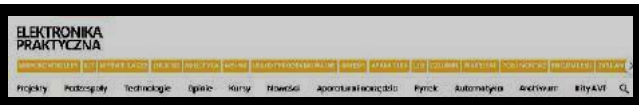
CHEMIA DLA ELEKTRONIKI

www.ep.com.pl

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA +FTP

● Międzynarodowy magazyn elektroników konstruktorów ● Sierpień ● 8/2020 ●



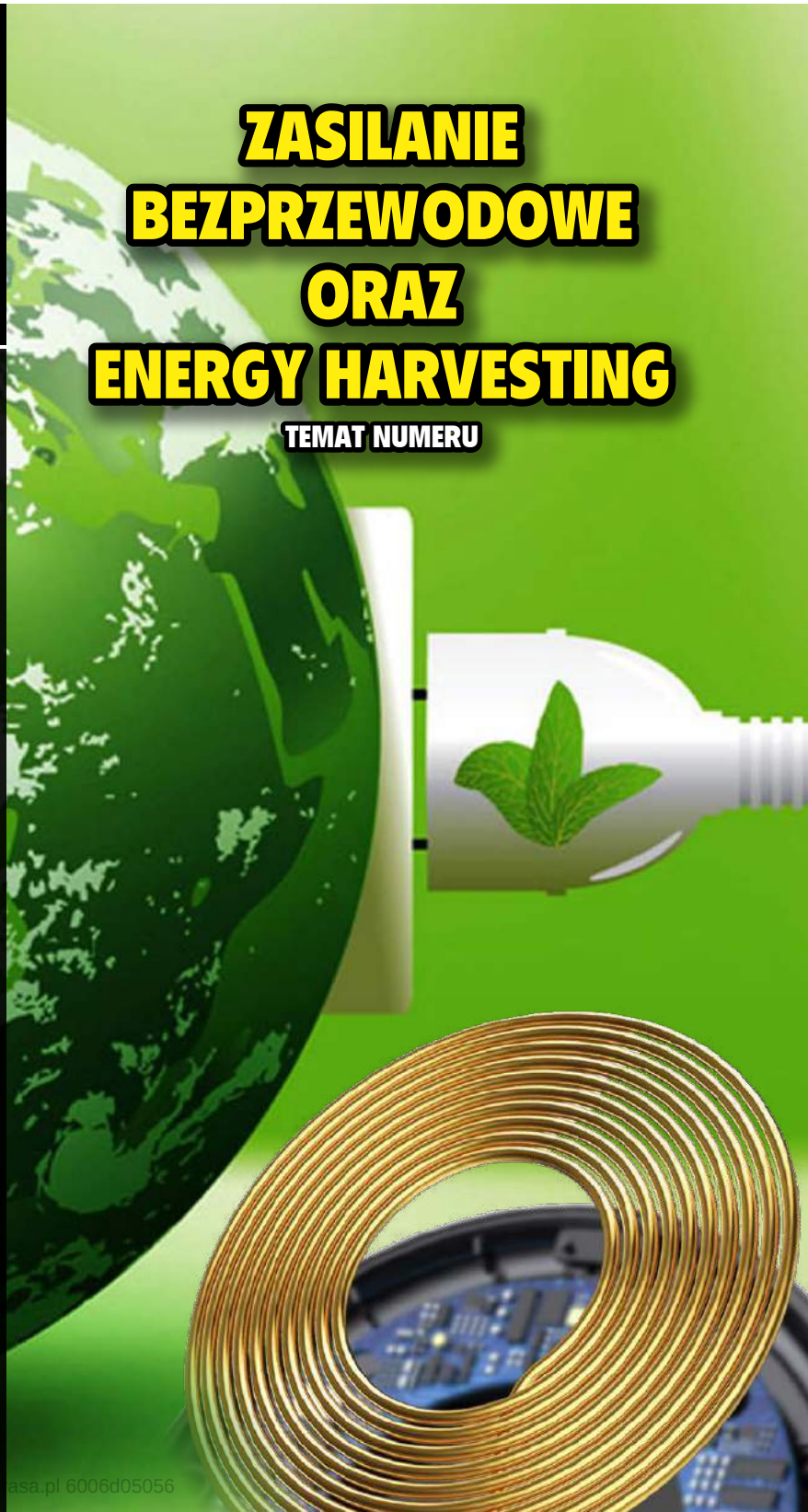
EP W TOKU NA EP.COM.PL

tylko Prenumeratorzy

mają dostęp do artykułów przed ich publikacją w EP

ZASILANIE BEZPRZEWODOWE ORAZ ENERGY HARVESTING

TEMAT NUMERU



inspirujące, użyteczne projekty

Precyzyjny, elektroniczny lokalizator źródła zapylenia • Timer godzinowy • Efekt do gitary z zastosowaniem cyfrowego przetwarzania sygnałów • Climatic II system automatyki klimatyzacji • Translator adresu magistrali I²C • Regulator jasności diod power LED • Adaptery do programowania ATmega8 oraz ATtiny24 • Adapter zasilacza HLK-PM01 • Czerwona latarka LED • Eliminator baterii • Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED z czujnikiem zbliżeniowym • Płytka testowa dla minimodułów • Generator pojedynczego impulsu • Wolnozmienny sterownik taśmy RGB • Moduł przekaźnikowy z gasikami • Programowany przełącznik czasowy • Ogranicznik napięcia zasilającego • Selektor wejść audio z przełącznikiem obrotowym • Stabilizator temperatury do szafki RTV • Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED sterowany włącznikiem

podzespoły, sprzęt, aplikacje

System komunikacji bezprzewodowej z użyciem modułów ESP32 oraz protokołu ESP-MESH • Preparaty do czyszczenia elektroniki • Taśmy i materiały marki 3M • Topniki i spoiwa • Kleje • Środki dezynfekujące • Ładowanie bezprzewodowe • Energy harvesting

tutoriale

Transile czy szybkie klucze? Ochrona czułych wejść analogowych przed przepięciami • Symulacja i pomiar, czyli LTspice i Analog Discovery 2 w rękach konstruktora. Metody Monte Carlo i Worst Case • Jak zabezpieczyć moduły elektroniczne aby działały bezawaryjnie

kursy

Systemy dla Internetu Rzeczy. IoT w czasach pandemii COVID-19 • Eksperymenty z FPGA

18,90 zł (w tym 8% VAT) • PRICE: 8 EUR

ISSN 1230-3526 Indeks 357677

08 >

9 771230 352207

asa.pl 6006d05056

PRENUMERUJ!

Standardowe ceny prenumerat:

- roczna – 207,90 zł (1 wydanie gratis)
- dwuletnia – 340,20 zł (6 wydań gratis)

Po latach nawet **ZA PÓŁ CENY!**

Wieloletni Prenumerator po kilku latach nieprzerwanej prenumeraty zyskuje **DO 50% ZNIŻKI**. Jeśli prenumerujesz EP, wszystkie dane nt. swojej prenumeraty znajdziesz teraz po zalogowaniu na www.avt.pl/prenumerata. Co szczególne ważne – znajdziesz tam również propozycje przedłużenia Twojej prenumeraty, które uwzględniają przysługujące Ci zniżki.

Prenumerata	bez zniżki lojalnościowej	ze zniżką lojalnościową, jeżeli prenumerujesz nieprzerwalnie			
		od roku	od 2 lat	od 3 lat	od 5 lat
roczna	207,90 zł 1 wydanie gratis	189,00 zł 2 wydania gratis	170,10 zł 3 wydania gratis	151,20 zł 4 wydania gratis	
dwuletnia	340,20 zł 6 wydań gratis			283,50 zł 9 wydań gratis	226,80 zł **12 wydań gratis**

PREZENT
do każdej opłaconej prenumeraty:
koszulka lub płyta

E-prenumerata, czyli **NAJSZYBSZY DOSTĘP**

Uzyskaj dostęp do najnowszego numeru – nawet 5 dni przed ukazaniem się pisma w kioskach!

Prenumerata roczna wersji cyfrowej (PDF) kosztuje 151,00 zł (2 e-wydania gratis), dwuletnia – 271,80 zł zł (6 e-wydań gratis).

Prenumeratorzy wersji drukowanej za równoległe e-wydania płacą jedynie 20% ceny: opłata za e-prenumeratę równoległą wynosi 36,20 zł/rok i 72,40 zł/2 lata.

Korzystaj też z innych **przywilejów PRENUMERATORA**

- **prezent** – każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem. W tym numerze są to do wyboru:
  – koszulka z logo EP (rozm. L, XL)
  lub
  – płyta Kate Bush „Hounds of Love".
  Zamów swój prezent mailowo – prenumerata@avt.pl.
- do 50% zniżki w Sklepie AVT (szczegóły na www.avt.pl/klub-elektronika)
- prenumeratorzy mają od 30 do 50% zniżki na zakupy na www.UlubionyKiosk.pl (wystarczy podczas zamówienia powołać się na swój numer prenumeraty)
- jeśli zamawiasz prenumeratę drukowaną na www.avt.pl po raz pierwszy lub przedłużasz ją po zalogowaniu do swojego Panelu Prenumeratora, otrzymasz kody rabatowe na bezpłatne pobranie e-wydań z oferty www.UlubionyKiosk.pl (szczegóły na www.avt.pl)

Zamów prenumeratę EP w dogodny sposób:

• na www.avt.pl • poprzez wpłatę na konto: AVT-Korporacja sp. z o.o.,ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, ING Bank Śląski 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013 • mailowo: prenumerata@avt.pl

Administratorem Twoich danych osobowych jest AVT-Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, prenumerata@avt.pl.

Przetwarzamy Twoje dane, 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 przekazujemy Poczcie Polskiej, która dostarcza 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 6006d05056

Czy jest się o co martwić?

W sierpniu chcemy odpocząć. W sierpniu chcemy poczuć lekkość bytu. Chcemy żyć łatwo, przyjemnie i bez zmartwień. Dobrym zwyczajem EP jest publikowanie w sierpniowym wydaniu wielu łatwych miniprojektów. Chciałbym też dołożyć swoją cegiełkę do budowania nastroju beztroski. Chciałbym przegonić ciemne chmury złowieszczych prognoz.

Media, politycy i kto tam jeszcze straszą nas nadchodzącą recesją gospodarczą i drugą, jesienną falą pandemii. Nie wierzcie im. W naszej branży nie będzie żadnej recesji. Nawet w drugim kwartale, w szczycie pandemii, przemysł elektroniczny notował świetne wyniki. Popatrzmy na statystyki światowej czołówki w produkcji układów scalonych. Dziesiątka największych producentów czipów (foundries) znajduje się w tabeli pierwszej, zaraz za nią, w tabeli drugiej, kolejna dziesiątka zamawiających te czipy firm wytwarzających układy scalone bez własnych linii technologicznych (fabless).

Okazuje się, że odnotowały pokaźne wzrosty wartości produkcji w porównaniu II kwartału rok do roku. W kolejnych kwartałach powinno być jeszcze lepiej. A poza tym, wiele wskazuje na to, że największe gospodarki świata, silnie pobudzane szczodrym dosypywaniem „grosza", gwałtownie odbijają od pandemicznych minimów. Sprawdzają się wcześniejsze prognozy przebiegu kryzysu w kształcie litery V.

A pandemia? No cóż, może nam jeszcze nieźle dokuczyć, ale powiało wielkim optymizmem w sprawie tempa wprowadzania szczepień na COVID-19. Telewizja moskiewska ogłasza, że do końca sierpnia Rosja osiągnie gotowość przystąpienia do masowych szczepień. Zostawmy jednak Rosję z jej wątpliwą wiarygodnością i skandalem wokół hakerskich prób wykradzenia z laboratoriów Zachodu wyników badań nad szczepionką. Doniesienia z wielu laboratoriów wskazują na to, że już za 2…3 miesiące możliwe będzie przystąpienie do masowych szczepień.

Nad szczepionką na COVID-19 pracuje na świecie 140 ośrodków badawczych. Zapewne nie raz słyszeliśmy, że takie prace muszą potrwać wiele lat, a warunkiem certyfikacji są pozytywne rezultaty trzech faz testów. Faza 1 to test szczepionki na małej grupie liczącej kilkadziesiąt osób. Na tym etapie 23 lipca było 19 laboratoriów. Faza 2 to test na grupie kilkuset osób. W końcu lipca na tym etapie badań było 11 laboratoriów. Trzy laboratoria prowadzą już testy dla tysięcy osób, czyli są w fazie trzeciej, której głównym celem jest sprawdzenie, jakie skutki uboczne może wywołać szczepionka. Najbliżej finału prac wydaje się być laboratorium uniwersytetu w Oksfordzie, skąd przekazano w końcu lipca komunikat, że zakończono z sukcesem fazę 3 na grupie 1077 osób, które osiągnęły odporność na wirusa COVID-19, a jedynym skutkiem ubocznym były bóle głowy łatwo uśmierzane paracetamolem. Trwają już przygotowania do produkcji 2 miliardów szczepionek dla Zjednoczonego Królestwa, USA, UE i Indii. Miejmy nadzieję, że mimo niechęci naszego prezydenta do szczepień, Polacy też będą mogli się zaszczepić. Będzie pięknie. Już jest pięknie. Życzę wszystkim Czytelnikom beztroskich urlopów sierpniowych.

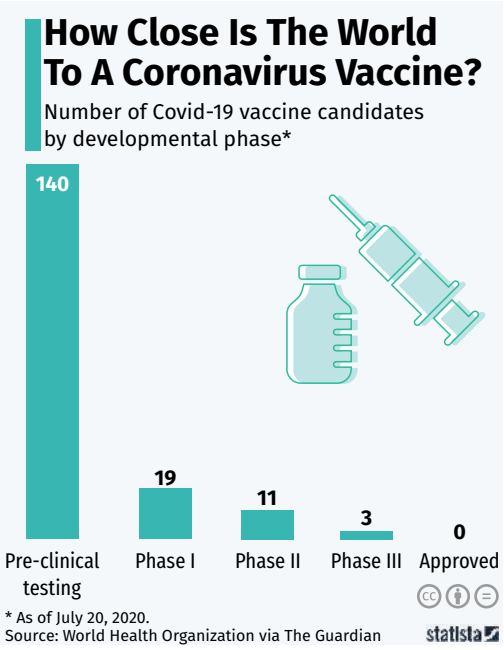
Wiesław Kordecki

Table: Ranking of the Global Top 10 Foundries by Revenue, 2Q20 (Unit: Million USD)

Rank	Foundry	2Q20E	2Q19	YoY
1	TSMC	10,105	7,750	30.4%
2	Samsung	3,678	3,180	15.7%
3	Global Foundries	1,452	1,358	6.9%
4	UMC	1,440	1,162	23.9%
5	SMIC	941	791	19%
6	TowerJazz	310	306	1.3%
7	PSMC	298	174	71%
8	VIS	265	223	18.9%
9	Hua Hong	220	230	–4.4%
10	DB HiTek	193	185	4.6%
Top 10 Total		**18,903**	**15,359**	**23.1%**

Table: 1Q20 Revenue Ranking of Top 10 IC Design Companies (Unit: Million USD)

Rank	Company	1Q20 Revenue	1Q19 Revenue	YoY
1	Qualcomm	4,100	3,722	10.2%
2	Broadcom	4,082	4,183	–2.4%
3	nVidia	2,946	2,110	39.6%
4	MediaTek	2,019	1,710	18.1%
5	AMD	1,786	1,272	40.4%
6	Xilinx	756	828	–8.7%
7	Marvell	702	690	1.8%
8	Novatek	560	485	15.6%
9	Realtek	528	416	26.9%
10	Synaptics	328	334	–1.8%
Top 10 Total		**17,808**	**15,751**	**13.1%**



eprasa.pl 6006d05056

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

Nr 8 (331) • Sierpień 2020

Nie przeocz

Nowe podzespoły ... 6
Koktajl niusów ... 12
Dodaj do obserwowanych ... 15

Projekty soft

Precyzyjny, elektroniczny lokalizator źródła zapylenia ... 19

Projekty

Efekt do gitary z zastosowaniem cyfrowego przetwarzania sygnałów ... 22
Climatic II system automatyki klimatyzacji ... 27

Miniprojekty

Translator adresu magistrali I²C ... 33
Adaptery do programowania ATmega8 oraz ATtiny24 ... 34
Adapter zasilacza HLK-PM01 ... 36
Czerwona latarka LED ... 37
Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED z czujnikiem zbliżeniowym ... 39
Płytka testowa dla minimodułów ... 40
Generator pojedynczego impulsu ... 42
Wolnozmienny sterownik taśmy RGB ... 43
Ogranicznik napięcia zasilającego ... 45
Moduł przekaźnikowy z gasikami ... 47
Selektor wejść audio z przełącznikiem obrotowym ... 48
Stabilizator temperatury do szafki RTV ... 49
Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED sterowany włącznikiem ... 51
Timer godzinowy ... 53
Programowany przełącznik czasowy ... 54
Regulator jasności diod power LED ... 56
Eliminator baterii ... 58

Temat numeru: energy harvesting i ładowanie bezprzewodowe

Energy harvesting – pozyskiwanie energii elektrycznej z otoczenia ... 60
Ładowanie bezprzewodowe ... 68

Prezentacje

Jak zabezpieczyć moduły elektroniczne aby działały bezawaryjnie ... 92

Precyzyjny, elektroniczny lokalizator źródła zapylenia
Latem, zapylenie powietrza jest zazwyczaj podwyższone, ale wokół nas jest także wiele źródeł niebezpiecznych dla zdrowia pyłów PM2,5. Opisane poniżej proste urządzenie pozwala nie tylko je wykrywać i mierzyć ich zawartość w powietrzu, ale także lokalizować ich źródła.

Wybór konstruktora:

Preparaty do czyszczenia elektroniki ... 84
Taśmy i materiały dla elektroniki marki 3M ... 87
Topniki i spoiwa w elektronice ... 90
Kleje dla elektroniki ... 94
Środki dezynfekujące ... 98

Notatnik konstruktora

Symulacja i pomiar, czyli LTspice i Analog Discovery 2 w rękach konstruktora (13). Metody Monte Carlo i Worst Case ... 74
System komunikacji bezprzewodowej z użyciem modułów ESP32 oraz protokołu ESP-MESH (1) ... 100

Poradnik implementacji

Transile czy szybkie klucze? Ochrona czułych wejść analogowych przed przepięciami (1) ... 81

Kursy

Eksperymenty z FPGA (9) ... 103
Systemy dla Internetu Rzeczy (40). IoT w czasach pandemii COVID-19 ... 107

Prenumerata ... 2
Od wydawcy ... 3
Konkurs ... 67
KAP ... 83
Kramik i rynek ... 114
Hity następnego numeru ... 115

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

Szczegóły na stronie 21

eprasa.pl 6006d05056

Nowe podzespoły do systemów zasilania

ST1PS02 – programowany konwerter DC/DC

- bardzo mały pobór energii (I_Q=0,5 µA)
- wydajność prądowa 400 mA @V_{OUT}=1,0…3,3 V
- średnia sprawność konwersji 92%
- klucz rozładowujący pojemności w obciążeniu
- dynamiczne ustawianie wartości napięcia wyjściowego (8 wartości, krok 50 mV lub 100 mV)
- nie wymaga zewnętrznej diody Schottky'ego
- zintegrowany klucz prądowy push-pull 100 mA
- wyjście POWER-GOOD
- obudowa TQFN12 (1,7×2,0 mm)

L6983 – przemysłowy konwerter DC/DC

- bardzo mały pobór energii (I_Q=17 µA)
- zakres napięcia zasilającego 3,5…38 VDC
- wydajność prądowa 3 A
- częstotliwość kluczowania 200 kHz…2,3 MHz
- nie wymaga zewnętrznej diody Schottky'ego
- możliwość pracy z ditheringiem EM
- dwa tryby pracy: LCM i LNM
- system soft-startu
- zintegrowana ochrona przeciążeniowa i nadnapięciowa
- obudowa QFN16

LED1202 – inteligentny, 12-kanałowy sterownik LED

- bardzo mały pobór energii (I_Q=8 µA/I_{DD}=0,8…2 mA)
- 12 niezależnych kanałów wyjściowych dla LED
- interfejs I^2C (1,8/3,3 V) z dwiema liniami adresowymi
- wbudowana pamięć generowanych wzorów
- zintegrowane programowane źródła prądowe
- wyjścia chronione przed przeciążeniem
- przełączanie LED z przesunięciem fazy
- obudowy: WLCSP20/QFN20

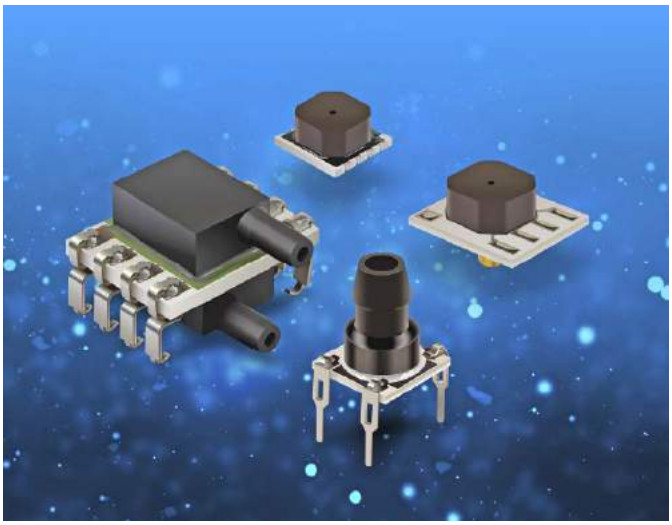
www.st.com

life.augmented

eprasa.pl 6006d05056

nowe podzespoły

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



Czujniki ciśnienia MEMS o krótkim czasie odpowiedzi i bardzo dobrej stabilności długoterminowej

Firma Bourns powiększa ofertę czujników ciśnienia produkowanych w technologii MEMS o cztery nowe rodziny układów: BPS310, BPS320, BPS330 i BPS340. Obejmują one tanie czujniki charakteryzujące się krótkim czasem odpowiedzi, dużą rozdzielczością i bardzo dobrą stabilnością długoterminową. Ze względu na dużą rozpiętość zakresów pomiarowych i konfiguracji mogą znaleźć szeroki zakres zastosowań w przemyśle i aparaturze medycznej.

Czujniki serii BPS310, występujące w wersjach do pomiaru ciśnienia absolutnego i różnicowego, są przeznaczone do aplikacji wymagających dużej czułości i dokładności przy pomiarze bardzo małych ciśnień z zakresu już od 0,15 psi. Mogą być wykorzystywane do pomiaru ciśnienia powietrza i suchych gazów niekorozyjnych m.in. w instalacjach HVAC, maszynach pakujących oraz w sprzęcie diagnostycznym i analitycznym. Są produkowane w obudowach SMD o wymiarach 12,7×10,2×8,4 mm.

Miniaturowe czujniki serii BPS320, zamykane w obudowach SMD o powierzchni 6,4×6,4 mm, są przeznaczone do pomiaru ciśnienia absolutnego i manometrycznego. Występują w 5 wersjach o zakresie pomiarowym od 15 do 500 psi. Podobnie jak w przypadku BPS310, mogą być wykorzystywane do pomiaru ciśnienia powietrza i suchych gazów niekorozyjnych.

Czujniki serii BPS330 są przystosowane do montażu przewlekanego. Ich powierzchnia montażowa wynosi 8,1×7,6 mm. Opcjonalnie mogą być wyposażone w ceramiczny „komin" oraz pokrycie żelowe zabezpieczające przed kondensacją wilgoci. W ramach serii BPS330 dostępnych jest 5 typów czujników o zakresie pomiarowym od 5 do 60 psi. Na tle pozostałych serii wyróżniają się one możliwością pracy w wyższej temperaturze otoczenia do maksymalnie +125°C.

Czujniki BPS340 występują w trzech wersjach o zakresach pomiarowych 15, 100 i 500 psi. W odróżnieniu od pozostałych, zawierają na dolnej powierzchni obudowy dodatkowy port umożliwiający pomiar ciśnienia w niektórych typach mediów o działaniu korozyjnym. Są produkowane w obudowach do montażu SMT o powierzchni 9,0×7,7 mm.

http://bit.ly/3716t51

REKLAMA

OBWODY DRUKOWANE

- płytki jednostronne i dwustronne
- płytki na podłożu aluminiowym
- testy elektryczne płytek
- pokrycia płytek: cyna, cyna/ołów, złoto

Faldruk s.c.

Faldruk s.c., 05-462 Emów, ul. Wiązowska 2E
tel. +48 22 872 43 01, 612 67 76, +48 698 468 850
biuro@faldruk.pl, www.faldruk.pl

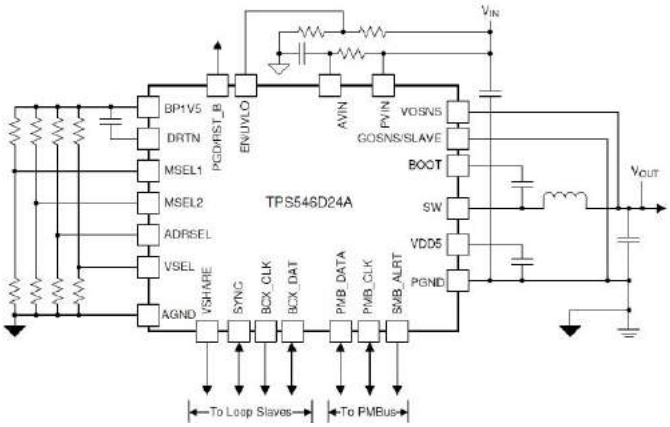
SITODRUK NA OBUDOWACH

Zaawansowane oscylatory OCXO z wewnętrznym odbiornikiem GNSS

Zaawansowane oscylatory OCXO serii IQCM-112 zawierają wewnętrzny odbiornik GNSS (GPS, GLONASS, BEIDOU, GALILEO) z wyjściem 1PPS, wyjście OCXO 10 MHz oraz gniazdo SMA do podłączenia zewnętrznej anteny. Podczas normalnej pracy synchronizują się z sygnałem GNSS, a w razie utraty sygnału są przełączane w tryb holdover, zapewniający zachowanie dokładności wynoszącej 1,5 µs w czasie 24 godzin, co zapewnia wbudowany algorytm adaptacyjny. Po przywróceniu sygnału GNSS przechodzą w zwykły tryb pracy. Układy te są zamykane w 14-wyprowadzeniowych obudowach o powierzchni 60×60 mm. Występują w wersjach na dwa zakresy dopuszczalnej temperatury pracy: –20…+75°C i –40…+85°C. Pracują z napięciem zasilania 5 V, pobierając maksymalnie 2 A prądu podczas nagrzewania i 1 A w stanie stabilnym.

https://bit.ly/2Bebz3e

eprasa.pl 6006d05056



40-amperowy konwerter DC-DC do zasilania układów FPGA i mikroprocesorów

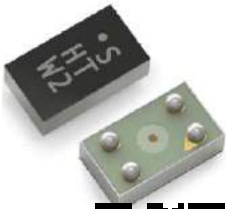
Do oferty konwerterów DC-DC rodziny SWIFT firma Texas Instruments wprowadza nowy model TPS546D24A, mogący pracować z prądem wyjściowym o natężeniu nawet do 40 A w temperaturze otoczenia do +85°C. Jest to konwerter nieizolowany, wyposażony w interfejs PMBus do konfiguracji i monitorowania parametrów pracy, w tym napięcia i prądu wyjściowego oraz temperatury wewnętrznej. Zawiera wbudowane tranzystory MOSFET, co w zestawieniu z małymi gabarytami obudowy pozwala zrealizować układ zasilania na małej powierzchni płytki drukowanej. TPS546D24A akceptuje napięcia wejściowe z zakresu od 2,95 do 16 V i umożliwia programowanie napięcia wyjściowego w zakresie od 0,25 do 6 V za pomocą interfejsu PMBus i dzielnika rezystorowego, zapewniając przy tym dokładność lepszą od 0,1%. Duża częstotliwość taktowania, mogąca wynosić maksymalnie 1,5 MHz, pozwala na zmniejszenie o 1/3 pojemności i indukcyjności zewnętrznych w porównaniu z innymi podobnymi konwerterami. Aby zminimalizować negatywny wpływ na sprawność, co typowo wiąże się użyciem dużej częstotliwości przełączania, w układzie zastosowano tranzystor MOSFET low-side o bardzo małej rezystancji drenu, wynoszącej 0,9 mΩ.

Istnieje możliwość łączenia równoległego do 4 konwerterów TPS546D24A, co pozwala na realizację systemów zasilania o sumarycznej wydajności prądowej 160 A.

TPS546D24A jest zamykany w obudowie QFN-40 o powierzchni montażowej 7×5 mm. Producent przygotował do tego układu zestaw ewaluacyjny (ozn. TPS546D24AEVM) w cenie 199 USD. Dostępne są też warianty 20- i 10-amperowe o oznaczeniach odpowiednio TPS546B24A i TPS546A24A.

http://bit.ly/2kuoTZ9

Cyfrowy czujnik temperatury i wilgotności o korzystnym współczynniku parametrów do ceny



Cyfrowy czujnik temperatury i wilgotności SHTW2 firmy Sensirion zapewnia dużą dokładność pomiaru przy niskiej cenie. Jest czujnikiem 2. generacji, zamykanym w obudowie WLCSP (1,3×0,7×0,5 mm) o siedmiokrotnie mniejszej objętości niż wcześniejsze wersje w obudowach DFN. Bazuje na opracowanej przez Sensirion technologii CMOSens, pozwalającej na umieszczenie na pojedynczym chipie kompletnego toru pomiarowego obejmującego pojemnościowy czujnik

REKLAMA

COMPUTER CONTROLS

Autoryzowany dystrybutor Altium w Polsce

ALTIUM DESIGNER 20

W Altium Designer 20:

- Automatyczna kompilacja schematu
- Ulepszony panel Properties
- Nowy silnik symulacji Spice
- Wyrównywanie ścieżek w oparciu o czas propagacji
- Prowadzenie ścieżek łukami pod dowolnym kątem
- Nowe reguły Creepage Distance i Return Path
- BOM i PDF3D dla całego projektu wielopłytkowego

Evertiq Expo Kraków, 24 września 2020, stoisko nr. 105

Promocja 1 000 zł mniej za kurs kompleksowy Altium Designer 20

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

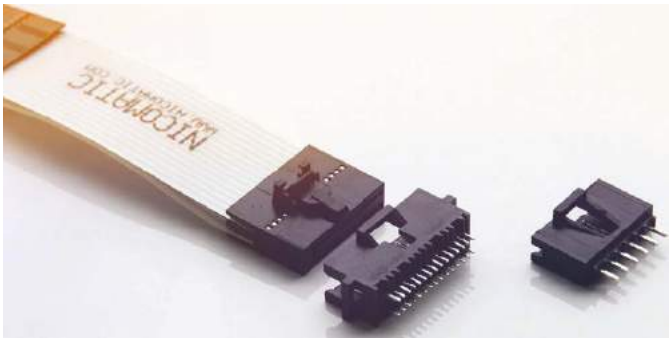
eprasa.pl 6006d05056

Parametr	Pomiar wilgotności	Pomiar temperatury
Tolerancja	typ. ±3,0%RH	typ. ±0,3°C
Powtarzalność	0,1%RH	0,1°C
Rozdzielczość	0,01%RH	0,01°C
Histereza	±1%RH	–
Zakres pomiaru	0...100%RH	–30...+100°C
Czas odpowiedzi (tau=63%)	8 s (25°C, przepływ powietrza 1 m/s)	od <5 do 30 s (w zależności od przewodności cieplnej podłoża)
Dryft długoterminowy	<0,25%RH/rok	<0,02°C/rok

wilgotności, czujnik temperatury typu bandgap, analogowy i cyfrowy układ przetwarzania sygnału, przetwornik A/C, pamięć współczynników kalibracyjnych oraz cyfrowy interfejs komunikacyjny z obsługą trybu I²C fast.

SHTW2 mierzy wilgotność względną w zakresie od 0 do 100% RH i temperaturę w zakresie od –30 do +100°C, zapewniając dokładność wynoszącą typowo ±3%RH i ±0,3°C. Pracuje z napięciem zasilania 1,8 V i pobiera średnio 2 μW mocy przy pomiarach realizowanych w 1-sekundowych odstępach. Czas odpowiedzi czujnika wynosi typowo 8 s dla pomiaru wilgotności oraz 5…30 s (w zależności od przewodności cieplnej podłoża) dla pomiaru temperatury.

http://bit.ly/2PQbZRm



Złącza płytka–kabel FPC z opatentowanym systemem kontaktów CrimpFlex

Oferta firmy Nicomatic obejmuje obecnie pełną gamę złączy płytka–-kabel FPC z opatentowanym systemem kontaktów CrimpFlex, spełniających najbardziej rygorystyczne wymogi mechaniczne i elektryczne. Dzięki 6-punktowemu przebiciu taśmy sygnałowej – co jest podstawą opracowanego patentu – zapewniają one dużą wytrzymałość mechaniczną i pewny kontakt elektryczny. Zastosowane tu kontakty umożliwiają przebicie różnego rodzaju materiałów izolacyjnych, w tym poliestru, FR4, poliimidu i PTFE. Są dostępne w wersjach o rozstawie kontaktów 1,27 mm i 2,54 mm, męskich, męskich typu solder tab i żeńskich (Hi-Flex, low insertion force i high insertion force).

Oprawki złączy CrimpFlex są produkowane z niepalnego tworzywa termoplastycznego wzmacnianego włóknem szklanym. Występują w wykonaniach jedno- i dwurzędowych, zawierających 2…50 kanałów w przypadku wersji o rozstawie wyprowadzeń 2,54 mm oraz 4…100 kontaktów w przypadku wersji 1,27 mm.

https://bit.ly/3jlWgXx

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

80-woltowe tranzystory MOSFET do zasilaczy i przetwornic o dużej sprawności

Toshiba Electronics Europe powiększa ofertę tranzystorów MOSFET o dwa tranzystory n-kanałowe o napięciu znamionowym 80 V. TPH2R408QM i TPN19008QM to tranzystory zrealizowane w nowym procesie U-MOSX-H, przeznaczone do zastosowań w zasilaczach sieciowych i konwerterach DC-DC o dużej sprawności energetycznej. W porównaniu z 80-woltowymi tranzystorami produkowanymi na bazie wcześniejszego procesu U-MOSVIII-H wykazują mniejszą o około 40% rezystancję $R_{DS(on)}$, wynoszącą maksymalnie 19 mΩ dla TPN19008QM i 2,43 mΩ dla TPH2R408QM (dla V_{GS}=10 V). Dzięki optymalizacji wewnętrznej struktury zapewniają ponadto mniejszy o odpowiednio 15% i 31% ładunek bramki i ładunek wyjściowy, co czyni je jednymi z najbardziej energooszczędnych tego typu tranzystorów dostępnych na rynku.

Oba tranzystory mogą pracować przy temperaturze kanału sięgającej +175°C. TPN19008QM charakteryzuje się maksymalnym prądem drenu wynoszącym 34 A i jest zamykany w obudowie TSON o powierzchni 3,3×3,3 mm, natomiast TPH2R408QM charakteryzuje się maksymalnym prądem drenu 120 A i jest zamykany w obudowie SOP o powierzchni 6,0×5,0 mm.

http://bit.ly/2FVrsKD

Cewki SMD z kwalifikacją AEC-Q200 do tłumienia zaburzeń elektromagnetycznych

Wurth Elektronik powiększa ofertę komponentów pasywnych z kwalifikacją AEC-Q200 Grade 1 o nową serię cewek indukcyjnych przeznaczonych do tłumienia zaburzeń elektromagnetycznych w podsystemach samochodowych. Są to cewki z rdzeniem prętowym, przystosowane do montażu SMT. Mogą

eprasa.pl 6006d05056

Oznaczenie	Wymiary (∅D×L)	L (µH)	IR (A)	ISAT (A)	RDC (mΩ)	fRES (MHz)
7847227027	∅ 6,5×14,9 mm	2,72	10	18	6,4	120
7847227010	∅ 7,1×15 mm	1,0	22,5	29	2	213
7847229020	∅ 9,3×18 mm	1,96	15	39	2,4	134
7847232045	∅ 11,5×25 mm	4,45	12	45	3,8	40

pracować w temperaturze otoczenia od –40 do +150°C. Seria WE-RCIS obejmuje cztery typy cewek o indukcyjności od 1,0 do 4,45 µH oraz o prądzie znamionowym od 10 A do 22,5 A. Ich wymiary wynoszą od ∅ 6,5×14,9 mm do ∅ 11,5×25 mm. Długie wyprowadzenia o dużej powierzchni lutowania zapewniają odporność na silne udary i wibracje.

http://bit.ly/2KsKsmq

Najmniejszy na rynku termistor PTC w obudowie 0201

Murata wprowadza do masowej produkcji najmniejszy na rynku termistor PTC o oznaczeniu PRG03B-C181QB6RL, zamykany w obudowie SMD rozmiaru 0201 (0,6×0,3×0,3 mm). Został zaprojektowany specjalnie do zastosowań w urządzeniach mobilnych o dużym stopniu upakowania podzespołów. Charakteryzuje się mniejszą o 80% objętością i mniejszą o 70% powierzchnią montażową od wcześniejszej wersji, zamykanej w obudowie 0402. Został wyprodukowany na bazie unikalnego materiału ceramicznego, zapewniającego stabilne parametry w długim okresie. PRG03B-C181QB6RL nadaje się do pracy w zakresie temperatury otoczenia od –20 do +60°C.

Ważniejsze parametry:

- maks. napięcie pracy: 13 V,
- prąd hold: 14 mA @ +25°C (8 mA @ +60°C),
- prąd trip: 36 mA @ +25°C (46 mA @ –20°C),
- prąd maksymalny: 93 mA,
- rezystancja: 180 Ω @ +25°C,
- zakres temperatury pracy: od –20 do +60°C.

http://bit.ly/2MJM9NK

Autonomiczny kontroler ładowania do 5-woltowych urządzeń z gniazdem USB-C

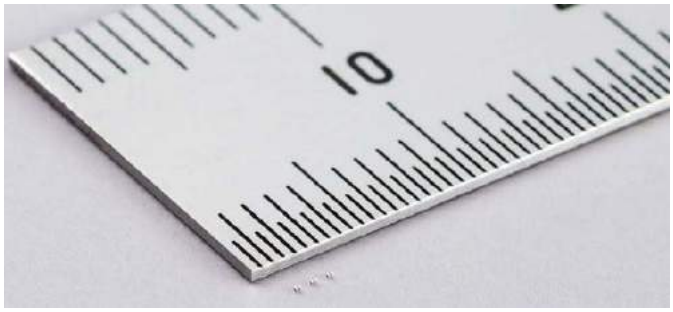
Standard USB-C szybko wypiera stosowane dotąd kable Micro-B i Mini-B do transmisji danych i zasilania ze względu na oferowane zalety, w tym obsługę większej mocy ładowania, możliwość obustronnego montażu wtyczki w gnieździe oraz większą odporność mechaniczną, sięgającą nawet 10 tys. cykli. Firma STMicroelectronics zaprojektowała nowy typ kontrolera ładowania USB-C, przeznaczonego do zastosowań w aplikacjach niskonapięciowych, takich jak głośniki Bluetooth, akcesoria komputerowe, punkty dostępowe Wi-Fi, terminale płatnicze czy instalacje oświetleniowe.

STUSB4500L nie wymaga tworzenia oprogramowania ani współpracy z mikrokontrolerem, co znacznie ułatwia jego implementowanie w urządzeniach docelowych. Jest przeznaczony do zastosowań w urządzeniach ładowanych i zasilanych napięciem 5 V. Nie wymaga dodatkowego źródła zasilania poza napięciem linii VBUS z urządzenia wejściowego.

STUSB4500L charakteryzuje się zerowym prądem upływu, dzięki czemu nie obciąża akumulatora urządzenia w trybie pasywnym. Zawiera wejściowe zabezpieczenie nadnapięciowe, stanowiące ochronę urządzenia zasilanego w przypadku podłączenia niewłaściwego źródła, np. 20-woltowego zasilacza USB PD AC. Ponadto oferuje funkcję dead battery, zapewniającą poprawną identyfikację rozładowanego akumulatora przez urządzenie wejściowe, funkcję cold-socket, utrzymującą wejściowy przełącznik VBUS w stanie otwartym do momentu pojawienia się na wejściu stabilnego napięcia 5 V oraz error-recovery, zapewniającą poprawny restart po wystąpieniu błędu.

Kontroler STUSB4500L jest zamykany w obudowach QFN-24 (4×4 mm) i CSP-25 (2,6×2,6 mm). Projektowanie rozwiązań prototypowych ułatwia zestaw ewaluacyjny EVAL-SCS002V1, zawierający komplet podzespołów zamontowanych na powierzchni zaledwie 2,5 cm². Niezbędne biblioteki PCB są dostępne bezpłatnie do pobrania na stronie ***www.st.com***.

http://bit.ly/2qGiv3B



Pierwszy na rynku kondensator MLCC o pojemności 0,1 µF w obudowie rozmiaru 0201

Do oferty firmy Murata wchodzi pierwszy na rynku kondensator ceramiczny MLCC o pojemności 0,1 µF, zamykany w obudowie 0201 o powierzchni zaledwie 0,25×0,125 mm. Jego objętość jest mniejsza o 80% od wcześniejszych odpowiedników o tej pojemności, zamykanych w obudowach 01005. Z kolei pojemność zwiększono 10-krotnie w stosunku do wcześniejszych kondensatorów tego rozmiaru, znajdujących się już w masowej produkcji. Model GRM011R60J104M został wykonany na bazie dielektryka X5R. Charakteryzuje się napięciem znamionowym 6,3 V i zakresem dopuszczalnej temperatury pracy od –55 do +85°C.

http://bit.ly/2MJM9NK

eprasa.pl 6006d05056

Bufory zegarowe o małym błędzie jitteru do samochodowych systemów ADAS

Nowe układy buforów zegarowych PI6C-49CB01Q/02Q/04xQ firmy Diodes charakteryzują się małym błędem jitteru, wynoszącym od 0,1 ps RMS i małą różnicą faz sygnałów pomiędzy wyjściami (od 25 ps). Zostały zaprojektowane do zastosowań w samochodowych systemach wspomagania kierowcy (ADAS) i informacyjno-rozrywkowych. Uzyskały kwalifikację AEC-Q100 Grade 2 oznaczającą możliwość pracy w zakresie temperatury otoczenia od –40 do +105°C. Występują w wersjach z jednym/dwoma/czterema wyjściami LVCMOS/LVTTL oraz z pojedynczym lub różnicowym wejściem LVPECL/LVDS/LVHSTL/SSTL/HCSL. Mogą pracować z maksymalną częstotliwością sygnału wyjściowego równą 360 MHz. Są zamykane w obudowach SO-8.

http://bit.ly/2PVBwYT

Kondensatory polimerowe o grubości 1 mm odporne na duże prądy tętnień

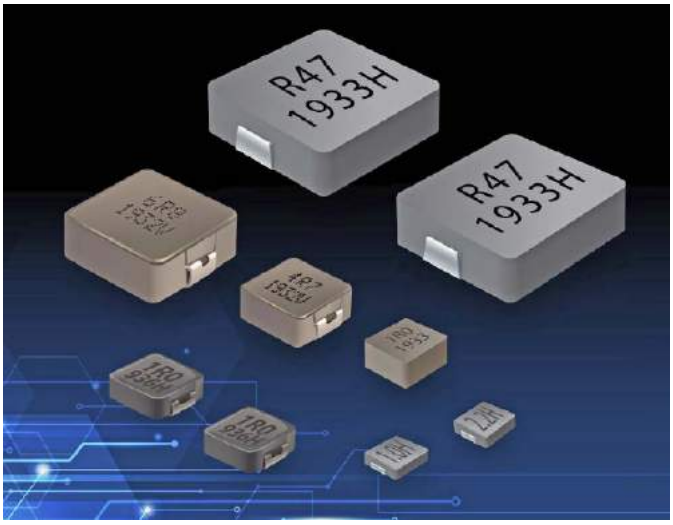
Najnowsze polimerowe kondensatory elektrolityczne serii PPC z oferty firmy Cornell Dubilier wyróżniają się odpornością na duże prądy tętnień i bardzo małą grubością, wynoszącą zaledwie 1 mm. Ponadto ich zaletą jest zastosowana technologia pakowania, pozwalająca optymalnie wykorzystać dostępną przestrzeń dzięki możliwości uzyskiwania dowolnych kształtów i rozmiarów. Kondensatory PPC charakteryzują się bardzo małą rezystancją ESR, dużą pojemnością i dużym dopuszczalnym prądem tętnień w stosunku do objętości. Mogą pracować w zakresie temperatury otoczenia od –55 do +125°C przy maksymalnych wibracjach 10 g i udarach mechanicznych do 100 g. Ich czas życia wynosi 2000 godzin w temperaturze pracy +125°C.

Obecnie w ofercie Cornell Dubilier dostępne są trzy wersje standardowe:

1. PPC203M6R3FG2SAA (20000 µF/6,3 V),
2. PPC123M010FG2SAA (12000 µF/10 V),
3. PPC802M016FG2SAA (8000 µF/16 V).

Wszystkie charakteryzują się maksymalną rezystancją ESR wynoszącą 0,01 Ω @ 25°C na częstotliwości 120 Hz i 0,006 Ω @ 25°C na częstotliwości 20 kHz. Maksymalny prąd tętnień wynosi 16 A RMS @ 120 Hz i 18 A RMS @ 20 kHz. Wymiary wszystkich trzech modeli są jednakowe (159×127×1 mm). Firma Cornell Dubilier planuje rozszerzenie w najbliższym czasie serii PPC o kondensatory o większych napięciach znamionowych. Kondensatory PPC mogą być też produkowane na indywidualne zamówienia w zakresie pojemności i napięć dostępnych dla wersji standardowych.

http://bit.ly/2sGgW6U



Wysokoprądowe cewki ekranowane 0,1...33 µH o dużej gęstości prądu

Oferta cewek indukcyjnych SRP firmy Bourns powiększyła się o 9 nowych modeli charakteryzujących się dużą gęstością prądu i możliwością pracy w szerokim zakresie temperatury nawet do +180°C. Nadają się one do pracy w aplikacjach wysokoprądowych, wymagających niewielkich cewek o ekranowanej konstrukcji, generujących małe pole elektromagnetyczne. Zawierają w zależności od wersji uzwojenie nawinięte okrągłym lub płaskim drutem i rdzeń wykonany ze sproszkowanego stopu metalu na bazie żelaza. Wykazują mały przydźwięk akustyczny i bardzo dobrą stabilność w funkcji temperatury.

Cewki serii SRP1040VA i SRP6030VA zostały wykonane na bazie nowo opracowanego proszku ze stopu metalu i zawierają uzwojenie z emaliowanego, miedzianego drutu o przekroju okrągłym. Nadają się do pracy w zakresie temperatury do +180°C (wliczając w to efekt samonagrzewania). Uzyskały kwalifikację AEC-Q200. Mogą być stosowane w wielu aplikacjach wysokotemperaturowych wymagających podzespołów o dużej niezawodności, których przykładem mogą być systemy oświetleniowe z diodami LED, przetwornice DC-DC i zasilacze sieciowe. Cewki te są produkowane na zakres indukcyjności od 0,47 do 22 µH.

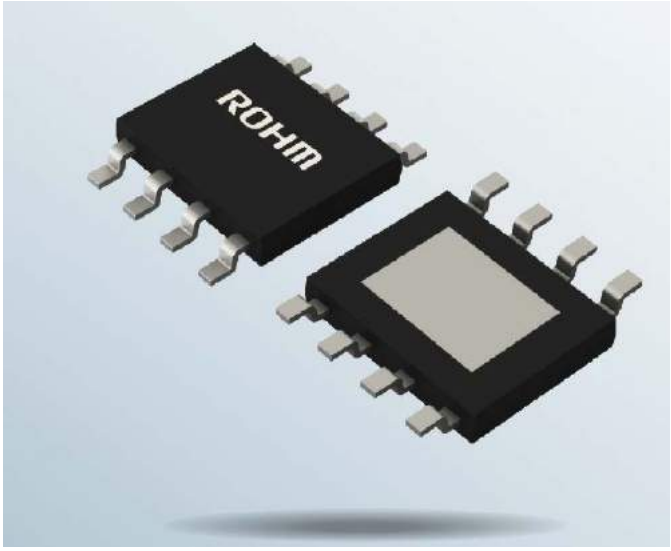
Cewki SRP4018FA zawierają uzwojenie płaskie o bardzo małej rezystancji DC. Dzięki temu wytwarzają mniej ciepła, zwłaszcza przy pracy w przetwornicach napięcia o dużym prądzie przewodzenia. Są produkowane w wersjach o indukcyjności od 0,33 do 1,2 µH. Ich zakres temperatury pracy rozciąga się od –55 do +155°C. Uzyskana kwalifikacja AEC-Q200 potwierdza ich dużą niezawodność.

Dodatkowo nowa oferta obejmuje cewki SRP1245C, SRP1265C, SRP3012C, SRP3020C, SRP5020C i SRP5030C z uzwojeniem z drutu

eprasa.pl 6006d05056

o przekroju okrągłym. Są to tanie cewki do zastosowań komercyjnych, mogące znaleźć zastosowanie w produktach wytwarzanych w dużych seriach, niewymagających kwalifikacji AEC-Q200. Są one produkowane na zakres indukcyjności 0,1…33 μH i mogą pracować w temperaturze otoczenia od –40 do +125°C.

http://bit.ly/3716t51



Wzmacniacze głośnikowe 2,8 W do nowoczesnych instalacji samochodowych

Wprowadzane w ostatnich latach innowacje w branży motoryzacyjnej, takie jak systemy autonomicznego kierowania i ADAS, wymagają generowania różnorodnych dźwięków sygnalizacyjnych i ostrzegawczych, np. podczas zjeżdżania z pasa lub manewrowania w pobliżu przeszkód. Zamiast tradycyjnych przekaźników sterujących elektronicznymi brzęczykami emitującymi dźwięki ostrzegawcze, coraz częściej wykorzystywane są do tego celu wzmacniacze głośnikowe współpracujące z mikrokontrolerem. Problemem w tego typu układach było dotąd zapewnienie dostatecznej głośności komunikatów dźwiękowych.

Firma Rohm rozwiązuje ten problem, wprowadzając na rynek trzy nowe wzmacniacze serii BD783xxEFJ-M, przeznaczone do generowania różnego typu dźwięków sygnalizacyjnych (np. kierunkowskazów), ostrzegawczych i wskazówek głosowych. BD78306EFJ-M, BD78310EFJ-M i BD78326EFJ-M to wzmacniacze o maksymalnej mocy wyjściowej 2,8 W, różniące się wewnętrznym wzmocnieniem wynoszącym odpowiednio +6 dB, +10 dB i +26 dB.

W konwencjonalnych układach zabezpieczenia nadprądowego ograniczany jest maksymalny sygnał wyjściowy, ponieważ poziom progowy układu zabezpieczającego musi być ustawiony poniżej wartości odpowiadającej maksymalnemu prądowi wyjściowemu, dostarczanemu do głośnika. Nowa metoda realizacji zabezpieczenia nadprądowego, opracowana w układach firmy Rohm, zapewnia odporność na zwarcie wyjścia, a równocześnie umożliwia bezpieczną, stabilną pracę układu bez obcinania przebiegu wyjściowego nawet przy dużej mocy wyjściowej (2,8 W @ 4 Ω przy zniekształceniach na poziomie 10%).

Wzmacniacze BD783xxEFJ-M uzyskały kwalifikację AEC-Q100 i mogą pracować w temperaturze otoczenia do +105°C. Są produkowane w obudowach HTSOP-J8 o bardzo dobrych właściwościach termicznych, zapewniając stabilny sygnał audio również w ciężkich warunkach pracy. Oprócz zabezpieczenia nadprądowego zawierają też zabezpieczenie termiczne i podnapięciowe, zapobiegające uszkodzeniom w wyniku przegrzania i chwilowego spadku napięcia wejściowego.

http://bit.ly/2r2c2zY

Miniaturowy czujnik ciśnienia barometrycznego do systemów lokalizacji wewnątrz budynków

BMP390, najnowszy czujnik ciśnienia barometrycznego firmy Bosch Sensortec, zapewnia dużą dokładność przy śledzeniu wysokości za pomocą smartfonów i innych urządzeń przenośnych. Dzięki zwiększonej rozdzielczości pomiaru w stosunku do poprzednika, pozwala mierzyć zmiany wysokości poniżej 10 cm. Dzięki temu nadaje się do zastosowań w systemach lokalizacji wewnątrz budynków, w których może współpracować np. z 6-osiowym czujnikiem inercyjnym BHI160BP. Innym obszarem zastosowań są liczniki spalonych kalorii, w których zastosowanie tego typu układu pozwala wykryć poruszanie się użytkownika w dół, pod górę czy też podnoszenie ciężarów podczas treningu fitness.

BMP390 zapewnia dokładność względną na poziomie ±0,03 hPa, większą od innych tego typu czujników dostępnych na rynku. Jego dokładność bezwzględna wynosi ±0,5 hPa. Tak dobre parametry układ zawdzięcza poprawieniu stabilności temperaturowej, małemu dryftowi i małym szumom. Ponadto charakteryzuje się on dużą stabilnością temperaturową w całym zakresie dopuszczalnej temperatury pracy (0…+65°C) i ciśnienia (700…1100 hPa). Współczynnik TCO układu wynosi średnio ±0,6 Pa/K. Średnia wartość szumu to typowo 0,9 Pa.

BMP390 jest produkowany w obudowie SMD o wymiarach 2,0×2,0×0,75 mm. Pobiera typowo 3,2 μA prądu przy częstotliwości próbkowania 1 Hz.

https://bit.ly/32AMrz5

REKLAMA

ZAJRZYJ NA TE STRONY

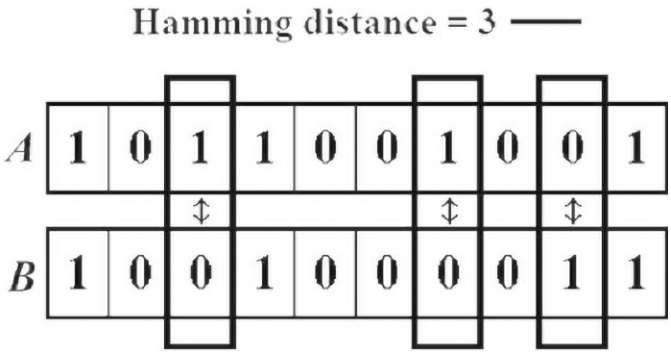
renex www.renex.com.pl
renex www.ipctraining.pl
renex www.renexline.pl

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

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

eprasa.pl 6006d05056

koktajl niusów



O „odległości" słów parę

Jednak o innej niż się zdaje. Mowa o mierze pozwalającej stwierdzić, w jakim stopniu różnią się dwa ciągi tej samej długości. Miara ta to odległość Hamminga, czyli liczba pozycji, na których ciągi te się różnią (jak zobrazowano na rysunku), będąca dodatnią liczbą całkowitą. Jeżeli jest to jedna pozycja, to odległość ta wynosi 1, jeżeli pięćdziesiąt, to 50, itd.

Jest to miara bardzo użyteczna, używana np. w algorytmie Viterbiego, stosowanym w telewizji DVB-T, dzięki któremu odbiorniki mogą korygować pojedyncze błędy spowodowane zakłóceniami w odbieranym sygnale. Znajduje zastosowanie także przy minimalizacji układów kombinacyjnych za pomocą siatki Karnaugh lub n-kostek (likwidacja literałów sąsiednich termów, gdy odległość ta wynosi minimum 1). W metodach optymalizacyjnych, a dokładniej w algorytmach genetycznych, odległość ta jest podstawą do różnicowania osobników populacji. Zatem zastosowań jest co niemiara (celowo ich nie podajemy, by nie odbierać przyjemności z poszukiwań).

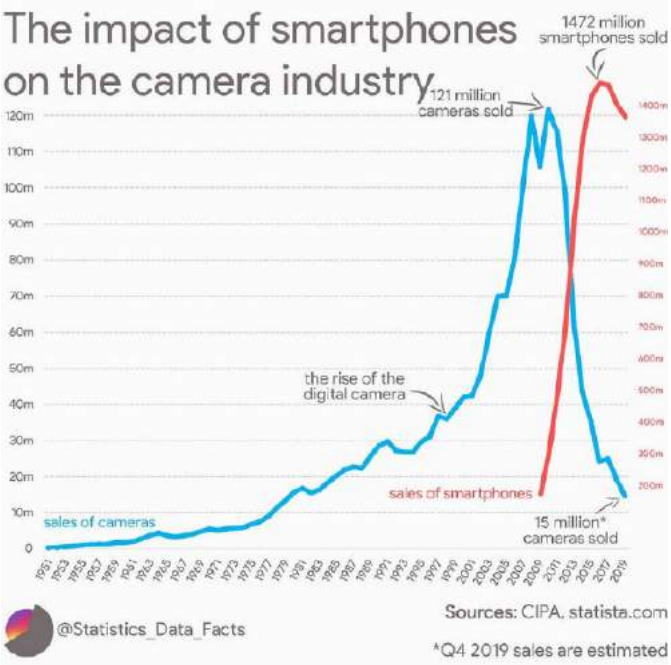
Jednak dlaczego to odległość? Ponieważ to pojęcie matematyczne! Jest to metryka, czyli funkcja określająca odległość między parą elementów zbioru bądź krótko, potocznie, właśnie odległość.

System binarny starszy niż się zdaje

System binarny wcale nie powstał wraz z komputerami. Jak się okazuje, jest to wynalazek niemiecki z XVII wieku. Jego autorem jest Gottfried Wilhelm Leibniz (na fotografii), który pochwalił się nim jeszcze w 1689 roku. Był to efekt jego dosłownej interpretacji chrześcijańskiej doktryny *creatio ex nihilo* (stworzenie z niczego), zgodnie z którą Bóg stworzył świat z nicości. Na jej podstawie wynikało, że istnieją tylko dwie rzeczy: Bóg i nicość, podczas gdy reszta to ułuda. Jako że wynalazca był matematykiem, to ta nicość od razu skojarzyła mu się z zerem, a Bóg z jedynką. Świat został stworzony po nicości, tak jak cyfra 1 następuje po 0.

Zapewne pozostałoby to tylko w jego głowie, gdyby nie lektura jednej z najstarszych ksiąg chińskich pt. *Yijing* (Księga Przemian), a dokładniej obecnego w niej diagramu 64 heksagramów, czyli figur zawierających 6 linii dwojakiego rodzaju: ciągłą i przerywaną pośrodku. Kiedy tylko na niego spojrzał, spostrzegł, że są na nim ich wszystkie możliwe kombinacje. Co więcej, zauważył, że są one konkretnie uporządkowane. Porządek ten mu się zresztą spodobał, i to tak, że postanowił go opisać matematycznie. Nie mogło być inaczej, w końcu matematycy cenią sobie harmonię.

Leibniz postanowił przyjąć, że jeden rodzaj kreski to 0, a drugi to 1. I kiedy tylko tego dokonał, od razu zauważył liczby z zakresu od 000000 do 111111 (dziesiętnie od 0 do 63). A skoro tak, to szybko spostrzegł, że ich budowa jest taka, jak liczb dziesiętnych, z tą jednak różnicą, że istnieją tylko dwie cyfry. W ten sposób wpadł na pomysł systemu binarnego, czyli takiego, który jest związany właśnie z dwiema cyframi. Niestety, nikt nie był tym zainteresowany w jego czasach i na blisko 250 lat pomysł ten popadł w zapomnienie. O to nie można mieć pretensji, w historii było wiele wynalazków, które były przypominane dopiero po wielu wiekach.



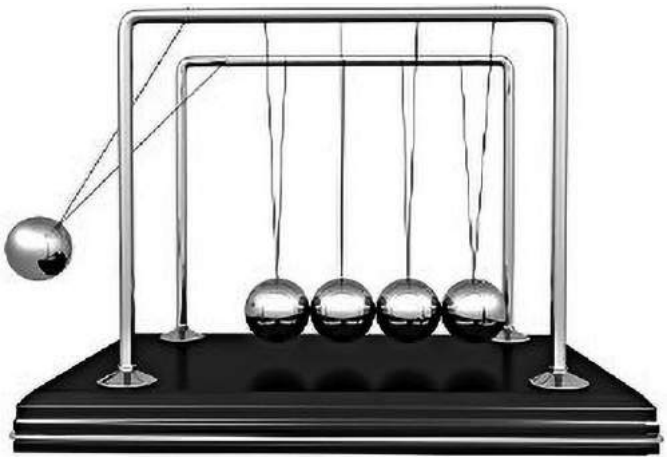
Smartfony a kamery – liczby

Smartfony to poważna konkurencja dla producentów kamer. Na rysunku pokazano, jak rozwinęła się sprzedaż kamer w latach 1998...2010. W ciągu 12 lat liczba sprzedanych egzemplarzy wzrosła trzykrotnie. Jednak to tylko pozorny powód do radości – w końcu w tych latach były wyłącznie telefony komórkowe, a jeśli miały kamery, to takie o niskiej rozdzielczości.

Złoty okres kamer zakończył się wraz z postępem technologicznym, który przekształcił telefony komórkowe w urządzenia wielofunkcyjne. Smartfony robią zdjęcia i filmy o jakości porównywalnej do tych z kamer. Dodatkowo są niewielkie oraz użyteczne. Kamery, choć coraz lepsze, były niewygodne i tak jednozadaniowe, że wręcz nudne. A rynek konsumencki, nawet ten elektroniczny, wygląda tak, że klient mimowolnie wybierze ten produkt, który jest ciekawszy.

eprasa.pl 6006d05056

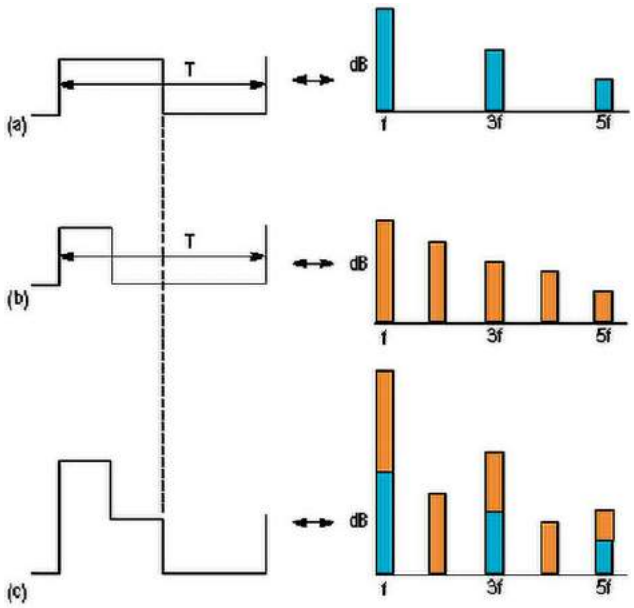
Od 2017 roku notuje się lekki spadek sprzedaży smartfonów, ale i tak konkurentów dzieli przepaść – wystarczy spojrzeć na wyniki z roku 2019, gdy sprzedano 120 milionów smartfonów, a tylko 15 milionów kamer – różnica aż 8 razy! To raczej nieprędko się zmieni.



Co ma wspólnego Newton z prądem?

Jeśli masz problem ze zrozumieniem mechanizmu przewodzenia prądu w przewodniku, to spójrz na rysunek pokazujący kołyskę Newtona. Jej działanie jest następujące: należy chwycić jedną ze skrajnych kulek, podnieść ją, a następnie puścić. W ten sposób kołyska rozpoczyna swoją pracę, tj. kulka ruszona uderza w kolejne, a te przekazują między sobą energię, w wyniku czego druga ze skrajnych kulek (tzn. po przeciwległej stronie kołyski) ulega wychyleniu, następnie powraca i uderza w resztę. Te z kolei ponownie przekazują między sobą energię, i teraz to wcześniejsza (pierwsza) kulka ulega wychyleniu. Taki cykl powtarza się cały czas.

Podobnie jest z elektronami w przewodniku – łatwo je oderwać od jąder atomów, a ich uderzenie powoduje odepchnięcie kolejnych, z racji tego samego ładunku. Jedynie oddziaływanie jest jednokierunkowe, gdyż jak wiadomo prąd to uporządkowany ruch ładunków. Oczywiście to spore uproszczenie, jednak bardzo dydaktyczne.



Preemfaza w przebiegu prostokątnym?

Preemfaza służy podbijaniu tej części widma sygnału, która odznacza się najmniejszą mocą. Wszystko po to, by uodpornić sygnał przesyłany na tłumienie i szumy. Nie musi dotyczyć tylko sygnału modulowanego częstotliwościowo (modulacja FM), może znaleźć zastosowanie także w transmisji szeregowej, np. RS485.

Na rysunku pokazano, jak do przebiegu użytecznego (podpunkt a) należy dodać drugi (podpunkt b), lecz o innym współczynniku wypełnienia (dla przypomnienia: jest to iloraz długości impulsu do jego okresu). W efekcie uzyskiwany jest sygnał wieloamplitudowy (podpunkt c), o widmie takim jak pokazane na rysunku. Teraz, po stronie odbiornika, trzeba tylko odjąć sygnał wcześniej dodany i otrzymamy pierwotny sygnał. Można powiedzieć, że zachodzi tu trójwartościowe kluczowanie amplitudy (3ASK). A skoro amplitudy, to nie ma co liczyć na odporność na zakłócenia – w końcu to wielkość najbardziej na nie podatna.

$$\eta_0 = \sqrt{\frac{\mu_0}{\varepsilon_0}} = 376.73\ Ohms =\sim 120\pi\ Ohms$$

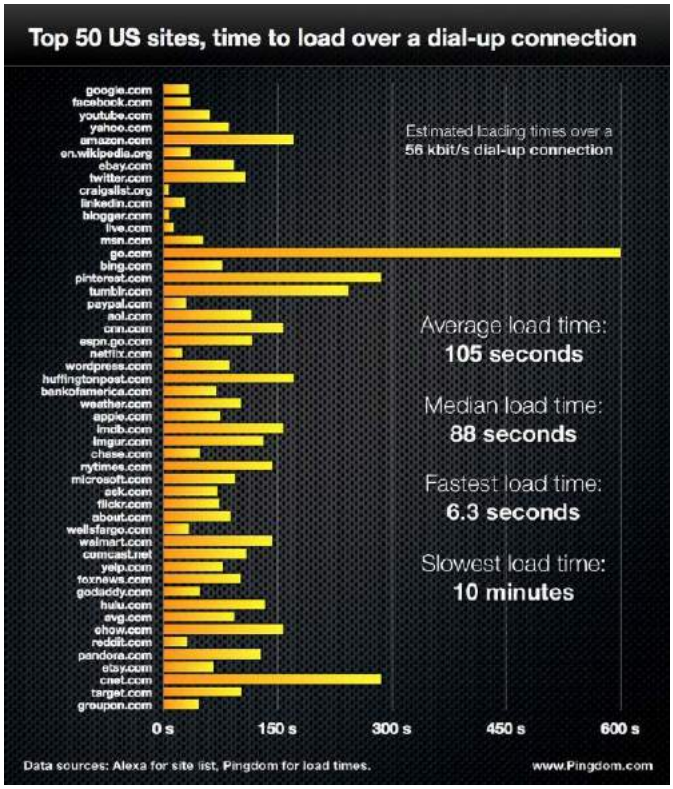
where :

μ_0 = *permeability of freespace* = $4\pi \times 10^{-7}$ *Henries/meter*

ε_0 = *permittivity of freespace* = $8.854 \times 10^{-12} =\sim (1/36\pi) \times 10^{-9}$ *Farads/meter*

Szybkie rachunki

Jak policzyć impedancję falową próżni? Należy znać przenikalność elektryczną i magnetyczną próżni (kolejno: $<\varepsilon_0$ i $\mu_0>$) oraz zastosować je do pokazanego wzoru. Należy przy tym pamiętać, że to nie jest to samo co impedancja w obwodach – tu bardziej chodzi o „opór" stawiany fali elektromagnetycznej przez ośrodek, w którym fala się rozchodzi. Jest to stosunek amplitudy składowej elektrycznej tej fali, do jej składowej magnetycznej (iloraz E/H).



A gdyby dial-up wciąż obowiązywał?

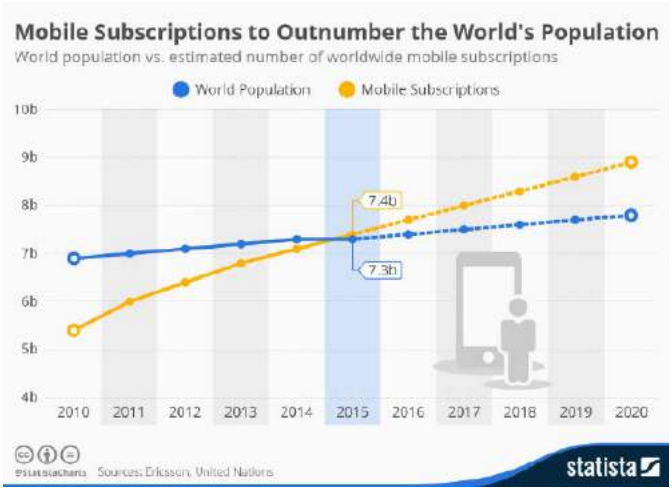
Chodzi o połączenie wdzwaniane, czyli rodzaj dostępu do internetu szczególnie popularny w latach dziewięćdziesiątych XX wieku, ale znany także na początku obecnego. Dostęp nie dość, że o niskim transferze (do 56 kbit/s), to jeszcze jedyny dostępny – w końcu to czasy, gdy internet szerokopasmowy dopiero się rodził.

Ile czasu trwało ładowanie stron? Minimum kilkadziesiąt sekund, nawet gdy nie zawierały grafik. Teraz odniesiemy to do obecnych stron, które są wręcz jak programy i odznaczają się mnóstwem funkcjonalności, a te, rzecz jasna, to mnóstwo bajtów. Na rysunku pokazano wybrane z nich, razem ze średnim czasem wymaganym do ich załadowania w dowolnej przeglądarce. Jak widać – tragedia. Kto jest

eprasa.pl 6006d05056

w stanie sobie wyobrazić, by wyszukiwarka Google albo Facebook ładowały się dzisiaj nawet pół minuty? Albo YouTube – dobrą minutę. Nie mówiąc o 10 minutach potrzebnych, by załadować treści Disneya na stronie ***go.com***.

Dlatego lepiej, że jednak jest szerokopasmowy internet. No ale z drugiej strony, czy ludzie nie byliby bliżej siebie jak kiedyś, nawet przed telewizją, która już wtedy była uważana za przekleństwo? Nie byłoby „żywiej" niż obecnie? To pozostawiamy do własnej oceny. Jedno jest pewne: z dial-upem internet nadal byłby tylko ciekawostką, niemającą dużego wpływu na nasze życie.



Telefonów komórkowych numery na świecie

Spójrzcie na rysunek – liczba numerów telefonów komórkowych jest większa niż populacja ludzi na Ziemi! Stan ten trwa od 2015 roku, kiedy było ich 7,4 miliarda, przy 7,3 miliarda ludzi na świecie. A teraz jest to niemal 9 miliardów (przy prawie 8 miliardach osób). Wniosek? Postęp tak bardzo upowszechnił telefony komórkowe w ciągu ostatnich 40 lat, że przypada 1,125 urządzenia na statystyczną osobę.

VID	Video Standard	Resolution
1	VGA	640 x 480
2	SVGA	800 x 600
3	XGA	1024 x 768
4	SXGA	1280 x 1024
5	UXGA	1600 x 1200
6	WUXGA	1920 x 1200
7	QXGA	2048 x 1536
8	WQXGA	2560 x 1600

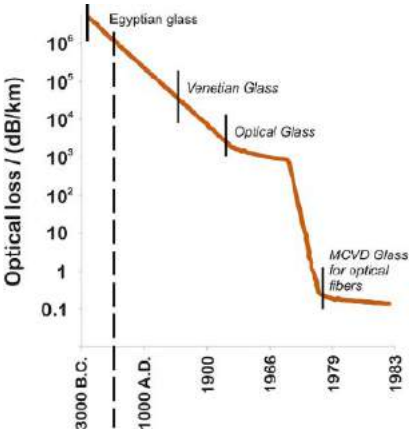
O rozdzielczościach standardu VGA słów parę

Każde VGA to *Video Graphics Array*, jednak ważny jest przedrostek, co pokazuje rysunek. W ścisłym znaczeniu rozdzielczość VGA to 640 na 480 pikseli, i żadna inna! Natomiast reszta to: SVGA, czyli *Super VGA*, XGA tj. *Extended VGA*, SXGA, tj. *Super Extended VGA*, UXGA, czyli *Ultra Extended VGA*, WUXGA, tzn. *Wide Ultra Extended VGA*, QXGA tj. *Quad Extended VGA* i WQXGA tzn. *Wide Quad Extended VGA*.

Ale to nie wszystko, są też inne, tu niewspomniane. Takie jak tutaj: ***https://bit.ly/3gZnu4n*** (nie podajemy, o jakie dokładnie chodzi – pozostawiamy to Wam do sprawdzenia). Co prawda nic to odkrywczego, szczególnie, że to stary standard. Ale może kiedyś przyjdzie zmierzyć się ze sprzętem sprzed lat, w tym z jego dokumentacjami.

Szkło od nieco innej strony

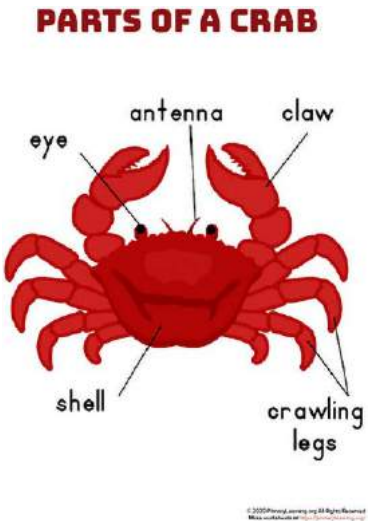
Popatrzcie na rysunek – pokazuje, ile czasu musiało minąć, nim opracowano szkło o małym tłumieniu, liczonym w decybelach na kilometr. Jak widać, trzeba było na to co najmniej 2000 lat! Na początku ponad 106 dB/km, a teraz 10^{-1} dB/km, a nawet mniej. Różnica kolosalna! W szczególności uwydatniła się ona w drugiej połowie XX wieku, kiedy nastąpił prawdziwy rozwój telekomunikacji. Rozwój, który jednak musiał zaproponować coś alternatywnego do niedoskonałych, a przy tym coraz droższych kabli miedzianych. Zatem potrzeba matką wynalazków, i nie inaczej jest też w tym przypadku.

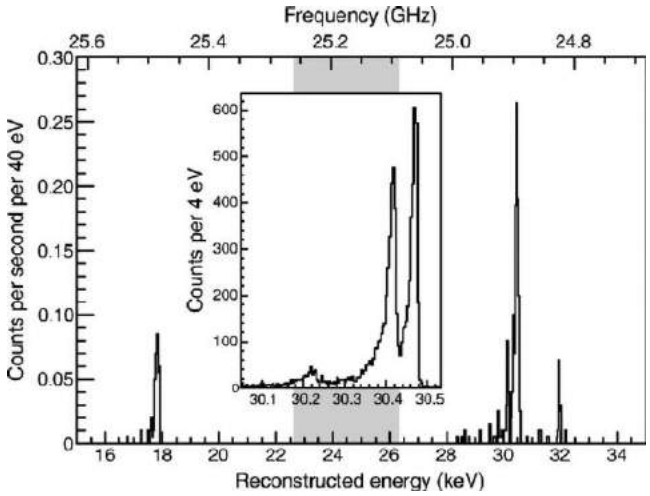


Teraz już na pewno nie spojrzysz na szkło tak samo. I oby tak zostało, kto wie, czy właśnie w ten sposób nie zainteresujesz się techniką światłowodową, a przez to telekomunikacją. Tego Wam życzymy!

Etymologia anteny

Nie zawsze wspominana, choć interesująca. „Antenna" to pojęcie z biologii, po łacinie oznaczające czułek zwierzęcia, szczególnie bezkręgowca (jak na rysunku). A czułek to narząd wrażliwy na bodźce z zewnątrz, czyli konkretny zmysł! Zatem antena to taki zmysł, tylko że reagujący na fale elektromagnetyczne danych częstotliwości. I tak to wygląda, a właściwie odbiera. To kolejny dowód na to, jak bardzo natura stanowi inspirację dla rozwiązań w technice.





Elektron jak nadajnik – czy to możliwe?

Wystarczy wpuścić elektron do pola magnetycznego, by ten w nim wirował. W rezultacie sygnał przez niego nadany będzie odznaczał się widmem pokazanym na rysunku. Jest to w istocie sygnał mikrofalowy, o paśmie mieszczącym się w zakresie od 24,5 do 25,6 GHz. Jednak jest on bardzo małej mocy – zaledwie jednej milionowej nanowata. W związku z tym potrzeba bardzo czułej aparatury, by go odebrać.

Źródło: ***https://bit.ly/2Ok7ltJ***

eprasa.pl 6006d05056

dodaj do obserwowanych

Przedstawiamy redakcyjny wybór najciekawszych projektów 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.

T-Rex-Duino – popularna minigra z przeglądarki Chrome przepisana na Androida

Każdy, kto kiedykolwiek używał przeglądarki internetowej Chrome z pewnością zna wbudowaną w nią minigrę – w momencie, gdy komputer pozbawiony jest połączenia z Internetem, oprócz stosownego komunikatu wyświetla się prosta ikonka przypominająca tyranozaura. Kliknięcie w klawisze strzałek spowoduje, że gra uruchomi się i sterowany przez nas dinozaur zacznie biec w prawo, a naszym zadaniem jest pochylać się i przeskakiwać przez przeszkody na jego drodze. Do sterowania wystarczają dwa klawisze. Jeśli jednak masz problem z zbyt stabilnym łączem internetowym, lub nie korzystasz, na co dzień z przeglądarki Chrome, to nic straconego – autor tej konstrukcji przeportował tą grę na Arduino. Teraz można pograć w T-rexa w dowolnym miejscu, korzystając z tego kompaktowego urządzenia.

Na stronie z projektem na portalu *Hackaday.io* znaleźć można całą potrzebną dokumentację urządzenia. Kod źródłowy samej aplikacji znajduje się na repozytorium autora na GitHubie. Konstrukcja gry jest bardzo prosta, potrzebne jest jedynie:

- Arduino (Uno, Nano lub Pro Mini),
- wyświetlacz OLED 128×64 piksele ze sterownikiem SSD1309,
- dwa przyciski,
- zasilanie (np. powerbank lub zasilacz USB).

Podobnie jak w pierwowzorze, wraz z postępami w grze, staje się ona trudniejsza (dinozaur biegnie szybciej). Autor pracuje nad rozwinięciem konstrukcji i planuje wdrożenie dalszych funkcji, takich jak:

- kucanie dinozaurem,
- licznik żyć.

https://bit.ly/2D6FzyD

W pełni konfigurowalny ekstender Wi-Fi zbudowany na Raspberry Pi Zero

Prezentowany moduł to kompaktowy i niedrogi repeater sieci Wi-Fi, zbudowany w oparciu o Raspberry Pi Zero W. Układ taki kosztuje, jak wskazuje autor projektu, Tejas Lotlikar z Indii, poniżej 10 dolarów. Truly

Wi-Fi Extender to prosty repeater, który stanowi ciekawą alternatywę dla komercyjnych wzmacniaczy Wi-Fi, wykorzystując w sobie tanie elementy i konfigurowalne oprogramowanie. Może również uruchamiać niektóre rozwiązania blokujące reklamy, takie jak pi-hole. Ten projekt jest jedyny w swoim rodzaju, ponieważ większość projektów sieciowych na Raspberry Pi pokazuje tylko, jak utworzyć bezprzewodowy punkt dostępowy, aby udostępniać dostęp do Internetu uzyskany za pomocą kablowego Ethernetu. Opisywany system wykorzystuje dwie bezprzewodowe karty sieciowe w pojedynczym komputerze jednopłytkowym Raspberry Pi. Większość nowych wersji Raspberry Pi ma wbudowane karty Wi-Fi, jeśli jednak posiadamy starszą wersję RPi, konieczne może być użycie dwóch adapterów USB Wi-Fi. W projekcie autor używa jednego adaptera USB Wi-Fi i zintegrowanej w Raspberry Pi Zero W karty sieciowej.

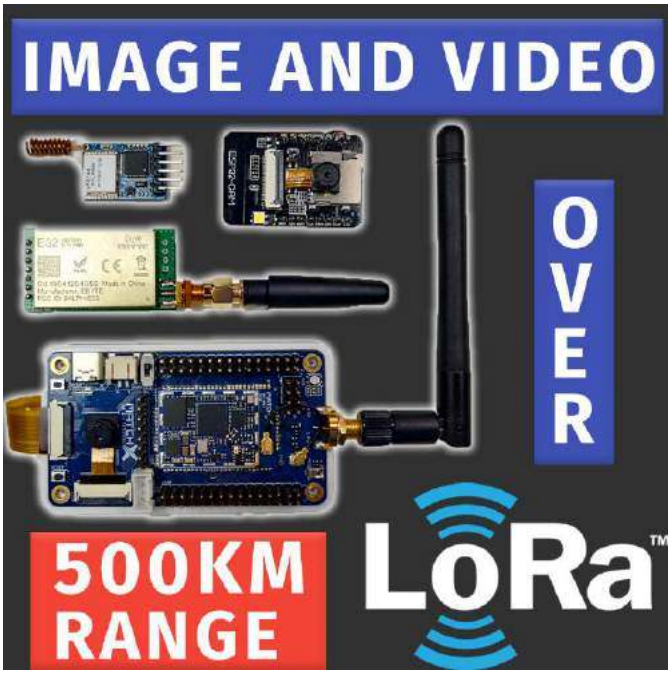
Moduł bazuje na systemie operacyjnym Raspbian Stretch Lite, który można pobrać na oficjalnej stronie Raspberry Pi. Jednakże, nadaje się do tego każdy inny Raspbian, niezależnie od wersji. Główny pakiet, który wykorzystuje ten projekt, to wpa_supplicant. Ponieważ Raspbian jest oparty na Linuksie i używa wpa_supplicant do zarządzania kartami Wi-Fi, łatwo można skonfigurować go, jako repeater Wi-Fi.

https://bit.ly/3eZiKu9

EdgeX – system transmisji wideo poprzez interfejs LoRa

Nie ma internetu, nie ma problemu – z tego założenia wyszedł Akarsh Agarwal, projektując swoje urządzenie do transmisji wideo poprzez interfejs LoRa. LoRa to technologia, za pomocą której możemy bez problemu przesyłać dane na odległość wielu kilometrów bez konieczności korzystania z Internetu, sieci GSM, itp. LoRa (*Long Range*) to protokół rozległej sieci małej mocy (LPWAN) opracowany przez firmę Semtech. Opiera się on na technikach modulacji widma rozproszonego. Wykorzystuje wolne od licencji pasma częstotliwości radiowej poniżej gigaherca, takie jak 433 MHz, 868 MHz (Europa), 915 MHz (Australia i Ameryka Północna) oraz 923 MHz (Azja). Umożliwia transmisję na duże odległości (ponad 10 km na obszarach

eprasa.pl 6006d05056



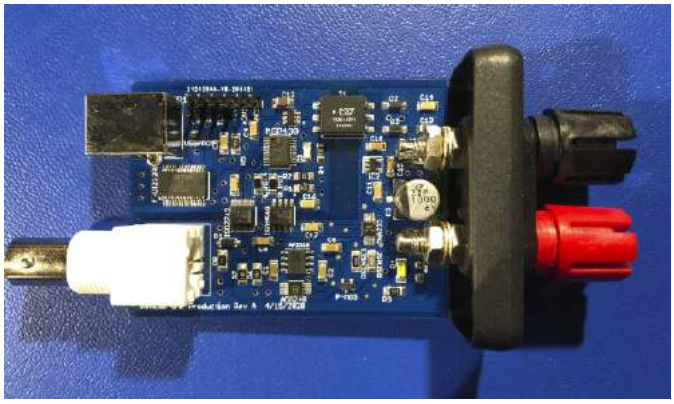
wiejskich) przy niskim zużyciu energii. Technologia ta obejmuje warstwę fizyczną, podczas gdy inne technologie i protokoły, takie jak LoRaWAN (*Long Range Wide Area Network*), obejmują wyższe warstwy.

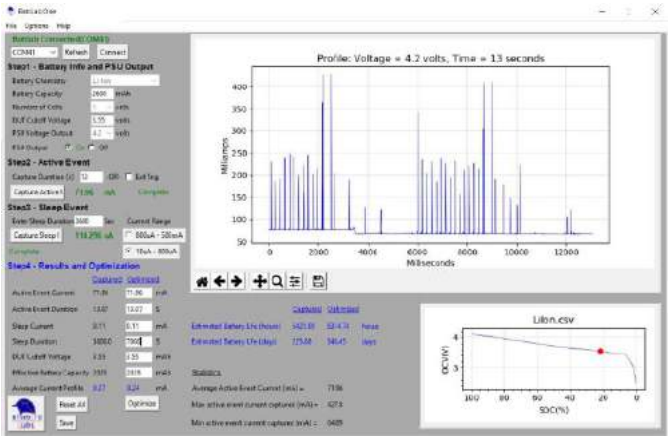
Do konstrukcji transmitera wideo zastosowano moduł EdgeX firmy MatchX, który posiada zintegrowany transceiver LoRa. Moduł posiada domyślnie zainstalowaną kamerę oraz mikrofon, co pozwala na przesyłanie tak obrazu jak i dźwięku. Moduł posiada, także ekran LCD, dzięki czemu może nie tylko nadawać, ale i odbierać obrazy. Procesor, będący sercem EdgeX – Kendryte K210 taktowany zegarem 400 MHz układ o architekturze RISC-V – ma 8 MB pamięci RAM oraz 128 MB pamięci Flash, którą dodatkowo rozszerzyć można z pomocą karty SD. Dodatkowo posiada akcelerator sieci neuronowej, co pozwala na uruchamianie na nim algorytmów uczenia maszynowego, wykorzystujących sieci neuronowe. Zdolność uruchamiania aplikacji uczenia maszynowego pozwala wykorzystać taki system nie tylko do biernego przekazywania obrazów, ale także do ich analizy, na przykład wykrywania ludzi, samochodów itp.

https://bit.ly/302eYfl

Battlab-One – laboratoryjny emulator akumulatorków

Projektując urządzenia przenośne często zadajemy sobie pytanie, jak duże powinno być ogniwo zasilające. Im większy zainstalujemy w systemie akumulator, tym dłużej będzie można z niego korzystać pomiędzy ładowaniami, ale także tym większe i cięższe ono





będzie, co może ograniczyć użyteczność systemu. Tutaj z pomocą przychodzi Battlab One – urządzenie, które pozwala charakteryzować urządzenia przenośne, pod kątem zużycia energii elektrycznej z akumulatorów.

Battlab-One zastępuje baterię w systemie urządzenia przenośnego, układu Internetu Rzeczy (IoT), itp, dostarczając zasilanie ze standardowym napięciem wyjściowym, charakterystycznym dla zadanego akumulatorka, a następnie wykorzystuje wbudowane układy pomiarowe do charakteryzacji profilu zużycia prądu badanego urządzenia. Urządzenie to mierzy zarówno aktywne zdarzenie, jak i prąd pobierany podczas uśpienia systemu. Moduł symuluje standardowe baterie Litowo-jonowe, LiFePO4, alkaliczne, Ni-Mh oraz Ni-Cd o napięciach 1,2 V, 1,5 V, 2,4 V, 3,0 V, 3,2, 3,6 V, 3,7 V, 4,5 V i prądzie wyjściowym do 450 mA. Idealnie wpasowuje się w zapotrzebowania na moc układów takich jak ESP8266 i innych mikrokontrolerów, chętnie stosowanych w systemach Internetu Rzeczy. Battlab-One umożliwia również podłączenie wejścia wyzwalającego do przechwytywania różnych stanów oprogramowania układowego badanego urządzenia i analizę ich wpływu na ogólną żywotność baterii. Oferuje analizę optymalizacyjną typu „co jeśli" w celu ulepszenia projektu. Jest zasilany i kontrolowany poprzez USB, ale posiada barierę izolacji galwanicznej dla danych, aby uniknąć tworzenia pętli masy, na przykład, gdy charakteryzowany system podpięty jest do tego samego komputera, co emulator baterii.

Cały projekt Battlab-One – hardware jak i software – jest w pełni otwarty, więc każdy może zbudować taki system dla siebie.

https://bit.ly/2EgoxP6

Szerokopasmowy przełącznik radiowy (5 MHz...3 GHz) SP6T

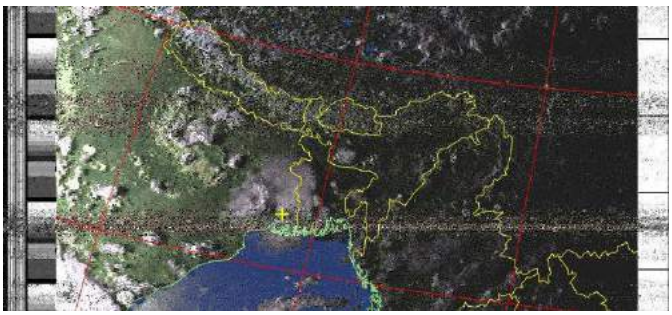
Autor projektu, w jednej ze swoich aplikacji musiał używać, aż sześciu anten, naprzemiennie podłączanych do jednego komputera jednopłytkowego (w tej roli Asus Tinkerboard). Przełączanie anten musiało być automatyczne, a zakres częstotliwości potrzebnych do pracy Bluetooth i Wi-Fi wykluczał użycie

eprasa.pl 6006d05056

klasycznych przekaźników. W tym celu został zaprojektowany i zbudowany 6-pozycyjny przełącznik radiowy. Układ posiada jeden wspólny port, który jest podłączony do portu RF na płycie Tinkerboarda i 6 portów wejściowych do wyboru, do podłączenia anten. Aby zasilić urządzenie i wybrać aktywny port, wyposażono go w 10-pinowe złącze, które podłącza się do wyprowadzeń GPIO komputera jednopłytkowego. Czas odpowiedzi przy przełączaniu portu RF wynosi około 5 mikrosekund.

Do przełączania sygnału radiowego używany jest pojedynczy układ scalony RFSW6062 firmy Qorvo. Znacznie uprościło to budowę układu, jak i rozmiary płytki drukowanej i jej złożoność. Przełącznik ten pracuje w zakresie od 5 MHz do 3000 MHz, charakteryzuje się niewielkim tłumieniem sygnału i dużą izolacją między kanałami. Cały tor radiowy w systemie ma dopasowaną do 50 Ω impedancję falową. Przekaźnik zasilany jest napięciem od 3 do 5 V, z którego pobiera prąd na poziomie ok. 100 μA. Interfejs sterujący jest kompatybilny z logiką 3,3 V. Wszystkie porty RF i cyfrowe są zabezpieczone zgodnie z klasyfikacją 2000 V HBM ESD, co czyni przekaźnik odpornym na uszkodzenia, mogące powstać przy ręcznym podłączaniu anten etc.

https://bit.ly/2WZsG0j



Zintegrowany system SDR do3 odbioru obrazów satelitarnych NOAA i transmisji z ISS

Starsze satelity, takie jak NOAA (konstelacja satelitów meteorologicznych umieszczonych na orbicie przez Narodową Agencję Oceanów i Atmosfery Stanów Zjednoczonych), w sposób ciągły wysyłają na Ziemię automatyczną transmisję obrazu. Transmisja ta znajduje się na częstotliwości 137 MHz i posiada zakodowane obszary Ziemi bezpośrednio pod satelitą. Podobne transmisje nadawane są również z ISS (Międzynarodowej Stacji Kosmicznej).

Autor tego projektu stworzył system do odbioru i dekodowania tego rodzaju transmisji, oparty na module SDR (radio definiowane

REKLAMA

RUTRONIK
ELECTRONICS WORLDWIDE

UV-C / UV-A LEDs
Disinfection, odour elimination and other innovative applications

Eliminate bacteria and viruses, avoid infections, accelerating plant growth - UV LEDs offer a way to new innovative solutions.

Whether disinfection protection with UV-C LEDs, the use of UV-A LEDs for the horticultural sector or for odour elimination - Rutronik provides you with the appropriate technology for your product.

WHAT WE OFFER YOU
- Extensive UV LED Portfolio from well-known manufacturers
- Short lead times - order direct via rutronik24.com
- Digital and personal consulting
- Samples on demand

APPLICATIONS
UV LEDs aren't restricted to disinfection and odour protection. There are numerous other application areas:
- Air- and surface cleaning (door knobs, indoor air, etc.)
- Water treatment
- Sterilizing car interiours
- Medicinal devices (e.g. DNA-sequencing)
- Horticulture
- Hardening paints and adhesives
- Entertainment lighting

COMMITTED TO EXCELLENCE
Consult | Components | Logistics | Quality

www.rutronik.com
Tel. +41 44 947 37 37 | opto@rutronik.com

programowo). Technologia SDR pozwala na dekodowanie niemalże dowolnych transmisji radiowych za pomocą uniwersalnego modułu radiowego, który digitalizuje sygnał RF, oraz odpowiedniego oprogramowania. System ten pozwala na automatyczne odbieranie sygnałów z przelatujących satelitów i konwertowanie ich do obrazów.

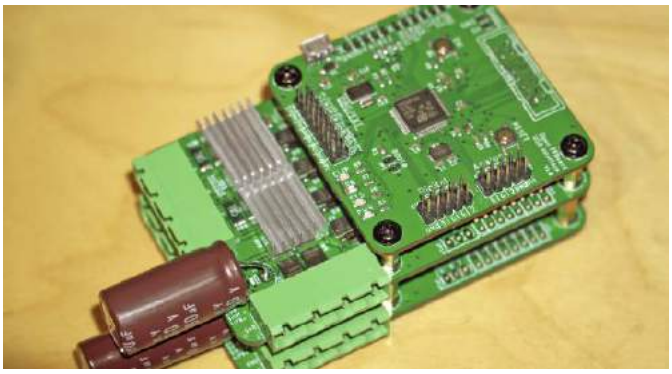
https://bit.ly/2WYivsO

Konkurs Instructables na projekt z dziedziny audio

Portal Instructables zamknął właśnie konkurs (na dzień pisania tego tekstu) na projekty z dziedziny audio. Wystarczyło w dniach od 22 czerwca, do 20 lipca 2020 roku opublikować na portalu instructables.com poradnik opisujący realizacje autorskiego projektu Audio, aby móc wziąć w nim udział. Obecnie nad wygranym głosują sędziowie, więc warto bacznie obserwować, jaki projekt zostanie uznany za najlepszy, a które będą wyróżnione.

Za pierwsze miejsce portal przyznaje nagrodę w postaci karty podarunkowej do Amazona o wartości 250 dolarów. Za drugie miejsce autor otrzyma taką samą kartę, ale o wartości 100 dolarów. Przyznanych zostanie pięć takich nagród. Dodatkowo sędziowie wyróżnić mogą do dziesięciu projektów, których autorzy otrzymają karty podarunkowe o wartości 50 dolarów.

https://bit.ly/2P01qKU



Open FFBoard – otwarta płytka do systemów force feedback

Celem tego projektu jest opracowanie prostego i przystępnego cenowo interfejsu do budowy systemów mechanicznego układu sprzężenia zwrotnego (haptycznego) do gier symulacyjnych, itp. System ma korzystać z silników krokowych i serw i być w pełni dostępny dla hobbystów, jako alternatywy dla drogich opcji komercyjnych. Umożliwi to na przykład samodzielne zbudowanie bezpośrednio sterowanej kierownicy działającej z dużą dokładnością i z responsywnym sprzężeniem haptycznym siły (force feedback) lub dowolnie pomysłowego interfejsu symulacyjnego, o jakim może marzyć każdy miłośnik symulatorów.

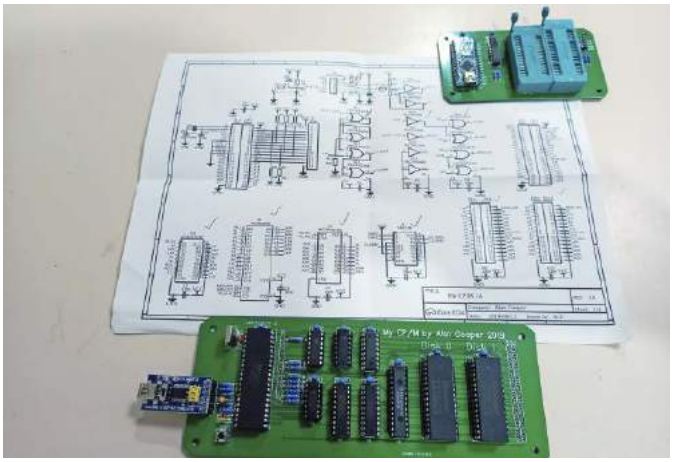
„Chociaż na rynku istnieje kilka komercyjnych kierownic z force feedback (FFB) to są one klasy zabawek. Produkty wyższej klasy, do symulatorów, są bardzo drogie i często nie można ich modyfikować lub mają własny, drogi ekosystem" opisuje sytuację autor projektu. „Sensowne jest skupienie się w tym projekcie na prostym interfejsie force feedback, ponieważ jest to część, w której społeczności brakuje dobrego i otwartego rozwiązania" dodaje. Dlatego też jego głównym celem jest opracowanie uniwersalnego kontrolera FFB. OpenFFB ma zapewnić modułową architekturę z wymiennymi sterownikami silników oraz referencyjną płytkę sterującą opartą na TMC4671, która będzie mogła być również używana samodzielnie. FFBoard to tylko interfejs dla USB HID, koderów, przycisków i pedałów. Jego oprogramowanie można dowolnie modyfikować dla różnych sterowników silników i wyjść sterujących (USB HID dla większości użytkowników, ale system może również obsługiwać wyjście PPM).

Pierwotnym celem tego projektu było stworzenie sterownika silnika typu open source, skoncentrowanego na sterowaniu symulatorem do gier wyścigowych. Na rynku było wiele tego rodzaju driverów, ale żaden, którego koszt leży w zakresie hobbysty, realnie nie nadawał się do wykorzystania w układzie. Pierwszy prototyp układu w pewnym sensie osiągnął ten cel, ale było jasne, że do niezawodnego użytkowania i wysokiej dokładności się nie nadaje. Z uwagi na niską dokładność i problemy z płynną pracą odczucia były dalekie od zamierzonych. Dlatego też autor zdecydował się na zmianę kontrolera ruchu.b„Wskazano mi kontroler ruchu Trinamic TMC4671, który robił wszystko, co potrzebne, bezpośrednio w sprzęcie i był konfigurowalny do pracy z silnikami krokowymi, 3-fazowymi serwomechanizmami i silnikami DC przez SPI z tym samym sprzętem". TMC4671 miał początkowo kilka problemów w pierwszej wersji, ale jak obiecuje firma Trinamic, mają one zostać niebawem naprawione. Mimo zwiększonej ceny sterownika, na przykład poprzez konieczność zastosowania zewnętrznego stopnia mocy z 4 połmostkami, nadal jest on osiągalny dla hobbysty – możliwe jest skonstruowanie całego zestawu w cenie poniżej 100 dolarów, co jest ułamkiem ceny profesjonalnej kierownicy tego rodzaju.

Projekt jest podzielony na dwie główne części:

1. Płytka interfejsu Force Feedback typu open source z STM32F411 do komunikacji i sterowania przez USB.
2. Referencyjny sterownik silnika oparty na TMC4671. Będzie to dedykowany sterownik silnika do kierownicy z napędem bezpośrednim, ale może być również używany, jako samodzielny sterownik silnika lub płytka rozwojowa dla Arduino i innych celów. Płytka z STM zostanie zoptymalizowana dla tego sterownika silnika.

https://bit.ly/2LXItqA



Zaktualizowana wersja komputera CP/M opartego na procesorze 8085

Komputery jednopłytkowe, to nie tylko nowoczesne maszyny, takie jak Raspberry Pi. Entuzjaści na całym świecie konstruują układy, takie jak ten – komputer wykorzystujący procesor 8085, pracujący pod opieką systemu operacyjnego CP/M. Projekt jest rozwinięciem poprzedniej konstrukcji. Niezmiennie posiada procesor 8085, ale tym razem system wykorzystuje inne przerwanie (RST7.5), a pamięć FRAM została rozszerzona z 32 kB do 256 kB. Pamięć RAM pozostała tej samej wielkości i nadal dostępne jest 32 kB pamięci.

https://bit.ly/2Env8aF

eprasa.pl 6006d05056

Precyzyjny, elektroniczny lokalizator źródła zapylenia

Latem zapylenie powietrza jest zazwyczaj podwyższone, ale wokół nas jest także wiele źródeł niebezpiecznych dla zdrowia pyłów PM2,5. Opisane poniżej proste urządzenie pozwala nie tylko je wykrywać i mierzyć ich zawartość w powietrzu, lecz także lokalizować ich źródła.

Autor niniejszej konstrukcji, pracując wcześniej nad innymi monitorami poziomu tzw. pyłów zawieszonych PM2,5 (o średnicy nie większej niż 2,5 μm), zauważył jedną z wad typowych konstrukcji tego rodzaju – brak możliwości zlokalizowania punktowych źródeł zanieczyszczenia drobnymi cząstkami. Większość analiz wykonywanych na poziomie samorządów, jak i wielkopowierzchniowe analizy satelitarne gromadzą źródła dotyczące rozległych terenów, ale nie lokalizują precyzyjnie źródeł pyłów w naszym otoczeniu.

Pyły PM2,5 są, zdaniem Światowej Organizacji Zdrowia (WHO), jednym z najbardziej szkodliwych dla zdrowia człowieka zanieczyszczeń atmosfery. Jak pokazują raporty WHO, długotrwałe narażenie na obecność pyłów PM2,5 skutkuje redukcją średniej długości życia. Natomiast krótkotrwałe ekspozycje na wysokie stężenie tego rodzaju pyłów może powodować choroby układu oddechowego i krążenia oraz wzrost ryzyka nagłych przypadków wymagających hospitalizacji (astma, ostra reakcja układu oddechowego, osłabienie czynności płuc, itp.). Wynika to z faktu, iż tak drobny pył przenika przez płuca do krwi. Jak szacuje WHO, przeciętny mieszkaniec naszego kraju traci przez to nawet ponad 10 miesięcy życia.

Aby zredukować ilość zanieczyszczeń wokół nas, trzeba poznać ich źródła. Dopiero wtedy można je wyeliminować lub odizolować. Nawet w naszych domach czai się wiele emiterów tego rodzaju pyłów. Opisany poniżej „wąchacz" pozwala wyśledzić ich lokalizację, badając punktowo zawartość pyłów PM2,5 w powietrzu. Umożliwia to zastosowany sensor produkcji Honeywell. Ma on własny wentylator oraz okienka (wejściowe i wyjściowe), co umożliwia pobieranie powietrza do sensora. Autor projektu musiał jedynie opracować układ, umożliwiający selektywne pobieranie próbek powietrza w postaci ręcznego urządzenia, zasilanego z baterii. Dołożenie na wlocie „wąchacza" wydrukowanego w 3D psiego nosa było tylko uzupełnieniem estetyki urządzenia.

Potrzebne materiały

Do skonstruowania tego systemu potrzebnych jest kilka modułów elektronicznych, które można nabyć w sklepach internetowych. Podstawowym i najdroższym elementem jest, wysokiej klasy, sensor pyłów PM2,5. Autor projektu zastosował układ HPMA115S0-TIR firmy Honeywell, zainstalowany w module PMS5003. Jest on laserowym detektorem i licznikiem cząstek pyłów zawieszonych w powietrzu. Działa na zasadzie rozpraszania światła na cząsteczkach pyłu – analizowane powietrze jest przepuszczane przez wiązkę światła laserowego, która odbija się od cząstek pyłu – odbicia te są rejestrowane przez wbudowane fotodetektory i konwertowane na sygnał elektryczny, który pozwala sensorowi na obliczenie koncentracji pyłów w powietrzu.

Sensor zapylenia komunikuje się np. z mikrokontrolerem poprzez interfejs szeregowy UART. Jako kontroler tego systemu autor zastosował moduł z układem ESP32 – D1 MINI. Jest to niedrogi mikrokontroler, wyposażony w wydajny procesor oraz, między innymi, interfejsy bezprzewodowe Wi-Fi oraz Bluetooth.

Płytka z mikrokontrolerem i sensor zasilane są z pojedynczego ogniwa 18650 poprzez moduł zasilacza z przetwornicą typu boost. Moduł ten zapewnia kontrolę całej sekcji zasilania, uniemożliwia niebezpiecznie głębokie rozładowanie ogniwa, a także kontroluje jego ładowanie.

Interfejs użytkownika składa się z dwóch elementów – ekranu OLED oraz spustu. Wyświetlacz ma przekątną 0,96" i rozdzielczość 128×64 piksele, co przy tak małym ekranie jest w zupełności wystarczające do zapewnienia czytelnego obrazu. Spust steruje microswitchem w urządzeniu, który wyzwala pomiar. Jego wartość jest następnie wyświetlana na ekranie OLED. Drugi przycisk, znajdujący się na obudowie, steruje zasilaniem układu.

Konstrukcja mechaniczna

Oprócz elementów elektronicznych, do budowy systemu potrzebna jest również obudowa. Ta została wykonana w pełni w technice druku 3D, więc dostęp do tego typu drukarki będzie konieczny. Projekt wymaga wydrukowania pięciu elementów.

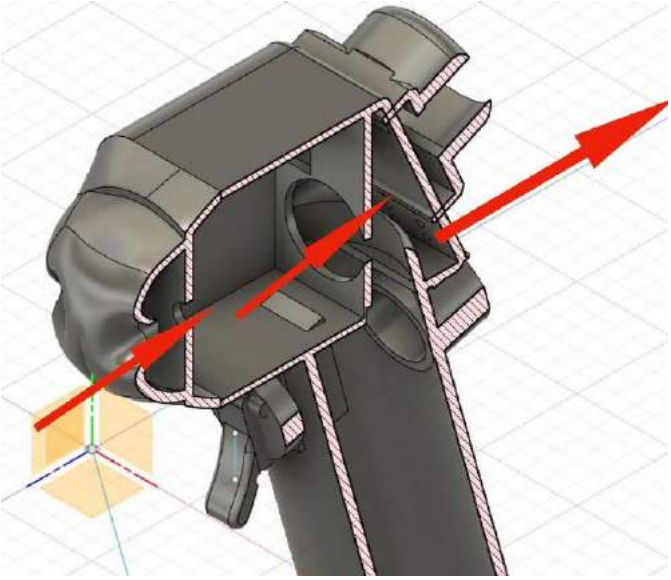
Analizator zaprojektowany jest w taki sposób, że zintegrowane w czujniku Honeywella wentylatory przemieszczają powietrze przez urządzenie. Nozdrza na jednym końcu łączą się bezpośrednio z portami wejściowymi czujnika, a wylotowy otwór wentylacyjny przechodzi przez obudowę i przez liczne otwory w tylnej pokrywie. Dzięki

eprasa.pl 6006d05056

Listing 1. Szkic Arduino sterujący analizatorem zawartości pyłów

```
#include <HardwareSerial.h>
#include <Wire.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Fonts/FreeSerifBoldItalic24pt7b.h>
#include <Fonts/FreeSerifBold9pt7b.h>
// Szerokość ekranu OLED w pikselach
#define SCREEN_WIDTH 128
 // Wysokość ekranu OLED w pikselach
#define SCREEN_HEIGHT 64
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

#define PIN 18
// Deklaracja pinów do podłączenia kontrolera SSD1306
Adafruit_SSD1306 display
(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, -1);
// Deklaracja pinów do podłączenia diod RGB LED
Adafruit_NeoPixel strip = Adafruit_NeoPixel
(12, PIN, NEO_GRB + NEO_KHZ800);

long lastMsg = 0;
char msg[50];
bool HPMAstatus = false;
int zedLevel = 1;
int PM25;
int PM10;
int oldP;
HardwareSerial HPMA115S0(1);
TXD2 17

void setup(){
    Serial.begin(9600, SERIAL_8N1);
    delay(100);
    while (!Serial);
     if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {
        Serial.println("SSD1306 allocation failed");
        for(;;);
    }
    delay(2000);
    strip.begin();
    strip.show(); // inicjalizacja LED RGB jako wyłączone
    HPMA115S0.begin(9600, SERIAL_8N1, RXD2, TXD2);
    while (!HPMA115S0);
    start_autosend();
}

void loop(){
    strip.show();
    brighten(zedLevel);
    long now = millis();

    if (now - lastMsg > 1000) {
        lastMsg = now;
        display.clearDisplay();
        // Odbior informacji z sensora pyłów
        HPMAstatus = receive_measurement();
        if (!HPMAstatus) {
            Serial.println
            ("Cannot receive data from HPMA115S0!");
            return;
        }
    snprintf (msg, 16, "%D", PM25);
    snprintf (msg, 16, "%D", PM10);
    if(PM10 != 0){
        Serial.println("PM 2.5:\t" + String(PM25) + " ug/m3");
        Serial.println("PM 10:\t" + String(PM10) + " ug/m3");
        Serial.println("MQTT published HPMA115S0.");
        display.setFont(&FreeSerifBold9pt7b);
        display.clearDisplay();
        display.setTextSize(1);
        display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(10,13);
        display.print("PPM");
        display.setCursor(90,13);
        display.println("2.5");
        display.setFont(&FreeSerifBoldItalic24pt7b);
        display.setTextSize(1);
        display.setTextColor(WHITE);
        display.setCursor(30,50);
        display.println(String(PM25));
        display.display();
        if(PM25 < 25) zedLevel = 3;
        else if(PM25 > 24 && PM25 < 80) zedLevel = 2;
        else zedLevel = 1;
        Serial.println(zedLevel);
    }
}

bool receive_measurement (void){
    while(HPMA115S0.available() < 32);
    byte HEAD0 = HPMA115S0.read();
     byte HEAD1 = HPMA115S0.read();
    while (HEAD0 != 0x42) {
        if (HEAD1 == 0x42) {
            HEAD0 = HEAD1;
            HEAD1 = HPMA115S0.read();
        } else {
            HEAD0 = HPMA115S0.read();
            HEAD1 = HPMA115S0.read();
        }
    }
    if (HEAD0 == 0x42 && HEAD1 == 0x4D) {
        byte LENH = HPMA115S0.read();
        byte LENL = HPMA115S0.read();
        byte Data0H = HPMA115S0.read();
        byte Data0L = HPMA115S0.read();
        byte Data1H = HPMA115S0.read();
        byte Data1L = HPMA115S0.read();
        byte Data2H = HPMA115S0.read();
        byte Data2L = HPMA115S0.read();
        byte Data3H = HPMA115S0.read();
        byte Data3L = HPMA115S0.read();
        byte Data4H = HPMA115S0.read();
        byte Data4L = HPMA115S0.read();
        byte Data5H = HPMA115S0.read();
        byte Data5L = HPMA115S0.read();
        byte Data6H = HPMA115S0.read();
        byte Data6L = HPMA115S0.read();
        byte Data7H = HPMA115S0.read();
        byte Data7L = HPMA115S0.read();
        byte Data8H = HPMA115S0.read();
        byte Data8L = HPMA115S0.read();
        byte Data9H = HPMA115S0.read();
        byte Data9L = HPMA115S0.read();
        byte Data10H = HPMA115S0.read();
        byte Data10L = HPMA115S0.read();
        byte Data11H = HPMA115S0.read();
        byte Data11L = HPMA115S0.read();
        byte Data12H = HPMA115S0.read();
        byte Data12L = HPMA115S0.read();
        byte CheckSumH = HPMA115S0.read();
        byte CheckSumL = HPMA115S0.read();
        if (((HEAD0 + HEAD1 + LENH + LENL + Data0H + Data0L +
            Data1H + Data1L + Data2H + Data2L + Data3H + Data3L +
            Data4H + Data4L + Data5H + Data5L + Data6H + Data6L +
            Data7H + Data7L + Data8H + Data8L + Data9H + Data9L +
            Data10H + Data10L + Data11H + Data11L + Data12H +
Data12L)
            % 256) != CheckSumL){
            Serial.println("Checksum fail");
            return 0;
        }
        PM25 = (Data1H * 256) + Data1L;
        PM10 = (Data2H * 256) + Data2L;
        return 1;
    }
}

bool start_autosend(void){
    // Start auto send
    byte start_autosend[] = {0x68, 0x01, 0x40, 0x57 };
    HPMA115S0.write(start_autosend, sizeof(start_autosend));
    HPMA115S0.flush();
    delay(500);
    // Czekanie na odpowiedź
    while(HPMA115S0.available() < 2);
    byte read1 = HPMA115S0.read();
    byte read2 = HPMA115S0.read();
    // Sprawdzanie poprawności odpowiedzi
    if ((read1 == 0xA5) && (read2 == 0xA5)){
        // ACK
        return 1;
    } else if ((read1 == 0x96) && (read2 == 0x96)) {
        // NACK
        return 0;
    }
    else return 0;
}

void brighten(int q){
    uint16_t i, j;
    Serial.print("this is q");
    Serial.println(q);
    switch (q) {
        case 1:
        for (j = 5; j < 155; j++) {
            for (i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
                strip.setPixelColor(i, j,  0, 0);
            }
            strip.show();
            delay(255/(j+1));
        }
        for (j = 155; j > 6; j--) {
            for (i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
                strip.setPixelColor(i, j, 0, 0);
            }
            strip.show();
            delay(255/(j+1));
        }
        break;
        case 2:
        for (j = 5; j < 155; j++) {
            for (i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
                strip.setPixelColor(i, 0,  j, 0);
            }
            strip.show();
            delay(255/(j+1));
        }
        for (j = 155; j > 6; j--) {
            for (i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
                strip.setPixelColor(i, 0, j, 0);
            }
            strip.show();
            delay(255/(j+1));
        }
        break;
        case 3:
        for (j = 5; j < 155; j++) {
            for (i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
                strip.setPixelColor(i, 0,    0, j);
            }
            strip.show();
            delay(255/(j+1)); ‘p4h m
        }
        for (j = 155; j > 6; j--) {
            for (i = 0; i < strip.numPixels(); i++) {
                strip.setPixelColor(i, 0, 0, j);
            }
            strip.show();
            delay(255/(j+1));
        }
        break;
    }
}
```


eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 1. Przekrój komory sensora, wraz z zaznaczonymi ścieżkami przepływu powietrza

temu możliwe jest wprowadzanie do sensora powietrza z precyzyjnie określonej lokalizacji. Jest to dokładnie zobrazowane na **rysunku 1**.

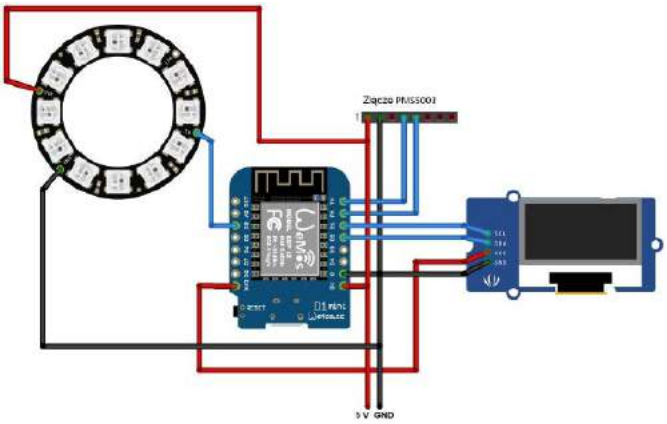
Pokaźny uchwyt „wąchacza" pozwala na ukrycie w nim akumulatora o dużej pojemności i reszty elektroniki. Port ładowania znajduje się w dolnej części obudowy rękojeści. Oświetlenie Neopixel wokół nosa zostało zaprojektowane tak, aby świecić przez obudowę u góry. Konstrukcja górnej części głównej obudowy została wydrukowana z przezroczystego PLA, a następnie – podczas druku – zamieniono materiał na szare PLA, którym wydrukowano resztę obudowy. Podobny zabieg wykonano podczas druku finalnej części obudowy, dzięki czemu możliwe jest dostrzeżenie kolorów diod LED, umieszczonych wewnątrz obudowy, sygnalizujących stan naładowania akumulatora.

Mechanizm spustowy jest złożony z przycisku, który jest wydrukowany jako jeden element. Podczas montażu należy upewnić się, że porusza się on swobodnie i naciska na dźwignię przełącznika krańcowego, zwierającego obwód.

Pliki STL z poszczególnymi elementami, gotowymi do druku 3D, znaleźć można na stronie z projektem (patrz link na końcu artykułu). Autor przygotowywał je do druku ze standardowymi ustawieniami w programie Cura dla drukarki Ender 3. Żadna z części nie była wyposażona w podpory podczas drukowania.

Budowa

Schemat połączeń poszczególnych modułów pokazano na **rysunku 2**. Do modułu z mikrokontrolerem podłączony jest sensor pyłów, przez interfejs UART na pinach X (21) i Y (22) modułu z ESP32. Wyświetlacz komunikuje się z mikrokontrolerem poprzez interfejs I²C na pinach 19 (SDA)



Rysunek 2. Schemat połączeń elektrycznych analizatora pyłów

oraz 20 (SCL). Moduł z mikrokontrolerem, diody LED RGB Neopixel oraz sensor pyłów zasilane są z napięcia 5 V pochodzącego z przetwornicy napięcia. Ekran OLED zasila stabilizator liniowy 3,3 V, który zintegrowany jest w module z mikrokontrolerem. Przetwornica zasilana jest z pojedynczego ogniwa litowo-jonowego w rozmiarze 18650. Całość uzupełnia przycisk zasilania, odcinający połączenie baterii z przetwornicą i w ten sposób całkowicie odcinający zasilanie od systemu.

Oprogramowanie

System oprogramowany jest w pełni w Arduino IDE. Kod programu sterującego „wąchaczem" zamieszczono na **listingu 1**. Jest również dostępny w postaci szkicu Arduino na stronie internetowej projektu (patrz link na końcu artykułu).

Program wykorzystuje port szeregowy do komunikacji z czujnikiem. Pomiar wykonywany jest raz na sekundę, a wyniki są przesyłane do modułu ESP32. Jest to dostateczna częstotliwość, by zapewnić urządzeniu wygodną responsywność np. po naciśnięciu spustu.

Wyniki pomiarów prezentowane są na ekranie OLED z kontrolerem SSD1306 sterowanym przez interfejs I²C. Diody LED Neopixel są kontrolowane przez bibliotekę Adafruit Neopixel w raczej konwencjonalny sposób – kolor diod zależny jest od zmierzonego stężenia pyłów PM2,5. Jeśli poziom jest mniejszy niż 25, diody LED migają na niebiesko, jeśli poziom mieści się pomiędzy 25 a 80 – na zielono, i na czerwono, jeśli poziom jest większy niż 80. Te, wstępnie ustawione, poziomy można zmienić w kodzie programu, dostosowując urządzenie do własnych potrzeb czy krajowych norm.

Po skompilowaniu programu i zaprogramowaniu modułu ESP32 (wystarczy zwykły kabel USB) system jest gotowy do pracy. Wystarczy nacisnąć spust, aby dokonać pomiaru i monitorować poziom pyłów zawieszonych dookoła nas.

Nikodem Czechowski, EP

Źródło: ***https://bit.ly/2OKX7mH***

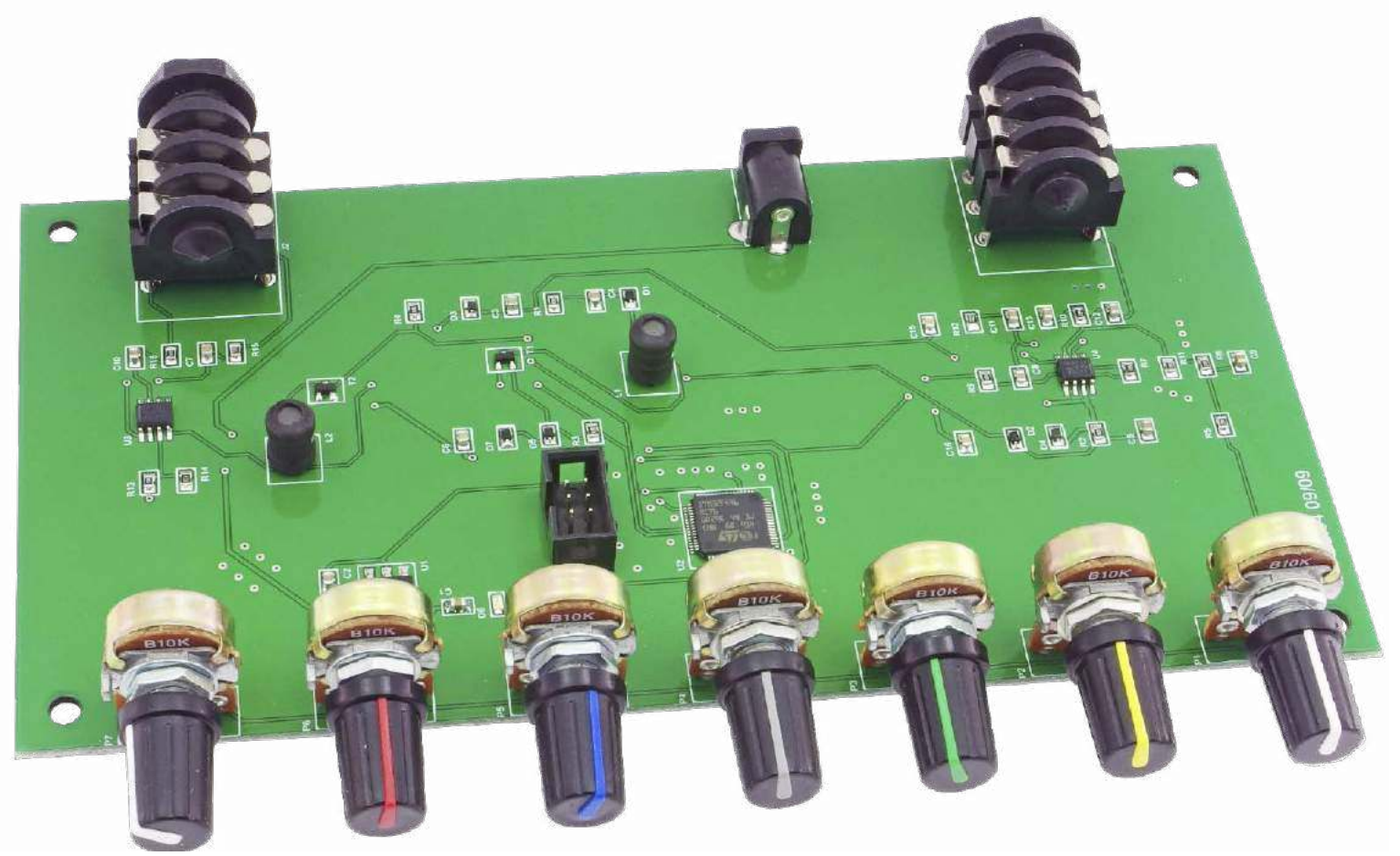
REKLAMA

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 6006d05056



Efekt do gitary

z zastosowaniem cyfrowego przetwarzania sygnałów

Dzięki nowoczesnym mikrokontrolerom staje się możliwe realizowanie skomplikowanych zadań stosunkowo niewielkim kosztem. Najnowsze układy są na tyle wydajne, że w niektórych zadaniach mogą zastępować skomplikowane procesory DSP i umożliwiają budowę układów analogowych z cyfrowym przetwarzaniem sygnału. Prezentowane urządzenie to efekt gitarowy wykorzystujący takie możliwości.

Proponowane przeze mnie rozwiązanie bazuje na mikrokontrolerze STM32F466, który ma rozbudowane układy peryferyjne, a wśród nich trzy 12-bitowe przetworniki A/C z możliwością multipleksowania wejść, oraz dwa 12-bitowe przetworniki C/A. Dzięki takim komponentom możliwe było znaczne obniżenie stopnia skomplikowania układu. Realizowany efekt to fuzz (distortion) graficzny o siedmiu kanałach częstotliwościowych wyposażony dodatkowo w efekt pogłosu i efekt tremolo.

Sposób realizacji efektów

Schemat ideowy sposobu realizacji efektu fuzz pokazuje **rysunek 1**. Tor sygnału jest podzielony na wiele kanałów częstotliwościowych i w każdym z nich sygnał podlega zniekształceniu (*distortion*). Sygnał wyjściowy powstaje z zsumowania wyjść tych kanałów.

Efekt tremolo działa na zasadzie modulowania sygnału audio sygnałem z generatora wolnych przebiegów LFO (*low frequency oscylator*) (**rysunek 2**). W naszym układzie

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

W ofercie AVT* AVT-5798

Podstawowe parametry:
- realizowane efekty: fuzz (distortion) graficzny o siedmiu kanałach częstotliwościowych wyposażony dodatkowo w efekt pogłosu i efekt tremolo,
- prosta konstrukcja dzięki zastosowaniu rozbudowanego mikrokontrolera,
- zasilanie napięciem 5 V.

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

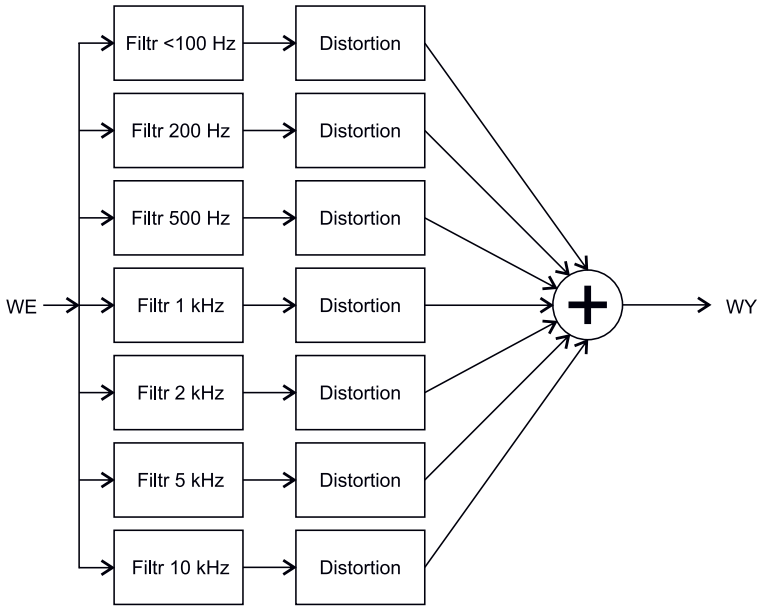
Projekt 239	Multiefekt dla wokalistów VEP10 (EP 1/2019)
AVT-5641	Procesor wokalny z efektami echa DRP-10 (EP 10/2018)
AVT-5576	Moduł „delay/reverb” (EP 4/2017)
----	Pogłos analogowy (EP 3/2017)
AVT-5569	Mikser Dry/Wet (EP 2/2017)
AVT-5544	Stereofoniczna, cyfrowa linia opóźniająca (EP 7/2016)
----	DSPfactory – profesjonalny efekt dźwiękowy dla muzyków (EP 3-5/2016)
----	Efekt „Reverb” do gitary lub instrumentu klawiszowego (EP 3/2015)
AVT-5484	Delay – efekt do instrumentu muzycznego (EP 1/2015)
AVT-3049	AVRSYN2 – syntezator muzyczny na ośmiobitowym mikrokontrolerze (EdW 1/2013)
AVT-1466	Echo cyfrowe (EP 6/2008)

*** 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

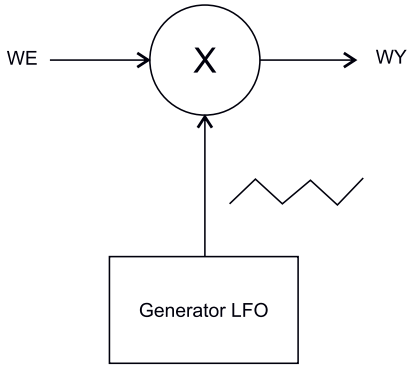
Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [**A+**] – płytka drukowana [**A**] + zaprogramowany układ [**UK**] i dokumentacja
- wersja [**UK**] – zaprogramowany układ

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 6006d05056



Rysunek 1. Schemat ideowy sposobu realizacji efektu fuzz



Rysunek 2. Schemat ideowy sposobu realizacji efektu tremolo

generator LFO wytwarza przebieg o regulowanej częstotliwości 1...100 Hz i amplitudzie 0...1. Do przebiegu dodawana jest składowa stała tak, że sygnał z generatora LFO nie przyjmuje wartości ujemnych.

Schemat blokowy

Na **rysunku 3** został pokazany schemat blokowy urządzenia. Pierwszym blokiem w torze audio jest przedwzmacniacz zbudowany na niskoszumowym wzmacniaczu operacyjnym. Przetworniki A/C i C/A to komponenty zintegrowane w mikrokontrolerze, pracujące z rozdzielczością 12 bitów. Bufor wyjściowy zrealizowany został na wzmacniaczu operacyjnym TLC2272. Układy regulacji to potencjometry podłączone do wejść multipleksowanego, drugiego przetwornika A/C.

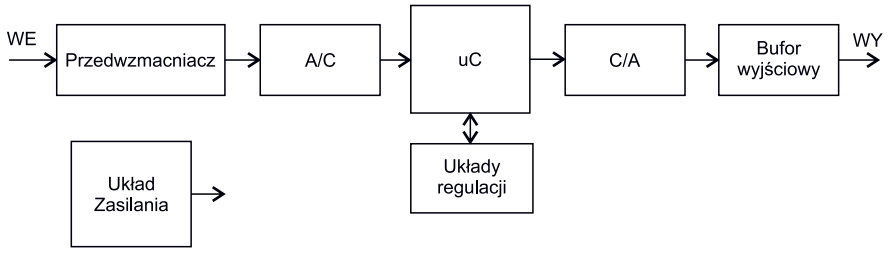
Układ zasilany jest napięciem 5 V. Zadaniem układu zasilania jest wytworzenie napięcia 3,3 V, niezbędnego do zasilania mikrokontrolera, oraz napięć dodatniego i ujemnego do zasilania wzmacniaczy operacyjnych.

Budowa układu

Schemat elektryczny urządzenia został pokazany na **rysunku 4**. Sygnał wejściowy podawany jest na gniazdo J3, typu MONO JACK 6,3 mm. Na wejściu toru audio znajduje się przedwzmacniacz zbudowany na układzie U4 i elementach sąsiadujących z nim. Zastosowano niskoszumowym wzmacniacz operacyjny, przeznaczony do stosowania w torach audio, typu NE5534. Spośród innych podobnych układów wyróżnia się bardzo niskim współczynnikiem szumów, wynoszącym poniżej 4 nV/√Hz, oraz szerokim pasmem sięgającym 10 MHz.

Przedwzmacniacz ma wzmocnienie ok. 1000 i jest tak skonstruowany, aby dopasował sygnał do wejścia analogowego mikrokontrolera. Na jego wyjściu znajduje się układ zabezpieczający przed wystąpieniem napięcia zbyt wysokiego dla wejścia mikrokontrolera.

W bloku wyjściowym pracuje bufor zrealizowany na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym U3, typu TLC2271. Wybrano ten wzmacniacz ze względu na niski pobór mocy i stosunkowo duży prąd wyjściowy.



Rysunek 3. Schemat blokowy urządzenia

Wykaz elementów:

Rezystory: (SMD0805)
R1, R2, R9: 100 Ω
R3, R4, R7: 1 MΩ
R5, R14: 10 kΩ
R6, R11: 2 MΩ
R8: 330 Ω
R10: 100 kΩ
R12: 1 kΩ
R13: 150 kΩ
R15, R16: 51 Ω
P1…P7: potencjometr 10 kΩ liniowy

Kondensatory: (SMD0805)
C1, C2, C4, C5, C9, C12, C13: 1 μF
C3, C6, C7, C10, C11: 10 μF
C8: 33 pF
C14…C16: 100 nF

Półprzewodniki:
D1, D2, D5, D7: 1N4148 SMD
D3: dioda Zenera 5,1 V SMD
D4: dioda Zenera 6,8 V SMD
D6: LED SMD0805
T1: BSS84
T2: 2N7002
U1: LM1117 SOT223
U4: NE5534 SO8
U2: STM32F446CR SMD
U3: TLC2272 SO8

Pozostałe:
L1, L2: 10 mH THT
J1: gniazdo zasilania DC5,5
J2, J3: gniazdo jack 6,3 do druku
J4: złącze IDC6

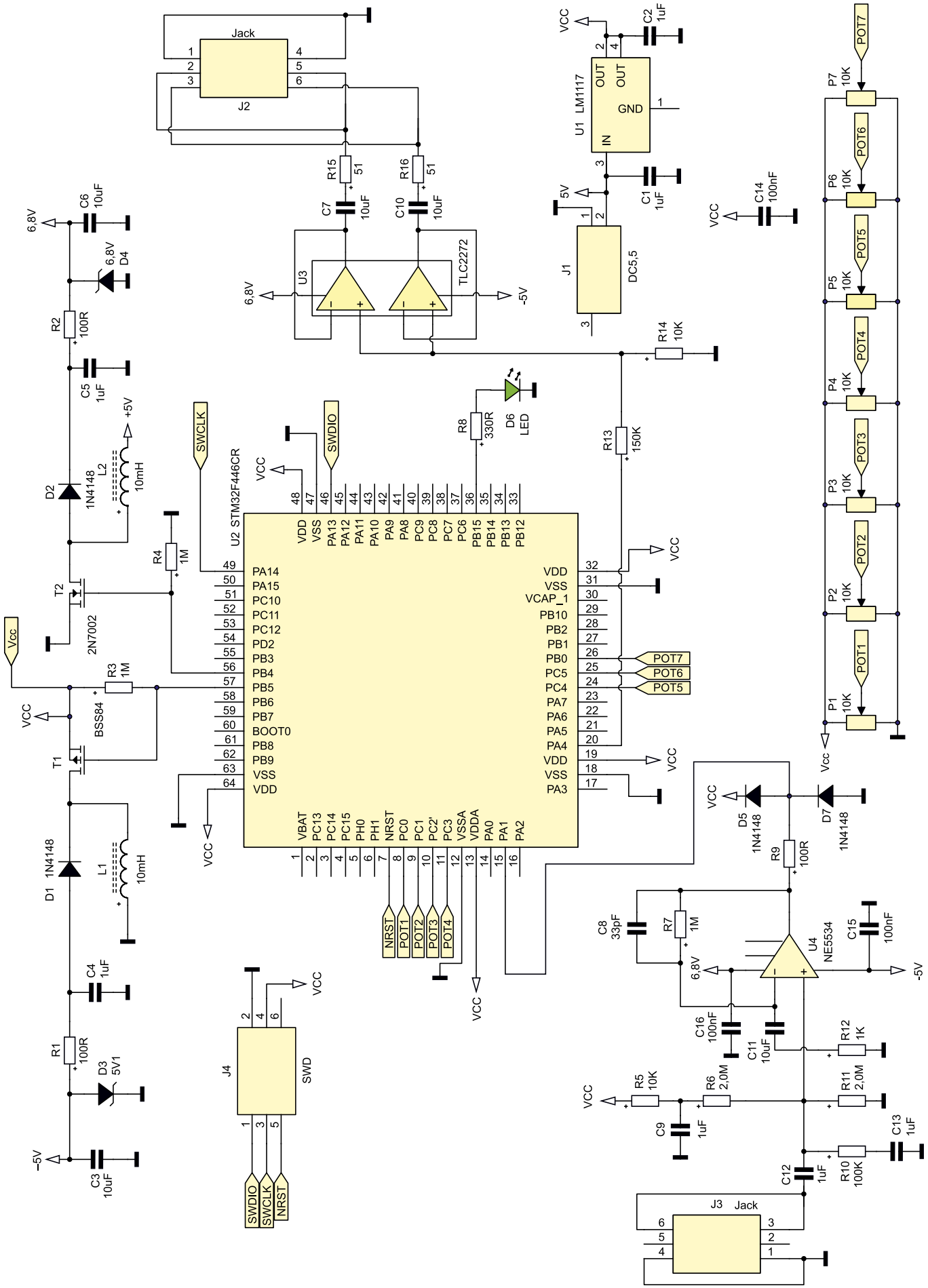
Wzmacniacze pracują jako wtórniki, po jednym na każdy kanał, a sygnały wyprowadzone są na gniazdo J2, typu stereo jack 6,3 mm. Wyjście z przetwornika C/A jest podawane na wejście wzmacniaczy operacyjnych przez dzielnik rezystorowy (R13 i R14) dopasowujący amplitudę sygnału do standardu sygnału wyjściowego.

Do multipleksowanych wejść drugiego przetwornika A/C mikrokontrolera podłączone są potencjometry służące do regulacji parametrów efektów.

Ostatnim elementem układu jest blok zasilania, który składa się ze scalonego stabilizatora liniowego U1, typu LM1117, dającego napięcie 3,3 V oraz dwóch przetwornic napięcia. Obie pracują w klasycznym układzie z indukcyjnością, jedna wytwarza napięcie ujemne –5 V (T1, D1, L1), a druga napięcie dodatnie +6,8 V (T2, D2, L2). Elementy kluczujące (tranzystory MOSFET) są sterowane z wyjść mikrokontrolera, które kontroluje

REKLAMA

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 4. Schemat elektryczny urządzenia

eprasa.pl 6006d05056

Listing 1. Kod głównych procedur programu

```
#include "main.h"
#include "efekt10.h"

int main(){
    InitPeryferia();

    HAL_DAC_Start(&hdac, DAC_CHANNEL_1);

    __HAL_ADC_ENABLE_IT(&hadc1, ADC_IT_EOC);
    __HAL_ADC_ENABLE_IT(&hadc2, ADC_IT_EOC);

    HAL_TIM_Base_Start(&htim3);
    HAL_TIM_Base_Start_IT(&htim2);
    HAL_TIM_Base_Start(&htim1);
    HAL_TIM_OC_Start(&htim1, TIM_CHANNEL_1);
    HAL_TIM_OC_Start(&htim3, TIM_CHANNEL_1);
    HAL_TIM_OC_Start(&htim3, TIM_CHANNEL_2);


    HAL_GPIO_WritePin(GPIOB, GPIO_PIN_15, GPIO_PIN_SET);

    for(;;);                // petla nieskonczona

    return 0;
}

/****** Barwa tonu*****************************************/

#define K_D (int)((double)0x10000*2*3.14*200/CZ_PROBKOWANIA)
#define K_G (int)((double)0x10000*2*3.14*5000/CZ_PROBKOWANIA)

int Filtr(int w){
    static int C_D = 0, C_G = 0;

    C_D += (w-C_D)/0x10000*K_D;
    C_G += (w-C_G)/0x10000*K_G;

    volatile register int wy_d, wy_g, wy_s;

    wy_d = C_D/0x1000*Potencjometry[POT_DOLNA];
    wy_g = (w-C_G)/0x1000*Potencjometry[POT_GORNA];

    #define f 1000
    #define Q 2
    #define C_DT (int)((double)0x10000/(1.0 / f / Q / 2.0 / 3.14 * CZ_PROBKOWANIA))
    #define L_DT (int)((double)0x10000/(Q / 2.0 / 3.14 / f * CZ_PROBKOWANIA))

    static int U_1 = 0;
    static int I_1 = 0;

    volatile register int uc = U_1 + ((I_1 /0x10000) * C_DT);
    volatile register int i = ((w - uc - I_1)/0x10000) * L_DT + I_1;

    U_1 = uc;
    I_1 = i;

    wy_s = i/0x1000*Potencjometry[POT_SRODEK];

    return wy_d+wy_g +wy_s;
}

/******************* LFO **********************************/
#define F_LFO2  40

double LFO(){
    static int kierunek = 1;
    static int aLFO = 0;

    if(kierunek)
    {
        aLFO += Potencjometry[POT_F_LFO]*0x10*F_LFO2/CZ_PROBKOWANIA;
        if(aLFO>=0xFFFF)
            kierunek = 0;
    } else {
        aLFO -= Potencjometry[POT_F_LFO]*0x10*F_LFO2/CZ_PROBKOWANIA;
        if(aLFO<=0)
            kierunek = 1;
    }

    return aLFO*Potencjometry[POT_A_LFO]/0x1000+(0xFFF-Potencjometry[POT_A_LFO])*0x10;
}

/**************** Sprzęganie ******************************/

volatile float S_Stala;
#define S_Omega 2000;

float Sprzeganie(float w_we) {
    S_Stala += (w_we-S_Stala)/S_Omega;
    return w_we-S_Stala;
}

/********* Główna procedura *******************************/

int Przetwarzanie(int w_we) {
    int w_wy;

    w_we = (w_we-0x7FF)*0x10000;

    w_wy = Sprzeganie(w_we);

    if(Potencjometry[POT_FUZZ]<0xF00)
    {
        w_wy = Fuzz(w_wy);
    } else {
        w_wy = w_wy/0x10000*LFO();
    }

    w_wy = Filtr(w_wy);
```

wewnętrzny układ licznika/timera. Na wyjścia te podawany jest sygnał prostokątny o odpowiednim wypełnieniu i częstotliwości około 100 kHz.

Opis programu sterującego

Działanie programu jest synchronizowane przerwaniami generowanymi przez timery TIM1 i TIM2. Timer 1 wyzwala pomiar przetwornika A/C w torze audio.

Listing 1. cd.

```
    w_wy = w_wy/0x1000*Potencjometry[POT_AMP];

    if(w_wy>0x7FFFFF)
        w_wy = 0x7FFFFF;
    if(w_wy<-0x7FFFFF)
        w_wy = -0x7FFFFF;

    w_wy = (w_wy/0x10000)+0x7FF;
    return w_wy;
}
```

Natomiast timer 2 wyzwala sekwencję pomiarów napięć na potencjometrach regulacyjnych.

Wyzwolenie pomiaru przez timer TIM1 uruchamia cykl przetwarzania przetwornika A/C. Po jego zakończeniu zostaje wygenerowane przerwanie, które rozpoczyna procedurę przetwarzania sygnału. Po wykonaniu wszystkich operacji związanych z modyfikacją sygnału wynikowa wartość jest podawana na wejście przetwornika C/A.

Dodatkowym zadaniem programu jest generowanie przebiegów sterujących przetwornicami napięć. Całe zadanie realizuje, odpowiednio skonfigurowany, timer TIM3.

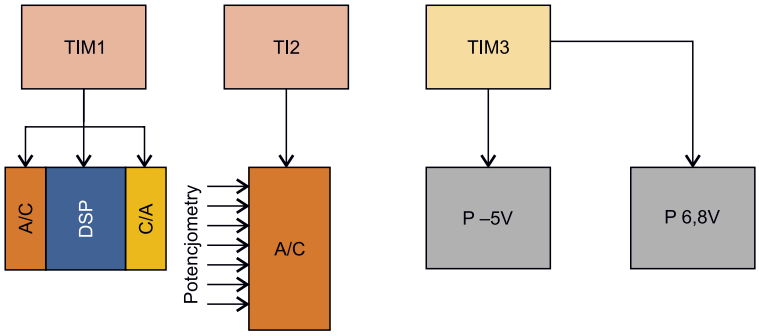
Schemat obrazujący strukturę programu został pokazany na **rysunku 5**. W programie użyto arytmetyki stało-przecinkowej, ponieważ operacje, ta tym typie danych są znacznie szybsze niż na wartościach zmiennoprzecinkowych. Na **listingu 1** zostały pokazane kody najistotniejszych procedur programu głównego, natomiast na **listingu 2** pokazano kod realizujący zadanie jednego kanału efektu fuzz. Pełne źródło programu jest dołączone do materiałów dodatkowych do projektu. Doświadczeni programiści mogą zmodyfikować kod, tworząc swoje własne efekty.

REKLAMA

eprasa.pl 6006d05056

Tabela 1. Sposób podłączenia programatora do płytki urządzenia

ST – link	PCB
1	4
4	2
7	1
9	3
15	5



Rysunek 5. Schemat obrazujący strukturę programu

Montaż i uruchomienie

Schemat płytki PCB, wraz z rozmieszczeniem elementów, pokazano na **rysunku 6**.

Układ należy zmontować bardzo starannie, ponieważ zawiera małe elementy SMD. Przed uruchomieniem należy umyć płytkę i dokładnie sprawdzić, czy elementy zostały przylutowane na właściwe miejsca oraz czy nie powstały przypadkowe zwarcia na wyprowadzeniach mikrokontrolera.

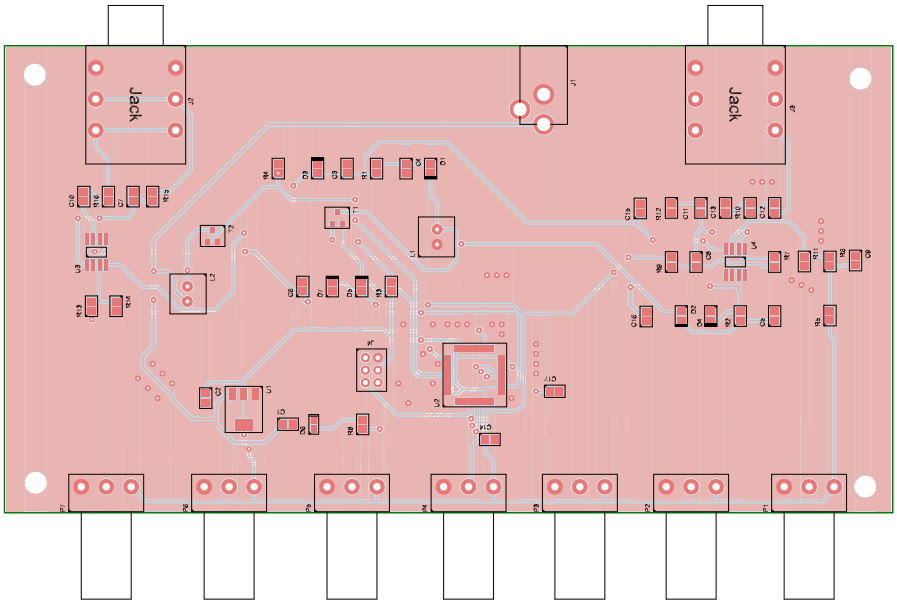
Po zmontowaniu płytki musimy zaprogramować mikrokontroler. Można do tego użyć specjalnej aplikacji dostępnej na stronie firmy ST – STB32Cubeprog. Potrzebny będzie także najpopularniejszy programator – ST-Link. W przypadku gdy nie dysponujemy odpowiednim kablem, którym można połączyć programator z płytką, możemy go wykonać samodzielnie. Kabel składa się z dwóch złączy typu IDC 6-pinowego i 20-pinowego. Złącza należy połączyć zgodnie z opisem w **tabeli 1**.

Programowanie za pomocą programu STM32Cubeprog należy przeprowadzić w następujący sposób:

1. podłączamy programator ST-link do komputera i łączymy go ze złączem na płytce,
2. podłączamy zasilanie do układu,
3. uruchamiany program STM32CubeProg,
4. wczytujemy plik *Efekt10.hex*,
5. ustawiamy typ programatora jako ST-link,
6. ustawiamy tryb programowania jako SWD,
7. wczytujemy program do pamięci flash mikrokontrolera.

Listing 2. Kod jednego kanału efektu fuzz

```
Listing jednego kanału efektu fuzz
float Fuzz1000(int w_we) {
//////////////////////////// filtrowanie
    #define f 1000
    #define C_DT (int)((double)0x10000/(1.0 / f / DOBROC / 2.0 / 3.14 * CZ_PROBKOWANIA))
    #define L_DT (int)((double)0x10000/(DOBROC / 2.0 / 3.14 / f * CZ_PROBKOWANIA))

    static int U_1 = 0;
    static int I_1 = 0;

    volatile register int uc = U_1 + ((I_1 /0x10000) * C_DT);
    volatile register int i = ((w_we - uc - I_1)/0x10000) * L_DT + I_1;

    U_1 = uc;
    I_1 = i;

//////////////////////////// wyliczanie amplitudy
    static int suma = 0;
    static int ba = 0;
    static int licznik = 1;

    if (licznik >= (int)(CZAS_MIER * CZ_PROBKOWANIA))
    {
        ba = suma;
        suma = (i<0 ? -i : i)/ (int)(CZAS_MIER * CZ_PROBKOWANIA / 3.14 * 2.0);
        licznik = 1;
    } else {
        suma += (i<0 ? -i : i)/ (int)(CZAS_MIER * CZ_PROBKOWANIA / 3.14 * 2.0);
        ++licznik;
    }

//////////////////////////// zniekształcenia
    volatile register int odc = (ba/WSP_ODC)*Potencjometry[POT_FUZZ];

    if(i>odc)
    {
        return ba;
    } else if(i<-odc) {
        return -ba;
    } else {
        return (i/Potencjometry[POT_FUZZ])*0x1000;
    }
}
```



Rysunek 6. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów (pomniejszony 35%)

Obsługa urządzenia

Parametry urządzenia reguluje się siedmioma potencjometrami. Pierwszy z nich (od lewej) to głębokość efektu „distortion", jeśli ustawimy jego wartość na zero, wyłącza się efekt „fuzz graficzny" i włącza się efekt „tremolo". Dwa następne potencjometry służą do ustawiania częstotliwości modulującej i współczynnika głębokości modulacji. Trzy kolejne potencjometry to trójpunktowy equalizer. Ostatni potencjometr służy do regulacji poziomu sygnału.

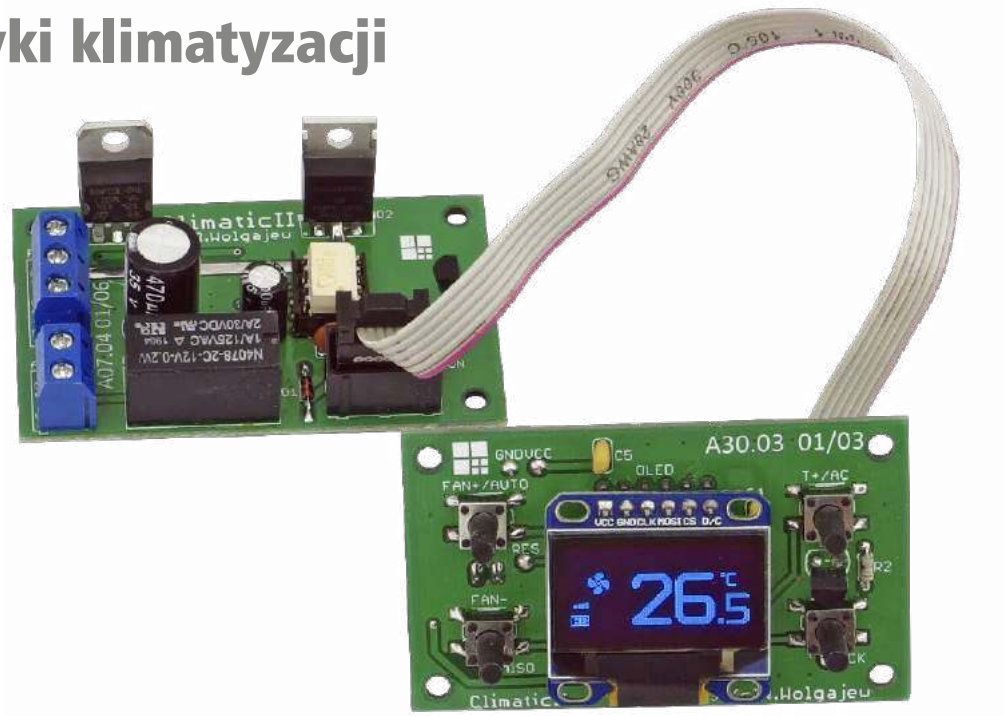
Układ zasilany jest napięciem 5 V. Sygnał z gitary podłącza się do wejścia „duży jack" znajdującego się z lewej strony, a sygnał wyjściowy można pobrać ze złącza znajdującego się po stronie prawej. Wyjście ma niewielką rezystancję wyjściową, więc można do niego podłączyć nawet słuchawki.

Tomasz Krogulski
krogul70@gmail.com

eprasa.pl 6006d05056

Climatic II

system automatyki klimatyzacji



Projekty urządzeń stanowiących wszelkiego rodzaju usprawnienia w szeroko rozumianej motoryzacji cieszą się niesłabnącą popularnością, co znalazło odbicie również w portfolio moich projektów. Wśród nich dużym zainteresowaniem cieszyły się systemy automatyki klimatyzacji takie, jak projekt Climatic opublikowany na łamach „Elektroniki Praktycznej" 12/2008. Idąc tym śladem, lecz uzbrojony tym razem w większe doświadczenie, postanowiłem opracować nowocześniejszą a zarazem prostszą implementację wspomnianej automatyki, którą wyposażono w dodatkową funkcjonalność oraz bardzo efektowny i nowoczesny interfejs użytkownika.

Urządzeniu o nazwie Climatic II służy do automatycznego sterowania układem przewietrzania i klimatyzacji pojazdu wyposażonego w manualną klimatyzację, realizując tym samym system automatycznej kontroli układu klimatyzacji. Co więcej, zastosowanie układu Climatic II pozwala na wyeliminowanie rezystorów szeregowych w układzie wentylatora nawiewu, które są częstym źródłem problemów w sterownikach oryginalnych (z uwagi na dość duże moce tracone ulegają często awariom).

Podobnie jak w poprzedniej wersji układu, tak i teraz wyłącznym zadaniem układu Climatic II jest automatyczne sterowanie prędkością wentylatora nawiewu oraz sprężarką układu klimatyzacji manualnej (w cyklu załącz/wyłącz). Do zadań kierowcy należy natomiast ustawienie żądanej temperatury (w układzie Climatic II) oraz zadbanie o poprawne ustawienie pokrętła temperatury układu wentylacji (ciepłe/zimne) w zależności od żądanego trybu pracy (schładzanie/ogrzewanie). Jak widać, jest to rozwiązanie kompromisowe stanowiące balans pomiędzy rozbudowaniem układu a głębokością ingerencji w instalację pojazdu.

W gotowych rozwiązaniach typu Climatronic znajdują zastosowanie skomplikowane układy mikroprocesorowe, które samodzielnie i w sposób zautomatyzowany decydują o prędkości wentylatora (lub wentylatorów) nawiewu, kierunku nadmuchu powietrza (angażując do tego celu serwomechanizmy zintegrowane w tunelach przewodów wentylacyjnych) i intensywności schładzania czy też ogrzewania wnętrza. Te wszystkie regulacje są realizowane przy udziale szeregu czujników temperatury, nasłonecznienia i współpracy systemu sterującego układem klimatyzacji ze sterownikiem silnika i sterownikami nadwozia. Jak łatwo zauważyć, budowa tak zaawansowanego układu byłaby skrajnie trudna choćby z uwagi na konieczność głębokiej ingerencji w budowę systemu wentylacyjnego pojazdu, nie wspominając już nawet o implementacji części elektronicznej urządzenia. Nic jednak nie stoi na przeszkodzie, aby zbudować układ, który w dużej mierze spełni zadania wykonywane przez firmowe układy klimatyzacji automatycznej.

Budowa urządzenia

Z uwagi na konieczność sterowania silnikiem prądu stałego (wentylatorem) o dość dużej mocy (100 W i więcej), układ Climatic II podzielono na dwa moduły funkcjonalne: sterujący i wykonawczy. Schemat ideowy sterownika układu Climatic II pokazano na rysunku **rysunku 1**. Zbudowano

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

W ofercie AVT* AVT-5799

Podstawowe parametry:
- automatyczne lub manualne sterowanie prędkością wentylatora nawiewu oraz sprężarką układu klimatyzacji manualnej,
- maksymalny prąd styków wykonawczych przekaźnika REL: 1A,
- maksymalny prąd wentylatora dmuchawy: 30 A (zależny od zastosowanego radiatora),
- napięcie zasilania: 10…15 V,
- maksymalny prąd zasilania: 50 mA (w tym prąd przekaźnika REL).

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5495	Uniwersalny komputer samochodowy Mee (EP 3/2015)
AVT-5395	TIDex – komputer dla samochodów z silnikiem Diesla (EP 5/2013)
AVT-5160	Climatic – sterownik klimatyzacji samochodowej (EP 12/2008)
AVT-5120	Sterownik klimatyzacji Opel TID (EP 12/2017-1/2008)

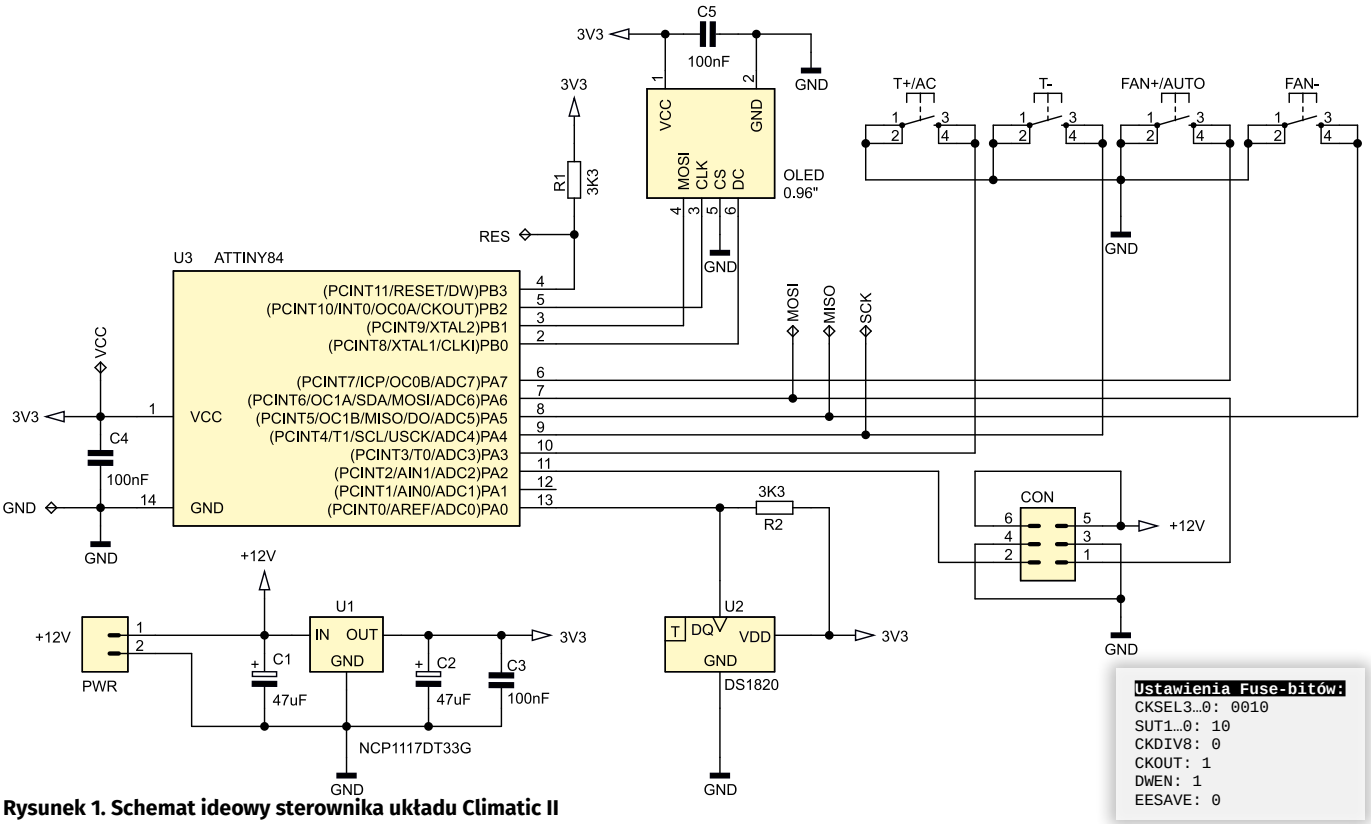
*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [**B**] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [**B**] zawiera elementy elektroniczne (w tym [**UK**] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie 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.

REKLAMA

eprasa.pl 6006d05056



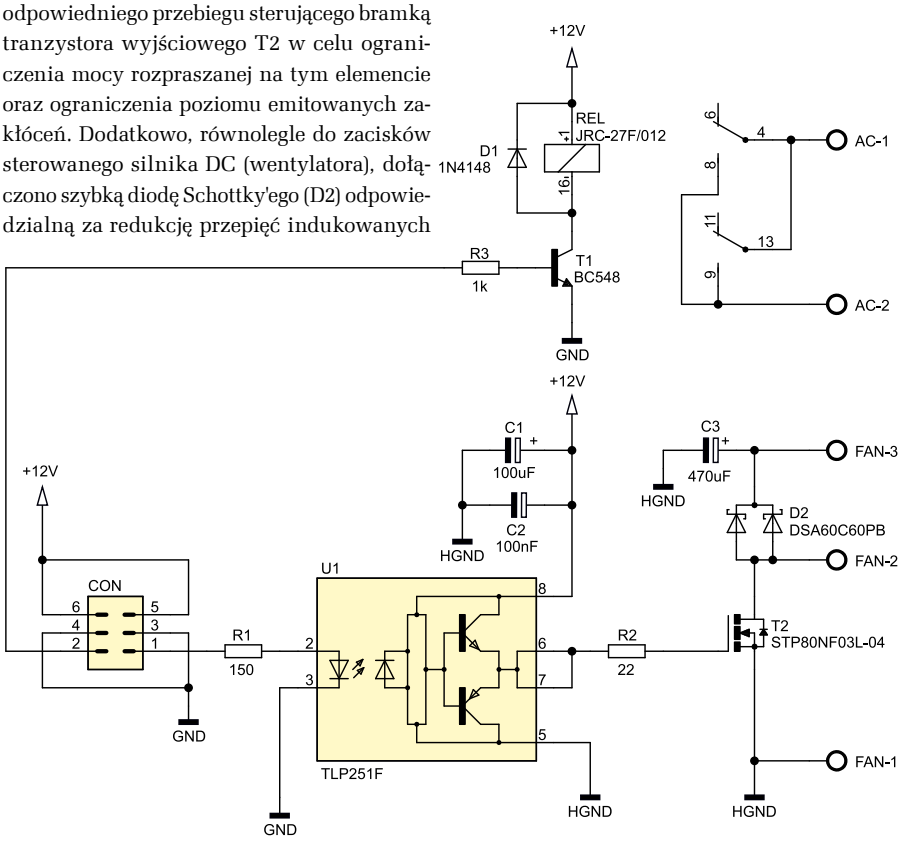
Rysunek 1. Schemat ideowy sterownika układu Climatic II

dość prosty system mikroprocesorowy, którego sercem jest mikrokontroler ATtiny84 produkcji firmy Microchip (dawniej Atmel) realizujący całą założoną funkcjonalność urządzenia. Mikrokontroler ten steruje pracą popularnego, graficznego wyświetlacza OLED o organizacji 128×64 piksele i przekątnej ekranu 0,96" stanowiącego element graficznego interfejsu użytkownika, wykorzystując w tym celu programową implementację szeregowego interfejsu SPI. Realizuje obsługę przycisków funkcyjnych, angażując w tym celu przerwanie licznika Timer0 wywoływane co 10 ms. Dzięki temu zaimplementowano skuteczny mechanizm eliminacji drgań styków i obsługę przycisków bez wstrzymywania pracy pętli głównej aplikacji (w tym obsługę długiego i krótkiego naciśnięcia przycisku). Mikrokontroler odpowiada także za programową realizację interfejsu 1-Wire niezbędnego do komunikacji ze scalonym termometrem DS1820 oraz steruje pracą dwóch stopni wyjściowych (wyprowadzenia PA2 i PA6 mikrokontrolera), których elementy wykonawcze znajdują się na module wykonawczym urządzenia.

Moduł wykonawczy urządzenia Climatic II pokazano na rysunku **rysunku 2**. Jak widać, składa się z dwóch stopni wyjściowych. Pierwszy z nich to typowy klucz tranzystorowy NPN (T1) odpowiedzialny za sterowanie przekaźnikiem REL (wyprowadzenie PA2 mikrokontrolera), zaś drugi to stopień wyjściowy sterownika PWM (wyprowadzenie PA6 mikrokontrolera) zbudowany z wykorzystaniem specjalizowanego sterownika tranzystorów IGBT/MOSFET pod postacią układu TLP251F produkcji firmy Toshiba.

Zastosowanie tego, specjalizowanego i optoizolowanego sterownika wynikało, po pierwsze, z potrzeby izolacji napięcia zasilania sterownika Climatic II od obwodu wyjściowego mocy wentylatora FAN, a po drugie i najważniejsze, z konieczności zapewnienia odpowiedniego przebiegu sterującego bramką tranzystora wyjściowego T2 w celu ograniczenia mocy rozpraszanej na tym elemencie oraz ograniczenia poziomu emitowanych zakłóceń. Dodatkowo, równolegle do zacisków sterowanego silnika DC (wentylatora), dołączono szybką diodę Schottky'ego (D2) odpowiedzialną za redukcję przepięć indukowanych podczas sterowania mocą elementu o charakterze indukcyjnym za pomocą przebiegu PWM.

Do generowania przebiegu PWM wykorzystano natomiast wbudowany w strukturę mikrokontrolera układ czasowo-licznikowy Timer1 pracujący w dość ciekawym trybie PWM, a mianowicie w trybie z korekcją fazy i częstotliwości (tryb 8), dla którego



Rysunek 2. Schemat ideowy modułu wykonawczego układu Climatic II

eprasa.pl 6006d05056

częstotliwość wyjściową określa rejestr ICR1 timera, zaś wypełnienie rejestr OCR1A. W przypadku naszego urządzenia częstotliwość przebiegu PWM ustawiono na poziomie 10 kHz, co ma zapobiegać występowaniu niechcianych efektów dźwiękowych (pisków) podczas pracy silnika DC.

Interfejs 1-Wire

Kilka słów uwagi należy się typowi zastosowanego czujnika temperatury, a właściwie interfejsowi, z pomocą którego odbywa się komunikacja między nim a mikrokontrolerem. Mowa o interfejsie 1-Wire, który jest bardzo popularny dzięki prostocie implementacji i możliwościom, jakie daje jego zastosowanie. Tym razem skupię się na autorskiej implementacji funkcji przeznaczonych do obsługi tego medium transmisyjnego. Zanim jednak przejdę do konkretnych rozwiązań programowych, konieczne jest przedstawienie podstawowych informacji na temat samego interfejsu.

Komunikacja na magistrali 1-Wire odbywa się przy udziale jednego przewodu (stąd nazwa interfejsu) oznaczonego jako DQ, który może jednocześnie pełnić funkcję przewodu zasilającego w konfiguracji tzw. zasilania pasożytniczego. W przypadku magistrali 1-Wire, tak jak w przypadku większości interfejsów szeregowych, transmisja przebiega w konfiguracji Master ↔ Slave. Układ nadrzędny (Master) steruje wyszukiwaniem i adresowaniem układów podrzędnych (Slave), steruje przepływem danych oraz generuje sygnał zegarowy (inicjuje wysyłanie i odbieranie danych). Dane przesyłane są synchronicznie z prędkością do 16,3 kbps w trybie standard oraz do 115 kbps w trybie overdrive. Należy szczególnie podkreślić, że przesłanie każdego bitu informacji niezależnie od kierunku transmisji inicjowane jest wyłącznie przez układ Master za pomocą wygenerowania opadającego zbocza sygnału (ściągnięcie magistrali do logicznego „0" przez czas z zakresu 1…5 µs). Po wystąpieniu takiego zbocza sygnału układ Slave podejmuje różne działania, których scenariusz zależy od oczekiwanego kierunku transmisji.

Tego typu organizacja protokołu transmisji zapewnia prawidłową synchronizację przesyłanych danych bez potrzeby stosowania dodatkowych linii sterujących. Minimalny czas trwania pojedynczego bitu jest ściśle określony i wynosi 60 µs plus dodatkową 1 µs na tak zwany czas odtworzenia zasilania (recovery time). Wyznacza on maksymalną prędkość transmisji w trybie standard (1/61 µs = 16,3 kbps). Co ważne, każde z urządzeń podłączonych do magistrali musi mieć wyjście typu otwarty dren lub otwarty kolektor, a linia danych połączona jest do zasilania przez rezystor podciągający o typowej wartości 4,7 kΩ, co w stanie bezczynności powoduje utrzymywanie się stanu wysokiego na linii zapewniającego zasilanie urządzeń podrzędnych (jeśli pracują w trybie zasilania pasożytniczego).

Sama magistrala nie ma ustalonego formatu danych a sposób przesyłania informacji zależy od konfiguracji i właściwości układów podrzędnych. Przesyłane słowa są zawsze jednobajtowe a jako pierwszy transmitowany jest bit mniej znaczący. Dodatkową i jedną z najważniejszych cech urządzeń z interfejsem 1-Wire, o czym wspomniano na wstępie, odróżniającą je jednocześnie np. od urządzeń standardu I²C, jest unikatowy, ośmiobajtowy kod zapisany w pamięci ROM peryferium. Kod ten jest niepowtarzalny i właściwy tylko i wyłącznie pojedynczemu układowi scalonemu (dla elementów produkowanych przez firmę Maxim/Dallas zapisywany jest na etapie produkcji). Najmniej znaczący bajt tego kodu zawiera kod rodziny układów (Family code), kolejne 6 bajtów zawierają unikatowy kod konkretnego egzemplarza (właściwy adresu układu) a najbardziej znaczący bajt zawiera sumę kontrolną CRC8 (*Cyclic Redundancy Check*). Suma ta wyliczana jest na podstawie poprzednich siedmiu bajtów i jest ustalana na etapie produkcji (służy do kontroli poprawności transmisji). Protokół transmisji danych interfejsu 1-Wire definiuje kilka podstawowych sygnałów sterujących i stanów pracy magistrali:

- sygnał Reset, wysyłany przez układ Master, będący żądaniem zgłoszenia się układów Slave,
- sygnał Presence, wysyłany przez układy Slave, będący potwierdzeniem obecności tych układów na magistrali danych,
- zapis logicznej „1" i „0",
- odczyt logicznej „1" i „0".

Najlepszym sposobem na zrozumienie zależności czasowych dla poszczególnych stanów pracy magistrali jest zobrazowanie ich na rysunkach przedstawiających sekwencje tychże sygnałów widziane z punktu widzenia układu Slave. Na **rysunku 3** pokazano sekwencję inicjalizacji magistrali 1-Wire, która umożliwia układowi Master wykrycie podłączonych do magistrali układów Slave. Rozpoczyna się poprzez wysłanie przez układ Master sygnału Reset (ściągnięcie magistrali do masy przez 480…960 µs) i po odczekaniu 15…60 µs, odpowiedzią układów Slave poprzez wysłanie sygnału Presence (ściągnięcie magistrali do masy przez 60…240 µs).

Wykaz elementów:

Moduł sterujący

Rezystory: (obudowy miniaturowe 1/8 W)
R1, R2: 3,3 kΩ

Kondensatory: (SMD0805)
C1, C2: elektrolityczny 47 µF/16 V (obudowa SMD C/6032-28R)
C3: ceramiczny X7R 100 nF (obudowa SMD 1206)
C4, C5: ceramiczny 100 nF (raster 0,1")

Półprzewodniki:
U1: NCP1117DT33G (obudowa TO252)
U2: DS1820 (obudowa TO-92)
U3: ATTINY84 (obudowa DIP14)
OLED: wyświetlacz OLED 0,96" 128×64 px, niebieski, SPI

Pozostałe:
REL: przekaźnik JRC-27F/012
CON: gniazdo IDC męskie 2×3 piny (2,54 mm)
AC: złącze śrubowe AK500/2
FAN: złącze śrubowe AK500/3

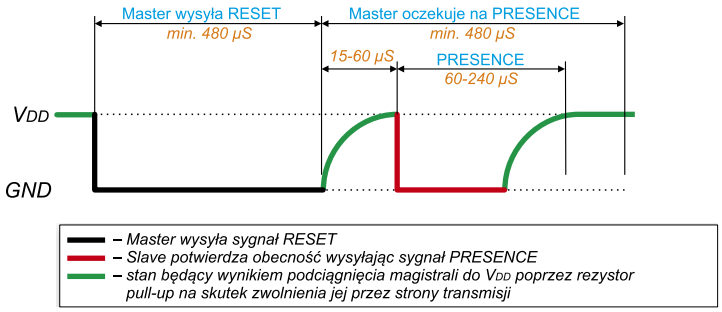
Moduł wykonawczy

Rezystory: (obudowy miniaturowe 1/8 W)
R1: 150 Ω
R2: 22 Ω
R3: 1 kΩ

Kondensatory: (SMD0805)
C1: elektrolityczny 100 µF/16 V (raster 0,1")
C2: ceramiczny 100 nF (raster 0,1")
C3: elektrolityczny 470 µF/25 V (raster 0,2")

Półprzewodniki:
U1: TLP251F (DIL08)
D1: 1N4148 (DO34-7)
D2: DSA60C60PB (TO-220)
T1: BC548 (TO-92)
T2: STP80NF03L-04 (TO-220)

Pozostałe:
REL: przekaźnik JRC-27F/012
CON: gniazdo IDC męskie 2×3 piny (2,54 mm)
AC: złącze śrubowe AK500/2
FAN: złącze śrubowe AK500/3



Rysunek 3. Procedura inicjalizacji magistrali 1-Wire

REKLAMA

eprasa.pl 6006d05056

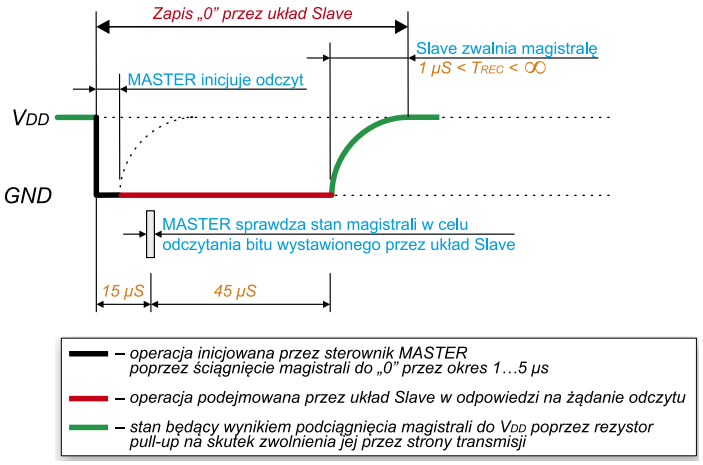
Na **rysunkach 4** i **5** pokazano sekwencje sygnałów sterujących obrazujące operację zapisu danych (logicznego „0” i „1”) przez układ Slave na magistralę 1-Wire a będącą wynikiem żądania odczytu ze strony układu Master (ściągnięcie magistrali do masy przez 1…5 µs). Na **rysunku 6** pokazano sekwencję sygnałów sterujących obrazującą operacje odczytu danych wykonywaną przez układ Slave, a będącą wynikiem zapisu danych dokonanego przez układ Master (jak wcześniej, inicjowaną poprzez ściągnięcie magistrali do masy przez 1…5 µs).

Tyle, jeśli chodzi o opis warstwy komunikacyjnej protokołu 1-Wire. Pora więc na rozwiązania programowe. Zaczynamy od prezentacji pliku nagłówkowego, w treści którego zdefiniowano parametry sprzętowe (**listing 1**). Na **listingu 2** pokazano bardzo krótką funkcję inicjalizacyjną, której zadaniem jest ustawienie kierunku portu obsługującego interfejs 1-Wire. Na **listingu 3** pokazano jedną z podstawowych funkcji interfejsu 1-Wire, odpowiedzialną za wygenerowanie sygnału Reset i odbiór sygnału Presence, czyli funkcję inicjująca transmisję na magistrali 1-Wire. Funkcja korzysta z makra ATOMIC_BLOCK (z pliku *atomic.h*), którego celem jest zablokowanie przerwań systemowych w czasie operacji krytycznych czasowo, co ma zapobiec zakłóceniom transmisji na skutek „degradacji” timingów na magistrali. Dalej, na **listingach 4** i **5** pokazano podstawowe funkcje transmisyjne umożliwiające zapis i odczyt pojedynczego bitu na magistrali 1-Wire. I na koniec, na **listingach 6** i **7**, pokazano dwie funkcje umożliwiające zapis i odczyt bajta na magistrali.

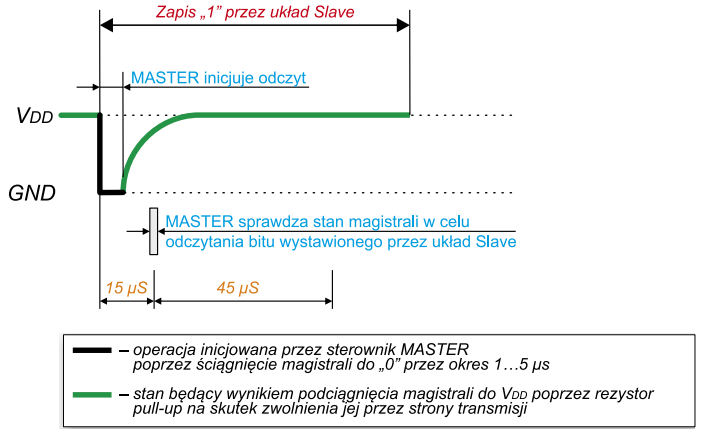
Algorytm regulacji

W prezentowanym układzie, w odróżnieniu od pierwowzoru, zastosowano dwie, niezależne automatyki regulacyjne: automatykę biegów wentylatora dmuchawy (oznaczoną jako AUTO) oraz automatykę układu klimatyzacji (oznaczoną jako AC). Pierwsza z nich odpowiada za automatyczne sterowanie prędkością wentylatora dmuchawy korzystając z 9-ciu zaprogramowanych biegów, przy czym aktualny bieg wybierany jest na podstawie różnicy pomiędzy temperaturą zadaną a temperaturą zmierzoną, gdzie na każde 1,5°C różnicy przypada zmiana o wartość jednego biegu. Druga automatyka odpowiada za sterowanie (za pomocą przekaźnika REL) wyłącznikiem układu klimatyzacji manualnej powodując, według potrzeby, załączanie i wyłączanie tegoż układu w celu utrzymania zadanej temperatury wewnątrz pojazdu.

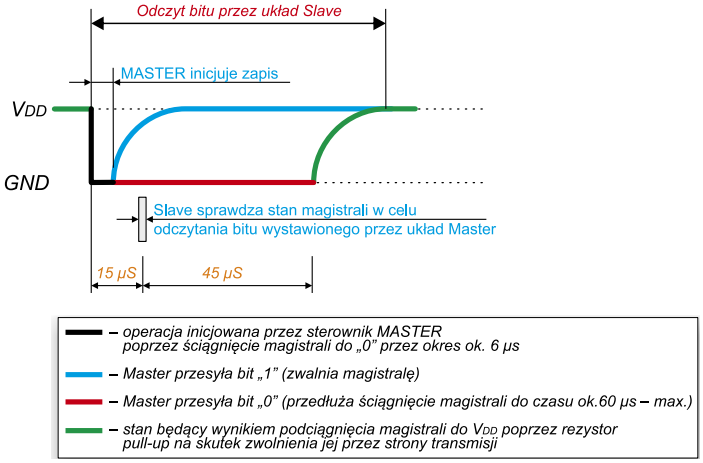
Tego typu sterowanie nie zostało wybrane przypadkowo. Jest po prostu bezpieczne dla sprężarki układu klimatyzacji, gdyż oryginalny wyłącznik układu klimatyzacji podaje jedynie sygnał sterujący do sterownika nadwozia (lub silnika), a ten ostatni „decyduje” o momencie i możliwości załączenia sprężarki dostosowując parametry pracy silnika



Rysunek 4. Sekwencja sygnałów sterujących obrazująca operację zapisu logicznego „0” wykonywaną przez układ Slave, a inicjowaną przez układ Master



Rysunek 5. Sekwencja sygnałów sterujących obrazująca operację zapisu logicznej „1” wykonywaną przez układ Slave a inicjowaną przez układ Master



Rysunek 6. Sekwencja sygnałów sterujących obrazująca operację odczytu stanu magistrali 1-Wire wykonywaną przez układ Slave a inicjowaną przez układ Master

Listing 1. Plik nagłówkowy modułu obsługi interfejsu 1-Wire

```
#define OW_PORT_REG PORTA
#define OW_PIN_REG PINA
#define OW_DDR_REG DDRA
#define OW_PIN_NR PA0

#define OW_READ_INPUT (OW_PIN_REG & (1<<OW_PIN_NR))
#define OW_PULL_UP_OFF (OW_PORT_REG &= ~(1<<OW_PIN_NR))
#define OW_SET_AS_INPUT (OW_DDR_REG &= ~(1<<OW_PIN_NR))
#define OW_SET_AS_OUTPUT (OW_DDR_REG |= (1<<OW_PIN_NR))
```

Listing 2. Funkcja inicjalizacyjna modułu obsługi interfejsu 1-Wire

```
void owInit(void){
    OW_SET_AS_INPUT;  //Ustawiamy jako port wejściowy, gdyby było inaczej
    OW_PULL_UP_OFF;  //Wyłączamy pull-up'a, gdyby było inaczej
}
```


eprasa.pl 6006d05056

Listing 3. Funkcja inicjująca transmisję na magistrali 1-Wire

```
uint8_t owReset(void){
    uint8_t Presence;

    OW_SET_AS_OUTPUT;  //Ściągamy magistralę do 0 przez 480us
    _delay_us(480);
    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE)
    {
        OW_SET_AS_INPUT;  //Zwalniamy magistralę i czekamy na sygnał Presence
        _delay_us(60);
        Presence = OW_READ_INPUT;  //Odczyt sygnału Presence (0)
    }
    //Czekamy na zwolnienie magistrali przez układy Slave
    _delay_us(480-60);
    //Sprawdzamy zwolnienie magistrali przez układy Slave
    if(OW_READ_INPUT == 0)  Presence = 1;
    //Różne od 0, gdy błąd magistrali: brak układów Slave lub zwarcie na magistrali
    return Presence;
}
```

Listing 4. Funkcja odpowiedzialna za zapis bitu na magistrali 1-Wire

```
void owWriteBit(uint8_t Bit){
    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE){
        OW_SET_AS_OUTPUT;  //Ściągamy magistralę do 0 przez 1us
        _delay_us(1);
        //Jeśli zapisujemy 1 to zwalniamy magistrlę
        //będzie podciągnięta do VCC przez rezystor pull-up
        if(Bit) OW_SET_AS_INPUT;
        _delay_us(60-1);  //Czekamy 60us i zwalniamy magistrlę
        OW_SET_AS_INPUT;
    }
}
```

Listing 5. Funkcja odpowiedzialna za odczyt bitu na magistrali 1-Wire

```
uint8_t owReadBit(void){
    uint8_t Bit = 0;

    ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE){
        OW_SET_AS_OUTPUT;  //Ściągamy magistralę do 0 przez 1us
        _delay_us(1);
        //Zwalniamy magistralę i po 15 us próbkujemy jej stan
        //by odczytać bit przesyłany przez układ Slave
        OW_SET_AS_INPUT;
        _delay_us(15-1);
        if(OW_READ_INPUT) Bit = 1;
        //Czekamy 45us do zakończenia bieżącego okna czasowego
        _delay_us(60-15);
    }

    return Bit;
}
```

Listing 6. Funkcja odpowiedzialna za zapis bajta na magistrali 1-Wire

```
void owWriteByte(uint8_t Byte){
    for(uint8_t  i=0; i<8; ++i){
        owWriteBit(Byte & 0x01);
        Byte >>= 1;
    }
}
```

Listing 7. Funkcja odpowiedzialna za odczyt bajta na magistrali 1-Wire

```
uint8_t owReadByte(void){
    uint8_t Byte = 0;

    for(uint8_t  i=0; i<8; ++i){
        Byte >>= 1;
        if(owReadBit()) Byte |= 0x80;
    }

    return Byte;
}
```

i zapobiegając niekorzystnym warunkom pracy sprężarki. Dodatkowo, odpowiednio dobrana histereza regulacji minimalizuje częstość cyklów załącz/wyłącz sprężarki. Histereza została zdefiniowana w taki sposób, aby na przykład: dla ustawienia żądanej temperatury wewnątrz pojazdu na wartość 21°C, układ Climatic II włączył sprężarkę układu klimatyzacji przy temperaturze 22°C wewnątrz pojazdu i chłodził wnętrze do osiągnięcia temperatury 20,5°C, po czym wyłączył sprężarkę.

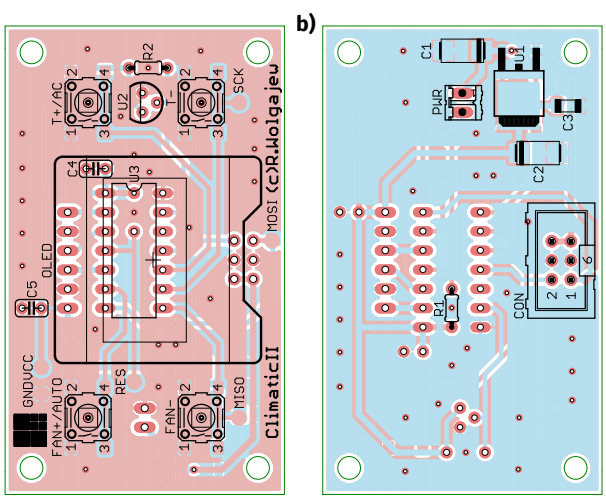
Obie automatyki mogą być załączane niezależnie, zaś w przypadku wyłączenia automatyki biegów wentylatora dmuchawy aktualny bieg możemy wybierać manualnie korzystając z przycisków funkcyjnych FAN+/AUTO i FAN–. W celu zapewnienia poprawnej pracy układu automatyki należy zapewnić optymalne warunki pomiarowe dla czujnika temperatury w postaci układu U2, czyli miejsce jego montażu. Należy eksperymentalnie dobrać miejsce jego zamocowania, aby odwzorować średnią temperaturę panującą wewnątrz pojazdu i uniknąć niepotrzebnych działań wspomnianej automatyki. Standardowo czujnik ten znajduje się na płytce drukowanej sterownika, lecz w razie potrzeby możemy podłączyć go za pomocą 3-żyłowego przewodu.

Montaż i uruchomienie

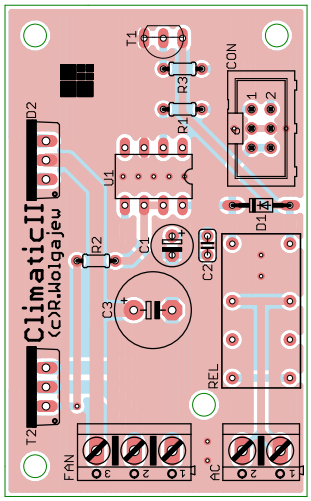
Montaż urządzenia rozpoczynamy od implementacji płytki sterownika układu Climatic II, której wygląd pokazano na **rysunku 7**. Montaż płytki sterownika rozpoczynamy od warstwy TOP, gdzie w pierwszej kolejności przylutowujemy wszystkie elementy półprzewodnikowe. Następnie lutujemy elementy bierne a na samym końcu 4 mikroprzełączniki stanowiące element interfejsu użytkownika. Dalej przechodzimy na warstwę BOTTOM, na której w pierwszej kolejności montujemy elementy SMD, następnie pozostałe elementy bierne THT, a na samym końcu złącza PWR i CON. W tym momencie wracamy na warstwę TOP, gdzie korzystając z goldpinów połączeniowych modułu wyświetlacza OLED przylutowujemy go do obwodu drukowanego urządzenia dbając o odpowiednie jego położenie w stosunku do płaszczyzny przycisków funkcyjnych. Warto podkreślić, że w przypadku zastosowanego modułu wyświetlacza OLED wykonane połączenia elektryczne zapewniają mu jednocześnie wystarczająco stabilny montaż mechaniczny.

Płytkę modułu wykonawczego, urządzenia Climatic II, pokazano na **rysunku 8**. Montaż rozpoczynamy od przylutowania wszystkich półprzewodników. Następnie lutujemy elementy bierne a na samym końcu gniazda AC, FAN oraz CON. Ścieżki przewodzące duże prądy pokrywamy dodatkową warstwą cyny (w tym celu nie zostały one pokryte maską lutowniczą). W przypadku sterowania pracą wentylatora większej mocy konieczne może być wyposażenie elementów D2 oraz T2 w radiator rozpraszający ciepło mocy strat. W układzie prototypowym sterowano pracą wentylatora nawiewu pozyskanego z auta Fiat

a) b)

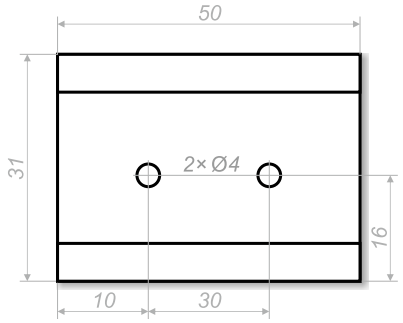


Rysunek 7. Schemat montażowy modułu sterownika, a) strona TOP, b) strona BOTTOM



Rysunek 8. Schemat montażowy modułu wykonawczego

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 9. Sposób przygotowania radiatora pod elementy D2 i T2

Punto II, który to w trakcie pracy pobierał prąd rzędu 8 A a mimo to nie było potrzeby implementacji radiatora mocy. Na **rysunku 9** pokazano przykładowy sposób przygotowania radiatora.

Obie płytki urządzenia (sterownik i moduł wykonawczy) łączymy ze sobą wielożyłowym przewodem zakończonym 6-pinowymi gniazdami IDC. Na fotografii tytułowej pokazano zmontowane moduły.

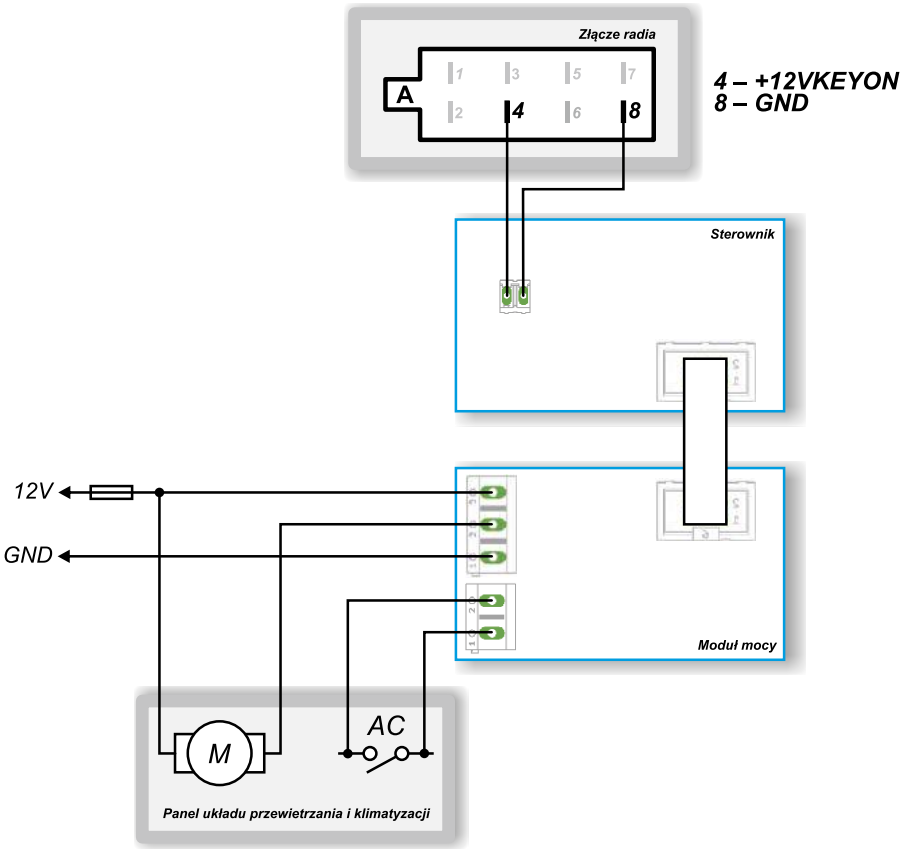
Montaż i podłączenie sterownika powinny zostać wykonane przez doświadczonego elektryka bądź elektronika samochodowego. Urządzenie należy zamontować w suchym miejscu, z dala od wszelkiego rodzaju elektroniki mogącej zakłócać działanie sterownika (typu sterownik silnika ECU, moduł kontroli nadwozia BCM czy alarm) zaopatrując w odpowiednią, najlepiej ekranowaną obudowę chroniącą przez zwarciem, zawilgoceniem, uszkodzeniem mechanicznym i zakłóceniami EMI. Z uwagi na sposób podłączenia, układ Climatic II najlepiej zamontować w pobliżu złącza radioodbiornika, gdyż w tym miejscu dostępnych jest większość sygnałów przyłączeniowych.

Układ podłączamy do następujących „modułów" pojazdu:

1. Złącze radioodbiornika – umożliwiaja zasilenie urządzenia (złącze PWR), po włączeniu stacyjki,
2. Panel sterowania nawiewem i klimatyzacją – umożliwia automatyczne sterowanie układem klimatyzacji manualnej (złącze AC) oraz wentylatorem nawiewu (złącze FAN) – ważny jest przekrój przewodów z uwagi na duże prądy, min. 1,5 mm².

Konfiguracja styków wyłącznika układu klimatyzacji manualnej, w danym typie pojazdu, odbiega od tej, którą posiada przekaźnik REL, należy zastosować inny, odpowiedni do tej konfiguracji przekaźnik o napięciu znamionowym cewki równym 12 V.

Urządzenie Climatic II, w celu regulacji prędkości wentylatora dmuchawy, stosuje przebieg PWM, udostępniając 9 predefiniowanych prędkości obrotowych, przez co zbyteczne staje się stosowanie rezystorów biegu wentylatora dmuchawy standardowo montowanych w starszych pojazdach. Sposób podłączenia naszego sterownika do instalacji pojazdu pokazano na **rysunku 10**.



Rysunek 10. Sposób podłączenia układu Climatic II do instalacji pojazdu

Obsługa

Urządzenie wyposażono w efektowny wyświetlacz graficzny wykonany w technologii OLED oraz 4 przyciski funkcyjne dające bezpośredni dostęp do realizowanych przez nie funkcjonalności. Przyciski oznaczone jako, FAN+/AUTO i FAN– służą, po pierwsze, do regulacji prędkości wentylatora dmuchawy, gdy automatyka dmuchawy pracuje w trybie manualnym, zaś po drugie, do włączenia tej automatyki poprzez długie naciśnięcie przycisku FAN+/AUTO, co sygnalizowane jest pojawieniem się napisu „AUTO" w ramach graficznego interfejsu użytkownika. W takim przypadku, co oczywiste, nie można regulować biegów wentylatora dmuchawy w sposób manualny.

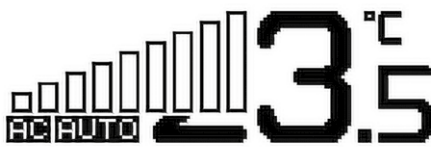
Przyciski oznaczone jako, T+/AC i T– służą z kolei do regulacji żądanej temperatury wewnątrz pojazdu (w zakresie 15...30°C, z krokiem 0,5°C), zaś długie naciśnięcie przycisku T+/AC służy do włączenia automatyki układu klimatyzacji co sygnalizowane jest pojawieniem się napisu „AC" w ramach graficznego interfejsu użytkownika.

Dla zwiększenia atrakcyjności graficznego interfejsu użytkownika wprowadzono efektowne animacje towarzyszące każdorazowej zmianie żądanej temperatury wewnątrz pojazdu. Animacje, o których mowa polegają na pionowym „przewijaniu" znaków na ekranie, dzięki czemu w dość łatwy sposób możemy uzyskać efekt przypominający swoim działaniem pracę starych liczników mechanicznych, gdzie zmianie znaku towarzyszyło przesunięcie się jednego znaku w górę/dół i „wskoczenie" na jego miejsce znaku kolejnego (w przypadku liczników były to oczywiście cyfry). Osiągnięty efekt wygląda nadspodziewanie dobrze!

Wygląd graficznego interfejsu użytkownika urządzenia Climatic II z zaznaczeniem wszystkich dostępnych opcji pokazano na **rysunku 11**. W trakcie manualnej regulacji prędkości wentylatora dmuchawy pole symbolizujące bieżący bieg wentylatora zostaje powiększone w celu zwiększenia czytelności co pokazano na **rysunku 12**.

Robert Wołgajew
robert.wolgajew@ep.com.pl

Rysunek 11. Wygląd graficznego interfejsu użytkownika urządzenia Climatic II z zaznaczeniem wszystkich dostępnych opcji



Rysunek 12. Wygląd graficznego interfejsu użytkownika urządzenia Climatic II w trakcie regulacji prędkości wentylatora

eprasa.pl 6006d05056

Translator adresu magistrali I²C

Prezentowany układ rozwiązuje problem, gdy na jednej magistrali I²C muszą współpracować układy z ustawionym takim samym adresem.

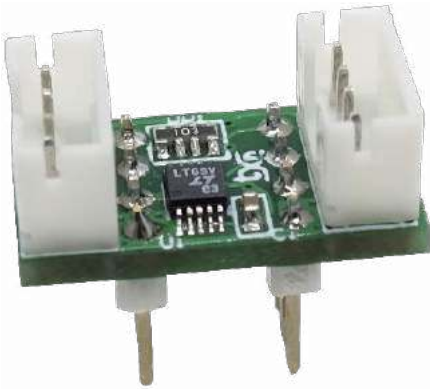
Opisany minimoduł rozwiązuje problem adresacji, nie modyfikując pozostałej części transmisji. Idea działania jest prosta – port wejściowy modułu połączony jest z magistralą na której mamy już układ bez możliwości zmiany adresu, np. PCA9536D, a port wyjściowy połączony jest z drugim identycznym układem. Translator adresów powoduje logiczną zmianę adresu drugiego układu, tak aby był widoczny od strony wejścia pod innym adresem.

Budowa i działanie

Nie tylko idea działania jest prosta, realizacja również, ponieważ możemy zastosować dedykowany układ LT4316A Analog Devices. Jego strukturę wewnętrzną pokazano na **rysunku 1**. Oprócz translacji adresów możliwa jest konwersja poziomów napięciowych pomiędzy magistralami, w zakresie 2,5 do 5 V. Schemat minimodułu translatora adresu został pokazany na **rysunku 2.**

Sygnał wejściowy z magistrali I²C jest doprowadzony do złącz I2CIA/I2CCIB, a następnie do rezystorów podwieszających z drabinki RP1 (sekcje A i D) i układu U1 LTC4316. Sygnał wyjściowy, po translacji adresów, dostępny jest na złączach I2COA/I2COB. Magistrala także jest podwieszona rezystorami RP1 (sekcje B iC). Rozdzielenie zasilania obu stron – VCCI i VCCO umożliwia translację napięć, gdy funkcja ta nie jest potrzebna, to należy połączyć potencjały VCCI i VCCO za zewnątrz płytki.

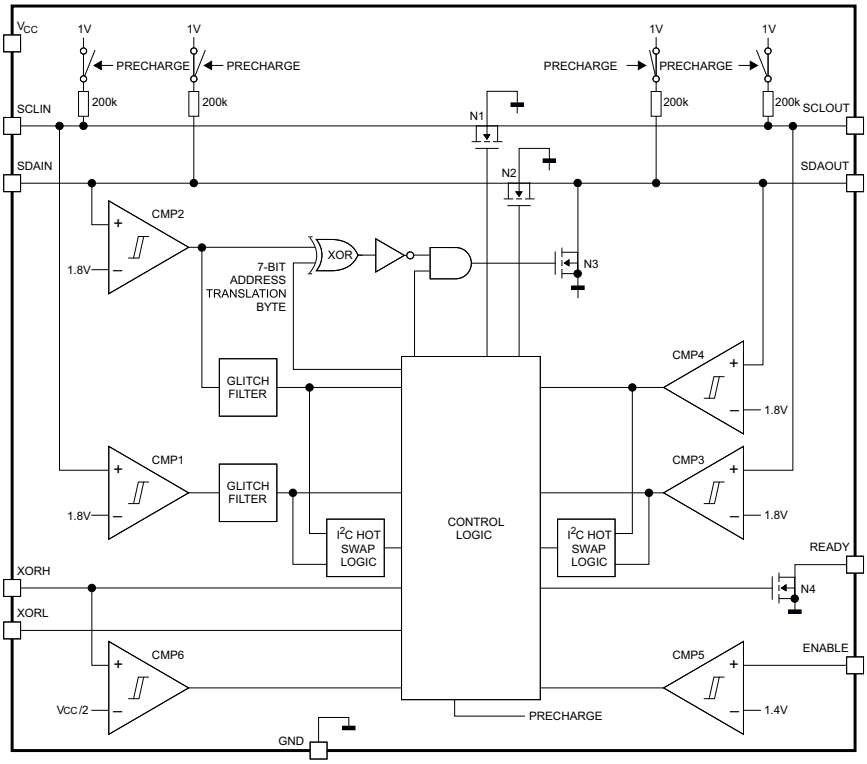
Rezystory Rht, Rhb, Rlt, Rlb służą do ustalenia bajtu translacji adresu, zgodnie z **tabelą 1**. Zasadę działania translacji pookazano na **rysunku 3**. Adres wyjściowy jest funkcją XOR adresu wejściowego i ustawionego bajtu translacji. W modelu wlutowane są zwory w miejsce Rhb i Rlt, co daje bajt translacji 0001111(RW).



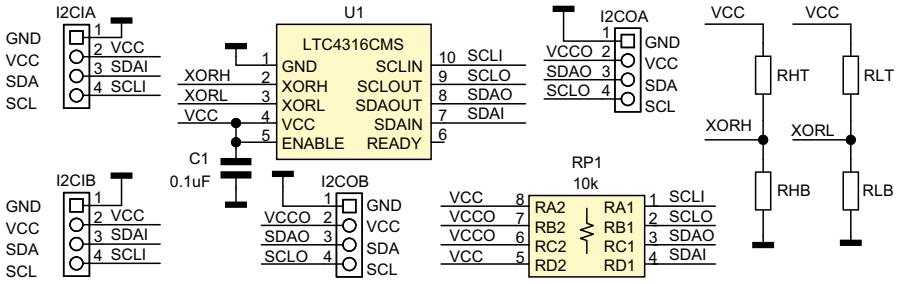
Montaż i uruchomienie

Moduł zmontowany jest na dwustronnej płytce drukowanej. Rozmieszczenie elementów pokazano na **rysunku 4**. Montaż jest typowy i nie wymaga opisu. Zmontowany układ nie wymaga uruchamiania, należy jedynie wlutować rezystory ustalające bajt translacji zgodnie z wymogami aplikacji. Po podłączeniu magistral i zasilania moduł jest gotowy do pracy.

Praktyczne sprawdzenie działania modułu można przeprowadzić używając Raspberry Pi i funkcji i2cdetect -y 1, w pierwszym przypadku pod adresem 0x41 znaleziony jest



Rysunek 1. Struktura wewnętrzna LTC4316



Rysunek 2. Schemat modułu translatora adresów I²C

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

W ofercie AVT* AVT-5786

Podstawowe parametry:
- umożliwia pracę układów o tym samym adresie na jednej magistrali I²C,
- realizuje konwersję poziomów napięciowych,
- zasilanie w zakresie od 2,5 do 5 V.

Wykaz elementów:
RP1: Drabinka rezystorowa CRA06S08 10 kΩ
RHB, RHT, RLB, RLT: 1 MΩ SMD0805
C1: 100 nF SMD0603
U1: LTC4316CMS
I2CIA, I2COA: Złącza goldpin 1×4 2,54 mm
I2CCIB, I2COB: Złącza goldpin 1×4 2 mm

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

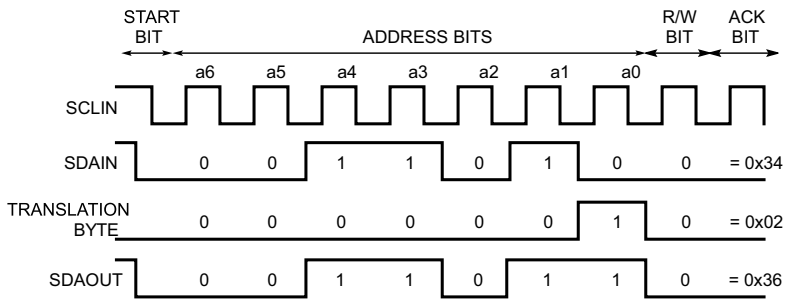
----	Expander IO z interfejsem I²C (EP 6/2020)
AVT-5769	Podwójny potencjometr z interfejsem I²C (EP 5/2020)
----	Moduł wyjść dużej mocy z kontrolą poprzez I²C (EP 5/2020)
AVT-5751	I²C Extender – przedłużacz i rozdzielacz magistrali I²C (EP 3/2020)
AVT-5708	Przedłużacz magistrali I²C (EP 8/2019)

*** 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.

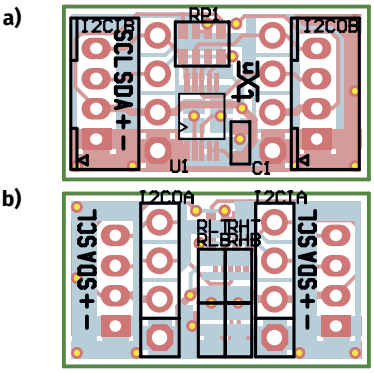
eprasa.pl 6006d05056



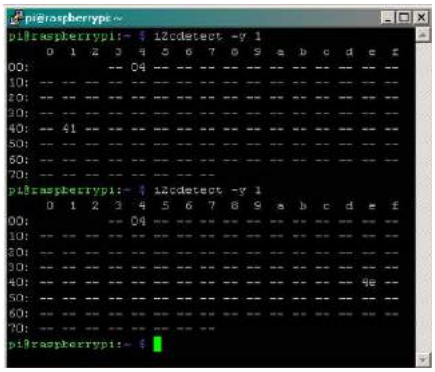
Rysunek 3. Sposób translacji adresów

Tabela 1. Wartości dzielników ustalających przesunięcie adresu

upper 3-bit of translation byte				recommended RHT [kΩ]	recommended RHB [kΩ]
	a6	a5	a4		
	0	0	0	Open	Short
	0	0	1	976	102
	0	1	0	976	182
	0	1	1	1000	280
	1	0	0	1000	392
	1	0	1	1000	523
	1	1	0	1000	681
	1	1	1	1000	887
lower 4-bit of translation byte				**recommended RLT [kΩ]**	**recommende RLB [kΩ]**
a3	a2	a1	a0		
0	0	0	0	Open	Short
0	0	0	1	976	102
0	0	1	0	976	182
0	0	1	1	1000	280
0	1	0	0	1000	392
0	1	0	1	1000	523
0	1	1	0	1000	681
0	1	1	1	1000	887
1	0	0	0	887	1000
1	0	0	1	681	1000
1	0	1	0	523	1000
1	0	1	1	392	1000
1	1	0	0	280	1000
1	1	0	1	182	976
1	1	1	0	102	976
1	1	1	1	Short	Open



Rysunek 4. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów w skali 2:1 a) strona TOP, b) strona BOTTOM



Rysunek 5. Translacja adresu dla układu PCA9536

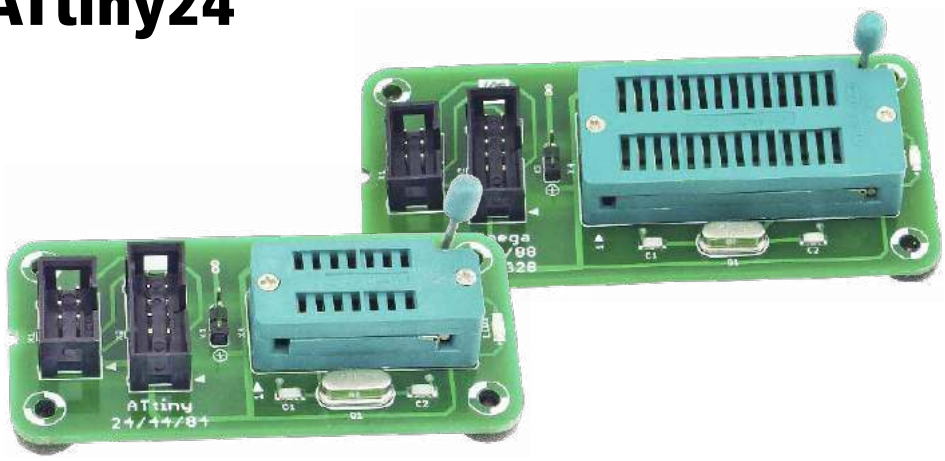
układ PCA9536, w drugim ten sam układ po translacji bajtem 0x0F znaleziony zostaje pod adresem 0x4e, co pokazuje **rysunek 5**. Układ znaleziony pod adresem 0x04 włączony po stronie „wejściowej" translatora pozostanie z niezmienionym adresem.

Warto wspomnieć o układach LTC4317 i LTC4318 zawierających translatory o odpowiednio – jednym lub dwóch wejściach oraz dwóch wyjściach, które przydatne są przy realizacji translacji dla trzech jednakowych układów na jednej magistrali lub dwóch niezależnych magistral i jednym przesunięciu adresu.

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

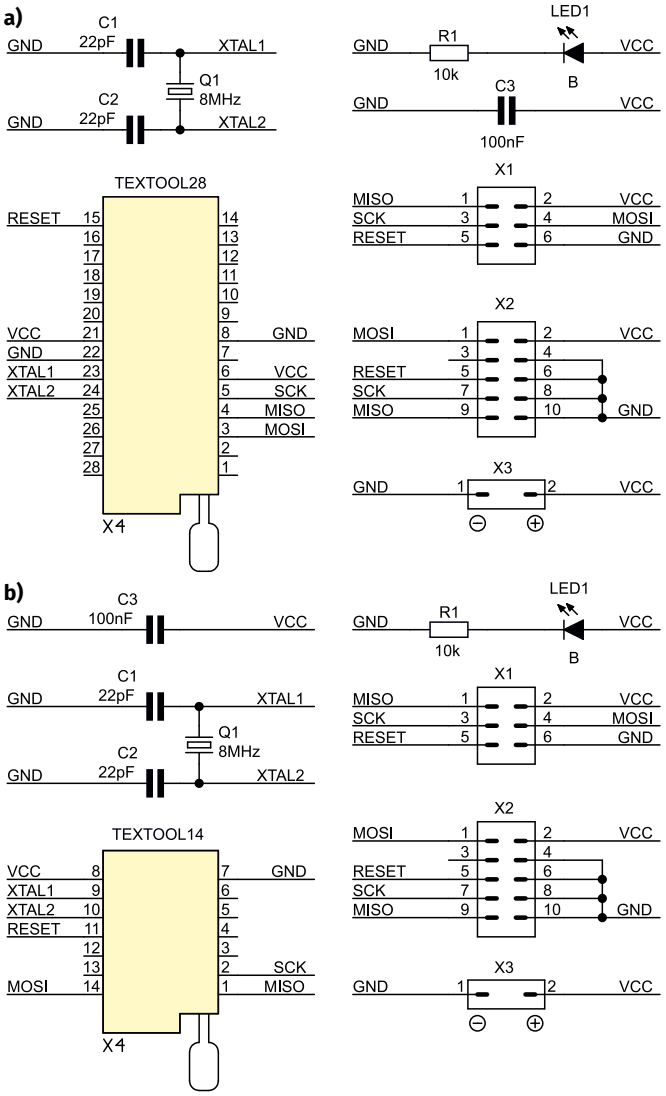
Adaptery do programowania ATmega8 oraz ATtiny24

Adaptery mają za zadanie ułatwić programowanie procesorów, których najczęściej używamy. Są prostymi przystawkami umożliwiającymi łatwe dołączenie programatorów szeregowych AVR ISP do mikrokontrolerów AVR w obudowach DIP28 oraz DIP14.



eprasa.pl 6006d05056

Adapter AVT5808 obsługuje mikrokontrolery: ATmega8, ATmega48, ATmega88, ATmega168, ATmega328 wraz z dodatkowymi oznaczeniami literowymi: A, L, P i V. Adapter AVT5824 obsługuje mikrokontrolery: ATtiny24, ATtiny44, ATtiny88 wraz z dodatkowymi oznaczeniami literowymi: A, V. Każdy z programatorów wyposażony jest w dodatkowe złącze zasilania w postaci dwóch szpilek Goldpin, rezonator kwarcowy 8 MHz wraz z kondensatorami odprzęgającymi oraz niebieską diodę LED sygnalizującą dołączenie zasilania do płytki adaptera, a tym samym do programowanego mikrokontrolera.



Rysunek 1. Schematy elektryczne, a) adaptera dla układów w obudowie DIL28, b) adaptera dla układów w obudowie DIL14

Budowa i działanie

Adaptery zostały wyposażone w wygodną, wysokiej jakości podstawkę ZIF (3M/Textool). Dla mikrokontrolerów ATmega8 i zgodnych wyprowadzeniami jest to ZIF28 (DIL28), dla ATtiny24 i pochodnych – ZIF14 (DIL14). Podstawki typu ZIF są idealne do szybkiego i wygodnego programowania układów scalonych. Każdy z adapterów posiada złącze programowania ISP w standardzie 6 PIN i 10 PIN. Schematy elektryczne układów pokazano na **rysunku 1.** Nie są skomplikowane i nie wymagają dodatkowego komentarza.

Montaż i uruchomienie

Schematy płytek PCB wraz z rozmieszczeniem elementów pokazano na **rysunku 2**. Pomimo zastosowania elementów do montażu powierzchniowego SMD, montaż układów jest klasyczny i nie powinien sprawić żadnych trudności. Adaptery cechuje niewielki rozmiar oraz możliwość montażu dzięki otworom w narożach zaokrąglonej płytki. Rozwiązaniem bardziej optymalnym jest umieszczenie gumowych nóżek, co pozwala na szybką wymianę adaptera dołączonego do programatora na inny.

Mavin
mavin@op.pl

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

W ofercie AVT* AVT-5808, AVT-5824

Podstawowe parametry:
- przeznaczone dla mikrokontrolerów AVR w obudowach DIP28 oraz DIP14,
- współpracują z programatorami szeregowymi AVR ISP,
- złącze programowania ISP w standardzie 6 PIN i 10 PIN,
- dołączony rezonator kwarcowy 8 MHz.

Wykaz elementów:

Adapter dla układów w obudowie DIL28 (AVT-5808)
R1: 10 kΩ
C1,C2: 15…33 pF
C3: 100 nF
LED1: LED 1206 (niebieska)
Q1: 8 MHz
X1: Z-WS6
X2: Z-WS10
X3: Goldpin 1×2
X4: ZIF28 (szeroka)

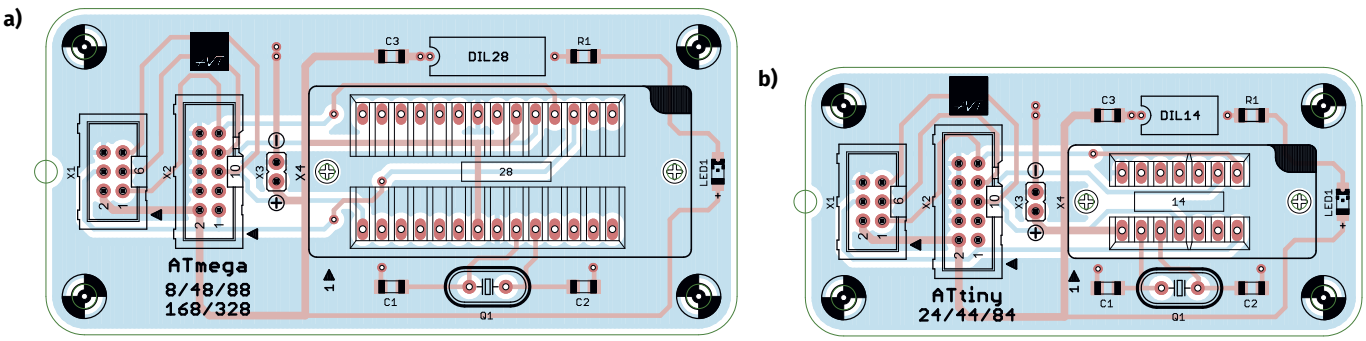
Adapter dla układów w obudowie DIL14 (AVT-5824)
R1: 10 kΩ
C1,C2: 15…33 pF
C3: 100 nF
LED1: LED 1206 (niebieska)
Q1: 8 MHz
X1: Z-WS6
X2: Z-WS10
X3: Goldpin 1×2
X4: ZIF14

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:
AVT-1462 Uniwersalny adapter dla programatorów AVR-ISP (EP 2/2008)

*** 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. Schematy PCB wraz rozmieszczeniem elementów, a) adaptera dla układów w obudowie DIL28, b) adaptera dla układów w obudowie DIL14

http://forum.ep.com.pl

eprasa.pl 6006d05056

Adapter zasilacza HLK-PM01

Zasilacz jest nieodłącznym komponentem każdego urządzenia elektronicznego, ale wybór najlepszego rozwiązania zawsze stanowi poważny dylemat. Zastosowanie klasycznego transformatora bardzo upraszcza konstrukcję ale zwiększa wymiary i ciężar, natomiast budowa zasilacza impulsowego, choć wygrywa on pod wieloma względami z transformatorem, jest zadaniem niełatwym. Opisywane rozwiązanie układowe idealnie sprawdzi się, jako rozwiązanie problemu konstrukcji zasilacza pracującego ciągle w sieci 230 V i pobierającego możliwie najmniejszy prąd w stanie spoczynku.

Prezentowany układ powstał w odpowiedzi na coraz większe zapotrzebowanie na takie proste zasilacze. Moduł może być wbudowany w większe urządzenie, jako pełnowartościowy zasilacz dla innych modułów. Elementy potrzebne do budowy opisywanego modułu są łatwo dostępne i tanie.

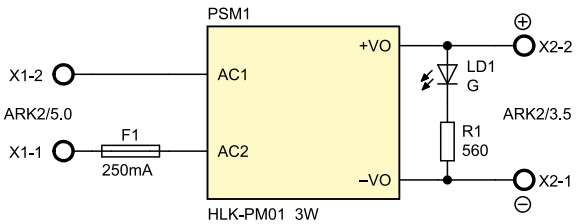
Budowa i działanie

Schemat ideowy układu pokazano na **rysunku 1**. Konstrukcja zasilacza oparta jest o standardową aplikację producenta. Użyty do budowy miniaturowy zasilacz HLK-PM01 o mocy 3 W firmy Hi-Link przetwarza napięcie sieciowe (AC) w zakresie 100...240 V na napięcie stałe (DC) 5 V o wydajności prądowej 600 mA (chwilowo 1000 mA). Idealnie nadaje się do zasilania układów, które mają zbyt mało miejsca na tradycyjny zasilacz z transformatorem. Dodatkowym atutem jest tryb niskiego poboru prądu przy braku obciążenia, dzięki czemu moc spoczynkowa wynosi mniej niż 0,1 W.

Sprawność przetwornicy przy zasilaniu 230 V i pełnym obciążeniu wynosi około 70%, stabilizacja napięcia ±0,2%, a stabilizacja prądu ±0,5%. Moduł posiada zabezpieczenie nadprądowe w zakresie od 150 do 200% maksymalnego obciążenia znamionowego oraz zabezpieczenie przeciwzwarciowe.

Uwaga!
W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia!

Dzięki szerokiemu zakresowi temperatury pracy od –20 do 60°C moduł można zastosować nie tylko w aplikacjach wewnątrz budynków, ale i zewnętrznych. Sam moduł przetwornicy posiada następujące wymiary: 34×20×15 mm, a wraz z płytką adaptacyjną 38×38×20 mm, co pozwala na umieszczenie zestawu w tradycyjnej puszce podtynkowej o średnicy 60 mm. Punkty lutownicze przy otworach montażowych umożliwiają dołączanie własnych modułów tworząc „kanapkę" z wykorzystaniem złącz szpilkowych typu „goldpin". Dodatkowo, dwoma



Rysunek 1. Schemat elektryczny układu

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

W ofercie AVT* AVT-5785

Podstawowe parametry:
- zasilanie napięciem 100…240 V AC,
- stabilizowane napięcie wyjściowe wartości 5 V,
- wydajność prądowa 600 mA, chwilowo 1000 mA,
- bardzo mała moc spoczynkowa <0,1 W.

Wykaz elementów:
R1: 560 Ω
LD1: LED zielona 3 mm
PSM1: HLK-PM01 (5 V)
F1: bezpiecznik 250 mA/250 V
X1: ARK2/5.08
X2: ARK2/3.5

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

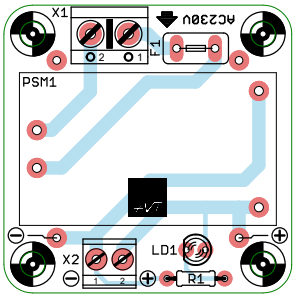
AVT-5729	Adapter transformatora do druku (EP 12/2019)
AVT-1990	Regulowany zasilacz do płytek stykowych (EP 8/2018)
----	Precyzyjny regulowany zasilacz stabilizowany (EP 2/2018)
AVT-5585	Zasilacz laboratoryjny 0…30 V/5 A ze sterowaniem mikroprocesorowym (EP 12/2017-1/2018)
----	Multizasilacz (EP 10/2017)
AVT-1976	Precyzyjny, regulowany zasilacz uniwersalny 1,5-32 V/3 A (EP 8/2017)
AVT-3172	Praktyczny zasilacz warsztatowy (EP 5/2017)
AVT-1946	Zasilacz napięcia symetrycznego z LM27762 (EP 2/2017)
AVT-1913	Moduł miniaturowego zasilacza (EP 8/2016)
AVT-1857	Zasilacz modułowy (EP 7/2015)

*** 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 6006d05056



Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

z nich może być przekazywane napięcie wyjściowe przetwornicy, bez konieczności korzystania ze złącza śrubowego i przewodu połączeniowego.

W obwodzie zasilania sieciowego znajduje się szybki bezpiecznik kubkowy o wartości 250 mA. Jako przyłącze zastosowano złącze śrubowe tzw. ARK o rastrze 5,08 mm. Po stronie napięcia wyjściowego znajduje się złącze ARK o rastrze wyprowadzeń 3,5 mm. Dioda LED w kolorze zielonym, z dołączonym rezystorem ograniczającym prąd, o wartości 560 Ω, sygnalizuje pojawienie się napięcia 5 V.

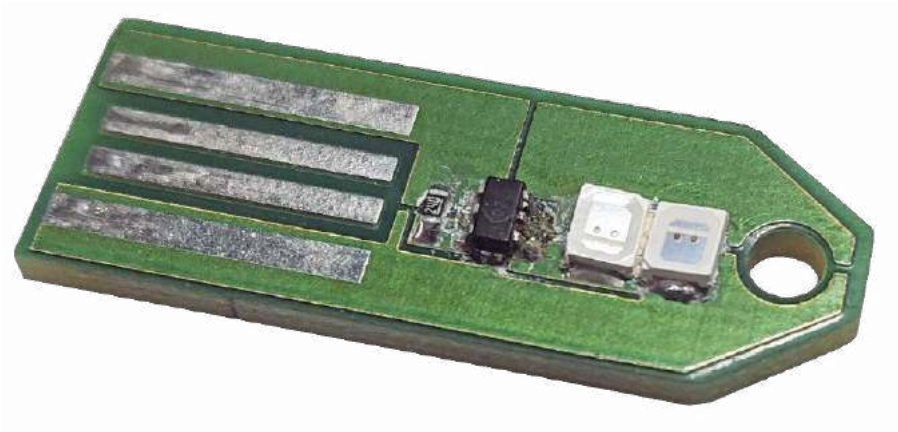
Montaż i uruchomienie

Schemat montażowy zasilacza pokazano na **rysunku 2**. Pomocą w montażu będzie fotografia tytułowa. Montaż jest łatwy i nie wymaga dodatkowego komentarza, poradzą sobie z nim nawet mniej doświadczeni konstruktorzy. Bezbłędnie zmontowany układ działa poprawnie od razu po dołączeniu do sieci elektrycznej. Należy bezwzględnie pamiętać o tym, że moduł podłączany jest do sieci elektrycznej, czyli na płytce występują napięcia niebezpieczne dla zdrowia i życia człowieka.

Mavin
mavin@op.pl

Czerwona latarka LED

Projekt powstał z potrzeby. Mając małe dziecko, nie raz trzeba wstawać w nocy, aby je np. przebrać. Światło jest wtedy niezbędne, by widzieć, co się robi. Ale każdy, kto ma małe dzieci, wie, jak ciężko czasem jest je ponownie utulić do spania. Dlatego żaden rodzic nie chciałby obudzić dziecka w środku nocy podczas jego przewijania. Pomyślałem o latarce świecącej na czerwono. Jest to światło, przy którym widzimy przedmioty w nocy, ale zarazem nie jest tak jaskrawe, aby mogło obudzić śpiące dziecko.

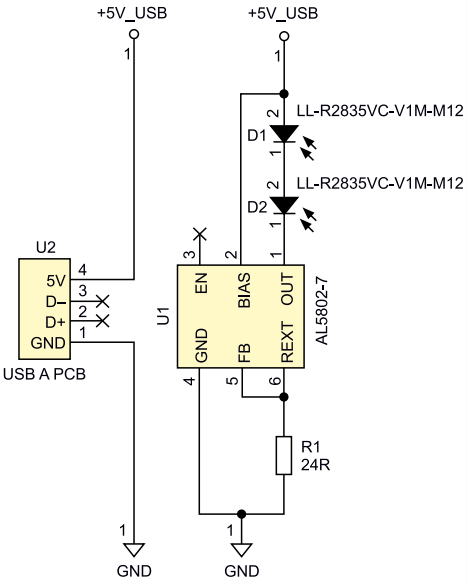


Na początku chciałem kupić gotowe rozwiązanie, ale latarkę świecącą na czerwono trudno znaleźć. Jeśli już ma taką funkcjonalność, zazwyczaj ma również światło białe, i żeby zaświecić kolor czerwony, trzeba przejść przez kilka trybów świecenia na biało (łącznie z trybem stroboskopowym). Takie działanie dyskwalifikuje latarkę do mojego zastosowania. Wtedy pomyślałem nad niedużym kawałkiem PCB, wtykanym bezpośrednio do portu USB, na przykład do power banku. Płytka miałaby 2 diody LED koloru czerwonego. Proste i tanie rozwiązanie, całkowicie spełniające moje potrzeby.

Budowa i działanie

Na **rysunku 1** został pokazany schemat elektryczny latarki. Złącze USB jest oznaczone jako element U2. Nie jest to fizyczna złączka, a jedynie pady umieszczone na PCB. Płytka została zamówiona na laminacie o grubości 2 mm. Jest to grubość wystarczająca do tego, aby płytka nie wypadała z gniazda USB oraz by umożliwić pewny styk. Z portu USB pochodzi zasilanie całego urządzenia.

Układ oznaczony U1 to AL5802-7. Jest to sterownik diod LED, działający jak źródło prądowe zbudowane z 2 tranzystorów NPN. Typowy układ aplikacyjny został pokazany na **rysunku 2**. W latarce nie stosuję sterowania PWM. Prąd wyjściowy ustalam za pomocą rezystora R1=24 Ω. Jego wartość dobiera się według wzoru:



Rysunek 1. Schemat elektryczny latarki

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

W ofercie AVT* AVT-8797

Podstawowe parametry:
- latarka w formie płytki wtykanej bezpośrednio do portu USB,
- stabilizowany prąd zasilania diod LED, ustawiony na 30 mA
- możliwość zwiększenia prądu do max. 60 mA

Wykaz elementów:
R1: 24 Ω SMD0603
U1: AL5802-7
D1, D2: diody LED typu LL-R2835VC-V1M-M12

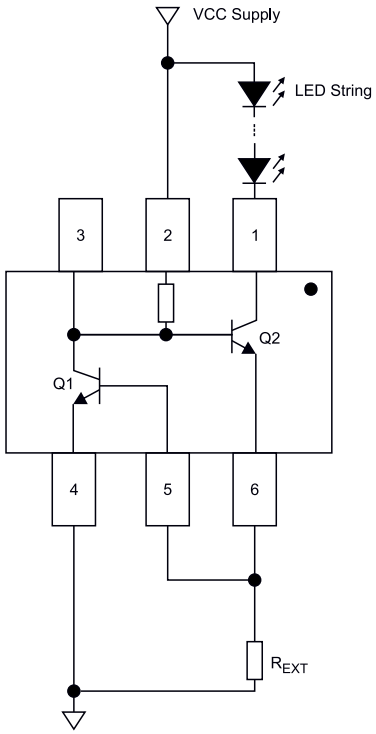
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:
AVT-791 Błyskacz – sygnalizator optyczny (EdW 11/2016)
AVT-790 Mrygałka LED – energooszczędny sygnalizator optyczny (EdW 8/2016)
AVT-1676 Latarka do namiotu (EP 5/2012)

*** 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 6006d05056



Rysunek 2. Schemat aplikacyjny układu AL5802-7

$$I_{LED} = \frac{V_{BE(Q_1)}}{R_{EXT}}$$

Po przekształceniu wzoru otrzymujemy:

$$R_{EXT} = \frac{V_{BE(Q_1)}}{I_{LED}}$$

Jeżeli ustalimy prąd wyjściowy na 30 mA, a wartość $V_{BE(Q_1)}$ podstawimy z dokumentacji (**rysunek 3**), to po uwzględnieniu wartości rezystorów z typoszeregu najbliżej wymaganej wartości jest rezystor 24 Ω. Najlepiej, aby był to element o tolerancji 1%. Całkowicie wystarczy rezystor w obudowie SMD0603.

Zastosowane diody LED (D1 i D2) to LL-R2835VC-V1M-M12 w obudowie SMD2835. Podstawowe parametry diody zawarte są w **tabeli 1**. Ogranicznik prądowy ustawiony jest na 30 mA, a więc na połowę maksymalnego dopuszczalnego prądu diody.

Electrical Characteristics – NPN Transistor – Q1 (@T_A = +25°C, unless otherwise specified.)

Symbol	Characteristic	Test Condition	Min	Typ	Max	Unit
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage (Note 9)	I_C = 1.0mA, I_B = 0	40	—	—	V
$V_{(BR)EBO}$	Emitter-Base Breakdown Voltage	I_E = 10μA, I_C = 0	6.0	—	—	V
I_{CEX}	Collector Cutoff Current	V_{CE} = 30V, $V_{EB(OFF)}$ = 3.0V	—	—	50	nA
I_{BL}	Base Cutoff Current	V_{CE} = 30V, $V_{EB(OFF)}$ = 3.0V	—	—	50	nA
h_{FE}	DC Current Gain	I_C = 100μA, V_{CE} = 1.0V I_C = 1.0mA, V_{CE} = 1.0V I_C = 10mA, V_{CE} = 1.0V	40 70 100	— — —	— — 300	—
$V_{CE(SAT)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage (Note 9)	I_C = 10mA, I_B = 1.0mA	—	—	0.20	V
$V_{BE(SAT)}$	Base-Emitter Saturation Voltage	I_C = 10mA, I_B = 1.0mA	0.65	—	0.85	V

Rysunek 3. Podstawowe parametry układu AL5802-7

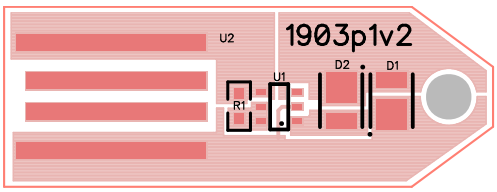
Tabela 1. Podstawowe parametry diody LL-R2835VC-V1M-M12

Parametr	Wartość
Napięcie przewodzenia	1,6...2,4 V (typ. 2,0 V)
Maksymalny prąd ciągły w kierunku przewodzenia	60 mA
Długość fali	624 nm
Maksymalna moc	200 mW
Kolor	czerwony
Jasność	typ. 2000 mcd
Kąt świecenia	120°
Zakres temperaturowy pracy	–30...+85°C

Fotografia 1. Efekt działania latarki

Montaż i uruchomienie

Schemat płytki pokazano na **rysunku 4**. Montaż najlepiej zacząć od układu U1, potem diody D1, D2 a na końcu rezystor R1. Diody najlepiej przylutować za pomocą pasty z topnikiem i stacją na gorące powietrze. Dzięki temu można uzyskać dużą powierzchnię styku lutowia, dzięki której dioda będzie miała lepsze odprowadzanie ciepła do warstwy miedzi na PCB.



Rysunek 4. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów (skala 2:1)

Uruchomienie również jest proste – układu nie trzeba kalibrować. Po zlutowaniu warto sprawdzić, czy na padach zasilających od portu USB nie ma zwarcia. Jeśli wszystko jest w porządku, to możemy podłączyć płytkę do portu USB i zobaczyć, czy diody świecą.

Na **fotografii 1** pokazano zdjęcie zrobione w nocy przy oświetleniu latarką zasilaną z power banku. Jak widać, jasność jest dość duża. Jeśli ktoś chce ją zmniejszyć, wystarczy zmienić wartość rezystora. Gdyby jednak ktoś potrzebował więcej światła, należy R1 zwiększyć. Jednak trzeba pamiętać o maksymalnej mocy wydzielanej w diodach oraz o temperaturze ich pracy.

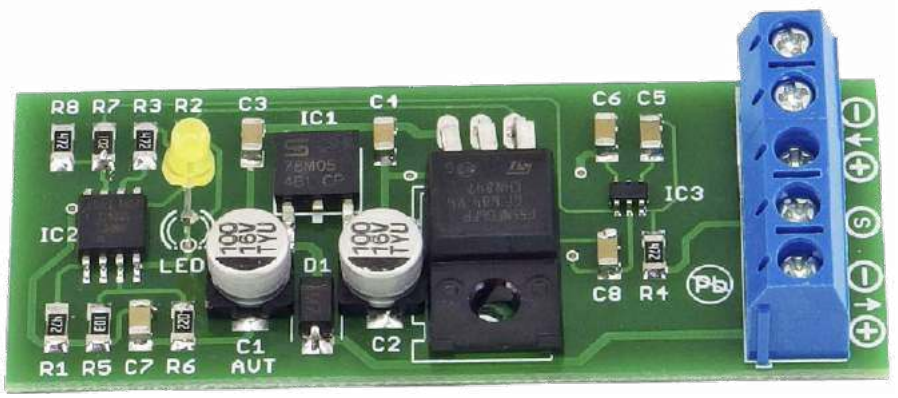
Sławomir Kabat
korydalin@gmail.com

http://forum.ep.com.pl

eprasa.pl 6006d05056

Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED z czujnikiem zbliżeniowym

Sterownik polecany jest do taśm LED oraz niektórych żarówek LED zasilanych napięciem 12 VDC, niemających żadnego obwodu stabilizacji prądu i napięcia, oraz do tradycyjnych żarówek i żarówek halogenowych 12 VDC. Zbliżenie dłoni do sensora uruchamia układ, płynnie zaświecając dołączone do wyjścia układu źródło światła. Po ponownym zbliżeniu dłoni nastąpi jego płynne, powolne wygaszenie.

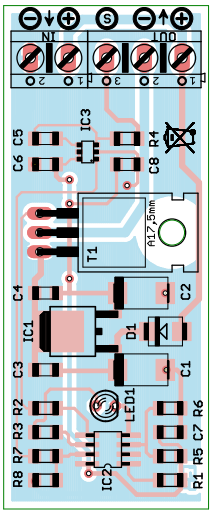


Moduł reaguje na zbliżenie z odległości 1,5…2 cm. Czas trwania funkcji rozjaśniania i wygaszania trwa około 5 sekund. Cały proces rozjaśniania sygnalizowany jest migotaniem diody LED1, natomiast po jego zakończeniu dioda będzie świecić światłem ciągłym. Po zakończeniu wygaszania dioda LED nie będzie świecić.

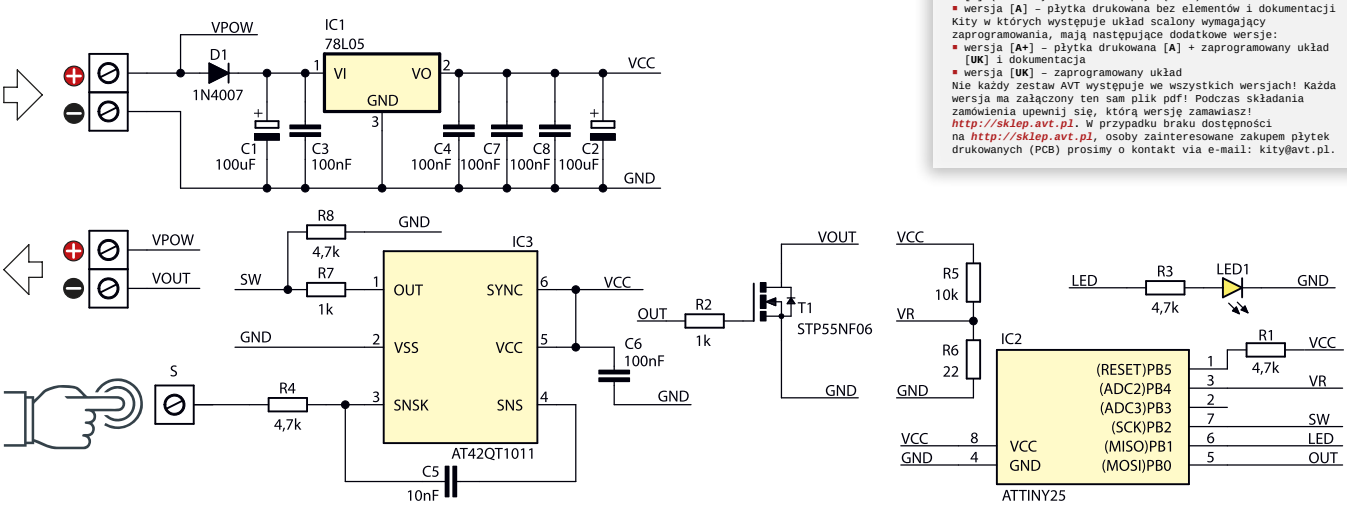
Budowa i działanie

Schemat ideowy sterownika pokazano na **rysunku 1**. Podłączany jest między źródło zasilania a odbiornik. Powinien być zasilany napięciem stałym, może to być akumulator lub dowolny zasilacz o wydajności prądowej odpowiadającej dołączonemu obciążeniu. Dioda D1 zabezpiecza przed dołączeniem napięcia o niewłaściwej polaryzacji. Napięcie wejściowe jest doprowadzone do stabilizatora IC1 typu 78L05, kondensatory C1…C8 zapewniają odpowiednią filtrację tego napięcia.

Pracą układu steruje mikrokontroler IC2 typu ATTINY25. Elementem wykonawczym jest tranzystor T1 typu STP55NF06. W roli detektora zbliżeniowego zastosowany został specjalizowany układ AT42QT1011 firmy Atmel oznaczony jako IC3. Wyposażony jest w jedno pole zbliżeniowe oraz wyjście cyfrowe, na którym pojawia się poziom wysoki w momencie zbliżenia ręki do czujnika. Odległość detekcji jest regulowana za pomocą



Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów



Rysunek 1. Schemat elektryczny sterownika

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

W ofercie AVT* AVT-5789

Podstawowe parametry:
- elementem pełniącym funkcję czujnika może być dowolny metalowy przedmiot np. metalowy uchwyt szafki,
- zasięg czujnika zbliżeniowego: 1,5…2 cm,
- zasilanie układu i dołączonego oświetlenia: 12 VDC.

Wykaz elementów:
R1, R3, R4, R8: 4,7 kΩ
R2, R7: 1 kΩ
R5: 10 kΩ
R6: 22 Ω
C3, C4, C6, C7, C8: 100 nF
C5: 10 nF
C1, C2: 100 µF
D1: 1N4007
IC1: 78M05
IC2: ATTINY25
IC3: AT42QT1011
LED1: LED 3 mm
T1: STP55NF06
IN, OUT, S: złącza śrubowe

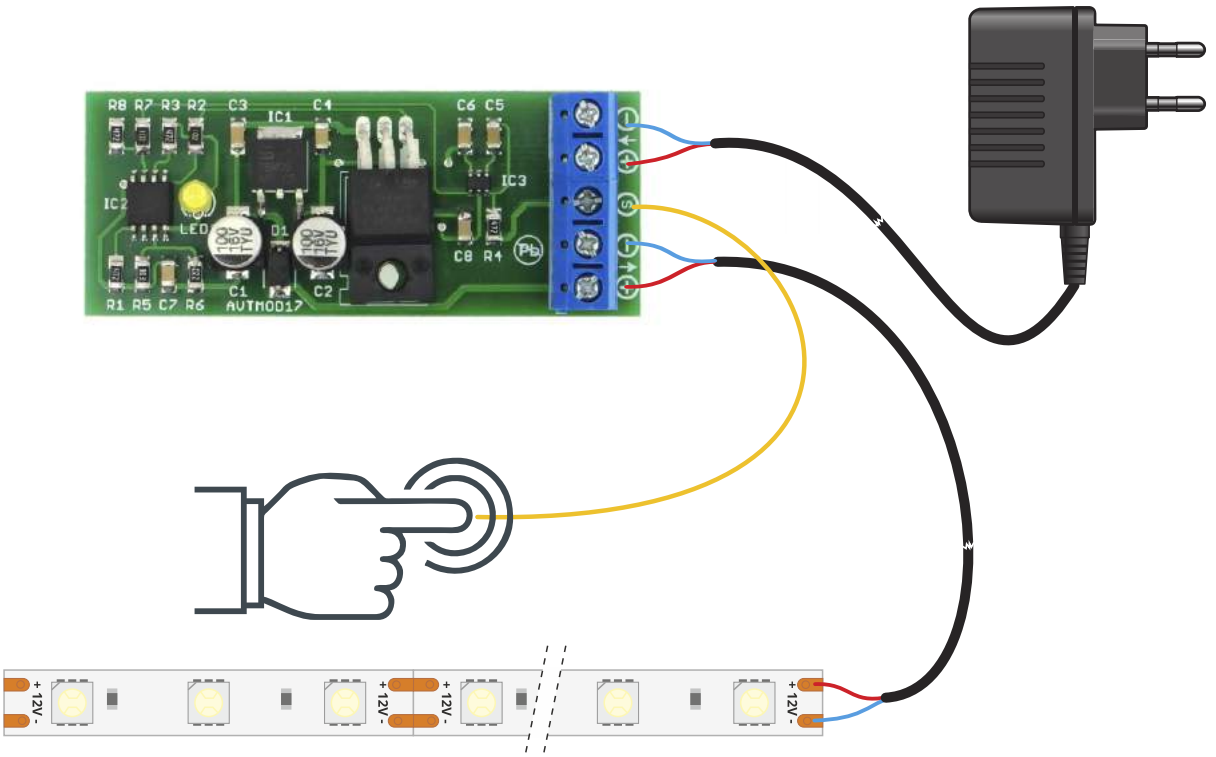
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:
AVT-5571 Sterownik taśm LED RGBW zgodny z HomeKit (EP 7/2020)
AVT-5768 Zasilacz diod power LED 3,5 W (EP 5/2020)
AVT-5733 Programowany sterownik LED dużej mocy (EP 12/2019)

*** 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 6006d05056



Rysunek 3. Schemat podłączenia sterownika

pojemności kondensatora C5 – powinna ona mieścić się w przedziale 2…50 nF. W układzie modelowym pojemność została tak dobrana, aby moduł reagował na zbliżenie z odległości 1,5…2 cm.

Montaż i uruchomienie

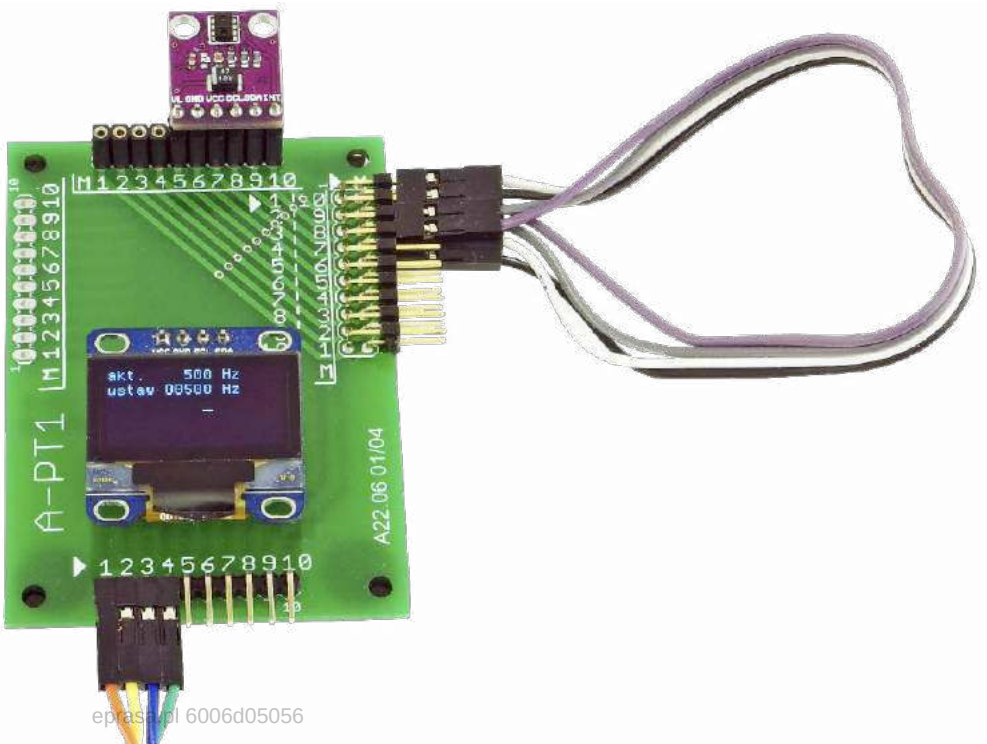
Moduł należy zmontować na płytce drukowanej, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. Montaż układu jest typowy i nie powinien przysporzyć problemów, a moduł po zmontowaniu od razu gotowy jest do pracy. Na **rysunku 3** pokazano sposób podłączenia.

Wejście czujnika zbliżeniowego, oznaczone jako S, służy do dołączenia pola zbliżeniowego. Musi to być powierzchnia z materiału przewodzącego, ale może być pokryta warstwą izolacyjną. Pole powinno być połączone z układem możliwie krótkim przewodem. W pobliżu nie powinno być innych przewodów czy powierzchni przewodzących. Polem zbliżeniowym może być klamka, metalowy uchwyt szafki czy aluminiowy profil do taśmy LED. Każdorazowo po zmianie elementu pełniącego funkcję pola dotykowego należy wyłączyć i włączyć zasilanie układu. Konieczność ta jest podyktowana tym, że dopiero bezpośrednio po włączeniu zasilania następuje krótki test i kalibracja czujnika oraz pola zbliżeniowego.

EB

Płytka testowa dla minimodułów

Zadaniem prezentowanego układu jest ułatwienie pracy podczas testowania i uruchamiania miniaturowych modułów sterowanych magistralą I²C lub SPI o niewielkiej liczbie wyprowadzeń.



Czujniki do pomiaru różnych wielkości fizycznych: temperatury, wilgotności, ciśnienia, jak też bardziej skomplikowane układy np. do pomiaru położenia, mają zwykle miniaturowe obudowy przystosowane do montażu powierzchniowego. Do przetestowania właściwości czujnika, zapoznania się z jego możliwościami i sprawdzenia w prototypie lepiej jest wybrać gotowy moduł z czujnikiem zamontowanym na płytce. Płytki modułów mają złącza szpilkowe z paroma stykami do podłączenia zasilania, 2...3 przewody magistrali I²C lub SPI i ewentualnie

eprasa.pl 6006d05056

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

W ofercie AVT* AVT-5792

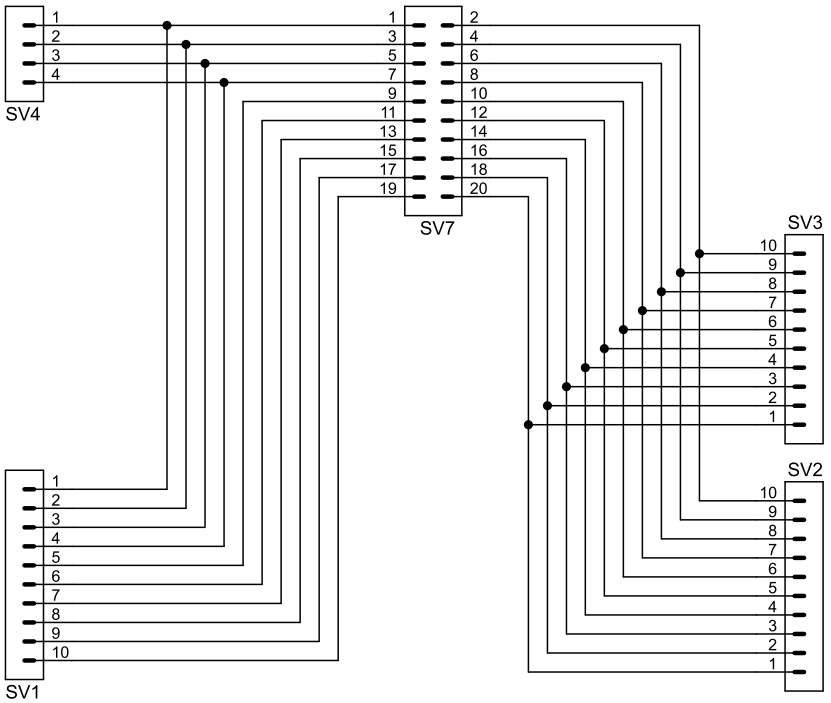
Podstawowe parametry:
- umożliwia wygodne połączenie modułów ze złączami typu goldpin,
- ma złącze przeznaczone dla miniaturowego wyświetlacza OLED.

Wykaz elementów:
SV1: złącze szpilkowe kątowe, 10 styków, raster 2,54
SV2, SV3: gniazdo precyzyjne proste, 10 styków, raster 2,54
SV4: gniazdo precyzyjne proste, 4 styki, raster 2,54
SV7: złącze szpilkowe kątowe, 2×10 styków, raster 2,54
4 nóżki gumowe samoprzylepne

*** 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 1. Schemat ideowy płytki testowej

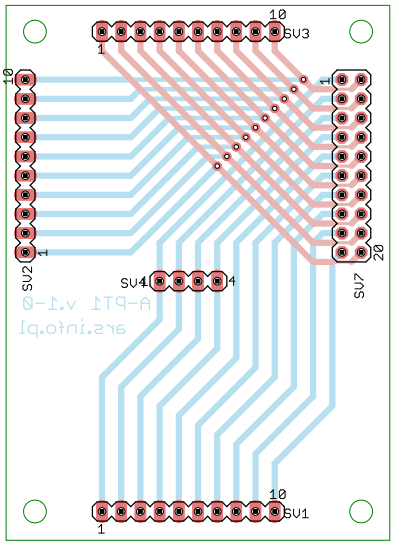
jakieś dodatkowe wyprowadzenia funkcyjne. I tu na scenę wkracza płytka A-PT1 odgrywająca rolę wygodnego pośrednika. Wyposażona w kilka złączy, pozwala stabilnie osadzić moduł w gnieździe i skonfigurować podłączenie z płytką sterującą. Dobrym rozwiązaniem będzie także dodanie miniaturowego wyświetlacza, który posłuży do podglądu danych odbieranych z modułu.

Budowa płytki testowej

Na **rysunku 1** pokazano schemat płytki i połączenia pomiędzy gniazdami. Złącze SV1 służy do podłączenia płytki sterownika, SV4 do przyłączenia wyświetlacza. Równolegle połączone gniazda SV2 i SV3 przeznaczone są do osadzenia jednocześnie do 2 modułów. Gniazdo SV7 służy jako pole konfigurujące sygnały, ponieważ rozłożenie sygnałów wyprowadzanych na złączach szpilkowych w różnych modułach jest różne. Oczywiście jeśli do płytki A-PT1 podłączymy tylko jeden moduł, to rozłożenie sygnałów SDA, SCL i zasilania z płyty sterującej, np. Arduino, możemy skonfigurować odpowiednim podłączeniem przewodów do gniazda SV1. Sytuacja komplikuje się, jeżeli dodatkowo w gnieździe SV4 będzie osadzony moduł wyświetlacza typu OLED. Przykładowy wyświetlacz ma następujące rozłożenie sygnałów na swoim złączu szpilkowym: 1 – Vcc, 2 – GND, 3 – SCL, 4 – SDA. Żeby prawidłowo działał, taka kolejność podłączeń zostanie wymuszona na złączu SV1. Pole konfiguracyjne SV7 pozwala z kolei połączyć te sygnały z właściwymi wyprowadzeniami modułu w gnieździe SV2.

Montaż i uruchomienie

Schemat płytki PCB pokazano na **rysunku 2**. Gniazda dla modułów – złącza SV2, SV3, oraz złącze wyświetlacza SV4 powinny być wykonane ze złączy precyzyjnych o rastrze 2,54. Do podłączenia sygnałów z płyty sterującej poprzez SV1 można użyć pojedynczego grzebienia styków szpilkowych kątowych o rastrze 2,54. W roli pola konfiguracyjnego SV7 można użyć podwójnego, kątowego grzebienia styków szpilkowych. Górny rząd styków (oznaczony na płytce A-PT1 kolejnymi numerami i symbolem białego trójkąta) łączy się ze stykami SV1. Dolny rząd (oznaczony numerami styku i literą M) łączy się z gniazdami modułów SV2, SV3. Konfigurację sygnałów wykonuje się poprzez odpowiednie połączenie styków złącza SV7 kablami połączeniowymi typu żeński – żeński. Dla polepszenia komfortu użytkowania warto



Rysunek 2. Schemat płytki PCB, wraz z rozmieszczeniem elementów

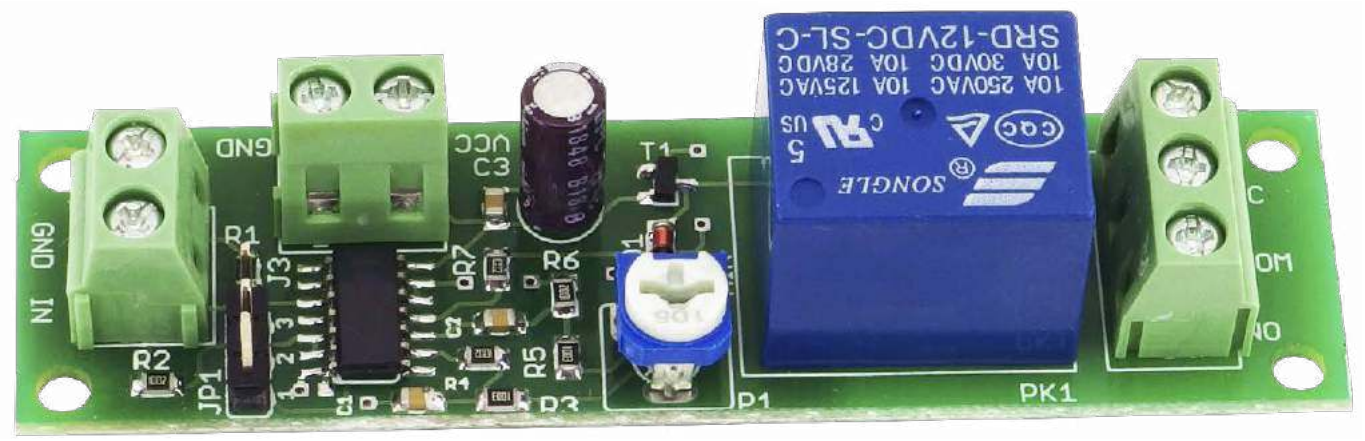
od spodu płytki przykleić na jej rogach 4 niewielkie nóżki samoprzylepne.

Na fotografii tytułowej pokazano płytkę testową w akcji. Można jej także używać z samym modułem wyświetlacza. Pełni wtedy funkcję małego monitora systemu, połączonego magistralą I²C z płytą procesora.

Ryszard Szymaniak

O projektach, mini, soft i wielu innych dyskutuj na https://forum.ep.com.pl

eprasa.pl 6006d05056



Generator pojedynczego impulsu

Czasami zachodzi konieczność „skrócenia" impulsu do zadanej długości. Przykładem może być czujnik krańcowy, którego załączenie na dowolnie długi czas ma wygenerować jeden krótki impuls na wejściu sterownika. Prostota działania tego układu daje wiele potencjalnych zastosowań.

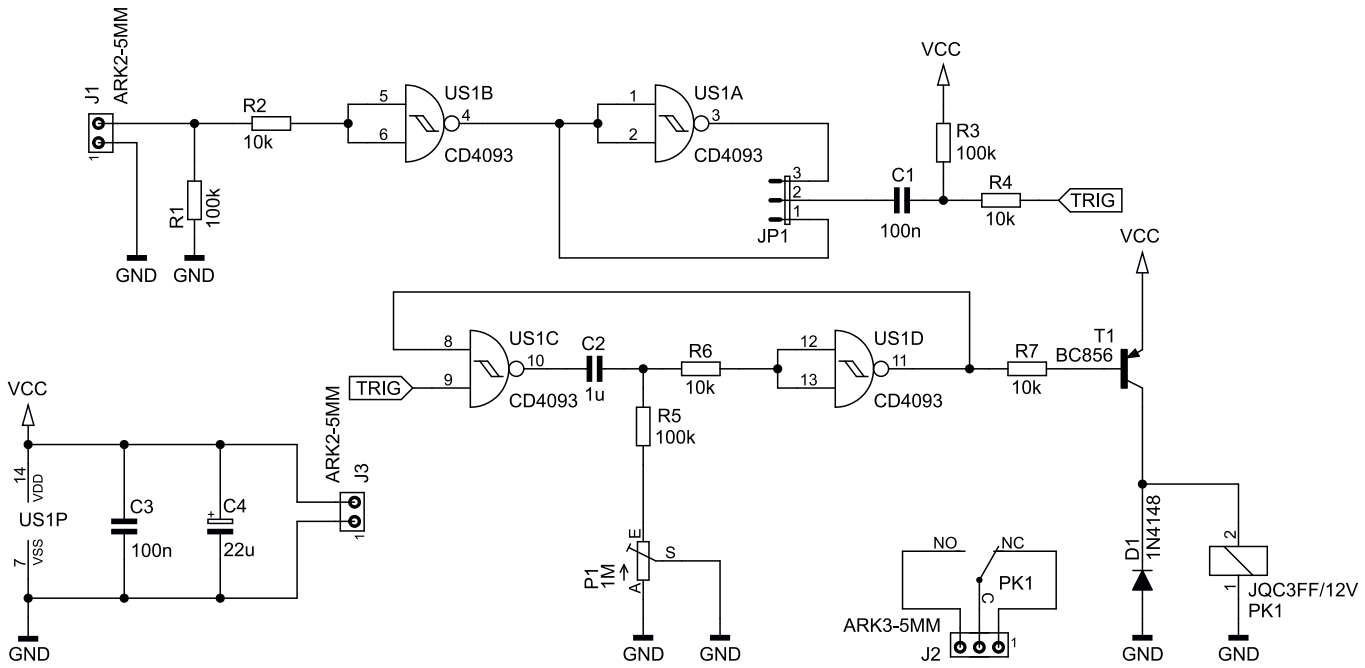
Prezentowany układ działa jak przerzutnik monostabilny. Został zintegrowany z układem różniczkującym, który służy do formowania impulsów wyzwalających. Wejście z przerzutnikiem Schmitta oraz możliwość wyboru zbocza aktywującego układ pozwala zastosować ten prosty projekt w różnych aplikacjach.

Budowa i działanie

Schemat ideowy został pokazany na **rysunku 1**. Impulsy wejściowe, na które ma zareagować układ, są podawane na zaciski złącza J1. Znajdujący się przy nim rezystor R1 polaryzuje wstępnie wejście, nie obciążając jednocześnie źródła sygnału. Do uformowania sygnału prostokątnego służy bramka NAND układu US1B, która ma zwarte wejścia, więc działa jak negator. Ma wejścia opatrzone przerzutnikiem Schmitta, zatem można na jej wejście podać napięcie o dowolnej wartości z przedziału ograniczonego napięciem zasilania. Gdyby jednak wartość chwilowa napięcia wejściowego była zbyt wysoka lub zbyt niska, co zmusiłoby do zadziałania wbudowane diody zabezpieczające, to rezystor R2 służy do ograniczenia natężenia płynącego przez nie prądu.

Bramka US1A odwraca wygenerowany przez US1B przebieg, czyli zamienia również kierunek zboczy: z narastającego na opadający i odwrotnie. Kondensator C1 z rezystorem R3 tworzą układ różniczkujący, dzięki któremu powstają krótkie impulsy napięcia (o wartości czasu trwania zbliżonej do zera) pod wpływem zboczy opadających. Rezystor R4 pełni podobną funkcję, co R2 – ogranicza prąd płynący przez diody zabezpieczające wejście bramki US1C podczas przeładowywania kondensatora C1.

Bramki US1C i US1D tworzą przerzutnik monostabilny, wyzwalany niskim poziomem logicznym na wejściu US1C. Czas trwania impulsu ustala wypadkowa rezystancja gałęzi zawierającej rezystor R5 i potencjometr P1. Funkcja rezystora R6 jest taka sama, jak R4. Ponieważ wytwarzany przez ten przerzutnik impuls ma polaryzację ujemną (stanem aktywnym jest stan niski), to z jego wyjścia jest sterowany klucz nasycony na tranzystorze bipolarnym typu PNP. Jego obciążeniem jest cewka przekaźnika PK1.



Rysunek 1. Schemat ideowy układu

eprasa.pl 6006d05056

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

W ofercie AVT* AVT-5795

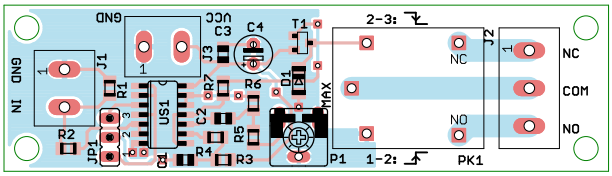
Podstawowe parametry:
- czas generowanych impulsów: od 90 do 950 ms,
- impuls wyjściowy realizowany zadziałaniem przekaźnika,
- wejście przystosowane do impulsów o polaryzacji 0 lub 12 V,
- reakcja na zbocze opadające lub narastające o dowolnym czasie narastania,
- zasilanie napięciem 12 V.

Wykaz elementów:
R1, R3, R5: 100 kΩ SMD0805
R2, R4, R6, R7: 10 kΩ SMD0805
C1, C3: 100 nF SMD0805
C2: 1 μF SMD0805
C4: 22 μF 25 V raster 2 mm
D1: 1N4148 MiniMELF
T1: BC856
US1: CD4093 SO14
J1, J3: ARK2/500
J2: ARK3/500
JP1: goldpin 3 pin męski 2,54 mm THT + zworka
PK1: JQC3FF 12 V SPDT

*** 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 montażowy i wzór ścieżek płytki

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 80×22 mm. Schemat ścieżek oraz schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Znacząca część elementów jest w obudowach do montażu powierzchniowego i to od nich polecam rozpocząć montaż. Pozostałe elementy należy wlutować według wysokości ich obudów. Zmontowany i gotowy do działania układ pokazano na fotografii tytułowej. Prawidłowo zmontowany, nie wymaga czynności uruchomieniowych, poza nałożeniem zworki JP1. Zwarcie wyprowadzeń 1 z 2 oznacza reakcję na zbocze narastające sygnału wejściowego, a 2 z 3 na zbocze opadające. Zostało to schematycznie opisane również na płytce drukowanej.

Napięcie zasilania układu powinno wynosić około 12 V i niekoniecznie musi być ono stabilizowane. Pobór prądu w stanie spoczynku wynosi około 1 μA, a podczas pracy przekaźnika wzrasta do ok. 32 mA. Czas załączenia cewki przekaźnika można regulować potencjometrem P1. Najkrótsza wartość to ok. 90 ms, a najdłuższa ok. 950 ms. Liczby te mogą różnić się dla poszczególnych egzemplarzy z powodu rozrzutów parametrów elementów. Impuls wchodzący do układu (poprzez złącze J1) powinien mieć długość większą od tej, jaka została zadana potencjometrem P1.

Ścieżki prowadzące od wyprowadzeń przekaźnika do zacisków złącza J2 zostały odsłonięte spod maski lutowniczej, co ułatwia ich pogrubienie, gdy zajdzie konieczność przewodzenia prądu o większym natężeniu.

Michał Kurzela, EP

Wolnozmienny sterownik taśmy RGB

Diodowe taśmy RGB dają wiele możliwości, jeżeli chodzi o kreowanie efektów świetlnych. W niektórych przypadkach barwa świecenia powinna zmieniać się płynnie, ale bardzo, bardzo wolno, aby różnica była dostrzegalna po długim czasie. Może to mieć zastosowanie np. w salonie czy ogródku restauracyjnym do tworzenia subtelnego podświetlenia.

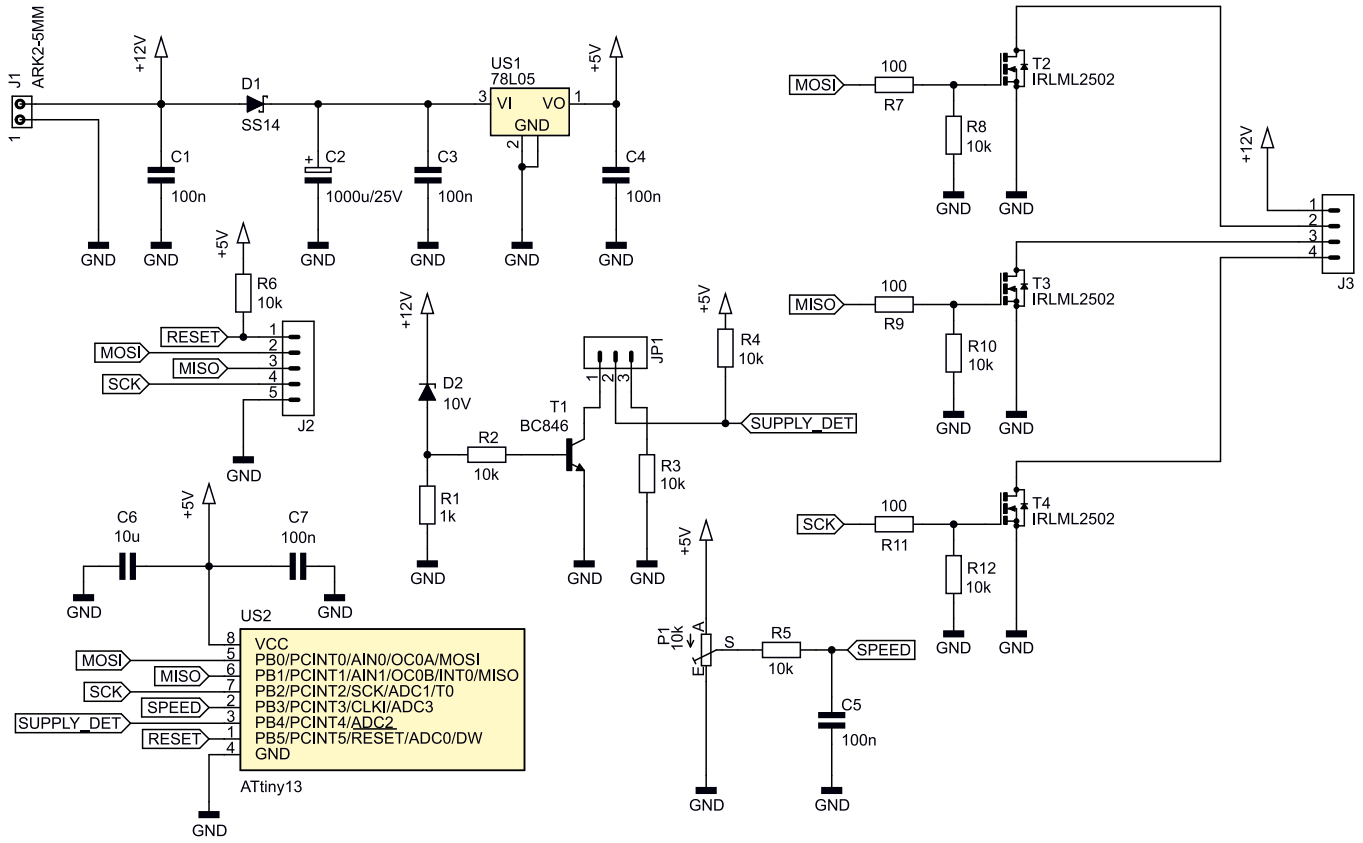
Prezentowany układ to regulator jasności trzech kolorów zawartych w taśmie RGB. Kolory zmieniają się samoczynnie i niemalże losowo. Jednak, w przeciwieństwie do innych tego typu układów, tempo zmian może być bardzo wolne, niemal niezauważalne. Dzięki temu obserwatorzy będą mieli wrażenie, że „coś tu się zmieniło".

Budowa i działanie

Schemat ideowy został pokazany na **rysunku 1**. Zasilanie układu należy podłączyć do zacisków złącza J1. Stabilizator US1 jest zasilany za pośrednictwem diody D1, aby prąd pobierany przez taśmę nie rozładowywał kondensatora C2, będącego filtrem zasilania dla stabilizatora. W ten sposób, po wykryciu zaniku napięcia zasilającego, mikrokontroler będzie działał jeszcze przez chwilę, by móc zapisać aktualne wartości składowych kolorów do pamięci nieulotnej EEPROM. Sama detekcja zaniku napięcia została zrealizowana na tranzystorze T1. Kiedy zasilanie jest prawidłowe, dioda Zenera D2 przewodzi, a część jej prądu przepływa przez bazę tranzystora T1. Rezystor R1 ogranicza prąd tej diody do ok. 2 mA. Jeżeli napięcie zasilające układ spadnie poniżej napięcia przewodzenia diody D2, wówczas tranzystor ulega zatkaniu, a rezystor R4 podciąga jego kolektor do linii zasilania 5 V. W ten sposób układ uzyskuje dwustanową informację o obecności zasilania na wejściu J1 – pod warunkiem, że JP1 ma zwarte wyprowadzenia 1 i 2. Jeżeli nie chcemy, aby układ zapamiętywał barwę w momencie wyłączania go, wystarczy przełożyć zworkę na wyprowadzenia 2 i 3. Rezystory R3 i R4 stworzą dzielnik napięcia zasilającego w stosunku 1:1, więc na wejście mikrokontrolera zostanie podane napięcie około 2,5 V. Przetwornik analogowo-cyfrowy wbudowany w mikrokontroler zmierzy je i układ podejmie stosowną decyzję.

Szybkość zmian barw jest regulowana potencjometrem P1. Napięcie z jego ślizgacza

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 1. Schemat ideowy układu

również jest mierzone przez przetwornik A/C i przeliczane na opóźnienie. Obwód R5, C5 tworzy bardzo prosty filtr dolnoprzepustowy, który eliminuje część szumu oraz zakłóceń z uzyskanego napięcia.

Programowanie mikrokontrolera ATtiny13 jest możliwe poprzez złącze J2. Zostały na nie wyprowadzone wszystkie linie niezbędne do wykonania tzw. programowania w systemie (ISP).

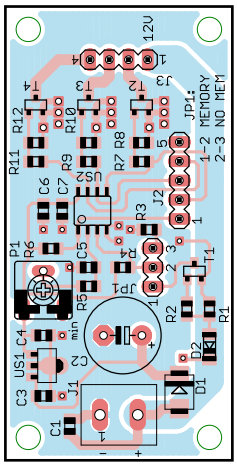
Katody diod w taśmie RGB są załączane przez tranzystory MOSFET. Pracują bistabilnie, ponieważ regulacja jasności została zrealizowana przez PWM. Rezystory włączone między bramkę a źródło rozładowują istniejącą tam pojemność, chroniąc tranzystor przed uszkodzeniem wywołanym przez nagromadzone ładunki elektrostatyczne. Rezystory szeregowe zwiększają czas przełączania tranzystorów, ograniczając w ten sposób ilość generowanych przez układ zakłóceń. Same tranzystory nie zostały wybrane przypadkowo. Poza tym, że muszą przewodzić możliwie największy prąd i wprowadzać niewiele strat podczas przewodzenia (mała rezystancja otwartego kanału), to jeszcze powinny cechować się jak najniższym napięciem progowym. Dzięki temu jest możliwe ich sterowanie przez mikrokontroler, bez dodatkowych układów pośredniczących.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 60×30 mm, a jej schemat pokazuje **rysunek 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Znacząca część elementów jest w obudowach do montażu powierzchniowego i to od nich należy rozpocząć montaż. Pozostałe elementy należy wlutować według wysokości ich obudów. Zmontowany i gotowy do działania układ pokazano na fotografii tytułowej. Prawidłowo zmontowany wymaga jedynie zaprogramowania mikrokontrolera, co może odbyć się poprzez złącze J2. W pierwszej kolejności należy zmienić bity zabezpieczające na następujące: High Fuse = 0xFD, Low Fuse = 0x7A. Po tej zmianie można zaprogramować pamięć Flash gotowym wsadem.

Jeżeli programowanie odbyło się bez zakłóceń, to należy wyłączyć zasilanie oraz



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

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

W ofercie AVT* AVT-5784

Podstawowe parametry:
- sterowanie taśmą LED RGB,
- samoczynna zmiana jasności świecenia trzech barw składowych,
- płynna regulacja tempa zmian,
- możliwość zapamiętania aktualnego koloru w chwili wyłączania zasilania,
- zasilanie napięciem 12 V.

Wykaz elementów:
R2…R6, R8, R10, R12: 10 kΩ SMD0805
R1: 1 kΩ SMD0805
R7, R9, R11: 100 Ω SMD0805
P1: 10 kΩ montażowy leżący
C1, C3…C5, C7: 100 nF SMD0805
C2: 1000 µF 25 V raster 5 mm
C6: 10 µF SMD0805
D1: SS14
D2: dioda Zenera 10 V MiniMELF
T1: BC846
T2…T4: IRLML2502
US1: 78L05 SOT89
US2: ATtiny13-20SSU SO8
J1: ARK2/500
J2: goldpin 5 pin męski 2,54 mm THT
J3: goldpin 4 pin męski 2,54 mm THT
JP1: goldpin 3 pin męski 2,54 mm THT + zworka

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:
AVT-5571 Sterownik taśm LED RGBW zgodny z HomeKit (EP 7/2020)
AVT-5768 Zasilacz diod power LED 3,5 W (EP 5/2020)
AVT-5733 Programowany sterownik LED dużej mocy (EP 12/2019)

* **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 6006d05056

Listing 1. Fragmenty kodu programu

```
//zmienna inkrementowana przez Timer0, do realizacji programowego PWM-u
volatile uint8_t pwm = 0;
//trzy zmienne do zadawania jasności każdego z kanałów
volatile uint8_t out[3];
//licznik pętli głównej
volatile uint8_t cnt = 0;
//0 - składowa narasta, 1 - opada
volatile uint8_t kierunek[3];

//==================================================
// Realizacja programowego sterowania PWM na trzech kanałach
ISR(TIM0_OVF_vect){
    TCNT0 = 200;
    pwm++; //każde przerwanie inkrementuje zmienna
    //używaną do porównania z pozostałymi kanałami
    if(pwm >= out[0]){PORTB &= 0b11111110;} else {PORTB |= 0b00000001;}
    if(pwm >= out[1]){PORTB &= 0b11111101;} else {PORTB |= 0b00000010;}
    if(pwm >= out[2]){PORTB &= 0b11111011;} else {PORTB |= 0b00000100;}
}

//==================================================
//Pętla główna programu
int main(void){
    //PB3 jako wejście potencjometru,
    //PB4 jako wykrycie wyłączenia zasilania,
    //PB0, PB1 i PB2 wyjścia
    DDRB = 0b11100111;
    //wyłączenie wszystkich wyjść
    PORTB = 0b11111000;
    //preskaler przez 1 przy 9,6MHz
    TCCR0B = 0b00000001;
    //da to częstotliwość PWMu równą:
    //9,6MHz / (256*55) = 682Hz
    TCNT0 = 200;
    //przerwanie od przepełnienia
    TIMSK0 = 0b00000010;


    while(1)    {
        //instrukcje opóźniające
        cnt++;
        //dzielenie modulo przez różne wartości daje różne szybkości zmian
        if(cnt % 5 == 0){
            //realizacja narastania i opadania wypełnienia
            if(kierunek[0] == 0){out[0]++;}
            if(kierunek[0] == 1){out[0]--;}
            //jeżeli wypełnienie doszło do minimum, przełącz na narastanie
            if(out[0] == 0){kierunek[0] = 0;}
            //jeżeli wypełnienie doszło do maksimum, przełącz na opadanie
            if(out[0] == 255){kierunek[0] = 1;}
        }

        if(cnt % 7 == 0){
            if(kierunek[1] == 0){out[1]++;}
            if(kierunek[1] == 1){out[1]--;}
            if(out[1] == 0){kierunek[1] = 0;}
            if(out[1] == 255){kierunek[1] = 1;}
        }

        if(cnt % 9 == 0){ //ta składowa zmienia się najwolniej
            if(kierunek[2] == 0){out[2]++;}
            if(kierunek[2] == 1){out[2]--;}
            if(out[2] == 0){kierunek[2] = 0;}
            if(out[2] == 255){kierunek[2] = 1;}
        }
    }
}
```

ustawić zworkę JP1. Zwarte pola 1–2 powodują, że układ zapisuje i odczytuje poziomy jasności barw składowych. Zwarte pola 2–3 oznaczają, że każde włączenie układu powoduje rozpoczęcie sekwencji barw od nowa. Jeżeli zworki nie będzie, mikrokontroler wstrzyma działanie. Dopiero wyłączenie zasilania, prawidłowe ustawienie zworki i ponowne włączenie układu przywróci jego funkcjonowanie. W przypadku wyboru pierwszej opcji należy zadbać o możliwie szybki zanik napięcia w momencie wyłączania układu. Może to realizować np. przełącznik lub przekaźnik włączony w szereg z przewodami prowadzącymi do złącza J1. Układ jak najszybciej powinien dostać informację o tym, że napięcie zanika, co jest możliwe tylko poprzez szybkie zatkanie tranzystora T1. Zasilanie dla mikrokontrolera będzie, przez tę krótką chwilę, kiedy kondensator C2 utrzymuje jeszcze napięcie, pochodziło właśnie z niego.

Taśmę LED RGB należy podłączyć do złącza J3. Na płytce zostało zaznaczone wyprowadzenie, na którym jest stałe napięcie 12 V. Podłączenie poszczególnych barw składowych nie ma znaczenia, ponieważ i tak mieszają się one między sobą niemal chaotycznie. Maksymalny prąd, jaki mogą przewodzić tranzystory T2…T4, to teoretycznie 4,2 A. Jednak pracują one impulsowo: częstotliwość sygnału PWM to około 680 Hz. Dlatego, uwzględniając straty wynikające z przełączania, proponowałbym nie obciążać każdego z kanałów prądem większym niż na przykład 2,5 A. Przekłada się to na maksymalny całkowity prąd pobierany przez taśmę równy 7,5 A. Możliwy do podłączenia odcinek taśmy jest zatem bardzo długi. Zakładając pobór mocy 7,2 W/m, istnieje możliwość wysterowania ponad 12 m taśmy. W razie konieczności polecam zastosować wzmacniacz do taśm RGB.

Pobór prądu przez sam sterownik jest niewielki, bo wynosi około 10 mA. Na tle prądu pobieranego przez taśmę można go pominąć podczas doboru odpowiedniego zasilacza.

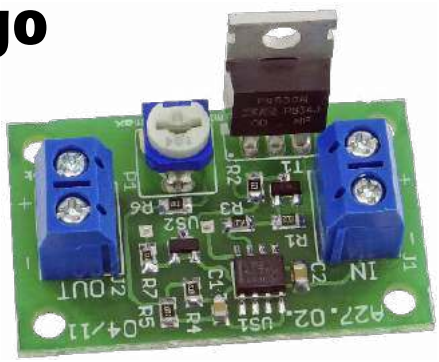
Dla dociekliwych

Mikrokontroler ATtiny13 zawiera tylko jeden sprzętowy licznik Timer0, który z kolei ma dwa wyjścia PWM. Do sterowania taśmą RGB potrzebne są trzy kanały, więc trzeba było wykonać to programowo. Szczegóły widoczne są na **listingu 1**, który zawiera najważniejsze fragmenty kodu programu napisanego w języku C. Sygnał PWM jest generowany poprzez cyklicznie wywoływane przerwanie od przepełnienia licznika Timer0, co następuje z częstotliwością ok. 174,5 kHz. Podczas obsługi pojedynczego przerwania inkrementowana jest ośmiobitowa zmienna, z którą porównywane są trzy zmienne ustalające wypełnienie. Zamknięcie cyklu nastąpi po 256 przerwaniach, dlatego wypadkowy sygnał PWM ma częstotliwość ok. 682 Hz. To znacznie więcej niż granica percepcji ludzkiego oka, która wynosi około 20 Hz.

Michał Kurzela, EP

Ogranicznik napięcia zasilającego

Wiele urządzeń nie wymaga zasilania napięciem o ściśle ustalonej wartości. Zwykle wystarczy, by nie przekraczało pewnego poziomu, a jeśli będzie niższe, to nic złego się nie wydarzy. Jednak niektóre stabilizatory scalone mogą pracować nieprawidłowo, kiedy napięcie wejściowe staje się zbyt niskie. Z pomocą w takich sytuacjach może przyjść ten prosty układ.



eprasa.pl 6006d05056

Przykładem zastosowania układu jest podłączenie stosunkowo delikatnego urządzenia, np. routera, zasilanego nominalnie napięciem 12 V, do instalacji samochodowej. Jak wiadomo, napięcie w instalacji może dochodzić do 15 V, a to może uszkodzić wspomniane urządzenie. Użycie typowego stabilizatora wymuszałoby utrzymywanie akumulatora w stanie całkowitego naładowania, aby zagwarantować prawidłowy spadek napięcia na stabilizatorze. Nic się jednak nie stanie, jeżeli napięcie spadłoby do np. 11,5 V, bo producent urządzenia na pewno uwzględnił tolerancję „w dół", związaną z rozrzutami parametrów zasilaczy wtyczkowych.

Prezentowany układ to stabilizator LDO, ale zaprojektowany do tego, by pracował prawidłowo również w sytuacji, kiedy napięcie wejściowe jest mniejsze niż to, które użytkownik zadał potencjometrem. Jedynym ograniczeniem minimalnego napięcia wejściowego jest jego zdolność do prawidłowego otwarcia tranzystora MOSFET, o czym dalej.

Budowa i działanie

Schemat ideowy został pokazany na **rysunku 1**. Elementem wykonawczym, przez który płynie prąd zasilający odbiornik, jest tranzystor T2 typu MOSFET-P. Jednak nie został użyty w roli wtórnika, jak zwykle ma to miejsce w stabilizatorach liniowych, lecz obciążenie jest włączone między jego dren i masę układu. Zatem jest to konfiguracja wspólnego źródła, cechująca się tym, że odwraca fazę. Jednak ma pewną istotną zaletę: potencjał bramki, czyli elektrody sterującej, musi być niższy od potencjału źródła, czyli od napięcia wejściowego. Zatem do pełnego otwarcia kanału tranzystora, kiedy prezentuje on sobą rezystancję zaledwie 300 mΩ, nie potrzeba napięcia wyższego niż zasilające – wystarczy zewrzeć bramkę z masą. Podnosząc potencjał bramki, można ograniczać prąd płynący przez tranzystor i tym samym zmniejszać napięcie wyjściowe.

Kiedy tranzystor T1 jest zatkany, przez jego kolektor nie płynie prąd, więc bramka T2 jest polaryzowana potencjałem 0 V, czyli może być silnie otwarty. Wyciągając z bazy T1 niewielki prąd, można podnieść potencjał bramki T2 dzięki temu, że T1 „dolewa" prądu do rezystora R2. Rolą R1 jest utrzymywanie T1 w stanie zatkania wtedy, kiedy nie musi on przewodzić. Maksymalne napięcia bramka-źródło użytego w prototypie tranzystora T2 to 20 V. Dioda D1 zapobiega przebiciu izolacji podbramkowej tego tranzystora, ograniczając napięcie bramka-źródło do –15 V. To wystarczy, aby w pełni otworzyć ten tranzystor, a jednocześnie pozostawia pewien margines bezpieczeństwa.

Za sterowanie bazą T1 odpowiada komparator LM311. Jednak został użyty w roli elementu liniowego: jego wejściowy układ różnicowy tworzy wzmacniacz błędu, a wyjściowy tranzystor NPN „wsysa" prąd kolektorem z bazy T1. Zatem LM311 został potraktowany jako układ różnicowy z gotowymi źródłami prądowymi do jego polaryzacji, przez co cały układ ogranicznika jest prostszy, niż gdyby taki obwód budować od zera, z tranzystorów dyskretnych. Układ US1 otrzymuje dwie wielkości wejściowe. Jedną z nich jest napięcie wyjściowe, podzielone przez dzielnik rezystancyjny R4, P1. Drugą z nich jest napięcie referencyjne o wartości 2,5 V, którego dostarcza scalone źródło typu TL431. Rezystory R5 i R6 zapewniają jego prawidłową polaryzację w całym dopuszczalnym zakresie napięcia zasilania. Ich równoległe połączenie ma sens wtedy, kiedy to napięcie jest wysokie, aby nie przekroczyć maksymalnej mocy traconej na pojedynczym elemencie. Jednocześnie ich rezystancja wypadkowa została tak dobrana, aby źródło napięcia referencyjnego US2 pracowało poprawnie w całym dopuszczalnym zakresie napięcia wejściowego. Kondensator C1 jest włączony blisko wyprowadzeń zasilania układu US1, aby zapobiegać jego wzbudzeniu i filtrować zasilanie z szybkozmiennych zakłóceń szpilkowych.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na niewielkiej, dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 40×25 mm, której schemat pokazuje **rysunek 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Montaż należy rozpocząć od elementów lutowanych powierzchniowo, które znajdują się na wierzchniej stronie płytki. Po tej samej stronie są lutowane również elementy przewlekane. Pomocna w montażu będzie fotografia tytułowa gotowego urządzenia. Wartości wszystkich elementów nie są krytyczne, zachęcam tutaj do własnych eksperymentów.

Prawidłowo zmontowany układ wymaga dodania kondensatorów filtrujących, które zapewnią prawidłową pracę pętli ujemnego sprzężenie zwrotnego i zapobiegną wzbudzeniu się układu. Nie były one uwzględnione w projekcie płytki drukowanej, aby niepotrzebnie nie powiększać jej rozmiarów.

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

W ofercie AVT* AVT-5793

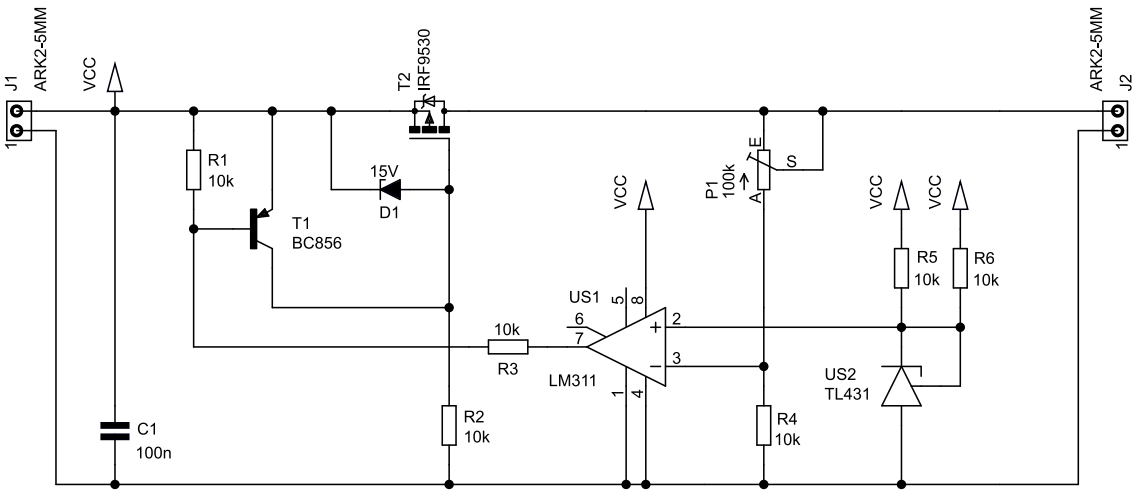
Podstawowe parametry:
- ograniczanie napięcia wyjściowego do ustalonej wartości,
- płynna regulacja wartości maksymalnej napięcia wyjściowego w zakresie 2,5…27,5 V,
- minimalne napięcie wejściowe 8 V,
- maksymalne napięcie wejściowe 30 V.

Wykaz elementów:
R1…R6: 10 kΩ SMD0805
P1: 100 kΩ montażowy leżący
C1: 100 nF SMD0805
dwa kondensatory wygładzające 2200 µF/35 V (opis w tekście)
D1: Zenera 15 V 0,5 W MiniMELF
T1: BC856 lub podobny
T2: IRF9530 lub podobny
US1: 7805 TO220
US2: LM311 SO8
US3: TL431 SOT23
J1, J2: ARK2/500
Radiator (opis w tekście)

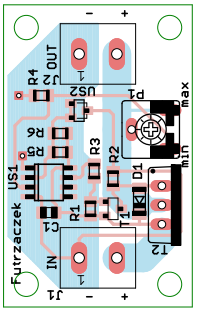
*** Uwaga! Elektroniczne zestawy do samodzielnego montażu. Wymagana umiejętność lutowania!**
Podstawową wersją zestawu jest wersja [B] nazywana potocznie KIT-em (z ang. zestaw). Zestaw w wersji [B] zawiera elementy elektroniczne (w tym [UK] – jeśli występuje w projekcie), które należy samodzielnie wlutować 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.



Rysunek 1. Schemat ideowy układu



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

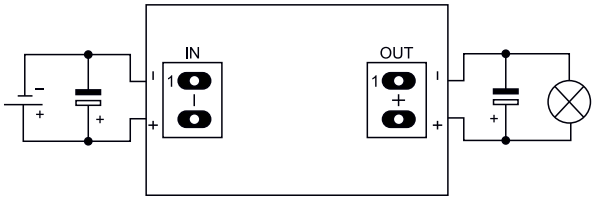
eprasa.pl 6006d05056

Można je dodać do układu poprzez bezpośrednie wkręcenie ich wyprowadzeń w zaciski złączy J1 i J2, według schematu na **rysunku 3**. Mogą też znajdować się w niewielkim oddaleniu od płytki, jeśli tylko połączenie między nimi a płytką będzie poprowadzone możliwie grubymi przewodami. Dopiero wtedy można podłączyć układ do zasilania i ustawić potencjometrem P1 prawidłową wartość maksymalnego napięcia wyjściowego. Pojemność tych kondensatorów nie jest krytyczna. W układzie prototypowym dobrze spisały się kondensatory o pojemności 2200 µF na napięcie 35 V. Generalnie, można przyjąć zasadę: im wyższa będzie pojemność (w granicach zdrowego rozsądku), tym lepiej. Zmaleje również impedancja wewnętrzna tak powstałego zasilacza.

Na tranzystorze T2 będzie wydzielało się ciepło, w myśl wzoru P=ΔU·I (kiedy układ ogranicza napięcie) lub $\mathbf{P=I^2 \cdot R_{DSon}}$, kiedy jest on w stanie pełnego otwarcia tranzystora T2. Należy to uwzględnić i w razie potrzeby dodać odpowiedni radiator.

Minimalne napięcie zasilające wynosi około 8 V, gdyż jest to wartość, przy której T2 ma szansę w pełni się otworzyć. Wartość maksymalną tego napięcia determinuje z kolei układ LM311 i wynosi ona 30 V.

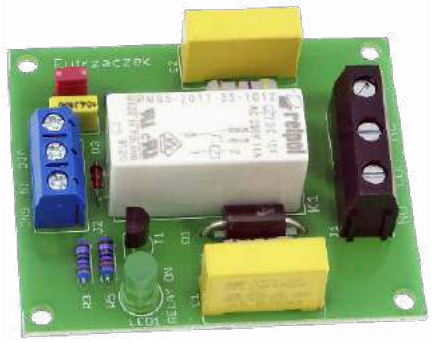
Michał Kurzela, EP



Rysunek 3. Szczegóły podłączenia kondensatorów wygładzających do układu

Moduł przekaźnikowy z gasikami

Przekaźniki elektromechaniczne nadal są chętnie stosowane w rozmaitych aplikacjach automatyki i sterowania. Niestety, podczas ich przełączania dochodzi do iskrzenia styków – emitowane wtedy zakłócenia potrafią zaburzyć działanie coraz delikatniejszych obwodów elektronicznych. Przedstawiony układ ma wbudowane elementy ograniczające energię tych wyładowań.

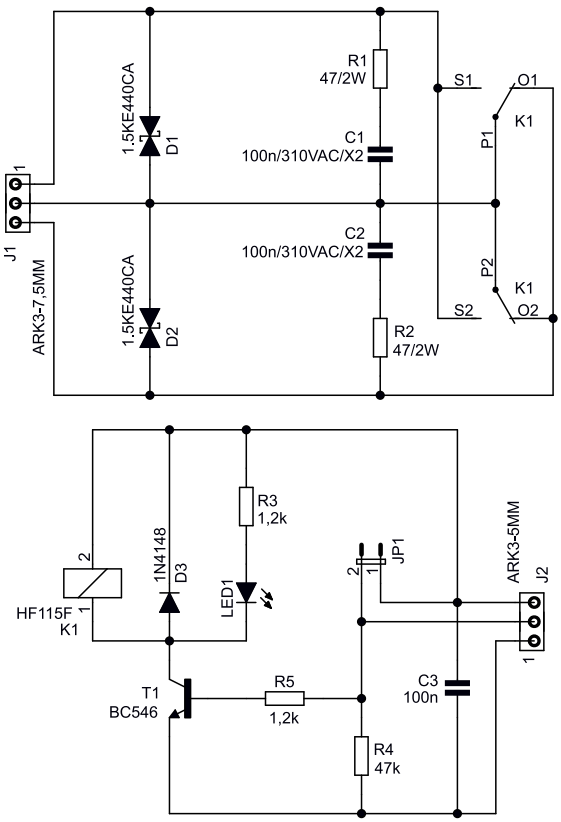


Prezentowany układ jest kompletnym modułem pozwalającym przełączać zasilanie w układach sieciowych. Jego cechą wyróżniającą go na tle innych rozwiązań jest zintegrowanie na płytce obwodów gaszących iskrzenie styków oraz ograniczających przepięcia.

Obie pary styków przekaźnika są opatrzone układami gaszącymi RC oraz dwukierunkowymi diodami transil. Wartości tych elementów zostały zaproponowane na podstawie własnych dotychczasowych doświadczeń z przełączaniem obciążeń o charakterze indukcyjnym.

Budowa i działanie

Schemat ideowy został pokazany na **rysunku 1**. Cewka przekaźnika elektromagnetycznego jest załączana przez klucz nasycony na tranzystorze T1. Ten sam tranzystor odpowiada również za załączenie diody LED1, sygnalizującej przyciągnięcie kotwiczki. Dioda D3 zabezpiecza tranzystor przed uszkodzeniem podczas wyłączania przekaźnika, ponieważ cewka może wówczas wygenerować impuls napięcia o wysokiej wartości szczytowej, co uszkodzi ten element półprzewodnikowy. Rezystor R5 ogranicza prąd bazy tranzystora, a R4 utrzymuje go w stanie zatkania, kiedy wejście nie jest spolaryzowane żadnym potencjałem pochodzącym z zewnątrz. Nakładając zworkę JP1, można zlikwidować wejście uruchamiające i załączać przekaźnik poprzez podanie napięcia 12 V na skrajne zaciski złącza J2.



Rysunek 1. Schemat ideowy układu

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

W ofercie AVT* AVT-5794

Podstawowe parametry:
- przełączanie jednego obwodu elektrycznego,
- maksymalny prąd przełączany 16 A,
- wbudowane gasiki RC oraz transile,
- wejście sterujące akceptujące napięcie od 3,3 do 15 V,
- zasilanie napięciem 12 V.

Wykaz elementów:
R1, R2: 47 Ω 2 W THT
R3, R5: 1,2 kΩ 0,25 W THT
R4: 47 kΩ 0,25W THT
C1, C2: 100 nF 310 VAC X2 (15 mm)
C3: 100 nF 63 V (5 mm)
D1, D2: 1.5KE440CA
D3: 1N4148 THT
LED1: 5 mm zielona
T1: BC546
J1: ARK3 7,5 mm
J2: ARK3 5 mm
JP1: goldpin 2 pin męski 2,54 mm THT + zworka
K1: HF115F 12 V SPDT

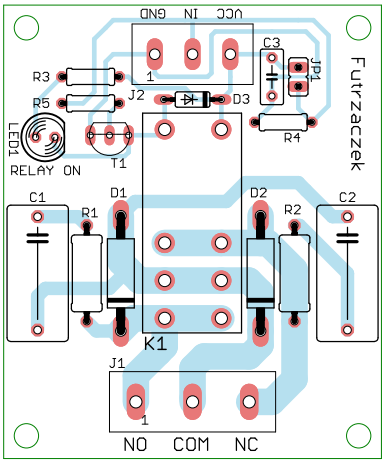
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:
AVT-5710 8-kanałowy moduł przekaźnikowy z USB (EP 8/2019)
AVT-5682 Przekaźnik elektromagnetyczny 230 V sterowany optoelektronicznie (EP 6/2019)
AVT-5632 Moduł przekaźników z interfejsem USB (EP 3/2019)

*** 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 6006d05056



Rysunek 2. Schemat montażowy i wzór ścieżek płytki

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 50×60 mm, a jej schemat jest pokazany na **rysunku 2**. W odległości 3 mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe. Wszystkie elementy są w obudowach do montażu przewlekanego, więc zmontowanie układu nie powinno sprawić problemu nawet mniej wprawnym elektronikom. Prawidłowo zmontowany nie wymaga jakichkolwiek czynności uruchomieniowych i jest od razy gotowy do działania.

Tabela 1. Pobór prądu przez wejście sterujące

Napięcie przyłożone do wejścia [V]	Pobór prądu [mA]
3,3	2,2
5	3,7
12	9,7

Wartości wszystkich elementów można zmodyfikować, adaptując układ do swoich potrzeb – na przykład, stosując przekaźnik z cewką na napięcie 24 V lub zmniejszając wartość rezystora R5, co pozwoli na sterowanie z wyjścia układu cyfrowego zasilanego napięciem 1,8 V. Należy mieć na uwadze, że przez gasiki RC płynie prąd przy rozwartych stykach – jego wartość skuteczna to około 7,3 mA przy sinusoidalnie zmiennym napięciu o częstotliwości 50 Hz i wartości skutecznej 230 V. Może to pobudzać odbiorniki o niewielkiej mocy, np. lampy oświetleniowe z diodami LED.

Pobór prądu z zacisku VCC przy wyłączonym przekaźniku jest zerowy, zaś przy załączeniu cewki (napięcie zasilania 12 V) wynosi około 43 mA. Pobór prądu przez wejście sterujące zależy od napięcia – wartości zostały zestawione w **tabeli 1**.

Ścieżki prowadzące od wyprowadzeń przekaźnika do zacisków złącza J1 zostały odsłonięte z soldermaski, co ułatwia ich pogrubienie przy użyciu np. srebrzanki i spoiwa lutowniczego. Taki zabieg jest rekomendowany przy przewodzeniu prądu o natężeniu większym od ok. 8 A.

Michał Kurzela, EP

Selektor wejść audio z przełącznikiem obrotowym

Selektor umożliwia przełączanie jednego z czterech niezależnych sygnałów do jednego wyjścia/wejścia urządzenia za pomocą przełącznika obrotowego.

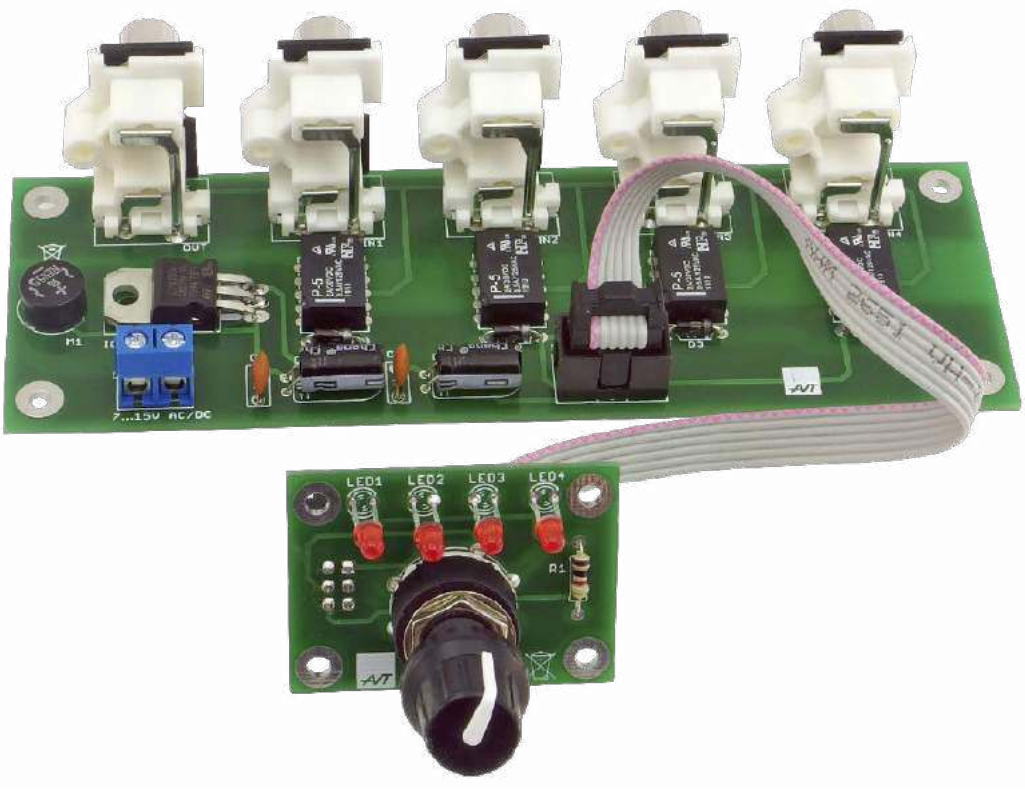
Dodatkowe materiały do pobrania ze strony www.media.avt.pl

W ofercie AVT* AVT-5796

Podstawowe parametry:
- pcztery podwójne (stereo) wejścia przełączane do jednego, podwójnego wyjścia,
- wybór wejścia za pomocą przełącznika obrotowego,
- zasilanie: 7…15 V AC lub DC.

Wykaz elementów:
R1: 1 kΩ
C1, C2: 100 nF
C3, C4: 100 µF
D1, D2, D3, D4: 1N4148
LED1…LED4: dioda LED 3 mm
IC1: 7805
K1, K2, K3, K4: przekaźnik subminiaturowy DPDT, 5 V
IN1, IN2, IN3, IN4, OUT: gniazdo RCA podwójne pionowe do druku
SV1, SV2: wtyk IDC prosty do druku 6 pin
X1: złącze śrubowe
M1: mostek prostowniczy
SW1: przełącznik obrotowy 1×4

* 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.



Urządzenie służy do przełączania czterech sygnałów audio do jednego wyjścia. Doskonale sprawdzi się jako selektor wejść do wzmacniacza. Zastosowanie miniaturowych przekaźników jako elementów przełączających gwarantuje, że parametry sygnałów, jak amplituda czy pasmo, pozostaną niezmienione.

Budowa i działanie

Schemat ideowy układu pokazano na **rysunku 1**. Selektor składa się z dwóch części. W skład pierwszej wchodzi przełącznik obrotowy, służący do wyboru źródła sygnału wejściowego, oraz diody LED, sygnalizujące aktualne położenie przełącznika. Druga część to gniazda wejściowe oraz przekaźniki, które pełnią funkcję

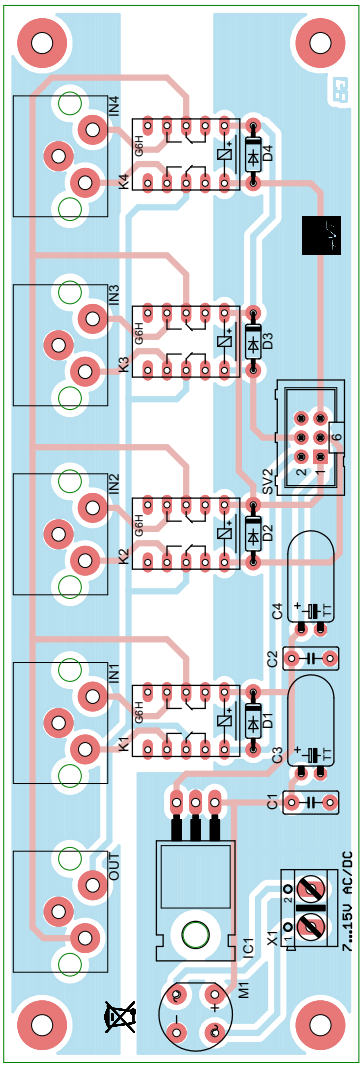
eprasa.pl 6006d05056

elementów przełączających. Mostek prostowniczy i stabilizator napięcia dostarczają napięcia 5 V do zasilania cewek przekaźników.

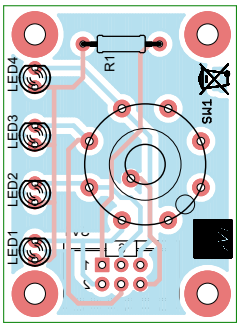
Montaż i uruchomienie

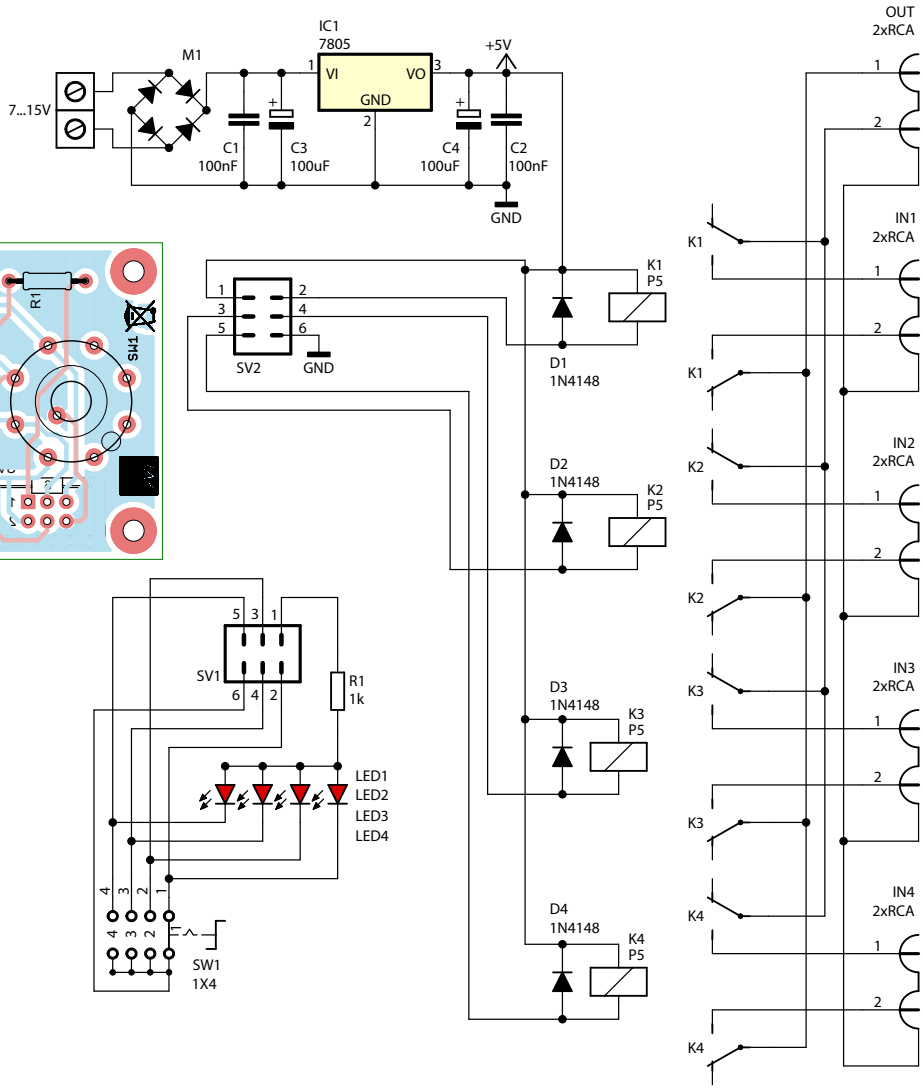
Selektor należy zmontować na dwóch płytkach drukowanych, których projekt pokazano na **rysunku 2**. Montaż układu jest typowy i nie powinien przysporzyć problemów. Należy rozpocząć od elementów najmniejszych, a na końcu zamontować te największe.

Montując płytkę z przełącznikiem, w pierwszej kolejności należy przylutować złącze SV1 po przeciwnej stronie płytki. Dopiero później przełącznik obrotowy i diody LED. Po zmontowaniu obydwu płytek należy połączyć je ze sobą za pomocą przewodu. Do tego celu służą 2 złącza IDC, zaciskane na 6-żyłowy kabel taśmowy. **EB**



Rysunek 2. Schemat płytek PCB z rozmieszczeniem elementów





Rysunek 1. Schemat elektryczny układu

Stabilizator temperatury do szafki RTV

Każdy, nawet najprostszy zestaw audio-wideo umieszczony w ściance czy szafce multimedialnej lub, jak kto woli RTV, nagrzewa się. Pomimo stosowania komponentów elektronicznych pobierających coraz mniej energii, urządzenia nadal emitują ciepło. Jest to jeden z czynników, który znacząco skraca ich żywotność. Szczególnie wrażliwe pod tym względem są m.in. konsole do gier i wzmacniacze mocy.

eprasa.pl 6006d05056

Prezentowany układ ma za zadanie stabilizować temperaturę w szafce RTV za pomocą wentylatora, który wymusza cyrkulację powietrza i tym sposobem odprowadza nadmiar ciepła.

Budowa i działanie

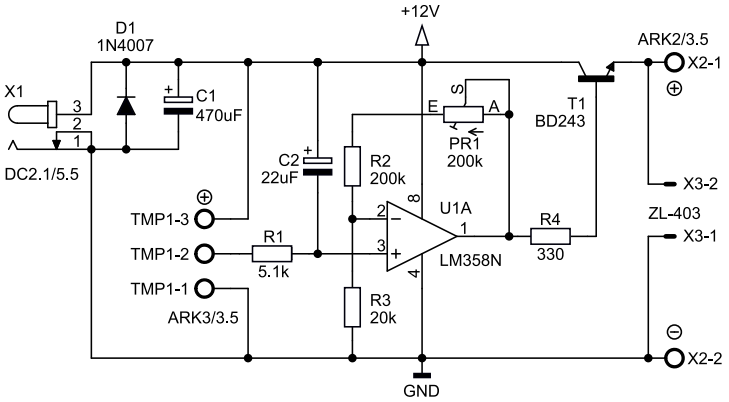
Schemat ideowy modułu został pokazany na **rysunku 1**. Układ powinien być zasilany z zasilacza impulsowego o napięciu wyjściowym 12 V DC. Został zaprojektowany do sterowania wentylatorem o napięciu znamionowym 12 V DC, zapewniając mu taką prędkość obrotową, aby temperatura kontrolowanego miejsca ze sprzętem audio-wideo nie wzrosła ponad dopuszczalną wartość. Zatem urządzenie pracuje jak stabilizator temperatury, co zapewnia szczególnie komfortowe warunki pracy urządzeń wchodzących w skład szafki multimedialnej.

Sercem układu jest wzmacniacz operacyjny U1A typu LM358, który pracuje w całkowicie typowej dla siebie konfiguracji, wzmacniając napięcie pobierane z wyjścia czujnika temperatury do poziomu ustalanego za pomocą szeregowo połączonych rezystancji i potencjometru. Jako czujnik temperatury zastosowano przetwornik temperatura–napięcie, typu LM35. Do wyjścia wzmacniacza operacyjnego jest dołączony tranzystor wykonawczy T1 w konfiguracji wspólnego kolektora (wtórnik). Na jego emiterze występuje napięcie równe napięciu na wyjściu wzmacniacza operacyjnego, pomniejszonemu o napięcie odkładające się na złączu emiter–baza. Wynika z tego, że wentylator zasilany poprzez T1 nigdy nie otrzyma pełnego napięcia 12 V, a jedynie ok. 11,3 V.

Wyjaśnienia wymaga jeszcze funkcja, jaką pełni kondensator C2 dołączony do wyjścia czujnika temperatury. Po włączeniu zasilania szafki multimedialnej wszystkie jego elementy mają temperaturę równą temperaturze otoczenia i napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego U1A będzie wynosiło ok. 6 V. Wartość ta jest zupełnie wystarczająca do pracy wentylatora na wolnych obrotach, ale mogłaby okazać się zbyt mała do jego uruchomienia. Dlatego też bezpośrednio po włączeniu zasilania na wejściu 3 wzmacniacza wymuszane jest chwilowo napięcie prawie równe napięciu zasilania. Dzięki temu układ termostatu uznaje, że temperatura monitorowanego obiektu jest bardzo wysoka i zasila przez krótki czas wentylator pełnym napięciem, umożliwiając jego pewny rozruch. Dioda D1 ma za zadanie zabezpieczyć układ przed odwrotną polaryzacją. Kondensator C1 dodatkowo filtruje napięcie zasilające.

Montaż i uruchomienie

Układ należy zmontować na płytce, której projekt pokazano na **rysunku 2**. Ułatwieniem podczas montażu będzie fotografia tytułowa. Całość została zmontowana na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 25×65 mm.



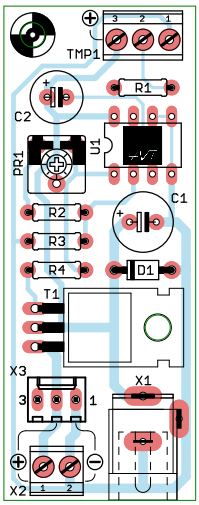
Rysunek 1. Schemat elektryczny układu

Wszystkie komponenty zastosowane w projekcie są popularne i łatwo dostępne. Montaż układu należy rozpocząć od wlutowania rezystorów i innych elementów o niewielkich rozmiarach, a zakończyć na złączu zasilania i włożeniu układu scalonego w podstawkę.

Czujnik temperatury należy bezpośrednio przykręcić w złączu śrubowym TMP1 lub oddalając go od płytki stabilizatora za pomocą przewodu 3-żyłowego. Przy takim połączeniu należy zaizolować czujnik za pomocą koszulki termokurczliwej tak, by jego odsłonięte wyprowadzenia nie doprowadziły do ewentualnego zwarcia np. metalową obudową wzmacniacza lub innym elementem wyposażenia szafki RTV. Opis wyprowadzeń czujnika znajduje się na **rysunku 3**.

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. Błąd na tym etapie prac montażowych może zaowocować uszkodzeniem elementów, a nawet ich wybuchem – dotyczy to przede wszystkim kondensatorów elektrolitycznych. Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował.

Na płytce przewidziano możliwość zastosowania wentylatora bez złączki, wtedy należy dołączyć go do złącza śrubowego



Rysunek 2. Schemat płytki drukowanej wraz z rozmieszczeniem elementów

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

W ofercie AVT* AVT-5790

Podstawowe parametry:
- regulowanie temperatury poprzez sterowanie obrotami wentylatora,
- regulacja poziomu temperatury za pomocą potencjometru,
- zasilanie układu i dołączonego wentylatora: 12 V DC.

Wykaz elementów:
R1: 5,1 kΩ
R2: 200 kΩ
R3: 20 kΩ
R4 330 Ω
PR1: 200 kΩ (poziomy)
C1: 470 µF
C2: 22 µF
D1: 1N4007
U1: LM358 + DIL8
T1: BD243
TMP1: ARK3/3.5 + LM35
X1: DC2.1/5.5
X2: ARK2/3.5
X3: ZŁ 403-03TS

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

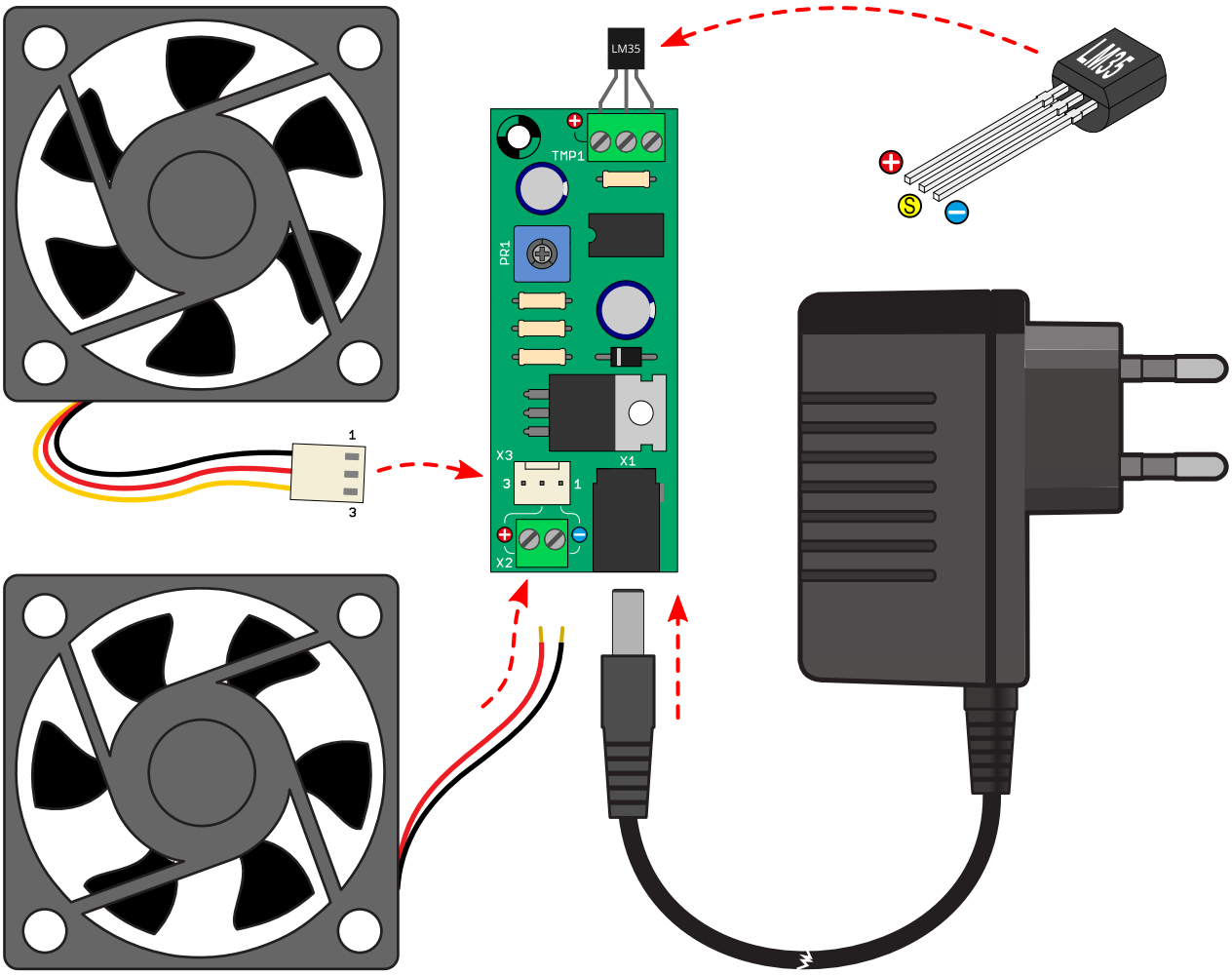
Projekt 246	Sterownik wentylatora wyciągu łazienkowego (kuchennego)
AVT-5698	Sterownik wentylatorów 12 V dużej mocy (EP 8/2019)
AVT-5653	Sterownik mikrowentylatora (EP 11/2018)
----	Uniwersalny driver silnika małej mocy (EP 3/2018)
AVT-1981	Sterownik wentylatora z płynną zmianą obrotów (EP 1/2018)
AVT-5612	Dwukierunkowy regulator obrotów silnika prądu stałego (EP 12/2017)
AVT-5565	Sterownik silnika do napędu (EP 10/2016)
AVT-478	Regulator obrotów wentylatorów 12 V (EP 8/2016)
AVT-1855	Sterownik wentylatora z czujnikiem wilgotności powietrza (EP 5/2015)
AVT-3082	Zasilacz – sterownik miniwiertarki DC (EdW 1/2014)
AVT-1724	Uniwersalny sterownik silników DC (EP 2/2013)
AVT-1596	Regulator obrotów wentylatora (EP 10/2010)
AVT-1519	Sterownik silnika do modeli RC (EP 4/2009)
AVT-1469	Generator PWM – regulator mocy silnika DC (EP 8/2008)
AVT-2871	Bi-motor driver (EdW 7/2008)
AVT-1444	Dwukierunkowy regulator obrotów silników prądu stałego (EP 12/2006)
AVT-1564	Sterownik wentylatora 12 V (EP 8/2001)

*** 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 6006d05056



Rysunek 3. Sposób podłączenia gotowego układu

X2 zgodnie z polaryzacją lub gdy wentylator wyposażony jest we wtyczkę „molex", dołączmy go do złącza X3 – weryfikując polaryzację na podstawie kolorów przewodów: czarny – minus, czerwony – plus, żółty – sygnał tachometryczny (nie jest wykorzystywany w układzie). **Rysunek 3** pokazuje poprawne dołączenie zewnętrznych elementów do płytki stabilizatora temperatury. Do poprawnie przygotowanego zestawu można dołączyć zasilacz 12 V DC.

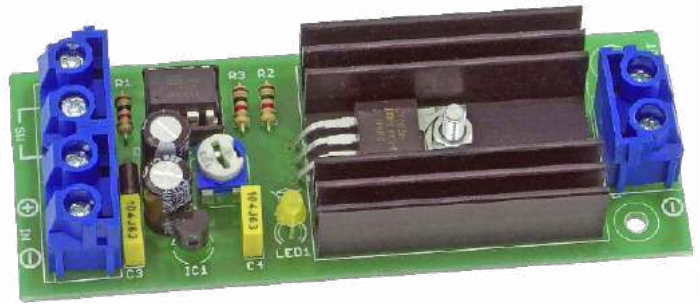
Po załączeniu zasilania wentylator będzie pracował krótką chwilę na wysokich obrotach. Po ich zmniejszeniu możemy przejść do regulacji potencjometrem montażowym PR1. Za jego pomocą ustawiamy minimalne obroty w temperaturze pokojowej. Gdy pracujący sprzęt audio-wideo uznamy za zbyt ciepły, należy umieścić czujnik w najcieplejszym miejscu szafki multimedialnej i obserwować wentylator – powinien natychmiast zwiększyć swoje obroty. Jeżeli temperatura nadal jest za wysoka, należy zwiększyć potencjometrem obroty, aż do momentu, gdy temperatura zacznie spadać lub się stabilizować i tym samym zmniejszą się obroty.

Aby ograniczyć hałas, jaki może pojawić się podczas pracy wentylatora przy wysokiej temperaturze, zdecydowanie lepiej jest zastosować jeden duży wentylator np. 120×120 mm zamiast dwóch czy trzech mniejszych. Dołączenie większej liczby wentylatorów może wymagać wykonania chłodzenia dla tranzystora wyjściowego T1 w postaci radiatora. Poprawną decyzją wtedy będzie umieszczenie zmodyfikowanego modułu stabilizatora blisko wentylatora chłodzącego.

Mavin
mavin@op.pl

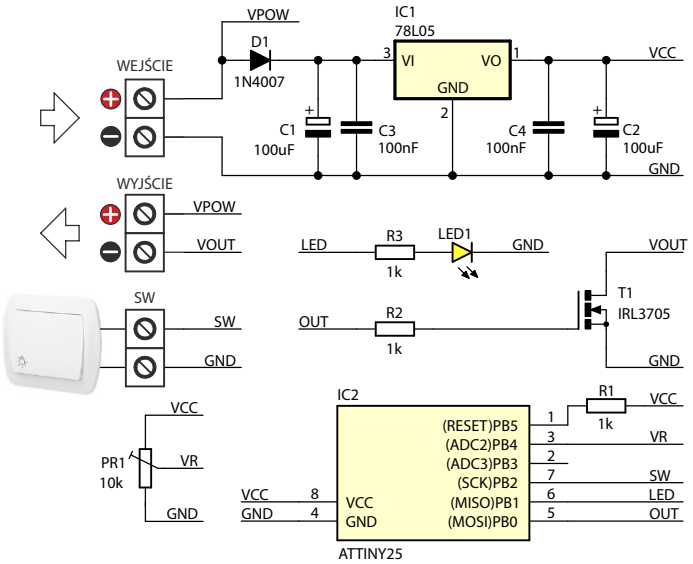
Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED sterowany włącznikiem

Oświetlenie, rozjaśniane i wygaszane w sposób płynny, daje przyjemny wizualnie efekt, którym wzbogaci każdą aranżację świetlną.



Sterownik przeznaczony jest do taśm LED oraz niektórych żarówek LED pracujących w konfiguracji diody z szeregowym

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 1. Schemat elektryczny układu

rezystorem. Współpracuje z klasycznymi włącznikami typu włącz/wyłącz. Włączenie włącznika uruchamia układ płynnie, zaświecając dołączone do wyjścia układu źródło światła. Natomiast w momencie wyłączenia włącznika nastąpi jego płynne powolne wygaszenie. Czas rozjaśniania i wygaszania regulowany jest potencjometrem.

Budowa i działanie

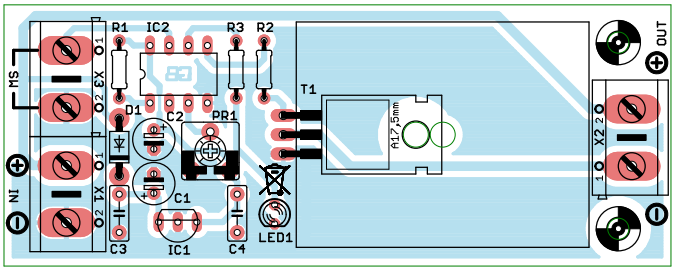
Schemat ideowy sterownika pokazano na **rysunku 1**. Układ włączany jest między źródło zasilania a odbiornik. Musi on być zasilany napięciem stałym, może to być akumulator lub dowolny zasilacz o wydajności prądowej odpowiadającej dołączonemu obciążeniu. Dioda D1 zabezpiecza układ przed dołączeniem napięcia o niewłaściwej polaryzacji. Napięcie wejściowe jest podawane na stabilizator IC1 typu 78L05 dostarczający napięcia 5 V, a kondensatory C1...C4 zapewniają odpowiednią filtrację tego napięcia. Pracą układu steruje mikrokontroler IC2 typu ATtiny25. Elementem wykonawczym jest tranzystor T1 typu IRL3705.

Czas trwania funkcji rozjaśniania i wygaszania można regulować za pomocą potencjometru PR1 w zakresie od 3 do około 90 sekund. Cały proces sygnalizowany jest migotaniem diody LED1, natomiast po jego zakończeniu dioda będzie świecić światłem ciągłym.

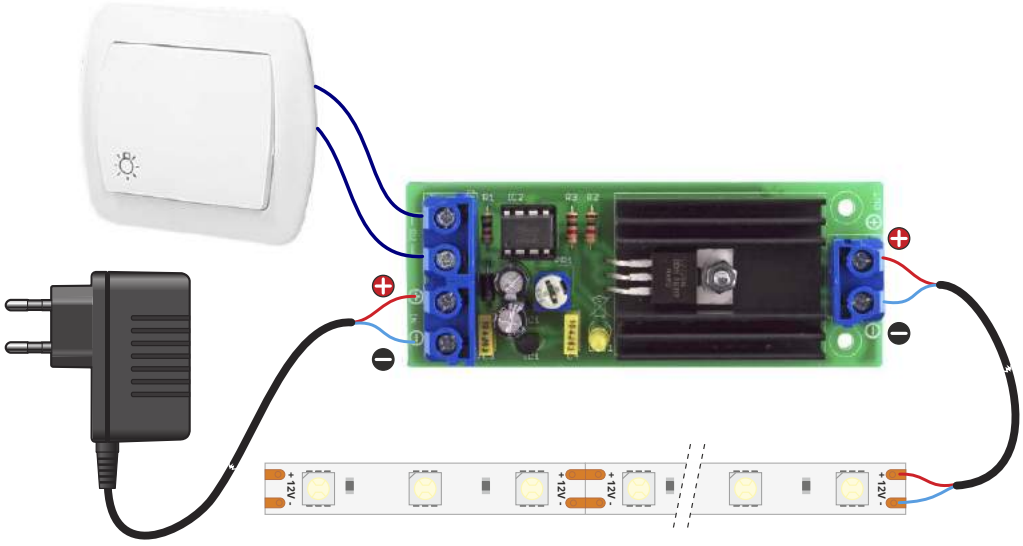
Montaż i uruchomienie

Moduł należy zmontować na płytce drukowanej, której schemat montażowy pokazano na **rysunku 2**. Montaż rozpoczynamy od wlutowania w płytkę rezystorów i innych elementów o niewielkich rozmiarach, a kończymy, montując podstawkę, kondensatory elektrolityczne, złącza śrubowe oraz tranzystor wraz z radiatorem. Układ po zmontowaniu od razu gotowy jest do pracy. Na **rysunku 3** pokazano sposób podłączenia sterownika.

EB



Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów



Rysunek 3. Sposób podłączenia gotowego układu

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

W ofercie AVT* AVT-5788

Podstawowe parametry:
- sterowanie za pomocą dowolnego przełącznika zwiernego,
- czas rozjaśniania i wygaszania regulowany w zakresie od 3 do około 90 sekund,
- zasilanie 12 V.

Wykaz elementów:
R1...R3: 1 kΩ
PR1: 10 kΩ
C1, C2: 100 µF/16 V
C3, C4: 100 nF
LED1: dioda LED
D1: 1N4007
T1: IRL3705
IC1: 78L05
IC2: ATtiny25
SW, IN, OUT: złącze DG360-7.5/2
Radiator

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5571	Sterownik taśm LED RGBW zgodny z HomeKit (EP 7/2020)
AVT-5768	Zasilacz diod power LED 3,5 W (EP 5/2020)
AVT-5733	Programowany sterownik LED dużej mocy (EP 12/2019)
AVT-5706	Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED (EP 8/2019)
Projekt 237	Wyłącznik taśmy LED – bariera podczerwieni (EP 12/2018)
AVT-1996	Bedlight – sterownik oświetlenia nocnego z czujką ruchu (EP 8/2018)
AVT-1975	Powolny rozjaśniacz do taśm LED 12 V (EP 7/2017)
AVT-5561	Efektowny sterownik oświetlenia (EP 12/2016)
AVT-1918	Oświetlacz pierścieniowy LED (EP 8/2016)
AVT-1912	Miniaturowy sterownik taśmy LED RGB (EP 7/2016)
AVT-5536	Sterownik taśmy LED ze zdalnym sterowaniem (EP 4/2016)
AVT-1881	Programowany sterownik LED (EP 8/2015)
AVT-1867	Sterownik zasilania taśm LED z wyłącznikiem czasowym (EP 8/2015)
AVT-1852	Optoelektroniczny czujnik zbliżeniowy (EP 5/2015)

*** 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

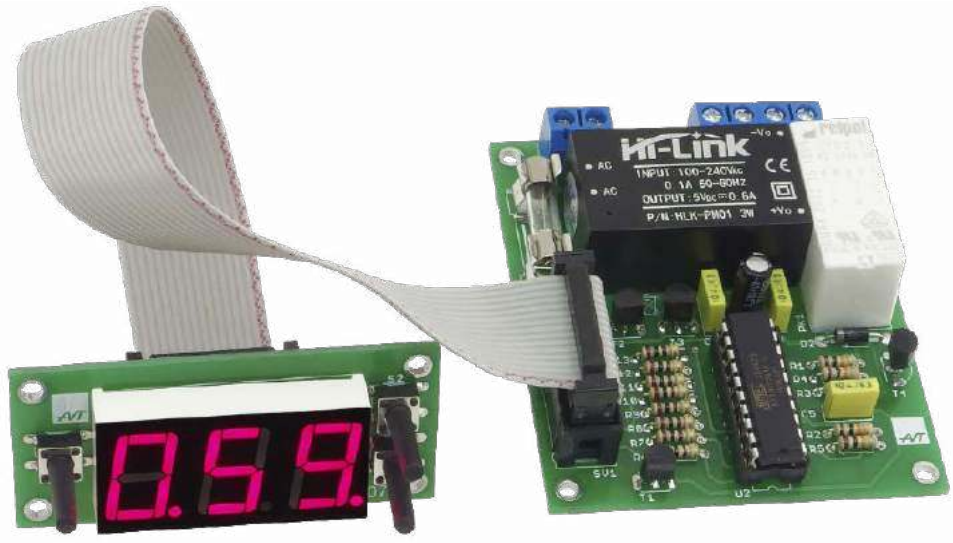
Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

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 6006d05056

Timer godzinowy

Timer przeznaczony jest do odliczania w dół zadanych odcinków czasu. Dzięki możliwości bezpośredniego zasilania z sieci 230 V, wbudowanym przekaźniku oraz prostej, intuicyjnej obsłudze kwalifikuje się do realizacji funkcji czasowych w nieskomplikowanych układach automatyki domowej, gdzie duża precyzja odmierzanego czasu nie jest kluczowa.



Obsługa timera jest prosta i intuicyjna. Przyciski S1 i S2 służą do zwiększania i zmniejszania wartości, natomiast do uruchomienia odliczania służy przycisk S3. Każde przyciśnięcie S2 spowoduje zwiększenie, a przyciśnięcie S1 zmniejszenie wartości. Aby zmiana wartości następowała szybciej, bez potrzeby wielokrotnego przyciskania, należy dany przycisk przytrzymać dłużej. Na trzycyfrowym wyświetlaczu w zakresie od 1 sekundy do 9 minut i 59 sekund, rozdzielczość nastaw wynosi 1 sekundę, natomiast powyżej tego zakresu zwiększa się do 10 sekund. Ustawiona wartość zapamiętywana jest w pamięci nieulotnej, dzięki czemu po ponownym włączeniu układu nie trzeba jej na nowo wprowadzać.

Migotanie kropki przy cyfrze jedności sygnalizuje pracę timera. Po uruchomieniu odliczania, w każdej chwili, poprzez przyciśnięcie przycisku S3, możliwe jest zatrzymanie timera. W trybie tym cyfry na wyświetlaczu zaczną migać. Ponowne krótkie naciśnięcie przycisku S3 wznowi odliczanie, natomiast dłuższe przytrzymanie

Uwaga!
W urządzeniu występują napięcia mogące stanowić śmiertelne zagrożenie dla życia!

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

W ofercie AVT* AVT-5800

Podstawowe parametry:
- ustawianie czasu odliczania w zakresie od 1 minuty do 999 godzin,
- łatwa obsługa za pomocą 3 przycisków i wyświetlacza 3-cyfrowego LED,
- zasilanie 230 V AC,
- wyjście przekaźniowe.

Wykaz elementów:
R1…R5: 10 kΩ
R6…R13: 100 Ω
R13: warystor
C1, C2, C3: 100 nF
C4: 100 µF/16 V
LED1: wyświetlacz AD5636
D1: 1N4007
T1…T3: BC557
T4: BC548
U1: ATtiny261-20PU
S1…S3: przycisk mikroswitch
SV1, SV2: złącze Z-WS16G
F1: bezpiecznik
PK1: RM84P12 (lub podobny)
ZAS: HLK-PM01 5V
230V, NO, NC: złącza śrubowe

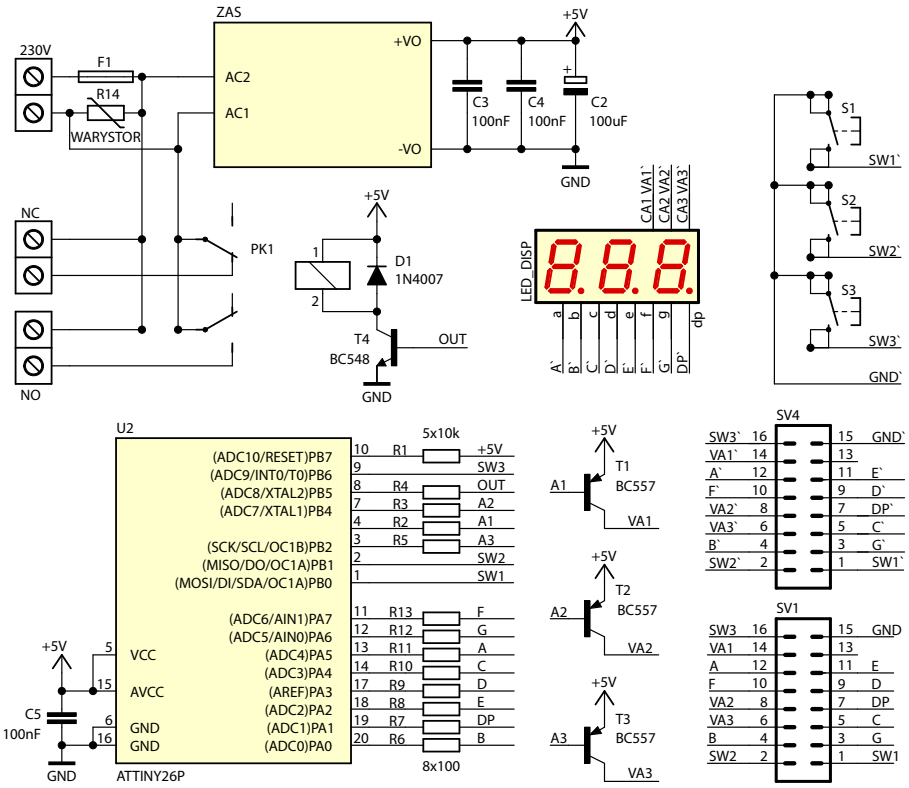
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5730	Uniwersalny układ czasowy 230 V (EP 11/2019)
AVT-5704	Programowany układ czasowy 230 V (EP 8/2019)
AVT-5666	Programowany, 16-kanałowy sterownik 230 V (EP 3/2019)
AVT-1998	Karta przekaźników programowana sekwencjami (EP 8/2018)
AVT-5588	Sterownik-timer z 8 przekaźnikami (EP 6/2017)

*** 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 1. Schemat ideowy układu

eprasa.pl 6006d05056

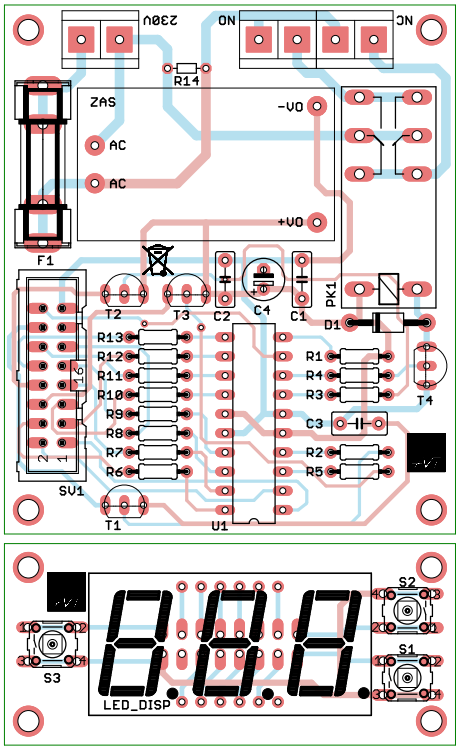
przycisku S3 spowoduje powrót urządzenia do wartości początkowej. Użytkując timer, należy mieć świadomość, że odmierzanie czasu może być obarczone pewną niedokładnością, w szczególności dotyczy to pracy w zakresie kilku, kilkunastu godzin.

Budowa i działanie

Schemat ideowy timera pokazano na **rysunku 1**. W roli zasilacza został użyty gotowy moduł zasilający HLK-PM01 5 V, dzięki czemu urządzenie jest zasilane bezpośrednio napięciem 230 V AC. Aby zabezpieczyć płytkę przed przepięciami elektrycznymi występującymi w sieci, dodatkowo zastosowano dołączony równolegle warystor.

Pracą timera steruje mikrokontroler ATtiny26 taktowany wewnętrznym sygnałem zegarowym. Stan pracy jest obrazowany na potrójnym, siedmiosegmentowym wyświetlaczu LED. Pracuje on w sposób multipleksowany w konfiguracji ze wspólną anodą. Katody wyświetlacza dołączone zostały przez rezystory ograniczające prąd R5…R12 do portów PA0...PA7 mikrokontrolera. Funkcję kluczy załączających zasilanie wyświetlaczy pełnią tranzystory T1...T3 sterowane z portów PB2...PB4. Na potrzeby wprowadzenia nastaw oraz obsługi timera urządzenie zostało wyposażone w 3 przyciski oznaczone S1...S3. Sygnały z przycisków doprowadzono do portów PB0 i PB1 oraz PB6, poziomem aktywnym jest logiczne „0".

Jako układ wykonawczy zastosowano przekaźnik typu RM84P5 (cewka 5 V DC, styki 8 A/230 V AC). Aby rozszerzyć funkcjonalność timera, na złączach NC i NO wyprowadzono styki przekaźnika normalnie zwarte i normalnie otwarte, na których, w zależności od jego stanu, obecne jest napięcie sieci.



Rysunek 2. Schemat płytek drukowanych wraz z rozmieszczeniem elementów

Montaż i uruchomienie

Timer należy zmontować na dwóch płytkach drukowanych, których projekt pokazany jest na **rysunku 2**. Montaż jest typowy i nie powinien przysporzyć problemów. Przebiega w sposób standardowy – zaczynamy od elementów gabarytowo najmniejszych, a kończymy na największych.

Montując płytkę wyświetlaczy, w pierwszej kolejności należy po przeciwnej stronie płytki przylutować złącze SV4, dopiero później wyświetlacze i przyciski. Po zmontowaniu obydwu płytek należy połączyć je ze sobą za pomocą przewodu. Do tego celu służą 2 złącza IDC, typowe zaciskane na 16-żyłowy kabel taśmowy.

Układ zmontowany bezbłędnie, z użyciem zaprogramowanego mikrokontrolera i ze sprawnych elementów, będzie działał od razu po włączeniu napięcia zasilającego. Przy sterowaniu obciążeniem o znacznej mocy należy zwrócić uwagę na obciążenie styków przekaźnika oraz ścieżek płytki drukowanej. Aby poprawić ich obciążalność, można dodatkowo pocynować odsłonięte ścieżki lub jeszcze lepiej ułożyć na nich i przylutować drut miedziany.

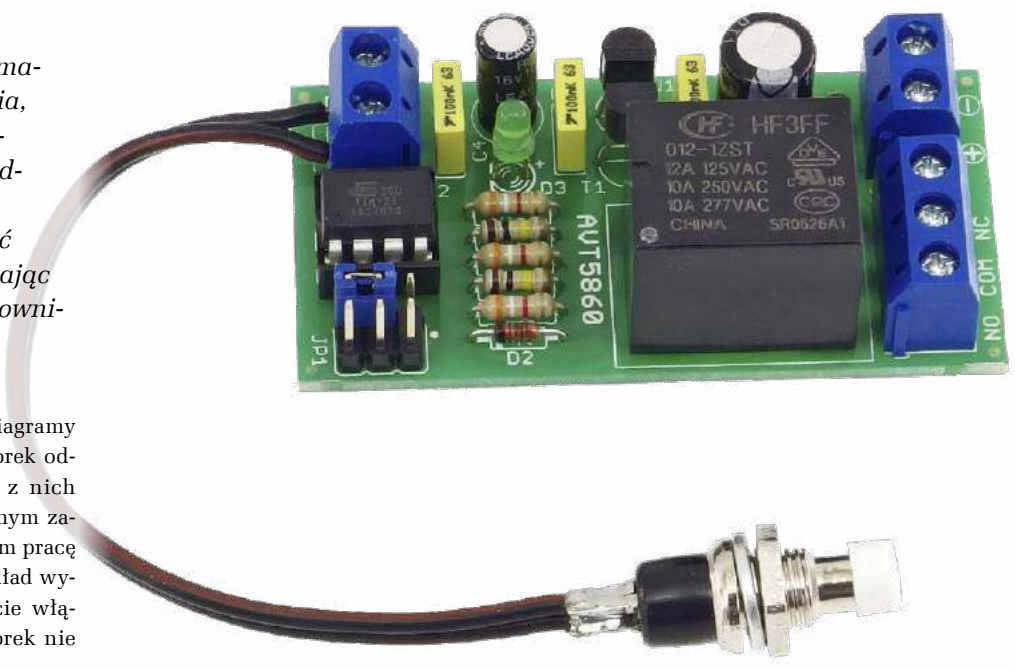
Uwaga!

W układzie występują napięcia groźne dla życia i zdrowia człowieka. Podczas uruchamiania i późniejszego użytkowania timera należy zachować szczególną ostrożność. Wszelkie regulacje należy przeprowadzać po odłączeniu układu od sieci. Wykonawca układu musi zadbać o odpowiednią obudowę, skutecznie chroniącą przed porażeniem oraz o to, aby jej właściwości ochronne odpowiadały obowiązującym przepisom bezpieczeństwa.

EB

Programowany przełącznik czasowy

Prezentowany moduł idealnie sprawdzi się w domowej automatyce, jako sterownik oświetlenia, ogrzewania, wentylacji czy sygnalizacji procesów. Jest on jednofunkcyjnym przekaźnikiem czasowym mogącym pracować w jednym z 6 trybów, odtwarzając zaprogramowaną przez użytkownika sekwencję.



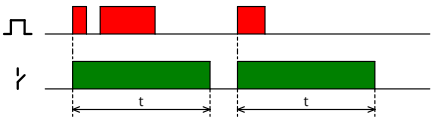
Opis pracy każdego z trybów oraz diagramy obrazujące działanie i pozycje zworek odpowiadające ustawianiu każdego z nich znajdują się dalej. Kolorem czerwonym zaznaczono stan na wejściu, a zielonym pracę wyjścia/załączenie przekaźnika. Układ wybiera tryb pracy tylko w momencie włączenia zasilania, później stan zworek nie jest sprawdzany.

eprasa.pl 6006d05056

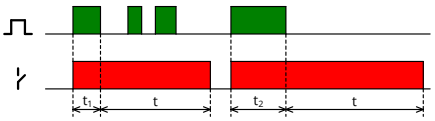
Tryb pracy 1: Włącznik czasowy standardowy. W momencie wciśnięcia przycisku rozpoczyna odliczanie czasu „t” sekwencji. W trakcie odliczania układ nie reaguje na przycisk.

Tryb pracy 2: Włącznik czasowy z zatrzymaniem (STOP). Praca odbywa się jak w trybie pierwszym, ale wciśnięcie przycisku w trakcie odliczania czasu sekwencji powoduje natychmiastowe zakończenie odtwarzania „$t - t_{STOP}$”. W efekcie odliczanie może zostać przerwane w dowolnym momencie przez ponowne wciśnięcie przycisku.

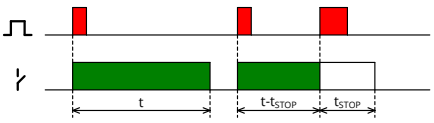
Tryb pracy 3: Włącznik czasowy z przedłużeniem czasu podstawowego „t”. Praca odbywa się jak w trybie pierwszym, ale przyciśnięcie przycisku w trakcie odliczania czasu sekwencji rozpoczyna odtwarzanie jej od początku „t_1 + t”.



Rysunek 1. Zobrazowanie działania trybu 1 oraz ustawienie zworek

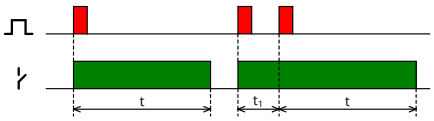


Rysunek 4. Zobrazowanie działania trybu 4 oraz ustawienie zworek

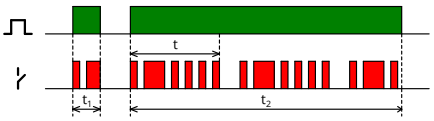


Rysunek 2. Zobrazowanie działania trybu 2 oraz ustawienie zworek

Rysunek 5. Zobrazowanie działania trybu 5 oraz ustawienie zworek



Rysunek 3. Zobrazowanie działania trybu 3 oraz ustawienie zworek



Rysunek 6. Zobrazowanie działania trybu 6 oraz ustawienie zworek

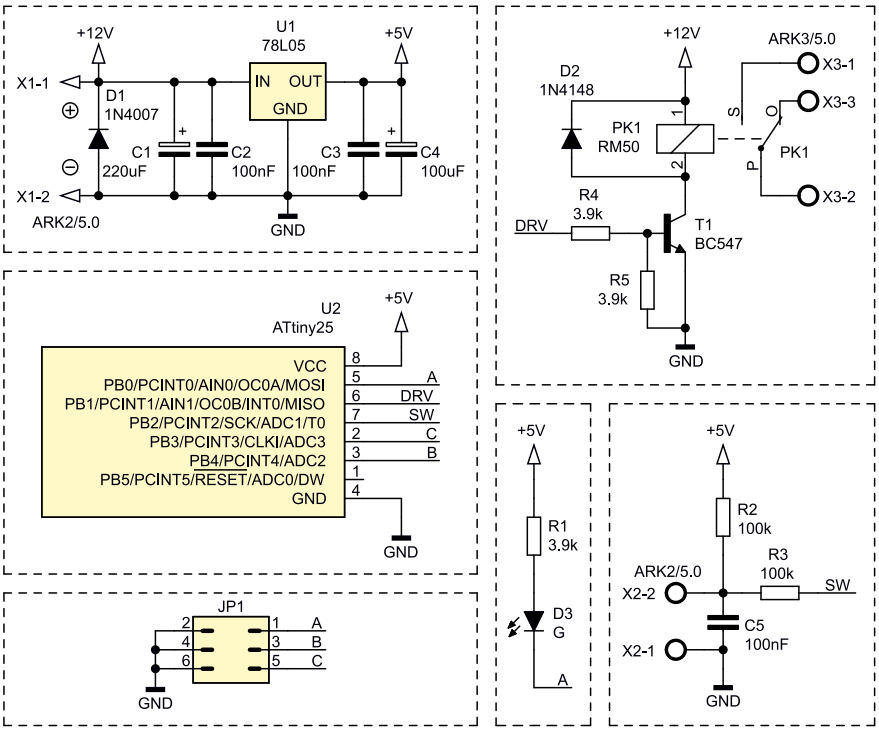
Tryb pracy 4: Włącznik czasowy końcowy. W momencie wciśnięcia przycisku ustawiany jest pierwszy stan sekwencji na wyjściu i układ pozostaje w takim stanie, dopóki przycisk jest wciśnięty – przykład „t_1” i „t_2”. Po zwolnieniu przycisku rozpoczyna odtwarzanie sekwencji „t”. Dodatkowo w tym czasie nie reaguje na przycisk.

Tryb pracy 5: Przełącznik bistabilny. Każde kolejne wciśnięcie przycisku zmienia stan wyjścia na przeciwny. Zaprogramowana sekwencja nie jest wykonywana.

Tryb pracy 6: Odtwarzanie w pętli. W czasie, gdy przycisk jest wciśnięty, na wyjściu występuje zaprogramowana sekwencja odtwarzana w pętli. Zwolnienie przycisku powoduje natychmiastowe zakończenie odtwarzania sekwencji. Ponowne wciśnięcie przycisku rozpoczyna jej odtwarzanie od początku. Kompletna sekwencja oznaczona jest jako „t”.

Budowa i działanie

Schemat ideowy programowanego przełącznika czasowego pokazano na **rysunku 7**. Pracą urządzenia steruje mikrokontroler ATtiny25 (U2), a dokładniej zawarty w nim program. Stabilizator U1 dostarcza napięcie 5 V, a kondensatory C1…C4 zapewniają jego odpowiednią filtrację. Urządzenie może



Rysunek 7. Schemat elektryczny układu

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

W ofercie AVT* AVT-5860

Podstawowe parametry:
- odtwarzanie zaprogramowanej przez użytkownika sekwencji,
- praca w jednym z 6 trybów,
- zasilanie 12 V.

Wykaz elementów:
R1, R4, R5: 3,9 kΩ
R2, R3: 100 kΩ
C1: 220 µF
C2, C3, C5: 100 nF
C4: 100 µF
D1: 1N4007
D2: 1N4148
D3: LED 3 mm zielona
T1: BC547
U1: 78L05
U2: ATtiny25
J1: goldpin 2×3 + jumper 1 szt.
PK1: RM50 lub podobny
X1, X2: ARK2/5,0 mm
X3: ARK3/5,0 mm

Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:

AVT-5730	Uniwersalny układ czasowy 230 V (EP 11/2019)
AVT-5704	Programowany układ czasowy 230 V (EP 8/2019)
AVT-5666	Programowany, 16-kanałowy sterownik 230 V (EP 3/2019)
AVT-1998	Karta przekaźników programowana sekwencjami (EP 8/2018)
AVT-5588	Sterownik-timer z 8 przekaźnikami (EP 6/2017)
AVT-5561	Efektowny sterownik oświetlenia (EP 12/2016)
AVT-1916	Konfigurowalny przełącznik 4-kanałowy (EP 8/2016
AVT-1890	Moduł przekaźników z USB (EP 6/2016)
AVT-1881	Programowany sterownik LED (EP 8/2015)
AVT-5487	PWMLEDz: 10-kanałowy sterownik taśm LED z interfejsem Modbus lub SPPoB (EP 1/2015)
AVT-5467	Programowany timer (EP 9/2014)
AVT-1820	Programowany przekaźnik czasowy (EP 8/2014)
AVT-5410	Time-ek – sterownik czasowy (EP 10/2013)
AVT-5368	Programowalny moduł przekaźników (EP 11/2012)
AVT-1679	Moduł wykonawczy z triakami (EP 6/2012)
AVT-1656	Uniwersalny moduł wykonawczy (EP 12/2011)

*** 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 6006d05056

działać w jednym z 6 trybów pracy wybieranych ustawieniem zworek na złączu szpilkowym JP1. Poprzez złącze X2 do sterownika dołączony jest przycisk służący do uruchomienia procesu odliczania sekwencji. Sekwencja, którą można zaprogramować, może mieć do 63 kroków, a każdy z nich może trwać od około 0,4 sekundy do 1,5 godziny. Dioda LED oznaczona jako D3 (w kolorze zielonym) załączana będzie w chwili zmiany stanu wejściowego lub wyjściowego oraz podczas programowania. Załączona na stałe oznacza, że sterownik znajduje się w trybie programowania. Przekaźnik PK1 sterowany jest z portu PB1 mikrokontrolera przez tranzystor T1.

Montaż i uruchomienie

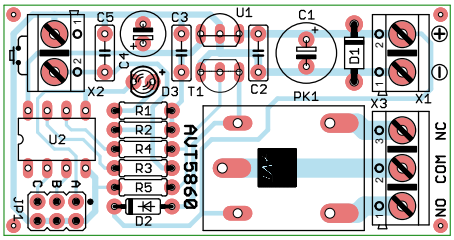
Układ należy zmontować na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 30,5×59 mm, której projekt pokazany jest na **rysunku 8**. Ułatwieniem podczas montażu będzie fotografia tytułowa. Montaż układu rozpoczynamy od wlutowania w płytkę rezystorów i innych elementów o niewielkich rozmiarach, a kończymy, montując złącza śrubowe i przekaźnik. Po zmontowaniu układu trzeba bardzo starannie skontrolować, czy elementy nie zostały wlutowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca, a przede wszystkim czy podczas lutowania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych.

Układ zmontowany bezbłędnie, z użyciem zaprogramowanego mikrokontrolera i ze sprawnych elementów, będzie działał od razu po włączeniu napięcia zasilającego (złącze X1). Styki przekaźnika NO, COM i NC doprowadzone do złącza X3 są bezpotencjałowe. Można je wykorzystać do przełączania napięć do 250 V i prądów do 10 A. Chcąc wykorzystać dopuszczalne parametry styków należy podczas montażu uwzględnić pogrubienie ścieżek prowadzących od przekaźnika do złącza śrubowego poprzez nalutowanie na nie drutu miedzianego lub srebrzonego o średnicy 1...1,5 mm. Przycisk ze stykiem zwiernym należy dołączyć do złącza X2.

Programowanie sekwencji

Tryb programowania sekwencji jest uruchamiany, jeśli zworka będzie ustawiona w pozycji A i zostanie włączone zasilanie układu. W tym stanie dioda LED będzie świeciła światłem ciągłym. Kolejne stany (przycisk wciśnięty lub przycisk zwolniony) występujące na wejściu oraz ich czasy trwania będą zapisywane do pamięci urządzenia. Aktualny stan panujący na wejściu będzie przekazywany na wyjście urządzenia, czyli gdy przycisk będzie wciśnięty, załączony zostanie przekaźnik. Programowanie sekwencji zostanie zakończone z chwilą zdjęcia zworki ze złącza JP1, wtedy dioda LED zaświeci dwukrotnie, po czym wyłączy się. Po tym etapie układ jest gotowy do pracy.

Podczas ustawiania sekwencji należy pamiętać, że stan aktywny na wejściu (wciśnięty przycisk) odpowiada zwarciu wejścia do masy zasilania. Przy programowaniu stanów trwających bardzo długo warto zastąpić przycisk przełącznikiem. Pierwszym stanem sekwencji jest stan z chwili uruchomienia trybu programowania. Dlatego jeśli pierwszym stanem sekwencji ma być stan aktywny (przekaźnik załączony), to przycisk musi być wciśnięty jeszcze przed dołączeniem zasilania w trybie programowania. Po zakończeniu sekwencji na wyjściu pozostaje ostatni stan sekwencji. Więc jeśli po zakończeniu sekwencji wyjście ma zostać wyłączone, to ostatnim stanem sekwencji musi być stan nieaktywny (przycisk zwolniony). Po włączeniu zasilania w czasie normalnej pracy (poza trybem programowania), jeśli przycisk jest wciśnięty, to na wyjściu ustawiany jest pierwszy stan zaprogramowanej sekwencji. Jeśli przycisk jest zwolniony, to na wyjściu ustawiany jest ostatni stan zaprogramowanej sekwencji.



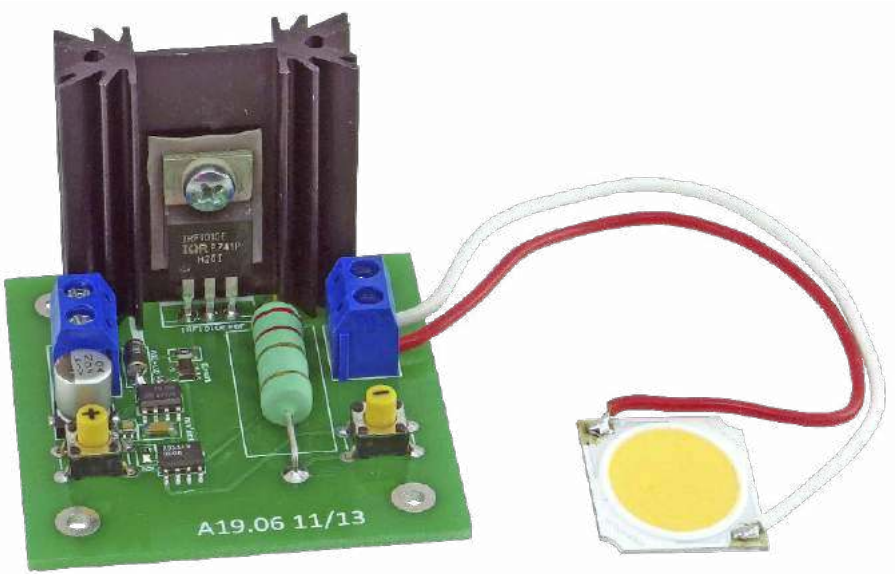
Rysunek 8. Schemat płytki PCB

Rysunek 9. Ustawienie zworek dla uruchomienia trybu programowania

Mavin
mavin@op.pl

Regulator jasności diod power LED

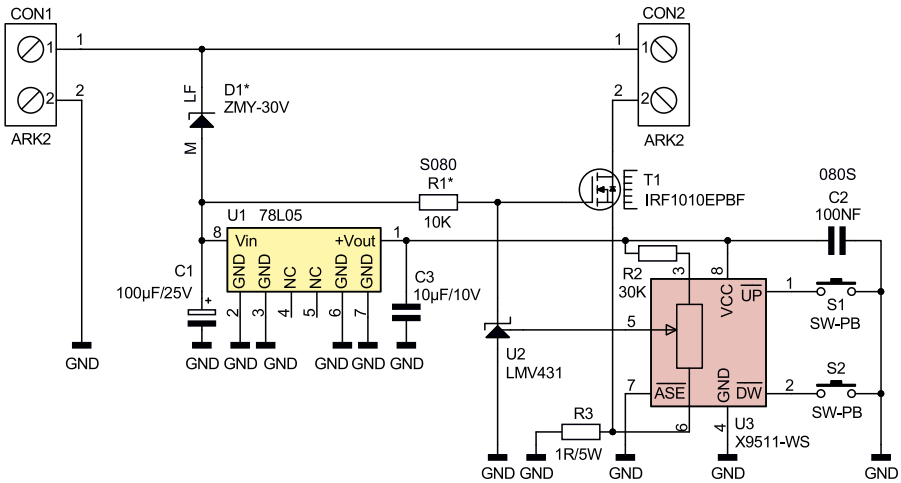
W ostatnich latach w branży oświetleniowej zachodzą istotne zmiany. Konsekwentnie wypierane żarowe i fluorescencyjne źródła światła zastępowane są przez wydajniejsze i bardziej energooszczędne źródła LED-owe. Niestety tańsze, a zarazem najpopularniejsze oświetlenie LED charakteryzuje niski współczynnik oddawania barw CRI oraz uciążliwy stopień migotania światła (flickering), które męczy wzrok.



Doświetlenie fotografowanych obiektów lub oświetlenie stołu roboczego to sytuacje, w których jakość światła ma duże znaczenie. Niestety, właściwego oświetlenia nie zapewni pierwsza lepsza „żarówka" LED. Poszukiwania LED-owego źródła światła, które mogłoby konkurować z halogenowym, zaprowadziły do portalu ***swiatelka.pl***, skąd pochodzą porównawcze fotografie z grejpfrutami (**fotografie 1a i b**). Dioda LED o współczynniku oddawania barw CRI>97 do prawidłowej pracy wymaga zasilania układem z regulacją prądu, a przydatną funkcjonalnością byłaby regulacja jasności z pamięcią nastaw. Zadania te realizuje opisany moduł, który umożliwia 32-poziomową

eprasa.pl 6006d05056

Fotografia 1. Porównanie jakości oświetlenia: a) oświetlenie diodą o CRI = 80, b) oświetlenie diodą o CRI = 97



Rysunek 1. Schemat elektryczny układu

regulację jasności oświetlenia – od zupełnego wyłączenia, po pracę z pełną mocą. Urządzenie obsługuje źródła światła, zasilane napięciem od kilku do ok. 40 V. Zatem może współpracować z typowymi taśmami LED i popularnymi LED-ami mocy w obudowie COB.

Budowa i działanie

Schemat regulatora został pokazany na **rysunku 1**. Układ U2 typu LMV431 na bieżąco kontroluje napięcie na swoim wejściu i tak ustawia potencjał bramki T1, aby to napięcie wynosiło 1,25 V. Cała idea regulacji polega na tym, że napięcie wejściowe LMV431 jest składową dwóch wartości: napięcia z R3, proporcjonalnego do prądu diody, oraz napięcia z drabinki rezystorowej, zawartej w potencjometrze cyfrowym U3. W skrajnym, dolnym ustawieniu potencjometru na wejście komparatora LMV431 trafia wyłącznie napięcie z rezystora R3, więc prąd diody LED wyniesie 1,25 V/R3. W przeciwnym, górnym położeniu do wejścia komparatora trafia napięcie z dzielnika R2 i sumy rezystancji U3 – 10 k, które przy wartościach podanych na schemacie wyniesie 1,25 V. Zatem komparator blokuje się bez dodatkowego udziału napięcia z R3. Wszystkie pośrednie nastawy potencjometru powodują przepływ prądu przez R3 o takiej wartości, aby suma spadku napięcia na R3 oraz napięcia z dzielnika R2 i potencjometru XR9511 wynosiła 1,25 V.

Nastawę układu U3 – potencjometru cyfrowego, zmienia się poprzez naciskanie klawiszy S1 i S2. Natomiast podłączenie do masy wyprowadzenia 7 (/ASE), aktywuje automatyczne zapisywanie ustawienia suwaka do wewnętrznej pamięci oraz przywrócenie tego ustawienia po ponownym włączeniu zasilania. Układ U3 wymaga zasilania napięciem 5 V, dlatego w regulatorze zastosowano stabilizator 78L05. Stabilizowane napięcie 5 V zasila także dzielnik R2/potencjometr XR9511 i wskazane jest, aby wynosiło dokładnie 5,0 V.

Zaznaczony gwiazdką na schemacie rezystor mocy R3 umożliwia ustawienie maksymalnego prądu diody. Obowiązuje wzór I_{max}=1,25 V/R3. Wartość 1 Ω pokazana na schemacie może być zbyt mała dla wielu diod COB. Koniecznie należy sprawdzić prąd maksymalny w dokumentacji diody, a R3 dobrać według podanego wzoru. Sytuacja wygląda inaczej z 12-woltowymi taśmami LED, ponieważ nie grozi im uszkodzenie przy zasilaniu z 12 V, a nadmierne zwiększanie R3 ograniczy maksymalną jasność.

Na schemacie widzimy jeszcze dwa elementy zaznaczone gwiazdką – diodę D1 oraz rezystor R1. Diodę D1 należy zastosować przy zasilaniu sterownika z napięcia wyższego niż 12 V. Podana wartość 30 V dotyczy pracy sterownika z popularnymi diodami COB, zawierającymi w swojej strukturze łańcuchy 12 szeregowo połączonych diod. Taka „duża dioda” wymaga zasilania co najmniej 36 V, a cały sterownik trzeba zasilić jeszcze wyższym napięciem. Dobrze nadają się do tego zasilacze 48 V PoE. Wtedy dioda D1 obniża napięcie na wejściu stabilizatora 78L05 oraz bramce T1 do bezpiecznej wartości.

Natomiast rezystor R1 ogranicza prąd komparatora LMV431 i jednocześnie umożliwia jego pracę. Przyjmując zalecany prąd I_z=1 mA, przy zasilaniu regulatora z 12 V otrzymujemy

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

W ofercie AVT* AVT-5791

Podstawowe parametry:
- regulacja jasności z pamięcią nastaw,
- napięcie zasilania od kilku do ok. 40 V,
- może współpracować z typowymi taśmami LED i popularnymi LED-ami mocy w obudowie COB.

Wykaz elementów:
R1: 10 kΩ (wg opisu w tekście)
R2: 30 kΩ
R3: 1 Ω/5 W (wg opisu w tekście)
C1: 100 µF/25 V
C2: 100 nF
C3: 10 µF/10 V
D1: dioda Zenera 30 V (wg opisu w tekście)
T1: MOSFET-N STP60NF06
U1: LM78L05
U2: LMV431
U3: X9511-10 k
S1, S2: mikroswitch
CON1, CON2: złącze śrubowe, raster 5 mm

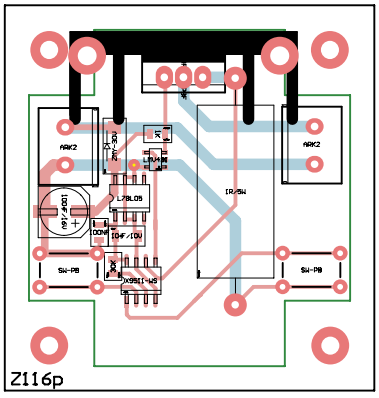
Projekty pokrewne na www.media.avt.pl:
AVT-5571 Sterownik taśm LED RGBW zgodny z HomeKit (EP 7/2020)
AVT-5768 Zasilacz diod power LED 3,5 W (EP 5/2020)
AVT-5733 Programowany sterownik LED dużej mocy (EP 12/2019)
AVT-5706 Sterownik płynnego rozjaśniania i wygaszania oświetlenia LED (EP 8/2019)

*** 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

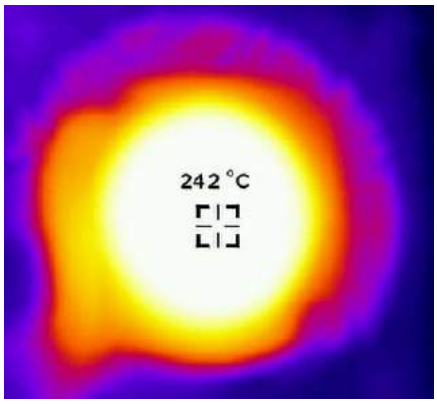
Kity w których występuje układ scalony wymagający zaprogramowania, mają następujące dodatkowe wersje:
- wersja [A+] – płytka drukowana [A] + zaprogramowany układ [UK] i dokumentacja
- wersja [UK] – zaprogramowany układ

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.

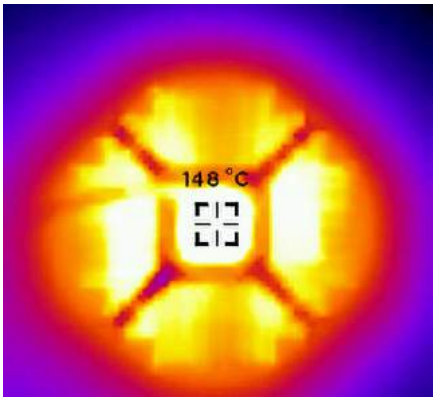
eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów



Fotografia 2. Niebezpieczny wzrost temperatury diody przy niewystarczającym odprowadzaniu ciepła



Fotografia 3. Temperatura diody przy właściwym odprowadzaniu ciepła

wartość R1 równą 10 k. Należy jednak rozważyć dwa przypadki: przy zasilaniu regulatora z 5 V (z pominięciem U1) wartość 10 k będzie zbyt duża. Spoczynkowy prąd ok. 100 µA pobierany przez LMV431 wywoła na R1 spadek około 1 V. Jeśli wtedy na R3 odłoży się 1,25 V, to na wysterowanie bramki T1 pozostanie zaledwie 3,75 V. Dla sporej grupy MOSFET-ów mocy będzie to zbyt niskie napięcie do pełnego otwarcia się. Drugi przypadek to zasilanie sterownika z 18 V i więcej. Wtedy R1 należy odpowiednio zwiększyć.

Montaż i uruchomienie

Montaż urządzenia jest bardzo prosty, schemat płytki wraz z rozmieszczeniem elementów pokazano na **rysunku 2**, ewentualne wątpliwości wyjaśnia fotografia tytułowa. Należy rozpocząć od elementów montowanych powierzchniowo. Wartość R3 dobieramy ze wzoru $R=1{,}25\ V/I_{max}$. Przy tym należy pamiętać, że praca z maksymalnym prądem wymaga właściwego chłodzenia diody. Chwila pracy ze zbyt małym radiatorem może skończyć się jak na **fotografii 2**. Dla przykładu, 25-watowa dioda CLU036-1208C1 (8 sekcji po 12 diod) wymagała potężnego radiatora, stosowanego kiedyś dla procesorów Duron. Pomimo to, temperatura świecących struktur podnosi się do 150°C (**fotografia 3**).

Sterownik pracuje w dosyć szerokim zakresie napięć. Przy połączeniu z klasycznymi taśmami LED 12 V diodę D1 zastępujemy zworką. Dla diod COB 36 V (np. z serii CLU036) wartość D1 powinna wynosić 30 V. Szukając zasilacza PoE (48 V), warto rozejrzeć się za wersją z regulowanym napięciem. Jak pokazały pomiary, po zmniejszeniu napięcia na wyjściu zasilacza do ok. 40 V znacznie zmniejsza się nagrzewanie T1. Dzieje się tak dlatego, że na mosfecie odkłada się zaledwie około 2 V i przy mniejszych prądach T1 może pracować bez radiatora.

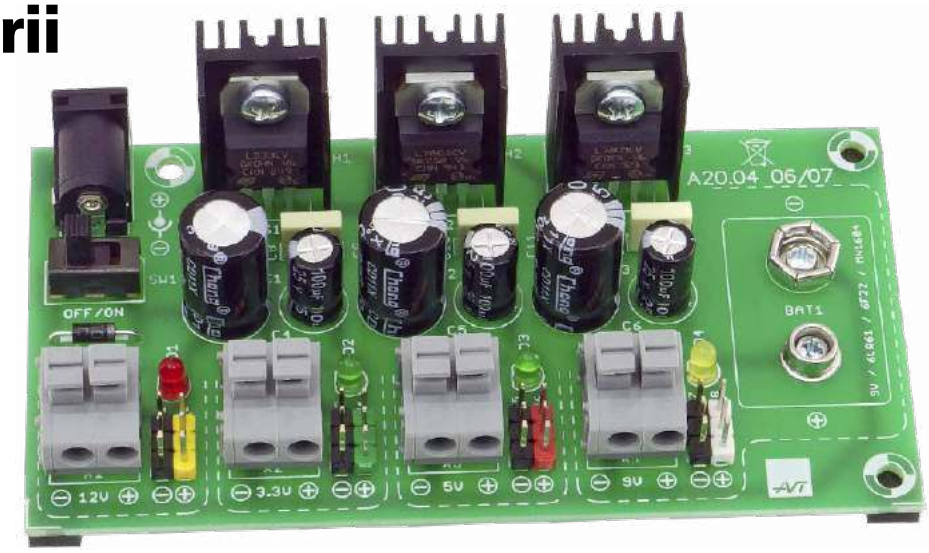
Uwaga końcowa

Na koniec pewna uwaga z pogranicza elektroniki i optyki. Prawie liniowa zależność strumienia świetlnego od przepływającego prądu pozwala na odmierzenie 32 równych poziomów światła. Wydawać by się mogło, że ta liniowa zależność będzie zaletą np. do ustawiania czasu ekspozycji w aparacie. Niestety, charakterystyka ludzkiego oka sprawia, że kolejne nastawy odbierane są jako coraz mniejsze przyrosty jasności. Jeżeli będzie to uciążliwe, rozwiązaniem może być wymiana potencjometru na wersję z charakterystyką logarytmiczną, stosowaną przy regulacji głośności.

Michał Stach
michal.stach@elportal.pl

Eliminator baterii

Każdy, nawet najprostszy układ elektroniczny wymaga dołączenia do niego zasilania. W wielu przypadkach stosowane jest zasilanie bateryjne. Prezentowany zasilacz powstał w tym celu, aby można było wyeliminować, na czas testów, regulacji czy po prostu zabawy, baterie, które wcześniej czy później by się rozładowały.



Podstawą do zbudowania zasilacza była potrzeba zasilania zestawów do samodzielnego montażu z przeznaczeniem do nauki lutowania i podstaw elektroniki na zajęciach prowadzonych przez nauczycieli i instruktorów. Mowa tu głównie o zestawach zasilanych napięciem 9 V, ale opisywany zasilacz może bez problemu zastąpić baterie 3 V i 4,5 V. Napięcia te są wyprowadzone na złącza sprężynowe oraz szpilki goldpin. Dodatkowo napięcie zasilające 12 V również wyprowadzone jest na takie złącze, co eliminuje potrzebę posiadania przejściówki ze złącza DC2.1(2.5)/5.5 na złącze śrubowe czy sprężynowe, eliminując potencjalne błędy niewłaściwej polaryzacji napięcia zasilającego inne układy.

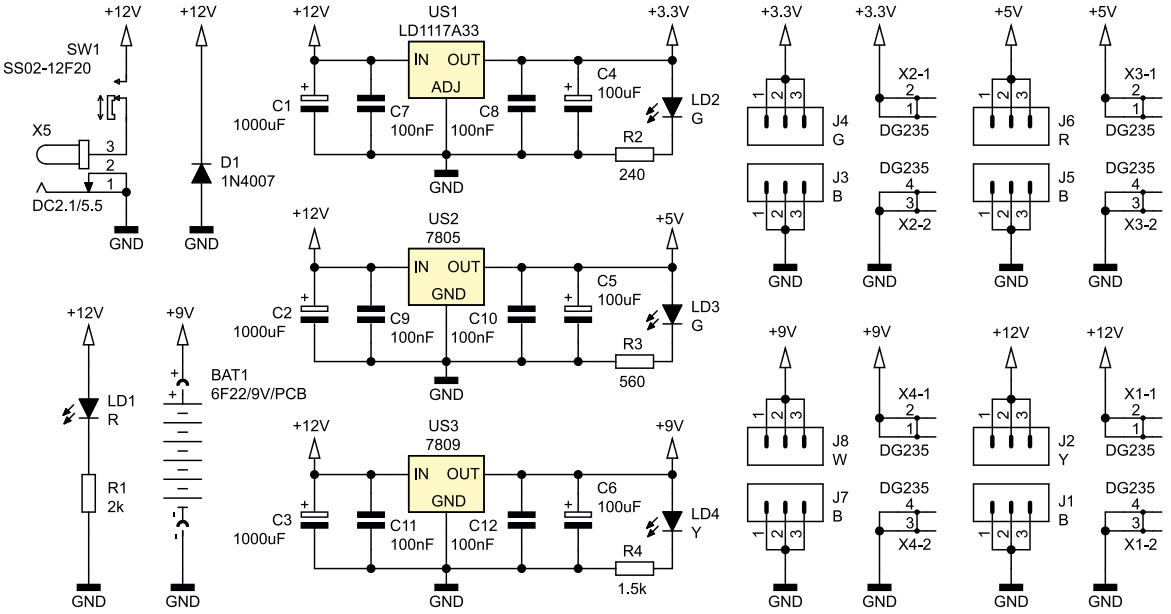
Budowa i działanie

Dla każdego z napięć przypisana jest dioda LED. Dla napięć 3,3 V oraz 5 V koloru zielonego oznacza napięcia o niskiej wartości. Następne kolory to żółty dla 9 V i czerwony dla najwyższego napięcia dostępnego na płytce eliminatora baterii, czyli 12 V. Dla zminimalizowana

eprasa.pl 6006d05056

błędów przy określaniu polaryzacji napięcia każde ze złączy, a dokładniej każdy tor złącza na płytce, ma dodatkowo zaznaczoną polaryzację odpowiednim symbolem.

Schemat ideowy modułu pokazany jest na **rysunku 1**. Układ powinien być zasilany z zasilacza stabilizowanego najlepiej impulsowego 12 V i prądzie wyjściowym min. 1 A. Dioda D1 włączona równolegle z zasilaniem zabezpiecza układ przed niewłaściwą polaryzacją napięcia wejściowego. Pojemności C1...C12 pełnią funkcję filtrów zasilania.



Rysunek 1. Schemat elektryczny zasilacza

Napięcie wejściowe podawane na złącze X5 typu DC2.1/5.5 trafia na trzy stabilizatory U1...U3. Pierwszy z nich LD1117A33 typu LDO daje stałe napięcie o wartości 3,3 V. Kolejne dwa stabilizatory to standardowe układy rodziny 78xx dające napięcia 5 V oraz 9 V. Każdy z tych scalonych stabilizatorów w swej strukturze zawiera szereg zabezpieczeń. Są to: ograniczenie prądowe, przed przeciążeniem oraz termiczne. Dodatkowo, każdy ze stabilizatorów został wyposażony w oddzielny radiator.

Montaż i uruchomienie

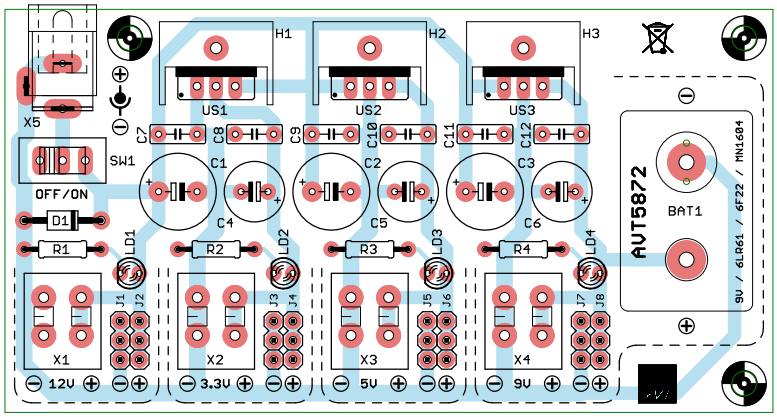
Układ należy zmontować na płytce, której projekt pokazano na **rysunku 2**. Ułatwieniem podczas montażu będzie fotografia tytułowa. Całość została zmontowana na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 101,5×53,5 mm. Montaż układu należy rozpocząć od wlutowania rezystorów i innych elementów o niewielkich rozmiarach, a zakończyć na montażu stabilizatorów, wcześniej przykręconych do radiatorów.

Komentarza wymaga pole opisane na płytce jako BAT1. W miejscu tym należy zainstalować niklowane styki odpowiednio spreparowanego zatrzasku baterii 9 V. Należy odłączyć zatrzaski od izolatora i następnie przykręcić do płytki za pomocą śruby M2 i nakrętki. Takie złącze pozwala na dołączenie do płytki zasilacza każdego innego urządzenia ze złączką/zatrzaskiem 9 V tzw. kijanką.

Po zmontowaniu układu trzeba bardzo dokładnie skontrolować, czy elementy nie zostały wlutowane w niewłaściwym kierunku lub w niewłaściwe miejsca oraz czy podczas lutowania nie powstały zwarcia punktów lutowniczych. **Błąd na tym etapie prac montażowych może zaowocować uszkodzeniem elementów, a nawet ich wybuchem.** Dotyczy to przede wszystkim kondensatorów elektrolitycznych. Układ bezbłędnie zmontowany ze sprawnych elementów od razu będzie poprawnie pracował.

Na koniec, dla poprawy stabilności, na spodniej stronie płytki można przykleić 4 kwadratowe gumowe nóżki. Jako elementy łączące płytkę zasilacza z koszykiem baterii urządzenia, w którym chcemy wyeliminować baterie, warto wykonać przewody z pobielonymi końcówkami o długości około 10 mm z jednej strony, a z drugiej z małymi „krokodylkami" w wybranych kolorach.

Mavin
mavin@op.pl



Rysunek 2. Schemat płytki PCB wraz z rozmieszczeniem elementów

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

W ofercie AVT* AVT-5872

Podstawowe parametry:
- dostarcza napięć, 3,3 V, 5 V, 9 V, 12 V,
- napięcia dostępne na zaciskach przeznaczonych dla przewodów oraz szpilkach goldpin,
- wyjście napięcia 9 V dostępne jako zatrzask typu kijanka,
- zasilanie: zasilacz stabilizowany 12 V.

Wykaz elementów:
R1: 2 kΩ
R2: 240 Ω
R3: 560 Ω
R4: 1,5 kΩ
C1…C3: 1000 µF
C4…C6: 100 µF
C7…C12: 100 nF
D1: 1N4007
LD1: 3 mm czerwona
LD2: 3 mm zielona
LD3: 3 mm zielona
LD4: 3 mm żółta
US1: LM111733
US2: 7805
US3: 7809
BAT1: zatrzask 6F22 (9 V) (czytaj opis)
H1…H3: RAD DY-CN
J1…J8: goldpin 1×3
SW1: SS02-12F20
X1…X4: DG235
X5: DC2.1/5.5
gumowe nóżki: 4 szt.
nakrętki M2: 2 szt.
śruby M2: 2 szt.

*** 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 6006d05056

Energy harvesting

pozyskiwanie energii elektrycznej z otoczenia

Dzięki rozwojowi urządzeń elektroniki noszonej Wearables, Internetu rzeczy IoT, inteligentnych czujników pomiarowych Smart Sensor, w tym czujników medycyny monitorującej, wymuszona została zmiana w podejściu do projektowania układów zasilania. Klasyczne rozwiązania bazujące na zasilaczach stacjonarnych, ogniwach chemicznych lub akumulatorach, stały się niezbyt atrakcyjne. Ograniczenie mobilności, koszt, rozmiar samych ogniw, nie wspominając o bezpieczeństwie użytkowania, różnym stopniu szkodliwości użytych w nich substancji chemicznych, czy stosunkowo wąskich zakresach tolerowanych narażeń środowiskowych, spowodowały poszukiwanie alternatywnych źródeł energii elektrycznej.

Nie ze wszystkich urządzeń można całkowicie pozbyć się ogniw chemicznych, ale współpraca z układami pozyskiwania energii otoczenia, umożliwia zmniejszenie ich rozmiaru i sprowadzenie z funkcji podstawowego źródła zasilania, do elementu magazynującego pozyskaną energię. Także rola magazynu bilansującego zasilanie, powoli zostaje ograniczana na rzecz rozwiązań opartych o dynamicznie rozwijające się superkondensatory. Można więc przypuszczać że w niedalekiej przyszłości, układy zasilania urządzeń przenośnych będą składać się z hybrydowego harvestera, zdolnego „zebrać" z otoczenia energię dostępną w dowolnej fizycznej postaci, superkondensatora gromadzącego i bilansującego energię oraz wyspecjalizowanego układu, zarządzającego przepływem i gromadzeniem najmniejszych pozyskiwanych porcji energii.

Nie bez znaczenia jest też trend obniżania poboru mocy i wzrostu wydajności, nie tylko w stosowanych współcześnie i nowo opracowywanych mikroprocesorach, ale także we współpracujących z nimi obwodach analogowych (frontend), co przekłada się na znaczące ułatwienia w zaprojektowaniu harvestera. Zastosowanie niewielkich porcji energii pozyskiwanych ze środowiska, najprawdopodobniej stanie się bardziej popularne, prostsze, tańsze i pewnie w ciągu kilku lat wręcz konieczne dla zasilania elektroniki.

Historycznie, jednym z najstarszych układów pozyskiwania energii z otoczenia był radiowy odbiornik detektorowy, pokazany na **fotografii 1**. Odbiornik wykorzystywał energię promieniowania elektromagnetycznego anteny nadawczej. Dzięki długiej antenie odbiorczej, odpowiednio dobranemu obwodowi rezonansowemu, był w stanie odebrać do kilku miliwatów mocy, niezbędnej do detekcji i zasilania słuchawki telefonicznej, co wystarczyło do odbioru lokalnej stacji radiowej w czasach, gdy lampy dopiero się rozwijały, a półprzewodniki nie były znane…

Współcześnie najpopularniejszymi bezpośrednimi metodami pozyskiwania energii z otoczenia są:

- **Fotowoltaika**, czyli przetwarzanie nie tylko części widzialnej pasma promieniowania świetlnego, wykorzystujące zjawisko fotoelektryczne, polegające na uwalnianiu elektronów z oświetlonych powierzchni,
- **Piezoelektryka**, czyli przetwarzanie energii mechanicznej, w zależności od konstrukcji elementu pozyskującego, na prąd elektryczny z drgań lub naprężeń skręcenia, rozciągania lub zginania materiału, które zachodzi w niektórych materiałach krystalicznych,
- **Termoelektryka**, czyli bezpośrednie przetwarzanie różnicy temperatur na napięcie elektryczne, wykorzystujące zjawisko Seebecka lub Peltiera, zachodzące na styku dwóch przewodników lub półprzewodników, znajdujących się w różnych temperaturach.

Fotografia 1. Pierwszy odbiornik pozyskujący energię z fali elektromagnetycznej (https://bit.ly/3gL5DxY)

Do wymienionych trzech metod bezpośrednich, można dołączyć także pozyskiwanie energii z przepływu gazu czy cieczy, wykorzystane w turbinach wiatrowych lub wodnych, przetwarzanie drgań lun energii mechanicznej w elektromechanicznych generatorach prądu oraz pozyskiwanie energii z promieniowania radiowego. Choć niektóre metody doskonale sprawdzają się przy generacji dużych mocy, są bardziej niż kłopotliwe w zastosowaniach wymienionych na wstępie artykułu. Część z nich zawiera precyzyjne układy mechaniczne, które od zawsze stosowane są niechętnie przez projektantów elektroniki, ze względu na koszty i problemy eksploatacyjne. W zasadzie, jedynie pozyskiwanie energii z promieniowania radiowego i niewielkie proste generatory elektromagnetyczne, znajdują szersze zastosowanie. Pozyskiwanie energii z promieniowania radiowego, może zyskać na popularności po wprowadzeniu sieci 5G i podniesieniu dopuszczalnego poziomu promieniowanej energii, tym

eprasa.pl 6006d05056

Tabela 1. Zestawienie przykładowych ogniw Amorton

Model	Parametry znamionowe (200 lx/25°C)	Wymiary (mm)	Uwagi
AM1456	1,5 V/5,3 µA	25×10×1,1	wewnętrzne
AM1312	1,2 V/14,5 µA	38,0×12,5×1,1	wewnętrzne
AM1513	1,8 V/15 µA	55×13,5×1,1	wewnętrzne
AM1713	3 V/15,2 µA	96×10×1,1	wewnętrzne
AM1816	3 V/84 µA	96,7×56,7×1,1	wewnętrzne
Model	**Parametry znamionowe (50 klx/25°C)**	**Wymiary (mm)**	**Uwagi**
AM5308	1,9 V/29,2 mA (Pm=117 mW – 100 mW/cm²)	50,1×47,2×1,1	zewnętrzne
AM8701	4,6 V/19,4 mA (Pm=119 mW – 100 mW/cm²)	57,5×55,1×1,1	zewnętrzne
AM8801	5,2 V/17,8 mA (Pm=196 mW – 100 mW/cm²)	57,7×55,1×1,1	zewnętrzne
AM7S03	18,4 V/32,4 mA (Pm=1113 mW – 100 mW/cm²)	150×165×1,8	zewnętrzne
AT7665	3,6 V/16,2 mA (Pm=125 mW – 100 mW/cm²)	58,4×56×0,3	elastyczne
AT-7S64	16,8 V/58,3 mA (Pm=4208 mW – 100 mW/cm²)	292×336×0,3	elastyczne

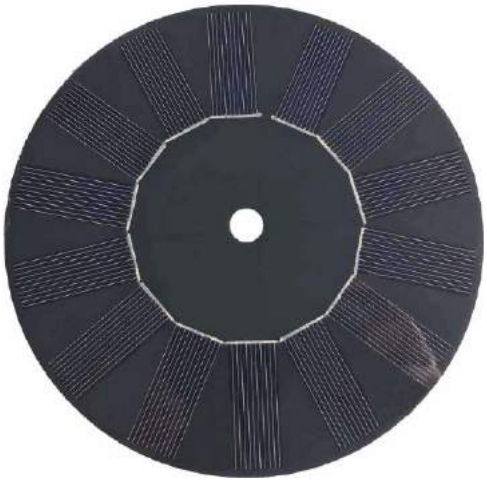
bardziej, że zwiększeniu częstotliwości użytkowych, może towarzyszyć zmniejszenie rozmiarów anten odbiorczych.

Fotowoltaika

Najpopularniejszą i najłatwiejszą w aplikacji jest fotowoltaika. Dostępne są miniaturowe ogniwa solarne o zróżnicowanym zakresie mocy, napięć i odporności na warunki środowiskowe. Wśród rozwiązań, ciekawą propozycją jest, dostępna od dłuższego czasu, rodzina krzemowych ogniw amorficznych typu Amorton, firmy Panasonic o mocach od kilku mikrowatów do kilkuset miliwatów. Zestawienie

Fotografia 2. Wygląd fotoogniwa AM-1801

Fotografia 3. Wygląd fotoogniwa AM-5904



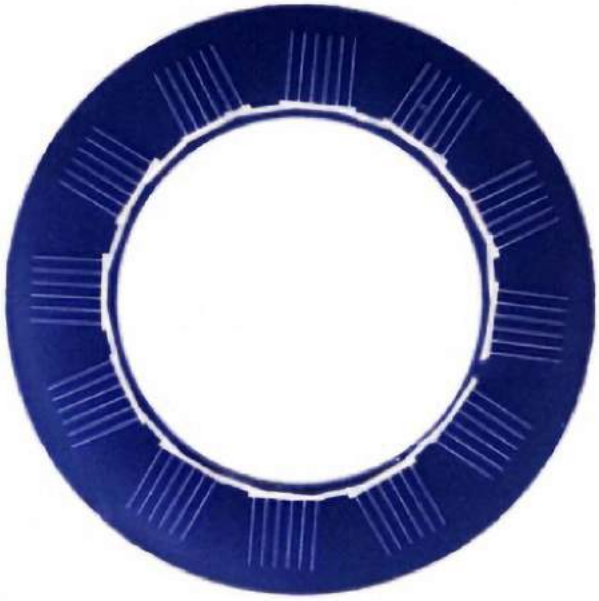
Fotografia 4. Wygląd fotoogniwa SPBSVD160

parametrów wybranych ogniw pokazano w **tabeli 1**. Zróżnicowana technologia wykonania dopuszcza zastosowania wewnętrzne jak i zewnętrzne. Możliwość wyboru podłoża szklanego, metalowego lub folii, pozwala uzyskać wymaganą odporność mechaniczną lub elastyczność ogniwa. Przykładowe ogniwa w wersji wewnętrznej typu AM-1801 i zewnętrznej typu AM-5904 pokazano na **fotografiach 2** i **3**.

Dostępne są też ogniwa o kształtach odbiegających od prostokąta, przeznaczone, np. dla zegarków, w postaci tarczy z otworem dla mechanizmu wskazówkowego, której wygląd pokazano na **fotografii 4** lub w postaci obramowania obudowy mechanizmu, której wygląd pokazano na **fotografii 5**. Ogniwo A-09 (Blue Solaria) ma średnicę 460 mm, grubość 2 mm, generuje do 120 mA przy napięciu 6 V.

Niestety po przejęciu firmy Clare przez IXYS zaprzestano produkcji ogniw typu CPC, umieszczanych w hermetycznych, przepuszczających światło obudowach SO8 i SO16. Ogniwa były idealne do montażu na płytkach drukowanych i zapewniały wysoką integrację z układem zasilanym. Rozdzielenie poszczególnych cel ułatwiało dopasowanie mechaniczne ogniwa do wymogów projektu. W miejsce ogniw CPC produkowane są ogniwa IXOLAR z serii SolarBit. Są to wysokosprawne ogniwa monokrystaliczne w uszczelnianej obudowie, przeznaczonej do montażu powierzchniowego. Przykładowe ogniwo pokazano na **fotografii 6.**

Sposób montażu ogniw SolarBit, ułatwia zastosowanie ich w aplikacji (nie wymagają połączeń przewodowych), a samo źródło może zostać skonfigurowane pod potrzeby aplikacji, poprzez odpowiednie



Fotografia 5. Wygląd fotoogniwa A-09 (Blue Solaria)

eprasa.pl 6006d05056

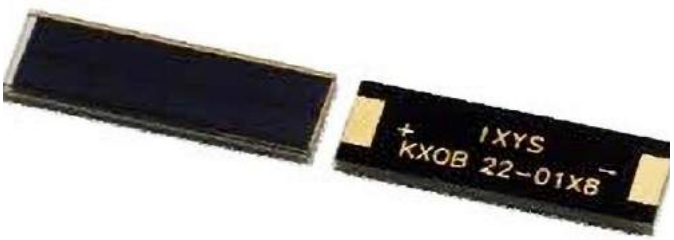
Tabela 2. Przykładowe parametry ogniw IXYX (z materiałów IXYS)

Model	Voc (V)	Isc (mA)	P_{max} (mW)	V_{max} (V)	I_{max} (mA)	Wymiary (mm)
KXOB2502X8F	5,53	6,30	26,30	4,46	5,9	23,0×8,0 ×1,8
KXOB2514X1F	0,69	58,60	30,70	1,67	18,4	23,0×8,0×1,8
KXOB2505X3F	2,07	19,50	30,70	1,67	18,4	23,0×8,0×1,8
SM400K10L	6,91	16,40	85,70	5,58	15,4	33,0×15,0×1,8
SM141K04L	2,76	58,60	122,90	2,23	55,1	29×23×1,8
SM500K12L	8,29	21,00	132,30	6,70	19,8	24,0×32,0×1,8
SM700K10L	6,91	29,50	154,30	5,58	27,7	24,0×36,0×1,8
SM141K06LV	4,15	58,60	184,40	3,35	55,1	45,0×22,0×1,8
SM101K09L	6,22	41,90	197,50	5,02	39,3	47,0×23,0×1,8
SM141K08L	5,53	58,60	245,80	4,46	55,0	88,0×15,0×1,8
SM141K10LV	6,91	58,60	307,30	5,58	55,1	45,0×36,0×1,8
SM351K09L	6,22	147,30	694,60	5,02	138,3	57,0×64,0×1,8
SM531K08L	5,53	217,80	913,00	4,46	204,5	89,0×52,0×1,8
SM262K10L	6,91	1089	5706	5,58	1023	220×126×1,8

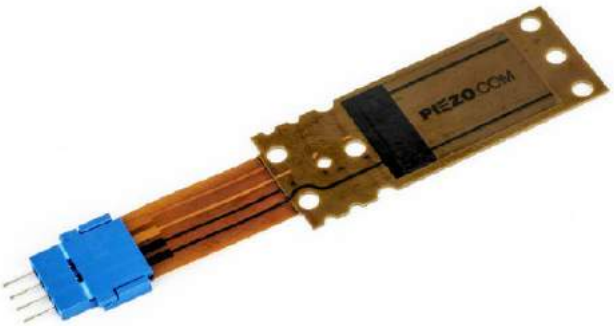
łączenie szeregowe lub równoległe cel składowych. W materiałach IXYS znajdziemy także wskazówki, związane z doborem polecanego dla każdego z SolarBit-ów układu współpracującego harwestera. Przykładowe parametry ogniw pokazano w **tabeli 2.**

Piezoelektryka

Drugim, z możliwych do wykorzystania sposobów pozyskania energii, jest zastosowanie elementów piezoelektrycznych. Pomimo systematycznego rozwoju i zwiększania liczby zastosowań „noszonych", piezoharwestery są mało popularne. Ma to związek z dosyć wymagającą, w porównaniu z ogniwem fotoelektrycznym, aplikacją i wysoką ceną samego przetwornika. Nadają się za to idealnie do aplikacji przemysłowych, np. do zasilania czujników energią pochodząca od wibracji maszyn, która normalnie jest marnowana. Często wykorzystywane są jako elementy składowe hybrydowego układu pozyskiwania energii, współpracując najczęściej z fotoogniwem i/lub ogniwem chemicznym.



Fotografia 6. Przykładowe ogniwo z serii SolarBit (z materiałów IXYS)



Fotografia 7. Piezo harvester S223-H5PI-1107X (z materiałów Piezo/Mide)

Niekwestionowanym liderem w dostarczaniu generatorów piezo jest firma Mide, która wcześniej wykupiła Piezo Systems, a aktualnie sama wchodzi w skład koncernu Hutchinson. Produkuje elementy piezoelektryczne zgodnie z katalogiem lub na zamówienie, według specyfikacji dostarczonej przez Klienta. Przykładowe zestawienie produkowanych modeli pokazano w **tabeli 3.** Wygląd harvestera piezo typu S223H5PI1107X zdolnego do generacji 26 mW mocy pokazano na **fotografii 7**.

Porównując generatory piezo do ogniw fotoelektrycznych, możemy zauważyć znacznie mniejsza dostępną moc, uzyskiwaną w warunkach optymalnych. Warto zaznaczyć konieczność zapoznania się z dokumentacją i wskazówkami producenta, aby po pierwsze – nie uszkodzić drogiego elementu, a po drugie – uzyskać możliwie maksymalną moc. Należy pamiętać, że jest to element mechaniczny, pracujący w rezonansie, ważny jest więc wybór częstotliwości rezonansu

Tabela 3. Przykładowe parametry generatorów piezoelektrycznych firmy Mide (z materiałów Mide)

Model	Przybliżone wymiary (mm)	Masa (g)	Pojemność (nF)	Maksymalna amplituda drgań (+/– mm)	Częstotliwość rezonansu (Hz)	Moc (mW)	Cena ($)
Q220A4BR1305YB	31,75×12,7	2,3	52	0,66	420	17,1	217
T220A4BR1305XB	31,75×12,7	1,6	15	0,66	420	17,1	109
D220H4BR1305YB	31,75×12,7	1,6	96	0,647	430	17,6	253
Q220A4BR2513YB	63,5×31,75	8	326	7,518	83	19	265
T220A4BR2513XB	63,5×31,75	8	82	7,518	83	19	152
D220H4BR2513YB	63,5×31,75	8	540	7,37	85	19,6	301
Q220H4BR2513YB	63,5×31,75	8	540	7,37	85	19,6	265
T220H4BR2513XB	63,5×31,75	8	135	7,37	85	19,6	152
S234H5FR1803XB	55,4×10,4	2,8	44	10	98	26	154
S129H5FR1803YB	55,4×10,4	1,4	22	10	49	26	82
S233H5FR1107XB	53×20,8	2,9	95	10	443	26	234
S128H5FR1107YB	53×20,8	2	40	10	384	26	117
S452J1FR1808XB	71,12×25,4	7,6	415	10	246	26	344
S230J1FR1808XB	71,12×25,4	4	190	10	150	26	274
S128J1FR1808YB	71,12×25,4	3	100	10	134	26	121
S118J1SS1808YB	55,3×34	2,8	100	10	83	26	60
S223H5PI1107X	53×20,8	2,9	95	10	443	26	234
S452J1FR1808XB	71,12×25,4	7,6	415	10	246	26	344

eprasa.pl 6006d05056

elementu, zgodnie z widmem wibracji jakie ma przetwarzać oraz dostrojenie jej, przez odpowiednie dopasowanie współpracującego drgającego obciążnika.

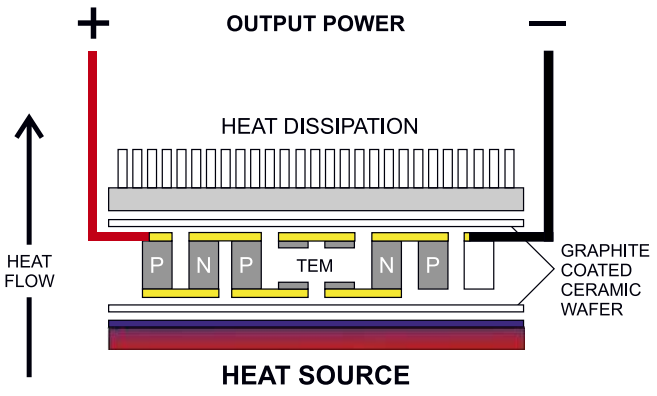
Osobnym tematem, który jest nie do pominięcia, jest sposób mocowania elementu oraz odpowiednie wyprowadzenie generowanego napięcia. Nie wszystkie typy czujników mają wyprowadzone przewody, a tylko przygotowane pola połączeniowe z materiału nie poddającego się lutowaniu (stal nierdzewna). Nie obędzie się więc bez współpracy z projektantem mechanikiem. W przeciwnym wypadku, koszt każdego uzyskanego mW energii może być podobny do kosztów palenia w piecu diamentami… Podejmowane były próby zamykania elementów piezo w typowych obudowach, zbliżonych do TO220, co znacząco ułatwiłoby konstruowanie generatorów mikromocowych, jednak nie zostały skomercjalizowane i nie są dostępne w handlu. Prowadzone są też próby wykonania harwesterów w technologii MEMS. Z materiałów piezoelektrycznych, oprócz płytek, formowane są także folie i przewody koncentryczne. Znajdują one zastosowanie w przetwornikach i czujnikach, ale po odpowiednim dostosowaniu, mogą posłużyć także do pozyskiwania energii.

Termoelektryka

Trzecim źródłem pozyskiwania energii są generatory wykorzystujące zjawiska termoelektryczne. Jednym z pierwszych powszechnych zastosowań harwesterów termoelektrycznych jest termopara, stosowana praktycznie w każdym piecu gazowym lub kuchence gazowej. Służy do generacji napięcia dla cewki elektromagnetycznego zaworu gazu. W obwód pomiędzy termoparą, a cewką często są dołączone termostaty zabezpieczające komorę spalania i zabezpieczające przed wypływem wody o zbyt wysokiej temperaturze. Jeżeli spalanie odbywa się poprawnie, generowane napięcie podtrzymuje cewkę zaworu, umożliwiając wypływ gazu, jeśli zaś płomień zgaśnie, cewka pozbawiona napięcia zamyka zawór gazu.

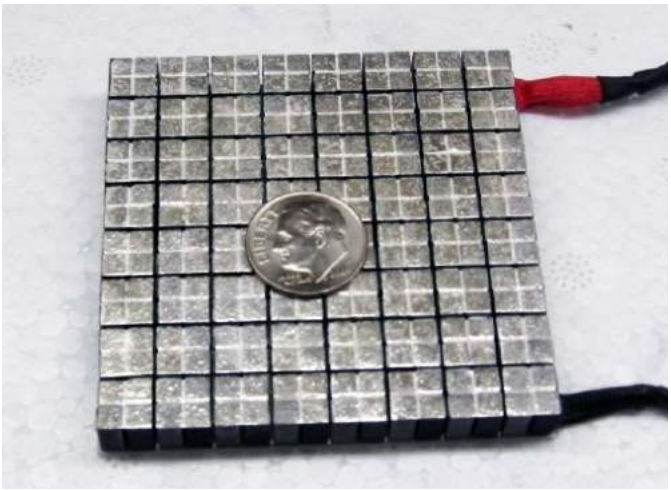
Szersze zastosowania generatory termoelektryczne TEG (*thermoelectric generator*) znajdują w przemyśle, gdzie wytwarzają energię elektryczną w szerokim zakresie mocy, korzystając z ciepła odpadowego, albo w przypadku dostępności źródła ciepła, a braku dostępu do energii elektrycznej. Budowę półprzewodnikowego TEG pokazano na **rysunku 1**. Moduł składa się z szeregu złącz P i N oraz płytek przewodzących i doprowadzających ciepło. W zależności od modułu i zakresu temperatur pracy, wykorzystuje się związki Bizmutu, Telluru, Wapnia, Manganu. Wygląd przykładowego TEG typu 9500 Ferrotec pokazano na **fotografii 8**.

Problemem związanym z zastosowaniem generatorów TEG jest konieczność zapewnienia różnicy temperatur pomiędzy stroną „zimną", a „ciepłą" na poziomie co najmniej kilkudziesięciu stopni. Im większa różnica, tym wyższe napięcie jest generowane. Przemysłowe TEG pracują nawet przy temperaturze powierzchni ciepłej, sięgającej 800°C. Przykładem generatora wysokotemperaturowego może być pokazany na **fotografii 9** CMO3262S firmy TECTEG. Przy rozmiarach 65×65×8,6 mm moduł zawiera 32 złącza PN i jest zdolny do generacji



Rysunek 1. Budowa TEG (z materiałów Tegpower)

Fotografia 8. Moduł termoelektryczny TEG Ferrotec 9500 (z materiałów Ferrotec)



Fotografia 9. Wysokotemperaturowy moduł termoelektryczny TECTEG CMO-32-62S (z materiałów TECTEG)

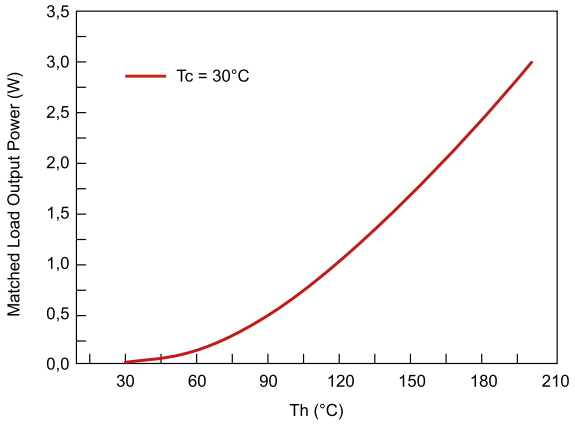
od 2,24 do 12,3 W, przy różnicy temperatur 350…750°C i utrzymaniu temperatury zimnej strony równej 50°C. Napięcie wyjściowe generatora, przy obciążeniu znamionowym, zawiera się w zakresie 2,55…6,4 V. Jak widać moc jest dosyć spora, ale temperatury wymagane raczej pozycjonują CMO3264S w układach odzysku energii odpadowej ze spalania. Koszt generatora w zakupie jednostkowym to 375 $.

Zaletą układu jest brak jakichkolwiek elementów ruchomych, wadą – wymagająca aplikacja, związana z wysokimi temperaturami i odpowiednim mocowaniem samego modułu. Niewłaściwe zaprojektowanie części mechanicznej układu, może skutkować uszkodzeniem modułu, podlegającego naprężeniom związanym z różnicą temperatur. Odpowiedniego przygotowania wymaga także powierzchnia kontaktowa, która musi być gładka i płaska, aby zapewnić bezstratne przekazywanie ciepła. Konieczne jest też zapewnienie odpowiedniej izolacji termicznej i zabezpieczenia podłączonych przewodów. Warto pamiętać o możliwości przebiegunowania napięcia wyjściowego TEG, jeżeli z jakiegoś powodu różnica temperatur stanie się ujemna.

W przypadku braku dostępu do wysokich temperatur, można zastosować generatory „niskotemperaturowe" nazywane Low DT. Przykładem takiego generatora jest moduł TEG2162LDT, który przy rozmiarach 40×40×5,4 mm może wygenerować do 3 W mocy. Przykładową zależność mocy od temperatury przy utrzymywaniu 30°C w części zimnej, pokazano na **rysunku 2**.

TEG nadają się też do aplikacji przy mniejszych różnicach temperatur. Osiągana moc będzie oczywiście niższa, ale w sporej ilości zastosowań wystarczająca do zasilania energooszczędnych układów elektronicznych. Pracując z niewielkimi różnicami temperatur, napięcie wyjściowe generatora będzie zawierało się w przedziale od kilkudziesięciu do kilkuset miliwoltów, co wymusza zastosowanie przetwornicy podwyższającej, zdolnej do rozpoczęcia pracy przy tak niskim napięciu wejściowym. Podczas doboru modułu do aplikacji, warto sprawdzić oferty takich firm jak: Ferrotec, LAird, TE i Custom Thermoelectric.

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 2. Zależność P=F(Th) dla TEG2-162LDT (z materiałów TECTEG)

Układy przetwarzające

Efektywne pozyskiwanie energii z otoczenia wymaga, oprócz harwestera, odpowiedniego układu przetwarzającego uzyskaną z niego moc, na stabilne napięcie zasilające dla docelowej aplikacji. Początkowo do współpracy z harwesterami stosowane były przetwornice (przeważnie podwyższające), zdolne do pracy przy dosyć szerokim zakresie napięć wejściowych. Takie rozwiązanie sprawdza się w najprostszych i najbardziej wrażliwych na koszty zastosowaniach. Osiągnięcie niezawodnego zasilania zwykle odbywa się kosztem znacznego przewymiarowania źródła energii tak, aby zbilansować pobór także w czasie, gdy pozyskiwanie energii jest minimalne.

Jeżeli zależy nam na możliwie największej całkowitej sprawności, warto zastosować specjalizowany kontroler nadzorujący pozyskiwanie, gromadzenie, przepływ energii oraz realizujący niezbędne zabezpieczenia, monitorowanie efektywności i stanu procesu. Producenci układów scalonych systematycznie rozbudowują ofertę specjalizowanych kontrolerów, przeznaczonych do obsługi harvesterów – PMIC, czyli *Power Management IC*.

Wybór metody pozyskiwania narzuca nam otoczenie, w jakim będzie pracowało urządzenie, ale dopasowanie układu PMIC, pozostaje wyborem inżyniera aplikacyjnego. Dlaczego do tak prostego celu, jakim jest zasilacz, warto rozważyć zastosowanie specjalizowanego układu scalonego? Sprawdźmy jakie wymagania stawia się nowoczesnemu PMIC-owi.

Współpraca z różnymi źródłami pozyskiwanej energii

Każdy z harwesterów generuje energię, którą jednakowo sprawnie należy pozyskać i zgromadzić. Najłatwiejsza do realizacji jest integracja z ogniwami fotoelektrycznymi, gdyż poprzez odpowiedni dobór modelu, ani napięcia stałe, ani generowane prądy, nie stanowią problemu dla współczesnych układów PMIC. Bardziej problematyczne są przetworniki piezo, generujące prąd przemienny, odpowiadający przetwarzanym drganiom (skręceniom), w zakresie od pojedynczych do kilkuset Hz, przy dużej rezystancji wewnętrznej źródła i napięciu dochodzącym do kilkudziesięciu woltów. Na przeciwnym biegunie znajdują się generatory TEG, które przy niewielkich różnicach temperatur generują napięcia do kilkudziesięciu mV.

Wszystkie harwestery są dalekie od źródła idealnego, posiadają różnego rodzaju nieliniowości, czy to wynikające z samego procesu pozyskiwania, czy to wpływu dodatkowych warunków zewnętrznych (zależność napięcia ogniwa fotoelektrycznego od temperatury, zmienność rezystancji wewnętrznej zależna od obciążenia). Wszystkie nieliniowości źródła mają wpływ na efektywność pozyskiwania energii. Dobrze, by PMIC posiadał możliwość ich kompensacji poprzez algorytm mocy maksymalnej MPPT, w przypadku współpracy z ogniwem fotoelektrycznym lub dodatkową kompensację temperatury otoczenia. PMIC musi też dobrze radzić sobie z dynamiką mocy źródła, równie sprawnie pozyskując energie minimalne jak i maksymalne dla danego harwestera – przykładowo, dla minimalnie i maksymalnie oświetlonego ogniwa fotoelektrycznego, zabezpieczając jednocześnie źródła przed przeciążeniem.

Magazynowanie pozyskanej energii

Nowoczesny PMIC współpracuje z magazynem energii, jakim może być bateria lub akumulator. Coraz częściej energia gromadzona jest w superkondensatorach. PMIC musi zapewnić odpowiedni algorytm ładowania ogniwa wielokrotnego użytku, z realizacją wszystkich niezbędnych dla danego typu zabezpieczeń. Ładowanie musi być sterowane tak, aby nie przeciążyć źródeł energii, a jednocześnie zapewnić balans, pomiędzy mocą pobieraną przez zasilany układ, a dostępną ze źródeł.

Większość harwesterów pracuje w zmiennych warunkach środowiskowych, dlatego warto by PMIC kompensował i zabezpieczał ładowany akumulator w szerokim zakresie temperatur. W aplikacjach, gdzie zapewnienie ciągłości zasilania jest kluczowe, PMIC może obsługiwać i zarządzać kilkoma ogniwami chemicznymi lub magazynem hybrydowym, składającym się z ogniwa chemicznego i superkondensatora.

Zasilanie układu

Współczesne harwestery bardzo często, oprócz głównego napięcia zasilania układu, dysponują pomocniczymi regulatorami LDO, których napięcie wyjściowe może być ustalane albo konfiguracją wyprowadzeń, albo dzielnikiem rezystorowym, rozwiązując kompleksowo problem zasilania układu. Zapewniają nie tylko główne zasilanie, dopuszczając dużą dynamikę obciążenia konieczną w większości aplikacji IoT, gdzie przykładowo część radiowa pracuje impulsowo, ale także stabilizują w szerokim zakresie niskie napięcia stałe 1,2…2,5 V, dla zasilania energooszczędnej części mikroprocesorowej układu. PMIC generuje sygnały monitorujące jego pracę, ułatwiające prawidłowe rozpoczęcie działania układu, takie jak: RESET, informujące układ o zaniku zasilania z poszczególnych źródeł lub zasilaczy, PG, PFO oraz udostępniające możliwość sterowania załączeniem i wyłączeniem napięć wyjściowych lub procesu ładowania, co upraszcza docelową aplikację.

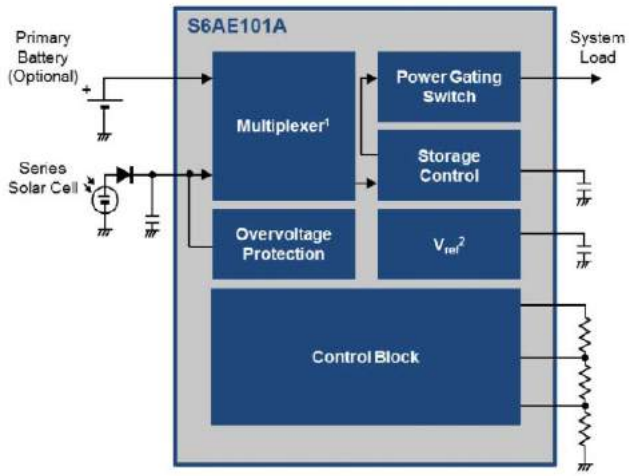
Oczywiście funkcje PMIC można zrealizować „na piechotę", ale nie wiem, czy zastosowanie co najmniej kilku układów scalonych przetwornic, stabilizatorów LDO, kluczy zasilania, obwodów obsługi podstawowego źródła zasilania, układów zasilania buforowego, układów monitorowania nie będzie trudniejsze od zastosowania wyspecjalizowanego PMIC-a. Warto więc zapoznać się z rozwiązaniami proponowanymi przez renomowanych producentów. Wśród dostępnych na rynku rozwiązań, warto zainteresować się układami firm Analog Devices\Linear Technology, Cypress\Infineon, Texas Instruments.

W aplikacjach, w których nie wymagamy zaawansowanego procesu kontroli i sterowania pozyskiwaniem energii, sprawdzą się rozwiązania oparte o przetwornice podwyższające DC/DC zdolne do pracy z niskim napięciem wejściowym np.: LTC3525, LTC3526, LTC3535, TPS61220, TPS61291, TPS61098 lub w przypadku źródła o wyższym napięciu – przetwornice obniżające np.: LTC3388, LTC3642, LTC3631. Pożądaną cechą jest niski prąd spoczynkowy, wysoka sprawność w szerokim zakresie napięcia zasilania, możliwość ograniczania prądu wejściowego (zapobiegająca przeciążeniu źródła) oraz rozłączanie wejścia i wyjścia (gdy przetwornica nie pracuje).

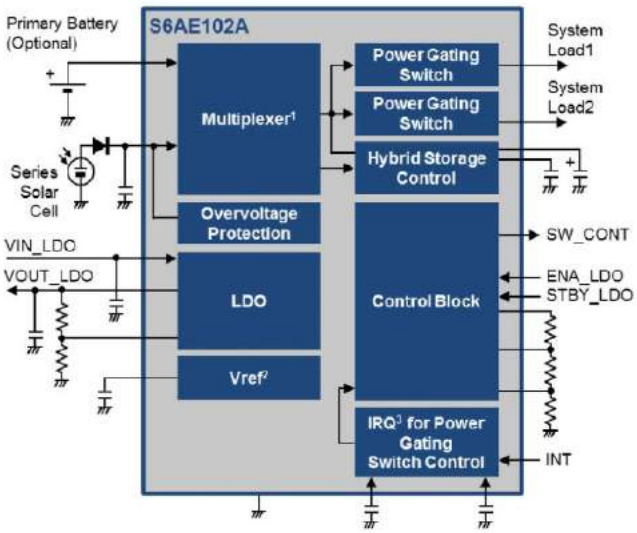
Ze względu na dużą popularność harwesterów solarnych, oferta PMIC przeznaczonych do tego typu zastosowań jest najszersza. Ciekawą propozycją Cypressa (aktualnie już w grupie Infineona) jest rodzina S6AE10x, składająca się z układów S6AE101, 2, 3, optymalizowana do współpracy z panelem PV oraz ogniwem chemicznym i kondensatorem buforowym. Układy różnią się ilością kanałów wyjściowych, wbudowanym LDO, timerami. Podstawowe parametry są zbliżone, takie jak zakres napięć wejściowych 2…5,5 V, moc konieczna do startu przetwornicy 1,2 μW, zakres napięć wyjściowych

eprasa.pl 6006d05056

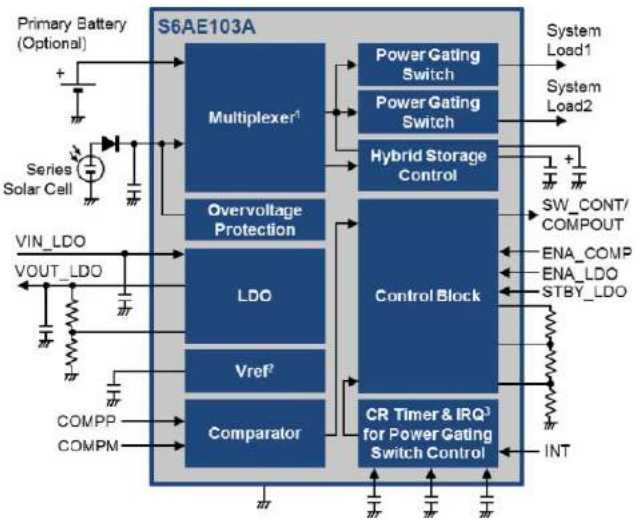
1,1…5,2 V (przy obciążalności do 10 mA, w zależności od trybu pracy), prąd spoczynkowy mniejszy niż 280 nA. Układy S6AE101, 2, 3, mają, oprócz LDO i dwóch kanałów wyjściowych, układ *Hybrid Storage*, umożliwiający podłączenie dwóch kondensatorów buforowych (niezależnie do zasilania systemowego, jak i zasilania z PV) i przełączanie ich w zależności od aktualnego bilansu mocy. Dostępne są w obudowach SON10, QFN20/24. Aplikację rodziny S6AX10x pokazano na **rysunkach 3...5**.



Rysunek 3. Aplikacja układu S6AE101 (za notą Cypress/Infineon)



Rysunek 4. Aplikacja układu S6AE102 (za notą Cypress/Infineon)



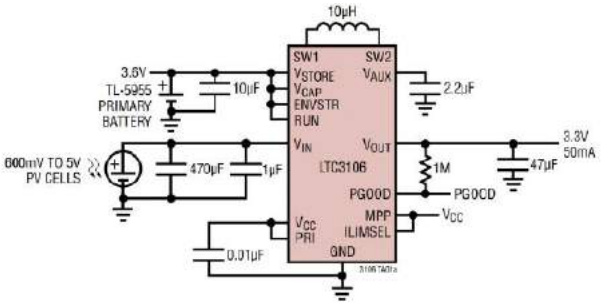
Rysunek 5. Aplikacja układu S6AE103 (za notą Cypress/Infineon)

Najprostszy układ, typu S6AE101, współpracuje z ogniwem fotowoltaicznym oraz ogniwem chemicznym. Próg rozruchu to 1,2 mW, a pobór prądu na potrzeby własne 250 nA. Układ jest zasilaczem liniowym, zawiera klucze sterowane poziomami napięć źródeł, rozdysponowując pozyskaną moc pomiędzy kondensator gromadzący *Store*, a wyjście układu *System Load*. Dodatkowy obwód rozładowania pojemności wyjściowej ułatwia pracę zewnętrznego obwodu detekcji zasilania i generowania sygnału reset.

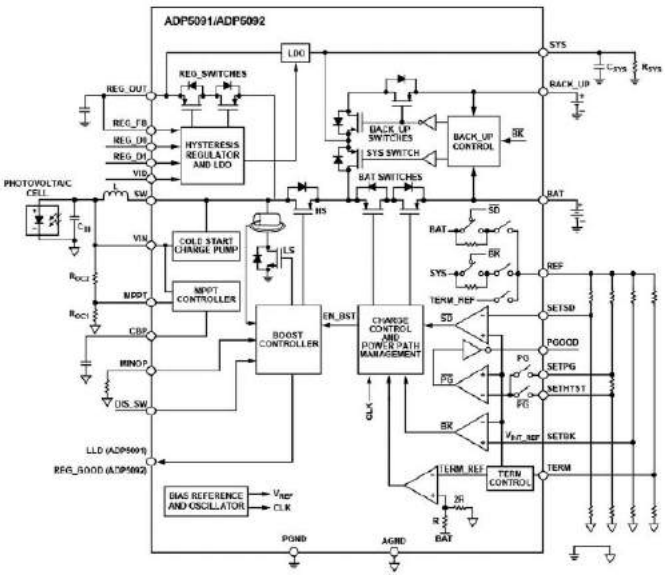
Kompleksowe rozwiązania harwesterów solarnych oferuje także Analog Devices. Przykładem może być LTC3106, którego aplikację pokazano na **rysunku 6**. Jest to specjalizowany układ przetwornicy obniżajaco-podwyższającej o niskim prądzie spoczynkowym, zoptymalizowany do współpracy z ogniwem PV.

Układ LTC3106 współpracuje z baterią chemiczną, także wersji ładowalnej NiMH, LiIon, LiPO, zapewniającą zasilanie rezerwowe. W przypadku wykorzystania źródła rezerwowego, pozyskiwanie energii z PV możliwe jest już od 300 mV, bez niej od 850 mV. Napięcie wyjściowe przetwornicy ustalane jest stanem wyprowadzeń na typowe wartości 1,8 V, 2,2 V, 3,3 V, 5 V. Możliwe jest wykorzystanie algorytmu MPP i ograniczenie prądu ILIM wejściowego przetwornicy. Wbudowany komparator PGOOD sygnalizuje poprawność napięcia wyjściowego. Układ zamykany jest w obudowach TSSOP20 i QFN20, pracuje poprawnie w pełnym zakresie –40…125°C, koszt przy zakupie jednostkowym to ok. 3 $. LTC3106 może także współpracować z TEG, ale przy wyższych różnicach temperatur, gdy spełniony jest warunek startu przetwornicy.

Nieco bardziej złożony jest ADP5092, którego aplikację pokazano na **rysunku 7**. Układ przeznaczony jest do współpracy z panelem PV i ogniwem ładowalnym lub superkondensatorem. Zakres mocy w jakim odbywa się pozyskiwanie energii to 6 µW…600 mW, przy napięciu startu 380 mV, zakres napięć wejściowych wynosi 80 mV…3,3 V, a prąd spoczynkowy nie przekracza 510 nA. Układ



Rysunek 6. Aplikacja układu LTC3106 (za notą Analog Devices)

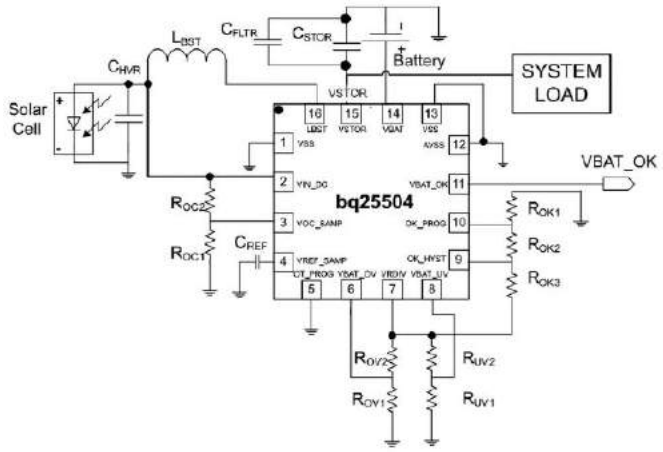


Rysunek 7. Aplikacja ADP5092 (za notą Analog Devices)

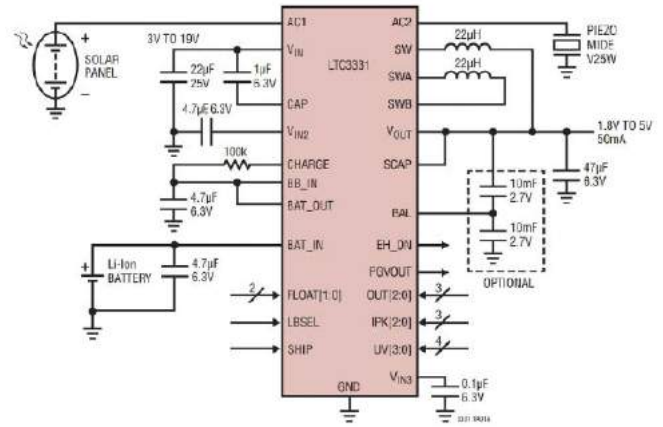
eprasa.pl 6006d05056

posiada wbudowany, parametryzowany rezystorami układ śledzenia punktu mocy maksymalnej MPPT. Możliwa jest praca z dodatkowym ogniwem chemicznym (nieładowalnym) w trybie BACKUP, dla zwiększenia niezawodności zasilania. Uzupełnieniem jest układ nadzoru napięcia wyjściowego w zakresie 2,2…5 V, ułatwiający zabezpieczenie współpracujących akumulatorów lub superkondensatorów przed przeładowaniem lub nadmiernym rozładowaniem. Dzięki możliwości wyłączenia przetwornicy, PMIC nie zakłóca pracy układów RF podczas realizacji transmisji danych. Układ zamknięty jest w obudowie LFCSP24 4×4 mm, pracuje w zakresie temperatur –40…125°C i kosztuje ok. 2,5 $.

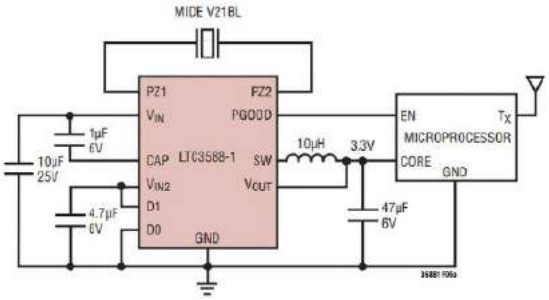
W ofercie Texas Instruments, także znajdziemy interesujące propozycje PMIC np.: BQ25504, BQ25570. Układ BQ25504, którego aplikację pokazano na **rysunku 8**, współpracuje z baterią, superkondensatorem i panelem PV (MPPT). Charakteryzuje się niskim napięciem startu 600 mV, zakresem mocy wejściowej 10 μW…300 mW, progiem mocy startowej 15 μW. Ma wbudowane zabezpieczenie elementu gromadzącego energię (bateria ładowalna, superkondensator), przed przekroczeniem dopuszczalnego napięcia, jak i obniżeniem napięcia poniżej bezpiecznego poziomu. Podobnie jak w przypadku LTC3106 możliwa



Rysunek 8. Aplikacja układu BQ25504 (za notą Texas Instruments)



Rysunek 9. Aplikacja LTC3588 (za notą Analog Devices)



Rysunek 10. Struktura układu LTC3331 (za notą Analog Devices)

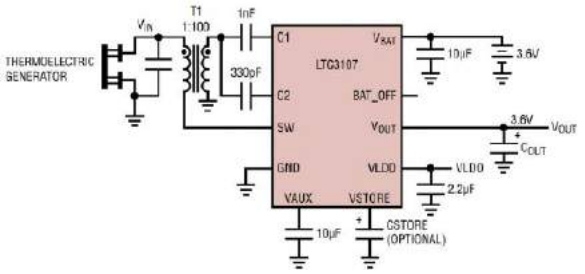
jest współpraca z generatorem TEG. Układ BQ25504 zamykany jest w obudowie VQFN16 3×3 mm, zakres temperatury pracy –40…85°C, koszt przy zakupie jednostkowym to ok. 2 $.

Wybór układów dla harwesterów piezo jest nieco skromniejszy, ale bez problemu znajdziemy gotowe rozwiązania. W ofercie Analog Devices dostępne jest kilka układów przeznaczonych do współpracy z generatorami piezoelektrycznymi. Przykładem może być LTC3588, którego aplikację pokazano na **rysunku 9**.

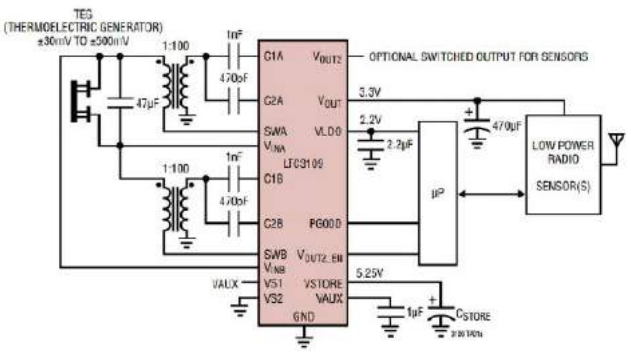
Wbudowana przetwornica obniżająca ze zintegrowanym, wysokosprawnym prostownikiem mostkowym, pracuje przy napięciu wejściowym 2,7…20 V, gromadząc energię w kondensatorze. Napięcie wyjściowe przetwornicy ustalane jest stanem wyprowadzeń na typowe wartości 1,8 V, 2,5 V, 3,3 V, 5 V. Maksymalny prąd wyjściowy układu to 100 mA. Układ LTC3588 zamykany jest w obudowie DFN10 3×3 mm oraz MSOP10, zakres temperatury pracy –40…85°C, koszt przy zakupie jednostkowym to ok. 4 $. Układ dostępny jest w dwóch wersjach LTC35881, LTC35882, różniących się progiem układu ULVO. Wersja druga układu pracuje przy napięciach wejściowych >14 V i przeznaczona jest do generatorów piezo o wyższym napięciu pracy.

Kilka dostępnych na rynku układów dostosowanych jest do jednoczesnego pozyskiwania energii z kilku typów harwesterów. Przykładem mogą być układy LTC3330 i LTC3331 Analog Devices. Bardzo uniwersalną propozycją jest LTC3331, umożliwiający współpracę z panelem PV, generatorem piezo, zewnętrznym źródłem zasilania 3…19 V, akumulatorem Li-Ion lub opcjonalnym superkondensatorem. Układ posiada wbudowaną ładowarkę akumulatora z ustalanym napięciem wyjściowym 3,45 V, 4,0 V, 4,1 V, 4,2 V, balanser dla superkondensatora oraz programowane stanem pinów napięcie wyjściowe w zakresie 1,8…5 V przy obciążalności 50 mA. Układ zamykany jest w obudowie QFN32 i dostępny jest w cenie 5 $/szt. Przykładową aplikację pokazano na **rysunku 10**. LTC3330 jest zbliżony funkcjonalnie, ale zamiast ogniwa ładowalnego współpracuje z baterią.

Dla generatorów TEG przeznaczone są układy LTC3107, LTC3109. LTC3107 dzięki zastosowaniu podwyższającego 1:100 transformatora wejściowego, rozpoczyna pracę już od 20 mV, umożliwiając pozyskiwanie energii z TEG już przy różnicy temperatur na poziomie kilku stopni. Wbudowany stabilizator LDO 2,2 V może zasilać bezpośrednio układ mikroprocesorowy, a napięcie wyjściowe przetwornicy (równe napięciu baterii) stopnie wykonawcze układu. Energia pozyskiwana gromadzona jest w kondensatorze *Cstore*. Jeśli różnica

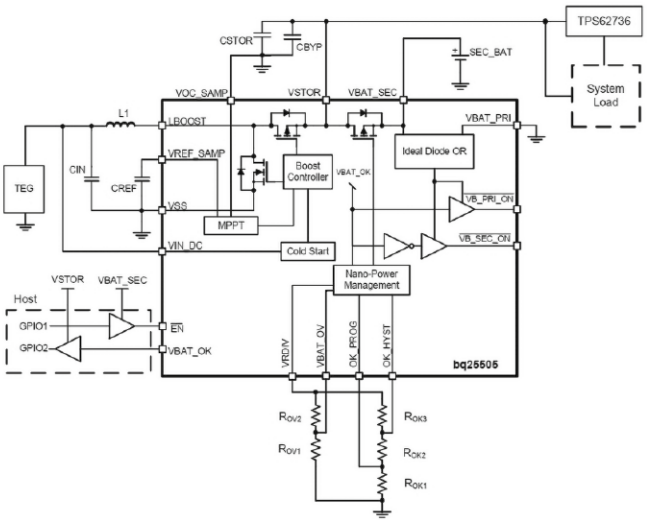


Rysunek 11. Aplikacja układu LTC3107 (za notą Analog Devices)



Rysunek 12. Aplikacja układu LTC3109 (za notą Analog Devices)

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 13. Aplikacja układu BQ25505 (za notą Texas Instruments)

temperatur jest wystarczająca do pracy przetwornicy, bateria jest odcinana, sygnalizowane jest to stanem wyprowadzenia BAT_OFF, a prąd pobierany z baterii jest ograniczony do 80 nA, co pozwala znacząco przedłużyć czas jej eksploatacji. Podczas pracy napięcie wyjściowe utrzymywane jest na poziomie napięcia baterii. Przykładową aplikację LTC3107 pokazano na **rysunku 11**. Bardziej rozbudowane rozwiązania zawarte są w układzie LTC3109, którego przykładową aplikację pokazano na **rysunku 12**.

Układ LTC3109 przystosowany jest do pozyskiwania energii z TEG, przy niewielkiej różnicy temperatur, z tym że, nie jest problemem polaryzacja napięcia z generatora. Układ umożliwia więc pozyskiwanie energii z procesów, gdzie TEG poddawany jest cyklicznym zmianom znaku różnicy temperatur. Energia gromadzona jest w kondensatorze. Napięcie wyjściowe przetwornicy może być ustalane na 2,35 V, 3,3 V, 4,1 V i 5 V. Dodatkowy stabilizator LDO 2,2 V/5 mA może służyć do zasilania współpracującego mikroprocesora. Dostępne jest także wyjście VOUT2, z kluczowanym napięciem, co ułatwia odłączenie zasilania nieużywanych peryferiów, w trybie obniżonego poboru mocy. LTC3109 może opcjonalnie gromadzić energię z dwóch niezależnych TEG, pracujących z rozmaitymi różnicami temperatur, ale bez zmiany polaryzacji generowanego napięcia. Układ zamknięty jest w obudowie QFN20 4×4 mm lub SSOP20, pracuje w zakresie temperatur –40…125°C i kosztuje ok. 4,5 $.

Dla większych różnic temperatur można użyć uniwersalnego harwestera BQ25505 firmy Texas Instruments. Układ do pracy wymaga min 600 mV, ale po uruchomieniu pracuje aż do momentu, gdy napięcie zasilania spadnie do 100 mV. Energia może być gromadzona w kondensatorze, superkondensatorze lub akumulatorach z automatycznym przełączaniem źródeł, przy zbyt małej ilości pozyskanej energii. Wbudowany układ monitorujący zabezpiecza ogniwo przed przeładowaniem i nadmiernym rozładowaniem. Przykładową aplikację pokazano na **rysunku 13**.

Podsumowanie

Zagadnienie pozyskiwania energii z otoczenia, w związku z rozwojem elektroniki mobilnej, ma przed sobą szerokie perspektywy rozwoju. Zaprezentowane rozwiązania nie wyczerpują wszystkich możliwości, a są jedynie przeglądem najpopularniejszych i dostępnych rozwiązań. Mam nadzieję że nakreślenie tematu, pozwoli Czytelnikom na zapoznanie się z problematyką i podjecie własnych prób w tej jakże ciekawej dziedzinie elektroniki. W przygotowaniu do publikacji na łamach EP, są także praktyczne zastosowania opisanych harwesterów.

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

KONKURS

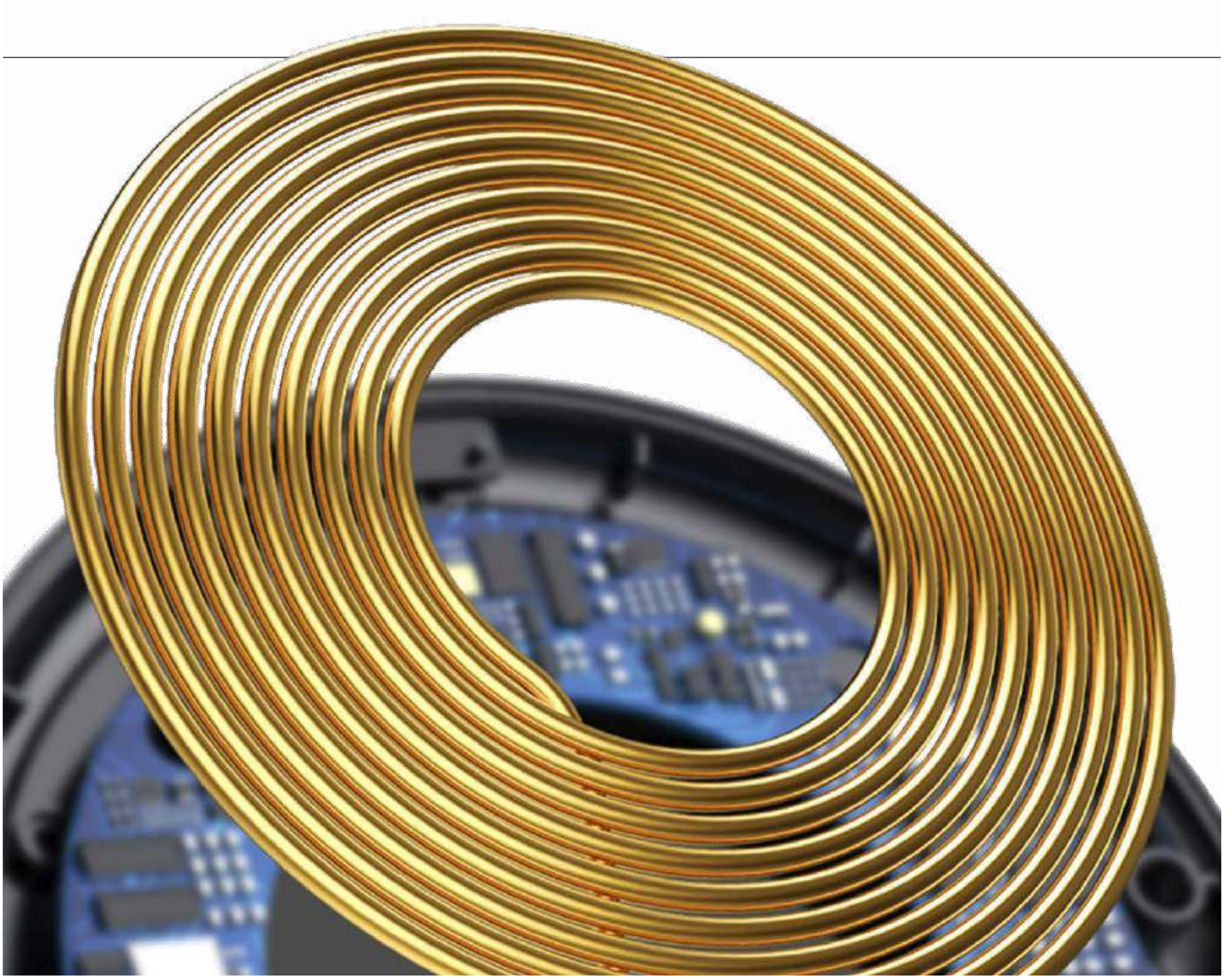
Wygraj zestaw Microchip Explorer 16/32 Development Kit

Firma Microchip organizuje konkurs dla czytelników „Elektroniki Praktycznej", w ramach którego mogą oni wygrać zestaw deweloperski Explorer 16/32 (model DM240001-3). Osoby, które wezmą udział w konkursie, ale nie zdobędą głównej nagrody, otrzymają kupon na 20-procent zniżki i bezpłatną dostawę przy zakupie takiego zestawu.
Zestaw Explorer 16/32 Development Kit to wygodna w użytku platforma rozwojowa, dzięki której można pracować nad aplikacjami opartymi o 16-bitowe mikrokontrolery PIC24, dsPIC i DSC oraz 32-bitowe mikrokontrolery PIC32. Obejmuje wszystkie potrzebne komponenty, jakie są niezbędne do rozpoczęcia prac i debugowania kompletnych aplikacji wbudowanych. Co więcej, płytkę można rozszerzać za pomocą modułów PICtail Plus i mikroBUS.
W zestawie znajdują się:

- płytka Explorer 16/32 Development Board,
- 16-bitowy układ PIC24FJ1024GB610 w postaci modułu PIM (model MA240023),
- dwa kable USB (jeden typu A na Typ C i jeden typu A na typ B).

Aby wziąć udział w konkursie wystarczy zarejestrować się pod adresem: ***https://bit.ly/33fdRuy***

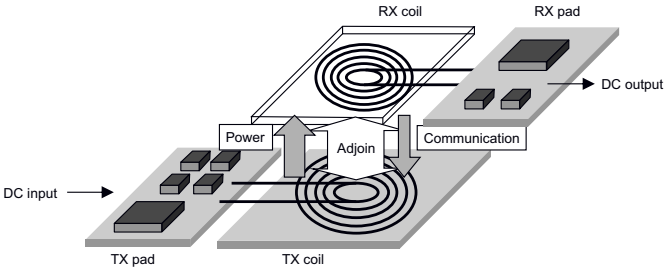
eprasa.pl 6006d05056



Ładowanie bezprzewodowe

Bezprzewodowa transmisja energii WPT (Wireless Power Transfer), została zapoczątkowana ponad sto lat temu pracami Nicoli Tesli. Za sprawą smartfonów i coraz wymyślniejszej elektroniki przenośnej, znalazła komercyjne zastosowanie. Po fali zachwytu, temat nieco przycichł, ale nie znaczy to, że na rynku układów ładowania bezprzewodowego nic się nie dzieje. Prezentujemy podstawowe rozwiązania układów ładowania bezprzewodowego oraz zestawy uruchomieniowe ułatwiające ich wdrożenie.

Głównym powodem stosowania technologii WPT jest uniknięcie ograniczeń, jakie stawia klasyczny przewodowy standard zasilania lub ładowania. Urządzenia przenośne, takie jak inteligentne zegarki, słuchawki bezprzewodowe, smartfony, tablety, laptopy do wymiany danych, korzystają z technologii radiowych. Jedyna funkcja która wymaga połączenia przewodowego, to okresowe ładowanie wbudowanych akumulatorów. Dążenie do redukcji okablowania, doprowadziło do rozwoju ładowania wykorzystującego bezprzewodową transmisję energii. Nie bez znaczenia jest też wygoda użytkowania oraz łatwiejsza hermetyzacja urządzenia, zwiększająca odporność na kurz, pył i wilgoć.



Rysunek 1. Idea działania WPT (za notą TDK)

Budowa WPT

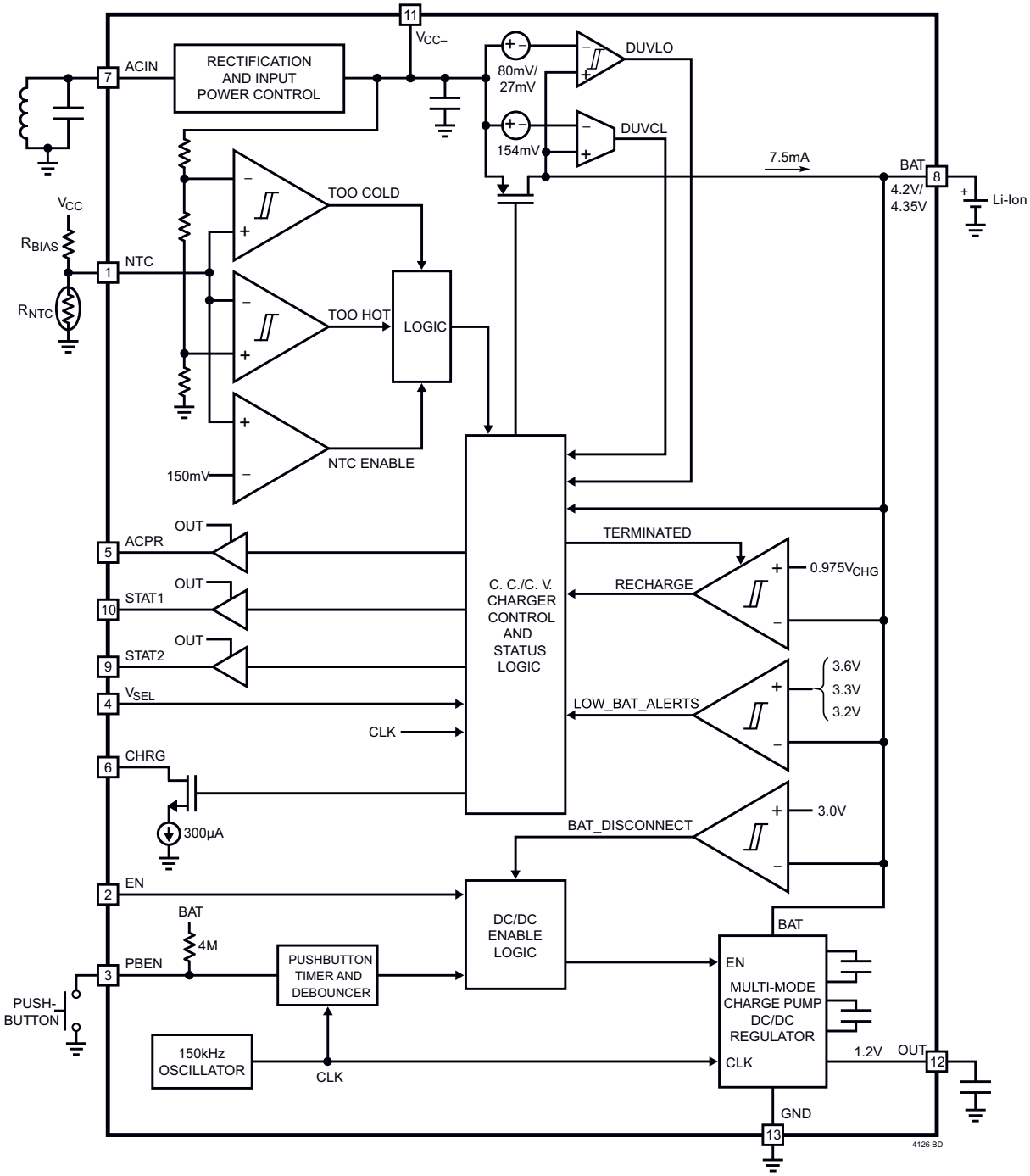
Z praktycznego punktu widzenia, do bezprzewodowego transferu energii stosowana jest metoda wykorzystująca sprzężone cewki indukcyjne. Ideę układu WPT pokazano na **rysunku 1**. Każdy układ WPT składa się z trzech elementów:

1. Nadajnik (TX pad) – przetwarzający energię z typowego przewodowego zasilacza DC, na energię pola elektromagnetycznego w.cz. generowanego przez cewkę nadawczą (TX coil). Częstotliwość pracy układu zależy od konkretnego rozwiązania i mieści się w granicach kilkunastu kHz do kilku MHz.

eprasa.pl 6006d05056

Tabela 1. Układy ładowarek bezprzewodowych firmy Analog Devices

Oznaczenie	Liczba ładowanych ogniw	Maksymalny prąd ładowania	Napięcie ogniwa	Technologia	Opis	Cena 1000 szt.	Obudowa
LTC412610	1	10 mA	4,1 V, 4,2 V	linowa	ładowarka LiIon 10 mA z przetwornicą 1,2 V	2,65	LQFN12
LTC4126	1	7,5 mA	4,2 V, 4,35 V	liniowa	ładowarka LiIon 10 mA z przetwornicą 1,2 V	2,65	LQFN12
LTC4124	1	100 mA	4,0...4,35 V	linowa	ładowarka LiIon do 100 mA z zabezpieczenie m baterii UVLO	2,65	LQFN12
LTC4125	1	–	–	rezonasowa	nadajnik do 5W	4,00	QFN20
LTC4123	1	25 mA	1,5 V	liniowa	ładowarka NimH 25 mA	2,65	DFN6
LTC4120	1,2	400 mA	3,5...11 V	impulsowa	odbiornik z ładowarką do 400 mA, U_{wy}=3,511 V	3,25	QFN16
LTC41204,2	1	400 mA	4,2 V	impulsowa	odbiornik z ładowarką do 400 mA, ustalone U_{wy}=4,2 V	3,25	QFN16

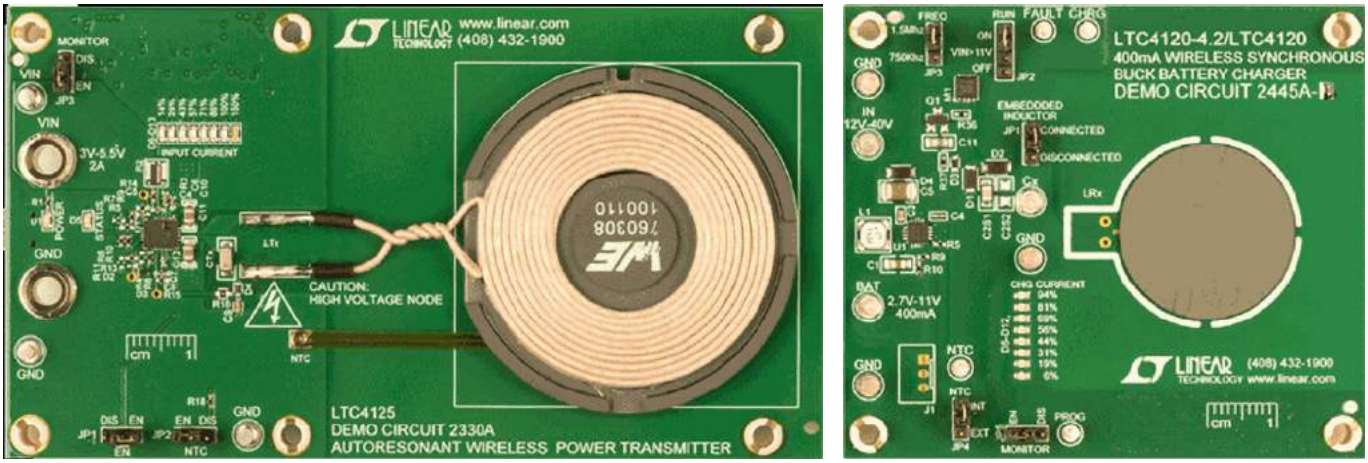


Rysunek 2. Struktura wewnętrzna LTC4126-10 (za notą Analog Devices)

eprasa.pl 6006d05056

2. Sprzężone magnetycznie cewki nadawcza (TX coil) i odbiorcza (RX coil) – pomiędzy którymi, dzięki sprzężeniu magnetycznemu, następuje transfer energii z nadajnika do odbiornika. W zależności od założonego sposobu sprzężenia cewek, wyróżnia się dwa sposoby przekazu: pierwszy, czyli indukcyjny (MI *Magnetic Induction*), bazujący na silnym sprzężeniu cewek Rx/Tx; drugi, czyli bazujący na słabym sprzęgnięciu i wykorzystaniu rezonansu magnetycznego (MR *Magnetic Resonance*).
3. Układ odbiornika (RX pad), odpowiadający za przetworzenie energii w.cz.

Fotografia 1. Wygląd zestawu uruchomieniowego DC2663A z LTC4126 (z mat. Analog Devices)



Fotografia 2. Płytka nadajnika LTC4125 (lewa) i odbiornika LTC4120 zestawu DC2386A-B (z materiałów Analog Devices)

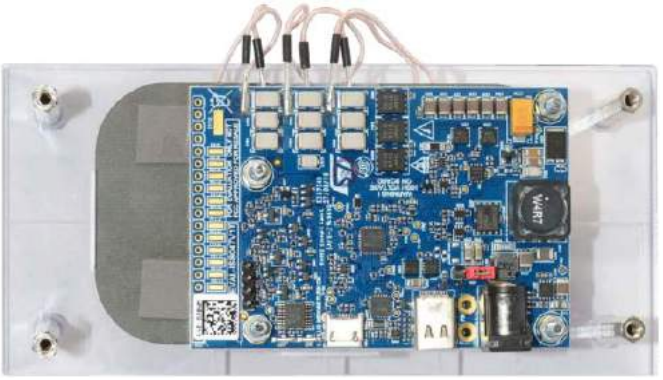
„odebranej" z cewki (RX coil) na prąd stały, zasilający urządzenie, lub na prąd zasilający obwody ładowarki wbudowanego ogniwa.

Opcjonalnie, zależnie od standardu, transfer energii uzupełniony jest o pomocniczy kanał komunikacyjny, przekazujący dane pomiędzy odbiornikiem i nadajnikiem, celem optymalizacji przekazu mocy oraz zwiększenia odporności układu na nieprawidłowe użytkowanie.

Standardy WPT

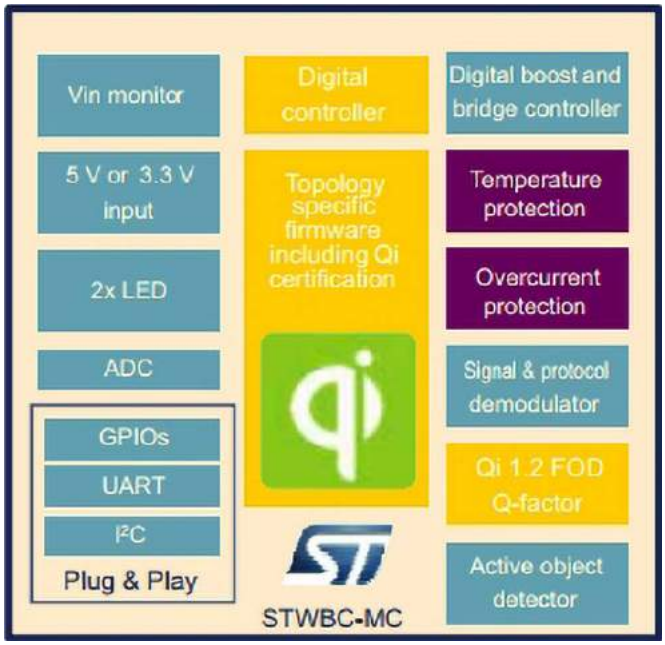
Aktualnie na rynku możemy wyróżnić trzy rozwiązania WPT:

1. Układy WPT nie podlegające standardom. Zawierają proste rozwiązania dyskretne lub autorskie rozwiązania producentów układów scalonych. Najczęściej są to układy przeznaczone tylko do transferu energii, nie posiadające dodatkowego kanału komunikacyjnego. Optymalizacja przesyłanej mocy, polega na ewentualnym automatycznym strojeniu układu odbiorczego na maksimum „odbieranego" sygnału. Zaletą układów jest prostota konstrukcji i brak nakładów związanych z oprogramowaniem, gdyż stanowią gotowe rozwiązanie funkcjonalne, dostępne „prosto z półki". Często stosowane przy transferach niewielkich mocy (do kilku watów), w aplikacjach w których istotny jest koszt rozwiązania.
2. Standard Qi opracowany przez Wireless Power Consortium. Oprócz przesyłu energii, realizowana jest standaryzowana transmisja danych pomiędzy nadajnikiem, a odbiornikiem. Transmisja danych odbywa się z wykorzystaniem kanału przekazującego energię. Układ WPT, zgodny z Qi, jest bardziej złożony. Zwykle wykorzystywane są SoC, oparte o jeden z popularnych rdzeni (np. ARM) oraz wbudowany w strukturę układ peryferyjny, odpowiadający za sterowanie pracą cewki nadawczej lub odbiorczej. Podnosi to koszty rozwiązania, ale zwiększa funkcjonalność układu o bezpieczny transfer mocy do 15 W, przy częstotliwości z zakresu 80…300 kHz. Komunikacja pomiędzy nadajnikiem, a odbiornikiem służy nie tylko regulacji ilości przesyłanej mocy, ale umożliwia detekcję obiektów obcych, mogących zakłócić ładowanie lub stanowić zagrożenie dla użytkownika (np. przez poparzenie rozgrzanym metalowym obiektem umieszczonym w polu cewki nadawczej). Konsorcjum WPC stale rozwija rozwiązania ładowania bezprzewodowego w zakresie zwiększenia mocy. W standardzie Medium Power przeznaczonym dla elektronarzędzi, dronów, rowerów elektrycznych, zakładany jest maksymalny transfer do 200 W. W układach bezprzewodowego zasilania drobnego AGD Ki Cordless Kitchen Standard, założono docelowy maksymalny transfer do 2,2 kW.
3. Standard AirFuel wspierany przez organizację AirFuel. Mniej popularny, powstały z połączenia Power Matters Aliance (PMA) i Alliance for Wireless Power (A4WP, czyli Rezence), aby skuteczniej konkurować z WPC. Standard może wykorzystywać do transferu zarówno rezonans magnetyczny MR jak i transfer w oparciu o fale radiowe RF. W założeniu ma być mniej restrykcyjny, w porównaniu z Qi, jeżeli chodzi o zasięg transferu (do 50 mm dla MR i 4,5 m dla RF), wzajemne położenie cewek nadawczej i odbiorczej oraz mieć możliwość jednoczesnego ładowania kilku urządzeń.



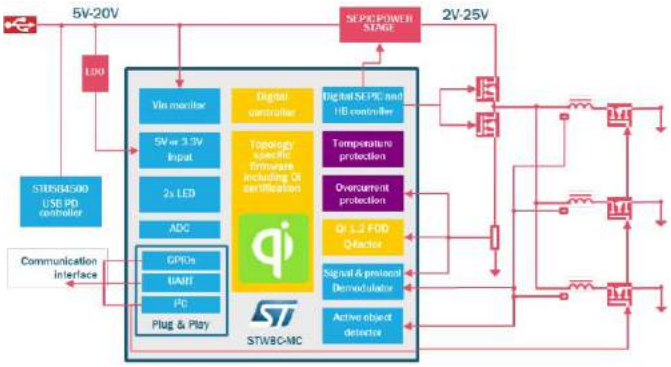
Fotografia 3. Zestaw STEVAL-ISB047V1 (z materiałów ST)

eprasa.pl 6006d05056

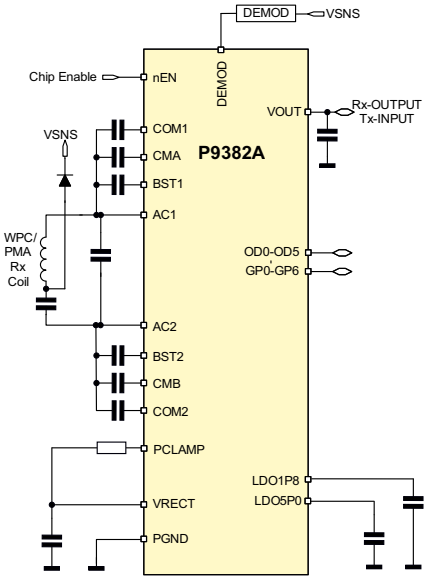


Rysunek 3. Budowa kontrolera STWBC-MC (z materiałów ST)

Fotografia 4. Zestaw REF_10WTX_QI_4102 (z materiałów Infineon)



Rysunek 4. Schemat blokowy STEVAL-ISB047V1



Rysunek 5. Aplikacja P9382A (z materiałów Renesas/IDT)

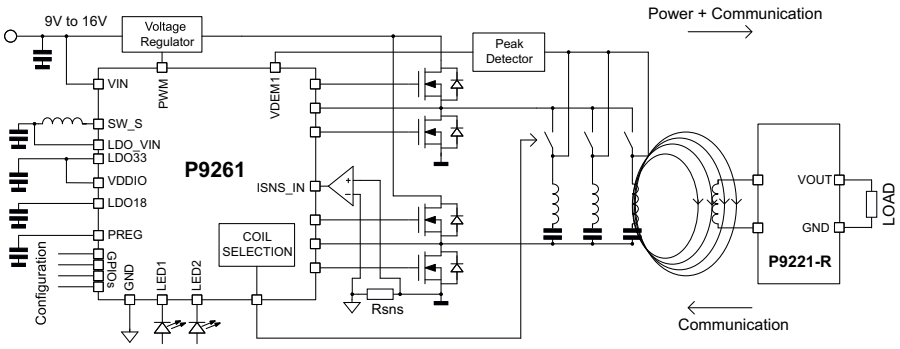
Zakres wykorzystywanych częstotliwości przy metodzie indukcyjnej to ok. 270 kHz…360 kHz (PMA), przy metodzie rezonansowej 6,78 MHz (Rezence).

Warto wspomnieć też o najnowszym standardzie NFC Wireless Charging, przeznaczonym dla niewielkich urządzeń IoT, który został ogłoszony w maju 2020 r. Uzupełnia on urządzenia korzystające z łączności NFC, o możliwość bezprzewodowego ładowania z mocą od 250 mW do 1 W.

Zestawy uruchomieniowe

Pierwsza w kolejności grupa układów i zestawów uruchomieniowych, bez określonego standardu wymiany danych, doskonale reprezentowana jest przez rozwiązania firmy Analog Devices. W **tabeli 1** pokazano aktualnie produkowane układy ładowarek bezprzewodowych. Niektóre z nich, w zastosowaniach praktycznych, były już prezentowane w EP.

Najprostszy z rodziny LTC4126-10 jest kompletnym układem zasilania dla urządzeń IoT lub urządzeń audio, takich jak aparaty słuchowe, słuchawki bezprzewodowe itp. Strukturę wewnętrzną układu pokazano na **rysunku 2**. Układ integruje ładowarkę bezprzewodową LiIon o ustalonym prądzie ładowania 10 mA i wybieranym sprzętowo napięciu akumulatora 4,1 lub 4,2 V. Ładowanie może być nadzorowane termistorem NTC, a akumulator zabezpieczony jest przed nadmiernym rozładowaniem wbudowanym układem odcinającym. Przed przeładowaniem akumulatora zabezpiecza układ timera, z ustalonym na 180 minut czasem ładowania. Napięcie z akumulatora obniżane jest w pompie ładunkowej do wartości 1,2 V, przy maksymalnym obciążeniu 60 mA. Pompa posiada wbudowane kondensatory, co znacząco zmniejsza zajmowaną przez elementy powierzchnię.



Rysunek 6. Przykładowa aplikacja P9261 (z materiałów Renesas/IDT)

eprasa.pl 6006d05056

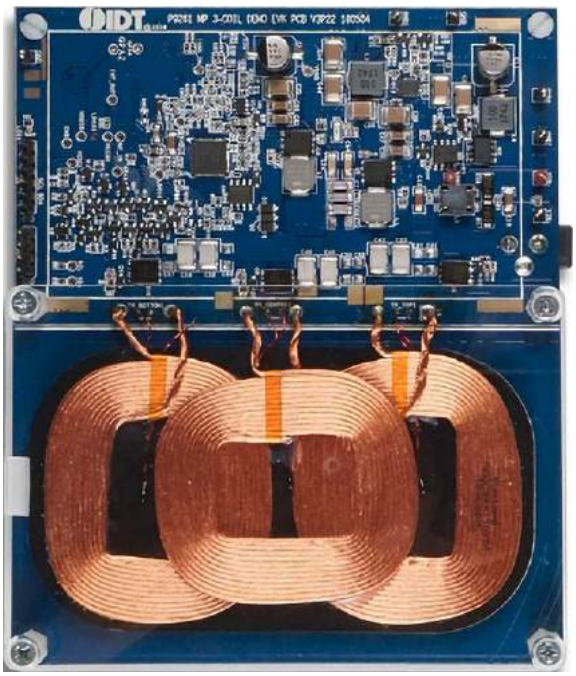
LTC4126 jest bliźniaczą wersją LCT4126-10, ze zmniejszonym do 7,5 mA prądem ładowania i możliwością współpracy z akumulatorem LiIon o napięciu 4,2 V lub 4,35 V. Zwiększony został do 360 minut maksymalny czas ładowania. Dla układu LTC4126 dostępne są zestawy uruchomieniowe EVAL-DC2663A-KIT, zawierające płytkę odbiornika DC2662A, nadajnika DC2661A oraz dwa moduły aplikacyjne DC2687A. Wygląd zestawu pokazano na **fotografii 1**. Jeżeli wymagany jest przesył większej mocy (do 5 W) proponowany jest tandem nadajnika LTC4125 i odbiornika LTC4120 (**fotografia 2**), wraz z dostępnymi zestawami uruchomieniowymi DC2386A-A/B.

Najpopularniejszy standard ładowania bezprzewodowego Qi, wspierany jest przez wielu uznanych producentów, którzy oferują zarówno same układy scalone kontrolerów, jak i gotowe zestawy uruchomieniowe. Przykładem zestawu zgodnego z Qi WPC1.2.4 jest oferowany przez ST nadajnik STEVAL-ISB047V1, którego wygląd pokazuje **fotografia 3**. Zestaw zbudowany jest na specjalizowanym cyfrowym kontrolerze STWBCMC (obudowa VFQFPN32 5×5 mm), z wbudowaną pamięcią 32 kB FLASH i 1 kB EEPROM. Układ zoptymalizowany jest do obsługi układów wielocewkowych. Oprogramowanie kontrolera, dostępne w postaci plików binarnych (STSWISB047FW, aktualnie w wersji 1.76.0), umożliwia detekcję obiektów obcych FOD, wspiera profil podstawowy do 5 W (Baseline) i rozszerzony do 15 W (EPP) WPT. Komunikacja i parametryzacja kontrolera może odbywać się poprzez interfejs szeregowy. Schemat blokowy kontrolera pokazuje **rysunek 3**.

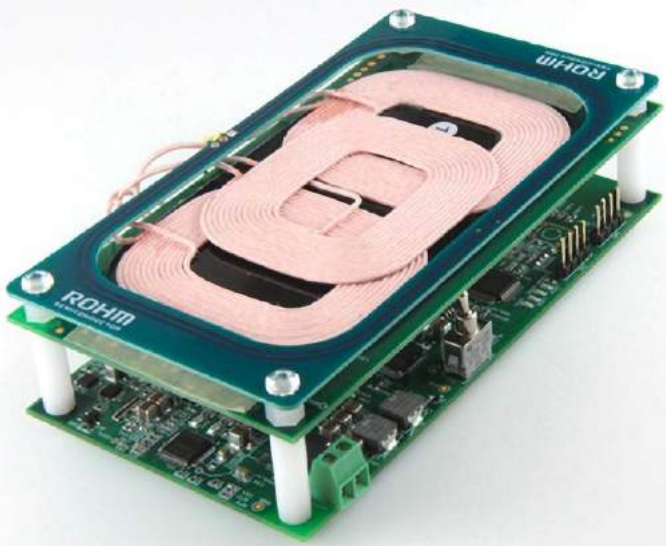
Nadajnik STEVAL-ISB047V1, oprócz kontrolera STWBCMC, zawiera układ STUSB4500, pełniący funkcję kontrolera zasilania USBC PD oraz układy driverów cewek nadawczych. Schemat blokowy zestawu pokazuje **rysunek 4**. Uzupełnieniem nadajnika mogą być odbiorniki zgodne z Qi, np. STEVAL-ISB68WA, z możliwością odbioru do 2,5 W lub STEVALISB68RX do 5 W (BPP). Oba zestawy wykorzystują kontroler Qi STWLC68.

W ofercie Infineonu także dostępne jest rozwiązanie WPT. Bazuje na kontrolerze CortexM0 typu XMC6521SC zaimplementowanym w zestawie uruchomieniowym REF_10WTX_QI_4102, którego wygląd pokazano na **fotografii 4**. Zestaw jest zgodny z WPC Qi 1.2.4 i profilem EPP. Układ zasilany jest napięciem stałym 9...12 V lub z zasilacza zgodnego z QC 3.0 i jest w stanie dostarczyć do 15 W.

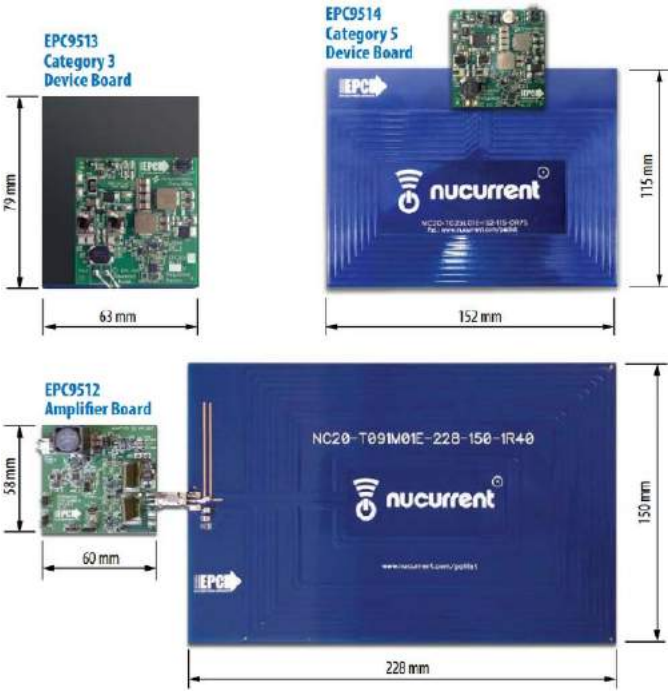
Ciekawą propozycją są układy P9382A firmy Renesas (IDT), zdolne do dwukierunkowej (TRx) transmisji energii. W trybie



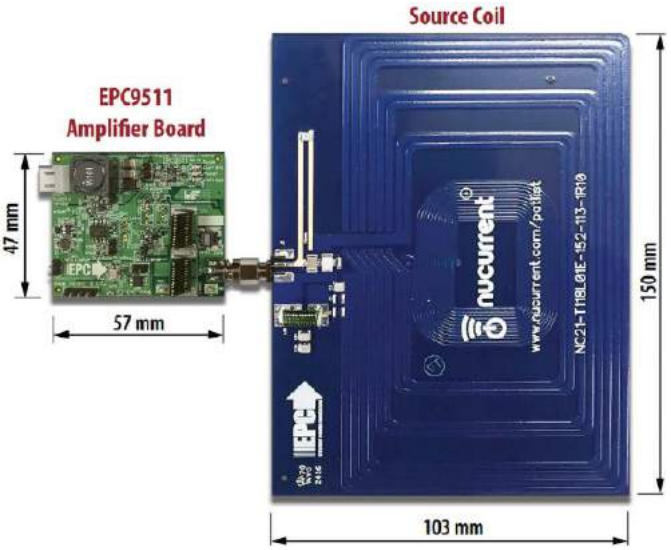
Fotografia 5. Zestaw P9261-3C-CRB (z materiałów Renesas/IDT)



Fotografia 6. Zestaw QPC+NFC Rohm (z materiałów Renesas/IDT)



Fotografia 7. Zestaw EPC9129



Fotografia 8. Zestaw EPC9121, płytka wzmacniacza i anteny (za notą EPC)

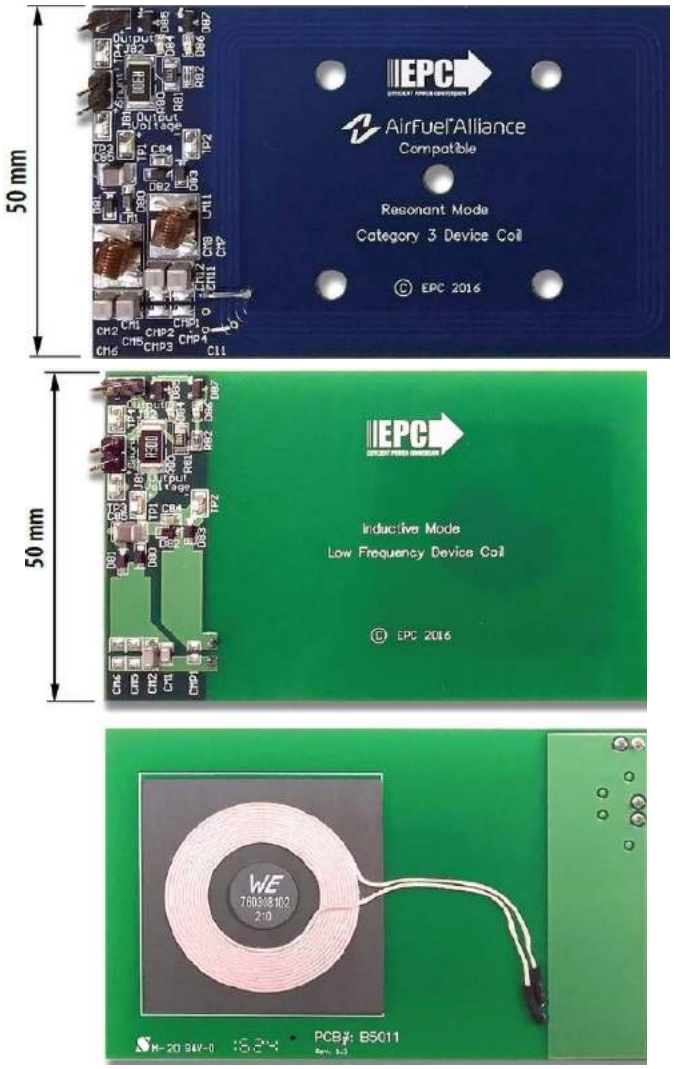
eprasa.pl 6006d05056

nadajnika układ jest w stanie dostarczyć do 6 W, a w trybie odbiornika odebrać 20 W mocy. P9382A jest implementacją rdzenia CortexM0 i specjalizowanych peryferiów. Struktura zamykana jest w obudowie DSBGA53 o rozmiarach 4×2,8 mm. Wbudowana pamięć nieulotna pozwala na wielokrotną konfigurację. Układ jest zgodny z WPC1.2.4. Typową aplikację pokazuje **rysunek 5**.

Dla aplikacji motoryzacyjnych warto zapoznać się z układami P9260/P9261, zgodnymi z WPC1.2.4 i posiadającymi kwalifikację AECQ100. P9260 przeznaczony jest do aplikacji z jedną cewką nadawczą, natomiast P9261 do aplikacji wielocewkowych. Przykładową aplikację pokazano na **rysunku 6**. Dla układu dostępny jest zestaw uruchomieniowy P92613CCRB, którego wygląd pokazano na **fotografii 5**.

Interesującą propozycją, także posiadającą kwalifikację AECQ100, jest zestaw proponowany przez firmę Rohm, integrujący ładowarkę zgodną z Qi (15 W EPP) oraz czytnik NFC. Wygląd zestawu pokazano na **fotografii 6**. Zestaw zawiera specjalizowany kontroler WPC BD57121MUFM, czytnik NFC ST25R3914 (ST) oraz mikrokontroler z serii STM8A (ST). Wielocewkowy układ nadawczy zapewnia większą elastyczność położenia telefonu, co w pojeździe ma istotne znaczenie, i umożliwia efektywne ładowanie telefonów o zróżnicowanych kształtach oraz położeniach cewek odbiorczych. Komunikacja NFC może zapewnić uwierzytelnienie użytkownika, personalizację ustawień pojazdu i współpracę z systemem rozrywki pokładowej, czy nawigacją GPS.

Oferta kontrolerów i zestawów dla standardu AirFuel jest zdecydowanie skromniejsza.



Fotografia 9. Zestaw EPC9121, płytki odbiorników AirFuel/QiPMA (za notą EPC)

Standard AirFuel oferuje także technologię bazująca na sprzężeniu rezonansowym (Rezence), która z inżynierskiego punktu widzenia zawiera znacznie ciekawsze rozwiązania i jest trudniejsza w implementacji od Qi lub PMA. Cechą charakterystyczną układów jest wyższa częstotliwość pracy – 6,78 MHz. Podniesienie częstotliwości obniża koszty wykonania cewek, ponieważ mogą być wykonane, podobnie jak dla RFID, bezpośrednio na płytce drukowanej lub w postaci cewki powietrznej. W przypadku Qi i częstotliwości rzędu 400 kHz, cewki wykonywane są na rdzeniach ferrytowych, nawijane licą w.cz., skutkiem czego są najkosztowniejszym elementem układu ładowania bezprzewodowego, utrudniającym jego rozpowszechnienie. Przykładowo cewki Wurth Elektronik do aplikacji Qi 5 W, to przy zakupie jednostkowym koszt kilkunastu USD. Podobnie jak w Qi nadajnik i odbiornik komunikują się między sobą, ale jako kanał komunikacyjny wykorzystywany jest Bluetooth Smart.

Najważniejszą zaletą rozwiązania AirFuel (Rezence) w porównaniu z Qi, jest mniejsza czułość na wzajemne położenie cewek nadajnika i odbiornika. Dopuszczalna odległość między nimi jest większa. Jest też możliwość jednoczesnego ładowania kilku odbiorników, nawet o różnej pobieranej mocy. Największa wadą jest niższa sprawność procesu przekazywania energii, realnie to poniżej 50%. Znaczna jest też komplikacja układu i nakład pracy konieczny do oprogramowania aplikacji. Poza tym istnieją duże wymogi dla zastosowanych w obwodach mocy półprzewodników, pracujących z napięciami rzędu kilkudziesięciu wolt i wysokimi częstotliwościami. W obwodach mocy implementowane są nowoczesne tranzystory FET, wykonane w technologii azotku galu eGaN. Szeroki wybór zestawów jak i półprzewodników dla standardu Airfuel ma w swojej ofercie firma EPC (Efficient Power Conversion). Zestaw EPC9129 (**fotografia 7**) składa się z płytki wzmacniacza EPC9512 o mocy do 33 W, cewki nadawczej (Cat4), odbiornika EPC9513 (Cat3) – dostarczającego 5 V/5 W dla aplikacji mniejszej mocy (np. smartfony), IoT oraz odbiornika EPC9514 (Cat 5), dostarczającego 19 V/27 W dla aplikacji średniej mocy, takich jak bezprzewodowe ładowanie laptopów.

Zestaw EPC9129 nie zawiera elementów komunikacyjnych Bluetooth odpowiedzialnych za „zamknięcie" pętli regulacyjnej. Nie jest to typowe rozwiązanie „podłącz i zapomnij", cechuje je pewna niesamodzielność, przeciwnie do większości zestawów Qi. Niebagatelny jest też koszt zestawu wynoszący ok. 1000 USD, który nie uwzględnia układu komunikacji i sterowania. Być może jest to przyczyna wolniejszego upowszechniania się rozwiązań Airfuel (MR).

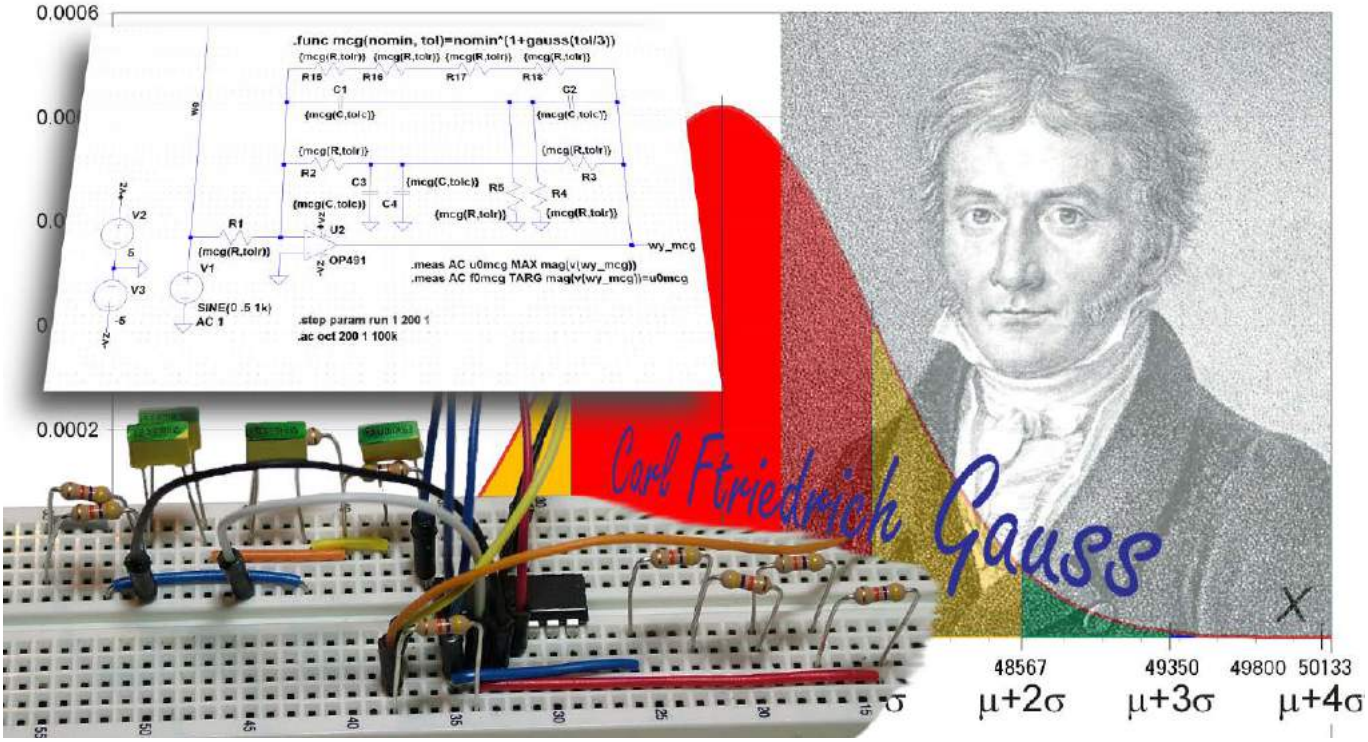
Ciekawostką wśród zestawów jest EPC9121, pracujący we wszystkich standardach Qi/PMA, dostarczając do 5 W i AirFuel (MR) do 10 W. Zestaw składa się ze wzmacniacza EPC9511 i płytki anteny (**fotografia 8**), wspierającej wszystkie trzy standardy, oraz dwóch płytek odbiorników (**fotografia 9**). Zwracam uwagę, że zestaw EPC9121, podobnie jak EPC9129, nie zawiera układów transmisyjnych, kontrolnych i zabezpieczających, wymaga więc sporo pracy inżynierskiej przed uruchomieniem w docelowej aplikacji. Koszt zestawu to ok. 900 $.

Podsumowanie

Tak w dużym skrócie wygląda sytuacja na rynku zestawów rozwiązań dla bezprzewodowej transmisji energii. Dominującą rolę, za sprawą smartfonów, przyjął standard Qi, którego rozpowszechnienie wmusiło połączenie sił PMA/Rezence. Czy uwzględniając spore koszta wdrożeń, przyniesie to większy zakres zastosowań – czas pokaże. Ciekawa może być propozycja NFC Wireless Charging, szczególnie że liczba niewielkich urządzeń IoT stale się powiększa.

Adam Tatuś
adam.tatus@ep.com.pl

eprasa.pl 6006d05056



Symulacja i pomiar, czyli LTspice i Analog Discovery 2 w rękach konstruktora (13)

Metody Monte Carlo i Worst Case

W 4. części cyklu artykułów zastosowaliśmy do symulacji metodę Monte Carlo pozwalającą ocenić rozrzut wyników wirtualnego pomiaru w zależności od tolerancji użytych elementów. W tym odcinku rozwiniemy to zagadnienie o modyfikację rozkładu liczb losowych stosowanych w metodzie Monte Carlo, a także rozpatrzymy symulację Worst Case, a więc analizę najgorszego przypadku.

Autorzy programu LTspice zaimplementowali w nim funkcję `mc(wartość nominalna, tolerancja)`, która miała stanowić narzędzie pozwalające uzyskiwać wyniki symulacji uwzględniające rozrzut wartości elementów wynikający z ich tolerancji. Praktycy wiedzą doskonale, że gdy zbudują na przykład dwa wzmacniacze, używając elementów o takich samych wartościach nominalnych, to w zasadzie jest pewne, że nie uzyskają identycznych parametrów, takich jak wzmocnienie, pasmo itp. Powodem jest naturalny rozrzut parametrów każdego fizycznego elementu zastosowanego w układzie.

Jak działa funkcja mc?

Funkcja `mc` (skrót od powszechnie stosowanej w różnych symulacjach metody o wdzięcznej nazwie Monte Carlo) generuje wartość losową z przedziału
od
wartość nominalna – tolerancja * wartość nominalna,
do
wartość nominalna + tolerancja * wartość nominalna.

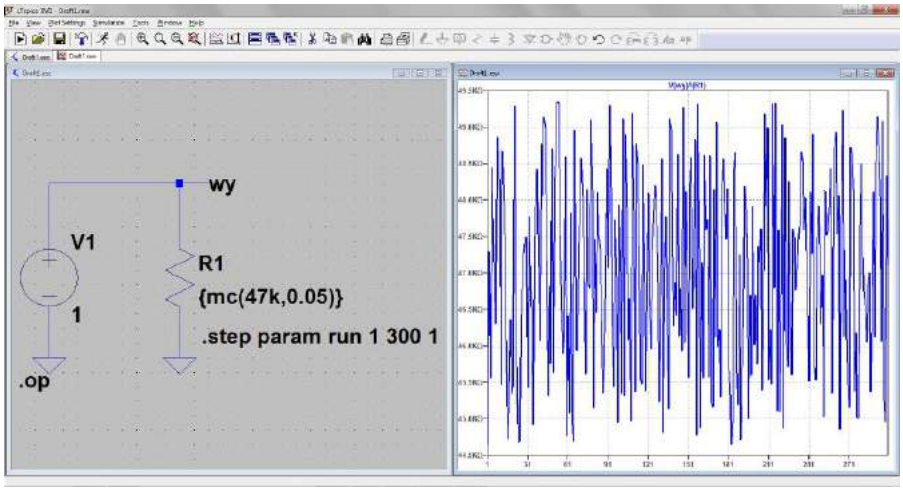
Przeprowadzając w jednej sesji wiele symulacji, co jest możliwe przy użyciu komendy `.step param run`, uzyskujemy zbiór wyników dla losowo zmieniających się parametrów elementów badanego układu. Na przykład jeśli na schemacie zostanie umieszczona komenda `.step param run 1 100 1`, to jedno naciśnięcie przycisku „Run" spowoduje wykonanie 100 symulacji, w których parametry elementów opisane funkcją `mc` będą za każdym razem zmieniane

eprasa.pl 6006d05056

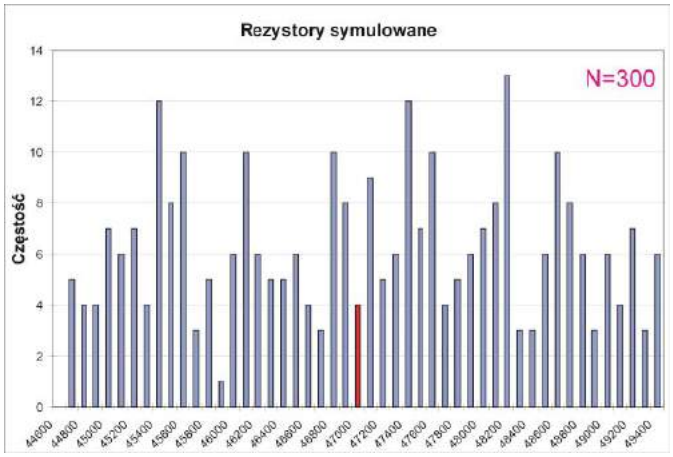
losowo. Z taką symulacją jest związany parametr `RUN`. W tym przypadku zmienia się on od 1 do 100 z krokiem równym 1.

Funkcja `mc` korzysta z wewnętrznego generatora liczb losowych (pseudolosowych) o rozkładzie równomiernym. W każdym razie można tak z grubsza o nim powiedzieć. Jak to działa? Przekonajmy się na prostym przykładzie. Na **rysunku 1** pokazano prosty układ, który zastosujemy do pomiaru rezystancji. Składa się ze źródła napięciowego i dołączonego do niego rezystora 47 kΩ o tolerancji 5%. Rezystancja jest więc zadana parametrycznie: {mc(47k,0.05)}. Wykonamy pomiary 300 takich rezystorów. W tym celu w oknie edytora schematów LTspice umieszczamy polecenie `.step param run 1 300 1`. Aby możliwy był pomiar rezystancji, należy kliknąć prawym przyciskiem myszki na tytuł okna wykresu i wpisać wyrażenie: V(wy)/I(R1). Uruchamiając symulację „DC op point" (.op), uzyskamy wykres wyników 300 pomiarów rezystancji. Widzimy, jak one się zmieniają, ale na razie nie możemy nic powiedzieć o statystyce tych zmian. Będzie to możliwe na podstawie analizy wyników w Excelu. Klikamy więc na okno wykresu i uruchamiamy polecenie *File → Export data as tekst*. Następnie wskazujemy folder docelowy (przycisk „Browse"), nadajemy nazwę plikowi, np. *pomiar_rezystancji.txt* i w oknie „Select Traces to Export" wskazujemy pozycję V(wy)/I(R1). Teraz wystarczy uruchomić Excel, zamknąć wszystkie arkusze i z okna menedżera plików przeciągnąć nasz zapisany plik do Excela. Zostaje w nim otwarty arkusz z wynikami naszej symulacji. Nas będzie interesować tylko kolumna B zawierająca wartości 300 zmierzonych w programie LTspice rezystancji. Ponieważ mają one mało czytelny zapis naukowy, można go zmienić na ogólny. Można również usunąć pierwszy wiersz zawierający nagłówki kolumn. Nie będą nam potrzebne. W polu D1 wpisujemy polecenie `=min(b1:b300)`, które pokaże nam minimalną zmierzoną rezystancję. Podobnie w polu D2 podglądamy rezystancję maksymalną `(=max(b1:b300))`. Możemy już przystąpić do analizy statystycznej. W tym celu sporządzimy histogram pokazujący rozrzut wartości. W kolumnie F umieszczamy zakres zbioru. Są to liczby zmieniające się od 44600 do 49400, co 100, a więc w przybliżeniu od rezystancji minimalnej do maksymalnej. Z menu „Narzędzia" wybieramy „Analiza danych → Histogram", podając zakres komórek od B1 do B300, które zawierają zmierzone w symulatorze rezystancje. Zaznaczamy również opcję „Wykres wyjściowy". Arkusz znajdzie się w materiałach dodatkowych do artykułu w pliku rezystory_sym_pom.xls. Wyniki tej analizy pokazano na **rysunku 2**. Przy zastosowanej liczbie pomiarów rozkład jest rozmyty, ale z pewną rezerwą można go nazwać równomiernym. Dla przypomnienia, dla rozkładu równomiernego częstości występowania poszczególnych wartości powinny być teoretycznie równe, a w praktyce zbliżone do siebie. Wyniki analizy dla 3000 rezystorów zaprezentowano na **rysunku 3.** Ten rozkład ma wygląd znacznie bardziej podobny do rozkładu równomiernego. Na obu wykresach zaznaczono czerwonym słupkiem wartość nominalną.

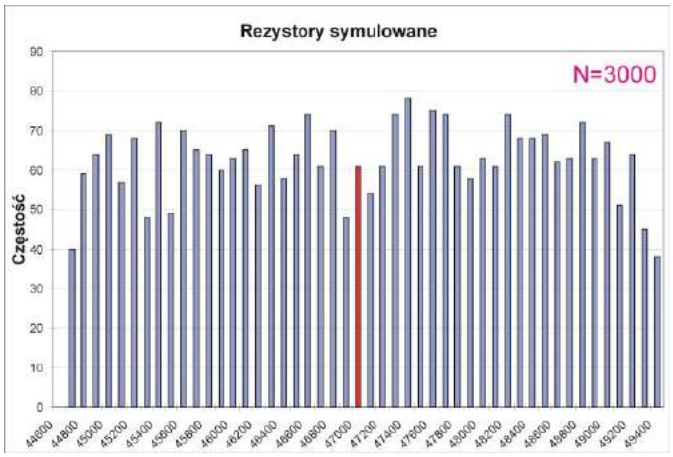
Opisane doświadczenie doskonale pokazuje jakość generatora pseudolosowego użytego w symulatorze LTspice. Pytanie jednak, czy ono dobrze oddaje rzeczywistość? – na czym nam oczywiście bardzo zależy. I tu rodzi się pewna wątpliwość, gdyż rzeczywisty rozkład rezystancji rezystorów wybranych losowo z koszyka jest zupełnie inny. Jak Czytelnicy zapewne wiedzą, jest to rozkład tzw. normalny. Taki rozkład charakteryzuje się tym, że najliczniejsze są elementy o wartościach zbliżonych do nominalnych. Liczność ta zmniejsza się w miarę oddalania się od nominału symetrycznie w jedną i drugą stronę. Charakter tych zmian określa dobrze wszystkim znana, choćby ze słyszenia, krzywa Gaussa (**rysunek 4**). Nie będziemy tu wnikać w jej matematyczny zapis, byłby to temat trochę za ciężki na wakacyjną porę. Można tylko powiedzieć, że reprezentowana jest na niej gęstość prawdopodobieństwa pewnej zmiennej losowej, którą w naszym przypadku jest rezystancja rezystora wyciągniętego losowo z koszyka. Oznacza to, że prawdopodobieństwo np. wyciągnięcia rezystora o rezystancji z przedziału od R1 do R2 (rysunek 4) jest równe całce pod zakreślonym obszarem krzywej Gaussa. Pole od $-\infty$ do $+\infty$ jest oczywiście równe 1 jako prawdopodobieństwo całkowite (mówiąc uszczypliwie, tylko w wojsku może przekraczać ono wartość 1). Spokojnie, nie będziemy tego liczyć, wróćmy natomiast do świata realnego. Zobaczmy, jak to jest w praktyce.



Rysunek 1. Układ do symulacji pomiaru rezystancji

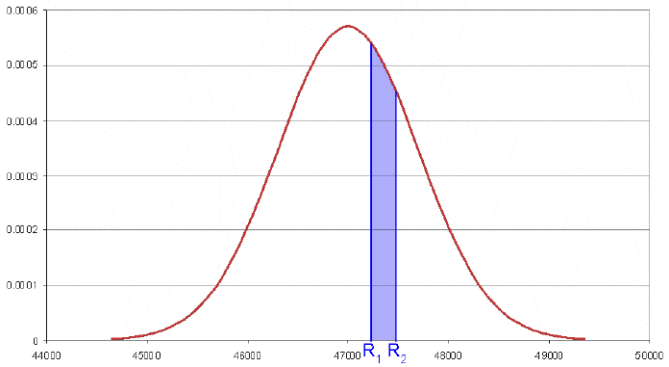


Rysunek 2. Histogram wyników symulacji pomiaru rezystancji metodą Monte Carlo na próbie liczącej 300 elementów

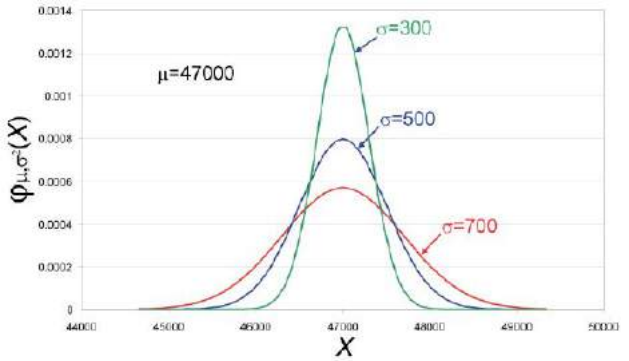


Rysunek 3. Histogram wyników symulacji pomiaru rezystancji metodą Monte Carlo na próbie liczącej 3000 elementów

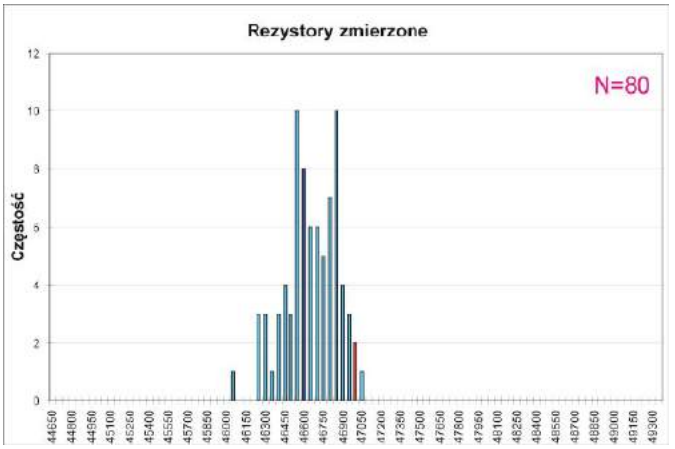
eprasa.pl 6006d05056



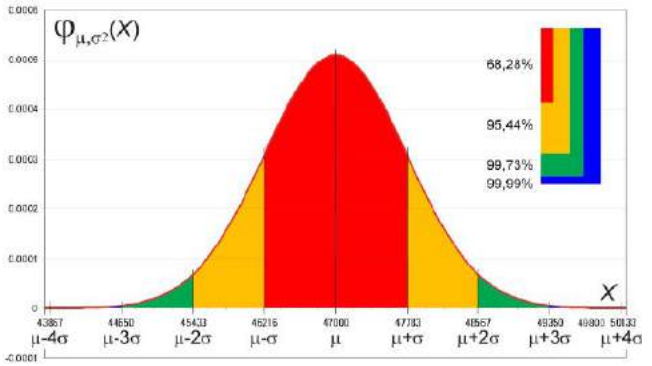
Rysunek 4. Krzywa Gaussa ilustrująca prawdopodobieństwo wystąpienia rezystorów o rezystancji z przedziału R1...R2



Rysunek 6. Krzywe Gaussa zmiennej losowej o tej samej wartości średniej i różnych odchyleniach standardowych



Rysunek 5. Histogram rezystancji 80 fizycznie zmierzonych rezystorów 47 kΩ



Rysunek 7. Procentowy udział elementów populacji charakteryzowanej rozkładem normalnym w zależności od odległości od wartości średniej zmiennej losowej o rozkładzie normalnym w zależności od odległości od wartości średniej

Wyciągnąłem z koszyka 80 sztuk 5-procentowych rezystorów 47 kΩ (tyle miałem pod ręką) i zmierzyłem ich rezystancje miernikiem Tektronix DMM914 o deklarowanej przez producenta dokładności ±(0,8%+10). Dalsze czynności były podobne do tych z symulacji, z tym że dane były już prawdziwe, ale niestety było ich znacznie mniej. Wyniki rozkładu rzeczywistych rezystancji pokazano na **rysunku 5**. Na tej podstawie można wyciągnąć kilka wniosków. Po pierwsze, rozkład, mimo stosunkowo niewielkiej liczby danych, znacznie bardziej przypomina rozkład normalny niż rozkład równomierny. Po drugie, widoczne jest wyraźne przesunięcie rezystancji średniej od nominalnej, wynoszące 368 Ω. Jest to wprawdzie wartość prawie dokładnie równa dokładności miernika użytego do pomiaru rezystancji (±376,1 Ω), ale był on testowany też na rezystorach 1-procentowych i te pomiary wykazały poprawność wskazań. Wynika z tego, że to raczej seria produkcyjna rezystorów poddanych pomiarom charakteryzowała się wspomnianą odchyłką. Jest jeszcze trzeci wniosek: rezystory miały mniejszą odchyłkę od wartości nominalnej, niż wynikałaby z tolerancji podawanej przez producenta. W badanej serii odchyłka ta wynosiła –2,11%, +0,02%. Pozostaje pytanie, co z tym fantem zrobić?

Czy funkcja *gauss* jest lepsza od *mc*?

Nie stoimy na straconej pozycji. W programie LTspice jest dostępna inna funkcja, która powinna rozwiązać nasze problemy. Ma ona składnię: `gauss(stdv)`. Żeby ją zrozumieć, musimy jeszcze na chwilę powrócić do rozkładu normalnego i krzywej Gaussa. Rozkład ten jest opisany dwoma parametrami: wartością średnią (μ) i odchyleniem standardowym. Odchylenie standardowe, oznaczane grecką literą sigma σ, określa, w jakim stopniu wartości zmiennej losowej odbiegają od średniej. Im odchylenie standardowe jest mniejsze, tym krzywa jest węższa, ale też i wyższa (pamiętamy, że pole pod całą krzywą jest równe 1). Na **rysunku 6** pokazano 3 krzywe reprezentujące gęstość prawdopodobieństwa dla 3 zmiennych losowych o tej samej wartości średniej (47000) i odchyleniach standardowych równych: 300, 500 i 700. Geometryczną interpretacją odchylenia standardowego jest punkt przegięcia krzywizny krzywej Gaussa. Jakie ma to znaczenie praktyczne?

Z matematycznego opisu rozkładu normalnego wynika, jaki procent wszystkich wartości zmiennej losowej mieści się w określonym przedziale (**rysunek 7**). I tak dla:

-σ...μ...σ jest to 68,88%
-2σ...μ...2σ jest to 95,94%
-3σ...μ...3σ jest to 99,73%
-4σ...μ...4σ jest to 99,99%

Wynika z tego, że dla 5-procentowego rezystora 47 kΩ odchylenie standardowe przy założeniu, że co najmniej 99,73% wyprodukowanych elementów znajdzie się w przyjętej tolerancji, powinno być równe ok. 783 Ω. Powstaje tu pytanie, czy producenci biorą pod uwagę statystykę i sprzedają całą serię, ufając, że prawdopodobieństwo trafienia na element spoza gwarantowanej tolerancji jest tak małe, że nie warto sobie nim zawracać głowy, czy jednak mierzą każdy element przed zapakowaniem go do sprzedaży i odrzucają elementy niemieszczące się w tolerancji?

Sprawdźmy teraz funkcję `gauss(stdev)` w działaniu. Zwraca ona losową odchyłkę plus/minus od znormalizowanej wartości średniej równej zero, wygenerowaną zgodnie z rozkładem normalnym o zadanym parametrycznie odchyleniu standardowym. Zapewne większość Czytelników jeszcze nie wie, o co chodzi, ale przykład rozwieje wszelkie wątpliwości. Funkcja `mc(nominał, tolerancja)` zwracała gotową daną o losowej wartości (o rozkładzie równomiernym) mieszczącą się w tolerancji, napiszmy więc własną funkcję, która będzie działała podobnie, tylko użyty generator losowy będzie miał rozkład normalny. Naszą funkcję nazwiemy `mcg` i będzie ona miała takie same argumenty jak funkcja `mc`. Definicja jest więc następująca:

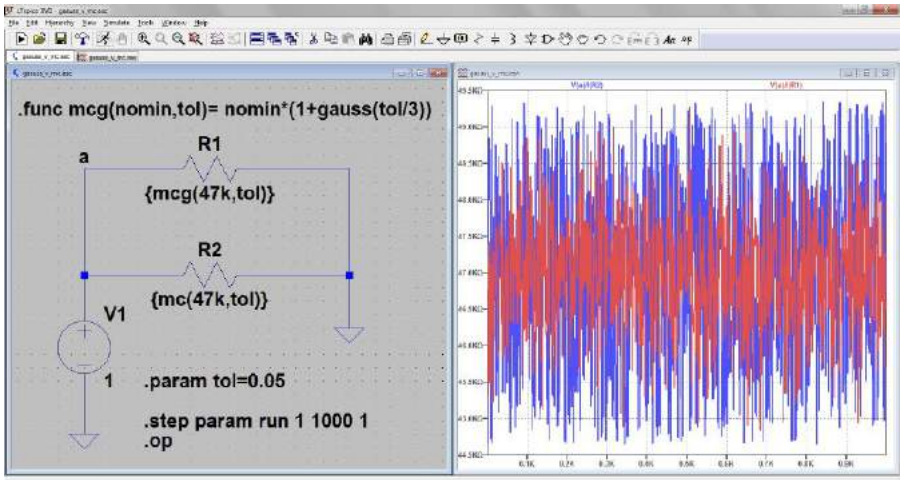
```
.func mcg(nomin, tol)=nomin*(1+gauss(tol/3))
```

Założyliśmy tutaj, że 99,75% wylosowanych wartości zmieści się w tolerancji. Stąd w argumencie funkcji tolerancja jest dzielona przez 3.

eprasa.pl 6006d05056

Gdybyśmy chcieli mieć większą pewność, w mianowniku powinna się znaleźć większa liczba, np. dla tol/4, zgodnie z podanymi wcześniej wnioskami, 99,99% wylosowanych wartości zmieści się w tolerancji. Schemat układu pomiarowego i wyniki wirtualnego pomiaru rezystancji 1000 rezystorów przedstawiono na **rysunku 8**. Pozostała jeszcze analiza statystyczna z zastosowaniem Excela. Przeprowadzamy ją dokładnie tak samo jak poprzednio, a wyniki są widoczne na **rysunku 9**.

Dla porządku warto jeszcze zestawić porównanie rozrzutu rezystancji 80 rzeczywistych rezystorów z analogiczną symulacją przeprowadzoną z użyciem funkcji *mcg*, a więc przyjmującą bliższy naturze rozkład normalny, nie równomierny (**rysunek 10**).



Rysunek 8. Schemat układu pomiarowego i wyniki wirtualnego pomiaru rezystancji 1000 rezystorów z zastosowaniem metody Monte Carlo i funkcji gauss

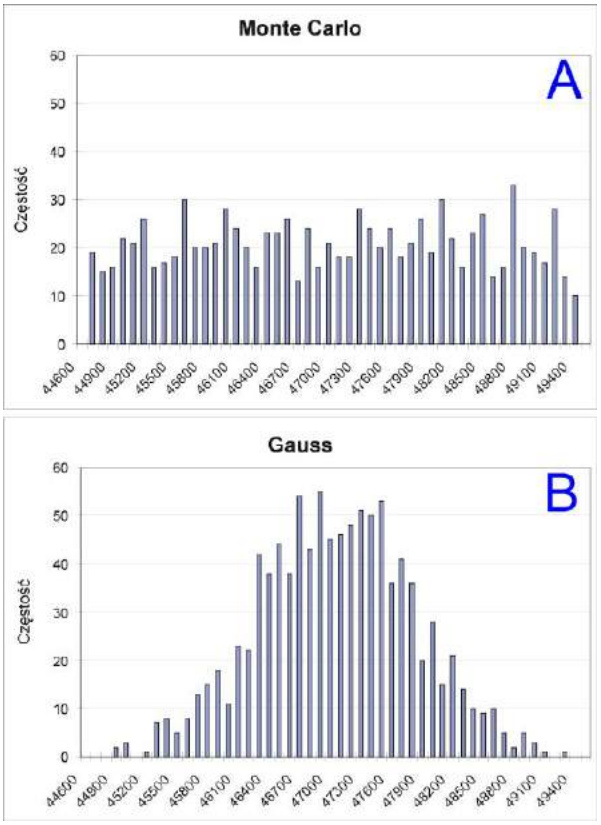
Opisane metody stworzono po to, by było możliwe szacowanie zachowania się danego urządzenia np. elektronicznego (bo są to metody stosowane nie tylko w elektronice) w pewnych przypadkach, które można uznać za skrajne. Wcześniej badaliśmy rozrzut rezystancji rezystorów, ale dużo bardziej interesujące będzie np. sprawdzenie zachowania się wzmacniacza zbudowanego z użyciem takich rezystorów, uwzględniające ponadto i inne parametry, takie jak temperatura, wahania napięcia zasilającego, współczynniki wzmocnienia prądowego tranzystorów czy wzmocnienia wzmacniaczy operacyjnych. Sprawdźmy, jak opisane metody sprawdzą się w takim zastosowaniu.

Symulacja wzmacniacza z filtrem TT w pętli sprzężenia zwrotnego

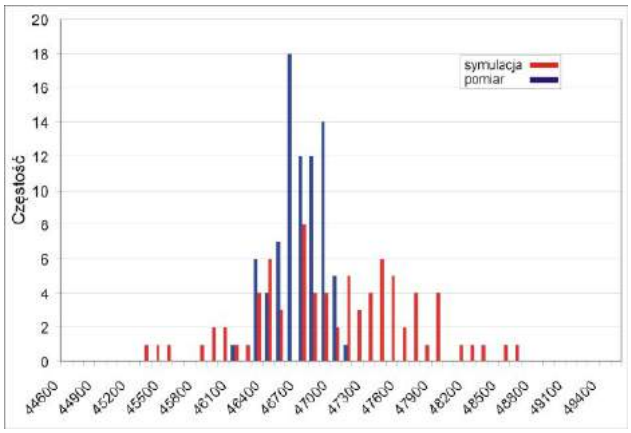
Tym razem naszym zadaniem jest symulacja wzmacniacza pokazanego na **rysunku 11**, a następnie praktyczna weryfikacja jego parametrów w pomiarach układu rzeczywistego. W układzie zastosowano pasmowozaporowy filtr selektywny typu „podwójne T" umieszczony w pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego. Oznacza to, że uzyskamy wzmacniacz, o którym można powiedzieć, że jest w pewnym sensie selektywny o częstotliwości równej $1/(2*\pi*R*C)$. Dla elementów R=47 kΩ i C=100 nF środkowa częstotliwość wzmacniana f0 jest równa 33,9 Hz. To „w pewnym sensie" wynika z faktu, że dla prądu stałego i niskich częstotliwości wzmocnienie nie jest równe 0, czego oczekiwalibyśmy od wzmacniacza selektywnego.

Ze względu na duże wzmocnienie dla częstotliwości mostka TT i możliwość przesterowania wzmacniacza świadomie popsujemy jego parametry, dołączając równolegle do mostka rezystor, a właściwie 4 rezystory 47 kΩ. Są to te same rezystory, które były wcześniej mierzone. Uzyskujemy w ten sposób dwie korzyści: zmniejszamy wzmocnienie i możliwość przesterowania, dodajemy 4 elementy decydujące o końcowych parametrach wzmacniacza. Dodanie rezystorów spowoduje również nieznaczne przesunięcie f0, ale w tym przypadku nie interesuje nas wartość bezwzględna f0, a rozrzut tego parametru wynikający z tolerancji zastosowanych elementów (rezystorów i kondensatorów). Zakładamy użycie rezystorów 5-procentowych i kondensatorów 10-procentowych.

Rozpatrywany układ jest zbudowany na wzmacniaczu operacyjnym OP491. Jak widać na rysunku 11, w naszym wirtualnym świecie narysowaliśmy dwa identyczne wzmacniacze, każdy z nich będzie jednak inaczej symulowany. Górny układ poddamy symulacji metodą Monte Carlo, w dolnym zaś zastosujemy naszą własną funkcję *mcg*, która, jak wiemy, używa rozkładu normalnego liczb losowych. W jednej sesji wykonamy 200 przebiegów, mierząc w każdym z nich i zapisując częstotliwość f0 odpowiadającą maksymalnemu wzmocnieniu. Naszym zadaniem będzie następnie określenie za pomocą Excela wartości minimalnej i maksymalnej dla każdej metody oraz wyznaczenie histogramów rozrzutu f0.



Rysunek 9. Porównanie rozrzutu rezystancji symulowanego pomiaru 1000 rezystorów metodą Monte Carlo i funkcją gauss



Rysunek 10. Porównanie rozrzutu wyników symulowanego i rzeczywistego pomiaru rezystancji 80 rezystorów 47 kΩ

eprasa.pl 6006d05056

Do wyznaczenia częstotliwości f0 w każdym pomiarze, dla górnego układu, definiujemy polecenia:

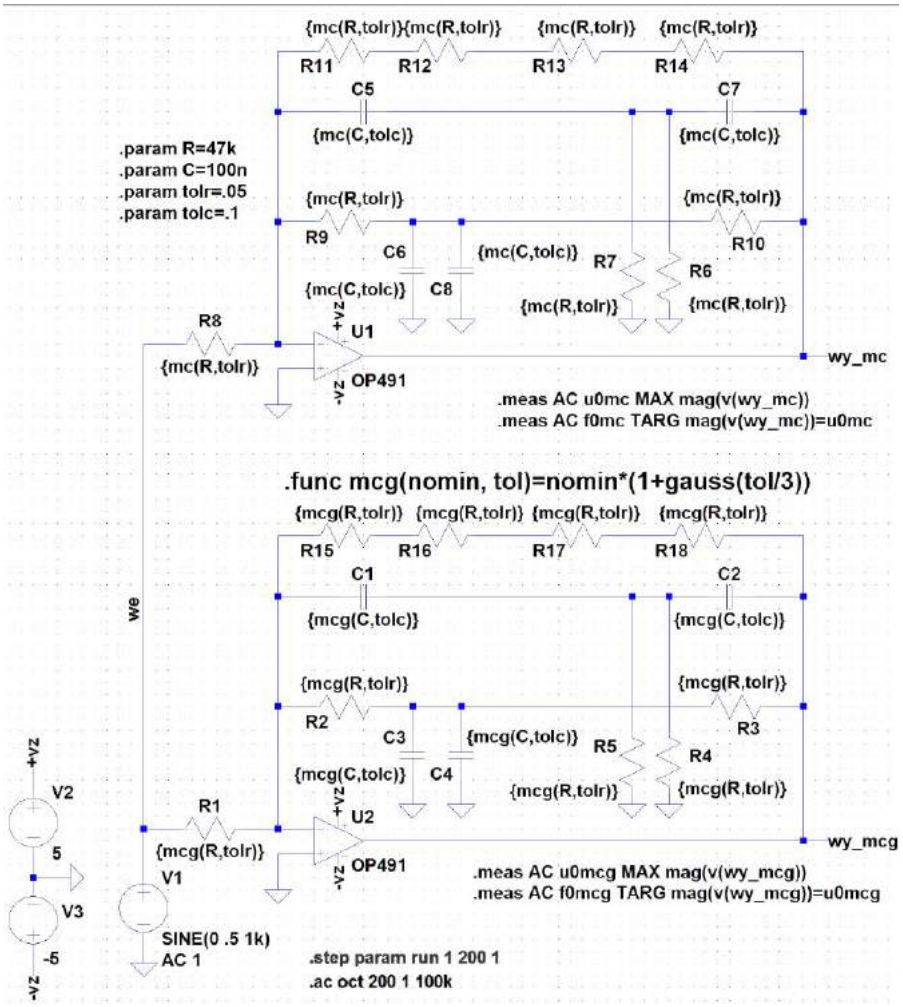
```
.meas AC u0mc MAX mag(v(wy_mc))
.meas AC f0mc TARG mag(v(wy_mc))=u0mc
```

W pierwszej linii znajdowane jest i zapisywane w zmiennej *u0mc* maksymalne napięcie wyjściowe w całym przebiegu analizy częstotliwościowej. W drugiej linii symulator zapisuje w zmiennej *f0mc* aktualną częstotliwość pomiarową i czyni to aż do momentu, w którym napięcie wyjściowe będzie mniejsze od *u0mc*. Oznacza to, że w zmiennej *f0mc* została zapisana częstotliwość napięcia maksymalnego i dalsza modyfikacja tej zmiennej jest już zablokowana (opcja TARG). Analogicznie postępujemy dla wzmacniacza dolnego:

```
.meas AC u0mcg MAX mag(v(wy_mcg))
.meas AC f0mcg TARG
mag(v(wy_mcg))=u0mcg
```

Wszystko gotowe, zatem do dzieła. Najpierw przeprowadzimy jeden pomiar, aby sprawdzić, jak wygląda ogólna charakterystyka częstotliwościowa (**rysunek 12**). Jak widać, potwierdza ona nasze założenia. Teraz możemy już wykonać pełną symulację składającą się z 200 przebiegów (`.step param run 1 200 1`). Zawężamy też zakres przemiatania częstotliwości do 10...100 Hz i przyjmujemy 200 pomiarów na oktawę. Uruchamiamy symulację `.AC oct 200 1 100`.

Na **rysunku 13** pokazano wyniki. Górny wykres to symulacja Monte Carlo, dolny to gauss. Krzywe są dość rozmyte, więc trudno jest osądzić, który zakres zmian jest większy. Aby sprawdzić te różnice ilościowo, otwieramy okno Viev → SPICE Error Log i odszukujemy dane dotyczące f0 dla obu metod (Measurement: f0mcg i Measurement: f0mc). Przenosimy je do Excela np. przez clipboard, a następnie znanymi metodami sporządzamy histogramy i określamy inne parametry, takie jak wartości minimalne, maksymalne, średnie f0 oraz zakres zmian f0 dla obu metod. Wyniki tej analizy są widoczne na **rysunku 14**. Na ich podstawie można wyciągnąć wniosek, że obie metody wykazały w tym przypadku duże podobieństwo. Średnia częstotliwość f0 dla metody Monte Carlo (mieszcząca się pomiędzy wartościami skrajnymi) jest równa 41,21 Hz, a pomiar z użyciem funkcji gauss dał wynik 41,26 Hz. Analogiczne rozrzuty tej częstotliwości są równe: 7,27 Hz i 4,71 Hz. Jak można się było spodziewać, uzyskiwane wartości w metodzie Monte Carlo są bardziej równomiernie rozrzucone w całym zakresie, w pomiarach z funkcją gauss są bardziej skupione wokół wartości średniej. Sprawdźmy teraz, jaka jest rzeczywistość.



Rysunek 11. Schemat wzmacniacza z mostkiem TT w pętli sprzężenia zwrotnego symulowanego metodą Monte Carlo i z zastosowaniem funkcji gauss

Rysunek 12. Pełna charakterystyka częstotliwościowa wzmacniacza rzeczywistego

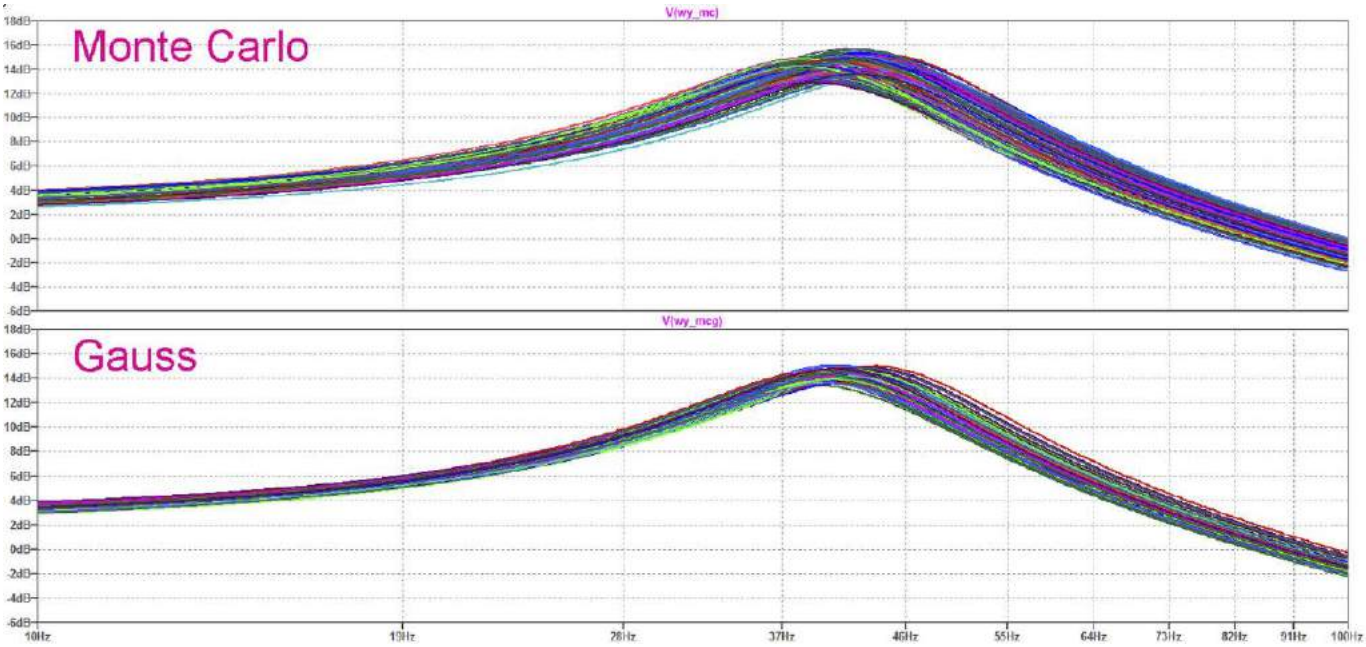
Pomiar wzmacniacza z mostkiem TT

Pomiar przebiega dokładnie tak, jak symulacja. Wykorzystujemy do tego narzędzie „Network Analyzer" w programie WaveForms. Wzmacniacz zasilamy napięciem +5 V i –5 V. Sygnał wejściowy podajemy z kanału W1 generatora arbitralnego i oglądamy go 1. kanałem oscyloskopowym. Kanał 2. dołączamy do wyjścia. Tradycyjnie już włączamy podgląd „Time" w analizatorze, aby mieć pewność, że wzmacniacz w czasie pomiaru nie został przesterowany. Napięcie wejściowe o amplitudzie 800 mV powinno być bezpieczne.

Wstępny pomiar potwierdził wyniki symulacji. Zawężamy więc zakres badanych częstotliwości do takiego, jaki był w symulacji, a więc 10...100 Hz. Za każdym razem będziemy wymieniać rezystory i kondensatory, czeka nas więc sporo pracy…

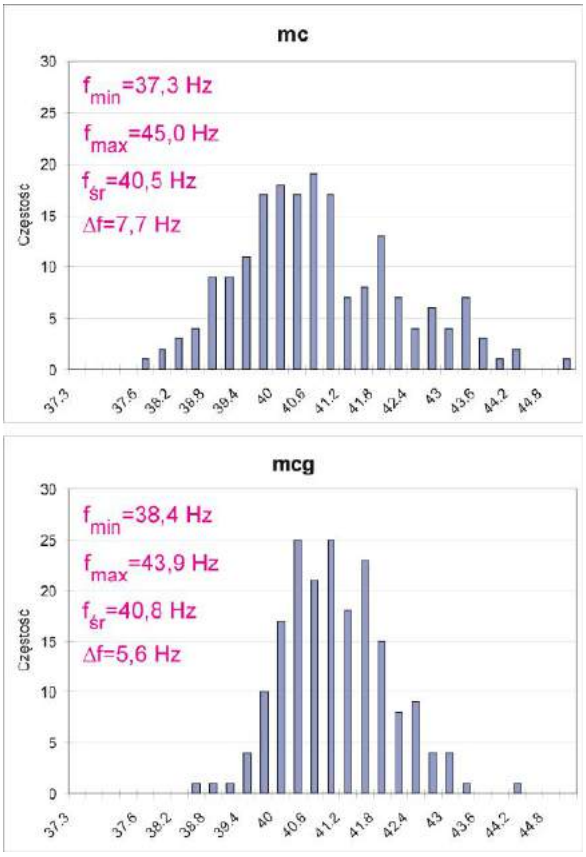
Rezystorów (i czasu) wystarczyło na zmierzenie 9 wzmacniaczy. To trochę mało ze statystycznego punktu widzenia. Czy mogą więc dziwić uzyskane wyniki (**rysunek 15**)? Okazało się, że rozrzut częstotliwości f0 zmieścił się w 2 krokach przemiatania częstotliwości w czasie pomiaru, a więc nie przekroczył 0,5 Hz (sic!). Różnice wzmocnienia dla częstotliwości f0 zmieściły się natomiast w 0,25 dB. W symulacji otrzymaliśmy ok. 7,27 Hz (4,71 Hz) i 2,81 dB (1,63 dB) dla metod odpowiednio *mc* i *mcg*.

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 13. Porównanie symulowanych charakterystyk częstotliwościowych wzmacniacza uzyskanych metodą Monte Carlo i z zastosowaniem funkcji gauss

Jakie stąd płyną wnioski? Niewątpliwie naszą próbę statystyczną trudno zaliczyć do wiarygodnej – była zdecydowanie za mała, ale przeprowadzenie większej liczby pomiarów ze względów organizacyjnych byłoby raczej trudne. Ale jest też inny wniosek. Pomiary rezystorów wykazały, że w rozpatrywanej serii produkcyjnej elementy miały zdecydowanie lepszą tolerancję niż gwarantowana fabrycznie. Kondensatory również pochodziły z jednej serii produkcyjnej. Być może to właśnie zadecydowało o niespodziewanie zgodnych parametrach mierzonych wzmacniaczy. Na tej podstawie nie należy jednak popadać w nadmierny optymizm, gdyż w innych okolicznościach całkiem możliwe byłoby uzyskanie innych wyników. Pretekstem do głębszego zastanowienia się byłby przypadek, w którym wyniki pomiarów przekroczyłyby przedziały z symulacji.



Rysunek 14. Histogramy rozrzutu częstotliwości symulowanego wzmacniacza uzyskane metodą Monte Carlo i z zastosowaniem funkcji gauss

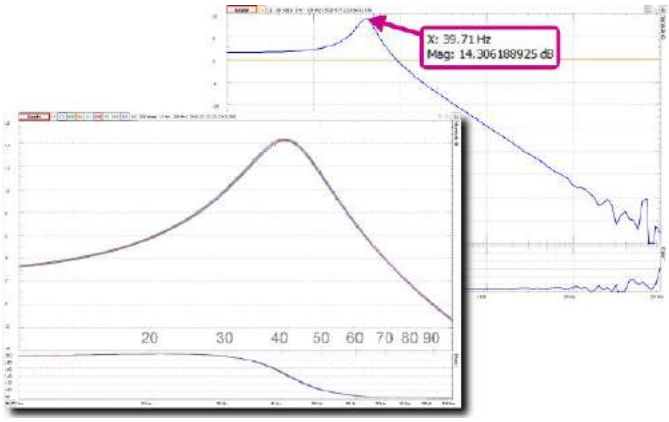
Worst Case

Po tych wszystkich przeprowadzonych eksperymentach człowiek rozsądnie myślący natychmiast zada sobie pytanie: po co wykonywać dziesiątki, a nawet setki przebiegów symulacji, aby określić skrajne wyniki, które i tak mogą się w symulacji nie zdarzyć, gdyż są generowane losowo? Przecież znając tolerancje elementów, wiemy, w jakich przedziałach mogą się zmieniać ich wartości. Wystarczy więc nie losować ich, a parametry graniczne wpisać na sztywno i dla nich przeprowadzić symulację. Dodatkową korzyścią będzie wówczas 100-procentowa pewność, że znajdą się one w analizie. Metoda Monte Carlo takiej gwarancji nie daje ze względu na losowanie parametrów. Wartość graniczna po prostu może nie być wylosowana.

Implementację metody Worst Case w programie LTspice zaproponowali Gabino Alonso i Joseph Spenser z Power by Linear Group. Do realizacji tej metody zdefiniujemy dodatkowe funkcje, podobnie jak to czyniliśmy w przypadku funkcji mcg. Pierwsza z nich – `wc`, mająca składnię:

```
.func wc(nom, tol, ind) if(run==0,nom,if(binary(ind),
nom*(1-tol),nom*(1+tol)))
```

oblicza parametr danego elementu z uwzględnieniem odchyłki wynikającej z podanej tolerancji. Funkcja `mcg` ma więc takie same



Rysunek 15. Powiększony wokół f0 fragment charakterystyki częstotliwościowej wzmacniacza rzeczywistego

eprasa.pl 6006d05056

argumenty jak `mc`, czyli wartość nominalną (nom) i tolerancję (tol). Ponadto wszystkie elementy, które mają być uwzględnione w obliczeniach najgorszego przypadku, muszą być zaindeksowane. Unikatowy dla każdego elementu indeks jest podawany jako trzeci argument funkcji. Indeksowanie jest przeprowadzone ręcznie, trzeba więc bardzo uważać, aby się nie pomylić. Indeksy nie mogą się powtórzyć i muszą to być kolejne liczby całkowite, począwszy od zera. Rozpisując je binarnie, otrzymujemy tablicę zawierającą zbiór informacji o tym, czy dla danego przebiegu symulacji, podawanego za pośrednictwem zmiennej `RUN`, ma być obliczana dla danego elementu wartość minimalna (np. dla zera), czy maksymalna (dla jedynki). Dla RUN=0 przyjmowana jest wartość nominalna. Algorytm można łatwiej zrozumieć, przyglądając się **tabeli 1**, sporządzonej dla 3 elementów. Przykładowo, dla przebiegu symulacji o numerze 6 element o indeksie 2 przyjmie wartość maksymalną (bo jest 1), element 1 przyjmie wartość minimalną (0), a element o indeksie 0 maksymalną (1). Funkcja `binary` ma zagnieżdżoną funkcję biblioteczną programu LTspice o nazwie `floor(x)`. Oblicza ona liczbę całkowitą, która jest równa lub mniejsza od argumentu. Wygląda to dość zawile, ale po bliższej analizie zapisów funkcji wszystko powinno być jasne.

Definicja funkcji `binary` jest następująca:

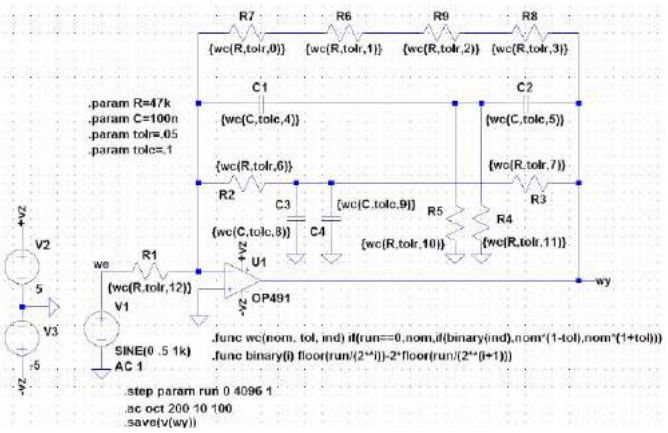
```
.func binary(i) floor(run/(2**i))-2*floor(run/(2**(i+1)))
```

To już w zasadzie wszystko, co należało powiedzieć o metodzie Worst Case. Zmodyfikowany schemat przygotowany do symulacji pokazano na **rysunku 16**. Liczba przebiegów nie jest w tym przypadku obojętna, i tu zaczynają się problemy. W naszym przykładzie jest 13 elementów, które powinny być uwzględniane w analizie. Konieczna liczba iteracji jest więc równa 2^{13}=8192+1 (+1 wynika z uwzględniania wartości nominalnych), czyli 8193. Aby maksymalnie przyspieszyć pracę symulatora, warto skorzystać z polecenia `.save(V(wy))`. Powoduje ono matrycowanie tylko wskazanego węzła, czyli wyjścia naszego wzmacniacza. Wadą takiego rozwiązanie jest to, że po zakończeniu obliczeń widzimy tylko sygnał ze wskazanego węzła.

Pora jest późna, zapuszczam symulację i idę spać... Rano wyniki są już gotowe (**rysunek 17**). Okazuje się, że średnia częstotliwość f0 jest równa 41,6 Hz, a różnica między minimalną a maksymalną częstotliwością f0 jest równa aż 12,9 Hz. To 1,68 razy więcej niż w metodzie Monte Carlo i aż 2,3 razy więcej niż w symulacji z funkcją *gauss*.

Tabela 1. Tablica zawierającą zbiór informacji o tym, czy dla danego przebiegu symulacji podawanego za pośrednictwem zmiennej RUN ma być obliczana dla danego elementu wartość minimalna (np. dla zera), czy maksymalna (dla jedynki)

Indeks / RUN	2	1	0
1	0	0	0
2	0	0	1
3	0	1	0
4	0	1	1
5	1	0	0
6	1	0	1
7	1	1	0
8	1	1	1
0	N	N	N

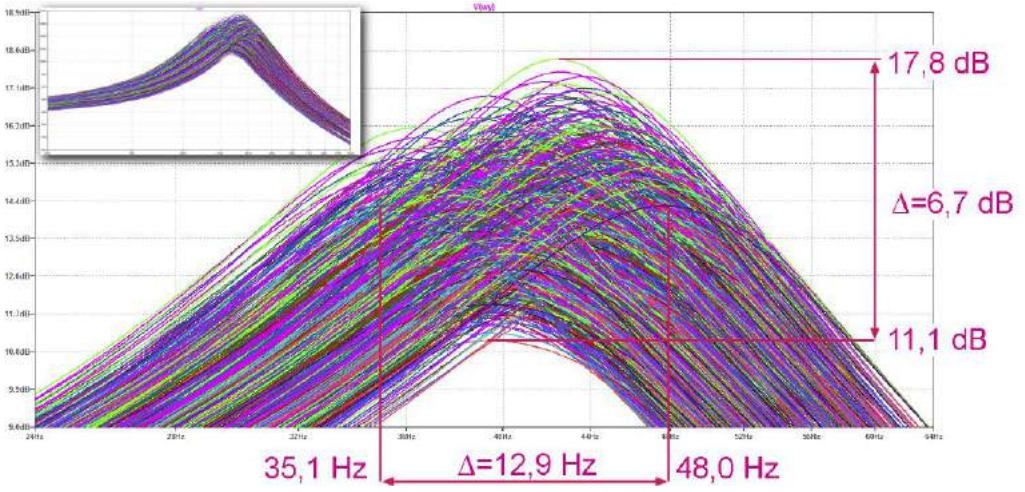


Rysunek 16. Schemat wzmacniacza z mostkiem TT w pętli sprzężenia zwrotnego symulowanego metodą Worst Case

Wnioski

Gdybyśmy budowali urządzenie decydujące np. o czyimś życiu, należałoby rozpatrywać najgorszy przypadek. Zauważmy, że metody losowe nawet nie zbliżyły się do najgorszego przypadku. W produkcji, szczególnie wielkoseryjnej, nie można wykluczyć, że użyte elementy spełnią takie kryteria. Prawdopodobieństwo takiego zdarzenia jest jednak niewielkie. Bardziej życiowo parametry urządzenia oddaje symulacja z funkcją *gauss*. Gdyby producent oparł się na tych wynikach i określił na ich podstawie parametry urządzenia w specyfikacji technicznej, musiałby się gęsto tłumaczyć z ewentualnych reklamacji zgłaszanych przez użytkowników w przypadku niespełnienia podawanych parametrów. Sytuacja trochę przypomina ubezpieczenia. Towarzystwa ubezpieczeniowe szacują na podstawie obserwacji statystycznych stawki ubezpieczeniowe i kwoty wypłat odszkodowań, zakładając, że określony procent poszkodowanych nie będzie dociekać swoich praw. A jeśli już trafi się jakiś bardzo uparty klient (mający rację, o czym dobrze wiedzą), to zgadzają się na stawiane warunki i nawet nie wysyłają swojego przedstawiciela na ewentualne rozprawy sądowe. To są prawa statystyki. Ich nadużywanie może jednak podważyć reputację firmy.

Jarosław Doliński, EP



Rysunek 17. Wykres przedstawiający rozrzut częstotliwości f0 wzmacniacza symulowanego metodą Worst Case

eprasa.pl 6006d05056

Transile czy szybkie klucze?

Ochrona czułych wejść analogowych przed przepięciami (1)

Świadomość, że wysokie napięcie uszkadza czułe układy analogowe, jest wśród elektroników niekwestionowana. Większość z nas zdaje sobie również sprawę z tego, że takie napięcia można łatwo wygenerować elektrostatycznie. Ochrona przed wyładowaniami statycznymi to niezwykle istotny aspekt projektowania układów elektronicznych, szczególnie jeśli mamy do czynienia z układami analogowymi, których wejścia czy wyjścia wystawione są na zewnątrz.

Stany nieustalone powodujące szpilki wysokiego napięcia, które oddziałują z analogowymi węzłami wejściowymi i wyjściowymi systemu, mogą uszkodzić układy scalone w urządzeniu, jeśli nie są odpowiednio chronione. Analogowe styki wejściowe i wyjściowe współczesnych układów scalonych są zazwyczaj zabezpieczone przed wyładowaniami elektrostatycznymi (ESD). Do opisu tych przepięć stosuje się model ludzkiego ciała (HBM), model maszyny (MM) i model naładowanego urządzenia (CDM). Są to standardy działające na poziomie układu scalonego, stosowane do mierzenia jego zdolności do wytrzymywania zdarzeń ESD. Testy te są zaprojektowane tak, aby dany element mógł wytrzymać proces produkcji i montażu PCB, co zwykle odbywa się w kontrolowanym środowisku.

Systemy działające w trudnych warunkach elektromagnetycznych są zazwyczaj odporne na krótkotrwałe wyładowania wysokonapięciowe na węzłach wejściowych lub wyjściowych, ale przy przechodzeniu od standardów na poziomie układów scalonych do standardów na poziomie całego systemu, dotyczących odporności na przepięcia, istnieją znaczne różnice w przekazywanych poziomach energii do układu scalonego. Dlatego też układy scalone, które bezpośrednio łączą się z węzłami wejściowymi i wyjściowymi systemu, muszą być dodatkowo chronione, aby mogły wytrzymać stany wysokiego napięcia, jakie specyfikuje się na poziomie systemu. Jeśli ochrona ta nie zostanie uwzględniona na wczesnym etapie projektowania urządzenia, to późne poprawki i jej dodawanie na ostatnią chwilę prowadzić będą do opóźnienia w produkcji i zwiększenia kosztów urządzenia.

W poniższym artykule przyjrzymy się różnym specyfikacjom i normom, stosowanym do opisu poziomów ochrony przeciwprzepięciowej. W kolejnej części opiszemy sposoby, jakimi można zapewnić ochronę w systemach elektronicznych.

Czym jest przepięcie?

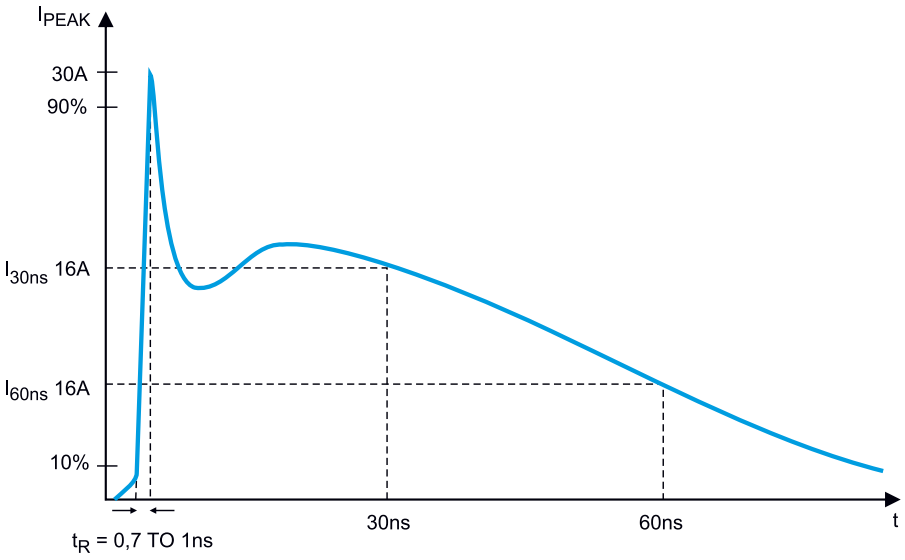
Przepięcie to wzrost napięcia w systemie elektronicznym powyżej górnej granicy projektowej (lub poniżej dolnej granicy projektowej). Wykroczenie poza znamionowe granice napięcia może prowadzić do uszkodzenia danego urządzenia. Wyróżnia się dwa rodzaje przepięć – przejściowe, czyli mówiąc potocznie szpilkę napięcia o skończonym (zazwyczaj bardzo krótkim) czasie trwania oraz długotrwałe. W elektronice najczęściej do czynienia mamy z przepięciami przejściowymi, wywoływanymi czynnikami zewnętrznymi, takimi jak impulsy elektromagnetyczne, wyładowania elektrostatyczne, zakłócenia radiowe, itp.

Aby scharakteryzować, czym dokładnie jest tego rodzaju zdarzenie, należy sięgnąć do stosownych norm. Przepięcia opisują normy PN-EN IEC 61000 (w częściach 4-2, 4-4 oraz 4-5) oraz ISO 7637 (w części 2) i ISO 16750 (w części 2), z czego te dwie ostatnie to normy motoryzacyjne. W ogólności normy te opisują odporność elektryczną i zgodność elektromagnetyczną urządzeń elektronicznych.

IEC61000

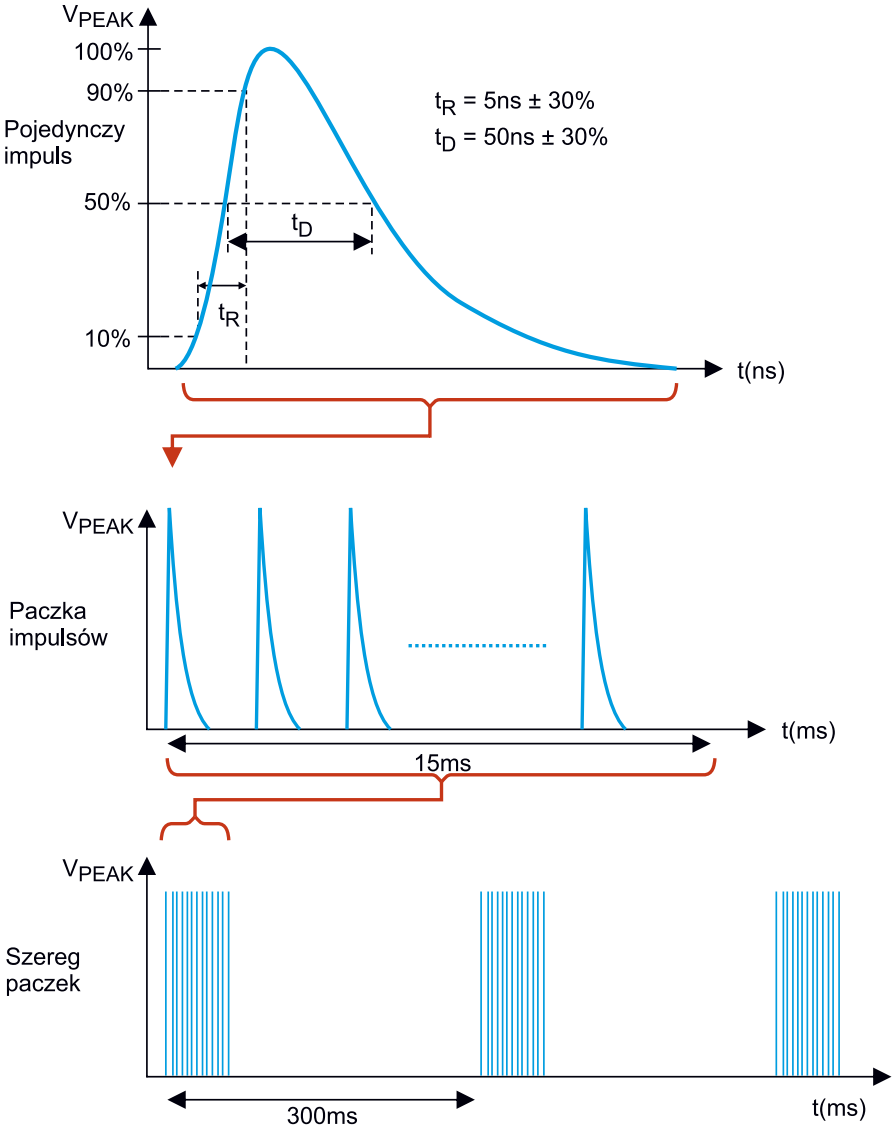
Norma IEC 61000 (i jej polska implementacja PN-EN IEC 61000) opisuje odporność urządzeń elektrycznych na zakłócenia elektromagnetyczne na poziomie całego systemu. Trzy sekcje tej normy, dotyczące stanów nieustalonych wysokiego napięcia, to IEC 61000-4-2, IEC 61000-4-4 i IEC 61000-4-5. Opisują one systemowe standardy testów dla, odpowiednio, wyładowań elektrostatycznych (ESD), szybkich stanów nieustalonych (EFT) i udarów. Normy te definiują kształty przebiegów testowych, metodykę badań i poziomy wartości poszczególnych testów, potrzebne do oceny odporności badanego sprzętu elektrycznego i elektronicznego.

Głównym celem testu opisanego w normie IEC 61000-4-2 jest badanie odporności systemów na zdarzenia ESD, zachodzące poza systemem podczas jego działania. Test ten pozwala sprawdzić jak zachowa się urządzenie, gdy np. jego wejście lub wyjście zostanie dotknięte



Rysunek 1. Znormalizowana krzywa wyładowania ESD z zaznaczonymi kluczowymi punktami

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 2. Znormalizowane wyładowanie EFT, wykorzystywane do testów odporności

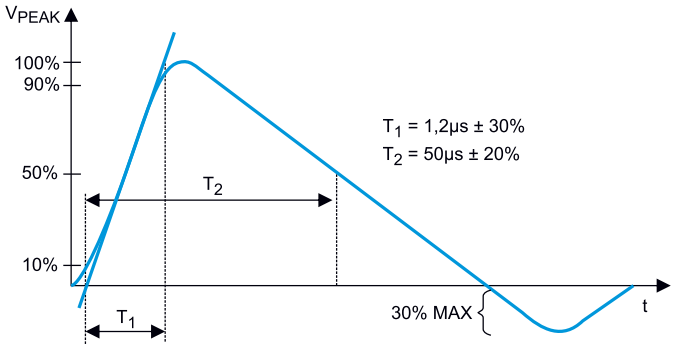
przez naładowanego człowieka. Norma ta specyfikuje krzywą wyładowania, jaka używana jest do znormalizowanego testowania systemów. Pokazano ją na **rysunku 1**. Norma IEC 61000-4-2 określa testowanie przy użyciu dwóch metod sprzęgania: rozładowania stykowego i rozładowania szczeliny powietrznej.

Z kolei testowanie EFT opisane jest w IEC 61000-4-4. Sygnał testowy tego badania obejmuje sprzężenie szeregu bardzo szybkich impulsów przejściowych z liniami sygnałowymi w celu symulacji przejściowych zaburzeń, związanych z zewnętrznymi obwodami przełączającymi, które są pojemnościowo sprzężone z liniami sygnałowymi. Testy te odzwierciedlają sygnały pochodzące od impulsów indukowanych przez styki przełączające lub stany nieustalone generowane przez przełączanie obciążeń indukcyjnych lub pojemnościowych, które są powszechne w środowiskach przemysłowych. Znormalizowane wyładowanie EFT pokazano na **rysunku 2** na samej górze. Pośrodku pokazano szereg impulsów, formujących paczki, a na samym dole szeregi oddalonych od siebie paczek impulsów.

Udary napięciowe, opisane w IEC 610000-4-5 powodowane są przepięciami wynikającymi z przełączania lub błyskawicznych stanów przejściowych. Mogą one wynikać z przełączania systemu elektroenergetycznego, zmian obciążenia w systemach dystrybucji energii lub różnych usterek systemu, takich jak zwarcia czy zapalenie łuku w systemie uziemienia instalacji. Udar napięciowy może być także związany z uderzeniem pioruna. Norma IEC 610000-4-5 specyfikuje przebieg, wykorzystywany do testowania odporności urządzeń. Znormalizowana krzywa udaru napięciowego pokazana jest na **rysunku 3**.

ISO7637

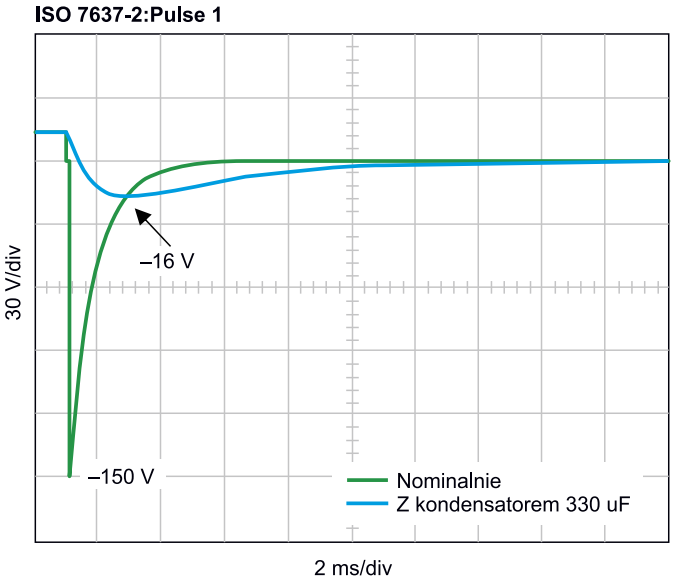
W najnowszej iteracji specyfikacja ISO 7637-2 koncentruje się na krótkotrwałych (od 150 ns do 2 ms) stanach przejściowych o wysokim napięciu (>100 V), pochodzących ze źródeł o stosunkowo wysokiej impedancji (od 2 do 50 Ω). Te skoki napięcia często można złagodzić za pomocą elementów pasywnych. **Rysunek 4** pokazuje jeden ze zdefiniowanych w normie ISO 7637-2 impulsów przepięcia (linia zielona) i analogiczny przebieg po dodaniu kondensatora filtrującego 330 μF (linia niebieska). Jest to najsilniejszy, definiowany w tej normie impuls, pozostałe mogą być efektywnie tłumione nawet mniejszą pojemnością.



Rysunek 3. Znormalizowana krzywa udaru napięciowego

ISO 16750-2

Druga z motoryzacyjnych norm koncentruje się natomiast na impulsach o dłuższym czasie trwania i pochodzących ze źródeł o znacznie niższej



Rysunek 4. Impuls przepięcia zgodny z normą ISO7637-2 (linia zielona) i ten sam impuls przefiltrowany kondensatorem 330 μF (linia niebieska)

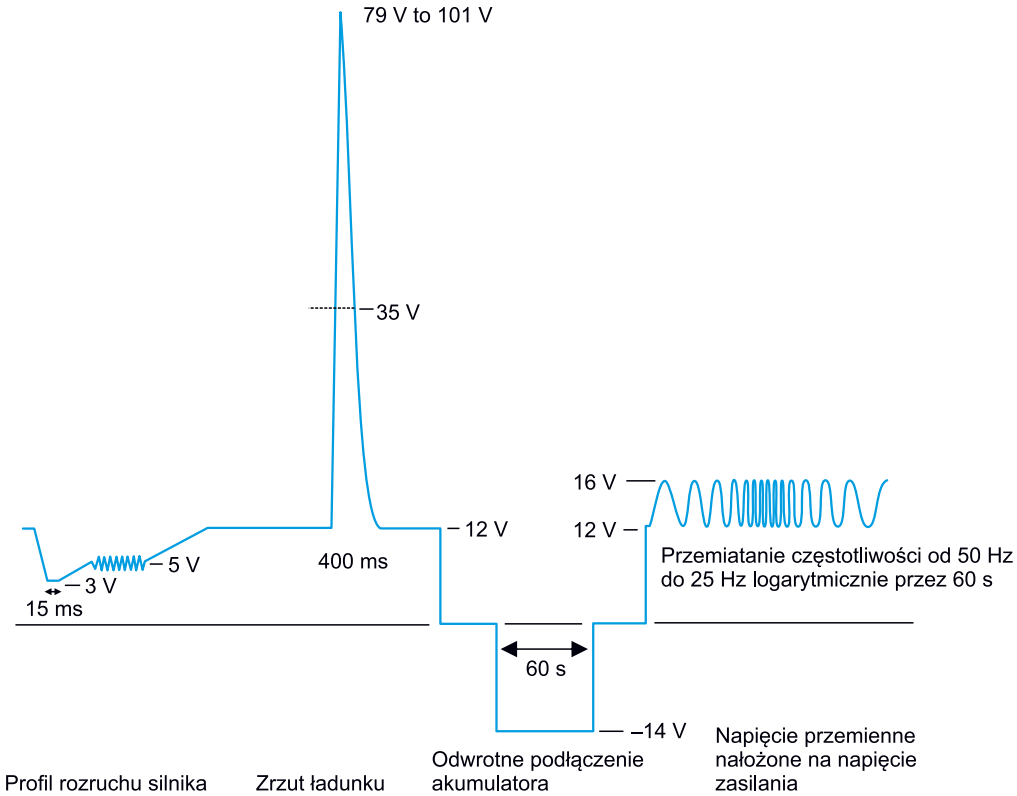
eprasa.pl 6006d05056

impedancji. Te impulsy nie mogą być tak łatwo odfiltrowane za pomocą samych pojemności.

Na testy zgodności z ISO16750-2 składają się m.in. z profilu rozruchowego silnika (test 4.6.3), zrzutu ładunku (test 4.6.4), odwrotnego podłączenia akumulatora (test 4.7) oraz testu napięcia przemiennego nałożonego na napięcie zasilania (test 4.4). **Rysunek 5** pokazuje przebieg wymienionych impulsów testowych. Różnorodność warunków opisanych w ISO 16750-2, a także wymagania dotyczące napięcia i prądu w komputerze pokładowym samochodu często wymagają kombinacji różnych podejść, aby spełnić wszystkie wymagania i zagwarantować bezawaryjną pracę systemów pokładowych.

Nikodem Czechowski, EP

Źródła:
https://bit.ly/39BmD7d
https://bit.ly/39zIfAU
https://bit.ly/32Z7QSK
https://bit.ly/3g7v0de

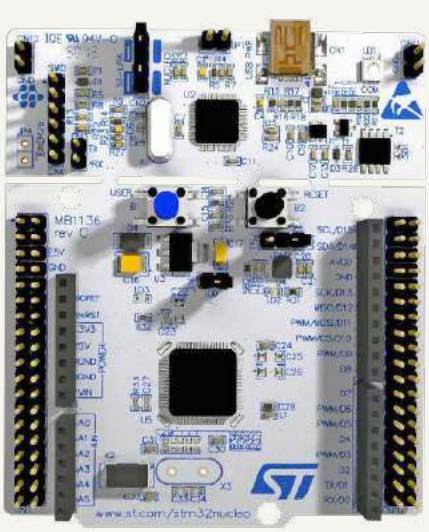


Rysunek 5. Różne przebiegi testowe, definiowane w normie ISO16750-2 (od lewej): profil rozruchu silnika, zrzut ładunku, odwrotne podłączenie akumulatora i napięcie przemienne nałożone na napięcie zasilania

KAP

Dzięki uprzejmości firmy Kamami, mamy dla czytelników EP zestaw startowy z serii STM32 Nucleo wyposażony w mikrokontroler STM32F446RET6. Seria STM32 Nucleo jest niedrogą i uniwersalną linią zestawów startowych dla hobbystów. Płytka ma złącza rozszerzeń kompatybilne z Arduino oraz z ST Morpho. Na wyposażeniu jest programator ST-Link v.2.1.

Wybrane parametry modułu:
- mikrokontroler STM32F446RET6
- złącza rozszerzeń:
  - zgodne z Arduino Uno R3,
  - STMicroelectronics Morpho,
  - wbudowany programator/debuger ST-Link v.2.1,
  - zasilanie: USB lub zasilacz (3,3 V, 5 V, 7...12 V),
  - współpraca z wieloma środowiskami, m.in.: IAR, Keil, środowiska z kompilatorem GCC.



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 może stać się każdy, kto zgłosi chęć przetestowania próbki. Wykaz i krótki opis próbek, którymi dysponuje redakcja EP, można znaleźć na stronie ***http://ep.com.pl/nowosci/kap***. Wystarczy wybrać próbkę i zaplanować jej zastosowanie. Następnie należy wysłać wiadomość poprzez formularz kontaktowy, dostępny również na wspomnianej stronie, z prośbą o przesłanie bezpłatnej próbki, opisując swój pomysł oraz podając dane do wysyłki.

Mile widziane, choć nieobowiązkowe, jest też przysłanie do redakcji EP opisu wykonanej aplikacji próbek. Najciekawsze opisy opublikujemy na naszej stronie ***http://ep.com.pl*** lub na łamach „Elektroniki Praktycznej".

Z uwagi na ograniczoną liczbę dostępnych próbek i niemałe zainteresowanie nimi, warto opisać swój pomysł na projekt na naszym forum internetowym, w dziale poświęconym Klubowi Aplikantów Próbek ***http://bit.ly/2qeN28e***. Ponadto, by dodatkowo zwiększyć swoje szanse należy polubić fanpage Elektroniki Praktycznej na Facebooku (***http://bit.ly/2WygFO9***) oraz udostępnić post, w którym opisujemy rozdawane próbki.

eprasa.pl 6006d05056

Preparaty do czyszczenia elektroniki

Urządzenia i komponenty elektroniczne, dla uzyskania najlepszych parametrów, wysokiej jakości i niezawodności, wymagają stosowania odpowiednich preparatów czyszczących. Jest to kluczowe na etapie produkcji i montażu, poprawia funkcjonowanie i niezawodność w okresie użytkowania wyrobu i jest niezbędne do czynności serwisowych. Wachlarz produktów jest naprawdę szeroki, dlatego wybraliśmy te najbardziej przydatne w pracowni konstrukcyjnej.

Preparaty do czyszczenia elektroniki to bardzo szeroka kategoria produktów. Wliczamy do niej środki do mycia PCB, preparaty usuwania warstw utlenionych, skorodowanych czy tłustych, preparaty do czyszczenia i konserwacji styków, środki do czyszczenia optyki, elementów precyzyjnych oraz preparaty do czyszczenia obudów i ekranów. Zaczniemy od początku, czyli od środków stosowanych na etapie produkcji i montażu.

Na bazie izopropanolu

Bardzo powszechną grupą środków do mycia płytek PCB po montażu są środki bazujące na alkoholu izopropylowym. Są one bardzo wydajne, szybko usuwają topniki i dobrze je rozpuszczają oraz absorbują zanieczyszczenia. Ponadto izopropanol szybko odparowuje, nie jest agresywny wobec materiałów powszechnie stosowanych i jest

Fotografia 1. Izopropanol w postaci sprayu

eprasa.pl 6006d05056

stosunkowo tani. Jego zasadniczą wadą, podobnie jak większości alkoholi, jest łatwopalność. W związku z tym ogranicza dopuszczalną temperaturę pracy do poziomu 40...70°C oraz wymaga stosowania różnych zabiegów przeciwdziałających zjawiskom ESD.

Fotografia 2. Preparat na bazie izopropanolu przeznaczony do mycia PCB

Fotografia 3. Wodny preparat do mycia PCB

Izopropanol dostępny jest w pojemnikach o różnej pojemności, ale bardzo praktycznym rozwiązaniem jest pojemnik w postaci sprayu (**fotografia 1**), który umożliwia łatwe dozowanie środka, a dostępne są także wersje wyposażone w pędzelek. Może mieć wiele różnych zastosowań, oprócz mycia płytek po montażu, stosowany jest np. jako zmywacz do substancji tłustych i smarów lub do usuwania wodoodpornych tuszy. Dostępny jest też w wersji o wysokiej czystości, przeznaczonej do czyszczenia optyki. Preparaty na bazie izopropanolu przeznaczone specjalnie do mycia PCB są wzbogacone o substancje, które przeciwdziałają powstawaniu osadu na powierzchni płytki, w trakcie odparowywania środka. Można je rozpoznać po odpowiedniej nazwie lub po zabarwieniu, zwykle lekko różowym (**fotografia 2**). Nadają się do mycia ręcznego oraz w myjkach ultradźwiękowych.

Preparaty wodne

Drugą grupą środków do mycia płytek PCB są środki wodne (**fotografia 3**). Są niepalne, łatwe do przechowywania i stosowania, a jednocześnie skutecznie usuwają topnik. Cechują się dość delikatnym działaniem, gdyż zawierają środki powierzchniowo czynne, reagujące tylko z niektórymi substancjami. W przeciwieństwie do środków agresywnych, cechują się dobrą filtracją, co zmniejsza koszty użycia. Wadą wodnych środków myjących jest konieczność długiego osuszania PCB w wysokiej temperaturze po procesie mycia, ponieważ szybko penetrują materiały używane w montażu SMD. Dostępne są wersje przeznaczone specjalnie do myjek ultradźwiękowych (**fotografia 4**).

Fotografia 4. Wodny preparat do mycia PCB przeznaczony do stosowania w myjkach ultradźwiękowych

Sprężone powietrze

Pojemniki ze sprężonym powietrzem (**fotografia 5**) umożliwiają uzyskanie intensywnego i skoncentrowanego nadmuchu do trudno dostępnych miejsc. Pozwala to na szybkie i skuteczne osuszenie np. po myciu po montażu. Doskonale nadaje się do usuwania kurzu z różnych elementów, nawet najbardziej niedostępnych, oraz takich, gdzie nie można zastosować czyszczenia na mokro i wymagane jest całkowite odpylenie. Jest to rozwiązanie absolutnie czyste, nie

REKLAMA

CHEMIA DLA ELEKTRONIKI

SEMICON®

- Lakiery do zabezpieczenia PCB
- Kleje i pasty termoprzewodzące
- Środki do mycia PCB i szablonów SMT
- Maskujące zalewy lateksowe
- Żywice poliuretanowe oraz epoksydowe do zalewania układów elektronicznych
- Zalewy silikonowe do elektroniki
- Kleje cienkowarstwowe i silikonowe uszczelniacze
- Pasty i smary
- Preparaty czyszczące, smarujące, zabezpieczające
- Powłoki przewodzące
- Sprężone powietrze

Innowacyjne produkty
Innowacyjne technologie

Semicon Sp. z o.o.
ul. Zwoleńska 43/43a, 04–761 Warszawa | 22 615–73–71
www.semicon.com.pl | zamowienia@semicon.com.pl

Fotografia 5. Sprężone powietrze w wersji standardowej oraz niepalnej

Fotografia 6. Preparat do czyszczenia potencjometrów

Fotografia 7. Preparat do czyszczenia styków

Fotografia 8. Preparat do konserwacji i zabezpieczania styków

Fotografia 9. Pianka do czyszczenia plastiku i innych tworzyw sztucznych

Fotografia 10. Środek do usuwania etykiet samoprzylepnych

Fotografia 11. Preparat do czyszczenia ekranów wyświetlaczy

pozostawia żadnych śladów, doskonale sprawdza się w czyszczeniu optyki czytników płyt CD/DVD/Blu-Ray lub aparatów fotograficznych i kamer.

Sprężone powietrze dostępne jest w dwóch wariantach: standardowe (palne) oraz niepalne. Warto o tym pamiętać, ponieważ iskrzenie w obwodzie lub np. otwarty płomień lutownicy gazowej mogą doprowadzić do niebezpiecznej sytuacji.

Czyszczenie i konserwacja styków

Szeroką kategorią produktów chemicznych stosowanych w elektronice są preparaty do czyszczenia i konserwacji styków. Możemy wyróżnić dwie grupy. Pierwszą z nich są preparaty czyszczące, będące mieszaniną rozpuszczalników i innych średnio aktywnych substancji. Usuwają smary, oleje i silikon, rozpuszczają warstwy tlenków, siarczków i innych, trudnych do usunięcia zabrudzeń. Polecanymi preparatami tego typu są np. CLEANSER PR – profesjonalny spray do czyszczenia, smarowania i ochrony przed korozją styków i pól ślizgowych potencjometrów (**fotografia 6**); KONTAKT 60 – czyszczący spray, rozpuszczający tlenki. Jest szczególnie polecany do regeneracji skorodowanych, zużytych i zabrudzonych styków (**fotografia 7**). Po jego użyciu przywracana jest niska rezystancja styku gwarantująca mały spadek napięcia.

Drugą grupą są preparaty o działaniu smarująco-konserwującym, przeznaczone do ochrony przed wilgocią i korozją styków i elementów elektromechanicznych. Powodują powstanie cienkiej warstwy smarującej zabezpieczającej przed szybkim zużyciem styków elektrycznych nowych lub po regeneracji, zapewniając ich długotrwałą i bezawaryjną pracę. Polecanym preparatem tego typu jest KONTAKT S61, który ma własności antykorozyjne i smarujące (**fotografia 8**).

Czyszczenie tworzyw sztucznych

Pracujące urządzenia elektryczne ulegają zabrudzeniom na skutek ich normalnej obsługi, ale także dlatego, że poprzez zjawiska elektrostatyczne przyciągają kurz i drobiny innych zanieczyszczeń, jak dym papierosowy czy toner. Płaskie powierzchnie obudów są stosunkowo łatwe do czyszczenia, ale też są rzadko spotykane. Najczęściej obudowa urządzenia na nieregularny kształt z wieloma zagłębieniami, szczelinami i kratkami wentylacyjnymi. Do tego powierzchnia nie jest idealnie gładka, a raczej porowata.

Aby zaoszczędzić dużo czasu i wysiłku, warto stosować preparaty przeznaczone do czyszczenia takich komponentów. Doskonałym rozwiązaniem jest pianka do plastiku (**fotografia 9**), która dzięki swej konsystencji delikatnie wnika w szczeliny i nie zacieka do wnętrza obudowy i urządzenia. Rozpuszcza silne zabrudzenia, odciski palców, kurz, smugi czy osady z nikotyny, a po wytarciu pozostawia powłokę antystatyczną.

Casami zdarza się, że na obudowie urządzenia znajduje się etykieta samoprzylepna. Niekiedy trudno jest taką nalepkę usunąć tak, by nie porysować powierzchni obudowy. Ponadto miejsce, w którym się znajdowała, jest szczególnie podatne na zabrudzenia z powodu nieusuniętych resztek kleju. W takiej sytuacji niezbędny jest preparat LABEL KILLER (**fotografia 10**), który znakomicie usuwa wszystkiego rodzaju etykiety samoprzylepne. Substancje zawarte w produkcie działają na klej eliminując, jego przyczepność. Nie oddziałuje z większością materiałów czyszczonych powierzchni. Dodatkowo preparat łatwo usuwa naturalne tłuszcze, żywicę czy odciski palców.

Szczególnym rodzajem powierzchni z tworzywa sztucznego jest ekran monitora LCD/TFT. Na powierzchni ekranu widoczne są najmniejsze smugi i odciski palców, a czyszczenie w niewłaściwy sposób pozostawia drobinki kurzu np. ze ściereczki, a w najgorszym przypadku może nawet doprowadzić do porysowania delikatnej powierzchni. Spośród profesjonalnych preparatów warto używać SCREEN TFT (**fotografia 11**), który jest antystatycznym preparatem czyszczącym w sprayu, spełniającym wymagania użytkowników monitorów komputerowych i ekranów telewizyjnych. Pianka SCREEN TFT znakomicie usuwa kurz, tłuszcz, osady z nikotyny czy ślady palców i nie powoduje żadnych zadrapań ani smug. Dzięki właściwościom antystatycznym pozwala na długo zachować czysty ekran. Bardzo skutecznie czyści: szkło, metale, emalię, lakier. Nie zawiera rozpuszczalników i nadaje się do czyszczenia PCV, ABS, żywicy poliamidowej, szkła akrylowego i poliwęglanu. Polecany jest do wyświetlaczy TFT i LCD w: monitorach komputerowych, laptopach, telefonach komórkowych, kamerach, ekranów dotykowych, płyt CD i DVD, skanerów, kopiarek.

Podsumowanie

Omówione preparaty to tylko niewielka część bogatej oferty rynkowej. Dostępnych jest wiele specjalizowanych środków jak, np. cała seria CLENSER INK do czyszczenia i udrażniania głowic drukarek atramentowych czy preparaty przeznaczone do czyszczenia głowic magnetycznych. W poszukiwaniu odpowiedniego środka warto zajrzeć do oferty takich firm, jak Micro Chip Elektronic czy Semicon.

Damian Sosnowski, EP

eprasa.pl 6006d05056

Taśmy i materiały dla elektroniki marki 3M

3M to amerykański koncern produkujący i sprzedający szerokie portfolio materiałów i półproduktów polecanych dla rynku elektronicznego. Firma ta założona została w 1902 roku jako Minnesota Mining and Manufacturing Company. Początkowo zajmowała się górnictwem, jednakże z uwagi na niepowodzenia na tym rynku 3M zmienił dziedzinę i rozpoczął produkcję materiałów ściernych, głównie na podkładzie papierowym i tekstylnym. To okazało się strzałem w dziesiątkę.

Obecnie firma 3M dostarcza ponad 60 tysięcy różnorakich produktów, w tym materiały do produkcji systemów elektronicznych. Prezentujemy wybór najciekawszych pozycji z bogatego portfolio taśm oraz materiałów przeznaczonych do budowy systemów elektronicznych.

Materiały do systemów chłodzących

Usuwanie ciepła z elementów elektronicznych (układów scalonych, tranzystorów mocy, itp.) jest zagadnieniem złożonym i bardzo szerokim. Współcześnie – w dobie miniaturyzacji sprzętu elektronicznego – jest to coraz większy problem. Typowo ciepło usuwa się z wykorzystaniem radiatorów, które oddają ciepło elementu do otoczenia. Dużym problemem jest jednak zapewnienie dobrego styku pomiędzy chłodzonym elementem a radiatorem. Firma 3M posiada w swojej ofercie szereg produktów, które pomagają w zapewnieniu dobrego interfejsu termicznego, a dodatkowo mogą służyć za elementy montażu mechanicznego:

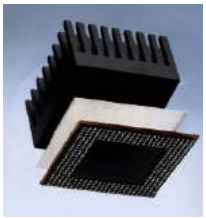
- **Kleje przewodzące termicznie 3M**: Bezzapachowe kleje zapewniające dobrą przyczepność nawet na małych powierzchniach, a jednocześnie gwarantujące niską impedancję cieplną. Są to dwuskładnikowe kleje epoksydowe z wypełniaczem aluminiowym lub z azotku boru. Charakteryzują się przewodnością cieplną do 1,4 W/(m*K) i wytrzymałością dielektryczną do 3 kV/mm. Kleje termoprzewodzące 3M dostarczane są w wygodnym aplikatorze dwukomorowym, zapewniającym jednolite i proporcjonalne mieszanie kleju.

Rysunek 1. Klej termoprzewodzący w aplikatorze dwukomorowym

- **Podkładki przewodzące termicznie 3M**: Miękkie, dostosowujące się do kształtu powierzchni podkładki do interfejsów termicznych o dużej przewodności cieplnej (nawet do 4,1 W/(m*K)) i wytrzymałości dielektrycznej (do 23 kV/mm). Nadają się do kompensacji szczelin i dlatego zapewniają dobry kontakt z nierównymi powierzchniami. Dzięki niewielkiej przyczepności do powierzchni umożliwiają łatwy demontaż komponentów. Dobrze nadają się do zastosowań, które wymagają bardzo wysokiej przewodności cieplnej. Dodatkowo, dzięki swojej elastyczności tłumią drgania i redukują naprężenia mechaniczne komponentów. Dostępne są w szerokiej gamie grubości od 0,2 mm do 2 mm.

Rysunek 2. Termoprzewodząca podkładka silikonowa w rolce

- **Przewodzące ciepło błony klejowe 3M**: Gama cienkich (od 125 μm do 500 μm), wyjątkowo plastycznych błon klejowych do interfejsów termicznych, cechujących się wysoką adhezją do wielu materiałów oraz dobrą przewodnością cieplną. Błony klejowe 3M osiągają przewodność cieplną do 1,5 W/(m*K) i wytrzymałość dielektryczną do 26 kV/mm.
- **Rozpraszacze ciepła**: Opracowane specjalnie do selektywnego usuwania wytworzonego ciepła. Zapewniają doskonałe rozpraszanie ciepła w płaszczyźnie horyzontalnej i szczególnie dobrze nadają się do usuwania punktowo wytworzonego ciepła. Zapobiegają one powstawaniu „punktów cieplnych" w układzie i charakteryzują się bardzo wysoką przewodnością cieplną, powyżej 270 W/(m*K). Produkowane są z miedzi, powlekanej ochronnymi warstwami dielektrycznymi, zapewniającymi wytrzymałość dielektryczną nawet do 3,6 kV/mm. Dostępne w ofercie 3M rozpraszacze ciepła mają grubość od 100 μm do 150 μm.



Rysunek 3. Typowe zastosowanie podkładki termoprzewodzącej pomiędzy radiatorem a układem scalonym

Rysunek 4. Rodzina termoprzewodzących błon klejowych

Błony klejowe

Oprócz termoprzewodzących błon klejowych firma 3M oferuje szerokie portfolio błon do montażu mechanicznego, opartych na akrylowym kleju 200MP. Charakteryzują się one łatwością w przetwarzaniu w typowych procesach laminacyjnych i łatwością nanoszenia. Warstwa zabezpieczająca klej

Rysunek 5. Błony klejowe na rolkach o różnej szerokości

eprasa.pl 6006d05056

przystosowana jest do procesów wycinania kształtek, co ułatwia przygotowywanie detali do dalszego montażu. Błony klejowe firmy 3M znajdują zastosowanie wszędzie tam, gdzie przyklejane elementy narażone są na trudne warunki pracy, w tym narażenie na działanie rozpuszczalników czy wysokie temperatury (wytrzymałość krótkotrwała do 200°C).

Rysunek 6. Błona klejowa w ploterze tnącym podczas wycinania elementów samoprzylepnych (konwertingu) do dalszego zastosowania

Błony klejowe 3M polecane są między innymi do produkcji samoprzylepnych płyt czołowych do paneli kontrolnych urządzeń, montażu elementów dekoracyjnych i wszelkiego rodzaju emblematów, a także do produkcji klawiatur membranowych.

Samoprzylepne nakładki ochronne

Samoprzylepne elastyczne podkładki ochronne 3M Bumpon umożliwiają cyrkulację powietrza między komponentami elektronicznymi lub modułami, oddzielając je od siebie mechanicznie dielektrycznymi, elastycznymi przekładkami, przyklejanymi na płytkach drukowanych. Dzięki temu przyczyniają się do rozpraszania punktowo występującego ciepła i lepszej wentylacji obudowy.

Rysunek 7. Samoprzylepne nakładki 3M Bumpon

Tego rodzaju samoprzylepne elementy firmy 3M nie tylko poprawiają wentylację płytek drukowanych w obudowie, ale także zabezpieczają je przed uszkodzeniami mechanicznymi. Elementy z rodziny produktów Bumpon stosować można także jako zabezpieczenia elementów ruchomych, klap, itp.

Taśmy dwustronnie klejące

W ofercie taśm 3M dwustronnie klejących można znaleźć wiele dedykowanych lub po prostu nadających się m.in. do budowy systemów elektronicznych, instalacji elektrotechnicznych. Na szczególną uwagę zasługują tutaj taśmy piankowe oraz supercienkie taśmy klejące do połączeń trwałych.

Taśmy piankowe stosuje się do sklejania materiałów fakturowanych, chropowatych itp. Dwustronnie klejące taśmy piankowe 3M wypełniają nierówności powierzchni i rozkładają naprężenia równomiernie na całej powierzchni połączenia. W wielu przypadkach taśma, oprócz łączenia elementów, pełni także funkcję uszczelnienia. W zależności od wymagań w katalogu 3M znaleźć można taśmy z klejem kauczukowym lub akrylowym, z nośnikiem poliuretanowym, polietylenowym, winylowym lub akrylowym.

Cienkie taśmy dwustronnie klejące zalecane są do stosowania szczególnie tam, gdzie potrzebne jest ekonomiczne rozwiązanie zapewniające jednocześnie doskonałe parametry użytkowe. Użycie tego rodzaju taśm pozwala na obniżenie kosztów produkcji i zapewnienie mocnego i wytrzymałego połączenie różnych materiałów. Różne rodzaje nośników w taśmach pozwalają dobrać optymalne rozwiązanie do łączenia różnorodnych materiałów, takich jak metale, szkło, większość tworzyw sztucznych i tkanin oraz powierzchnie lakierowane (także proszkowo).

Rzepy

Rzep nie jest elementem, który typowo kojarzymy z urządzeniami elektrycznymi, jednakże tego rodzaju materiały mają i tutaj swoje zastosowanie. Rzepów używa się wszędzie tam, gdzie konieczne jest tworzenie rozłączalnych połączeń – do tymczasowego montażu przewodów czy urządzeń elektronicznych. Na rzep można, na przykład, mocować akumulatory w systemie zasilanym bateryjnie – w przypadku konieczności ich wymiany nie występuje potrzeba usuwania innego połączenia klejonego, a jedynie rozpięcie rzepu.

Rysunek 8. Rzep typu Dual Lock wraz z wyjaśnioną zasadą działania

Firma 3M posiada bardzo bogatą ofertę rzepów przemysłowych. Są one idealną alternatywą dla śrub, wkrętów, zatrzasków i innych tradycyjnych metod łączenia materiałów. Stosowanie rzepów jest proste, szybkie, nie wymaga inwestycji w sprzęt i technologię, a połączenie wykonane za pomocą rzepu jest trwałe, wytrzymałe i podnosi jakość wyrobów końcowych. Uwzględnienie zastosowania rzepów przemysłowych już na etapie projektowania produktu końcowego gwarantuje brak problemów w trakcie montażu wyrobu oraz zapewnia wygodne serwisowanie podczas eksploatacji.

W ofercie dostępne są dwa rodzaje rzepów – Dual Lock oraz klasyczny z haczykami i oczkami. System połączeń rozłącznych 3M Dual Lock został stworzony w oparciu na koncepcji współdziałania setek mikrozaczepów o kształcie grzybków, gęsto rozmieszczonych np. na powierzchni samoprzylepnej taśmy z tworzywa sztucznego. Umożliwia on pewne i niewidoczne mocowanie elementów oraz ich okresowy demontaż. Gwarantuje dużą wytrzymałość mechaniczną i trwałość połączenia, także w wymagających warunkach użytkowania i przy wielokrotnym rozpinaniu. Po dociśnięciu do siebie dwóch części rzepu Dual Lock dziesiątki mikrozaczepów o kształcie grzybka łączą się ze sobą. O powstaniu pewnego połączenia upewnia dźwięk (trzask) zazębiających się zaczepów. Rzepy tego rodzaju wytrzymują do 1000 cykli zapinania. Dzięki zastosowaniu różnych klejów (kauczukowy lub akrylowy typu 3M VHB), gęstością zaczepów (liczba grzybków na centymetr kwadratowy) oraz różnych kolor (czarny, biały i przezroczysty) możliwy jest optymalny dobór parametrów połączenia, w zależności od konkretnej aplikacji. Rzepy Dual Lock dostępne są ponadto w dwóch wersjach – klasycznej oraz thin z mniejszymi grzybkami, do aplikacji o mniejszych obciążeniach i z akceptowalną mniejszą liczbą cykli zapinania (do 100 cykli).

Po dodaniu warstwy kleju klasyczny rzep typu haczyk-pętelka, znany dobrze z zapięć butów lub kurtek, świetnie sprawdza się też w zastosowaniach przemysłowych. Tego rodzaju taśmy rzepowe często stosowane są do tymczasowego montażu kabli w wiązkach, montowania modułów elektronicznych w obudowach itp. Dostępne rodzaje warstwy samoprzylepnej (kauczukowa lub akrylowa) umożliwiają stosowanie rzepów na elementach wykonanych z różnorodnych materiałów, np. tworzyw sztucznych. Specjalnie dla tych branż przemysłu, w których ważne jest kryterium trudnopalności (np. w produkcji samolotów, jachtów i statków, pojazdów szynowych, a także urządzeń elektronicznych), dostępna jest grupa rzepów w wersji FR (trudnopalne). Materiał, z którego wykonane są haczyki i pętelki, jest tak dobrany, że parametry połączenia pozostają niezmienne do 5000 cykli zapięcie/odpięcie.

Inne taśmy

Oczywiście, wśród taśm klejących, stosowanych przez elektroników, nie może zabraknąć taśm izolacyjnych. W katalogu firmy 3M można znaleźć szereg taśm dielektrycznych o szerokim spektrum zastosowań.

Taśma elektroizolacyjna okazuje się jednym z najbardziej przydatnych narzędzi nie tylko dla elektryka. Sięgamy po nią niemal

eprasa.pl 6006d05056

podświadomie, by cokolwiek naprawić. W dodatku ten niezbędny produkt jest ustawicznie ulepszany. W zestawach taśmowych muf i głowic 3M stosowane są najwyższej jakości taśmy samospajalne Scotch, które niejednokrotnie wykazały większą trwałość niż kabel, na którym były zainstalowane. Taśma samoprzylepna Scotch jest bardziej popularna niż jej producent. Wynaleziona w 1930 roku przez 3M dała podstawę do stworzenia całej gamy taśm samoprzylepnych przeznaczonych dla fachowców branży elektrycznej.

Podstawową grupą taśm elektroizolacyjnych 3M są taśmy wykonane z polichlorku winylu (PCW). Izolują one przewody do 600 V (bezpośrednio) i nadają się do stosowania na mufach i głowicach instalacji NN i SN. Taśmy te dostępne są w wielu kolorach i rozmaitych wykonaniach – samogasnącym, odpornym na ścieranie, warunki atmosferyczne, kwasy, korozję, itp.

Drugą dużą grupę stanowią taśmy samowulkanizujące. Są one produkowane w wersji izolującej i półprzewodzącej. Taśm izolujących używa się do odtwarzania powłok izolujących kabli NN i SN, wykonywania zewnętrznej izolacji kablowych głowic wewnętrznych (nawet do 30 kV), zewnętrznej izolacji głowic, uszczelniania muf, ochrony przed korozją, dostępem wody, itp. Taśmy półprzewodzące stosuje się do odtwarzania ekranów na izolacji dowiniętej, do elektrycznego „łagodzenia karbów" na złączach NN i SN oraz do ochrony antykorozyjnej i zabezpieczania przed dostępem wody do oprzyrządowania kablowego na sieciach NN i SN.

Oprócz dwóch powyższych grup taśm, firma 3M dostarcza także specjalistyczne taśmy elektryczne, takie jak taśmy antykorozyjne o podwyższonej odporności na wodę, solankę i warunki atmosferyczne; taśmy termoutwardzalne z włókna szklanego o wysokiej odporności na zmiany temperatury, podwyższonej wytrzymałości na rozerwanie i rozciąganie, które przeznaczone są do izolacji części o wysokiej temperaturze pracy oraz do ochrony kabli podczas instalacji elementów termokurczliwych; taśmy tkaninowe z nierozciągliwymi splotami do hydroizolacji czy taśmy o podwyższonej izolacji dielektrycznej do ochrony antykorozyjnej przewodów pod napięciem nawet do 69 kV.

Taśmy poliimidowe

Rysunek 9. Taśma poliamidowa (kaptonowa) firmy 3M

Taśmy wykonane z poliamidu (kaptonu) stosuje się w technologii produkcji płytek drukowanych do izolacji elektrycznej. Te wszechstronne, trwałe taśmy mogą pracować w temperaturze pracy do 180°C, zapewniając izolację lutowanych elementów. Taśmy te są odporne na rozpuszczalniki, a dzięki zastosowaniu silikonowych klejów łatwo i bez śladu dają się usunąć z płytek drukowanych. Ich bursztynowy kolor ułatwia ich identyfikację i usuwanie.

Stosowane są w aplikacjach wymagających twardej a zarazem cienkiej warstwy izolacyjnej, np. do uzwojeń kondensatorów i mocowania przewodów. Używane są przy produkcji obwodów drukowanych (montaż SMD) oraz w procesie lutowania na fali. Są ponadto trudnopalne i mają m.in. certyfikat UL 510.

Taśmy z folii poliamidowej są odporne również na wysokotemperaturowe malowanie proszkowe i operacje anodowania oraz mają wyjątkowo cienkie podłoże, które jest odporne na rozdarcia, ścieranie i efekty starzenia. Dzięki temu może ona być stosowana również jako taśma maskująca podczas malowania proszkowego itp.

Nikodem Czechowski, EP

REKLAMA

SEMICON®

KONWERTING TAŚM I RZEPÓW PRZEMYSŁOWYCH 3M

Technologie:
- Cięcie logroli na wymiar
- Prasa taktująca z wykrojnikiem kształtowym
- Ploter laserowy
- Laminowanie
- Kontrola wymiarów

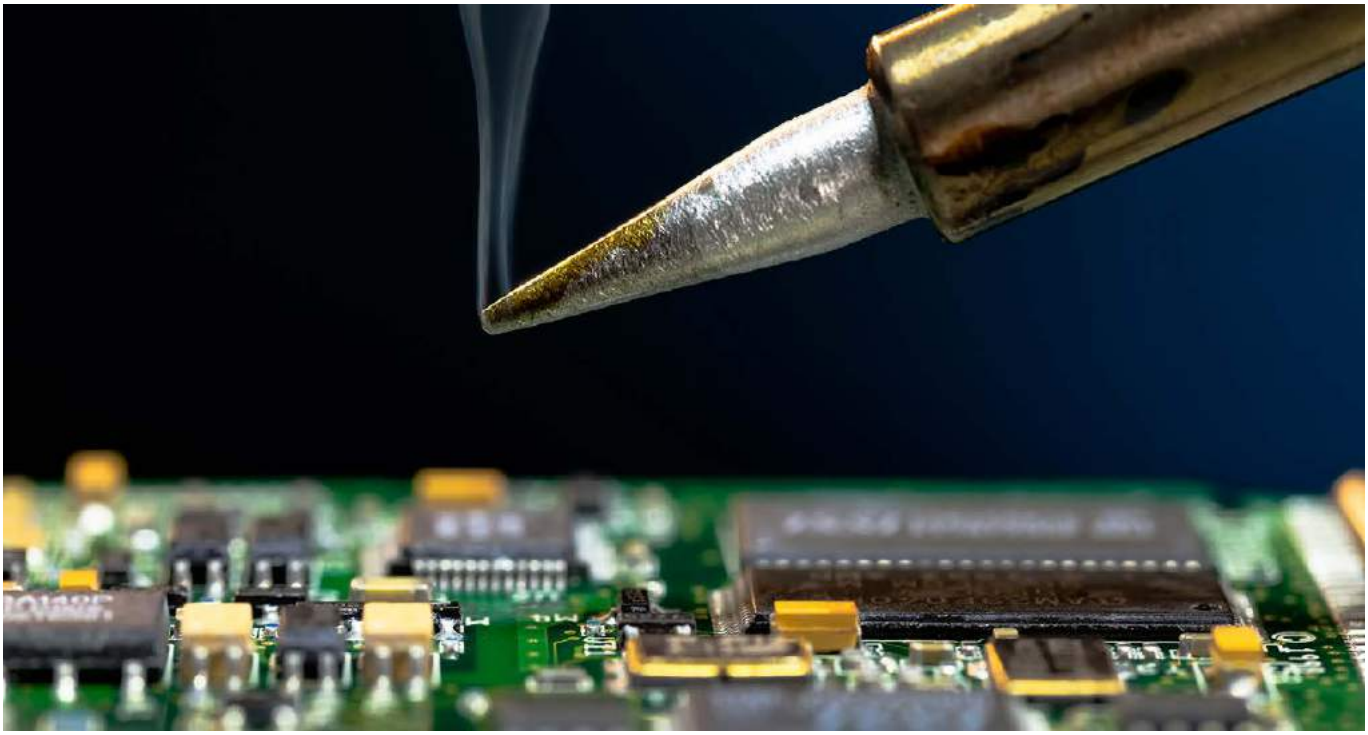
Wykroje:
- Rolki, arkusze
- Taśmy, pianki, rzepy, błony
- VHB - spieniony akryl
- Z fingerliftem lub bez
- Materiały termoprzewodzące
- Materiały ekranujące, absorbery EMC

Cięcie na wymiar:
- Taśmy jedno i dwustronnie klejące
- Błony klejowe
- Taśmy elektrotechniczne
- Folie miedziane, aluminiowe
- VHB - spieniony akryl

Innowacyjne produkty
Innowacyjne technologie

Dział konwertingu materiałów | ul. Zakrętowa 4, 05-077 Warszawa
tel. 22 102 22 52 | www.semicon.com.pl | 3M@semicon.com.pl

3M



Topniki i spoiwa w elektronice

Lutowanie, jest czynnością, którą chyba każdy – nawet laik – kojarzy z typowym zajęciem elektronika. Nie jest to dalekie od prawdy, bo niezależnie od tego czy projektujemy, produkujemy czy serwisujemy urządzenie elektroniczne, coś najpewniej będzie lutowane. Niezbędnymi do tej czynności są natomiast trzy rzeczy – lutownica, spoiwo i topnik. W poniższym artykule przyjrzymy się bliżej tym dwóm ostatnim.

Encyklopedia PWN definiuje lutowanie, jako łączenie metali i stopów za pomocą lutu. W procesie tym roztopione spoiwo wypełnia szczeliny pomiędzy łączonymi detalami. Temperatura topnienia spoiwa jest znacznie niższa, niż temperatura topnienia lutowanych elementów, więc one nie ulegają stopieniu (w odróżnieniu od procesu spawania). W elektronice, do łączenia elementów używa się lutowania miękkiego, tj. ze spoiwem topiącym się w temperaturze poniżej 450°C (zazwyczaj od 180 do 250°C).

Połączenia lutowane w elektronice

W urządzeniach elektronicznych połączenia lutowane pozwalają na wytworzenie stałych, przewodzących połączeń pomiędzy, na ogół, wyprowadzeniami elementów elektronicznych z polami lutowniczymi na płytce drukowanej. Z uwagi na to, połączenie lutowane zapewnia nie tylko połączenie mechaniczne dwóch elementów, ale także musi zapewniać połączenie elektryczne, a często także termiczne.

Istnieje wiele metod ręcznego oraz automatycznego lutowania, wykorzystywanych w elektronice. Każda z tych metod ma swoje wymagania w zakresie spoiw i topników. Do ręcznego montażu stosuje się lutownice ręczne i, coraz częściej, lutownice na gorące powietrze. Jeśli chodzi o metody lutowania przemysłowego, obecnie stosuje się lutowanie na fali (zwłaszcza dla elementów THT) oraz rozpływowego (dla elementów SMD).

Spoiwa używane w elektronice

Zadaniem spoiwa jest połączenie elementów lutowanych. Używane w elektronice spoiwa muszą dobrze przewodzić prąd elektryczny i topić się w dosyć niskiej temperaturze. Do niedawna, używało się ,jako spoiwa, stopu cyny i ołowiu w stosunku 63:37. Stop tych metali w takich proporcjach wykazuje własności eutektyczne. Mieszanka eutektyczna, to taka, która topi się w ustalonej temperaturze, niższej niż temperatura topnienia każdego ze składników. W przypadku stopu Sn63Pb37 temperatura ta wynosi 183°C.

Obecnie, z uwagi na szkodliwość ołowiu, w większości zastosowań nie stosuje się już stopów zawierających ten metal. Europejska dyrektywa RoHS, która weszła w życie w 2006 roku dokładnie określa, jakich niebezpiecznych materiałów nie można używać w elektronice oraz to, jakiego rodzaju urządzenia wyłączone są spod tych wymagań. Z uwagi na to, że jeszcze nie do końca poznane są mechanizmy starzenia spoiw bezołowiowych, nie stosuje się ich m. in.

Fotografia 1. Spoiwo lutownicze ze stopu cyny i ołowiu

Fotografia 2. Spoiwo lutownicze bezołowiowe

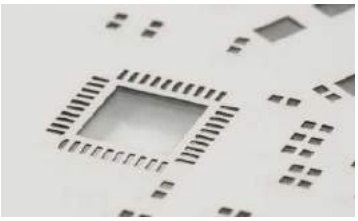
Fotografia 3. Spoiwo lutownicze w postaci prętów

eprasa.pl 6006d05056

we wszczepianych urządzeniach medycznych, a w niektórych krajach, także w systemach lotniczych i niektórych systemach telekomunikacyjnych.

Spoiwa bezołowiowe nadal bazują na cynie, jako podstawowym składniku. Jako dodatki stopowe w tych spoiwach wykorzystuje się miedź, srebro, bizmut, ind, cynk, antymon, jak i śladowe ilości innych metali. Lutowia tego rodzaju mają na ogół wyższą temperaturę topnienia, od około 50, po nawet 200°C wyższą, niż eutektyczne spoiwo cynowo-ołowiowe. Dodatkowo, spoiwo bezołowiowe ma wyższe wymagania, jeśli chodzi o ilość topnika – rekomenduje się, co najmniej 2% objętości, dla zapewnienia dobrej zwilżalności lutowanych detali.

Fotografia 4. Pasta lutownicza (spoiwo)



Fotografia 5. Szablon do nakładania pasty lutowniczej

Spoiwo występuje w wielu formach i kształtach, zależnie od danego procesu technologicznego. Przy ręcznym lutowaniu najczęściej stosuje się je w postaci drutu. W handlu dostępne są druty lutownicze o różnej średnicy, od 0,25 mm do 4 mm. Dostępne są również grubsze płaskowniki i pręty cynowe, jednakże rzadko stosuje się je do lutowania ręcznego. Średnicę drutu dobiera się do wielkości lutowanych elementów. W większości przypadków do lutowania drobnych elementów SMD stosuje się drut o średnicy 0,25 mm lub 0,5 mm.

Do lutowania na fali, które potrzebuje dużej ilości roztopionego spoiwa w wannie lutowniczej, stosuje się najczęściej spoiwo w formie płaskowników, prętów trójkątnych lub sztabek. W przypadku użycia spoiwa bezołowiowego do lutowania na fali, stosuje się często tytanowy osprzęt wanny lutowniczej (mieszadła, łopatki pomp, itp.), aby zredukować koszty serwisowania urządzenia, zwiększane przez spoiwo bezołowiowe. W przypadku dużych instalacji, aby zachować wysoką wydajność procesu i bezobsługowość tych urządzeń, stosuje się nawet tytanowe wkładki do wanien z lutowiem, co wydłuża czas pomiędzy poszczególnymi serwisami układu.

W przypadku lutowania rozpływowego nie stosuje się lutowia w czystej postaci w formie stałej lub ciekłej, nakładanego na pola lutownicze. Zamiast tego, używa się pasty lutowniczej, która nakładana jest selektywnie na pola lutownicze (poprzez maskę, aplikatorem z igłą, ręczną strzykawką etc). Pasta lutownicza jest mieszanką spoiwa (w postaci proszku) oraz topnika.

Topniki – zastosowanie i rodzaje

Topnik ma zadanie pomocnicze podczas lutowania. Poprawia topliwość spoiwa (np. redukując temperaturę topnienia) oraz zabezpiecza je przed utlenieniem. Dodatkowo, topnik pomaga w oczyszczeniu podczas lutowania łączonych powierzchni z tlenków i innych zanieczyszczeń. Często zwiększa zwilżalność powierzchni przez spoiwo, redukując napięcie powierzchniowe stopionego lutowia.

Fotografia 6. Najczęściej stosowany topnik – kalafonia

Fotografia 7. Pasta do lutowania (topnik)

Przez wiele lat, najczęstszym topnikiem, używanym w elektronice, była kalafonia i jej pochodne. Kalafonia to miękka pozostałość po oddestylowaniu terpentyny z żywicy drzewa iglastego. W ok. 90% składa się z dwóch kwasów – abietynowego i pimarowego. Najczęściej produkuje się ją z żywicy sosnowej. Kalafonia jest idealnym topnikiem, ponieważ w temperaturze pokojowej jest mało reaktywna i nieprzewodząca. Po podgrzaniu (np. podczas lutowania) staje się odrobine bardziej reaktywna i może skutecznie usuwać tlenki i inne zanieczyszczenia. Do lutowania można stosować też delikatne kwasy, takie jak kwas cytrynowy, ale wymagają one mycia płytek po lutowaniu, z uwagi na to, że są reaktywne także w temperaturze pokojowej.

Fotografia 8. Topnik no-clean

Fotografia 9. Topnik w postaci żelu, stosowany do montażu BGA

Obecnie wyróżnia się trzy rodzaje topników, używanych w elektronice:

- Rozpuszczalne w wodzie – na ogół wysoko reaktywne topniki, które należy usunąć z płytki drukowanej zaraz po lutowaniu. Zmywają się one wodą i nie wymagają używania rozpuszczalników organicznych. Na ogół bazują na delikatnych kwasach organicznych i nie mają dodatku kalafonii.
- Topniki no-clean – klasa delikatnych topników, niewymagających usuwania po procesie lutowania – nie pozostawiają reaktywnych ani przewodzących pozostałości, jednakże są widoczne na płytkach drukowanych. Normy dotyczące PCB (np. IPC) mówią, że o ile pozostałości po topniku no-clean nie utrudniają wizualnej inspekcji płytki drukowanej, ani nie uniemożliwiają dostępu do pól testowych, pozostałość taka jest akceptowalna. Należy jednakże zadbać, by powierzchnie aktywne złącz były czyste od zabrudzeń topnikiem.
- Tradycyjne topniki oparte na kalafonii – topniki te dostępne są w trzech wersjach: nieaktywowanej (R), lekko aktywowanej (RMA) i w pełni aktywowanej (RA), które różnią się aktywnością chemiczną. Topniki RA i RMA posiadają dodatek, najczęściej kwasu, do kalafonii, który powoduje zwiększenie jej aktywności, nawet w temperaturze pokojowej. Dodatki te zwiększają zwilżalność powierzchni, ułatwiając lutowanie. Pozostałość po lutowaniu z wykorzystaniem topnika RA pozostają korozywne, więc muszą być oczyszczone. Pozostałości po topnikach RMA są mniej żrące, dzięki czemu czyszczenie PCB po lutowaniu jest opcjonalne, jednakże nadal się je rekomenduje. Pozostałości po topnikach R nie są aktywne w temperaturze pokojowej i w związku z tym nie muszą być usuwane po lutowaniu.

Fotografia 10. Topnik do lutowania stali

Fotografia 11. Kwas do lutowania

Podsumowanie

Dobór topnika, do danej operacji, jest sprawą indywidualną i wynikającą z szeregu kwestii. Do lutowania maszynowego nowych elementów może się dobrze sprawić topnik no-clean, ale w przypadku np. serwisu używanego sprzętu lub instalowania wylutowanych komponentów pomocne mogą być bardziej reaktywne topniki np. z aktywowaną kalafonią lub oparte na kwasach organicznych.

Nikodem Czechowski, EP

eprasa.pl 6006d05056

Jak zabezpieczyć moduły elektroniczne aby działały bezawaryjnie

Elektronika coraz częściej pracuje w trudnych, czasami wręcz ekstremalnych warunkach i jest ,w zawiązku z tym, narażona na szereg niekorzystnych czynników, takich jak: wilgoć, woda, chemikalia, niskie i wysokie temperatury, wibracje. Różnego typu czujniki, pakiety bateryjne, oświetlenie LED i wiele innych urządzeń, dla stabilnej i niezawodnej pracy wymaga odpowiedniego zabezpieczenia układów elektronicznych. Decyzja o zastosowaniu ochrony elektroniki i wybór odpowiedniej metody, powinien być określony już na etapie projektowania płytki, aby uniknąć późniejszych problemów technologicznych podczas produkcji.

Lakierowanie, czyli *conformal coating*

Podstawową metodą zabezpieczania jest lakierowanie, czyli tzw. conformal coating. Płytkę PCB z komponentami pokrywa się nieprzewodzącą, cienką powłoką, która dopasowuje się do kształtu komponentów na płytce i chroni przed wpływem środowiska, korozją, kurzem oraz pyłem. Lakierowanie pozwala na zmniejszenie odległości pomiędzy ścieżkami, padami i komponentami, jak również może stanowić ochronę mechaniczną. Lakier nanosi się zanurzeniowo, natryskowo lub pędzlem.

Firma Blelektronik posiada w ofercie szeroką gamę lakierów elektroizolacyjnych, m.in. firmy CHT UK (dawna ACC Silicones): akrylowy **ACC11**, silikonowe **ACC15**, **ACC17**, oraz maskę **ACC13**. W zależności od preparatu uzyskuje się grubości od 20...50 mikronów, przy lakierach rozpuszczalnikowych o niskiej lepkości (ACC11), do ponad 100 mikronów, przy silikonowych lakierach bezrozpuszczalnikowych (ACC15, ACC17). Oferowane przez nas lakiery mają możliwość kontroli pod światłem UV.

Więcej informacji:
Blelektronik, tel. 12 35 76 378, 696 483 020
www.blelektronik.com.pl
sklep: ***www.blelektronik.com.pl/sklep/***

Wypełnienie typu *dam and fill*

Wiele modułów elektronicznych, szczególnie w branży samochodowej czy kolejnictwie, wymaga grubszych powłok ochronnych, zapewniających bezpieczną i niezawodną pracę. Dobrym rozwiązaniem w takim przypadku może być technologia określana terminem „*dam and fill*", czyli w wolnym tłumaczeniu „ściana i wypełnienie". W procesie dam and fill stosowane są dwa różne materiały: substancja o wysokiej i o niskiej lepkości. W pierwszym etapie materiał o wysokiej lepkości, najczęściej klej silikonowy RTV alkoxy o konsystencji pasty, dozowany jest jako ściana (dam) wokół chronionego elementu. Zapobiega to rozlaniu wypełnienia poza płytkę PCB oraz zabezpiecza elementy, które mają pozostać niepokryte zalewą np. złącza. W drugim kroku obszar wewnątrz jest wypełniany materiałem o niskiej lepkości (fill), np. płynną zalewą silikonową na całej powierzchni lub tylko jej wybranych fragmentach. Główne zalety technologii dam and fill to m.in.:

- wyższa gwarantowana izolacja elektryczna,
- zwiększona odporność mechaniczna na wibracje, wstrząsy,
- zabezpieczenie przed korozją i chemikaliami.

BLelektronik oferuje proste w dozowaniu preparaty jedno- i dwuskładnikowe, które mogą być nakładane zarówno automatycznie na linii montażowej, lub w przypadku mniejszej skali produkcji, za pomocą ręcznych aplikatorów. Do tworzenia ściany możemy zastosować jednoskładnikowe kleje silikonowe o konsystencji pasty np. **Novasil S 802**. Wypełnieniem mogą być silikony jednoskładnikowe RTV o płynnej konsystencji np. **AS1740** czy **Novasil S 803** lub zalewy dwuskładnikowe jak **SE3000**, **QSIL553**, **Novasil S151**.

eprasa.pl 6006d05056

Zalewanie, czyli *potting*

Najwyższy stopień ochrony urządzenia zapewnia całkowite zalanie modułu elektronicznego w obudowie tzw. potting. Dostęp do chronionego urządzenia jest w tej metodzie trudny lub niemożliwy, ale w wielu aplikacjach pracujących w ekstremalnych warunkach np. elektronika morsa czy górnicza, jest to jedyna metoda gwarantująca sukces. Do zalewania elektroniki stosuje się generalnie preparaty dwuskładnikowe, każdy ma swoje zalety i wady. Poniżej znajduje się krótka charakterystyka.

Zalewy i żele silikonowe

Silikony charakteryzują się największą stabilnością termiczną w szerokim zakresie temperatur od –70 do 260°C. Są doskonałą bazą do tworzenia zalew o dobrym przewodnictwie cieplnym (od 0,6 do 4 W/mK). Utwardzają się do miękkich elastomerów (Shore A40...80), a przez to chronią wrażliwe komponenty SMD przed uszkodzeniem przy gwałtownych zmianach temperatury. Zabezpieczają także przed wilgocią i wodą, są łatwe w aplikacji i nietoksyczne lub o niskiej toksyczności. Wysoka cena zalew silikonowych stanowi jeden z głównych czynników ograniczających użycie. W **tabeli 1** zamieszczono kilka przykładowych zalew silikonowych, które są dostępne w naszym sklepie internetowym.

Tabela 1. Przykładowe zalewy silikonowe

Parametry	Qsil216	QSIL553	SE3000	Novasil 151
Lepkość [mPa s]	4 500	6 000	1 950	16 000
Kolor	przezroczysty	szary	pomarańczowy	biały
Zakres temp. pracy [°C]	–55...204	–55...260	–70...250	–40...150
Przewodnictwo cieplne [W/mK]	–	0,68	1,17	0,8

Żywice epoksydowe

Epoksydy mają dobrą odporność na wysoką temperaturę nawet do 200°C, sprawdzają się w trudnych środowiskach np. w urządzeniach wymagających pracy w ciągłym zanurzeniu w wodzie czy narażonych na działanie silnych chemikaliów. Preparaty epoksydowe mają doskonałą przyczepność do metali, gorszą do tworzyw sztucznych. Ograniczeniem przy nakładaniu żywic epoksydowych bezpośrednio na wrażliwe komponenty jest ich twardość. Blelektronik oferuje specjalistyczne żywice epoksydowe firmy Robnor do hermetyzacji elektroniki, np. **PX672H** o niskiej lekkości czy żywice termoprzewodzące **PX439N** lub **PX439XS**.

Żywice poliuretanowe

Poliuretany są niewątpliwie najbardziej ekonomicznymi materiałami do hermetyzacji. Zakres twardości od ShoreA40 do Shore D80 pozwala na użycie ich w wielu urządzeniach. Miękkie można aplikować bezpośrednio na płytki PCB. Bardzo dobra adhezja do tworzyw sztucznych jest kolejną zaletą. W przypadku większości poliuretanów odporność na wyższe temperatury jest ograniczona do 130°C. W tym zakresie możemy polecić żywicę **ST13** firmy Coplatec czy **El17H**, **El199HP**, **El116L**, **El227CL** firmy Robnor ResinLab. Wyjątkową, jak na poliuretany, jest żywica firmy Copaltec **EN88** o temperaturze pracy do 165°C.

Podsumowanie

Wybór właściwego zabezpieczenia jest trudny i wymaga przeanalizowania wymagań prawnych, środowiskowych oraz produkcyjnych. Należy jednak pamiętać, że wykonywanie takiej analizy już na początku procesu projektowania może znacząco zmniejszyć sumaryczny koszt, w przeliczeniu na jedno urządzenie. Oferujemy w tym zakresie wszechstronną pomoc i prosimy o kontakt.

REKLAMA

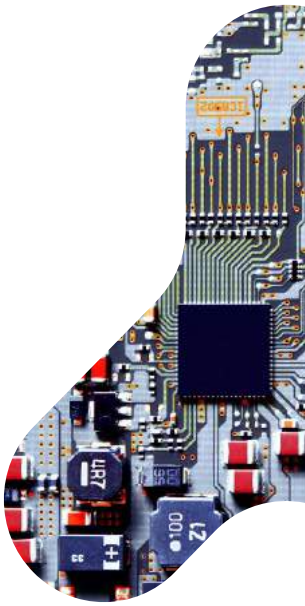
BL elektronik

Klejenie

Lakierowanie

Hermetyzacja

Odprowadzanie ciepła



Optymalne rozwiązania dla elektroniki i energetyki

ACC HALA NovaChem copaltec Robnor ResinLab OTTO CHEMIE

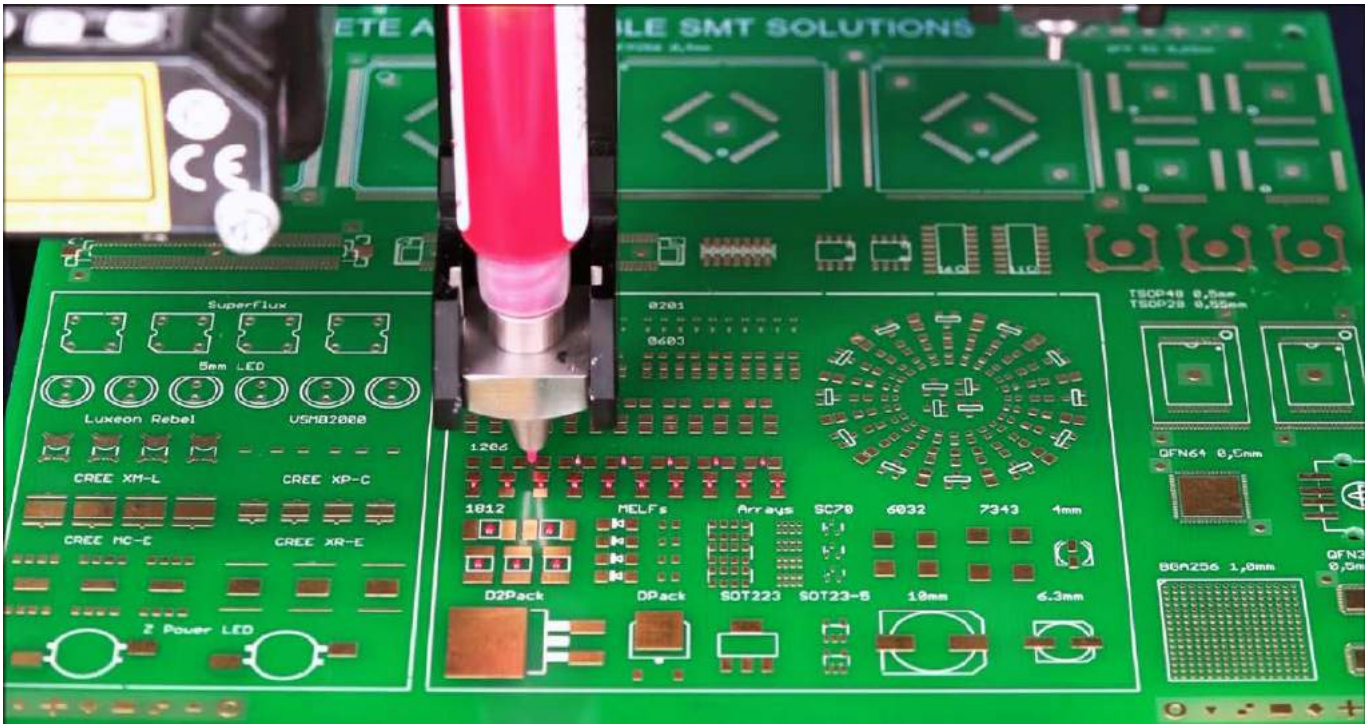
FHU BL elektronik

ul. Opolska 18, 31-323 Kraków
tel. +48 12 357 63 78 / +48 696 483 020
kontakt@blelektronik.com.pl
blelektronik.com.pl

e-sklep

sklep.blelektronik.com.pl

eprasa.pl 6006d050



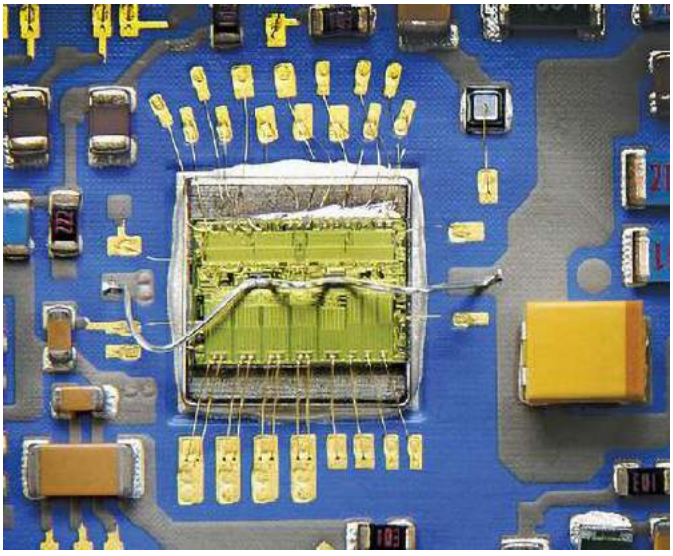
Kleje dla elektroniki

Stosowanie klejów w przemyśle elektronicznym jest obecnie powszechną praktyką. Bez tych środków produkowanie płytek drukowanych i innych komponentów różnych urządzeń byłoby utrudnione, czasochłonne i w efekcie droższe. Dzięki stosowaniu klejów urządzenia elektroniczne mogą być tańsze, trwalsze i wygodniejsze w użyciu niż kiedyś.

Rynek elektroniki obejmuje wiele różnych branż, m.in. telekomunikację, elektronikę konsumencką, komputery, motoryzację, sektor obronny, itd. Wszystkie one zawierają płytki drukowane (PCB) w swoich urządzeniach. Dawniej, ilość różnych klejów, stosowanych w produkcji płytek drukowanych i innych elementów elektronicznych, była minimalna. Teraz, ich brak uniemożliwiłby wykonanie wielu procesów produkcyjnych.

Wiele czynników miało wpływ na wprowadzenie substancji klejących do elektroniki, wymienić można, m.in. ochronę przed wpływem środowiska, ochronę zdrowia użytkownika, redukcję kosztu urządzenia, czy przyspieszenie produkcji. Napędzają one rozwijający się segment klejów dla zastosowań w przemyśle elektronicznych. Teraz prace badawczo-rozwojowe skupione są na zastosowaniu klejów, jako alternatywy dla lutowia. Jest w tym zakresie jeszcze wiele do zrobienia, ponieważ właściwości kleju będą musiały być zbliżone do właściwości spoiwa lutowniczego. Przewodzenie prądu elektrycznego to główny wymóg, ale dodatkowo wymagane są odpowiednie właściwości mechaniczne oraz dobra przewodność cieplna. Jedno jest jednak pewne – wykorzystanie klejów w elektronice będzie się cały czas zwiększało.

Typowa płytka drukowana to wielowarstwowa konstrukcja z tworzywa sztucznego (zazwyczaj żywica epoksydowa z włóknem szklanym) pokrytego folią miedzianą z ochronną powłoką z tworzywa sztucznego (soldermaska). Początkowo płytki drukowane miały elementy elektroniczne tylko na jednej ze stron. Obsadzano



Fotografia 1. Moduł zbudowany z zastosowaniem środków klejących elektroprzewodzących

je w wywierconych w PCB otworach technologii przelotowej (THT). W latach '80 XX wieku miniaturyzacja PCB i elementów doprowadziła do powstania technologii montażu powierzchniowego(SMD). W technice tej wyprowadzenia komponentów są przylutowane bezpośrednio do powierzchni ścieżek – pól lutowniczych – na PCB, co umożliwiło eliminacje otworów w PCB, a także obsadzanie ich na obu powierzchniach płytki drukowanej. W przypadku opisanych powyżej technologii główne zastosowania klejów, w większości organicznych, są następujące:

- klejenie elementów do montażu powierzchniowego (SMD),
- montaż i mocowanie przewodów,
- zalewanie PCB i zamykanie elementów elektronicznych,
- powlekanie ochronne obwodów drukowanych.

eprasa.pl 6006d05056

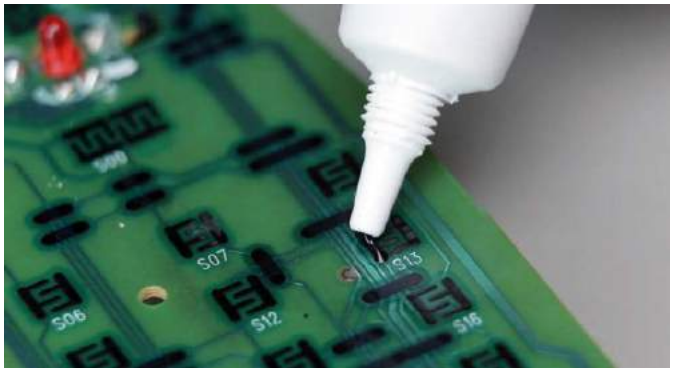
Fotografia 2. Typowy klej do elementów SMD

Klejenie elementów elektronicznych

Układy SMD umieszcza się na małych koralikach lub kroplach nieutwardzonego kleju, które następnie utwardza się aktywując klej – na ogół poprzez jego podgrzanie lub oświetlenie promieniowaniem ultrafioletowym. Zabezpiecza to elementy SMD przed przemieszczeniem się podczas kolejnych procesów, takich jak obsadzanie elementów przewlekanych, czyszczenie PCB czy lutowanie (na fali jak i rozpływowe). Kleje do elementów do montażu powierzchniowego mogą pełnić dwie funkcje: działają, jako pomoc w przetwarzaniu (tymczasowo przytrzymują część, dopóki nie zostanie ona trwale przymocowana przez lutowanie), a także zmniejszają naprężenia połączeń lutowanych podczas pracy, co pozwala ograniczyć powstawanie mikrouszkodzeń spoin (np. zimnych lutów), przedłużając żywotność modułu.

Nadmiarowy klej, po lutowaniu nie może w żaden sposób wpływać na obwody – powinien być dobrym dielektrykiem. Ponadto, aby spełnić wymagania dotyczące skutecznego klejenia tych elementów, wymagane są następujące właściwości kleju:

- długi okres trwałości (zarówno przed użyciem, jak i powolne starzenie się utwardzonego kleju),



Fotografia 4. Klej elektroprzewodzący do naprawy uszkodzeć na PCB

- możliwość szybkiego dozowania bardzo małych kropel o powtarzalnym kształcie i rozmiarze,
- nieciągnący się podczas nakładania,
- wysoka wytrzymałość na wilgoć i środki używane np. do mycia obwodów elektronicznych,
- możliwość szybkiego utwardzenia z wykorzystaniem wybranej metody,
- brak efektu przemieszczania się podczas cyklu utwardzania (stabilność wymiarowa),
- wysoka wytrzymałość mechaniczna oraz elastyczność spoiny.

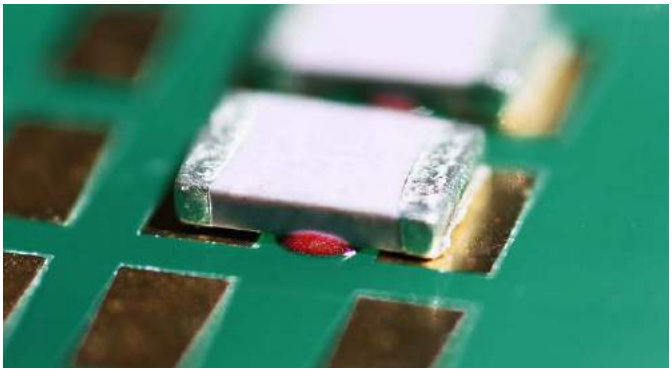
W zależności od dokładnej funkcji kleju do montażu elementów SMD, może on dodatkowo przewodzić prąd (zastępuje wtedy lutowanie) lub przewodzić ciepło, jeśli wykorzystywany jest do montażu elementu na powierzchni odprowadzającej ciepło (radiator lub np. aluminiowe PCB dla elementów mocy).

Do klejenia elementów SMD najczęściej stosuje się jeden z trzech typów kleju: akrylowy, epoksydowy lub oparty o akrylany uretanu. Kleje te, wraz z innymi rodzajami stosowanymi w elektronice, zostały omówione bardziej szczegółowo w dalszej części artykułu. Typowe kleje do montażu elementów SMD powinny być jednoskładnikowe, aby uniknąć problemów związanych z żywotnością, uwięzionym powietrzem czy zmianami lepkości, zwykle związanymi z klejami dwu- lub wieloskładnikowymi. Typowy klej do montażu SMD, utwardzany termicznie, wiąże w podwyższonej temperaturze (bezpiecznej do użycia z PCB i komponentami na nim) po około dwóch minutach.

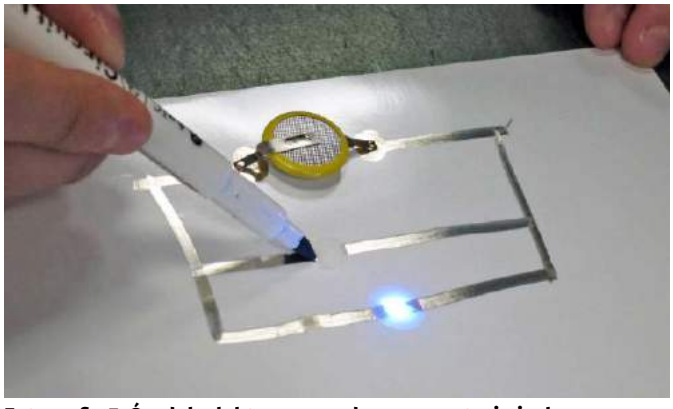
Klejenie przewodów

Połączenia przewodowe są powszechne na płytkach drukowanych. Zastosowanie zworek pozwala nie tylko na naprawę, ale także przeróbki połączeń na PCB. Niektóre z przyczyn stosowania zworek na płytkach drukowanych to:

- naprawa wad projektowych, odkrytych podczas testowania płytki,
- modyfikowanie płytki drukowanej,
- naprawa uszkodzeń PCB, powstałych podczas użytkowania systemu lub nieprawidłowej produkcji.

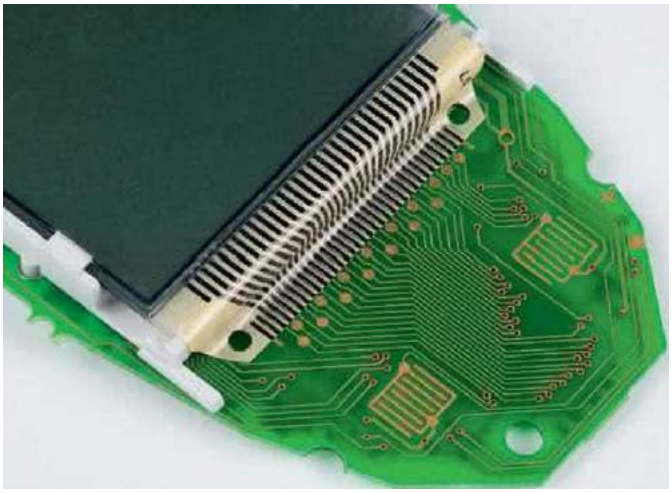


Fotografia 3. Elementy SMD przyklejone do PCB przed kolejnymi etapami montażu

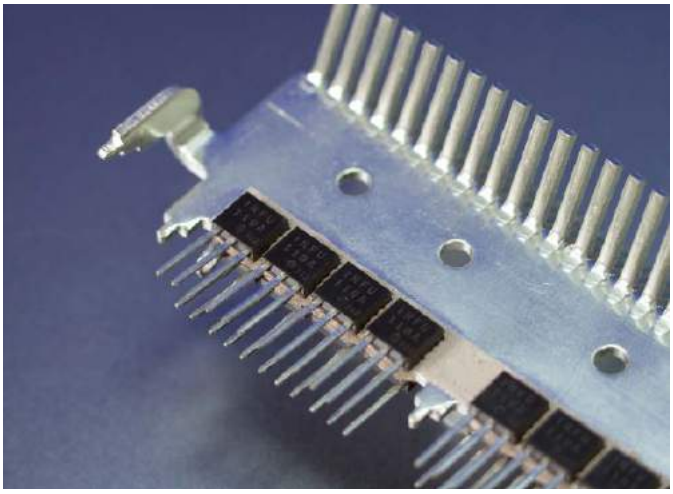


Fotografia 5. Środek elektroprzewodzący w postaci pisaka

eprasa.pl 6006d05056



Fotografia 6. Zastosowanie kleju elektroprzewodzącego do montażu połączeń wyświetlacza



Fotografia 8. Podzespoły mocy zamontowane z użyciem kleju termoprzewodzącego

Zazwyczaj wykorzystywany jest izolowany drut (w lakierze lub izolacji teflonowej – kynar). Izolacja na każdym końcu połączenia jest usuwana, a przewód jest lutowany do pól lutowniczych lub wyprowadzeń elementów. Następnie przylutowany drucik jest mechaniczne łączony z PCB. Połączenie to zapobiega przemieszczaniu się przewodu po powierzchni PCB, co mogłoby doprowadzić do uszkodzenia połączeń lutowanych, szczególnie w środowiskach, w których mogą wystąpić drgania. Do łączenia tego rodzaju zworek z podłożem używa się na ogół klejów cyjanoakrylowych (popularny Superglue) oraz żywic epoksydowych i akrylowych utwardzanych światłem. W praktyce najczęściej stosuje się cyjanoakrylany, często w połączeniu z odpowiednim aktywatorem, który pozwala skrócić czas utwardzania się kleju do około 20...30 sekund.

Typy klejów używanych w elektronice

Przy wyborze kleju do aplikacji elektronicznych należy wziąć pod uwagę trzy różne fazy przetwarzania kleju: fazę nieutwardzoną lub ciekłą żywicę, fazę utwardzania (przejściową) i fazę utwardzoną (lub stałą). Finalnie, najważniejszą cechą kleju, jest jego zachowanie w ostatniej fazie, tj. w gotowym urządzeniu, ponieważ parametry te wpływają na niezawodność finalnego produktu.

Sposób nakładania kleju ma duże znaczenie, w szczególności ze względu na konieczność precyzyjnej jego depozycji na PCB. Głównymi metodami nakładania klejów w aplikacjach elektronicznych są: sitodruk, przenoszenie za pomocą igieł (igły umieszczane są na specjalnej matrycy we wzorze odpowiadającym punktom umieszczenia kleju na PCB (matryca jest zanurzana w kleju, tak, że na igłach pozostają małe kropelki kleju, które następnie przenoszone są na PCB) oraz z pomocą aplikatorów strzykawkowych z regulacją ciśnienia. Zastosowanie strzykawek elektropneumatycznych jest prawdopodobnie najpopularniejszą metodą, szczególnie na automatycznych liniach produkcyjnych.

Elektroprzewodzące

Większość klejów, zarówno organicznych, jak i nieorganicznych, nie przewodzi prądu elektrycznego. Dotyczy to wszystkich głównych rodzajów klejów, stosowanych w elektronice: epoksydów, akryli, cyjanoakrylanów, silikonów itd. Jednakże, w wielu zastosowaniach, w tym w układach scalonych i urządzeniach do montażu powierzchniowego, wymagane są kleje przewodzące prąd elektryczny.

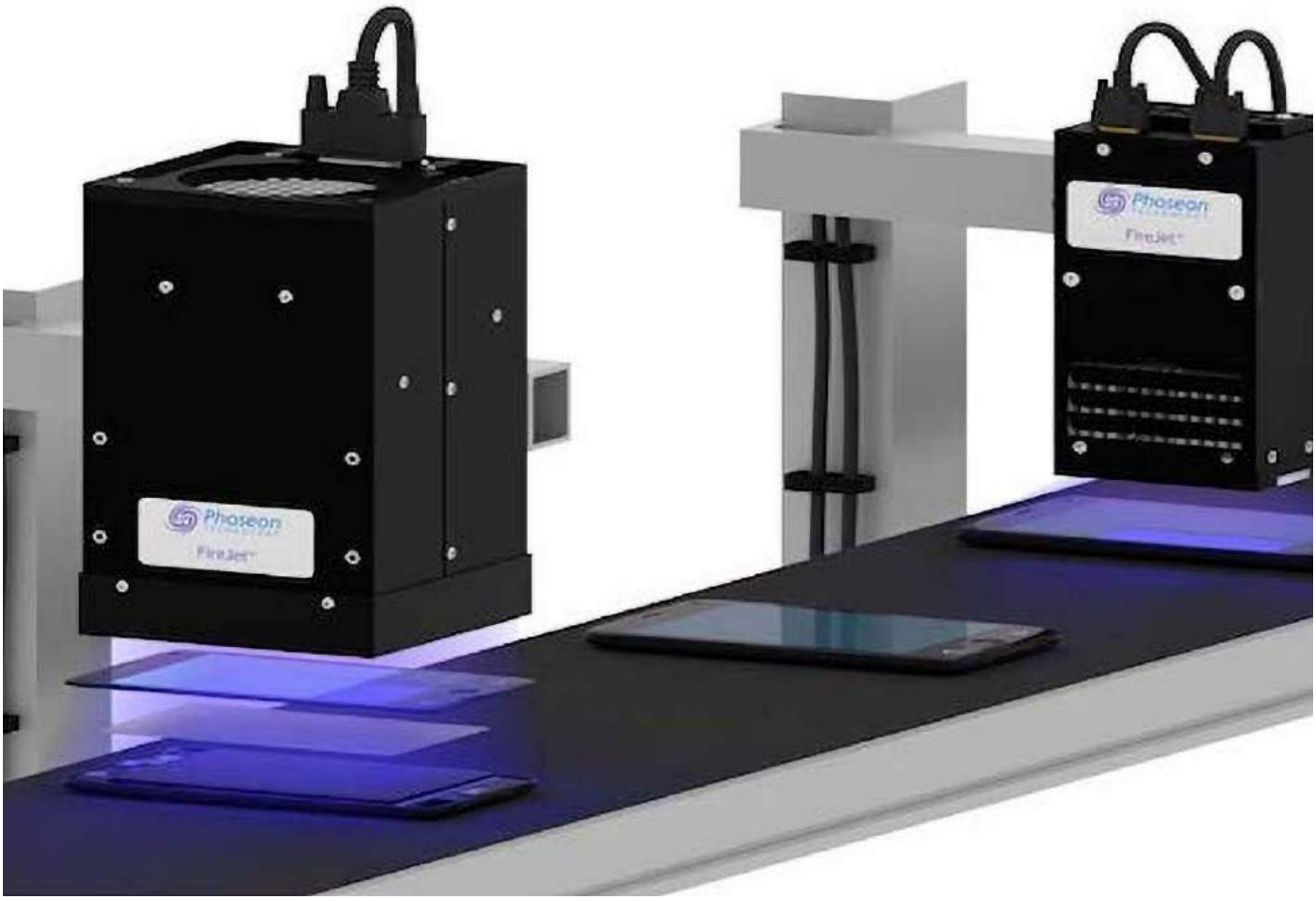
Najczęstszym sposobem przekształcania nieprzewodzących klejów w materiały przewodzące jest dodanie odpowiedniego wypełniacza do materiału podstawowego, którym zwykle jest żywica epoksydowa. Typowe wypełniacze to srebro, nikiel i węgiel, z czego srebro jest stosowane najczęściej. Kleje przewodzące są dostarczane albo w postaci płynnej (do nanoszenia), albo w formie wstępnie ukształtowanych folii samoprzylepnych, które są przycinane do żądanych kształtów i naklejane na PCB).

Istnieją dwa rodzaje klejów przewodzących prąd – izotropowe i anizotropowe. Kleje anizotropowe przewodzą we wszystkich kierunkach, a izotropowe tylko w kierunku pionowym (oś Z), a zatem

Fotografia 7. Typowe kleje termoprzewodzące

Fotografia 9. Typowe środki klejące utwardzane światłem UV

eprasa.pl 6006d05056



Fotografia 10. Klej utwardzany światłem UV jest stosowany przy montażu szybek ekranów do smartfonów

jednokierunkowo. Kleje izotropowe nadają się do wypełniania cienkich przerw pomiędzy przewodnikami. Należy jednakże zauważyć, że kleje przewodzące, jakkolwiek bardzo przydatne, nie mogą być obecnie rozpatrywane w pełni, jako alternatywa dla połączeń lutowanych – nie nadają się dobrze do łączenia cyny (lub stopów zawierających ten metal) lub aluminium, ani tam, gdzie występują duże przerwy lub gdzie klej może być narażony na działanie wilgoci.

Termoprzewodzące

Miniaturyzacja obwodów elektronicznych powoduje problemy z nadmiarem ciepła, co może spowodować awarię elementów systemu. Klej termoprzewodzący stosuje się w celu zapewnienia ścieżki przewodzenia ciepła, przy jednoczesnym przytwierdzeniu takich elementów, jak tranzystory, diody lub inne elementy mocy, do radiatorów. Kleje tego rodzaju wytwarzane są z mieszanin proszków metalowych (klej przewodzący prąd) lub niemetalowe (kleje dielektryczne) z substancjami klejącymi. W ten sposób tworzy się mieszanka, która jest wysoce przewodząca termicznie (w porównaniu do samego kleju, bez dodatku). Najczęściej bazą do tego rodzaju mieszanek są żywice epoksydowe, akrylowe i silikony.

Kleje aktywowane UV

Kleje światłoutwardzalne, są coraz częściej stosowane w przemyśle elektronicznym, ponieważ spełniają wymagania tej branży, zapewniając jednocześnie prostszy sposób utwardzania. Dodatkowo, często kleje te nie wymagają stosowania szkodliwych dla środowiska i ludzi rozpuszczalników czy dodatków. Światłoutwardzalne kleje są proste w użyciu i szybko utwardzają się bez potrzeby oddziaływania podwyższoną temperaturą, dzięki czemu możliwe jest zwiększenie wydajności produkcji czy redukcja kosztów produkcji.

Kleje tego rodzaju są zwykle preparatami na bazie akrylu z dodatkiem fotoinicjatorów, które po aktywacji promieniowaniem ultrafioletowym tworzą wolne rodniki inicjujące polimeryzację. Wadą stosowania tych klejów jest fakt, że, aby uległy utwardzeniu, musi dotrzeć do nich promieniowanie UV – żywica, która jest ciemnego koloru, umieszczona w niedostępnym miejscu lub w postaci grubej warstwy, jest trudna do utwardzenia.

Inne kleje

Kleje dotychczas wymienione w artykule są głównymi rodzajami stosowanymi przy produkcji elektroniki. Stosowane są także inne, które mają swoje, czasami niszowe, zastosowania. Są to między innymi:

- **Cyjanoakrylany** – stosowane m.in. do przyklejania zworek. Cyjanoakrylany (znane, jako Superglue) to jednoskładnikowe kleje, które bardzo szybko utwardzają się pod wpływem wilgoci. Zastosowanie aktywatora jeszcze bardziej przyspiesza proces utwardzania.
- Żywice silikonowe – stosowane częściej jako uszczelniacz niż klej. Żywice silikonowe są często stosowane jako substancje zabezpieczające obwody. Mają bardzo wysoką tolerancję temperaturową (zwykle od –60 do 200°C), ale nie są kompatybilne z innymi substancjami (farby, kleje). Z powodu uwalniania związków silikonowych mogą powodować zanieczyszczanie okolicy stosowania.
- **Poliamidy** – żywice o bardzo wysokiej temperaturze pracy (>300°C), które są stosowane w zaawansowanych technologicznie urządzeniach (zwykle w systemach lotniczych) do izolacji przewodów i obwodów elastycznych. Zazwyczaj stosuje się je w postaci prekursorów, które wymagają złożonych cykli utwardzania przed utworzeniem elastycznego, odpornego na ciepło materiału.

Oprócz wymienionych w artykule, w aplikacjach elektronicznych stosuje się, także inne kleje. Te omówione w artykule, są substancjami dobrze ugruntowanymi i szeroko stosowanymi w elektronice i stanowią integralną część tego przemysłu.

Nikodem Czechowski, EP

eprasa.pl 6006d05056

https://pixnio.com/author/bicanski

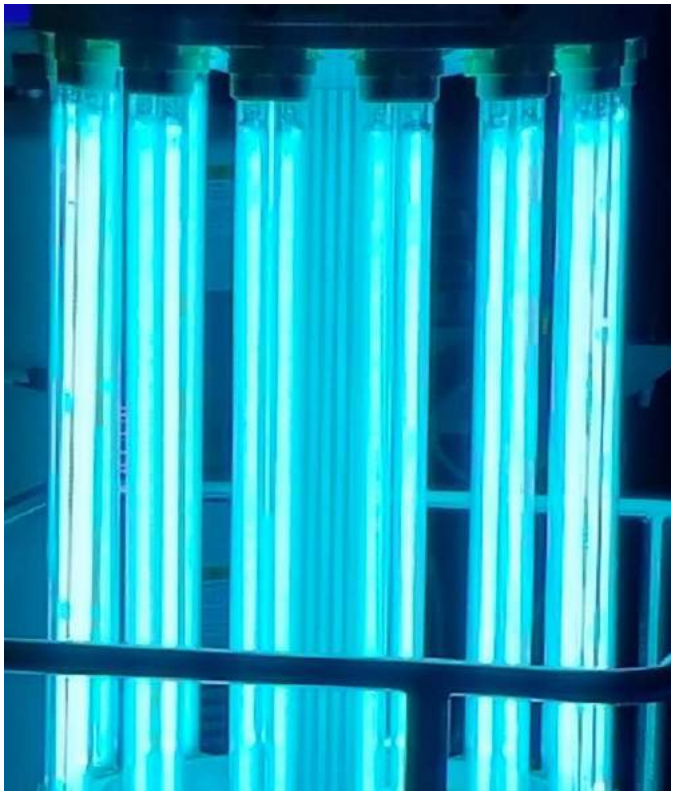
Środki dezynfekujące

Środki służące do dezynfekcji rąk i różnych powierzchni są obecnie bardzo gorącym tematem – wszystko przez pandemię spowodowaną przez niebezpiecznego wirusa. Na szczęście istnieje wiele substancji, które są używane do zabijania patogenów i przeciwdziałają zakażeniom.

Obecnie trudno wyobrazić sobie życie bez dostępu do materiałów higieny osobistej, środków do dezynfekcji czy detergentów. Światowa Organizacja Zdrowia (WHO) publikuje m.in. zalecenia dotyczące dbania o zdrowie, a także te dotyczące skutecznej dezynfekcji rąk. Stosowanie się do nich pozwala na zapobieganie rozprzestrzenianiu się groźnych chorób – obecnie wszyscy obawiają się koronawirusa, ale wcześniejsze epidemie, także wymagały stosowania środków dezynfekujących.

Zasada działania

W zaleceniach WHO znaleźć można m.in. listę środków chemicznych, których powinno się używać. Są to m.in. produkty na bazie podchlorynu sodu czy etanolu, które charakteryzują się wysoką skutecznością w zabijaniu drobnoustrojów. Oprócz tych związków stosuje się także czwartorzędowe sole amoniowe, aldehydy (np. formaldehyd lub aldehyd glutarowy), aminy (np. pochodne dodecyloaminy), związki fenolowe (np. krezol i rezorcynol), biguanidy (chlorheksydyna), związki metali (kompleksy srebra, miedzi, rtęci, itp.), związki halogenowe – jodyna, chloramina, jodofory, oraz związki takie, jak fiolet krystaliczny i mleczan etakrydyny. Jednak



Fotografia 1. Skuteczną metodą sterylizacji pomieszczeń jest naświetlanie światłem UV-C

eprasa.pl 6006d05056

z uwagi na ich często wysoką toksyczność dla ludzi i środowiska naturalnego większość z tych środków ma znaczenie tylko w medycynie lub nie jest obecnie używana.

Środki dezynfekujące najczęściej działają tak, że atakują błony patogenów – komórek bakterii i ich przetrwalników, ścianki kapsydów wirusów itp. Innym działaniem substancji dezynfekujących, jest, jak na przykład w przypadku alkoholu etylowego czy kwasów, denaturacja białek, z których składają się chorobotwórcze mikroorganizmy. Do środków dezynfekcyjnych ogólnego przeznaczenia wybiera się takie substancje, które charakteryzują się możliwie najszerszym spektrum działania – wiele z wymienionych substancji działa dosyć wybiórczo i stosowane są w medycynie do leczenia konkretnego typu zakażeń. W przypadku środków do np. dezynfekcji rąk czy powierzchni konieczne jest użycie substancji, która neutralizuje wszystkie występujące drobnoustroje.

Poza substancjami chemicznymi, do dezynfekcji stosuje się także szereg czynników fizycznych. Używa się najczęściej wysokiej temperatury lub promieniowania ultrafioletowego. Najczęściej używanym czynnikiem do termicznej dezynfekcji jest przegrzana para wodna (w temperaturze około 105°C) pod zmniejszonym ciśnieniem (do ok. 0,5 atm.). Ultrafiolet, używany do odkażania, musi mieć długość emitowanej fali równą ok. 256 nm, czyli mieszczący się w zakresie pasma UV-C).

Rodzaje dostępnych środków

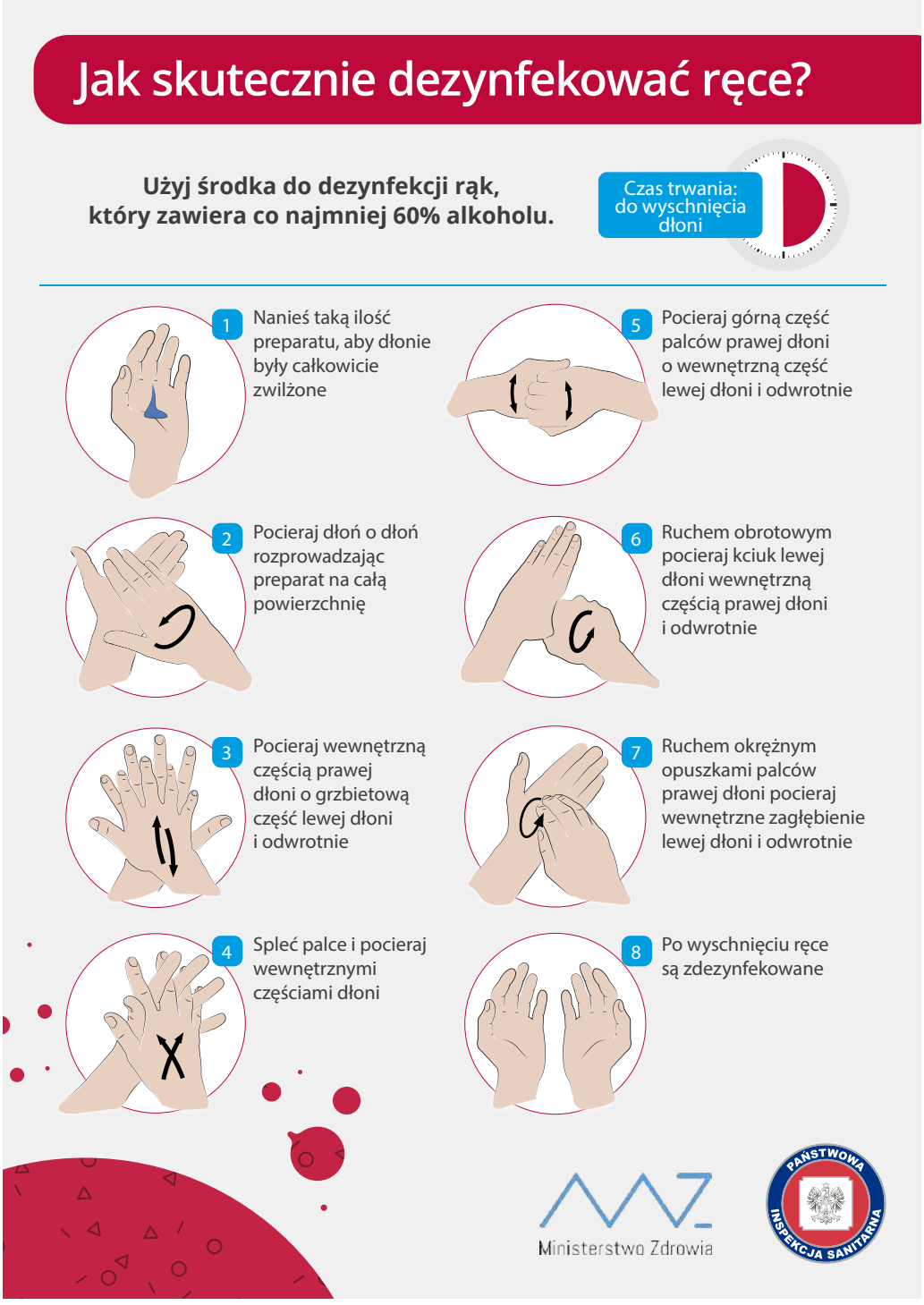
Na rynku dostępnych jest wiele środków chemicznych, przeznaczonych do dezynfekcji. Można je, w dużym uproszczeniu, podzielić na środki do dezynfekcji rąk (ewentualnie całych osób) oraz do dezynfekcji powierzchni. Różnią się one składem i stężeniem środków biobójczych. Dodatkowo, często środki dedykowane do rąk, mają dodatki zapachowe i inne, mające zredukować negatywny wpływ agresywnych środków chemicznych na skórę człowieka.

W przypadku dezynfekcji powierzchni (podłóg, blatów, klamek, itp.) podczas dezynfekcji należy stosować się do zaleceń producenta środków. Niektóre służą do przecierania tych powierzchni, co wystarczy do zabicia patogenów, znajdujących się na nich. Z kolei inne środki, na przykład preparaty na bazie podchlorynu sodu, należy nanieść na dezynfekowane powierzchnie i pozostawić na nich do dezynfekcji bez spłukiwania wodą.

W przypadku dezynfekcji rąk, Ministerstwo Zdrowia wydało oficjalną infografikę z rekomendowanym sposobem dezynfekcji dłoni. Zaprezentowano ją na **rysunku 1**. Jest ona zgodna z zaleceniami WHO, co do sposobu ich dezynfekcji. Do dezynfekcji dłoni rekomendowane jest wykorzystanie środków zawierających, co najmniej 60% etanolu.

W przypadku wykorzystania lamp UV-C do dezynfekcji pomieszczeń i odkrytych powierzchni, rekomenduje się naświetlanie całego pomieszczenia, przez co najmniej osiem godzin. Sumaryczna moc lamp, wykorzystanych do naświetlania, powinna być nie mniejsza niż 100 W na każde 25 m² powierzchni pomieszczenia. W przypadku większych pomieszczeń rekomendowane jest wykorzystanie większej ilości lamp o mniejszej mocy, a nie jednej dużej, umieszczonej w pomieszczeniu centralnie.

Nikodem Czechowski, EP



Rysunek 1. Rekomendowany przez Ministerstwo Zdrowia sposób dezynfekcji rąk

eprasa.pl 6006d05056

System komunikacji bezprzewodowej z użyciem modułów ESP32 oraz protokołu ESP-MESH (1)

Słowo „mesh" – określające sieci bezprzewodowe o topologii kratowej – przylgnęło do technologii Bluetooth. Organizacja Bluetooth SIG na swojej stronie internetowej reklamuje się hasłem „Mesh networking is blue". Choć topologia kratowa wykorzystywana jest z powodzeniem od czasów powstania pierwszych sieci komputerowych, to dopiero wprowadzenie standardu Bluetooth Mesh w połowie 2017 roku zaowocowało wzrostem zainteresowania konstruktorów urządzeń IoT tą technologią. Czy zatem przystępując do budowy sieci czujników, połączonych w łatwo konfigurowalną i skalowaną sieć Mesh, jesteśmy „skazani" na Bluetooth? Oczywiście, że nie!

W artykule zostanie zaprezentowany projekt prostej i taniej sieci zbudowanej w oparciu na komunikacji Wi-Fi, popularnych modułach ESP32[1] oraz protokole ESP-MESH[2]. Choć określenie „mesh" użyte w nazwie protokołu stanowi spore nadużycie (sieć pracuje w typowej topologii drzewa), to skalowalność, zaimplementowane mechanizmy autokonfiguracji (*self-forming*) oraz samouzdrawianie sieci (*self-healing*) pozwalają nam, w pewnym stopniu, rozpatrywać ją w charakterze typowej sieci kratowej.

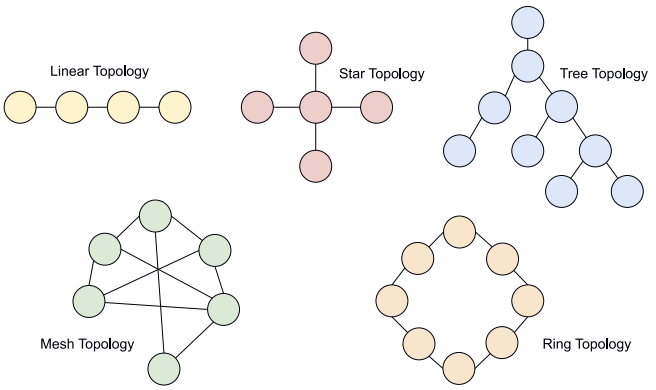
Topologie sieci bezprzewodowych

Nie wchodząc w szczegóły, związane z budową oraz zaletami/wadami poszczególnych konfiguracji sieci, możemy wyróżnić topologie (**rysunek 1**):

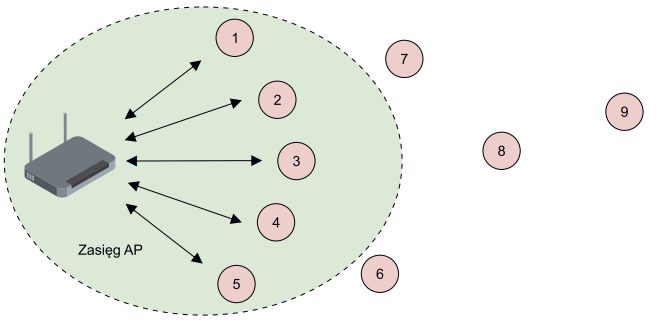
- liniową (*Linear Topology*),
- gwiazdową (*Star Topology*),
- pierścieniową (*Ring Topology*),
- kratową (*Mesh Topology*),
- drzewa (*Tree Topology*).

Dochodzą jeszcze topologie hybrydowe, będące połączeniem ww. konfiguracji. Wymieniona lista nie wyczerpuje tematu, a każda z topologii może występować w kilku wariantach. Przykładowo, sieci Mesh mogą pracować w tzw. pełnej siatce (*Full Mesh*), w której każdy węzeł sieci ma fizyczne połączenie z dowolnym innym węzłem. Co innego w konfiguracji siatki częściowej (*Partial Mesh*), gdzie nie wszystkie węzły sieci mają tę samą liczbę połączeń do innych węzłów.

Jednym z najlepszych przykładów typowej sieci gwiazdowej jest połączenie pomiędzy punktem dostępowym (AP) a wszystkimi urządzeniami bezprzewodowymi, pracującymi w ramach jednej lokalnej sieci Wi-Fi. Rozwiązanie to – dobrze spisujące się w typowych zastosowaniach tworzenia sieci lokalnej w domach lub biurach – nie jest najlepszą architekturą dla obszernych sieci czujników pomiarowych (często do 1000 węzłów), rozmieszczonych na dużym obszarze (znacznie przekraczającym zasięg komunikacji na poziomie AP ↔węzeł). W typowej konfiguracji gwiazdowej pojedynczy punkt dostępowy



Rysunek 1. Topologie sieci



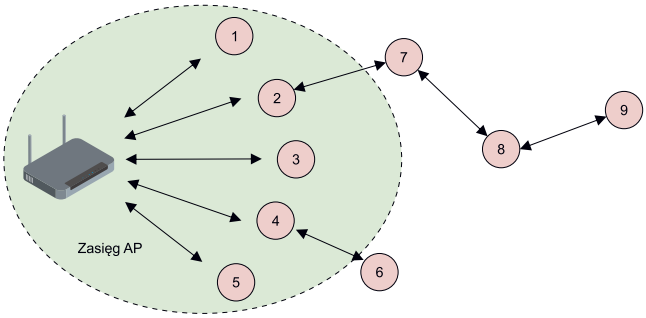
Rysunek 2. Ograniczenia zasięgu dla typowej sieci gwiazdowej

(koordynator) jednoznacznie ogranicza maksymalną liczbę węzłów, które mogą zostać podłączone do sieci (255 dla sieci Wi-Fi), jednocześnie definiuje obszar działania takiej sieci, wynikający z maksymalnego zasięgu komunikacji pomiędzy koordynatorem a najdalej oddalonym węzłem – **rysunek 2**. Węzły oznaczone numerami 6, 7, 8 oraz 9 znajdują się poza zasięgiem komunikacji koordynatora i nie mogą zostać przyłączone do sieci.

Architektura sieci ESP-MESH

Jak łatwo zauważyć na rysunku 2, problemy i ograniczenia zasięgu występujące w typowej konfiguracji gwiazdowej mogą zostać rozwiązane poprzez wprowadzenie możliwości komunikacji na poziomie węzeł-węzeł, bez konieczności zestawienia bezpośredniego połączenia z koordynatorem sieci. Takie rozwiązanie nie tylko eliminuje problemy związane z ograniczeniem liczby węzłów, które mogą zostać podłączone bezpośrednio do sieci, ale pozwala jednocześnie uzyskać nieograniczony (teoretycznie) zasięg komunikacji – **rysunek 3**. Przy wykorzystaniu technologii Wi-Fi, protokołu ESP-MESH oraz modułów ESP32 maksymalna odległość, na jaką mogą zostać oddalone poszczególne węzły, wynosi około 200 metrów, co przy tysiącu węzłów w sieci pozwala na pokrycie zasięgiem bardzo dużego obszaru.

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 3. Rozszerzenie działania sieci poprzez wprowadzenie komunikacji węzeł-węzeł

Protokół ESP-MESH bazuje na typowej komunikacji Wi-Fi. Jak zatem uzyskano połączenia na poziomie węzeł-węzeł? Idea rozwiązania jest dość prosta i najłatwiej zobrazować ją jako zestawienie wielu podsieci typu *Star* w jedną sieć. W takim rozwiązaniu każdy z węzłów, oprócz typowych funkcji (nadawanie/odbiór danych pomiarowych), pełni jednocześnie rolę punktu dostępowego (*softAP*) dla kolejnych węzłów oraz pośrednika w przekazywaniu wiadomości z niższych warstw. Schemat takiej sieci pokazuje **rysunek 4**, na którym widać także, że w przypadku frameworku ESP-MESH mamy do czynienia z typową architekturą drzewa.

Pokazana na rysunku 4 konfiguracja sieci pozwala nam zdefiniować cztery typy węzłów:

1. **Węzeł ROOT**. W ramach sieci ESP-MESH może występować wyłącznie jeden węzeł tego typu, odpowiedzialny za ewentualne połączenie z bramą zewnętrzną i komunikację z siecią Internet. Wybór węzła ROOT może być realizowany automatycznie (poprzez formę wyborów opartych na sile sygnału) lub poprzez wybór użytkownika na etapie budowania i konfiguracji sieci.
2. **Węzły LEAF**. Mogą wyłącznie wysyłać lub odbierać własne pakiety. Nie mają połączeń typu *child*, a tym samym nie pośredniczą w przekazywaniu pakietów danych w sieci. Tworzone są w momencie osiągnięcia przez sieć maksymalnej liczby warstw lub węzłów.
3. **Węzły PARENT**. Podłączone są do węzła ROOT lub PARENT. Nawiązują jednocześnie 0 lub więcej połączeń typu *child*. Wysyłają lub odbierają komunikaty oraz pośredniczą w przekazywaniu komunikatów dla połączeń typu *child*.
4. **Węzły IDLE**. Są to węzły, które nie dołączyły do sieci. Spróbują uzyskać połączenia do węzłów typu PARENT, działających w ramach ustalonego ID sieci lub, o ile nastąpi taka konieczność, uzyskać status węzła ROOT.

Formowanie sieci ESP-MESH

Zanim przejdziemy do praktycznej realizacji sieci, przyjrzyjmy się chwilę dwóm użytecznym funkcjom, udostępnianym przez protokół ESP-MESH:

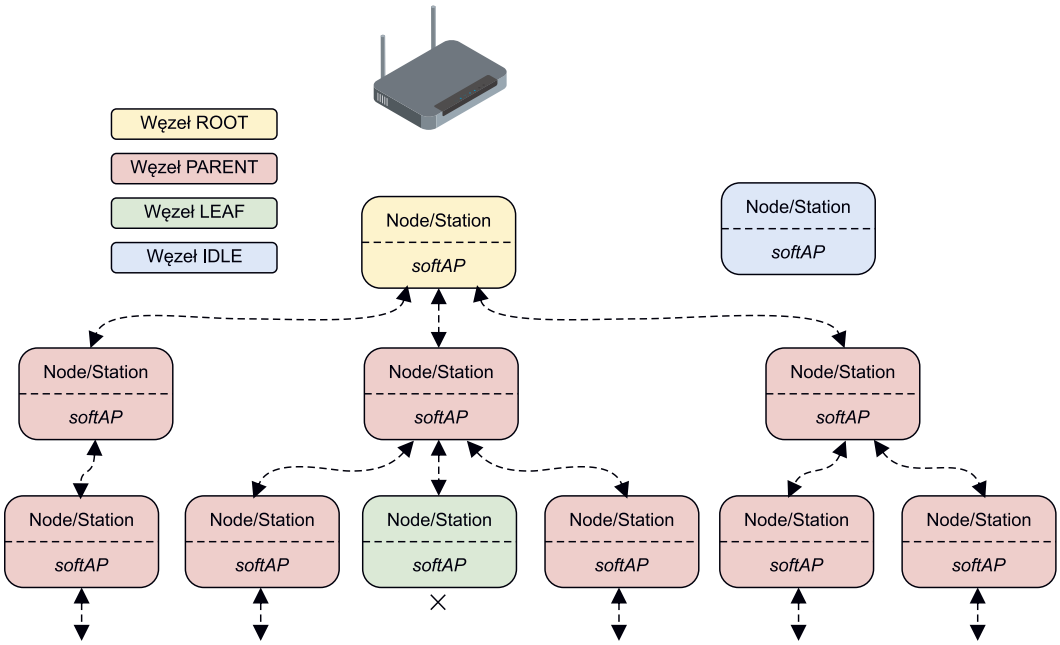
- automatyczne formowanie i konfigurowanie sieci (*self-forming*),
- automatyczna naprawa sieci w przypadku odłączenia węzła typu ROOT lub PARENT (*self-healing*).

Proces automatycznego formowania sieci może zostać podzielony na cztery etapy:

- wybór węzła typu ROOT – realizowany w sposób automatyczny lub manualny,
- formowanie drugiej warstwy – proces podłączenia pierwszych węzłów do węzła typu ROOT,
- formowanie kolejnych warstw – proces podłączania kolejnych węzłów IDLE do węzłów PARENT,
- ograniczanie liczby warstw – tworzenie węzłów typu LEAF w przypadku osiągnięcia maksymalnej pojemności sieci lub liczby warstw.

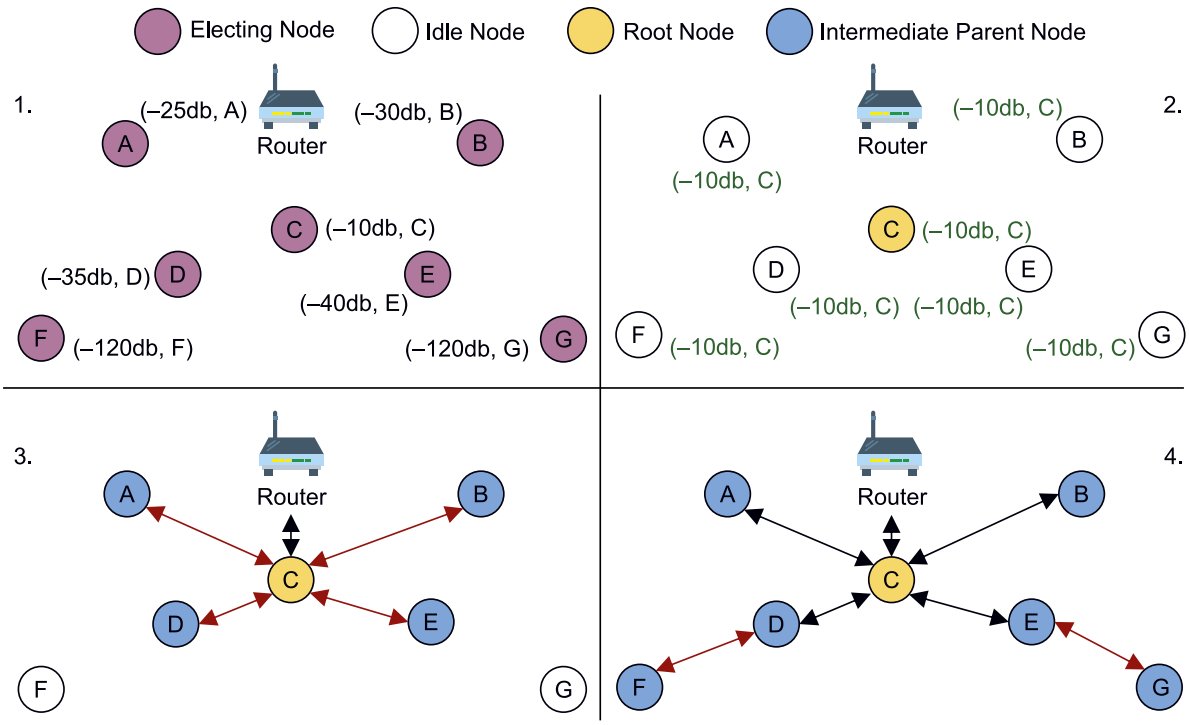
W pierwszym etapie formowania sieci realizowany jest proces wyboru węzła ROOT. Na etapie konfiguracji i kompilacji programu użytkownik może zdecydować, czy proces ten powinien zostać zrealizowany automatycznie (w procesie „wyborów" bazujących na wartości współczynnika RSSI), czy poprzez wskazanie wybranego węzła na etapie kompilacji programu. W pierwszym z przypadków, za pomocą ramek Wi-Fi Beacon, każdy z węzłów IDLE rozsyła rozgłoszeniowo swój adres MAC (będący jednocześnie unikatowym identyfikatorem węzła) oraz wartość współczynnika RSSI, dla połączenia z routerem/bramą dostępową. Jeżeli węzeł stwierdzi, że wartość współczynnika RSSI dla sąsiadującego węzła jest wyższa, wówczas zaczyna przesyłać ramkę „silniejszego" sąsiada. Tak skonstruowane wybory kończą się w chwili osiągnięcia określonej liczby iteracji (bardziej rozbudowane sieci wymagają większej liczby iteracji) i po uzyskaniu przez jeden z węzłów zdefiniowanego „progu wyborczego", określonego współczynnikiem – liczba zdobytych głosów/liczba głosujących. Zarówno liczba iteracji, jak i próg mogą zostać skonfigurowane na etapie kompilacji programu. Użytkownik może również dokonać wyboru węzła typu ROOT samodzielnie, poprzez wywołanie w kodzie programu funkcji `esp_mesh_set_parent()` (dla węzła ROOT) oraz funkcji `esp_mesh_fix_root()` dla pozostałych węzłów, pomijając tym samym proces głosowania na etapie formowania sieci. Przykładowy wybór węzła ROOT w sposób automatyczny został pokazany na **rysunku 5**.

Kolejnymi etapami formowania sieci jest organizacja drugiej i kolejnych warstw połączeń. Całość procesu realizowana jest automatycznie w ramach protokołu ESP-MESH. Wybór węzłów PARENT, do których zostaną podłączone węzły IDLE, realizowany jest poprzez wskazanie tzw. *Preferred Parent Node* – a więc węzłów wybieranych na podstawie aktualnego numeru warstwy, jak i liczby już nawiązanych połączeń typu *child*. Węzły IDLE preferują



Rysunek 4. Architektura sieci ESP-MESH

eprasa.pl 6006d05056



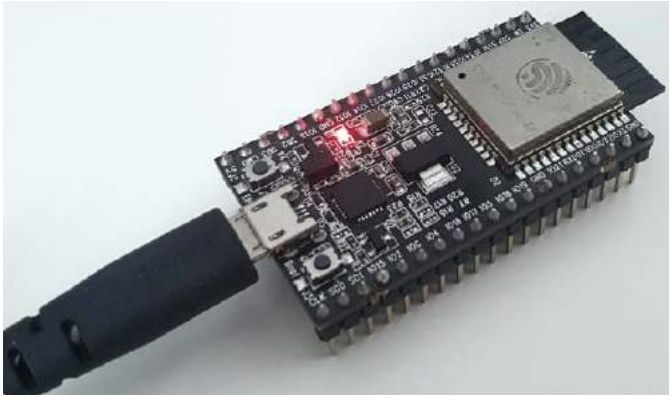
Rysunek 5. Automatyczny wybór węzła ROOT [5]

węzły PARENT o niższej wartości numeru warstwy. Tak dobrane kryteria wyboru pozwalają zminimalizować liczbę warstw tworzonej sieci. Użytkownik może również w sposób programowy wykonać manualną konfigurację sieci w postaci określenia preferowanych węzłów typu PARENT. Przykład programowej realizacji takiej sieci został przedstawiony w *Mesh Manual Networking Example* [3]. Przedstawiony powyżej przypadek tworzenia sieci przyjmuje założenie, że wszystkie węzły sieci zostały włączone w tej samej chwili, a w momencie wyboru węzła typu ROOT pozostawały węzłami typu IDLE. W przypadku asynchronicznego dołączenia nowych węzłów do sieci nie jest przeprowadzany nowy proces wyborów nawet w przypadku, gdy nowe węzły mają lepszą wartość współczynnika RSSI. Nowy proces wyborów może zostać rozpoczęty wyłącznie po wywołaniu przez obecny węzeł ROOT funkcji `esp_mesh_waive_root()`.

Piętą achillesową systemów komunikacji, zbudowanych w oparciu na topologii gwiazdy, jest awaria koordynatora, która jest jednoznaczna z utratą komunikacji w całym systemie. W przypadku sieci w architekturze drzewa awaria węzła typu PARENT powoduje utratę łączności wyłącznie z częścią systemu. Rozległość awarii zależy od warstwy, w której obecnie znajduje się węzeł. Natomiast awaria węzła typu ROOT uniemożliwia nawiązanie łączności z siecią przez bramę dostępową. Komunikacja typu węzeł-węzeł wciąż może być realizowana w wybranych fragmentach sieci. W praktycznych realizacjach sieci Mesh węzły często pełnią funkcję urządzeń mobilnych, które mogą okresowo znikać z zasięgu działania sieci. Tym samym programiści protokołu ESP-MESH zdecydowali się zaimplementować funkcje związane z naprawą sieci i udostępnili mechanizmy automatycznego przełączania węzłów typu ROOT oraz PARENT w przypadku ich awarii lub opuszczenia sieci. W przypadku awarii węzła typu ROOT węzły w drugiej warstwie sieci automatycznie wykryją brak koordynatora. Po kilku nieudanych próbach połączenia przeprowadzą wybory nowego węzła ROOT, analogicznie jak w procesie pierwszej konfiguracji sieci, bazując na wartościach współczynnika RSSI. Zbliżony mechanizm zastosowano w przypadku awarii węzłów typu PARENT.

W praktyce

W kolejnej części artykułu opiszemy, jak skonfigurować środowisko *esp-idf* oraz jak w praktyce realizować proces automatycznej konfiguracji sieci i wymiany danych pomiędzy węzłami w ramach protokołu ESP-MESH. Od strony sprzętowej wykorzystamy do tego celu zestawy deweloperskie ESP32-DEVKITC-32 [4], wyposażone w moduł ESP-WROOM-32D oraz konwerter USB-UART (bazujący na układzie Silabs CP2102). Całość zmontowana jest na płytce PCB z rastrem wyprowadzeń 2,54 mm – **fotografia 1**.



Fotografia 1. Zestaw deweloperski ESP32-DEVKITC-32

Łukasz Skalski
contact@lukasz-skalski.com

Bibliografia:
https://bit.ly/3jO9Zqe
https://bit.ly/2XbOy8P
https://bit.ly/33boD54

Przypisy:
[1] ESP32, 22.07.2020, ***https://bit.ly/3gfQMvl***
[2] ESP-Mesh Programming Guide, 22.07.2020, ***https://bit.ly/3jO9Zqe***
[3] Mesh Manual Networking Example, 22.07.2020, ***https://bit.ly/2DguxHk***
[4] ***kamami.pl***, 22.07.2020, ***https://bit.ly/2D2n1Qr***
[5] Espressif technical documents, 22.07.2020, ***https://bit.ly/338osY9***

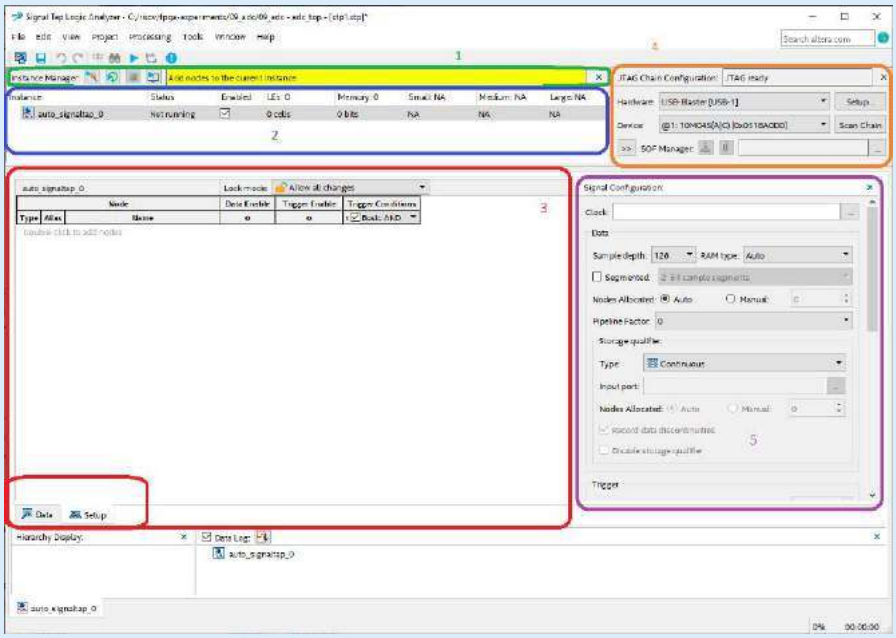
eprasa.pl 6006d05056

Eksperymenty z FPGA (9)

W tej części kursu przyjrzymy się przydatnej funkcji środowiska Quartus, czyli modułowi Signal Tap, pozwalającemu na podglądanie przebiegów zarejestrowanych wewnątrz układu FPGA. Dzięki niemu otrzymujemy wynik podobny do przebiegów z symulacji, ale wprost z „żywego" sprzętu.

FTP WSZYSTKIE POPRZEDNIE ODCINKI KURSU SĄ DOSTĘPNE NA STRONIE WWW.MEDIA.AVT.PL

Moduł odpowiedzialny za zbieranie i przechowywanie danych, zbudowany jest z tych samych zasobów co badana logika, przez co projekt wraz z dodatkowymi elementami powiększy się. Nie będzie to dokładnie nasz projekt, ponieważ po dołożeniu dodatkowych elementów, konieczna jest powtórna synteza, a co za tym idzie, rozłożenie logiki w strukturze układu FPGA zostanie wykonane ponownie. Może to skutkować zniknięciem pewnych amonali, które chcieliśmy wytropić, choć nie powinno się to często zdarzać. Pomimo niedogodności jest to przydatna metoda debugowania, pozwalająca przynajmniej częściowo zajrzeć do środka układu.



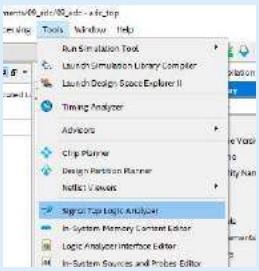
Rysunek 2. Główne okno *Signal Tap*

Signal Tap

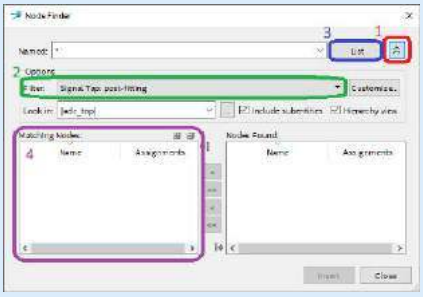
Do eksperymentów wykorzystamy projekt odczytu dwóch kanałów ADC, który stworzyliśmy w poprzedniej części kursu (można go pobrać z repozytorium [1]). Otwieramy środowisko Quartus i załadowujemy projekt *09_adc\09_adc.qpf*. Następnie wywołujemy jego budowę i czekamy, aż się zakończy. Warto zanotować poziom wykorzystania komponentów układu FPGA, aby po dodaniu modułu Signal Tap, porównać jak się zmienił.

Narzędzie włączamy wybierając opcję *Signal Tap Logic Analyzer* (**rysunek 1**), z menu *Tools*. Pojawi się główne okno programu, podobne do tego z **rysunku 2**. Można w nim wydzielić kilka grup opcji. Na samej górze znajduje się menu programu. Pasek oznaczony jako (1), pozwala na uruchomienie zbierania danych oraz prezentuje aktualny stan systemu. W tej chwili jego kolor jest żółty, co oznacza, że nie jest gotowy do pracy. Kolor czerwony sygnalizuje, że wprowadziliśmy duże zmiany, które wymagają powtórnego zbudowania projektu.

W sekcji (2) znajdziemy listę dostępnych instancji, czyli wersji naszego analizatora logicznego. Możemy przygotować kilka wariantów i aktywować ten, który akurat potrzebujemy. Na potrzeby projektu aktywujemy tylko jeden. Sekcja (3) to główne okno projektu składające się z dwóch kart, między którymi możemy się przełączać za pomocą przycisków, zlokalizowanych w lewym dolnym rogu. Na początku znajdujemy się w zakładce *Setup* (ustawienia). Na razie jest ona pusta, ale niebawem dodamy tu sygnały, które chcemy obserwować. W drugiej zakładce *Data* (dane) dostępne będą zebrane dane. Mniejszy panel (4) pozwala na obsługę interfejsu JTAG. Możemy tu wybrać programator, wykryć wersję układu FPGA oraz wgrać bitfile, dzięki czemu nie musimy przełączać się do okna programatora. Na końcu została nam zakładka (5) – *Signal Configuration* (konfiguracja sygnału), gdzie ustawiamy opcje takie jak zegar, który będzie taktował nasz moduł, oraz liczbę próbek jaką chcemy zapisać. Przyjrzyjmy się teraz krok po kroku co musimy skonfigurować, aby zebrać interesujące nas dane.



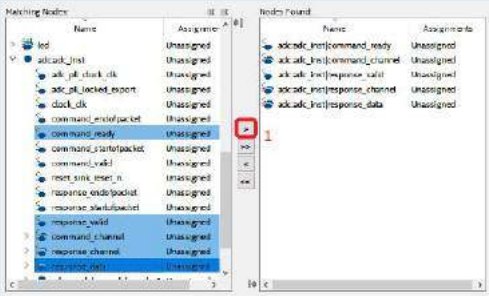
Rysunek 1. Włączamy program *Signal Tap*



Rysunek 3. Lista sygnałów, które możemy dodać do obserwacji

Konfiguracja sygnałów

Zacznijmy od dodania sygnałów, które chcemy obserwować. Klikamy na środku okna (3), obok napisu *Double-click to add nodes* (kliknij

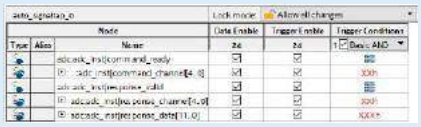


Rysunek 4. Wybieramy sygnały przypisane do instancji *adc_inst*

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056

dwukrotnie aby dodać węzły). Otworzy się okno *Node Finder*, pokazane na **rysunku 3**. Najpierw naciskamy przycisk (1). Pojawią się dodatkowe opcje. Aby zobaczyć wszystkie dostępne sygnały z *Filter* (2) wybieramy *Design Entry* (all names). Następnie naciskamy *List* (3). Dostępne sygnały pojawiają się w oknie *Matching Nodes (4)*.



Rysunek 5. Lista sygnałów wybranych do obserwacji

Rysunek 6. Panel *Signal Configuration*

Na **rysunku 4** pokazano okno z już załadowaną listą połączeń. Teraz możemy wybrać sygnały, które nas interesują. Wybieramy wejściowy sygnał `command_channel`, który służy do wybrania kanału do przetworzenia, oraz `command_ready`, mówiący o gotowości przetwornika do kolejnego pomiaru. Decydujemy się także na trzy sygnały z interfejsu wyjściowego: `response_channel`, `response_data` oraz `response_valid`. Wybrane sygnały przenosimy do drugiej kolumny *Nodes Found* za pomocą przycisku (1). Na końcu zatwierdzamy wybór, naciskając znajdujący się w prawym dolnym rogu przycisk *Insert*, a następnie zamykamy okno klikając przycisk *Close*. Sygnały pojawiły się na głównym ekranie, co pokazuje **rysunek 5**.

Teraz przechodzimy do konfiguracji modułu, którą wykonamy w panelu *Signal Configuration* (po prawej stronie okna), pokazanego na **rysunku 6**. Zaczynamy od wyboru zegara. W linii *Clock* naciskamy przycisk (1). Znowu pojawi się okno *Node Finder*, pokazane na **rysunku 7**. Tutaj także naciskamy przycisk *List*, a następnie dodajemy linię `clk` z komponentu *adc_top*. Jest to nasze wejście zegarowe, gdzie dołączony jest zewnętrzny generator sygnału. Zatwierdzamy przyciskiem *OK*.

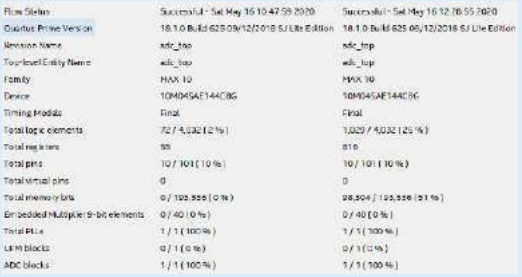
Rysunek 7. Wybieramy sygnał zegarowy w oknie *Node Finder*

Wróćmy do rysunku 6 i punktu oznaczonego cyfrą (2). W zakładce *Data* (*dane*) w polu *Sample depth* (*liczba próbek*) konfigurujemy rozmiar pamięci, w której będą zapisywane wyniki pomiarów. Wybieramy 4 K, czyli 4096 tysiąca kolejnych wartości. Nie możemy wybrać dowolnie dużej wielkości, bo ogranicza nas rozmiar pamięci RAM dostępnej w układzie. Na przykład, jeśli spróbujemy wybrać 8 K, to podczas budowania projektu zostanie zwrócony błąd, spowodowany niewystarczającą liczbą zasobów.

Zbieramy dane

Podstawowa konfiguracja jest już gotowa. Teraz musimy powtórnie skompilować projekt, o czym informuje nas czerwony pasek na górze okna. Naciskamy niebieską strzałkę na pasku zadań (**rysunek 8**). Potwierdzamy, jeśli pojawi się pytanie o dodanie do aktualnego projektu. Przed rozpoczęciem budowania, musimy też zapisać projekt naszego analizatora. Zostaniemy przeniesieni do środowiska Quartus. Kiedy budowa projektu się zakończy,

Rysunek 8. Uruchamiamy budowę projektu



Rysunek 9. Porównanie zużycia zasobów dla projektu bez oraz z modułem *SignalTap*

warto zwrócić uwagę na podsumowanie zużycia zasobów. Porównanie projektu bez i z *SignalTapem* pokazuje **rysunek 9**. Widzimy, że zużył on dość sporo komponentów, czyli około jednej czwartej zasobów logicznych oraz połowę dostępnej pamięci RAM.

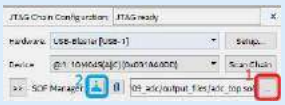
Wróćmy do ekranu *SignalTap*, a dokładniej do zlokalizowanej w prawym górnym rogu obsłudze programatora, którą znajdziemy na **rysunku 10**. Klikamy przycisk (1) i ładujemy plik ze zbudowanym projektem *output_files\adc_top.sof*. Następnie programujemy układ FPGA, klikając (2).

Kiedy proces zakończy się powodzeniem (co może zająć trochę czasu), pojawi się napis *Ready to acquire*. Zbieranie danych rozpoczynamy wyborem naszej instancji z widocznej na **rysunku 11** listy (1) oraz kliknięciem przycisku *Run Analysys* (2). Po chwili zostaniemy przełączeni z zakładki *Setup* do zakładki *Data*, widocznej na **rysunku 12**, gdzie zobaczymy uzyskane przebiegi. Za pomocą lewego i prawego przycisku myszy możemy powiększać lub pomniejszać wykres.

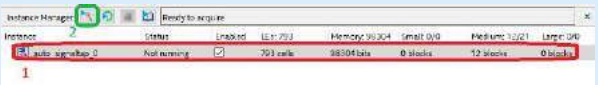
Aby zmienić sposób interpretowania danych, klikamy prawym przyciskiem myszy na nazwę sygnału. Z menu kontekstowego wybieramy ostatnią pozycję – *Bus Display Format* (format wyświetlania szyny), co pokazuje **rysunek 13**. Przykładowo, dla sygnału `response_data` wybiorę opcję *Unsigned Decimal*, czyli wartości dziesiętne bez znaku.

Możemy także dodać kursor, który pomoże nam zmierzyć czas pomiędzy zdarzeniami. W tym celu naciskamy na napis *click to insert time bar* (naciśnij aby dodać kursor czasowy) na belce nad przebiegiem – na rysunku 12 została ona oznaczona numerem (1). Pojawi się dodatkowe okienko, w którym widzimy zbliżenie na wybrany punkt w czasie – na **rysunku 14** zaznaczone jako (1). Kursor możemy przesuwać myszką, albo w sposób precyzyjny za pomocą strzałek (2). Sam kursor znajdziemy pod numerem (3).

Kiedy naciśniemy po raz kolejny na górny pasek, dodany zostanie następny kursor, którego wartość podana będzie względem pierwszego (głównego) kursora. Na rysunku 14 dodane zostały dwa takie kursory – (4) i (5), umiejscowione w momentach, gdy pojawia się kolejna dana na wyjściu. Widzimy, że pomiędzy dwoma kolejnymi odczytami mija 320 cykli zegara, a ponownie obsłużenie kanału



Rysunek 10. Obsługa programatora

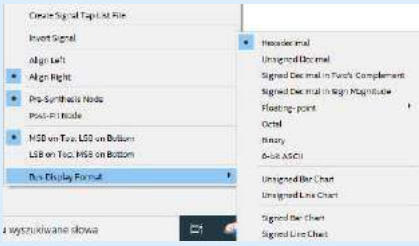


Rysunek 11. Uruchamiamy zbieranie danych

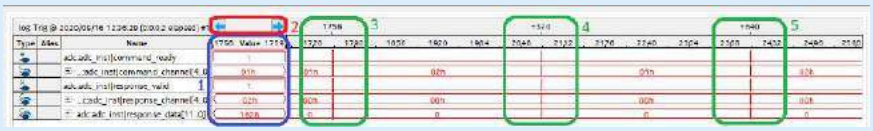
Rysunek 12. Wykres przedstawiający zebrane przebiegi

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056

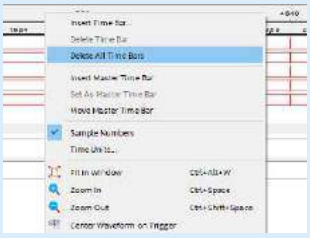


Rysunek 13. Zmiana formatu wyświetlania danych



Rysunek 14. Dodanie kursora do przebiegów

pierwszego następuje po 620 cyklach. Ponieważ częstotliwość zegara to 8 MHz, odpowiada to kolejno 40 µs i 80 µs. Widzimy więc, że ADC dokonuje pomiaru z częstotliwością 25 kHz, czyli zgodnie z tym, co ustawiliśmy w konfiguracji. Aby usunąć wskaźniki, klikamy na pasek prawym przyciskiem myszy, a z menu kontekstowego wybieramy *Delete All Time Bars* (usuń wszystkie kursory czasu), jak na **rysunku 15**.



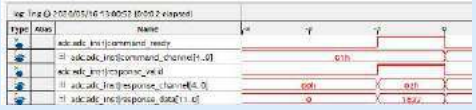
Rysunek 15. Usuwanie kursorów

Uruchomiliśmy narzędzie w trybie wyzwalanym przez nas. Ponieważ wybraliśmy bardzo duży rozmiar bufora, a interesujące nas zdarzenia (odczyt z ADC) występują często i w stałych odstępach czasu, to i tak złapaliśmy dość dużą ich liczbę. Jednak w przypadku zdarzeń występujących rzadziej, możemy posłużyć się wyzwalaniem (ang. *trigger*). Wróćmy do zakładki setup i w kolumnie trigger conditions (warunki wyzwalania) kliknijmy prawym przyciskiem myszy w wierszu `response_valid`. Pojawi się zaprezentowane na **rysunku 16** menu kontekstowe, gdzie możemy wybrać kiedy ma nastąpić wyzwolenie pomiaru. Domyślna opcja to *Don't Care* (nie przejmuj się). Możemy też wybrać reakcję na wartość, albo na zbocze. Ja wybiorę wyzwalanie na zbocze narastające (*Rising Edge*). Można także określić, jak będą traktowane kryteria dla poszczególnych sygnałów. Listę dostępnych opcji pokazuje **rysunek 17**.

Rysunek 16. Ustawienia wyzwalania

Zmiana sposobu wyzwalania nie wymaga ponownej budowy projektu. Wiemy o tym, ponieważ w górnej części okna nadal widoczna jest informacja *Ready to acquire*. Wracamy więc do zakładki *Data* i wyzwalamy powtórnie pomiar przyciskiem *Run Analysis*. Kiedy dane zostaną załadowane, zobaczymy że zerowa próbka pokrywa się ze skonfigurowanym przez nas triggerem – zostało to pokazane na **rysunku 18**. W panelu *Signal Configuration* mamy możliwość dokonania bardziej zaawansowanej konfiguracji wyzwalania, gdzie między innymi możemy wybrać, czy chcemy aby moment wyzwolenia był na początku, w środku, czy na końcu danych (**rysunek 19**). Mamy taką możliwość, ponieważ dane ciągle zbierane są w buforze cyklicznym, natomiast sam trigger decyduje tylko o momencie, kiedy zapis zostanie zatrzymany.

Rysunek 17. Konfiguracja wzajemnej zależności pomiędzy rożnymi wymuszeniami



Rysunek 18. Próbka zerowa zgadza się z ustawieniem triggera

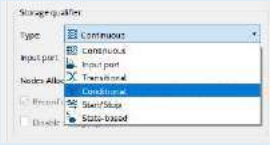
Zbieranie warunkowe

W tej chwili interesujące dane stanowią niewielki ułamek zawartości bufora, gdzie wartości pomiarów to tylko jedna próbka na 320 zapisanych. Możemy to zmienić, korzystając z opcji *Storage qualifier* z zakładki *Signal Configuration*. Domyślna opcja to *Continuous*, czyli „zapisuj wszystko", przejdźmy jednak na opcję *Conditional* – warunkowo (**rysunek 20**). Kiedy wybierzemy opcję w oknie z sygnałami, pojawi się nowa kolumna – *Storage Qualifier*, co pokazuje **rysunkek 21**.

Przyjmijmy, że interesują nas tylko poprawne wyniki pomiarów z kanału 1. W tym celu w wierszu `response_valid` wybieramy stan logiczny `1`, a w wierszu `response_channel` wpisujemy `1`. Na górze kolumny zostawiamy opcję *Basic AND*, ponieważ chcemy żeby zapis nastąpił, gdy oba warunki są spełnione. Gotową konfigurację pokazuje **rysunek 22**.

Rysunek 19. Konfiguracja momentu wyzwalania względem zbieranych danych

Ponieważ dokonujemy dużej modyfikacji, konieczna jest powtórna budowa projektu. Informuje nas o tym czerwony komunikat wyświetlony w górnej części okna (**rysunek 23**). Zgodnie z sugestią powtórnie uruchamiamy kompilację, a po jej zakończeniu ponownie programujemy układ FPGA. Kiedy będziemy gotowi, możemy znów rozpocząć zbieranie danych, a po jego zakończeniu, zobaczymy rezultat podobny jak na **rysunku 24**.



Rysunek 20. Dodajemy warunek, który musi zostać spełniony, aby dane zostały zapisane

Zgodnie z oczekiwaniem, wartości w pierwszych czterech liniach nie ulegają zmianie, ponieważ są one ściśle związane z ustawionym przez nas warunkiem. Najciekawszy jest ostatni wiersz, zawierający wyniki pomiarów. Widzimy, że wartości zmieniają się bardzo często. Aby wynik był czytelniejszy, możemy zmienić tryb wyświetlania na graficzny. W tym celu, tak jak przy zmianie sposobu interpretacji danych, klikamy nazwę sygnału prawym przyciskiem myszy. Z menu kontekstowego, przedstawionego

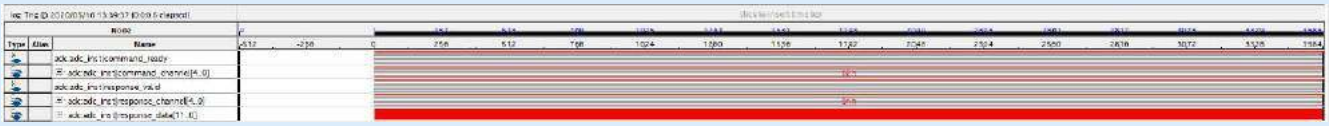
Rysunek 21. Nowa kolumna *Storage Qualifier*, która pozwala dodać warunek zapisu danych

Rysunek 22. Ustawiamy aby zapisane zostały jedynie poprawne próbki, zebrane z kanału 1

Rysunek 23. Informacja o konieczności przeprowadzenia ponownej budowy projektu

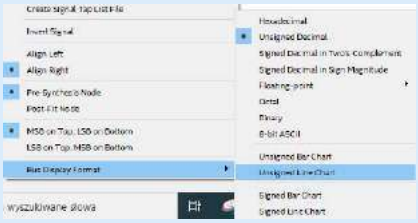
Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 24. Dane zebrane przez *Signal Tap*

na **rysunku 25**, wybieramy opcję *Bus Display Format*, a następnie *Unsigned Line Chart* (wykres liniowy dla liczb bez znaku).



Rysunek 25. Wybór trybu graficznego

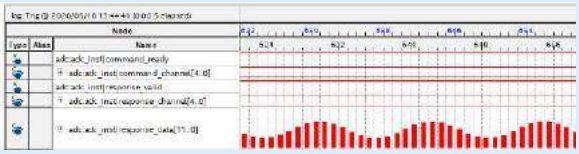
Rezultat pokazuje **rysunek 26**. Widzimy przebieg funkcji, ponieważ tym razem do wejścia, zamiast potencjometru, podłączyłem generator funkcji, ustawiony na sygnał sinusoidalny o częstotliwości 20 Hz, wartości międzyszczytowej 1 V i z offsetem 1,5 V. Jeśli przełączymy się na wykres słupkowy (*Unsigned Bar Chart*), to zobaczymy wynik podobny jak na **rysunku 27**. Tym razem, aby różnice między kolejnymi punktami były większe, sygnał wejściowy ma częstotliwość równą 1 kHz.

Podsumowanie

W tym odcinku zaznajomiliśmy się z bardzo przydatnym narzędziem podczas debugowania. *SignalTap* pozwala analizować przebiegi z wnętrza naszego układu FPGA. Opisane w artykule funkcje zostały także pokazane na filmie [2]. W kolejnej części kursu wrócimy do przetwornika ADC i zajmiemy się przetwarzaniem dźwięku.

Rafał Kozik
rafkozik@gmail.com

Rysunek 26. Dane z przetwornika ADC zaprezentowane w trybie graficznym



Rysunek 27. Wykres słupkowy (*Unsigned Bar Chart*)

Przypisy:
[1] ***https://bit.ly/30Bg2FI*** – repozytorium z przykładami
[2] ***https://bit.ly/2WHDjER*** – film demonstrujący konfigurację *Signal Tap*

REKLAMA

Nie przegap lipcowego wydania
Elektroniki dla Wszystkich

W numerze między innymi:

Kalkulator TTL
Niesamowity projekt, polegający na realizacji edukacyjnego elektronicznego kalkulatora z użyciem kultowych układów scalonych TTL zamontowanych na ośmiowarstwowej płytce drukowanej o rozmiarach 720×500mm!
Przetworniki sigma-delta
Z przetwornikami sigma-delta mamy do czynienia coraz częściej. Nie tylko w precyzyjnych przetwornikach ADC, ale i we wzmacniaczach klasy D. Warto dobrze zrozumieć ich działanie.
Odkrywamy schematy. Zasilacze komputerowe
Rozpoczynamy interesujący i bardzo pożyteczny cykl, omawiający budowę, działanie oraz możliwości przeróbki popularnych zasilaczy komputerowych.
Arduino i symulator modelarski FMS
Dzięki temu układowi oraz darmowemu symulatorowi każdy może wcielić się w pilota modelu samolotu...
ATV – rpm i speedmeter do quada
Własnej roboty cyfrowy prędkościomierz oraz LED-owy obrotomierz mogą być atrakcyjnym zamiennikiem mało precyzyjnego oryginalnego zegara w quadzie. Łatwo można go dostosować do różnych rodzajów silników.

Ponadto w numerze:
- Akcelerator do kolorowych wyświetlaczy graficznych z ILI9163C
- Precyzyjne źródło prądowe 0...25mA
- Solarna ładowarka akumulatorów litowych z wyjściem 5V
- Z potrzeby chwili... (Ł)oscyloskop 3-bitowy
- **Szkoła Konstruktorów** – Użyteczny w praktyce sygnalizator spadku temperatury poniżej zera.
- **Szkoła Konstruktorów** – Zaproponuj związany z elektroniką sposób racjonalizacji wykorzystania wody, w szczególności sposób kontroli wilgotności gleby.

EdW możesz zamówić na *www.ulubionykiosk.pl.*

Do kupienia także w Empikach i wszystkich większych kioskach z prasą.

www.elportal.pl

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie **www.media.avt.pl**

eprasa.pl 6006d05056

Systemy dla Internetu Rzeczy (40)

IoT w czasach pandemii COVID-19

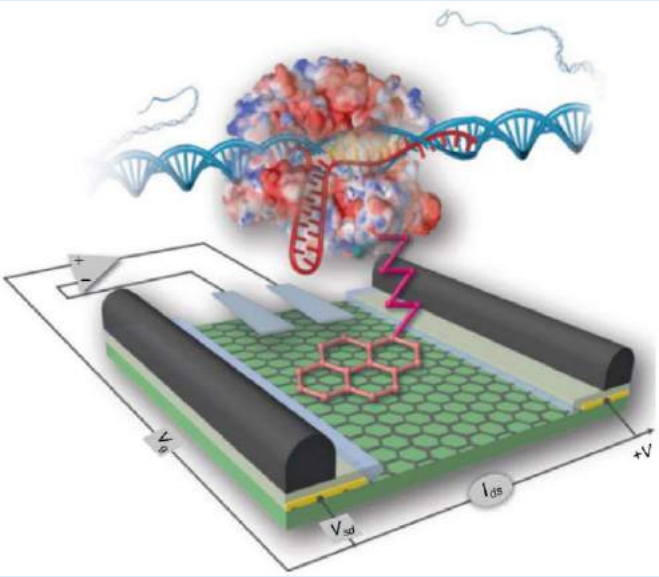
FTP Wszystkie poprzednie odcinki kursu są dostępne na stronie www.media.avt.pl

Firmy technologiczne odgrywają kluczową rolę w walce z pandemią COVID-19. Niektóre przekazują miliony masek, rękawiczek i innych materiałów ze swoich zapasów lub współpracują ze szpitalami w celu udostępniania i analizowania danych. Inne przestawiają swoje pracownie lub zakłady na produkcję wentylatorów, respiratorów czy osłon twarzy. W obliczu sytuacji wyjątkowej pomysłowość i solidarność nigdy się nie kończy. Ostatnio bardzo przyspieszyły prace nad wdrażaniem nowych technologii produkcji wielkoskalowej szybkich, tanich, dokładnych testów do wykrywania wirusa SARS-CoV-2.

SARS-CoV-2 to nazwa nowego wirusa, skrót od Coronavirus 2, który powoduje poważną niewydolność oddechową, chorobę o nazwie COVID-19 i odpowiada za obecną globalną pandemię. Szybka diagnostyka, w punkcie opieki medycznej, jest niezbędna pracownikom służby zdrowia w podejmowaniu decyzji dotyczących leczenia, pacjentom, w kierowaniu ich działaniami, celem ograniczenia rozprzestrzeniania się infekcji, urzędnikom zdrowia publicznego w ich wysiłkach na rzecz ograniczenia pandemii.

Ponieważ kraje stopniowo łagodzą ograniczenia w przemieszczaniu się, wiele osób obawiać się będzie powrotu do życia sprzed pandemii. Chcieliby mieć pewność, że wykonując codzienne czynności, nie będą narażeni na zakażenie wirusem. Aby rozwiązać ten problem, wiele technologii jest obecnie przyspieszanych do wdrożenia. Niektóre z nich mogłyby nie doświadczyć tak gwałtownego wzrostu na rynku przed COVID-19.

Jest wiele debat na temat powszechnej ingerencji technologii w nasze życie, która stwarza zagrożenie dla prywatności i bezpieczeństwa danych. Dwie technologie, które mogą odgrywać kluczową rolę w zapewnianiu bezpieczeństwa publicznego w życiu codziennym, to technologie bezdotykowe oraz bezprzewodowe krótkiego zasięgu, takie jak Bluetooth Low Energy (BLE) i Ultra-wideband (UWB) [1]. UWB to technologia bezprzewodowa o niskiej mocy, która może przesyłać dane na krótkie odległości, z dokładną lokalizacją w pomieszczeniach [6].

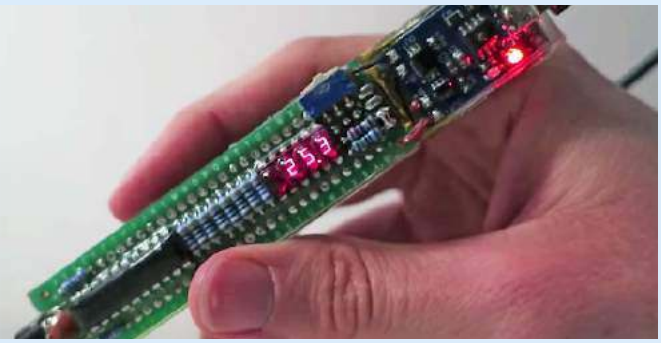


Zbuduj swój własny bezdotykowy termometr

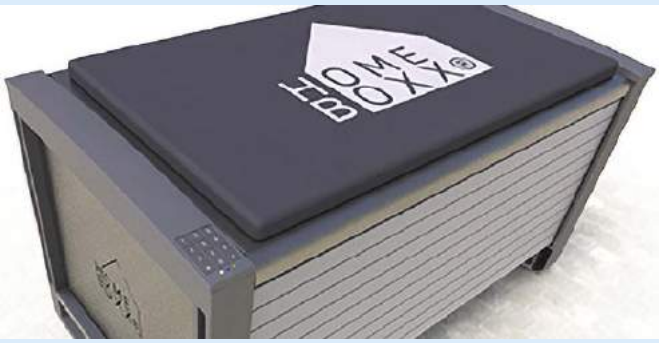
Hakerzy sprzętowi i społeczność oprogramowania open source tworzą tanie projekty, które można budować w celu zwalczania koronawirusa. Jeśli nie chcesz płacić za komercyjny pistolet termometryczny, zawsze możesz zbudować własny (**fotografia 1**). Jak pokazuje film na YouTube, jest to dość proste zadanie [3]. Konstruktor Ijon Tichy wykorzystuje czujnik MLX90614, wyświetlacz HP QDSP6040 i ATtiny2313 MCU. Ponadto SparkFun ma wiele projektów czujników IR, które również powinny działać. Zaletą projektu jest jego estetyka, np. płytka drukowana jest cienka, a elementy rozłożone są na całej jej powierzchni.

Bezdotykowa dostawa do domu

COVID-19 może przyspieszyć wdrażanie komórkowych, inteligentnych urządzeń IoT dla przesyłek do domu, które eliminują kontakt między kierowcą a konsumentami i umożliwiają nocne dostawy. Inteligentna skrzynka Homeboxx (**fotografia 2**), opracowana przez norweski startup o tej samej nazwie, pozwala bezpiecznie dostarczać



Fotografia 1. Termometr bezdotykowy DIY



Fotografia 2. Inteligentna skrzynka Homeboxx

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056

Fotografia 3. Urządzenie o nazwie Distancer

dowolne dostawy – od jedzenia, po ubrania – do izolowanego termicznie pudełka dostępnego tylko za pomocą unikalnego kodu [4].

Monitor dystansu w miejscu pracy

Niemiecki producent i twórca wbudowanych mikrourządzeń PHYTEC stosuje technologie UWB i Bluetooth w urządzeniu, które zostało opracowane specjalnie do walki z COVID-19 [6]. Urządzenie o nazwie Distancer (**fotografia 3**), zaprojektowane do noszenia na szyi, jak legitymacja pracownika, umożliwia wykonywanie bardzo dokładnych (±5...10 cm) pomiarów odległości pomiędzy osobami. Distancer może pozwolić uniknąć niepotrzebnych testów pracowników, którzy mogli przebywać w pobliżu zainfekowanego kolegi, ale nie naruszyli zalecanej zasady dystansu społecznego 2 m.

Na początku epidemii w Polsce, już w marcu 2020, studenci, doktoranci i naukowcy Politechniki Warszawskiej rozpoczęli działania w celu pomocy służbie zdrowia [2]. Akcję zainicjował Kamil Deja – doktorant z Wydziału Elektroniki i Technik Informacyjnych. Z pomocą przyszedł jego opiekun naukowy – prof. Przemysław Rokita – kierownik Zakładu Grafiki Komputerowej na Wydziale Elektroniki i Technik Informacyjnych (WEiTI), który m.in. zajmuje się drukiem 3D. W obsłudze drukarek 3D z wielką pomocą przyszedł Krzysztof Gracki. W poszukiwanie wsparcia (m.in. dodatkowych drukarek czy narzędzi do cięcia folii) włączył się prof. Krzysztof Zaremba, dziekan Wydziału EiTI (obecnie rektor PW). Dzięki temu o akcji dowiedziały się kolejne wydziały i jednostki PW.

Pierwsze przyłbice w całości wyprodukowane w ramach inicjatywy trafiły do warszawskiego szpitala przy ulicy Banacha, kolejne wsparły pracowników oddziału neurochirurgii Szpitala Bielańskiego i jednej z przychodni. Na koniec tygodnia gotowych było 81 przyłbic, a kilkadziesiąt czekało na dokończenie.
W produkcję przyłbic zaangażowali byli przedstawiciele wydziałów: Elektroniki i Technik Informacyjnych, Instalacji Budowlanych, Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska, Chemicznego, Fizyki, Inżynierii Chemicznej i Procesowej oraz Centrum Zarządzania Innowacjami i Transferem Technologii i Koła Naukowego Druku 3D (działa przy Wydziale Mechanicznym Energetyki i Lotnictwa).

Fotografia 4. Urządzenia Estimote do noszenia w miejscu pracy

Fotografia 5. System automatycznego rejestrowania fizycznych interakcji pomiędzy współpracownikami

Urządzenia do noszenia w miejscu pracy

Firma Estimote uruchamia produkcję urządzeń do noszenia w miejscu pracy (**fotografia 4**), umożliwiając szybkie śledzenie kontaktów pracowników z objawami COVID-19. Urządzenia muszą nosić wszyscy, w określonym miejscu pracy takim jak szpital, magazyn, zajezdnia, gospodarstwo, fabryka farmaceutyczna lub sklep spożywczy[7]. Dzięki temu poprzez Bluetooth można automatycznie rejestrować fizyczne interakcje pomiędzy współpracownikami (**fotografia 5**). Jeśli u osoby rozwiną się objawy COVID-19, dane te można wykorzystać (za pośrednictwem opracowanego przez firmę Estimote pulpitu nawigacyjnego w chmurze) celem zidentyfikowania pracowników, którzy mogli być narażeni na kontakt z wirusem, a przede wszystkim określić czas ekspozycji w minutach, czyli ryzyko zarażenia. Urządzenie daje pracodawcom możliwość, w ramach środków ostrożności, zapewnienia natychmiastowej izolacji osób o średnim i wysokim ryzyku, umożliwiając jednocześnie pracę osobom o ryzyku niskim lub zerowym.

Rozwiązanie zostało zaprojektowane z myślą o prywatności i jak największa liczba danych jest anonimowa. Chociaż może powiedzieć pracodawcy, ile minut jeden pracownik był blisko drugiego, to nie powie mu, gdzie i kiedy (**fotografia 6**). Funkcja pozycjonowania w pomieszczeniu może wskazywać, gdzie konkretny pracownik spędził czas w pracy, ale nie z kim był. Aby to rozwiązanie zadziałało, każdy pracownik musi czuć się swobodnie podczas korzystania z niego, a jedynym sposobem na to jest zagwarantowanie prywatności.

Urządzenia do noszenia Estimote będą dostępne w jednym z trzech formatów – wisiorek, zegarek na rękę i zawieszka – wszystkie będą miały funkcję ładowania bezprzewodowego, przycisk alarmu napadowego i wskaźniki LED [7].

Bezprzewodowe urządzenia bezdotykowe

Badanie opublikowane w „American Journal of Infection Control" wykazało, że 100% z 17 testowanych ekranów dotykowych publicznego sklepu spożywczego zawiera kolonie bakteryjne, a 59% zawiera niebezpieczne bakterie, takie jak E.coli [1]. Z 17 testowanych ekranów dotykowych

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056

Fotografia 6. Funkcja pozycjonowania w pomieszczeniu może wskazywać, gdzie konkretny pracownik spędził czas w pracy

w szpitalach, wszystkie miały kolonie bakteryjne. W Wielkiej Brytanii badanie sieci transportu publicznego w Londynie i przestrzeni publicznej w szpitalu w 2009 r. wykazało, że ponad 60% powierzchni dotykowych ma wysoki poziom zanieczyszczenia bakteryjnego.

Według firmy Ultraleap, trzy główne alternatywy dla ekranów dotykowych to: kontrola gestów, która śledzi pozycję dłoni użytkownika, sterowanie głosem, za pomocą oprogramowania do rozpoznawania głosu, oraz aplikacje mobilne, używane do łączenia się z ekranami publicznymi. Firma wskazuje na dane sugerujące, że technologie bezdotykowe oparte na gestach będą wiodącym rozwiązaniem, w porównaniu do ekranów dotykowych lub aplikacji mobilnych. Zdaniem Ultraleap, technologie te odegrają znaczącą rolę w przywróceniu zaufania konsumentów do handlu detalicznego i innych środowisk publicznych, w świecie po COVID-19.

Moduł Rigel firmy Ultrleap rejestruje ruchy dłoni i palców użytkownika. Można go dołączyć do istniejących układów, aby realizować interfejsy bezdotykowe [8]. Jest w stanie rozpoznać 27 różnych gestów dłoni w polu widzenia 160×160° i śledzić do 75 cm. Dzięki częstotliwości odświeżania 90 Hz i oprogramowaniu o niskim opóźnieniu, czas między ruchem a śledzeniem spada poniżej progu percepcji człowieka.

Testowanie koronawirusa

Testy diagnostyczne stosowane do wykrywania SARS-CoV-2 można podzielić na dwie podstawowe grupy:

- testy genetyczne (polegające na wykrywaniu materiału genetycznego wirusa),
- testy immunologiczne (polegające na oznaczaniu specyficznych przeciwciał i pozwalające na wykrywanie odpowiedzi immunologicznej organizmu na wirusa).

Większość dostępnych obecnie testów wirusów przeprowadzana jest przy użyciu technologii RTPCR (*realtime reverse transcription polymerase chain reaction* – łańcuchowa reakcja polimerazy w czasie rzeczywistym). Jest to test genetyczny, który pozwala na wykrycie RNA wirusa, w próbce pobranej od pacjenta. W bardzo uproszczonym opisie, RTPCR szuka określonej sekwencji RNA w próbce – w tym przypadku sekwencji unikalnej dla koronawirusa. Następnie kopiuje tę sekwencję, wielokrotnie zmieniając temperaturę roztworu. Do każdej kopii dołączona jest cząsteczka fluorescencyjna, a gdy zgromadzi się wystarczającą liczbę kopii RNA, próbka zaświeci się, gdy zostanie pobudzona przez światło. Większość testów wymaga jednak laboratorium. Niezbędnych substancji chemicznych brakuje, a najszybsze testy, które dają wyniki w mniej niż 15 minut, zmagają się z fałszywymi wynikami negatywnymi [11].

Test genetyczny tego typu wymaga przede wszystkim znajomości genomu wirusa. Kluczowa praca nad sekwencjonowaniem pełnego genomu SARS-CoV-2 została po raz pierwszy opublikowana przez chińskich naukowców do publicznego użytku 10 stycznia 2020. Po zidentyfikowaniu genomu wirusa niemiecki zespół potrzebował zaledwie siedmiu dni, aby opublikować pierwszy protokół do badania próbek pacjentów, obecnie przyjęty przez Światową Organizację Zdrowia.

Innym sposobem są testy na przeciwciała, zwane również testami serologicznymi. Umożliwiają wykrycie, czy ktoś miał wirusa w przeszłości, a nie czy jest obecnie chory. Mierzą, czy układ odpornościowy pacjenta zaczął wytwarzać przeciwciała przeciwko konkretnemu wirusowi, używając krwi ze standardowego pobrania lub małej próbki z ukłucia palca. Przeciwciała we krwi wiążą się z białkiem osadzonym w pasku testowym, wywołując zmiany kolorów, które pokazują wynik, działając podobnie jak test ciążowy. Na rynek wprowadzono ponad 100 testów przeciwciał na koronawirusa, ale ich dokładność jest różna.

MEMS w walce z COVID-19

Amerykańska Agencja ds. Żywności i Leków (FDA) wydała 21 marca 2020 firmie Cepheid specjalne zezwolenie na sprzedaż nowego testu molekularnego, służącego do szybkiego wykrywania wirusa SARS-CoV-2 [9]. Ponadto, w dniu 8 maja 2020 r. Cepheid otrzymał na ten test certyfikat europejski CEIVD.

System GeneXpert został zbudowany z myślą o testach laboratoryjnych PCR o jakości referencyjnej: na miejscu – w centrach medycznych i szpitalach, lub bliżej pacjenta – w klinikach zdrowia i domach opieki. Mniejsze systemy GeneXpert są skonfigurowane z dwoma lub czterema modułami, co oznacza, że można jednocześnie uruchomić do czterech różnych testów. Testy nowej generacji Xpert Xpress SARS-CoV-2 pozwalają wykryć wirusa w ciągu ok. 30 min. Wynik ujemny jest dostępny po 45 minutach, a czas przygotowania próbki z wymazu nie przekracza minuty.

Szybki test diagnostyczny otrzymał zaawansowane wsparcie dzięki współpracy firmy Cepheid z Departamentem Zdrowia i Opieki Społecznej Stanów Zjednoczonych (HHS) oraz Departamentem Obrony USA (DoD). Firma otrzymała wsparcie techniczne i finansowe w wysokości 3,7 mln USD [9]. Planowane jest dalsze wsparcie, w miarę rozwoju projektu. Czerwcowe doniesienia wyników badań, prowadzonych w kilku ośrodkach medycznych, potwierdzają wysoką skuteczność diagnostyczną nowego testu.

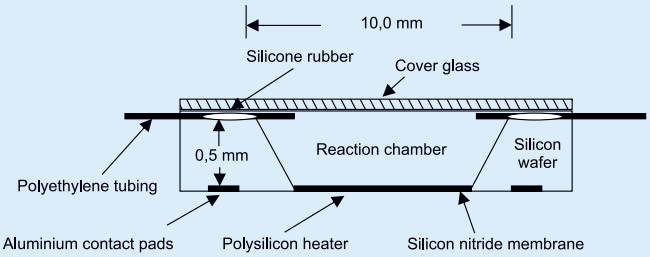
Tradycyjne maszyny do PCR potrzebują wielu godzin na cykl termiczny, nim osiągną wynik. Ponadto, z powodu potencjalnie niskiego miana wirusa, w próbce wymazu od pacjenta i ograniczeń amplifikacji DNA tradycyjne metody PCR mogą powodować znaczną liczbę fałszywie ujemnych wyników. Próbując walczyć z rozprzestrzenianiem się choroby zakaźnej, testy muszą zostać wykonane szybko (najlepiej w ciągu kilku minut, podczas gdy pacjent czeka) i dokładnie, aby zapobiec przedwczesnemu zwolnieniu zarażonego pacjenta i niepotrzebnemu narażaniu innych na ryzyko.

Technologia MEMS dodaje dwie główne zalety do techniki PCR: zmniejszenie rozmiaru i integrację techniki mikroprzepływów (microfuidic). Grzejniki i komory reakcyjne w skali MEMS mają niewielką masę termiczną (**fotografia 7**), co zapewnia znacznie szybszy

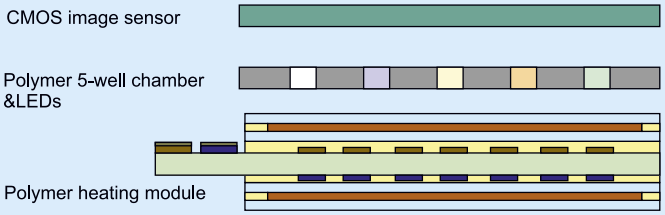
Fotografia 7. Zestaw komór reakcyjnych do cyfrowego PCR metodą mikroprzepływów

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 1. Budowa pierwszego krzemowego układu PCR



Rysunek 2. Schemat przekroju komory, modułu grzewczego i zintegrowanego detektora optycznego w przenośnym prototypie PCR

cykl grzania/chłodzenia i umożliwia szybki wynik w ciągu kilku minut. Integracja mikroprzepływowa do obsługi próbek i odczynników udostępniła nowe techniki niemożliwe w skali makro, takie jak cyfrowa PCR (dPCR). Metoda cyfrowej PCR wykorzystuje kanały mikroprzepływowe do podziału próbki pacjenta na wiele pojedynczych próbek, między matrycami mikrodołków lub emulsjami mikrokropelek (ta ostatnia jest znana jako cyfrowa PCR kroplowa lub ddPCR). Mikropróbki następnie poddawane są równoległym procesom PCR, które po agregacji generują całkowitą liczbę cząsteczek docelowych w próbce. To równoległe przetwarzanie próbki w mikroskali znacznie poprawia dolną granicę wykrywalności, zwiększając w ten sposób dokładność wyniku testu [9].

Wyższość narzędzi i technik PCR opartych na MEMS i mikroprzepływach do wykrywania SARS-CoV-2, w porównaniu z tradycyjną PCR, wykazano niedawno w badaniu, finansowanym przez Hubei Natural Science Foundation 3 i opublikowanym 6 marca 2020. Cyfrową ddPCR i tradycyjną PCR zastosowano do testowania próbek pacjentów. Wyniki tego wstępnego badania wykazały, że ddPCR ma próg wykrywania SARS-CoV-2, który jest 500 razy niższy niż w przypadku tradycyjnej PCR. Wynik ten oznacza, że w przypadkach, w których próbka pacjenta może wykazywać niskie miano wirusa, ddPCR ma znacznie większą szansę na prawidłową identyfikację pacjenta z zakażeniem, w porównaniu z tradycyjną PCR.

Rozwój układów MEMS PCR rozpoczął się na początku lat 90. Grupa Allena Northrupa z Lawrence Livermore National Laboratory opublikowała w 1993 r. artykuł na temat pierwszego krzemowego układu PCR (**rysunek 1**). Ostatecznie firma Cepheid w 1996 r. otrzymała na niego licencję. Przez dziesięciolecia kontynuowano badania nad tym, jak wykorzystywać materiały i metody MEMS do tworzenia nowatorskich układów PCR i kompletnych systemów analizy z zastosowaniem podłoża krzemowego, szklanego, a nawet z tworzyw sztucznych.

Obecnie naukowcy akademiccy koncentrują się na stosowaniu metod mikrowytwarzania, w celu opracowania wysoce zintegrowanych tańszych systemów. Na przykład Koreański Instytut Badań Elektronicznych i Telekomunikacyjnych (ETRI) i Genesystem opracowały prototypowe, tanie, poręczne urządzenie GENECHECKER Model UF300 Realtime PCR System. Genesystem opracował opatentowany układ scalony BIOCHIP, który wykorzystuje komorę i mikrogrzejnik z polyimide (polimeru) oraz zintegrowany detektor CMOS do optycznego odczytu wyników (**rysunek 2**). Analizator z zestawem wykrywającym koronawirusa uzyskał certyfikat europejski CEIVD.

Wyścig z czasem, aby walczyć z pandemią COVID-19, wywołał globalną falę aktywności i współpracy firm technologicznych. Firma Stilla Technologies z siedzibą we Francji, pionier technologii Crystal digital PCR, współpracuje z chińskimi firmami, w celu dostarczenia cyfrowego systemu Naica z testem SARS-CoV-2 do miast Zhengzhou i Xinyang, aby pomóc im wykryć wirusa i monitorować jego mutacje.

W Kalifornii firma BioRad ogłosiła 19 marca 2020, że jej cyfrowy system PCR z kroplami QX200 ma wyższą czułość i precyzję do wykrywania klinicznego SARS-CoV-2, w porównaniu z istniejącymi metodami testowymi przeprowadzanymi przy użyciu PCR, do oznaczania ilościowego (qPCR). BioRad pracuje obecnie nad udostępnieniem testów opartych na ddPCR do wykrywania COVID-19, we współpracy z firmą Biodesix z Colorado, na podstawie zezwolenia FDA na stosowanie w sytuacjach awaryjnych (EUA).

Nawet firma Bosch, najbardziej znana w branży MEMS z portfolio czujników MEMS do samochodów i smartfonów, oferuje szybkie rozwiązanie testowe z analizatorem Vivalytic, we współpracy z irlandzką firmą Randox Laboratories.

Firma Randox oferuje kompaktowy półautomatyczny analizator stacjonarny Evidence Investigator. Randox opracował jedyny na świecie szybki test, który potrafi zidentyfikować 10 szczepów i wariantów wirusa dającego te same objawy: SARS-CoV-2 (COVID-19), Sarbecovirus (SARS, SARS like, SARS-CoV-2), Coronavirus 229E/NL63, Coronavirus OC43/HKUI, Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus (MERSCoV), Adenovirus A/B/C/D/E, Enterovirus A/B/C, Influenza A, Influenza B, Rhinovirus A/B. W nowym teście wykorzystano technologię Randox Biochip Technology.

Biosensory mogą być kluczem do masowych testów koronawirusowych

Najnowsze testy antygenowe dla aktywnego wirusa bezpośrednio szukają fragmentów charakterystycznego białka koronawirusa w próbce z wymazu z nosa. Są mniej czułe niż testy PCR, ale dają znacznie szybsze wyniki. FDA zaczęła je zatwierdzać w maju 2020.

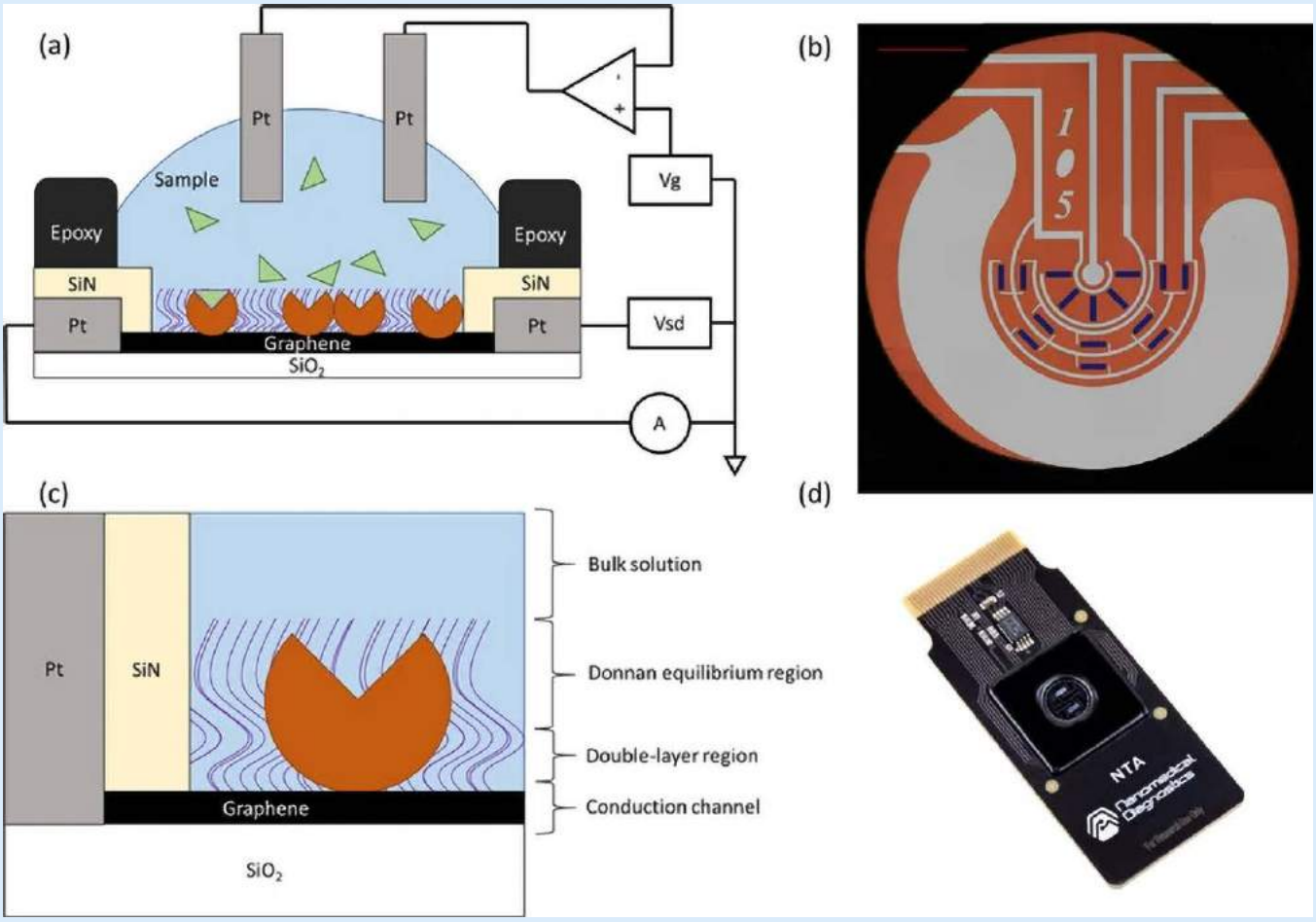
Metoda FEB (*Field Effect Biosensing*) jest całkowicie ortogonalną, przełomową technologią. Jest to technika elektryczna, a nie optyczna, oparta na masie. Rozmiar mierzonej cząsteczki nie ma znaczenia na platformie FEB, ponieważ rozmiar cząsteczki nie wpływa na to, co FEB mierzy – zmianę przewodnictwa biosensora powoduje interakcja wiązania na jego powierzchni. W rzeczywistości małe cząsteczki na ogół generują optymalne efekty na platformie FEB, ponieważ mają duże przesunięcia potencjału chemicznego w stosunku do ich objętości, co powoduje dużą odpowiedź z FEB – dlatego jest doskonałą techniką do charakteryzowania i walidacji małych cząsteczek oraz fragmentów.

Wszystkie bioczujniki stosowane do wykrywania wirusowego RNA, przeciwciała lub antygenu opierają się na obwodach półprzewodnikowych, pokrytych materiałem biologicznym, który przyciąga i wiąże się z danym materiałem biologicznym w próbce płynu. Kiedy takie wiązania występują, przepływ elektronów przez obwód zauważalnie się zmienia. Bioczujniki zbudowane są, podobnie jak krzemowe tranzystory polowe MOS, ze źródła i drenu oraz bramy między nimi, ale w czujnikach brama jest kontrolowana przez wiązanie biomolekuł zamiast sygnału napięciowego.

Bioczujniki nie wymagają, aby jakikolwiek materiał został pomnożony celem wygenerowania sygnału albo próbka biologiczna przechodziła wiele etapów przetwarzania laboratoryjnego. Oznacza to, że testy mogą być niezwykle szybkie, trwające mniej niż 60 sekund. Dlatego że chip może zawierać wiele obwodów, wiele różnych rodzajów testów (wirusowy RNA, przeciwciało i antygen) może działać jednocześnie na tym samym chipie. Jedynym warunkiem jest, że różne substancje biologiczne działają jako detektory dla różnych obwodów. To może pozwolić systemowi na polowanie na wiele różnych fragmentów RNA, przeciwciał i antygenów, nie tylko najbardziej prawdopodobnych. Takie podejście może ograniczyć fałszywe wyniki

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056



Rysunek 3. Bioczujnik firmy Cardea Bio

i zapewnić dodatkowe informacje na temat zdrowia pacjenta, być może poprzez jednoczesne badanie grypy i nowego koronawirusa.

Firma Rogue Valley Microdevices to producent układów scalonych, która specjalizuje się w produkcji systemów mikroelektromechanicznych (MEMS) i czujników. Współpracuje z kilkoma startupami, które starają się produkować bioczujniki do testowania koronawirusa. Rozpoczęła już produkcję układów czujników dla firm Cardea i Hememics.

Biosensory opracowywane przez firmy Cardea i Hememics opierają się odpowiednio na nanorurkach grafenowych i węglowych, które w obu przypadkach są wykorzystywane jako półprzewodniki. W przeciwieństwie do krzemu, materiały te nie ulegają degradacji, gdy wejdą w kontakt z płynem biologicznym [11].

Bioczujnik firmy Cardea Bio

Firma Cardea Bio opracowała oparte na grafenie tranzystory bramkowane biologicznie, zwane Cardean Transistors, które bezpośrednio odczytują sygnały molekularne za pomocą elektroniki w nanoskali, aby szybko wykrywać markery choroby w białkach, RNA i DNA.

Określenie CRISPR (*clustered regularly interspaced short palindromic repeats*) odnosi się do rodziny sekwencji DNA znalezionych w genomach organizmów, takich jak bakterie i archeony. Sekwencje można wykorzystać jako przewodnik do rozpoznawania i rozszczepiania określonych nici DNA (**rysunek tytułowy**) [13].

Cardea Bio buduje warstwy chemiczne na grafenie (materiał biokompatybilny), dosłownie wiążąc swoją wersję CRISPR z grafenem, umożliwiając w ten sposób łączenie małych fragmentów biologicznych z tranzystorami.

Grafen jest reklamowany jako najbardziej wszechstronny na świecie materiał, który może zrewolucjonizować zastosowania biomedyczne dzięki doskonałemu przewodnictwu elektrycznemu, dużej powierzchni i wyjątkowej biokompatybilności. Badania nad wykrywaniem biomolekuł za pomocą produkowanych w laboratorium bioczujników opartych na grafenie wykazały, że czujniki mają dużą czułość, szeroki zakres liniowego wykrywania i niskie granice wykrywania. Firmy poczyniły wiele starań na rzecz komercjalizacji biosensorów grafenu na dużą skalę, ale proces ten został utrudniony z powodu problemów z włączeniem delikatnego materiału grafenu do standardowych procesów produkcji na dużą skalę. Grafen to biokompatybilny nanomateriał, który jest doskonałym półprzewodnikiem.

FEB to przełomowa technologia nanoelektryczna do pomiaru interakcji biomolekularnych [12], która mierzy prąd na powierzchni bioczujnika grafenowego, funkcjonalizowanego unieruchomionymi komórkami biomolekularnymi. Każda interakcja lub wiązanie zachodzące na powierzchni powoduje zmianę przewodnictwa biosensora, który monitoruje je w czasie rzeczywistym. Schemat architektury bioczujnika Cardea Bio jest pokazany na **rysunku 3a**. Okrągłe odcinki na górze grafenu oznaczają białka, osadzone w warstwie blokującej, reprezentowane przez zakrzywione linie. Obraz mikroskopowy całego aktywnego obszaru bioczujnika jest pokazany na **rysunku 3b**. Istnieje piętnaście pasków grafenu, podzielonych na trzy grupy, po pięć na każdą, odsłoniętych spod warstwy ochronnej z azotku krzemu. Centrum obwodu stanowi podkładka pomiarowa bramki (pseudoreferencja), a duża podkładka otaczająca paski grafenowe to bramka płynna (przeciwelektroda).

Podczas pomiaru kropla cieczy umieszczana jest na okrągłym obszarze, określonym przez pokazaną na rysunku czarną żywicę epoksydową. Platynowe elektrody (Pt) i licznik odniesienia wbudowane w powierzchnię czujnika kontrolują i monitorują napięcie w masie cieczy. Warstwa blokująca i osadzone biomolekuły, takie jak białka, są unieruchamiane na 15 czujnikach grafenowych na powierzchni.

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na na stronie www.media.avt.pl

eprasa.pl 6006d05056

Ta szczególna konstrukcja ma na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa, że uszkodzenia mechaniczne, spowodowane np. przez końcówkę pipety, całkowicie zniszczą kanał pomiarowy. Na chipie znajdują się trzy kanały wykrywające, każdy z pięcioma tranzystorami rozmieszczonymi na powierzchni.

Funkcja grafenowego czujnika opiera się na kilku nakładających się warstwach. Podstawową budowę pokazuje **rysunek 3c**, jego wygląd kompletnego bioczujnika pokazuje **rysunek 3d**. Czujnik został zaprojektowany do połączenia z podręcznym czytnikiem, w celu szybkiego testowania RNA koronawirusa, białek i przeciwciał. Cardea postanowiła opracować testy do wykrywania wirusowego RNA SARS-CoV-2, odpowiednich przeciwciał i odpowiednich antygenów. Firma od kilku miesięcy pracuje nad testem Crispr dla wirusa. Testy na przeciwciała i antygeny rozpoczęły się niedawno.

W tej chwili największą przeszkodą jest zwiększenie skali, od produkcji masowej (dziesiątki tysięcy chipów na miesiąc) do ekstremalnej produkcji masowej (dziesiątki milionów, aż z czasem setki milionów chipów na miesiąc). Firma prowadzi rozmowy z innymi dużymi firmami, inwestorami i organizacjami rządowymi w celu uzyskania wsparcia finansowego i nie tylko.

Bioczujnik firmy HEMEMICS

Firma HEMEMICS otrzymała ostatnio grant z Departamentu Zdrowia i Opieki Społecznej USA (HHS), celem przyspieszenia rozwoju urządzenia podłączonego przez Bluetooth, które wykrywa SARS-CoV-2 i powiązane przeciwciała z wymazów z nosa lub krwi, spełniając w ten sposób krytyczną potrzebę rozróżnienia między osobami z aktywnymi infekcjami a tymi, u których rozwinęły się przeciwciała przeciwko wirusowi [11].

HEMEMICS wykorzystuje zastrzeżoną technikę suszenia do integracji materiałów biologicznych z elektroniką w celu szybkiego testowania koronawirusa. Elementy wykrywające w matrycach bioczujników HEMEMICS składają się z nanorurek węglowych. Każdy moduł bioczujnika, który przypomina wyglądem pamięć flash, zawiera wielowarstwowy układ (dwa rdzenie z FPGA) firmy Cypress Semiconductor, radio Bluetooth LE i matrycę MEMS [14].

Moduł bioczujnika jest wkładany do urządzenia przenośnego wielkości smartfona (**fotografia 8**), co pozwala na łatwą obsługę zarówno w terenie, jak i w tradycyjnych miejscach opieki zdrowotnej. Co ważniejsze, technologia może łączyć wyniki testów z chmurowymi sieciami zarządzania danymi, umożliwiając w ten sposób mapowanie geograficzne ognisk w czasie rzeczywistym lub natychmiastową kontrolę – przed podróżą na lotniskach lub terminalach statków.

Fotografia 8. Bioczujnik firmy HEMEMICS

Czego możemy dowiedzieć się o COVID-19 z Apollo 13

11 kwietnia 1970 r. astronauci Jim Lovell, Fred Haise i Jack Swigert wystartowali do trzeciej próby lądowania na Księżycu. Kiedy zbliżyli się do celu, trzeciego dnia misji Apollo 13, jeden ze zbiorników tlenu w module serwisowym eksplodował. Później ustalono, że eksplozja wynikła z szeregu wpadek przed startem, które doprowadziły do iskrzenia z odsłoniętych drutów w zbiorniku [10].

Oprócz zaradności inżynierskiej w bezpiecznym sprowadzaniu statku kosmicznego do domu, misja Apollo 13 wyróżniała się chorobami. Po pierwsze, jednego astronautę (Ken Mattingly) z pierwszego składu załogi zastąpił Jack Swigert, na dzień przed startem. Mattingly był zarażony różyczką i został poddany kwarantannie. Różyczka jest infekcją wirusową, powodującą czerwoną wysypkę, gorączkę, obrzęk węzłów chłonnych. Zakażenie rozprzestrzenia się między ludźmi poprzez kontakt z kroplami podczas kichnięcia lub kaszlu zakażonej osoby.

Czy historia kryzysu Apollo 13 ujawnia coś przydatnego w radzeniu sobie z COVID-19? Po pierwsze, służy jako przypomnienie, że wirusy i inne wyzwania biomedyczne nękają i prawdopodobnie będą na zawsze nękać ludzkość. Po drugie, sposób w jaki przygotowujemy się przed kryzysem i jak działamy, robi różnicę.

W ocalenie Apollo 13 – oprócz doświadczenia i odwagi trzech astronautów – zaangażowało się tysiące kontrolerów i inżynierów lotniczych NASA, rozrzuconych po całych USA, którzy pracowali przez całą dobę, aby opracować sposób sprowadzenia sparaliżowanego statku kosmicznego z powrotem do domu. A także zhakować kanister do usuwania dwutlenku węgla, aby załoga nie umarła z powodu zatrucia dwutlenkiem węgla. Niesamowity sukces tego wysiłku

Literatura

[1] Touchless and Short-Range Wireless: a Path to Normality Beyond Covid-19? May 29, 2020, Nitin Dahad, EETimes, ***https://bit.ly/3eTPkNG***
[2] #PWdrukuje Międzywydziałowa akcja drukowania przyłbic dla szpitali i przychodni, 06.04.2020, Politechnika Warszawska, ***https://bit.ly/2WJKEUw***
[3] Tech Attacks Coronavirus, John Blyler, March 30 2020, DesignNews, ***https://bit.ly/30DhmZ1***
[4] Covid-19 may accelerate rollout of cellular IoT smart home delivery boxes that eliminate contact between drivers and consumers and allow overnight deliveries, 7 Apr 2020, Nordic Semiconductor, ***https://bit.ly/3jvDhK8***
[5] Panie Prezydencie – dziękujemy!, Zespoł Szpitali Miejskich w Chorzowie, ***https://bit.ly/39jWav3***
[6] Covid-19 UWB and Bluetooth workplace tracker promises very high precision social distance monitoring to avoid unnecessary testing, 26May 2020, Nordic Semiconductor, ***https://bit.ly/2CEJAdP***
[7] Estimote launch Covid-19 workplace safety wearables to help safeguard essential workers by enabling rapid contact tracing of symptomatic employees, 20 Apr 2020O, Nordic Semiconductor, ***https://bit.ly/2ZRXWQL***
[8] Touchless and Short-Range Wireless: a Path to Normality Beyond Covid-19? May 29, 2020, Nitin *Dahad, EETimes,* ***https://bit.ly/3eTPkNG***
[9] MEMS in the Fight Against Covid-19, Alissa M. Fitzgerald, Farzad Khademolhosseini, May 20, 2020, EETimes, ***https://bit.ly/39j48ob***
[10] What we can Learn About COVID-19 from Apollo 13, John Blyler, April 03, 2020, DesignNews, ***https://bit.ly/30Ir9wI***
[11] Biosensors May Hold the Key to Mass Coronavirus Testing, Tekla S. Perry, 29 May 2020. IEEE Spectrum, ***https://bit.ly/3eNTsio***
[12] Digital Biosensing by Foundry-Fabricated Graphene Sensors, Brett R. Goldsmith (i inni), Scientific Reports volume 9, Article number: 434 (2019) 22 January 2019, ***https://go.nature.com/3jxHVY8***
[13] Unamplified gene sensing via Cas9 on graphene, Richard Bruch, Gerald A. Urban & Can Dincer , Nature Biomedical Engineering volume 3, pages419–420(2019), 07 June 2019, ***https://go.nature.com/3eURixm***
[14] Using MEMS to Thrash COVID-19, Max Maxfield, May 21, 2020, Electronic Engineering Journal, ***https://bit.ly/30H2k4a***

Poprzednie części kursu i dodatkowe materiały dostępne są na stronie **www.media.avt.pl**

eprasa.pl 6006d05056

technicznego był wynikiem lat szkolenia, edukacji, pracy zespołowej, dyscypliny i inwestycji.

Dzisiaj jesteśmy świadkami podobnego wysiłku technicznego, jaki światowe oprogramowanie i sprzęt, druk 3D i społeczności akademickie podjęły, aby poradzić sobie z COVID-19. Chociaż imponujące, wsparcie inżynieryjne jest znacznie mniej zorganizowane, mniej wspierane finansowo i znacznie mniejsze w porównaniu do jego odpowiednika z Apollo 13.

Podczas gdy inżynier może znaleźć szybkie rozwiązania technologiczne różnych problemów, nie można tego samego powiedzieć o branży biomedycznej. Jest to częściowo spowodowane przepisami i testami wymaganymi ze względów bezpieczeństwa.

Technologia MEMS w kraju nad Wisłą

Zamiast organizować dni miasta, gmina Chorzów zakupiła dla Zespołu Szpitali Miejskich analizator GeneXpert firmy Cepheid z czterema modułami oraz genetyczne testy diagnostyczne (wkłady jednorazowe) Xpert Xpress SARS-CoV-2, za kwotę blisko pół miliona złotych [5]. Rozpoczęcie jego użytkowania diagnostycznego wymagało walidacji przeprowadzonej przez Państwowy Zakład Higieny (jako Polskie Centrum Akredytacji), w celu uzyskania certyfikatu „Laboratorium COVID". Zostały porównane wyniki analizy 5 próbek dodatnich oraz 10 próbek ujemnych z uzyskaniem 100% zgodności. Dodatkowymi wymaganiami była specjalizacja kierownika Laboratorium Mikrobiologicznego oraz personel, zapewniający ciągłą pracę. Analizator pozwala na wykonanie ok. 30...40 testów dziennie, a laboratorium wykonuje je od 01.06.2020. Testy diagnostyczne są produkowane przez firmę Cepheid w ograniczonych ilościach, dlatego dostarczane są na bieżąco w osobnych transzach.

Podsumowanie

Szybka mobilizacja firm biotechnologicznych w Korei Południowej, w celu udostępnienia szeroko zakrojonych testów, pomogła jej lepiej zlokalizować epidemię COVID-19 i wdrożyć skuteczne środki kontroli. Miejmy nadzieję, że szybkie testy oferowane obecnie przez Cepheid i inne firmy będą podobnie skuteczne w tej globalnej walce.

Jedną z rzeczy, które wydają się pewne, w oparciu o kolejne epidemie SARS, MERS, a teraz COVID-19, jest to, że maszyny do szybkiego testowania PCR są niezbędnymi narzędziami medycznymi w walce z epidemiami wirusowymi. Ponieważ ciągłe badania i rozwój na całym świecie mają na celu obniżenie kosztów testowania oraz zwiększenie szybkości i dokładności wyników, może wkrótce zobaczymy maszynę MEMS PCR w każdym dobrym gabinecie lekarskim.

Technologia zasadniczo umożliwia postęp medyczny w przypadku chorób zakaźnych, ale ostatnio sprawy potoczyły się źle. Rozprzestrzenianie się śmiertelnego koronawirusa jest monitorowane, a nawet kontrolowane dzięki najnowszej technologii. Jednak rosnący poziom dezinformacji za pośrednictwem mediów społecznościowych powoduje, że niektórzy specjaliści nazywają to zjawisko raczej „infodemicznym" niż epidemicznym. Czy technologia osiągnęła punkt, w którym już nie pomaga, ale faktycznie utrudnia medyczne wysiłki w walce z wysoce zakaźnymi chorobami?

Śledzenie kontaktów nie jest niczym nowym. Od dziesięcioleci jest niezwykle ważną częścią kontroli chorób zakaźnych. Na przykład zwalczenie ospy prawdziwej osiągnięto nie poprzez powszechną immunizację, ale poprzez wyczerpujące śledzenie kontaktów w celu znalezienia wszystkich zarażonych osób.

Obawom związanym z technologiami sprzyja zarazem fakt, że bardzo często nie interesujemy się tym, jak działają otaczające nas urządzenia i jakie rozwiązania są w nich wykorzystywane. A również bardzo często nie rozumiemy ich sposobu działania. „My", znaczy osoby z fachowym przygotowaniem technicznym. W takim razie jak mają coś z tego zrozumieć osoby bez przygotowania? A powinny, bo sama technologia to za mało. Dopiero jej stosowanie w przestrzeni społecznej daje pozytywne rezultaty, odpowiednie do jej możliwości. Być może właśnie na „nas" ciąży obowiązek rzetelnego wyjaśniania i brania odpowiedzialności za wypowiedzi i osądy.

Henryk A. Kowalski
Instytut Informatyki
Politechnika Warszawska

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*
MAD Sp. z o.o.

Zespół marketingu i reklamy:
Katarzyna Gugała, tel.: 22 257 84 64
Bożena Krzykawska, tel.: 22 257 84 42
Grzegorz Krzykawski, tel.: 22 257 84 60

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".

eprasa.pl 6006d05056

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

www.ep.com.pl

RACK i Eurocarta 19" Wyposażenie szaf 19"
www.obudowa.pl
Producent obudów dla elektroniki tel. 032-230-2301

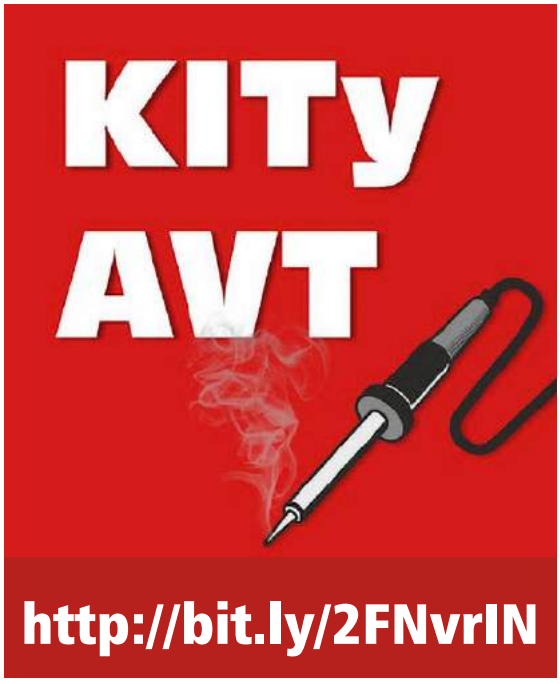
www.delta.poznan.pl

Wielkość matrycy: 5 Mpx (Sony Starvis)
Obiektyw: 2.8 - 12 mm (kąt widzenia 86° - 24°)
Rozdzielczość: 2592 x 1944 (5 Mpx)
Zasięg oświetlacza IR: 40 m
Protokoły sieciowe: TCP/IP, DDNS, NTP, ONVIF 2.4
PoE 802.3af, Klasa szczelności IP66
3D-DNR, WDR, DEFOG, H265+, ROI, ...
Aplikacje dla: Android, iOS
➤ APTI-54C4-2812WP Bardzo dobra jakość w jeszcze lepszej cenie

Wielkość matrycy: 8,3 Mpx (przetwornik 1/1.8")
Obiektyw: 3.6 - 11 mm (kąt widzenia 90° - 36°)
Rozdzielczość: 3840 x 2160 (4K UHD)
Przepływność (bitrate): 64 ... 12000 kbit/s
Protokoły sieciowe: TCP/IP, NTP, DNS, ONVIF 2.4
PoE 802.3af, Klasa szczelności IP66
3D-DNR, WDR, DEFOG, ROI, H265+, ...
Aplikacje dla: Android, iOS
➤ APTI-84C6-3611WP-Z Wysoka rozdzielczość dostępna w atrakcyjnej cenie

Wielkość matrycy: 5 Mpx (przetwornik 1/2.8")
Obiektyw: 2,8 - 12 mm (kąt widzenia 86° - 24°)
Rozdzielczość: 2592 x 1944
Obsługa audio - mikrofon zewnętrzny
Protokoły sieciowe: TCP/IP, NTP, DDNS, FTP
PoE 802.3af, Klasa szczelności IP66, H.265+
3D-DNR, DEFOG, D-WDR, ROI, detekcja ruchu, ...
Aplikacje dla: Android, iOS
➤ APTI-54VA3-2812P Bardzo dobry stosunek jakości do ceny

Największy wybór w Polsce



NINIEJSZE OGŁOSZENIA SĄ INFORMACJĄ HANDLOWĄ I NIE STANOWIĄ OFERTY W MYŚL ART. 66, § 1 KODEKSU CYWILNEGO. EWENTUALNIE PODANE CENY MOGĄ ULEC ZMIANIE.

eprasa.pl 6006d05056

Hity następnego numeru • „Elektronika Praktyczna” 09/2020

Cyfrowy wzmacniacz mocy stereo z interfejsem I²S

Jest to kompletna „cyfrowa” końcówka audio średniej mocy, na bazie układu SSM3582, pracująca w klasie D i pozwalająca osiągnąć do 2×15 W/4 Ω przy zasilaniu 12 V. Wzmacniacz może posłużyć do realizacji mobilnych systemów nagłośnieniowych, układów transmisji sygnału audio siecią Ethernet, czy wielokanałowych głośników aktywnych. Dzięki niemu można w prosty sposób poszerzyć funkcjonalność zestawu AudioDSP, Raspberry Pi lub płytek uruchomieniowych SoC/FPGA ze złączem Pmod.

Cyfrowy komparator okienkowy

Komparator okienkowy to układ, który sygnalizuje, że napięcie wejściowe znajduje się w zadanym przedziale. Zaprezentujemy jego cyfrową wersję, zawierającą wyświetlacz oraz umożliwiającą bardzo dokładne ustawienie progów reakcji.

Kieszonkowy Linux

Raspberry Pi Zero jest ciekawym komputerkiem edukacyjnym. Ze względu na niewielkie rozmiary można zabrać go ze sobą wszędzie i z pomocą laptopa wgłębiać się w tajniki Linuksa. Dodając do niego kilka typowych układów współpracujących po magistrali I²C, konwerter USB/UART i nadając całości formę wygodnego Sticka korzystającego z portu USB, otrzymujemy mobilne laboratorium edukacyjne za przystępną kwotę.

Automatyczny wyciszacz dźwięku po zaniku zasilania

Wiele układów audio, zwłaszcza lampowych, ma pewną irytującą cechę, która ujawnia się po wyłączeniu zasilania sieciowego, kiedy pracują wyłącznie dzięki energii uprzednio zgromadzonej w kondensatorach filtrujących. Potrafią się wtedy wzbudzać lub wprowadzać do sygnału składową stałą wynikającą z rozładowywania się kondensatorów wyjściowych, co jest bardzo niepożądane. Zaprezentowany układ zapobiegnie takim sytuacjom.

a ponadto tematy wiodące EP 09/2020:

APARATURA POMIAROWA W ENERGETYCE

PODZESPOŁY MOCY

PRZEKAŹNIKI

Wykaz firm ogłaszających się w tym numerze „Elektroniki Praktycznej”

Reklamy stron internetowych na str. 11

AKSOTRONIK.....114

ARMEL.....114

BLELEKTRONIK.....92, 93

BORNICO.....8

COMPUTER CONTROLS.....7

DELTA-OPTI.....114

ELMAX.....114

FALDRUK.....6

GAMMA.....11

PIEKARZ.....11

RENEX.....11

RUTRONIK.....17

SEMICON.....85, 89

ST MICROELECTRONICS.....

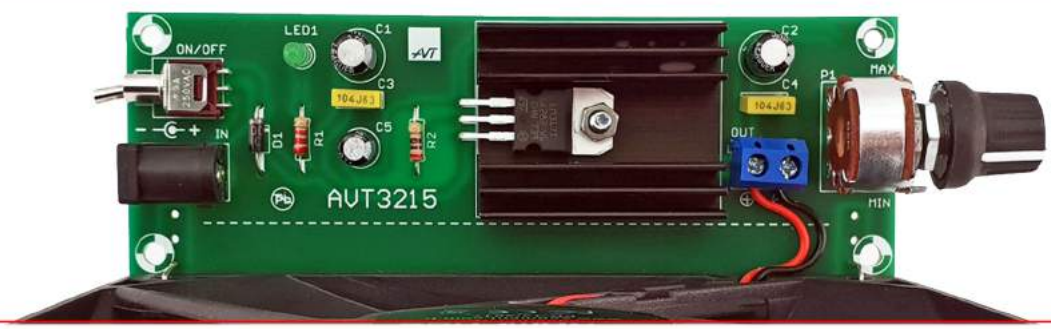
.....5, 23, 25, 27, 29

eprasa.pl 6006d05056

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 6000d05030