo cienkie, elastyczne wyświetlacze. Mały jest też pobór mocy. Podświetlenie LCD w normalnym trybie pracy pobiera maksymalną moc, żeby wyświetlić jakikolwiek obraz (niezależnie od jego kolorów). Wyświetlacze typu OLED zużywają energię w zależności od wyświetlanego obrazu. Czarne elementy pobierają najmniejszą ilość energii, a białe największą.

Wiele osób zniechęca się do OLEDów jeszcze zanim spojrzą na oferty rynkowe. Wydaje się, że są to wyświetlacze drogie i że ich koszt wyklucza je od zastosowania w typowych aplikacjach. To prawda, że wciąż są nieco bardziej kosztowne niż porównywalne wyświetlacze LCD, ale pozwalają uzyskać lepsze wrażenia wizualne. Warto też wspomnieć, że cały czas tanieją i zainteresowanie się tą technologią już teraz ułatwi skorzystanie z niej także, gdy ceny spadną jeszcze bardziej.

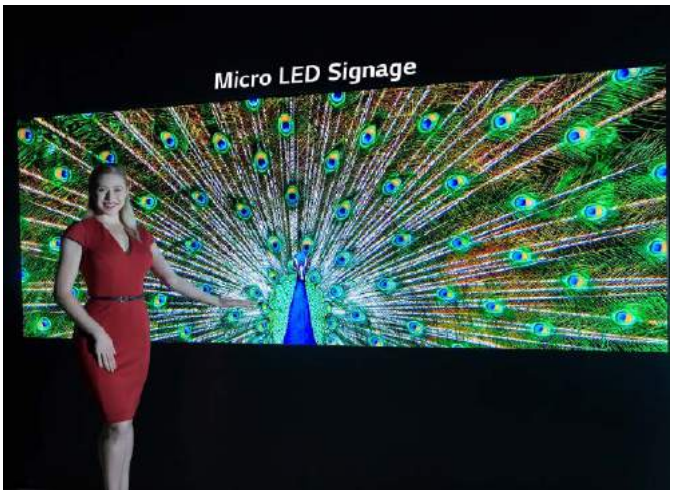
Nowoczesne OLEDy to także wyświetlacze całkiem żywotne. Problemy mało trwałych substancji tworzących struktury świecące zostały już w znacznej mierze wyeliminowane. Trudnością pozostają tylko sytuacje, w których na ekranie ma być prezentowana przez długi czas dokładnie ta sama treść. Może ona spowodować wypalenie się konkretnego wzoru na matrycy, w czego konsekwencji będzie on widoczny jako stały cień. Można temu zapobiec modyfikując sposób prezentowania treści. Dobrym zabiegiem jest wprowadzanie niewielkiej losowości w rysowane wzory, tak by nie znajdowały się one zawsze w tych samych miejscach. Do tego adekwatny dobór kolorów pozwoli doprowadzić do bardziej równomiernego zużywania pikseli, dzięki czemu powidok się nie pojawi lub zostanie znacząco zminimalizowany.



Warto także zadbać o korzystne temperatury pracy wyświetlacza OLEDowego. Zależność pomiędzy temperaturą a czasem życia jest logarytmiczna, przy czym specyfika obecnych technologii sprawia, że różne barwy wypalają się w różnym tempie. Najdłużej swoją sprawność zachowują ekrany, na których prezentowanych jest dużo żółtych treści, a najkrócej te, które korzystają z dużej ilości koloru niebieskiego. Różnica pomiędzy nimi wynosi nawet rząd wielkości!

LED

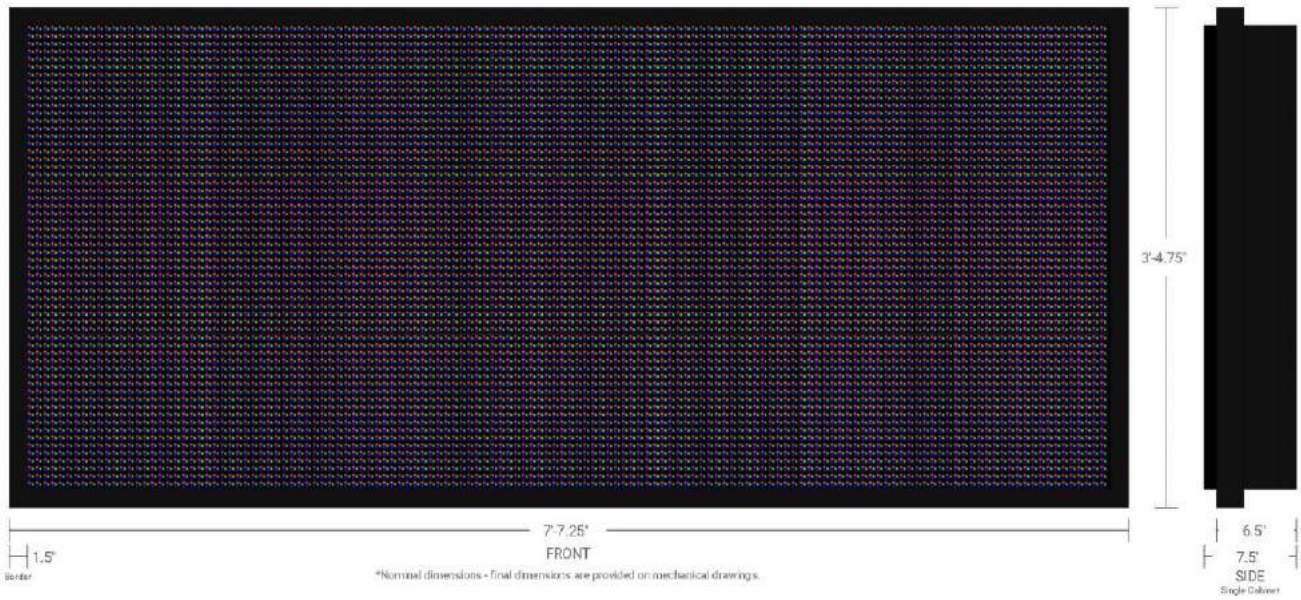
Technologia LED świetnie sprawdza się tam, gdzie pożądany rozmiar wyświetlacza jest bardzo duży. Jest też niezastąpiona, gdy potrzebna jest ogromna jasność ekranu, a gęstość upakowania pikseli nie ma takiego znaczenia. Wyświetlacze tego typu buduje się z matryc diod LED, czyli w praktyce składa z wielu segmentów. Te z założenia w większości przypadków projektowane są z myślą o zastosowaniach na zewnątrz budynków, choć różnią się między sobą szczegółami odnośnie wytrzymałości i odporności na trudne warunki środowiskowe. Ekrany LEDowe są najczęściej wykorzystywane do systemów informacyjnych lub do tworzenia multimedialnych billboardów. To dlatego, że stanowią bardzo rzucające się w oczy medium reklamowe, szczególnie w tych rejonach, gdzie nie są powszechnie stosowane. I choć w Polsce bardzo często słyszy się narzekania odnośnie nadmiaru powierzchni reklamowych w mieście i przy drogach, pod względem użytkowania reklam multimedialnych jesteśmy rynkiem słabo rozwiniętym, w porównaniu do centr wielkich zachodnich miast, a tym bardziej względem krajów azjatyckich, gdzie tzw. szum świetlny wieczorami jest niezwykle duży. Oznacza to, że w naszym kraju ta forma promocji wciąż pozwala bardzo skutecznie dotrzeć do dużego grona odbiorców, choć może być negatywnie postrzegana – nierzadko bardzo dużej jasności wyświetlacze diodowe oślepiają kierowców, odwracają ich uwagę oraz uprzykrzają życie okolicznym mieszkańcom.



Na rynku jest wiele firm, które dostarczają wyświetlacze tego typu, i duża część z nich nie funkcjonuje jako wyspecjalizowani dostawcy elektroniki, lecz jako przedsiębiorstwa z branży reklamowej. Ekrany diodowe oferowane są w wersjach monochromatycznych i kolorowych i te pierwsze właśnie służą raczej jako tablice informacyjne, używane do prezentacji prostych informacji, nazw firm, reklam tekstowych, kursów walut i podobnych. Tablice kolorowe są najczęściej używane do wyświetlania reklam graficznych. Kształt ekranów LEDowych u wielu producentów może być swobodnie dobierany, co wynika z ich modularnej budowy. Dostępne są też ekrany o popularnych, nietypowych kształtach – np. w postaci krzyży używanych jako symbole dla aptek.

Co ciekawe, rozmiary ekranów diodowych definiuje się w innych jednostkach niż w przypadku pozostałych rodzajów wyświetlaczy.

eprasa.pl 9565ffc9ee



Sprzedawcy posługują się raczej ich powierzchnią niż przekątną. Ekran o proporcjach 16:9 i przekątnej 100", a więc bardzo duży, jak na LCD, ma powierzchnię zaledwie 2,8 m², co klasyfikuje go jako nieduży wśród wyświetlaczy LEDowych. Typowe rozmiary matryc LED stosowanych w reklamie to kilka lub kilkanaście metrów kwadratowych. Nierzadko spotyka się wyświetlacze o powierzchni kilkudziesięciu metrów kwadratowych, a największe przekraczają nawet 100 m².

Dobierając wyświetlacz LEDowy, należy zwrócić uwagę też na inne parametry niż w przypadku LCD czy OLED. W matrycach LED znaczenie mają przede wszystkim jasność i gęstość upakowania diod. Istotne są też: dostępna liczba kolorów (zależna głównie od sterownika), pobór mocy, wytrzymałość temperaturowa, klasa odporności na wilgoć i kurz, a nawet masa całkowita oraz masa w przeliczeniu na metr kwadratowy. Cechy te zależą przede wszystkim od rodzaju zastosowanych diod, a w dominującej mierze od tego, czy użyto komponentów przewlekanych, czy też montowanych powierzchniowo. Ważne jest również, czy poszczególne kolory składowe uzyskiwane są w ramach trzech diod scalonych w jednej obudowie, czy z użyciem oddzielnych diod czerwonych, zielonych i niebieskich. Oba podejścia mają swoje zalety i wady. Modele z oddzielnymi diodami składowymi nie pozwalają uzyskać tak dużej gęstości upakowania pikseli, jak ekrany ze zintegrowanymi diodami RGB. Jednakże zazwyczaj to właśnie modele o oddzielnych diodach czerwonych, zielonych i niebieskich cechują się większą jasnością. Dochodzi ona nawet do kilkunastu tysięcy cd/m².

Co ciekawe, tak duże jasności uzyskuje się dzięki zastosowaniu diod LED średniej mocy. Użycie obecnie dostępnych modeli bardzo dużej mocy pogorszyłoby w praktyce parametry wyświetlacza. Najmocniejsze diody wymagają bardzo efektywnego chłodzenia, więc trudno byłoby je tak samo gęsto upakować. Co więcej, obraz w przypadku wyświetlaczy o jasności rzędu kilku tysięcy kandeli na metr kwadratowy jest i tak wystarczająco jasny, by był w pełni czytelny z dużej odległości, nawet w silnym świetle słonecznym. Poza tym diody dużej mocy cechują się najczęściej znacznie gorszymi parametrami niż diody mocy średniej. Mają mniejszą skuteczność świetlną, a więc uzyskanie tego samego strumienia świetlnego wymaga dostarczenia większej mocy. Do tego gorzej odwzorowują kolory, a szeroka paleta barw jest dosyć istotna w wielu zastosowaniach reklamowych. Diody średniej mocy są bardziej żywotne, łatwiejsze w użyciu i tańsze, dzięki czemu idealnie nadają się do tworzenia wysokiej jakości matryc LEDowych.

W nowych konstrukcjach, dzięki zastosowaniu wysoce skutecznych diod LED, matryce nie wymagają chłodzenia, a więc nie zawierają wentylatorów – elementów mechanicznych, które są bardziej podatne na uszkodzenia i skracają czas poprawnej pracy wyświetlacza. Celem

eprasa.pl 9565ffc9ee

ograniczenia zużycia energii oraz dostosowania sposobu pracy matrycy do warunków otoczenia instaluje się też czujniki natężenia światła. Pozwalają one dopasowywać jasność świecenia diod, tak by były równie dobrze czytelne w środku dnia, co w nocy, a także by nie oślepiać przechodniów wieczorami.

Duże pole do popisu mają twórcy sterowników do matryc LEDowych. Podzespoły te będą się różniły, w zależności od budowy ekranów. Poszczególne sterowniki umożliwiają kontrolę pracy ekranów o różnych wielkościach, proporcjach, a przede wszystkim rozdzielczościach. Różnią się też głębią obsługiwanej palety barw – najlepiej, gdy jest ona 24-bitowa, co pozwala na osiągnięcie 16 milionów kolorów. Nowoczesne modele pozwalają stosować strefowe przyciemnianie, by zaoszczędzić energię.

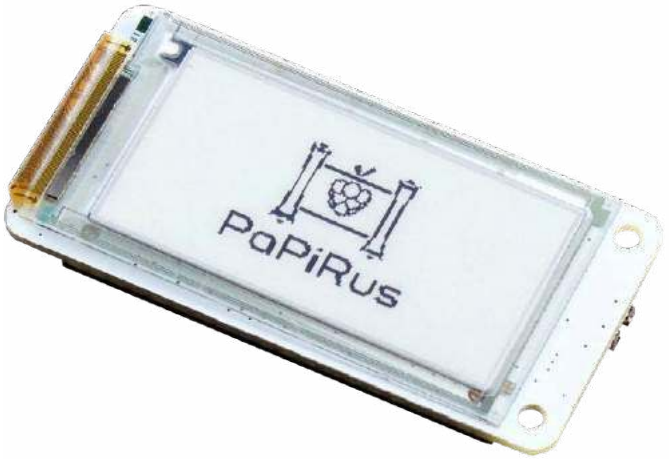
Typowa grubość wyświetlaczy z matryc LED to kilka centymetrów. Ponieważ często składają się one z segmentów, z których każdy ma osobne połączenie kablem do sterownika, najczęściej mają postać cienkiej, płytki o grubości kilku centymetrów, z wystającymi na każdym segmencie, kilkucentymetrowymi obudowami układów elektronicznych. Pobierana moc również przeliczana jest na jednostkę powierzchni. Jej wartość silnie jednak zależy od prezentowanych treści – im one jaśniejsze, tym konieczna jest większa moc. Moc maksymalna mieści się najczęściej w zakresie do kilkuset watów na metr kwadratowy. Oczywiście moc maksymalna będzie tym większa, im gęściej upakowane są diody i im diody te mocniejsze. Typowa gęstość upakowania dla segmentów dużych matryc LEDowych wynosi od ok. 0,5 do ponad 4 diod na cal. Odpowiada to rastrowi od około 50 mm do 6 mm. Przy dużych konstrukcjach istotna może być też ich masa. Tę zwyczajowo podaje się z uwzględnieniem aluminiowych ram, potrzebnych do montażu lub po prostu w przeliczeniu na mały segment.

W przypadku prostych tablic monochromatycznych, przeznaczonych do wyświetlania znaków, sterowniki mogą mieć zintegrowaną małą klawiaturę i wyświetlacz tekstowy, za pomocą których wprowadza się ustawienia prezentowanych treści. Mogą też być wyposażone w interfejs szeregowy, który służy do przesyłania aktualnie prezentowanych treści, np. z komputera. Większe i nowocześniejsze ekrany mają sterowniki podłączane do komputerów oraz oferowane są z zaawansowanym oprogramowaniem. Umożliwia ono sterowanie jasnością LEDów z poziomu komputera (włączanie i wyłączanie automatycznego dopasowania, harmonogramowanie) oraz wygodne odtwarzanie dowolnych treści na panelach. Ekran może być traktowany po prostu jak zwykły monitor podłączony do komputera. Wielu producentów oferuje też oprogramowanie do zarządzania kampaniami reklamowymi – programy te automatycznie, cyklicznie prezentują treści graficzne i multimedialne z zadanych katalogów, zliczają liczbę odtworzeni i pozwalają dokonywać kalkulacji i obliczać statystyki.

Ekrany diodowe, a tym bardziej sterowniki do nich, są dostępne od rodzimych producentów. Jest to duże pole do popisu dla polskich inżynierów, gdyż rozwój technologii matryc LED jest aktualnie bardzo szybki, a zapotrzebowanie na tego typu powierzchnie reklamowe rośnie. Co prawda rynek jest bardzo konkurencyjny – istnieje multum firm, które albo sprowadzają panele i oprogramowanie z Azji, albo tworzą polskie aplikacje do zagranicznych paneli, albo wykonują całe panele i oprogramowanie od zera, oferując je następnie w kraju i w Europie. Wynika to z faktu, że budowa panelu nie wymaga bardzo zaawansowanej technologii. Kluczowe jest zastosowanie dobrych diod LED i rozsądne, pomysłowe połączenie wszystkich komponentów, tak by uzyskać uniwersalny, niedrogi i łatwy w instalacji produkt. Ponadto tworzone są nowe formy interaktywnej reklamy audiowizualnej, które opierają się na innowacyjnych pomysłach, zachęcających przechodniów do zwrócenia uwagi na prezentowane treści.

EPD

Technologia papieru elektronicznego sprawia, że jest on użyteczny niestety tylko w niektórych zastosowaniach, tj. tam, gdzie nie ma potrzeby prezentować obrazów podlegających szybkim zmianom. Problem leży w odświeżaniu zawartości ekranu, które po prostu długo trwa. Wynika to z dwóch czynników. Po pierwsze sam proces przemieszczenia pigmentów z jednej strony wyświetlacza na drugą, co skutkuje zmianą obserwowanego koloru, trwa niemało czasu. Po drugie, w czasie tej operacji konieczne jest utrzymanie odpowiedniej polaryzacji pojedynczej komórki wyświetlacza, która odpowiada za pojedynczy piksel. Ponieważ wyświetlacze EPD są zazwyczaj wykorzystywane do prezentacji tekstu i muszą być czytelne podobnie jak treści wydrukowane na papierze, konieczne jest zapewnienie dużej rozdzielczości. A jeśli ta jest duża, nie ma możliwości doprowadzenia do ekranu tak wielkiej liczby niezależnie sterowanych elektrod, by można było całkowicie określać, które piksele mają być zmieniane jednocześnie w danym momencie. Tymczasem zastosowanie mechanizmów przemiatania, jakie świetnie sprawdzają się w wyświetlaczach LEDowych oraz w LCD tu nie znajdzie zastosowania, gdyż czas przez jaki trzeba utrzymywać polaryzację jest zbyt długi.



W praktyce za sprawne działanie takiego wyświetlacza odpowiada złożony kontroler, który ma określoną liczbę wyprowadzeń, jakimi może jednocześnie sterować. Odpowiednio napisany kod pozwala na skoncentrowanie się np. na małej strefie wyświetlacza, w której można wtedy szybko odświeżyć treść. Jest to szczególnie użyteczne w przypadku różnych interfejsów użytkownika, w którym można w ten sposób łatwo i dynamicznie zobrazować np. wciśnięcie przycisku. Niestety, już w przypadku multimediów, czyli gdy zmianom podlega cała zawartość ekranu w praktycznie każdej klatce filmu wideo, technologia EPD nie będzie nadążać za podawaną do wyświetlenia treścią.

Opisany powyżej problem to jeden z ważnych powodów, jaki spowolnił tempo rozwoju papieru elektronicznego. Zainteresowanie tą technologią było ograniczone, bo nie było sensu jej stosować w tych dziedzinach elektroniki użytkowej, która rozwijała się najszybciej. Konsumenci lubią multimedia, a zastąpienie wyświetlacza LCD lub OLED modelem EPD całkowicie te multimedia zabija. Stąd producenci elektroniki woleli inwestować w rozwój bardziej energooszczędnych wersji ekranów LCD i przede wszystkim OLEDów.

eprasa.pl 9565ffc9ee

Teraz sytuacja się zmienia, bo Internet Rzeczy wykreował szereg nowych aplikacji, w których elektroniczny papier może być idealnym wyborem. Elektroniczny papier to świetny sposób na zaprezentowanie prostych danych w urządzeniach, które wzbudzane mają być tylko raz na długi czas. Zamiast zapalać diodę, która musi się wciąż świecić, albo tworzyć przyciski, które spowodują wyświetlenie informacji przez krótką chwilę, dane można zaprezentować w trwały sposób, przy minimalnym koszcie energetycznym, bez konieczności wyłączania wyświetlacza. Dobrym przykładem będą np. etykietki cenowe w sklepach, które muszą być trwale widoczne, a nie powinny pobierać energii. Elektroniczny papier nieźle się sprawdza też w aplikacjach przemysłowych, gdzie może pokazywać dane – np. informować o stanie urządzeń w szafie. Wtedy wystarczy jedno spojrzenie operatora, by błyskawicznie zauważyć ewentualne problemy, na które wskazują niektóre z danych na wyświetlaczach.

Sama idea elektronicznego papieru daje też pewne możliwości, które nie mają uzasadnienia w przypadku innych technologii. Na rynku pojawiają się moduły z elektronicznym papierem, na które można w bardzo łatwy sposób przesyłać konkretne treści do wyświetlenia, bez konieczności klasycznego łączenia ekranu z mikrokontrolerem. Dane można przesyłać bezprzewodowo – np. przez NFC, Bluetooth, Wi-Fi lub sieć komórkową.

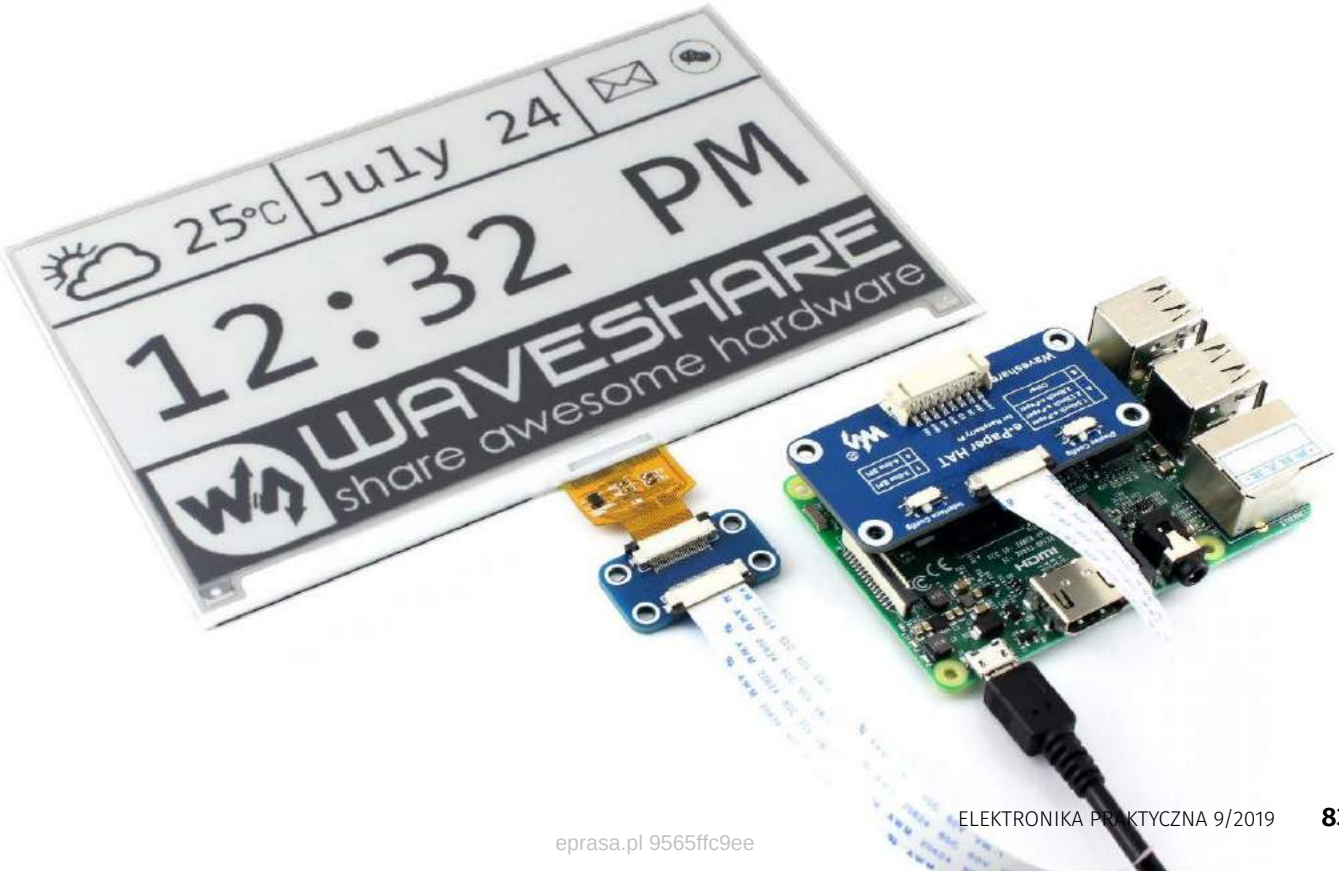
Wraz z rozwojem sterowników do elektronicznego papieru, na rynku pojawiły się rozwiązania pozwalające na pracę w różnych trybach o odmiennych częstotliwościach odświeżania ekranu, które wpływają na dokładność odwzorowania treści. Inżynier może dzięki temu uzyskać bardziej płynną, ale mniej dokładną prezentację obrazu. Innym trybem będzie przełączenie się w kolor jednobitowy, tj. taki, w którym nie ma odcieni szarości. Dzięki temu sterownik może bardziej „energicznie" przełączać piksele, redukując czas odświeżania nawet 4- czy 5-krotnie, względem 4-bitowej palety szarości. Dalsze ograniczenie precyzji pozwala na dalsze 2-krotne zmniejszenie czasu odświeżania i w konsekwencji już nawet na prezentowanie prostych, monochromatycznych animacji.

Pewnym problemem z technologią EPD jest trudność pracy w ujemnych temperaturach, kiedy to barwnik zawieszony w poszczególnych komórkach wyświetlacza zaczyna wolniej się poruszać przez gęstnienie zawiesiny. Niemniej na rynku pojawia się coraz więcej wyświetlaczy, które w różne sposoby radzą sobie z tym zjawiskiem. Można więc dostać już papier elektroniczny, przeznaczony do pracy na zewnątrz budynków czy też papier w bardzo cienkich obudowach (open frame), umożliwiających montaż w ciasnych przestrzeniach.

Podsumowanie

Stojąc przed wyborem wyświetlacza, konstruktor już w założeniach projektowych powinien mieć opisane, jakiego rodzaju wyświetlacz ma być zastosowany. Choć poszczególne technologie nachodzą na siebie obszarami zastosowań, w większości aplikacji już w ramach podstawowej specyfikacji podaje się kluczowe parametry wyświetlacza. Rolą inżyniera jest znalezienie odpowiedniego modelu, który najlepiej spełni wymogi i w tym zakresie wybór produktów, obecnie dostępnych na rynku może onieśmielać. Znajomość obecnych trendów i kluczowych parametrów wyświetlaczy na pewno ułatwi zadanie stojące przed konstruktorem.

Marcin Karbowniczek, EP



eprasa.pl 9565ffc9ee

Dylemat konstruktora

Produkujemy sterowniki do systemów automatyki domowej. Wartość rynku domów inteligentnych notuje systematyczny wzrost rok do roku. Przygotowywana przez nas nowa seria sterowników do systemów smart home wymaga zastosowania wyświetlaczy cechujących się doskonałą czytelnością oraz niskim zużyciem energii. Poszukujemy dostawcy wyświetlaczy w technologii e-papieru lub alternatywnej, uwzględniającej nasze wymogi, który zapewni szeroką ofertę produktów oraz pełne wsparcie techniczne.

Polecane rozwiązanie

Dla opisanej aplikacji proponujemy dwa rozwiązania. Oba wyświetlacze charakteryzują się niskim poborem mocy, pełnymi kątami obserwacji oraz niewielką grubością, co sprawia, że znacznie łatwiej będzie zaprojektować moduł zgodny z najnowszym wzornictwem przemysłowym i trendami.

Wyświetlacze EPD zostały stworzone w ten sposób by imitować kartkę papieru, co sprawia, że kąty obserwacji wyświetlacza są praktycznie nieograniczone. Moduły EPD są bistabilne i ich główną zaletą jest niskie zużycie energii, która jest potrzebna tylko w momencie zmiany wyświetlanych treści. Przy projektowaniu rozwiązania z użyciem EPD należy pamiętać o tym, że wyświetlane treści nie będą czytelne w nocy jeżeli nie zastosujemy dodatkowego oświetlenia, co jednocześnie zwiększy zużycie energii.

Ciekawym rozwiązaniem może być zastosowanie wyświetlacza OLED. W tej technologii to piksele są źródłem emitowanego światła, co sprawia, że oferują one bardzo wysoki kontrast i zdecydowanie lepszą czytelność zarówno w ciemności, jak i w warunkach dużego nasłonecznienia. Dodatkowo pełne kąty obserwacji, długa żywotność oraz niski pobór prądu sprawiają, że jest to ciekawa alternatywa dla klasycznych matryc mono LCM czy e-papieru.

Więcej informacji

Unisystem to jeden z najbardziej rozpoznawalnych w Polsce i największych w Europie dostawca komponentów służących do wizualizacji informacji. Specjalizuje się w dostarczaniu wyświetlaczy (e-papier, LCD TFT, OLED, mono LCM), paneli dotykowych, komputerów przemysłowych, a także montażu oraz projektowaniu zarówno software'u, jak i hardware'u.

Firma posiada własne zaplecze produkcyjne wraz z cleanroom'em, magazyn oraz działy RnD i kontroli jakości. Uzyskana w 2008 roku certyfikacja ISO9001 to gwarancja szybkiej i efektywnej realizacji zleceń, kompleksowego serwisu i profesjonalnego wsparcia na każdym etapie projektu.

Publikacje:

www.elektronikab2b.pl
- Unisystem – kompleksowy dostawca wyświetlaczy dla elektroniki
- Moduły e-papierowe odpowiedzią na zapotrzebowanie rynku

www.unisystem.pl/pl/news:
- E-papier i elementy interaktywne – nowe możliwości
- Panele dotykowe produkcji Unisystemu

Kontakt:

Unisystem Sp. z o.o.
80-299 Gdańsk, ul. Nowy Świat 36
tel. 58 761 54 20, faks 58 55 32 968
www.unisystem.pl, biuro@unisystem.pl

eprasa.pl 9565fc9ee

Dylemat konstruktora

Specjalizacją naszej firmy są systemy automatyki budynkowej. Stale udoskonalamy nasze produkty zarówno funkcjonalnie jak i od strony obsługi i wzornictwa. W odpowiedzi na oczekiwania klientów najnowsza seria paneli sterujących będzie wyposażona w kolorowy wyświetlacz TFT oraz interfejs dotykowy. Poszukujemy dostawcy wyświetlaczy, który oferuje produkty najwyższej jakości oraz zadba o ich bezproblemową dostępność.

Polecane rozwiązanie

Rozwój technologii wyświetlania obrazu sprawił, że obecnie na rynku można znaleźć bogatą ofertę wyświetlaczy o różnych parametrach i możliwościach. Jednym z godnych zainteresowania producentów jest firma Riverdi, specjalizująca się w dostarczaniu wyświetlaczy wykonanych w technologii LCD TFT (Thin Film Transistor). Duża innowacyjność oraz nieustanne badania pozwalają firmie dostarczać produkty, które zaspokajają potrzeby nawet najbardziej wymagających klientów. Istotną cechą jest także to, że ich ostateczny montaż odbywa się w Polsce. Oficjalnym dystrybutorem tej marki jest firma Transfer Multisort Elektronik. Obecnie w ofercie znajdują się wyświetlacze o przekątnej od 2,8 do 7 cali w wersjach z kontrolerem i bez kontrolera, z panelem dotykowym rezystancyjnym lub pojemnościowym oraz bez panela, dostępne w wersji z ramką montażową lub maskującą ramką zewnętrzną. Większość z nich może być dostarczona do klienta w ciągu 24 godzin.

Więcej informacji

Transfer Multisort Elektronik jest jednym z największych światowych dostawców komponentów elektronicznych, elektrotechnicznych, wyposażenia warsztatowego oraz elementów automatyki przemysłowej. Funkcjonuje od 1990 roku i współpracuje z ponad 950 producentami z całego świata. Główna siedziba TME zlokalizowana jest w Łodzi. Centrum logistyczne TME jest ciągle rozbudowywane i unowocześniane, a większość artykułów dostępna jest od ręki. Serwis internetowy dostępny jest aż w 25 wersjach językowych. Wysoką jakość obsługi potwierdzają uzyskane certyfikaty ISO 9001:2009 oraz 14001:2005.

Publikacje:
www.elektronikab2b.pl
- TME umacnia się w wyświetlaczach
- Trzy nowe dystrybucje TME
- TME dystrybutorem firmy Riverdi

IRE 2019 str. 233
http://youtu.be/TMElectroniComponent/

Kontakt:
Transfer Multisort Elektronik,
93-350 Łódź, ul. Ustronna 41
tel. 42 645 55 55, faks 42 645 55 00,
www.tme.pl, dso@tme.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Dylemat konstruktora

Nasza firma zajmuje się produkcją kompleksowych systemów parkingowych. Rozpoczęliśmy prace nad nową wersją modułu interfejsu użytkownika, którego głównym elementem będzie duży czytelny wyświetlacz. Nowy moduł będzie stosowany w parkomatach, biletomatach i automatach rozliczeniowych. Nawiążemy współpracę z dostawcą, który zapewni pomoc w doborze najlepszych komponentów, udzieli wsparcia technicznego oraz zagwarantuje bezproblemową dostępność podzespołów.

Polecane rozwiązanie

Firma GLYN posiada w ofercie nową serię wyświetlaczy typu NL8048BC21-03F, produkcji firmy Tianma (byłe NLT Technologies). Są to wyświetlacze o przekątnej 8" (20 cm), rozdzielczości 800×480 px wykonane w technologii SFT (Super Fine TFT) zapewniającej szerokie kąty widzenia (typ. 88°/88°/88°/88°) oraz bardzo dobre odwzorowanie kolorów bez ich inwersji. Duża jasność (typ. 1000 cd/m²) osiągnięta dzięki podświetleniu LED, kontrast (typ. 1000:1) oraz powierzchnia Antiglare sprawiają, że wyświetlacze te są idealne do zastosowania w urządzeniach pracujących na zewnątrz w świetle słonecznym. Zakres temperatury pracy tych wyświetlaczy to aż –40°C do +85°C dzięki czemu radzą one sobie w każdych warunkach pogodowych. Dodatkowo ich konstrukcja sprawia, że są wyjątkowo odporne na wibracje.

TIANMA

Więcej informacji

Już od 39 lat GLYN opiera swoją strategię na specjalistycznej wiedzy, wyjątkowej obsłudze technicznej oraz niezawodnych i zaawansowanych procesach logistycznych. Zadowoleni klienci mają do dyspozycji ponad 70 inżynierów aplikacyjnych, techników i menedżerów produktu. GLYN koncentruje się na wyborze wiodących producentów z dziedziny półprzewodników, wyświetlaczy, rozwiązań systemowych, jak również komunikacji bezprzewodowej i nośników danych.

Publikacje:
www.elektronikab2b.pl
- Europejska nagroda za program wsparcia technicznego dla firmy GLYN,
- GLYN 7" TFT ClearLCD – nowoczesny wygląd aplikacji przemysłowej

IRE 2019 str. 176
www.youtube.com/user/GlynSupport

Kontakt:
GLYN Jones GmbH & Co KG
50-075 Wrocław, Krupnicza 13
tel. 71 782 87 58, biuro@glyn.pl
glyn.pl, www.twitter.com/GlynSupport
www.linkedin.com/company/glyn-gmbh-&-co-kg

eprasa.pl 9565ffc9ee

Dylemat konstruktora

Specjalizacją naszej firmy są systemy klimatyzacji. Wykonujemy kompletne instalacje, a także produkujemy własne kontrolery systemów klimatyzacji. Opracowaliśmy wiele autorskich rozwiązań, które stale unowocześniamy. Interesuje nas współpraca z dostawcą dysponującym szeroką ofertą wyświetlaczy LCD, który udzieli wsparcia technicznego do oferowanych komponentów.

Polecane rozwiązanie

Bogatą ofertą wyświetlaczy dysponuje firma Artronic. Dystrybutor jest wyspecjalizowany w badaniu i wdrażaniu nowych technologii, dlatego oprócz standardowych wyświetlaczy LED i LCD w ofercie znajduje się wiele modeli serii Blackline oraz produkty w takich technologiach jak OLED i Bi-Stable LCD. Mocną stroną firmy są także wyświetlacze na indywidualne zamówienie. Na uwagę zasługują wyświetlacze serii Easy TFT, które powstały po to, aby umożliwić zastosowanie wyświetlacza w systemach pierwotnie niedostosowanych do takiego rozwiązania. Kontroler wyświetlacza wyposażony jest w gniazdo karty pamięci. Na karcie można umieścić wszystkie wymagane elementy graficzne a następnie wysyłając proste komendy do kontrolera, poprzez interfejs szeregowy, można wyświetlać te elementy na wyświetlaczu. Doradztwo w zakresie asortymentu i nowych technologii oraz niskie koszty opracowania pozwalają na przygotowanie do produkcji innowacyjnych konstrukcji optoelektronicznych trafnie dobranych do potrzeb klienta.

Więcej informacji

Firma Artronic posiada jedną z najszerszych ofert optoelektroniki w Polsce. Swój sukces zawdzięcza wieloletniej współpracy z producentami, dla których jakość jest jednym z najważniejszych aspektów. Firma jest wyłącznym dystrybutorem producenta wyświetlaczy AV-Display, z którym także wymienia informacje o rozwoju i wymaganiach rynku. Dzięki temu wiele sugestii i propozycji zostało wdrożonych do produkcji. W ofercie firmy Artronic nie ma podzespołu, który nie zostałby sprawdzony, wypróbowany i pozytywnie oceniony pod względem jakości. Wymaga to wiele pracy ale gwarantuje zadowolenie klienta.

Publikacje:
www.elektronikab2b.pl
- Wyświetlacze AV Display LCD TFT zintegrowane z kontrolerem
- Nowa technologia bistable w standardowej formie LCD – zero power

IRE str. 139

Kontakt:
Artronic Sp.J.
81-549 Gdynia, ul. Parkowa 6
tel. 58 668 57 83, faks 58 668 57 82
biuro@artronic.pl, www.artronic.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Zasady projektowania elektroniki pod kątem spełnienia wymagań EMC

– zrozumieć prądy i pola na przykładzie indukcyjności przelotki, czyli „VIA" na PCB

*Akademia EMC: Projektowanie elektroniki pod kątem spełnienia wymagań EMC – **www.emc4b.com/szkolenia***

Zapraszamy na III edycja ogólnopolskiej konferencji EMC FOR BUSINESS 2019.
Praktycy dla praktyków. 10-11.10.2019 Wrocław.
Wymiana wiedzy i doświadczeń w projektowaniu elektroniki oraz ocenie zgodności.
www.emc4b.com
Będą nie tylko prelekcje, ale i warsztaty praktyczne wraz z wyjaśnieniem i dyskusje.

Jakie powinienem uwzględnić wytyczne w projektowaniu elektroniki pod kątem EMC?

Bardzo często na szkoleniach pytacie nas o proste porady, wskazówki odnośnie projektowania elektroniki pod kątem spełnienia wymagań EMC. Rzeczywiście podajemy pewne zalecenia, rozwiązania, często praktyczne i do zastosowania od zaraz. Oczywiście w Internecie znajdziemy także wiele wskazówek… Oczywiście są poradniki, wskazówki, przewodniki (guidelin'y). Jednak dlaczego akurat takie rozwiązanie będzie optymalne? Czy zawsze to będzie działało? Czy mój projekt nie jest wyjątkowy?

W naszych działaniach wolimy nauczyć Was zasad, jakie rządzą zjawiskami z tym związanymi. Abyście zrozumieli przyczynę i uczyli się dobierać adekwatne rozwiązania, zależnie od potrzeb.

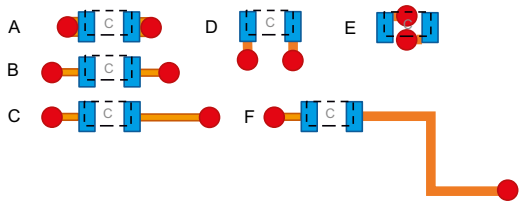
Nasze podejście opieramy o pomoc w zrozumieniu przyczyn, zasad fizycznych stojących za danym zjawiskiem. Abyś umiał dobierać rozwiązania adekwatne do potrzeb.

Aby dobrze korzystać z takich „mądrości" trzeba zrozumieć dlaczego tak się powinno robić, w tym poznać i przyswoić zasady funkcjonowania prądów wysokiej częstotliwości i fal elektromagnetycznych.

I faktycznie podczas szkolenia często pada stwierdzenie: „Aha, to o to chodziło, dlatego tak mam robić". A gdy już doświadczasz efektu „aha" i zaczynasz rozumieć zjawisko, wiesz, że będziesz mógł odnieść zalecenie do swoich konkretnych, specyficznych projektów oraz przenieść na inne podobne pola. Bo sztuką jest dopasować teorię czy zalecenia, do naszego konkretnego układu, tej właściwej realizacji.

I to jest naszym nadrzędnym celem w Akademii EMC, co wyrażamy w naszym działaniu, a także sloganie „We help you to understand – pomagamy zrozumieć". Zrozumienie kluczowych zjawisk, fundamentalnych zasad pozwala na korzystanie w sposób bardziej efektywny z zaleceń czy dokumentacji technicznej.

Zrozumienie podstawowych zjawisk fizycznych jest kluczowe aby poprawnie projektować elektronikę w aspekcie spełnienia wymagań kompatybilności elektromagnetycznej.



Rysunek 1. Zalecenia projektowe odnośnie prowadzenia przelotek dla kondensatorów odsprzęgających

W tym artykule opowiem o kilku podstawowych zasadach i zjawiskach z tym związanych. Jako przykład posłuży nam prowadzenie przelotek (tzw. VIA) do warstw zasilania (power plane, grund plane) na PCB dla kondensatorów odsprzęgających (nasze zbiorniki pomocnicze).

Na początek – pytania: Która wersja z rysunku 1 wskazuje rozwiązanie optymalne pod katem EMC? Które jest: super/dobre/słabe/najgorsze?

I pewnie odpowiedź będzie dość oczywista, bo obrazek jest znany, dostępny w sieci, do tego podawany często jako przykład zaleceń w projektowaniu płytek (layout PCB). Rozwiązanie i prawidłowa kolejność od najlepszego do najgorszego: E, D, A, B, C, F (oczywiście można robić wariacje z wieloma przelotkami, co dopowiem pod koniec artykułu).

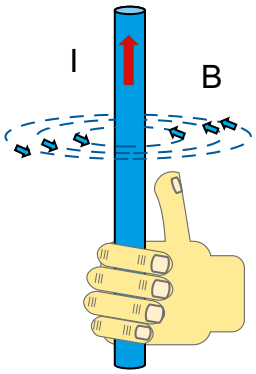
Dlaczego zaleca się stosowanie rozwiązania „E"? Wróćmy do zajęć z fizyki, gdzie prowadzący pokazywał jak w przewodniku płynie prąd, a wokół niego (w wyniku przepływu prądu elektrycznego) obecne są linie sił pola magnetycznego. Wynika to wprost z równań Maxwella (które często są słabo rozumiane). Kierunek linii sił pola można rozpoznać stosując zasadę prawej dłoni zawijającej się wokół przewodnika (**rysunek 2**). Niestety rysunki i uproszczenia do fragmentu pojedynczego przewodu, często nie wyjaśniają istoty INDUKCYJNOŚCI, bo to będzie nasz główny temat.

Indukcyjność zależy nie tylko od materiału, ale także od kształtu struktury pętli prądu. (Ps. Niby to oczywiste, a często zapominamy o tym patrząc na nasze PCB).

A co jak mamy dwa przewodniki? Na pewno będzie interakcja pól (zasada superpozycji). Jaki będzie wpływ, to już zależy od geometrii układu, m.in. odległości między nimi. Im bliżej siebie, tym silniej na siebie wzajemnie oddziałują, znosząc się lub wzmacniając.

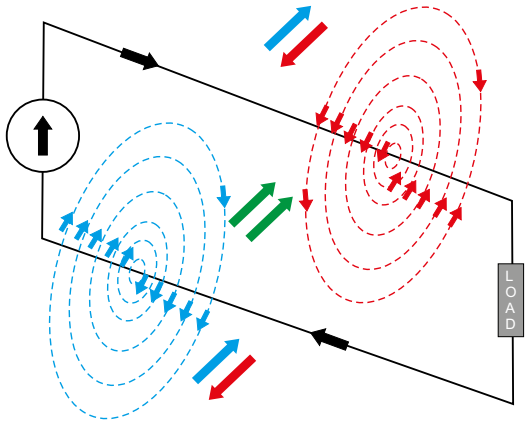
Bo czym jest indukcyjność? Od czego zależy? No właśnie.

Nie można mówić o indukcyjności jeśli nie ustalimy kształtu naszych przewodników.



Rysunek 2. Linie sił pola magnetycznego wokół przewodnika, w którym płynie zmienny prąd elektryczny – reguła prawej dłoni

eprasa.pl 9565ffc9ee



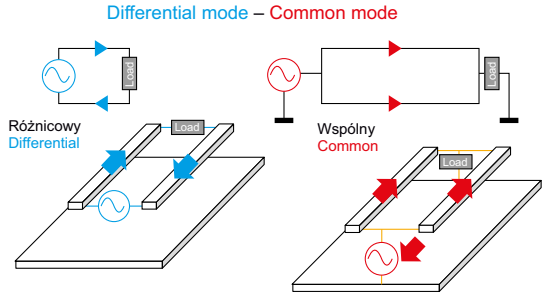
Rysunek 3. Dwa przewodniki oddziałujące na siebie poprzez pole magnetyczne

Indukcyjność – ile strumienia wytwarza prąd – zdolność struktury do gromadzenia energii w polu.

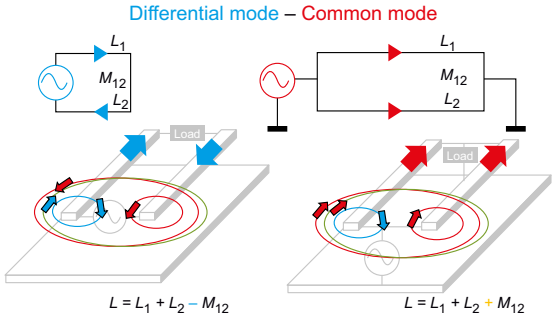
Duże natężenie pola występuje tam, gdzie linie sił pola elektrycznego i magnetycznego są do siebie prostopadłe.

Jeśli przewodniki znajdują się odpowiednio blisko siebie to ich pola magnetyczne oddziałują na siebie wzajemnie, znosząc się i wzmacniając, w zależności od kierunku działania siły. Zależnie od tego ile nachodzą na siebie strumienie magnetyczne, można mówić o sprzężeniu magnetycznym dwóch cewek (*mutual inductance* – M12) (**rysunek 3**).

Mamy dwa sposoby przepływu prądu w przewodnikach spotykanych w EMC. (pamiętajmy cały czas, że zwykle mówimy o prądach wysokiej częstotliwości, a nie o tych zasilających typu DC), zobrazowane na **rysunku 4**. Są to tryby:



Rysunek 4. Dwa tryby przepływu prądu w.cz.: różnicowy i wspólny



Rysunek 5. Dwa tryby przepływu prądu w.cz.: różnicowy i wspólny – wizualizacja lini sił pola magnetycznego

- różnicowy, symetryczny (*differential, normal mode*),
- wspólny, asymetryczny (*common, odd mode*).

Jeśli weźmiemy pod uwagę linie pola magnetycznego jakie będą obecne wokół przewodników, dojdziemy do wniosku, że zależnie od miejsca, odległości (geometria) linie sił pola będą się znosiły lub wzmacniały, a indukcyjność połączeń będzie rosła lub malała (**rysunek 5**).

REKLAMA

10-11.10.2019
WROCŁAW

PRAKTYCZNE POKAZY NA SPRZĘCIE POMIAROWYM I REALNYCH URZĄDZENIACH

DOŚWIADCZENIA W PROJEKTOWANIU I PRODUKCJI ELEKTRONIKI

DOWIEMY SIĘ, JAK SPEŁNIĆ WYMAGANIA DLA URZĄDZEŃ ELEKTRONICZNYCH

PATRONAT MEDIALNY:

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA
automatyka.pl
MIKRO KONTROLER

KONFERENCJA
EMC FOR BUSINESS
PRAKTYCY DLA PRAKTYKÓW

Case study (m.in.):

- Kompatybilność systemów bezprzewodowych.
- Jak poprawić odporność, ale „niczego nie zmieniać" – czyli kiedy EMC jest problemem interdyscyplinarnym?
- Testy EMC liczarki kolonii bakterii – problemy projektowe, nie tylko z interfejsem USB.
- Agresywny sąsiad, czyli o przesłuchach w PCB (crosstalk). Signal Integrity.
- Projektowanie układów scalonych.

Warsztaty (m.in.):

- Projektowanie elektroniki pod kątem EMC – przykłady, pomiary.
- Testy wstępne EMC – podejście pre-compliance.
- Ocena zgodności krok po kroku – nie tylko rynek UE.
- Program badań EMC – jak przygotować produkt do testów EMC.
- Filtry EMC – projektowanie i optymalizacja filtrów EMI.
- Odbiornik pomiarowy, a analizator widma. Praktyczne pomiary i porównania.

ORGANIZATOR WYDARZENIA:

Serdecznie zapraszam,
Tomasz Utkowski

EMC
ZAPISZ SIĘ
www.emc4b.com

SPONSOR GŁÓWNY:

SCHURTER
ELECTRONIC COMPONENTS

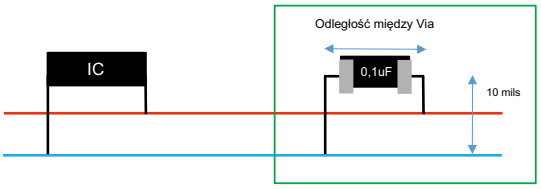
SPONSORZY:

HELMAR
Jacek A. Dobrowiecki
ASTAT

WYSTAWCY:

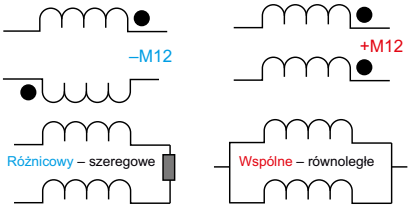
EMC PARTNER
GAUSS INSTRUMENTS
PMM
narda Safety Test Solutions
ETS-LINDGREN
An ESCO Technologies Company

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 6. Schemat połączeń dla układu mikrokontrolera i kondensatora odsprzęgającego

Impedancja zależy m.in. od indukcyjności. Im większa indukcyjność, tym większa impedancja połączeń dla wyższych częstotliwości. (Wysokie częstotliwości zaczynają się już dla kilkudziesięciu kiloherców.)



Rysunek 7. Układ zastępczy cewek sprzężonych – dwa mody – wspólny i różnicowy

Powyższe pokazanie i wyjaśnienie zjawiska odniesione do PCB, kondensatorów i połączeń Via jest pewnym uproszczeniem, gdyż zjawisko wymagało by skomplikowanych wyjaśnień opartych na symulacjach.

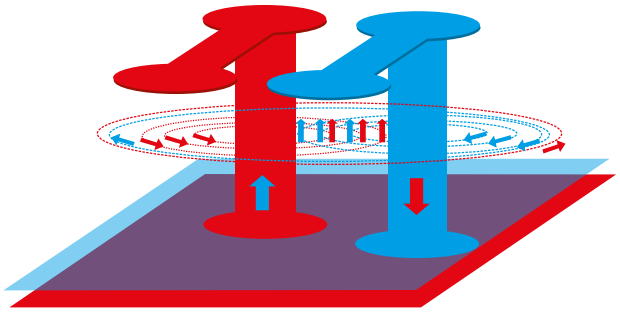
W układzie różnicowym (*differential mode*) chcemy by pętle prądu były jak najmniejsze, bo zmniejsza to indukcyjność całej drogi prądu. Stąd wniosek, że położenie kondensatora i odległość między Via ma znaczenie dla indukcyjności, w konsekwencji impedancji połączeń. Wiemy już, że zależy nam na minimalizowaniu pętli prądu, co za tym idzie minimalizowaniu indukcyjności połączeń. W tym celu należy zbliżać do siebie Via i umieszczać kondensatory odsprzęgające jak najbliżej układów.

Rozważmy sytuację na płytce PCB, gdzie mamy nasz układ odsprzęgany (IC) i kondensator (**rysunek 6**). Dla takiego układu można zastosować uproszczony schemat zastępczy oparty o indukcyjności połączeń i sprzężenie magnetyczne cewek. Układ zastępczy obszaru zaznaczonego zieloną ramką można pokazać jako połączenie cewek (**rysunek 7**). Zależnie od ich położenia (czy są blisko siebie, czy daleko) ich sprzężenie magnetyczne może minimalizować indukcyjność bądź ją zwiększać. Dodatkowo odsunięcie od siebie może skutkować dodaniem kolejnych indukcyjności, gdyż każde połączenie, ścieżka – płaszczyzna odniesienia, to w zakresie wysokich częstotliwości indukcyjność.

Jak to ma się do VIA? Wyobraź sobie prądy płynące w przelotce i pole magnetyczne wokół przewodnika jak na **rysunku 8**. Poniżej przywołałem wartość indukcyjności oraz impedancji w zależności odległości pomiędzy przelotkami (**rysunek 9**, **tabela 1**). Widzimy, że odległość pomiędzy przelotkami ma znaczenie i wpływa na indukcyjność oraz impedancję połączenia, co skutkuje pogorszeniem efektywności dostarczania energii do układów, czego skutkiem jest niestabilność zasilania i problemy z emisją i odpornością na testach EMC.

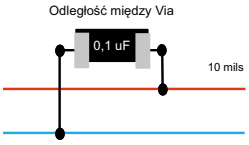
Tabela 1. Impedancja oraz indukcyjność w funkcji odległości pomiędzy VIA (Źródło: Effective Power/Ground Plane Decoupling for PCB, Dr. Bruce Archambeault, Research Triangle Park, NC, October 2007)

Odległość Via (mils)	Indukcyjność (nH)	Impedancja dla 1 GHz (Ω)
20	0,06	0,41
40	0,21	1,30
60	0,36	2,33
80	0,50	3,10
100	0,64	4,00
150	1,00	6,23
200	1,40	8,50
300	2,10	12,69
400	2,75	17,30
500	3,50	21,7



Rysunek 8. VIA jako dwa przewodniki, gdzie prądy płyną w przeciwnych kierunkach. Nakładanie się strumieni magnetycznych

Wspomniałem już że można stosować dublowanie (powielanie) liczby przelotek. Jaki ma to sens, cel? Równoległe połączenie (poszerzenie drogi przepływu prądu) powoduje zmniejszenie impedancji (indukcyjności) połączenia. Zalecane sposoby umieszczania przelotek pokazuje **rysunek 10**.



Rysunek 9. Odległości pomiędzy punktami obwodu

Podsumowanie

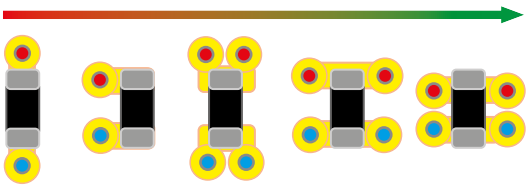
Za zaleceniami stoją doświadczenia i obserwacje, jednak podstawą jest fizyka prądów wysokiej częstotliwości i pola elektromagnetycznego. Nie jest konieczne rozwiązywanie całek podwójnych z równań Maxwella (od tego jest software), często wystarczy zrozumienie następstw i odniesienie ich do własnych projektów. Przeniesienie schematycznych rysunków teorii na nasz układ. Wiem, że pojawia się wiele pytań dodatkowych, jak choćby: po co odsprzęgamy? Po co zamykamy drogę prądu w mniejszej pętli? Czy może kondensator pełni dodatkowe funkcje? Czy zastosować jeden kondensator, czy dwa, trzy… i jakiej wartości?

Tekst potraktujcie jako inspirację do dalszych studiów i innego spojrzenia na zalecenia. Następnym razem pomyśl – jakie zjawisko fizyczne stoi za daną zasadą projektową i jak mogę odnieść ją do swojego projektu. Zwykle chodzi o impedancję i jej składowe: pojemność i indukcyjność. Zachęcam abyście przyłączyli się do Akademii EMC, zarówno jako uczestnicy, jak i wykładowcy. Wspólnie rozwiniemy większą świadomość i poziom działów R&D w branży elektronicznej. Nasz cykl nauczania wspiera dogłębne zrozumienie zjawisk, gdyż opieramy to na schemacie: teoria, przykład, eksperyment (pomiar), wyjaśnienie, odniesienie do realnych, często Waszych projektów.

Tomasz Utkowski
EMC for Business, www.emc4b.com

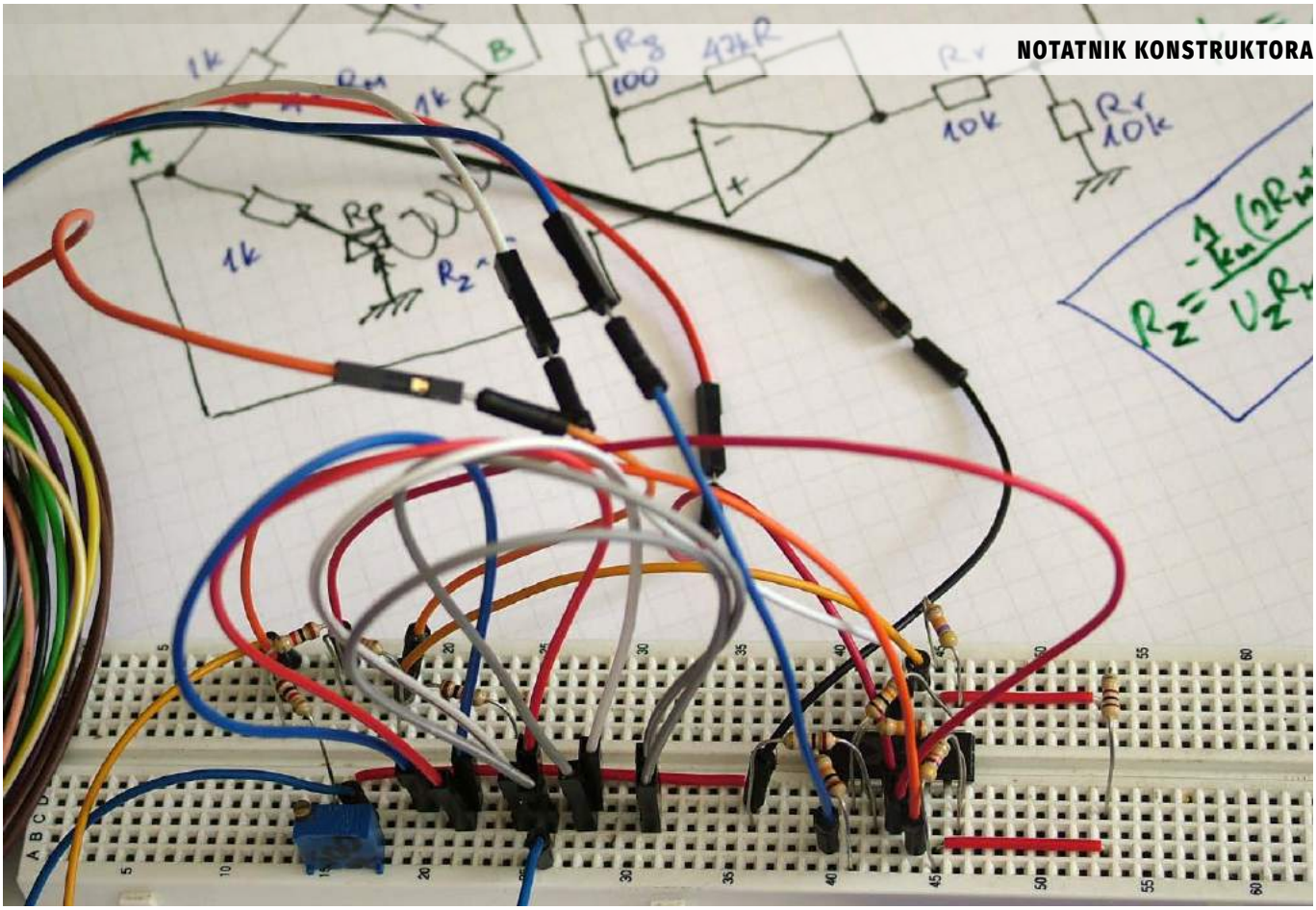
Źródła o tematyce EMC, do których warto zajrzeć:

1. Effective Power/Ground Plane Decoupling for PCB – Dr. Bruce Archambeault, IBM Distinguished Engineer, October 2007
2. Analog Devices, PC Board Layout and Design Tools, High Speed System Applications, 2006
3. Device-Specific Power Delivery Network (PDN) Tool 2.0 User Guide, INTEL, UG-01157, 2017.06.05
4. Materiały szkoleniowe „Projekt EMC" – Akademia EMC – Piotr Janik, 2017
5. Blog EMC – *www.emc4b.com/blog*
6. Kanał youtube Akademii EMC – *http://bit.ly/2MHx9Rc*



Rysunek 10. Zalecenia do układania przelotek do kondensatorów odsprzęgających

eprasa.pl 9565ffc9ee



Symulacja i pomiar czyli LTspice i Analog Discovery 2 w rękach konstruktora (2)

Wzmacniacz instrumentalny

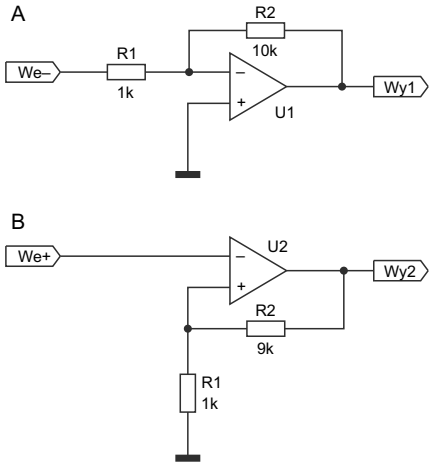
FTP Wszystkie poprzednie odcinki kursu są dostępne na stronie www.media.avt.pl

W tym odcinku zajmiemy się specyficznym rodzajem wzmacniacza, jakim jest wzmacniacz instrumentalny. Jak zwykle przed montażem i pomiarami układu rzeczywistego zapoznamy się krótko z teorią, przeprowadzimy symulację przykładowego układu w programie LTspice i na koniec zmierzymy parametry naszego wzmacniacza.

Zanim rozpoczniemy rozważania teoretyczne i obliczenia musimy uporządkować nomenklaturę. Czytelnikom znane są zapewne takie pojęcia jak: wzmacniacz różnicowy, wzmacniacz operacyjny, wzmacniacz pomiarowy czy wreszcie wzmacniacz instrumentalny. Czym różnią się poszczególne odmiany wzmacniaczy?

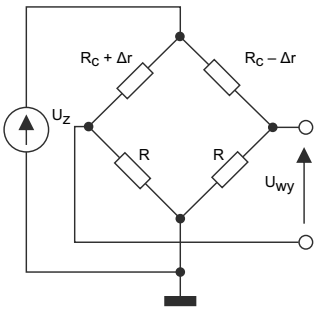
W poprzednim odcinku omawialiśmy 1-stopniowy wzmacniacz tranzystorowy w układzie OE (ze wspólnym emiterem). Była to konstrukcja bardzo niedoskonała i tak naprawdę, do zastosowań praktycznych trzeba by nad nią jeszcze trochę popracować. Co byśmy jednak nie robili, pewnych wad tego układu nie przeskoczymy. Pierwszą, bardzo ważną z punktu widzenia tematyki niniejszego artykułu wadą jest brak możliwości wzmacniania prądu stałego. Nie byłoby też możliwe uzyskanie bardzo dużych wzmocnień w tej konfiguracji. Można oczywiście dobudowywać kolejne stopnie wzmacniacza, ale to z kolei rodziłoby nowe problemy. Nie tędy droga. Dużo lepsze wyniki moglibyśmy zapewne osiągnąć stosując wzmacniacze różnicowe, nawet wielostopniowe, tylko... dzisiaj nikt tego tak nie robi. Owszem, wzmacniacze różnicowe budowane w oparciu o elementy dyskretne (tranzystory) można nadal znajdować w stopniach wejściowych wzmacniaczy mocy, ale w innych przypadkach sięgamy raczej po wzmacniacze operacyjne. Wzmacniacz operacyjny jest niczym innym, jak wzmacniaczem różnicowym, zwykle wielostopniowym, zintegrowanym w układzie scalonym. Stwarza

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 15. Podstawowe konfiguracje wzmacniacza operacyjnego a) wzmacniacz odwracający, b) wzmacniacz nieodwracający

to bardzo szerokie możliwości optymalizacji układu, powtarzalności parametrów, zapewnienia dużej stabilności termicznej itd. Wzmacniacz operacyjny charakteryzuje się bardzo dużym wzmocnieniem (od kilku do kilkudziesięciu tysięcy V/V) przy pracy z otwartą pętlą sprzężenia zwrotnego. Biegun charakterystyki częstotliwościowej jest jednak umiejscowiony bardzo nisko – kilka do kilkunastu herców, co powoduje odczuwalny spadek wzmocnienia wraz ze wzrostem częstotliwości. W aplikacjach użytkowych wzmacniacz operacyjny musi więc pracować w konfiguracji ze sprzężeniem zwrotnym. W praktyce stosowane są dwie podstawowe konfiguracje: **wzmacniacz odwracający** (**rysunek 15a**) i **nieodwracający** (**rysunek 15b**). Z pewnością do tych układów jeszcze wrócimy.



Rysunek 16. Czujnik w konfiguracji mostkowej

Do wyjaśnienia pozostały jeszcze dwa terminy: **wzmacniacz instrumentalny** i **pomiarowy**. W rzeczywistości chodzi dokładnie o ten sam wzmacniacz, a zróżnicowanie nazw wynika wyłącznie z niuansów językowych. W tekstach angielskich spotykamy się z nazwą *instrumentation amplifier*, czasami *instrumentational amplifier*, stąd – wskutek ulubionego przez nas przechwytywania terminów anglosaskich – pojawiło się określenie „instrumentalny". Swoją drogą ciekawe, dlaczego nie „instrumentacyjny"? Bardziej poprawne po polsku byłoby jednak wzmacniacz pomiarowy, ale bezpośredni wzorzec angielski, jak wiele innych, na dobre umiejscowił się w terminologii polskiej i trzeba go zaakceptować.

O wyższości wzmacniacza instrumentalnego nad wzmacniaczem operacyjnym

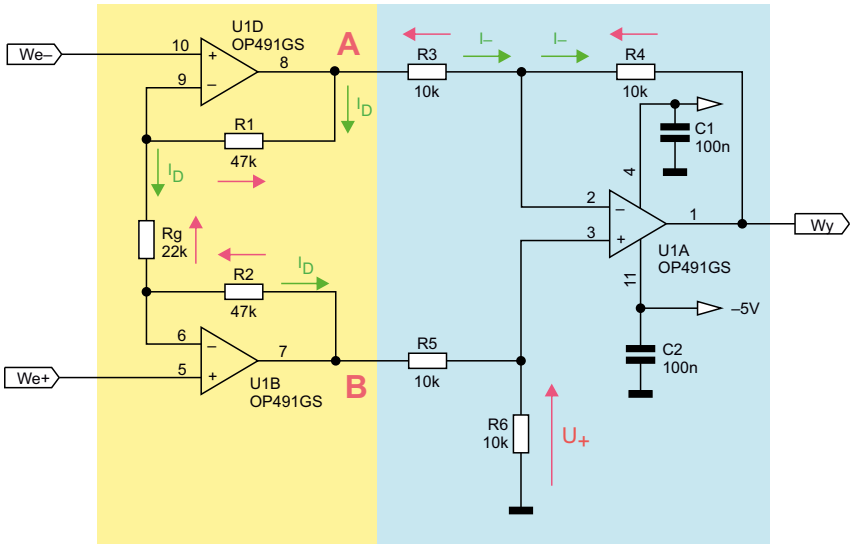
Skoro wzmacniacz operacyjny ma, jak już wiemy, bardzo duże wzmocnienie z otwartą pętlą, to dlaczego do pomiarów bardzo małych sygnałów stosowane są wzmacniacze instrumentalne Rozważmy następujący przykład. Załóżmy, że mamy czujnik pewnej wielkości fizycznej, np. ciśnienia, siły, przyspieszenia, natężenia oświetlenia itp. Czujnik ten chcemy wykorzystać w jakimś systemie mikroprocesorowym do pomiaru i zobrazowania tej wielkości. Sygnał z czujnika będzie przetwarzany przez przetwornik analogowo-cyfrowym, do którego dołączono napięcie referencyjne 4,096 V. Aby uzyskać pełny zakres pomiarowy, napięcie na wejściu przetwornika powinno więc mieścić się w przedziale od 0 do 4,096 V. Czujniki, o których mowa pracują najczęściej w konfiguracji mostkowej (**rysunek 16**). Do górnego węzła jest doprowadzane napięcie zasilające, niech będzie ono równe 5 V. Z bocznych węzłów jest pobierane napięcie wyjściowe czujnika. To jest to napięcie, które będzie podawane do przetwornika A/C.

I już widzimy pierwszy problem. Mamy do czynienia z napięciem symetrycznym. Oba wyjścia czujnika są na pewnym potencjale, który w stanie równowagi mostka jest równy połowie napięcia zasilającego (a więc 2,5 V), a napięcie wyjściowe jest w tym przypadku równe zero. Przedstawione wcześniej wzmacniacze operacyjne (odwracający i nieodwracający) nie są przystosowane do wzmacniania sygnałów symetrycznych. Napięcie wejściowe jest dla nich zawsze odnoszone do potencjału masy – zero woltów.

Teoretycznie dla wzmacniacza np. odwracającego można by rozważyć połączenie wejścia nieodwracającego z potencjałem równym połowie napięcia zasilającego czujnik, a sygnał podać na wejście nieodwracające tylko z jednego węzła mostka. W tym punkcie będzie występował sygnał z czujnika, tylko o połowę mniejszy niż na pełnym wyjściu. Zastanówmy się jakie wzmocnienie musiałby mieć wzmacniacz, aby zapewnić odpowiedni zakres napięć wejściowych przetwornika?

Element pomiarowy mostka, niech to będzie jeden z jego rezystorów, w całym zakresie pomiarowym zmienia swoją wartość o niewielki procent wartości nominalnej. Różnicowy sygnał wyjściowy z takich czujników jest rzędu kilku miliwoltów. Niech dla ustalenia uwagi zmiana napięcia na wejściu nieodwracającym wynikająca z działania czujnika wyniesie 4 mV. Wymagane wzmocnienie powinno więc być równe 4,096/4=1024 V/V. Sporo, ale co tam. Jeśli w układzie z rysunku 15a damy R2=1,024 MΩ, a R2 równe 1 kΩ, to uzyskamy żądane wzmocnienie i cel osiągniemy. Miejmy nadzieję, że z tym wzmocnieniem zmieścimy się w paśmie częstotliwości występujących w sygnale mierzonym. No nie! To tak nie działa. Wzmacniacz wzmacnia wszystko, co mu się poda na wejście. W naszym układzie dajemy 4-miliwoltowy sygnał zmieniany na tle składowej stałej równej 2,5 V (sic!). Ta składowa stała spowoduje po wzmocnieniu, że napięcie wyjściowe odleci gdzieś w okolice ujemnego napięcia zasilającego wzmacniacz operacyjny, a sygnału z czujnika nawet nie zobaczymy, mimo tak „kosmicznego" wzmocnienia. Nie tędy droga.

Zajmijmy się więc wzmacniaczem instrumentalnym. Zbudujemy go... ze wzmacniaczy operacyjnych, ale odpowiednio połączonych. Wzmacniacz instrumentalny musi wyeliminować wszystkie wspomniane niedogodności, powinien więc cechować się: bardzo dużym



Rysunek 17. Jedna z podstawowych konfiguracji wzmacniacza instrumentalnego

eprasa.pl 9565ffc9ee

wzmocnieniem sygnału różnicowego i zerowym wzmocnieniem sygnału sumacyjnego, wzmacniać sygnał z pełnym wzmocnieniem w szerokim paśmie częstotliwości, powinien mieć dużą impedancję wejściową i małą wyjściową, elementy sprzężenia zwrotnego nie powinny być dołączane do wejść wzmacniacza. Powyższe wymagania spełnia wzmacniacz w konfiguracji pokazanej na **rysunku 17**. Nie jest to jedyna konfiguracja wzmacniacza instrumentalnego, ale spotykana chyba najczęściej. Wzmacniacze takie były budowane już w czasach pierwszych scalonych wzmacniaczy operacyjnych, dzisiaj konstruktorzy wybierają raczej gotowe wersje realizowane w jednym układzie scalonym. Ma to kolosalne znaczenie dla parametrów układu. Jak się za chwilę przekonamy niezwykle ważne jest zachowanie precyzyjnie dobranych oporności, które powinny ponadto zachowywać swoje parametry w szerokim zakresie temperatury pracy. W wersji scalonej wzmacniacze mają laserowo trymowane rezystory o bardzo precyzyjnie dobieranych opornościach na etapie produkcji. Wzmacniacze nie wymagają żadnych elementów zewnętrznych poza rezystorem ustalającym wzmocnienie i kondensatorami blokującymi zasilanie. Policzmy wzmocnienie układu.

Schemat wzmacniacza pokazany na rysunku 17 można podzielić na dwie sekcje. Rozważania zaczniemy od sekcji drugiej, zaznaczonej na niebiesko. Dla uproszczenia obliczeń przyjmiemy, że wszystkie rezystory tej sekcji, tj.: R3, R4, R5 i R6 są równe. Jest to zresztą założenie zwykle przyjmowane w układach rzeczywistych. Rezystorom tym nadamy w obliczeniach oznaczenie R, w praktyce natomiast przyjmiemy, że będą one równe 10 kΩ. Wejściem sekcji drugiej są punkty „A" i „B". Rezystory R5 i R6 tworzą dzielnik napięciowy. Ponieważ rezystory są równe napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza U1A jest równe połowie napięcia w punkcie „B", czyli $U_+=U_B/2$. W rozważaniach przyjmujemy, że wzmacniacze są idealne, więc napięcie między wejściami U_+ i U_- jest równe zero, zerowe są również prądy wejściowe wzmacniaczy. Można więc napisać, że: $U_+ + I_- R_3 = U_A$. Zatem

$$I_- = \frac{\left(U_A - \frac{U_B}{2}\right)}{R_3}$$

Z analizy przepływu prądu I_- od punktu „A" do wyjścia wynika, że:

$$U_A - I_-(R_3 + R_4) = U_{Wy}$$

czyli:

$$U_A - 2I_- R = U_{Wy}$$

$$U_A - 2\frac{\left(U_A - \frac{U_B}{2}\right)}{R} R = U_{Wy}$$

$$U_A - 2U_A + \frac{2U_B}{2} = U_{Wy}$$

$$-U_A + U_B = U_{Wy}$$

więc

$$U_{Wy} = U_B - U_A \quad (1)$$

Z powyższego równania wynika, że drugi stopień pełni funkcję układu różnicowego, czyli odejmuje napięcie U_A od napięcia U_B.

Teraz przeanalizujmy działanie pierwszego stopnia naszego wzmacniacza (podświetlonego na żółto). Pamiętamy, że do wejść wzmacniaczy operacyjnych nie wpływają prądy i że $U_+=U_-$. Widzimy więc, że w obwodzie płynie tylko jeden prąd, nazwijmy go I_D. Płynie on przez rezystory R_1, R_g i R_2. Rozważając oczko We–, R_g, We+ można napisać:

$$U_{We-} - I_D R_g = U_{We+}$$

zatem

$$I_D = U_{We-} - \frac{U_{We+}}{R_g}$$

Teraz przeanalizujmy przepływ prądu I_D od punktu „A" do punktu „B":

$$U_A - I_D(R_1 + R_g + R_2) = U_B$$

$$U_B - U_A = (2R + R_g)\frac{U_{We+} - U_{We-}}{R_g}$$

Korzystając z równania (1) piszemy:

$$U_{Wy} = (2R + R_g)\frac{U_{We+} - U_{We-}}{R_g}$$

więc

$$U_{We+} - U_{We-} = \frac{U_{Wy}}{\frac{(2R + R_g)}{R_g}}$$

a to oznacza, że wzmocnienie napięciowe układu K_u jest równe:

$$K_u = \frac{2R + R_g}{R_g}$$

lub inaczej:

$$K_u = 1 + \frac{2R}{R_g}[V/V] \quad (2)$$

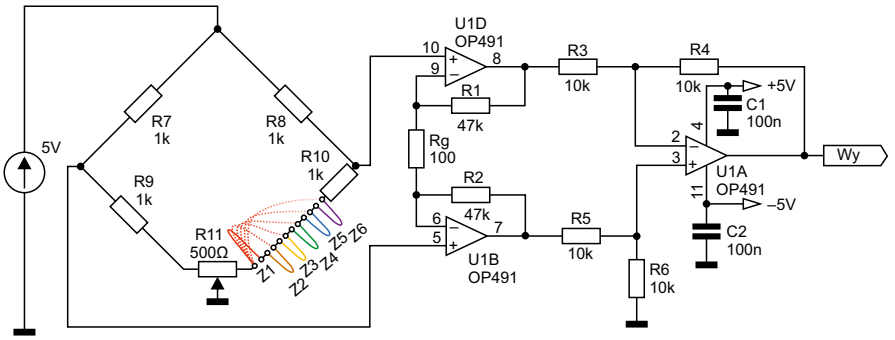
Z powyższego wzoru wynikają dwa ważne wnioski:

1. Wzmocnienie układu jest regulowane tylko jednym elementem – rezystorem R_g. W wersji scalonej wzmacniacza jest to element zewnętrzny, który może być ustalany przez użytkownika. Pozostałe elementy są zrealizowane w strukturze układu scalonego.
2. Wzmocnienie układu jest, przynajmniej teoretycznie, regulowane w zakresie od 1 do nieskończoności.

Oczywiście w układach rzeczywistych istnieją pewne ograniczenia fizyczne, ale uzyskanie wzmocnień rzędu tysiąca V/V, a nawet więcej nie stanowi problemu. To jest dobry moment do rozpoczęcia działań praktycznych.

Obliczenia

Na wstępie należy postawić sobie zadanie. Będzie to wykonanie eksperymentu potwierdzającego (bądź nie) nasze powyższe wyliczenia, oraz demonstrującego ewentualne inne własności układu. Skuteczność eksperymentów jest tym większa, im bardziej spektakularny lub zaskakujący jest jego wynik. Być może tak właśnie będzie dla wielu Czytelników, jeśli tylko zechcą powtórzyć pomiary własnoręcznie. Wzmacniacz z rysunku 17 zbudujemy z elementów dyskretnych. Ja do montażu zastosowałem wzmacniacze operacyjne układu OP491. Akurat miałem takie pod ręką, ale również dlatego, że model tego układu jest w standardowej bibliotece LTspice'a. Dla naszych potrzeb typ układu nie jest jednak krytyczny, można z powodzeniem stosować inne wzmacniacze operacyjne o zbliżonych parametrach.



Rysunek 18. Układ pomiarowy z czujnikiem mostkowym (symulacja tensometru)

eprasa.pl 9565ffc9ee

Ważne jest natomiast, aby były to wzmacniacze *rail-to-rail*, to znaczy takie, w których napięcie wyjściowe może osiągać wartości bliskie napięciom zasilania.

W eksperymencie zasymulujemy działanie mostka tensometrycznego. Nie będzie to dokładny odpowiednik prawdziwego tensometru, ale wystarczający do badania naszego wzmacniacza instrumentalnego. Pełny układ pomiarowy pokazano na **rysunku 18.** Mostek jest zasilany napięciem 5 V. Składa się z rezystorów R_7, R_8, R_9 i R_{10} oraz potencjometru R_{11}. Potencjometr będzie potrzebny do wstępnego zrównoważenia mostka. Zakładamy użycie rezystorów o tolerancji 10%, co z pewnością spowoduje, że po montażu mostek będzie daleki od stanu równowagi, mimo jednakowych rezystancji nominalnych. Cały układ tradycyjnie zmontujemy na płytce stykowej. W jednej z gałęzi, szeregowo z rezystorem R10 wykonamy 6 zworek za pomocą kabelków do połączeń na breadboardach (męsko-męskich). Zworka Z_1 jest wyróżniona. W takcie pomiarów będzie ona przepinana do kolejnych zworek Z_2, Z_3, Z_4, Z_5 i Z_6, a my będziemy obserwować, jak to wpłynie na napięcie wyjściowe wzmacniacza.

OK. Zaczynamy. Załóżmy, że projektowany wzmacniacz powinien mieć wzmocnienie 900 V/V. Po przekształceniu wzoru (2) otrzymujemy zależność, z której można obliczyć rezystor Rg, który jak pamiętamy ustala wzmocnienie.

$$R_g = \frac{2R}{K_u - 1} = \frac{2 \cdot 47k}{900 - 1} = 104,5[\Omega]$$

Wybieramy z szeregu E24 rezystor 100 Ω i sprawdzamy jakie będzie dla niego wzmocnienie.

$$K_u = 1 + \frac{2 \cdot 47k}{100} = 941[V/V]$$

Symulacja

Zobaczmy, czy rzeczywiście takie wzmocnienie będzie miał wzmacniacz w symulatorze. Schemat narysowany w edytorze LTspice'a pokazano na **rysunku 19**. Przed rozpoczęciem symulacji trzeba zwrócić uwagę na jeden szczegół. Przyjrzyjmy się etykietom „We+" i „We–". Ich umiejscowienie jest ważne, dla analizy częstotliwościowej (AC). W jej wyniku otrzymujemy wykres amplitudy i fazy sygnału wyjściowego w funkcji częstotliwości. Problem mamy z symetrycznym wejściem wzmacniacza i w związku z tym brakiem odniesienia do jakiegoś punktu całego układu, np. masy. Przyjmijmy więc, że do rozważań fazowych wejście „We–" potraktujemy jako odniesienie. Jeśli w danym przedziale czasu napięcie na wejściu „We+" narasta w odniesieniu do wejścia „We–", to również napięcie wyjściowe mierzone względem masy będzie narastało. Przesunięcie fazowe będzie więc równe zero. W konsekwencji tych założeń źródło sygnału V1 na rysunku 19 jest umiejscowione tak, że końcówka oznaczona symbolem „+" jest połączona z wejściem „We+". Sprawdźmy czy te założenia okazały się słuszne. Wykonujemy analizę TRAN umożliwiającą oglądanie przebiegów w dowolnym punkcie układu. Mamy na uwadze bardzo duże wzmocnienie układu, ustalamy więc amplitudę sygnału generowanego przez źródło V1 na 2 mV i częstotliwość 10 Hz. Zastosujemy też znaną już z poprzedniego odcinka sztuczkę pozwalającą ominąć stany nieustalone po włączeniu. Będziemy symulować 10 sekund pracy układu, ale wyświetlimy przebieg dopiero od chwili t=9,8 s – komenda:

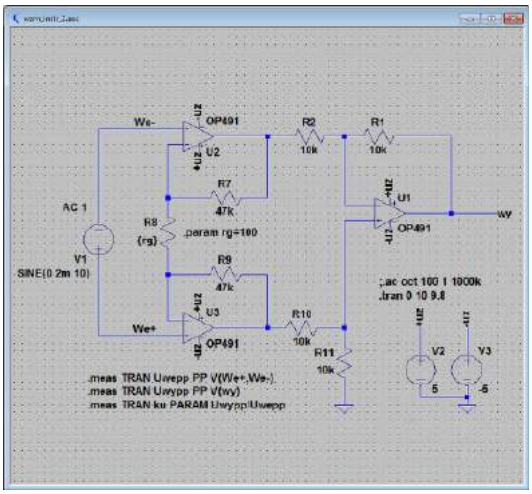
```
.TRAN 0 10 9,8
```

Pierwsze zero oznacza brak przesunięcia (offsetu) Po uruchomieniu symulacji na ekranie ukaże się początkowo pusty wykres. Musimy wskazać na schemacie jakiś punkt, dla którego chcemy wyświetlić przebieg. Wskazujemy myszką wyjście, ale przecież interesuje nas również wejście. Teoretycznie możliwe jest wyświetlenie obu przebiegów na jednym wykresie, ale pamiętamy, że wzmocnienie układu jest równe blisko 1000 V/V, więc na tle przebiegu wyjściowego przebieg wejściowy będzie tylko ciągłą linią. Nie doszukamy się na niej nawet najdrobniejszych szczegółów. Musimy więc utworzyć nowy obszar wykresu. W tym celu naprowadzamy kursor myszki na okno wykresu i w dowolnym miejscu naciskamy prawy przycisk. W wyświetlonym menu wybieramy opcję „Add Plot Pane", co spowoduje utworzenie nowego, pustego wykresu. I znowu musimy pokazać jakie napięcie ma zostać umieszczone w tym oknie. Ponieważ jednak chcemy zobaczyć napięcie na wejściu symetrycznym musimy pokazać dwa punkty. Najeżdżamy na „We+", naciskamy lewy przycisk (pokazuje się czerwona sonda), trzymając przycisk myszki przesuwamy kursor do punktu „We–" (sonda zmienia kolor na czarny) i puszczamy przycisk. W efekcie widzimy wykresy jak na **rysunku 20**.

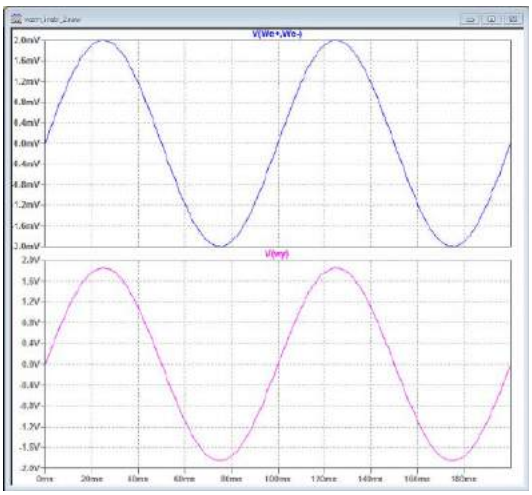
Jak widać, faktycznie fazy są zgodne, oba przebiegi są bardzo dobrze widoczne, a wzmocnienie... Można policzyć metodą pomiarów kursorowych i ręcznego obliczenia, ja jak zwykle wolę całą robotę zrzucić na LTspice. W tym celu umieszczam komendy pomiarowe:

```
.meas TRAN Uwepp PP V(We+,We-)
.meas TRAN Uwypp PP V(wy)
.meas TRAN ku PARAM Uwypp/Uwepp
```

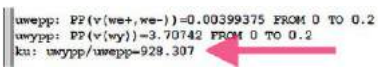
Wzmocnienie odczytujemy komendą „View Spice Error Log", która umieszcza na wykresie okno z wynikami pomiarów (**rysunek 21**). Okazuje się, że wzmocnienie obliczone przez LTspice jest równe 928,3 V/V. To mniej niż wynika z teorii, ale różnica odniesiona do wartości teoretycznej to tylko nieco ponad 1%, a ponadto obliczenia



Rysunek 19. Symulacja wzmacniacza instrumentalnego w programie LTspice

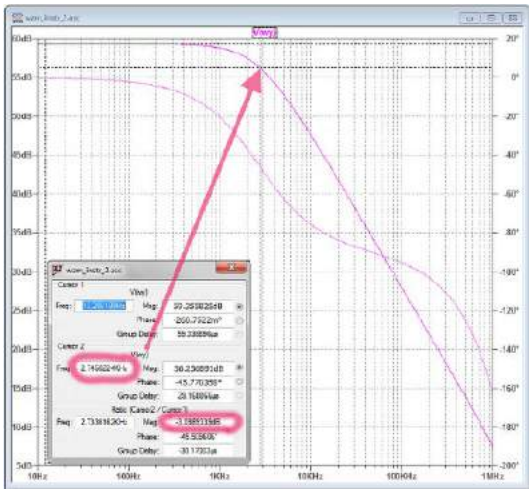


Rysunek 20. Przebiegi wejściowy i wyjściowy obserwowane na dwóch wykresach w LTspice

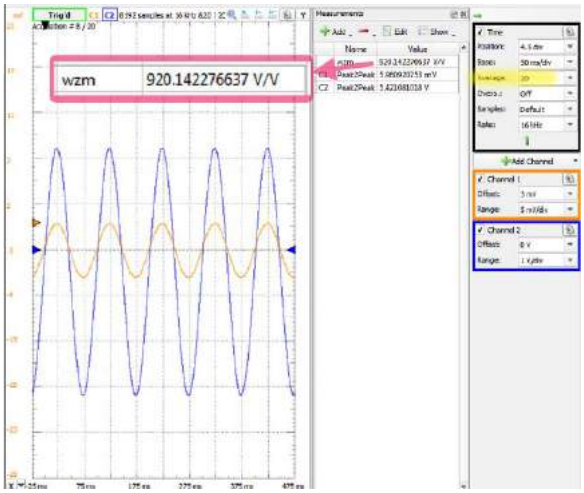


Rysunek 21. Wzmocnienie obliczone przez LTspice i odczytywane komendą „View Spice Error Log"

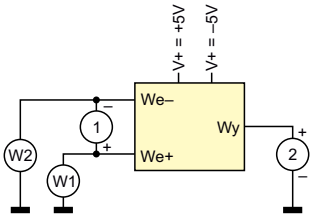
eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 22. Charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza instrumentalnego obliczona w symulatorze LTspice



Rysunek 24. Przebiegi i wzmocnienie wzmacniacza instrumentalnego zmierzone oscyloskopem



Rysunek 23. Schemat układu pomiarowego wzmacniacza instrumentalnego

zakładały stosowanie wzmacniaczy idealnych. Zobaczymy jak będzie w pomiarach.

Skoro jednak jesteśmy w symulatorze, to sprawdźmy jeszcze jakie będzie pasmo naszego wzmacniacza. Uruchamiamy symulację `.AC OCT 100 1 1000k` (100 punktów pomiarowych na oktawę, pomiar w zakresie od 10 Hz do 1 MHz). Wynik przedstawiono na **rysunku 22.** Wzmocnienie 59,36 dB spada o 3 dB dla częstotliwości 2,74 kHz.

Pomiary

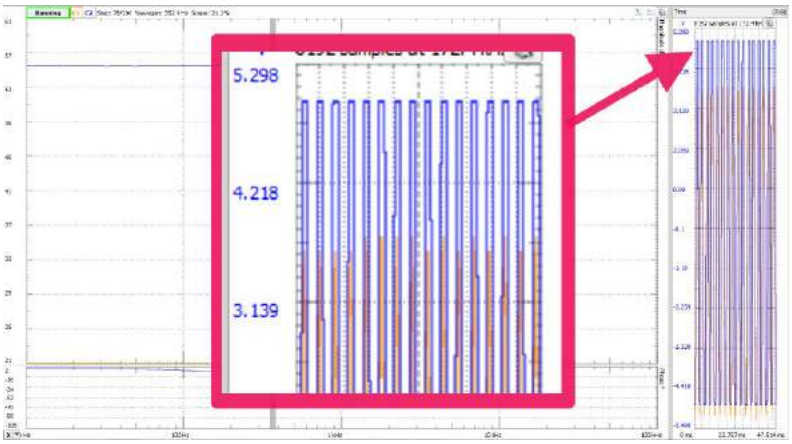
Wzmacniacz montujemy na breadboardzie. Ze względu na dużą czułość układu montaż powinien być przeprowadzony szczególnie starannie. Do pomiaru wzmocnienia i charakterystyki częstotliwościowej nie montujemy mostka i zworek, zostawiamy nie podłączone nóżki 5 i 10 układu OP491. Na płytce należy jednak zarezerwować wystarczająco dużo miejsca dla tych elementów. Wszystko w symulacji było niby proste, ale jak w układzie rzeczywistym do wzmacniacza dołączyć generator, który ma wyjście niesymetryczne?

Pierwszą, chyba najlepszą metodą, jest dołączenie symulatora tensometru. Konstrukcja takiego urządzenia była opisana w EP7/2015. Jest to układ, który zamienia wyjście niesymetryczne na symetryczne. Wstawia się go pomiędzy generator Analog Discovery 2 a wejście badanego wzmacniacza. Taki wariant wymaga jednak sporo dodatkowej pracy i nakładów, więc my poradzimy sobie inaczej. Skorzystamy z tego, że Analog Discovery 2 ma dwa generatory, a co więcej, mogą one generować... napięcie stałe. Jeden z generatorów, niech to będzie AWG2 (Channel 2) dołączamy do wejścia „We–" (nóżka 10 OP491) i ustawiamy na nim napięcie równe połowie napięcia, które będzie później zasilało mostek, czyli 2,5 V. Drugi generator AWG1 (Channel 1) dołączamy do wejścia „We+" (nóżka 5 OP491) i wybieramy dla niego sygnał o częstotliwości np. 10 Hz, amplitudzie 3 mV i ustawiamy składową stałą 2,5 V. Pierwszy kanał oscyloskopu dołączamy różnicowo do wejścia. Możliwość takiego połączenia oscyloskopu to jedna z większych zalet Analog Discovery 2, zwalnia nas z konieczności korzystania z sond różnicowych. Kanał 2 oscyloskopu dołączamy do wyjścia wzmacniacza. Schemat połączeń przedstawiono na **rysunku 23**.

Po uruchomieniu oscyloskopu oraz obu kanałów generatora może okazać się konieczne skorygowanie offsetu sygnału wejściowego. Trzeba to zrobić bardzo delikatnie cały czas obserwując sygnał wyjściowy. Nie powinien on mieć składowej stałej. Na przebiegach oscyloskopowych widać, że wzmacniacz pracuje bardzo ładnie. Do obliczenia wzmocnienia zastosowałem ten sam skrypt, którego użyłem w poprzednim odcinku. Podaje on wynik wprost, bez konieczności wykonywania ręcznych obliczeń. Nasz wzmacniacz ma wzmocnienie 920 V/V (**rysunek 24**), a więc mniej niż to wynika z obliczeń i symulacji. Nadal jest to jednak odchyłka rzędu zaledwie 2%, a więc do przyjęcia.

Teraz czas na weryfikację charakterystyki częstotliwościowej. Układ pomiarowy pozostaje bez zmian, uruchamiamy natomiast narzędzie Network Analog Discovery 2. Ustawiamy w nim parametry:

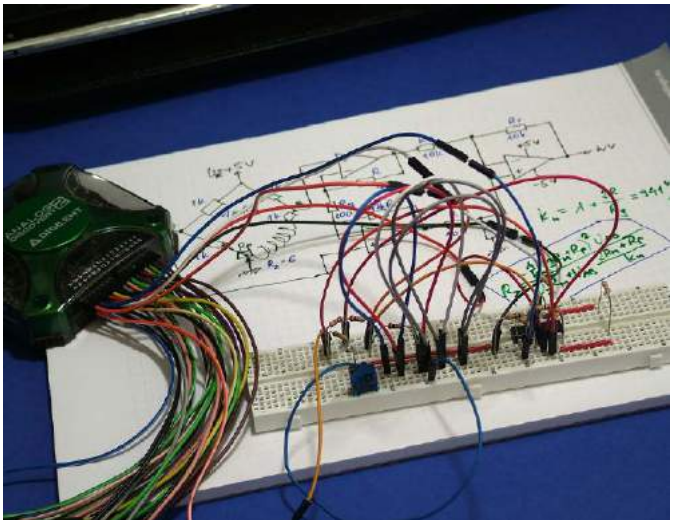
Rysunek 25. Wstępny pomiar charakterystyki częstotliwościowej narzędziem Network Analog Discovery 2



Rysunek 26. Obcięte fragmenty przebiegu obserwowane w oknie „Time" narzędzia Network

eprasa.pl 9565ffc9ee

offset taki sam jak w pomiarach oscyloskopowych, amplituda 10 mV (mniejszej niestety nie można ustawić), maksymalne wzmocnienie na wykresie (Top) równe 61 dB, minimalne (Bottom) 21 dB. Pozostałe można ustawić ręcznie metodą prób i błędów, albo wybrać bezpieczniejszą dla nieznanego sygnału wersję „Auto". Uruchamiamy pomiar i czekamy na wynik. Ze względu na dość niską częstotliwość początkową pomiar zaraz po uruchomieniu będzie się wykonywał bardzo wolno. W końcu na ekranie ukazuje się charakterystyka jak na **rysunku 25.** Nerwowo patrzymy, ale nie na częstotliwość 3-decybelową, tylko na wzmocnienie w paśmie użytkowym. Dostrzegamy dziwnie małą wartość 55,3 dB, to jest ok. 582 V/V, a miało być ponad 900. Aby przekonać się z czego to wynika trzeba na wykresie częstotliwościowym włączyć podgląd oscyloskopowy (w dziedzinie czasu) – polecenie „View->Time". Okazuje się, że przebieg wyjściowy (niebieski wykres) jest przesterowany (**rysunek 26**). Nic dziwnego: 10 mV·900=9 V, a zasilanie jest 5 V. Przebieg musiał być ucięty. Ale jest to problem poważniejszy, ponieważ w narzędziu Network nie można ustawić amplitudy mniejszej niż 10 mV. Bez jakichś specjalnych zabiegów sprzętowych pomiar staje się niewykonalny! I tu ujawnia się przydatność symulatora tensometru, który na szczęście posiadam. Po dołączeniu go do wejścia i ponownym wykonaniu pomiaru charakterystyka wygląda jak na **rysunku 27**. Teraz wzmocnienie w paśmie użytkowym jest już wiarygodne, gdyż wynosi 59,36 dB, tj. 928 V/V, ale częstotliwość 3-decybelowa jest sporo niższa niż w symulacji, bo wynosi tylko 1,289 kHz. Nad przyczynami trzeba by się mocniej zastanowić, gdyż jest to ponad 2-krotnie mniej niż w symulacji.



Warto ponadto ustawić tryb przesuwania oscylogramu, co zapewni ciągłość obserwacji w długim czasie (Mode-Shift). Przed pomiarami nie zapomnijmy uruchomić zasilacza. Ustawiamy parametry +5 V i –5 V, obie sekcje w trybie „Rdy" i „Master Enable is On". Będziemy obserwować tylko sygnał wyjściowy używając kanału 2 oscyloskopu. Przy względnie dobrze wyzerowanym mostku parametr „Offset" kanału 2 może być równy –2 V, a czułość 500 mV/dz. W wyniku prób powinniśmy uzyskać oscylogram zbliżony do pokazanego na **rysunku 28**.

Wynik może być dość zaskakujący, wręcz szokujący. W gałęzi mostka mamy rezystor 1500 Ω i 6 **zworek** o, jakby się wydawać

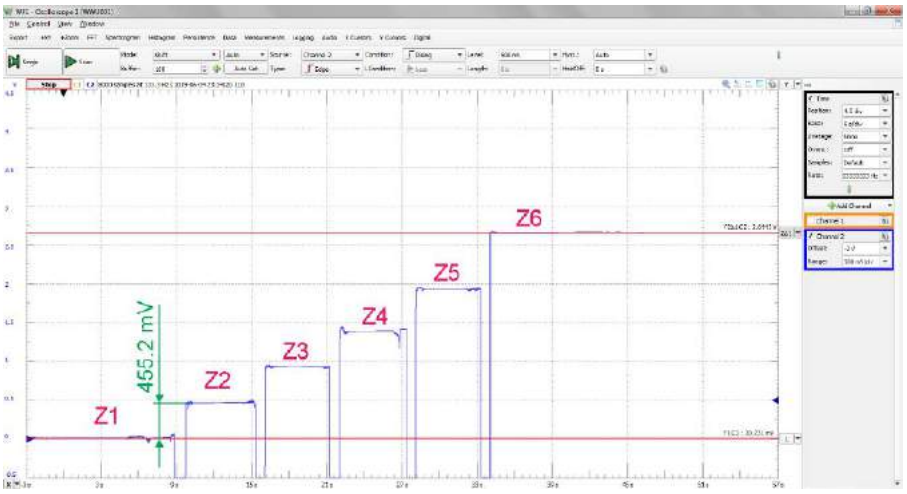
Eksperyment z udawanym tensometrem

Pozostało jeszcze wykonanie ostatniego eksperymentu, w którym zasymulujemy działanie tensometru. Na wolnej przestrzeni breadboardu montujemy mostek składający się z rezystorów 1,5 kΩ. W rzeczywistości rezystancje tensometrów są zwykle mniejsze, rzędu 100...500 Ω. Większe rezystancje pozwolą jednak lepiej oddać zasadę działania mostka tensometrycznego. Zworki Z2...Z6 montujemy łącząc kolejnymi kabelkami co drugi rządek na płytce stykowej. Zworkę Z1 jednym końcem łączymy z potencjometrem R11, a drugi jej koniec będzie przepinany do kolejnych zworek. Dość ważne jest, żeby w trakcie przepinania nie dotykać żadnych elementów na płytce – układ jest bardzo wrażliwy. Dzięki temu unikniemy trzasków widocznych na oscyloskopie.

Rysunek 27. Charakterystyka wzmacniacza zmierzona narzędziem Network z zastosowaniem symulatora tensometrów

Na początku mostek trzeba zrównoważyć, to znaczy uzyskać zerowe napięcie różnicowe podawane na wejście wzmacniacza instrumentalnego. W efekcie jego napięcie wyjściowe nie powinno mieć składowej stałej (powinno być równe zero). Regulacja przebiega dość gwałtownie. Początkowo wzmacniacz może się znajdować w którymś ze skrajnych stanów, napięcie wyjściowe będzie bliskie +5 V lub –5 V, a kręcenie suwakiem nie będzie dawało żadnych rezultatów. W pewnym momencie zauważymy bardzo szybki przeskok od jednego stanu skrajnego w drugi. Należy wtedy lekko cofnąć suwak tak, aby wyzerować napięcie wyjściowe. Może to nie być łatwe, ale tak naprawdę nie chodzi o to by osiągnąć tu jakąś wielką precyzję.

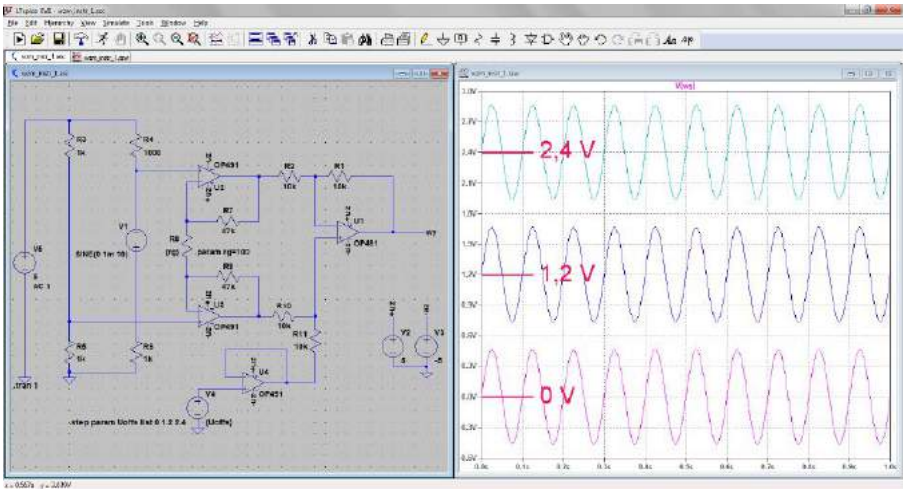
Po zrównoważeniu mostka możemy przystąpić do przepinania zworek. Ponieważ czynność ta będzie trwała prawdopodobnie kilkanaście do kilkudziesięciu sekund podstawa czasu musi być bardzo wolna, np. 6 s/dz.



Rysunek 28. Przebieg wyjściowy wzmacniacza instrumentalnego w trakcie przełączania zworek w jednej z gałęzi mostka

eprasa.pl 9565ffc9ee

mogło, zerowej oporności. Tymczasem włączenie każdej z nich do obwodu powoduje skok napięcia wyjściowego o ponad 400 mV (np. 455,2 mV dla zworki Z2). Łącznie powodują one zmianę napięcia wyjściowego aż o 2,6445 V. Mając te dane można oszacować oporność każdej zworki. Trzeba jednak pamiętać, że jest to oporność kabelka oraz oporność dwóch styków. Oszacujmy taką oporność dla zworki Z2 przy założeniu, że: wzmocnienie k_u jest równe 920 V/V, rezystory mostka są równe i mają oporność R=1000 Ω, napięcie zasilające mostek U_Z=5 V, suwak potencjometru R_{11} o oporności 500 Ω jest ustawiony na środku, więc każda z jego sekcji (R_p) ma oporność 250 Ω. Rezystancję zworki oznaczymy małą literą r.



Rysunek 29. Symulacja wzmacniacza instrumentalnego z regulowanym offsetem

Napięcia na nóżkach 5 U1B i 10 U1D są równe:

$$U_5 = U_Z \frac{R+R_p}{2R+R_p} \qquad U_{10} = U_Z \frac{R+R_p+r}{2R+R_p+r}$$

Napięcie wejściowe wzmacniacza jest po przekształceniach równe:

$$U_{we} = U_5 - U_{10} = \frac{U_Z \cdot R \cdot r}{(2R+R_p+r)(2R+R_p)}$$

ale U_{we} jest zmierzonym napięciem U_{wy} podzielonym przez wzmocnienie k_u, więc

$$U_{wy} = \frac{k_u \cdot U_Z \cdot R \cdot r}{(2R+R_p+r)(2R+R_p)}$$

i dalej po przekształceniach obliczamy r:

$$r = \frac{U_{wy}(2R+R_p)^2}{U_Z \cdot R \cdot k_u - U_{wy}(2R+R_p)} =$$

$$\frac{0,4552 \cdot (2000+250)^2}{5 \cdot 1000 \cdot 920 - 0,4552 \cdot (2000+250)} = 0,5011\Omega$$

Dużo to czy mało? W większości pomiarów taką oporność można zignorować, ale w pomiarach układów o dużych wzmocnieniach już nie, co zresztą udowodnił przedstawiony eksperyment.

Czego jeszcze nie powiedzieliśmy, a jest ważne

Analizując zasadę działania wzmacniacza instrumentalnego zauważyliśmy, że wzmacniacz operacyjny U1A (rysunek 17) pełni funkcję stopnia różnicowego. Oznacza to, że jego napięcie wyjściowe jest równe algebraicznej różnicy napięć w punktach „A" i „B". Można więc spodziewać się, że dodanie jakiejś składowej stałej do któregoś z tych punktów spowoduje liniowe przesunięcie napięcia wyjściowego równe tej składowej. Najłatwiej będzie to zrobić dla punktu „B", przez połączenie dolnego końca rezystora R6 z jakimś napięciem offsetu. Ale uwaga, nie wystarczy dodanie np. odpowiedniego dzielnika napięciowego. Rezystancja jego oporników doda się do rezystancji R6 i zaburzy pracę układu. Jeśli chcemy skorzystać z takiej możliwości konieczne jest zapewnienie wielokrotnie mniejszej oporności wyjściowej źródła referencyjnego w odniesieniu do R_6. Można to zrealizować np. przez zastosowanie jakiegoś bufora napięciowego. Przykład takiego rozwiązania pokazano na **rysunku 29.** Tym razem już tylko zasymulujemy eksperyment, ale oczywiście zachęcam również do prób praktycznych. W symulacji napięcie źródła referencyjnego jest zadane parametrycznie i w kolejnych iteracjach jest równe: 0 V, 1,2 V i 2,4 V. Jak widać na wykresie wzmocniony sygnał wejściowy pojawia się na wyjściu z analogicznymi składowymi stałymi. Jest to ważny wniosek i zaleta tej konfiguracji wzmacniacza instrumentalnego. Możliwość regulacji offsetu znajduje szerokie zastosowania w wielu aplikacjach użytkowych.

To był dość długi, ale mam nadzieję, że ciekawy odcinek. W następnym zajmiemy się nie mniej ciekawym, ale bardzo nieprzyjemnym dla konstruktorów zjawiskiem, jakim jest aliasing. Będzie więc też mowa o próbkowaniu.

Jarosław Doliński, EP

REKLAMA

Wstąp do Klubu AVT Elektronika

będziesz miał prawo do korzystania z szeregu przywilejów:

- do 50% zniżki w Sklepie AVT
- darmowe prenumeraty Wydawnictwa AVT
- do 50% zniżki w Ulubionym Kiosku
- Zapraszamy do zapoznania się z zasadami Klubu!

http://bit.ly/2GaDwtQ

eprasa.pl 9565ffc9ee

Electronics Assistant 2.0.0

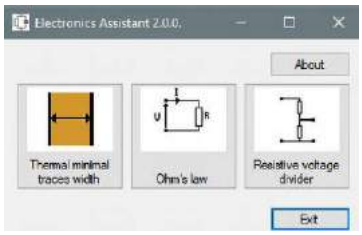
Chciałbym przedstawić program o nazwie Electronics Assistant w wersji 2.0.0. To mój autorski projekt, którego celem jest wsparcie elektroników w obliczeniach inżynierskich.

Historia powstania programu

Jako inżynier elektronik niejednokrotnie musiałem napisać oprogramowanie na mikrokontroler. Zazwyczaj oprogramowanie pisałem w języku C. Przy realizacji jednego z projektów musiałem wraz z kolegą stworzyć aplikację na komputer, która przez port USB sterowałaby elektroniką. Żaden z nas nie miał wtedy doświadczenia w pisaniu tego typu programów, ale podjęliśmy to wyzwanie. Zdecydowaliśmy się użyć języka C#, ze względu na łatwe w obsłudze środowisko IDE(Visual Studio) oraz dość szczegółową i łatwo dostępną dokumentację. Aby poznać nowy język programowania zaopatrzyłem się w odpowiednią literaturę i postanowiłem od razu przejść do ćwiczeń. Nie ma lepszej metody, aby uczyć się nowego języka programowania, niż przez pisanie własnego programu. A jeśli już pisać program, to najlepiej taki, który również może się przydać. Stąd wzięła się idea powstania Electronics Assistant-a.

Moduły

Program jest dostępny na licencji Freeware. Nie wyświetla reklam i można z niego korzystać również w celach komercyjnych. Niemniej zaleca się sprawdzenie wyników obliczeń niezależnie od otrzymanych rezultatów. W chwili obecnej jest dostępna wersja *portable*, czyli nie wymagająca instalacji. Interfejs użytkownika jest w języku angielskim, dla współczesnego elektronika nie stanowi to żadnego problemu. Program składa się z modułów, w wersji 2.0.0 dostępne są trzy. Ich lista wyświetla się zaraz po uruchomieniu programu (**rysunek 1**). Po wybraniu odpowiedniego modułu otworzy się nowe okno z interfejsem do wprowadzenia parametrów do obliczeń.



Rysunek 1. Główne okno programu – lista dostępnych modułów

Moduł 1 Thermal minimal trace width

Służy do wyznaczania minimalnej szerokości ścieżki na PCB, zgodnie z rekomendacją IPC-2221. Okno modułu pokazuje **rysunek 2**, parametry do wprowadzenia umieszczone są w lewej kolumnie:

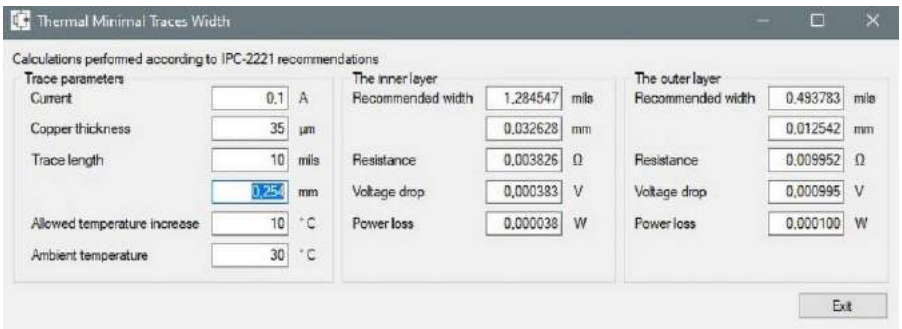
- *Current* – przewidywalny prąd płynący przez ścieżkę.
- *Copper thickness* – grubość warstwy miedzi. Dla standardowych laminatów FR4 to 35 µm.
- *Trace length* – długość ścieżki. Dostępne są dwa pola: pierwsze dla wartości w milsach, drugie w milimetrach. Wystarczy podać jedną wartość, aby program automatycznie przeliczył brakującą wartość.
- *Allowed temperature increase* – dopuszczalny wzrost temperatury ścieżki na PCB, w czasie przepływu przewidywalnego prądu. Wartość wyrażona jest w stopniach Celsjusza.
- *Ambient temperature* – temperatura otoczenia w jakiej płytka PCB będzie pracowała, również wyrażona w stopniach Celsjusza.

Po wprowadzeniu parametrów w lewej kolumnie, automatycznie wypełniają się dwie pozostałe kolumny. Środkowa kolumna informuje o parametrach dla warstw wewnętrznych PCB (jeżeli mielibyśmy 4-warstwową płytkę PCB, byłaby to warstwa 2 i 3). Prawa kolumna prezentuje parametry dla zewnętrznej warstwy PCB (dla 4-warstwowej płytki PCB byłaby to warstwa 1 i 4). Odczytane parametry w kolumnie środkowej i prawej oznaczają:

Recommended width – zalecana szerokość ścieżki. Wartość jest podawana w milsach oraz w milimetrach.

- *Resistance* – teoretyczna wartość rezystancji ścieżki o podanych wymiarach.
- *Voltage drop* – spadek napięcia na ścieżce, przy podanym przez nas przepływie prądu.
- *Power loss* – określa jaka moc zostanie wytracona na ścieżce, przy podanych parametrach.

Moduł ten jest przydatny do projektowania płytki PCB. Zwłaszcza ścieżek, które muszą przewodzić większy prąd, na przykład połączenie styków przekaźnika.



Rysunek 2. Moduł wyznaczania minimalnych szerokości ścieżek na PCB

Moduł 2 – Ohm's law

Służy do wyliczania parametrów obwodu zgodnie z prawem Ohma. W górnej części okna (**rysunek 3**) mamy schemat obwodu. W lewej części podajemy wartość napięcia. Można dodatkowo wybrać przedrostek wartości: µV, mV, V, kV. W górnej części podajemy wartość prądu. Także tu mamy wybór przedrostka: µA, mA, A, kA. Z prawej strony podajemy wartość rezystancji, również decydując o przedrostku: mΩ, Ω, kΩ, MΩ. Obliczenia wykonywane są zgodnie z kierunkiem ruchu wskazówek zegara, tzn. jeżeli podamy wartość prądu, automatycznie zostanie pobrana wartość napięcia i obliczona zostanie wartość rezystancji. Jeżeli wpiszemy wartość rezystancji, automatycznie zostanie pobrana wartość prądu i wyliczone zostanie napięcie. Analogicznie po podaniu napięcia: zostanie pobrana wartość rezystancji i wyliczony prąd. Dodatkowo dla rezystora zostanie wyliczona moc, jaka zostanie na nim wytracona dla podanych parametrów. W dolnej części okna jest sekcja doboru wartości rezystancji do wybranego przez nas typoszeregu wartości. Poszczególne pola oznaczają:

- *A series of values* – tutaj wybieramy typoszereg, z którego chcemy dopasować rezystancję. Dostępne są: E3 – 50%, E6 – 20%, E12 – 10%, E24 – 5%, E48 – 2%, E96 – 1%, E192 – 0,5%.
- *The nearest value of the resistor* – najbliższa wartość rezystora z wybranego typoszeregu.
- *Error approximation* – błąd przybliżenia wartości do typoszeregu. Wartość liczbowa to różnica między wartości wyliczoną w górnej części okna, a wartością

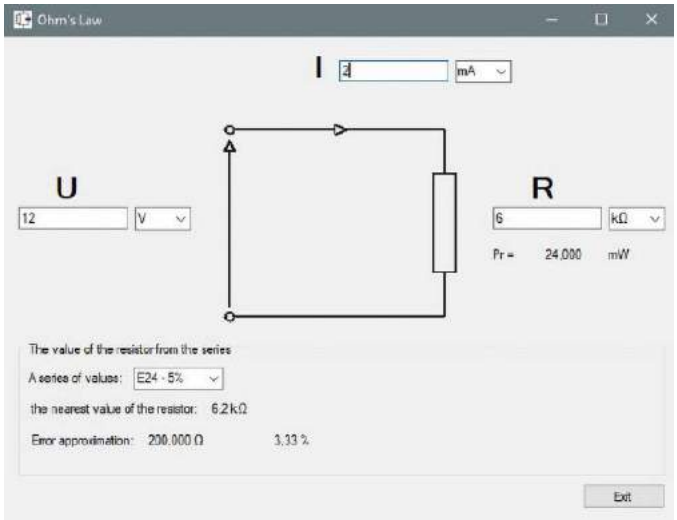
eprasa.pl 9565ffc9ee

przybliżoną z typoszeregu. Dodatkowo jest wyświetlany błąd w procentach.

Moduł jest przydatny np. do poszukiwania wartości oporności rezystora obciążającego obwód i w wielu podobnych sytuacjach.

Moduł 3 Resistive voltage divider

Służy do wyliczania parametrów dzielnika rezystancyjnego – **rysunek 4**. W celu skorzystania z tego modułu, najpierw w górnej części lewej strony wybieramy typoszereg wartości rezystancji(E3 – 50%, E6 – 20%, E12 – 10%, E24 – 5%, E48 – 2%, E96 – 1%), następnie podajemy wartość napięcia dzielnika (U1). Klikamy przycisk *Calculate*, który uruchomi procedurę obliczania. Należy uzbroić się w cierpliwość, gdyż ten proces może trochę potrwać. Im więcej wartości w typoszeregu, tym dłużej. W trakcie przeprowadzania obliczeń, w dolnej, lewej części okna wyświetlany jest komunikat informujący o tej czynności. Obliczane są wartości z zakresu 10 Ω...10 MΩ. Wynikiem jest tabela z wartościami napięcia na wyjściu z dzielnika (U2), dla wybranych wartości rezystorów. W kolumnach są podane wartości rezystora R1 (górnego), a w wierszach wartości rezystora R2 (dolnego). Gdy klikniemy w interesującą nas komórkę tabeli, schemat dzielnika z lewej strony zostanie uzupełniony o wybrane wartości dzielnika. Dodatkowo wyświetlany będzie prąd płynący przez rezystory oraz moc wytracana na rezystorach R1 i R2. Moduł jest nieocenioną pomocą przy doborze rezystorów dzielnika napięć.

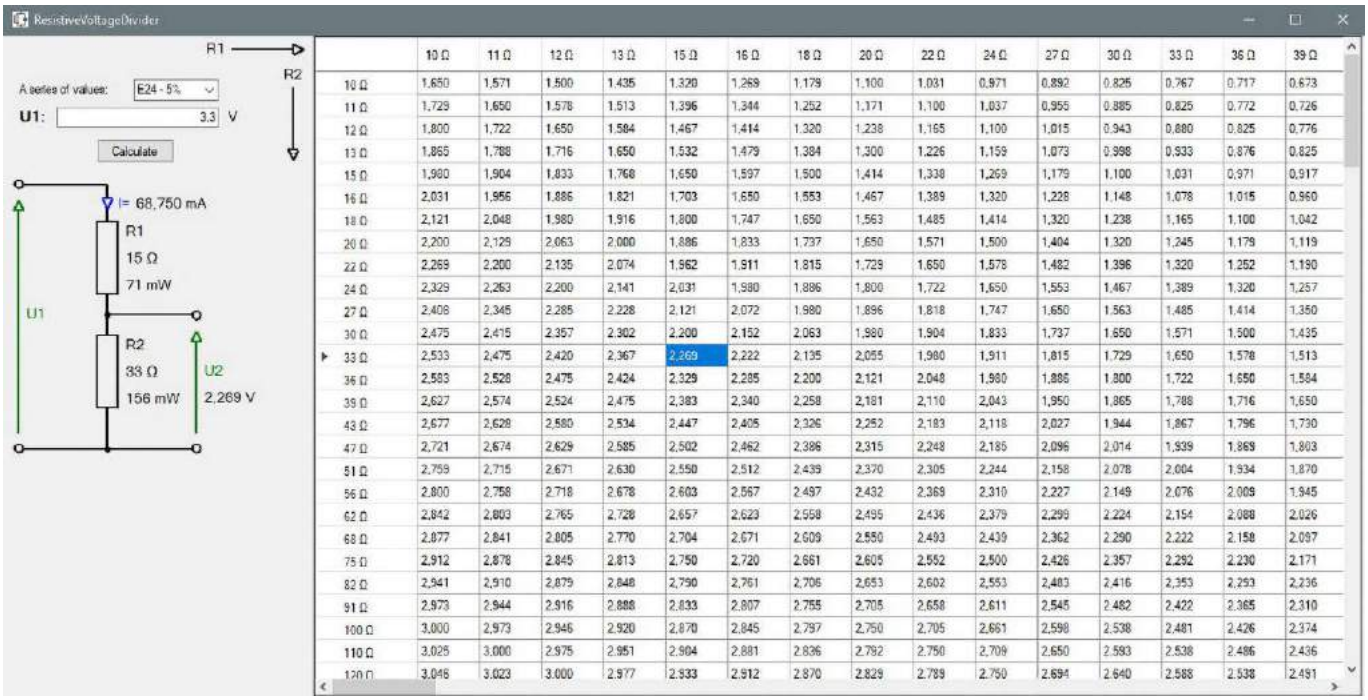


Rysunek 3. Moduł wyznaczania parametrów obwodu z prawa Ohma

Podsumowanie

Program jest przydatny w amatorskim warsztacie oraz przy codziennej pracy inżyniera. Electronics Assistant będzie rozwijany i rozbudowywany o kolejne moduły. Program można pobrać bez opłat ze strony: *http://bit.ly/33GYE3n*.

Sławomir Kabat



	10 Ω	11 Ω	12 Ω	13 Ω	15 Ω	16 Ω	18 Ω	20 Ω	22 Ω	24 Ω	27 Ω	30 Ω	33 Ω	36 Ω	39 Ω
10 Ω	1,650	1,571	1,500	1,435	1,320	1,269	1,179	1,100	1,031	0,971	0,892	0,825	0,767	0,717	0,673
11 Ω	1,729	1,650	1,578	1,513	1,396	1,344	1,252	1,171	1,100	1,037	0,955	0,885	0,825	0,772	0,726
12 Ω	1,800	1,722	1,650	1,584	1,467	1,414	1,320	1,238	1,165	1,100	1,015	0,943	0,880	0,825	0,776
13 Ω	1,865	1,788	1,716	1,650	1,532	1,479	1,384	1,300	1,226	1,159	1,073	0,998	0,933	0,876	0,825
15 Ω	1,980	1,904	1,833	1,768	1,650	1,597	1,500	1,414	1,338	1,269	1,179	1,100	1,031	0,971	0,917
16 Ω	2,031	1,956	1,886	1,821	1,703	1,650	1,553	1,467	1,389	1,320	1,228	1,148	1,078	1,015	0,960
18 Ω	2,121	2,048	1,980	1,916	1,800	1,747	1,650	1,563	1,485	1,414	1,320	1,238	1,165	1,100	1,042
20 Ω	2,200	2,129	2,063	2,000	1,886	1,833	1,737	1,650	1,571	1,500	1,404	1,320	1,245	1,179	1,119
22 Ω	2,269	2,200	2,135	2,074	1,962	1,911	1,815	1,729	1,650	1,578	1,482	1,396	1,320	1,252	1,190
24 Ω	2,329	2,263	2,200	2,141	2,031	1,980	1,886	1,800	1,722	1,650	1,553	1,467	1,389	1,320	1,257
27 Ω	2,408	2,345	2,285	2,228	2,121	2,072	1,980	1,896	1,818	1,747	1,650	1,563	1,485	1,414	1,350
30 Ω	2,475	2,415	2,357	2,302	2,200	2,152	2,063	1,980	1,904	1,833	1,737	1,650	1,571	1,500	1,435
33 Ω	2,533	2,475	2,420	2,367	2,269	2,222	2,135	2,055	1,980	1,911	1,815	1,729	1,650	1,578	1,513
36 Ω	2,583	2,528	2,475	2,424	2,329	2,285	2,200	2,121	2,048	1,980	1,886	1,800	1,722	1,650	1,584
39 Ω	2,627	2,574	2,524	2,475	2,383	2,340	2,258	2,181	2,110	2,043	1,950	1,865	1,788	1,716	1,650
43 Ω	2,677	2,628	2,580	2,534	2,447	2,405	2,326	2,252	2,183	2,118	2,027	1,944	1,867	1,796	1,730
47 Ω	2,721	2,674	2,629	2,585	2,502	2,462	2,386	2,315	2,248	2,185	2,096	2,014	1,939	1,869	1,803
51 Ω	2,759	2,715	2,671	2,630	2,550	2,512	2,439	2,370	2,305	2,244	2,158	2,078	2,004	1,934	1,870
56 Ω	2,800	2,758	2,718	2,678	2,603	2,567	2,497	2,432	2,369	2,310	2,227	2,149	2,076	2,009	1,945
62 Ω	2,842	2,803	2,765	2,728	2,657	2,623	2,558	2,495	2,436	2,379	2,299	2,224	2,154	2,088	2,026
68 Ω	2,877	2,841	2,805	2,770	2,704	2,671	2,609	2,550	2,493	2,439	2,362	2,290	2,222	2,158	2,097
75 Ω	2,912	2,878	2,845	2,813	2,750	2,720	2,661	2,605	2,552	2,500	2,426	2,357	2,292	2,230	2,171
82 Ω	2,941	2,910	2,879	2,848	2,790	2,761	2,706	2,653	2,602	2,553	2,483	2,416	2,353	2,293	2,236
91 Ω	2,973	2,944	2,916	2,888	2,833	2,807	2,755	2,705	2,658	2,611	2,545	2,482	2,422	2,365	2,310
100 Ω	3,000	2,973	2,946	2,920	2,870	2,845	2,797	2,750	2,705	2,661	2,598	2,538	2,481	2,426	2,374
110 Ω	3,025	3,000	2,975	2,951	2,904	2,881	2,836	2,792	2,750	2,709	2,650	2,593	2,538	2,486	2,436
120 Ω	3,046	3,023	3,000	2,977	2,933	2,912	2,870	2,829	2,789	2,750	2,694	2,640	2,588	2,538	2,491

Rysunek 4. Moduł wyznaczania parametrów dzielnika rezystancyjnego

REKLAMA

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA MATERIAŁY DODATKOWE MEDIA

Aby skorzystać z materiałów dodatkowych dołączonych do numeru, należy:

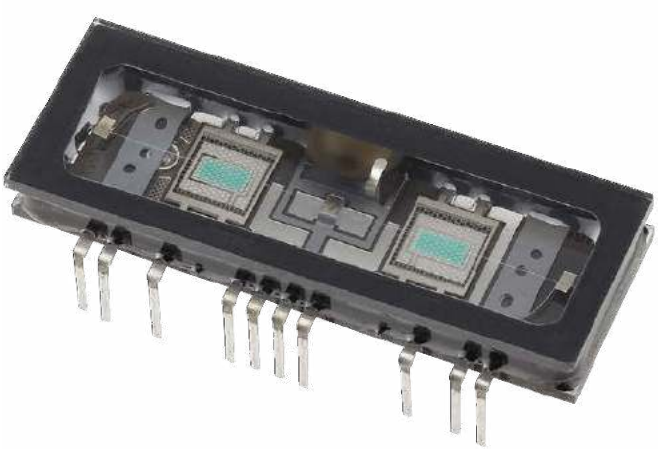
1. Wejść na stronę **www.media.avt.pl**
2. Zarejestrować się lub zalogować
3. Wybrać wydanie „Elektroniki Praktycznej", które ma trafić do biblioteki osobistej
4. Odpowiedzieć na proste pytanie dotyczące bieżącego numeru
5. Pobrać pliki

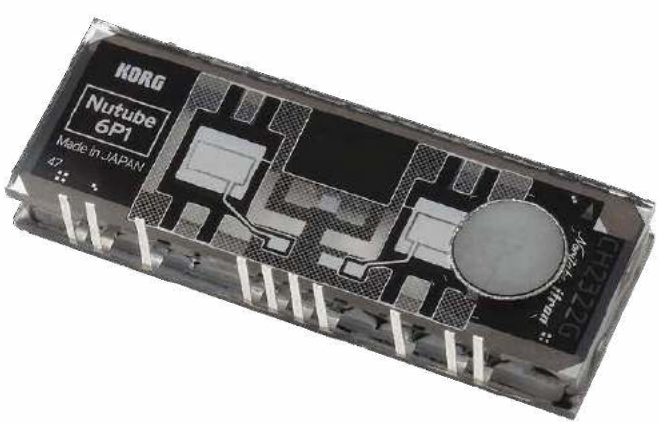
eprasa.pl 9565ffc9ee

Zestaw evaluacyjny z lampą Nutube 6P1

Dzięki uprzejmości firmy Kamami otrzymałem do przetestowania bardzo ciekawy moduł – Nutube audio eval board, czyli płytkę uruchomieniową dla opracowanej przez firmę Korg lampy Nutube 6P1.

Więcej informacji:
Wyłącznym dystrybutorem oryginalnych lamp Korg Nutube 6P1 jest
RS Components Sp. z o.o.
02-785 Warszawa, ul. Puławska 303
tel. 22 22 3 11 11, bok@rspoland.com
https://pl.rs-online.com



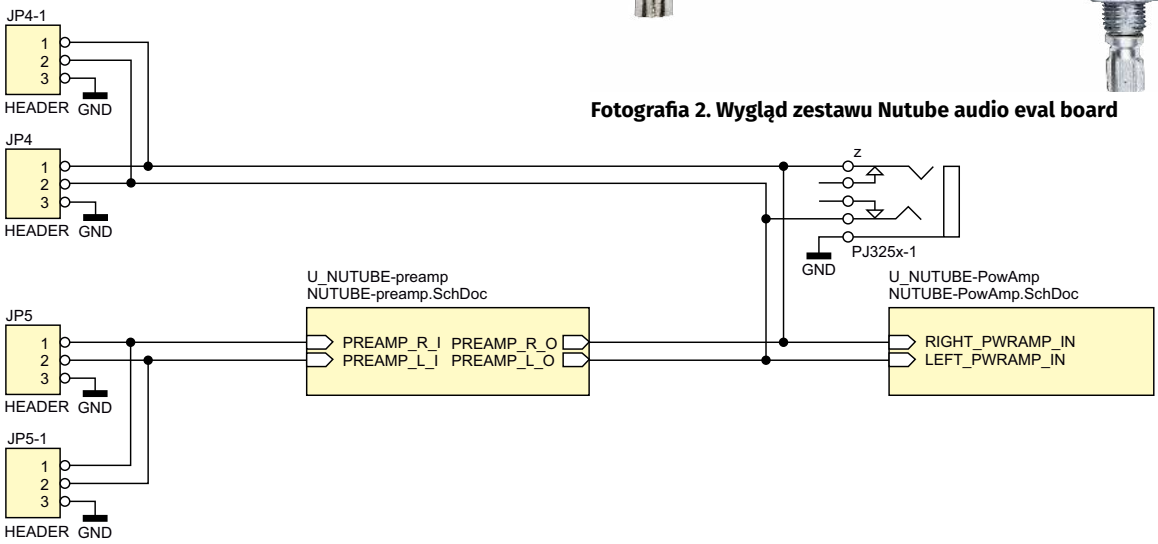


Fotografia 1. Lampa Nutube 6P1 (z materiałów Korg)

Pomimo, że lampy próżniowe dawno mają czas świetności za sobą, w dalszym ciągu są produkowane i dostępne oraz mają grono oddanych użytkowników. Czym więc może zaskoczyć lampa 6P1, która jest względnie nowym opracowaniem powstałym w firmie Korg? Wygląd Nutube 6P1 pokazuje **fotografia 1**. Lampa przypomina wyświetlacz VFD, bo w rzeczywistości wykorzystuje konstrukcję takiego wyświetlacza i choć sygnowana jest logiem Korg, widoczne jest też logo Noritake-Itron, znaczącego producenta wyświetlaczy VFD.

Głównym celem przyświecającym opracowaniu 6P1, było uzyskanie możliwości modyfikacji brzmienia instrumentów, charakterystycznej

Fotografia 2. Wygląd zestawu Nutube audio eval board

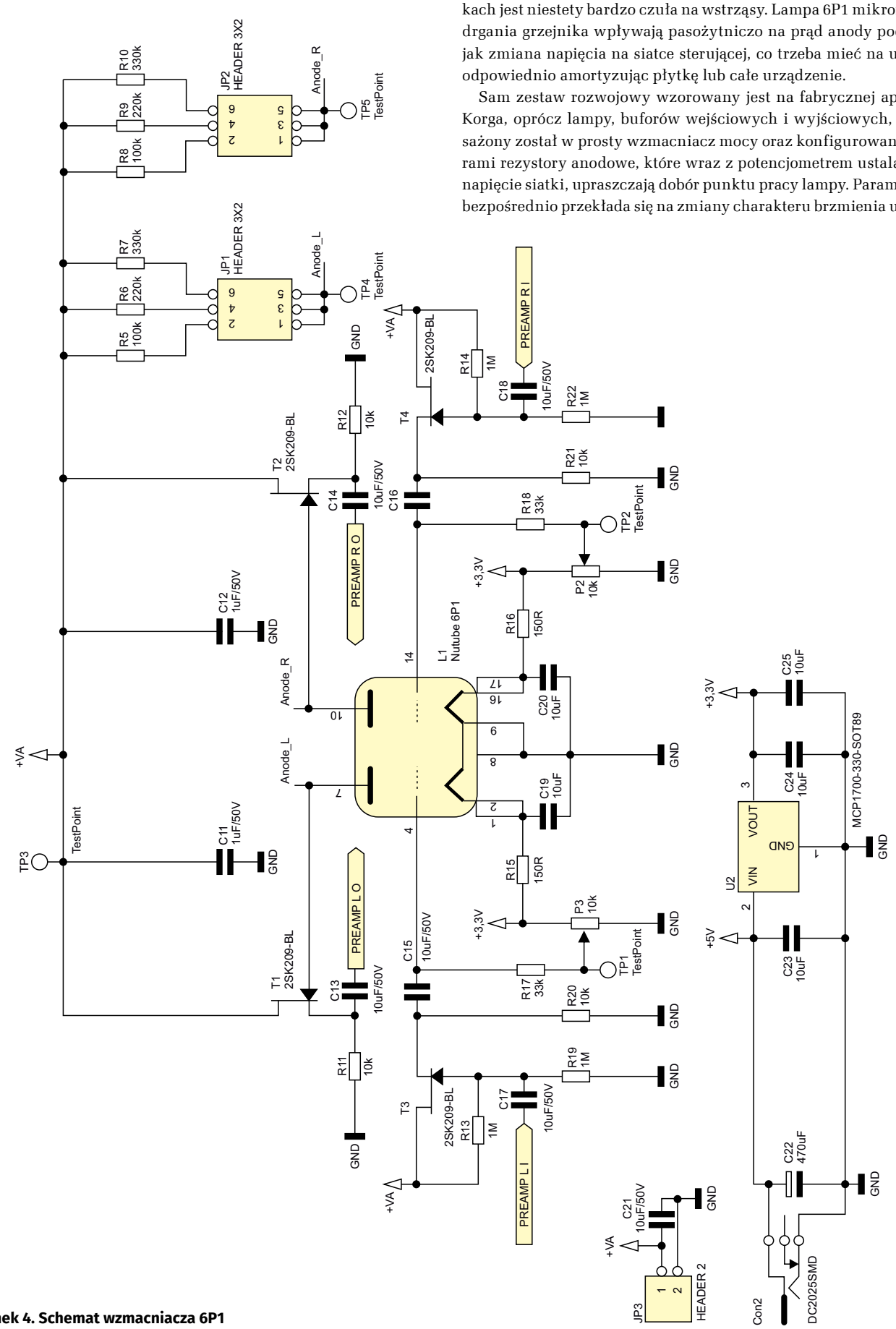


Rysunek 3. Schemat blokowy płytki

eprasa.pl 9565ffc9ee

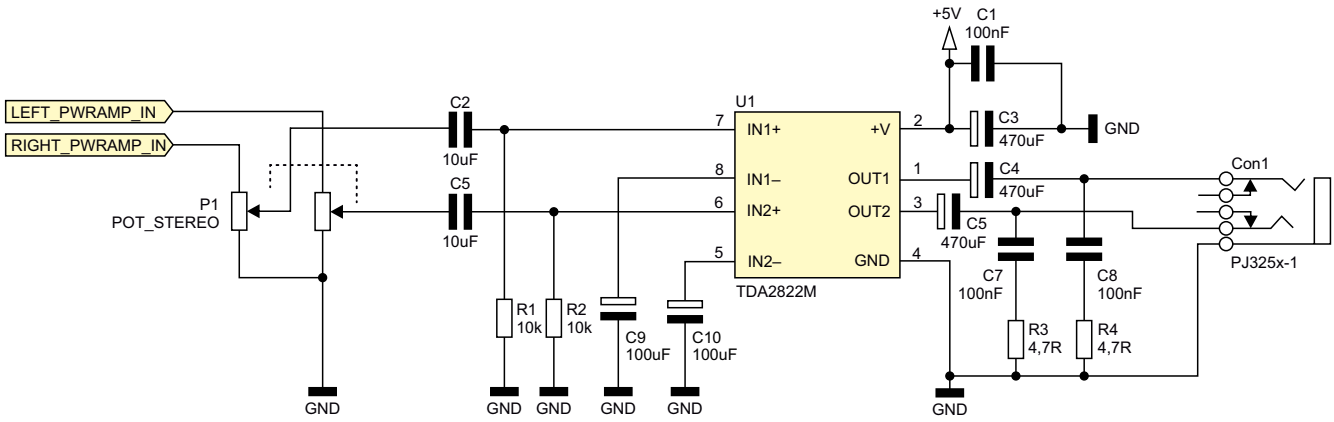
dla układów lampowych, przy zachowaniu niewielkiego poboru mocy i niskich napięć wymaganych dla prawidłowej aplikacji lampy. Założenia zostały spełnione, lampa pobiera 16 mW na żarzenie (bezpośrednie) i pracuje przy napięciach anodowych już od 5 V, co przy jej niewielkich rozmiarach 45×17×6 mm ułatwia aplikacje w urządzeniach przenośnych, takich jak efekty instrumentalne. Konstrukcja grzejnika, który jest jednocześnie bezpośrednio żarzoną katodą lampy, wykonaną w postaci włókna rozpiętego na sprężynujących wspornikach jest niestety bardzo czuła na wstrząsy. Lampa 6P1 mikrofonuje, drgania grzejnika wpływają pasożytniczo na prąd anody podobnie jak zmiana napięcia na siatce sterującej, co trzeba mieć na uwadze odpowiednio amortyzując płytkę lub całe urządzenie.

Sam zestaw rozwojowy wzorowany jest na fabrycznej aplikacji Korga, oprócz lampy, buforów wejściowych i wyjściowych, wyposażony został w prosty wzmacniacz mocy oraz konfigurowane zworami rezystory anodowe, które wraz z potencjometrem ustalającym napięcie siatki, upraszczają dobór punktu pracy lampy. Parametr ten bezpośrednio przekłada się na zmiany charakteru brzmienia układu.

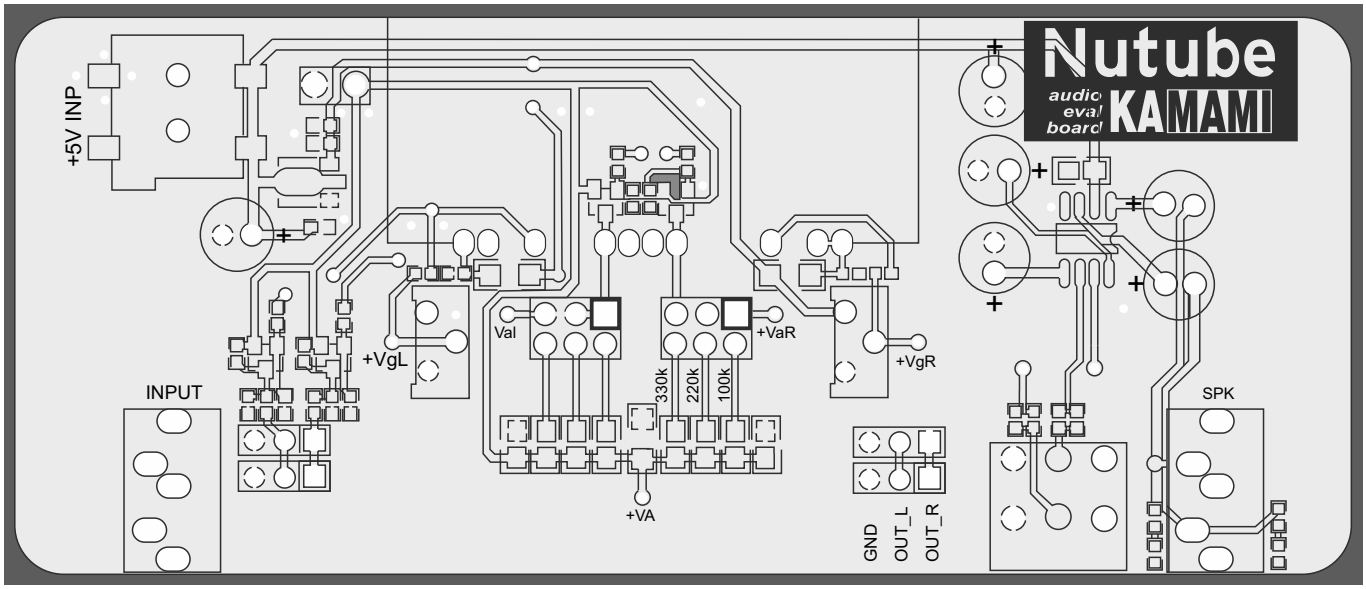


Rysunek 4. Schemat wzmacniacza 6P1

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 5. Wzmacniacz mocy TDA2282



Rysunek 6. Rozmieszczeni elementów Nutube eval audio board

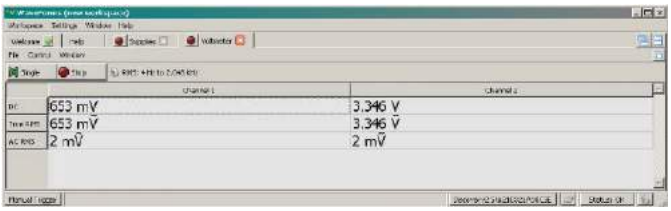
Wygląd zestawu prezentuje **fotografia 2**. Składa się on z przedwzmacniacza hybrydowego z dyskretnymi tranzystorami polowymi, stopnia wzmocnienia na lampie 6P1 i scalonego wzmacniacza mocy. Schemat blokowy płytki pokazuje **rysunek 3,** schemat bloku przedwzmacniacza z lampą 6P1 – **rysunek 4**. Sygnał wejściowy z listwy JP5-1 (INL/INR) doprowadzony jest do stopnia wzmacniającego na tranzystorze polowym T3. Jego zadaniem jest zapewnienie niskiej rezystancji sterującej lampą niezależnie od parametrów podłączonego źródła sygnału. Następnie sygnał podawany jest na siatkę lampy L1, polaryzowanej poprzez obwód P3, R17 ustalający punkt pracy. Płytka posiada konfigurowany zworą JP1 rezystor anodowy o trzech wartościach 100/220/330 kΩ. Wzmocniony sygnał doprowadzony jest do stopnia z tranzystorem T1 i stąd na wyjście układu, złącza JP4, JP4-1 oraz na złącze Mini Jack 3,5 mm INPUT, które jest jednocześnie wejściem wzmacniacza mocy. Układ zasilany jest napięciem 5 V ze złącza Con2 lub JP3. Napięcie powinno być stabilizowane i wolne od zakłóceń, jak pokazuje praktyka, układ działa bardzo dobrze zasilany z czterech połączonych szeregowo akumulatorów NiMH. Żarzenie lampy i obwód napięcia polaryzacji stabilizowane są przez LDO 3,3 V, U2 typu MCP1700-3.3. Za obniżenie i filtrację do wymaganych dla grzejników 0,7 V odpowiada rezystor R15. Drugi kanał płytki działa identycznie.

Na płytce znalazło się miejsce na niewielki wzmacniacz mocy z regulowanym potencjometrem P1 poziomem wyjściowym. Wzmacniacz zbudowany jest na układzie TDA2822 i umożliwia zasilanie słuchawek lub niewielkich głośników. Wzmocniony przez U1 sygnał dostępny jest na złączu SPK (Con1) Mini Jack 3,5 mm. Schemat ideowy wzmacniacza mocy prezentuje **rysunek 5**.

Uruchomienie Nutube audio eval board

Rozmieszczenie elementów Nutube audio eval board pokazuje **rysunek 6**. Zestaw oprócz funkcji użytecznej może pełnić funkcję dydaktyczną, ze względu na niskie napięcia, brak wysokich temperatur, niewielką pobieraną moc i kieszonkowy rozmiar jest idealną

Rysunek 7. Konfiguracja zasilania Nutube



Rysunek 8. Pomiary statyczne układu

eprasa.pl 9565ffc9ee

platformą dla praktycznej nauki uruchamiania i pomiarów toru audio – szczególnie gdy wykorzystamy w tym celu przyjazny dla użytkownika interfejs Analog Discovery2.

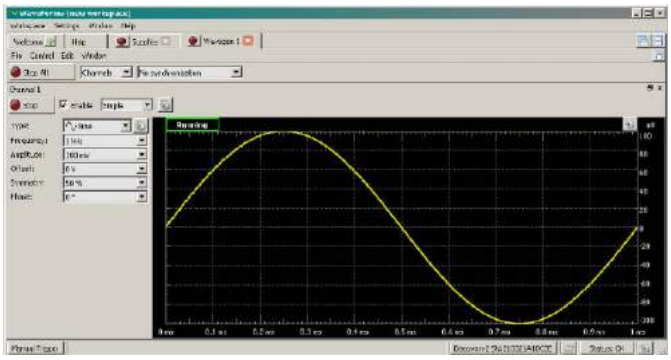
Przed rozpoczęciem eksperymentów, należy zaopatrzyć się w zasilacz 5 V lub zestaw akumulatorków 4×LR6, do zasilania można też wykorzystać, co polecam, zasilacz wbudowany w interfejs Analog Discovery2, potrzebne będą sondy oscyloskopowe 1:10, kable pomiarowe BNC i przewody z chwytakiem i wtykiem żeńskim do listew szpilkowych oraz oczywiście komputer PC z zainstalowanym oprogramowaniem Waveform (aktualna wersja to 3.10.9). Dla ułatwienia połączeń z AD2 można użyć opisanej w EP6/17 płytki połączeniowej lub adaptera oferowanego przez Digilent. Przed podłączeniem układu należy ustawić potencjometry w przypadkowych położeniach, gdyż wyregulujemy układ przy pomocy Analog Discovery2, zwory rezystorów anodowych ustawiamy w położenie 330 kΩ.

W pierwszej kolejności, należy podłączyć zasilanie układu. W tym celu łączymy złącze JP3 (GND, UA) z wyjściem wbudowanego zasilacza napięcia dodatniego (zaciski GND, V+). Po uruchomieniu oprogramowania Waveforms wybieramy zakładkę Supplies (**rysunek 7**), aktywujemy zasilacz napięcia dodatniego ustawiając napięcie wyjściowe 5 V. Po załączeniu zasilacza po kilku sekundach powinno być widoczne delikatne świecenie lampy 6P1. Wybierając zakładkę Voltmeter sprawdzamy napięcia w kluczowych miejscach układu – **rysunek 8**:

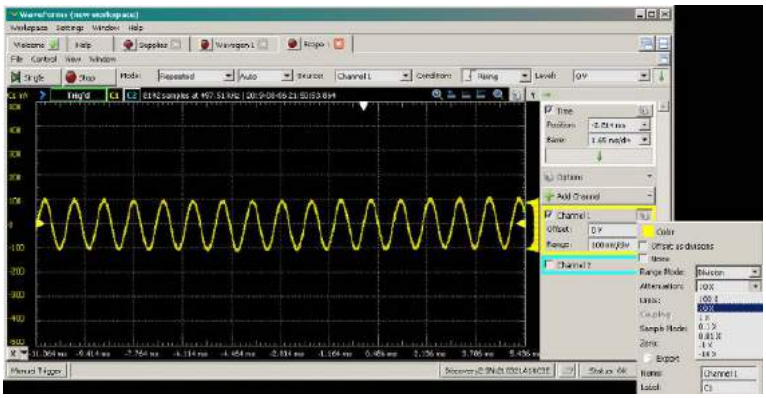
- punkt pomiarowy UA: 5 V (±5%), jest to napięcie zasilania z AD2,
- napięcie 3,3 V (±5%), na wyjściu stabilizatora LDO U2-3, zasilające obwód polaryzacji i żarzenia,
- napięcie żarzenia 0,6...0,8 V, na wyprowadzeniach 1+2, 16+17 lampy L1,
- wstępnie ustawiamy punkt pracy lampy mierząc napięcie na rezystorze R11 i R12 i potencjometrami +VgL (P3), +VgR (P2) ustawiamy jego wartość na ok. 2,75 V.

Układ jest wstępnie zestrojony, do dalszych pomiarów potrzebny będzie wbudowany generator i oscyloskop. Sygnał z wyjścia generatora, zacisk W1, GND lub wyjście GEN1 na płytce interfejsu łączymy z wejściem Nutube poprzez złącza IN_L, IN_R. Przechodząc do zakładki Wavegen, ustawiamy przebieg 1 kHz, amplitudę 100 mV i uruchamiamy generator przyciskiem RUN (**rysunek 9**). Następnie uruchamiamy zakładkę Scope, ustawiając czułość oscyloskopu 100 mV/dz oraz dzielnik sondy 1:10. Należy pamiętać o wcześniejszym skalibrowaniu sond sygnałem prostokątnym 1 kHz. Kontrolnie odczytujemy poziom sygnału z generatora – **rysunek 10**.

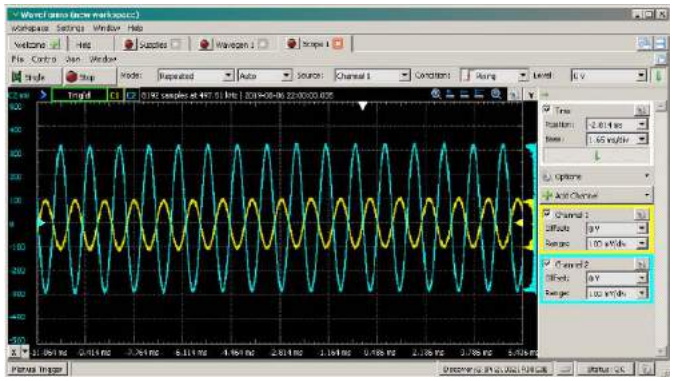
Kolejnym etapem będzie zgrubne zestrojenie punktu pracy poprzez ocenę kształtu sinusoidy na wyjściu układu. W tym celu uaktywniamy drugi kanał oscyloskopu oraz podłączamy sondę do zacisku OUT_L. Potencjometr P1 ustawiamy w minimalnym położeniu (suwak do masy) niwelując niewielki wpływ obciążenia wzmacniaczem końcowym. Potencjometrem VGL (P3) ustawiamy maksymalną amplitudę sygnału wyjściowego. Pomiary i regulacje powtarzamy w drugim kanale. Ze stosunku amplitud można obliczyć całkowite wzmocnienie układu – **rysunek 11**. Ze szczególną uwagą należy wybierać punkty pomiarowe w układzie, nawet sonda o rezystancji wejściowej 10 M może obciążyć układ i wpłynąć na jego działanie. Podłączając sondę do bramek tranzystorów polowych, tworzymy dodatkowy dzielnik z rezystorem anodowym lub dzielnikiem polaryzującym bramkę, co zmieni nam punkt pracy wzmacniacza. Koniecznie należy mieć tego świadomość i dla praktyki warto sprawdzić, w których punktach wpływ przyrządu pomiarowego na układ jest największy. Dla ustawień sondy 1:10, 1:1 kontrolujemy wartość poziom wyjściowego na złączu OUT_L, OUT_R kolejno podłączając sondę do kolejnych punktów pomiarowych wzmacniacza np.: bramek tranzystorów, siatek i anod lampy 6P1.



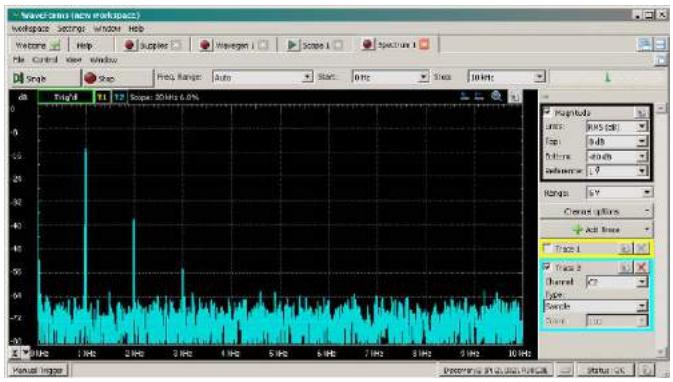
Rysunek 9. Konfiguracja generatora



Rysunek 10. Kontrola poziomu sygnału generatora



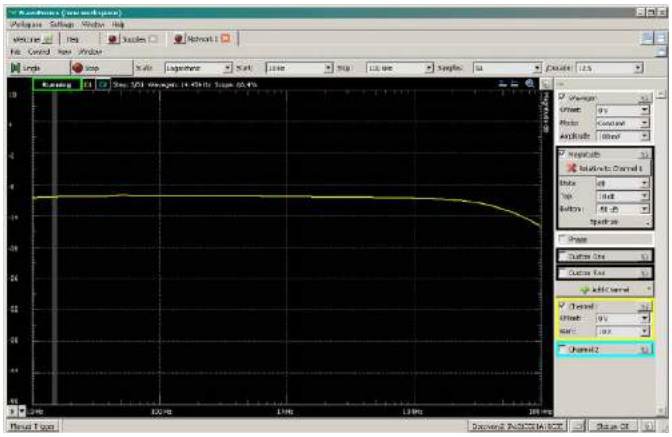
Rysunek 11. Pomiar wzmocnienia i wstępna regulacja układu



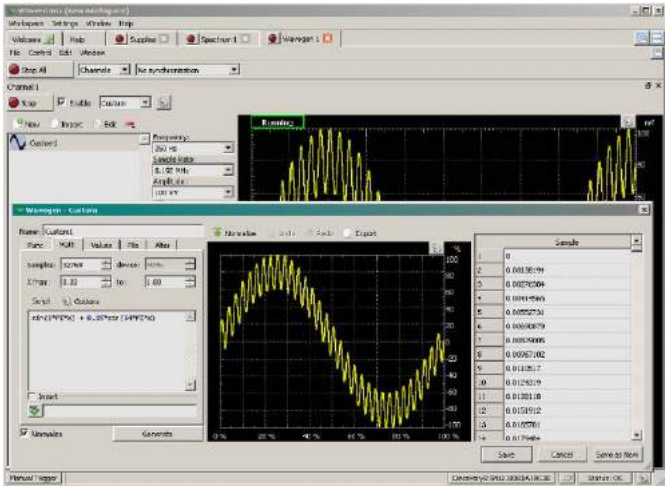
Rysunek 12. Regulacja harmonicznych układu

Dzięki wbudowanemu w AD2 analizatorowi widma możliwy jest pomiar zawartości harmonicznych, ułatwiający dokładniejszą regulacje układu. Po wybraniu zakładki Spectrum konfigurujemy zakres częstotliwości 0...10 kHz, gdyż taki wystarczy do oceny podstawowych harmonicznych oraz zawężamy zakres amplitudy od 0...80 dB – **rysunek 12**. Potencjometrem VgL (P3) ustawiamy najniższy możliwy poziom drugiej i trzeciej harmonicznej, zachowując największą amplitudę sygnału podstawowego, w modelu można zejść poniżej

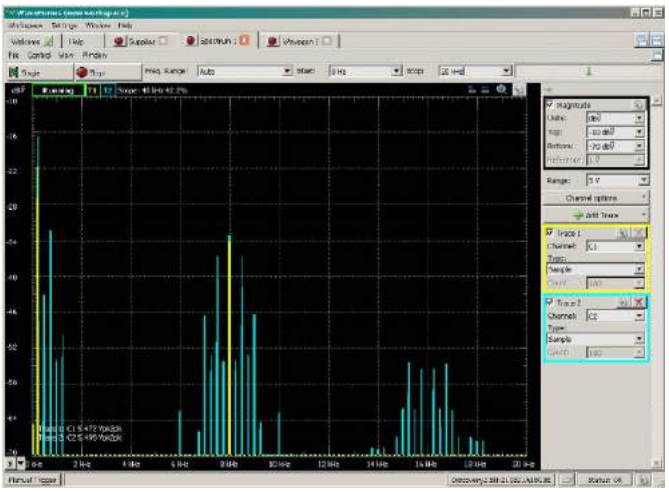
eprasa.pl 9565ffc9ee



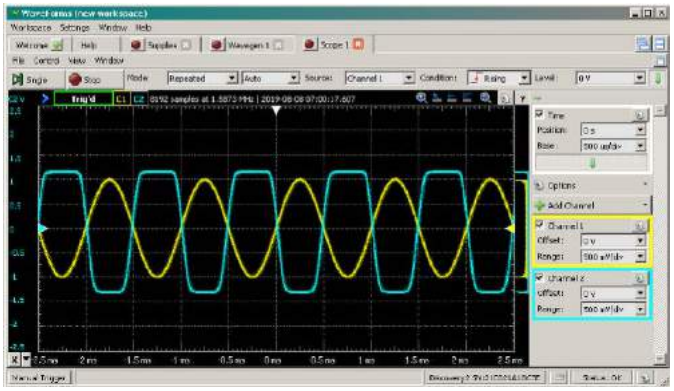
Rysunek 13. Pomiar pasma przenoszenia



Rysunek 14. Konfiguracja generatora dla pomiaru intermodulacji



Rysunek 15. Pomiar zniekształceń intermodulacyjnych



Rysunek 16. Praca z przesterowaniem

–60 dB. Kontrolnie proponuje sprawdzić wygląd przebiegu wyjściowego na oscyloskopie. Regulacje musimy powtórzyć także w drugim kanale. Warto sprawdzić zachowanie wzmacniacza przy kilku poziomach sygnału wejściowego.

Po tych czynnościach układ jest wyregulowany, oczywiście tylko dla rezystora anodowego 330 kΩ i można wpiąć go w tor audio w celu sprawdzenia i oceny działania np. przy pomocy słuchawek podłączonych do wbudowanego wzmacniacza mocy. Wracając jednak do pomiarów, obowiązkowo należy zmierzyć pasmo przenoszenia. W tym celu wybieramy zakładkę analizatora obwodów Network – **rysunek 13**. Pomiar warto wykonać dla różnych poziomów sygnału wejściowego, każdorazowo kontrolując czy wzmacniacz nie uległ przesterowaniu. Korzystając z elastyczności wbudowanego generatora można pokusić się o ocenę zniekształceń intermodulacyjnych wprowadzanych przez układ. Do pomiaru konieczny jest przebieg składający się z dwóch tonów 250 Hz i 8 kHz o stosunku amplitud 4:1. Przechodząc do zakładki generatora, wybieramy opcję Customs odpowiedzialną za generację sygnału zdefiniowanego przez użytkownika i w zakładce Math definiujemy sygnał `sin(2*Pi*x) +0,25*sin(64*Pi*x)`, następnie wybieramy opcję Generate i Normalize, po czym zamykamy okno – **rysunek 14**. Przechodząc do okna analizatora widma sprawdzamy poprawność generowanego sygnału, powinny być widoczne prążki 250 Hz i 8 kHz o stosunku amplitud 4:1. Po podłączeniu generatora do wejścia, a analizatora do wyjścia układu możemy ocenić poziom zniekształceń intermodulacyjnych, czyli wszystkich częstotliwości, które w wyniku nieliniowości elementów pojawią się w sygnale wyjściowym, a których nie było w sygnale testowym – **rysunek 15**.

Z racji głównego przeznaczenia lampy 6P1 do kształtowania brzmienia instrumentów, intermodulacje niekoniecznie muszą być wadą, podobnie jak niedoceniana w klasycznych wzmacniaczach audio praca w przesterowaniu. Dla sprawdzenia przesterowania ustawiamy poziom sygnału z wbudowanego generatora dla sygnału sinusoidalnego 1 kHz na 1 V. Otrzymane przebiegi pokazuje **rysunku 16**. W tak „piękny" sposób może przesterować się tylko lampa, nie ma oscylacji, odwrócenia przebiegu i podobnie paskudnie brzmiących artefaktów.

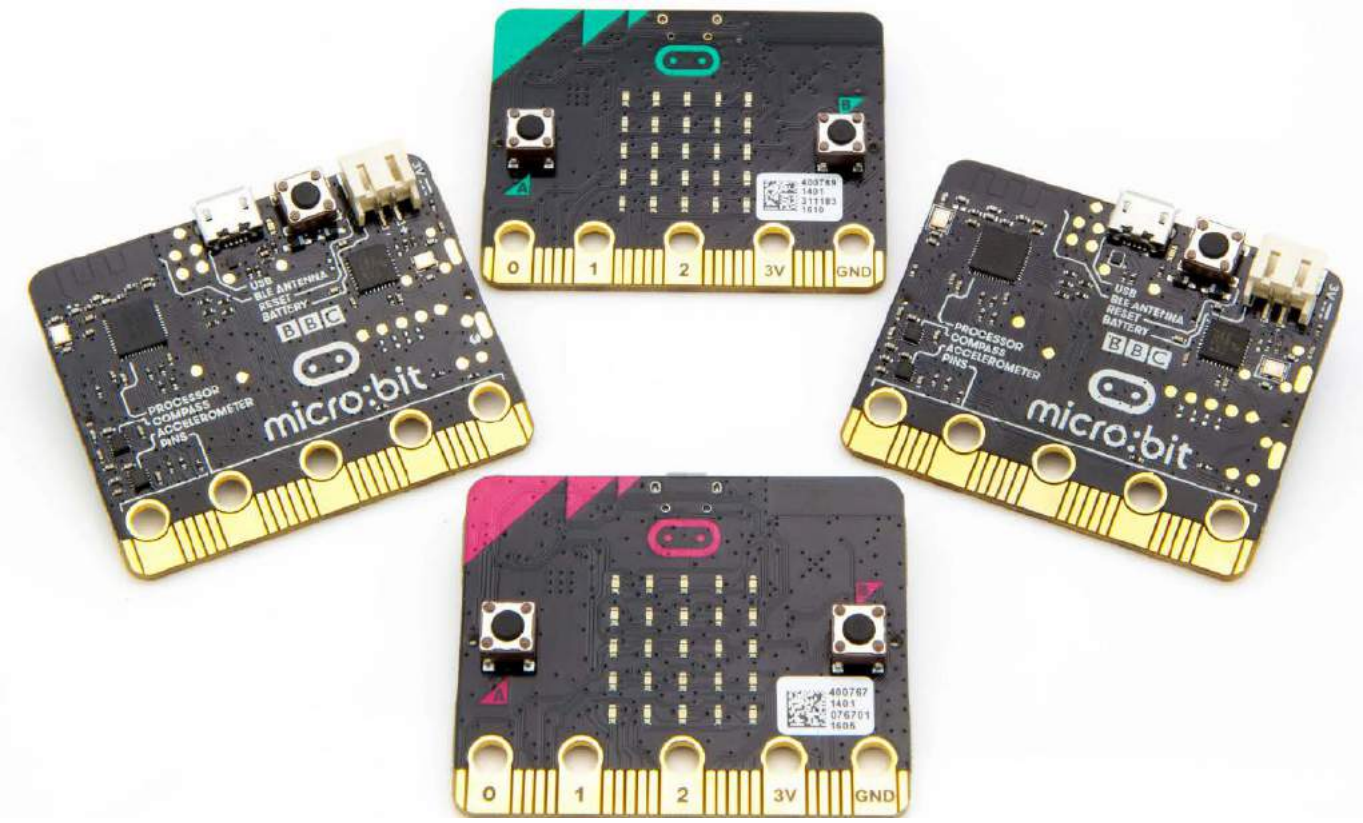
Na tym kończę pomiary Nutube audio eval board, polecam powtórzyć cykl dla wszystkich wartości rezystorów anodowych i dla różnych poziomów sygnału. Chociaż Analog Discovery2 to nie Audio Precision, to do pomiarów wstępnych doskonale się nadaje.

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

REKLAMA

www.facebook.com/ElektronikaPraktyczna

eprasa.pl 9565ffc9ee



Płytka ewaluacyjna micro:bit

Charakterystycznym elementem płytki micro:bit jest matryca diod LED o organizacji 5x5. Wydaje się, że niewiele można pokazać za pomocą takiego wyświetlacza, jednak po kilku uruchomionych aplikacjach okazuje się, że taki wyświetlacz daje wiele możliwości. Płytka micro:bit sprawia podobne wrażenie. Na początku wydaje się prostym modułem do nauki programowania, ale po dokładniejszym zbadaniu okazuje się, że ten moduł znajdzie także inne zastosowania...

Więcej informacji:
Płytkę micro:bit oferuje firma Farnell
https://pl.farnell.com, info-pl@farnell.com

Dla zachowania uporządkowania informacji, a także dlatego, że każdy elektronik jest ciekawy takich rzeczy, w pierwszej kolejności opiszemy budowę płytki micro:bit. Nie będziemy opisywać schematu elektrycznego, ale warto wiedzieć, że dostępny jest tu: ***http://bit.ly/2zqcDfP***. Opiszemy jakie komponenty znajdują się na płytce micro:bit, jaki zastosowano micro:procesor oraz jakie możliwości daje ten moduł.

Budowa płytki micro:bit

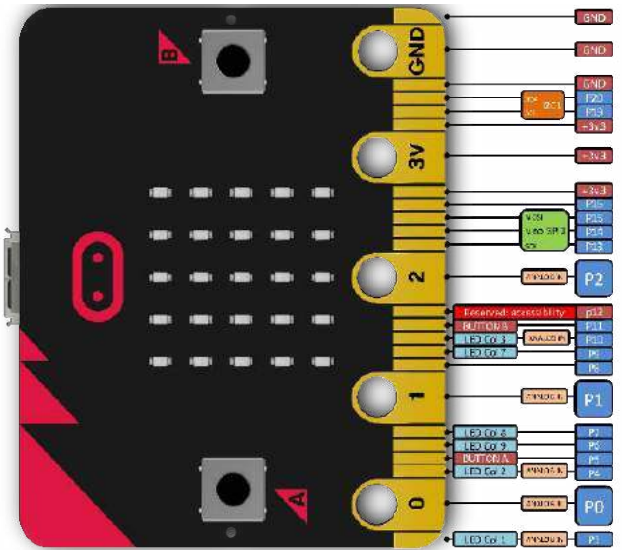
Sercem modułu jest mikrokontroler nRF51822 produkcji Nordic Semiconductor, wyposażony w 32 bitowy rdzeń Cortex M0, taktowany zegarem 16 MHz. Wyposażony został w 256 kB pamięci FLASH, 16 kB pamięci RAM oraz wszystkie standardowe peryferia: przetwornik ADC, liczniki typu Timer z funkcją PWM, interfejs SPI, interfejs UART, interfejs I²C a także dekoder enkodera kwadraturowego, moduł RTC, czujnik temperatury i sprzętowy blok szyfrujący AES. Elementem, który wyróżnia ten układ jest zintegrowany transceiver na pasmo 2,4 GHz zgodny z Bluetooth low energy.

Płytka Micro:bit ma wymiary 43×52 mm. Zasilanie doprowadzane jest poprzez złącze microUSB lub poprzez złącze baterii typu JST. Do złącza baterii można doprowadzić napięcie z zakresu 2...3,6 V. Zatem optymalnym źródłem zasilania są połączone dwie baterie 1,5 V np. typu R6. Nie zaleca się zasilania płytki z akumulatorków o znamionowym napięciu 3,6 V, ponieważ napięcie takiego akumulatora, gdy jest w pełni naładowany, dochodzi do 4,2 V i może uszkodzić elementy płytki.

Wbudowany transceiver na pasmo 2,4 GHz obsługuje komunikację Bluetooth za pośrednictwem biblioteki *Nordic S110 SoftDevice*, która realizuje pełny stos Bluetooth low energy. Dzięki temu micro:bit może komunikować się z szeroką gamą urządzeń Bluetooth, w tym ze smartfonami i tabletami. Transceiver obsługuje także inne standardy komunikacji radiowej, w tym zastrzeżony protokół Nordic Gazell. Protokół ten zapewnia bardzo prosty interfejs radiowy do transmisji małych pakietów między innymi urządzeniami obsługującymi ten protokół. Interfejs „radiowy", który pojawia się w wielu językach dla micro:bit, bazuje właśnie na protokole Gazell.

Do komunikacji z użytkownikiem służy matryca diod LED o organizacji 5×5, która pełni rolę wyświetlacza. Takie rozwiązanie pozwala

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 1. Opis funkcji styków złącza krawędziowego

Fotografia 2. Gniazdo dla złącza krawędziowego

wyświetlać symbole, proste grafiki oraz czytelny i dobrze widoczny tekst w formie przesuwanej animacji. Płytką możemy sterować poprzez dwa przyciski umieszczone po obu stronach wyświetlacza.

Na płytce znajduje się magnetometr (układ MAG3110) oraz akcelerometr (układ MMA8652), które umożliwiają pomiar przyspieszeń i pomiar natężenia pola magnetycznego. Dodatkowo umożliwiają realizację funkcji *Motion Sensor*, czyli pozwalają m.in. określić położenie płytki względem ziemi, pozwalają na wykrywanie zdarzeń takich jak potrząśnięcie płytki (*shake*), spadanie (*fall detection*) czy obrót (*rotation*).

Płytka micro:bit pozwala mierzyć temperaturę. Informacja o tym parametrze dostępna jest dzięki wbudowanemu w mikrokontroler czujnikowi temperatury. Ciekawostką jest pomiar natężenia oświetlenia – rolę czujnika pełni jedna z diod LED.

Połączenie z innymi układami elektronicznymi umożliwia złącze zrealizowane w postaci 25 styków umieszczonych na dolnej krawędzi płytki tzw. *Edge Connector*. Na złączu dostępne są sygnały interfejsów I²C, SPI, wejścia analogowe oraz zasilanie. Dokładny Opis wyprowadzeń pokazuje **rysunek 1**. Do szerokich styków można dołączyć się przy pomocy przewodów z krokodylkami, do wąskich styków można przylutować przewody lub użyć płytki przejściówki np. takiej jak na **fotografii 2**.

Jak zaprogramować miro:bit?

Płytka została opracowana z myślą o tym, że będzie to moduł do nauki programowania praktycznie od podstaw. Dlatego posiada wszystko co potrzebne do bezproblemowego rozpoczęcia nauki. Na płytce znajduje się złącze mikroUSB, które pełni rolę złącza zasilającego, ale jest także połączone z drugim pomocniczym mikrokontrolerem typu Freescale KL26Z. Realizuje on funkcje programatora dla układu nRF oraz realizuje funkcję mostka USB-UART. Po podłączeniu płytki do komputera PC w systemie pojawią się dwa nowe urządzenia: dysk wymienny MICROBIT oraz port szeregowy COM. Zaprogramowanie płytki micro:bit nowym programem jest niezwykle łatwe i polega na przeniesieniu pliku hex do wspomnianego dysku wymiennego. Port szeregowy może służyć do przesyłania danych pomiędzy komputerem a płytką.

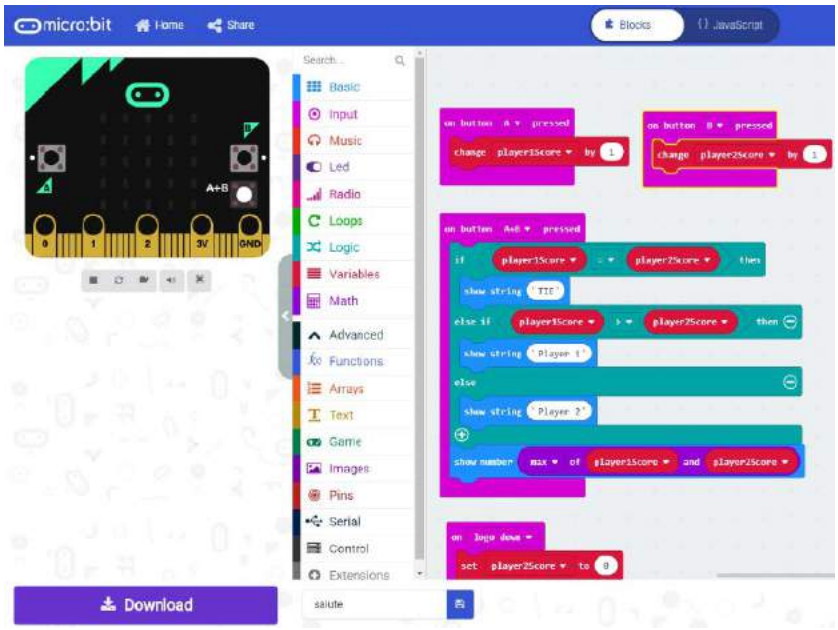
Zanim zaczniemy uruchamiać własne programy warto uaktualnić firmware płytki. Najnowsza wersja oprogramowania obsługuje funkcję WebUSB, która usprawnia pracę z płytką. Pozwala programować płytkę z poziomu przeglądarki internetowej – plik hex jest pobierany bezpośrednio na dysk wymienny MICROBIT. Ponadto pozwala na prezentację danych przesyłanych z płytki w oknie przeglądarki.

Po pierwsze musimy pobrać plik najnowszej wersji firmware ze strony ***http://bit.ly/33ZYLaj***. Następnie musimy podłączyć płytkę micro:usb przewodem USB do komputera ale przy wciśniętym przycisku reset (przycisk przy złączu USB). Płytka zostanie zainstalowana w systemie jako dysk wymienny o nazwie MAINTENANCE. Ostatnim krokiem będzie skopiowanie pliku firmware na wspomniany dysk wymienny i odczekanie kilku chwil, aż proces aktualizacji się zakończy a płytka automatycznie zrestartuje się.

Let's Code

Micro:bit to nie tylko płytka, to przede wszystkim narzędzia do programowania. Na stronie ***http://bit.ly/2ZqFOdf*** znajdziemy dwie propozycje, pierwsza z nich to MakeCode Editor.

MakeCode to edytor graficzny działający w oknie przeglądarki. Okno edytora pokazane jest na **rysunku 3**. W lewej części okna znajduje panel symulatora, który pozwala na wirtualne przetestowanie



Rysunek 3. Okno edytora MakeCode

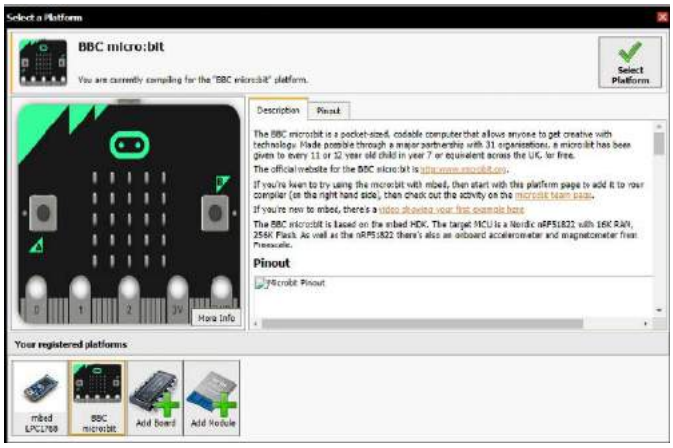
eprasa.pl 9565ffc9ee

Rysunek 4. Okno edytora MicroPython

działania programu. Możemy zasymulować przyciśnięcie przycisków lub przechylenie płytki, a na wirtualnym wyświetlaczu 5×5 LED zostanie zobrazowana reakcja modułu. Środkowa kolumna zawiera cały asortyment elementów i funkcji, które możemy użyć w naszym programie. Oprócz standardowych kategorii takich jak *Loops* czy *Logic* znajdują się także bardziej złożone funkcje np. *Radio* (umożliwia realizację komunikacji bezprzewodowej pomiędzy płytkami), *Pins* (funkcje dotyczące odczytu lub ustawienia stanów na wyprowadzeniach złącza krawędziowego, także odczyt analogowy i ustawienie PWM oraz odczyt i zapis poprzez interfejsy I²C i SPI), oraz *Serial* (umożliwia realizację komunikacji z PC poprzez port szeregowy (USB)). Do każdego elementu możemy wyświetlić *Help*, czyli krótki opis wraz z przykładem użycia. Dla wygodniejszej pracy z edytorem warto najpierw sparować naszą płytkę. W tym celu należy kliknąć na symbol ustawień (trybik przy logo Microsoft), następnie wybrać *Pair Device* i postępować zgodnie z instrukcją. Dzięki temu zabiegowi, podczas pobierania pliku programu, będzie on od razu zapisywany na płytce micro:bit.

„Pisanie" programu polega na układaniu elementów podobnych do puzzli nazwanych *Blocks*. Nie dość, że jest to sposób łatwy do nauki, to dodatkowo jest niesamowicie wciągający. Programując tą metodą nie musimy znać składni i reguł języka, od razu przystępujemy do poszukiwania rozwiązań danego zadania, wybierając elementy z dostępnych kategorii. MakeCode umożliwia programowanie, także w bardziej klasyczny sposób. W górnym pasku, w środkowej części znajduje się przełącznik opisany *Blocks/JavaScript* i umożliwia przełączenie się do trybu edytora JS. Co ciekawe, program zbudowany z klocków *Blocks* można w każdej chwili przekonwertować na kod JS i odwrotnie.

Drugim narzędziem polecanym do programowania płytek micro:bit jest MicroPython. Edytor dostępny jest w wersji przeglądarkowej oraz jako aplikacja do zainstalowania. Główne okno programu pokazuje **rysunek 4**. Python jest językiem programowania, który w ostatnim czasie zyskał na popularności, zwłaszcza wśród użytkowników komputerków typu Rasberry. Dlatego edytor MicroPython będzie dobrym wyborem dla każdego elektronika, z tym językiem na pewno jeszcze będzie miał do czynienia. Warto wiedzieć, że jest to język interpretowany czyli taki, który jest tłumaczony i wykonywany „w locie". Maszyna, na której uruchamiany jest program musi mieć uruchomiony tzw. interpreter. Wszystkie informacje na temat programowania płytek micro:bit w języku *Python* można znaleźć tu: ***http://bit.ly/2ZvTV5a***. Ważną infomacją jest to, że MicroPyhon nie obsługuje BLE. Jest to spowodowane zbyt małą ilością pamięci RAM płytek



Rysunek 5. Dodawanie płytki mico:bit

micro:bit. Komunikacja radiowa realizowana jest innymi, prostszymi metodami.

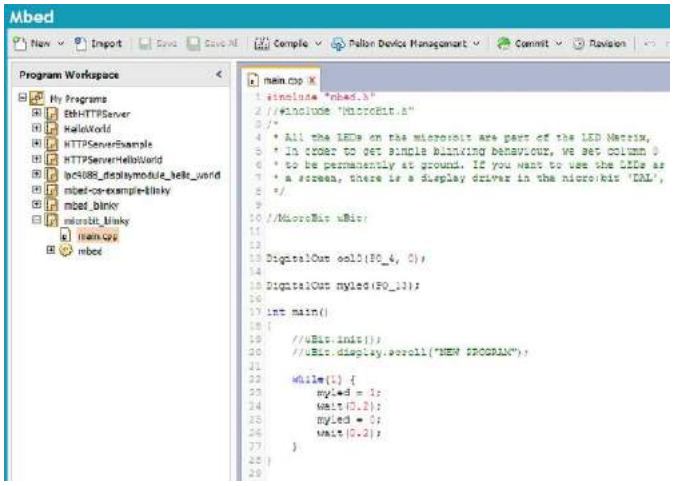
Dla tych, którzy ciągle czują niedosyt i uważają, że prawdziwe programowanie mikrokontrolerów wymaga użycia języka C, też jest propozycja. Platforma ARM MBED (***http://bit.ly/2zmUTSF***) posiada wsparcie dla płytek micro:bit. Po utworzeniu konta i zalogowaniu się na platformie, uruchamiamy edytor/kompilator przeglądarkowy i tam w prawym górnym rogu klikamy ikonę symbolizującą naszą aktywną platformę sprzętową. W oknie, które się pojawi klikamy na *Add Board* i postępujemy zgodnie z instrukcjami wyszukując, spośród wielu dostępnych typów, płytkę micro:bit (**rysunek 5**).

Nasz kompilator jest gotowy do programowania nowego modułu. Klikamy na *New*, a w okienku, które się pokaże ustawiamy:

```
Platform: BBC micro:bit,
Template: A blinky for the BBC micro:bit,
Program Name: PierwszyProgram
```

Po zatwierdzeniu zostanie wygenerowany szkielet programu podobny to tego na **rysunku 6.**

KS



Rysunek 6. Okno edytora mbed

REKLAMA
www.elektronikapraktyczna.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

RISC-V – budujemy własny mikrokontroler (1)

Otwarte oprogramowanie jest spotykane w wielu dziedzinach od kilkudziesięciu lat. W wielu przypadkach wypierało swoich płatnych konkurentów. Zadaniem, jakie przed sobą stawiają członkowie projektu RISC-V, jest przeprowadzenie podobnej rewolucji w dziedzinie procesorów.

ISA

RISC-V nie jest gotowym procesorem. Chcąc być precyzyjnym należy stwierdzić, że jest to ISA – (*instruction set architecture* – model programowy procesora). Można powiedzieć, że jest to warstwa, która umożliwia komunikację pomiędzy światem oprogramowania (kompilatorami, asemblerami), a światem sprzętu (twórcami układów scalonych). Składa się na nią między innymi lista dostępnych dla programisty zasobów (takich jak rejestry, czy jednostki arytmetyczno logiczne) oraz rozkazów pozwalających na sterowanie nimi.

Obecnie dwa najbardziej popularne ISA należą do firm Intel oraz ARM. Są one jednak komercyjne. Nie możemy stworzyć własnej implementacji bez wykupienia odpowiedniej licencji. Celem rozpoczętego w 2015 roku na uniwersytecie Berkley projektu RISC-V jest stworzenie otwartego standardu [1]. Obecnie do fundacji należy ponad 200 firm i instytucji w tym między innymi Google czy Nvidia, a od listopada 2018 współpracuje ona z Linux Foundation. Dzięki temu dostępne są już kompilatory, symulatory oraz coraz więcej oprogramowania przystosowanego do pracy z tą platformą [2].

Własny otwarty procesor na pierwszy rzut oka wydaje się czymś bardzo abstrakcyjnym. Choć niektórzy hobbyści pokazali [3], że układ scalony nie jest czymś, czego nie da się stworzyć we własnym garażu* to jednak wydaje się że budowa czegoś tak złożonego jak procesor jeszcze na długo pozostanie domeną jedynie wielkich korporacji. Na szczęście mamy jednak układy FPGA. Pozwalają one na stworzenie własnego sprzętu zdefiniowanego przez wgrany wsad. Rdzeń mikrokontrolera uruchomiony w taki sposób często nosi nazwę *soft core* – miękki rdzeń, co można rozumieć jako rdzeń zdefiniowany programowo.

Wersje RISC-V ISA

Dokumentacja RISC-V składa się z trzech dokumentów [4]:

- *User-Level ISA Specification* – specifikacja ISA poziomu-użytkownika,
- *Privileged ISA Specification* – specyfikacja ISA przywilejów,
- *Debug Specification* – specifikacja debugowania.

Pierwszy dokument omawia zestaw podstawowych instrukcji i elementów rdzenia. Wyróżnia cztery podstawowe zestawy instrukcji: RV32I, RV32E, RV64I, RV128I. Jak łatwo się domyślić numer odnosi się do liczby bitów składających się na rejestry mikrokontrolera. Litera I pochodzi od *integer* (liczba całkowita) ponieważ operują one jedynie na liczbach całkowitych. Wersja RV32E to uproszczona wersja przeznaczona dla niewielkich systemów wbudowanych (*embedded system*). Większą część dokumentacji stanowią zestawy opcjonalnych instrukcji. Wśród nich znajdziemy między innymi: M – mnożenie i dzielenie liczb całkowitych, F – instrukcje zmienno przecinkowe, czy V – instrukcje wektorowe. Specyfikacja zostawia także wolne rozkazy, które twórcy procesorów mogą zagospodarować zgodnie ze swoją fantazją.

Drugi dokument opisuje elementy procesora związane z zarządzaniem poziomów uprzywilejowana. Są one niezbędne, jeżeli chcemy uruchomić na procesorze współczesny system operacyjny. Definiuje ona między innymi obsługę przerwań, czy zarządzanie dostępem do pamięci fizycznej.

Celem trzeciego dokumentu jest stworzenie standardu umożliwiającego debugowanie procesorów RISC-V. W momencie pisania tego artykułu jest on dostępny dopiero w wersji 0.13.2.

Rejestry i instrukcje

Aby lepiej zapoznać się z architekturą RISC-V postanowiłem przygotować prostą implementację w języku SystemVerilog. Bazując na materiałach z kursu [6], a zwłaszcza na proponowanej liście instrukcji [7]: zdecydowałem się na pominięcie będących częścią RV32I instrukcji barier oraz wywołań systemowych. Moim celem jest stworzenie prostego mikrokontrolera, który pozwoli rozpocząć własną przygodę z tą architekturą.

W procesorze RISC-V wszystkie operacje wykonywane są na rejestrach, do i z których możemy przenosić dane z pamięci. W wersji RV32I mamy do dyspozycji 32 rejestru uniwersalnego przeznaczenia oznaczone x0-x31. Rejestr x0 jest zawsze równy 0, a zapisywane do niego dane są tracone. Pozornie może się to wydawać marnotrawstwem, lecz jak zobaczymy za chwilę pozwala to na sprytną implementację wielu pseudo instrukcji. Pozostałe rejestry można wykorzystywać dowolnie, lecz jak pokazano w **tabeli 1**, przyjęto pewne konwencje do czego powinny być one użyte. Wprowadzono także dodatkowe oznaczenia, które są rozumiane przez assemblery. Dodatkowym rejestrem jest 32 bitowy pc-wskaźnik programu (program counter).

Wszystkie wykorzystane przez nas instrukcje mają długość 32 bitów. Korzystają one z jednego z sześciu formatów instrukcji

Tabela 1. Konwencja wykorzystania rejestrów.

Rejestr	Nazwa	Wykorzystanie	Kto zapisuje
x0	zero	zawsze równe 0	------
x1	ra	adres powrotu	wywołujący
x2	sp	wskaźnik stosu	funkcja
x3	gp	wskaźnik globalny	------
x4	tp	wskaźnik wątku	------
x5-x7	t0-t2	zmienne tymczasowe	wywołujący
x8	s0/fp	zapisany rejestr/wskaźnik ramki	funkcja
x9	s1	zapisany rejestr	funkcja
x10-x11	a0-a1	argumenty funkcji/wartości zwracane	wywołujący
x12-x17	a2-a7	argumenty funkcji	wywołujący
x18-x27	s2-s11	zapisane rejestry	funkcja
x28-x31	t3-t6	zmienne tymczasowe	wywołujący

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Tabela 2. Wykorzystane w projekcie rodzaje instrukcji. zar. oznacza wartości zarezerwowane, ale wykorzystane przez specyfikację, własne oznacza wartości, które mogą być dowolnie wykorzystane.

opcode[4:2] / opcode[6:5]	0002	0012	0102	0112	1002	1012	1102	1112
002	LOAD	zar.	własne	zar.	OP-IMM	AUIPC	zar.	zar.
012	STORE	zar.	własne	zar.	OP	LUI	zar.	zar.
102	zar.	zar.	zar.	zar.	zar.	zar.	własne	zar.
112	BRANCH	JALR	zar.	JAL	zar.	zar.	własne	zar.

przedstawionych na **rysunku 1**. Celem projektantów było stworzenie jak najprostszych do dekodowania instrukcji. W każdym z formatów numery rejestrów oraz kody funkcji zajmują zawsze te same bity. Pozostałe bity są przeznaczone dla stałych natychmiastowych (immediate). Każda z nich jest liczbą ze znakiem, który zawsze znajduje się na najstarszym 31 bicie instrukcji.

Rodzaj instrukcji określa wartość opcode. Dla instrukcji podstawowych dwa najmłodsze bity (opcode[1:0]) są zawsze równe b11. Wartości implementowanych instrukcji przedstawia **tabela 2**.

	31 30 29 28 27 26 25	24 23 22 21 20	19 18 17 16 15	14 13 12	11 10 09 08 07	06 05 04 03 02 01 00
R	func7	RS2	RS1	func3	RD	OPCODE
I	imm[11:0]		RS1	func3	RD	OPCODE
S	imm[11:5]	RS2	RS1	func3	imm[4:0]	OPCODE
SB	imm[12|10:5]	RS2	RS1	func3	i[4:1|11]	OPCODE
U	imm[31:12]				RD	OPCODE
UJ	imm[20|10:1|11|19:12]				RD	OPCODE

Rysunek 1. Formaty instrukcji

Instrukcje operujące na rejestrach i stałych

Chyba najprostszą rodziną jest OP. Składa się ona z 10 instrukcji realizujących działania na dwóch rejestrach rs1 i rs2 i zapisują wynik do rejestru rd. Sposób ich kodowania pokazuje **rysunek 2**. Jak widzimy są one

31 30 29 28 27 26 25	24 23 22 21 20	19 18 17 16 15	14 13 12	11 10 09 08 07	06 05 04 03 02 01 00	zachowanie	
func7	RS2	RS1	func3	RD	OPCODE		
0000000	RS2	RS1	000	RD	0110011	ADD	R[rd]:=R[rs1]+R[rs2]
0100000	RS2	RS1	000	RD	0110011	SUB	R[rd]:=R[rs1] -R[rs2]
0000000	RS2	RS1	001	RD	0110011	SLL	R[rd]:=R[rs1]<<R[rs2]
0000000	RS2	RS1	010	RD	0110011	SLT	R[rd]:=R[rs1]<R[rs2]
0000000	RS2	RS1	011	RD	0110011	SLTU	R[rd]:=R[rs1]<R[rs2]
0000000	RS2	RS1	100	RD	0110011	XOR	R[rd]:=R[rs1]^R[rs2]
0000000	RS2	RS1	101	RD	0110011	SRL	R[rd]:=R[rs1]>>R[rs2]
0100000	RS2	RS1	101	RD	0110011	SRA	R[rd]:=R[rs1]>>>R[rs2]
0000000	RS2	RS1	110	RD	0110011	OR	R[rd]:=R[rs1]|R[rs2]
0000000	RS2	RS1	111	RD	0110011	AND	R[rd]:=R[rs1]&R[rs2]

Rysunek 2. Sposób kodowania instrukcji z rodziny OP

31 30 29 28 27 26 25	24 23 22 21 20	19 18 17 16 15	14 13 12	11 10 09 08 07	06 05 04 03 02 01 00	zachowanie	
imm[11:0]		RS1	func3	RD	OPCODE		
imm[11:0]		RS1	000	RD	0010011	ADDI	R[rd]:=R[rs1]+imm
0000000	imm[4:0]	RS1	001	RD	0010011	SLLI	R[rd]:=R[rs1]<<imm
imm[11:0]		RS1	010	RD	0010011	SLTI	R[rd]:=R[rs1]<imm
imm[11:0]		RS1	011	RD	0010011	SLTIU	R[rd]:=R[rs1]<imm
imm[11:0]		RS1	100	RD	0010011	XORI	R[rd]:=R[rs1]^imm
0000000	imm[4:0]	RS1	101	RD	0010011	SRLI	R[rd]:=R[rs1]>>imm
0100000	imm[4:0]	RS1	101	RD	0010011	SRAI	R[rd]:=R[rs1]>>>imm
imm[11:0]		RS1	110	RD	0010011	ORI	R[rd]:=R[rs1]|imm
imm[11:0]		RS1	111	RD	0010011	ANDI	R[rd]:=R[rs1]&imm

Rysunek 3. Sposób kodowania instrukcji z rodziny OP-IMM

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 13 12	11 10 09 08 07	06 05 04 03 02 01 00		
imm[31:12]	RD	OPCODE	zachowanie	
imm[31:12]	RD	0110111	LUI	R[RD]=imm
imm[31:12]	RD	0010111	AUIPC	R[RD]=PC+imm

Rysunek 4. Sposób kodowania instrukcji pozwalających na bezpośrednie ładowanie do rejestrów długich stałych

typu r. Wspierane są dwa działania arytmetyczne: dodawanie (ADD) i odejmowanie (SUB). Instrukcje mnożenia i dzielenia są dostępne w rozszerzeniu M. W bazowej wersji muszą zostać zrealizowane programowo za pomocą instrukcji arytmetycznych oraz przesunięć. Tych ostatnich dysponujemy trzema rodzajami: przesunięcia logiczne w lewo (SLL) i prawo (SRL) oraz przesunięcie arytmetyczne w prawo (SRA). To ostatnie zachowuje znak rejestru. Do dyspozycji mamy typowe operacje logiczne: koniunkcję (AND), alternatywę (OR) oraz alternatywę wykluczającą (XOR). Nietypowe są dwie instrukcje, które wpisują do rejestru rd wartość 1, gdy rs1 jest mniejsze od rs2. SLT porównuje liczby zakładając, że są one zakodowane w reprezentacji ze znakiem, a SLTU bez znaku.

Instrukcje z rodziny OP-IMM są bliźniaczo podobne. Lecz zamiast pobierać drugi operand z rejestru wykorzystują 12 bitową stałą bezpośrednią ze znakiem. Pozwalają więc zakodować liczby całkowite z zakresu od 2047 do –2048. Składa się ona z 9 instrukcji odpowiadających wszystkim operacją z rodziny OP z wyjątkiem odejmowania. Nie jest ono potrzebne, ponieważ asembler może zamienić je na dodawanie stałej ujemnej. Kodowanie instrukcji jest przedstawione na **rysunku 3**.

Jak widzimy nazwy mnemoników różnią się dodaniem litery I. W większości wykorzystują one format I. Wyjątkiem są instrukcje przesunięć bitowych. Ponieważ przesunięcie o więcej niż 31 jest pozbawione sensu, więc rozróżnienie pomiędzy arytmetycznym i logicznym jest zakodowane w niewykorzystanej części, tak jakby było tam umieszczone *func7* w instrukcjach r.

Dostępne są także dwie instrukcje pozwalające na ładowanie do rejestrów długich stałych bezpośrednich. Pokazano je na **rysunku 4**. Wykorzystują one format U, który przeznacza na nią 20 najstarszych bitów. Pierwsza z nich to LUI, która po prostu wpisuje wartość z pola *imm* do podanego rejestru. W połączeniu z wcześniej poznaną instrukcją ADDI pozwala na załadowanie dowolnej 32-bitowej stałej. Druga AUIPC działa dość podobnie, ale do rejestru rd zapisuje sumę stałej i aktualnej wartości licznika PC. W połączeniu z instrukcją skoku JALR pozwala wpisać do rejestru PC dowolną 32-bitową stałą liczbową.

Znamy już instrukcje pozwalające wykonywać operacje na stałych i rejestrach. Jest jednak kilka szczególnych przypadków ich wykorzystania, które są na tyle użyteczne, że doczekały się swoich własnych nazw. Niektóre z nich (na przykład *nop*) mogą być zrealizowane na różne sposoby. Aby ułatwić tworzenie programów oraz w celu ujednoznacznienia kodu asemblera niektóre z nich zostały zdefiniowane. Są to tak zwane pseudo instrukcje, które przez Assembler są zamieniane na jedną, albo kombinację kilku rozkazów procesora. Przyjrzyjmy się części z nich.

Pierwszą której się przyglądniemy jest trochę niedoceniana, lecz bardzo przydatna instrukcja nop (*no operation* – brak funkcji). Ustalono, że zawsze będzie ona realizowana jako:

```
addi x0, x0, 0
```

Warto zauważyć, że szesnastkowo można zapisać ten rozkaz jako 0x00000013, co przyda się później przy implementacji.

W **tabeli 3** przedstawione są pseudo instrukcje operujące na danych. Pierwsza z nich *li* (od *load immediate* – załaduj natychmiast) pozwala wczytać do rejestru dowolną 32-bitową wartość liczbą. Asembler w zależności od rozmiaru stałej może zmienić ją na jedną, albo parę dwóch instrukcji. Pierwsza wczytuje starsze 20 bitów, a druga dodaje pozostałe 12 młodszych. Analogiczna do *li* instrukcja *la* służy do wczytania adresu podanej etykiety. Kolejny rozkaz *mv* (od *move* – przenieść) pozwala skopiować wartość z jednego rejestru do innego. Jest ona rozwijana jako dodawanie do rejestru źródłowego stałej 0. W podobny sposób

Tabela 3. Pseudoinstrukcje operujące na rejestrach

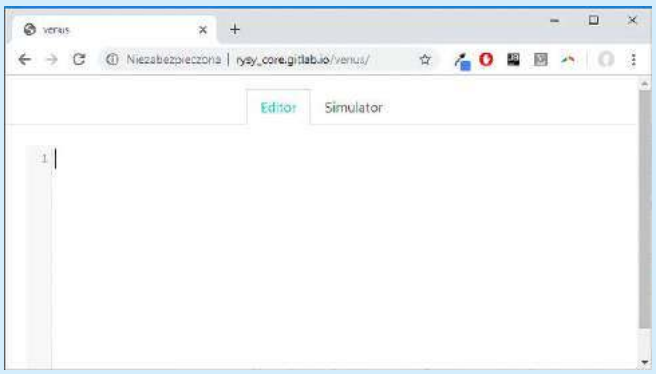
pseudoinstrukcja	instrukcja	zachowanie
li rd, imm	lui rd, imm[32:12] addi rd, rd, imm[11:0]	R[rd]=imm
la rd, label	auipc rd, label[32:12] addi rd, label[11:0]	R[rd]=label
mv rd, rs	addi rd, rs, 0	R[rd]=R[rs]
not rd rs	xori rd, rs, -1	R[rd]=~R[rs]
neg rd, rs	sub rd, x0, rs	R[rd]=-R[rs]
seqz rd, rs	sltiu rd, rs, 1	R[rd]=(R[rs]==0)
snez rd, rs	sltu rd, x0, rs	R[rd]=(R[rs]!=0)
sltz rd, rs	slt rd, rs, x0	R[rd]=(R[rs]<0)
sgtz rd, rs	slt rd, x0, rs	R[rd]=(R[rs]>0)

zrealizowana jest negacja bitowa rejestru (*not*). Tym razem skorzystano z faktu, że w kodzie uzupełnienia do dwóch, liczba –1 jest reprezentowana poprzez ustawienie wszystkich bitów. Dzięki temu można ją zrealizować jako alternatywę wykluczającą, rejestru źródłowego ze stałą. Rozkaz *not* pozwala na zmianę znaku liczby. Realizowany jest poprzez odjęcie wartości z rejestru źródłowego od 0. Ponieważ RISC-V nie implementuje instrukcji odejmowania od stałej tym razem skorzystano z faktu, że wartość odczytana z x0 zawsze jest równa 0.

Kolejne dwie instrukcje ustawiają wartość rd na 1, gdy odpowiednio rs jest równe (*seqz*) i nie jest równe 0 (*snez*). Używa ona instrukcji porównania liczb bez znaku, pomimo że może ona pracować także z liczbami ujemnymi. W ciekawy sposób wykorzystuje on własności reprezentacji liczb w kodzie uzupełnienia do dwóch. Otóż, jeżeli potraktujemy ją jako liczbę bez znaku, to będzie ona mniejsza od 1 wtedy i tylko wtedy, gdy będzie równa 0. Warunek różności od zera można wtedy zapisać jako warunek, aby 0 (reprezentowane przez x0) było mniejsze niż rs. Ostatnie dwa rozkazy *sltz* (*set less than zero* – ustaw gdy mniejsze od zera) i *sgtz* (*set greater than zero* – ustaw gdy większe od zero) powinny już teraz być łatwe do interpretacji.

Symulator

Na razie było dość dużo teorii. Dla równowagi trzeba więc trochę poeksperymentować. Poza tym samodzielne tłumaczenie mnemoników na wartości binarne byłoby bardzo nużące. Dlatego do assemblacji oraz testowania programów wykorzystamy internetowy symulator [8]. Działa w całości w przeglądarce, więc można go pobrać i używać

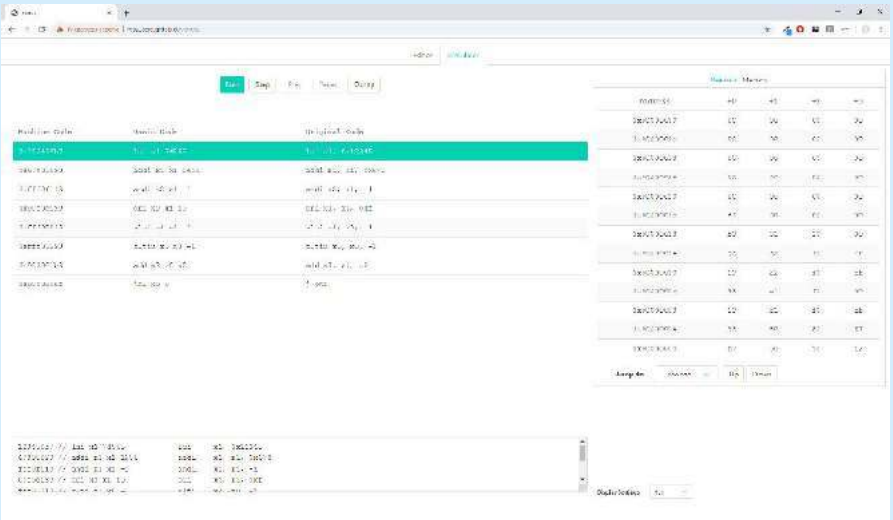


Rysunek 5. Edytor kodu w symulatorze venus

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

offline. Gdy wejdziemy pod adres [8] zobaczymy stronę podobną do tej z **rysunku 5**. Program piszemy w zakładce Editor. Możemy używać zarówno instrukcji, jak i pseudo instrukcji. Gdy przejdziemy do zakładki Simulator zostaną one zamienione na odpowiednie kombinację rozkazów, co pokazuje **rysunek 6**. Za pomocą przycisku Step – krok, możemy wykonać kolejne rozkazy. Aktualny stan rejestrów widzimy w zakładce Register, a pamięci w Memory. Po kliknięciu przycisku Dump – zrzucić w polu Console output – wyjście konsoli pojawi się wynikowy kod w postaci liczbowej, który wykorzystamy później do zaprogramowania pamięci w naszym mikrokontrolerze.



Rysunek 6. Venus – webowy assembler i symulator RISC-V

Zanim zaczniemy się zastanawiać jak zaimplementować działający rdzeń, warto chwilę samemu poeksperymentować z symulatorem, aby lepiej zapoznać się z efektami wykonania różnych instrukcji. Na **listingu 1** jest pokazany przykładowy kod, który demonstruje poznane przed chwilą operację na rejestrach i stałych. Można go także znaleźć w repozytorium [9] w pliku *code/regop.mem*. Po pobraniu repozytorium należy przejść do tagu v1_0. Warto go samemu wkleić do symulatora i za pomocą przycisku Step przejść go krok po kroku przyglądając się jak wpłynie on na stan rejestrów.

Składnia została pokolorowana za pomocą modułu dla środowiska Visual Studio Code, który można pobrać spod adresu [15]. W pierwszych dwóch liniach znajdziemy przykład wykorzystania pary instrukcji *lui* i *addi* pozwalających wczytać dowolną 32 bitową stałą. Następnie zaprezentowane są przykładowe operacje. Szczególnie warto przyjrzeć się różnicy pomiędzy działaniem instrukcji *slti* i *sltiu*. Stała –1 jest po prostu ciągiem „samych jedynek". Pierwsza instrukcja interpretuje je jako liczbę ze znakiem, czyli –1, przez co porównanie 0<=–1 jest fałszem. Druga natomiast ten sam ciąg bitów rozumie jako liczbę bez znaku: 4294967295 (232-1). A ponieważ 0<=4294967295, więc do rejestru x5 zostanie wpisana liczba 1 symbolizująca prawdę.

Na samym końcu znajduje się nieskończona, pusta pętla. Zapobiega ona przed wyjściem mikrokontrolera poza kod programu i interpretowaniem śmieci z pamięci jako rozkazów. Zrealizowana jest za pomocą instrukcji skoku.

Skoki

Na **rysunku 7** możemy zobaczyć dwie instrukcje, które pozwalają na realizację skoków. Pierwsza z nich pozwala dodać do rejestru PC 20 bitową liczbę ze znakiem. Ponieważ w architekturze RISC-V adresy rozkazów muszą być wyrównane co najmniej do 2 bajtów (a w prezentowanej uproszczonej implementacji do 4) nie musimy kodować najmłodszego bitu, gdyż będzie on zawsze równy 0. Dzięki temu możliwy jest skok o wartość od 524286 do -524288. Jeżeli jest to zbyt mały zakres jak dla potrzeb naszego programu możemy za pomocą rozkazu AUIPC przygotować w dowolnym rejestrze sumę aktualnej wartości rejestru PC i starszych 20 bitów nowego adresu, a następnie za pomocą instrukcji JALR ustawić młodszych 12 bitów i dokonać skoku pod dowolny adres w 32 bitowej przestrzeni adresowej.

Obie z poznanych instrukcji zapisują w rejestrze rd adres następnej instrukcji, która byłaby wykonana, gdyby skok nie został wykonany, czyli wartość PC+4. Jeżeli adres powrotu nie jest potrzebny można po prostu jako rd ustawić rejestr x0. Aby lepiej zrozumieć ich działanie przyglądnijmy się dwóm programom realizującą nieskończoną pętlę inkrementującą wartość w rejestru x5. Oba rozpoczynają się od jego wyzerowania. Kod z **listingu 2**. realizuję pętlę z wykorzystaniem instrukcji *jal*. Zamiast samemu obliczać adres skoku użyto etykiety loop. Gdy uruchomimy kod w symulatorze zauważymy, że instrukcja została rozwinięta do postaci:

```
jal x1, -4
```

Jej wykonanie spowoduje dodanie do PC liczby –4 i powrót do poprzedniej instrukcji.

Program z **listingu 3**. realizuje taką samą funkcję, ale do skoku wykorzystuje instrukcję *jalr*. Aby wygenerowany kod działał poprawnie niezależnie od adresu w pamięci pod jakim zostanie zapisany najpierw inicjalizujemy wartość rejestru x2 za pomocą rozkazu *auipc*. Spowoduje on zapisanie aktualnej wartości PC. Następnie po dodaniu 1 do rejestru x5 wykonamy skok pod adres x2+4, czyli kolejnej instrukcji znajdującej się w pamięci po rozkazie *auipc*. Warto zauważyć, że oba rozkazy zapisały adres kolejnej instrukcji, która zostałaby wykonana, gdyby nie nastąpił skok. Jest to tak zwany adres powrotu, pozwalający na przykład na powrót do głównego programu po wykonaniu funkcji. W naszym przypadku zapisujemy ją do rejestru x1.

Pozostałe pseudo instrukcje skoków warunkowych zebrane są w **tabeli 4**. Pierwsze dwie realizują skok pod stałą (*j*) oraz pod wartość z rejestru (*jr*), ale w przeciwieństwie do standardowych instrukcji nie zapamiętują adresu powrotu. Korzystają one z faktu, że zapis do rejestru x0 nie ma żadnego efektu. W ten sposób poznaliśmy tajemnicę ostatniej linijki przykładu z listingu 1.

Trzy ostatnie instrukcje ułatwiają nam tworzenie podprogramów poprzez założenie, że adres powrotu jest zawsze zapisywany do rejestru x1, który z tego powodu posiada alternatywną nazwę ra (*return address* – adres powrotu). Instrukcje *jal* i *jalr* pozwalają na wywołanie, a *ret* na powrót z procedury.

Listing 1. Przykładowy program w assemblerze RISC-V

```
01 lui    x1, 0x12345
02 addi   x1, x1, 0x678
03 andi   x2, x1, -1
04 ori    x3, x1, 0xf
05 slti   x4, x0, -1
06 sltiu  x5, x0, -1
07 add    x3, x0, x2
08 end:
09 j end
```

Listing. 2 Przykład wykorzystania instrukcji *jal*

```
01 addi x5, x0, 0
02 loop:
03 addi x5, x5, 1
04 jal  x1, loop
```

Listing. 3 Przykład wykorzystania instrukcji *jalr*

```
01 addi  x5, x0, 0
02 auipc x2, 0
03 addi  x5, x5, 1
04 jalr  x1, x2, 4
```

31 30 29 28 27 26 25 24 23 22 21 20	19 18 17 16 15	14 13 12	11 10 09 08 07	06 05 04 03 02 01 00	zachowanie	
imm[20|10:1|11|19:12]			RD	1101111	JAL	R[rd]=PC+4; PC+=imm
imm[11:0]	RS	000	RD	1100111	JALR	R[rd]=PC+4; PC=R[rs]+imm

Rysunek 7. Sposób kodowania instrukcji skoków bezwarunkowych

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Tabela 4. Pseudoinstrukcje skoków bezwarunkowych

pseudoinstrukcja	instrukcja	zachowanie
j imm	jal x0, imm	pc+=imm
jr rs	jalr x0, rs, 0	pc=rs
jal imm	jal x1, imm	x1=pc+4;pc+=imm
jalr rs	jalr x1, rs, 0	x1=pc+4;pc+=rs
ret	jalr x0, x1, 0	pc=x1

Skoki warunkowe

Znamy już instrukcje, które pozwalają na przeprowadzanie operacji na danych oraz przemieszczanie się w różne miejsca programu. Niestety nasz rdzeń nie potrafi jeszcze podjąć żadnej decyzji. Potrzebna jest do tego kolejna grupa sześciu instrukcji skoków warunkowych BRANCH. Są pokazane na **rysunku 8**, każda z nich jest zakodowana w formacie SB. Pozwalają przejść w inne miejsce programu, ale tylko wtedy gdy spełniony jest konkretny warunek.

Listing. 4. Pętla sumująca liczby od 1 do 2 (*code/branch.S*)

```
01 start:
02 addi x1, x0, 2
03 addi x2, x0, 0
04
05 loop:
06 add  x2, x2, x1
07 addi x1, x1, -1
08 bne  x0, x1, loop
09
10 j    start
```

W przeciwieństwie do innych popularnych ISA takich jak MIPS czy ARM, decyzja o skoku nie jest wykonywana na podstawie wartości wcześniej ustalonych flag. Każda instrukcja skoku przyjmuje dwa rejestry źródłowe i sprawdza czy spełniają one warunek. Dostępnych jest sześć możliwości: równe, różne oraz mniejsze niż i większe bądź równe w wariantach z oraz bez znaku. Instrukcje mniejszy lub równy oraz większy niż nie są potrzebne. Assembler może po prostu zamienić kolejność rejestrów i użyć dwóch poprzednich operacji. Tak jak przy skokach bezwarunkowych nie kodujemy najmłodszego bitu adresu docelowego. Pozwala to na rozszerzenie zakresu skoku od 4094 do –4096.

Krótki przykład ich użycia przedstawia **listing 4**. Można go także znaleźć w repozytorium w pliku *code/branch.S*. Realizuje pętlę sumującą liczby od 1 do 2. W linii 2 do rejestru x1 wpisujemy liczbę 2, która określi liczbę iteracji pętli, a w linii 3 zerujemy rejestr x2, do którego wpisujemy wynik. Następnie od linii 5, w której znajduje się etykieta loop rozpoczynamy pętle. Najpierw dodajemy do x2 wartość z x1, a następnie dekrementujemy x1. Najważniejsza część kodu to linia 8, w której następuje porównanie wartości x1 z 0 (dla przypomnienia do rejestru x0 zawsze wpisane jest 0). Jeżeli wartości są różne, nastąpi skok pod etykietę loop. Gdy uruchomimy kod w symulatorze przekonamy się, że została ona zmieniona na liczbę –8, co oznacza, że cofniemy się o dwie instrukcje. Po drugiej iteracji wartość x1 będzie równa 0 i skok nie nastąpi, ale przejdziemy do instrukcji z linii 10, która za pomocą znanej nam już pseudo instrukcji powróci na początek programu.

Istnieją także pseudo instrukcje oparte na rozkazach skoków warunkowych. Są one zebrane w **tabeli 5**. Pierwsze sześć realizuje sprawdzenia względem 0, korzystając ze standardowych instrukcji i rejestru x0. W programie przykładowym moglibyśmy więc zastąpić instrukcję *bne* bardziej czytelną formą *bnez*. Ostatnie cztery pozwalają zwiększyć czytelność programu poprzez wykorzystanie porównań większy niż oraz mniejszy bądź równy. Assembler za nas zmieni kolejność operandów i wywoła dostępne w ISA instrukcje porównań.

Tabela 5. Pseudoinstrukcje skoków warunkowych

pseudoinstrukcja	instrukcja	zachowanie
beqz rs, imm	beq rs, x0, imm	pc+=(rs==0)?imm:4
bnez rs, imm	bne rs, x0, imm	pc+=(rs!=0)?imm:4
blez rs, imm	bge x0, rs, imm	pc+=(rs<=0)?imm:4
bgez rs, imm	bge rs, x0, imm	pc+=(rs>=0)?imm:4
bltz rs, imm	blt rs, x0, imm	pc+=(rs<0)?imm:4
bgtz rs, imm	blt x0, rs, imm	pc+=(rs>0)?imm:4
bgt rs, rt, imm	blt rt, rs, imm	pc+=(rs>rt)?imm:4
ble rs, rt, imm	bge rt, rs, imm	pc+=(rs<=rt)?imm:4
bgtu rs, rt, imm	bltu rt, rs, imm	pc+=(rs>rt)?imm:4
bleu rs, rt, imm	bleu rt, rs, imm	pc+=(rs<=rt)?imm:4

Podsumowanie

Mam nadzieję, że udało mi się zainteresować czytelników tematem tworzenia własnych mikrokontrolerów. W kolejnym artykule zostanie omówiona tematyka dostępu do pamięci oraz zajmiemy się budową rdzenia naszego procesora.

Rafał Kozik
rafkozik@gmail.com

*) Dodajmy, że jest to garaż wyposażony w sprzęt, w tym urzadzenia technologiczne (piec do dyfuzji, napylarka), wartości milionów dolarów [3]

Bibliografia

[1] ***http://bit.ly/2MFFapx***, dostęp na dzień 29.04.2019
[2] ***http://bit.ly/2YP0EGY***, dostęp na dzień 29.04.2019
[3] Zeloof S., First IC:) ***http://bit.ly/33dwwEx***, dostęp na dzień 29.04.2019
[4] ***http://bit.ly/2MHjQQL***
[5] Computer Structures, MIT 6.004, Spring 2019 ***http://bit.ly/33dx4dL***
[6] MIT 6.004 RISC-V ISA Reference Card, ***http://bit.ly/2TcOS43***
[7] The RISC-V Instruction Set Manual, Volume I: User-Level ISA, Document Version2.2, Editors Andrew Waerman and Krste Asanovic, RISC-V Foundation, May 2017
[8] ***http://bit.ly/31jY2OV***
[9] ***http://bit.ly/2yDgVjP***
[10] Quartus Prime Lite Edition, ***https://intel.ly/2MC6TYp***
[11] Ataki na procesory – PortSmash, TLBleed, Foreshadow, ***http://bit.ly/2M307eL***
[12] Patterson D., Hennessy J., Computer Organization and Design: The Hardware Software Interface (RISC-V Edition), Morgan Kaufmann, 1st ed, 2017
[13] MAXimator Altera MAX10 FPGA Evaluation Board, ***http://bit.ly/2YJneNp***
[14] Great Ideas in Computer Architecture (Machine Structures), CS61C Berkeley with Nicholas Weaver, Spring 2019 ***http://bit.ly/2P3cjhR***
[15] Moduł dla Visual Studio Code ***http://bit.ly/2YP0Jug***

31 30 29 28 27 26 25	24 23 22 21 20	19 18 17 16 15	14 13 12	11 10 09 08 07	06 05 04 03 02 01 00		
imm[12|10:5]	RS2	RS1	func3	i[4:1|11]	OPCODE	zachowanie	
imm[12|10:5]	RS2	RS1	000	i[4:1|11]	1100011	BEQ	PC+=(R[rs1]==R[rs1])?imm:4
imm[12|10:5]	RS2	RS1	001	i[4:1|11]	1100011	BNE	PC+=(R[rs1]!=R[rs1])?imm:4
imm[12|10:5]	RS2	RS1	100	i[4:1|11]	1100011	BLT	PC+=(R[rs1]<R[rs1])?imm:4
imm[12|10:5]	RS2	RS1	101	i[4:1|11]	1100011	BGE	PC+=(R[rs1]>=R[rs1])?imm:4
imm[12|10:5]	RS2	RS1	110	i[4:1|11]	1100011	BLTU	PC+=(R[rs1]<R[rs1])?imm:4
imm[12|10:5]	RS2	RS1	111	i[4:1|11]	1100011	BGEU	PC+=(R[rs1]>=R[rs1])?imm:4

Rysunek 8. Sposób kodowania instrukcji z rodziny BRANCH

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

ISIX-RTOS v3 mini system operacyjny dla mikrokontrolerów rodziny Cortex-M0/M3/M4/M7 (6)

Sterownik pamięci SDRAM

FTP WSZYSTKIE POPRZEDNIE ODCINKI KURSU SĄ DOSTĘPNE NA STRONIE WWW.MEDIA.AVT.PL

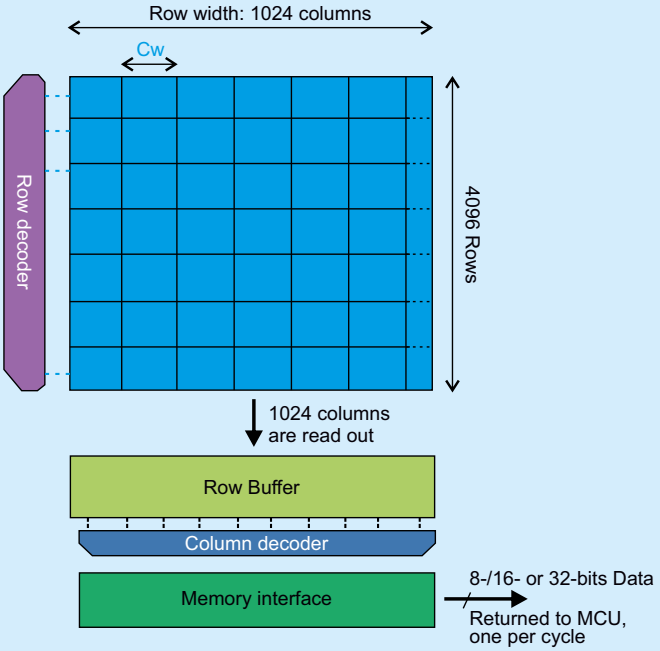
Mikrokontrolery rodziny „Performance Line" posiadają stosunkowo dużą ilość wbudowanej pamięci FLASH oraz RAM, co pozwala na uruchamianie skomplikowanych aplikacji, oraz systemów operacyjnych bez konieczności dołączania pamięci zewnętrznych. Jest to bardzo istotne, ponieważ zewnętrzne pamięci komplikują projekt PCB, powodując, iż zastosowanie mikrokontrolera jednoukładowego znacząco traci na atrakcyjności. Często lepszym rozwiązaniem okazuje się zastosowanie procesora aplikacyjnego zawierającego jednostkę zarządzania pamięcią MMU, co pozwala na uruchomienie systemu operacyjnego Linux, zyskując dostęp do bogatej bazy oprogramowania. Zatem dzisiejsza część będzie nieco kontrowersyjna. Zdaniem autora dołączanie zewnętrznej pamięci SDRAM (zwłaszcza 32-bitowej) do mikrokontrolera STM32 we własnych projektach mija się z celem.

Jednak, aby zaprezentować możliwości graficzne systemu ISIX oraz jego biblioteki **libgfx** z zastosowaniem zestawu *STM32F469I-DISCO* konieczne jest uruchomienie zewnętrznej pamięci SDRAM. Zestaw ten posiada wyświetlacz TFT z interfejsem MIPI-DSI o rozdzielczości 800×600, który do prawidłowej pracy wymaga użycia dedykowanego kontrolera LCD-TFT, który zawarty jest bezpośrednio w mikrokontrolerze STM32F469NIH.

Mikrokontroler posiada 324 kB pamięci SRAM oraz 2 MB pamięci FLASH. Aby wyświetlić pojedynczy obraz z natywną 24 bitową głębią ostrości potrzebować będziemy 800×600×3 bajty = 1407 kB pamięci. W przypadku, gdy dodatkowo chcemy zastosować podwójne buforowanie obrazu, aby uniknąć efektu widoczności rysowania potrzebujemy niemalże 3 MB pamięci RAM. Ilość potrzebnej pamięci znacząco przekracza rozmiar wewnętrznego RAMu, przez co konieczne jest zastosowanie pamięci zewnętrznej. Dodatkowo dla prawidłowej pracy kontrolera TFT wymaga jest duża przepustowość pamięci, a zatem zmuszeni jesteśmy do zastosowania pamięci z 32-bitową szyną danych. Jak łatwo zauważyć stopień skomplikowania PCB takiego urządzenia znacząco nie będzie odbiegał od projektu PCB dla procesora aplikacyjnego.

Obsługa pamięci SDRAM SDR.

Statyczne pamięci RAM charakteryzują się stosunkowo prostą obsługą oraz są bardzo szybkie niestety ich wadą jest wysoka cena w przeliczeniu na jednostkę pojemności. Jeśli chcemy mieć do dyspozycji pamięć liczoną w MB zmuszeni będziemy użyć pamięci SDRAM. Pamięci te charakteryzują się bardzo dużą pojemnością oraz niską ceną. Jednak wadą jest to, że obsługa jest skomplikowana i wymaga dedykowanego kontrolera. Układ STM32F469 posiada dedykowany sterownik pamięci **FMC** umożliwiający podłączenie pamięci



Rysunek 1. Budowa pamięci SDRAM

SDR-SDRAM (*Single Data Rate Synchronous Dynamic Random Access Memory*), zatem skupimy się jedynie na tego typu pamięciach. Komórki pamięci SDRAM zorganizowane są w macierze posiadające określoną ilość kolumn oraz wierszy (**rysunek 1**).

Na przykładowym rysunku pamięć posiada organizację składającą się z 4096 wierszy oraz 1024 kolumn. Dodatkowo typowa pamięć

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Tabela 1. Zestaw komend dla typowej pamięci SDRAM

CS	RAS	CAS	WE	BAn	A10	An	Command
H	x	x	x	x	x	x	Ignorowanie komend
L	H	H	H	x	x	x	NOP (komenda pusta)
L	H	H	L	x	x	x	Przerwanie aktywnego transferu blokowego
L	H	L	H	bank	L	kolumna	Odczytanie bloku danych z aktualnie aktywnego wiersza
L	H	L	H	bank	H	kolumna	Odczyt blokowy z automatycznym zamknięciem wiersza po zakończeniu transferu
L	H	L	L	bank	L	kolumna	Zapis bloku danych do aktywnego wiersza
L	H	L	L	bank	H	kolumna	Zapis bloku danych do aktywnego wiersza i zamknięcie wiersza po zakończeniu transferu
L	L	H	H	bank	wiersz		Otwarcie wiersza do zapisu lub odczytu.
L	L	H	L	bank	L	x	Precharge: Zamknięcie aktualnego wiersza.
L	L	H	L	x	H	x	Precharge all: Zamknięcie aktualnych wierszy we wszystkich aktywnych bankach.
L	L	L	H	x	x	x	Auto refresh: Automatyczne odświeżanie wierszy we wszystkich bankach.
L	L	L	L	0 0	tryb		Konfiguracja trybu pracy. Ustalenie liczby cykli CAS oraz wielkości trybu BURST na 1, 2, 4 lub 8 cykli

zazwyczaj jest podzielona na banki (najczęściej 2, 4 lub 8). Każdy bank pamięci może wykonywać operacje niezależnie na swoich komórkach, a zatem istnieje możliwość zrównoleglenia niektórych komend. Dostęp do wybranej komórki pamięci polega na przesyłaniu odpowiednich komend sterujących. Najpierw należy wysłać komendę aktywacji danego wiersza, a następnie możemy wykonywać operację zapisu lub odczytu. Komenda aktywacji zajmuje określoną ilość cykli zegarowych (T_{rcd}), a zatem dostęp swobodny do pojedynczych komórek jest czasochłonny. Najlepiej jest zatem odczytywać bądź zapisywać dane całymi wierszami. Współczesne mikrokontrolery posiadają jednak najczęściej zintegrowane pamięci cache, zatem nie stanowi to wielkiej wady, ponieważ i tak dane zapisywane lub odczytywane są całymi liniami pamięci cache.

Interfejs elektryczny pamięci SDRAM jest interfejsem równoległym ustandaryzowanym przez JEDEC i składa się z następujących sygnałów elektrycznych:

- **CKE** *(Clock Enable)* – stan niski na tej linii oznacza, że sygnał zegarowy na linii CLK jest ignorowany.
- **CS** *(Chip Select)* – stan wysoki oznacza, że stan pozostałych linii sterujących jest ignorowany (poza CKE)
- **DQM** *(Data Line Mask)* – Stan wysoki na tej linii oznacza, że sygnały przekazane na liniach danych, są ignorowane przy zapisie, każde 8 bitów danych posiada własną linie DQM a zatem pamięć o szerokości 32-bitów posiadać będzie linie DQM0…DQM3
- **RAS, CAS, WE** *(Row Address Strobe) (Column Address Strobe) (Write* Enable) – nazwy pozostały ze względów historycznych, współcześnie razem stanowią linię określającą kod rozkazu dla pamięci SRAM.
- **BAn** (*Bank Select*), wybór numeru banku. Najczęściej współczesne pamięci posiadają 3 lub 2 linie BA w zależności od ilości banków.
- **DQ0...DQ31** – Dwukierunkowe linie danych, którymi przesyłane są dane.
- **A10-An** – Linie adresowe dla komend, które wymagają określenia adresu, dodatkowo linia A10 pozwala wybrać wariant danego rozkazu.

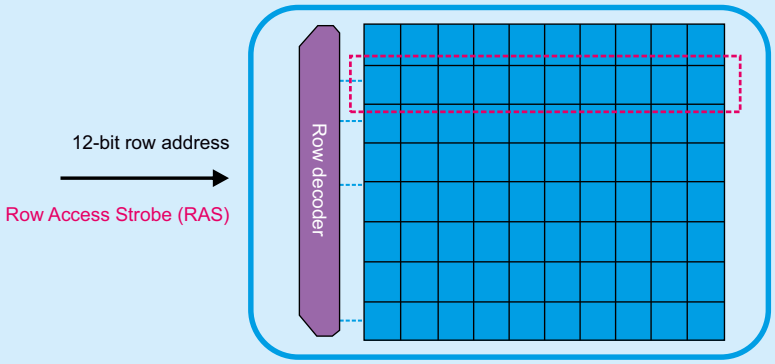
Jak już wcześniej wspomniano obsługa pamięci SDRAM polega na przesyłaniu odpowiednich komend w takt linii sygnału zegarowego. Zestaw komend dla typowej pamięci SDRAM pokazuje **tabela 1**. Przy inicjalizacji pamięci SDRAM należy pamiętać, aby wcześniej skonfigurować liczbę cykli CAS (*Column Address Select*) czyli ilość cykli jaka upłynie od momentu podania adresu kolumny do wystawienia danych oraz wielkość transferu blokowego.

Najbardziej efektywnymi rodzajami transferu jest transfer blokowy wraz z odczytaniem zawartości całego wiersza, ponieważ nie musimy tracić czasu na ponowną aktywację danego wiersza. Przykładowy cykl odczytu danych z pamięci SDRAM składa się z dwóch kroków:

W pierwszym kroku aktywowany jest wybrany wiersz (**rysunek 2**), co powoduje, że aktywowane są wzmacniacze wiersza i do wewnętrznego bufora odczytywana jest zawartość całego wiersza. W kolejnym kroku należy aktywować komendę odczytu która umożliwi odczyt pojedynczej komórki lub zakresu komórek w danym wierszu (**rysunek 3**).

Najbardziej efektywnym rodzajem transferu jest wykonanie kilku sekwencji odczytu blokowego, tak aby odczytać zawartość całego wiersza, przykład takiego transferu przedstawiono na **rysunku 4**. Po wybraniu odczytu blokowego oraz wydaniu komendy odczytu (READ), pamięć wystawia dane z opóźnieniem 2 lub 3 cykli zegarowych (w zależności od ustawionego CL), ale jeśli chcemy odczytać kilka następujących po sobie kolumn kolejną komendę odczytu możemy wydać jeszcze zanim blok odczytanych danych z poprzedniej komendy zostanie wykonany, co pozwoli nam na pominięcie czasu oczekiwania, ponieważ pamięć umożliwia kolejkowanie komend. Po zakończeniu cyklu odczytu, jeśli wybrano komendę bez automatycznego zamknięcia należy zamknąć wybrany wiersz.

Praktycznie identycznie wygląda operacja zapisu. Najpierw należy aktywować dany wiersz, a następnie wydać rozkaz zapisu lub zapisu blokowego, a na zakończenie należy dokonać dezaktywacji wiersza. Podobnie jak poprzednio najbardziej wydajną będzie operacja, gdy podczas otwarcia dokonamy zapisu całego wiersza (**rysunek 5**)

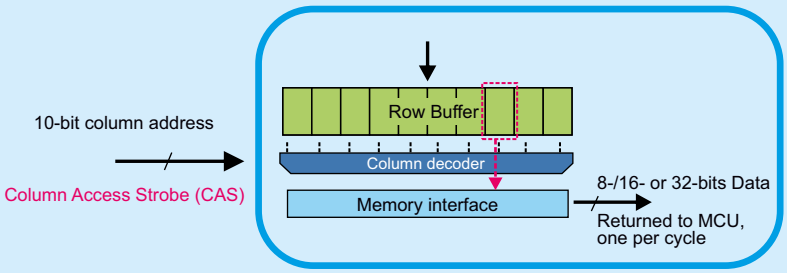


Rysunek 2. Odczyt z pamięci SDRAM, wybór wiersza

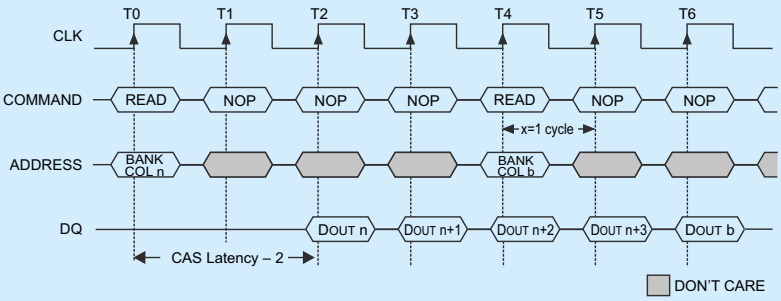
Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

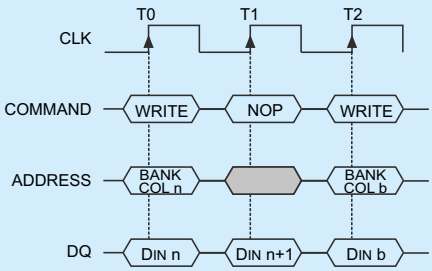
Procedura obsługi pamięci SDRAM jest stosunkowo skomplikowana, a dodatkowo wymaga procedury odświeżania nieużywanych komórek pamięci. Wskazana jest również dodatkowa pamięć cache, która umożliwi odpowiednie grupowanie komend odczytu i zapisu w bloki, tak aby unikać dostępu swobodnego do pamięci, który jest bardzo czasochłonny. Dodatkowo sprawę komplikuje fakt, że podczas operacji odczytu dane z pamięci pojawiają się z opóźnieniem. Wszystko to powoduje, że obsłużenie pamięci SDRAM wymaga dodatkowego sprzętowego kontrolera.



Rysunek 3. Odczyt pamięci SDRAM, wybór kolumny



Rysunek 4. Przykład zgrupowanego odczytu blokowego z pamięci SDRAM



Rysunek 5. Następujące po sobie zapisy blokowe w pamięci SDRAM

FMC (Flexible Memory Controller) oraz pamięć SDRAM w zestawie STM32469I-DISCO

Mikrokontroler STM32F469NIH wyposażony jest w dedykowany kontroler pamięci równoległych FMC, który umożliwia obsługę następujących typów pamięci równoległych:

- Pamięci NOR FLASH oraz statycznych pamięci RAM.
- Pamięci FLASH NAND.
- Pamięci SDRAM oraz mobile LPSDRAM.

Kontroler może pracować z częstotliwością HCLK/2 lub HCLK/3 co w przypadku mikrokontrolera zastosowanego w zestawie umożliwia taktowanie pamięci SDRAM z częstotliwością ok. 90 MHz.

W tym cyklu interesować nas będzie głównie kontroler pamięci SDRAM, który cechuje się następującymi właściwościami:

- Posiada dwa niezależne banki SDRAM umożliwiając dołączenie dwóch kości pamięci.
- Może współpracować z pamięciami o szerokości szyny danych: 8, 16, 32 bity.
- Obsługuje pamięci o organizacji maksymalnie do 8192 wierszy, 2048 kolumn, posiadające maksymalnie 4 banki.
- Automatyczne zarządzanie adresami na granicy wierszy oraz zapewnia automatyczne odświeżanie.
- Zawiera wewnętrzną pamięć cache o wielkości 6 słów 32 bitowych umożliwiającą optymalizację czasu dostępu do pamięci.
- Zapewnia konfigurowalne parametry czasowe pamięci niezależnie dla każdego banku.

Konfiguracja kontrolera sprowadza się w praktyce do zaprogramowania odpowiednich parametrów pamięci oraz charakterystyk czasowych zgodnie z notą katalogową zakupionej pamięci, a następnie aktywacji kontrolera. Po aktywacji kontrolera pamięć SDRAM widoczna jest w przestrzeni adresowej systemu komputerowego pod adresem **0xC000 0000** dla banku **#0** oraz **0xD000 0000** dla banku **#1**. Pamięć może służyć zarówno do przechowywania danych jak również może zostać w niej umieszczony kod programu. Należy jednak pamiętać, że po resecie kontroler tej pamięci jest wyłączony i przed użyciem tego obszaru pamięci należy dokonać jego włączenia. Jeśli planujemy uruchamiać jakąś dużą aplikację, gdzie np. program będzie przechowywany w pamięci QSPI, a dane w pamięci SDRAM możemy rozważyć napisanie małego bootloadera który, aktywuje wcześniej wspomniane pamięci zaalokuje odpowiednie sekcje pamięci oraz skopiuje odpowiedni zestaw danych z pamięci QSPI do SDRAM a następnie wczyta program właściwy.

W zestawie STM32F469I-DISCO zastosowano pamięć SDRAM firmy HYNIX o oznaczeniu **MT48LC4M32B2**, która posiada organizację 1 M×32 bity×4 banki co po przeliczeniu daje 16 MB pamięci SDRAM. Zatem przy użyciu pamięci SDRAM dla kontrolera wyświetlacza możemy spokojnie stosować tryb podwójnego buforowania obrazu. Schemat połączenia wspominanej pamięci SDRAM z mikrokontrolerem przedstawiono na **rysunku 6**. Sygnały linii pamięci SDRAM zostały dołączone bezpośrednio do linii portów GPIO mikrokontrolera, które pełnią alternatywną rolę wyprowadzeń kontrolera SDRAM. Linia CS pamięci została dołączona do linii SDNE0 mikrokontrolera, co oznacza, że dostępna będzie ona w banku zerowym pamięci pod adresem 0xc0000000.

Obsługa pamięci SDRAM w systemie ISIXRTOS

Obsługa pamięci SDRAM w systemie ISIX została dodana do biblioteki **libperiph**. Od strony interfejsu użytkownika należy dodać odpowiedni wpis w sekcji DTS wraz z opisem pamięci SDRAM, natomiast inicjalizacja biblioteki obsługującej pamięć SDRAM powinna nastąpić w funkcji ***_external_startup()*** **(listing 1)**, odpowiedzialnej za inicjalizację oraz konfigurację peryferiów mikrokontrolera przed wywołaniem funkcji głównej ***main()***.

W pierwszym kroku inicjalizowane są domeny zegarowe mikrokontrolera poprzez wywołanie funkcji ***uc_periph_setup()***. W następnym kroku wywoływana jest funkcja ***periph::memory::sdram_setup()***,

Listing 1. Inicjalizacja biblioteki obsługującej pamięć SDRAM w funkcji *_external_startup()*

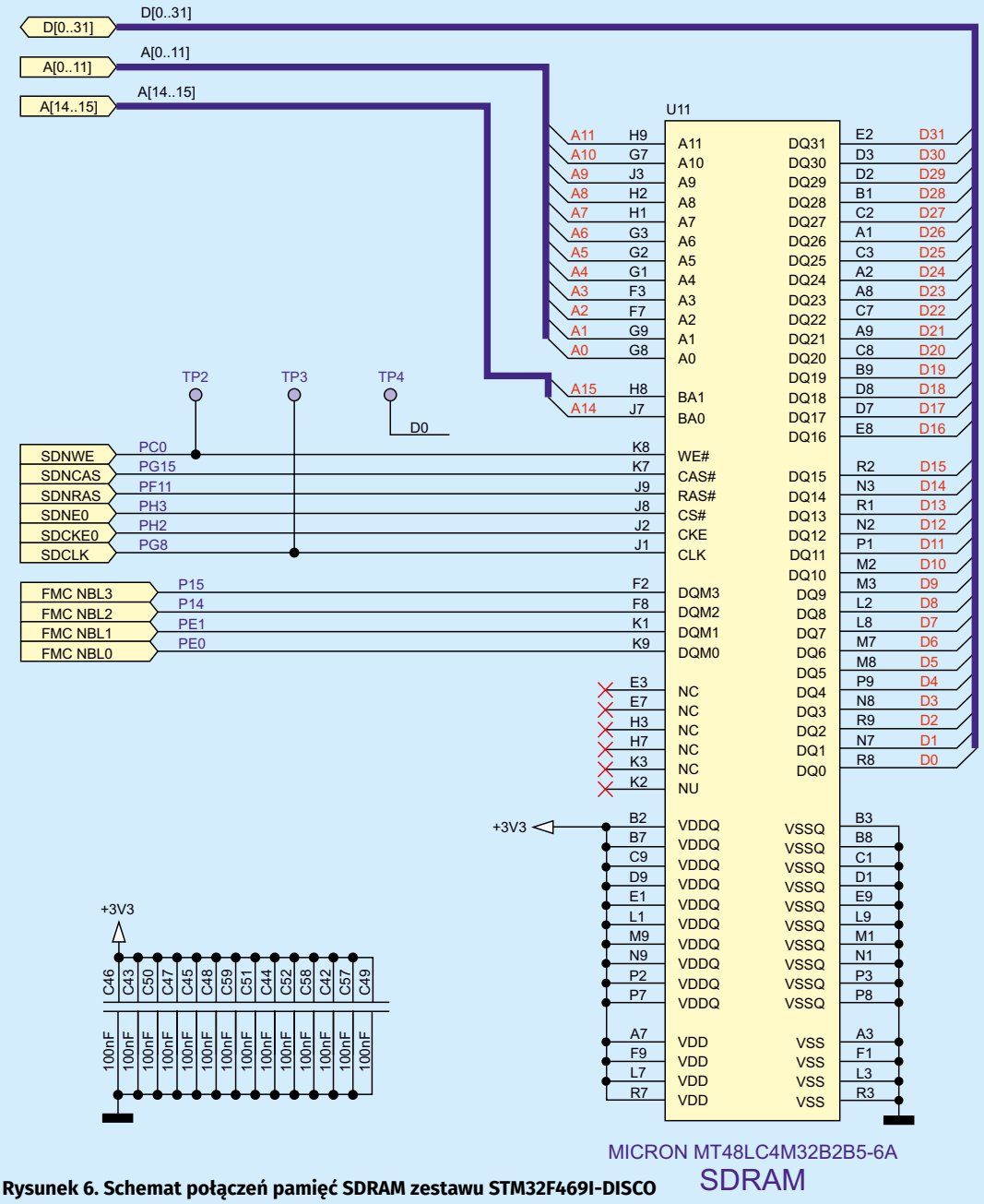
```
//! This function is called just before call global constructors
void _external_startup(void)
{
    //Give a chance a JTAG to reset the CPU
    for(unsigned i=0; i<1000000; i++) asm volatile(„nop\n”);
    //Initialize system perhipheral
    if(uc_periph_setup() && !periph::memory::sdram_setup()) {
        //1 bit for preemtion priority
        isix_set_irq_priority_group(isix_cortexm_group_pri7);
        //Initialize isix
        isix::init(CONFIG_HCLK_HZ);
    } else {
        //TODO: Handle failure initialization
        //! Initialization failure
        for(;;);
    }
}
```

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

której zadaniem jest inicjalizacja pamięci SDRAM. W kolejnym kroku ustawiana jest liczba bitów używanych na priorytet wywłaszczania przerwania, oraz wywoływana jest funkcja inicjalizująca jądra systemu operacyjnego. Funkcja ***sdram_setup()***, jest jedyną funkcją stanowiącą interfejs sterownika pamięci SDRAM i pokazana jest na **listingu 2**.

W strukturze DTS parametrem stanowiącym identyfikator kontrolera pamięci jest łańcuch tekstowy „sdram". W pierwszym kroku z pliku DTS odczytujemy konfigurację sygnałów zegarowych odpowiedzialnych za taktowanie kontrolera SDRAM, a następnie dokonujemy ich włączenia. Następnie dokonujemy konfiguracji portów GPIO, tak aby pełniły one rolę funkcji linii alternatywnej oraz dokonujemy odczytu konfiguracji, która przechowywana jest w strukturze **sdram**. Struktura ta przechowuje konfigurację opisującą architekturę pamięci SDRAM oraz zależności czasowe wymagane przez dany rodzaj pamięci. Po odczytaniu parametrów konfiguracyjnych następuje konfiguracja banku 1 oraz 2, a na zakończenie następuje uruchomienie kontrolera. Od tego momentu pamięć SDRAM jest dostępna w przestrzeni adresowej.



Rysunek 6. Schemat połączeń pamięć SDRAM zestawu STM32F469I-DISCO

```
Listing 2. Kod funkcji sdram_setup()
// Configure SDRAM
int sdram_setup()
{
    int ret {};
    do {
        //Get periph clock config
        dt::clk_periph pclk;
        ret = dt::get_periph_clock(sdram_id, pclk);
        if(ret) break;
        //Enable device clock
        ret = clock::device_enable(pclk);
        if(ret) break;
        // Configure GPIOS
        ret = gpio_conf(true);
        if(ret) break;
        //Configure controller
        const dt::device_conf_base* base;
        ret = dt::get_periph_devconf(sdram_id,base);
        if(ret) break;
        const auto entry = reinterpret_cast<const sdram*>(base);
        configure_bank(entry, 1);
        configure_bank(entry, 2);
        auto reg = (entry->sdrtr << 1);
        WR4(FMC_SDRTR, reg);
    }while(0);
    return ret;
}
```

Jak już wcześniej wspomniano, uruchomienie kontrolera pamięci wymaga podania parametrów konfiguracyjnych pamięci, które są dostarczane za pomocą struktury DTS (plik *dts.cpp*). Fragment struktury odpowiedzialny za konfigurację pamięci pokazuje **listing 3**. Struktura zawiera identyfikator kontrolera, adres bazowy, magistralę AHB3 z której korzysta kontroler, numer funkcji alternatywnej GPIO, referencję do struktury opisującej linie portów GPIO używanych przez kontroler pamięci, oraz adres struktury odpowiedzialnej za przechowywanie konfiguracji pamięci SDRAM. Konfiguracja pamięci SDRAM reprezentowana jest poprzez zestaw struktur pokazanych na **listingu 4**.

Struktura SDRAM zawiera pole **sdrtr**, które określa częstotliwość odświeżania pamięci SDRAM, pole **nrfs** określające ilość cykli auto

```
Listing 3.  Fragment struktury odpowiedzialny za konfigurację pamięci
{
    „sdram", 0,
    bus::ahb3, LL_GPIO_AF_12,
    unsigned(std::log2(LL_AHB3_GRP1_PERIPH_FMC)),
    sdram_pins,
    &sdram_conf
},
```

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Listing 4. Zestaw struktur reprezentujących konfigurację pamięci SDRAM

```
namespace periph::memory {
    struct sdcr_reg {
    uint16_t rpipe:2;
    uint16_t rburst:1;      /* Burst read */
    uint16_t sdclk:2;       /* SDRAM clock configuration */
    uint16_t wp:1;          /* Write protection */
    uint16_t cas:2;         /* CAS Latency */
    uint16_t nb:1;          /* Number of internal banks */
    uint16_t mwid:2;        /* Memory data bus width */
    uint16_t nr:2;          /* Number of row address bits */
    uint16_t nc:2;          /* Number of column address bits */
};

struct sdtr_reg {
    uint32_t trcd:4;        /* Row to column delay */
    uint32_t trp:4;         /* Row precharge delay */
    uint32_t twr:4;         /* Recovery delay */
    uint32_t trc:4;         /* Row cycle delay */
    uint32_t tras:4;        /* Self refresh time */
    uint32_t txsr:4;        /* Exit Self-refresh delay */
    uint32_t tmrd:4;        /* Load Mode Register to Active */
};

struct sdcmr_reg {
    uint32_t burstlen;
};

struct sdram_bank {
    struct sdcr_reg sdcr;
    struct sdtr_reg sdtr;
    struct sdcmr_reg sdcmr;
};

struct sdram : public dt::device_conf_base {
    uint16_t sdrtr;
    uint8_t nrfs;
    struct sdram_bank bank1;
    struct sdram_bank bank2;
};
```

odświeżania, gdzie 0 oznacza 1 cykl 15 oznacza 16 cykli. Pola **bank1** oraz **bank2** typu **sdram_bank** zawierają konfigurację specyficzną dla danego banku pamięci. Struktura ta zawiera parametry **sdcr** odpowiedzialna za przechowywanie parametrów organizacji pamięci, natomiast pole **sdtr** przechowuje konfigurację odpowiedzialną za parametry czasowe. Wszystkie parametry konfiguracyjne dotyczące organizacji pamięci oraz jej charakterystyki czasowej należy wcześniej odczytać z noty katalogowej pamięci oraz wypełnić odpowiednio struktury. W przypadku zestawu ewaluacyjnego STM32F469I-DISCO konfigurację pamięci pokazuje **listing 5**.

Aby przeprowadzić testy pamięci napisano bardzo prostą aplikację, która na konsoli szeregowej wykonuje testy dostępnej pamięci, wyświetla wynik wykonania testów oraz mruga diodą LD3 zestawu. Główny kod wątku realizujący to zadanie jest bardzo prosty i pokazany na **listingu 6** (plik *blink.cpp*). W pierwszej kolejności wywoływana jest funkcja ***sdram_memtest()***, następnie wątek wchodzi do pętli nieskończonej, gdzie w cyklu 0,5 s wyświetla informację na terminalu oraz mruga diodą LED2. Funkcja realizująca test pamięci również jest banalnie prosta. Najpierw do poszczególnych komórek pamięci zapisywany jest stan zmiennej, a następnie dokonywany jest odczyt oraz sprawdzenie czy dane zawierają oczekiwane wartości (**listing 7**).

Jeśli wszystkie komórki pamięci zawierają oczekiwaną wartość wówczas informuje o zakończeniu testów pamięci, natomiast

Listing 5. Konfiguracja pamięci dla zestawu ewaluacyjnego STM32F469I-DISCO

```
constexpr memory::sdram sdram_conf {
    {},
    .sdrtr = 1385,
    .nrfs = 7,
    .bank1 = {
        .sdcr = { 1, 1, 2, 0, 3, 1, 2, 0, 0 },
        .sdtr = { 2, 2, 2, 7, 4, 7, 2 },
        .sdcmr = { 0 },
    },
    .bank2 = {},
};
```

Listing 6. Kod głównego wątku realizującego testy pamięci

```
void test_thread(void*) {
        sdram_memtest();
        for(int i=0;;++i) {
            isix::wait_ms(500);
            if(i%2==0) {
                dbprintf(„Loop %i”,i>>1);
            }
            periph::gpio::set(led_0, i%2);
        }
    }
```

w przypadku błędnego odczytu funkcja jest przerywana a na terminalu szeregowym wyświetlana jest informacja o adresie, pod którym znajduje się niewłaściwa wartość.

Aby uruchomić ten prosty przykład, należy go pobrać z repozytorium GIT za pomocą polecenia:

```
git clone -b pub/ep0919 --recursive https://www.boff.pl/cgit/public/isixsamples
```

Następnie należy skonfigurować, skompilować program oraz zaprogramować płytkę ewaluacyjną za pomocą następujących poleceń:

```
waf configure --crystal-hz=8000000 --debug
waf
waf program
```

Po zaprogramowaniu mikrokontrolera i podłączeniu terminala szeregowego do portu */dev/ttyACM0* na konsoli powinniśmy zobaczyć informację o przebiegu testu pamięci, a następnie cykliczne komunikaty informujące o ilości mrugnięć diody LED.

Lucjan Bryndza, EP
lucjan.bryndza@boff.pl

Listing 7. Funkcja realizująca test pamięci

```
void sdram_memtest(void)
{
    uint32_t *addr;
    int i;
    addr = (uint32_t *)0xc0000000;
    for (i = 0; i < (2 * 1024 * 1024); i++) {
        /* Test */
        *(volatile uint32_t *)(addr + i) = i;
    }
    for (i = 0; i < (2 * 1024 * 1024); i++) {
        if (*(volatile uint32_t *)(addr + i) != uintptr_t(i)) {
            dbprintf(„sdram test failed %x”,
            *(volatile uint32_t *)(addr + i), addr +i );
            break;
        }
    }
    dbprintf(„sdram test completed”);
}
```

REKLAMA

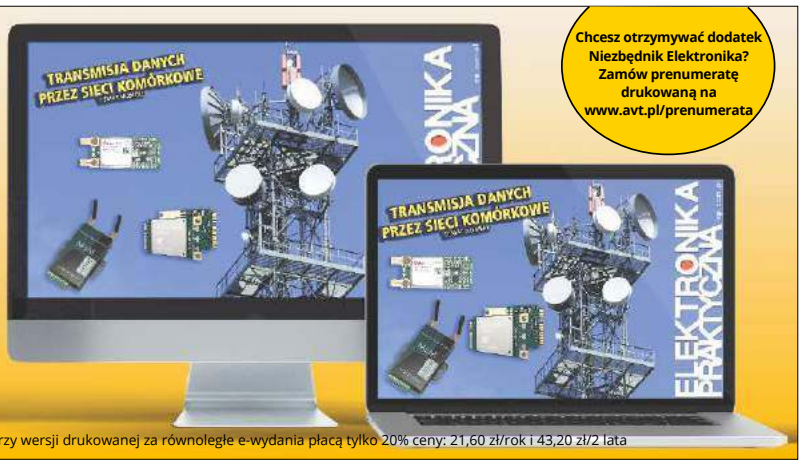
E-prenumerata to:

- najszybszy dostęp do nowego wydania magazynu
- wygodne archiwum na www.avt.pl
- hipertekstowy spis treści i wyszukiwarka
- wbudowane linki – klikasz i jesteś na odpowiedniej stronie WWW

Zamów e-prenumeratę (.pdf) na
www.avt.pl/prenumerata/elektroniczne

e-prenumerata roczna z rabatem
15% – 91,80 zł

e-prenumerata dwuletnia z rabatem
30% – 151,20 zł

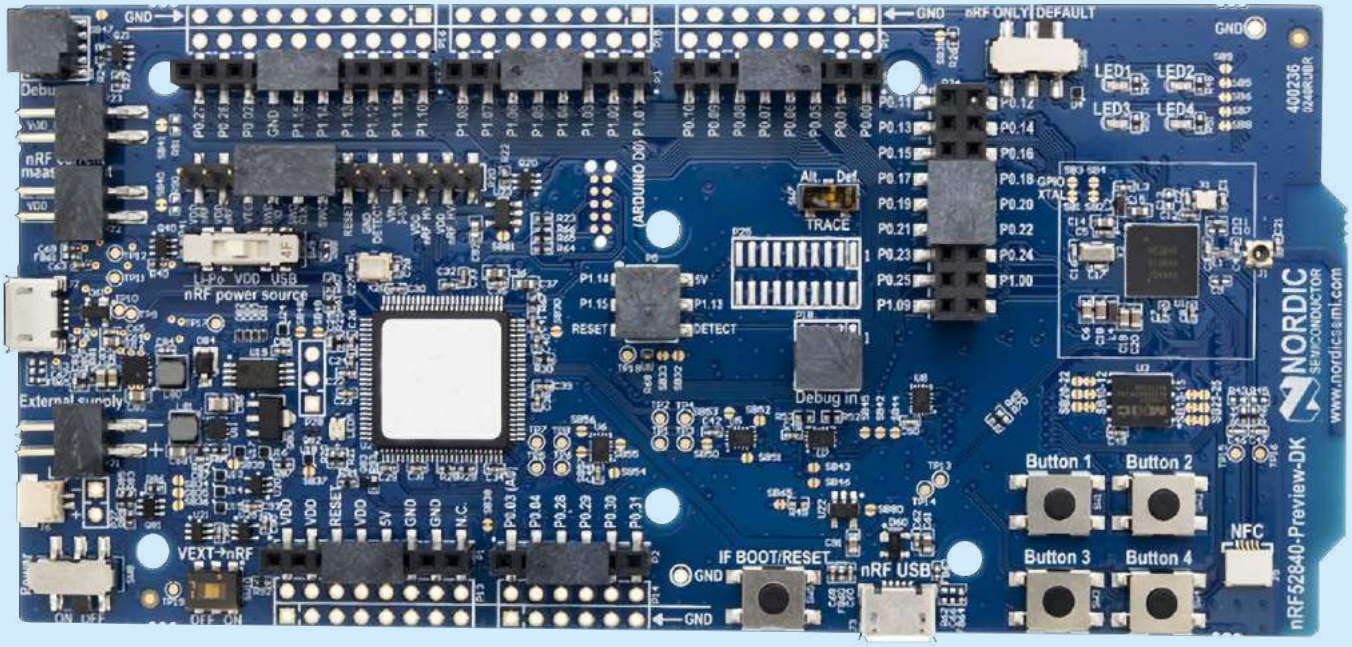


Chcesz otrzymywać dodatek Niezbędnik Elektronika? Zamów prenumeratę drukowaną na www.avt.pl/prenumerata

Prenumeratorzy wersji drukowanej za równoległe e-wydania płacą tylko 20% ceny: 21,60 zł/rok i 43,20 zł/2 lata

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee



Systemy dla Internetu Rzeczy (29)

Zestaw uruchomieniowy nRF52840 Development Kit

FTP Wszystkie poprzednie odcinki kursu są dostępne na stronie www.media.avt.pl

Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK (Development Kit) firmy Nordic Semiconductor to wszechstronny zestaw do pracy z układem scalonym nRF52840 tej firmy. Umożliwia tworzenie aplikacji dla pasma 2,4 GHz z obsługą wielu protokołów transmisji radiowej: Bluetooth Low Energy 5, Bluetooth Mesh, Thread, Zigbee, IEEE 802.15.4 oraz ANT/ANT+. Posiada wbudowany debuger SEGGER J-Link umożliwiający programowanie i debugowanie zarówno zamontowanego układu SoC, jak i zewnętrznych układów SoC poprzez złącze debugowania. Posiada łącza rozszerzeń kompatybilne z Arduino Uno Revision 3, dzięki czemu można z łatwością montować płytki rozszerzeń (shields). Zestaw pracuje z dużą liczbą środowisk programowych i aplikacji narzędziowych.

Układ scalony nRF52840 stał się najbardziej popularnym układem z obsługą standardu Bluetooth Low Energy na świecie. Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK umożliwia szybkie rozpoczęcie pracy z tym układem. Już za niecałe 50$ można rozpocząć zaawansowaną pracę z wiodącą technologią Internetu Rzeczy. Zaletą jest łatwe programowanie i debugowanie w czasie rzeczywistym. Potem można już pracować taniej (10$), używając wtyczki nRF52840 Dongle [S23], ale już bez wbudowanego debugera .

Podstawowe parametry i funkcje układu scalonego nRF52840 firmy Nordic Semiconductor [4]:

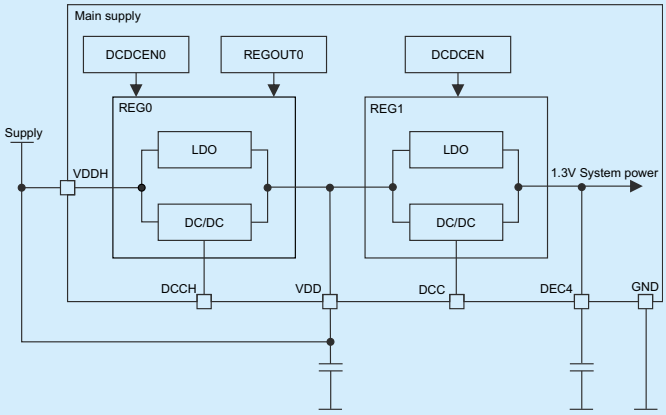
- Zastosowany rdzeń ARM Cortex-M4F (64 MHz) z dużą pamięcią Flash do 1 MB oraz RAM do 256 KB [5].
- Układ umożliwia w pasmie 2,4 GHz transmisję w sieciach z protokołem Bluetooth 5 (2 Mbps, 1 Mbps, Long Range), Bluetooth mesh, Thread, Zigbee, IEEE 802.15.4 oraz ANT.
- Możliwa jest jednoczesna obsługa transmisji z obsługą stosu BLE 5 oraz stosu OpenThread. Zapewnia to mechanizm Dynamic Multiprotocol z obsługą stosów S140 v5 SoftDevice oraz stosu OpenThread RF.

Podziękowania dla pana Macieja Michna z Centrum badań i rozwoju Nordic Semiconductor w Krakowie za udostępnienie zestawów uruchomieniowych nRF52840 DK oraz zestawów Power Profiler Kit.

- Programowana moc wyjściowa w zakresie od –20 dBm do +8 dBm.
- Wiele układów peryferyjnych: UART, SPI, TWI, PDM, I²S, QSPI, PWM, 12-bit ADC, NFC-A, USB 2.0
- Bezpieczeństwo: 128-bit AES CCM, ARM CryptoCell
- Układ zapewnia bezpieczne bootowanie oraz aktualizację oprogramowania poprzez radio.
- Układ może pracować z różnymi systemami RTOS włącznie z systemem FreeRTOS.
- Układ pracuje z napięciem zasilania 1,7…5,5 V.
- Układ ma certyfikację konsorcjum Thread Group.
- Cechy unikalne: Układ nRF52840 posiada dedykowany moduł kryptograficzny ARM TrustZone CryptoCell 310.

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 1. Praca układu nRF52840 podczas zasilania w trybie normalnym [5]

Zasilanie układu scalonego serii nRF52

Zasilanie główne układu scalonego serii nRF52 jest doprowadzane do dwóch wyprowadzeń VDD oraz VDDH. Układ zawiera dwa bloki regulatorów napięcia. Układ scalony serii nRF52 posiada też osobne wyprowadzenie VBUS dla zasilania modułu USB.

Układ scalony może pracować w dwóch trybach zasilania:

- Tryb normalny (Normal voltage mode) – Napięcie zasilania jest doprowadzone do obu wyprowadzeń VDD oraz VDDH (typowo wyprowadzenia są zwarte). Doprowadzone napięcie musi być z zakresu 1,7...3,6 V (typ. 3,0 V). Tylko regulator REG1 jest używany a regulator REG0 jest automatycznie wyłączony (**rysunek 1**).
- Tryb wysokiego napięcia (High voltage mode) – Napięcie zasilania jest doprowadzone do wyprowadzenia VDDH. Napięcie doprowadzone do wyprowadzenia VDDH musi być z zakresu 2,5...5,5 V (typ. 3,7 V). Wyprowadzenie VDD jest dołączone do wyjścia z pierwszego regulatora REG0 (**rysunek 2**). To napięcie może być wykorzystane do zasilania układów zewnętrznych (o ograniczonej mocy).

Dokumentacja

Dokumentacja dotycząca zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK jest dostępna poprzez portal firmy Nordic Semiconductor na stronie produktu „nRF52840 DK, Development kit" [1]. Znajduje się tam odnośnik do krótkiego opisu zamieszczonego w pliku „nRF52840 DK product brief.pdf".

Dolna część strony nRF52840 DK jest zorganizowana w postaci trzech zakładek:

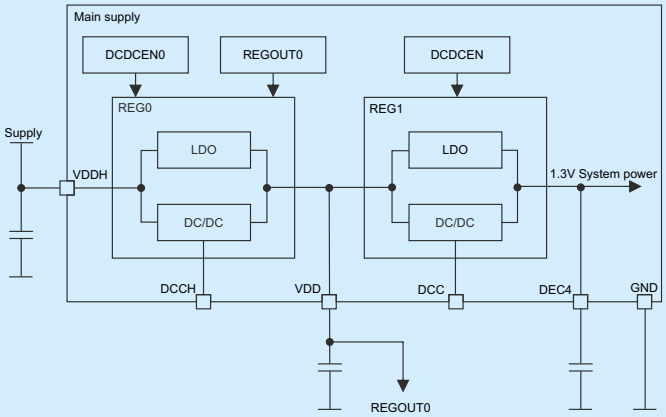
- Overview – Zwiera opisy i odwołania do innych modułów z układami serii nRF52 oraz do procesora nRF52840. Są też odwołania do stron z opisem oprogramowania do pracy z pakietami: SDK, SoftDevices oraz aplikacji narzędziowych.
- Downloads – Zawiera odnośniki do źródłowych plików aplikacyjnych. Schematy płytki zestawu i anteny NFC oraz pliki konstrukcyjne znajdują się w pliku zip „nRF52840 Development Kit – Hardware files 1_0_0" [3].
- Get started – W polu *Connect and test* jest opisane postępowanie od wyjęcia modułu z pudełka do połączenia z aplikacja mobilną. Poniżej opisu znajduje się kilka prezentacji wideo oraz wybrane posty z bloga „Nordic DevZone".

Po kliknięciu na przycisk *Get Documentation* otwierany jest portal *Infocenter* z dostępem do opisów w formacie plików pdf oraz stron html. Dokładny opis zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK jest zawarty w dokumencie „nRF52840 Development Kit PCA10056 v1.0.0, User Guide v1.2" [2].

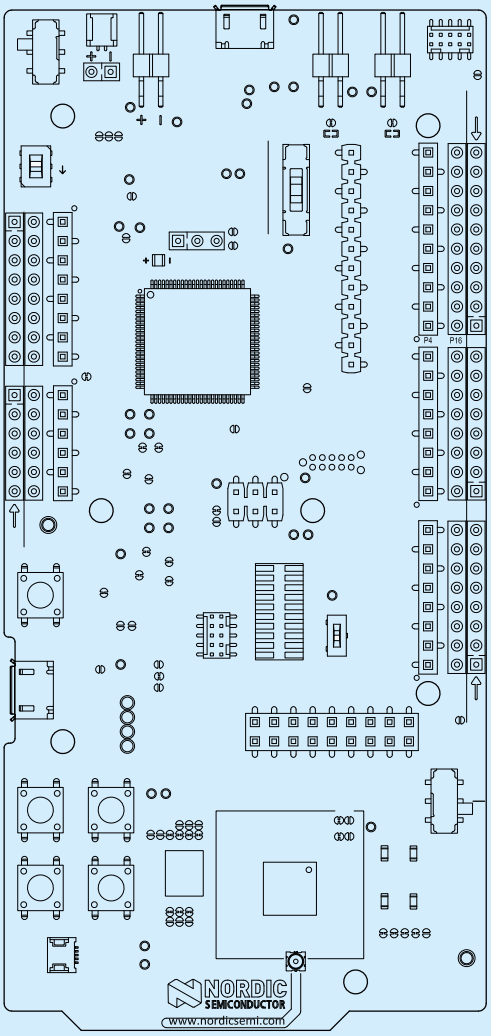
Opis układu scalonego nRF52840 znajduje się w pliku „nRF52840_PS_v1.1" [5] dostępnym poprzez jego stronę produktu [4]. Opis zestawu Power Profiler Kit znajduje się w dokumencie „Power Profiler Kit User Guide" [7], dostępnym poprzez jego stronę produktu [6]. Opis programu nRF Connect for Desktop znajduje się na stronie „nRF Connect for Desktop" [9], dostępnym poprzez jego stronę produktu [8]. Opis aplikacji Power Profiler znajduje się na stronie *Power Profiler app* [10].

Oprogramowanie narzędziowe

Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK jest obsługiwany przez kilka środowisk programowania (IDE) przeznaczonych dla procesorów serii nRF52: SEGGER Embedded Studio (SES), MDK-ARM



Rysunek 2. Praca układu nRF52840 podczas zasilania w trybie wysokiego napięcia [5]

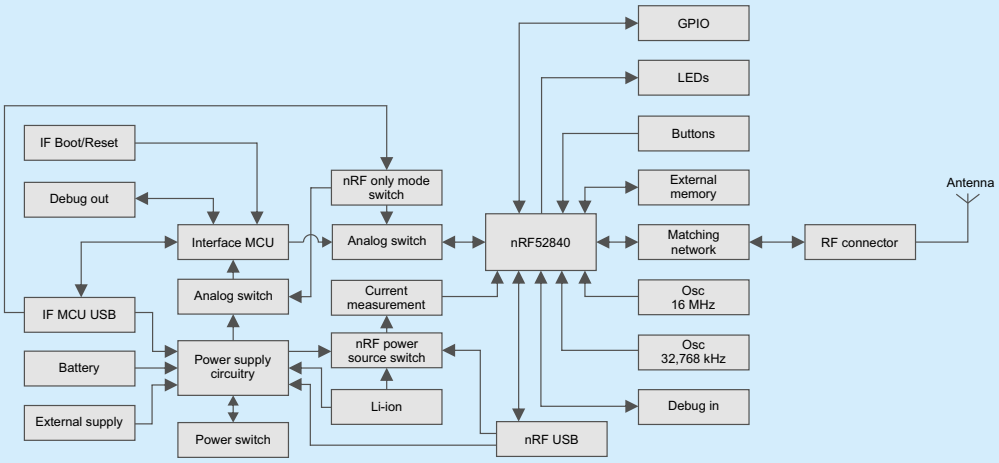


Rysunek 3. Rozmieszczenie elementów zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK [2]

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Keil µVision, GNU/GCC oraz IAR. Dostępnych jest kilka firmowych pakietów programowych SDK (Software Development Kit) przeznaczonych dla obsługi różnych protokołów komunikacyjnych: Bluetooth, ANT, Bluetooth Mesh, Thread oraz Zigbee. Dostępnych jest też kilka firmowych aplikacji narzędziowych: nRF Connect for Desktop (z aplikacjami: Power Profiler, Programmer, Bluetooth Low Energy oraz RSSI Viewer), nRF Connect for Mobile, nRF Sniffer, nRF Thread Topology Monitor i inne. Więcej informacji na stronie produktu „nRF52840 DK, Development kit" [1].



Rysunek 4. Schemat blokowy zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK [2]

Budowa zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK

Na pojedynczej płytce drukowanej zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK (PCA10056) są umieszczone wszystkie elementy, oprócz anteny NFC (**rysunek 3**). Antena NFC jest dostarczona w zestawie osobno. Na płytce drukowanej zestawu jest zamontowane złącze NFC (J5) do dołączenia anteny NFC (**fotografia 5**). Schemat blokowy zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK został pokazany na **rysunku 4**. Najważniejszym elementem płytki jest układ scalony procesora nRF52840, zalutowany po prawej stronie płytki drukowanej. Do układu scalonego dołączony jest kwarc 32,768 kHz oraz kwarc 32 MHz. Bezpośrednio obok procesora (U1) umieszczone są elementy dopasowania anteny oraz antena wykonana w postaci ścieżki drukowanej (PCB). Zamontowane jest również gniazdko antenowe J1 typu SWF z wyłącznikiem. Gdy wtyczka nie jest włożona do gniazdka to sygnał wyjściowy jest dołączony do anteny PCB.

Na górze układu scalonego U2 (debugera SEGGER) jest naklejona nalepka, na której są umieszczone istotne dane (od góry):

- Numer typu płytki: PCA10056
- Wersja sprzętu: 1.0.0
- Data produkcji (rok. numer tygodnia): 2018.33
- Numer seryjny płytki.

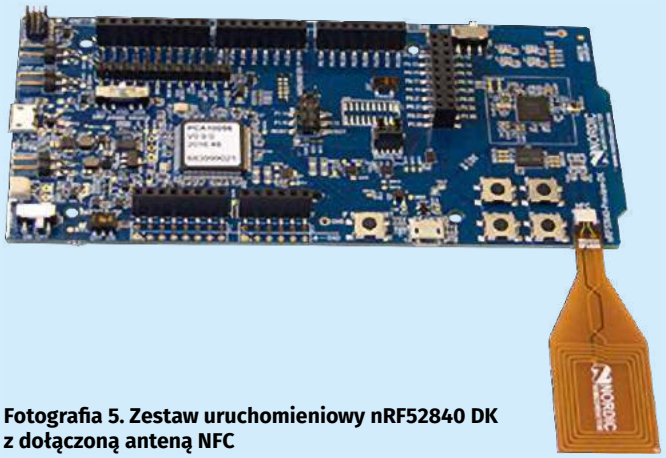
Na dolnej powierzchni płytki wykonany jest nadruk z opisem funkcji wyprowadzeń GPIO procesora.

- **Przycisk IF Boot/Reset**

Podczas normalnej pracy przycisk *IF Boot/Reset* pełni funkcję przycisku Reset. Poprzez multiplekser elektroniczny U7 jest on dołączony do wyprowadzenia P0.18/RESET układu scalonego nRF52840 (U1). Aby wprowadzić zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK w tryb bootowania należy przytrzymać wciśnięty przycisk *IF Boot/Reset* podczas podawania napięcia zasilania do zestawu. Dioda LED5 zacznie pulsować, co sygnalizuje wejście zestawu w tryb bootowania. Ten tryb umożliwia załadowanie kodu nowego oprogramowania do zestawu przez oprogramowanie narzędziowe pracujące na komputerze PC.

- **Gniazdko USB Interface MCU (J2)**

Podstawowym złączem do pracy z zestawem uruchomieniowym nRF52840 DK jest gniazdko *USB Interface MCU* (J2) typu Micro-USB, umieszczone na lewej krawędzi płytki drukowanej (rysunek 3). Dostarcza ono zasilania VBUS dla płytki. Do sygnałów danych gniazdka dołączona jest dioda PRTR5V0U2X (Nexperia) zabezpieczająca przed ESD. Sygnały danych są dołączone do układu scalonego ATSAM3U-2CA-AU (U2), który realizuje układ debugera SEGGER J-Link OB. Układ U2 obsługuje również cztery sygnały dołączone do modułu peryferyjnego UART układu scalonego nRF52840 (U1): P0.05 (RTS), P0.06 (TXD), P00.7 (CTS) oraz P0.08 (RXD). Port ten jest widoczny na komputerze jako wirtualny port COM o nazwie *nRF Connect USB CDC ACM*. Oprogramowanie obsługujące ten port musi obsługiwać sygnał DTR.



Fotografia 5. Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK z dołączoną anteną NFC

- **Gniazdko USB nRF52840 (J3)**

Na płytce zestawu jest jeszcze drugie gniazdko USB nRF52840 (J3) typu Micro-USB umieszczone na dolnej krawędzi płytki drukowanej (rysunek 3). Dostarcza ono źródła zasilania *VBUS_nRF* dla modułu peryferyjnego USB układu scalonego nRF52840 (U1). Sygnały danych są bezpośrednio dołączone do wyprowadzeń *D–* oraz *D+* układu scalonego nRF52840 (U1). Do sygnałów danych gniazdka dołączona jest dioda PRTR5V0U2X (Nexperia) zabezpieczająca przed ESD.

- **Diody LED**

Diody LED1...LED4 są dołączone do wyprowadzeń P0.13...P0.16 układu scalonego nRF52840 (U1). Diody świecą po podaniu na wyjścia GPIO procesora sygnału niskiego. Na płytce zestawu jest jeszcze dwukolorowa dioda LED5 (R+G) dołączona do układu scalonego U2 debugera.

- **Przyciski użytkownika**

Na górnej stronie płytki drukowanej zestawu umieszczone są przyciski użytkownika SW1...SW4 zwierające do masy. Przyciski SW1 i SW2 mają poprzez multiplekser możliwość dołączenia do dwóch wyprowadzeń układu scalonego nRF52840 (U1); SW1: P0.11 lub P1.07, SW2: P0.12 lub P.108. Przyciski SW3 i SW4 są bezpośrednio dołączone do wyprowadzeń P025 i (odpowiednio) P0.25 układu scalonego nRF52840 (U1).

- **Złącza sygnałowe**

Na płytce drukowanej zestawu zamontowane są złącza kołkowe ze standardowym odstępem 2,54 mm. Na złączu P1 wyprowadzone jest zasilanie VDD (VDD), V5V (5 V), masa (GND) oraz sygnał Reset (RESET). Złącza P1...P4 mają rozmieszczenie zgodne ze standardem

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Arduino Uno Revision 3 i zgodne z nim rozmieszczenie sygnałów. Wyprowadzenia układu scalonego nRF52840 (U1) są dołączone do złącz P2, P3, P4, P6. Dodatkowo na płytce są umieszczone otwory do zamontowania dwurzędowych złączy P13...P17, gdzie w jednym rzędzie jest podana masa a w drugim sygnały ze złącz (odpowiednio) P1, P2, P3, P4, P6. Kolejne wyprowadzenia układu scalonego nRF52840 (U1) są dołączone do złącz P5 oraz P24. Na złączach założone są plastykowe nakładki (potrzebne w trakcie montażu płytki) – należy je zdjąć przed rozpoczęciem użytkowania złącz. Na dolnej stronie płytki drukowanej zamieszczone są pola lutownicze do zamontowania złączy powierzchniowych P7...P12 oraz zamontowany jest uchwyt dla standardowej baterii CR2032. Na płytce jest rozmieszczonych dużo zwór lutowniczych do konfigurowania pracy oraz sporo punktów pomiarowych. Dokładny opis ich znaczenia i rozmieszczenia jest zamieszczony w dokumencie [2] oraz na schemacie [3]. Na złączu P28 udostępnione są wyprowadzenia dodatkowego wzmacniacza operacyjnego U19B.

- **Układ zasilania**

Układ zasilania zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK jest dosyć skomplikowany. W jego zrozumieniu nie wystarczają opisy w dokumencie „nRF52840 Development Kit PCA10056 v1.0.0, User Guide v1.2" [2], bardzo przydaje się schemat płytki zestawu zamieszczony w pliku „nRF52840 Development Kit – Hardware files 1_0_0" [3]. Układ zawiera wiele scalonych przełączników mocy z dosyć skomplikowanym systemem sterowania. Zestaw może być zasilany z kilku źródeł:

Z1. Zasilanie VBUS (5 V): Pobierane z gniazdka *USB Interface MCU* (J2) typu Micro-USB. Jest to podstawowe źródło zasilania.

Z2. Zasilanie VBUS_nRF (5 V): Pobierane z gniazdka USB nRF52840 (J3) typu Micro-USB. Przede wszystkim jest to źródła zasilania *VBUS_nRF* dla modułu peryferyjnego USB układu scalonego nRF52840 (U1). Może też być źródłem zasilania dla regulatora napięcia V5V.

Z3. Zasilanie zewnętrzne VLi-Ion (2,5…5,0 V): Z baterii Lithium polymer (Li-Po) pobierane z gniazdka „Li-po" J6 lub P27.

Z4. Zasilanie zewnętrzne VIN 3…5 V: Pobierane z gniazdka P20 (P20.9).

Z5. Zasilanie zewnętrzne VEXT (1,7…3,6 V, punkt testowy TP27): Pobierane z gniazdka „External Supply" (P21).

Z6. Zasilanie zewnętrzne VBAT (punkt testowy TP26): Z baterii CR2032, pobierane z uchwytu baterii zainstalowanego na spodzie płytki drukowanej zestawu (punkt testowy TP26).

- **Napięcie V5V**

Napięcie V5V (5 V, 1 A, punkt testowy TP36) jest generowane przez przetwornik DC/DC XC9131 (U12) typu Boost regulator. Napięcie wejściowe regulatora U12 jest pobierane z kilku źródeł: Z1, Z2, Z3 oraz Z4. Każde źródło zasilania jest zabezpieczone poprzez szeregową diodę przed przepływem prądu wstecznego.

- **Napięcie VREG**

Napięcie VREG (3 V, 0,6 A) jest generowane przez przetwornik DC/DC XC9236 (U11) typu Buck regulator z napięcia V5V. Jest to napięcie zasilania układów peryferyjnych dołączonych do układu scalonego nRF52840 (U1).

- **Napięcie VDD płytki**

Napięcie VDD (punkt testowy TP30) jest głównym zasilaniem płytki zestawu. Jest ono generowane przez wtórnik napięciowy U19A/Q80 [3]. Źródłem zasilania wtórnika napięciowego jest napięcie V5V. Napięcie wyjściowe wtórnika jest ustalane jako równe napięciu na wyprowadzeniu VDD układu scalonego nRF52840 (U1) lub napięciu zewnętrznego zasilania tego układu. Jest też możliwość pobierania napięcia VDD z napięcia VREG, VBAT oraz VEXT. Wykorzystane może być tylko jedno źródło zasilania. W przypadku zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK nazwa VDD występuje niefortunnie dwa razy w zupełnie innym znaczeniu: raz jako nazwa sieci zasilania płytki oraz drugi raz jako nazwa wyprowadzenia układu scalonego nRF52840. Linia doprowadzająca napięcie do wyprowadzenia VDD układu scalonego nRF52840 (U1) ma na schemacie jednoznaczną nazwę VDD_nRF. Co nie powinno prowadzić do pomyłek.

- **Wybór sposobu zasilania układu scalonego nRF52840**

Sposób zasilania układu scalonego nRF52840 (U1) jest wybierany przełącznikiem suwakowym „nRF power source" (SW9). Udostępnia on trzy położenia:

1. VDD (ustawienie środkowe, ustawienie domyślne) – Oba wyprowadzenia (VDD, VDDH) zasilania układu scalonego nRF52840 U1 są połączone razem. Zasilanie układu scalonego nRF52840 (U1) pracuje w trybie normalnym. W zależności od ustawienia przełącznika „VEXT→nRF" (SW10) źródło napięcia zasilania może być wybrane jako:
   - (OFF) Napięcie VDD.
   - (ON) Zasilanie zewnętrzne VEXT (1,7...3,6 V): Pobierane z gniazdka „External Supply" (P21). Także może być pobierane z zamontowanej pod płytką drukowaną baterii CR2032.
2. Li-Po – Zasilanie zewnętrzne VLi-Ion (2,5...5,0 V): Z baterii Lithium polymer (Li-Po) pobierane z gniazdka „Li-po" J6 lub P27. Używamy nazwy „bateria" ale jest to oczywiście akumulatorek umożliwiający wielokrotne ładowanie.
3. USB – Zasilanie VBUS_nRF (5 V): Pobierane z gniazdka „USB nRF52840" (J3) typu Micro-USB.

W dwu ostatnich przypadkach układ scalony nRF52840 (U1) pracuje w trybie wysokiego napięcia.

Aby reszta płytki była zasilana napięciem należy dołączyć do płytki drugie źródło zasilania Z1-Z4. Wtórnik napięciowy ustawia poziom napięcia głównego VDD na poziom zgodny z napięciem wyprowadzenia VDD układu scalonego nRF52840 (U1). Napięcie wyprowadzenia VDD jest ustawiane przez oprogramowanie.

Wiele wyprowadzeń układu scalonego nRF52840 (U1) jest dołączonych do multiplekserów sygnałowych zasilanych z napięcia VDD. Przełącznik „nRF ONLY|DEFAULT" (SW6) ustawia pracę multiplekserów interfejsu:

- nRF ONLY – wyłączone jest zasilanie multiplekserów. Układ scalony nRF52840 jest maksymalnie oddzielony od otoczenia co ustawia optymalne warunki pomiaru poboru prądu. Również wyłączane jest napięcie zasilania diod LED1…4 oraz zewnętrznej pamięci Flash.
- DEFAULT – domyślna praca z włączonym zasilaniem multiplekserów interfejsu i pamięci Flash.
- **Wybór trybu pracy zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK**

Zestaw może pracować w kilku trybach:

– USB detect mode – Wykrywane jest zasilanie podawane z gniazdka *USB Interface MCU* (J2) typu Micro-USB. Z tego zasilania jest generowane napięcie VDD – główne zasilanie płytki zestawu. Jest to domyślny tryb pracy zestawu. Ustawienia przełączników:

„nRF power source" (SW9) – VDD (ustawienie środkowe).
„nRF ONLY|DEFAULT" (SW6) – DEFAULT
„VEXT→nRF" (SW10) – OFF

– nRF only mode – Tryb pracy samodzielnej układu scalonego nRF52840 (opis powyżej). Przełączniki ustawione tak jak w trybie *USB detect mode* jedynie przełącznik „nRF ONLY|DEFAULT" (SW6) ustawiony na pozycję nRF ONLY.

Wejście i wyjście debugowe

Gniazdko *Debug In* (P18) 2×5 ze standardowym odstępem 1,27 mm umożliwia dołączenie zewnętrznego układu debugera. Można go używać tylko wtedy, gdy nie jest dołączony kabelek do z gniazdka *USB Interface MCU* (J2) lub gdy płytka pracuje w trybie *nRF only mode* (przełącznik „nRF ONLY|DEFAULT" (SW6) ustawiony na pozycję nRF ONLY). Sygnały z gniazdka P18 są doprowadzone do układu

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

scalonego nRF52840 (U1). Do wyprowadzenia 1 gniazdka P18 (napięcie referencyjne) jest doprowadzone napięcie z wyprowadzenia VDD układu scalonego nRF52840 (U1).

Gniazdo powierzchniowe TRACE (P25) 2×10 ze standardowym odstępem 1,27 mm umożliwia prowadzenie śledzenia debugowego. Na płytce jest dostępne pole lutownicze do jego zainstalowania. Niektóre sygnały tego gniazdka można przypisać do innych wyprowadzeń układu scalonego nRF52840 (U1) poprzez zmianę położenia przełącznika TRACE (SW7) z położenia „Def." w położenie „Alt.".

Gniazdko *Debug out* (P19) 2×5 ze standardowym odstępem 1,27 mm umożliwia dołączenie układu debugera SEGGER J-Link OB (zamieszczonego na płytce zestawu) do układu scalonego serii nRF52 lub nRF51 znajdującego się na innej płytce drukowanej. Układ debugera pracuje z napięciem zasilania VDD, typowo 3 V. Gdy zostanie wykryte napięcie zasilania dołączonego układu na nóżce 1 gniazdka P19 to debuger pracuje tylko z zewnętrznym układem.

Na złączu P20 są dostępne sygnały do debugowania kart rozszerzeń standardu Arduino Uno Revision 3.

Przy używaniu gniazdek debugowych P18 oraz P19 (2×5) należy zwrócić uwagę na położenie wyprowadzenia numer 1.

Program *nRF Connect for Desktop*

Program *nRF Connect for Desktop* jest platformą do uruchamiania aplikacji (app) przeznaczonych do obsługi specyficznych zadań [8]. Jest cała lista takich aplikacji: Power Profiler, Programmer, Bluetooth Low Energy oraz RSSI Viewer [9]. Służą one do obsługi połączeń standardu BLE, optymalizacji zasilania, programowania układów SoC itd. Po zainstalowaniu programu, przy pierwszym uruchomieniu może być informacja o konieczności aktualizacji programu. Nawet jeśli została pobrana najnowsza wersja ze strony produktu. Aktualizację należy koniecznie wykonać.

Rozpoczęcie pracy z zestawem uruchomieniowym nRF52840 DK

Do poprawnej pracy zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK musi mieć zaprogramowane oprogramowanie firmowe (FW) w wersji 1.1.0 lub nowszej. Wersję FW można aktualizować w trakcie pracy.

Przed dołączeniem zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK do komputera trzeba na nim zainstalować sterowniki. Dlatego konieczne jest wykonanie poniższej sekwencji czynności:

1. Pobierz program *nRF Connect for Desktop* ze strony produktu [8]. Do wyboru są wersje dla trzech systemów operacyjnych: Windows 7/8/10, Ubuntu Linux 14.04/16.04/18.04 oraz OSX 10.
2. Zainstaluj program. To spowoduje zainstalowanie na komputerze sterowników dla nRF52840 USB Device Firmware Upgrade (DFU).
3. Na płytce zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK ustaw przełącznik „nRF power source" (SW9) na pozycję VDD (środek).
4. Na płytce zestawu ustaw przełącznik „nRF ONLY|DEFAULT" (SW6) w pozycję DEFAULT.
5. Na płytce zestawu ustaw przełącznik „VEXT→nRF" (SW10) w pozycję OFF.
6. Dołącz kabel USB do gniazdka USB-A komputera oraz do gniazdka *USB Interface MCU* (J2) typu Micro-USB, znajdującego się po lewej stronie płytki zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK.
7. Na płytce zestawu ustaw przełącznik „Power" (SW8) na pozycję ON.
8. Dioda czerwona stanu LED5 oraz dioda LED1 zacznie pulsować. Sygnalizuje ona, że zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK jest zasilany oraz pracuje w trybie bootowania.
9. Po kilku sekundach komputer rozpozna zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK. Zostaną zainstalowane drajwery dla trzech komponentów: urządzenie złożone USB, JLink CDC UART Port oraz J-Link driver.
10. Do komputera zostanie dołączony też dysk zewnętrzny „JLINK". Pojawi się okienko z informacją o możliwości pracy z tym dyskiem. Można je zamknąć.
11. Otwórz okno „Menedżer urządzeń" i sprawdź, czy są widoczne dwa wirtualne porty COM: *JLink CDC UART Port* oraz *nRF Connect USB CDC ACM*.

Jeśli ma być używane połączenie standardu NFC to należy po kroku 5 dołączyć antenę NFC do gniazdka „NFC" (J5) znajdującego po prawej stronie, na dole płytki (fotografia 5). Następnie należy przybliżyć smartfona do anteny.

Dysk „JLINK" może być zastosowany do programowania zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK poprzez przeciąganie na niego (drag-and-drop) pliku obrazu aplikacji w formacie HEX.

Przygotowanie zestawu do pomiarów prądu zasilania

Płytka zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK umożliwia dosyć łatwe monitorowanie poboru prądu układu scalonego nRF52840. Typowy pomiar prądu zasilania układu scalonego nRF52840 jest wykonywany dla jego wyprowadzenia zasilania VDD. W tym celu należy:

- Przeciąć mostek lutowniczy SB40, znajdujący się po lewej stronie płytki drukowanej, na lewo od złącza P20.
- Zalutować rezystor SMD0402 10 Ω, na pole lutownicze R90 znajdujące się zaraz obok SB40.

Pomiar należy wykonywać na gniazdku „nRF current measurement VDD" (P22), znajdującym się zaraz obok SB40. Można także wykonywać pomiar prądu dla wyprowadzenia zasilania VDDH. W tym celu należy:

- Przeciąć mostek lutowniczy SB41, znajdujący się po lewej stronie płytki drukowanej, na lewo od złącza P20.
- Zalutować rezystor SMD0402 10 Ω, na pole lutownicze R91 znajdujące się zaraz obok SB41.

Pomiar należy wykonywać na gniazdku „nRF current measurement VDD_HV" (P23), znajdującym się zaraz obok SB43.

Po wykonaniu pomiarów należy przywrócić standardową konfigurację płytki. Można wtedy albo zalutować mostek lutowniczy SB40 (i/lub SB41) albo założyć zworę na gniazdko P22 (i/lub P23). W przypadku konieczności programowania układu scalonego nRF52840 zamontowanego na płytce zestawu należy odłączyć urządzenia pomiarowe i przywrócić standardową konfigurację płytki (zwarcie R90 i R91).

Lutowanie rezystorów na płytkę może nie być łatwe, a za to może być kosztowne i niewygodne. Aby pomiary miały odpowiednią jakość należy zastosować rezystor z tolerancją 0,1%. Nie jest łatwo je zakupić i są dosyć kosztowne. Co więcej rezystory nie mogą być zamontowane gdy do pomiarów prądu jest używany dedykowany zestaw Power Profiler Kit (PCA63511). Dlatego wydaje się, że lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie rezystora (np. z wyprowadzeniami drutowymi) zalutowanego na wtyczce wkładanej do gniazdka P22 i P23.

Pomiary

Do pomiaru poboru prądu można użyć różnych przyrządów pomiarowych jak analizator mocy (z pomiarem dynamicznym), oscyloskop lub miernik prądu. Dla zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK można użyć także dedykowanego zestawu Power Profiler Kit (PCA63511).

Bardzo istotne jest dołączenie masy jak najbliżej gniazdka P22. Niestety, na płytce zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK nie ma zamontowanych uchwytów masy. Są tylko dwa otwory lutownicze do zalutowania kołków masy, umieszczone dosyć daleko. Sugerowane jest zastosowanie wyprowadzeń 1 oraz 3 gniazdka P16. Wymaga to jednak zainstalowania złącza kołkowego ze standardowym

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

odstępem 2,54 mm na tym gniazdku. Można też użyć jako zacisku masy wyprowadzenia oznaczonego „–” (minus) gniazdka „External supply” (P21). Sugerowana jest konfiguracja pracy płytki, która rozdziela zasilanie na dwie sieci (domeny): układ scalony nRF52840 oraz osobno reszta płytki.

Do gniazdka P22 (lub P23) można też dołączyć miernik uniwersalny. W dokumentacji jest mowa o dołączeniu amperomierza typu „true RMS” [2]. Jednak to może być realizowane tylko przy braku rezystora R90 (oraz R91). Po wlutowaniu tego rezystora trzeba użyć woltomierza. Wartości pokazywane przez miernik są wartościami średnimi. Dają one dosyć wiarygodne wyniki dla stabilnych stanów pracy oprogramowania procesora. Przy pracy dynamicznej, np. w trakcie rozgłaszania standardu BLE lub Thread większy prąd jest pobierany tylko przez okres ok. 100 ms w dużych odstępach czasu. Miernik pokaże wtedy tylko wartość średnią za cały okres. Jest to jednak najszybszy sposób uzyskania wiarygodnych danych o poziomie pobieranej energii.

Fotografia 6. Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK z dołączoną płytką zestawu Power Profiler Kit [7]

Pomiary z zestawem Power Profiler Kit

Zestaw Power Profiler Kit (PCA63511, Order code: nRF6707) [7] jest przeznaczony do pomiaru prądu zasilania procesorów serii nRF51 i nRF52 firmy Nordic Semiconductor [6]. Jest on montowany bezpośrednio na wierzchu zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK (**fotografia 6**). Do połączenia wykorzystywane są złącza (P1, P2) standardu Arduino Uno Revision 3 oraz specjalne złącze zasilania i debugowania (P20). Umożliwia to łatwe wykonywanie pomiarów z minimalną ingerencją sprzętową.

Zestaw Power Profiler Kit do pomiaru prądu stosuje rezystory automatycznie przełączane w trzech zakresach. Spadek napięcia na nich jest mierzony przez przetwornik ADC układu scalonego nRF52832. Dane pomiarowe są wysyłane w czasie rzeczywistym do komputera PC z wykorzystaniem debugera SEGGER mierzonego zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK. Można też zastosować zewnętrzny debuger SEGGER [7].

Zestaw Power Profiler Kit umożliwia pracę z napięciem od 1,8 V do 3,3 V oraz pomiarem prądu od 1 μA do 70 mA z rozdzielczością do 0,2 μA. Dokładność pomiarów jest dosyć dobra, lepsza niż ±20% (przy zastosowaniu uśredniania).

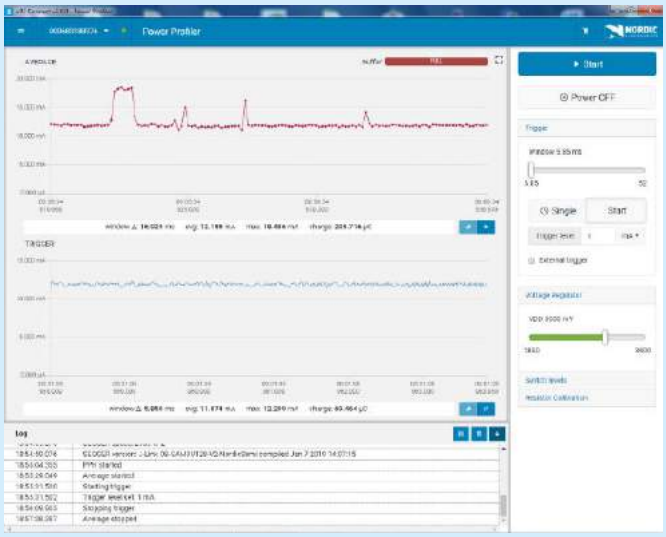
Pierwsza czynność przed rozpoczęciem pracy z zestawem Power Profiler Kit to przygotowanie zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK. W tym celu należy rozciąć zworę SB40 na płytce tego zestawu. Teraz należy odpowiednio skonfigurować zestaw Power Profiler Kit: Przełącznik „DUT select” należy ustawić w pozycji „DK”, tak samo przełącznik „Power select” oraz przełącznik „COM”.

Następnie należy nałożyć zestaw Power Profiler Kit na złącza P1, P2 oraz P20 zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK (rysunek 6).

Rozpoczęcie pracy z zestawem Power Profiler Kit

Najpierw należy zainstalować sterowniki – konieczne jest wykonanie poniższej sekwencji czynności:

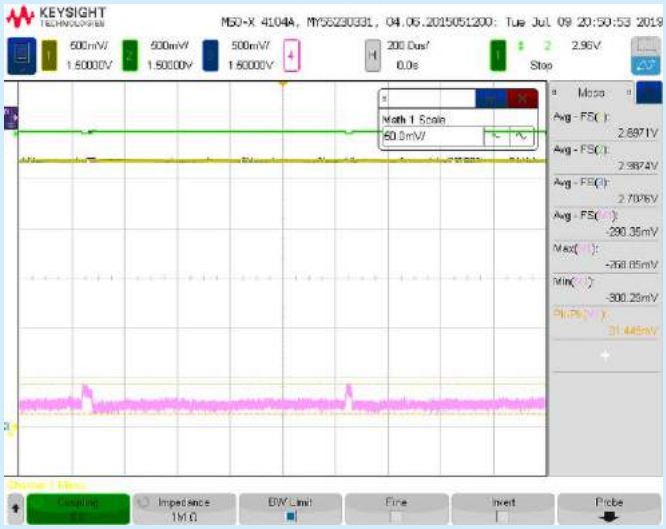
1. Pobierz program *nRF Connect for Desktop* ze strony produktu [8]. Do wyboru są wersje dla trzech systemów operacyjnych: Windows 7/8/10, Ubuntu Linux 14.04/16.04/18.04 oraz OSX 10.
2. Zainstaluj program. To spowoduje zainstalowanie na komputerze sterowników dla nRF52840 USB Device Firmware Upgrade (DFU).
3. Dołącz gniazdko *USB Interface MCU* (J2) zestawu uruchomieniowego nRF52840 DK do gniazdka USB komputera. Dioda LED5 zestawu zacznie pulsować.
4. Wystartuj program *nRF Connect for Desktop*.
5. Na belce nawigacyjnej kliknij na przycisk *Add/remove apps*.
6. W celu zainstalowania aplikacji *Power Profiler* w programie *nRF Connect for Desktop* kliknij przycisk *Install* w polu *Power Profiler*.
7. Czekaj na pojawienie się informacji Instaled, o zainstalowaniu aplikacji .
8. W polu *Power Profiler* kliknij na przycisk *Launch*. Zostanie wyświetlone okno startowe aplikacji *Power Profiler*.
9. Kliknij na przycisk *Select devices*. Na menu rozwijanym pokazywany jest numer seryjny zestawu i przydzielony numer portu UART.
10. Kliknij na linię z numerem zestawu. Jeśli pojawi się informacja o konieczności wykonania aktualizacji oprogramowania firmowego zestawu to należy ją koniecznie wykonać. W trakcie aktualizacji



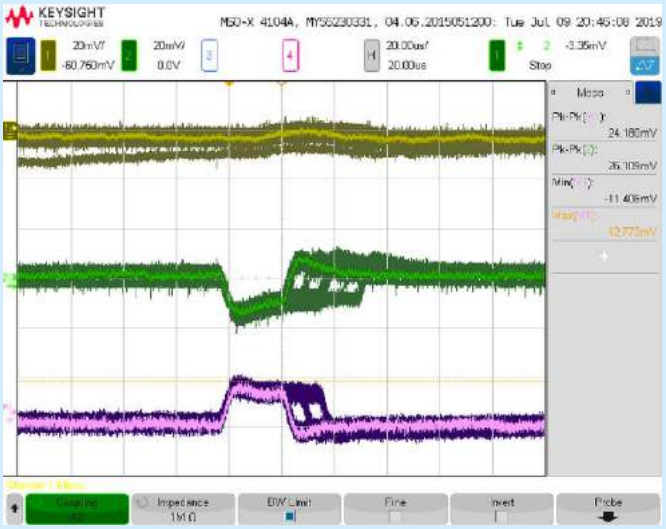
Rysunek 7. Dynamiczny pomiar prądu procesora nRF52840 w aplikacji Power Profiler

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 8. Pomiar prądu VDD dwiema sondami napięciowymi



Rysunek 9. Rozmycie szerokości czasu transmisji

błyska dioda LED zestawu. W polu głównym aplikacji pokazywane jest teraz pole LOG zawierające informacje o kolejnych działaniach aplikacji (**rysunek 7**) oraz dwa pola wykresów *AVERAGE* dla przebiegu pomiaru prądu wyprowadzenia VDD układu scalonego oraz *TRIGER* dla zobrazowania poziomu wyzwalania pomiaru. Po prawej stronie okna jest panel sterujący [10]. Po zakończeniu inicjalizacji zmienia się kolor przycisku *Start* i można zacząć pracę.

11. Kliknij na przycisk *Start* znajdujący się w górnej części panelu sterowania. Spowoduje to wystartowanie zbierania danych do bufora i rozpoczęcie ich pokazywanie na wykresie *AVERAGE*. Wyświetlanie wartości prądu może być wykonywane z rozdzielczością czasową do 13 µs.
12. Kliknij na przycisk *Start* znajdujący się na środku panelu sterowania. Spowoduje to wystartowanie pokazywania na wykresie *TRIGER* danych poziomu wyzwalania

Na dole panelu sterowania jest przycisk *Voltage Regulator*. Kliknięcie na nim otwiera pole z możliwością zmiany domyślnej wartości napięcia pracy 3 V na inną. Powinna ona być zgodna z napięciem pracy badanego systemu.

Następne opcje sterowania można włączyć po kliknięciu kombinacji klawiszy CTRL+ALT+SHIFT+A. Wtedy dostępne są dodatkowe pola umożliwiające zmianę ustawień:

- Switch levels – poziom przełączania w górę oraz w dół.
- Resistor Calibration – wartość rezystancji dla trzech poziomów pomiaru.

Zestaw Power Profiler Kit umożliwia też zastosowanie do jego zasilania zewnętrznego źródła zasilania oraz pomiar prądu na zaciskach gniazdka zewnętrznego. Umożliwia to wykonywanie pomiaru prądu również dla wyprowadzenia VDDH układu scalonego nRF52840.

Pomiary oscyloskopowe

Do gniazdka P22 (lub P23) należy dołączyć dwie standardowe sondy oscyloskopowe. Bardzo istotne jest dołączenie wyprowadzeń masy (np. krokodylki) sond do masy płytki, jak najbliżej gniazdka P22. Najpierw na zestawie uruchomieniowym nRF52840 DK należy rozciąć zworę SB40. Do pomiarów została wykonana wtyczka z listwy wtykowej ze standardowym odstępem 2,54 mm. Na wyprowadzenia wtyczki został zalutowany rezystor 24,9 Ω. Listwa jest dwurzędowa i wyprowadzenia drugiego rzędu zostały krótkim kabelkiem połączone z zaciskiem masy wyprowadzenia oznaczonego „–" (minus) gniazdka „External supply" (P21). Wtyczka została nałożona na gniazdko P22. Do niej zostały dołączone sondy oscyloskopowe. Krokodylki sond zostały dołączone do masy gniazdka P21. Do pomiarów został zastosowany oscyloskop MS0-X 4104A firmy Keysight [11] z sondami N2894A (10:1, 700 MHz) [12] tej samej firmy. Pasmo sygnału wejściowego zostało w oscyloskopie ograniczone do 20 MHz. Pomiary były wykonywane bez uśredniania.

Podstawowe rezultaty pomiarów zostały pokazane na **rysunku 8**. Kanały Ch1 i CH2 pokazują poziom napięcia na wyprowadzeniach P22. Ich różnica jest liczona przez oscyloskop i pokazywana w kanale M1. Jednocześnie w polu *Meas*, po prawej stronie ekranu, pokazywane są wyniki obliczeń wybranych parametrów dla całego sygnału pokazywanego w oknie wykresu.

Wartość średnia prądu wynosi 11,66 mA co daje zgodność z pomiarami amperomierzem. Na rysunku 8 dobrze widoczne są odcinki

Wybrane pozostałe artykuły kursu „Systemy dla Internetu Rzeczy"

[S21] Zestaw Nordic Thingy:52 IoT Sensor Kit, EP 12/2018

[S23] Wtyczka nRF52840 Dongle, EP 2/2019

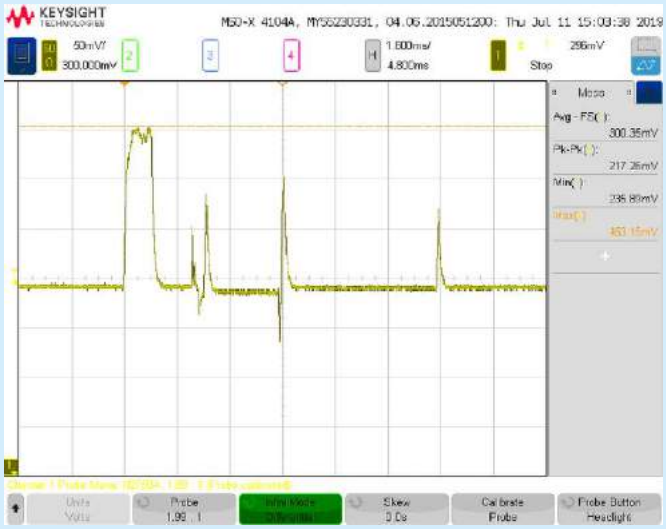
Literatura

[1] nRF52840 DK, Development kit, Strona produktu, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2PdZzRZ***
[2] nRF52840 Development Kit PCA10056 v1.0.0, User Guide, v1.3, 2019-02-25, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2SrvjES***
[3] nRF52840 Development Kit Hardware Files, nRF52840 Development Kit – Hardware files 1_0_0.zip
[4] nRF52840, System on Chip, Advanced Bluetooth 5, Thread and Zigbee multiprotocol SoC, Strona produktu, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2Y5kCc8***
[5] nRF52840 Product Specification, v1.1, 2019-02-28, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2YempzH***
[6] Power Profiler Kit, Strona produktu, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2JWA0Cx***
[7] Power Profiler Kit User Guide, v2.3.1, 2019-05-23, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2Z2dqyF***
[8] nRF Connect for Desktop, Strona produktu, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2Cugbz5***
[9] nRF Connect for Desktop, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2Z4vHeR***
[10] Power Profiler app, Nordic Semiconductor ***http://bit.ly/2M5jkf4***
[11] MSOX4104A Mixed Signal Oscilloscope: 1 GHz, 4 Analog Plus 16 Digital Channels, Keysight Technologies ***http://bit.ly/2JOpDk8***
[12] N2894A Passive Probe, 10:1, 700 MHz, 1,3m, Keysight Technologies ***http://bit.ly/32DsJQK***
[13] N2750A InfiniiMode 1,5 GHz Active Differential Probe, Keysight Technologies ***http://bit.ly/2YbseOw***

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie **www.media.avt.pl**

eprasa.pl 9565ffc9ee

Rysunek 10. Impuls prądowy aktywności debugowej



Rysunek 11. Pomiar dynamiczny z napięciową sondą różnicową

zwiększonego poboru prądu dla czasu transmisji radiowej. Jest to zgodne z rezultatami uzyskanymi w aplikacji *Power Profiler* (rysunek 7).

Większe powiększenie czasowe wykresu pozwala na zobaczenie kształtu poboru prądu dla czasu transmisji radiowej. Jednak dokładniejsze obserwacje ujawniają, że czas poboru prądu dla czasu transmisji radiowego jest zmienny (**rysunek 9**). Są to dosyć duże zmiany i przy zastosowaniu uśredniania (zalecanego w dokumentacji firmowej) rezultat nie będzie odzwierciedlał wartości chwilowej, lecz tylko wartość średnia za okres uśredniania. Również kształt przebiegu uzyskany z uśredniania będzie błędny.

Okazało się też, że pomiary dodatkowo komplikuje duży impuls poboru prądu spowodowany aktywnością debugową (**rysunek 10**). Należy pamiętać, że płytka jest zasilana z gniazdka *USB Interface MCU* (J2) dołączonego do aktywnego debugera SEGGER. Na płytce widać (słabe) rozbłyski diody LED5 dołączonej do debugera.

Po dołączeniu do oscyloskopu napięciowej sondy różnicowej N2750A (1,99:1, 1,5 GHz) [13] firmy Keysight możliwe jest uzyskanie dokładnych wyników pomiarów dynamicznych (**rysunek 11**). Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK został zasilany z zewnętrznego akumulatorka Li-Io. Przełącznik suwakowy „nRF power source" (SW9) został ustawiony w pozycji Li-Po. Układ scalony nRF52840 (U1) pracował w trybie wysokiego napięcia. Pomiar został wykonany dla wyprowadzenia VDDH. Kształty przebiegu są takie same jak dla pomiaru wykonanego w aplikacji *Power Profiler* (rysunek 7), z uwzględnieniem różnicy rozdzielczości próbkowania 13 µs wobec 200 ps. Wartość średnia prądu w oknie 16 ms wynosi 12,06 mA, a wartość maksymalna jest równa 18,19 mA. Ponownie występuje doskonała zgodność tych wartości z pomiarami wykonanymi w aplikacji *Power Profiler*.

Podstawowy problem przy pomiarach niskiego poziomu wartości prądu to szumy i zakłócenia zbierane z otoczenia. Typowo ich poziom jest bardzo duży i może wręcz uniemożliwić uzyskanie wiarygodnych rezultatów. Zastosowane do pomiarów szerokopasmowe sondy zbierają zakłócenia z otoczenia, trochę kompensowane analogowym filtrem wejściowym oscyloskopu. Najlepszym rozwiązaniem jest zastosowanie kabli solidnie ekranowanych oraz ekranowania mierzonej płytki.

Podsumowanie

Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK pozytywnie zaskakuje. Zastosowany w nim układ scalony nRF52840 udostępnia naprawdę szybką pracę w czasie rzeczywistym. Już przedstawiona w tekście praca aplikacji *Power Profiler* pokazuje wielką przydatność zestawu. A to przecież tylko obsługa dynamicznego pomiaru prądu. Pokazane rezultaty wydają się zachęcające, ale konieczne są dalsze prace. Szczególnie trzeba jednoznacznie wykrywać stan nadawania transmisji radiowej, co pozwoli na zsynchronizowanie z nią pomiarów.

Intensywne prace wymagające wielokrotnej zmiany położenia przełączników ujawniają pierwsze oznaki ich zużycia – niepewny kontakt. Dotyczy to szczególnie przełącznika „Power" (SW8) oraz przełącznika „VEXT→nRF" (SW10). Trzeba się z nimi obchodzić nadzwyczaj delikatnie gdyż najwyraźniej nie są one przeznaczone do intensywnej pracy.

Do użycia z zestawem uruchomieniowym nRF52840 DK są jeszcze inne interesujące aplikacje z protokołami transmisji: Bluetooth mesh, Thread, ZigBee, 802.15.4 oraz ANT/ANT+. Może on się również łączyć z aplikacją pracującą na urządzeniu mobilnym (smartfon). Jest też możliwość tworzenia własnej aplikacji dla platformy *nRF Connect for Desktop* oraz możliwość obsługi aplikacji *nRF Sniffer*. Zestaw uruchomieniowy nRF52840 DK umożliwia także uruchamianie oprogramowania emulującego pracę układu scalonego nRF52811 z obsługą standardu BLE 5.1.

Henryk A. Kowalski
Instytut Informatyki
Politechnika Warszawska

REKLAMA

www.sklep.avt.pl

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie
www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

AudioDSP zestaw z procesorem Sigma DSP ADAU1701 (6)

Mikrofony MEMS i mini głośniki

FTP Wszystkie poprzednie odcinki kursu są dostępne na stronie www.media.avt.pl

Szósta część kursu poświęcona zostanie przetwornikom elektromechanicznym jakimi są mikrofony i głośniki, szczególnie w wykonaniach miniaturowych, bez których nie obędzie się żadna aplikacja multimedialna, nowoczesny smartfon lub tablet.

Fotografia 1. Przykładowe cyfrowe mikrofony MEMS

Aplikacje DSP współpracując z mikrofonami dają narzędzia do łatwego kształtowania charakterystyki kierunkowej, amplitudowej, modyfikacji brzmienia, redukcji hałasu otoczenia, trudne do realizacji i zestrojenia w przypadku toru w pełni analogowego. Jednocześnie wiele współczesnych urządzeń przenośnych, szczególnie służących do odtwarzania dźwięku wymaga wysokosprawnych scalonych końcówek o niewielkiej mocy wyjściowej, współpracujących z miniaturowymi głośnikami dynamicznymi. W zastosowaniach tych DSP pozwala polepszyć parametry odsłuchowe mocno ograniczonych gabarytami przetworników, czyniąc ich użytkowanie mniej nieznośnym.

Poprawa jakości i zwiększenie funkcjonalności urządzeń wymusiła przeniesienia toru sygnałowego całkowicie w dziedzinę cyfrową, eliminując analogowe dyskretne stopnie wzmocnienia zarówno sygnałów napięciowych jak i mocy.

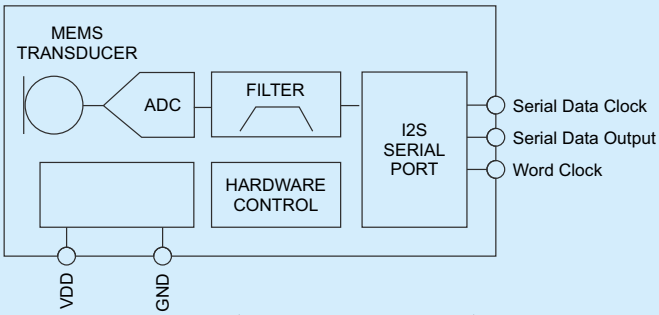
Przykładowe mikrofony „cyfrowe" MEMS przedstawiono na **fotografii 1**. Kilka popularnych typów mikrofonów cyfrowych dostępnych jest także w postaci zestawów ewaluacyjnych z łatwymi do podłączenia złączami szpilkowymi, jest to sprawa dosyć istotna, gdyż praktycznie wszystkie obudowy są wykonane w technologii SMD i mają dosyć rygorystyczne warunki montażu.

Kilka mini-głośników przedstawiono na **fotografii 2**. Zasada ich działania jest oczywiście identyczna jak każdego głośnika dynamicznego. Różnice pojawiają się w konstrukcji mechanicznej, gdzie przeważnie wymagana jest niewielka wysokość zabudowy, ekranowanie magnetyczne oraz odporność na warunki atmosferyczne, gdyż membrana ma bezpośrednią styczność z otoczeniem. Najmniejszy z przedstawionych głośników CMS-181325 (CUI) o mocy

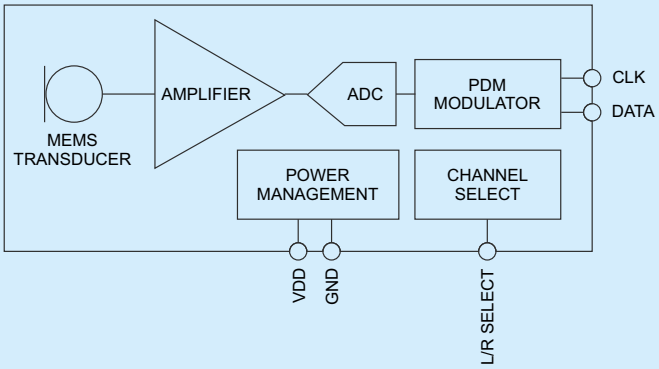
Fotografia 2. Minigłośniki

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

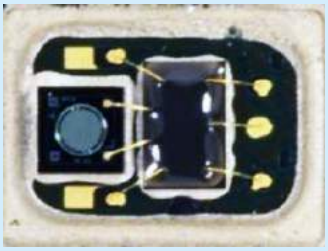


Rysunek 3. Mikrofon I²S (za notą AD/InwenSense)



Rysunek 4. Mikrofon PDM (za notą AD/InwenSense)

maksymalnej 1 W, ma rozmiary zaledwie 18×13×2,5 mm i nie jest najmniejszym przetwornikiem dostępnym w ofercie. Membrana głośnika wykonana jest z odpornego na warunki środowiskowe mylaru, a konstrukcja zapewnia pracę w temperaturze –20...70°C.

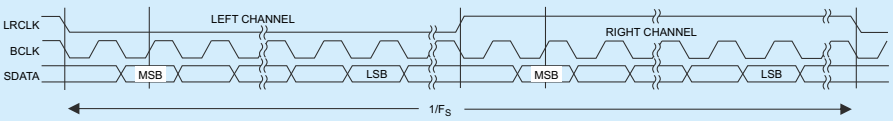


Fotografia 5. Budowa wewnętrzna cyfrowego mikrofonu MEMS (za notą Analog Devices)

Mikrofony MEMS zostaną omówione w pierwszej części kursu. Budowę wewnętrzną mikrofonów cyfrowych za notą Analog Devices (aktualnie produkcję mikrofonów przejęła InvenSense) pokazano na **rysunku 3**. W obudowie mikrofonu umieszczony jest przetwornik elektromechaniczny, zmieniający ciśnienie akustyczne na sygnał napięciowy, przetwornik ADC konwertujący napięcie na sygnał cyfrowy o modulacji zależnej od typu mikrofonu. Może być to modulacja impulsowo-kodowa PCM (rysunek 3), a do transferu cyfrowego wykorzystana jest magistrala I²S (tak jak w większości układów cyfrowego audio) lub modulacja gęstości impulsów PDM (**rysunek 4**) i interfejs tylko z jedną linią zegarową i danych.

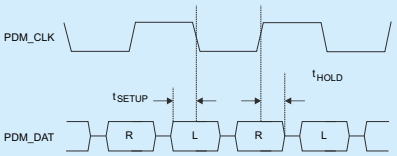
Jak widać w budowie mikrofonu nie wymyślono żadnego cudownego sposobu na cyfrowe przetwarzanie ciśnienia akustycznego, a jedynie scalono kilka konwencjonalnych bloków w jednej strukturze/obudowie **fotografia 5**.

Mikrofony MEMS wykonywane są jako monofoniczne, ale niezależnie od interfejsu mogą pracować parami w trybie stereo. Wybór aktywnego kanału możliwy jest przez konfigurację sprzętową i polaryzację dedykowanego wyprowadzenia wyboru kanału najczęściej oznaczonego SEL lub L/R. Mikrofony dostępne są w dwóch wykonaniach mechanicznych, top port i bottom port określających stronę



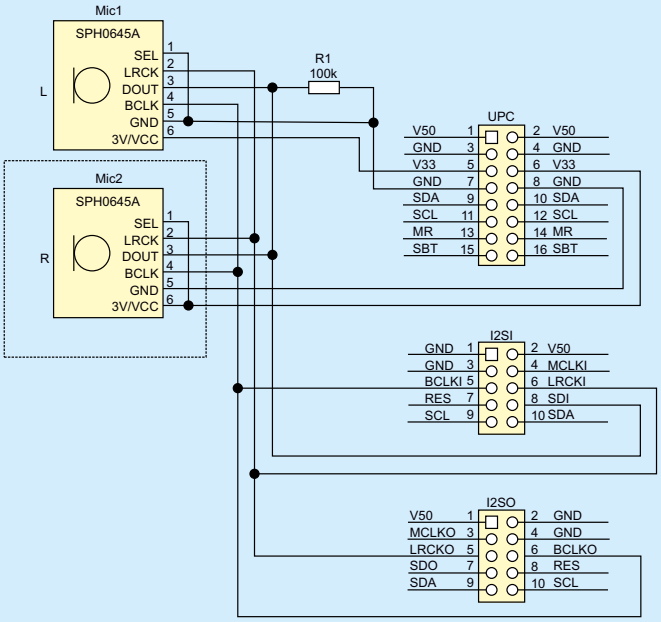
Rysunek 6. Interfejs I²S (za notą ADAU1701 Analog Devices)

od której umieszczony jest przetwornik. W mikrofonach z portem górnym – top port, ciśnienie akustyczne i montaż mikrofonu przewidziany jest na warstwie top obwodu drukowanego (MP34DT05TR-A STM), w mikrofonach z portem dolnym – bottom port, ciśnienie doprowadzone jest także od góry pcb, natomiast sam mikrofon montowany jest na warstwie bottom, co wymusza wykonanie dodatkowego otworu – kanału w pcb, który doprowadza ciśnienie akustyczne (SPU0645 Knowles). Sposób wykonania otworu i montażu mikrofonu zawarty jest w karcie katalogowej, warto zastosować się do zaleceń producenta, gdyż od sposobu wykonania zależy jakość przetwarzania.



Rysunek 7. Interfejs PDM (za notą ADAU7002 Analog Devices)

Wybór interfejsu audio mikrofonu podyktowany jest dostępnymi interfejsami w DSP. Dla AudioDSP jest to I²S, ale nie zamyka to możliwości współpracy z mikrofonami PDM, wymaga jedynie wykorzystania układu konwertera PDM/I²S takiego jak ADAU7002, o czym później. Niezależnie od interfejsu mikrofony cyfrowe są urządzeniami slave magistrali i wymagają dostarczenia sygnałów zegarowych przez DSP. Dla interfejsu I²S są to BCLK (zegar bitów) i LRCK (zegar słów) dla PDM jest to stały zegar konwersji CLK. W takt zegarów na linie wyjściową SDO/DATA wystawiane są przebiegi odpowiadające poziomowi dźwięku PCM lub PDM. Dla porównania przebiegi interfejsu I²S i PDM pokazano na **rysunkach 6** i **7**.

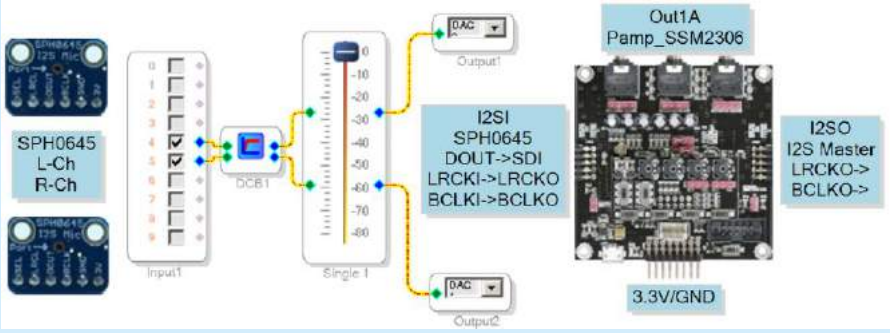


Rysunek 8. Schemat podłączenia mikrofonów SPH0645 do Audio DSP

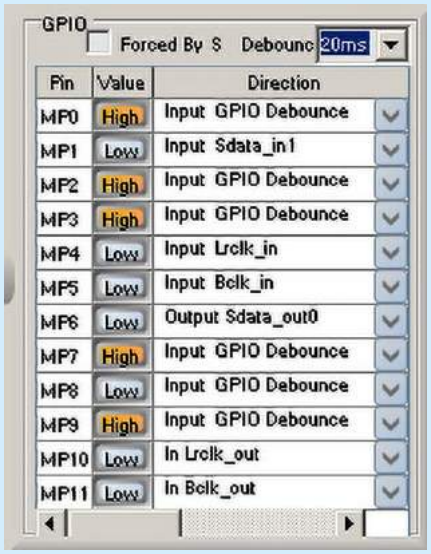
Po krótkim zapoznaniu się z mikrofonami „cyfrowymi", najwyższy czas na wykorzystanie ich w praktyce. Na pierwszy ogień pójdą mikrofony MEMS z magistralą I²S, gdyż takie najłatwiej integrują się z AudioDSP, wymagając jedynie wykonania kilku połączeń przewodowych. Wykorzystam mikrofon I²S SPH0645 Adafruit (fotografia 1, lewy górny moduł). Jak wspominałem wcześniej mikrofony wymagają zewnętrznych sygnałów zegarowych, gdyż są urządzeniami slave magistrali I²S. Do generacji sygnałów BLCK, LRCK można wykorzystać układ szeregowego portu wyjściowego DSP, skonfigurowanego w trybie master. Sygnały zegarowe portu wyjściowego

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

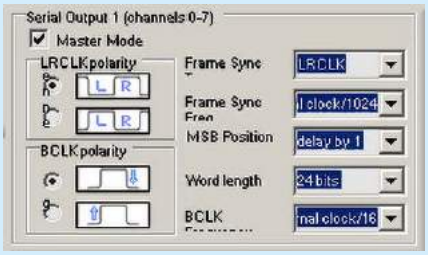
eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 9. Aplikacja MicSlave.dspproj



Rysunek 10. Konfiguracja GPIO



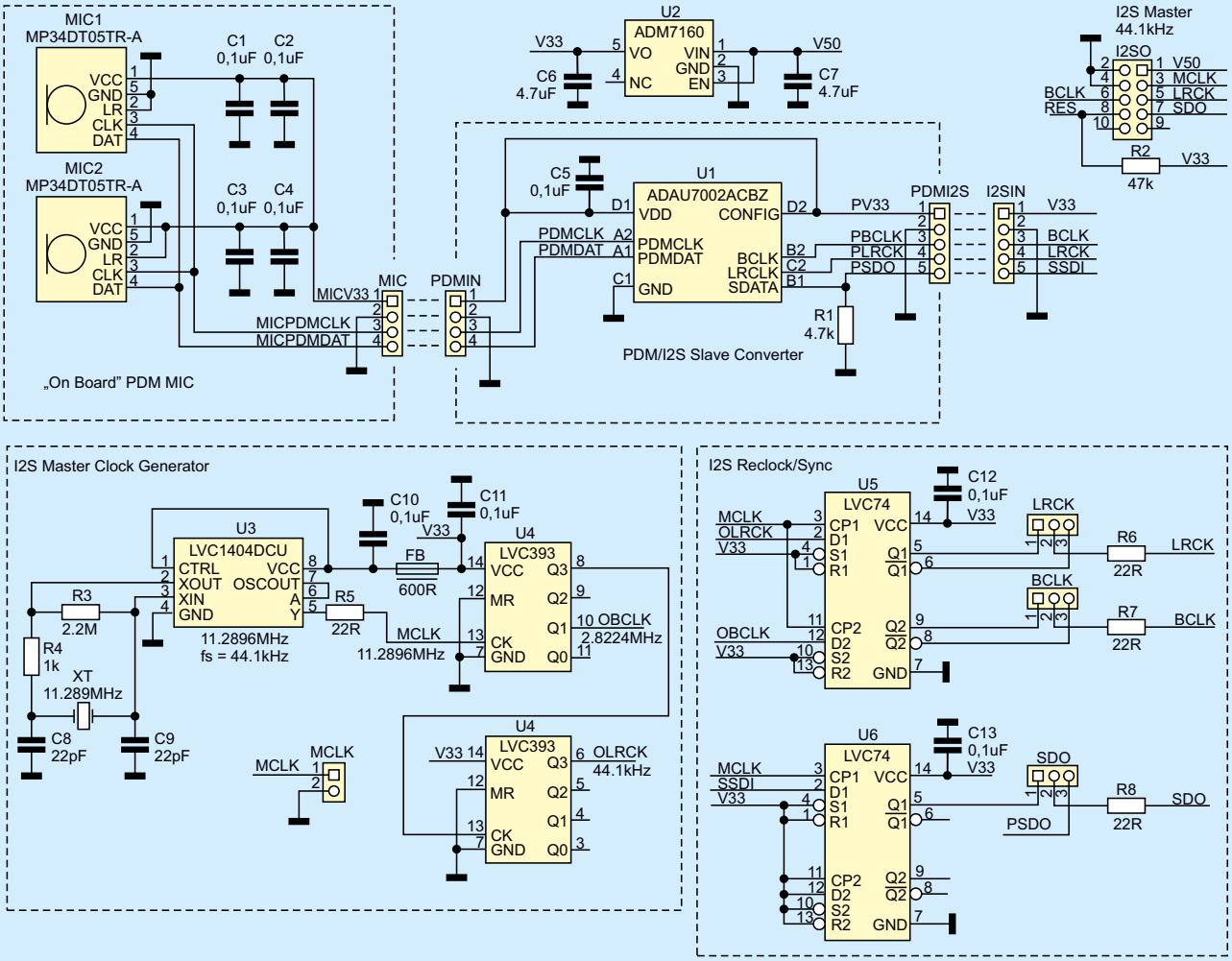
Rysunek 11. Konfiguracja portu wyjściowego

Rysunek 12. Konfiguracja portu wejściowego

należy połączyć z odpowiednikami w porcie wejściowym, tj. LRCKO→LRCKI, BCLKO→BCLKI, sygnał wyjściowy mikrofonu DOUT łączymy z wejściem SDI, zasilanie 3,3 V pobieramy ze złącza UPC (3,3 V, pin 5/6, GND pin 7/8), sygnał selekcji kanału SEL na płytce mikrofonu, łączymy z masą jeżeli chcemy odbierać dane w kanale lewym I²S lub z 3,3 V w kanale prawym. Schemat połączeń mikrofonów przedstawiono na **rysunku 8**. Mikrofon prawy jest opcjonalny i nie jest wykorzystany w przykładowym projekcie. Rezystor R1 pozwala rozładować pojemności magistrali gdy podłączony jest tylko jeden mikrofon, gdyż mikrofony posiadają wyjście trójstanowe.

Moduł mikrofonu SPH0645 wymaga zasilania 1,6…3,6 V, podanie wyższego napięcia uszkodzi mikrofon oraz AudioDSP. Zasilanie z 3,3 V zapewnia zgodność z zakresem napięć portów szeregowych.

Na płytce bazowej AudioDSP należy ustawić zwory oscylatora i PLL:



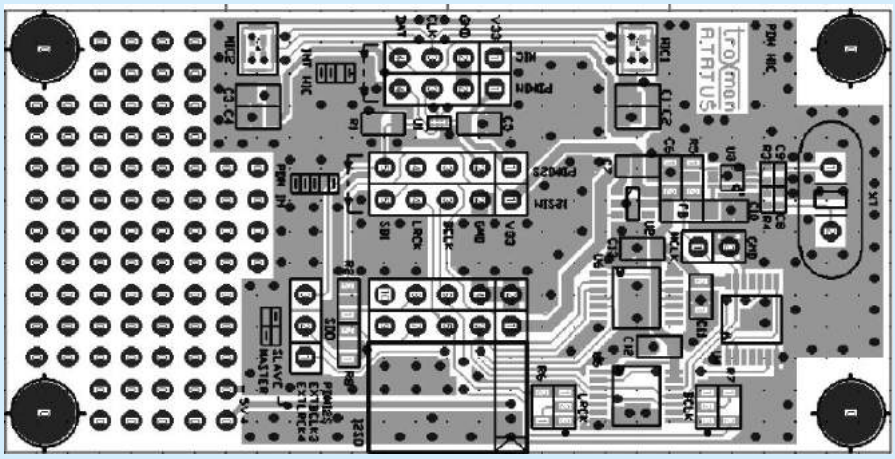
Rysunek 13. Schemat modułu DSP1701A_MIC_PDM

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

- OSC – zwora w położeniu OSC (zwarte „górne” piny 2-3),
- M0 – zwora w położeniu 256 (zwarte „lewe” piny 2-3),
- M1 – zwora w położeniu 256 (zwarte „prawe” piny 1-2).

Aplikacja MicSlave.dspproj pokazuje sposób konfiguracji DSP przy podłączeniu mikrofonu MEMS z interfejsem I²S w trybie slave, gdy za generację sygnałów zegarowych odpowiedzialny jest port szeregowy wyjściowy skonfigurowany w tryb I²S **rysunek 9**. Zaletą takiego sposobu generacji jest brak dodatkowych elementów, wadą w niektórych rozwiązaniach może być zablokowanie wyprowadzeń GPIO obsługujących interfejs szeregowy. Konfigurację GPIO i interfejsów szeregowych przedstawiają **rysunki 10**, **11**, **12**. Niezależnie od generacji sygnałów master, interfejs wyjściowy SDO0 może zostać w dalszym ciągu wykorzystany do podłączania zewnętrznych układów I²S (DAC, SPDIF itp.), jeżeli wymaga tego aplikacja.



Rysunek 14. Rozmieszczenie elementów DSP1701A_MIC_PDM

W przypadku podłączenia mikrofonu prawego R, sygnał dostępny jest na wyprowadzeniu 5 bloku Input (prawy kanał interfejsu SDI1). Podczas projektowania aplikacji, należy zwrócić uwagę, na zakres dopuszczalnych częstotliwości 1,024 MHz do 4,096 MHz sygnału BCLK obsługiwanych przez SPU0645 (ograniczenie dotyczy każdego mikrofonu cyfrowego), odpowiada to częstotliwości próbkowania 16...64 kHz (64 bity w ramce). W zależności od częstotliwości próbkowania, zmieniają się pasmo przenoszenia i zniekształcenia mikrofonu, dokładne charakterystyki zawarte są w kartach katalogowych mikrofonów. Ze względu na możliwość występowania składowej stałej w cyfrowym sygnale z mikrofonu, zaleca się używanie bloku separatora składowej stałej DCB przed obróbką przez DSP.

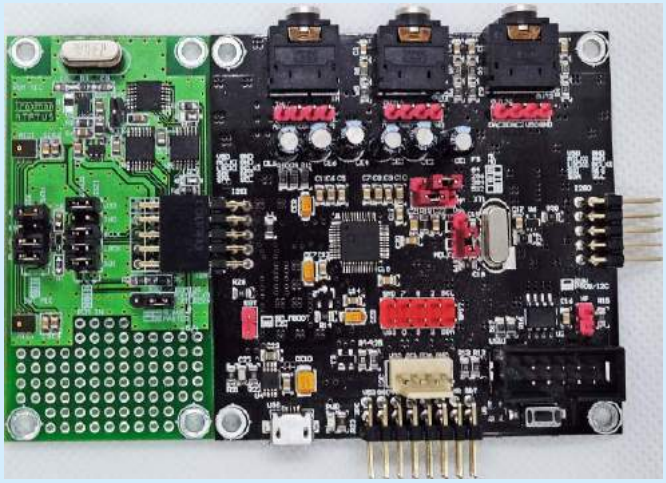
Wykorzystując aplikację *MicSlave.dspproj* oraz specjalnie opracowany na potrzeby kursu moduł DSP1701A_MIC_PDM, którego schemat przedstawiono na **rysunku 13**, można przetestować działanie mikrofonów MEMS w trybie slave oraz dzięki wbudowanemu generatorowi sygnałów zegarowych, także w trybie master. Dodatkowo moduł można wykorzystać jako interfejs do zewnętrznych źródeł I²S w obu trybach. Wbudowany generator przejmuje rolę generatora wykorzystującego wyprowadzenia wyjściowego interfejsu szeregowego, pozwalając na ich użycie w roli GPIO. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na **rysunku 14**.

Moduł podzielony jest na kilka bloków funkcjonalnych:

- blok mikrofonów, z dwoma mikrofonami PDM typu MP34DT05,
- konwerter sygnału PDM na I²S, typu ADAU7002, pracujący w trybie slave,
- generator zegara master MCLK, typu LVC1404 wraz z dzielnikami LVC393, dla zegara bitów BCLK (MCLK/4) i słów LRCK (MCLK/256), kwarc sterujący XT umieszczony jest w podstawce, co pozwala sprawnie dostosować częstotliwość fs, do wymogów aplikacji, sygnał zegara master dostępy jest na złączu MCLK,
- układ synchronizatora sygnałów I²S, taktowany z MCLK, na przerzutnikach LVC74,
- stabilizatora 3,3 V do zasilania ww. układów,
- złącz i zwór umożliwiających konfiguracje modułu, doprowadzenie lub wyprowadzenie sygnałów do współpracujących układów,
- wolnego pola prototypowego.

Sygnały I²S wyprowadzone są na złącze I2SO, moduł jako źródło sygnału podłączony jest do AudioDSP z lewej strony (złącze I2SI) **fotografia 15**. Przed podłączeniem DSP1701A_MIC_PDM, należy rozlutować zwory LRCK, BLCK odłączając układ synchronizatora od interfejsu I²S, konieczne jest też zwarcie zwór V33, CLK, DAT w złączach MIC/PDMIN, co podłączy wbudowane mikrofony do układu ADAU7002, następnie zwarcie zwór V33, BLCK, LRCK złącz PDMI2S/I2SIN oraz ustawienie zwory SDO w tryb slave (zwarte 2-3). Dodatkowo przy pomocy kabelków z chwytakami konieczne jest doprowadzenie sygnału LRCKO/BLCKO z wyjściowego interfejsu szeregowego, do zwór BCLK, LRCK złącza I2SIN. Położenie zwór AudioDSP pozostaje takie jak przy testowaniu mikrofonu I²S.

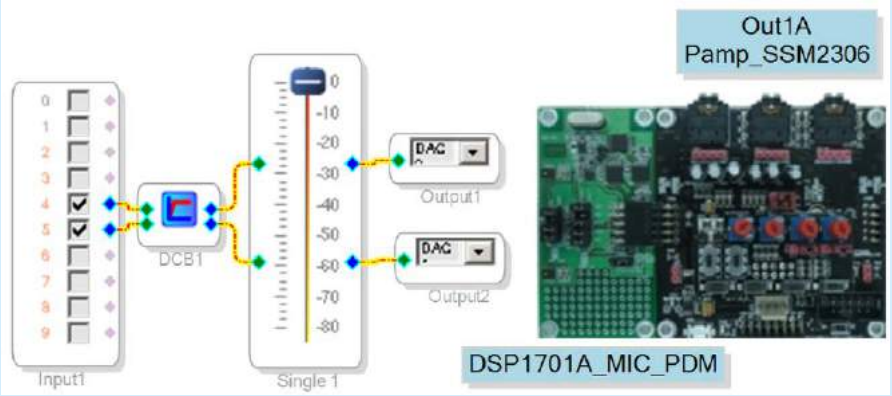
Po poprawnej konfiguracji modułu, dla przetestowania mikrofonów i konwertera ADAU7002 ponownie zostanie wykorzystana aplikacja *MicSlave.dspproj*, gdyż konwersja zrealizowana jest sprzętowo i nie wymaga zmian w aplikacji. Po jej załadowaniu w podłączonych do OUT1A przez wzmacniacz mocy np. PAmp_SSM2306, głośnikach powinien być słyszany dźwięk z mikrofonów, dla każdego z kanałów. Częstotliwość próbkowania mikrofonów jest stała i wynosi BLCK\64. Podobnie jak mikrofony, ADAU7002 ma określony zakres fs, który wynosi 4...96 kHz, należy zwrócić uwagę na zapewnienie sygnału zegara PDM w zakresie pracy mikrofonu. Warto wspomnieć o niewykorzystanej na płytce możliwości pracy ADAU7002 w trybie wielokanałowym TDM. Tryb wybierany jest poprzez konfigurację wyprowadzenia CONFIG, maksymalnie na jednej magistrali I²S mogą zostać połączone 4 układy, co daje 8 obsługiwanych mikrofonów, przy wykorzystaniu tylko trzech linii GPIO. Jest to bardzo użyteczna cecha przy realizacji mikrofonów kierunkowych lub redukcji hałasu otoczenia ANC, szczegóły konfiguracji zawarte są w nocie aplikacyjnej.



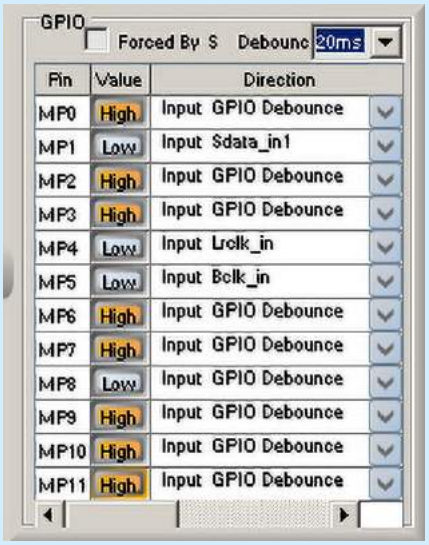
Fotografia 15. Podłączenie płytki DSP1701A_MIC_PDM

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee



Rysunek 16. Aplikacja MicMaster.dspproj



Rysunek 17. Konfiguracja GPIO

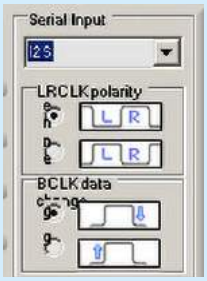
Wlutowane mikrofony sprawdzają się podczas szybkich testów, natomiast gdy musimy rozmieścić je w większej odległości, można je odłączyć od złącza PDMIN i doprowadzić do niego sygnały z zewnętrznych mikrofonów PDM, takich jak np. Adafruit PDM Mic (fotografia 1, góra, pierwszy z prawej) lub mikrofon z STEVAL-MIC001V1 (fotografia 1, góra w środku). Połączenia mikrofonów nie powinny przekraczać 20 cm i należy je wykonać przewodem w ekranie ze względu na wysoką częstotliwość sygnału zegara PDMCLK (~3 MHz).

Dla sprawdzenia współpracy modułu DSP1701A_MIC_PDM z AudioDSP w trybie master, konieczne jest zalutowanie zwór LRCK, BCLK w położeniach 2-3, zwarcie zwór V33,CLK,DAT w złączach MIC/PDMIN, co podłączy wbudowane mikrofony do układu ADAU7002, następnie zwarcie zwór V33, BLCK, LRCK, SDI złącz PDMI2S/I2SIN ustawienie zwory SDO w położenie master oraz na płytce bazowej AudioDSP ustawienie zwór oscylatora i PLL:

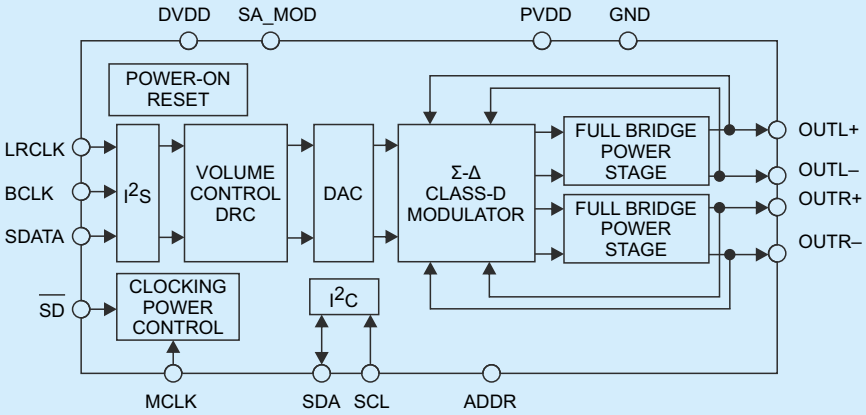
- OSC – zwora w położeniu MCLK (zwarte „dolne" piny 1-2),
- M0 – zwora w położeniu 256 (zwarte „lewe" piny 2-3),
- M1 – zwora w położeniu 256 (zwarte „prawe" piny 1-2).

Tak skonfigurowany moduł można przetestować aplikacją *MicMaster.dspproj*, której schemat przedstawiono na **rysunku 16**. Konfigurację sprzętową DSP przedstawiono na **rysunkach 17** i **18**. Dla próby, po wyciągnięciu zwór w złączach PDMI2S/I2SIN, można przetestować działanie mikrofonów I²S SPH0645 Adafruit, podłączając je do I2SIN, bez zmiany konfiguracji modułu. Tak w skrócie przedstawia się sposób integracji AudioDSP z cyfrowymi mikrofonami MEMS.

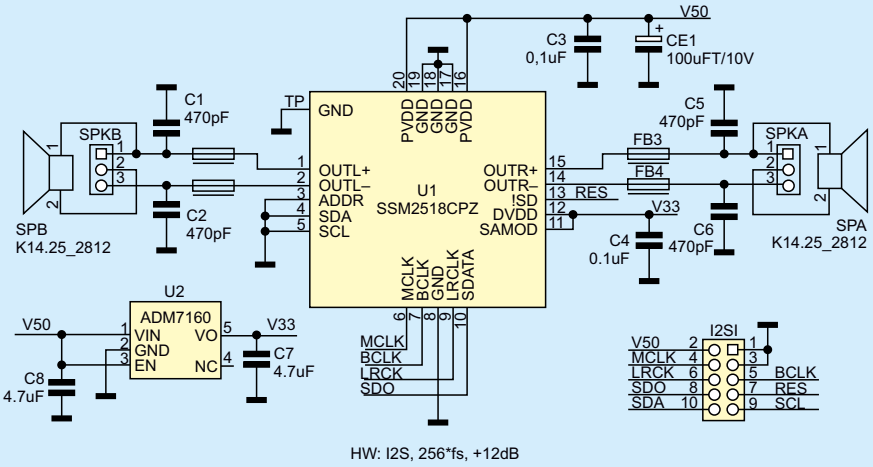
W drugiej części kursu przedstawię współpracę procesora DSP z cyfrową końcówką mocy SSM2518 i miniaturowymi głośnikami. Na potrzeby tej części kursu została opracowania płytka DSP1701A_DAMP2518S_K1425_HW, zawierająca cyfrową końcówkę mocy typu SSM2518 (Analog Devices) i wbudowane miniaturowe głośniki K14.25 (Visaton). Z racji niewielkiej dostępnej powierzchni płytki, wskazana jest duża integracja układów, a ze względu na odporność na zakłócenia poleca się rezygnację z wykorzystania sygnału analogowego, którego użycie w silnie zakłóconych środowiskach (np. płyta główna smartfona), wymusza stosowanie sygnałów różnicowych, zwiększających koszt rozwiązania. Integracja wzmacniaczy mocy, przetworników i regulatorów poziomu szczególnie przydatna jest w systemach wielokanałowych (soundbar), zmniejsza powierzchnię zajmowaną przez układ i upraszcza zaprojektowanie pcb zwłaszcza, gdy wykorzystujemy tryb multipleksowany TDM. Ciekawą propozycją



Rysunek 18. Konfiguracja portu wejściowego



Rysunek 19. Budowa wewnętrzna SSM2518 (za notą Analog Devices)

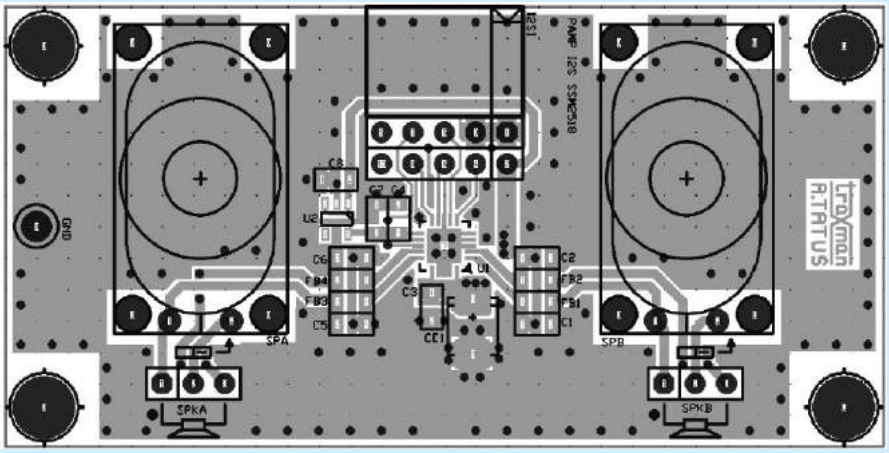


Rysunek 20. Schemat modułu DSP1701A_DAMP2518S_K1425_HW

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

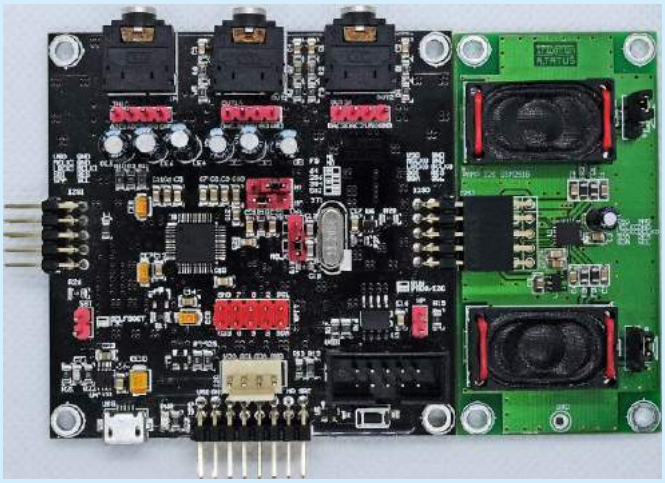
eprasa.pl 9565ffc9ee

integrującą przetwornik DAC z regulowanym poziomem wyjściowym i końcówkę mocy pracującą w klasie D, jest układ SSM2518, zdolny dostarczyć 2×2 W do obciążenia 4 Ω, przy zniekształceniach 1% i zasilaniu 5 V. Strukturę wewnętrzną układu przedstawiono na **rysunku 19**. Układ zawiera oprócz DAC i stereofonicznej mostkowej końcówki mocy, kontroler I²C umożliwiający konfigurację układu i min. wybór trybu pracy interfejsu szeregowego, regulację głośności, monitorowanie pracy układu.



Rysunek 21. Rozmieszczenie elementów DSP1701A_DAMP2518S_K1425_HW

Płytka DSP1701A_DAMP2518S_K1425_HW, której schemat przedstawiono na **rysunku 20**, pracuje w trybie konfiguracji sprzętowej z interfejsem I²S/256fs ze wzmocnieniem +12 dB. AudioDSP nie ma samodzielnej możliwości konfiguracji układów na magistrali I²C, dlatego zrezygnowano z trybu programowego (tryb Master I²S dostępny jest w najnowszych procesorach ADAU146x, które umożliwiają sekwencyjny zapis I²C, ułatwiający samodzielną konfigurację współpracujących układów). Jeżeli istnieje potrzeba „pełnej" konfiguracji programowej, przydatnej przy konfiguracji wielokanałowej TDM, polecam moduł PMODAmp3 (Digilent). Płytka podłączana jest z prawej strony AudioDSP, do złącza I2SO. U1 pracuje w trybie slave i wymaga doprowadzenia sygnałów MCLK, BCLK, LRCK z DSP. Zwory SPKA/B służą do odłączenia wbudowanych głośników oraz do podłączenia głośników zewnętrznych (wyprowadzenie 1-3). Stabilizator U2 dostarcza napięcia 3,3 V zasilającego część logiczną U1, końcówka mocy zasilana jest napięciem V50 z DSP. Ze względu na pobór mocy, konieczne jest wykorzystanie pomocniczego zasilacza 5 V/2 A podłączonego do gniazda micro USB na płytce AudioDSP, gdyż interfejs USB nie będzie w stanie prawidłowo zasilić tak skonfigurowanego zestawu. Rozmieszczenie elementów przedstawiono na **rysunku 21**, podłączenie do zestawu AudioDSP przedstawiono na **fotografii 22**.



Fotografia 22. Podłączenie modułu DSP1701A_DAMP2518S_K1425_HW

Dla przetestowania zewnętrznego wzmacniacza, przygotowałem aplikację *MiniSPK.dsppproj*, której schemat przedstawiono na **rysunku 23**. Aplikacja wykorzystuje następujące bloki funkcjonalne:

z biblioteki ***Filters\Second Order\Double Precision\2Ch***:

- filtr ***General (2nd order)***,

z biblioteki ***Filters\Crossover\Double Precision\2-Way:***

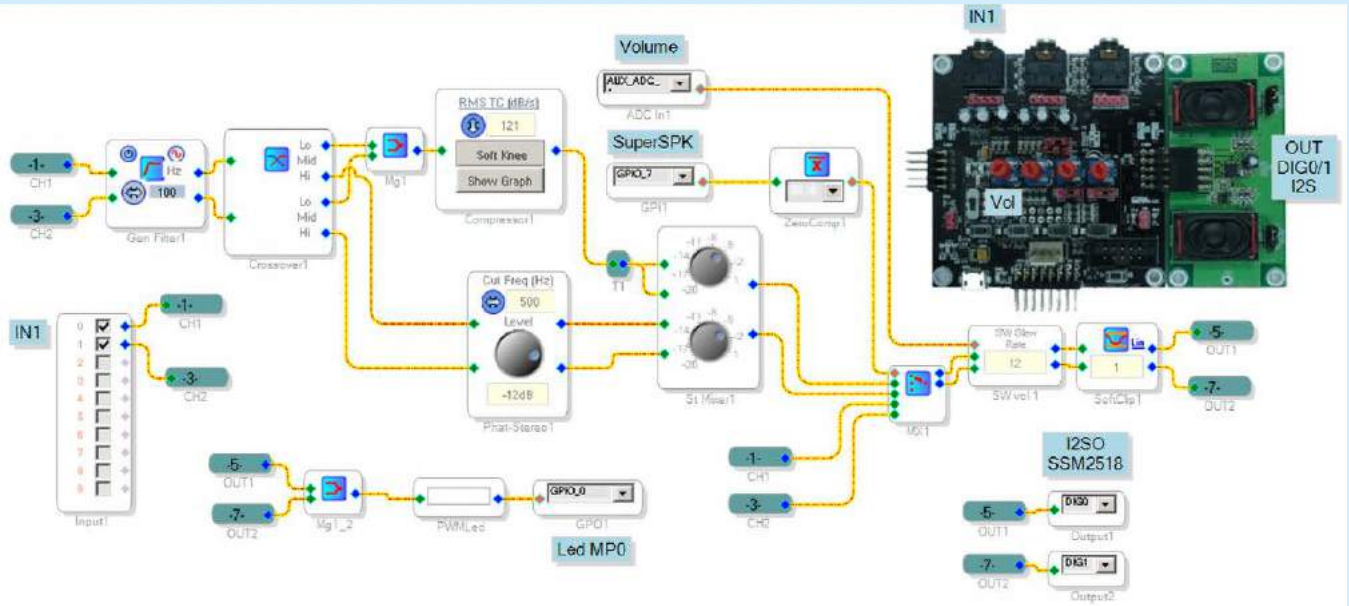
- zwrotnicę dwudrożną ***Crossover,***

z biblioteki ***Mixers/Splitters\Mixers\Single Control\No Slew:***

- mikser ***Signal Merger,***

z biblioteki ***Dynamics Procesor\RMS\Standard resolution\Lower range (-9- to +6dB)\No Post Gain\Mono\Ext Detector Input:***

- kompresor ***RMS (no gain)***,



Rysunek 23. Aplikacja MiniSPK.dsppproj

eprasa.pl 9565ffc9ee

z biblioteki ***ADI Algorithms\Surround & 3D Audio:***

- efekt super stereo ***Phat-Stereo***,

z biblioteki ***Mixers/Splitters\Mixers\Stereo Mixer\Clickless SW Slew***:

- miksER ***Stereo Mixer***,

z biblioteki ***Muxes/Demuxes\Multiplexers\Index Selectable\No Slew (standard)\Stereo:***

- multiplekser ***Index Selectable Multiplexer***,

z biblioteki ***Volume Controls\AdjustableGain\Ext Control\Clickless SW Slew:***

- regulator poziomu ***Single slew ext vol***,

z biblioteki ***Basic DSP\Logic\Invert:***

- blok komparatora ***Zero Comparator***,

z biblioteki ***Non Linear Processors\Clippers\Soft Clip:***

- ogranicznik ***Standard Cubic***,

z biblioteki ***IO\GPIO\Input***

- wejście przetwornika ADC ***Auxaliary ADC Input***,

z biblioteki ***IO\Input:***

- wejścia sygnału ***Input,***

z biblioteki ***IO\Output:***

- wyjścia sygnału ***Output,***

z biblioteki ***Sources\DC:***

- stałą ***DC Input Entry***,

z biblioteki ***Dynamics Procesor\Envelope\Peak:***

- detektor wartości szczytowej ***Envelope Peak***,

z biblioteki ***Sources\Oscilators:***

- generator przebiegu piłokształtnego ***Swatooth wave***,

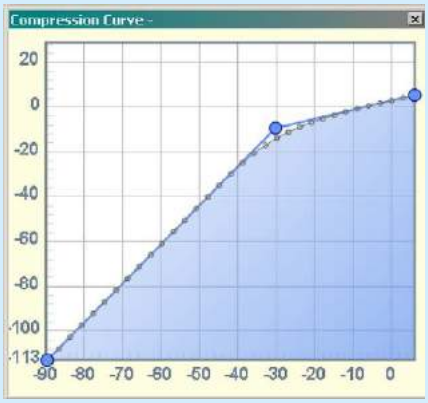
z biblioteki ***Basic DSP\Arithmetics Operations:***

- blok wartości bezwzględnej ***Absolute Value***,

z biblioteki ***Basic DSP\Logic:***

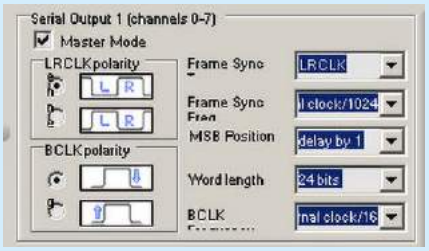
- blok porównania z przypisaniem ***AB in CD out Condition***,

Zasada działania aplikacji *MiniSPK.dspproj* jest następująca: sygnał z wejścia analogowego, po odfiltrowaniu w filtrze górnoprzepustowym najniższych częstotliwości (poniżej 100 Hz), których niewielkie głośniki i tak nie dają rady przenieść, podawany jest na zwrotnicę dwudrożną rozdzielająca sygnał na składowe o niskich częstotliwościach (poniżej 250 Hz) i wysokich częstotliwościach. W torze „niskotonowym" sygnały obu kanałów są sumowane, gdyż efekt stereo na nich jest znikomy i podawane na kompresor podnoszący odczuwalny poziom niskich częstotliwości. Charakterystykę kompresora przedstawiono na **rysunku 24**.

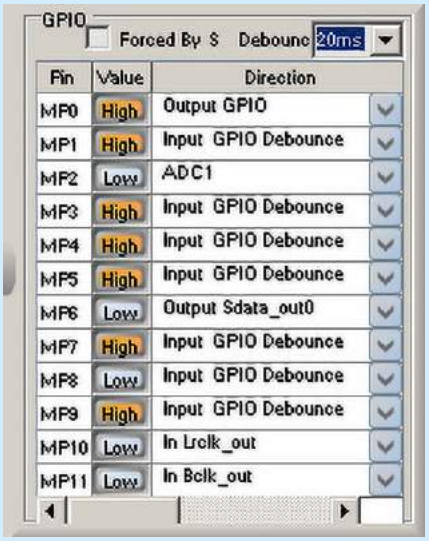


Rysunek 24. Charakterystyka kompresora

W torze „wysokotonowym" sygnał przechodzi przez układ poszerzający bazę stereo, zmieniający przesunięcie fazowe dla częstotliwości wyższych od 500 Hz. Parametr Cut freg, z zakresu 500...2 kHz, należy dobrać w zależności od warunków pracy głośników, parametr Level określa głębokość efektu. Tak przygotowane sygnały pasmowe trafiają do miksera stereo, w którym można dopasować ich poziom, wpływając na ostateczną barwę dźwięku. W tor wpięty jest multiplekser, sterowany przełącznikiem suwakowym SW2 z pinu MP7, umożliwiający wyłączenie efektu. Ostatecznie sygnał podawany jest na regulator głośności sterowany potencjometrem RV1 i po ewentualnym ograniczeniu poziomu wyprowadzony jest na wyjścia cyfrowe DIG0/1 (interfejs SDO0), a stąd do końcówki mocy SSM2518.



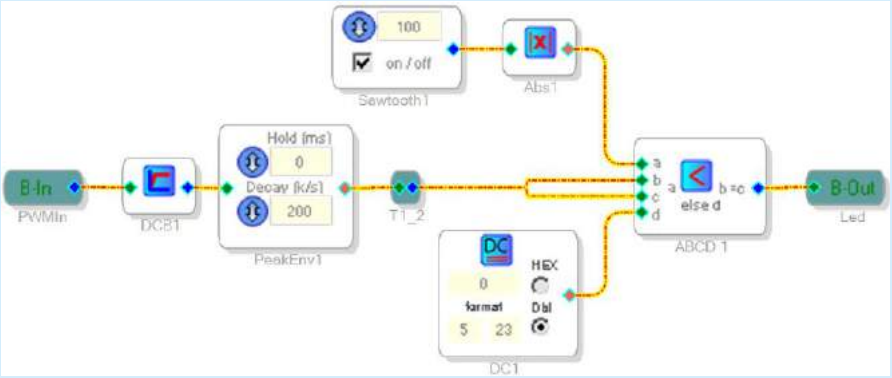
Rysunek 26. Konfiguracja interfejsu szeregowego



Rysunek 27. Konfiguracja GPIO

Aby aplikacja w jakikolwiek sposób sygnalizowała pracę, warto uzupełnić ją o prosty sygnalizator poziomu sygnału na LED. W tym celu w schemacie hierarchicznym *PWMLed* przedstawionym na **rysunku 25**, rysujemy układ, który w zależności od poziomu wyjściowego wysteruje jasność LED (MP0).

ADAU1701 nie posiada wyjść PWM, ani analogowych, więc układ PWM musi być poskładany z elementów bibliotecznych. W pierwszej kolejności sygnał z obu kanałów jest sumowany i eliminowana jest składowa stała, która zakłóca działanie bloków detektora. Kolejno sygnał doprowadzony jest do bloku detektora szczytowego PeakEnv. Wartość na wyjściu bloku, będzie porównywana z sygnałem generatora przebiegu piłokształtnego Sawtooth. Jeżeli a<b czyli amplituda sygnału audio jest większa od przebiegu piłokształtnego, to sygnał audio jest wyprowadzony na wyjście komparatora, jeżeli warunek nie jest spełniony, to na wyjście wyprowadzone jest 0 z bloku stałej, co zapewnia modulację jasności LED w takt poziomu wyjściowego audio.



Rysunek 25. Aplikacja MiniSPK.dspproj generator PWM

Konfigurację wyjściowego interfejsu szeregowego i GPIO procesora przedstawiono na **rysunku 26** i **27**. Wyjścia DACx można wyciszyć i wyłączyć, aktywne muszą być przetworniki ADC i GPIO.

Po załadowaniu aplikacji konieczne jest zestrojenie bloków, w celu osiągnięcia najlepszego efektu odsłuchowego dla posiadanych głośników.

Dziękuję...

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie **www.media.avt.pl**

eprasa.pl 9565ffc9ee

Ogłoszenia i reklamy hurtowni, sklepów, importerów, producentów, dealerów, itp. są płatne. Cena podstawowego modułu (35×20 mm) wynosi 66 zł + VAT. Koszt minimalnej ramki dla ogłoszeń o wielkości 3 modułów wynosi 198 zł + VAT. Moduły można łączyć zarówno w pionie jak i w poziomie. Maksymalna szerokość ogłoszenia to 5 modułów, wysokość 12 modułów. Rabaty stosujemy wyłącznie dla reklam powyżej 8 modułów: 4-6 emisji 10%, 7-11 emisji 15% i od 12 emisji 25%.

Oferta specjalna:

• publikacja fragmentów cennika w ramce o wielkości: 8 modułów w pionie cena 264 zł + VAT, 9 modułów w poziomie 305 zł + VAT

• rabat specjalny dla firm poszukujących pracowników wynosi 25% (wyłącznie dla dużych reklam).

Wszelkich informacji udziela **Grzegorz Krzykawski**, **tel. 22 257 84 60**, e-mail: **grzegorz.krzykawski@ep.com.pl**.

Reklamy do tej rubryki mogą być przygotowane przez Zamawiającego w CMYK, w formacie CDR (wersja do 2018), AI, EPS (tekst zmieniony na krzywe), PSD, PDF (programy Adobe w wersji do CC 2019 włącznie PC/Mac) z próbnym wydrukiem. Małe reklamy mogą być przygotowane w redakcji (gratis) na podstawie odręcznego szkicu. Opracowania te nie będą jednak wówczas uzgadniane z Zamawiającym przed oddaniem do druku.

Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczonych w Elektronice Praktycznej

Hurtownia elementów elektronicznych "AKSOTRONIK" zaprasza do swojego sklepu internetowego
Zaloguj się i kupuj ON-LINE na naszej stronie:
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL
Woltomierze LED AC oraz DC Cena od 7,50 PLN
Przetwornica Step-Down LM2596 3,40 PLN
Moduł WIFI do Arduino 16,60 PLN
Elektromagnesy 6V oraz 12V Cena od 15,90 PLN
Kable do płytek stykowych Cena od 1,30 PLN
Czujniki indukcyjne Cena od 7 PLN
Aksotronik
ELEMENTY ELEKTRONICZNE
WWW.AKSOTRONIK.COM.PL
Anteny WIFI oraz GSM Cena od 2,80 PLN
Silniki krokowe 200 oraz 400 kroków Cena od 30 PLN
Moduł bluetooth HC05 do Arduino Cena 20 PLN
Moduły z przekaźnikiem Cena od 3,60 PLN
Żarówki LED do samochodu Cena od 1,60 PLN
Uwaga!!! Powyższe ceny dotyczą zakupów minimalnych ilości hurtowych, poprzez nasz sklep internetowy.
W swojej ofercie posiadamy m.in: półprzewodniki (diody, układy scalone, tranzystory, triaki, elementy optoelektroniczne), elementy dystansowe, złącza, przełączniki, elementy akustyczne, rezystory, kondensatory, kwarce, podstawki, moduły Arduino.
Zapraszamy do kontaktu: INFO@aksotronik.com.pl, tel: (22) 783-20-51

www.delta.poznan.pl

▶APTI-250C61-2812WP
Wielkość matrycy: 2,1 Mpx (Sony IMX290)
Obiektyw: 2,8 - 12 mm (kąt widzenia 85° - 23°)
Rozdzielczość: 1920 x 1080 (1080p)
Zasięg oświetlacza IR: 60 m
Protokoły sieciowe: TCP/IP, NTP, HTTP, ONVIF 2.4
PoE 802.3af, Klasa szczelności IP66
3D-DNR, WDR, detekcja ruchu, H.265 / H265+
Aplikacje dla: Android, iOS
Bardzo dobra jakość w jeszcze lepszej cenie

▶APTI-201D2-36WP
Wielkość matrycy: 2,1 Mpx (przetwornik 1/2.9")
Obiektyw: 3.6 mm (kąt widzenia 69°)
Rozdzielczość: 1920 x 1080 (1080p)
Przepływność (bitrate): 64 ... 12000 kbit/s
Protokoły sieciowe: TCP/IP, NTP, HTTP, ONVIF 2.4
PoE 802.3af, Klasa szczelności IP66
3D-DNR, WDR, detekcja ruchu, H.265 / H265+
Aplikacje dla: Android, iOS
Bardzo dobry stosunek jakości do ceny

▶APTI-41VA3-2812WP
Wielkość matrycy: 4.0 Mpx (przetwornik 1/2.5")
Obiektyw: 2,8 - 12 mm (kąt widzenia 81° - 23°)
Rozdzielczość: 2560 x 1440
Obsługa audio - zewnętrzny mikrofon
Protokoły sieciowe: TCP/IP, NTP, HTTP, ONVIF 2.4
PoE 802.3af, Klasa szczelności IP66, H.265
3D-DNR, F-DNR (Defog), WDR, detekcja ruchu,
Aplikacje dla: Android, iOS
Wysoka rozdzielczość dostępna w atrakcyjnej cenie

Największy wybór w Polsce

Frezarka cnc
Do prac mechanicznych w elektronice
Zrób sam Podzespoły: Zrób sam
mechaniczne, elektroniczne, oprogramowanie
www.pyffel.com.pl
Tel.(075)732-47-00

RACK i Eurocarta 19" Wyposażenie szaf 19"
www.obudowa.pl
Producent obudów dla elektroniki tel. 032-230-2301

KITy AVT
http://bit.ly/2FNvrIN

www.ep.com.pl

ELMAX 1988
OBWODY DRUKOWANE
Produkcja, Projektowanie, Montaż
Certyfikat Underwriters Laboratories
94V-0 E48014 TYPE 1
Płytki jednostronne
Płytki dwustronne
Płytki na podłożu aluminium
Płyty czołowe FR4
Serie dowolne
Prototypy
Maksymalny wymiar płytek 1w 630 mm
Zakład produkcyjny:
05-260 Marki
ul. Duża 1
tel. 22 781 63 95
22 761 95 80
fax. 22 781 63 95 w 23
www.elmax.waw.pl
elmax@elmax.waw.pl
Dokumentacja technologiczna
Dokumentacja konstrukcyjna
Trawione szablony SMD
Montaż elektroniki
Krótkie terminy
Wykonania super expresowe
Aktywny kalkulator prototypów na stronie internetowej
Pokrycie Sn lub SnPb inne na życzenie
Maski, opisy montażowe w różnych kolorach

NINIEJSZE OGŁOSZENIA SĄ INFORMACJĄ HANDLOWĄ I NIE STANOWIĄ OFERTY W MYŚL ART. 66, § 1 KODEKSU CYWILNEGO. EWENTUALNIE PODANE CENY MOGĄ ULEC ZMIANIE.
eprasa.pl 9365ffc9ee

Hity następnego numeru • „Elektronika Praktyczna” 10/2019

Kolejne gigabajty narzędzi niezbędnych do pracy konstruktora, czyli NIEZBĘDNIK ELEKTRONIKA na DVD. **Tylko dla prenumeratorów EP**

Lampowy wzmacniacz stereo 2×7 W na lampach EL34

Wzmacniacze lampowe cieszą się niesłabnącą popularnością w kręgach DiY. Prezentowana konstrukcja nie spodoba się audiofilom, gdyż zawiera w torze tylko pentody i to na dodatek pracujące, a jakże, w trybie pentodowym! Pamiętajmy, że nie zawsze trzeba trzymać się oklepanego standardu. Urządzenie będzie doskonałą propozycją dla osób, które lubią dobre brzmienie i potrafią zmontować coś samodzielnie. W konstrukcji zastosowano łatwo dostępne typowe lampy EF86 i EL34 oraz ogólnie dostępne typowe transformatory.

Stacja pogodowa microStation

Pogoda potrafi być bardzo kapryśna. Nie mając gwarancji dobrej pogody trudno planować np. weekendowe wycieczki. Zaprezentujemy pewien gadżet, który powinien poprawić nieco szanse na dobrą zabawę na świeżym powietrzu. Mowa o podręcznej stacji pogodowej, która pokaże bieżący stan pogody i na podstawie tych parametrów poinformuje o najbliższej prognozie.

Radiowy przedłużacz dla DS18B20

Jednym z najpopularniejszych czujników temperatury z interfejsem cyfrowym jest DS18B20. Znalazł zastosowanie w bardzo wielu urządzeniach. Zaprezentujemy układ, który dodatkowo poszerzy wachlarz zastosowań, ponieważ pozwoli na bezprzewodową komunikację z czujnikiem.

Przetwornik DAC z końcówką mocy dla Raspberry Pi

Moduł HAT, który posiada wbudowany przetwornik DAC audio oraz końcówkę mocy 2×8 W ułatwiającą realizację wbudowanych projektów audio takich jak odtwarzacze multimedialne lub info-kioski, bez potrzeby składania aplikacji z kilku oddzielnych modułów. Posiada także wbudowany zasilacz 5 V, 1, 5 A dla Raspberry Pi co umożliwia zastosowanie jednego wspólnego zasilania 12 V dla całego systemu

Sterownik wejść mostka H

Zastosowanie silników prądu stałego o mocy większej niż przewidział producent danego urządzenia może zakończyć się niepowodzeniem z uwagi na niedostateczną wydajność prądową wbudowanego w to urządzenie mostka H. Proponowany układ „przekonwertuje” sygnały z wyjścia mostka H na postać przystosowaną do sterowania innym tego typu układem, o większej mocy.

a ponadto tematy wiodące EP10:

TRANSFORMATORY I ELEMENTY INDUKCYJNE

oraz

MIKROKONTROLERY DO ZADAŃ SPECJALNYCH

Wykaz firm ogłaszających się w tym numerze „Elektroniki Praktycznej”

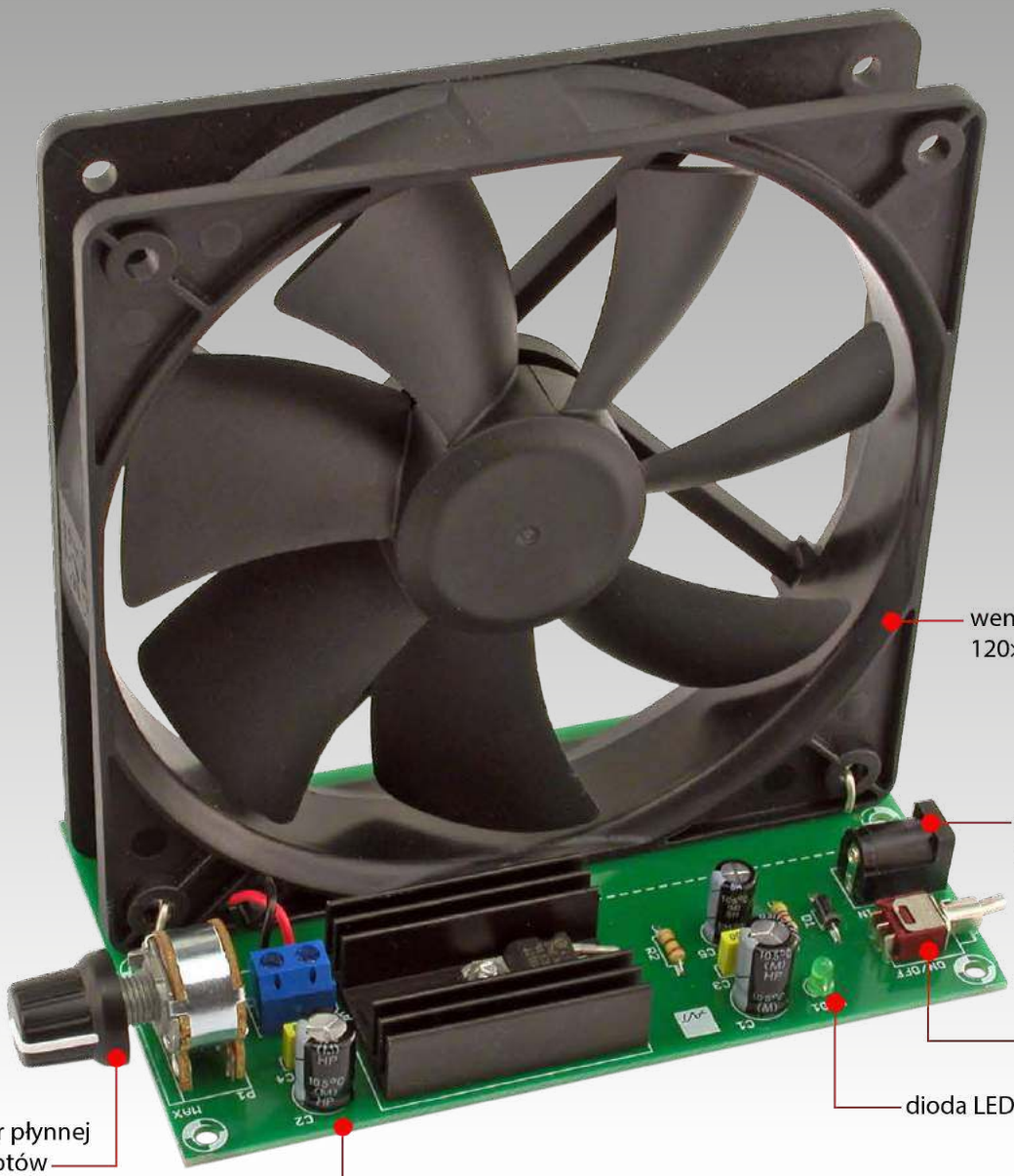
Reklamy stron internetowych na str. 10

AKSOTRONIK 133
ARMEL 133
ARTRONIC 87
BORNICO 6
COMPUTER CONTROLS 15
CONTRANS TI 11, 71
DELTA-OPTI 133
ELMAX 133
FARNELL 136
FERYSTER 10
GAMMA 10
GLYN 86
HAMMOND 27
MICROCHIP 7
PIEKARZ 10
PYFFEL 133
RELPOL 17
RENEX 10
RS COMPONENTS 2, 100
ST MICROELECTRONICS 5, 33, 35, 39, 43
TME 85
UNISYSTEM 84

eprasa.pl 9565ffc9ee

AVT 3215 Sterownik odciągu oparów

Urządzenie umożliwia płynną regulację obrotów wentylatora stosownie do potrzeb, dzięki czemu możliwe jest znaczne zredukowanie wytwarzanego przezeń hałasu.
Rozwiązanie to nie zastąpi dobrego wyciągu, ale w połączeniu z wkładem w postaci filtra węglowego oraz obowiązkowym regularnym przewietrzaniem pomieszczenia pozwoli znacznie zredukować niebezpieczeństwo bezpośredniego wdychania oparów lutowniczych.



Kod handlowy:
AVT3215

sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: 222 578 450 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 9565ffc9ee

Sprawdź nasz największy asortyment od wiodących dostawców

- Produkty w magazynie, gotowe do wysyłki
- Oferta produktowa od etapu projektowania, po utrzymanie ruchu
- Doskonała, lokalna obsługa klienta
- Kwotacje na produkty spoza katalogu i niestandardowe produkty dostosowane do indywidualnych potrzeb klienta

KLEIN TOOLS · CK · Honeywell · OMRON · NXP · ON Semiconductor · maxim integrated · Panasonic

KEYSIGHT TECHNOLOGIES · multicomp PRO · METCAL · Life Is On Schneider Electric · ST life.augmented · VISHAY · RENESAS

MICROCHIP · ROHDE&SCHWARZ · FLUKE · Tektronix · TE · molex · Weller

pl.farnell.com

Farnell AN AVNET COMPANY

eprasa.pl 9565ffc9ee