Szkoła Konstruktorów – Gotowy, fabryczny moduł

ELEKTRONIKA dla wszystkich

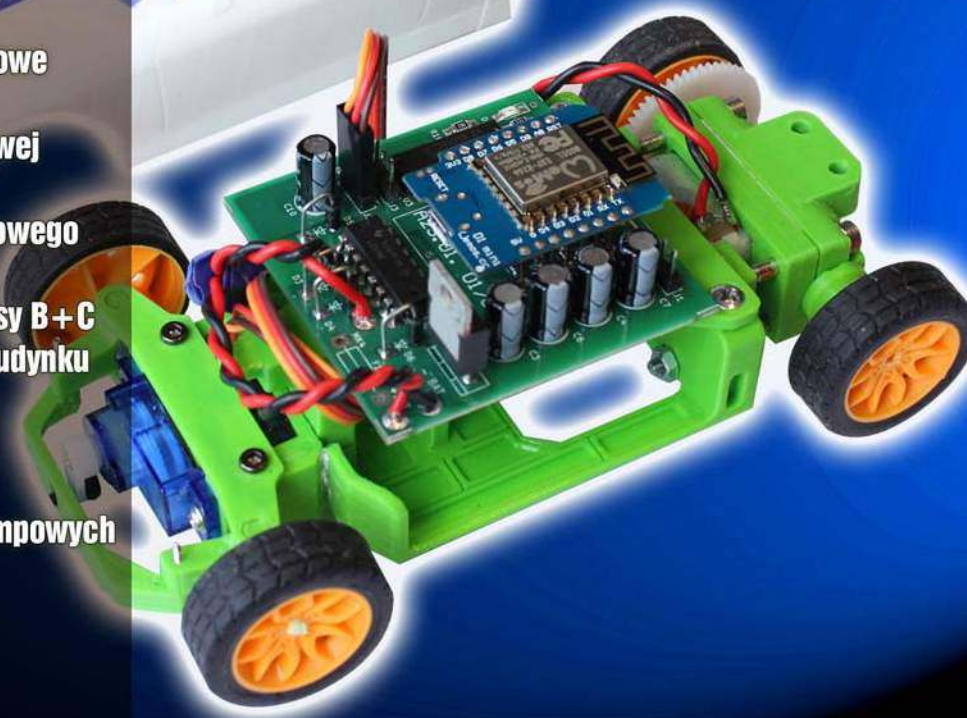
11/2019 LISTOPAD • CENA 12zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

ESP8266 RC

Zdalne sterowanie modelu poprzez sieć Wi-Fi

Nowy „solarny” cykl: MPPT



- Arduino Nano i oświetlenie choinkowe
- Elektroniczna „wielokostka”
- Infinity – System automatyki domowej
- Miniaturowy termostat do rezonatora/generatora kwarcowego
- Monostabilny przełącznik ON/OFF
- Eksperymentalny ochronnik PV klasy B+C
- Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku
- „Big data” i Wielki Brat
- Kurs Arduino – Matryce LED
- Przetwornice indukcyjne
- Ratowanie starych odbiorników lampowych – Bateryjne odbiorniki radiowe
- Kuchnia konstruktora – Taki zwyczajny zasilacz...

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe

sklep.avt.pl

Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl
Miejsca dla specjalistów

OLED
artronic
OPTOELEKTRONIKA
www.artronic.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE
przełączniki
półprzewodniki
złącza
przekaźniki
radiatory
obudowy
i wiele więcej...
www.piekarz.pl

elwik

PRODUKT POLSKI

Stacje lutownicze 80W

zakres regulacji temperatury: od 100°C do 420°C

RTC-24/80W **467zł**
(cyfrowy odczyt temperatury)

RT-24/80W **320zł**
(analogowy odczyt temperatury)

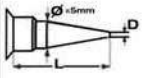
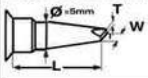
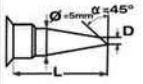
Lutownice

SL-230 **235zł**
70W; 230Vac;
regulacja temperatury

LERT-24 **197zł**
60W; 24Vac; bez złącza;
regulacja temperatury

LES-1 60W **166zł**
LES-1 80W **166zł**
24Vac; złącze DIN 6pin

Groty i akcesoria

groty	kod handlowy	L [mm]	D [mm]	T [mm]	W [mm]
stożkowe 	GROT GD1 044	18	0,4		
	GROT GD1 045	18	0,8		
	GROT GD1 046	18	1,2		
	GROT GD1 047	25	0,4		
	GROT GD1 048	25	0,8		
ścięte dwustronnie 	GROT GD2 049	18		0,8	2,4
	GROT GD2 050	18		1,2	3,2
	GROT GD2 051	25		0,4	1,6
	GROT GD2 052	25		0,8	2,4
ścięte jednostronnie 	GROT GD3 053	18	1,6		
	GROT GD3 054	18	2,4		
	GROT GD3 055	18	4,0		
	GROT GD3 056	25	1,6		
	GROT GD3 057	25	2,4		

GD-1 stożkowe | GD-2 ścięte dwustronnie | GD-3 ścięte jednostronnie | ART

Groty GD - cena za 1 sztukę: 19zł
Grot ART: 30zł
PODST PL-2 (podstawka pod LES-1) 62,50zł
PODST PL-3 (podstawka pod LERT-24, SL-230) 62,50zł
Gąbka Elwik: 6,50zł

Grot ART 8mm, skośnie ścięty, przeznaczony do lutowania witraży.

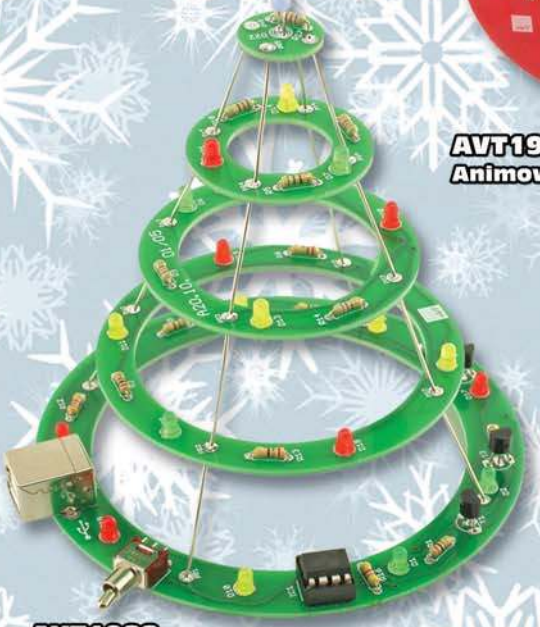
sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 1e6350aa7d

AVT1986
Animowana bombka LED 3D

CHOINKA MT
Świąteczna Choinka od Młodego Technika



AVT1988
Animowana choinka LED 3D

AVT1844
Świąteczna Choinka LED dla każdego

AVT1900
Animowany Bałwan LED

AVT3150
Bałwanek LED dla każdego

AVT3250
Bombka LED dla kazdego

AVT1717
Miniaturowa choinka LED

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11,
tel.: 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

www.sklep.avt.pl

eprasa.pl 1e6350aa7d

Firmy prezentujące swoje oferty w niniejszym wydaniu EdW

ARTRONIC 1

ELMAX 77

EX-OR 77

FERYSTER 49

GTB-SOLARIS 77

PIEKARZ 1, 51

PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY 77

SEMICON 35

str. 15

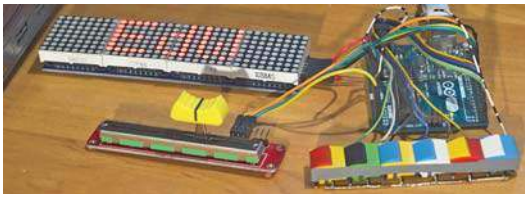
ESP8266 RC – zdalne sterowanie modelem przez sieć Wi-Fi

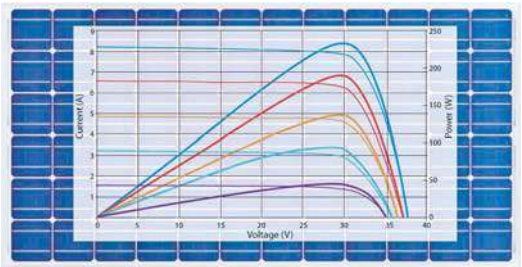
Opis pojazdu zdalnie sterowanego drogą radiową za pośrednictwem smartfona i zainstalowanego na nim prostego programu to kolejny przykład wykorzystanie bardzo popularnych od lat modułów ESP826.

str. 28

Kurs Arduino – matrycowe wyświetlacze LED

W kolejnym odcinku cyklu z powodzeniem wykorzystujemy punktowe, matrycowe wyświetlacze LED, a to dzięki zastosowaniu interesującej, bogatej biblioteki MD_MAX72xx.





str. 38

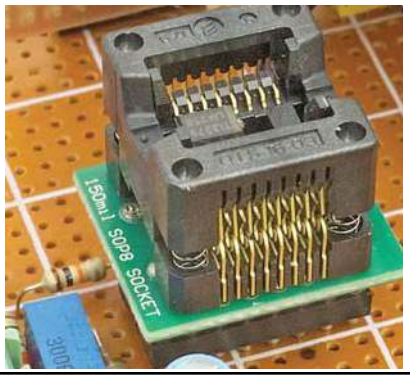
MPPT

Maximum Power Point Tracking, czyli śledzenie punktu mocy maksymalnej wytwarzanej przez panel słoneczny, to kluczowe zagadnienie, które dziś musi rozumieć każdy elektronik.

str. 57

Arduino Nano i oświetlenie choinkowe

Fascynujący przykład wykorzystania Arduino do zaświecania różnokolorowych diod LED RGB w długim łańcuchu układów scalonych WS2811.



str. 66

Kuchnia Konstruktora
Taki zwyczajny zasilacz...

W tym odcinku zajmujemy się walką z samowzbudzeniem oraz przystosowujemy nasz eksperymentalny model do wykorzystania wzmacniaczy operacyjnych w wersji SMD.

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o., Warszawa, ul. Leszczynowa 11.
Projekty publikowane w „Elektronice dla Wszystkich" mogą być wykorzystywane wyłącznie do własnych potrzeb. Korzystanie z tych projektów do innych celów, zwłaszcza do działalności zarobkowej, wymaga zgody redakcji „Elektroniki dla Wszystkich". Przedruk oraz umieszczanie na stronach internetowych całości lub fragmentów publikacji zamieszczanych w „Elektronice dla Wszystkich" jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody redakcji.
Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczanych w „Elektronice dla Wszystkich".

Miesięcznik

ELEKTRONIKA dla wszystkich

www.elportal.pl

(12 numerów w roku) jest wydawany we współpracy z kilkoma redakcjami zagranicznymi.

Wydawca:
Wiesław Marciniak

Adres Wydawcy:
AVT-Korporacja sp. z o.o.
ul. Leszczynowa 11
03-197 Warszawa
tel.: (22) 257 84 99
fax: (22) 257 84 00

Redaktor Naczelny:
Piotr Górecki, *pg@elportal.pl*

Redaktorzy Działów:
Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:
Ewa Górecka-Dudzik

Okładka, zdjęcia, skanowanie:
Piotr Górecki jr

Sekretarz Redakcji
Ewa Górecka-Dudzik
ewa.dudzik@elportal.pl
tel.: (22) 783 00 20
(w godzinach 10:00 – 15:00)

Dział Reklamy:
Katarzyna Gugała
katarzyna.gugala@elportal.pl
tel.: (22) 257 84 64

Klasyczne listy i paczki (projekty i Szkoła Konstruktorów) prosimy adresować:

AVT – EdW
ul. Leszczynowa 11
03-197 Warszawa
(+dopisek określający zawartość)

Korespondencja elektroniczna:

e-maile do Redakcji EdW:
edw@elportal.pl

e-maile do Szkoły Konstruktorów:
szkola@elportal.pl

rozwiązania konkursów – e-maile:
konkursy@elportal.pl

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:
W Wydawnictwie AVT
tel: (22) 257 84 22
e-mail: prenumerata@avt.pl
W RUCH S.A.
tel: 801 800 803, (22) 717 59 59
e-mail:prenumerata@ruch.com.pl
www.prenumerata.ruch.com.pl

Stali współpracownicy:

Michał Adamus
Arkadiusz Bartold
Szymon Janek
Krzysztof Kawa
Rafał Orodziński
Michał Pędzimąż
Michał Stach
Szymon Trygar
Adam Sobczyk
Piotr Świerczek
Piotr Wójtowicz

eprasa.pl 1e6350aa7d

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Listopad **11 (287)**

Projekty

Projekty AVT

ESP8266 RC – zdalne sterowanie modelu poprzez sieć Wi-Fi 15
Elektroniczna „wielokostka” 19
Infinity – system automatyki domowej.
Pomiary wielkości fizycznych – pomiar temperatury 23

Elektronika 2000

Miniaturowy termostat do rezonatora/generatora kwarcowego 54
Monostabilny przełącznik ON/OFF 56

Forum Czytelników

Arduino Nano i oświetlenie choinkowe 57
Eksperymentalny ochronnik PV klasy B+C 60
Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku, część 1 62

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 285
Zaproponuj sposób zasilania lub układ zasilany z pojedynczego akumulatora 1,2V 41
Rozwiązanie zadania głównego 280
Zaproponuj wykorzystanie dowolnego gotowego, fabrycznego modułu albo lepiej kilku modułów 42
Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 285, 280 46
Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 285, 280 50

Artykuły różne

„Big data” i Wielki Brat 14
Kurs Arduino, odcinek 20a 28
Przetwornice indukcyjne, część 32 34
MPPT, część 1 38
Kuchnia konstruktora. Taki zwyczajny zasilacz...
Część 3 – problemy i modyfikacje 66
Ratowanie starych odbiorników lampowych.
Bateryjne odbiorniki radiowe, część 2 70

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki 6
Poczta 10
Skrzynka porad 12
Prenumerata 8
Księgarnia AVT 80
Miniankieta 76
Reklamy 77
Oferta handlowa AVT 82

Konkursy

Jak to działa? 72
Co to jest? 74
Krzyżówka 75

Listopad

W listopadzie na okładce mamy pojazd zdalnie sterowany radiowo. Jest to sterowanie za pośrednictwem Wi-Fi, a pilotem jest... smartfon. Kluczowym modułem jest ESP8266, natomiast do przygotowania oprogramowania wykorzystane jest ArduinoIDE. W numerze mamy też drugi projekt z wykorzystaniem Arduino oraz układów/diod WS2811 do realizacji fantastycznych efektów świetlnych.
W tym numerze znajdziecie szereg wyjątkowo atrakcyjnych i bardzo wartościowych projektów. Oprócz wymienionych trzeba wspomnieć o „wielokostce”, wykorzystującej wyświetlacz OLED, ale nie popularny monochromatyczny, tylko kolorowy! Pod wpływem Waszych listów dokładniej zajęliśmy się trudnym tematem wyświetlaczy matrycowych oraz graficznych, ale nie możemy przedstawać materiału tak szybko jak wszyscy byśmy tego chcieli.
Zwracam też uwagę na bardzo interesujące, niecodzienne rozwiązanie miniaturowego termostatu do rezonatora kwarcowego.
Coraz więcej mówi się o ogniwach fotowoltaicznych. Tym tematem będziemy zajmować się na łamach EdW częściej. W tym numerze mamy opis eksperymentalnego ochronnika do takich instalacji. Po Waszych wcześniejszych e-mailach powstał cykl na temat optymalnego wykorzystania ogniw słonecznych, którego pierwszy odcinek znajdziecie na stronie 38.
W cyklu *Kuchnia Konstruktora* znajdziecie wstępne informacje o sposobach walki z samowzbudzeniem oraz opis interesujących modyfikacji modelu.
Piszcie do nas (*edw@elportal.pl*) w każdej sprawie dotyczącej czasopisma. Jak zawsze także Ciebie zachęcam do udziału w zadaniach *Szkoły Konstruktorów* oraz w innych konkursach EdW!

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki

Prenumerata – naprawdę warto!

eprasa.pl 1e6350aa7d

POWIĘKSZONA RODZINA SURFACE

Październikowa konferencja Microsoftu była zdecydowanie największą premierą sprzętową tej firmy od kilku lat. Panos Panay, dyrektor wykonawczy zespołu hardware, zaczął od pokazania odświeżonego Surface Laptop 3. Urządzenie od teraz dostępne jest również w wersji 15 cali oraz z wydajnym procesorem Ryzen, który został stworzony specjalnie do tego modelu. Surface Pro 7, czyli najpopularniejsza hybryda firmy z Redmond dostała nowy procesor Intel w litografii 10 nm, ale nie doczekała się innych znaczących zmian.

Ciekawie zaczęło być dopiero później. Zaprezentowane zostały inteligentne słuchawki bezprzewodowe Surface Earbuds z funkcją transkrypcji i tłumaczenia na żywo. Następnie zobaczyliśmy Surface Pro X czyli znacznie cieńszą i lżejszą wersję Surface Pro (mimo ekranu 13 cali), opartą na architekturze ARM. Urządzenie pracuje pod kontrolą pełnego Windowsa 10 (ARM64) i pozwala na emulację 32-bitowego oprogramowania stworzonego dla procesorów architektury x86.

Prawdziwe zaskoczenie wywołały jednak dwa ostatnie urządzenia. Surface Neo to tablet złożony z dwóch ekranów, który wygląda jak książka i przypomina stary projekt Microsoftu o kodowej nazwie Courier. Urządzenie wykorzystuje procesor Intela i Windows 10 X – nową wersję systemu stworzonego specjalnie dla urządzeń z dwoma ekranami.

Szokiem była prezentacja surface Duo, czyli rozkładanego dwuekranowego smartfona z... systemem Android. Microsoft podkreślił, że zrozumiał i zaakceptował klęskę Windows Phone i będzie używał tych systemów operacyjnych, które są wybierane przez konsumentów.

DOLINA KRZEMOWA W GDAŃSKU

W październiku miała miejsce polska premiera procesorów Intel Core dziesiątej generacji. Korzystając z okazji firma Intel postanowiła pochwalić się nie tylko najnowszymi technologiami dostępnymi dla konsumentów, ale również tym, co rozwija w polskiej siedzibie zlokalizowanej w Gdańsku. A są to technologie dotychczas kojarzone niemal wyłącznie z amerykańską Doliną Krzemową.

Rozwój badawczo-rozwojowego centrum Intela w Gdańsku to ewenement na skalę całej Polski. Początkowo Intel zatrudniał grupę kilkuset inżynierów. Obecnie to ponad 3000 wysoko wykwalifikowanych pracowników, których zadaniem jest konstrukcja i dopracowywanie technologii dla procesorów i rozwiązań tej firmy.

Kilka miesięcy temu Intel pochwalił się pracami nad procesorem sieci neuronowych, którego głównym zadaniem jest umożliwienie rozwoju techniki głębokiego uczenia maszynowego. Coraz więcej firm decyduje się powierzyć analizę i interpretację zgromadzonych danych technologii uczenia maszynowego. Najnowsza konstrukcja Intela, procesor Intel Nervana, ma uprościć proces „machine learning" zmniejszając pobór mocy elektrycznej dzięki użyciu dedykowanych czipów ML.

Kolejnym z projektów nad którym pracują inżynierowie z R&D Intela w Gdańsku, jest dostarczenie niezwykle dokładnych danych o zmaganiach sportowców. Technologia zostanie wykorzystana po raz pierwszy podczas Letnich Igrzysk Olimpijskich w Tokio, gdzie dostarczy cennych danych nie tylko trenerom czy fizjoterapeutom, ale też znacząco uatrakcyjni transmisje telewizyjne. Jej działanie polega na dogłębnej analizie obrazu zbieranego przez odpowiednio rozmieszczone kamery, dzięki czemu sportowcy i ich trenerzy dostaną bardzo dokładne dane, na przykład o ułożeniu poszczególnych części ciała podczas biegu.

PIXELBOOK GO

Pixelbook Go – tak ma nazywać się nowy lekki laptop od Google. Przypomina nazwą Surface Go od Microsoftu, ale różni się wszystkim innym.

Pixelbook Go ma być wyposażony w 13,3-calowy ekran o rozdzielczości Full HD. Model zaopatrzono w wyświetlacz Full HD, procesor Intel Core m3 i 8GB pamięci RAM. Jednak trzeba zauważyć, że w sprzedaży będą dostępne różne wersje wyposażeniowe, różniące się zastosowanymi wyświetlaczami i ilością pamięci (w tym modele z procesorami i5 oraz i7, które maksymalnie mogą mieć 16GB RAM i 256GB pamięci wewnętrznej).

Klawiatura wydaje się być dokładnie taka sama jak w poprzednim Pixelbooku, z głośnikami po obu jej stronach. Urządzenie ma specjalny klawisz do przywoływania Asystenta głosowego, przycisk strony domowej (sprzęt działa na Chrome OS) oraz kilka skrótów funkcyjnych odpowiadających podstawowym działaniom systemu.

Cena nawet podstawowej wersji może zbliżyć się do 1000 dolarów, a opcje pracujące na Intel Core i5 oraz Core i7 będą z pewnością jeszcze droższe.

Chromebooki osiągnęły spory rynkowy sukces w sektorze edukacyjnym z uwagi na niską cenę i łatwość pielęgnacji systemu, ale nigdy nie podbiły rynku konsumenckiego. Czy Pixelbook Go ma szansę odwrócić ten trend?

WAYMO I AUTONOMICZNE TAKSÓWKI

Waymo, firma należąca do Google, zamierza wypuścić na ulice większą flotę autonomicznych samochodów. Co ciekawe będą one służyć jako taksówki.

Uwzględniając problemy z systemami wsparcia i rozwiązaniami prawie autonomicznymi, można odnieść wrażenie, że cała ta technologia to tylko zbędny dodatek do i tak drogich samochodów. Wystarczy jednak sprawdzić postępy dokonane przez chociażby firmę Waymo czy Tesla aby zmienić zdanie. Oczywiście znaczna większość opracowywanych technologii pozostaje w fazie testów, ale niewykluczone, że wkrótce się to zmieni. Wówczas opisane niedogodności powinny zniknąć.

Przedstawiciele Waymo wysłali do swoich klientów e-maile, w których informują o rozszerzeniu floty samochodów bez kierowcy na przedmieściach Phoenix. Jak zauważa jeden z dużych zachodnich portali, to znak, że firma jest naprawdę pewna swojej technologii. W końcu w tych pojazdach zabraknie kierowcy bezpieczeństwa.

Obecne plany zakładają zwiększenie liczby samochodów dostępnych wyłącznie dla osób biorących udział we wczesnych testach. Nie brzmi to imponująco, ale należy mieć na uwadze, że chodzi o ponad 400 testerów i o poruszanie się taksówek Waymo po publicznych drogach, obok innych uczestników ruchu.

Niewykluczone, że w już niedalekiej przyszłości autonomiczne taksówki Waymo staną się produktem szeroko dostępnym w wielu miastach. Niekoniecznie musi wiązać się to z wprowadzeniem autonomicznych samochodów do salonów. Taksówki mogą być przeznaczona do poruszania się po określonych, przystosowanych terenach. Z kolei prywatne samochody często wykorzystywane są w wielu różnych, mniej przewidywalnych scenariuszach.

ZASILANIE ELEKTRYCZNE Z POWERPACKÓW

Elon Musk poinformował za pośrednictwem mediów społecznościowych, że już niebawem wszystkie obszary w stanie Kalifornia dotknięte brakiem zasilania otrzymają specjalne Powerpacki magazynujące energię.

Stan Kalifornia od lat zmaga się z wielkimi pożarami na skutek dużej suszy i problemów ze zrywanymi przewodami elektrycznymi. Chcąc zapobiec sytuacji z ostatnich lat, największy dostawca energii, firma Pacific Gas &Electric Co. postanowiła ograniczyć dostawy prądu w wybranych punktach na mapie stanu. Ocenia się, że pozbawionych dopływu energii elektrycznej zostało ponad milion osób, głównie w północnej części stanu.

Na tę sytuację zareagował sam Musk informując, że już niebawem wszystkie stacje ładowania Tesla dostępne na terenach objętych brakiem zasilania zostaną doposażone w Powerpacki. Są to specjalne płyty solarne magazynujące energię. Ma to na celu zapewnienie stałego dopływu energii w celu naładowania pojazdów, nawet w przypadku obecnego kryzysu. W stanie Kalifornia Tesla jest jedną z najbardziej popularnych marek kupowanych przez klientów.

To nie pierwszy raz, gdy znana amerykańska marka sprawnie reaguje na kryzys. Podczas ataku huraganu Irma Tesla zwiększyła pojemność baterii w swoich samochodach. Pojazdy znajdujące się na zagrożonym terenie otrzymały specjalną aktualizację odblokowującą pełną moc baterii zwiększając w ten sposób zasięg pojazdu.

XIAOMI AIR PURIFIER 2H JUŻ W POLSCE

Oczyszczacze powietrza to urządzenia coraz częściej pojawiające się w polskich mieszkaniach. Mają dbać o zdrowie i samopoczucie domowników, szczególnie w okresie jesienno-zimowym. Teraz na sezon grzewczy można przygotować się na nową wersję oczyszczacza od Xiaomi – Mi Air Purifier 2H, który właśnie trafił do oficjalnej dystrybucji w Polsce.

Mi Air Purifier 2H to kosztujący 499zł oczyszczacz powietrza, dedykowany do mniejszych pomieszczeń (chociaż 31 metrów kwadratowych to wcale nie tak mało). Charakteryzuje się minimalistycznym, przyjemnym dla oka designem i dobrą filtracją. Filtr HEPA, znajdujący się w środku, jest w stanie wychwycić do 99,7% cząsteczek do wielkości 0,3μm, a wraz z nimi kurz, zarazki i sierść zwierząt. W przypadku konieczności wymiany, za filtr będziemy musieli zapłacić na stronie Xiaomi 149zł, ale wystarczy poszperać w Internecie, aby zapłacić za niego kilkadziesiąt zł mniej.

Odświeżaczem możemy sterować za pomocą aplikacji mobilnej Mi Home. Możemy w niej ustalić harmonogram pracy Mi Air Purifier 2H, zobaczyć aktualny stan powietrza w pomieszczeniu (temperatura, wilgotność, jakość) albo sprawdzić, czy filtr nie powinien już zostać wymieniony. W trybie „Super" urządzenie jest w stanie przepuścić przez siebie aż 260m³/h, co powinno wystarczyć na poprawne funkcjonowanie w wyżej wspomnianym 31m² pokoju. Niestety, deklarowany poziom hałasu na poziomie 33–65dB znaczy tyle, że w trybie „Super" oczyszczacz najprawdopodobniej osiąga ponad 60dB, co na dłuższą metę może być irytujące.

PRENUMERUJ

W PRENUMERACIE:

- wygodna dostawa (wprost do skrzynki pocztowej)
- przesyłka gratis!

do 50% zniżki
za lojalność

Prenumerujesz nieprzerwanie od minimum roku? Przedłużaj prenumeratę ze zniżką lojalnościową (po zalogowaniu na www.avt.pl)

prenumerata		roczna	dwuletnia
jeśli jeszcze nie jesteś Prenumeratorem		132 zł zniżka 8%	192 zł zniżka 33%
jeśli prenumerujesz nieprzerwanie od:	roku	120 zł zniżka 16%	
	2 lat	108 zł zniżka 25%	
	3 lat	96 zł zniżka 33%	168 zł zniżka 41%
	5 lat		144 zł zniżka 50%

Ceny prenumerat standardowych:

prenumerata roczna
1 wydanie gratis
132 zł

prenumerata dwuletnia
8 wydań gratis
192 zł

e-prenumerata roczna
zniżka 15%
87,70 zł

e-prenumerata dwuletnia
zniżka 30%
144,40 zł

prenumerata łączona:
prenumerata papierowa (standardowa lub ze zniżką lojalnościową)
+ równoległa e-prenumerata EdW
ze zniżką 80%
roczna e-prenumerata równoległa
20,60 zł
dwuletnia e-prenumerata równoległa
41,20 zł

prenumeratę zamówisz:
• na www.avt.pl • mailowo – prenumerata@avt.pl • telefonicznie – 22 257 84 22
• wpłacając na konto: AVT Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, ING Bank Śląski 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013

Szanowny Kliencie, od 25 maja 2018 roku w krajach Unii Europejskiej obowiązuje Ogólne rozporządzenie o ochronie danych osobowych (RODO). Zachęcamy do zapoznania się z poniższą klauzulą informacyjną.

Administratorem Twoich danych jest AVT-Korporacja sp. z o.o. z siedzibą ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, e-mail: prenumerata@avt.pl. Chodzi o dane osobowe, które zbieramy, aby móc wysłać Ci nasze czasopisma w formie drukowanej lub elektronicznej oraz inne towary (np. prezenty), a także w innych prawnie usprawiedliwionych celach, w tym marketingu bezpośredniego naszych produktów i usług (tzw. uzasadniony interes administratora). Podanie danych jest dobrowolne, ale niezbędne do zrealizowania zamówienia na prenumeratę.

Twoje dane osobowe mogą być przekazane Poczcie Polskiej, która będzie dostarczać do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie przekażemy i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy) Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom. Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom uprawnionym do ich uzyskania na podstawie obowiązującego prawa (np. sądy lub organy ścigania) – ale tylko na ich żądanie w oparciu o stosowną podstawę prawną. Będziemy przetwarzać Twoje dane osobowe przez 5 lat od zakończenia roku obrachunkowego, w którym wystąpiła ostatnia płatność. Dane osobowe do celów marketingowych będziemy przetwarzać do czasu wycofania przez Ciebie zgody na przetwarzanie lub do czasu usunięcia danych.

Informujemy, że masz prawo do żądania od administratora dostępu do Twoich danych, ich sprostowania, usunięcia, ograniczenia ich przetwarzania, wniesienia sprzeciwu wobec przetwarzania Twoich danych lub ich przenoszenia. W każdej chwili możesz odwołać zgodę na przetwarzanie Twoich danych osobowych oraz możesz zażądać, by Twoje wszystkie dane zostały przez nas usunięte.

eprasa.pl 1e6350aa7d

...i korzystaj
Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu

Każdorazowo opłacenie prenumeraty
jest premiowane prezentem.
W tym numerze są to:

- koszulka z logo „Elektroniki dla Wszystkich" (rozmiar L, XL)
- płyta „Wonderful Jazz Covers Vol. 2" (various artists)

Zamów swój prezent mailowo
(prenumerata@avt.pl).

jeśli zamawiasz prenumeratę po raz pierwszy lub jeśli zamówisz ją
po zalogowaniu na www.avt.pl, otrzymasz

kody na bezpłatne e-wydania

dowolnych naszych czasopism:

	jeśli przedłużasz prenumeratę	jeśli jesteś nowym Prenumeratorem
krok 1:	zaloguj się na www.avt.pl	zamów prenumeratę EdW na www.avt.pl
krok 2:	przedłuż swoją prenumeratę	utworzymy Twoje konto Prenumeratora
krok 3:	po odnotowaniu wpłaty przyznamy Ci pulę kodów na darmowe e-wydania do wykorzystania na www.UlubionyKiosk.pl (kody będą dostępne po zalogowaniu na www.avt.pl)	

rabaty i gratisy

w Klubie AVT Elektronika

- do 50% zniżki na www.sklep.avt.pl
- do 50% zniżki na www.UlubionyKiosk.pl
- bezpłatne czasopisma
  dla prenumerujących minimum dwa tytuły Wydawnictwa AVT
  (szczegóły na avt.pl/klub)

eprasa.pl 1e6350aa7d

Poczta

edw@elportal.pl

W rubryce „Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi i komentarze. Prosimy o listy dotyczące bieżących wydań EdW, a także o listy z Waszymi komentarzami, propozycjami, problemami, pytaniami, oczekiwaniami względem nas, z propozycjami tematów do opracowania, itp. Autorzy najciekawszych, wartościowych listów otrzymują upominki, najczęściej w postaci drobnych kitów AVT. Piszcie do nas, bardzo cenimy Wasze listy, choć nie wszystkie prośby możemy zrealizować.

UWAGA! UWAGA!

Potwierdzamy otrzymanie każdego e-maila. Zachęcamy do wykorzystywania opcji: *Żądaj potwierdzenia doręczenia*. Jeśli ktoś nie otrzyma potwierdzenia w ciągu tygodnia, proszony jest o wysłanie swojej wiadomości jeszcze raz – do skutku. A gdyby przypuszczalnym powodem skasowania e-maila przez serwery poczty były potencjalnie groźne załączniki (np. typu .exe. bas, itp.), bardzo prosimy wysłać informację o tym bez żadnych załączników.

Do części projektów publikowanych w EdW firma AVT proponuje kompletne zestawy elementów albo tylko płytki drukowane. Na początku i końcu takich artykułów-projektów podana jest informacja o numerze kitu AVT. Jeżeli w artykule numeru kitu nie ma, a Czytelnicy byliby zainteresowani nabyciem zestawów albo samych płytek, jest to możliwe.
AVT uruchomi realizację kitów/płytek, o ile tylko gotowość zakupu wyrazi przynajmniej kilku chętnych. Zgłoszenia i pytania w tej sprawie należy nadsyłać wprost na adres:
kity@avt.pl

Szanowni Państwo.
Czy w „Elektronice dla Wszystkich" będzie artykuł o układzie FT201 oraz czy będzie dostępna płytka do tego układu?
Pozdrawiam
Seweryn

Szanowna Redakcjo.
Zaciekawił mnie w „Elektronice dla Wszystkich" nr 9/2019 artykuł o układzie FT201. Kiedyś kupiłem moduł UMFT201XA-01, aby wypróbować jego możliwości. Niestety nie potrafię zmusić go do generowania przerwania po odbiorze danych z USB. (...) Czy jest szansa na pojawienie się artykułu dotyczącego tego układu. W Internecie nie ma zbyt wielu informacji na jego temat.
Z wyrazami szacunku
Andrzej Filip

Treść tych e-maili przekazaliśmy już Autorowi artykułu, który zdecyduje, czy i na ile rozwinąć ten temat w EdW.

Mogę pomóc.
W rubryce „Poczta" w EdW 9/2019 Czytelnik podpisany imieniem Bogusław napisał o problemie z programowaniem innych kontrolerów ATmega328. Z tego co zrozumiałem z bardzo krótkiego opisu, Pan Bogusław jest przekonany, że przed wgraniem oprogramowania do mikroprocesora jest konieczne wgranie bootloadera. Też tak kiedyś myślałem, ale okazało się, że nie ma takiej potrzeby. Programy, które opracowałem i przetestowałem z użyciem płytki UNO, chiński klon, wgrywałem do kontrolerów ATmega8 i ATmega16 oczywiście bez żadnego bootloadera. Rozumiem, że Czytelnik chce się uwolnić od płytek Arduino i stosować inne procesory AVR, nie tylko ATmega328, we własnych projektach. Do zaprogramowania tych kontrolerów używałem płytki UNO jako programatora lub programatora USB asp. (...) Jeśli Pan Bogusław opisze dokładniej problem i wyśle do mnie e-maila, to postaram się pomóc.
Pozdrawiam wszystkich e-Hobbystów.
Andrzej Adamczyk *amk10@interia.pl*

Regulacja jasności żarówek LED w regulatorach przystosowanych do żarówek z włókna wolframowego

Witam.
Regulacja jasności oświetlenia różnymi metodami jest na dzień dzisiejszy coraz bardziej powszechna. Starsze regulatory przystosowane były do żarówek z włóknem wolframowym, aktualnie nowsze typy sterowników kontrolują oszczędniejsze lampy LED. Niestety starsze rozwiązania nie potrafią prawidłowo sterować LEDami. Podłączona zamiast „żarówki żarowej" żarówka LED nie rozjaśnia się w sposób prawidłowy, nie mówiąc o całkowitym wyłączeniu takiego oświetlenia, słowem – sterownik regulujący oświetlenie żarówki z włóknem potrzebuje obciążenia rezystancyjnego. Czy istnieje prostsza (lub mniej prosta) metoda na modyfikację sterownika, która umożliwia zastąpienie tradycyjnej żarówki z włóknem żarówką LED (ideą jest oszczędność energii), zapewniając jednocześnie prawidłową płynną regulację światła?
Praktycznym przykładem może być wentylator sufitowy Westinghouse wersja BEDAN (...), gdzie zastosowano żarówkę o mocy 70W – zastąpienie żarówki LED-em objawia się jej migotaniem, niemożliwością wyłączenia z pilota.
Pozdrawiam
Mariusz Witoń

Wiele regulatorów oświetlenia, zazwyczaj z fazowo sterowanym tyrystorem/triakiem, nadaje się tylko do regulacji klasycznych żarówek. Z lampami LED kłopot jest taki, że połączone szeregowo diody LED są sterowane prądowo – za pomocą stabilizatora mającego cechy źródła prądowego. Najogólniej biorąc, przy zmianie średniego napięcia zasilania źródło prądowe próbuje utrzymać nastawioną wartość prądu. Jest to dość jasne dla napięć i prądów stałych. Sytuację komplikuje fakt, że diody LED sterowane są prądem stałym, a zmienne napięcie z tyrystorowego regulatora jest wycinkami sinusoidy sieci. Prawie wszystko zależy od właściwości układu elektronicznego „żarówki LED", mniej od regulatora. Zagadnienie jest skomplikowane. Krótko mówiąc, wiele „żarówek LED" nie nadaje się do

eprasa.pl 1e6350aa7d

współpracy z tyrystorowymi ściemniaczami. W dobrym sklepie/hurtowni należałoby pytać, czy mają wersje współpracujące ze ściemniaczami i zakupić na próbę jeden egzemplarz z możliwością jego zwrotu w razie niepowodzenia.
Autor przysłał też drugi interesujący list, który nie zmieścił się w tym miesiącu i będzie przedstawiony w grudniu.

Od czasu do czasu zaglądam do szkolnej biblioteki, by poczytać coś ciekawego z zakresu elektroniki.
Przy wymianie baterii w mojej domowej stacji pogodowej wpadł mi do głowy pomysł, by zamiast 2 baterii po 1,5V zasilić ją jednym akumulatorkiem 1,2V oraz przetwornicą podwyższającą napięcie z 1,2V do 3V. (...) Jeśli mogliby Państwo rozwinąć ten temat, byłbym wdzięczny. (...)

Pozdrawiam
Wojciech

Temat zostanie rozwinięty, ponieważ ten e-mail staje się podstawą zadania głównego 285 Szkoły Konstruktorów.

Do redakcyjnej skrzynki wpłynął też następujący list:

Szanowni Państwo,
chciałbym złożyć najserdeczniejsze podziękowania za otrzymane nagrody w ramach Szkoły Konstruktorów. Niestety z przyczyn osobistych musiałem ograniczyć swój udział w ostatnich zadaniach. Mam jednak nadzieję, że w ciągu kilku najbliższych tygodni odrobię zaległości i ponownie będę mógł się stać aktywnym czytelnikiem Państwa czasopisma.

Z poważaniem
Daniel Turbasa

Polskie wydanie „KiCad Like a Pro”

Dzień dobry, jakiś czas temu kupiłem tę książkę [https://amzn.to/2oo1NVR] na Elektorze (w wersji papierowej). Jest napisana znakomicie i w związku z tym szukam wersji polskojęzycznej dla swoich dzieci. Czy planujecie Państwo wydanie przekładu tej książki lub może dotarły do Państwa sygnały, że ktoś to przygotowuje? :)

Serdecznie pozdrawiam
Aleksander Stankiewicz

Nic na ten temat nie wiemy. Redakcja EdW ani firma AVT nie zajmują się wydawaniem książek. Pytanie należałoby raczej skierować do wydawców książek (Helion, WKiŁ, BTC, ...). Ważne aspekty problemu przedstawia inny e-mail:

Dobry wieczór.
W nawiązaniu do listu z EdW 10/2019 Pana Pawła dotyczącego kursu programu KiCad informuję, że nosiłem się z takim zamiarem. Jednak nie jest to takie proste. W ostatnim czasie KiCad 5.x.x uległ sporym przeobrażeniom w odniesieniu do jego starszych wersji. Aby w miarę rzetelnie opisać nowe wersje KiCada, trzeba by napisać obszerny cykl artykułów. Napisanie ich nie jest problemem. Problemem jest cykl wydawniczy tych artykułów, który będzie długi. Dla przykładu mój cykl artykułów opisujących program DipTrace był dwunastoczęściowy. Jeśli w tym czasie pojawi się kolejna mocno zmieniona wersja KiCada, to cykl artykułów opisujących KiCada może się zdezaktualizować, nim dobiegnie końca. Kolejną sprawą jest (nie)zgodność plików projektów starszych wersji KiCada z najnowszą wersją. Podobnie może być w przyszłości, gdy pojawią się nowe wersje programu. W skrajnym przypadku nie otworzymy projektu lub będzie on uszkodzony. To stawia pod znakiem zapytania sens korzystania z KiCada do poważniejszych zastosowań. Jeśli jednak będzie zainteresowanie programem KiCad 5, mogę napisać o nim cykl artykułów.

Pozdrawiam
Krzysztof Kawa

W EdW chętnie zamieścilibyśmy, ale nie obszerny kurs KiCada, tylko zwięzłe omówienie zmian względem wcześniejszej, dość popularnej wersji, o której sporo pisaliśmy w EdW.

Witam redakcję,
czytam EdW już od kilkunastu lat, uzbierałem całe stosy numerów czasopisma, jednakże podczas przeprowadzki, przy segregacji rzeczy potrzebnych i tych mniej potrzebnych, musiałem się pozbyć nadmiarowych kilogramów. Oddałem je młodym ludziom zainteresowanym elektroniką, z czego bardzo się ucieszyli. Ja natomiast po zmianie miejsca zamieszkania zamówiłem sobie prenumeratę „podwójną”. Wersja elektroniczna do kolekcjonowania i szybkiego powrotu, gdy coś się kiedyś przypomni. Zaś wersja papierowa służy do delektowania się świeżą lekturą, a na koniec roku można obdarować młodych papierowym rocznikiem. Tak więc bardzo mnie cieszy możliwość takiej prenumeraty.
Mam jeszcze pewną uwagę odnośnie do artykułów w czasopiśmie. Przy wstawianiu fotografii czy rysunków czasami trudno jest odnaleźć mały podpis, jaki numer ma dana ilustracja. Moim zdaniem można ten opis zawsze wstawić w jednym miejscu, np. prawy dolny róg, a jeśliby tam się znajdował przykładowo fragment schematu, to wtedy można by lekko przeskalować rysunek, aby zmieścić ów opis. Co prawda pojawiłaby się pusta linia na lewo od opisu, ale uważam, że byłoby to o wiele wygodniejsze, żeby opis zawsze mieć w tym samym miejscu. Oczywiście to tylko taka luźna propozycja i inni niekoniecznie muszą się z nią zgadzać.
Tak czy inaczej zarówno forma, jak i treść pisma bardzo mi się podoba i bardzo dziękuję za to tak wartościowe pismo na naszym rynku.

Pozdrawiam
Damian Ząbczyk

Dzień dobry wszystkim!
O sprawności grzałki [Poczta w EdW 10/2019] odpowiem łopatologicznie i zacznę od sprawności nie grzałek, tylko gazowych pieców/kotłów kondensacyjnych. W specyfikacjach takich pieców podaje się sprawność nieco ponad 100%.

Sprzeczność już w założeniu?

Niekoniecznie. Ja zacząłbym od definicji, bo jak się na początku dobrze nie zdefiniuje, o co się kłócimy, to zabawa nie ma żadnego sensu. W Wikipedii jest: ***Sprawność, sprawność energetyczna – skalarna bezwymiarowa wielkość fizyczna określająca, w jakim stopniu w danym procesie przekształcana jest energia jednego rodzaju w energię innego rodzaju; jest to parametr określający efektywność wykorzystania paliwa. Sprawność to stosunek ilości energii wychodzącej z procesu do ilości energii wchodzącej do procesu***.

W przypadku silnika elektrycznego wielkością wyjściową jest moc mechaniczna i zawsze jest ona mniejsza od dostarczonej mocy elektrycznej o straty, choćby te wynikające z tarcia i z rezystancji miedzianych uzwojeń. Tam sprawność zawsze będzie mniejsza od 100%.

Inaczej jest w przypadku pieca gazowego. Definicja jego sprawności mówi, że jest to stosunek ilości ciepła uzyskanego „na wyjściu” i wartości opałowej gazu.

Ciąg dalszy na stronie 33

eprasa.pl 1e6350aa7d

Skrzynka Porad

W rubryce przedstawiane są odpowiedzi na pytania nadesłane do Redakcji. Są to sprawy, które, naszym zdaniem, zainteresują szersze grono Czytelników.

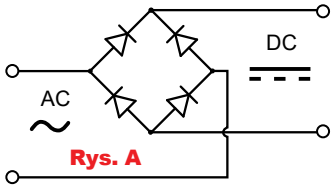
Jednocześnie informujemy, że Redakcja nie jest w stanie odpowiedzieć na wszystkie nadesłane pytania, dotyczące różnych drobnych szczegółów.

(...) jak działa i po co jest stosowany trójfazowy mostek Viena? (...)

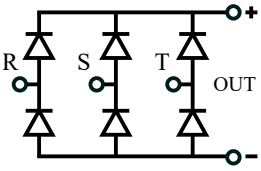
Autorowi e-maila niewątpliwie chodziło o układ prostowniczy zwany „Vienna rectifier".

W tym przypadku wyjątkowo łatwo o pomyłkę, bo w grę wchodzą dwa pojęcia: prostownik i mostek oraz zagadnienia w różny sposób z nimi związane.

Jeśli chodzi o prostownik – mostek, to powszechnie znany jest ***prostownik Graetza – mostek Graetza*** (greca). Prostownik mostkowy (**rysunek A** z Wikipedii) często niezbyt słusznie nazywany jest „układem greca" od nazwiska. Otóż Leo Graetz to niemiecki fizyk urodzony w Breslau, czyli w dzisiejszym Wrocławiu. Graetz zaproponował taki mostek prostowniczy w roku 1897. Na marginesie warto podkreślić, że mostek taki rok wcześniej został wynaleziony (oraz opatentowany w Wielkiej Brytanii i w Niemczech) przez nazywanego polskim Edisonem, urodzonego w Sanoku Karola Franciszka Pollaka. W każdym razie mostek prostowniczy kojarzony jest z nazwiskiem Graetza. **Rysunek B** pokazuje trójfazową wersję prostownika mostkowego.



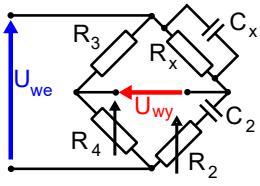
Rys. A



Rys. B

Inny mostek nazywany jest ***mostkiem Wiena***. Jak pokazuje **rysunek C** (z Wikipedii), w żadnym razie nie jest to mostek prostowniczy. Nazwa też pochodzi od nazwiska: Max Wien był urodzonym w Królewcu niemieckim fizykiem, dyrektorem instytutu fizyki w niemieckim mieście Jena.

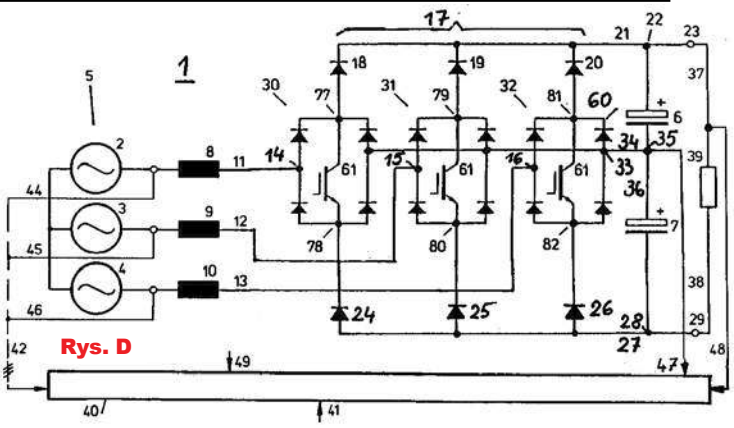
Rys. C



Te dwa mostki mogą niesłusznie kojarzyć się z ***Vienna rectifier***. Słowo Vienna nie pochodzi tu od nazwiska, tylko jest nazwą miasta Wiednia – stolicy Austrii. Austriacy mówią po niemiecku i używają nazwy Wien, ale w języku angielskim wykorzystywana jest nazwa Vienna.

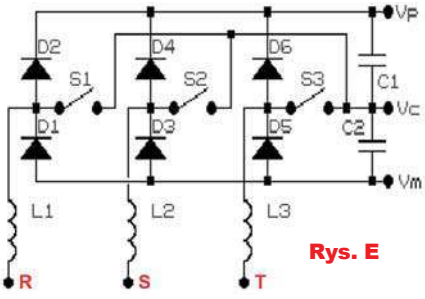
Omawiany układ prostowniczy ***Vienna rectifier*** został opracowany (prof. Johann W. Kolar) w roku 1993 na wiedeńskiej politechnice: Technische Universität Wien (TU Wien, TUW), po angielsku Vienna University of Technology.

Jest to układ prostowniczy, ma związek z mostkami, jednak tak naprawdę jest to bardzo zaawansowana podwyższająca przetwornica indukcyjna. Jest to prostownik trójfazowy z trzema kluczami-tranzystorami, sterowanymi z wykorzystaniem modulacji PWM.


Rys. D

Niektóre przetwornice mogą przekazywać energię w dwóch kierunkach. W tym przypadku jest inaczej. Układ może przekazywać energię z trójfazowej sieci energetycznej do obciążenia, ale nie w kierunku przeciwnym. Kluczową zaletą jest to, że przy odpowiednim sterowaniu układ pobiera z (trójfazowej sieci) prąd o dokładnie sinusoidalnym kształcie, przez co jest też trójfazowym układem PFC (Power Factor Corrector).

I właśnie układ był opracowywany przede wszystkim jako trójfazowy układ PFC. Podstawowy schemat „Vienna rectifier", pochodzący ze zgłoszenia patentowego (J.W. Kolar nr 94120245.9), pokazany jest na **rysunku D**. Schemat ten raczej nie wyjaśnia, może tylko przestraszyć. W literaturze koncepcja tego rozwiązania jest też przedstawiana inaczej, nieco jaśniej, na przykład jak na **rysunku E**.



Rys. E

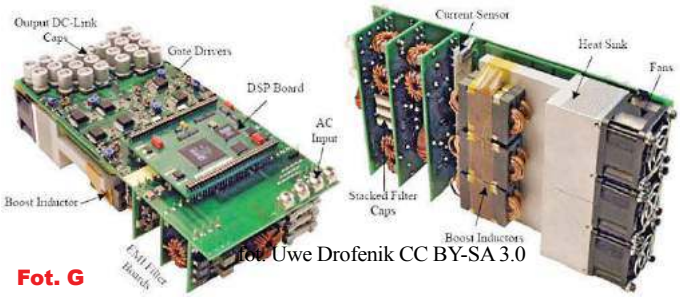
Dość często spotyka się schematy narysowane w nieco inny sposób, gdzie dwukierunkowe klucze są przedstawione w postaci dwóch tranzystorów MOSFET w połączeniu odwrotnie szeregowym według **rysunku F**.

Taki sposób narysowania też niewiele pomaga w analizie działania układu. Taką analizę należałoby zacząć z jednej strony od przypomnienia działania prostownika mostkowego trójfazowego pracującego w sieci 50Hz, a w szczególności rozpływu prądów w wersji niewykorzystującej punktu neutralnego. Z drugiej strony trzeba byłoby powiązać z tym działanie przetwornicy podwyższającej z regulacją PWM pracującej z częstotliwością ponad 100kHz. Najbardziej zainteresowani mogą poszukać dalszych (trzeba przyznać niełatwych do zrozumienia) informacji, wpisując w wyszukiwarkę: *vienna rectifier pdf.*

eprasa.pl 1e6350aa7d

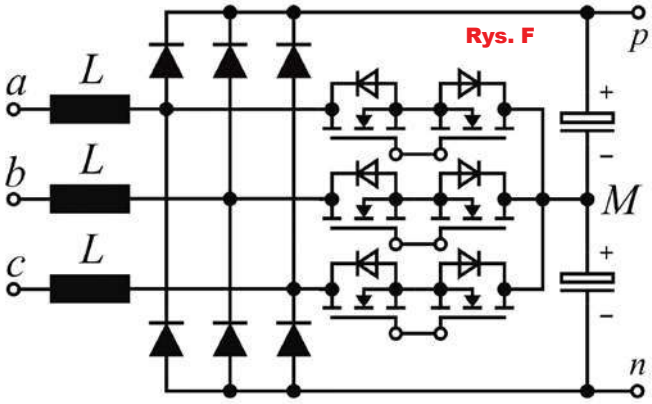
W każdym razie koncepcja *Vienna rectifier* bywa realizowana w postaci zasilaczy/przetwornic PFC dużej mocy, do kilkunastu, a nawet więcej kilowatów. **Fotografia G** pokazuje model o mocy 400W.

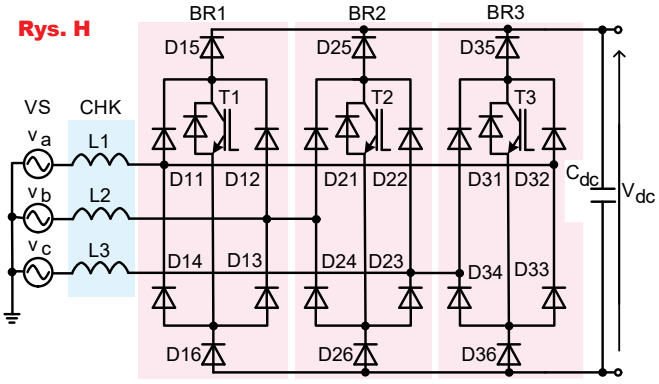
Co interesujące, zwłaszcza dla polskiego Czytelnika, nie jest to jedyna przetwornica, nazwana od nazwy miasta. Koncepcja i realizacja ***Vienna rectifier*** były przedstawione w roku 1993. Rok wcześniej zaprezentowano koncepcję i układ ***Warsaw rectifier***. Na **rysunku H** pokazany jest schemat pierwotnej wersji. Zainteresowani podobieństwem obu koncepcji mogą dalszych informacji poszukać samodzielnie.



Fot. Uwe Drofenik CC BY-SA 3.0

Fot. G





100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1 + 1 = 3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika

na www.avt.pl/prenumerata

eprasa.pl 1e6350aa7d

„Big data” i Wielki Brat

Ciągłe przenikania się technologii i świata ludzi głęboko zmienia życie społeczne. W najliczniej zaludnionym kraju tzn. w Chinach ziszcza się wizja przepowiedziana przez George'a Orwella w powieści „Rok 1984”. W książce tej opisany jest świat, w którym ludzie obserwowani są przez elektroniczny system nadzoru, a zachowania niezgodne z narzuconym wzorcem są karane. Analogiczny system jest aktualnie testowany w Państwie Środka i ma być w pełni funkcjonalny do roku 2020. Wtedy to każdemu Chińczykowi zostaną przydzielone punkty (ang. *social credit score)* będące podstawą oceny reputacji osób i w konsekwencji służące do przydzielania kar oraz nagród.

System opiera się na szczegółowej inwigilacji obywateli i analizie dużych zbiorów danych (ang. *big-data analysis*). Może on wykorzystywać dane dostępne on-line, ale też miejski monitoring i zaawansowane techniki rozpoznawania obrazu i identyfikacji osób. W zależności od testowanego rozwiązania analizuje się zespół różnych parametrów. Należą do nich np. terminowe wypełnianie zobowiązań finansowych przez obywatela (np. za elektryczność czy telefon) oraz płacenie podatków. Skrupulatnie rejestrowane są poważne naruszania prawa np. oszustwa oraz mniejsze wykroczenia, takie jak jazda rowerem elektrycznym po chodniku, wyprowadzenie psa bez smyczy, palenie tytoniu w pociągu. Rozwiązania prywatne (prowadzone przez firmę należącą do grupy Alibaba, właściciela portalu AliExpress) uwzględniają także to, jakie produkty obywatel kupuje, czy nie spędza za dużo czasu, grając w gry komputerowe, jakich ma przyjaciół online oraz jak wyglądają interakcje z nimi. W celu zwiększenia presji, na ocenę obywatela będą mogły wpływać oceny osób z nim związanych!

Przewidywane przez system kary obejmują zakaz odbywania podróży samolotami czy pociągami, brak dostępu do prywatnych szkół, powolne połączenie z internetem. Wśród nagród przewidziane są: dostęp do atrakcyjnych pożyczek, dostęp do odprawy typu VIP na lotnisku w Pekinie czy szybka droga do uzyskania wizy do europejskiej strefy Schengen. Efekty wprowadzanego systemu już widać. Niedawno agencja rządowa Chin podała, że z powodu niskiego zaufania społecznego odmówiono „zdyskredytowanym” obywatelom sprzedaży 17,5 miliona biletów lotniczych i 5,5 miliona biletów na pociągi.

Cel programu został jasno zdefiniowany przez jeden z oficjalnych dokumentów rządowych: obywatel godny zaufania będzie mógł „wędrować wszędzie pod niebem”, jednocześnie system ma utrudniać zdyskredytowanym „wykonanie jednego kroku”. W pewnym uproszczeniu można więc powiedzieć, że zaawansowany system komputerowy, wykonujący z góry zadany algorytm, będzie miał nadrzędną pozycję w stosunku do 1,3 miliarda ludzi (około 18% całej populacji ludzkości).

Przyczyną wprowadzenia systemu jest zła sytuacja społeczna i niski poziom zaufania na linii obywatel–obywatel. Jeśli wierzyć sondażom, poparcie dla tego systemu jest duże. Trudno się dziwić, jeżeli prawie połowa umów podpisanych w Chinach jest niedotrzymywana. Intencje stojące za wdrożeniem systemu oceny reputacji wydają się poniekąd słuszne. Problemem jest jednak to, że stworzone zostają podwaliny technologiczne pozwalające zrealizować totalny system nadzoru społeczeństwa, który może być z powodzeniem użyty do innych celów. Możliwe i bardzo łatwe będzie wywieranie presji na osoby politycznie niepokorne lub po prostu niepasujące do schematu, prowadzące życie w sposób nieco bardziej niestandardowy lub wyznające inne wartości niż te promowane przez rząd.

A jak sprawa wygląda w Europie? Niedawno minął rok od wprowadzania rozporządzenia o ochronie danych osobowych (tzw. RODO), które w zamyśle ma m.in. chronić naszą prywatność. To nowe prawo nakłada na firmy obowiązek uzyskania od osoby, której dane osobowe mają być gromadzone, świadomej zgody na przetwarzanie danych, przysługuje nam prawo do „bycia zapomnianym”, a kary za złamanie przepisu są astronomiczne (do 20 mln euro).

Z jednej strony stworzone zostaje zabezpieczenie, mające chronić naszą prywatność, z drugiej jednak strony to my sami, bez żadnego przymusu rzucamy się w objęcia Wielkiego Brata. Dość specyficznym przykładem może tu być moda panująca w pewnych kręgach w Szwecji, polegająca na wszczepianiu pod skórę dłoni mikrochipów pracujących w technologi RFID. Układy te komunikują się bezprzewodowo z różnymi odbiornikami i zebrane tam informacje (dane osobowe, numery kart kredytowych, dane medyczne) pozwalają na usprawnianie wielu prostych czynności. Łatwiejsze stają się płatności zbliżeniowe, układy te zastępują nawet bilety kolejowe. Rozwiązanie to w obecnej chwili ma wiele niezaprzeczalnych atutów, jest jednak potencjalnym zagrożeniem dla ochrony prywatności. W przykładzie tym przenikanie technologi i biologii nabiera znaczenia dosłownego, jest to jednak trend niszowy. Na skorzystanie z tej nowinki technologicznej zdecydowało się jak dotąd tylko kilka tysięcy osób.

Dużo większą skalę ma udostępnianie danych na przeróżnych portalach społecznościowych. Podajemy tam, kim jesteśmy, co lubimy i jakie wartości wyznajemy. Robimy to zupełnie dobrowolnie. Informacje te nie są na szczęście gromadzone „z urzędu”, jak to ma miejsce w Chinach. Nikt nas też nie będzie karać za nasz styl życia, niemniej jednak informacje te mogą być wykorzystane w innych celach. Głośny skandal z udziałem firmy Cambridge Analytica ujawnił, że pozwalają one wpływać na politykę i wyniki wyborów. W tym celu wyżej wspomniana firma zastosowała mikrotargeting, czyli serwowanie określonych treści zidentyfikowanej wcześniej, dobrze zdefiniowanej grupie osób. Odbiorcy ci byli wcześnie wytypowani za pomocą psychografii, czyli dzięki metodzie polegającej na profilowaniu użytkowników z wykorzystaniem danych dostępnych on-line. Co prawda toczy się dyskusja co do rzeczywistej skuteczności tego sposobu działania, ale pojawienie się tego zjawiska może rodzić obawy.

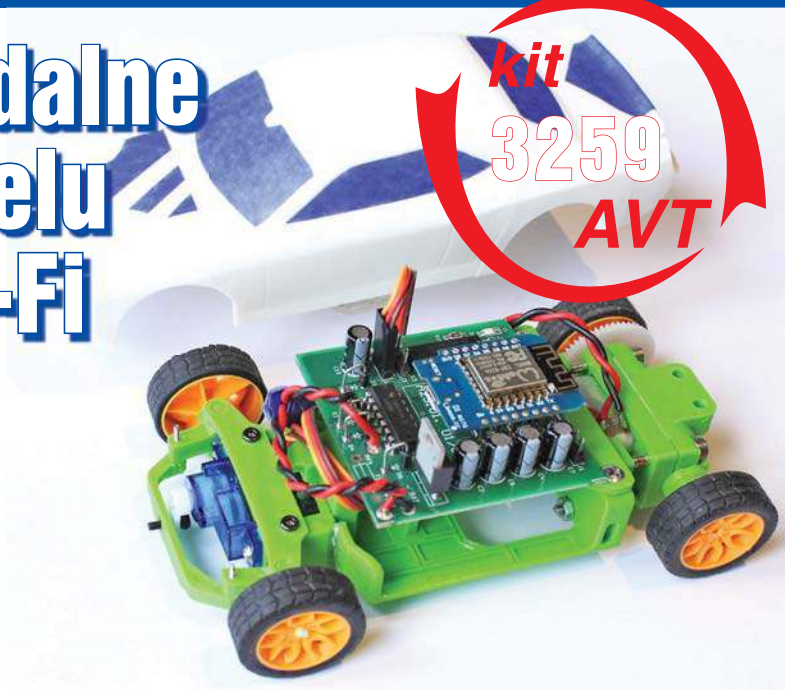
Przetwarzanie dużych zbiorów danych przez zautomatyzowane protokoły jest kolejną manifestacją przenikania się świata technologii z naszą, bądź co bądź, biologiczną egzystencją. Można się spodziewać, że integracja tych dwóch obszarów będzie postępowała i dostarczała coraz to nowych narzędzi, które mogą być zastosowane w różny sposób. Oznacza to, że istnieje konieczność ciągłego określania granic, w których te nowe narzędzia mogą być zastosowane. Nasz świat nie powinien być chyba miejscem, w którym rządy sprawuje algorytm, wymyślony przez ludzi, ale pozbawiony cech ludzkich.

Jarosław Wawer
jaroslaw.wawer@pg.edu.pl

eprasa.pl 1e6350aa7d

ESP8266 RC – zdalne sterowanie modelu poprzez sieć Wi-Fi

kit 3259 AVT



Wyjątkowy system radiowego sterowania modelem RC, w którym kontrolerem jest twój telefon komórkowy z systemem Android.

Prezentowany układ służy do sterowania niewielkim kołowym lub pływającym modelem RC za pomocą telefonu z zainstalowaną aplikacją wirtualnych joysticków. Może być wykorzystany do sterowania własną konstrukcją lub ożywienia czy modernizacji starej uszkodzonej zabawki sterowanej przez radio lub przewód.

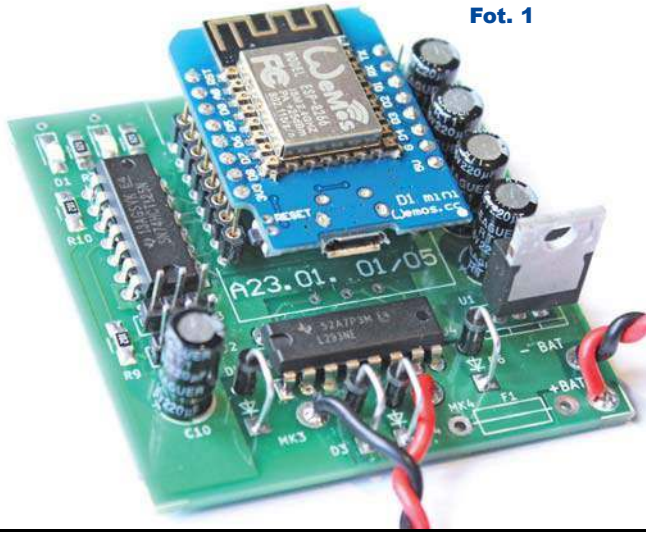
Uruchomienie układu wymaga znajomości podstaw obsługi oprogramowania Arduino IDE (zajrzyj do archiwalnych numerów EdW). Przydatna może być również wiedza o działaniu serwomechanizmów modelarskich oraz sterowaniu silników DC za pomocą przebiegów PWM.

Do sterowania modelami przygotowana została specjalna aplikacja dla smartfonu z systemem Android. Emuluje ona nadajnik RC z dwoma joystickami. Komunikacja pomiędzy telefonem a urządzeniem sterującym w modelu odbywa się poprzez sieć bezprzewodową Ethernet (Wi-Fi) z wykorzystaniem protokołu UDP (User Datagram Protocol). UDP to najprostszy sposób komunikacji pomiędzy urządzeniami w sieci. Może być porównany do przesyłania listów pocztowych. Polega on na tym, że jedno z urządzeń sieciowych (nadawca) tworzy pakiet z danymi (list) i wysyła go do innego urządzenia (odbiorcy) przez dany port (odpowiednikiem portu może być konkretny listonosz). Każde urządzenie w sieci identyfikowane jest przez unikalny adres IP składający się z czterech ośmiobitowych liczb. W przypadku UDP, jak również zwykłego listu pocztowego, nadawca nie ma możliwości sprawdzenia, czy wiadomość dotarła do adresata oraz czy odbiorca w ogóle jest osiągalny. Zaletą takiego połączenia jest jednak duża szybkość przesyłania komunikatów. Oczywiście protokół taki może być stosowany tylko wtedy, gdy akceptowalne jest utracenie części komunikatów (np. strumieniowanie transmisji radiowej czy rozmowa telefoniczna).

Po włączeniu zasilania urządzenia moduł Wi-Fi – U2 tworzy własną sieć bezprzewodową o nazwie „ESP8266 RC" i oczekuje na połączenie pod adresem 192.168.2.1. Komunikacja następuje za pomocą portu nr 12000. Uruchomiona na telefonie aplikacja łączy się ze stworzoną przez moduł siecią i wysyła pakiet zawierający aktualne położenie joysticków co 100ms. Układ po odebraniu komunikatu odczytuje pola pakietu, na których zapisane są położenia manipulatorów i na ich podstawie wystawia odpowiednie sygnały sterujące do serwomechanizmu oraz mostka H sterującego silnikiem. Jeśli z jakiegoś powodu po upływie 150ms nowy pakiet nie zostanie odebrany, układ wyłącza silnik i ustawia mechanizm wykonawczy w położeniu środkowym. Opcjonalnie, w zależności od preferencji użytkownika, układ może odcinać zasilanie silnika, jeśli napięcie zasilającego je akumulatora spadnie poniżej ustalonego progu.

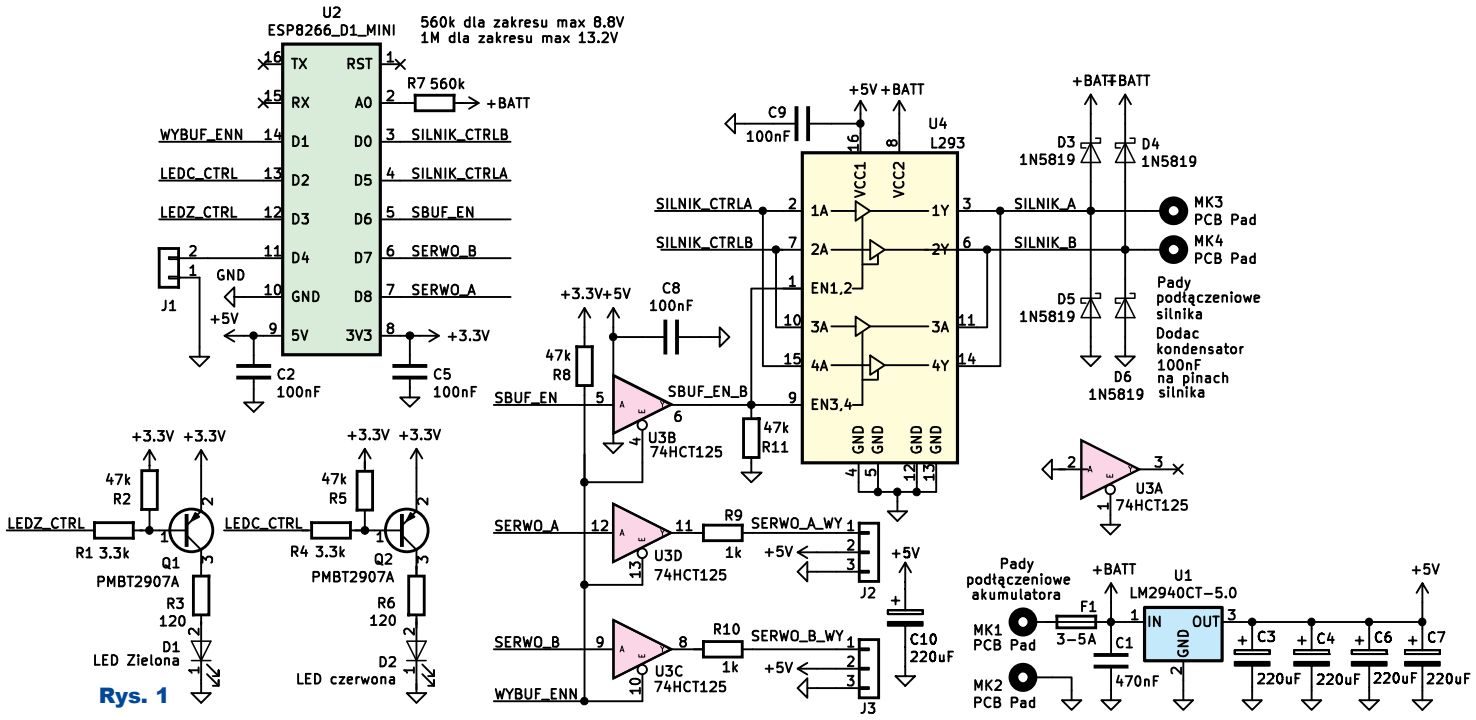
Opis układu

ESP8266 D1 mini to specjalizowany moduł mikroprocesorowy, obsługujący komunikację w ethernetowych sieciach radiowych Wi-Fi. Zbudowany jest w oparciu o układ hybrydowy ESP-12S będący implementacją chipu ESP8266EX firmy Espressif. Układ ten to zintegrowane środowisko typu SoC (System on Chip), które w jednej strukturze zawiera: radiowy układ nadawczo-odbiorczy (przełączniki antenowe, wzmacniacze sygnału radiowego wejściowego i wyjściowego, filtry i układy dopasowania), 32-bitowy procesor Tensilica L109 zintegrowany z pamięcią SRAM oraz 10-bitowym przetwornikiem ADC typu SAR (Succesive Aproximation). Procesor może być taktowany zegarem 160MHz lub 80MHz, komunikować się z zewnętrznymi układami takimi jak czujniki czy układy wykonawcze (np. przekaźniki), pracować jako główny mikrokontroler lub być zarządzany przez zewnętrzny system mikroprocesorowy przez interfejsy USART/SPI/IO. Użyty system operacyjny czasu rzeczywistego (RTOS) modułu oraz implementacja obsługi protokołów sieciowych pozostawiają dla użytkownika 80% mocy obliczeniowej do własnych zastosowań. Dodatkowo użytkownik ma do dyspozycji 4Mb pamięci Flash. Moduł może być zasilany napięciem 3,3V lub 5V, jak również przez kabel USB.



Fot. 1

eprasa.pl 1e6350aa7d



Rys. 1

Parametry implementacji sieci bezprzewodowej w układzie ESP8266:
- wsparcie dla standardu 802.11 b/g/n
- maksymalny transfer danych 72,2Mbps (802,11n – 2,4GHz)
- dwa wirtualne interfejsy Wi-Fi
- obsługa infrastruktury typu Stacja (Station – STA), Programowy Punkt Dostępowy (SoftAP), Mieszany (STA + SoftAP)
- wsparcie dla protokołów sieciowych IPv4, TCP/UDP/HTTP.

Schemat prezentowanego systemu sterującego przedstawiony jest na **rysunku 1**. Zasilanie układu odbywa się za pomocą regulatora U1 poprzez bezpiecznik polimerowy. W przeciwieństwie do standardowych aplikacji, bezpiecznik nie zabezpiecza urządzenia, lecz zasilający je akumulator, który w przypadku zwarcia może gwałtownie się rozgrzać, powodując uszkodzenie modelu lub co gorsza pożar. Prąd bezpiecznika należy dobrać w zależności od wielkości prądu silnika z pewnym zapasem np. × 2–3. U1 jest regulatorem typu LDO, tzn. maksymalny spadek napięcia na elemencie jest bardzo mały. W przypadku LM2940 jest to typowo 0,5V. Umożliwia to zastosowanie akumulatora lub baterii, których minimalne napięcie jest tylko 0,5V wyższe od generowanego 5V. W przypadku, gdy napięcie akumulatora przekracza 8V, element ten może zacząć się znacznie nagrzewać. W takim wypadku należy zamontować na nim odpowiedni radiator lub zastosować w jego miejsce dostępne 5V modelarskie moduły przetwornic DC/DC.

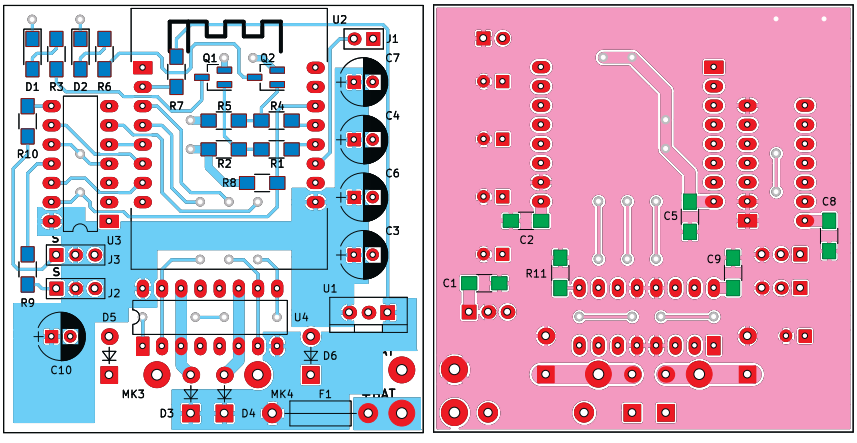
Moduł U2 steruje pracą urządzenia oraz dodatkowo dostarcza napięcia 3,3V. Napięcia zasilające modułu filtrowane są za pomocą kondensatorów C2 i C5. Rezystor R7 rozszerza zakres pomiarowy przetwornika ADC U2. Dla zakresu pomiarowego do 8,8V rezystor ten powinien mieć wartość 560kΩ lub 1MΩ dla zakresu do 13,2V. Układ U2 cechuje się poborem prądu ze znacznymi impulsami prądowymi. Aby podtrzymać napięcie w układzie, stabilizator U1 zasila baterię kondensatorów C3, C4, C6, C7. Impuls prądowy z pojedynczego kondensatora o dużej pojemności byłby ograniczony przez jego rezystancję wewnętrzną. Rozwiązaniem takiego problemu jest zastosowanie baterii kilku kondensatorów o znacznej pojemności sumarycznej i niskiej rezystancji szeregowej, wynikającej z ich połączenia równoległego.

Zadaniem bufora U3 jest konwersja poziomu sygnałów sterujących serwomechanizmem z 3,3V na 5V. Rezystory R9 i R10 zabezpieczają wyjście buforów przed zwarciem w układzie zewnętrznym.

U3 aktywuje bufory, gdy pin 14 U2 przyjmuje stan niski, rezystor R8 wymusza poziom wysoki dla stanów nieustalonych w czasie startu i resetu modułu U2.

Układ U4 to podwójny scalony mostek H służący do sterowania silników DC lub krokowych. Pojedynczy mostek może dostarczyć prąd o natężeniu 1A z krótkimi impulsami dochodzącymi do 2A. Mimo zasilania części cyfrowej napięciem 5V, układ prawidłowo interpretuje sygnały o poziomach 3,3V z modułu U2 bez konieczności konwersji. Wyjątkiem w układzie są sygnały EN (pin 1,9). Połączenie ich poprzez bufor U3B i wymuszenie stanu niskiego

Rys. 2



eprasa.pl 1e6350aa7d

poprzez rezystor R11 zabezpiecza U4 przed uruchomieniem silnika w stanach nieustalonych na pinie 5 modułu U2. Układ zasilany jest dwoma napięciami: Vcc1 zasilającym część cyfrową oraz Vcc2 zasilającym silnik. Ważne jest, aby napięcie dla silnika Vcc2 nie spadło poniżej poziomu Vcc1. Mostki w układzie zostały połączone równolegle. Dzięki temu prąd sterujący silnikiem może mieć wartość większą niż 1A (oczywiście należy zastosować pewien margines bezpieczeństwa i takiego układu nie obciążać stale prądem większym niż 1,5–1,7A.). Takie zwarcie nie jest błędem. Układ U4 dopuszcza taką możliwość pod warunkiem zwierania par pinów: 2–15, 7–10, 3–14, 6–11. Szczegóły można znaleźć w nocie aplikacyjnej AN240/1288 firmy SGS-Thomson. Diody D3-6 służą do zabezpieczenia wyjścia mostków przed przepięciami z silnika.

Układy Q1, D1, R1–3 oraz Q2, D2, R4–6 służą do sterowania diod LED. Złącza J2–3 stanowią wyjścia do podpinania serwomechanizmów (załączone oprogramowanie obsługuje tylko J2, J3 wymaga własnej modyfikacji oprogramowania). Silnik podłączamy do punktów MK3–4, a zasilanie do MK1–2.

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce bazowej, pokazanej na **rysunku 2**. Kolejność montażu elementów w układzie nie jest krytyczna. Aczkolwiek najwygodniejszy powinien być następujący sposób: Montaż zaczynamy od wlutowania elementów SMD na spodniej stronie płytki: R11, C1–2, C5, C8–9. Następnie montujemy elementy SMD na stronie wierzchniej: R1–10, Q1–2, D1–2. Należy zwrócić uwagę na polaryzację diod LED (patrz **fotografie 2** i **3**). Kolejno lutujemy układy U3 i U4 lub podstawki. W moim układzie nie stosowałem podstawek. Jeśli lutowanie odbywa się za pomocą lutownicy oporowej, przeznaczonej do lutowania elektroniki, istnieje bardzo małe prawdopodobieństwo uszkodzenia w trakcie montażu. Dalej następują łamane listwy gniazd precyzyjnych dla układu U2. Zalecam zastosowanie gniazd precyzyjnych w miejsce zwykłych, gwarantują one znacznie lepszy kontakt elektryczny. Montujemy diody D3–6 i złącze J2. Jeśli chcesz rozbudować układ o sterowanie drugim serwem, możesz zamontować złącze J3 (wymaga to dopisania własnych procedur w programie). Teraz pozostało już tylko wlutowanie kondensatorów C3–4, C6–7, C10 a następnie układu U1 i bezpiecznika F1. Na złączach silnika należy przylutować mały kondensator ceramiczny o wartości 100nF (można również dodatkowo dolutować kondensatory pomiędzy wyprowadzeniami silnika a obudową), ma on na celu zmniejszenie zakłóceń generowanych podczas przełączeń uzwojeń na komutatorze. Jego wartość nie jest krytyczna, ale powinien być on ceramiczny. W zależności od wartości napięcia zasilania układ U1 może się nagrzewać. W takim przypadku należy zamontować mały radiator. W przypadku grzania układu U4 radiator w postaci grubego drutu miedzianego lub blaszki przylutowujemy do pinów 4, 5, 12, 13. Płytka nie ma otworów mocujących. Urządzenie mocujemy w modelu za pomocą dwustronnej pianki samoprzylepnej. Jest to skuteczny i sprawdzony sposób.

Instalacja oprogramowania Android

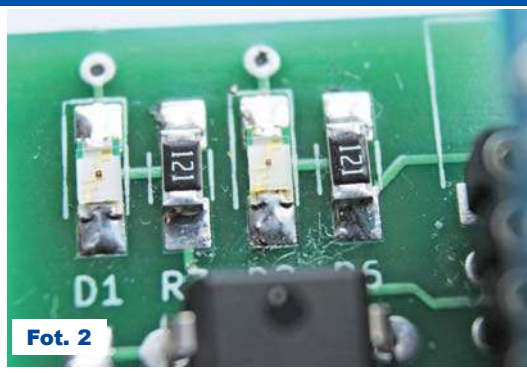
Oprogramowanie i dokumentacja płytki dostępne są w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru. Plik aplikacji ESP8266_RC.app należy przekopiować do pamięci telefonu (np. do katalogu /Downloads) przez przewód USB lub Bluetooth. Następnie uruchomić przez kliknięcie. Trzeba potwierdzić zgodę na instalację oprogramowania z nieznanego źródła. Może okazać się konieczne zaznaczenie tej zgody w ustawieniach konfiguracyjnych (/Ustawienia/Zabezpieczenia). Po zainstalowaniu aplikacja powinna być widoczna w zakładce aplikacji i możliwa do uruchomienia.

Konfiguracja środowiska Arduino IDE

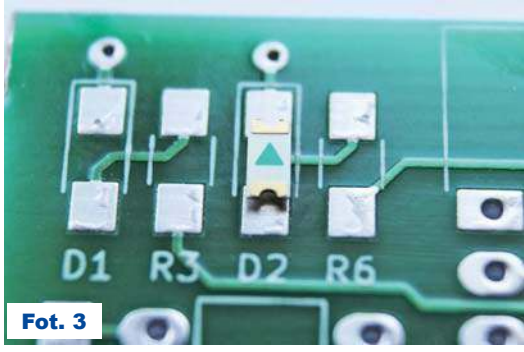
Jeśli jeszcze go nie mamy, to najpierw należy zainstalować środowisko Arduino w wersji (co najmniej) 1.8.8.

Programowanie modułów bazujących na układzie ESP8266 w IDE Arduino wymaga podania ścieżki dostępu do paczki źródłowej. Aby to zrobić:

– Uruchom środowisko Adruino IDE i otwórz okienko Plik > Preferencje
– Wpisz adres źródeł: http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json w polu *Dodatkowe adresy URL do menedżera płytek*. Jeśli już istnieje dodana inna ścieżka, oddziel ją przecinkiem.
– Otwórz okienko Narzędzia > Płytka… > Menedżer płytek, wybierz i zainstaluj **esp8266 by ESP8266 Community** w wersji 2.4.2
– Otwórz okienko Narzędzia > Płytka… i wybierz płytkę **LOLIN(WEMOS) D1 R2 & mini**



Fot. 2



Fot. 3

– Otwórz okienko Narzędzia > Płytka i ustaw: **CPU Frequency na 160MHz**, **Upload speed na 115200** (patrz rys. 3)
– Jeśli korzystasz z IDE Arduino w wersji starszej niż 1.8.8, konieczna może być instalacja ręczna bibliotek: Servo(esp8266) v.1.0.2 oraz ESP8266 v.1.0.0
– Otwórz okienko Szkic > Dołącz bibliotekę > Zarządzaj bibliotekami
– Wyszukaj i zainstaluj dodatkowe biblioteki (wersje poniżej 1.8.8)

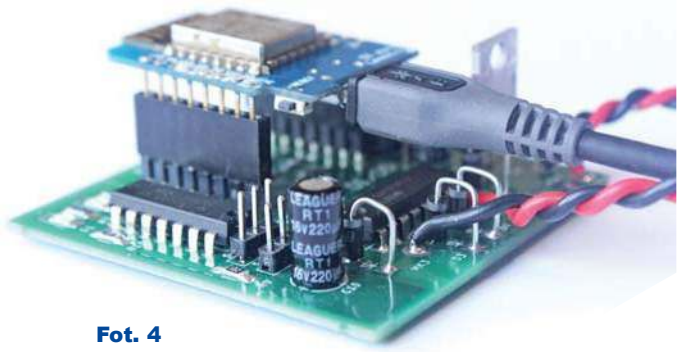
Uruchomienie i kalibracja

Pierwszą czynnością przy uruchamianiu układu jest wgranie szkicu oprogramowania do modułu U2. Należy podłączyć moduł do komputera za pomocą kabelka USB i w środowisku Arduino wybrać odpowiedni numer portu (Konieczna może się okazać instalacja sterownika układu HL-340. Instalator dostępny w materiałach dodatkowych). Kolejną czynnością jest wgranie szkicu z ustawieniami startowymi (niezmieniony plik konfiguracja.h). **Rysunek 3** pokazuje konfigurację płytki.

W czasie uruchamiania wygodnie jest zamontować układ poprzez gniazda SIL, umożliwi to łatwe podpięcie złącza USB – **fotografia 4**.

Następnie łączymy telefon z siecią „ESP8266_RC" i uruchamiamy w telefonie aplikację ESP8266 RC. Po uruchomieniu aplikacji na płytce powinna świecić się tylko zielona dioda. Po pierwszym programowaniu możemy przystąpić do kalibracji działania

eprasa.pl 1e6350aa7d



Fot. 4

mechanizmów wykonawczych naszego modelu. Ustawienia wymaga zakres wypełnienia impulsów PWM dla silnika, wychylenie orczyka serwa oraz jego położenie środkowe. Jeśli planujemy korzystać z monitorowania napięcia akumulatora, musimy skalibrować przetwornik ADC. Regulacja odbywa się poprzez edycję pliku „konfiguracja.h" dołączonego do projektu. Pierwsze linijki tego pliku oznaczone są do edycji dla użytkownika. Konfiguracja odbywa się przez zmianę wartości zmiennych:

#define SERWO_A_ZAKRES 600

– określa maksymalny kąt wychylenia orczyka serwa (w µs trwania impulsu wysokiego), 1 stopień obrotu to około 11.1 µs. Limitowanie tej wartości ma na celu dopasowanie zakresu ruchu serwa do zakresu ruchu układu sterującego w modelu. Zapobiega uszkodzeniu serwa lub cięgien w modelu.

#define SERWO_A_TRYM 70

– doregulowanie pozycji „neutralnej" w µs. Może być dodatnie lub ujemne. Dobierz wartość tak, aby model poruszał się prosto, gdy wirtualny joystick kierunku jest w pozycji środkowej.

#define SERWO_A_REWERS 1

– zamiana kierunku obrotu serwa (kiedy „w prawo" jest „w lewo") 1 – rewers, 0 – normalnie

#define MOTOR_PWM_MAX 1023

– maksymalne wypełnienie sygnału PWM dla silnika (max. = 1023) może być wymagane zmniejszenie, jeśli napięcie zasilania układu jest większe niż maksymalne dopuszczalne napięcie silnika

#define MOTOR_PWM_MIN 400

– minimalne wypełnienie sygnału PWM dla silnika, należy ustawić tak, by model zaczynał się poruszać po ruszeniu wirtualnym joystickiem

#define MOTOR_LUZ 40

– ustawienie „strefy martwej" joysticka, czyli braku reakcji dla drążka gazu. Wartość ta jest silnie zależna od wielkości ekranu telefonu i ma na celu zapobieżenie niezamierzonym ruchom modelu podczas minimalnych ruchów palców.

#define BAT_MON_EN 0

– monitor baterii 1 – aktywny, 0 – nieaktywny. Jeśli aktywowany, po spadku napięcia zasilającego poniżej ustalonego progu następuje wyłączenie silnika i serwa.

#define BAT_MON_R7_560K 0

– ustaw 1 dla rezystora dzielnika R7 = 560k

#define BAT_MON_R7_1M 1

– ustaw 1 dla rezystora dzielnika R7 = 1M

#define BAT_VALARM_X10V 72

– napięcie zadziałania zabezpieczenia przed rozładowaniem akumulatora ×10, 72 = 7,2V

Ze względu na znaczne wartości rezystora rozszerzającego zakres pomiarowy (R7) należy skalibrować odczyty przetwornika ADC. W tym celu trzeba:

#define DEBUG_EN 1

– włączyć komunikaty diagnostyczne

#define KALIBRACJA_ADC_EN 1

– włączyć komunikaty kalibracyjne ADC

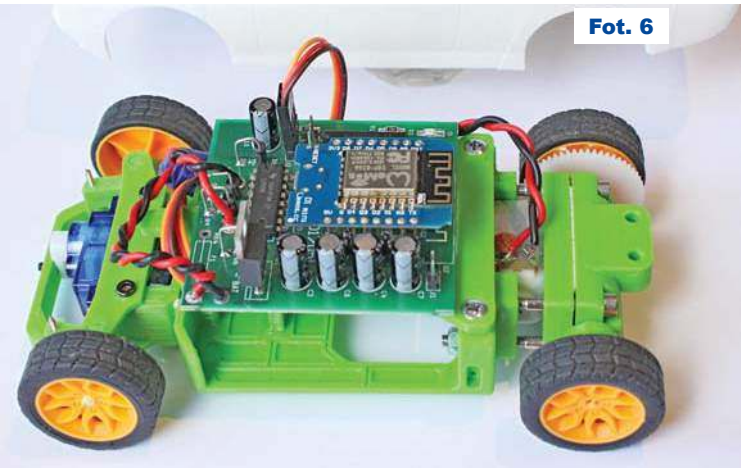
#define WSP_KALIBRACJI 1.0

– ustawić startowy współczynnik kalibracji

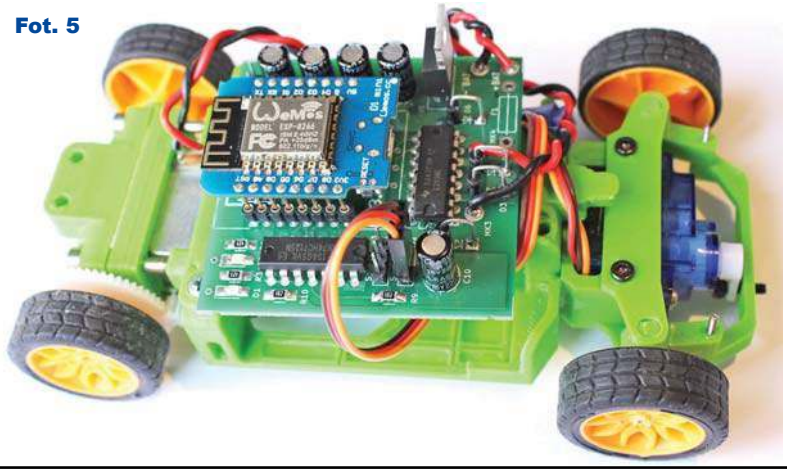
Następnie wgrywamy szkic do modułu. Podłączamy zasilanie o znanej wartości napięcia (np. 7V). Po uruchomieniu programu i otworzeniu konsoli nastąpi wyświetlanie aktualnie zmierzonej wartości napięcia (**rysunek 4**).

Ciąg dalszy na stronie 22

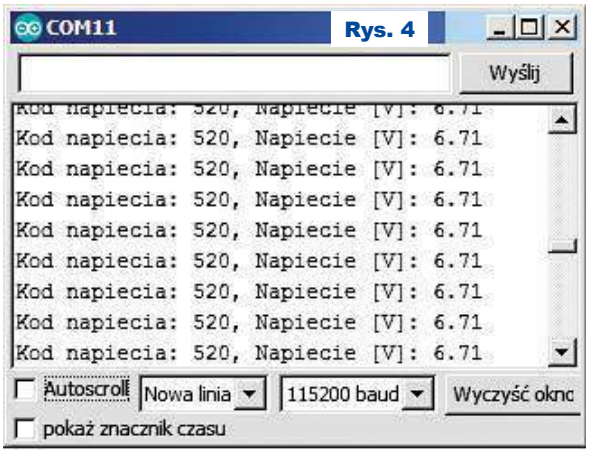
Rys. 3



Fot. 6



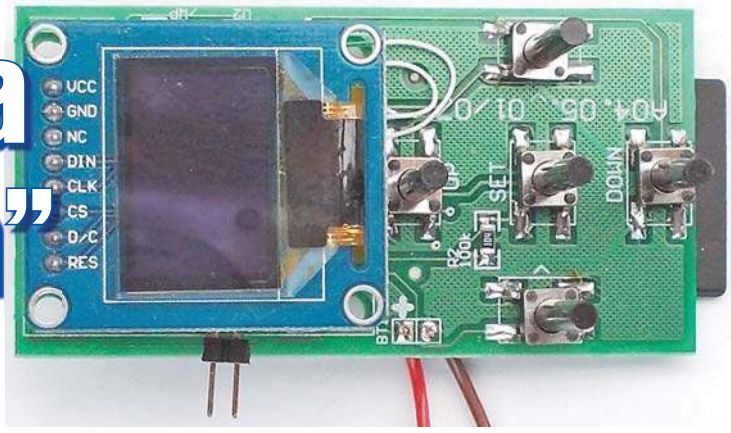
Fot. 5



Rys. 4

eprasa.pl 1e6350aa7d

Elektroniczna „wielokostka”



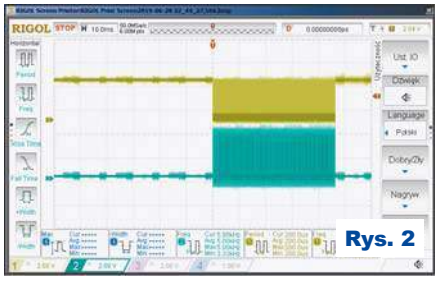
Do czego służy kostka do gry, nie trzeba pisać. Kostka elektroniczna jest nowoczesną wersją tradycyjnej wykonanej z plastiku czy drewna. Tradycyjna mechaniczna kostka do gry jest prosta w budowie, tania, ale ma wady, m.in. potrafi potoczyć się w trudno dostępne miejsce. Kolejną jest hałas przez nią wytwarzany oraz fakt, że potrafi wpaść na planszę gry i przewrócić pionki. Wad tych pozbawiona jest kostka elektroniczna. W Internecie można znaleźć wiele konstrukcji, a wszystkie, jakie widziałem, wyświetlają wynik losowania na diodach LED ułożonych na wzór oczek na kostce. Prezentowana tutaj konstrukcja ma nowoczesny wyświetlacz OLED, co pozwala na wyświetlanie różnorodnych grafik. Ponadto może zastąpić cztery kostki o praktycznie dowolnej liczbie ścian.

Grafiki przedstawiające poszczególne ścianki kostki, których może być nawet 250, zapisane są na karcie SD. Potrzebną grafikę łatwo stworzyć na komputerze, zapisać w popularnym standardzie BMP, po czym skopiować na kartę pamięci. Urządzenie pozwala na obsługę czterech kostek.

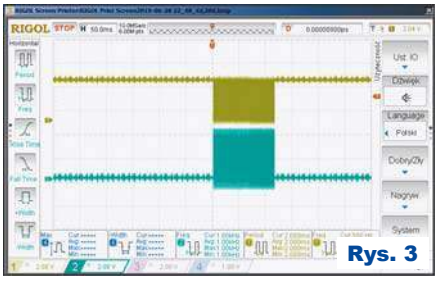
Opis układu

Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 1**. Układ zasilany jest z baterii. Sercem urządzenia jest mikrokontroler ARM STM32F103RBT8 taktowany częstotliwością 36MHz. Odczytuje on grafiki z karty SD umieszczonej w gnieździe J4. Do komunikacji wykorzystany jest interfejs SPI1, współdzielony z pamięcią DataFlash U2. Interfejs pracuje z częstotliwością 18MHz. Grafika jest wyświetlana na ***kolorowym wyświetlaczu OLED o rozdzielczości 96×64*** piksele. Komunikację z wyświetlaczem realizuje interfejs SPI2, pracujący z częstotliwością 9MHz, wspomagany przez układ DMA. Do obsługi kostki wykorzystywanych jest pięć klawiszy. Jeden z nich, oznaczony „SET”, jest włączony inaczej niż pozostałe, ponieważ służy do wybudzania mikrokontrolera z uśpienia. J1 służy do zaprogramowania mikrokontrolera, J5 nie jest używany.

Program dla mikrokontrolera (dostępny w Elportalu) może wydawać się prosty, ale tak nie jest. Został napisany w KEIL µV 5, zajmuje ponad 32kB FLASH, ale sekcja kodu nie przekracza 26kB, więc można go skompilować darmową wersją programu. Zużycie RAM jest duże i wynosi 18kB, ale to głównie za sprawą dużego bufora na dane wyświetlacza. Przy pisaniu softu wspomagano się programem CubeMX. Program w dużej mierze korzysta z HAL, a tylko nieliczne fragmenty operują bezpośrednio na rejestrach mikrokontrolera. Do obsługi wyświetlacza wykorzystałam biblioteki Arduino. Niestety, nie używały one bufora w pamięci RAM, a nawet sprzętowego kasowania zawartości ekranu. W konsekwencji sama transmisja obrazu, bez czytania go z karty SD (znajdował się w FLASH), zajmowała około 120ms (**rysunek 2**). Może wydawać się, że to niedługo, ale niestety widoczne jest rysowanie kolejnych linii. Użycie bufora w RAM skróciło ten czas do około 46ms (**rysunek 3**). Czas ten można byłoby jeszcze trochę skrócić. W tym celu wystarczy zdefiniować okno wyświetlania (9 bajtów danych), zaczynające się w punkcie 0,0 a kończące 96, 64, po czym wysłać 12288 bajtów (96×64×2). Operacja ta zajęłaby ok. 11ms. Nie zdecydowałem się na to rozwiązanie, ponieważ w czasie transmisji

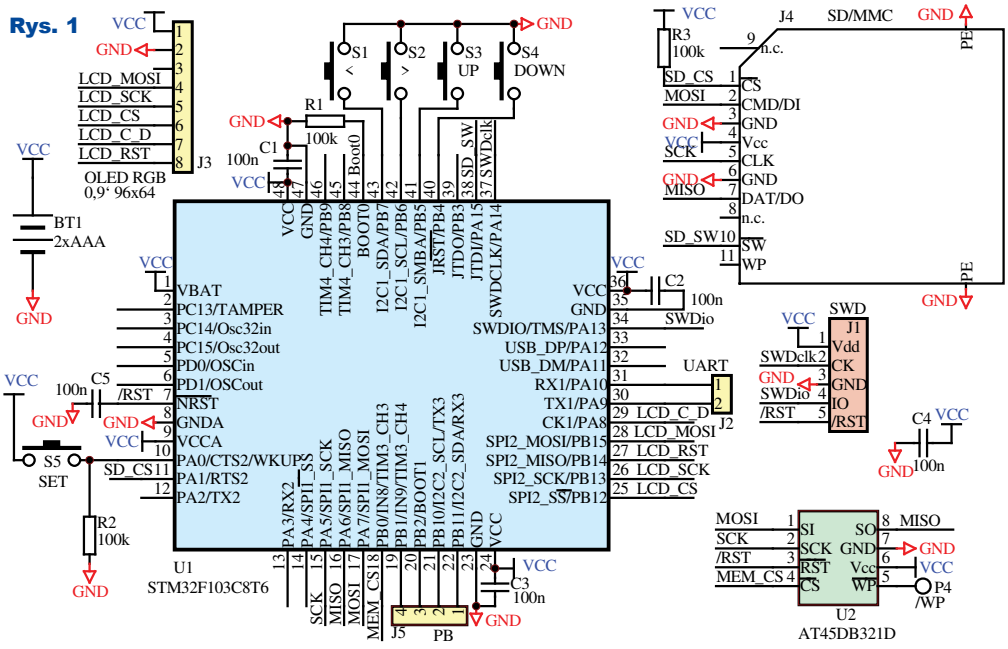


Rys. 2



Rys. 3

Rys. 1



eprasa.pl 1e6350aa7d

CPU nie robiłby nic innego (poza przerwaniami), tylko wpisywał daną do rejestru DR:

```
SPI1->DR = (uint16_t)data;
```

po czym czekał na wysłanie danej:

```
while ( (SPI1->SR & SPI_FLAG_TXE) == RESET );
```

Trzeba by jeszcze pamiętać o tym, aby po zakończeniu transmisji, przed ustawieniem linii „/CS” wyświetlacza w stan nieaktywny, poczekać na faktyczne wysłanie danej:

```
while ( SPI1->SR & SPI_FLAG_BSY );
```

Aby procesor mógł pracować w czasie transmisji danych do wyświetlacza, można byłoby użyć mechanizmu przerwań. Nie jest to dobre rozwiązanie przy dużych prędkościach transmisji czy wolnych CPU. W tym urządzeniu CPU jest taktowany z częstotliwością 30MHz, a ciągłe wchodzenie i wychodzenie w przerwanie niepotrzebnie by go obciążało. Problem rozwiązuje DMA znane choćby z popularnego niegdyś Z-80 czy 8080. Używanie DMA nie jest trudne, zwłaszcza gdy korzysta się z HAL dostarczonego przez STMicroelectronics oraz CubeMX. Fragment programu za to odpowiedzialny jest prosty:

```
__SSD1331_CS_CLR();
HAL_SPI_Transmit_DMA( &hspi2, bufor, liczba_danych );
```

Po zakończeniu transmisji trzeba zdezaktywować sygnał „/CS”, skąd jednak wiadomo, że DMA zakończyło transmisję? DMA może informować o wysłaniu połowy lub wszystkich danych (w nowszych mikrokontrolerach dodatkowo ¼ i ¾ danych), wywołując przerwanie, wystarczy więc w przerwaniu zdezaktywować linię „/CS”, co wyróżniono w **listingu 1** kolorem.

Listing 1

```
void DMA1_Channel5_IRQHandler(void)
{
  /* USER CODE BEGIN DMA1_Channel5_IRQn 0 */

     DMA_HandleTypeDef *hdma = &hdma_spi1_tx;
     uint32_t flag_it = hdma->DmaBaseAddress->ISR;
  uint32_t source_it = hdma->Instance->CCR;
  /* Transfer Complete Interrupt management ***********************************/
  if (((flag_it & (DMA_FLAG_TC1 << hdma->ChannelIndex)) != RESET) && ((source_it & DMA_IT_TC) != RESET)){
     __SSD1331_CS_CLR();
     }


  /* USER CODE END DMA1_Channel5_IRQn 0 */
  HAL_DMA_IRQHandler(&hdma_spi2_tx);
  /* USER CODE BEGIN DMA1_Channel5_IRQn 1 */

  /* USER CODE END DMA1_Channel5_IRQn 1 */
}
```

Rys. 4

Czy aby na pewno zadziała to poprawnie?

Niestety nie. DMA uznaje transmisję za zakończoną, gdy wyśle ostatnią daną do rejestru DR układu SPI, a jak już wiemy, w tym czasie dana jest jeszcze transmitowana. Aby nie obciąć kilku ostatnich bitów, należy poczekać na skasowanie bitu SPI_FLAG_BSY w rejestrze SR. Ze względu na to, że w przerwaniu nie powinno się stosować pętli jak na wcześniejszym listingu, zamiast dezaktywować linię „/CS” wyświetlacza, należy uruchomić timer, który po czasie wymaganym do wysłania danych z układu SPI wywoła przerwanie, które zdezaktywuje linię „/CS”. Rozwiązanie takie pozwoliło na wysłanie danych do wyświetlacza w czasie około 12ms (**rysunek 4**). Co ważne, w czasie transmisji przez układ SPI, CPU może pracować. Jego wydajność nieznacznie spada, bo DMA „kradnie” cykl dostępu do magistrali, gdy CPU chce pobrać daną z tego samego obszaru co DMA, na przykład z pamięci RAM. Kolejnym problemem było wybudzanie mikrokontrolera ze stanu głębokiego uśpienia (ST-BY). Tak jak uśpienie jest dość proste:

```
  ssd1331_off();     // Uśpienie LCD
__HAL_PWR_CLEAR_FLAG(PWR_FLAG_WU);
  PWR->CSR |= PWR_CSR_EWUP;
  PWR->CR |= PWR_CR_CWUF; // clear the WUF flag after 2 clock cycles
  PWR->CR |= PWR_CR_PDDS; // Enter Standby mode when the CPU enters deepsleep
  SCB->SCR |= SCB_SCR_SLEEPDEEP_Msk; // low-power mode = stop mode
  SCB->SCR |= SCB_SCR_SLEEPONEXIT_Msk; // reenter low-power mode after ISR
  __WFI(); // enter low-power mode
```

tak wybudzenie sprawiło kłopoty. Wynikały one z tego, że nie był kasowany bit **PWR** w rejestrze CR funkcją **__HAL_PWR_CLEAR_FLAG(PWR_FLAG_WU)**.

Gdy wybudzanie działało poprawnie, to nie działał debugger (następowało rozłączenie). Aby tak się nie działo, należy w rejestrze DBGMCU->CR ustawić odpowiednie bity:

```
DBGMCU->CR |= DBGMCU_CR_DBG_SLEEP | DBGMCU_CR_DBG_STOP |
DBGMCU_CR_DBG_STANDBY;    //
```

Jeśli używany jest watchdog, trzeba dezaktywować go po zatrzymaniu programu debuggerem. Realizuje to funkcja:

```
__HAL_DBGMCU_FREEZE_IWDG();
```

Ten sam efekt można osiągnąć, ustawiając bity rejestru

```
DBGMCU -> APB1FZ |= DBGMCU_APB1_FZ_DBG_IWDG_STOP;
```

Aby urządzenie nie traciło ustawień po uśpieniu (ostatnio używana kostka, ostatni stan generatora pseudolosu), skorzystano z rejestrów BATTERY BACKUP DOMAIN. W mikrokontrolerach STM32, w trybie ST-BY, zawartość pamięci RAM jest tracona. Wykorzystanie backup domain jest proste, wystarczy

```
RCC->APB1ENR |= RCC_APB1ENR_PWREN | RCC_APB1ENR_BKPEN;
PWR->CR = PWR_CR_DBP;
BKP->CR = BKP_CR_TPAL;// | BKP_CR_TPE;
BKP->CR &= ~BKP_CR_TPE;    // Tamper (PC13) wyłączony
```

i już jest możliwe korzystanie z rejestrów BKP->DR1...BKP->DR15, jak i ze zmiennych 16-bit (int16_t , uint16_t, short, unsigned short). Nowsze mikrokontrolery mają więcej rejestrów, które są 32-bitowe, ponadto często dodatkowo kilka kB RAM podtrzymywanych baterią.

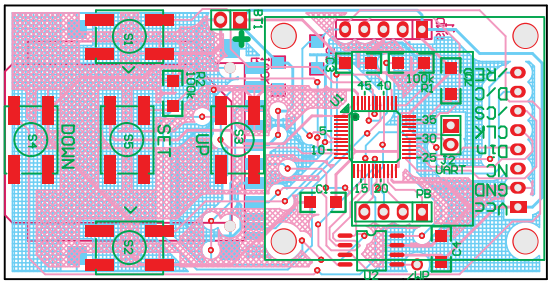
Generator preudolosu też sprawił problemy. Użycie „systemowej” funkcji „rand” dało nierówny rozkład dla gier z ponad sześcioma możliwościami (ruletka i kostka 12 ścian). Niestety, gra „orzeł, reszka” dawała przewidywalny ciąg: orzeł, orzeł, reszka, reszka, itd. Rozpocząłem poszukiwania innego generatora pseudolosu, wybór padł na prosty 15-bitowy

```
ziarnoRND = (a * ziarnoRND + c );
return ((( ziarnoRND >> 15) & 0xffff )
```

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 5**. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Fotografia wstępna oraz **fotografia 1** pokazują model. Układ nie wymaga uruchomienia.

Rys. 5



Zmontowany prawidłowo ze sprawnych elementów powinien od razu pracować. Po włączeniu zasilania,

eprasa.pl 1e6350aa7d

```
FRESULT fresult_read = f_read( &plik, bmpHeader, BMP_HEADER, &odczytanychBajtow );
 sprintf( str_buf, ANSI_PEN_BLUE"read header time="ANSI_PEN_YELLOW"%dms"CRLF""COL_TERM,
 (int)(TimSys - time) ); SendStringTerminal( str_buf );
 if ( bmpHeader[0] != ‚B' || bmpHeader[1] != ‚M' ) {
   SendStringTerminal( ANSI_PEN_RED"Plik nie jest BMP"CRLF""COL_TERM );
 }
 else if (  bmpHeader[14] != 40 ) {
   SendStringTerminal( ANSI_PEN_RED"Header <> 40"CRLF""COL_TERM );
   return BMP_HEADER;
 }
 else if (  bmpHeader[28] != 24 ) { //todo: akceptować 16-bit
   SendStringTerminal( ANSI_PEN_RED"Paleta <> 24-bit"CRLF""COL_TERM );
   return BMP_PALETA;
 }
 else if (  bmpHeader[30] != 0 ) {
   SendStringTerminal( ANSI_PEN_RED"Skompresowany"CRLF""COL_TERM );
   return BMP_KOMPRESJA;
 }
```

Listing 2

bez karty SD, wyświetlony zostanie komunikat z **rysunku 6.** Jeśli na karcie będą się znajdować wymagane pliki graficzne, ujrzymy ekran z **rysunku 7**. Przeskanowanie karty z 60 plikami trwa poniżej 5 sekund. W czasie skanowania widoczny jest ekran ze zmieniającymi się liczbami podobny do tego na **rysunku 8,** gdzie pierwsza liczba wskazuje numer kostki, druga numer grafiki. Pliki na karcie muszą być zapisane w formacie BMP. Wymiary obrazków powinny być równe 96×64 punkty, głębia koloru 24-bit, bez kompresji. Podczas skanowania analizowany jest nagłówek pliku. Obrazki dla prototypu tworzono programem Paint, grafiki pozyskane z Internetu poddano obróbce programem IrfanView. Na **listingu 2** widoczny jest fragment odpowiedzialny za wczytanie i analizę nagłówka pliku.

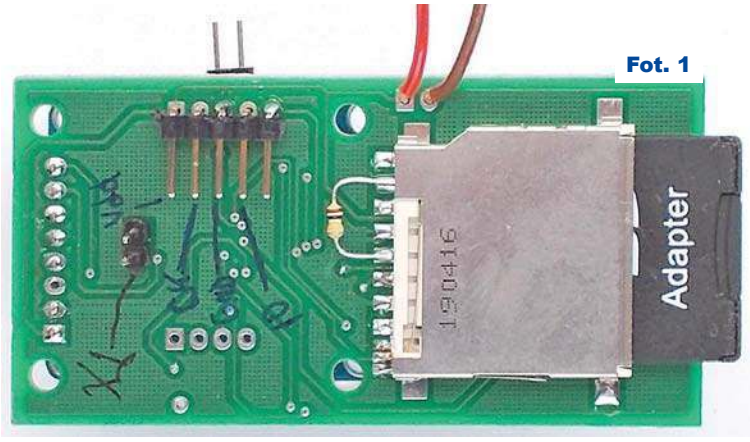
Komunikat o braku wymaganych plików może przyjąć nie tylko postać pokazaną na rysunku 6, ale także: „SD Error header", „SD Error color" oraz „SD Error compression".

Wymagania co do nazw plików są następujące: Nazwa pliku składa się z litery oraz liczby. Litera „a" oznacza pierwszą kostkę, „b" drugą, „c" trzecią, „d" czwartą. Skanowane będą tylko pliki zaczynające się na litery „a...d". Kolejnym elementem nazwy jest numer obrazu, zaczynający się od cyfry „1". Kolejne to „2", 3" itd., do „9", następnie „10", „11" i tak do maksymalnie „250". Nazwę pliku kończy „.bmp". Można także zapisać na karcie plik z liczbą „01". Obraz ten będzie wyświetlany w czasie losowania.

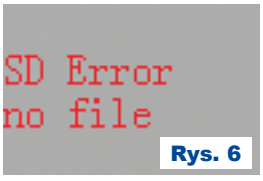
W materiałach dodatkowych można znaleźć przykładowe pliki graficzne. Dla tradycyjnej kostki pliki o nazwach *a1.bmp* ... *a6.bmp*. Dla gry „Orzeł, reszka": *b01.bmp* ... *b2.bmp*. Dla kostki 12-ściennej: *c1.bmp* ... *c12.bmp*, dla ruletki: *d01.bmp* ... *d37.bmp* oraz inne, umieszczone w katalogach dysku. Grafiki mogą mieć inne wymiary; jeśli będą za duże, zostaną obcięte do 96×64, jeśli za małe, nie wypełnią całej powierzchni wyświetlacza. Realizuje to funkcja, pokazana na **listingu 3**.

W czasie skanowania karty SD na UART1 (złącze J2) wysyłane są informacje o znalezionych plikach, wykrytych błędach, jak pokazują **rysunki 9**, **10**. Nie należy przejmować się wszystkimi błędami, niektóre są rzeczą normalną, przykładowo nieodnalezienia obrazu numer 7 dla kostki o sześciu ścianach. Parametry transmisji 921600 8N1. Ze względu na wykorzystanie kodów ANSI zgodnych z VT100, do odczytu informacji z UART nie nadają się proste programy terminalowe, takie jak „Termite", „Bray Terminal". Należy użyć „Tera Term" czy „Putty".

Na PCB przewidziano miejsce na pamięć DataFlash, ale w prototypie nie jest ona używana. Jej przeznaczeniem była możliwość skopiowania grafik z karty pamięci do DataFlash, skąd mogą one bardzo szybko zostać przekazane do wyświetlacza OLED. Czas odczytu grafik z karty SD jest stosunkowo długi, ale akceptowalny



Fot. 1



Rys. 6

Rys. 7

Rys. 8

```
uint32_t sizeX = bmpHeader[18] | bmpHeader[19] << 8 | bmpHeader[20] << 16  | bmpHeader[21] << 16;
 uint32_t sizeY = bmpHeader[22] | bmpHeader[23] << 8 | bmpHeader[24] << 16  | bmpHeader[25] << 16;
 uint32_t ofsRaw = bmpHeader[10] | bmpHeader[11] << 8 | bmpHeader[12] << 16  | bmpHeader[13] << 16;
 sprintf( str_buf, ANSI_PEN_CYAN"sizeX=%d sizeY=%d ofsRaw=%d"CRLF""COL_TERM, sizeX, sizeY, ofsRaw ); SendStringTerminal( str_buf );

 uint8_t static BmpLineBuf[SSD1331_WIDTH * 3];
 uint32_t h = sizeX; if (h > SSD1331_WIDTH ) h = SSD1331_WIDTH;
 uint32_t v = sizeY; if (v > SSD1331_HEIGHT ) v = SSD1331_HEIGHT;
 time = TimSys;
 for (u8 y = 0; y < v; y++) {
   f_lseek( &plik, ofsRaw + sizeX * 3 * y );   // Wskaźnik na kolejne linie pliku (szerokość * 24-bit * linia)
   //todo: jeśli liczba bajtów w linii nie jest podzielna przez 4 - dopełnić
   fresult_read = f_read( &plik, BmpLineBuf, h * 3, &odczytanychBajtow ); // Wczytanie jednej linii
   TRAP;
   for (u16 x = 0; x < h; x++) {
     u16 kolor = RGB(BmpLineBuf[2 + x * 3], BmpLineBuf[1 + x * 3], BmpLineBuf[0 + x * 3]);
     toBufSsd1331( x, SSD1331_HEIGHT - 1 - y, kolor ); // INFO -1-y bo BMP ma głupią organizacje ekranu
   }
 }
 sprintf( str_buf, ANSI_PEN_BLUE"read RAW time="ANSI_PEN_YELLOW"%dms"CRLF""COL_TERM, (int)(TimSys - time) ); SendStringTerminal( str_buf );
```

Listing 3

eprasa.pl 1e6350aa7d

do wyświetlania statycznych obrazów. Jeśli miałyby być wyświetlane dodatkowe grafiki lub animacje (np. podczas losowania), to wykorzystanie DataFlash będzie konieczne.

W modelu pobór prądu w spoczynku, przy zasilaniu napięciem 3V, wynosił 23...100mA zależnie od wyświetlanej treści. Po przejściu w stan uśpienia (5 minut bezczynności) spadał do ok. 1mA. Autor sprawdził, co powoduje stosunkowo wysoki pobór prądu. Wyniki są następujące:

Mikrokontroler: 60µA
Wyświetlacz: 100µA
Karta SD: 840µA

Ze względu na stosunkowo duży pobór prądu konieczne jest zastosowanie wyłącznika zasilania. Może się wydawać, że 1mA to niedużo, ale to oznacza, że 2 akumulatory AA 600mAh wystarczą na 1200 godzin, a to jest tylko 50 dni.

Rys. 9

Rys. 10

Zakres napięć zasilających wynosi od 2,7 do 3,6V. Dolną granicę napięcia ogranicza karta SD i zależy ona od jej typu, wyświetlacz i mikrokontroler będą działać poprawnie przy 2,4V. Górną granicę wyznaczają wszystkie elementy półprzewodnikowe systemu. Rozwiązaniem byłaby przetwornica podwyższająco-obniżająca. Ze względu na pobór prądu nieprzekraczający 120mA przy 3,3V można użyć, prostego w aplikacji, układu MCP1252. Inna opcja to zrezygnowanie z karty SD na rzecz pamięci DataFlash. Karta potrzebna byłaby tylko na czas kopiowania danych z karty SD do pomięci i tylko na czas tej operacji należy zadbać o dobre zasilanie. Przy okazji zmniejszyłby się pobór prądu w uśpieniu, bo U2 w trybie Deep Power-down Current pobiera typowo 5uA, maksymalnie 10uA.

Wykaz elementów

R1,R2,R3	100k SMD 1206
C1,C2,C3,C4,C5	100nF SMD 1206
U1	STM32F103C8T6
U2	AT45DB321D. Nieużywana
S1...S5	microswitch 5 x 7
BT1	Koszyk na baterie AA lub AAA z wyłącznikiem
J1	ZL201-05G
J2	NS25-W2K. Tylko do debugowania
J3	Wyświetlacz OLED RGB 0,95 96×64 KAMAMI ID: 561210
J4	Gniazdo kart SD/MMC TME GSD090012SEU
J5	Nieużywane

SaS
sas@elportal.pl

Ciąg dalszy ze strony 18

Obliczamy współczynnik kalibracyjny poprzez podzielenie wartości napięcia podanego przez napięcie zmierzone: 7.0V / 6,71 = 1,0432. Wartość tę wpisujemy do szkicu:

#define WSP_KALIBRACJI 1.0432

Po kalibracji należy wyłączyć komunikaty diagnostyczne poprzez następujące modyfikacje:

#define DEBUG_EN 0
– wyłączyć komunikaty diagnostyczne
#define KALIBRACJA_ADC_EN 0
– wyłączyć komunikaty kalibracyjne ADC

Kalibracja ADC jest koniczna tylko wtedy, gdy monitor baterii jest aktywowany (#define BAT_MON_EN 1). Po zakończonej konfiguracji należy wgrać do układu szkic z dobranymi zmiennymi konfiguracyjnymi. Od tej chwili układ jest gotowy do użytkowania. Aby układ działał prawidłowo, należy pamiętać o wyłączeniu komunikatów diagnostycznych przed ostatecznym programowaniem (#define DEBUG_EN 0). Ponadto akumulator zasilający (lub baterie) powinien dysponować wydajnością prądową o wartości około 300mA + max. prąd silnika.

Znaczenie diod sygnalizacyjnych opisano w **tabeli 1**.

Pomocą w realizacji, a także zachętą do budowy podobnego urządzenia będą fotografie zamieszczone w artykule.

Zbigniew Brzozowski
metalik@interia.pl

Tabela 1

Aktywna dioda	Komunikat
Migająca czerwona	Błąd inicjalizacji interfejsu sieciowego
Zielona i czerwona	Oczekiwanie na transmisję z nadajnika. Brak odbieranych ramek UDP
Zielona	Połączenie z nadajnikiem. Odbierane poprawne ramki z danymi
Czerwona	Przekroczenie progu rozładowania akumulatora (jeśli aktywowane)

Wykaz elementów

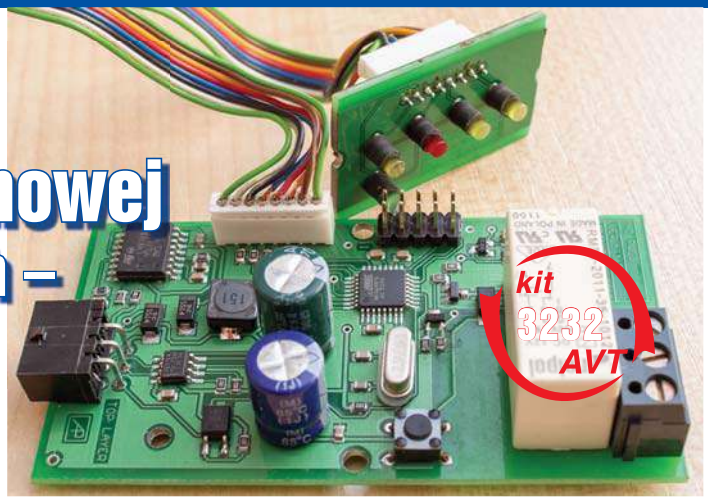
R1,R4	3,3kΩ SMD 1206
R2,R5,R11,R8	47kΩ SMD 1206
R3,R6	120Ω SMD 1206
R7	560kΩ lub 1MΩ SMD 1206
R9,R10	1kΩ SMD 1206
C1	470nF SMD 1206
C9,C8,C2,C5	100nF SMD 1206
C3,C4,C6,C7,C10	220-470uF/16V
Cx	100nF – zamontować na wyprowadzeniach silnika
D1	LED zielona SMD 1206
D2	LED czerwona SMD 1206
D3,D4,D6,D5	1N5819
Q1,Q2	PMBT2907A, MMBT2907A SMD SOT-23
U1	LM2940CT-5.0 – TO-220-3
U2	ESP8266 D1 MINI
U3	74HCT125 DIP-14
U4	L293 DIP-16
J1,J2,J3	Listwa gold-pin „łamana” raster 2,54 mm minimum 8 pinów
F1	3-5A, polimerowy
Socket gold-pin precyzyjny min. 16 pinów dla układu U2	

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3259

eprasa.pl 1e6350aa7d

Infinity – system automatyki domowej

Pomiary wielkości fizycznych – pomiar temperatury



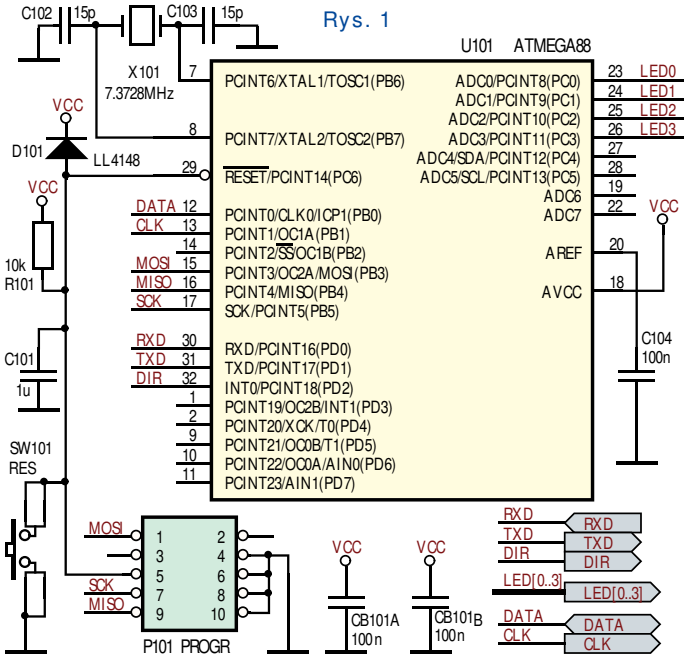
Zgodnie z zapowiedzią, w tym miesiącu zaczynamy omawiać moduły pomiarowe. Najczęściej mierzoną wielkością fizyczną jest temperatura. Ze względu na cel, jaki realizuje cały system automatyki domowej, mierzona wartość temperatury na kluczowe znaczenie, gdyż działanie pozostałych elementów automatyki jest uzależniona od tych danych pomiarowych.

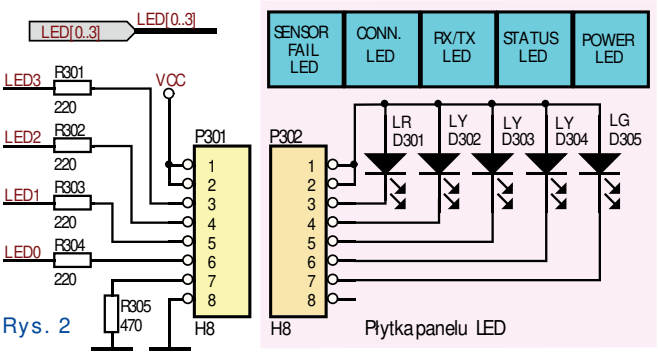
Do obsługi sensora wielkości fizycznej zaprojektowany został układ pomiarowy bazujący na mikrokontrolerze. Jednostkę centralną układu pokazuje **rysunek 1**. Jest to typowa aplikacja mikrokontrolera z rodziny AVR. Sam procesor jest taktowany sygnałem zegarowym generowanym w oparciu o rezonator kwarcowy (X101, rysunek 1), którego częstotliwość jest tak dobrana, by uzyskać znormalizowaną prędkość transmisji szeregowej. W obwodzie tym dodane są, zalecane przez producenta, dwa kondensatory C102 i C103. Kolejnym istotnym elementem jest zespół odpowiedzialny za wygenerowanie impulsu zerowania w momencie włączenia zasilania dla mikrokontrolera. Składa się on z rezystora R101 i kondensatora C101. Istnieje możliwość asynchronicznego wygenerowania impulsu zerującego po naciśnięciu mikroprzycisku SW101. Element ten daje możliwość „zawrócenia procesora ze źle obranej drogi" w trakcie tworzenia oprogramowania. Nie jest tajemnicą, że opracowanie oprogramowania jest procesem dosyć złożonym i zdarzają się sytuacje, że coś pójdzie nie tak. W takiej sytuacji naciśnięcie przycisku generuje sygnał zerowania dla procesora, co sprowadza go na właściwe tory. Dodanie złącza programującego (P101) tworzy kompletną aplikację jednostki centralnej. Pozostało jedynie uzbroić ją w dodatkowe wyposażenie, by uzyskać środowisko do realizacji pomiarowych.

To dodatkowe wyposażenie to zespół lampek sygnalizujących określone zdarzenia występujące w trakcie działania modułu pomiarowego, którego schemat pokazuje **rysunek 2**. Wybrane wyjścia portu C (rysunek 1) poprzez rezystory R301 – R304 oraz złącza P301 i P302 sterują pracą LED-ów. Obciążenie prądowe nie jest zbyt duże, toteż w torze sygnałowym nie występują żadne komponenty zwiększające wydajność prądową.

Kolejnym elementem wyposażenia jednostki centralnej jest interfejs szeregowy. Jego schemat pokazuje **rysunek 3**. Ze względu na to, że moduł pomiarowy, z punktu widzenia komunikacji, jest elementem typu SLAVE, zastosowany jest układ interfejsu współpracującego z magistralą RS485 (U401). Z jednej strony jest on przyłączony do złącza P401, które stanowi styk modułu ze światem zewnętrznym. Oprócz samych sygnałów transmisji szeregowej (T+/R+ oraz T-/R-), wybrane styki w złączu doprowadzają napięcie zasilające dla modułu. Użyte złącze jest 6-pinowe ze względu na kompatybilność z dotychczasowymi rozwiązaniami. Z drugiej strony układ interfejsu jest połączony z mikrokontrolerem. Oprócz sygnałów transmisji szeregowej występuje tu sygnał sterowania kierunkiem transmisji.

Połączenie mikrokontrolera z odpowiednimi sensorami ilustruje schemat pokazany na **rysunku 4**. Odpowiednie wyprowadzenia mikrokontrolera, reprezentowane przez etykiety DATA i CLK, wychodzą na złącze, poprzez które moduł łączy się z pozostałymi elementami systemu. Ten jest dedykowany do obsługi czujnika temperatury o symbolu DS18S20+ lub czujnika





eprasa.pl 1e6350aa7d

wilgotności o symbolu SHT11. W przypadku pomiaru wilgotności niezbędna jest mała płytka, gdyż sam element pomiarowy jest przeznaczony do montażu powierzchniowego i ma wiele wyprowadzeń. Tu warto zwrócić uwagę na zastosowanie elementów zabezpieczających D201 i D202 na płycie głównej modułu pomiarowego. Zabezpieczają one elementy elektroniczne przed przepięciami, które mogą pojawić się w przewodzie łączącym moduł z elementem pomiarowym. Identyczny zestaw występuje „po drugiej stronie kabla" na niewielkiej płytce adaptera elementu pomiarowego. Długi przewód łączący moduł z odpowiednim sensorem może być umieszczony w elektrycznie agresywnym środowisku, obok linii energetycznych czy wentylatora, który jest włączany i wyłączany, generując jednocześnie jakieś zakłócenia.

Jedna z linii mikrokontrolera (o etykiecie DATA) zawiera rezystor (R201) wymuszający odpowiedni potencjał elektryczny na wyprowadzeniu. Jest to niezbędny element w przypadku obsługi sensora DS18S20+, w wariancie SHT11 rezystor ten może być pominięty, jednak jego istnienie nie wnosi żadnych zakłóceń. Drugi sygnał, o charakterze sterującym (etykieta CLK), jest przewidziany do synchronizacji przesyłania danych w przypadku wykorzystania elementu SHT11 (w przypadku DS18S20+ nie jest używany). Komunikacja z komponentem DS18B20+ oparta jest o technikę 1-wire (opracowaną przez firmę DALLAS), gdzie wymiana informacji pomiędzy mikrokontrolerem a elementem pomiarowym odbywa się za pośrednictwem jednej linii. Pozostałe dwie są przeznaczone do zasilania oddalonego elementu pomiarowego.

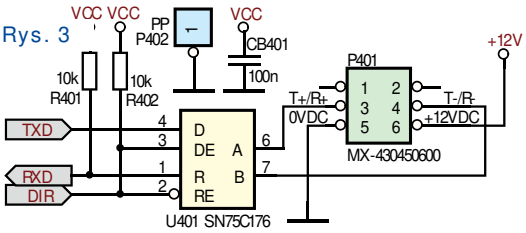
Całość uzupełnia stabilizator napięcia, którego schemat pokazuje **rysunek 5**. Zastosowane jest rozwiązanie z układem impulsowym ze względu na wymaganą dużą sprawność przetwarzania energii, należy pamiętać, że moduł jest przeznaczony do pracy ciągłej i są minimalizowane straty energii. Wykorzystany jest popularny układ o symbolu L4978. Jego aplikacja jest zgodna z zaleceniami producenta i zawiera dodatkowe elementy, jak dioda D501 oraz zworka P501. Wspomniana dioda zabezpiecza układ przed niewłaściwą polaryzacją. Człowiek jest istotą popełniającą pomyłki, które zdarzają się wszystkim, toteż wspomniana dioda może czasami uratować układ stabilizatora przed uszkodzeniem. Drugim elementem o charakterze zabezpieczającym jest zworka P501. Zawsze występuje ryzyko błędów montażu, toteż zworka ta umożliwia uruchomienie modułu etapami, bez obawy uszkodzenia całości, gdyby coś poszło nie tak.

Do powyższego schematu została opracowana płytka PCB, której widok pokazują **rysunki 6** i **7**. Komplet płytek składa się z płytki modułu głównego, niewielkiego panelu na diody LED oraz adaptera dla określonego elementu pomiarowego.

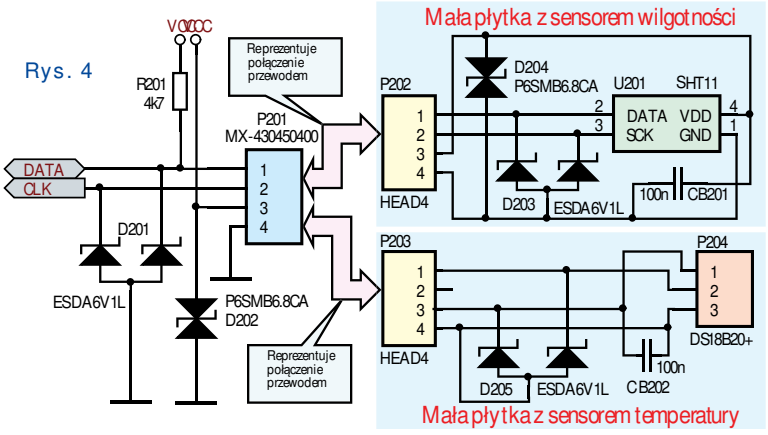
Kompletny, zmontowany moduł pomiarowy prezentuje **fotografia 1** a same sondy pomiarowe – **fotografia 2**.

O ile zrozumienie konstrukcji modułu pomiarowego nie powinno stanowić problemu, o tyle niewielkiego wyjaśnienia wymaga tor pomiarowy

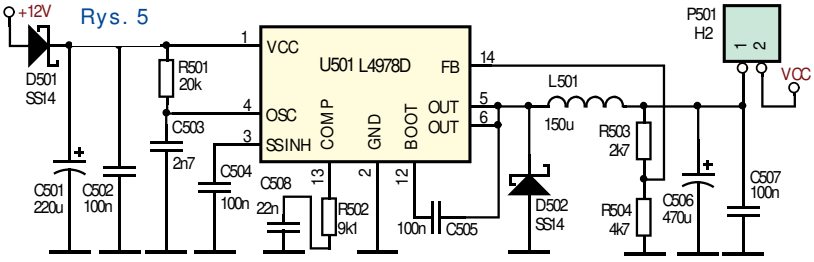
Rys. 3

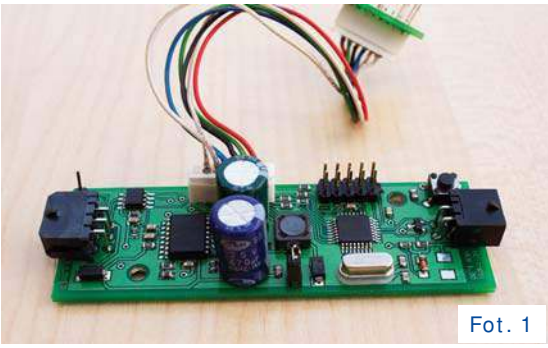


Rys. 4



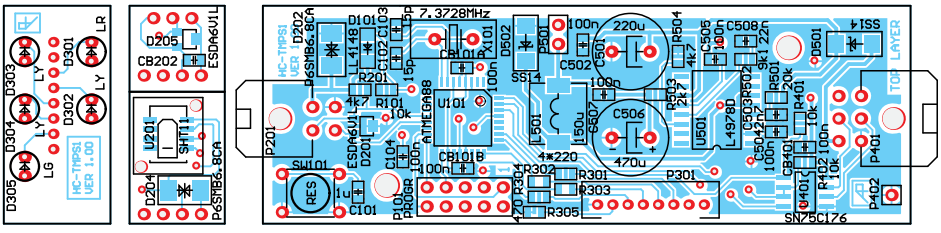
Rys. 5



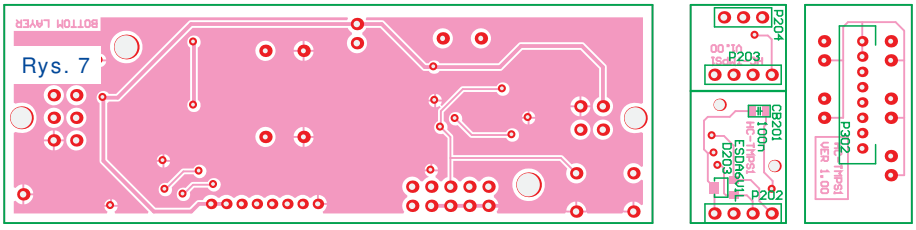


Fot. 1

Rys. 6



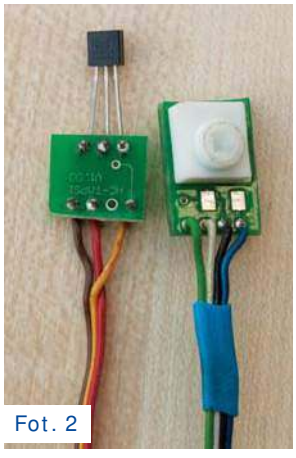
Rys. 7



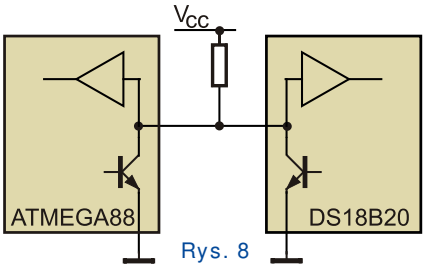
eprasa.pl 1e6350aa7d

wielkości analogowych. Jak zostało wspomniane wcześniej, zostały tu przewidziane dwa warianty, jeden do pomiaru temperatury z elementem aktywnym o symbolu DS18B20+ oraz drugi jako sensor pomiarowy SHT11 mierzący wilgotność względną powietrza. Obsługa układu STH11 wymaga dwóch sygnałów cyfrowych: jeden z nich jest linią danych, drugi jest sygnałem taktującym przesyłanie danych. Komunikacja z tym elementem pomiarowym ma charakter cyfrowy. Odmienna filozofia obowiązuje w przypadku wymiany danych z elementem w standardzie 1-wire. Przesyłanie danych, w obu kierunkach, odbywa się za pośrednictwem „jednego druta" a informacją użytkową jest stan logiczny w ściśle określonych chwilach czasowych. By w pełni zrozumieć ideę działania interfejsu 1-wire, warto rozpatrzyć następującą ilustrację (**rysunek 8**, rozważania są uproszczone, niemniej oddają ideę).

Wyobraźmy sobie wyjście portu mikrokontrolera (ATMEGA88) jako układ z otwartym kolektorem. W rzeczywistości budowa pinu jest bardziej złożona. Wyprowadzenie może być skonfigurowane jako czyste wejście (bez wewnętrznych rezystorów determinujących określony stan logiczny). Taki wariant nic nie wnosi na wyprowadzenie portu, nie wymusza jakiegokolwiek poziomu logicznego. Rzeczywisty stan logiczny panujący na „drucie" może wynikać „z drugiej" strony, elementu sensora. Układ DS18S20+ analogicznie może nic nie wymuszać na linii łączącej. W takim przypadku stan logiczny widziany na połączeniu wynika z istnienia rezystora (na rysunku 8) podciągającego do napięcia Vcc. Inną możliwością jest wysterowanie widocznego tranzystora do stanu nasycenia, co daje stan logicznego zera. W ten sposób układ DS18S20+ ma możliwość przesłania jednego bitu do mikrokontrolera. Warto zauważyć, że zagadnienie jest symetryczne. Jeżeli układ DS18S20+ nie wysteruje swojego tranzystora, czyli



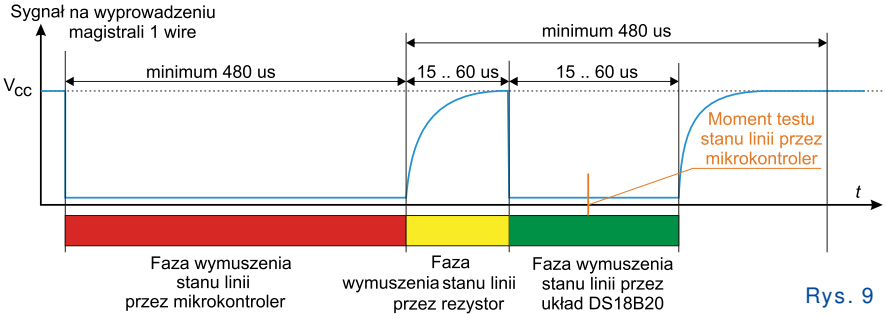
Fot. 2



Rys. 8

nie wniesie na linię komunikacyjną własnego sygnału, to wartość napięcia panująca na linii jest determinowana przez mikrokontroler → powstaje możliwość przesłania jednego bitu do układu DS18S20+. W tym rozwiązaniu do szczęścia niezbędny jest jeszcze jeden element: synchronizacja. By odbiorca przesyłanych danych wiedział, w jakim momencie należy „odebrać" dane, niezbędny jest impuls „zaczepny". Przed przesłaniem danych zawsze występuje krótki impuls oznaczający początek sekwencji transmisyjnej. Jeżeli dokładniej się temu przyjrzeć, można dostrzec pewne analogie do komunikacji typu MASTER – SLAVE.

Algorytmy i rozwiązania dotyczące obsługi transmisji szeregowej czy rozpoznawania poleceń były wystarczająco wyjaśnione przy okazji opisu działania innych elementów systemu. W oprogramowaniu tego modułu nowym elementem jest obsługa sensora temperatury pracującego z magistralą 1-wire. Prostota sprzętowa jest okupiona pewną złożonością w obsłudze wysyłania danych do sensora i w przypadku odczytu danych. Powszechnie stosowane rozwiązania opierają się na przesyłaniu danych w sposób szeregowy (po jednym bicie) oraz użyciu dodatkowego sygnału do taktowania przesyłanych danych. W przypadku techniki określanej jako 1-wire nie występuje sygnał taktujący, a jedynie linia danych. Powoduje to kilka utrudnień, gdyż funkcjonalność sygnału taktującego musi zostać rozwiązana w inny sposób, w tej roli występuje wspomniany impuls zaczepny. By wymiana danych pomiędzy mikrokontrolerem a układem DS18B20+ mogła



Rys. 9

być właściwie rozumiana, musi być zachowany określony czas trwania poszczególnych faz związanych z komunikacją, do których można zaliczyć trzy różne operacje. Pierwsza z nich związana jest z resetowaniem sensora przed przesłaniem danych. Jako efekt dodatkowy tej operacji istnieje możliwość stwierdzenia obecności samego sensora. Tę ideę wyjaśnia **rysunek 9**. Przedstawia ona sygnał występujący na magistrali 1-wire w funkcji czasu.

W początkowej fazie mikrokontroler, sterując pracą wybranego pinu portu (jako wyjście ze stanem logicznego zera), wymusza wymagany stan linii (impuls zaczepny), który musi trwać minimum 480µs. Po upływie tego czasu następuje przełączenie wyprowadzenia portu do funkcji pinu wejściowego, co implikuje, że stan na tej linii jest teraz determinowany przez rezystor (R201, rysunek 4). Ta swoista cisza komunikacyjna, gdyż ani mikrokontroler, ani sensor temperatury nie wpływa na stan linii, trwa określony czas, po upływie którego sensor wymusza stan niski trwający również określony czas. Jeżeli mikrokontroler w odpowiedniej chwili stwierdzi obecność na linii stanu niskiego, to oznacza, że jest przyłączony sensor temperatury. W innym przypadku, gdzie „nikt" nie wpłynie na stan linii, włączony rezystor pozostawi na linii napięcie bliskie napięciu zasilającemu, co mikrokontroler odczyta jako stan logicznej jedynki. Ma to swoje odbicie w algorytmie sprawdzającym obecność sensora w przestrzeni mikrokontrolera pokazanym na **listingu 1**. (***Uwaga! Wszystkie listingi dostępne są w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru***.)

Zapis oraz odczyt informacji z sensora DS18B20 jest operacją szeregową, a każdy bajt danych jest rozłożony na pojedyncze zapisy poszczególnych bitów (0, 1). Transmisja zaczyna się od wymuszenia przez mikrokontroler stanu logicznego zera na magistrali komunikacyjnej (impuls zaczepny), co pozwoli układowi sensora temperatury na synchronizację

eprasa.pl 1e6350aa7d

czasową, gdyż operacja również jest uwarunkowana czasowo. Przypadek zapisu bitu o wartości „0” lub „1” pokazuje **rysunek 10**.

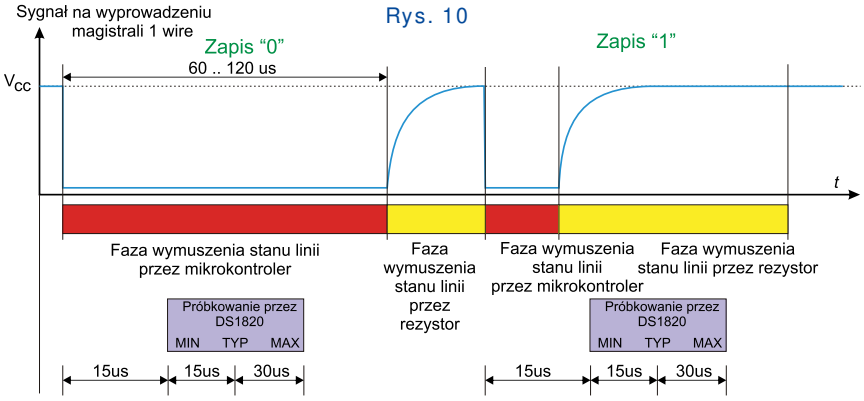
Przy zapisie logicznego zera mikrokontroler utrzymuje niski stan na linii danych przez czas wystarczająco długi, by sensor stwierdził właściwy stan. Jego badanie rozpocznie się po upływie 15µs od wymuszonego przez mikrokontroler zbocza synchronizującego. Tolerancja czasu odczytu stanu linii jest duża. Sensor ma na to czas do 30µs (typowo trwa to 15µs). Chcąc zapisać bit o wartości „1”, mikrokontroler odpowiednio wcześnie musi przestać wymuszać stan niski na linii, co zostanie stwierdzone przez sensor po upływie określonego interwału czasu. Algorytm zapisu pojedynczego bitu pokazuje **listing 2**. Ze względu na krótkie czasy trwania poszczególnych faz operacji zapisu, by obsługa przerwań nie wniosła zaburzeń czasowych, operacja jest realizowana z zablokowanymi przerwaniami.

Podobne rozwiązanie występuje przy odczycie przez mikrokontroler danych z magistrali 1-wire (**rysunek 11**). Operacja jest zainicjowana przez procesor w wyniku wymuszenia zbocza synchronizującego na linii. Po upłynie krótkiego czasu procesor przechodzi do stanu odczytu przez przestawienie wyprowadzenia pinu portu do funkcji wejściowej. To pozwoli na wymuszenie stanu na linii przez rezystor lub przez układ sensora, w zależności od wartości przekazywanego bitu.

Ma to swoje odzwierciedlenie w algorytmie pokazanym na **listingu 3**.

Obie operacje, zapisu i odczytu, wymagają właściwej kolejności bitów: poczynając od pozycji najmniej znaczącej. Ujmuje to zarówno algorytm zapisu, jak i odczytu pokazany na **listingu 4**. W programowej pętli wysyłany jest najmniej znaczący bit i po wykonaniu operacji przesunięcia kolejny bit danych znajdzie się na pozycji najmniej znaczącej oraz przy odczycie modyfikowany jest stan najbardziej znaczącego bitu danych wynikowych oraz również wykonana jest operacja przesunięcia. Finalnie pierwszy odczytany bit po serii przesunięć znajdzie się na pozycji najmniej znaczącej danych wyjściowych.

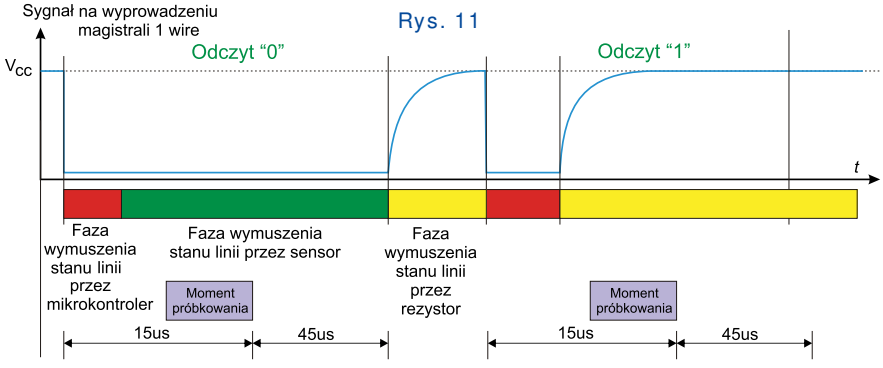
Komplet działań związanych z odczytem bieżącej temperatury z sensora jest synchronizowany upływem czasu. Zegar, odliczając określoną liczbę przerwań ustawia flagę (zmienna *_1WireEvent*), która aktywuje wymagane działania dotyczące sensora temperatury.



Obsługa interfejsu RS485 jest identyczna jak w każdym dotychczasowym modelu o funkcjonalności SLAVE. Jeżeli sterownik otrzymał wcześniej jakiekolwiek polecenie, które generuje informację zwrotną, zostaje ona zapisana w buforze cyklicznym i oczekuje na rzeczywiste wysłanie. Otrzymanie zezwolenia na transmisję aktywuje odpowiednią funkcję, gdzie występuje sprawdzenie, czy bufor cykliczny zawiera jakiekolwiek informacje. W sytuacji, gdy jest coś do wysłania, wywołana jest funkcja, której zadaniem jest rzeczywiste wysłanie zgromadzonych danych. W przeciwnym wypadku wysyłany jest komunikat, który informuje, że aktualnie sterownik nie ma nic do wysłania, jako bezpośrednia transmisja do układu UART.

W module realizującym odczyt temperatury przewidziana jest możliwość autonomicznego wysyłania danych pomiarowych. Z odpowiednim interwałem czasu sterownik sam podejmuje procedurę wysłania bieżących danych. Realizacja opiera się na zmiennych będących wskaźnikami do odpowiednich funkcji (zmienna *AutoSendService*). Przy zaistnieniu zdarzenia upłynięcia odpowiedniego interwału czasu wywoływana jest funkcja (*TimeEventNotify*), która zlicza liczbę jej wywołań. W przypadku osiągnięcia określonego limitu w koniunkcji z warunkiem aktywowania autonomicznego wysyłania danych modyfikowana jest zawartość zmiennej (*AutoSendService*), która typowo zawiera wartość 0 (będącą pustym wskaźnikiem), co wyłącza jej wywołanie w pętli funkcji *main* (wywołanie jest poprzedzone odpowiednią instrukcją warunkową). Nowe, ewentualne wskazanie dotyczy funkcji *SendYourselfData*. Oznacza to, że w dalszej realizacji instrukcji pętli głównej funkcji *main* dojdzie do wywołania funkcji wskazywanej przez zawartość tej zmiennej. Jej postać pokazuje **listing 5**. Nowe dane dołączane są do bufora cyklicznego, który przechowuje je do momentu wysłania. By nie przekroczyć pojemności tego bufora, dane są dołączane tylko w przypadku, gdy jest on pusty, nie ma sensu generować nowych danych, jeżeli poprzednie nie zostały wytransmitowane.

W przypadku obsługi czujnika wilgotności (co nie zawsze daje się przewidzieć, konieczne jest użycia mikrokontrolera z większą pamięcią programu FLASH, mikrokontroler ATMEGA88 należy zamienić na ATMEGA168) wszystkie elementy oprogramowania są identyczne jak w przypadku sensora temperatury 1-wire, ale sam element pomiarowy jest obsługiwany w odmienny sposób. Pierwszą różnicą jest to, że jego przyłączenie wymaga czterech przewodów. Oprócz dwóch zasilających, występuje dwukierunkowa linia danych (jest



eprasa.pl 1e6350aa7d

użyta ta sama co w przypadku sensora DS18B20+) oraz wyjściowa (z punktu widzenia mikrokontrolera) linia do taktowania przesyłania danych. Sama transmisja już nie jest tak ściśle uwarunkowana czasowo jak w przypadku obsługi 1-wire i każdy impuls taktujący może trwać przez okres kilku instrukcji maszynowych mikrokontrolera. Sposób generowania sygnałów na linii danych i zegara do układu SHT11 jest zawarty w dokumentacji i jego odtworzenie nie jest operacją złożoną. Podobnie jak w poprzednim przypadku sensora, istnieje możliwość stwierdzenia, że czujnik nie jest przyłączony do mikrokontrolera. Kompletną obsługę pokazuje **listing 6**. Po odczytaniu danych pomiarowych konieczne jest dokonanie odpowiednich obliczeń zmiennoprzecinkowych według wzorów zawartych w dokumentacji. Mierzona wilgotność jest względną określoną w procentach. Wartość ta może być skompensowana temperaturowo (wzory również są zawarte w dokumentacji). Z tego powodu moduł pomiarowy wysyła dwie wartości (druga jako dodatkowy parametr oddzielona znakiem kropki od poprzedniego).

Z punktu widzenia konfiguracyjnego, w obu przypadkach struktura bloku danych określająca szczegóły jest identyczna. Obok pól występujących w każdym opisanym już module (jak własny identyfikator, czy hasło do konfiguracji) występują pola specyficzne dla realizowanej funkcji. Należą do nich (**listing 7**):

- *ParamName* – identyfikator mierzonej wielkości fizycznej jako ciąg składający się maksymalnie z 8 znaków, domyślnie jest puste,
- *AutoMeansTimeInterval* – określa interwał czasu, z jakim realizowany jest pomiar autonomiczny,
- *AutoMode* – określa, czy pomiary są realizowane autonomicznie, czyli moduł samodzielnie z określonym interwałem czasowym inicjuje czynności pomiarowe lub, w przeciwnym wypadku, dokonuje tego na żądanie (zapytanie), domyślnie funkcjonalność autonomiczna jest wyłączona.

W obu przypadkach moduł pomiarowy rozpoznaje polecenia zawarte w **tabeli 1**. (***Uwaga, tabele dostępne są w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru***)

Większość zastosowanych elementów jest przystosowana do montażu powierzchniowego. Może to stanowić pewne utrudnienie dla początkujących, jednak przy odrobinie staranności uruchomienie nie powinno nastręczać kłopotów. Po zmontowaniu układu, przed pierwszym uruchomieniem, tradycyjnie należy odłączyć stabilizator od reszty układu. Dopiero po sprawdzeniu, że układ zasilający działa poprawnie, można założyć zworkę P501 i przejść do kolejnego kroku związanego z zaprogramowaniem pamięci FLASH mikrokontrolera. Wcześniej jednak wymaganą operacją jest właściwe ustawienie przełączników FUSE w zastosowanym mikrokontrolerze. Bity konfiguracyjne dla mikrokontrolera ATMEGA88 i ATMEGA168 są identyczne. Ich właściwe ustawienie było już wielokrotnie opisywane przy okazji innych modułów.

Po pierwszym uruchomieniu modułu w jego pamięci nieulotnej zostaną zapisane domyślne wartości parametrów konfiguracyjnych. Te parametry wymagają korekty w każdym module pomiarowym. Tradycyjnie najprościej moduł jest przyłączyć do laboratoryjnego zestawu uruchomieniowego i za pomocą znanego już programu konfiguracyjnego dokonać właściwych korekt wartości parametrów. W **tabeli 2** jest pokazana konfiguracja modułu pomiarowego wilgotności, pozostałe moduły pomiarowe konfigurowane są identycznie, a jedyne różnice dotyczą własnego identyfikatora oraz symbolu mierzonej wielkości.

W systemie przewidzianych jest kilka modułów pomiarowych. Każdy z nich musi zawierać indywidualne wartości parametrów konfiguracyjnych, które są nadawane im w procesie konfiguracji w identyczny jak wyżej opisany sposób. Identyfikatory modułów oraz symbole wielkości pomiarowych są już określone w oprogramowaniu (występują w oprogramowaniu serwera www w pliku o nazwie *dataservice.c* – można sięgnąć do tego pliku, który był udostępniony kilka miesięcy temu). Pozostałe moduły pomiarowe (w wariancie z użyciem sensora DS18S20+) powinny mieć następujące parametry (lista odbiorców identyczna jak w tabeli 2):

- pomiar temperatury wody w piecu – moduł o symbolu TMPS01, symbol zmiennej T01,
- pomiar temperatury wewnątrz pomieszczenia – moduł o symbolu TMPS02, symbol zmiennej T02,
- pomiar temperatury na zewnątrz domu – moduł o symbolu TMPS05, symbol zmiennej T05.

W kolejnym odcinku będzie opisany inny moduł pomiarowy.

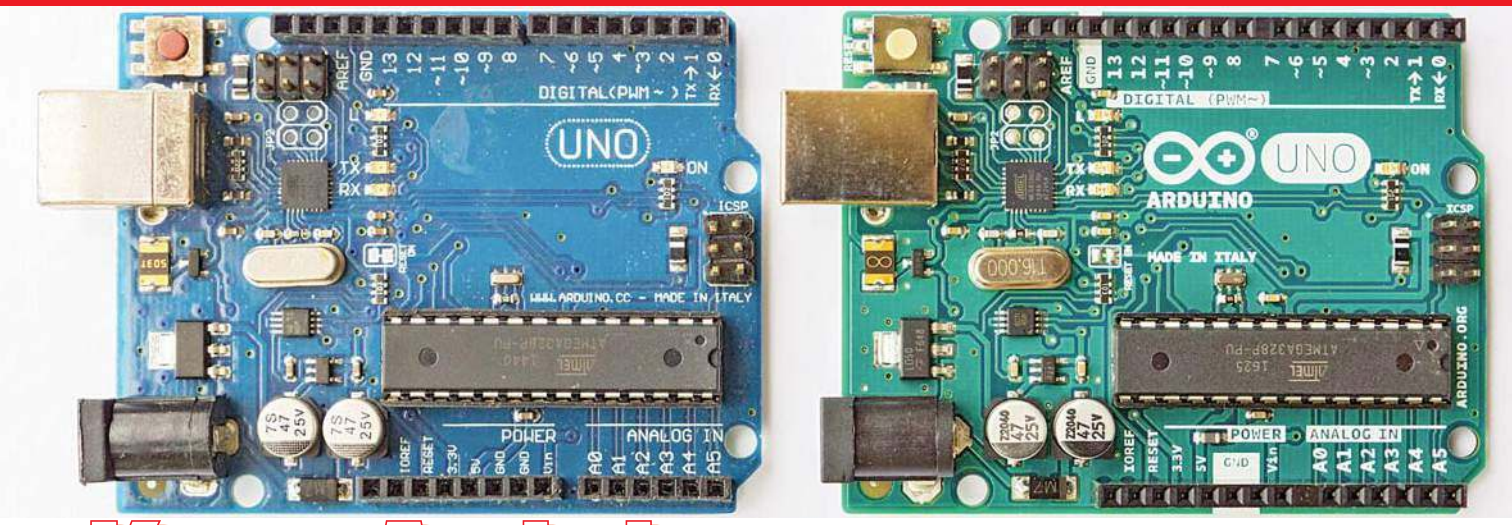
Andrzej Pawluczuk
apawluczuk@vp.pl

Wykaz elementów

R101,R401,R402	10kΩ (0805)
R201,R504	4,7kΩ (0805)
R301–R304	220Ω (0805)
R305	470Ω (0805)
R501	20kΩ (0805)
R502	9,1kΩ (0805)
R503	2,7kΩ (0805)
C101	1μF (0805)
C102,C103	15pF (0805)
C104,C502,C504,C505,C507,CB101A,CB101B,CB201, CB202,CB401	100nF (0805)
C501	220μF (elektrolityczny, przewlekany)
C503	2,7nF (0805)
C506	470μF (elektrolityczny, przewlekany, niskoimpedancyjny)
C508	22nF (0805)
L501	150μH (dławik ekranowany)
P101	GOLDPIN dwurzędowy, 5×2 pin
P501	GOLDPIN jednorzędowy, 2 pin + jumperek
P201	złącze typu Micro Fit 4 pin, przewlekane, kątowe wraz z wtykiem
P401	złącze typu Micro Fit 6 pin, przewlekane, kątowe wraz z wtykiem
P301,P302	złącze przewlekane typu JS1125, 8 pin wraz z wtykiem
SW101	mikroprzycisk (przewlekany)
X101	7.3728MHz
D101	1N4148 (minimef)
D201,D203, D205	ESDA6V1L (SOT23)
D202,D204	P6SMB6.8CA (DO214)
D501,D502	SS14 (DO214)
D301	dioda LED czerwona, przewlekana, 3mm
D302–D304	dioda LED żółta, przewlekana, 3mm
D305	dioda LED zielona, przewlekana, 3mm
P204	DS18B20+ (TO92)
U101	ATMEGA88 lub ATMEGA168 (TQFP44)
U201	SHT11
U401	SN75C176 (SO8)

ulubiony KIOSK.pl
Zawsze znajdziesz, przejrzysz i kupisz aktualny numer „Elektroniki dla Wszystkich”
(zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej)
na **www.UlubionyKiosk.pl**

eprasa.pl 1e6350aa7d



Kurs Arduino odcinek 20a

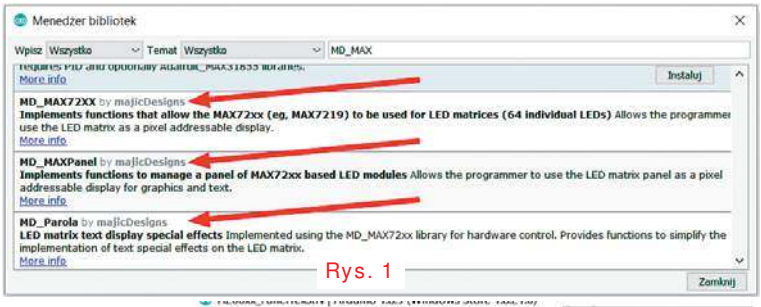
Wskutek Waszych e-maili szczegółowo zajęliśmy się tematem wyświetlaczy matrycowych i graficznych. W poprzednim odcinku z powodzeniem wykorzystaliśmy moduły z kostką MAX7219 sterującą wyświetlaczami 7-segmentowymi, natomiast natrafiliśmy na poważny kłopot przy wykorzystaniu modułu z czterema wyświetlaczami matrycowymi.

Matrycowe wyświetlacze LED są bardzo efektowne i atrakcyjne, więc nie poddajemy się i spróbujemy rozwiązać problem. Przypomnijmy, że użyta wcześniej biblioteka MCMAX7219 przeznaczona jest do sterowania pojedynczymi modułami, a zastosowanie jej do zgrabnej chińskiej płytki zawierającej cztery moduły FC-16 daje niejako cztery fragmenty obrazu obrócone o 90 stopni. Jednym z rozwiązań jest zastosowanie innej, bardziej zaawansowanej biblioteki.

Oczywiście straciłem dużo czasu, żeby zbadać zagadnienie. Zgodnie z informacjami zaczerpniętymi podczas takich poszukiwań z Internetu, inni już wcześniej mieli podobne problemy i można je rozwiązać na różne sposoby. Jednym z nich jest wykorzystanie biblioteki, a raczej bibliotek, stworzonych przez Marco Colli (MajicDesigns) z Australii, który prowadzi blog pod adresem:
https://arduinoplusplus.wordpress.com/

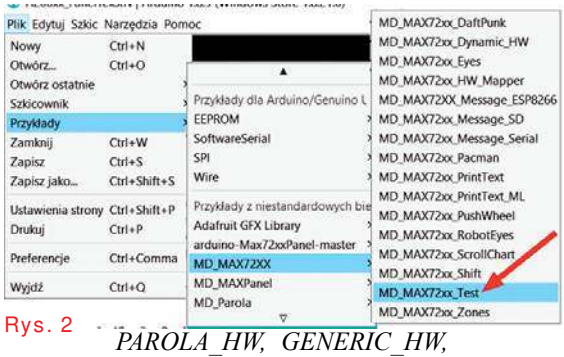
Jego biblioteki dostępne są w Githubie (*https://github.com/MajicDesigns*), ale można je też zainstalować z poziomu Arduino przez *Menedżer bibliotek*, gdzie w okienko wyszukiwania trzeba wpisać: ***MD_MAX***.

Jak pokazuje **rysunek 1**, dostępne są trzy biblioteki. Podstawowa zapewnia współpracę między Arduino i modułem lub modułami z matrycą LED 8×8 i kostką MAX7219 i nazywa się: ***MD_MAX72xx***,



Rys. 1

Do tej biblioteki dołączonych jest szereg szkiców .ino z przykładami. Zgodnie z **rysunkiem 2** otworzyłem przykład *MD_MAX72xx_Test.ino* i zapisałem jako plik ***A2001.ino*** (który dostępny jest w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru).



Rys. 2

Ja do płytki Arduino Uno dołączyłem zestaw czterech modułów oznaczonych FC16 (w sumie 32 × 8 LED), ale na rynku dostępnych jest szereg innych, pojedynczych modułów 8×8, o innym przyporządkowaniu rzędów i kolumn matrycy do kostki MAX7219. To był opisany w poprzednim odcinku problem, który teraz rozwiązany jest w bibliotece przez możliwość wybrania jednej z czterech wersji: *PAROLA_HW, GENERIC_HW, ICSTATION_HW, FC16_HW*.

Dlatego w szkicu ***A2001.ino*** trzeba było zmienić dwie linijki, co zaznaczone jest kolorami w **szkicu 1**.

Szkic 1

```
(...)
#endif
//określ typ użytego wyświetlacza - cztery możliwości 0...3:
//#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::PAROLA_HW //w oryginale
#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::FC16_HW //po zmianie
// określ liczbę modułów    włańcuchu:
//#define MAX_DEVICES       11 // w oryginale było 11
#define MAX_DEVICES  4 //my mamy cztery moduły FC16
// SPI hardware interface:
#define CLK_PIN    13  // or SCK
#define DATA_PIN   11  // or MOSI
#define CS_PIN     10  // or SS
// tworzymy obiekt o nazwie  mx klasy MD_MAX72XX:
MD_MAX72XX mx = MD_MAX72XX(HARDWARE_TYPE, CS_PIN, MAX_DEVICES);
// gdyby uzyte było programowe łacze SPI, wtedy:
// MD_MAX72XX mx = MD_MAX72XX(HARDWARE_TYPE,
                        DATA_PIN, CLK_PIN, CS_PIN, MAX_DEVICES);
// określamy czas opóźnienia = szybkość zmian:
#define  DELAYTIME  100  // milisekundy

void scrollText(char *p)
(...)
```


eprasa.pl 1e6350aa7d

Jedna zmiana to typ wyświetlacza (*FC16_HW*), druga – liczba szeregowo połączonych modułów (4).
Standardowo wykorzystujemy sprzętowe łącze SPI z pinami 13, 11 Arduino, a do tego pin10 jako SS (CS – Chip Select). Układ połączeń jest identyczny jak w poprzednim ćwiczeniu, jednak celowo na **rysunku 3** został narysowany w nieco inny sposób. Przyczynę poznasz, gdy uruchomisz przykładowe programy szkice.

U mnie nie obyło się bez niespodzianek: gdy plik przykładu *MD_MAX72xx_Test.ino* zapisałem jako *A2001.ino*, to podczas zwyczajnej edycji tekstu komentarza (i związanej z tym bieżącej kompilacji) pojawił się nieoczekiwanie dziwny błąd, jak pokazuje **rysunek 4**.

Problem rozwiązało zapisanie, zamknięcie pliku *A2001.ino*, a następnie ponowne jego otwarcie. Nie wiem, z czego wynikał ten błąd. Być może także z tego, że działania były realizowane na nowym komputerze z nową wersją ArduinoIDE pobraną przez sklep Microsoft Store.

Po zmianie dwóch linijek według szkicu 1 skompilowałem i załadowałem program, co przebiegło bez żadnych problemów. Na wyświetlaczu pojawiła się efektowna, interesująca i długa animacja.

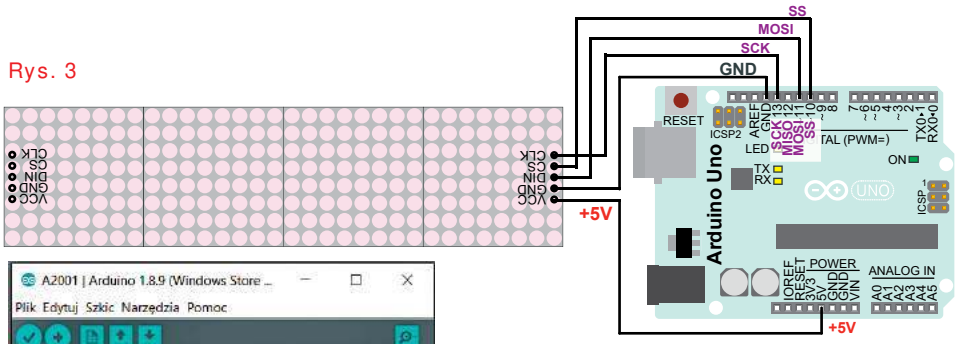
Świetnie, ale szkic *MD_MAX72xx_Test.ino* (*A2001.ino*) może przestraszyć nie tylko początkujących. Także dlatego, że w czasie animacji Arduino wysyła przez łącze szeregowe (i USB) na konsolę komputera informacje, co aktualnie jest pokazywane na matrycy LED.
Aby to zobaczyć, trzeba otworzyć w ArduinoIDE: *Narzędzia – Monitor portu szeregowego* (Ctrl+Shift+M) – **rysunek 5**. Trzeba tam ustawić prędkość transmisji 57600bps, bo tak jest ustawione w szkicu.

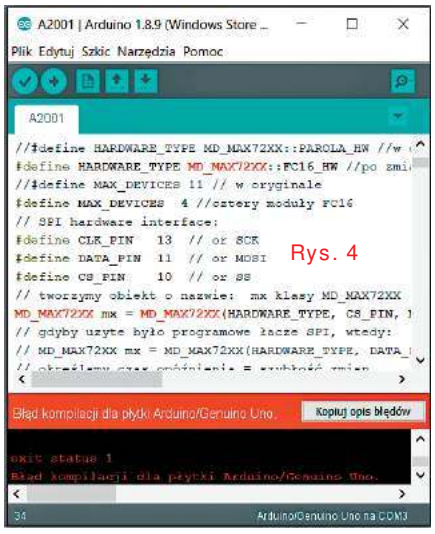
Nie trzeba się bać: warto przeanalizować szkic *A2001.ino*, gdzie po wstępnych deklaracjach znajdziemy definicje szeregu funkcji, z których początek pierwszej, przewijania tekstu, widzimy na dole szkicu 1:

```
void scrollText(char *p)
```

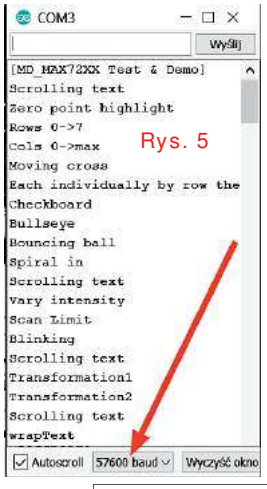
Obowiązkowe funkcje Arduino, czyli *setup()* i *loop()*, znajdziemy na samym końcu programu, jak pokazuje **szkic 2**. Jak widać, w pętli *loop()* mamy jedynie wywoływanie tych wcześniej zdefiniowanych funkcji.

Rys. 3





Rys. 4



Rys. 5

Jeżeli chcesz, samodzielnie przetestuj inne pouczające przykłady dołączone do tej podstawowej biblioteki ***MD_MAX72xx***. Pamiętaj, że w każdym przypadku, w szkicu zawsze trzeba podać rodzaj użytych przez Ciebie modułów oraz ich liczbę.

Biblioteka podstawowa ***MD_MAX72xx*** zapewnia kontakt z wyświetlaczem i realizuje elementarne funkcje. Bardziej złożone funkcje trzeba samemu napisać i umieścić w programie. Nie jest to zbyt wygodne. Znakomitym ułatwieniem jest kolejna, pomocnicza biblioteka o nazwie ***MD_MAXPanel***, która wykorzystuje podstawową bibliotekę ***MD_MAX72xx*** i zawiera gotowe funkcje metody, pozwalające w wygodny sposób zrealizować szereg typowych zadań, jak choćby rysowanie elementarnych figur geometrycznych: punktów, linii, prostokątów, trójkątów, okręgów i kół, a także wyświetlanie tekstów.

Można się z nią zapoznać za pomocą przykładów do niej dołączonych. Ja zacząłem od przykładu z pliku:

MD_MAXPanel_Test.ino

Znów podczas edycji tekstu „wyskoczył błąd kompilacji" (jak na rysunku 4). Musiałem najpierw otworzyć przykładowy oryginalny szkic, zmodyfikować go, skompilować i załadować do płytki, a dopiero potem zapisać go jako ***A2002.ino***, by udostępnić go w Elportalu.

Szkic 3

```
const MD_MAX72XX::moduleType_t HARDWARE_TYPE = MD_MAX72XX::FC16_HW;
const uint8_t X_DEVICES = 4;    // mamy cztery moduły w rzedzie
//const uint8_t Y_DEVICES = 5; // tak było w oryginale
const uint8_t Y_DEVICES = 1;    // my mamy jeden rząd modułów
```

Szkic 2

```
void setup() {
 mx.begin(); //inicjalizacja
#if  DEBUG
 Serial.begin(57600); //inicjalizacja
#endif
PRINTS("\n[MD_MAX72XX Test & Demo]");}

void loop()    {
#if 1
  scrollText("Graphics");
  zeroPointSet();   rows();   columns();
  cross();   stripe();   checkboard();
  bullseye();   bounce();   spiral();
#endif

#if 1
  scrollText("Control");   intensity();
  scanLimit();   blinking();
#endif

#if 1
  scrollText("Transform");
 transformation1();  transformation2();
#endif

#if 1
  scrollText("Charset");
  wrapText();   showCharset();
#endif
}
```

Oryginalny plik wymagał ingerencji tylko w jednym miejscu. Biblioteka może obsługiwać wyświetlacze składające się z zestawienia wielu modułów 8x8 umieszczonych w osi poziomej X i w osi poziomej Y. Mój panel ma cztery moduły w jednym rzędzie, więc trzeba było zmienić liczbę 5 na 1, co pokazane jest w **szkicu 3**. Warto przeanalizować cały przykładowy szkic, który też zawiera szereg funkcji, wywoływanych w pętli *loop()*. Do biblioteki tej dołączonych jest szereg innych przykładowych szkiców – możesz się z nimi zapoznać samodzielnie. Są to w większości interesujące, popularne gry. Do ich realizacji potrzebne są przyciski i brzęczyk, które trzeba dołączyć według informacji z danego szkicu. Trzeba też włączyć konsolę na ekranie komputera.

eprasa.pl 1e6350aa7d

Nie wymaga tego szkic *MD_MAXPanel_Cube.ino*, pokazujący obracający się sześcian, jednak na małym wyświetlaczu zawierającym 32 × 8 pikseli uzyskiwany efekt jest mizerny.
Można też poszukać w sieci przykładów użycia tej pożytecznej pomocniczej biblioteki ***MD_MAXPanel***.
Jednak w Internecie zdecydowanie łatwiej znajdziesz przykłady wykorzystania kolejnej biblioteki pomocniczej tego Autora, mianowicie ***MD_Parola***.

Biblioteka ta, też współpracująca z ***MD_MAX72xx***, ułatwia wyświetlanie tekstów na matrycowych wyświetlaczach sterowanych przez MAX7219. Pozwala na dosuwanie wyświetlanego tekstu do krawędzi, centrowanie i przewijanie z określoną prędkością. Oferuje również szereg efektów – animacji. Pozwala też niejako podzielić wyświetlacz na części (zones), obsługuje zdefiniowane przez użytkownika fonty oraz pojedyncze znaki/symbole. Pozwala mieszać tekst z grafiką.

Do biblioteki ***MD_Parola*** dołączonych jest mnóstwo przykładowych szkiców. Generalnie trzeba w nich tylko zmieniać typ modułu (hardware), z *PAROLA_HW* na *FC16_HW*, a w niektórych też liczbę modułów na 4:

```
#define MAX_DEVICES 4
```

Można zacząć od bodaj najprostszego przykładu *Parola_HelloWorld.ino*, wyświetlającego nieruchomy napis na środku wyświetlacza. Gdy zmienimy napis na dłuższy, zostanie wyświetlony jego początek. Jeszcze prostszy jest szkic *Parola_Print_Minimal.ino*.

Warto otworzyć i zmodyfikować szkic *Parola_Sprites_Simple.ino*, gdzie napis jest okresowo kasowany za pomocą grafiki „rocket – rakieta". Taka mała grafika, dość często ruchoma – animowana, po angielsku nazywa się ***sprite*** (*sprajt*), co w naszym języku nie ma dobrego odpowiednika; czasem używa się nazwy *duszek* (mały duch).

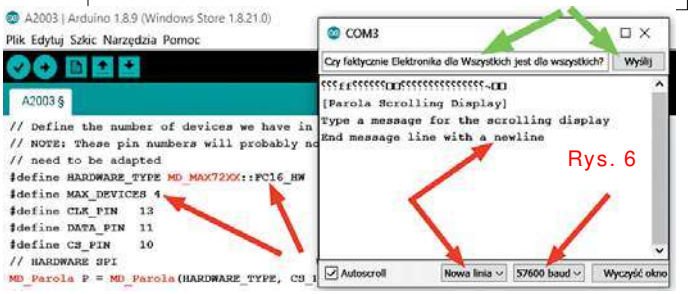
Wykorzystanie najróżniejszych duszków – sprite'ów pokazuje szkic *Parola_Sprites_Library.ino*, wymagający też zainstalowania kolejnej biblioteki ***MD_UISwitch***, która jednak z grafiką i wyświetlaczami nie ma nic wspólnego, a służy do obsługi przycisków i klawiatur. Szkic będzie działał i bez dołączenia do pinu A5 przewidzianego tam potencjometru.

Pouczający jest szkic *Parola_Print_Test.ino*, pokazujący wykorzystanie znanej już wcześniej funkcji-metody *.print()*. Można się naocznie przekonać, czy i jak można jej użyć do różnego typu zmiennych i dlaczego unikać *.println()*, by uniknąć pułapek wynikających z niedoskonałości implementacji tych metod dla omawianych wyświetlaczy matrycowych MAX7219.

Jeżeli tylko masz co najmniej 4-modułowy wyświetlacz (lepiej 8-modułowy), koniecznie uruchom przykładowy szkic *Parola_Scrolling.ino*. Ja zmieniłem dwie linie, zaznaczone kolorami w **szkicu 4** i zapisałem plik jako ***A2003.ino*** (dostępny w Elportalu).

```
(...)
// need to be adapted
//#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::PAROLA_HW //tak było
#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::FC16_HW //nasze moduły
//#define MAX_DEVICES 8  // tak było
#define MAX_DEVICES 4    // my mamy 4 moduły
#define CLK_PIN   13
#define DATA_PIN  11
#define CS_PIN    10
// HARDWARE SPI
MD_Parola P = MD_Parola(HARDWARE_TYPE, CS_PIN, MAX_DEVICES);
(...)
```

Szkic 4



Rys. 6

Szkic ten najpierw wyświetla zachętę do zmiany przewijanego tekstu, co należy zrobić w oknie konsoli monitora na komputerze według **rysunku 6**. Po wpisaniu w górne okienko konsoli własnego tekstu klikamy przycisk „Wyślij" i ten napis przekazany z komputera do Arduino będzie przewijany na wyświetlaczu.

Oczywiście zauważysz też, że jest problem z wyświetleniem polskich liter. W tym kontekście interesujący jest szkic *Parola_Fonts.ino*. Wyświetla on nazwę ***Arduino***, korzystając z alfabetów greckiego, arabskiego i japońskiego (katakana). Warto zajrzeć do umieszczonego też tam pliku *Parola_Fonts_data.h*, gdzie umieszczone są definicje poszczególnych znaków użytych alfabetów (greckiego, arabskiego i japońskiego). Pożyteczne może się okazać zbadanie zawartości plików z fontami (czcionkami) z innych przykładów.

Takie badania pokazują, że w zamieszczonych przykładach nie ma niestety polskich liter. Może się wydawać, że skutecznym remedium będą rozwiązania z przykładowego szkicu o błędnej nazwie *Parola_UFT-8_Display.ino*, gdzie oczywiście chodzi o kod UTF-8. O nowoczesnym, uniwersalnym, powszechnie wykorzystywanym kodzie UTF-8 mówiliśmy w artykułach „Wokół Arduino". Szkic ten można łatwo uruchomić; pokaże on przykłady i kolejne znaki spoza ASCII o numerach 128...255, ale niestety nie rozwiąże do końca problemu polskich liter. To dość trudny wątek i na razie nie będziemy się nim zajmować.

Koniecznie uruchom też przykładowy szkic *Parola_Animation_Catalog.ino*, który pokazuje wszystkie efekty tekstowe dostępne w tej bibliotece

A my wracamy do plików *Parola_Scrolling.ino* i *A2003.ino*. Podobnie jak prawie wszystkie przykładowe szkice tego autora, zawiera on instrukcje kompilacji warunkowej. Także z tego powodu analiza kodu jest utrudniona, a początkujących może skutecznie odstraszyć od tego rodzaju rozwiązań, których nie sposób wykorzystać do własnych potrzeb bez zrozumienia ich sensu. A jaki jest sens dodawania instrukcji kompilacji warunkowej? Chyba piszący program wie, czego chce, więc po co takie utrudnienie?

Fakt, analiza tego rodzaju szkiców nie jest łatwa, ale nie zrażaj się!

Ogólny sens nie jest trudny do zrozumienia, a instrukcje kompilacji warunkowej w różnych sytuacjach okazują się bardzo pożyteczne. Po pierwsze z przeznaczoną głównie dla początkujących hobbystów platformą Arduino jest poważny problem, polegający na tym, że nie ma możliwości wyszukiwania błędów przez śledzenie zachowania procesora, do którego załadowano program. A nawet najlepszym programistom zdarzają się błędy, nie mówiąc o początkujących. Tymczasem w Arduino nie ma możliwości debugowania, czyli odpluskwiania programu przez śledzenie przebiegu programu.

Nie ma i już!
Prymitywnym środkiem zastępczym jest umieszczanie w pisanym programie fragmentów kodu, które poinformują programistę, czy podczas działania program doszedł do określonego punktu / określonej instrukcji. Może to być komunikat wysyłany przez jedyny kanał komunikacyjny, czyli przez

eprasa.pl 1e6350aa7d

łącze Serial (i USB) do konsoli komputera. Można dodać w programie rozkazy, które będą wysyłać przez łącze szeregowe Serial i metodę *.print()* informacje, że dany punkt programu został osiągnięty. Tak, ale te rozkazy zajmują cenne miejsce w pamięci i spowolniają wykonywanie programu. Jeśli są potrzebne, to tylko podczas wyszukiwania błędów w nowo tworzonym programie. A nie powinno ich być w finalnej, odpluskwionej wersji. Tymczasem takich wstawek w obszernym programie może być wiele i ręczne ich usunięcie z finalnej wersji jest żmudne, kłopotliwe. Ponadto warto byłoby na wszelki wypadek mieć wersję z takimi dodatkami.

```
(...)
// set to 1 if we are implementing the user interface pot, switch, etc
// czy w układzie wykorzystujemy potencjometr, przyciski?
#define USE_UI_CONTROL 0  //jest wartość 0, czyli NIE wykorzystujemy

#if USE_UI_CONTROL
#include <MD_UISwitch.h>
#endif

// Turn on debug statements to the serial output
// Czy wykorzystujemy instrukcje Serial.print() do debugowania?
#define DEBUG 0  //jest wartość 0, czyli NIE wykorzystujemy

#if DEBUG
#define PRINT(s, x) { Serial.print(F(s)); Serial.print(x); }
#define PRINTS(x) Serial.print(F(x))
#define PRINTX(x) Serial.println(x, HEX)
#else
#define PRINT(s, x)
#define PRINTS(x)
#define PRINTX(x)
#endif
// Define the (...)
```

Szkic 5

I właśnie tu pożyteczne okazują się instrukcje kompilacji warunkowej. Można je sformułować tak, że kompilacja podczas pracy nad programem uwzględnia te dodatkowe kawałki kodu, a zmiana jednej drobnej definicji powoduje, że wszystkie te dodatki NIE są uwzględniane przy kompilacji finalnej wersji, choć są nadal w programie źródłowym. Mogą one mieć postać:

```
#if DEBUG
//instrukcje
#else
//instrukcje
#endif
```

Takie „pseudodebugowanie" może też być wykorzystywane w finalnej wersji do monitorowania stanu i zmian w programie za pomocą łącza Serial i okna konsoli. I tak jest w większości omawianych przykładów, gdzie na ekranie komputera uzyskujemy dodatkowe informacje.

Po drugie, kompilacja warunkowa jest przydatna, gdy przewidujemy więcej niż jedną wersje finalnego programu. Choćby dwie, np. uboższą i bogatszą.

Oba omówione zastosowania mamy między innymi w szkicach *Parola_Scrolling.ino* i *A2003.ino*, których fragment pokazuje **szkic 5**. Jeżeli dołączymy do Arduino potencjometr i przyciski, to zmienimy też zero na jedynkę w linii:

```
#define USE_UI_CONTROL 1
```

```
(...)
// set to 1 if we are implementing
//the user interface pot, switch, etc
#define USE_UI_CONTROL 1
#if USE_UI_CONTROL
#include <MD_UISwitch.h>
#endif
(...)
// Scrolling parameters
#if USE_UI_CONTROL
const uint8_t SPEED_IN = A5; //bez zmian
//const uint8_t DIRECTION_SET = 8;  // było
const uint8_t DIRECTION_SET = 6;  // u mnie jest
//const uint8_t INVERT_SET = 9;     // było
const uint8_t INVERT_SET = 7;     // u mnie jest
const uint8_t SPEED_DEADBAND = 5;
#endif // USE_UI_CONTROL
(...)
```

Szkic 6

```
(...)
// need to be adapted
//#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::PAROLA_HW // było
#define HARDWARE_TYPE MD_MAX72XX::FC16_HW //nasze moduły
#define MAX_DEVICES 11 // było
#define MAX_DEVICES 4  //bo mamy zestaw tylko czterech modułów
#define CLK_PIN   13
(...)
// User interface pin and switch definitions
const uint8_t SPEED_IN = A5; // control speed with an external pot
//const uint8_t PAUSE_SET = 4;     // toggle pause time
const uint8_t PAUSE_SET = 2; // pauza - pin 2
//const uint8_t FLIP_SET = 5;      // toggle flip status
const uint8_t FLIP_SET = 3; // odwróć/odbij - pin 3
//const uint8_t JUSTIFY_SET = 6;  // change the justification
const uint8_t JUSTIFY_SET = 4; // wyjustuj - pin 4
//const uint8_t INTENSITY_SET = 7; //change display intensity
const uint8_t INTENSITY_SET = 5; // jasność - pin 5
//const uint8_t EFFECT_SET = 8;    // change the effect
const uint8_t EFFECT_SET = 6; // zmień efekt - pin 6
//const uint8_t INVERSE_SET = 9;  // inverse display
const uint8_t INVERSE_SET = 7; // "negatyw" - pin 7
uint8_t uiPins[] = { PAUSE_SET, FLIP_SET, JUSTIFY_SET, INTENS(...)
(...)
const char *msg[] =
{
 // "Parola for",  //tak było
 // "Arduino",
 // "LED Matrix",
 // "Display"
"Arduino", "EdW", "matryca", "diod LED" //nowe, krótsze napisy
};
#define NEXT_STRING ((curString + 1) % ARRAY_SIZE(msg))
```

Szkic 7

i finalny program będzie bogatszy o procedury obsługi tych zewnętrznych elementów.

Aby na bieżąco wysyłać do okna konsoli informacje o pracy programu, można zmienić zero na jedynkę w linii:

```
#define DEBUG 1
```

A jeżeli doszliśmy tak daleko, dołączmy do Arduino potencjometr i sześć przycisków według **rysunku 7**.

W programie-szkicu zmieniamy

```
#define USE_UI_CONTROL 1
```

by dodać obsługę tych elementów. Ten szkic wykorzysta tylko potencjometr regulujący prędkość przesuwania napisu oraz dwa ostatnie przyciski. Ostatni S6 „odwraca" napis na negatyw, a przedostatni zmienia kierunek przesuwania napisu na ekranie. W programie *2003.ino* trzeba także zmienić numery nóżek Arduino według **szkicu 6**.

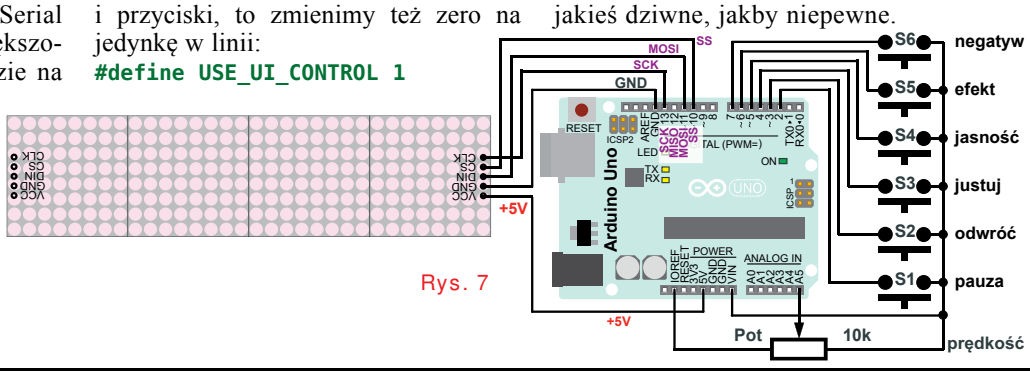
U mnie program zadziałał prawidłowo: można było zmieniać prędkość i używać S5 i S6.

Celowo od razu zamontowałem aż sześć przycisków, by w pełni wykorzystać kolejny przykładowy szkic ***Parola_Test.ino***, który też używa warunkowej kompilacji, a który ma pokazać możliwości omawianych bibliotek.

Znów w oryginalnym pliku *Parola_Test.ino* zmieniłem kilka linijek, jak pokazuje **szkic 7** i zapisałem jako ***A2004.ino***.

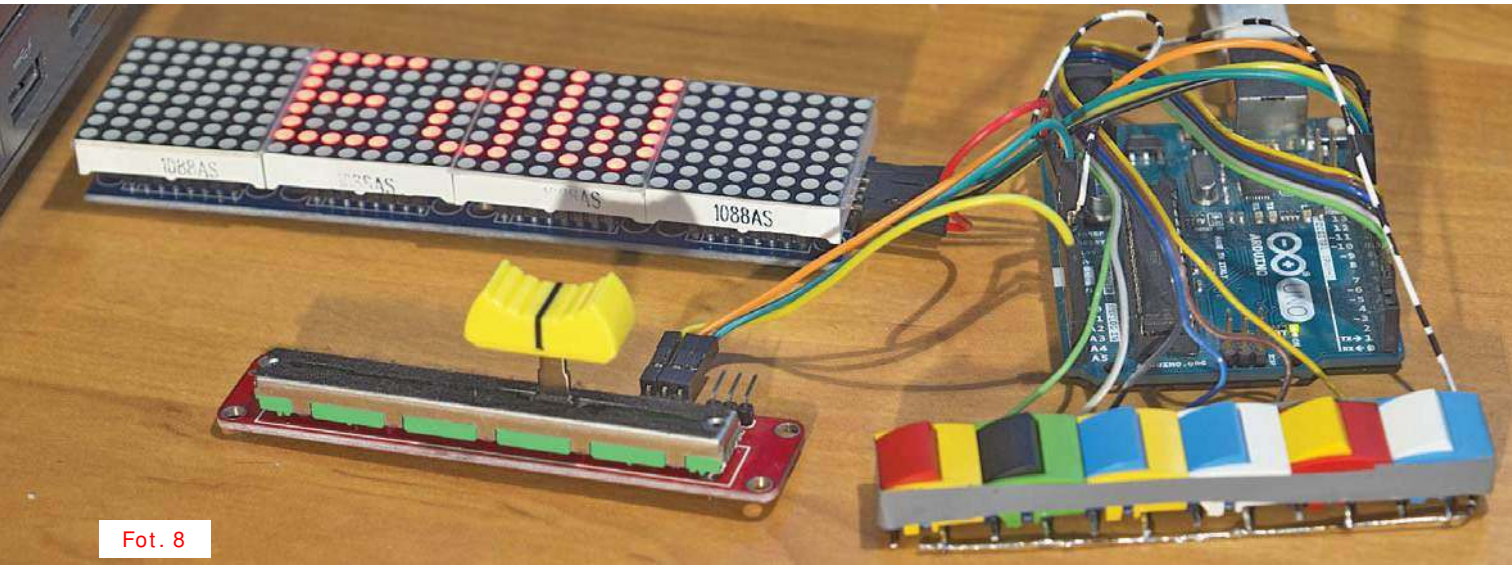
Analogicznie jak w *A2003.ino*, też zmieniłem numery nóżek, do których podłączone są przyciski S1...S6, a dodatkowo wpisałem cztery zmienione teksty do wyświetlenia. Mój wyświetlacz ma tylko 4 moduły oraz 32 × 8 pikseli, więc należy wprowadzić krótsze napisy, gdyż te dłuższe zostaną obcięte i nie będzie widać niektórych efektów i opcji.

Po skompilowaniu i załadowaniu program *A2004.ino* zaczął pracować, na wyświetlaczu można było zmieniać efekty, ale reakcje przycisków były jakieś dziwne, jakby niepewne.



Rys. 7

eprasa.pl 1e6350aa7d



Fot. 8

Dlatego koniecznie trzeba włączyć na komputerze *Monitor portu szeregowego* (Ctrl+Shift+M), ponieważ zmiany stanu potencjometru oraz naciskanie klawiszy S1...S6 są tam na bieżąco prezentowane. Można w ten sposób w czasie rzeczywistym dokładnie śledzić działanie szkicu. Zestawienie informacji z ekranu komputera i wyświetlacza LED pokazuje, czy i jak system reaguje na naciśnięcie klawisza lub przesunięcie suwaka potencjometru.

Te napisy na ekranie komputera to znacząca pomoc, ale w moim przypadku na konsoli monitora widać było dziwne reakcje. Między innymi po każdej znaczącej zmianie stanu suwaka potencjometru na ekranie wypisywany jest kolejny komunikat o nowej nastawionej wartości. A u mnie bez dotknięcia potencjometru, teoretycznie bez powodu, program sygnalizował nieustanne zmiany napięcia na nóżce A5. Najgorzej było po naciśnięciu S6 (obraz w negatywie), gdy świeciły prawie wszystkie diody matrycy LED.

W następnym odcinku kursu omówię przyczyny i środki zaradcze.

A Ty, jeśli tylko masz odpowiedni wyświetlacz matrycowy LED, możesz zbudować model taki sam lub podobny jak na **fotografii 8** i osobiście przeprowadzić podobne eksperymenty z omówionymi bibliotekami.

Piotr Górecki

R E K L A M A

eprasa.pl 1e6350aa7d

Poczta

W rubryce „Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi i komentarze. Prosimy o listy dotyczące bieżących wydań EdW, a także o listy z Waszymi komentarzami, propozycjami, problemami, pytaniami, oczekiwaniami względem nas, z propozycjami tematów do opracowania, itp. Autorzy najciekawszych, wartościowych listów otrzymują upominki, najczęściej w postaci drobnych kitów AVT. Piszcie do nas, bardzo cenimy Wasze listy, choć nie wszystkie prośby możemy zrealizować.

Ciąg dalszy ze strony 11

*Tu trzeba rozróżnić **wartość opałową** od **ciepła spalania**. Ciepło spalania to parametr teoretyczny, dotyczący warunków laboratoryjnych i uwaględnia wszelkie ciepło, jakie można uzyskać ze spalania paliwa. Wartość opałowa jest mniejsza, ponieważ nie uwzględnia ciepła, jakie można uzyskać z kondensacji pary wodnej. W przypadku gazu metanu CH_4 produktami spalania jest dwutlenek węgla i... woda. Woda w postaci pary wodnej. Jeżeli tę będącą produktem spalania parę wodną skroplimy w piecu, to dodatkowo jeszcze możemy uzyskać sporą ilość ciepła związanego z przemianą fazową para–ciecz. A ciepła tego nie uwzględnia „wartość opałowa".*

I dlatego przy podawaniu sprawności pieca gazowego kondensacyjnego mamy jakby paradoks, który paradoksem nie jest. To tylko kwestia przyjętej definicji. I nie ma się o co spierać! Tak samo jest z pompami ciepła. To nie perpetuum mobile. Pompa cieplna nie robi „czegoś z niczego". Ona tylko pompuje ciepło. Jeżeli jako definicję przyjmiemy, że chodzi nam o stosunek „ciepła wyjściowego" do dostarczonej energii elektrycznej (za którą płacimy), to tylko dlatego otrzymamy sprawności 300...500%.

Czyli znowu kwestia definicji.

W przypadku grzałki elektrycznej też musimy dokładnie przyjrzeć się definicji.

Jeżeli za sprawność grzałki elektrycznej uznamy stosunek całkowitej, końcowej ilości uzyskanego ciepła (brutto) i dostarczonej ilości energii elektrycznej, to zawsze sprawność wyniesie dokładnie 100%, niezależnie od „jakości", ceny i sposobu wykonania grzałki.

To, że grzałka może świecić, nie zmienia faktu. Przecież istnieją grzałki, tak zwane słoneczka, gdzie spirala jest rozgrzana do czerwoności i ciepło przekazywane jest przez promieniowanie świetlne – głównie podczerwone, ale także widzialne.

I tak samo jest w żarówce: według definicji sprawności świetlnej sprawność wynosi 2–7%, bo tylko 2–7% energii elektrycznej zamienia się na światło widzialne. Ale sprawność cieplna żarówki jest dokładnie równa 100%, bo w sumie cała energia elektryczna zamieni się prędzej czy później na ciepło.

Owszem, najpierw jakaś część energii elektrycznej zamieniana jest na energię promieniowania elektromagnetycznego (światło), ale za chwilę to światło pada na jakąś powierzchnię i zamienia się tam na ciepło. A nawet gdy się odbije, to po wielokrotnych odbiciach w końcu w 100% zamieni się na ciepło.

Ciepło, czyli energię drgań wewnętrznych atomów.

Także to, że grzałka może zmienić wymiary, do czego potrzebna jest energia, nie zmienia sprawności całkowitej. Nawet gdyby ilość energii potrzebna do zwiększenia rozmiarów była duża, to na początku pracy grzałka miałaby sprawność chwilową poniżej 100%, ale po zakończeniu pracy i wyłączeniu zasilania grzałka powróci do pierwotnych wymiarów i odda dodatkową ilość ciepła (chwilowa sprawność wyniesie ponad 100%).

To samo dotyczy akumulacji ciepła przez grzałkę: na początku pracy grzałka musi się nagrzać, czyli w tym czasie odda mniej ciepła, niż pobierze energii elektrycznej, ale całe to ciepło odda później, po wyłączeniu grzałki, czego powszechnie doświadczamy.

Sprawność zamiany energii prądu na ciepło w grzałkach elektrycznych wynosi więc zawsze 100%, ale zupełnie inna sprawa, czy od razu i czy całe to wytworzone ciepło potrafimy sensownie wykorzystać.

To inna sprawa i inna definicja (jeżeli taka jest). Porównam tu jeszcze dwa główne rodzaje grzejników elektrycznych. Jeden to „słoneczko" wyposażone w chromowany odbłyśnik, lustro w kształcie paraboli, dzięki czemu wytworzone promieniowanie podczerwone i widzialne skupia w wąską wiązkę. Drugi to „farelek łazienkowy", czyli spirala plus dość mocny wentylator.

Jeżeli wstawimy jeden albo drugi grzejnik do łazienki, efekty będą skrajnie różne. Przypuśćmy, że w łazience przebywany 20 minut. „Słoneczko" skierowane gdzieś na ciemną podłogę lub ścianę nagrzeje do wysokiej temperatury mały kawałek podłogi lub ściany, a reszta łazienki przez te 20 minut nadal będzie zimna. A „farelek" będzie szybko grzał powietrze w małej łazience, wentylator będzie je mieszał i powietrze, które ma małe ciepło właściwe, szybko się nagrzeje. Ściany długo pozostaną zimne, ale człowiek odczuje, że powietrze jest ciepłe, a o to tylko chodzi. Osoba niezorientowana powie, że „farelek" grzeje łazienkę wielokrotnie lepiej niż „słoneczko". Może nawet powie, że sprawność „farelka" jest dużo lepsza niż „słoneczka". Jest to prawda w przypadku 20-minutowego pobytu, bo przy długotrwałym grzaniu efekty byłyby bardzo podobne.

Inaczej będzie w dużym metalowym garażu, warsztacie czy jeszcze większej hali, gdzie musimy wykonać jakąś prace przy stole warsztatowym. Wstawienie „farelka z wiatrakiem" do dużego pomieszczenia z zimnymi blaszanymi ścianami spowoduje, że grzane powietrze będzie mieszane, rozprowadzane po całym dużym pomieszczeniu i na bieżąco szybko schładzane przez zimne metalowe ściany. „Farelek" w metalowym warsztacie to kiepski wybór, bo całe ciepło szybko i na bieżąco tracone jest na zewnątrz – to marnowanie energii. Osoba przy stole warsztatowym zmarznie. A zastosowanie „słoneczka", które wytworzy wąski strumień promieniowania skierowany na stół warsztatowy i ręce majstra, spowoduje, że lokalnie grzany będzie ten kawałek stołu, znajdujące się na nim narzędzie i co najważniejsze – ręce. Człowiek odczuje, że ręce są ciepłe, stół jest ciepły i narzędzia nie są zimne. „Słoneczko" da poczucie ciepła. Może ktoś nawet powie, że „słoneczko" ma o wiele lepszą sprawność niż „farelek".

Czyli wszystko zależy od definicji. Co było do okazania.

Marek

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu: **Andrzej Adamczyk, Wojciech, Damian Ząbczyk** i **Marek**.

eprasa.pl 1e6350aa7d

Przetwornice indukcyjne część 32

W poprzednim odcinku wyjaśniliśmy zagadkę, jaką drogą płynie w przetwornicy *push-pull* prąd magnesujący transformatora w chwilach przerw między impulsami, gdy oba tranzystory-klucze są rozwarte. Wyjaśniliśmy, ale nie do końca. Stwierdziliśmy, że prąd magnesujący płynie w uzwojeniu wtórnym, co jest prawdą, jednak nie zawsze jest to aż tak proste, jak się wydaje. Aby dokładniej zgłębić zagadnienie, musimy powrócić do kwestii magnesowania rdzenia i prądów związanych z magnesowaniem. Trzeba omówić zarówno magnesowanie i prądy transformatora, jak też magnesowanie i prądy cewki (dławika) filtru wyjściowego LC.

Magnesowanie rdzeni

Jeżeli chodzi o transformatory i cewki, to jak od dawna wiemy, nie można dopuścić do nasycenia ich rdzeni pod wpływem prądu magnesującego, co nastąpiłoby przy zbyt dużej wartości prądu magnesującego. To jest dość oczywiste. Ale pamiętamy też z wcześniejszych odcinków, że nasycenie transformatora w przetwornicy z dwukierunkowym magnesowaniem może także nastąpić wskutek niedużej nawet niesymetrii, gdy w każdym cyklu nie zostanie zachowane zerowe magnesowanie średnie. W każdym razie w prawidłowo pracującym transformatorze dwukierunkowej przetwornicy *forward* magnesowanie będzie zmieniać się od jakiejś maksymalnej wartości dodatniej do maksymalnej wartości ujemnej ze średnim namagnesowaniem równym zeru.

A prąd (magnesujący) płynący przez cewkę filtrującą L?

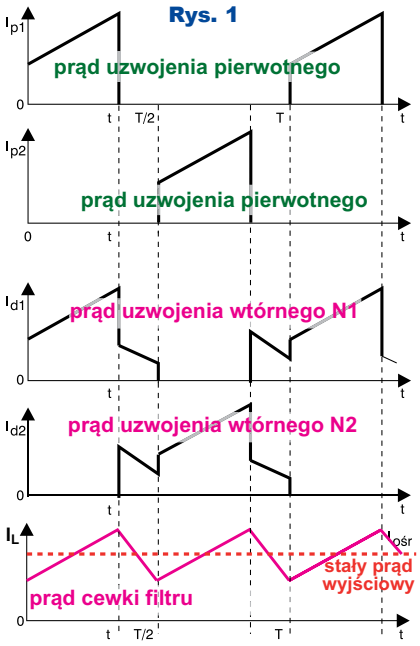
Czy też musi mieć średnią wartość równą zeru?

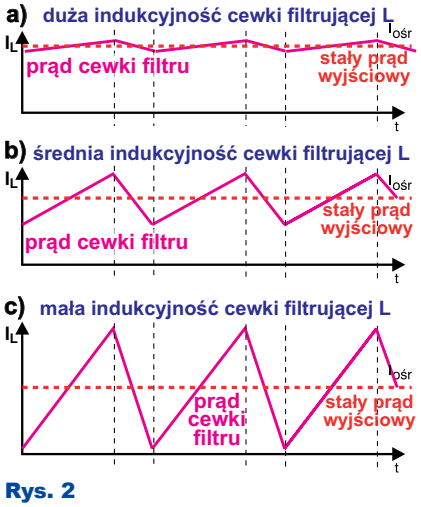
Oczywiście nie musi! Magnesowanie tego dławika najczęściej jest jednokierunkowe i zwykle nawet nie zmniejsza się do zera. **Rysunek 1** pokazuje przykładowe przebiegi w przetwornicy *push-pull*, gdzie prąd cewki filtru jest sumą prądów obu połówek uzwojenia wtórnego. Stromość narastania i opadania prądu zależy od napięć, ale też od indukcyjności cewki filtrującej. Przy bardzo dużej wartości indukcyjności dławika L namagnesowanie byłoby niemal stałe, a wyznaczone przez prąd obciążenia – **rysunek 2a**. Czym mniejsza indukcyjność filtrująca, tym większa amplituda zmian prądu, a tym samym amplituda zmian namagnesowania, jak pokazują to rysunki **2b** i **2c**. W podręcznikach najczęściej analizuje się takie właśnie sytuacje, gdy prąd cewki filtrującej L jest ciągły i nie zmniejsza się do zera. Ale możliwe jest też, że w pewnych chwilach wartość prądu cewki i namagnesowania rdzenia zmniejsza się do zera. Może to nastąpić, gdy mała jest indukcyjność L i gdy mały jest prąd obciążenia, bo przecież średni prąd cewki L jest prądem obciążenia. I to jest kolejny ważny szczegół, który trzeba omówić dokładniej.

Na rysunku 2 pokazane były przebiegi przy niezmiennym prądzie obciążenia i różnej wartości indukcyjności filtru L. A teraz zakładamy, że cewka ma jakąś rozsądnie dobraną indukcyjność i analizujemy sytuację przy różnej wartości (stałego) prądu obciążenia. Przy większych prądach obciążenia problemu nie ma, co zilustrowane jest na **rysunkach 3a** i **3b**. Sytuację graniczną pokazuje **rysunek 3c**. Dla danej częstotliwości pracy, danego wypełnienia i danej indukcyjności cewki mamy jakiś graniczny prąd obciążenia, oznaczany często I_{LIM} (od *limes* – granica).

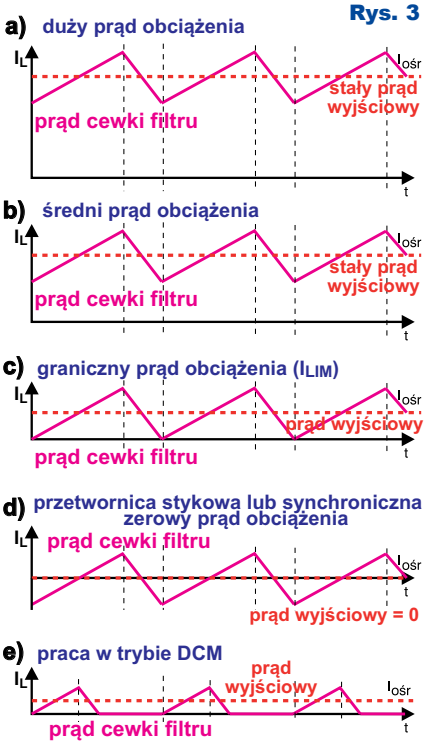
A gdy prąd obciążenia (średni prąd dławika filtru) byłby mniejszy od prądu I_{LIM}?

Tu musimy wrócić do informacji sprzed kilku miesięcy. Z tym samym zjawiskiem (i problemem) mieliśmy do czynienia już wcześniej w przetwornicach bez transformatora, zawierających tranzystor i diodę, w tym także w przetwornicy obniżającej (*buck, step-down*). Kłopotu nie było w analizowanych na początku cyklu wersjach stykowych oraz w odpowiednio zaprojektowanych i sterowanych przetwornicach synchronicznych, ponieważ tam możliwy był dwukierunkowy przepływ prądu cewki i przekazywanie energii z powrotem do baterii. Cewka filtru mogła na przemian pobierać energię z baterii i oddawać tę





Rys. 2



eprasa.pl 1e6350aa7d

TOP WWW SKLEP.SEMICON.COM.PL
- podzespoły elektroniczne
- montaż SMT
- materiały dla elektroniki
- szablony laserowe
- diody laserowe
- taśmy i kleje 3M

energię do obciążenia lub z powrotem do baterii, a w skrajnym przypadku, przy zerowym prądzie obciążenia prąd i magnesowanie rdzenia cewki filtrującej wyglądałyby jak na **rysunku 3d**, czyli tak, jak w transformatorze. Ale to przypadek teoretyczny, który z kilku względów w rzeczywistości nie wystąpi.

Między innymi dlatego, że teraz mówimy o wersjach przetwornicy *forward* z diodami na wyjściu. Wskutek obecności tych diod nie ma możliwości dwukierunkowego przepływu prądu przez cewkę L i nie ma możliwości zwrócenia energii cewki L z powrotem do baterii. A wtedy pojawia się problem. A przynajmniej może pojawić się problem.

Już wcześniej, przy omawianiu innych przetwornic, mówiliśmy o trybie pracy CCM (Continous Current Mode), gdy prąd cewki filtru jest ciągły i nie spada do zera, a wtedy napięcie wyjściowe jest określone tylko przez współczynnik wypełnienia impulsów. Mówiliśmy też o trybie nieciągłego prądu DCM (Discontinous Current Mode), gdy prąd cewki okresowo zmniejsza się do zera, a napięcie wyjściowe staje się wyższe, niż wynikałoby to ze współczynnika wypełnienia impulsów w trybie CCM i zależy też od prądu obciążenia.

Dokładnie ten sam problem mamy w filtrze wyjściowym dwukierunkowej przetwornicy *forward*, która przecież jest odmianą przetwornicy obniżającej wzbogaconą o transformator (**rysunek 4**). Najprościej biorąc, przy prądach obciążenia większych od prądu granicznego I_{LIM} mamy pracę dławika wyjściowego w trybie CCM i napięcie wyjściowe wyznaczone jest przez współczynnik wypełnienia impulsów (współczynnik ten określa stosunek napięcia wyjściowego do wejściowego). Ale gdy prąd obciążenia jest mniejszy od wartości krytycznej/granicznej I_{LIM}, mamy do czynienia z pracą w trybie DCM i przy niezmiennym wypełnieniu napięcie wyjściowe rośnie, staje się zależne od obciążenia (czym mniejszy prąd obciążenia, tym bardziej rośnie napięcie wyjściowe).

Zjawisko to występuje w przetwornicach *full-bridge*, *half-bridge* i *push-pull*, a więc w przetwornicach *forward* z dwukierunkowym magnesowaniem rdzenia, a problem dotyczy energii gromadzonej w cewce filtru. Prostsze takie przetwornice z omawianego względu wymagają wstępnego obciążenia. W innych nie jest to potrzebne z uwagi na bardziej rozbudowane obwody kontroli i sterowania, skutecznie zapobiegające wzrostowi napięcia wyjściowego przez zmniejszenie wypełnienia impulsów, co da prąd dławika filtrującego mniej więcej jak na **rysunku 3e**. W każdym razie projektując dwukierunkową przetwornicę *forward* trzeba wziąć pod uwagę problem trybu CCM/DCM i minimalnego prądu obciążenia.

Podkreślmy jeszcze, że wartość prądu krytycznego I_{LIM} (pomijając kwestię częstotliwości pracy) zależy od indukcyjności cewki L – czym większa indukcyjność, tym mniejszy prąd krytyczny, co jest zilustrowane na **rysunku 5**. Tak, ale duża wartość indukcyjności cewki zawsze wiąże się też z istotnymi wadami, m.in. nasyceniem, wielkością cewki i jej ceną. Tu znów widać problem dla konstruktora, który musi wybrać jakieś kompromisowe wartości indukcyjności L filtru i pradu I_{LIM}. No tak, tylko jaki to ma związek z omawianą wcześniej zagadką?

Otóż ma związek i to ścisły.

Nieciągły prąd magnesujący?

W poprzednim odcinku cieszyliśmy się, że znaleźliśmy rozwiązanie zagadki prądu magnesującego transformatora, który w przerwach impulsów płynie w uzwojeniu wtórnym.

Zapewne teraz dociekliwym Czytelnikom nasunie się pytanie: a co z prądem magnesującym w przerwach impulsów, gdy prąd wyjściowy jest bardzo mały, mniejszy od prądu magnesowania transformatora?

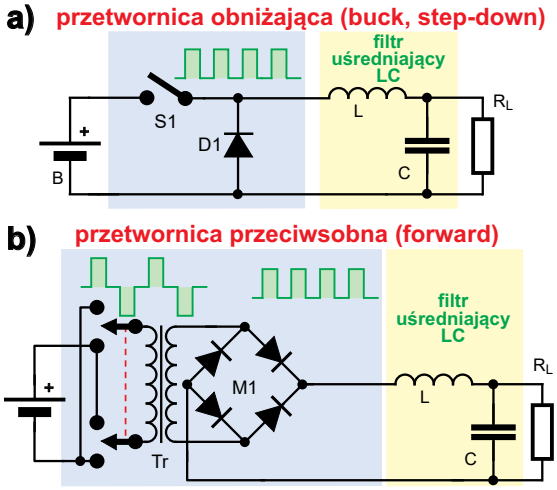
W zasadzie znów wszystko jest dość proste, wręcz zaskakująco proste, bo przecież musi opierać się na prostych fundamentalnych prawach fizyki dotyczących indukcyjności. Jednak większości osób trudno jest wpaść na pomysł, jak wtedy wyglądają szczegóły.

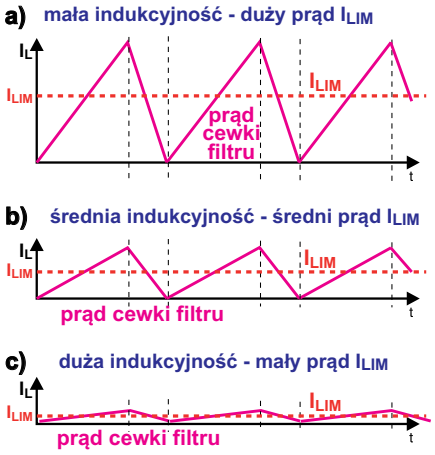
Aby ułatwić znalezienie odpowiedzi, dla uproszczenia przeanalizujmy hipotetyczną sytuację, gdyby uzwojenie wtórne zostało całkowicie odłączone. Przypomnijmy elementarny przypadek z **rysunku 6a**, gdy podczas włączenia-zwarcia klucza prąd zwiększa swoją wartość i w cewce gromadzi się energia. W chwili rozwarcia tego klucza, prąd cewki, czyli prąd magnesowania, nie może dalej płynąć tą drogą.

I jak wiemy, cewka, w której przerwano przepływ prądu, stara się podtrzymać przepływ prądu w tym samym kierunku i wytwarza napięcie samoindukcji o biegunowości przeciwnej niż napięcie wcześniej występujące na cewce, jak pokazuje **rysunek 6b**.

Gdy ma to miejsce nie w pojedynczej cewce, tylko w transformatorze, to napięcia są indukowane we wszystkich uzwojeniach. W sytuacji omawianej w poprzednim odcinku po rozwarciu klucza już przy malutkim odwrotnym napięciu samoindukcji popłynie prąd w uzwojeniu wtórnym i napięcie samoindukcji nie wzrasta. Tak jest przy odpowiednio dużym prądzie obciążenia i odpowiednio dużym prądzie cewki filtrującej L, o czym mówiliśmy

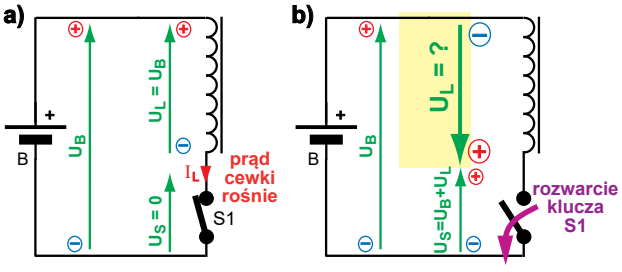
Rys. 4





Rys. 5

Rys. 6



eprasa.pl 1e6350aa7d

w poprzednim odcinku. Ale gdyby indukcyjność transformatora nie znalazła drogi dla dalszego przepływu prądu w tym samym kierunku, wytworzyłaby potężne przepięcie, które jak można się domyślać, najprawdopodobniej spowodowałoby jakieś przebicie i uszkodzenie. W praktyce kluczami są tranzystory i może nasunąć się wniosek, że w omawianych przetwornicach odłączenie uzwojenia wtórnego niechybnie spowoduje powstanie w przerwach między impulsami przepięć i uszkodzenie tranzystorów.

Tak mogłoby ewentualnie być w przypadku tranzystorów bipolarnych przy odłączeniu uzwojenia wtórnego. Pamiętajmy, że w przetwornicy *push-pull* mamy dwie połówki uzwojenia pierwotnego (i często też dwie połówki uzwojenia wtórnego). Na **rysunkach 7a** i **7b** pokazane są: biegunowość indukujących się w nich napięć i kierunek prądów w uzwojeniu pierwotnym podczas przewodzenia każdego z kluczy. Zwróć uwagę, że na aktualnie rozwartym (nieprzewodzącym) kluczu napięcie jest równe podwojonemu napięciu baterii.

Mówiąc najprościej, gdy prąd zostanie przerwany, a uzwojenie wtórne jest odłączone, nie ma możliwości dalszego przepływu prądu, a w cewce zgromadzona jest energia. Wobec tego w uzwojeniach zaindukują się napięcia o przeciwnej biegunowości (przepięcia), jak pokazuje **rysunek 7c** oraz **7d**, i co ważne, o amplitudzie niemal dowolnie dużej.

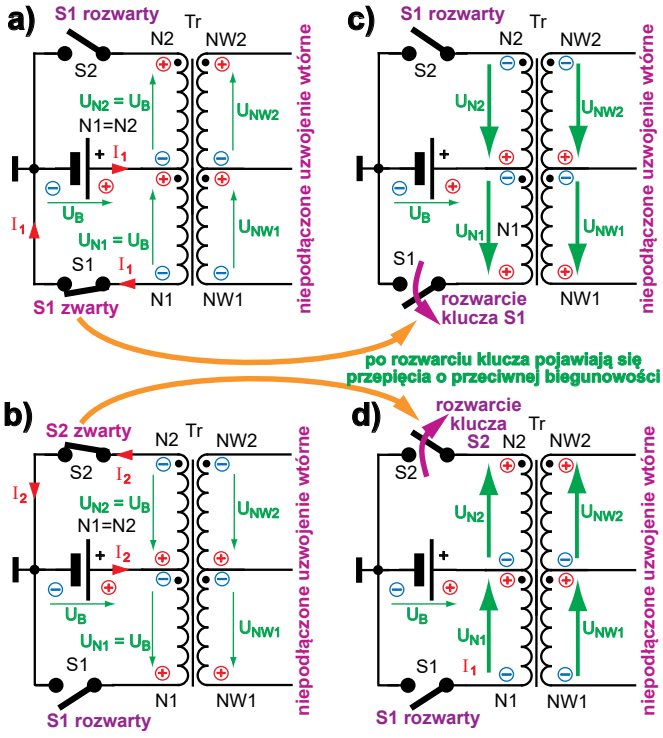
Sytuację z rysunku 7d w wersji z tranzystorami bipolarnymi pokazuje **rysunek 8**. Przepięcia na obu połówkach uzwojenia pierwotnego mogą mieć bardzo dużą wartość, więc na kolektorze T2 pojawi się wysokie napięcie dodatnie względem masy ($\mathbf{U_{N2}} + U_B$) i to napięcie mogłoby doprowadzić do przebicia (drugiego przebicia – *second breakdown*) tranzystora T2. Co ważne, z uwagi na silne przepięcie w drugiej połówce uzwojenia ($U_{N1} = U_{N2}$), na kolektorze T1 pojawi się wtedy napięcie mniejsze od zera ($\mathbf{U_{N1}} - U_B$), ujemne względem masy, które też prawdopodobnie spowodowałoby jakieś przebicie i zniszczenie tranzystora T1 potężnym napięciem ujemnym.

Jednak we współczesnych przetwornicach w roli kluczy pracują MOSFET-y, co znacząco zmienia sytuację. Po pierwsze, schemat zastępczy MOSFET-a można przedstawić jak na **rysunku 9a**. Gdy tranzystor jest zatkany, prąd może płynąć przez tę diodę albo w kierunku jej przewodzenia (**rysunek 9b**), albo w kierunku zaporowym (**rysunek 9c**). Nieodłączna struktura diodowa jest w istocie diodą Zenera, która ulega przebiciu i zaczyna przewodzić prąd przy napięciu trochę wyższym niż dopuszczalne katalogowe napięcie U_{DS} (w pierwszym zgrubnym przybliżeniu można przyjąć, że „napięcie Zenera" to 120% katalogowego napięcia U_{DS}), więc podczas normalnej pracy, tę diodę Zenera nie płynie prąd. Jednak silne przepięcia spowodują, że nie tylko popłynie przez nią prąd, ale też wydzieli się w niej moc strat (p = u*i) – energia w postaci ciepła.

Tak mogłoby być w analizowanej przetwornicy po zatkaniu MOSFET-a T2 według **rysunku 10**. W uzwojeniu N2 indukuje się takie przepięcie, żeby zaczęła przewodzić „dioda Zenera" wbudowana w T2, a gdy popłynie prąd, napięcie nie wzrasta.

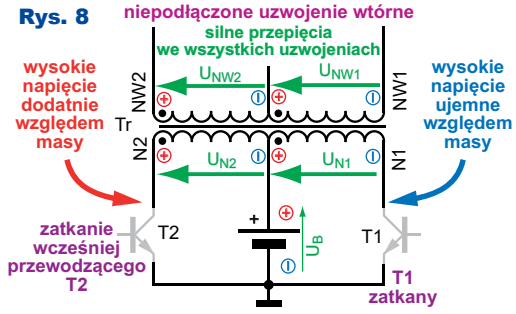
W katalogach podane są maksymalne dopuszczalne ilości energii (mocy) wydzielanej w tranzystorze MOSFET, pracującym w roli „diody Zenera". Jeżeli w przetwornicy *push-pull* po rozwarciu klucza na tranzystorze pojawiłby się impuls napięcia i „prądu Zenera" o energii dopuszczalnej dla tego MOSFET-a, nie nastąpiłoby uszkodzenie. Energia magnesowania transformatora zostałaby wydzielona w „diodzie Zenera" jako straty w postaci ciepła.

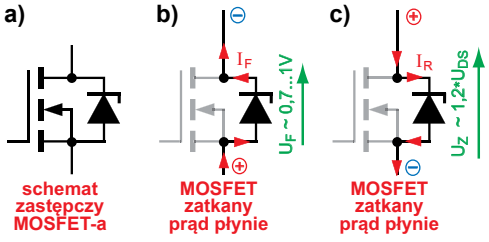
Z uwagi na obecność drugiej połówki uzwojenia transformatora i obecność drugiego MOSFET-a taka sytuacja nie powinna nastąpić. Mianowicie w chwili rozwarcia jednego tranzystora, na przykład T2, napięcie na nim gwałtownie się zwiększy, ale jednocześnie w drugiej gałęzi pojawi się napięcie ujemne względem masy. A tam włączony jest drugi MOSFET (T1), który też ma w strukturze diodę. Jego dioda zostanie spolaryzowana w kierunku przewodzenia. Właśnie ta dioda (pasożytnicza struktura diodowa) MOSFET-a T1 nie pozwoli na dalsze obniżenie napięcia poniżej masy, ponieważ zacznie przewodzić, a tym samym utrzyma napięcie na poziomie mniej więcej 1 wolta poniżej masy. Prąd popłynie, jak pokazuje **rysunek 11**. Taka sytuacja nie grozi niczym złym, a moc strat w tranzystorze T1 jest mała z uwagi na mały spadek napięcia na diodzie, rzędu



Rys. 7

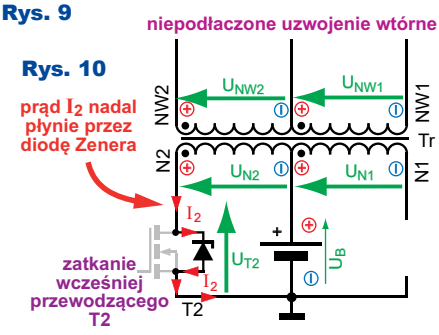
Rys. 8



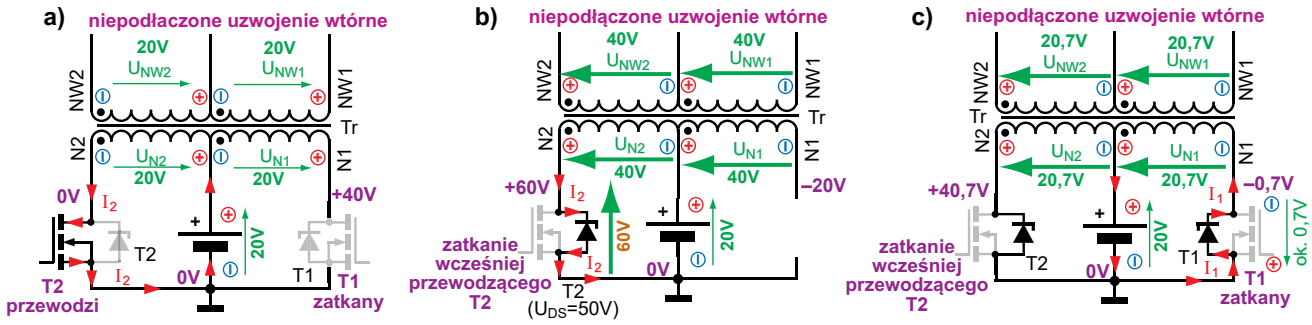


Rys. 9

Rys. 10



eprasa.pl 1e6350aa7d



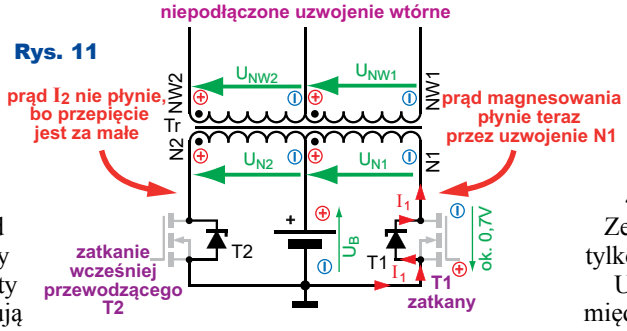
Rys. 12

1 wolta. Energia zgromadzona w indukcyjności transformatora w większości jest zwracana do baterii, a tylko niewielka część wydziela się jako straty w diodzie pasożytniczej tranzystora T1.

Zastanówmy się jeszcze nad wartościami napięć. Otóż gdy jeden z kluczy T1, T2 jest zwarty i przewodzi prąd, jak pokazują rysunku 7a, 7b, to wtedy napięcia na wszystkich uzwojeniach są równe napięciu baterii (w idealnym przypadku, pomijając straty). Napięcie na rozwartym kluczu jest dokładnie dwa razy większe od napięcia baterii.

Jeżeli przykładowo napięcie baterii (zasilające) wynosiłoby 20V, to na kolektorze/drenie zatkanego tranzystora występowałoby wtedy napięcie 40V, jak pokazuje **rysunek 12a**. W takiej przetwornicy trzeba zastosować tranzystory (MOSFET-y) o katalogowym napięciu U_{DS} co najmniej 40V. Z pewnych względów należy zastosować MOSFET-y o napięciu U_{DS} wyższym, na razie przyjmijmy, że 50V.

Rys. 11



Jak mówiliśmy, takie tranzystory będą mieć napięcie przebicia wbudowanej „diody Zenera” około 1,2 razy większe od katalogowego napiecia U_{DS}, czyli w tym przypadku mniej więcej 60V. Wobec tego w teoretycznej sytuacji z rysunku 10 maksymalne napięcie na drenie T2 wyniesie właśnie około 60V, bo przy takim napięciu popłynąłby prąd przez zatkany T2. Ilustruje **to rysunek 12b**.

Rysunek 11 wskazuje, że nie powinno do tego dojść, ponieważ obecność zatkanego T1 zapewni przepływ prądu magnesowania przez uzwojenie N1. Wtedy uzwojenie N1 stanie się źródłem energii, ale żeby przez nie popłynął prąd podładowujący 20-woltową baterię, musi ono wytworzyć napięcie samoindukcji tylko o około 0,7 wolta wyższe, jak pokazuje **rysunek 12c**. Jak widać, na drenie zatkanego tranzystora T2 wystąpi wtedy napięcie 40,7V – za małe, żeby przebić „diodę Zenera”. Prąd magnesowania popłynie tylko przez uzwojenie N1.

Utrwalmy wiadomości: w przerwach między impulsami, po przerwaniu prądu w jednym z tranzystorów, indukcyjność transformatora szuka drogi dla dalszego przepływu prądu magnesowania, w uzwojeniach indukowane są napięcia o biegunowości przeciwnej niż podczas impulsu. Jeżeli prąd magnesowanie nie może popłynąć w uzwojeniu wtórnym, to zgodnie z rysunkiem 12c, w układzie *push-pull* w przerwach na uzwojeniach pojawią się napięcia o amplitudzie tylko o około 0,7 wolta większej, czyli praktycznie takiej samej, jak podczas normalnej pracy (rysunek 12a).

W następnym odcinku omówimy bliżej konsekwencje takiego zachowania.

Piotr Górecki

R E K L A M A

AVT5680 BBair - precyzyjny, mobilny sensor jakości powietrza.

- pomiary zawartości pyłów PM10, PM2.5 oraz PM1, wilgotności i temperatury powietrza,
- informacja o jakości powietrza według medycznych kryteriów Międzynarodowej Organizacji Zdrowia (WHO),
- bezprzewodowy – może być zasilany z 2 baterii AAA lub przez złącze micro USB
- Bluetooth – wygodny, zdalny odczyt zmierzonych wielkości na telefonie komórkowym lub tablecie
- wieczny – możliwość łatwej wymiany sensora zapylenia na nowy
- wymiary: 88x54x30 mm, masa 70g

Zestaw zlutowany, gotowy do współpracy z dowolnym smartfonem z systemem Android od wersji 4.4.2 i wgraną bezpłatną aplikacją BBair. Smartfon nie wchodzi w skład zestawu.

Czujnik powietrza przyda się w codziennym funkcjonowaniu, zwłaszcza w zatłoczonym, zakurzonym środowisku miejskim.

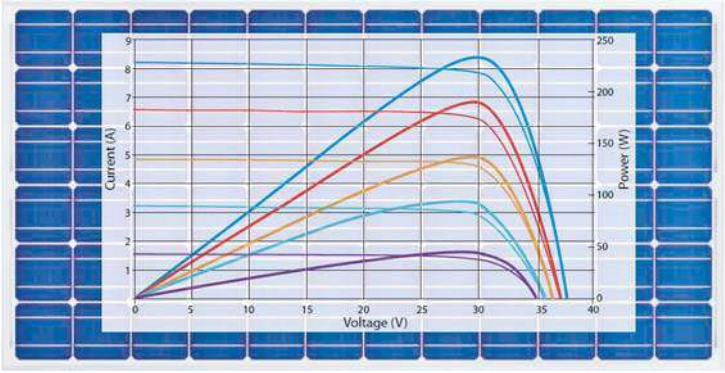
AVT5680
250zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

eprasa.pl 1e6350aa7d

MPPT

część 1



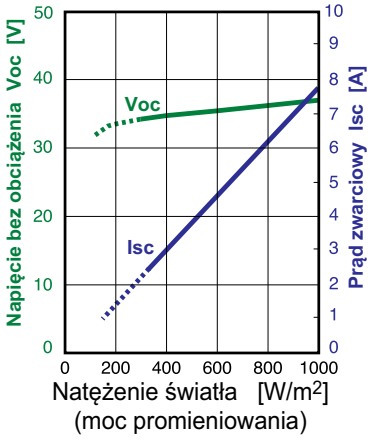
W EdW 4/2019 w *Skrzynce porad* przedstawione były elementarne informacje na temat ***MPPT*** (*Maximum Power Point Tracking*), czyli śledzenia punktu mocy maksymalnej, wytwarzanej przez panel słoneczny, fotowoltaiczny.

Podstawowa zasada jest jasna: ***aby z konkretnego ogniwa w zmieniających się warunkach pracy uzyskać największą możliwą moc wyjściową, trzeba na bieżąco zmieniać optymalną rezystancję obciążenia***. W praktyce panel słoneczny współpracuje z jakąś przetwornicą impulsową i zmiana rezystancji polega na zmianie poboru prądu przez zmianę współczynnika wypełnienia impulsów sterujących przetwornicy.

Idea jest prosta, ale w grę wchodzi szereg czynników. W sumie zagadnienie jest skomplikowane i trudne. Spróbujmy je stopniowo przybliżyć.

Panel fotowoltaiczny

Do zrozumienia sensu, potrzeby i specyfiki MPPT niezbędny jest ważny szczegół, który w uproszczeniu brzmi tak: oświetlona światłem ***fotodioda (fotoogniwo) przede wszystkim jest źródłem prądowym, a nie źródłem napięciowym***. Niedoskonałym źródłem prądowym o specyficznych właściwościach. Takiego wniosku nie powinny zmienić zamieszczane w katalogach charakterystyki, jak na **rysunku 1**, pokazujące zależność napięcia i prądu od natężenia promieniowania (natężenia światła słonecznego). Mogą one wprowadzać w błąd, ponieważ charakterystyka dotycząca napięcia (kolor zielony) przebiega płasko. Atoświadczyłoby, żenapięcie wytwarzane przez panel niewiele zależy od natężenia oświetlenia i sugeruje, że mamy do czynienia ze źródłem energii o niemal niezmiennym napięciu (a takie właściwości mają źródła *napięciowe*).



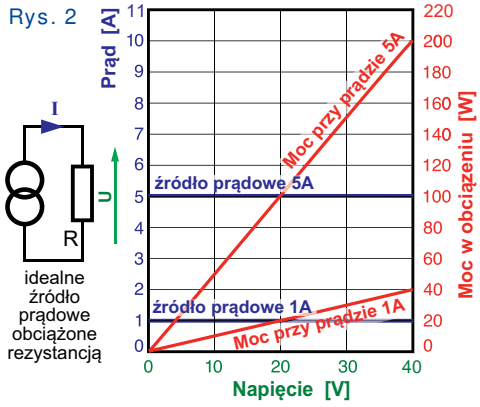
Rys. 1

Natomiast liniowo rosnąca linia dotycząca prądu pokazuje, że wydajność prądowa jest wprost proporcjonalna do natężenia oświetlenia, co wydaje się oczywiste. Tak, ale ***panel słoneczny nie jest źródłem napięciowym, tylko źródłem prądowym o wydajności proporcjonalnej do natężenia oświetlenia***.

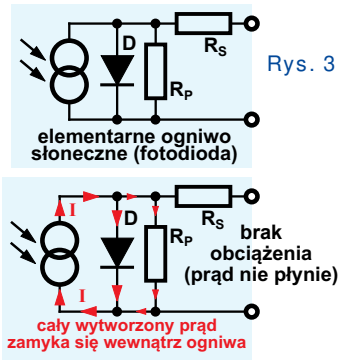
Charakterystyki jak na rysunku 1 mogą być mylące dlatego, że dotyczą nierealnych sytuacji. Mianowicie napięcie wytworzone przez ogniwo jest mierzone bez obciążenia (V_{OC} – *open circuit*), a prąd – odwrotnie: w warunkach zwarcia (I_{SC} – *short circuit*), gdy między zaciski wyjściowe panelu włączony jest tylko amperomierz.

W rzeczywistych warunkach panel jest obciążony jakąś znaczącą rezystancją i w grę wchodzą trzy główne czynniki:
- natężenie światła,
- wytworzone napięcie,
- płynący prąd.

Jeżeli mielibyśmy idealne źródło prądowe o jakiejś wydajności I, to napięcie na tym idealnym źródle byłoby liniowo zależne od... rezystancji obciążenia: U = I * R. Na **rysunku 2** masz charakterystyki dwóch źródeł prądowych, o wydajności 1 ampera i 5 amperów. Co ważne, ale nieintuicyjne, moc byłaby wprost proporcjonalna do rezystancji: czym wyższa rezystancja, tym wyższe napięcie, a więc i większa moc P = U * I, pobierana ze źródła prądowego i wydzielana/wykorzystywana w obciążeniu.



Rys. 2

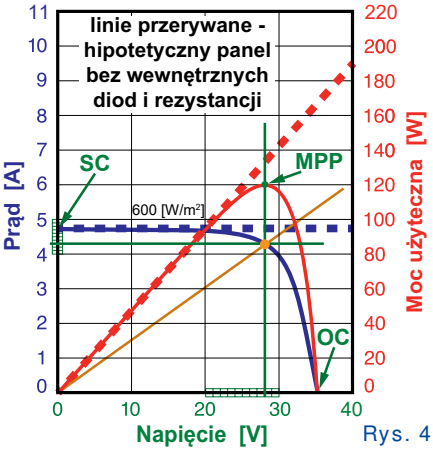


Rys. 3

Panel słoneczny nie jest idealnym źródłem prądowym. **Rysunek 3a** pokazuje schemat zastępczy pojedynczego ogniwa fotowoltaicznego. Jest to po prostu duża fotodioda krzemowa. Ona wprawdzie wytwarza napięcie, ale tak naprawdę jej możliwości „wytwórcze" są reprezentowane przez źródło prądowe, którego wydajność jest wprost proporcjonalna do natężenia (mocy) promieniowania świetlnego.

Ale dodatkowo zawiera ona niepożądane rezystancje wewnętrzne R_P, R_S. Niepożądane, bo prąd, płynąc przez te rezystancje, będzie powodował wydzielanie mocy strat w postaci ciepła. Poważnym ograniczeniem jest obecność złącza p-n – diody polaryzowanej w kierunku przewodzenia. W idealnym źródle prądowym (rysunek 2) napięcie może dowolnie rosnąć ze wzrostem rezystancji obciążenia, a w pojedynczej fotodiodzie, jeśli tylko napięcie przekroczy 0,5V, to przez złącze – diodę krzemową zacznie płynąć prąd. Złącze to uniemożliwi wzrost napięcia, bo wytworzony fotoprąd zamknie się i „zmarnuje" wewnątrz fotodiody – **rysunek 3b**. Dlatego w praktyce z jednego ogniwa – fotodiody możemy uzyskać napięcie tylko 0,5...0,6V. A panel słoneczny zawsze jest szeregowym połączeniem kilku do kilkudziesięciu elementarnych ogniw – fotodiod.

eprasa.pl 1e6350aa7d



Rys. 4

Przy danej mocy promieniowania świetlnego źródło prądowe wytworzy jakiś prąd, a napięcie zależne będzie zarówno od rezystancji obciążenia, ale też od wewnętrznej diody i wewnętrznych szkodliwych rezystancji. Jeśli chcemy z fotodiody „wyciągnąć" największą możliwą moc użyteczną, to musimy dobrać obciążenie tak, żeby jak najmniej mocy marnowało się w wewnętrznej diodzie i wewnętrznych rezystancjach.

Kluczem do MPPT jest właściwe zrozumienie sensu specyficznych charakterystyk paneli fotowoltaicznych. Przykład z **rysunku 4** dotyczy jakiegoś dużego panelu i jednej konkretnej wartości natężenia światła (600W/m^2). Na osi poziomej mamy napięcie. Krzywa fioletowa pokazuje zależność prądu od napięcia, a krzywa czerwona – zależność użytecznej mocy wyjściowej od napięcia przy danym natężeniu promieniowania.

Dla mniej zaawansowanych niejasne może być to, dlaczego na osi poziomej mamy zakres napięcia od zera, jeżeli z rysunku 1 wynika, że napięcie ogniwa zmienia się niewiele i niezależnie od mocy promieniowania powinno być wyższe niż 30V?

Owszem, będzie wyższe od 30V, ale bez obciążenia! Natomiast pod obciążeniem będzie spadać, ponieważ ogniwo słoneczne jest źródłem prądowym, a nie napięciowym. Panel słoneczny jest źródłem prądowym, więc zwiększanie rezystancji też powinno powodować proporcjonalny wzrost mocy. Ale rezystancja obciążenia i napięcie nie mogą dowolnie rosnąć. Przy zbyt dużej wartości dołączonej rezystancji obciążenia, napięcie na obciążeniu zbliża się do granicy z rysunku 1, a prąd maleje do zera. A jeżeli do zera maleje prąd I, to maleje też moc użyteczna P = U * I.

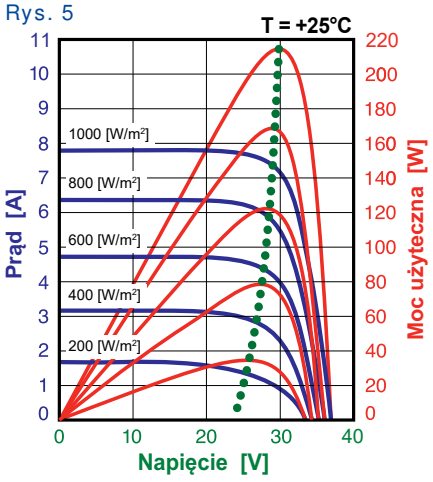
Wracamy do rysunku 4. Gdyby w ogniwach nie było ani złączy – diod, ani szkodliwych rezystancji, to charakterystyki przebiegałyby, jak pokazują linie przerywane, dokładnie jak na rysunku 2. Obecność wewnętrznych rezystancji powoduje, że przy mniejszych napięciach (fioletowa) charakterystyka prądowa nieco opada, a obecność złączy nie pozwala na wzrost napięcia powyżej około 35V – punkt oznaczony OC (*open circuit*) to przypadek bez obciążenia zewnętrznego, gdy według rysunku 3b cały wytworzony fotoprąd „marnuje się" wewnątrz panelu. Z kolei punkt SC (*short circuit*) to stan zwarcia panelu: prąd jest maksymalny, ale napięcie wyjściowe jest równe zeru. Punkt MPP to oczywiście punkt mocy maksymalnej dla jakiegoś danego natężenia światła.

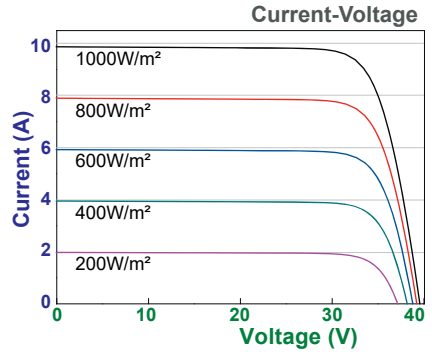
Dla punktu SC rezystancja obciążenia to zero omów, dla punktu OC – rezystancja obciążenia jest nieskończenie wielka, a nas interesuje rezystancja obciążenia (a konkretnie wartości napięcia i prądu) dla punktu mocy maksymalnej MPP. Dla przykładu z rysunku 4 można ją łatwo obliczyć. MPP to zasadniczo najwyższy punkt czerwonej charakterystyki mocy, zaznaczony zielonym punktem (120 watów). Ale na fioletowej charakterystyce I/U odpowiada to punktowi pomarańczowemu, czyli napięciu 28V i prądowi 4,3A (28V * 4,3A = 120W).

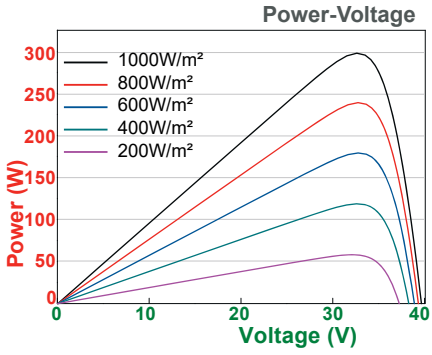
Dzieląc napięcie na ogniwie przez prąd (28V / 4,3A = 6,51Ω), otrzymamy optymalną rezystancję obciążenia dla tego konkretnego punktu MPP około 6,5 oma. Na rysunku 4 rezystancję tę (a ściślej jej odwrotność, konduktancję G = I/U) reprezentuje tu nachylenie brązowej prostej.

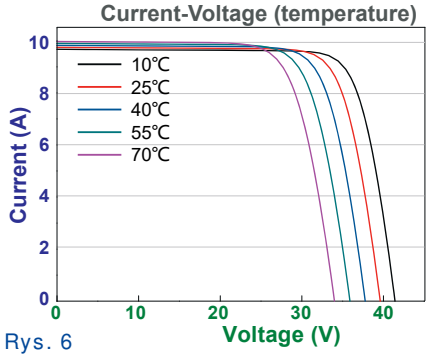
Niestety, problem w tym, że punkt maksymalnej mocy MPP nie jest stały. Przede wszystkim zależy od natężenia promieniowania. **Rysunek 5** pokazuje pełniejsze charakterystyki ogniwa z rysunku 4 przy natężeniu promieniowania 200, 400, 600, 800 i 1000W/m^2, reprezentowane przez pary krzywych.

Rys. 5









Rys. 6

Zielone kropki to punkty mocy maksymalnej MPP przy różnych wartościach natężenia światła. Dla każdego z nich oddzielnie można byłoby wyznaczyć prąd i napięcie oraz wynikającą stąd optymalną rezystancję obciążenia. Nie ulega wątpliwości, że dla różnej mocy promieniowania ta optymalna rezystancja jest inna.

Co gorsza, charakterystyki i punkty mocy maksymalnej zależą też od temperatury, co pokazuje **rysunek 6**, dotyczący jakiegoś konkretnego panelu. Charakterystyki prądu i mocy są tu przedstawione oddzielnie, a dolna rodzina krzywych wskazuje na znaczącą zależność parametrów od temperatury. Nie jest to dobra wiadomość!

Jak na razie rozumiemy sens charakterystyk i punktu MPP danego panelu solarnego, ale ze względu na nieuchronne zmiany punktu MPP nie widzimy sposobu, by „wyciągnąć" z panelu całą aktualne dostępną moc. Będziemy o tym mówić w dalszej części cyklu.

Piotr Górecki

eprasa.pl 1e6350aa7d

Szkoła Konstruktorów

W Szkole Konstruktorów może wziąć udział każdy Czytelnik EdW, także i Ty!

Możesz zostać stałym uczestnikiem Szkoły, ale możesz tylko jednorazowo nadesłać pojedyncze rozwiązanie jednego zadania, które Cię najbardziej zainteresowało. Nie trzeba się zapisywać, nie ma żadnych zobowiązań – można tylko zyskać. Co miesiąc przydzielane są punkty, upominki, nagrody i kupony do Sklepu AVT, a raz na rok najaktywniejsi uczestnicy Szkoły Konstruktorów są nagradzani dodatkowo. W każdym numerze zamieszczane są zadania trzech klas (*Zadanie główne*, *Co tu nie gra?* oraz *Policz*).

W terminie dwóch miesięcy możesz więc nadesłać e-mailem na adres: ***szkola@elportal.pl*** (*szkol**a***, a nie *szkoł**a***), rozwiązanie jednego, dwóch albo wszystkich trzech zadań Szkoły z danego numeru.

Potwierdzam otrzymanie rozwiązań, nadsyłanych e-mailem. Jeśli w terminie dwóch tygodni nie otrzymasz mojego potwierdzenia, prześlij rozwiązanie jeszcze raz (o przyczynach ewentualnych kłopotów przeczytasz na początku rubryki *Poczta* na stronie 10).

Bardzo proszę: dla ułatwienia segregacji niech tytuł Twojego e-maila (i nazwa każdego ewentualnego załącznika), oprócz ***nazwy konkursu*** oraz ***numeru zadania***, zawiera też ***Twoje nazwisko*** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko285Kowalski, Policz285Zielinski, NieGra285Malinowski, Jak11Krzyzanowski*. Chodzi o to, żeby w tytule e-maila i w nazwach wszystkich załączników była zarówno informacja o zadaniu, jak i o Autorze. Bardzo też proszę, żeby jeden Twój e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co znacznie mi ułatwi segregowanie poczty.

Do wysyłki nagród i upominków potrzebny jest Twój adres pocztowy. Oszczędzisz mi sporo niepotrzebnej pracy, jeśli podasz go w jednej linii: ***Imię Nazwisko ulica nr domu kod pocztowy Miejscowość e-mail***

Jeśli na łamach czasopisma nie chcesz ujawniać imienia i nazwiska – napisz, a zachowam dyskrecję, podając albo pseudonim, albo imię i pierwszą literę nazwiska, ewentualnie miejscowość zamieszkania. Jeśli nadeślesz rozwiązanie zadania głównego, możesz dołączyć swoją fotografię (portret), która będzie zamieszczona przy rozwiązaniu zadania. Zachęcam też do podawania ***roku urodzenia, a w przypadku uczniów i studentów także informacji o szkole/klasie lub uczelni***. Jest to pomocne przy opracowywaniu i ocenie rozwiązań (Twoje dane nie są nigdzie przekazywane, tylko wykorzystywane w redakcji EdW wyłącznie w związku z oceną prac i przydzielanymi nagrodami).

Najbardziej cieszę się z krótkich i zwięzłych rozwiązań, bo to ułatwia ich opracowanie. Ale jeżeli Twoje rozwiązanie będzie obszerniejsze, mam prośbę dotyczącą kwestii technicznych: Nie umieszczaj ilustracji w tekście! Wszystkie ilustracje (fotografie i rysunki) prześlij w e-mailu jako oddzielne pliki – załączniki. Bardzo proszę też o przysyłanie schematów, projektów płytek i wszelkich innych rysunków w popularnych formatach, na przykład PDF, SVG, JPG, GIF czy PNG, i to także wtedy, gdy przysyłasz oryginalny, źródłowy plik z danego programu projektowego (.sch, .pcb, .brd, .ddb, itp.).

Jeżeli w ramach zadania głównego zrealizujesz rozwiązanie praktyczne, czyli zbudujesz konkretny układ-model, mam następujące wskazówki i prośby:

Nie przysyłaj modelu do redakcji! Nie ma też potrzeby nadsyłania papierowych wydruków, płyty CD/DVD, ani modelu – całkowicie wystarczą załączone do e-maila pliki i fotografie zrobione przez Ciebie.

Przygotowując opis **skorzystaj z szablonu** dostępnego pod adresem: ***www.elportal.pl/szablon***.

Więcej wskazówek na temat przygotowania materiałów i prawidłowego fotografowania modeli znajdziesz w Elportalu na stronie: ***https://elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/***.

Twoje praktyczne rozwiązanie głównego zadania Szkoły może być później opublikowane jako artykuł w EdW, za który otrzymasz honorarium. Dlatego w treści e-maila umieść wtedy tekst: *Oświadczam, że materiał, który przesyłam w tym e-mailu do redakcji „Elektroniki dla Wszystkich", jest moim osobistym opracowaniem i nie był wcześniej nigdzie publikowany*.

eprasa.pl 1e6350aa7d

Zadanie główne 285

Temat jest jak najbardziej z życia wzięty i coraz bardziej aktualny. Podstawą zadania jest nadesłany niedawno e-mail, którego krótki fragment jest też zacytowany w tym numerze czasopisma w rubryce Poczta:

Od czasu do czasu zaglądam do szkolnej biblioteki, by poczytać coś ciekawego z zakresu elektroniki.

Przy wymianie baterii w mojej domowej stacji pogodowej wpadł mi do głowy pomysł, by zamiast 2 baterii po 1,5V, zasilić ją jednym akumulatorkiem 1,2V oraz przetwornicą podwyższającą napięcie z 1,2V do 3V. (...) Ponieważ zdarza się, że jedna bateria jest już wyczerpana, a druga nie, sensownie byłoby zrobić zasilanie z jednego ogniwa, a najlepiej akumulatorka. W poprzednich wydaniach EdW dość dużo i ciekawie opisywana była przetwornica Royera (ZVS), lecz na ogół były one budowane na dużo wyższe napięcia. Nie wiem, czy temat przetwornic na tak niskie napięcie był już poruszany, ale zacząłem budować swoją przetwornicę z ZVS zasilaną 1,2V. Najważniejszym kryterium była oczywiście sprawność urządzenia tak, by nie trzeba było często ładować akumulatorka. Do konstruowania zastosowałem darmowy LTSpice. Po kilku próbach przypomniałem sobie, że są małe przetwornice umożliwiające zaświecenie diody LED z 1 baterii 1,5V.

Po pewnych modyfikacjach udało mi się skonstruować schemat spełniający wymagania. Schemat oparty jest na 1 tranzystorze, a sprawność układu sięgała do 85%. Nie udało mi się zmontować układu z przetwornicą ZVS, ponieważ nie były one aż tak sprawne. Być może nie mam takiej wiedzy, by skonstruować taki układ. Jeśli mogliby Państwo rozwinąć ten temat, byłbym wdzięczny.

Być może do budowy takiej przetwornicy można by zastosować układ scalony wykorzystywany w małych, tanich lampkach ogrodowych (w sklepach sprzedawane są po ok. 3zł) , które są ładowane z baterii fotowoltaicznych. Załączam schemat mojej przetwornicy.

Pozdrawiam

Wojciech

Wprawdzie podobne zadania w naszej Szkole już były, jednak rozwój elektroniki idzie w tym kierunku, że mamy coraz więcej urządzeń mobilnych, zasilanych niskim napięciem. Chociaż w sprzęcie mobilnym dominują akumulatory litowe o napięciu nominalnym 3,7V, jednak mnóstwo urządzeń może być i jest zasilane z pojedynczej baterii 1,5V albo akumulatorka 1,2V. Oto temat zadania 285:

Zaproponuj sposób zasilania lub układ zasilany z pojedynczego akumulatora 1,2V.

Zakres zadania jest szeroki: można zaproponować układ / urządzenie, zasilane niskim napięciem albo tylko obwody zasilające – przetwornicę.

Uwaga!
Każdy Autor, nadsyłając rozwiązanie zadania głównego, może dołączyć też swoją fotografię (portret). Fotografia zostanie opublikowana w artykule, omawiającym nadesłane rozwiązania.

Przyjmijmy, że ***proponowany układ albo przetwornica musi zacząć pracę przy napięciu 1,1V i potem prawidłowo pracować podczas wyładowywania baterii do napięcia 0,9V***. Pozwoli to w pełni wykorzystać i jednorazowe baterie 1,5V, i akumulatorki 1,2V. Ten warunek eliminuje rozwiązania z akumulatorami litrowymi 3,7V, ponieważ to jest odrębny, szeroki temat.

Bardzo zależy mi na propozycjach praktycznych – sprawdzonych. Dlatego proszę również o informacje na temat wykorzystania gotowych fabrycznych modułów takich niskowoltowych przetwornic. Czekam też na propozycje teoretyczne. Autor propozycji w załączniku przysłał schemat – może teraz wziąć udział w tym zadaniu.

Zachęcam do aktywności!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

Autorzy propozycji zadań, które zostaną wykorzystane w Szkole, otrzymują jako nagrodę kupon 100zł na zakupy w sklepie AVT:
www.sklep.avt.pl.
Koszty przesyłki pokrywa AVT.
Dobra propozycja nie powinna być ani zbyt trudna, ani zbyt ogólna, ani zbyt wąsko ukierunkowana.
Dobre zadanie Szkoły powinno mieć na tyle szeroki zakres, żeby mogli w nim wziąć udział zarówno doświadczeni elektronicy, jak i początkujący, w tym najmłodsi.
Zachęcam do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA!

Zachęcamy także Ciebie, drogi Czytelniku, żebyś w ramach działu

„Wokół Arduino”

opublikował swoją realizację projektu lub artykułu związanego z platformą Arduino.

Chętnie zaprezentujemy na łamach EdW Twój własny projekt albo Twoją realizację projektu z Internetu, wykorzystującego dowolne moduły lub moduły rozszerzeń Arduino, a także wartościowe artykuły, pokazujące rozmaite aspekty korzystania z tej interesującej platformy.
Bliższe informacje: *www.elportal.pl/arduino*, a w razie pytań i wątpliwości śmiało pisz: *edw@elportal.pl*

eprasa.pl 1e6350aa7d

Rozwiązanie zadania głównego 280

Temat czerwcowego zadania 280 brzmiał: ***Zaproponuj wykorzystanie dowolnego gotowego, fabrycznego modułu albo lepiej kilku modułów***.

Temat zadania był interesujący, a jeszcze bardziej nadesłane rozwiązania. Oto przegląd nadesłanych prac.

Wojciech Goliszewski ze Szczecina zaczął tak: *Jestem czytelnikiem EdW w ramach klubu AVT, więc otrzymuję pismo z 2-miesięcznym poślizgiem, w związku z tym nie wiem, czy zdążyłem na czas.*

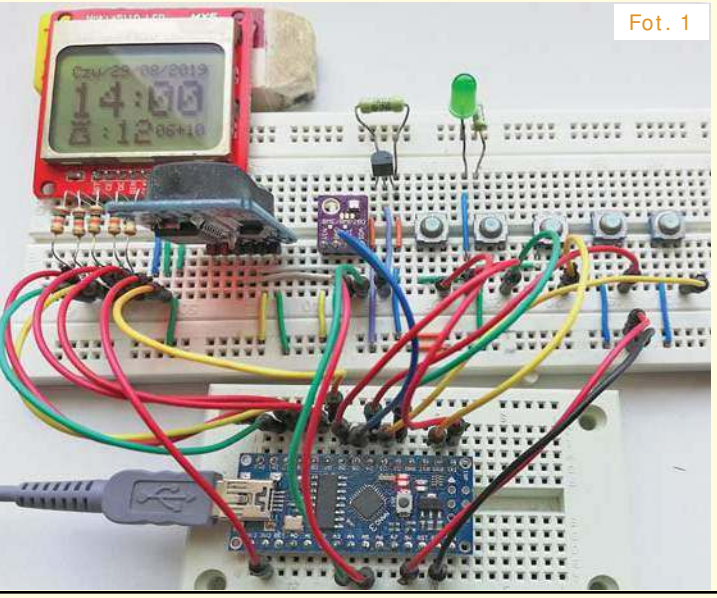
Na przełomie 2018/19 opracowałem projekt pt. ***Smartwatch***. *Składa się on z modułów Arduino NANO 3, RTC DS3231, BME/BMP280 i wyświetlacza LCD Nokia 5110. Projekt powstawał stopniowo i program też. Układ jest zmontowany i na razie działa na płytkach stykowych (2). Obsługuje się smartwatcha 4 przyciskami, piątym zał./wył. oświetlenie LCD. Projekt jest rozwijany, ale po kompilacji mam informację o „niskim poziomie dostępnej pamięci ....", szkic zajmuje 83% pamięci programu, 30720 bajtów, trzeba więc popracować nad programem. Na zdjęciach, widać jakie dostarcza informacje. Na ekranie startowym Zegar (...) Z prawej strony małe cyferki 06+10 to czas ustawionego budzenia. Czas budzika ustawia się przyciskami (...) w czterech kolejnych ekranach (...) Ustawienie na pozycję 00+00 wyłącza budzik. Funkcję budzika ma pełnić wibrator (zamówiony). W lewym dolnym rogu moje Logo, grafika literek W nad G od imienia i nazwiska. Następny ekran to Pogoda z danymi: ciśnienia, temperatury, wilgotności lub punktu rosy. Ekran z ALTITUDE = m 10.10 pokazuje obliczoną wysokość w stosunku do ciśnienia bazowego miejsca, Cb= ustawianego przyciskiem. (...) Wstępne przymiarki wskazują, że projekt smartwatcha da się umieścić na jednej lub dwóch płytkach (jedna nad drugą) rozmiaru 43×46mm wymiar LCD, nawet na nadgarstek ręki.*

Autor w drugim e-mailu napisał: *(...) nie dołączyłem schematu smartwatcha ponieważ go nie mam. (...) Schemat mogę wykonać tylko ręcznie, ponieważ trudno go narysować np. w EAGLE, bo w bibliotekach nie ma żadnego z używanych modułów i to jest oczywiste. Tworzenie samemu elementów biblioteki to jest MASAKRA. Nie wspomniałem również o zasilaniu. Podczas projektowania, programowania korzystałem z portu USB. Testowałem zasilanie z dwóch baterii LiPo 3,7V 800 mAh, wymiarami są mniejsze od LCD. (...) Smartwatch pracował też na bateriach od aparatów słuchowych 4×1,45V typ 675. W programie korzystałem z bibliotek modułów (...) program jest mojego autorstwa.*

Na **fotografiach 1**, **2** pokazany jest model. Autorowi przydzielam punkty i kupon. A gdy układ powstanie w wersji finalnej, chętnie przedstawimy go w EdW.

Fot. 3

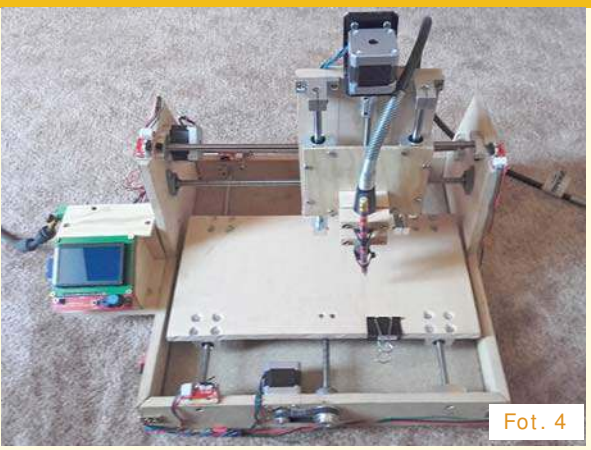
Radosław Smalec z Zabrza napisał: *Szanowna Redakcjo! Moim rozwiązaniem zadania jest frezarka CNC o polu roboczym około 150 × 150mm do frezowania płytek PCB, sklejki, pleksi i innych miękkich materiałów. Działa na zmodyfikowanym oprogramowaniu open source do drukarek 3D – Marlin CNC. Pliki wygenerowane w G code przenoszone są do maszyny na karcie SD, a wybór pliku i różnych ustawień wybierane jest na ekranie LCD za pomocą enkodera z przyciskiem. Rama, stół oraz podstawa wykonane są ze sklejki 12 mm, miejscami 4 mm skręconej na kątownikach wkrętami do drewna. (...) Silniki to kopie popularnych w drukarkach 3D silników Nema17, poruszają one osiami drukarki przez przekładnie 1:2 (...) [jak] wpłynąć na dokładność, na której mi bardziej zależało niż na szybkości (...) pracuje miniszlifierka z wałkiem giętkim (...) Jednocześnie zamontowany mam ołówek, żeby przy pierwszym przejeździe móc sprawdzić na kartce, czy wymiary są zachowane. (...) Tytułowe moduły są wykorzystane jak moduły sterujące. Bazą jest Arduino Mega wraz z nakładką Ramps, pozwalającą podłączyć sterowniki silników krokowych, krańcówki mechaniczne (po 2 na każdą oś) i wspomniany ekran LCD. Jako zasilacz pracuje zasilacz do konsoli Xbox, który udało mi się szczęśliwie dostać na złomie za 20 zł. Frezarka wymaga jeszcze dopracowania i ulepszeń, ale obecna forma daje już sporo radości i pozwoliła mi się wiele nauczyć o mechanice, która wśród elektroników bywa traktowana po maco-*



Fot. 1

Rys. 2

eprasa.pl 1e6350aa7d


Fot. 4

szemu. Dla tych, którzy są ciekawi kosztu takiego projektu – to co możliwe kupowałem używane bądź ze złomu i myślę że całość zamknęła się w 800 zł. Pozdrawiam

Model pokazany jest na **fotografiach 3** i **4**. Chętnie zamieściłbym opis projektu, może nawet jako projekt okładkowy i to pomimo niedoskonałości, o których wspomniał Autor. Czekam na komplet materiałów do publikacji!

Radosław Rongers z Warszawy zaczął tak: *Dzień dobry. Na wstępie proszę o nieprzydzielanie mi żadnych punktów ani kuponów. Jako rozwiązanie (...) stacja pogodowa. W urządzeniu wykorzystałem kilka gotowych modułów: Moduł czujnika temperatury/wilgotności/ciśnienia BME280, moduł WiFi Atnel WiFi232, Moduł radiowy NRF24L01, zasilacz sieciowy 3,3V również jest tu w postaci modułu IRM-02-3.3. Urządzenie powstało w kilku wersjach.*

1. Pierwotnie była to mała stacja pogodowa do powieszenia na ścianie, zasilana z zewnętrznego zasilacza. Wykorzystałem w niej mikrokontroler ATmega328, dwa moduły BME280 (...) Jest też w niej moduł WiFi, który miał służyć do pobierania z Internetu dodatkowych informacji, np. prognoza pogody, jednak zabrakło mi pamięci w mikrokontrolerze, dlatego moduł WiFi na chwilę obecną służy jedynie do synchronizacji czasu z NTP. Stacja ma wydrukowaną obudowę na drukarce 3D(...)

2. Drugą wersją była stacja z mikrokontrolerem ATmega1284 (...) projekt porzuciłem.

3. Kolejna wersja tak samo wykorzystuje ATmegę1284 (...) moduł radiowy NRF24L01, który docelowo ma służyć do komunikacji z czujnikiem zewnętrznym zasilanym bateryjnie, jeszcze go nie zrobiłem (...) ale sprawa jest otwarta (...) w załączniku zdjęcie (...)

4. Jako ostatnia powstała wersja miniaturowa, w której zastosowałem moduł wyświetlacza OLED 0,96". Płytka samej stacji ma identyczne wymiary jak płytka modułu wyświetlacza (...) Urządzenie jest zasilane baterią CR2032 (...) Urządzenie wychodzi z uśpienia po wciśnięciu przycisku i można wtedy wyświetlić kolejne wartości i wykresy, a następnie po 30 sekundach od ostatniego wciśnięcia przycisku wchodzi ponownie w stan uśpienia. (...)

Chciałbym też pokazać najnowszą wersję mojego komputera rowerowego, który był przedstawiany w EdW 5/2015. Aktualna wersja pozbawiona jest szeregu wad pierwotnej wersji, w tym dwóch największych.

1. Urządzenie ma obudowę chroniącą przed warunkami atmosferycznymi, która sprawdza się również w czasie silnego deszczu. 2. Komputer składa się tylko z dwóch modułów, które komunikują się bezprzewodowo, dzięki czemu całość jest znacznie łatwiejsza w montażu. Nie ma potrzeby wiercenia otworów w kierownicy, bo zastosowałem włącznik zespolony do montażu na kierownicy. Krótka prezentacja: https://youtu.be/9J8kSi9zIu4 W urządzeniu wykorzystałem moduły BT, więc również spełnia kryteria tego zadania (...)Pozdrawiam

Wersje 1, 3 stacji pogodowej pokazuje **fotografa 5**, wersję 4 – **fotografia 6**, a **fotografia 7** przedstawia komputerek rowerowy. Prezentowany powyżej opis celowo został bardzo skrócony dlatego, że chciałbym przedstawić szerzej, w oddzielnym artykule zarówno proces powstawania, opis pomysłów, problemów, wyborów i decyzji, jak też zrealizowane rozwiązania. Zapowiada się bardzo pouczający, interesujący materiał, o ile Autor rozszerzy opis, by pokazać nam ścieżkę swoich kolejnych rozwiązań.

Fot. 5

INTERFEJS TOTALNY

Gdy zastanawiamy się nad naturą i historią interfejsu, możemy w pewnym momencie poczuć się trochę jak molierowski Pan Jourdain, bohater sztuki „Mieszczanin szlachcicem", który ze zdziwieniem odkrywa, że mówi prozą. Podobnie interfejs – okazuje się, że właściwie towarzyszy ludziom od zawsze, bo jego formą jest np. mowa, służąca przecież właśnie do kontaktowania się z jakąś inną rzeczywistością niż my sami, czyli z drugim człowiekiem, ewentualnie ze zwierzęciem. Co prawda maszyn, komputerów i robotów kiedyś nie było, ale marzenie o czymś na ich kształt też obecne jest w kulturze od wieków, a nawet i znacznie dłużej. Podążając za tym marzeniem, wreszcie je od kilku dekad urzeczywistniamy i to w sposób coraz bardziej radykalny. W końcu gdy na łamach pisma zajmującego się poważnie nauką, takiego jak „Młody Technik", co rusz wracamy do pomysłów np. łączenia ludzkich mózgów z cyfrowym sprzętem, i to w kontekście coraz bardziej zaawansowanych rozwiązań, to znaczy, że granice fundamentalnego przekroczenia ludzkiego wymiaru naszej ziemskiej egzystencji są już na horyzoncie. Czy uda się żyć z maszyną w atmosferze zrozumienia? A może nawet czeka nas coś znacznie więcej?

Nowy numer już w sprzedaży
www.ulubionykiosk.pl
Koniecznie odwiedź mobilny serwis na smartfony i tablety MT NEWS 24/7:
m.mlodytechnik.pl

REKLAMA

eprasa.pl 1e6350aa7d

Paweł Hoffmann z Wrocławia napisał: *(...) Dawno nie przesyłałem żadnego rozwiązania Szkoły Konstruktów, ale za to dwa okładkowe artykuły w tym roku trochę to rekompensują. Natomiast do zadania numer 280 chciałbym coś zaprezentować. Temat dotyczył modułów. Mam urządzenie całe poskładane z chińskich modułów. Jest to robot mobilny o napędzie gąsienicowym z unikalną zdolnością. Może on poruszać się normalnie również po przewróceniu do góry nogami. Gąsienice są najwyższym punktem konstrukcji. Cała elektronika, akumulator oraz silniki mieszczą się w ich profilu. Dzięki temu po przewróceniu odwrotnie nic się nie zmienia. (...) Sterowanie robotem, tzn. zmiana kierunku jazdy, skręcanie odbywa się jak w typowym pojeździe gąsienicowym, poprzez niezależną regulację prędkości lewej i prawej gąsienicy. (...) Cała konstrukcja nośna, koła napędowe i silniki to jeden zestaw (...) Kolejne są już typowo elektroniczne (...)Arduino Uno (...) mostki H dużej mocy, jest to shield dla Arduino (...)Robot nie jest autonomiczny, a zdalnie sterowany (...) ze smartfona za pośrednictwem Bluetooth. I tu mamy kolejny moduł: HC-05 jest to port szeregowy na Bluetooth. Kolejny moduł to płytka GY-521 z akcelerometrem MPU6050 (...) kolejny mały moduł to czterokanałowy translator poziomów logicznych(...) Ostatni moduł to płytka z diodami ze sterownikiem WS2811B (...) Źródło zasilania to pakiet modelarski 3S, czyli napięcie wyjściowe około 11–12V o pojemności 2500mAh (...) Po stronie telefonu do sterowania korzystam z bardzo ciekawej aplikacji RoboRemoFree (...) Robot nie jest jeszcze gotowy. Już jeździ, ale oprogramowanie trzeba dopracować i wszystko solidnie zamocować. Jak będzie skończony, to mogę przygotować pełny artykuł. Pozdrawiam.*

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice	92	**Krzysztof Kawa** Lubcza	44	**Marian Caruk** Lubań	17
Daniel Turbasa Kraków	88	**Paweł Hoffmann** Wrocław	51	**Roman Braumberger** Bytom	16
Łukasz Dachowski Cymbark	72	**Szymon Czepiel** Pisarzowice	43	**Łukasz Kojro** Gdańsk	15
Aleksander Bernaczek Magnuszowice	69	**Michał Pędzimąż** Stara Słupia	41	**Rafał Orodziński** Białystok	15
Szymon Trygar Szczecin	66	**Piotr Gajdosz** Grybów	41	**Marcin Malich** Wodzisław Śl.	13
Radosław Smalec Zabrze	64	**Maciej Zieliński** Kraków	33	**Paweł Sablik** Pisarzowice	13
Artur Bereit Barcin	60	**Adam Ples** Jaworzno	33	**Michał Stach** Kamionka	11
Robert Szolc Bytom	58	**Dawid Placha** Rdzawa	27	**Andrzej Adamczyk** Ostrowiec Św.	11
Krzysztof Smoliński Poznań	57	**Rafał Rówiak** Słaboszów	26	**Paweł** Mysłowice	10
Andrzej Herbut Siekierczyn	52	**Łukasz Nowak** Warszawa	21	**Leszek Galos** Oleśnica	8
Paweł Hoffmann Wrocław	51	**Tomasz Zaorski** Kalinówka	21	**Mateusz Raczyński** Warszawa	8
Adam Sobczyk Warszawa	50	**Jakub Gajda** Kraków	20	**Oskar Stępień** Wrocław	8
Sebastian Jarmosiewicz Motwica	50	**Marian Gabrowski** Polkowice	19	**Piotr Tatoń** Kęty	8
Łukasz Olszok Tarnowskie Góry	45	**Teodor Woźniak** Łódź	19	**Jacek Rączka** Połomia	7

Fot. 6

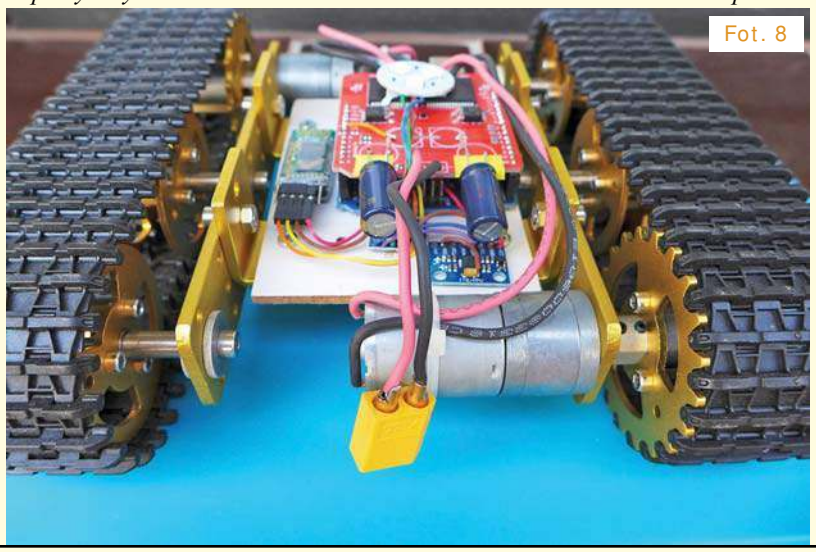
Fotografie 8 i 9 pokazują model. Oczywiście taki projekt jak najbardziej należy przedstawić, prawdopodobnie na okładce.

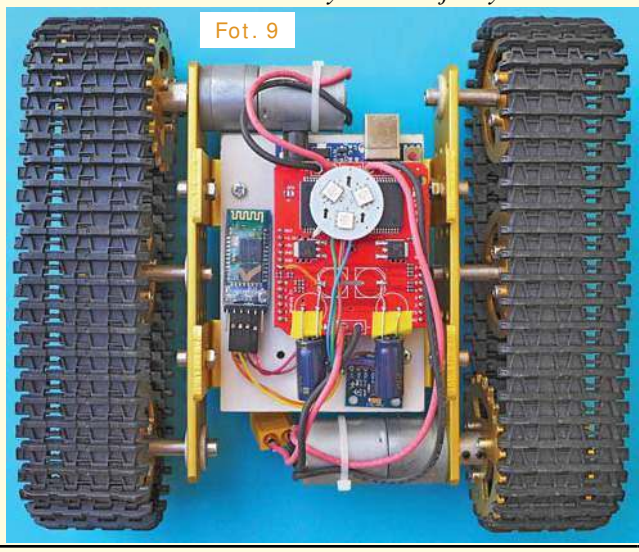
Fot. 7

Dawid Placha z Rdzawy napisał: *(...) Drodzy Czytelnicy, czy pamiętacie grę Snake na Nokii 3310? Wiele osób, w tym i ja, wciągnęło się na dobre – ale się grało! :-) Dlatego też w ramach zadania Szko280 postanowiłem zbudować przenośną konsolę z tą zręcznościówką. Ale w mojej konstrukcji nie znajdziecie przycisków. Grą steruje się za pomocą GESTÓW! Tak samo, jak w nowoczesnych limuzynach. Zgodnie z zadaniem gra zbudowana jest z modułów, a są to:*

- bateria Li-Ion z tabletu
- ładowarka aku z zabezpieczeniem
- przetwornica step-up 5V
- matryca 8×8 led WS2812
- moduł gestów „Gesturo”
- Arduino Pro Mini

Moduł gestów od Microchipa zawiera układ scalony MGC3130 z polem roboczym i taki moduł to koszt ok. 200PLN, a sam układ scalony to 10% tej ceny.

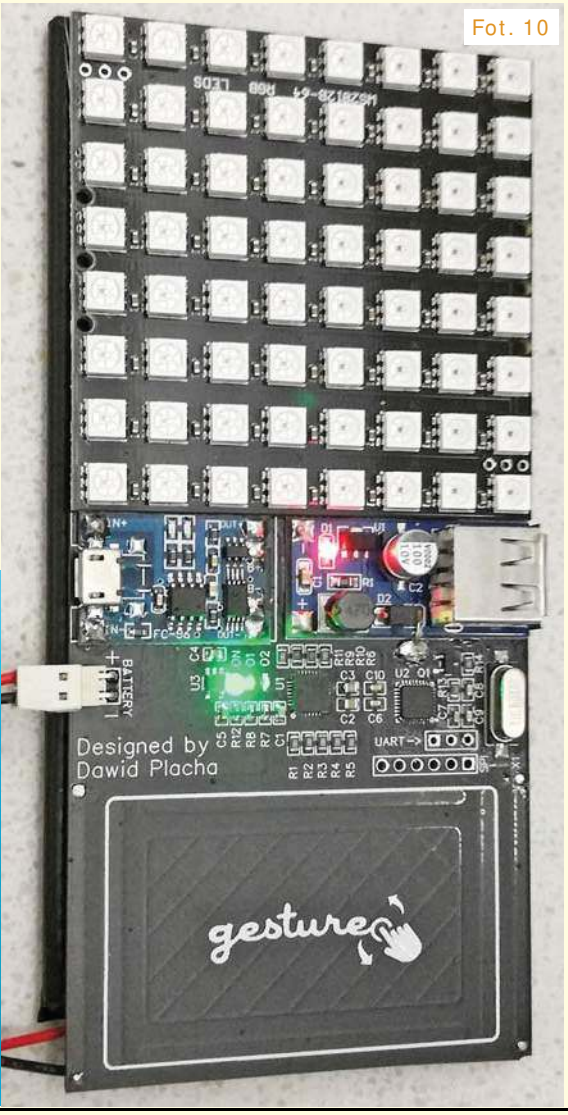

Fot. 8


Fot. 9

eprasa.pl 1e6350aa7d

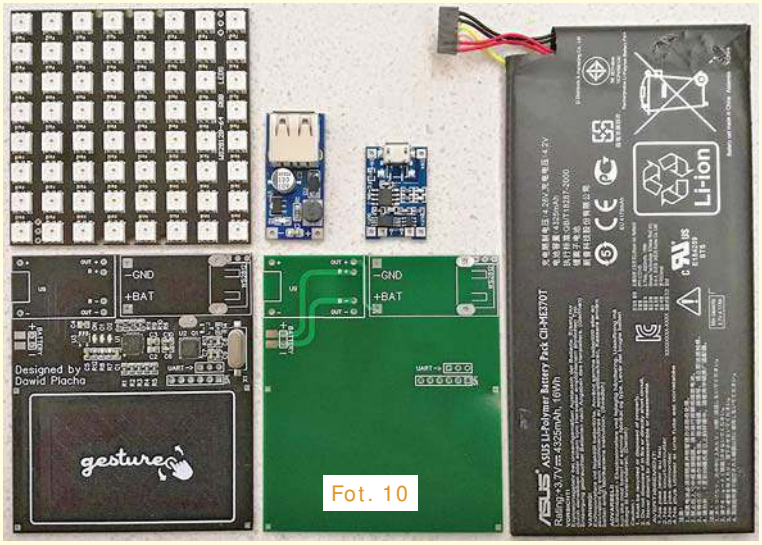
Dlatego też postanowiłem zaprojektować samemu moduł gestów i zaimplementować w nim Arduino Mini ze względu na koszty i miejsce. Dodatkowo dla poprawy estetyki przewidziałem miejsce na moduły ładowania i przetwornicy, dzięki czemu wszystko stało się mobilną grą jak również powerbankiem o pojemności 4,3Ah dzięki idealnie pasującej baterii od tabletu 7" ASUS-a.
Obecnie walczę z komunikacją z Arduino. Udało mi się wgrać bootloader do ATmegi328P, co początkowo nie było takie łatwe ze względu na różnicę napięć 3,3V (ProMini) i 5V (Arduino UNO) będącego programatorem (Arduino ISP) oraz tym, że kwarc zewnętrzny musi być max. 8MHz, a nie jak zaprojektowałem 16MHz. Pozostały do pokonania trudności z programowaniem po Uarcie. Pozdrawiam
Fotografie 10 i 11 pokazują model. Oczywiście projekt zostanie zaprezentowany w EdW, gdy otrzymam finalne materiały do publikacji.

W zadaniu 280 wziął udział znany Czytelnikom EdW **Rafał Orodziński**. Napisał: *Dzień dobry. W swoich projektach bardzo często wykorzystuję moduły dostępne na portalach aukcyjnych. Są to najczęściej wszelkiego rodzaju ładowarki akumulatorów litowych, przetwornice, układy nadzoru napięcia zasilania (...) Przykładem często wykorzystywanego przeze mnie modułu jest również kontroler obrotów wentylatora pokazany w linku https://ebay.to/2ks1siV (...)*



Fot. 10

3. Ładowarka akumulatorów litowo-jonowych współpracująca z panel solarnym z optymalizacją punktu pracy – MPPT z układem CN3791: https://ebay.to/2ATvh0v Dodatkowy moduł monitoruje parametry akumulatora, napięcie, oraz prąd ładowania/rozładowania akumulatora: https://ebay.to/2pU6UgR (...)
4. Gdy muszę wykonać jakikolwiek regulator temperatury, wykorzystuję moduły REX-C100, są to regulatory PID z opcją automatycznego dobierania nastaw (...) https://ebay.to/311XywF Używam go np. we współpracy z kuchenką elektryczną do rozlutowania płytek drukowanych (...)
W swoich układach często stosuję moduły syntezerów DDS: https://ebay.to/2APXJ3o oraz modyłów PLL: https://ebay.to/2p24MmP. Układy te umożliwiają w łatwy sposób wykonanie wobuloskopów serii NWT czy analizatora widma radiowego. Dzięki zastosowaniu tych modułów użytkownik nie ma problemu z lutowaniem układów SMD w gęstym rastrze ani w obudowie LFCSP. (...) układy takie wkrótce opiszę, są już uruchomione (czekały w kolejce na opis). Dodatkowo pokażę modyfikację poprawiającą parametry syntezera DDS.
Inną sprawą są podróbki elementów półprzewodnikowych wykonaywane przez chińskich producentów, ale to już osobny temat.



Fot. 10

Publikacja	Nagroda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Wojciech	B.	?	-
?	-	150	Wojciech	Goliszewski	Szczecin	6
?	-	300	Radosław	Smalec	Zabrze	9
?	-	-	Radosław	Rongers	Warszawa	-
?	-	200	Paweł	Hoffmann	Wrocław	7
?	-	-	Dawid	Placha	Rdzawa	7
?	U	-	Rafał	Orodziński	Białystok	3

Aktualne informacje o punktacji oraz rozdziale nagród, upominków i kuponów podane są w tabelkach. Znak zapytania oznacza, że ewentualna publikacja nastąpi dopiero po nadesłaniu ostatecznych materiałów. Osoby nagrodzone kuponami otrzymują z naszej redakcji stosowny e-mail z informacją i wskazówkami, a dopiero potem zamawiają w sklepie AVT (wrzucają do koszyka pod adresem ***www.sklep.avt.pl***) towary za przydzieloną sumę, a w uwagach piszą, że jest to kupon ze Szkoły Konstruktorów. Kupony za zadania z kolejnych miesięcy można sumować, by kupić sprzęt o większej wartości. Istnieje też możliwość dopłaty różnicy cen w przypadku zamówienia na sumę większą niż przydzielony kupon. Ale ***uwaga: kupon ważny jest tylko 12 miesięcy – po tym terminie traci ważność i przepada***.

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 280, a także w drugiej i trzeciej klasie naszej Szkoły Konstruktorów! Zachęcam uczestników, żeby praktyczne rozwiązania zadań Szkoły przygotowywali według Szablonu ze strony: ***http://elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/***

Piotr Górecki

eprasa.pl 1e6350aa7d

Druga klasa Szkoły Konstruktorów

Co tu nie gra? Zadanie 285

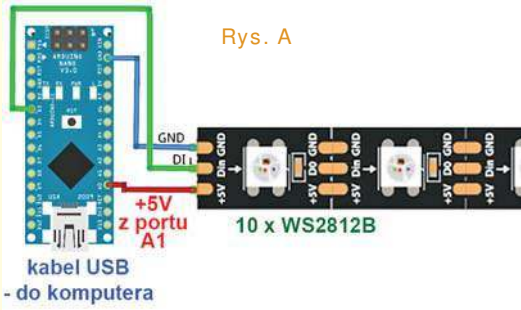
Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat prostego układu, gdzie płytka Arduino Nano steruje krótkim kawałkiem taśmy LED z diodami WS2812B.

Jak zwykle pytanie brzmi:

Co tu nie gra?

Nawet gdy w układzie jest kilka usterek, możesz zgłosić tylko jedną. Bardzo proszę o możliwie krótkie odpowiedzi.

Odpowiedź oznacz **NieGra285** i nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Podaj też od razu swój adres pocztowy, żebym nie musiał pytać, gdy przydzielę upominek. Możesz jeszcze przysłać rozwiązania zadania *NieGra* z poprzedniego miesiąca. Uczestnicy konkursu otrzymują upominki, a najaktywniejsi uczestnicy są co rok nagradzani bezpłatnymi prenumeratami EdW lub innego wybranego czasopisma AVT.

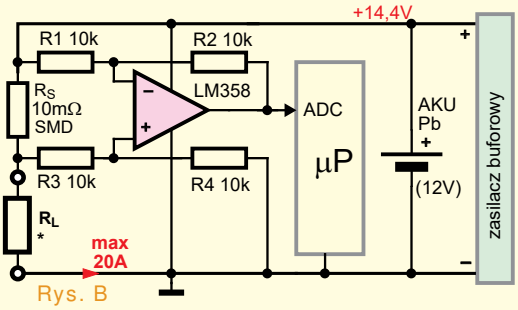


Rys. A

Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 280

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 6/2019 schemat *prostego układu do monitorowania prądu w dodatniej szynie zasilania*.

Znów na schemacie, specjalnie przygotowanym przeze mnie na potrzeby tego zadania Szkoły, doszukaliście się szeregu błędów. Wprawdzie nikt z uczestników nie opisał wszystkich usterek, ale suma Waszych rozwiązań daje pełny obraz sytuacji: znaleźliście wszystkie błędy, które pracowicie wprowadziłem na schemacie.



Rys. B

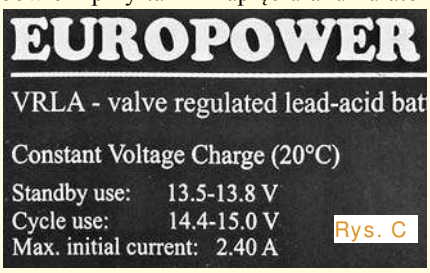
Wprawdzie najważniejszą kwestią jest działanie obwodu pomiaru prądu, jednak trzeba było też zwrócić uwagę na dodatkowe szczegóły. W związku ze stwierdzeniem, że jest to układ do monitorowania prądu, jeden z uczestników napisał: *Dzień dobry. Moim zdaniem największym błędem jest już powstanie takiego układu. Na schemacie brak jest elementów wykonawczych, jak odłącznik zasilania czy choćby dzwonek, czyli wystarczyłby zwykły amperomierz 25A – miałby taką samą funkcjonalność. Kolejne błędy (...)*

Nawet jeśli przyjmiemy, że mikrokontroler przekaże gdzieś dalej zmierzoną wartość prądu albo zareaguje przy przekroczeniu ustalonej wartości, w układzie jest szereg usterek i błędów.

I tak na schemacie mamy akumulator ołowiowy o napięciu nominalnym 12V, który współpracuje z zasilaczem buforowym. Jak wiadomo, praca buforowa polega na tym, że przez zdecydowaną większość czasu pracuje zasilacz, a tylko w chwilach zaniku napięcia sieci energia jest pobierana z akumulatora. Akumulatory kwasowo-ołowiowe bardzo często pracują w trybie buforowym, ale nie przy napięciu 14,4V.

W wielu źródłach podaje się wartość 14,4V jako napięcie końcowe ładowania, ale nie przy pracy buforowej, tylko cyklicznej. Przykład na **fotografii C**, gdzie dla pracy buforowej zaleca się zakres 13,5...13,8V.

Wartość 14,4V to także typowe napięcie w instalacji samochodu podczas pracy silnika. Takie napięcie utrzymywane jest w instalacji samochodowej przez regulator ładowania. Ale schemat z rysunku B nie pokazuje układu przeznaczonego do samochodu, ponieważ zawiera zasilacz buforowy. A w stacjonarnych instalacjach buforowych napięcie 14,4V jest zdecydowanie zbyt duże! Zgodnie z fotografią C (w temperaturze pokojowej) powinno wynosić 13,5...13,8V, bowiem przy takim napięciu akumulator może bezpiecznie pozostawać przez całe lata bez obawy o „wyparowanie wody".



Rys. C

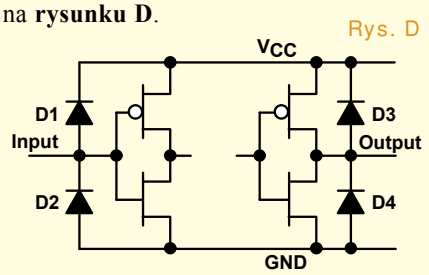
Ściślej biorąc, nie chodzi o wyparowanie, tylko o elektrolizę – rozłożenie wody na tlen i wodór. Przy napięciu na akumulatorze do 13,8V ryzyka nie ma, bo proces elektrolizy wody przebiega powoli, a przy napięciu 14,4V rozkład jest już dość szybki. Wprawdzie współczesne szczelne akumulatory AGM i żelowe mają taką konstrukcję, że powstający tlen i wodór łączą się z powrotem w cząsteczki wody. Jednak jeżeli napięcie jest wysokie, jeśli proces rozkładu na tlen i wodór jest zbyt szybki oraz trwa bardzo długo, ten mechanizm regeneracji okaże się zbyt słaby, a rosnące ciśnienie gazów spowoduje zadziałanie zaworu bezpieczeństwa, a powstały tlen i wodór wylecą do atmosfery. Zaobserwujemy stopniowy ubytek wody (elektrolitu). Potocznie mówimy, że „akumulator wyschnie", a w wersjach szczelnie zamkniętych nie ma możliwości dolania wody (destylowanej lub demineralizowanej). Napięcie buforowe 14,4V to niechybne skazanie akumulatora na krótki żywot.

Jeden z uczestników jako usterkę zgłosił brak obwodów zasilania mikroprocesora. Rzeczywiście, jednak pominięcie stabilizatora dla mikrokontrolera można uznać za efekt uproszczenia schematu. Nie można uznać tego za błąd. Natomiast brak jest informacji o napięciu zasilania mikrokontrolera, co może w tym przypadku mieć istotne znaczenie.

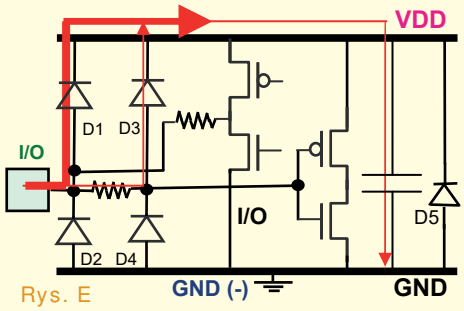
I to doprowadza nas do kolejnego problemu. Mianowicie na wejścia mikroprocesora, także na wejście przetwornika ADC, można podawać tylko napięcia mieszczące się w zakresie jego zasilania

eprasa.pl 1e6350aa7d

(oraz co najwyżej 0,5V niższe i wyższe). Problem w tym, że w prawie wszystkich układach CMOS, a takimi są mikrokontrolery, na wejściach i wyjściach wbudowane są struktury diodowe, co w pewnym uproszczeniu pokazane jest na **rysunku D**.



Podanie na takie wejście zewnętrznego napięcia znacznie wyższego od napięcia zasilania spowoduje przewodzenie takiej wejściowej struktury diodowej i może spowodować wzrost napięcia zasilania procesora według **rysunku E**.



Rys. E

Ogólnie biorąc, przepływ prądu przez takie diody wejściowe nie jest groźny, o ile prąd nie jest zbyt duży. Dopuszczalna wartość prądu wejściowego (tak) jest podawane w katalogach i jest różna dla poszczególnych układów scalonych; w uproszczeniu można przyjąć, że dla mikroprocesorów nie powinna przekraczać 1mA. Prąd taki może znacząco podnieść napięcie zasilania, a to może zakłócić prawidłowe działanie procesora. W układzie z rysunku B na wyjściu wzmacniacza operacyjnego teoretycznie może pojawić się napięcie kilkanastu woltów. Najprawdopodobniej nie uszkodzi to jednak mikrokontrolera, ponieważ wydajność prądowa wyjścia wzmacniacza LM358 wynosi najwyżej kilkadziesiąt miliamperów. Przy prądzie tej wielkości uszkodzenie raczej nie grozi, ale takich rozwiązań z zasady trzeba unikać. I to nawet wtedy, gdy podczas normalnej pracy na wyjściu wzmacniacza operacyjnego podwyższone napięcia nie są spodziewane. Przecież zawsze podczas pracy może wystąpić jakiś błąd, dlatego trzeba zabezpieczyć wejście ADC przed zbyt wysokim napięciem i zbyt dużym prądem.

Rozwiązaniem najprostszym jest dodanie w szereg rezystora ograniczającego według **rysunku F**. Nie powinien on mieć zbyt dużej wartości. Wprawdzie prądy wejściowe przetwornika ADC są znikome, ale w grę wchodzą kwestie dynamiczne, związane z obwodem próbkowania (S/H) przetwornika ADC oraz pojemnościami i szybkością przetwarzania. To są dość złożone szczegóły, które należałoby przeanalizować dla konkretnego mikrokontrolera, co nie jest możliwe w ramach zadania *NieGra280*. Wartości takiego rezystora w zakresie 1kΩ...10kΩ powinny okazać się akceptowalne, zależnie od średniego poboru prądu obwodów mikroprocesora i innych bloków zasilanych tym samym napięciem.

Skuteczniejszym zabezpieczeniem wydaje się zastosowanie rezystorów o niedużej wartości i diody Zenera według **rysunku G**. Tak, ale dioda Zenera zaczyna przewodzić prąd przy napięciu znacząco niższym od swojego napięcia nominalnego, dlatego w praktyce dobór takiego zabezpieczenia jest trudniejszy.

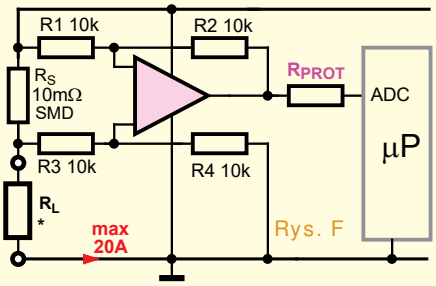
Dwóch uczestników zaproponowało zastosowanie na wejściu ADC dzielnika według **rysunku H**. Rozwiązanie jest skuteczne, proste, ale pewien niedosyt wynika z faktu, że najpierw napięcie pomiarowe wzmacniamy, potem tłumimy, co z kilku względów nie jest zalecane.

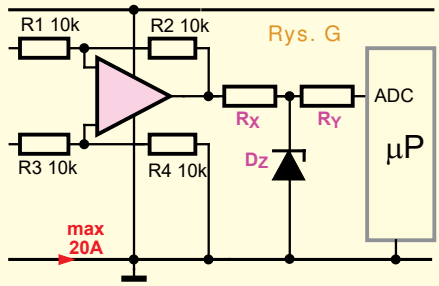
W konkretnym realnym układzie można tak dobrać zakres roboczych napięć wejścia ADC, że wystarczającym zabezpieczeniem na okoliczność błędu czy awarii okaże się pojedynczy rezystor według rysunku F.

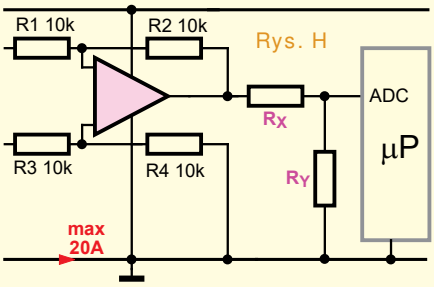
Zresztą w układzie z rysunku B na wyjściu wzmacniacza operacyjnego napięcie byłoby cały czas bliskie potencjału masy...

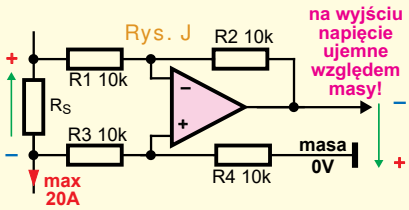
Tak, kolejnym błędem, bardzo poważnym, jest konfiguracja wzmacniacza operacyjnego. W spoczynku na jego wyjściu napięcie powinno być równe zeru (potencjał masy). Tak byłoby i w układzie z rysunku B, ale przy zaproponowanym połączeniu wzrost spadku napięcia na rezystorze pomiarowym Rs powodowałby obniżanie się napięcia poniżej masy, jak ilustruje **rysunek J**. Z uwagi na pojedyncze zasilanie ani nie jest to możliwe, ani nie ma sensu.

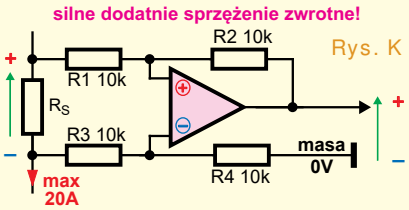
Poprawa błędu nie polega na zamianie wejść wzmacniacza operacyjnego według **rysunku K**. W takim układzie występowałoby silne dodatnie sprzężenie zwrotne i nie byłby to wzmacniacz różnicowy, tylko rodzaj przerzutnika Schmitta.

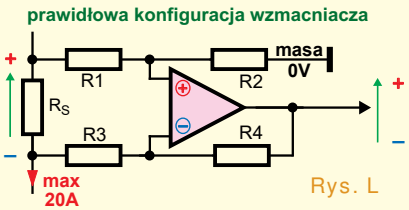












Wzmacniacz należałoby zmodyfikować według **rysunku L**.

Tak, ale z rezystorami R1...R4 o innych wartościach.

A oto kolejna usterka: wzmocnienie takiego wzmacniacza różnicowego. W układzie z rysunku B przy czterech jednakowych rezystorach wynosi ono

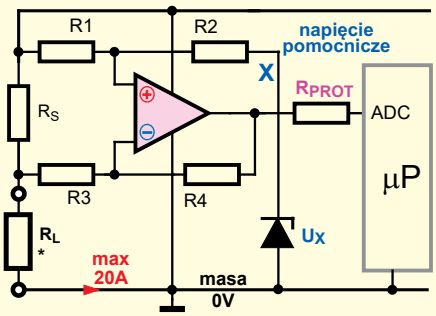
eprasa.pl 1e6350aa7d

1× czyli 0dB. Przy prądzie 20A spadek napięcia na rezystorze pomiarowym Rs wyniesie 200mV. A więc w poprawionej wersji z rysunku L na wejściu procesora ADC napięcie będzie zmieniać się co najwyżej w zakresie 0...+200mV. Napięcia na wejściach wzmacniacza operacyjnego byłyby zbliżone do połowy napięcia zasilania.

Nie wiadomo, jaki zakres roboczych napięć wejściowych ma przetwornik ADC, ale na pewno większy niż 200mV. Decyduje o tym zastosowane źródło napięcia odniesienia. Pamiętamy, że czym wyższe napięcie odniesienia, tym mniejsze są błędy. W najprostszych zastosowaniach napięciem odniesienia jest napięcie zasilające mikroprocesor, co daje zakres pomiarowy równy napięciu zasilania mikrokontrolera.

W układzie z rysunku B, nawet po modyfikacji według rysunku L, mamy dwa dodatkowe źródła błędów i niepewności: Po pierwsze pracując w wąskim wycinku zakresu mierzonych napięć, nie wykorzystamy dostępnej rozdzielczości przetwornika ADC. Po drugie, wbudowane w mikrokontrolery przetworniki ADC mają dużo gorsze parametry (dużo większe błędy) w pobliżu masy i w pobliżu górnej granicy zakresu pomiarowego. Najlepiej byłoby wprowadzić przesunięcie (offset) dla prądu mierzonego równego zero, żeby wtedy napięcie na wyjściu wzmacniacza było nieco powyżej potencjału masy (i uwzględnić to w programie). Podstawowa idea pokazana jest na **rysunku M**.

Rys. M



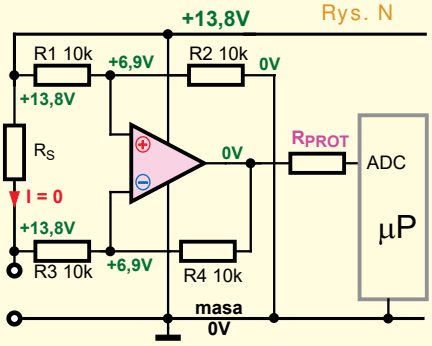
Trzeba byłoby jednak skutecznie rozwiązać dwie kwestie: stabilności napięcia w punkcie X oraz stabilności napięcia odniesienia przetwornika ADC. Ale to są już rozważania wykraczające poza ramy omawianego zadania *Co tu nie gra?*

W każdym razie zakres zmian napięcia 200mV jest za mały i na pewno należy zwiększyć wzmocnienie, czyli zwiększyć stosunek wartości rezystancji R2/R1 i R4/R3.

Jeden z uczestników, który wcześniej rozwiązał równoległe zadanie *Policz280*, pod jego wpływem zwrócił uwagę, że w układzie brakuje potencjometru, umożliwiającego korekcję symetrii wzmacniacza różnicowego. W zasadzie to prawda, ale w tym przypadku mamy praktycznie niezmienne napięcie zasilania, więc ewentualny błąd niesymetrii będzie stały i łatwo go wyeliminować, na przykład programowo. Błąd ten można też łatwo wyeliminować „analogowo": w najprostszym przypadku za pomocą jakiegokolwiek multimetru można dobrać z paczki rezystorów po dwa rezystory (R1=R3 oraz R2 = R4) o jak najbliższych wartościach. Pozwoli to dobrać pary rezystorów z dokładnością 0,1% lub nawet znacznie lepiej, zależnie od rozdzielczości omomierza w multimetrze. Bezwzględna wartość nie ma znaczenia, bo odchyłkę wzmocnienia można skorygować programowo.

Nie jest to wcale koniec kłopotów ze wzmacniaczem różnicowym. Wszystko byłoby dobrze, gdyby miał on niewielkie wzmocnienie. Przy wzmocnieniu 1× napięcia na wejściach wzmacniacza operacyjnego byłyby zbliżone do połowy napięcia zasilania, jak pokazuje przykład z **rysunku N**, gdy prąd obciążenia jest równy zeru. Tu problemu nie widać. Ale przecież ustaliliśmy, że wzmocnienie musi być znacznie większe.

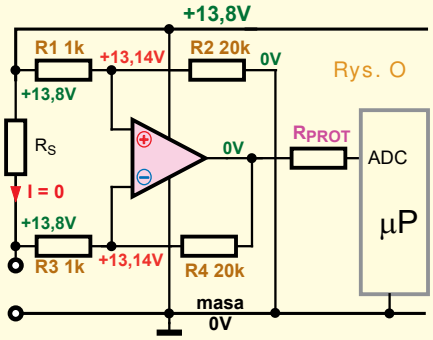
Rys. N



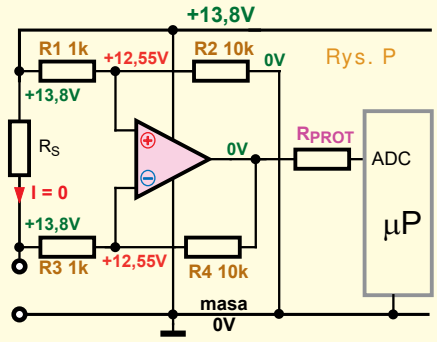
Spadek napięcia na rezystorze pomiarowym Rs może sięgnąć 200mV. Jeżeli przykładowo napięcie zasilania byłoby równe 5V, a napięcie odniesienia przetwornika ADC wynosiłoby 4V, to potrzebne byłoby wzmocnienie 20×.

A gdy wartości rezystorów R2, R4 będą 20 razy większe od R1, R3, to na wejściach wzmacniacza operacyjnego wystąpią napięcia bliskie napięciu zasilania (tylko o 0,66V niższe), jak pokazuje **rysunek O**.

Rys. O



Rys. P



Nawet gdyby wzmocnienie było tylko 10-krotne według **rysunku P**, napięcie wspólne będzie rzędu 12,55V, czyli niższe od napięcia zasilania o 1,25V. I co z tego?

Otóż doprowadza nas to do bardzo poważnego błędu, który w pierwszej chwili nie był widoczny.

Na schemacie celowo umieściłem oznaczenie LM358. To są absolutnie dziś najpopularniejsze wzmacniacze operacyjne. Między innymi dlatego, że zostały opracowane właśnie dla układów z pojedynczym zasilaniem, a wejścia mogą pracować na potencjale masy (ujemnego napięcia zasilania) a nawet 0,3V niżej. Podobnie wyjście ma dodatkowy obwód, ściągający je bardzo blisko masy.

I tu dochodzimy do **rysunku R**.

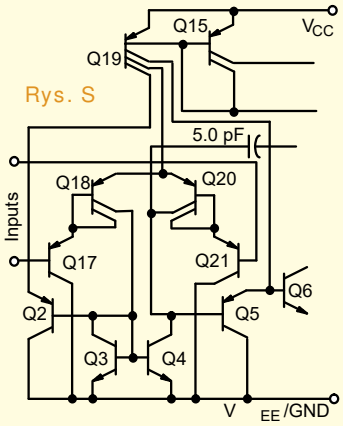
Tak, bardzo stare kostki LM358 nieprzypadkowo są tak popularne, jednak ich wejścia nie mogą prawidłowo pracować przy napięciach bliskich dodatniego napięcia zasilania. To nie

Rys. R **LM158, LM258, LM358, LM158A, LM258A, LM358A**

Symbol	Parameter		Value	Unit
V_{CC}	Supply voltage		3 to 30	V
V_{icm}	Common mode input voltage range T_{amb} = 25°C		(V_{CC}-) to (V_{CC}+ - 1.5)	V
	Common mode input voltage range ($T_{min} \le T_{amb} \le T_{max}$)		(V_{CC}-) to (V_{CC}+ - 2)	V
T_{oper}	Operating free air temperature range	LM158	-55 to 125	°C
		LM258	-40 to 105	°C
		LM358	0 to 70	°C

eprasa.pl 1e6350aa7d

są wejścia *rail-to-rail*! **Rysunek S** pokazuje budowę obwodów wejściowych.



Rys. S

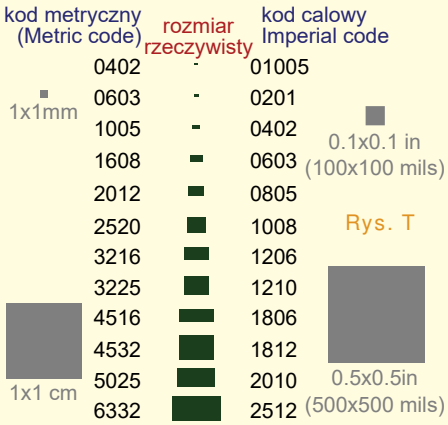
Według katalogu, jak pokazuje rysunek R, dopuszczalny zakres roboczych napięć wejściowych rozciąga się od ujemnej szyny zasilania, ale w temperaturze pokojowej napięcia wejsciowe musza być co najmniej o 1,5V niższe od dodatniego napiecia zasilania (w pełnym zakresie temperatur – dwa wolty). Porównanie tego choćby z rysunkiem P pokazuje, że drugim, całkowicie dyskwalifikującym błędem byłoby zastosowanie pożytecznej skądinąd kostki LM358.

Niektórzy uczestnicy zwrócili uwagę na ten problem i napisali, że trzeba zastosować jakiś wzmacniacz z wejściami typu *rail-to-rail*. Owszem, jak najbardziej można. Jednak w takim zastosowaniu mogą też pracować stare, nadal bardzo popularne i tanie wzmacniacze TL061, TL062, TL071, TL072, TL081 i TL082. One na wejściach mają tranzystory JFET P, co pozwala na pracę przy wspólnych napięciach wejściowych równych dodatniemu napięciu zasilania.

Dwóch Kolegów zaproponowało zasilanie wzmacniacza operacyjnego tym samym napięciem, którym zasilany jest mikrokontroler. Wtedy nie ma problemu zbyt wysokiego napięcia na wejściu przetwornika ADC, ale pojawia się inny, poważniejszy problem: trzeba zastosować specyficzny wzmacniacz operacyjny, którego wejścia mogą pracować przy napięciach dużo wyższych niż napięcie zasilania tego wzmacniacza. Ogromna większość wzmacniaczy operacyjnych nie może pracować w takich warunkach. Owszem, istnieją takie wzmacniacze operacyjne (oraz wzmacniacze pomiarowe), ale są mało popularne i kosztowne. Najprostszym rozwiązaniem będzie zastosowanie wzmacniacza operacyjnego, którego wejścia mogą pracować blisko dodatniej szyny zasilania.

To jeszcze nie koniec problemów z rysunkiem B. Nieliczni uczestnicy skrupulatnie policzyli, że prąd 20 amperów, płynąc przez na pozór znikomą rezystancję 10 miliomów, spowoduje wydzielenie mocy strat aż 4 watów ($P = I^2R$). Dopiero po takich obliczeniach widać, że nie byłoby dobrym pomysłem zwiększanie rezystancji Rs, by uzyskać większy spadek napięcia. Łatwo obliczyć, że przy popularnej wartości rezystora Rs równej 0,1 oma, przy prądzie 20 amperów uzyskalibyśmy spadek napięcia 2V, czyli sensowną wartość dla przetwornika ADC. Tak, ale po pierwsze wydzieliłoby się wtedy 40 watów mocy strat i napięcie na obciążeniu zmniejszyłoby się o te 2 wolty.

Rezystor Rs o wartości 0,01 oma w skrajnym przypadku, przy maksymalnym przewidywanym prądzie ma rozproszyć cztery waty mocy, a tymczasem na schemacie podane jest, że to rezystor SMD. Typowe maleńkie rezystory SMD mają obciążalność rzędu 0,1 wata lub mniej. **Rysunek T** pokazuje najpopularniejsze rozmiary rezystorów SMD. Największym popularnym rozmiarem jest 2512 (250 ×120 milsów), czyli o wymiarach 6,35 ×3,3mm i tej wielkości rezystory SMD mają obciążalność 2W. Za mało do omawianych potrzeb.



Rys. T

Owszem, istnieją rezystory SMD większej mocy, na przykład o rozmiarach 2818, 4527 czy 4320. **Fotografia U** pokazuje rezystory dużej mocy

Fot. U

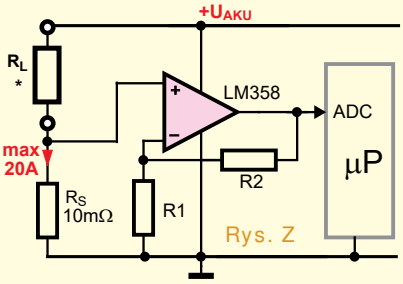
Rys. W

produkcji Ohmite – Arcol. Z kolei **fotografia W** przedstawia rezystory do montażu SMD Caddock MP725 o jeszcze więszej mocy 25W.

Oczywiście tego rodzaju rezystory SMD bardzo dużej mocy można kupić, ale w praktyce prostsze i tańsze będzie równoległe połączenie popularnych rezystorów 2512 dwuwatowych: dwóch o nominałach 20mΩ albo lepiej pięciu o nominałach 50mΩ.

Wszystkie nadesłane odpowiedzi mogłem uznać za prawidłowe, ponieważ każda zawierała co najmniej jedną, prawidłowo opisaną usterkę.

Jeden z uczestników słusznie stwierdził, że dużo łatwiejszy jest pomiar w obwodzie masy (ujemnej szyny zasilania) według **rysunku Z**.



Rys. Z

Jak najbardziej! Tylko bardzo często nie chcemy albo z różnych względów nie możemy ingerować w obwód masy i wtedy trzeba mierzyć prąd „na górze". Dlatego tego rodzaju sposobom pomiaru trzeba poświęcić uwagę, bo często są absolutną koniecznością. Stad też zadanie *NieGra280*, które miało zwrócić uwagę na te z życia wzięte problemy.

Wszystkie nadesłane rozwiązania były poprawne, ponieważ w każdym było zgłoszenie co najmniej jednego błędu albo usterki.

Nagrody-upominki za zadanie ***NieGra280*** otrzymują:
Marcin Moik – Katowice,
Henryk Wyziński – Pyrzyce,
Maciej Skrodzewicz – Szczecin.
Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

eprasa.pl 1e6350aa7d

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

Policz – zadanie 285

Chcemy zrealizować imponujący ogrodowy efekt świetlny z zastosowaniem taśmy LED zawierającej 600 diod WS2812B według **fotografii A**. Taśma będzie znacznie oddalona od sterownika umieszczonego w mieszkaniu.
W ramach zadania *Policz285* należy:
- zaproponować, jaki przekrój powinny mieć przewody zasilające.

Zapraszam do udziału zarówno elektroników doświadczonych, jak i początkujących, którzy jeszcze nie potrafią przeanalizować wszystkich subtelności zadania. Z uwagi na specyfikę zadania proszę o podawanie swojego wieku oraz miejsca nauki czy pracy.

Fot. A

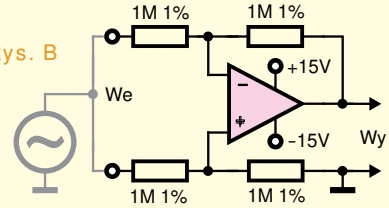
Odpowiedź nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Tytuł e-maila powinien zawierać nazwę konkursu i numer zadania oraz Twoje nazwisko (**Policz285_Nazwisko**). ***Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy***. Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz284* z poprzedniego miesiąca.

Policz – rozwiązanie zadania 280

W EdW 6/2019 przedstawione było zadanie *Policz280*, które brzmiało: *Zainteresował nas projekt sondy różnicowej z poprzedniego numeru EdW. Zastanawiamy się nad koniecznością stosowania tam elementów korekcyjnych (potencjometru montażowego i trymera). Wiadomo, że w układzie idealnie symetrycznym tłumienie sygnału wspólnego byłoby nieskończenie wielkie. Dla wyjaśnienia wątpliwości chcielibyśmy wiedzieć, jakie parametry w prostym wzmacniaczu według rysunku B dadzą standardowe elementy bez dobierania i korekcji.*
W ramach zadania Policz280 należy:
- oszacować, jaki może być najgorszy współczynnik tłumienia sygnału wspólnego, gdybyśmy zastosowali rezystory o tolerancji (rozrzucie wartości) 1%?

Celem tego zadania było zwrócenie uwagi na praktyczny aspekt zagadnienia. Prosta konfiguracja wzmacniacza różnicowego (odejmującego) z rysunku B jest nadal dość często wykorzystywana w praktyce. Jak wiadomo, przy identycznych wartościach wszystkich rezystorów i idealnym wzmacniaczu, układ dla sygnałów różnicowych ma wzmocnienie równe 1 (0dB), a sygnały wspólne tłumi całkowicie.

W praktyce sygnały wspólne nie są tłumione całkowicie. Oznacza to, że obecność sygnału wspólnego wprowadza jakiś większy lub mniejszy błąd pomiaru. Mówiąc obrazowo, sygnał wspólny w jakimś stopniu przenika do toru pomiarowego. Nawet bez obliczeń

Rys. B


można się domyślać, że stopień, wielkość tego przenikania zależy od tolerancji rezystorów. W przypadku z rysunku B proponowane jest wykorzystanie precyzyjnych rezystorów o tolerancji 1%, a to może sprawić wrażenie, że żadnego problemu nie ma. Spodziewane błędy będą rzędu jednego do sumarycznie dwóch procent.

A przecież w elektronice bardzo rzadko potrzebna jest precyzja lepsza niż 1%. Owszem, ale tu mamy przypadek szczególny. Problem jest o tyle istotny, że tego rodzaju układy z reguły służą do pomiaru *małych* lub *bardzo małych* różnicowych napięć stałych i zmiennych, występujących na tle jakiegoś *dużego* napięcia wspólnego stałego lub zmiennego. Jeśli wpływ napięcia wspólnego będzie znaczący, to spowoduje on na wyjściu błąd porównywalny lub nawet większy, niż wynosi sygnał użyteczny. Wtedy błąd nie będzie rzędu 1 procenta, tylko może być rzędu kilkudziesięciu albo nawet kilkuset procent.

Miarą jakości wzmacniaczy różnicowych w tej kwestii jest parametr nazywany ***współczynnikiem tłumienia sygnału wspólnego***. Podręczniki podają mniej lub bardziej jasne opisy i definicje tego parametru. Generalnie mówi się o współczynniku CMRR (Common Mode Rejection Ratio), który często wyrażany jest w decybelach i wtedy w niektórych źródłach jest oznaczany CMR. Współczynnik ten można określić jako stosunek (pożądanego) wzmocnienia różnicowego G_D i (niepożądanego) wzmocnienia sygnału wspólnego G_{CM}, czyli:

$$CMRR = G_D / G_{CM}$$

Nie wchodząc w meandry definicji, można w największym uproszczeniu przyjąć, że współczynnik CMRR (CMR) określa jakość wzmacniaczy różnicowych i powinien być jak największy. Najlepiej równy nieskończoności, co oczywiście nie jest realne.

W praktyce bardzo dobre wzmacniacze różnicowe mają współczynnik CMRR o wartości ponad 10000× czyli ponad 80dB. Słabe wzmacniacze różnicowe mają CMRR poniżej 100× czyli mniej niż 40dB.W ramach zadania *Policz280* należało oszacować najgorszą spodziewaną wartość współczynnika tłumienia sygnału wspólnego.

Część uczestników próbowała z lepszym lub gorszym skutkiem wyprowadzić potrzebny wzór od zera, wychodząc od zależności

$$CMRR = G_D / G_{CM}$$

Wyprowadzenie stosownych zależności wcale nie jest łatwe. Nie tylko z uwagi na konieczność dokonania szeregu przekształceń, podczas których łatwo o błędy. Problemem jest też, jak we wzorach uwzględnić tolerancję. Tolerancję dodatnią (wartość rzeczywista większa

eprasa.pl 1e6350aa7d

Top www www.piekarz.pl
Firma Piekarz Sp. J.
Hurtowania Części
Elektronicznych
Tel.: 22-835-50-37
Tel.: 22-835-50-41

od nominalnej), tolerancję ujemną (wartość mniejsza od nominalnej) czy oba przypadki? Ponadto do analizy ma być wzięta tolerancja jednego rezystora czy wszystkich czterech rezystorów? Do tych trudnych szczegółów wrócimy.

Nie wszyscy podjęli się trudu samodzielnego wyprowadzenia wzorów. Część uczestników sięgnęła do dostępnych źródeł, stamtąd zaczerpnęła wzory, by podstawić wartości dotyczące rysunku B: albo wartości rezystorów i odchyłki od nominału, albo wzmocnienie i tolerancję.

Wyniki obliczeń i szacunków były bardzo różne. Nie wszystkie były prawidłowe, głównie z uwagi na błędy w rachunkach oraz pomyłki podczas wyprowadzania wzorów. Szacowane wartości były różne od kilku do kilkudziesięciu decybeli. Często pojawiała się wartość 33,979dB. W każdym razie większość odpowiedzi była prawidłowa: ***szacowane tłumienie sygnału wspólnego wyniesie około 50× czyli około 34dB***.

Dwóch uczestników podeszło jeszcze inaczej, podstawiając konkretne wartości rezystorów i licząc napięcia na wyjściu przy założeniu napięć na wejściu.

Jeden z kolegów zastosował jeszcze inne podejście. Napisał: *(...) zdrowy rozsądek mówi, że przy tolerancji 1% niepożądany sygnał na wyjściu też będzie miał wartość dokładnie albo mniej więcej 1 procent sygnału wspólnego. Czyli będzie stłumiony 100 razy, czyli 40dB (...)*

Owszem, wniosek jest niedaleki od prawdy, jednak takie zdroworozsądkowe podejście nie uwzględnia tolerancji wszystkich elementów, „kierunku tolerancji", a także wpływu wartości wzmocnienia różnicowego (które w tym przypadku wynosi 1× i rzeczywiście można je pominąć).

No tak, przyjmujemy do wiadomości, że współczynnik CMRR, zależnie od rozrzutu wartości 1-procentowych rezystorów, może wynosić tylko 50×, czyli 34dB.

Co to w praktyce znaczy?
Najprościej biorąc, można powiedzieć, że 1/50 sygnału wspólnego przedostaje się na wyjście, a przez to fałszuje pomiar napięcia różnicowego.

Układ (wzmacniacz) różnicowy z definicji ma mierzyć tylko różnicę sygnałów na obu swoich wejściach. A w praktyce zazwyczaj chodzi o to, by mierzyć małe napięcie różnicowe w obecności dużych napięć wspólnych.

W konkretnym przypadku wielkość błędu wprowadzanego przez napięcie wspólne zależy od tego, jak małe jest użyteczne napięcie różnicowe i jak duże jest niepożądane napięcie wspólne.

Oto najprostsze przykłady ze wzmacniaczem o wzmocnieniu różnicowym $G_D = 1$ i CMRR=100×. Jeżeli przykładowo za pomocą takiego wzmacniacza mamy zmierzyć maleńki sygnał różnicowy 100mV, który występuje na tle sygnału wspólnego, który może wynosić 10V, to zmiany sygnału wspólnego stłumione 100-krotnie przedostaną się na wyjście i mogą mieć wartość równą sygnałowi użytecznemu. Błąd pomiaru może sięgnąć 100%, co w wielu zastosowaniach uczyni uzyskane wyniki zupełnie bezużytecznymi.

Jeśli ten sam wzmacniacz o CMRR = 100× mierzy różnicowe sygnały użyteczne 1V, występujące na tle napięcia wspólnego 10V, to zmiany napięcia wspólnego w tym zakresie dadzą na wyjściu błąd do 100mV, czyli 10% sygnału użytecznego.

Przykłady te są bardzo, może nawet za bardzo uproszczone, w każdym razie błąd zależy i od wartości CMRR, i od stosunku wartości różnicowego sygnału użytecznego i niepożądanego sygnału wspólnego.

Kolejna sprawa to zmniejszanie się współczynnika CMRR ze wzrostem częstotliwości.

Z drugiej strony, jeżeli napięcie wspólne jest stałe, ma niezmienną wartość, to spowoduje stały, niezmienny błąd, który można uwzględnić i usunąć. Tak może być w pokrewnym przykładzie wykorzystania wzmacniacza różnicowego w zadaniu *NieGra280* kilka stron wcześniej.

W każdym razie wzmacniacze różnicowe powinny mieć jak największy współczynnik CMRR, co jednak zależy nie tylko od tolerancji rezystorów, ale też od właściwości (współczynnika CMRR) użytego wzmacniacza operacyjnego.

Te kwestie wykraczają poza ramy zadania *Policz280*, a praktycznym wnioskiem z dotychczasowych rozważań jest to, by jak najdokładniej dobierać pary użytych rezystorów. W praktyce mniej kłopotliwym, dającym lepsze wyniki rozwiązaniem jest wykorzystanie scalonych wzmacniaczy pomiarowych, gdzie wewnętrzne rezystory są korygowane laserowo podczas produkcji.

Tylko dla dociekliwych

My mówimy tu o wzmacniaczu różnicowym. Warto wiedzieć, że w literaturze angielskojęzycznej rozróżnia się określenia: ***differential amplifier*** i ***difference amplifier***. Schemat z rysunku B pokazuje *difference amplifier*.

W literaturze można znaleźć liczne materiały z omówieniem właściwości tej konfiguracji i jej niedoskonałości, w tym współczynnika CMRR.

Informacje, rozważania i analizy podawane są w różny sposób. Jedne są dokładne, inne uproszczone. Niektóre uwzględniają tylko tolerancję produkcyjną, inne także zmiany parametrów w czasie i wpływ temperatury.

I tak **rysunek C** prezentuje wzór na stosunek napięcia wyjściowego do wejściowego, pokazujący źródła błędów (tolerancje wszystkich rezystorów). ***Uwaga! Rysunki C...N są dostępne w Elportalu w materiałach dodatkowych do tego numeru.***

Rysunek D w górnej części przedstawia wzór dokładniejszy, a niżej wersję uproszczoną.

m.eet.com/media/1135364/408380.pdf

designfeature *Tolerances*

Rys. C

$$\frac{V_{OUT}}{V_N} = \frac{(1\pm T)R_4}{(1\pm T)R_3+(1\pm T)R_4} \bullet \frac{(1\pm T)R_2+(1\pm T)R_1}{(1\pm T)R_1} - \frac{(1\pm T)R_2}{(1\pm T)R_1}. \quad (4)$$

The resistor tolerances can cause the CMR to range from as high as the limits of the op amp to as low as −34.89 dB, when the total tolerance is 1% (P+D for 0.5% resistors). Considering purchase and drift tolerances for 1% resistors, your resultant CMR can be as low as −24.17 dB. You calculate this error as a CMR error, but, in the absence of a common-mode voltage and with a differential input signal, it becomes a gain error.

iiitd.edu.in/~mshashmi/CMOS_2016/Lecture_Slides/Lect_13_2016.pdf

Common Mode Rejection Ratio (CMRR) (contd.)

CMRR of Difference Amplifiers

Rys. D

Since we have equations for A_{cm} and A_{dm}, let's look at CMR:

$$CMR(dB) = 20\log_{10}\left(\frac{A_{dm}}{A_{cm}}\right) = 20\log_{10}\left(\frac{\frac{R_2}{R_1}\left(1-\frac{R_1+2R_2}{R_1+R_2}\times\frac{\varepsilon}{2}\right)}{\frac{R_2}{R_1+R_2}\times\varepsilon}\right)$$

If the imbalance is sufficiently small we can neglect its effect on A_{dm}

With that and some algebra we find:

$$CMR(dB) \cong 20\log_{10}\left(\frac{1+\frac{R_2}{R_1}}{\varepsilon}\right)$$

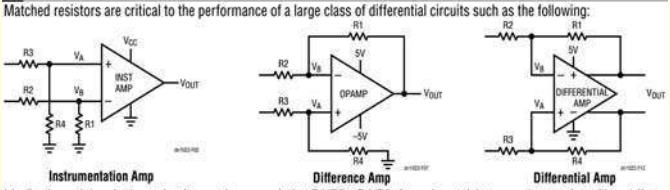
- This equation shows two very important relationships
  - As the gain of a difference amplifier increases (R_2/R_1), CMR increases
  - As the mismatch (ε) increases, CMR decreases

Please remember that this just shows the effects of the resistor network and assumes an ideal amplifier

eprasa.pl 1e6350aa7d

analog.com/media/en/reference-design-documentation/design-notes/dn1023f.pdf

Matched resistors are critical to the performance of a large class of differential circuits such as the following:



Ideally, the resistors in these circuits are chosen such that R1/R2 = R4/R3. Any mismatch between these ratios will contribute a common mode error. The CMRR (common mode rejection ratio) is an important metric in these circuits, as it indicates how much of the unwanted common mode signal will appear in the output. The CMRR due to the resistors in these circuits can be calculated using the following formula:

$$CMRR_{R_ONLY} \approx \frac{\left(\frac{1}{2}\right)(G+1)}{\Delta R/R}$$

Rys. E

Where $CMRR_{R_ONLY}$ is CMRR Due Only to the Resistors (Ideal Amplifier Case), ΔR/R is the Resistor Matching Ratio, G is the Nominal Ratio of R1/R2.

For example, using resistors with 1% tolerance (i.e. matched to 2%) in a differential circuit with G = 1, the CMRR will only be 34dB.

zona | ww1.microchip.com/downloads/en/appnotes/01332b.pdf

The resistor ratios of R_2/R_1 and R_2^*/R_1^* must be well matched to obtain an acceptable $CMRR_{DIFF}$. However, the tight tolerance resistors will add more cost to this circuit.

The DC $CMRR_{DIFF}$ is shown in Equation 1.

EQUATION 1:

Rys. F

$$CMRR_{DIFF} \approx 20\log\left(\frac{1+\frac{R_2}{R_1}}{K}\right)$$

K = $4T_R$ in the worst-case

Where: T_R = Resistor Tolerance

K = Net Matching Tolerance of R_2/R_1 to R_2^*/R_1^*

$CMRR_{DIFF}$ (dB) = Common Mode Rejection Ratio of Difference Amplifier

Example 1

- If R_2/R_1 = 1 and T_R = 0.1%, then the worst case DC $CMRR_{DIFF}$ will be 54 dB.
- If R_2/R_1 = 1 and T_R = 1%, then the worst case DC $CMRR_{DIFF}$ will be only 34 dB.

analog.com/media/en/analog-dialogue/volume-48/number-1/articles/deeper-look-into-difference-amplifiers.pdf

Analog Dialogue 48-02, February (2014) 1 / 3

In a 1991 article, Ramón Pallás-Areny and John Webster showed that the common-mode rejection, assuming a perfect op amp, is

Rys. G

$$CMRR \cong \frac{A_d+1}{4t} \quad (3)$$

where A_d is the gain of the difference amplifier and t is the resistor tolerance. Thus, with unity gain and 1% resistors, the CMRR is 50 V/V, or about 34 dB; with 0.1% resistors, the CMRR is 500 V/V, or about 54 dB—even given a perfect op amp with infinite common-mode rejection. If the op amp's common-mode rejection is high enough, the overall CMRR is limited by resistor matching. Some low-cost op amps have a minimum CMRR in the 60 dB to 70 dB range, making the calculation more complicated.

analog.com/media/en/technical-documentation/application-notes/AN-589.pdf

Rys. J

$$CMRR = 20\log\left|\left(\frac{Adm}{Acm}\right)\right|$$

$$CMRR = 20\log\frac{\frac{R2}{R1}\left(1-\frac{R1+2R2}{R1+R2}\times\frac{error}{2}\right)}{\frac{R2}{R1+R2}\times error} \quad (5)$$

For a fraction of error in R2, the second term in the above equation can be ignored and:

$$CMRR = 20\log\frac{\frac{R2}{R1}}{\frac{R2}{R1+R2}\times error} \quad (6)$$

For a unity gain discrete difference amplifier with R2=R4=10kΩ, R1=R3=10kΩ and error=1%, the approximate value of CMRR is 46 dB. This is much worse than the CMRR of

Na **rysunku E** pokazane są trzy konfiguracje i zależność CMRR od tolerancji rezystorów (z pominięciem współczynnika CMRR samego wzmacniacza operacyjnego, który jest zwykle większy).

Na **rysunkach F**, **G** te same zależności sa podane w nieco innej uproszczonej formie. **Rysunek H** przedstawia wersję uwzględniającą także CMRR samego wzmacniacza operacyjnego.

Inne informacje zawiera **rysunek J**, pochodzący z materiałów tej samej firmy. Niezgodności można wykryć porównując **rysunki K**, **L**. Uzasadnieniem niektórych sa informacje z **rysunków M**, **N**, prezentujące, że chodzi o spodziewany statystyczny rozrzut wartości CMRR w dużej liczbie wzmacniaczy. Dlatego przy zastosowaniu rezystorów o danej tolerancji możemy mówić o typowej spodziewanej wartości CMRR i o najgorszej możliwej, jak może zdarzyć się przy najbardziej niekorzystnym rozkładzie rezystancji. Najbardziej dociekliwi mogą samodzielnie zbadać temat, dodatkowo wpisując też w wyszukiwarkę hasło: *CMRR „monte carlo"*.

Doszliśmy tu do bardzo ważnych kwestii praktycznych, które musi wziąć pod uwagę zawodowy konstruktor. Natomiast hobbysta budujący jeden wzmacniacz po prostu weźmie jak najdokładniejszy multimetr i dobierze jak najbliższe wartości par rezystorów. Wartość bezwzględna jest mało ważna, byle tylko rezystory w parach były jednakowe. Taki dobór wstępny nie do końca rozwiązuje problem CMRR, ponieważ podczas stresu związanego z lutowaniem rezystory nieco zmienią swoje wartości, a upływ czasu też może je zmieniać. W praktyce zastosowanie indywidualnie dobieranych rezystorów metalizowanych 1% z jednej paczki – serii produkcyjnej zapewnia dobrą współbieżność parametrów.

Jeżeli chodzi o wyniki zadania, mogłem uznać wszystkie, choć część zawierała pomyłki. Nagrody-upominki za zadanie ***Policz280*** otrzymują:

Marek – Gdynia,

Ryszard Magdycz – Wrocław,

Andrzej Rusin – Stanisławów.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

analog.com/media/en/technical-documentation/tech-articles/Increasing-the-Common-Mode-I

($CMRR_{Total}$) is formed by the combination of the resistor $CMRR_R$ and the common-mode rejection ratio of the op amp ($CMRR_{OP}$). For differential amplifiers, this is calculated using Equation 3:

Rys. H

$$CMRR_{Total} \approx \frac{\frac{1}{2}(G+1)}{\frac{1}{2\times CMRR_{OP}}(G+1)+\frac{\Delta R}{R}} \quad (3)$$

For a typical $CMRR_{OP}$ of 112 dB, as offered, for example, by the LT1468, and a gain of G = 1 with the LT5400, a value of 85.6 dB is yielded for $CMRR_{Total}$.

st.com/content/ccc/resource/technical/document/application_note/0d/30/96/85/b8/f1/49/0c/DM00133498.pdf/files/DM00133498.pdf/jcr:content/translations/en.DM00133498.pdf

Rys. K

$$CMRR = 20\log\left(\frac{Gdiff}{Gmc}\right) = 20\log\left(\frac{1+\frac{Rf}{Rg}}{4\varepsilon}\right)$$

Therefore, the CMRR can be calculated for different gain and resistor inaccuracies

Table 1. CMRR for differential configuration

Resistor inaccuracy (%)	CMRR (dB)		
	Gain = 1	Gain = 10	Gain = 100
10	14	29	48
1	34	49	68
0.1	54	69	88

renesas.com/us/en/www/doc/application-note/an1298.pdf

AN1298: Instrumentation Amplifier Application Note

It can be shown that the CMRR is:

Rys. L

$CMRR = 20\times\log_{10}(x)$ (EQ. 5)

Where $x = R_4/(R_3+R_4)\times(R_1+R_2)/R_1 - R_2/R_1$ (EQ. 6)

Worse case CMRR occurs when the tolerance of R_4 and R_1 are at their maximum, and R_2 and R_3 are at their minimum value. The following table shows the relationship between resistor tolerance and CMRR for gains of 1, 10, and 100.

RESISTOR	CMRR		
TOLERANCE	GAIN =1	GAIN = 10	GAIN =100
±5%	-20.4dB	-15.6dB	-14.8dB
±1%	-34.1dB	-28.9dB	-28.1dB
±0.1%	-54.0dB	-48.8dB	-48.0dB
±0.01%	-74.0dB	-68.8dB	-68.0dB

bom.org.br:8080/bitstream/2050011876/786/1/2017_SEMETRO_fabianosr%40ufmg.br_1505945348_615371.pdf

XVII IMEKO World Congress

Rys. N

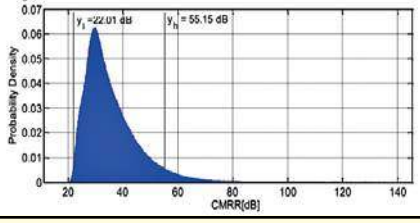
$$CMRR = 20\log_{10}\left|{A_d}/{A_c}\right| \quad (3)$$

$$CMRR = 20\log_{10}\left|\frac{R1R4+R2R3+2R2R4}{2(R1R4-R2R3)}\right| \quad (4)$$

Table 2. Results for common-mode rejection ratio of the difference amplifier evaluated using the MCM.

ΔR_N/%	$\widehat{cmrr}$ /dB	$u(cmrr)$ /dB	Shortest 95 % coverage interval /Ω
10	29.86	11.81	[15.30, 52.87]
5	35.65	9.74	[22.01, 55.15]
1	49.63	9.59	[35.91, 68.74]
0.1	69.61	9.61	[55.90, 88.75]

Figure 4 and figure 5 shows, respectively, the PDF and distribution function for CMRR of difference amplifier corresponding 5 % resistors implementation.



Niezabezpieczona | ti.com/lit/an/sboa274a/sboa274a.pdf

Rys. M

Calculate resistor tolerance to meet the minimum common-mode rejection ratio (CMRR).

For minimum (worst-case) CMRR, α = 4.

For a more probable, or typical value of CMRR, α = 0.33.

$$CMRR_{dB} \cong 20\log10\left(\frac{1+G}{\alpha\times\varepsilon}\right) \qquad (\quad) \qquad (\quad)$$

$$\varepsilon = \frac{1+G}{\alpha\times10^{\frac{CMRR_{dB}}{20}}} = \frac{3}{4\times10^{\frac{50}{20}}} = 0.024 = 0.24\% \rightarrow \text{Use } 0.1\ \%\ \text{resistors}$$

For quick reference, the following table compares resistor tolerance to minimum and typical CMRR values assuming G = 1 or G = 2. As shown above, as gain increases so does CMRR.

Tolerance	G=1 Minimum (dB)	G=1 Typical (dB)	G=2 Minimum (dB)	G=2 Typical (dB)
0.01%=0.0001	74	95.6	77.5	99.2
0.1%=0.001	54	75.6	57.5	79.2
0.5%=0.005	40	61.6	43.5	65.2
1%=0.01	34	55.6	37.5	59.2
5%=0.05	20	41.6	23.5	45.2

eprasa.pl 1e6350aa7d

Pakiet Startowy Elektronika

Elementy pakietu:

- Wysokiej jakości lutownica elektryczna kolbowa 25W/230V
- Podstawka pod lutownicę z gąbką czyszczącą
- Kalafonia aktywna ułatwiająca lutowanie
- Cyna 1mm we fiolce
- Szczypce tnące boczne ze stali narzędziowej nierdzewnej
- 3 zestawy do samodzielnego montażu:
  - AVT720 Błękitno biały mrygacz
  - AVT721 Klaskacz - akustyczne zdalne sterowanie
  - AVT793 Generator dźwięków alarmowych
- Pudełko zbiorcze

kod: AVTPSE
cena: 80zł

Pomysł na prezent!

sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel. 22 257 84 50 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 1e6350aa7d

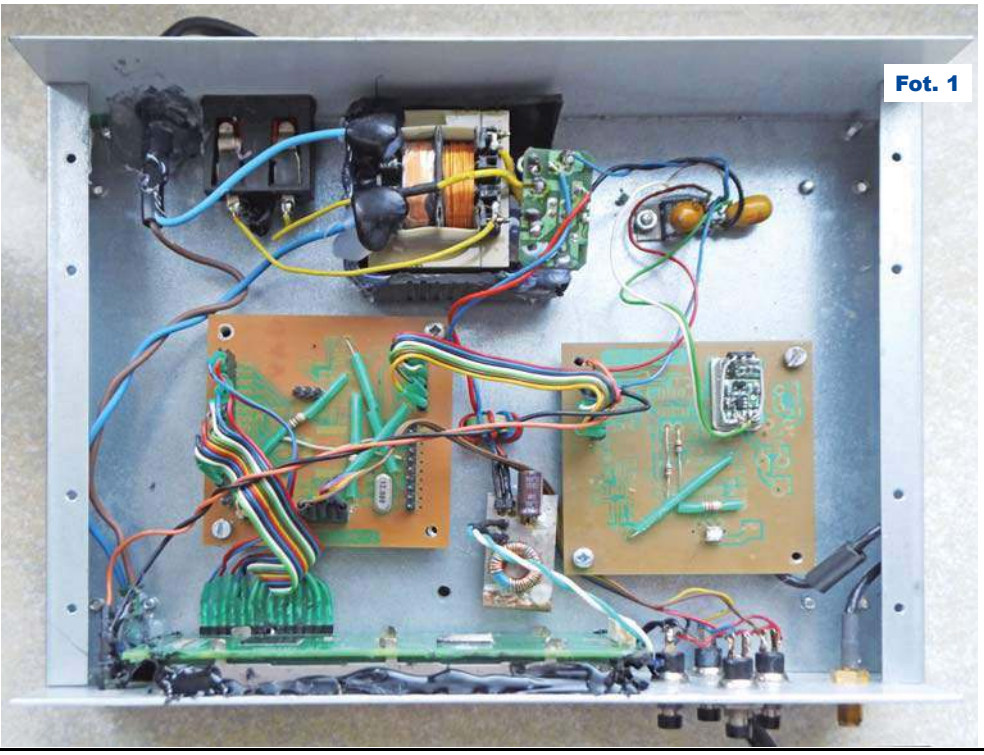
Miniaturowy termostat do rezonatora/generatora kwarcowego

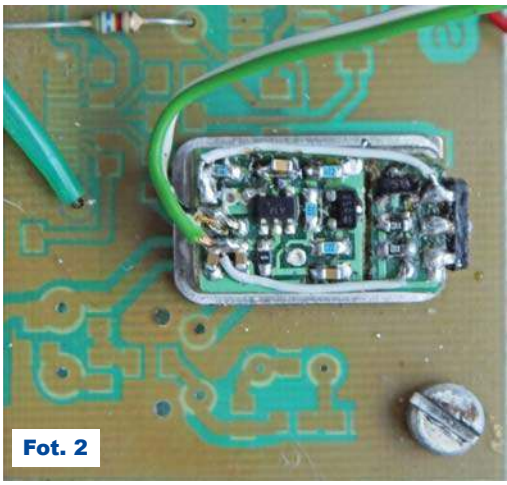
Do czego to służy?

Głównym problemem, z jakim spotykamy się, konstruując urządzenia z rezonatorem lub generatorem kwarcowym, jest jego niewystarczająca w wielu zastosowaniach stabilność częstotliwości. Głównym czynnikiem wpływającym na częstotliwość rezonatora kwarcowego jest zmieniająca się temperatura otoczenia. Wykorzystywane jest to w bardzo precyzyjnych miernikach temperatury, gdzie jako czujnik wykorzystuje się właśnie rezonator kwarcowy. Opisany w tym artykule ***termostat stabilizuje temperaturę rezonatora***. Określenie „termostat" z reguły kojarzy się ze stosunkowo dużym urządzeniem, z izolowanym cieplnie pojemnikiem współpracującym z układem elektronicznym. W tym przypadku jest inaczej: ***dzięki bardzo małym rozmiarom można zamontować go bezpośrednio na rezonatorze kwarcowym!*** Układ ten można wykorzystać we wszystkich układach, w których wymagana jest większa stabilność częstotliwości niż taka, jaką zapewnia zwykły rezonator kwarcowy, np. w częstościomierzach, syntezerach DDS, PLL, transwerterach, przyrządach pomiarowych itp. Przykład urządzenia, w którym zastosowano opisany układ, pokazany jest na **fotografii 1**.

Jak to działa?

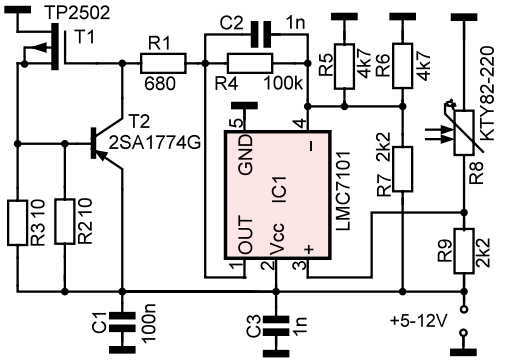
Stabilność częstotliwości generatora wykorzystującego rezonator kwarcowy wynosi około 10 ppm/°C. Lepszą stabilność można uzyskać, stosując generatory termokompensowane (około 1ppm/°C) lub termostatowane (od 0,01 do 0,001ppm/°C). Jeszcze lepszą stabilność uzyskuje się, wykorzystując generatory termostatowane, synchronizowane wzorcami atomowymi, np. sygnałem GPS lub wzorcem rubidowym. W układach synchronizowanych wzorcem GPS generator termostatowany zapewnia dobrą stabilność krótkoterminową częstotliwości, a wzorzec atomowy długoterminową.


Fot. 1


Fot. 2

Zmontowany układ termostatu pokazany jest na **fotografii 2**, schemat ideowy na **rysunku 3**. Projektując układ, szczególny nacisk położono na miniaturyzację układu. Spowodowało to konieczność użycia elementów w małych obudowach: 0603, SOT-89, SOT-416 oraz wyeliminowania elementów grzejnych w postaci rezystorów, które przy wymaganej mocy zajmowałyby zbyt dużą powierzchnię płytki. Elementem grzejnym w opisanym układzie jest tranzystor MOSFET z kanałem typu P. Zastosowanie tranzystora z kanałem typu P nie jest przypadkiem, tylko przemyślaną decyzją, ponieważ pozwala na połączenie jego obudowy (drenu) z obudową rezonatora i z masą układu. Przyjęte rozwiązanie umożliwia uzyskanie bardzo niskiej rezystancji termicznej takiego złącza. Funkcję czujnika temperatury pełni czujnik krze-

Rys. 3

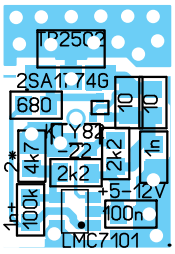


eprasa.pl 1e6350aa7d

mowy typu KT81-220. W porównaniu z termistorami NTC czujniki krzemowe mają lepszą stabilność rezystancji w funkcji czasu. Zastosowany czujnik ma stosunkowo dużą (jak na czujnik krzemowy) rezystancję, co zmniejsza nagrzewanie przez płynący przezeń prąd. Na dzielniku napięcia tworzonym przez rezystor R9 i czujnik temperatury występuje tym większe napięcie, im wyższa jest temperatura czujnika KTY. Rezystancja czujnika KTY rośnie ze wzrostem jego temperatury. Temperaturę zadaną termostatu ustawia się jednorazowo dzielnikiem rezystancyjnym R7, R5, R6, dobierając równolegle połączone rezystory R5 i R6. Przyjęte rozwiązanie pozwala zminiaturyzować układ, ponieważ dwa połączone rezystory 0603 (nalutowane na siebie) zajmują mniejszą powierzchnię niż jakikolwiek potencjometr montażowy. Sygnał błędu (różnica napięcia między dzielnikiem R9, R8 i R7, R5, R6) wzmacniany jest we wzmacniaczu operacyjnym LMC7101 w obudowie SOT23-5. Tranzystor T1 pracuje jako grzałka, jako opornik o regulowanej rezystancji, zależnej od napięcia na bramce. Im napięcie względem masy jest większe, tym rezystancja D-S tranzystora jest większa i element się mniej nagrzewa. Maksymalną wartość prądu płynącego przez tranzystor T1 ogranicza układ T2, R2, R3. Zastosowane rozwiązanie ogranicza moc traconą w rezystorach R2, R3. Gdy spadek napięcia na rezystorach jest większy niż 0,6V, to tranzystor T2 zaczyna przewodzić i ogranicza prąd płynący przez tranzystor T1. Wartość prądu płynącego przez tranzystor T2 ogranicza opornik R1. Pętla ujemnego sprzężenia zwrotnego ustala punkt pracy tranzystora T1 tak, aby napięcia panujące na dzielnikach R9, R8 i R7, R5, R6 były sobie równe. Wzmocnienie wzmacniacza ogranicza rezystor R4. Ewentualnym wzbudzeniom układu zapobiega kondensator C2. Kondensatory C1 i C3 odsprzęgają zasilanie układu. Poprawną pracę układu uzyskuje się, zasilając układ z napięcia stabilizowanego. Zmiany wartości napięcia zasilania nie mają znaczenia dla działania układu. Trzeba tylko pamiętać, że im wyższe jest napięcie, tym większa będzie moc wydzielona w postaci ciepła na tranzystorze T1, przy tych samych wartościach rezystancji R2, R3.

Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na dwustronnym laminacie szklano-epoksydowym o grubości 0,8 mm z metalizacją otworów. Płytka ma naprawdę znikome rozmiary, tylko 11 na 16 mm – **rysunek 4**. Ostatecznie zaprojektowana mozaika ścieżek różni się od wstępnego projektu (i fotografii modelu) ze względu na jej optymalizację po wykonaniu prototypu. Dolna powierzchnia płytki drukowanej stanowi masę układu i pozbawiona jest soldermaski. Przelotki między warstwami płytki drukowanej nie tylko łączą masę układu z elementami, ale również przekazują ciepło do czujnika temperatury i rezonatora kwarcowego. Ciepło do czujnika przekazuje również dodatkowa przelotka pod niepodłączonym wyprowadzeniem czujnika temperatury KTY82. W opisanym układzie nie należy stosować laminatu grubszego niż 1 mm, gdyż zwiększa to rezystancję termiczną przelotek oraz utrudnia montaż tranzystora T1 w obudowie SOT-223. W najprostszym wariancie układ przylutowuje się do obudowy rezonatora kwarcowego tak, by tranzystor mocy i czujnik były przylutowane do obudowy rezonatora kwarcowego. Pozostała część płytki może wystawać poza rezonator kwarcowy. Takie połączenie zapewnia możliwie najmniejszą rezystancję cieplną połączeń.



Rys. 4. Skala 200%

Uwaga! Do przylutowania układu do obudowy rezonatora kwarcowego zastosowano stop Lichtenberga, używany do cynowania płytek drukowanych. Stop ten (bizmut-ołów-cyna) nie zawiera toksycznego kadmu, ma niską temperaturę topnienia wynoszącą około 100°C i zapewnia niską rezystancję termiczną (popularny stop Sn60Pb40 ma temperaturę topnienia ponad 180°C). Użycie stopu Lichtenberga zamiast zwykłego lutu ołowiowego nie naraża rezonatora kwarcowego na zbyt wysokie temperatury występujące podczas lutowania.

I jeszcze jeden szczegół: część z dostępnych na rynku obudów rezonatorów kwarcowych nie da się lutować za pomocą popularnych topników z powodu zastosowania niklu jako dodatku stopowego w obudowach rezonatora. Obudowy rezonatorów łączone są za pomocą innych technik niż lutowanie. Autor osiągnął bardzo dobre rezultaty, stosując w tym wypadku preparat AlumWeld Chrome, dostępny na portalach aukcyjnych. Bardzo ważne jest, by po wstępnym pocynowaniu rezonatora nadmiar preparatu usunąć alkoholem izopropylowym, gdyż wykazuje on działanie korozyjne.

Analogicznie jak płytka termostatu, do obudowy rezonatora przylutowany jest dren tranzystora T1 w przypadku wykorzystania tranzystora w obudowie SOT-223. W przypadku obudów rezonatorów kwarcowych mniejszych niż HC49U do rezonatora należy przylutować kawałek blachy miedzianej, a dopiero do niego płytkę z termostatem. Pomiędzy rezonatorem a masą układu należy zastosować podkładkę izolującą cieplnie rezonator od płytki drukowanej. W przypadku problemu z zakupem podkładki, jej funkcję może pełnić kawałek cienkiego laminatu, pozbawionego miedzi. Obudowę rezonatora należy połączyć z masą układu za pomocą cienkiego drucika. Tak zmontowany układ trzeba zabezpieczyć koszulką termokurczliwą lub za pomocą pianki ochronnej używanej podczas transportu elementów, która będzie pełniła funkcję izolacji termicznej.

Większą stabilność częstotliwości można uzyskać, termostatując nie tylko rezonator kwarcowy, ale cały układ generatora. W takim wypadku należy zastąpić tranzystor w obudowie SOT-89 tranzystorem o większej mocy strat np. w obudowie SOT-223 lub TO-220. W przypadku tranzystorów w obudowach innych niż SOT-89 część płytki, gdzie kończą się wyprowadzania bramki i źródła tranzystora mocy należy odciąć, a wyprowadzenia tranzystora mocy przylutować bezpośrednio do płytki drukowanej.

Wykorzystując tranzystory większej mocy, warto zwiększyć prąd płynący przez tranzystor, zmniejszając wartość rezystorów R2, R3. Wymaganą wartość prądu można wyliczyć ze wzoru I=0,6V/R, gdzie R jest wypadkową rezystancją równolegle połączonych rezystorów R2/R3. W układzie można zastosować do czterech równolegle połączonych oporników. Dwa pierwsze rezystory montuje się na płytce drukowanej, a kolejne nalutowuje się na nich. Nie należy przekraczać dopuszczalnej mocy strat wynoszącej 0,125 W na jeden rezystor w obudowie 0603. Moc strat wyliczamy ze wzoru $P=I^2*R$.

W przypadku generatorów kwarcowych typu DIL termostat można przylutować do obudowy generatora kwarcowego i całość zaizolować kawałkami styropianu lub pianki. Temperatura, na jaką ustawiony jest termostat, musi być wyższa od temperatury panującej w obudowie urządzenia.

Podczas pracy rezonator/generator wraz z termostatem powinien być umieszczony z dala od wszelkich elementów wymuszających przepływ powietrza.

Ciąg dalszy na stronie 69

eprasa.pl 1e6350aa7d

Monostabilny przełącznik ON/OFF

Przedstawiony układ pozwala zrealizować funkcję włącz/wyłącz w sytuacji, kiedy do dyspozycji mamy jedynie przycisk chwilowy (monostabilny). Wyjściem układu są styki przekaźnika.

Do czego to służy?

Przedstawiony układ służy do – pozornie – prostej czynności, jaką jest włączanie i wyłączanie przekaźnika. Sygnałem, który go przełącza, jest chwilowe zwarcie zarejestrowane na zaciskach złącza.

Dzięki temu można zrealizować np. włączanie i wyłączanie światła w pomieszczeniu poprzez użycie czujnika nacisku wbudowanego w próg. Można też zbudować elegancki wyłącznik podświetlenia naciskany palcem, w którym klawisz nie zmienia swojego położenia po przełączeniu, w przeciwieństwie do tradycyjnych przełączników bistabilnych.

Jak to działa?

Schemat układu pokazany jest na **rysunku 1**. Najważniejszym obwodem w tym urządzeniu, odpowiedzialnym za realizację pamięci, jest układ złożony z dwóch bramek: US1A i US1B. Są to bramki NAND z wejściem Schmitta, lecz ich wejścia zostały zwarte, więc służą jako negatory (bramki NOT). Wejście jednej zostało sprzęgnięte z wyjściem drugiej i odwrotnie – dzięki temu działają jak pojedyncza komórka pamięci statycznej, która nie wymaga odświeżania i może przez dowolny czas trwać w ustalonym stanie.

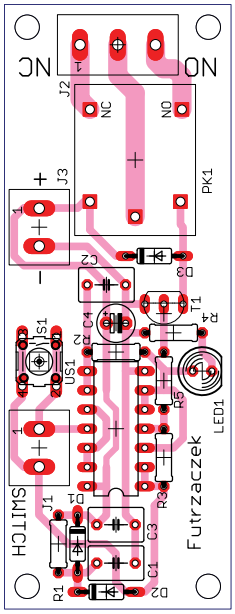
Rezystor R2 i kondensator C2 umożliwiają temu układowi zmianę stanu: zwarcie styków przycisku powoduje podanie na wejście US1A stanu logicznego, który miała dotychczas na swoim wyjściu. Ponieważ jest to bramka negująca, będzie musiała zmienić swój stan. Rolą rezystora R2 jest wydłużenie czasu przeładowywania kondensatora C2, aby układ nie przełączał się zbyt szybko po długotrwałym zwarciu styków. W układzie prototypowym czas między przełączeniami po przytrzymaniu przycisków wyniósł ok. 1,5s.

Bramki US1C i US2D tworzą bufor, który izoluje obwód przycisku (mogący zbierać zakłócenia np. od długich przewodów) od wrażliwego obwodu R2-C2, który przedstawia sobą bardzo wysoką rezystancję, równą rezystancji R2.

Na płytce przewidziano złącze J1, do którego można podłączyć inny przycisk lub styki. Przycisk S1 posłuży do testów układu.

Kiedy przekaźnik jest wyłączony, stan logiczny na wyjściu bramki US1B musi być niski, aby tranzystor T1 pozostawał zatkany, czyli stan logiczny na jej wejściu jest wysoki. Oznacza to, że wyłączenie elektromagnesu przekaźnika jest sygnalizowane delikatnym świeceniem diody LED1, gdyż tylko wtedy może się ona załączyć.

Po każdorazowym włączeniu zasilania stan początkowy układu mógłby być dowolny. Dlatego został dodany obwód składający się z elementów R1, C1 i D2, który wymusza stan niski na wejściu US1A przez krótką chwilę po włączeniu zasilania. Potem, kiedy kondensator C1 naładuje się już dostatecznie, dioda D2 pozostaje przez resztę czasu zatkana. Rolą diody D1 jest szybkie rozładowanie kondensatora C1 po odłączeniu zasilania poprzez odprowadzenie ładunku z niego do pozostałej części obwodu. W ten sposób, po ponownym włączeniu zasilania, układ na pewno będzie gotowy do pracy, a przekaźnik za każdym razem będzie wyłączony.



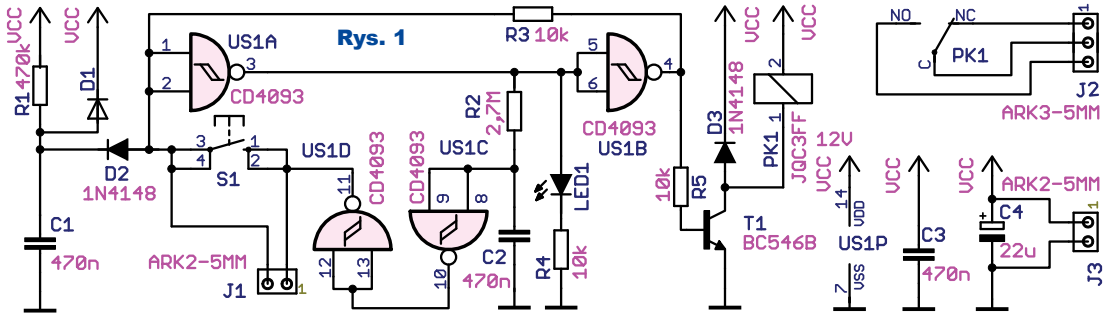
Rys. 2

W czasie normalnej pracy układu (w stanie już ustalonym) przez rezystor R3 nie płynie prąd, ponieważ do jego lewej nóżki podłączone są jedynie wejścia bramki US1A. Jednak nabiera on znaczenia w momencie zmiany stanu (przełączenia) układu, gdyż ogranicza prąd płynący przez wyjście bramki US1D do ok. 1,2mA, czyli poniżej wartości maksymalnej. Bez niego na wejściu US1A spotykałyby się dwa przeciwstawne stany logiczne, wymuszane przez US1B i US1D. Dodanie R3 zwiększa priorytet wyjścia bramki US1D.

Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 80×30mm, której wzór ścieżek i schemat montażowy przedstawia **rysunek 2**. W odległości 3mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Ciąg dalszy na stronie 59



eprasa.pl 1e6350aa7d

Arduino Nano i oświetlenie choinkowe

Proponuję wykorzystanie modułu Arduino Nano do wykonania oświetlenia choinkowego z różnymi efektami, łatwo wybieranymi za pomocą klawiatury alfanumerycznej.

Efekt działania gotowego urządzenia można obejrzeć pod adresami:
https://youtu.be/PaXKRxvriuM
https://youtu.be/uUD2wJ-_huw

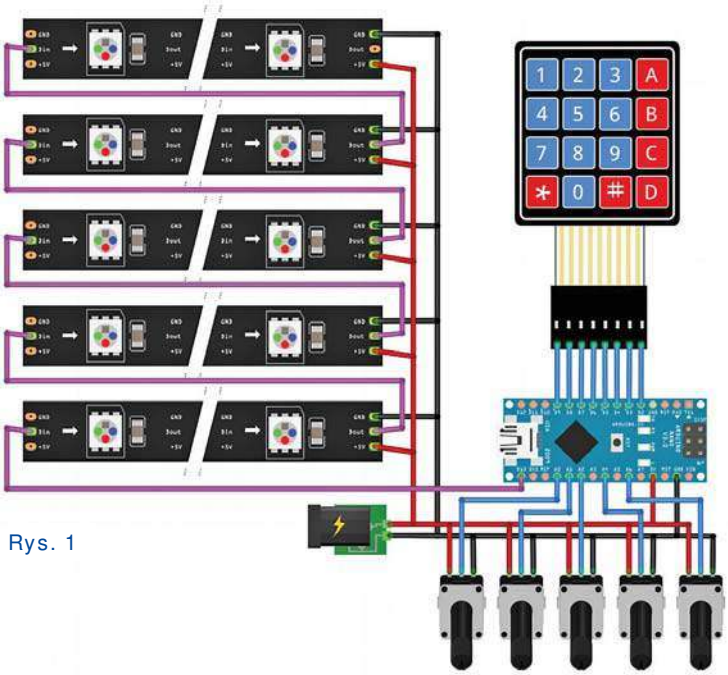
Klawiaturą można wybrać jeden z 15 zaprogramowanych efektów, a wciskając klawisz D, uzyskujemy tryb „demo" polegający na sekwencyjnym przełączaniu wszystkich efektów.

Pięć potencjometrów pozwala na wybranie dominującego koloru (potencjometry R, G, B umożliwiające modyfikację każdej ze składowych osobno), wybranie jasności oraz prędkości działania efektów. Po włączeniu zasilania sterownik przywraca ostatnio używany efekt.

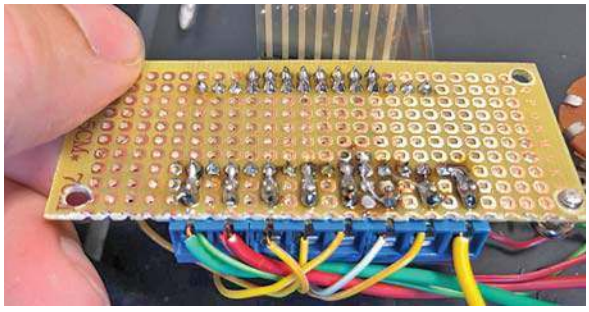
Od strony układowej jest to bardzo prosty układ wykorzystujący poza samym Arduino tylko pięć potencjometrów i klawiaturę membranową 4×4, jak pokazuje **rysunek 1**. Do całości działania urządzenie potrzebuje jeszcze zasilacza oraz łańcucha diod WS2811. Wykorzystanych zostało pięć łańcuchów po 50 diod, co daje sumarycznie 250 diod i na taką liczbę została zaprojektowana część efektów. Łańcuchy diod są połączone szeregowo, jeżeli chodzi o transfer danych i równolegle po 50, jeśli chodzi o zasilanie. Ma to na celu wyeliminowanie spadków napięcia na długich przewodach, gdyż zasilane są napięciem tylko 5V.

Program – szkic do sterowania (***WS2811_xmas_new.ino***) został napisany w całości samodzielnie i jest dostępny w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru. Najciekawsza według mnie jest funkcja wysyłająca dane do łańcucha, które zapewniając odpowiednie timingi zamiast oczekiwania bezczynnie na rozkazach NOP, wykonuje odpowiednie mnożenia i dzielenia, pozwalając na praktycznie bezstratne (jeśli chodzi o czas) sterowanie jasnością podświetlenia.

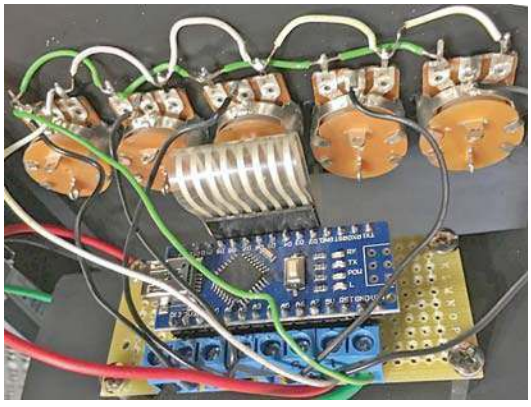
Aby sterować jasnością, która może być zadana w granicach od 0 do 255



Rys. 1



eprasa.pl 1e6350aa7d



(wartość z przetwornika AC obsługującego potencjometr jasności podzielona przez 4), każda wartość wysyłana do łańcucha powinna być pomnożona przez wartość jasności, a następnie podzielona przez 256. Jest tu pewne ograniczenie wynikające z tego, że maksymalna jasność wyniesie 255 * 255 / 256, co da wartość 254, a nie 255, ale jest to świadome działanie pozwalające przyspieszyć kod w części wysyłającej dane. Funkcja wysyłająca dane do łańcucha, zapewniająca prawidłowe czasy trwania stanów wysokich i niskich, dla utworzenia odpowiednich opóźnień wykorzystuje instrukcję mnożenia, a potem z wyniku wysyła starszy bajt. Czyli praktycznie bez tracenia dodatkowych cykli procesora mamy „darmowe" sterowanie jasnością.

Konstrukcja programu została zrealizowana w następujący sposób: w głównej pętli „odpalany" jest wybrany efekt, następnie odczytywana jest klawiatura i jeśli potrzeba, zmieniany jest efekt na nowo wybrany. Następnie odczytywane są potencjometry pozwalające na zmianę jasności i prędkości a potem modyfikowane są liczniki prędkości.

Każda z funkcji odpowiadającej za dany efekt ma za zadanie przygotowanie bufora z danymi, które następnie zostaną przesłane do łańcucha. Pierwsze wywołanie funkcji po wyborze efektu odbywa się z parametrem init, pozwalając jej na przygotowanie wewnętrznych zmiennych odpowiednio do potrzeb. Następnie funkcja jest wywoływana w każdym obiegu pętli głównej, czasami mając ustawioną zmienną nextStep, dzięki czemu może dostosować swoją prędkość do ustawień potencjometru. Przykładowo funkcja wyświetlająca „rozbłyskujące świetliki" w zależności od nastawionej prędkości częściej lub rzadziej zaświeca kolejne diody, ale samo ich wygaszanie już nie zależy od liczby rozbłysków, tylko następuje w stałym czasie.

Zadaniem każdej z funkcji odpowiadającej za efekty jest wypełnienie bufora pixels o długości równej liczbie diod pomnożonej przez 3 (każdy dioda otrzymuje po 3 bajty odpowiadające za 3 składowe koloru).

Przykładowa najprostsza z funkcji wyświetlająca po prostu jeden kolor na każdej z diod wygląda następująco:

```
void Mode3(bool init)
{
  byte r = GetRed();
  byte g = GetGreen();
  byte b = GetBlue();

  for(int i = 0; i < PIXEL_COUNT; i++)
  {
    pixels[i * 3 + 0] = r;
    pixels[i * 3 + 1] = g;
    pixels[i * 3 + 2] = b;
  }
}
```

Funkcja nie zwraca uwagi na parametr init, zawsze działa tak samo. Pierwsze, co robi, to odczytuje zmienne r, g, b odpowiadające za składowe kolorów odczytane z potencjometrów. Robi to za każdym razem, dzięki czemu na bieżąco reaguje na wartości ustawione przez użytkownika.

Następnie cały dostępny bufor wypełnia tymi składowymi, tworząc zestaw PIXEL_COUNT (liczba diod równa 250) identycznych trójek bajtów.

Inną przykładową funkcją jest funkcja symulująca białe rozbłyski w łańcuchu lekko rozświetlonym wybranym kolorem:

```
void Mode2(bool init)
{
  static byte delayLoop;

  byte r = GetRed() >> 3;
  byte g = GetGreen() >> 3;
  byte b = GetBlue() >> 3;

  if (init)
  {
    delayLoop = 0;

    for(int i = 0; i < PIXEL_COUNT; i++)
    {
      pixels[i * 3 + 0] = r;
      pixels[i * 3 + 1] = g;
      pixels[i * 3 + 2] = b;
    }
  }

  for(int i = 0; i < PIXEL_COUNT; i++)
  {
    if (pixels[i * 3 + 0] < r)
    {
      if (pixels[i * 3 + 0] < r - 4)
        pixels[i * 3 + 0] += 4;
      else
        pixels[i * 3 + 0] = r;
    }
    else if (pixels[i * 3 + 0] > r)
    {
      if (pixels[i * 3 + 0] > r + 4)
        pixels[i * 3 + 0] -= 4;
      else
        pixels[i * 3 + 0] = r;
    }

    if (pixels[i * 3 + 1] < g)
    {
      if (pixels[i * 3 + 1] < g - 4)
        pixels[i * 3 + 1] += 4;
      else
        pixels[i * 3 + 1] = g;
    }
    else if (pixels[i * 3 + 1] > g)
    {
      if (pixels[i * 3 + 1] > g + 4)
        pixels[i * 3 + 1] -= 4;
      else
        pixels[i * 3 + 1] = g;
    }

    if (pixels[i * 3 + 2] < b)
    {
      if (pixels[i * 3 + 2] < b - 4)
        pixels[i * 3 + 2] += 4;
      else
        pixels[i * 3 + 2] = b;
    }
    else if (pixels[i * 3 + 2] > b)
    {
```


eprasa.pl 1e6350aa7d

```
      if (pixels[i * 3 + 2] > b + 4)
        pixels[i * 3 + 2] -= 4;
      else
        pixels[i * 3 + 2] = b;
    }
  }

  if (nextStep && ++delayLoop == 5)
  {
    delayLoop = 0;

    int index = random(PIXEL_COUNT);
    pixels[index * 3 + 0] = 255;
    pixels[index * 3 + 1] = 255;
    pixels[index * 3 + 2] = 255;
  }
}
```

Funkcja początkowo odczytuje wartości R, G, B z potencjometrów, z tym że od razu dzieli je przez 8 (trzykrotne przesunięcie w prawo), aby otrzymać odpowiednio przyciemnioną wartość koloru.

Następnie jeśli jest to pierwsze wywołanie funkcji (zmienna init ustawiona na wartość true), ustawia lokalną zmienną określającą opóźnienie na 0 i w pętli wypełnia cały bufor zadanymi wartościami, podobnie jak to było w poprzedniej funkcji.

Następnie w pętli przebiega cały bufor, sprawdzając, czy jakieś wartości nie przekraczają wartości zadanych, a jeśli tak, to zmniejsza je o 4.

Ostatnią czynnością jest wylosowanie pozycji, na której nastąpi biały rozbłysk, czyli po prostu dla tej diody wszystkie składowe koloru są ustawiane na maksymalną wartość równą 255.

Częstotliwość rozbłysków zależy od zmiennej nextStep, której wartość jest zależna od ustawienia potencjometru Speed. Ponieważ byłoby to i tak za często, nowy rozbłysk jest generowany co piąte ustawienie zmiennej nextStep, a zapewnia to odpowiednie ustawianie lokalnej zmiennej delayLoop.

W programie jest 15 funkcji odpowiadających za efekty, więc w łatwy sposób można podmienić sobie efekt na wymyślony przez siebie, odpowiednio zmieniając jedną z funkcji:

Void ModeX(bool init)

Układ można z powodzeniem zbudować na podstawie schematu i fotografii zamieszczonych w artykule. Należy zwrócić uwagę na grubość (przekrój) przewodów zasilających z uwagi na duży sumaryczny prąd diod zasilanych

napięciem 5V. W Elportalu wśród materiałów dodatkowych, oprócz szkicu WS2811_xmas_new.ino, zamieszczony jest schemat w pliku Schema-X-mas tree.fzz (Fritzing) oraz szereg dodatkowych fotografii modelu.

Damian Ząbczyk
visar@o2.pl

Ciąg dalszy ze strony 56

Wszystkie użyte w układzie elementy są przystosowane do montażu przewlekanego, więc nie powinien on sprawić problemu nawet początkującym elektronikom. Pod układ scalony US1 polecam zastosować podstawkę.

Zasilanie układu podłącza się do zacisków złącza J3, pamiętając o prawidłowej polaryzacji. Układ jest przystosowany do współpracy z napięciem stałym o wartości ok. 12V, niekoniecznie stabilizowanym.

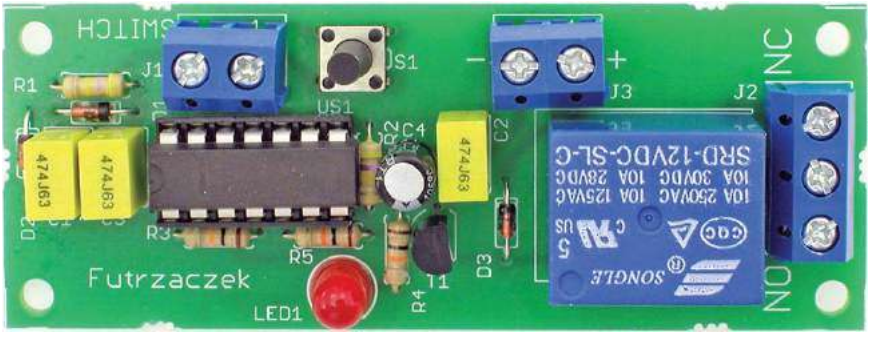
Pobór prądu wynosi ok. 1mA po wyłączeniu przekaźnika i ok. 35mA po jego załączeniu. Maksymalny prąd, jaki może przełączać przekaźnik PK1, zależy od wytrzymałości prądowej jego styków oraz od grubości ścieżek łączących go ze złączem J2. Te zostały odsłonięte (brak soldermaski), aby można było je pocynować, zwiększając tym samym ich przekrój.

Michał Kurzela
michal.kurzela@ep.com.pl

Wykaz elementów

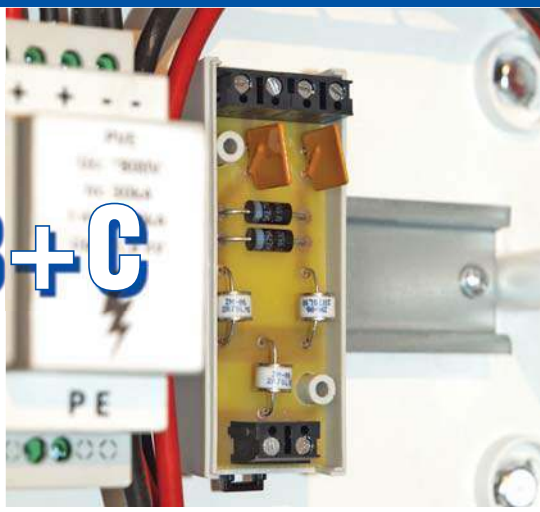
R1	470kΩ 0,25W
R2	2,7MΩ 0,25W
R3–R5	10kΩ 0,25W
C1–C3	470nF 63V MKT THT raster 5mm
C4	22µF/25V THT raster 2,5mm
D1–D3	1N4148
LED1	5mm czerwona THT
T1	BC546B lub podobny
US1	CD4093 DIP14
J1,J3	ARK2 5mm
J2	ARK3 5mm
S1	microswitch 6x6 10mm
Podstawka DIP14	

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3260



eprasa.pl 1e6350aa7d

Eksperymentalny ochronnik PV klasy B+C



Wyładowania atmosferyczne fascynowały ludzkość od zarania dziejów. Współczesna nauka zajmuje się nimi na poważnie, jednak bardziej od łapania piorunów interesuje się ochroną przed ich działaniem. Poznaj podstawy i budowę ochronników.

Główne elementy instalacji odgromowej to: zwód, ochronniki i uziom. Z elektronicznego punktu widzenia zdecydowanie najciekawsze są ochronniki. Poza tym ochronniki warto/należy stosować nie tylko w instalacji odgromowej, a wszędzie tam, gdzie istnieje ryzyko powstawania przepięć. W obszarze napięcia sieciowego ochronniki dzielimy na 4 klasy oznaczone literami alfabetu: A, B, C i D. Ograniczniki klasy A nie są stosowane w domowych instalacjach, służą do zabezpieczania linii energetycznych napowietrznych. Ochronniki klasy B (typ 1) służą do ochronny przed przepięciami o wysokiej wartości prądu udarowego np. wywoływanymi bezpośrednim uderzeniem pioruna w linię energetyczną. Ograniczniki klasy C (typ 2) mają za zadanie ochronić przed przepięciami o mniejszej energii np. zaidukowanymi w linii w wyniku wyładowania doziemnego w okolicy. Ochronniki klasy B i C to najczęściej montowane ograniczniki w domowych rozdzielnicach. Ochronniki klasy D (typ 3) służą do bezpośredniej ochrony wybranych, czułych na wszelkie przepięcia urządzeń. Montowane są wraz z gniazdkiem w puszce elektrycznej albo bezpośrednio w urządzeniu. Każdy ochronnik ogranicza skok potencjału elektrycznego tylko do pewnego poziomu. Im bliżej „końca" instalacji, tym wyższej klasy ochronnik powinien być zastosowany. I tak ochronnik:

- Klasy A zmniejszy poziom napięcia do 6kV,
- Klasy B zmniejszy poziom napięcia do 2,5kV
- Klasy C zmniejszy poziom napięcia do 1,5kV,
- Klasy D zmniejszy poziom napięcia do 0,8kV.

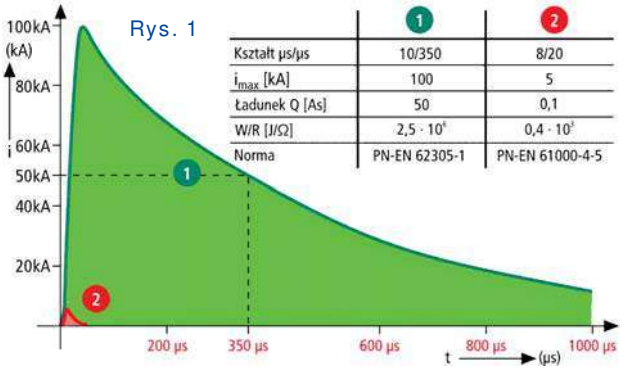
Ochronniki poszczególnych klas powinny być stosowane kaskadowo, stopniowo zmniejszając poziom napięcia. W praktyce, jeśli mamy jedną rozdzielnicę w domu, to w niej stosujemy ochronniki klasy B i C (są też ochronniki 2 w 1, czyli B+C). Jeśli budynek jest wielopiętrowy, to w rozdzielnicy głównej powinno zastosować się ochronniki klasy B, a w rozdzielnicach na poszczególnych piętrach ograniczniki klasy C. Typowy ochronnik przepięć klasy B lub C (pokazany na **fotografii 1**) zbudowany jest z dwóch elementów: podstawy ochronnika i wymiennej wkładki zawierającej element zabezpieczający. Podstawa ochronnika montowana jest na szynie DIN35. Ma dwa zaciski. Do górnego podłączamy przewód fazowy (L) lub neutralny (N). Do dolnego natomiast podpinamy przewód ochronny PE, który jest połączony z listwą ochronną rozdzielni. Wkładka zawiera w sobie wszystkie najważniejsze elementy ochronnika. Dla poszczególnych klas jest to:

- Klasa B (typ I) – podstawowym elementem jest iskiernik,
- Klasa C (typ II) – podstawowym elementem jest warystor.

W ochronnikach klasy B głównym elementem jest iskiernik. Można sobie wyobrazić, że jest to rodzaj wysokoprądowej neonówki, dla której napięcie zapłonu dobrane zostało z zapasem do napięcia zabezpieczanej instalacji. W normalnych warunkach pracy iskiernik stanowi przerwę dla prądu, ale podczas bezpośredniego uderzenia w element instalacji elektrycznej jego rezystancja spada niemal do zera. Na skutek pojawienia się bardzo dużego potencjału elektrycznego w iskierniku pomiędzy elektrodami tworzy się łuk elektryczny. Dzięki temu np. pomiędzy przewodem fazowym, w którym występuje bardzo duży skok napięcia, a przewodem ochronnym pojawia się zwarcie i prąd o dużym natężeniu płynie do ziemi zamiast do domowej instalacji elektrycznej. Po wygaśnięciu wyładowania iskiernik samoczynnie wraca do normy (czyli przerwy w obwodzie).

Fot. 1

Ogranicznik klasy C ma w sobie warystor. Warystor przy normalnym napięciu sieci ma bardzo duży opór. Gdy w układzie np. na skutek wyładowania pojawi się skok napięcia, jego rezystancja gwałtownie maleje. Warystor w porównaniu z iskiernikiem nawet w fazie przewodzenia ma jakąś znaczącą rezystancję, przez co może przechwycić zdecydowanie mniejszą energię przepięcia. Warystory znajdziemy w ochronnikach klasy C do ochrony przed wyładowaniami pośrednimi. Ochronniki nie mają „łatwego życia". Wystarczy spojrzeć na **rysunek 1**, gdzie kolorem zielonym pokazane jest standar-



Rys. 1

	1	2
Kształt µs/µs	10/350	8/20
i_{max} [kA]	100	5
Ładunek Q [As]	50	0,1
W/R [J/Ω]	$2,5 \cdot 10^6$	$0,4 \cdot 10^3$
Norma	PN-EN 62305-1	PN-EN 61000-4-5

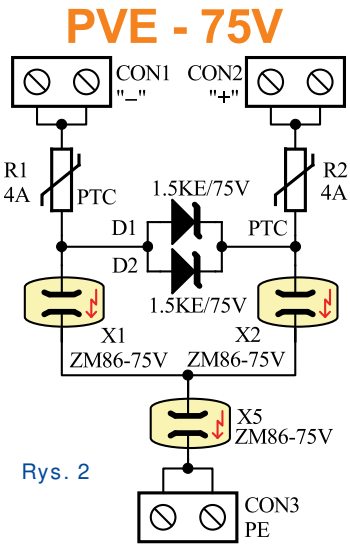
eprasa.pl 1e6350aa7d

dowe wyładowanie bezpośrednie, a „niewielkie” wyładowanie pośrednie kolorem czerwonym. Dla elektronika są to niewyobrażalne prądy. W tej sytuacji nie powinna dziwić podawana w karcie katalogowej niewielka krotność odprowadzenia przepięć. Wynika stąd dość szybkie zużywanie się warystorów (w nieco mniejszym stopniu dotyczy to też iskierników). Kluczowe w ochronnikach przepięć, bez względu na zastosowaną klasę, jest posiadanie instalacji uziemiającej o bardzo dobrych parametrach, tj. mającej bardzo małą impedancję. Jeśli ta impedancja będzie zbyt duża, prąd udarowy wywoła na elementach uziomu tak duży spadek napięcia, że ochrona okaże się nieskuteczna. Sprawdźmy, co się stanie, gdy dla prądu 5kA (znamionowego dla ochronników klasy C) w ramach oszczędności uziom wykonamy przewodem 2,5mm^2 zamiast zalecanego 16mm^2. Przewodność miedzi $\rho = 0{,}018\ \Omega\cdot mm^2/m$, co przy 10m przewodu 2,5mm^2 daje 72mΩ a dla 16mm^2 – 11mΩ. Przy prądzie 5kA wystąpi odpowiednio 360V i 56V spadku napięcia; zaskakujące 300V różnicy, od którego zapewne zależało będzie być albo nie być naszego sprzętu.

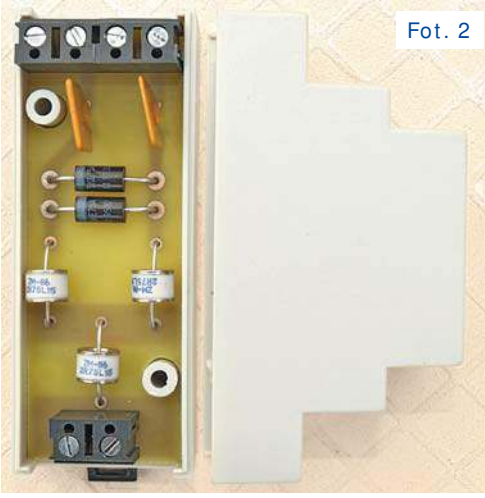
Po tym krótkim i bardzo uproszczonym wstępie teoretycznym zajmijmy się praktyczną realizacją ochronnika. Rynek zapewnia dosyć szeroki wybór ochronników dla napięć przemiennych. Nieco trudniej znaleźć ochronnik stałonapięciowy do instalacji PV (fotowoltaicznej) o napięciu kilkuset woltów. Natomiast sporym wyzwaniem jest zdobycie ochronnika DC dla mikroinstalacji składającej się np. z 2 paneli połączonych równolegle (napięcie poniżej 50V). Możemy co prawda zastosować standardowy ochronnik PV, licząc na odporność inwertera na krótkie, kilkusetwoltowe przepięcia, ale możemy zbudować eksperymentalny ochronnik na potrzebny zakres napięć. **Rysunek 2** pokazuje schemat, a **fotografia 2** przedstawia wnętrze modelu ochronnika PV na napięcie 50V. Jest to układ kombinowany klasy B+C. Iskierniki X1, X2 redukują przepięcia pomiędzy liniami, natomiast iskiernik X5 ogranicza napięcia względem listwy PE (ziemi). W obu przypadkach od 150V. Iskierniki poza swoimi zaletami mają także ograniczenia, które szczególnie uwidaczniają się w instalacji PV (instalacji DC). Pierwszą z nich jest stosunkowo długi czas zadziałania, rzędu setek nanosekund. Drugim, mniej oczywistym, jest podtrzymanie łuku. Wystarczy spojrzeć na dane zaznaczone na **rysunku 3**, aby uświadomić sobie, że każda większa instalacja PV dostarczy nawet w pochmurny (burzowy) dzień ponad 0,8A prądu, co spowoduje przejście iskiernika z fazy wzbudzenia do fazy wyładowania łukowego. Jednocześnie gdy popatrzymy na pierwszy wiersz wspomnianego rysunku, wyładowanie o prądzie 5A nie powinno trwać powyżej 1 sekundy. Z tego powodu na schemacie ochronnika widzimy 2 bezpieczniki polimerowe R1 i R2 – PTC 4A. Wspomnianą ospałość iskierników kompensują transile D1 i D2. Pochodzące z rodziny 1.5KE (1,5kW) transile jednokierunkowe charakteryzują się ekstremalnie szybkim działaniem rzędu pojedynczych pikosekund. Transile szybkością znacznie przewyższają warystory. Poza tym transile nie degradują się po każdym wyładowaniu tak jak warystory (o ile nie ulegną uszkodzeniu przy ogromnym prądzie). Dlatego też to transile wybrane zostały do ochronnika klasy C. Zachęcam do zapoznania się z treścią dołączonej noty aplikacyjnej „Transil™ diode versus Varistor” omawiającej zalety transili. Płytka drukowana ochronnika zaprojektowana została pod obudowę Z103; podwójny moduł na szynę DIN. Po zamontowaniu wszystkich elementów, z których tylko diody D1 i D2 wymagają poprawnej polaryzacji, koniecznie należy wzmocnić ścieżki np. poprzez nalutowanie odcinków przewodu DY 2,5mm, tak jak pokazane jest to na **fotografii 3**. Ochronnik montujemy jak najbliżej wejścia inwertera, a jeśli okablowanie instalacji PV przekracza 10m, zaleca się montaż drugiego ochronnika tuż przy panelach. Urządzenie nie wymaga uruchamiania, ale powinno być regularnie kontrolowane zwłaszcza po każdej burzy. Nie może też służyć do ochrony przed błędną polaryzacją z racji znikomej mocy ciągłej, którą mogą rozpraszać transile.

Opisane rozwiązanie zmniejsza ryzyko uszkodzenia urządzeń pracujących w tak chronionym systemie PV, ale nie gwarantuje pełnej ochrony. Skuteczność zależy od energii przepięcia i przy bezpośrednim uderzeniu pioruna w instalację żaden ochronnik nie zabezpieczy przed poważnymi uszkodzeniami, obejmującymi nawet stopienie przewodów.

Michał Stach
michal.stach@elportal.pl

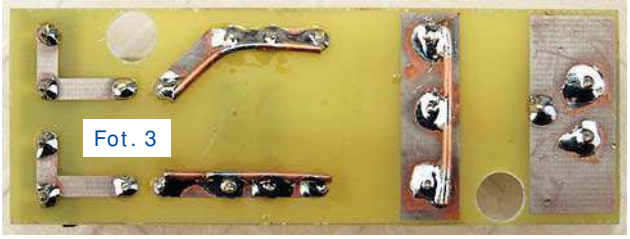


Rys. 2


Fot. 2

Service life				
	10	operations 50 Hz, 1 s	5	A
	1	operations 50 Hz, 0.18s(9 cycles)	20	A
	10	operations 8/20 µs	5	kA
	1	operation 8/20 µs	10	kA
	1	operation 10/350 µs	1	kA
	300	operations 10/1000 µs	100	A
Insulation resistance at 50 V_{dc}			> 1	GΩ
Capacitance at 1 MHz			< 1	pF
Arc voltage at 1 A			~ 12	V
Glow to arc transition current			~ 0.8	A
Glow voltage			~ 80	V

Rys. 3


Fot. 3

Wykaz elementów

R1,R2 ..... PTC 4A/60V
D1,D2 ..... transil 1.5KE75A
X1,X2,X5 ..... iskiernik ZM86-75L
CON1,CON2,CON3 ..... złącze śrubowe do druku AR2-7,5mm
Obudowa Kradex Z103

eprasa.pl 1e6350aa7d

Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku

część 1

Do zdalnego sterowania ogrzewaniem górskiej hacjendy (domku letniskowego) autor wykorzystał kit AVT3065 - sterownik autorstwa p. Radosława Krawczyka. Budynek wykonany w technologii drewnianej w górach. Licznik energii elektrycznej dwutaryfowy. Prąd jest tańszy w godzinach nocnych, dwie godziny w ciągu dnia (od 13.00 do 15.00), a także w weekendy. Założenia były następujące:

- czuwanie systemu, aby w czasie mrozów utrzymać temperaturę dodatnią w pomieszczeniach, gdzie doprowadzona jest woda (kuchnia, łazienka, piwniczka).
- możliwość zdalnego włączenia ogrzewania, w celu wstępnego nagrzania przed przyjazdem, możliwość włączenia oświetlenia posesji, odczytu temperatury, informacja SMS-em o alarmie.

Podstawowym celem ogrzewania elektrycznego jest utrzymanie temperatury ponadzamrożeniowej w pomieszczeniach, w których znajduje się woda. Nad tym zadaniem powinny czuwać oddzielne termostaty. O fazach taniego/drogiego prądu ma informować własny zegar, zsynchronizowany z *zegarem taurona* wbudowanym w licznik energii elektrycznej. Należy też przewidzieć sterowany zdalnie i lokalnie bypass zegara – podczas dużych mrozów, kiedy istnieje obawa, że grzanie w okresach taniej taryfy może być niewystarczające.

Sercem systemu zdalnego sterowania ma być sterownik GSM AVT3065. Całą elektronikę należy zabudować w przedsionku (wiatrołapie) w pobliżu skrzynki bezpieczników. System powinien mieć także możliwość sterowania ręcznego, by podczas obecności nie trzeba było wysyłać SMS-ów. System powinien stwarzać możliwość zdalnego odczytu temperatury, oddzielnie w każdym z pomieszczeń.

Wykonano „dwupoziomowy" system alarmowy. Wejście do przedsionka „zidentyfikowane" jest oddzielną czujką ruchu, której zadziałanie wysyła „cichy SMS". W przedsionku znajduje się też klawiatura do wprowadzenia kodu alarmu. Jeśli czynność ta nie zostanie wykonana w założonym czasie (np. 1 lub 2 minut), system alarmowy uruchamia syrenę alarmową, a sterownik GSM wysyła drugiego SMS-a.

Charakterystyka sterownika GSM

Jak wspomniano, podstawą jest sterownik autorstwa p. Radosława Krawczyka (AVT3065). Do pełnego opisu odsyłam do EdW nr 8/2013. Z dwunastu wyjść cyfrowych wykorzystano 5: 1 – bypass zegara, 2 – włącz grzejniki na górze (na piętrze), 3 – włącz grzejnik nad garażem, 4 – włącz grzejniki na dole (hol + aneks kuchenny), 5 – włącz oświetlenie posesji.

Po wykonaniu polecenia zmiany stanu choć jednego wyjścia cyfrowego sterownik odsyła SMS-a z pełnym kompletem stanów wszystkich wyjść cyfrowych. Po zaniku napięcia zasilania zeruje wszystkie wyjścia cyfrowe oraz na „główny telefon" posyła informację o tym fakcie.

Z dwunastu wejść cyfrowych wykorzystano 3: informacja o napięciu za zegarem, o napięciu na grzejnikach głównych (na dole – parter) oraz o stanie termostatu głównego. Tu należy dodać że za zegarem i na grzejniku sprawdzane jest faktyczne napięcie 230VAC.

Z ośmiu wejść analogowych wykorzystano cztery do pomiaru temperatury w czterech punktach budynku.

Sterownik AVT3065 wyposażony jest w dwa wyjścia PWM. W omawianym systemie nie znaleziono dla nich zastosowania, wykorzystano natomiast obydwa wejścia alarmowe.

Wpomieszczeniu głównym nr 1 (parter = hol + aneks kuchenny) znajdują się dwa grzejniki zrównoleglone (tj. dla systemu widziane jako jeden) oraz 3 sondy temperatury. Jedna sonda jest sondą regulacyjną głównego termostatu, który zamontowany jest w przedsionku wraz z resztą obwodów elektroniki. Dwie dodatkowe sondy pozwalają na odczyt temperatury w pobliżu części kuchennej i pomieszczenia – holu.

W pokoikach (u góry – piętro) zamontowano po jednym grzejniku, lecz zrównoleglone widziane są dla systemu jako jeden. W jednym z tych pokoi zamontowano jedną sondę temperatury (informacyjną).

W pokoju (nad garażem) nie ma także wody. Tu zamontowano jeden grzejnik i jedną sondę (informacyjną).

W łazience na dole znajduje się grzejnik z autonomicznym termostatem (temperatury wody/płynu w grzejniku). System GSM nie potrafi go ani włączyć, ani odczytać temperatury. Nadzór systemu nad grzejnikiem łazienkowym jest ograniczony do informacji, kiedy jest tani/drogi prąd. Nie ma potrzeby ustawiania i odczytu temperatury w łazience. Natomiast bardzo ważne jest, aby woda nie zamarzła i aby dogrzewanie w miarę możliwości wykonać w okresach taniego prądu. Potrzeby i wymogi dla toalety na piętrze są takie same jak dla łazienki na dole. Także te same wymagania, a nawet słabsze oczekiwania od systemu są względem pomieszczenia-piwniczki. Byle tylko woda nie zamarzła. I najlepiej, aby wystarczyło dogrzewanie tanim prądem.

Opis systemu

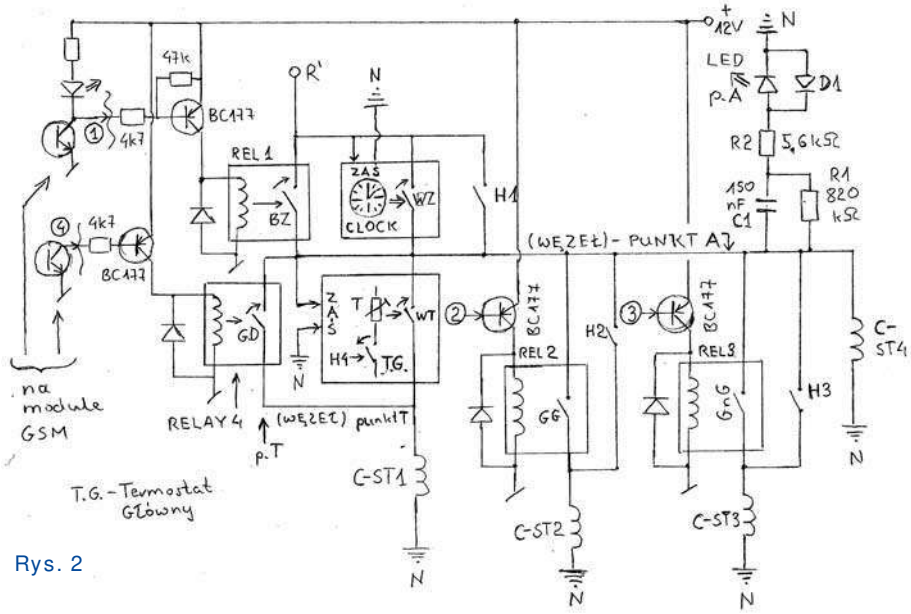
Schemat systemu podzielono na kilka części. Grzejniki włączane są stycznikami o dużej obciążalności prądowej i obwody wykonawcze styczników pokazano na **rysunku 1**. Na **fotografii 1** widzimy realizację tych obwodów.

Do budynku doprowadzone są 3 fazy energii elektrycznej. Grzejniki przydzielono poszczególnym fazom tak, aby uzyskać mniej więcej równomierne obciążenie wszystkich faz. Stycznik ST1 włącza dwa jednokilowatowe grzejniki w parterowej części budynku. Stycznik ST2 włącza dwa grzejniki o tej samej mocy w małych pokojach na piętrze. ST3 – jednokilowatowy grzejnik w pokoju nad garażem.

Stycznik ST4 nie włącza bezpośrednio grzejników. Doprowadza prąd (fazy T) do

eprasa.pl 1e6350aa7d

Fot. 1



Rys. 2

wydzielonego gniazdka w piwniczce, do łazienki na dole i do toalety na piętrze. A tam włączeniem grzejników sterują lokalne termostaty.

Ważny jest staranny wybór miejsca zamontowania czujników temperatury. Każdy z grzejników jest fabrycznie wyposażony w swój termostat. Grzejniki łazienkowe mierzą tylko własną temperaturę, a nie temperaturę otoczenia. Grzejniki zastosowane w pomieszczeniach (mieszkalnych) mają swój termostat z sondą wyprowadzoną pod grzejnikiem, co w zamierzeniu pozwala stabilizować temperaturę w pomieszczeniu. Jednak praktycznie te lokalne termostaty są nie do wykorzystania. Mogą one stanowić jedynie zabezpieczenie (od góry) temperatury, do której chcemy dogrzać pomieszczenie elektrycznie. Ma sens nastawa w okolicy 15°C, jeśli dojdziemy do wniosku, że szkoda prądu, aby dogrzewać mocniej, a po przyjeździe jesteśmy i tak zdecydowani zapalić ogień w kominku.

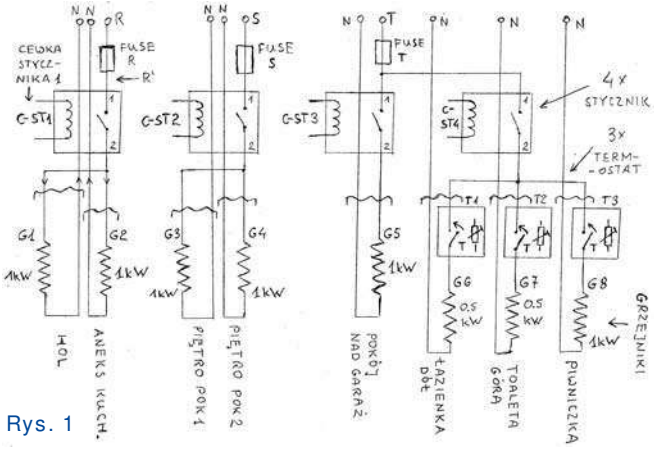
Nieco inaczej ta kalkulacja wygląda względem dogrzewania łazienek i piwniczki. Tu chodzi jedynie o to, aby woda nie zamarzła w czasie mrozów. Należy utrzymywać temperaturę jak najniższą, aby jednak nigdy nie spadła poniżej zera. Optymalizacja nie jest łatwa. Zasadniczo chcemy włączać grzejniki tylko w czasie taniej taryfy prądu. Ale podczas silnych mrozów, przedział czasu, kiedy prąd jest drogi (od 6.00 do 13.00 to 7 godzin i od 15.00 do 22.00 to także 7 godzin), może okazać się zbyt długi, gdy nastawimy zbyt niską temperaturę lokalnego termostatu (pomieszczenia) i/lub zbyt niską moc grzejnika poprzez „oszczędną" nastawę jego własnego termostatu. Czy zatem korzystniej jest kazać grzejnikowi grzać także w godzinach, gdy prąd jest drogi, czy z większym zapasem ustawić temperaturę przeciwzamrożeniową? To funkcja trudna do wyliczenia, zależna głównie od bezwładności cieplnej danego budynku.

Prosiłoby się o możliwość odczytu temperatury w łazienkach i w piwniczce, aby podjąć decyzję, czy zdalnie włączać grzanie także podczas drogiej taryfy.

W wykonanym przez autora systemie trzeba było zrezygnować z tej cennej informacji ze względu na trudności wykonania dodatkowego okablowania. Ponadto można przytoczyć argument że „przeciwzamrożeniowo" system powinien reagować bez ingerencji człowieka. Wykonany system zdał egzamin już drugą zimę. Autor ustawia lokalne termostaty nisko, między +2 a +3°C. Moc grzejników łazienkowych to jedynie 500W, a w piwniczce 1kW. Ich lokalne termostaty nastawiono tak, że nawet w temperaturze bliskiej 0°C, współczynnik wypełnienia pracy tych grzejników wynosi ok. 50% i nieco więcej w dolnej łazience. Silne mrozy występują u nas bardzo rzadko – wtedy wysyłam rozkaz (SMS) nakazujący zbocznikowanie zegara systemowego.

Wracamy do rysunku 1, czyli do części wysokoenergetycznej systemu. Logika sterowania cewek styczników pokazana jest na **rysunku 2**. Bardzo istotnym punktem systemu jest napięcie za zegarem – punkt A. Zastosowano programowalny zegar jednokanałowy PCZ-521.3. Zegar ten ma szerokie możliwości programowania. Wie, kiedy przełączyć się z czasu letniego na zimowy i odwrotnie. Ma także możliwość wprowadzenia korekty „śpieszenia/spóźniania", co jest istotne, gdyż należy go zsynchronizować przede wszystkim z zegarem w liczniku energii elektrycznej.

Napięcie w punkcie A występuje, gdy spełniony jest jeden z 3 warunków: gdy zegar wyznaczy czas taniej taryfy prądu (włączy styk przekaźnika w zegarze oznaczony na rysunku 2 – WZ), gdy wysłano zdalny rozkaz zbocznikowania zegara (styk przekaźnika BZ) lub gdy ten sam rozkaz wykonano przełącznikiem na tablicy rozdzielczej (styki przełącznika H1). Obecność napięcia w punkcie A sygnalizowana jest diodą LED na tablicy rozdzielczej i można ją także odczytać jako zwrotny SMS stanu wejść cyfrowych (podobnie jak napięcie w punkcie T, o czym dalej). Należy podkreślić,



Rys. 1

eprasa.pl 1e6350aa7d

że w jednym i drugim przypadku kontrolowane jest faktyczne napięcie 230VAC nie cyfrowy sygnał pośredni.

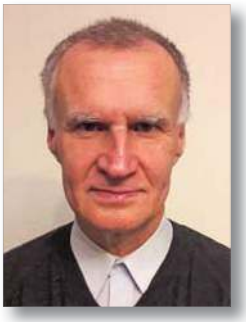
Obecność napięcia w punkcie A to jedyny warunek włączenia stycznika ST4. Stycznik ST1 włącza grzejniki w głównym pomieszczeniu budynku (hol – aneks kuchenny). Tu znajduje się woda i pomieszczenie jest mieszkalne. Zatem musi być możliwość włączenia na żądanie i automatem-termostatem. I znów, najlepiej wtedy, gdy jest tani prąd. Ten warunek realizuje połączenie styków wykonawczego przekaźnika termostatu między p. A i cewkę C-ST1 (styki głównego termostatu na rysunku 2 oznaczono WT), a także dołączone równolegle styki wykonawczego przekaźnika sterowanego jednym kanałem wyjścia cyfrowego sterownika GSM (relay, którego styki na rysunku 2 oznaczone są GD). Potrzebna jest także możliwość ręcznego włączenia tych grzejników. Można to zrobić, montując zrównoleglony przełącznik na tablicy rozdzielczej. Tę funkcję wykonano jednak inaczej. Na tablicy rozdzielczej znajduje się termostat główny, choć jego sonda jest daleko (w okolicy aneksu kuchennego). Pociągnięcie przewodu nie stanowiło problemu, bo i tak trzeba było (pod podłogą) położyć przewody energetyczne. Zastosowany termostat wyposażony jest w wyłącznik zasilania, który tutaj jest zbędny. Zmieniono zatem rolę istniejącego przełącznika w termostacie, łącząc go w szereg z sondą regulacyjną (nazwano ją tak, w odróżnieniu od takich samych sond informacyjnych, pozwalających odczytać temperaturę). Czujnikiem jest termistor NTC. Działanie termostatu polega na porównaniu napięcia z dzielnika rezystancyjnego zawierającego termistor z napięciem z potencjometru (i poprawnym skalibrowaniu). Gdy termistor odłączymy, logika termostatu uznaje, że jest bardzo niska temperatura i włącza swoje styki wykonawcze. W ten prosty sposób zmieniła się rola istniejącego przełącznika. Należy go teraz odpowiednio opisać, bo „włączony" to stan 0 (styki rozwarte), a wyłączony to stan 1 (styki zwarte). Przełącznik ten na rysunku 2 oznaczono H4 i jedynie w symboliczny sposób pokazano, iż mieści się on w obudowie (wewnątrz) termostatu głównego. Tak samo, w uproszczony sposób pokazano, że zasilanie termostatu głównego (jego wewnętrznej elektroniki) pobrano zza zegara, czyli z punktu A. Gdy w tym miejscu nie ma napięcia, stycznik ST1 i tak nie może być włączony, zatem zasilanie obwodów termostatu jest niepotrzebne.

Nieco prostsze są obwody sterowania styczników ST2 i ST3. W pomieszczeniach obsługiwanych tymi stycznikami nie ma wody, dlatego nie muszą ich nadzorować żadne termostaty. Nadal jednak, chcąc dogrzać te pomieszczenia, najlepiej zrobić to w czasie taniej taryfy prądu. Cewki C-ST2 i C-ST3 zasilane są z p. A pod dodatkowym warunkiem włączenia zdalnego lub ręcznego. Odpowiednio, jednego z wolnych portów wyjść cyfrowych sterownika GSM lub przydzielonego wyłącznika na tablicy rozdzielczej (na rysunku 2 to przekaźniki REL2 i REL3 i przełączniki ręczne oznaczone H2 i H3).

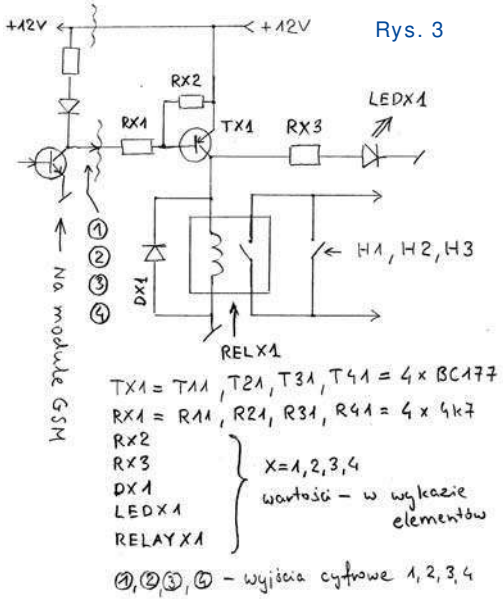
Na **rysunku 3** wyodrębniono obwody sterowania zdalnego i ręcznego sprzęgające sterownik GSM z omówioną do tej pory logiką i połączenie diod LED stanowiących wskazanie na tablicy rozdzielczej. Rysunek 3 jest uzupełnieniem rysunku 2, na którym w sposób symboliczny narysowano także zegar i jego styki wykonawcze. Zasilanie zegara pobrano z fazy R za bezpiecznikiem (Fuse-R), czyli z punktu R' (wszystko oczywiście względem neutralnego przewodu energetycznego; masa gorąca oznaczona jest N – Neutral).

Na rysunku 3 widzimy prosty obwód sprzęgający wyjście cyfrowe modułu GSM z przekaźnikiem. Obwód ten powtórzony jest czterokrotnie (i piąty raz w realizacji dodatkowej funkcji włączania oświetlenia zewnętrznego). Wyjście modułu aktywne jest stanem niskim i jest to wyjście „kolektorowe" o obciążalności do 100mA. Między modułem a przekaźnikiem zastosowano prosty obwód z tranzystorem pnp. Należy pamiętać o diodzie antyrównoległej do cewki przekaźnika, jej brak grozi uszkodzeniem tranzystora (z indukcyjności cewki). Z kolektora tranzystorów pnp pobrana jest także informacja dla wskaźnika – diody LED na tablicy rozdzielczej. Zatem świecenie diody nie oznacza – „włączenie funkcji", ale – „włączenie funkcji zdalnie". Jeśli mamy „włączenie funkcji – ręcznie", to widzimy to po położeniu przełącznika na tablicy. Widok płytki z obwodami logiki systemu pokazuje **fotografia 2**.

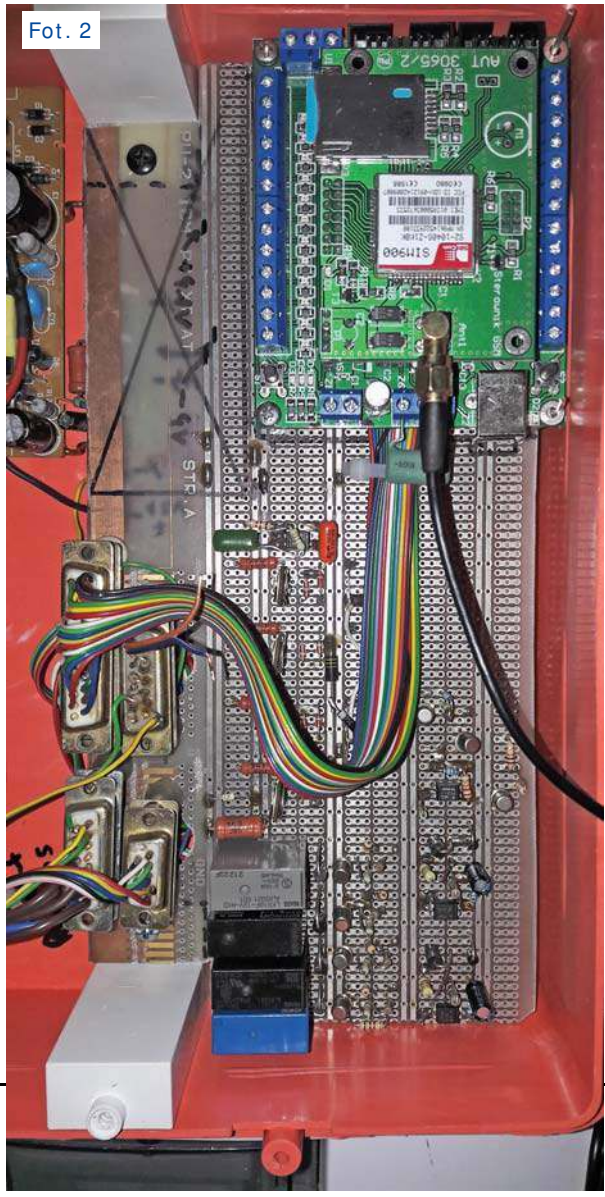
W drugiej części artykułu omówimy obwody sprzęgające sterownik GSM z układami wykonawczymi.



Karol Świerc
rtv@silnet.pl



Rys. 3



Fot. 2

eprasa.pl 1e6350aa7d

AVT 5599 Włącznik 4-kanałowy sterowany dowolnym pilotem

Urządzenie umożliwia zdalne włączanie/wyłączanie czterech urządzeń za pomocą typowych pilotów na podczerwień od sprzętu powszechnego użytku. Jego niewątpliwym atutem jest możliwość współpracy praktycznie z dowolnym pilotem na podczerwień, a procedura nauki kodów pilota sprowadza się do kilku łatwych czynności.

ZOBACZ WIĘCEJ

Znajdź nas na

KITy AVT

E-prenumerata to:

- najszybszy dostęp do nowego wydania magazynu
- wygodne archiwum na www.avt.pl
- hipertekstowy spis treści i wyszukiwarka
- wbudowane linki – klikasz i jesteś na odpowiedniej stronie WWW

Zamów e-prenumeratę (.pdf) na
www.avt.pl/prenumerata/elektroniczne

Prenumeratorzy wersji drukowanej za równoległe e-wydania płacą tylko 20% ceny: 20,60 zł/rok i 41,20 zł/2 lata

e-prenumerata roczna z rabatem	e-prenumerata dwuletnia z rabatem
15% – 87,70 zł	**30% – 144,40 zł**

Wolisz wersję papierową? Zamów prenumeratę na www.avt.pl/prenumerata/drukowane

eprasa.pl 1e6350aa7d

Taki zwyczajny zasilacz...

Część 3 – problemy i modyfikacje

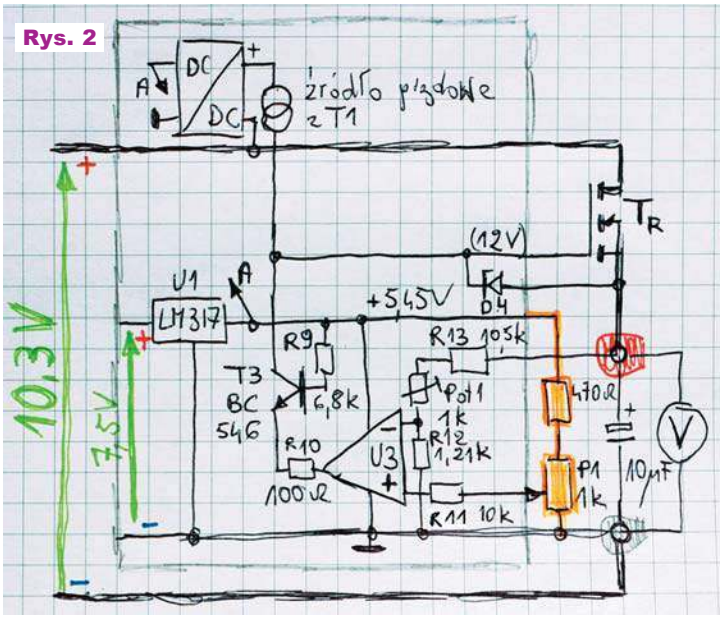
W dwóch poprzednich częściach artykułu omówione były: koncepcja zasilacza oraz realizacja uproszczonego prototypu. Prototyp jest potrzebny, ponieważ jak najwcześniej trzeba sprawdzić, czy układ w ogóle działa i czy przyjęta koncepcja jest dobrą podstawą do rozbudowy układu o kolejne funkcje.

Pierwsze kłopoty

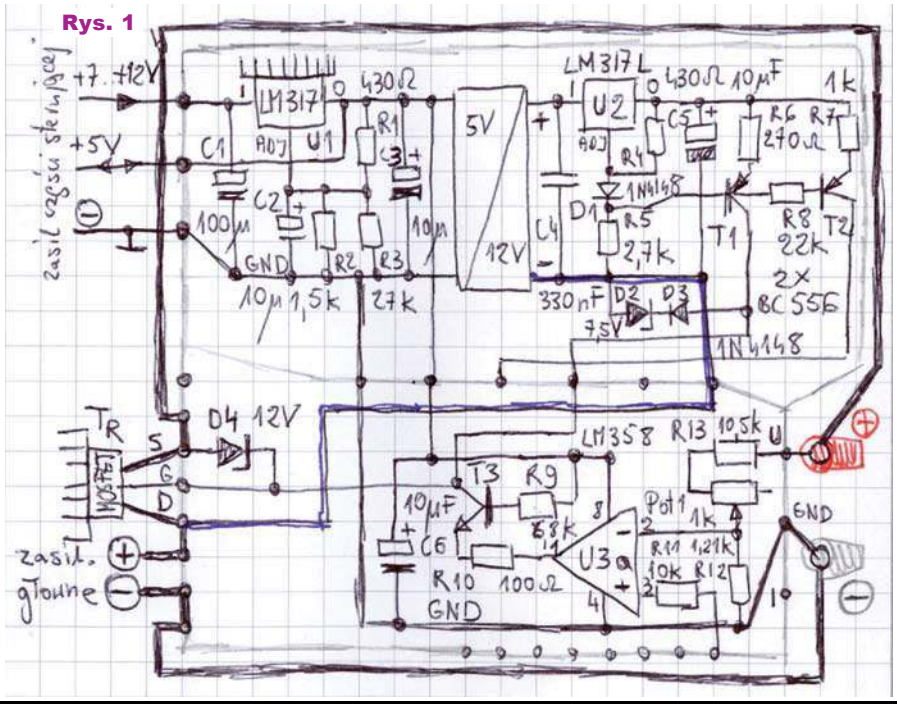
Wstępne testy prototypu o schemacie z **rysunku 1** z dołączonym potencjometrem regulacyjnym i wyjściowym kondensatorem filtrującym 10uF według schematu z **rysunku 2** przeprowadziłem przy użyciu dwóch zasilaczy. Część sterująca zasilana była z zasilacza wtyczkowego 7,5V, co dało za stabilizatorem LM317 5,45V. Natomiast główny obwód dla bezpieczeństwa zasilany był napięciem tylko 10,3V. Po zmontowaniu modelu i pierwszym włączeniu źródeł zasilania... ***układ oczywiście nie zadziałał***.

Powodów było kilka. Z jednej strony płytka uniwersalna z pojedynczymi, wzajemnie niepołączonymi punktami lutowniczymi jest bardzo wygodna w użyciu, bo połączenia można zrealizować na mnóstwo sposobów i nie trzeba przecinać ścieżek. Jednak z drugiej strony pojedyncze punkty lutownicze zwiększają ryzyko pomyłek i błędów, o czym boleśnie się przekonałem.

Rys. 2



Rys. 1

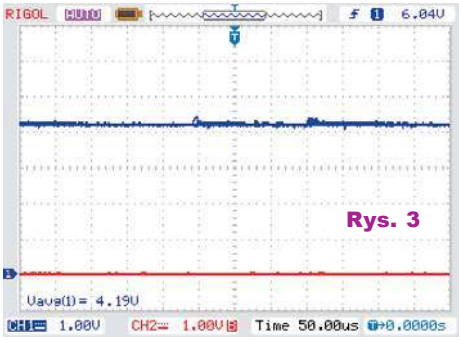


Na samym początku układ nie zadziałał, bo z mojej winy na płytce brakowało dwóch drobnych połączeń, a jedno było błędne. Jak wspomniałem wcześniej, efektem poszukiwań związanych z tym błędów było też dodanie diod D2, D3 (co nie było bezwzględnie konieczne). Po usunięciu tych ewidentnych braków i dodaniu diod D2, D3 układ zadziałał. Do wyjścia dołączyłem woltomierz. Potencjometr pozwalał ustawić napięcie wyjściowe od wartości bliskiej zeru do pełnego głównego napięcia zasilającego 10,3V, co było dobrym znakiem.

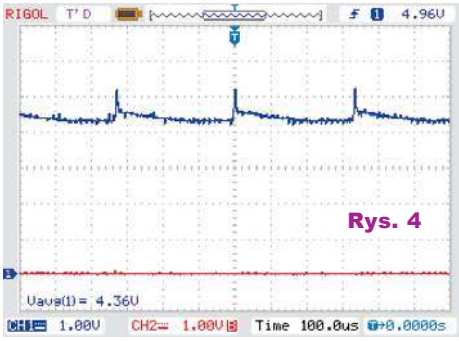
Niestety przez beznadziejnie głupie przeoczenie o mało nie spaliłem głównego MOSFET-a regulacyjnego. Od początku na kolejnych schematach rysowałem zabezpieczającą diodę Zenera (D4) miedzy bramką i źródłem głównego MOSFET-a. Ale gdy interaktywnie tworzyłem model i schemat z rysunku 1, o tej „zenerce" całkiem zapomniałem. W zasadzie podczas prawidłowej pracy ta zabezpieczająca „zenerka" nie jest konieczna, bo napięcie

eprasa.pl 1e6350aa7d

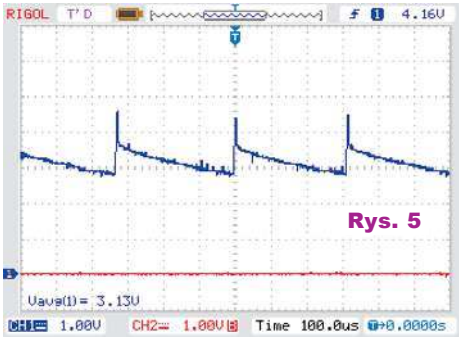
U_{GS} nie powinno przekroczyć dopuszczalnego ±20V. Jednak w przypadku jakiegoś błędu nawet bardzo krótki większy impuls może nieodwracalnie przebić bardzo cieniutką i delikatną warstewkę tlenku miedzy bramką i źródłem MOSFET-a.



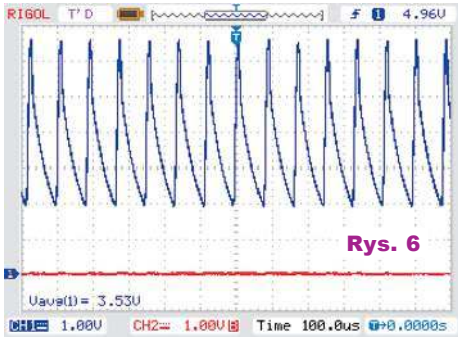
Rys. 3



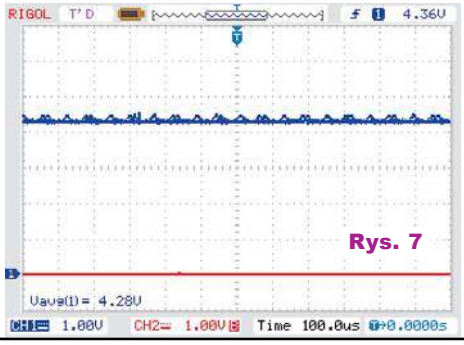
Rys. 4



Rys. 5



Rys. 6



Rys. 7

Póki główne napięcie zasilania wynosiło 10V problemu nie było. Gdy jednak zwiększyłem główne napięcie zasilania do 30V i zacząłem różne wstępne eksperymenty, układ zaczął dziwnie reagować. Straciłem sporo czasu na pomiary i interpretację dziwnych wyników. Po dłuższej analizie doszedłem do wniosku, że z uwagi na brak tego zabezpieczenia podczas eksperymentów nastąpiło przebicie między bramką i źródłem MOSFET-a.

Byłem pewny, że MOSFET uległ przebiciu, więc wymieniłem go na inny egzemplarz. Ale układ nadal działał bardzo dziwnie. Znalezienie przyczyn utrudnił fakt, że wyjście zasilacza nie było obciążone. Dalsze dość dziwne zachowanie i wyniki pomiarów wykazały, że uszkodził się tranzystor T1 (BC556) w źródle prądowym, co dało te dziwne objawy. Po wymianie T1 (i wcześniej MOSFET-a T_R) potencjometr regulował napięcie wyjściowe, także przy głównym napięciu zasilania do 30V. Woltomierz pokazywał, że regulacja jest prawidłowa.

Owszem, ale dołączenie do wyjścia oscyloskopu pokazało, że wcale nie jest tak dobrze, że występują tam oscylacje. Tylko przy małych napięciach wyjściowych, od zera do 4,2V oscylacji nie było, co pokazuje **rysunek 3**. Przy ustawieniu napięcia wyższego, na wyjściu wystąpiły drgania. **Rysunek 4** pokazuje przebieg na wyjściu zasilacza przy troszkę większym napięciu wyjściowym (4,36V) i przy braku obciążenia wyjścia. Okres oscylacji to około 330 mikrosekund, czyli 0,33ms co daje częstotliwość około 3kHz.

Dołączenie do wyjścia obciążenia jeszcze pogłębia problem. **Rysunek 5** pokazuje przebieg napięcia wyjściowego naszego zasilacza przy średnim napięciu wyjściowym 3,13V i dołączeniu do wyjścia rezystora 200Ω. A **rysunek 6** – przy średnim napięciu 3,53V i dołączeniu rezystora 6,8Ω, co daje prąd obciążenia około 0,52A. W tym przypadku okres oscylacji to około 80 mikrosekund, co daje częstotliwość około 12kHz.

Potencjometrem można regulować średnie napięcie wyjściowe, ale występują w nim oscylacje o częstotliwości zależnej między innymi od prądu obciążenia. Ale nie tylko, bo także od pojemności włączonej na wyjściu. Najpierw był tam kondensator elektrolityczny 10uF/63V. **Rysunek 7** pokazuje sytuację przy napięciu 4,28V, obciążeniu wyjścia rezystorem 6,8Ω i dołączeniu tak dodatkowego potężnego kondensatora 10000uF/25V. Wcześniej były tam silne oscylacje, takie jak na rysunku 6, a dołączenie bardzo dużego kondensatora zmniejszyło je, ale nie zlikwidowało całkowicie.

Takie zachowanie zasilacza wcale mnie nie zaskoczyło, a tylko potwierdziło wcześniejsze oczekiwania, że ogromna wypadkowa wartość wzmocnienia napięciowego wzmacniacza operacyjnego i tranzystora T3 niechybnie doprowadzi do samowzbudzenia. I zgodnie z przypuszczeniami doprowadziła.

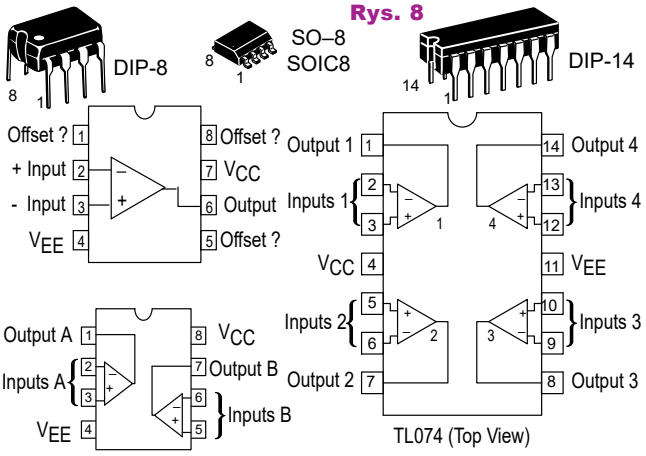
Wcześniej nie podjąłem żadnych środków zaradczych, ponieważ od razu planowałem, że w stabilizatorze będzie można zastosować rozmaite wzmacniacze operacyjne o różnej szybkości i o różnej precyzji. Zapewne różne będą też wymagania dotyczące właściwości dynamicznych stabilizatora. Wiedziałem, że szczegóły trzeba będzie dokładniej ustalić, zbadać kilka wersji i dopracować za pomocą testów. Wiedziałem że właśnie dobór elementów, zarówno pętli regulacji napięcia, a później także ogranicznika prądowego będzie jednym z najtrudniejszych zadań przy budowie tego stabilizatora.

Przed podjęciem tej trudnej walki zmodyfikowałem jednak prototyp.

Modyfikacje modelu

Od początku zakładałem, że w zasilaczu będę chciał wypróbować i zastosować różne wzmacniacze operacyjne. Jak pokazuje rysunek 12 z pierwszego odcinka oraz rysunek 2 z drugiego odcinka, w finalnych wersjach planowałem użycie czterech wzmacniaczy operacyjnych.

Zgodnie z **rysunkiem 8** mogą to być cztery wzmacniacze pojedyncze, dwa podwójne, jeden poczwórny, ewentualnie jeden podwójny i dwa pojedyncze. Każde rozwiązanie miałoby zalety.



Rys. 8

eprasa.pl 1e6350aa7d

Najbardziej elastyczne byłoby użycie czterech pojedynczych wzmacniaczy operacyjnych. Każdy z nich mógłby być inny, według potrzeb, wymagań i ograniczeń. Istotną zaletą wzmacniaczy pojedynczych jest to, że mają końcówki do korekcji napięcia niezrównoważenia czyli offsetu. Precyzję można byłoby uzyskać nawet przy użyciu prostych i tanich wzmacniaczy dodając potencjometr do korekcji offsetu.

Owszem, tylko jest kilka ograniczeń. W układzie niezbędne są wzmacniacze, których wejścia mogą pracować na poziomie ujemnego napięcia zasilania. Bezapelacyjnie najpopularniejszym wzmacniaczem tego typu jest podwójny LM358. Jego poczwórna wersja to LM324, a pojedynczej... nie ma (pomijamy LM321 w maleńkiej obudowie). Inne pojedyncze wzmacniacze nie są tak popularne...

Ponadto poszczególne pojedyncze wzmacniacze z możliwością korekcji offsetu mają inne przeznaczone do tego końcówki i inaczej włączany jest suwak potencjometru korekcyjnego.

My docelowo chcemy stworzyć uniwersalny moduł, który pozwoli na budowę zasilaczy o różnych możliwościach i różnej precyzji. Obwody korekcji offsetu poważnie skomplikowałyby płytkę oraz czynności związane z jej dostosowaniem do poszczególnych typów pojedynczych wzmacniaczy.

Właśnie to były główne powody dla których odrzuciłem użycie w prototypie pojedynczych wzmacniaczy.

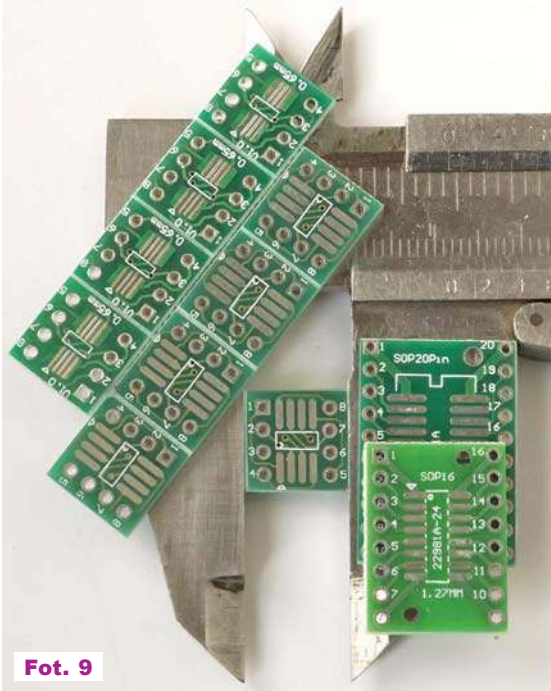
Z drugiej strony użycie kostki zawierającej cztery wzmacniacze w jednej 14-nóżkowej obudowie, na przykład LM324, zmniejszyłoby liczbę układów scalonych. Owszem, ale poczwórne wzmacniacze są mniej popularne. Niektóre typy nie są dostępne w wersji poczwórnej, a tylko w pojedynczej i podwójnej. Ponadto w prostszych realizacjach zasilacza potrzebne będą nie cztery, tylko dwa wzmacniacze (o ile coś się nie zmieni w trakcie dopracowywania układu). Dlatego optymalne wydaje się użycie dwóch podwójnych wzmacniaczy. Na pewno w prototypie i w podstawowym modelu finalnym. A gdy układ zostanie dopracowany, będzie można zastanowić się nad wersjami ze wzmacniaczami pojedynczymi lub poczwórnymi. Tak czy inaczej, w modelu będą testowane różne wzmacniacze operacyjne, wolniejsze, szybsze, mniej i bardziej precyzyjne.

Podwójne wzmacniacze operacyjne planowałem już w pierwotnym modelu. Tylko wtedy zakładałem, że najpierw będę pracował nad wersją podstawową, gdzie wystarczy jedna podwójna kostka. Wlutowałem więc 8-nóżkową podstawkę precyzyjną (DIP-8, DIL8). Planowałem później wlutować drugą taką samą.

Trzeba było to zmienić. W układzie na pewno będą pracować (będą testowane) wzmacniacze w obudowie przewlekanej DIP-8. One zostaną włożone wprost do podstawki, to oczywiste. Mniej oczywista jest kwestia obudów SMD. Dziś mnóstwo wzmacniaczy operacyjnych dostępnych jest tylko w obudowach SMD, a nie ma ich wersji przewlekanych w obudowie DIP-8. Niektóre są dostępne tylko w bardzo maleńkich nowoczesnych obudowach o rozstawie wyprowadzeń 0,65mm (26 milsów). Niektórych takich maleństw nie sposób polutować ręcznie, ale na szczęście większość występuje także w stosunkowo dużych obudowach SMD, mianowicie SOIC- (SO-8), o rozstawie wyprowadzeń 1,27mm (50 milsów) i o szerokości obudowy 3,8mm (150 milsów).

Fakt, że nie istnieją wersje przewlekane wielu wzmacniaczy operacyjnych zmusza do zastosowania jakichś przejściówek – adapterów. Popularne i tanie są maleńkie (niecałe 12 × 12mm) płytki, pokazane na **fotografii 9**, do których można dolutować wyprowadzenia i włożyć do podstawki DIP-8. I tu najprawdopodobniej od razu przyjdzie do głowy popularne hasło: ***goldpin***!

Niestety, jakże popularnych i pożytecznych *goldpinów* nie uda się wcisnąć do podstawki – ani zwykłej, ani precyzyjnej. Są zdecydowanie za grube. Potrzebne są do tego mniej popularne cieńsze piny (szpilki), zapewne też pozłacane (czyli też będące *goldpinami*), jak pokazuje **fotografia 10**.



Fot. 9

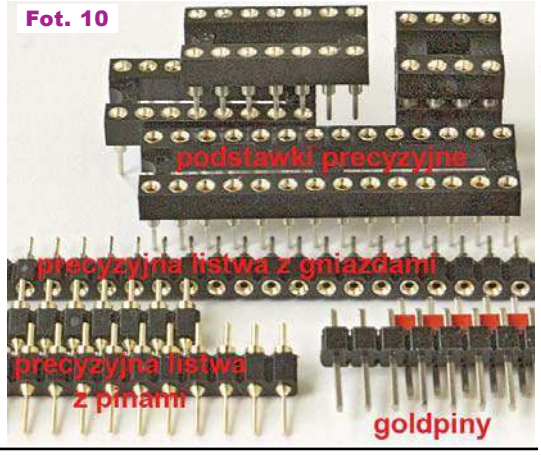
Problem adapterów SMD można więc łatwo rozwiązać, jednak przylutowany doń wzmacniacz operacyjny raczej nie będzie mógł być wylutowany i potem wlutowany gdzieś indziej. Choćby tylko z uwagi na ryzyko przegrzania.

Nie ma problemu z tanimi LM358 w wersji SMD, ale jeśli będziemy wykorzystywać także precyzyjne i kosztowne wzmacniacze operacyjne, taki „jednorazowy" adapter budzi niesmak.

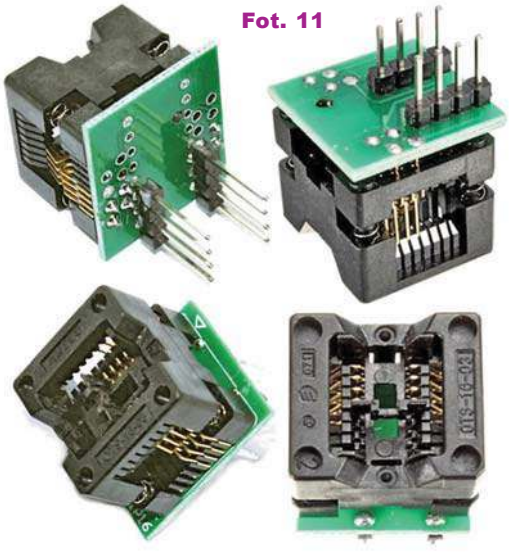
Rozwiązaniem są adaptery ze stykami sprężystymi. Problem jednak w tym, że z reguły adaptery 8-nóżkowe wykorzystują większe korpusy, jak pokazuje **fotografia 11**.

Zamiast dwóch takich, można wykorzystać jeden 16-nóżkowy. Tuż po wykonaniu pierwotnego modelu zamówiłem cztery tego rodzaju adaptery o różnych rozmiarach.

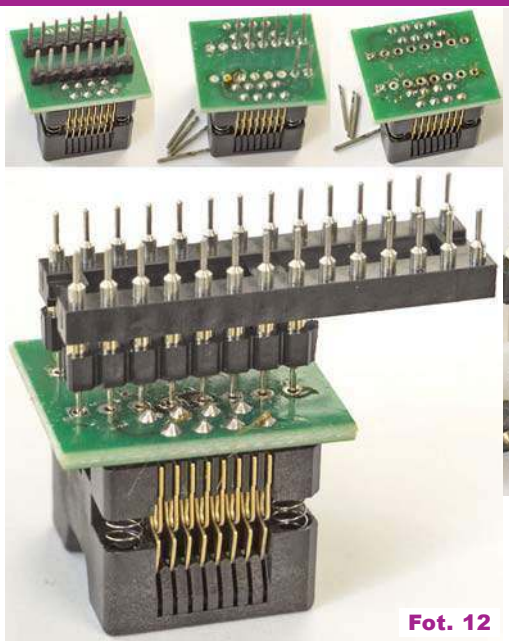
W zakupionym adapterze SO16-DIP16 trzeba było wymienić fabrycz-



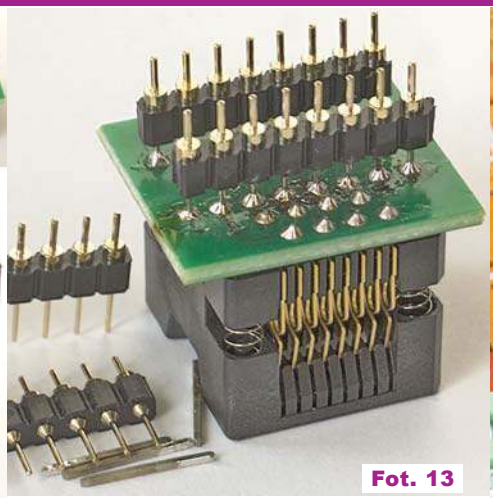
Fot. 10


Fot. 11

eprasa.pl 1e6350aa7d



Fot. 12



Fot. 13

Fot. 14

nie wlutowane goldpiny na cieńsze, które da się włożyć w otwory podstawki precyzyjnej. Nie sposób wylutować na raz całej listwy goldpinów, bo próba grzania gorącym powietrzem może uszkodzić plastikowy adapter. Bez problemu można jednak goldpiny wylutować pojedynczo. **Fotografia 12** pokazuje etapy takiej pracy. Na **fotografii 13** widać finalny efekt, gdzie nowe listwy sa wlutowane dłuższymi końcówkami w płytkę, co ułatwia ich lutowanie.

Po wstępnym sprawdzeniu pierwotnego modelu zasilacza zmodyfikowałem go, co polegało na wlutowaniu w płytkę precyzyjnej podstawki DIP-16 i wiązało się też ze zmianą niektórych połączeń. Zwiększyłem również pojemność kondensatora wyjściowego filtrującego zasilanie z 10uF do 100uF.

Fotografia 14 pokazuje model po modyfikacji (z włożoną do adaptera jedną kostką LM358 SMD).

Prototypowy układ zasilacza stał się gotowy do dalszych testów. Można było zacząć walkę z samowzbudzeniem, co zostanie opisane w następnym odcinku. A osoby, które zbudują tego rodzaju układ, mogą samodzielnie rozpocząć eksperymenty i usunąć samowzbudzenie, co można zrobić na różne sposoby.

Piotr Górecki

Ciąg dalszy ze strony 55

Stabilność temperatury można zwiększyć, powiększając bezwładność termiczną układu (poprzez zwiększenie masy elementu grzejnego), poprawiając izolację termiczną oraz optymalizując wzmocnienie układu. Zbyt mała wartość wzmocnienia powoduje wydłużenie czasu stabilizacji temperatury, zaś zbyt duża – nadmierne fluktuacje temperatury termostatu.

Autor stosuje następującą metodę doboru elementów R5, R6. Najpierw należy określić żądaną temperaturę pracy termostatu, np. 50°C. Dla czujnika KTY82-220 (patrz karta katalogowa) odpowiada to rezystancji z przedziału 2359Ω do 2475Ω (typowo 2417Ω). Następnie trzeba dobrać oporniki R5, R6 tak, aby uzyskać rezystancję 2417Ω. Dokładniej temperaturę można ustalić, zastępując jeden z oporników rezystorem wieloobrotowym i mierząc temperaturę stabilizowaną przez termostat za pomocą miniaturowej termopary. Czujnik mierzący temperaturę rezonatora powinien być odizolowany od wpływu temperatury zewnętrznej. Pomiary temperatury należy wykonywać po ustabilizowaniu się temperatury, gdy napięcie na dzielniku R8–R9 przestanie się zmieniać. W przypadku gdy rezonator pochodzi z przypadkowego źródła, ustawia się tę temperaturę zwykle na 45…50°C. W przypadku rezonatorów kwarcowych wykonywanych na zamówienie użytkownik ma zwykle możliwość wyboru temperatury, w jakiej będzie pracował rezonator kwarcowy. Producent w trakcie produkcji tak wykonuje rezonator kwarcowy, aby osiągnąć jak najmniejszy współczynnik temperaturowy zmian częstotliwości dla podanej temperatury.

Wzmacniacz LMC7101 można zastąpić innym wzmacniaczem operacyjnym o podobnych parametrach w takiej samej obudowie (SOT23-5), należy jedynie sprawdzić zgodność wyprowadzeń zastosowanego układu z wyprowadzeniami LMC7101. Należy na to zwrócić szczególną uwagę, ponieważ w przeciwieństwie do wzmacniaczy w obudowach SOIC-8, wzmacniacze w obudowach SOT23-5 mogą mieć zmienioną kolejność wyprowadzeń, np. wzmacniacz OPA343 ma inną kolejność wyprowadzeń niż wzmacniacz LMC7101 w takiej samej obudowie. W układzie można także zastosować tranzystory innych typów niż podane na schemacie. Kupując tranzystor w obudowie SOT-416, należy jedynie sprawdzić, czy nie ma on zintegrowanych oporników – nie może to być tzw. tranzystor cyfrowy. W przypadku tranzystora w obudowie SOT-89 należy uważać, aby nie przekroczyć jego mocy strat.

W Elportalu umieszczono materiały dodatkowe do tego projektu (dokumentację płytki). Na zakończenie autor chciałby podziękować **Waldkowi 3Z6AEF** za uwagi do tego tekstu.

Wykaz elementów

C1	100nF (0603)
C2, C3	1nF (0603)
R1	680Ω (0603)
R4	100kΩ (0603)
R2, R3	10Ω (0603)
R5, R6	4,7kΩ (0603)
R7, R9	2,2kΩ (0603)
IC1	LMC7101 (SOT23-5)
T1	TP2502 (SOT-89), BSP315 (SOT-223) – patrz tekst
T2	2SA1774G (SOT-416)
R8	KTY82-220 (SOT-23)

Rafał Orodziński, SQ4AVS
sq4avs@gmail.com

eprasa.pl 1e6350aa7d

Ratowanie starych odbiorników lampowych

Bateryjne odbiorniki radiowe

część 2

W pierwszej części artykułu mówiliśmy o powojennych polskich radioodbiornikach bateryjnych: Pionier i Juhas. Pod względem elektrycznym odbiorniki te były prawie identyczne – różniły się tylko innymi skrzynkami. **Rysunek 6** pokazuje kluczowe fragmenty schematu bateryjnej wersji radia Pionier, w którym nie ma zasilacza. Zarówno Pionier jak i Juhas były wytwarzane w dwóch wersjach elektrycznych, różniących się innym rozwiązaniem układu automatyki (ARW) i detekcji. Jedna z odmian nie miała objętego automatyką stopnia wejściowego, w innej zastosowano lampy 1H33, 1F33, 1AF33 i 1L33. Do zasilania żarzenia służyło 1,5-woltowe ogniwo, używane w starych aparatach telefonicznych o dużej pojemności i wymiarach ok. 60×60×130mm lub akumulator 2V. Na tylnej części chassis znajdował się przełącznik, którym należało ustawić napięcie zgodne ze źródłem zasilania – 1,4V lub 2V (**fotografia 7**). Jako bateria anodowa służyła bateria 120V lub BAS80.

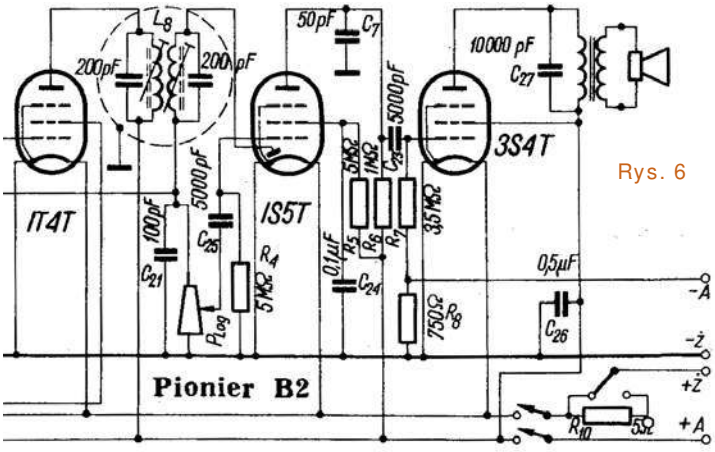
Fot. 7

W latach 1961–1963 powstały dwa następne odbiorniki bateryjne: Malwa, produkowana przez Zakłady im. Kasprzaka oraz Limba, wytwarzana przez Diorę.

Malwa pracowała na lampach 1R5T i 2 × 1T4T, a stopień końcowy miała na tranzystorach. Miała też wbudowaną przetwornicę tranzystorową napięcia służącego do zasilania anod i siatek ekranowych lamp. Zawierała również dodatkowy stopień wzmocnienia p.cz., a zastosowana antena ferrytowa uniezależniała ją od anteny zewnętrznej i uziemienia. Dodatkowy stopień p.cz. zwiększał jej czułość i selektywność. Odbiornik był zasilany z baterii 6V, z 6-woltowego akumulatora albo z 6-woltowego zasilacza sieciowego.

Limba zbudowana była na lampach 1R5T, 1T4T i 1S5T, miała sześć obwodów strojonych, stopień końcowy na tranzystorach oraz antenę ferrytową. Zawierała również przetwornicę tranzystorową do zasilania anod i siatek ekranowych i podobnie jak Malwa była zasilana z baterii, akumulatora 6V lub zasilacza sieciowego. Obydwa odbiorniki cieszyły się powodzeniem ze względu na sposób zasilania jedną baterią, możliwość zasilania z sieci elektrycznej oraz fakt, że nie wymagały anteny zewnętrznej i uziemienia.

W roku 1957 Zakłady Radiowe im. Kasprzaka w Warszawie wyprodukowały pierwszy polski **lampowy radioodbiornik turystyczny** Szarotka, zbudowany na lampach 1R5T, 1T4T i 1S5T, DM70 i 3S4T (**fotografia 8**).



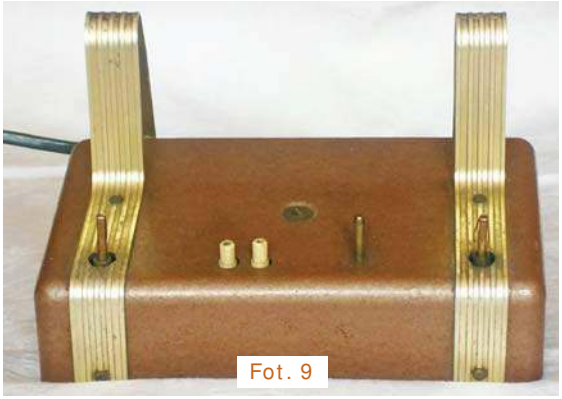
Rys. 6

Fot. 8

eprasa.pl 1e6350aa7d

Szarotka miała 6 obwodów, antenę ferrytową i dwa lub trzy zakresy, zależnie od wersji. Wewnątrz obudowy mieściły się dwa ogniwa R20, połączone równolegle do zasilania żarzenia oraz bateria anodowa 67,5V o małych wymiarach – 90×70×35mm. Tak małe wymiary uzyskano dzięki zastosowaniu ogniw płytkowych, podobnie jak w baterii 6F9. Odbiornik można było zasilać z sieci, umieszczając go na specjalnej podstawce, w której mieścił się zasilacz (**fotografia 9**). W roku 1958 opracowano model Szarotki, która miała stopień wejściowy i tor p.cz., taki jak Szarotka 2, lecz stopień końcowy (mocy) na tranzystorach. Zasilana była z czterech ogniw R20 połączonych w szereg, a napięcia do zasilania anod i siatek ekranowych lamp dostarczała przetwornica tranzystorowa umieszczona w miejscu baterii anodowej. Włókna żarzenia lampy zostały połączone szeregowo, co pozwoliło na zasilanie ich ze wspólnego źródła 6V. Mimo wyprodukowania serii próbnej odbiornik nie został wdrożony do produkcji seryjnej. W latach 50. popularne były również lampowe radioodbiorniki turystyczne: czechosłowacka Tesla i radziecki Turist, porównywalne z Szarotką. Pamiętam jeszcze, jak ludzie zachwycali się, gdy pojawiła się Szarotka i jak z przejęciem opowiadali sobie, że „jest radio, które można nosić ze sobą, a nawet jechać z nim na rowerze i ono cały czas ładnie i głośno gra”.

Jako ciekawostkę podam, że w dalekich rejonach Rosji, gdzie nie było szansy na prąd elektryczny, dość popularne były radia zasilane... lampą naftową! Na górną część szklanego cylindra lampy nakładano specjalny kołnierz, w którym były odpowiednio poukładane i połączone termoogniwa. Lampa naftowa nie tylko oświetlała, ale swym ciepłem wytwarzała ilość prądu wystarczającą do zasilania radia.



Fot. 9

W latach sześćdziesiątych pojawiły się w Polsce trzy typy przenośnych odbiorników firmy Philips: Annette, Babette i Colette. Odbiorniki te były opisywane w „Radioamatorze”. **Rysunek 10** pokazuje obwody zasilające odbiornika Annette. Wszystkie miały zakres fal długich, średnich i UKF oraz częściowo wydzielony tor częstotliwości pośredniej FM. Anette zbudowana była na lampach DF97, 3 × DF96, DK96, DAF96 i DL96. Babette – na lampach DF97, DK96, 3 × DF96. Stopień końcowy na tranzystorach. Colette – 3×DF97, 2×DF96, DK96, 2×DAF96, DM71 i 2×DL96. Odbiorniki te mogą posłużyć za przykład bardzo ciekawych i bardzo mądrych rozwiązań. Potwierdzają zasłużenie zdobytą w świecie dobrą markę firmy Philips.

Na uwagę zasługuje zastosowanie w głowicy UKF pentody DF97, która jest polecana do pracy w układzie triody po zwarciu siatki ekranowej i osłonnej z anodą. Jako trioda ma oporność wewnętrzną zbliżoną do triod generacyjnych, m.in. do ECC85, więc doskonale nadaje się do pracy w paśmie UKF jako oscylator, wzmacniacz w.cz. i mieszacz. Sygnał p.cz. wychodzący z głowicy jest wzmacniany przez 3 lampy DF96 w sześciu obwodach, a cały tor FM ma 11 obwodów. Tor AM też ma ciekawe rozwiązanie, gdyż sygnał z obwodów wejściowych jest wzmacniany przez pierwszą lampę DF96 i filtr LC doprowadzony do siatki trzeciej (sterującej) lampy DK96, pracującej jako mieszacz i oscylator w torze AM.

Opisuję to bardzo skrótowo, aby ukazać najbardziej istotne szczegóły. Odbiornik Babette miał tor odbiorczy taki jak Anette, lecz detektor na diodzie germanowej, a wzmacniacz końcowy na tranzystorach. Aby można było zasilać ze wspólnego źródła 6V i układ tranzystorowy, i żarzenia lamp, trzy lampy DF96 mają żarzenia połączone szeregowo, a DF97 i DK96 przyłączone do nich jako żarzenia końcowe, w zależności od wybranego pasma.

Odbiornik Colette jest solidnym aparatem wysokiej klasy i ma 6 obwodów AM, 10 obwodów FM i 10 lamp: 3×DF97, 2×DF96, 2×DAF96, DM71 i 2×DL96. Głowica jest taka, jak w poprzednich, natomiast oscylator w torze AM został oddzielony od mieszacza i pracuje na lampie DF97 w układzie triody. Mieszacz pracuje na lampie DF97, mieszanie sygnałów następuje po doprowadzeniu sygnału z obwodu wejściowego na siatkę pierwszą mieszacza i sygnału z oscylatora na siatkę trzecią. Odwracacz fazy pracuje na lampie DAF w układzie triody i na DM71 (tak, tak, oczko magiczne pracuje jako lampa wzmacniająco-odwracająca).

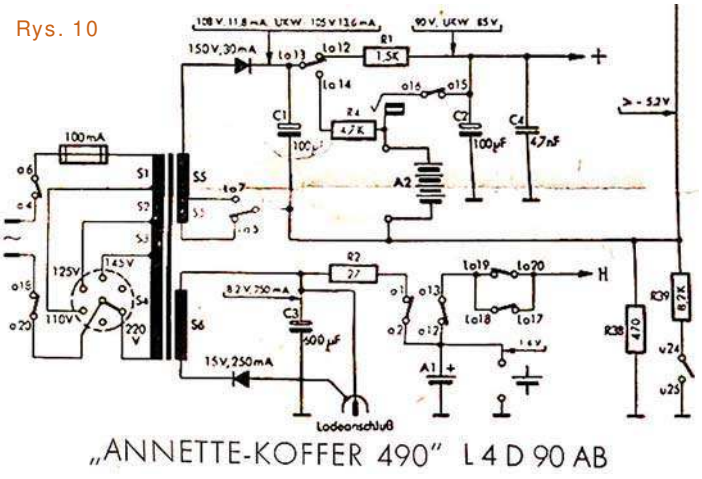
Lampy DL96 pracują w klasycznym układzie przeciwsobnym, dając na wyjściu moc 0,45W, co jest bardzo dobrym wynikiem jak na radio turystyczne.

Do zasilania anod i siatek ekranowych we wszystkich trzech odbiornikach służy bateria 90V, natomiast żarzenia lamp w każdym odbiorniku jest rozwiązane inaczej.

Aparaty mają również wbudowany zasilacz sieciowy. Na zakresie AM mają antenę ferrytową, a na zakresie UKF dwuramienną antenę teleskopową. Zakres UKF 87,5–100MHz, a ciężar odbiornika z bateriami to... niebagatelne 4,5–5kg. Takie były dobre, przenośne radia bateryjne.

Ważną rzeczą w odbiorniku bateryjnym jest podłączenie minusa baterii żarzenia do tego wyprowadzenia włókna żarzenia, do którego jest dołączona siatka osłonna. Przy odwrotnym podłączeniu źródła zasilania siatka osłonna przestałaby spełniać swoje zadanie, a mając potencjał dodatni, nawet niewielki, mogłaby dość wyraźnie zmienić parametry. Aby eliminować zjawisko dynatronowe, siatka osłonna musi mieć potencjał zerowy lub niewielki ujemny.

Rys. 10



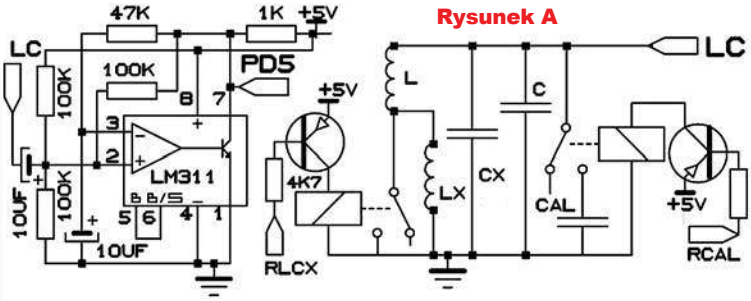
Jerzy Szymański
j.szymanski@wp.eu

eprasa.pl 1e6350aa7d

Jak to działa?

Na **rysunku A** przedstawiony jest fragment schematu. Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu:
Jak działa i do czego służy taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem: **Jak11**, należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się tego numeru EdW. Nagrodami w konkursie będą 3 książki wydawnictwa WKiŁ: R. Sałat, K. Korpysz, P. Obstawski, **Wstęp do programowania sterowników PLC.**



Rozwiązanie zadania *Jak to działa* z EdW 7/2019

W numerze 7/2019 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany układ elektroniczny.

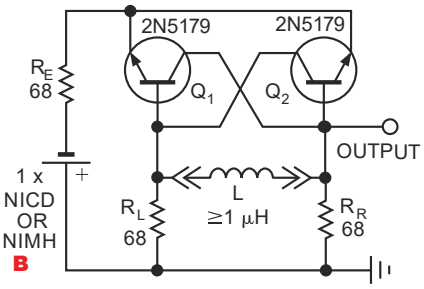
Jest to ***prosty miernik pojemności***. Układ z cewką staje się generatorem, a częstotliwość drgań jest zależna od indukcyjności L, więc mierząc tę częstotliwość albo oglądając wytwarzany przebieg za pomocą oscyloskopu, można, co prawda z niezbyt dużą dokładnością, ale za to w prosty sposób oszacować indukcyjność dołączonej cewki.

Było to niejako przedłużenie zadania *Jak to działa?*, rozwiązanego w numerze lipcowym, gdzie analizowana była przystawka do pomiaru indukcyjności pracująca na zupełnie innej zasadzie.

Analizowany teraz układ został opisany w EDN 4/2007 w rubryce Design Ideas. Według zawartych tam informacji wartość indukcyjności można określić na podstawie częstotliwości ze wzoru L = 50 / f oraz na podstawie okresu: L = 50 * T. Jednostki wyjdą niejako same, stosownie do jednostek częstotliwości/czasu; przykładowo podstawiając okres w mikrosekundach, wynik otrzymamy w mikrohenrach.

W układzie z rysunku B podstawą oscylacji nie jest obwód rezonansowy. W ogóle nie wykorzystuje się rezonansu, tylko obwód czasowy LR o stałej czasowej L/R, analogicznie jak (znacznie częściej) wykorzystywane są obwody czasowe RC.

Dwa tranzystory i rezystory tworzą układ przerzutnika bistabilnego, który bez cewki L pozostaje w jednym ze stanów stabilnych. Dołączenie cewki



powoduje, że układ staje się oscylatorem. Jego częstotliwość zależy od kilku czynników, ale głównie od stałej czasowej L/R. Według oryginalnego opisu o częstotliwości decydują głównie rezystancje R_R, R_L. Istotny jest też fakt, że tranzystory podczas pracy nie wchodzą w nasycenie, co pozwala w pełni wykorzystać ich szybkość. Przy małych indukcyjnościach L częstotliwość oscylacji jest duża, dlatego w układzie zaproponowano tranzystory 2N5179. Są to krzemowe tranzystory w.cz., przeznaczone do pracy w zakresie VHF i UHF. Jednak układ powinien pracować też z dowolnymi tranzystorami, a wtedy zmieni się dolna granica pomiaru. Na oryginalnym schemacie (**rysunek C**) jest redakcyjny dopisek, że należy minimalizować długość połączeń wszystkich elementów układu. Ważne jest też, by wyjście nie było obciążone znaczącą pojemnością. Jak wiadomo, sondy oscyloskopowe z dzielnikiem 1:10 mają pojemność kilkunastu pikofaradów, ale wejścia mierników częstotliwości dołączone kablem współosiowym mogą mieć pojemność (wraz z kablem) znacznie powyżej 100pF.

Z uwagi na mimo wszystko ograniczoną szybkość przełączania tranzystorów, dolna granica pomiarów jest rzędu 1 mikrohenra. W opisie podano też sposób pomiaru mniejszych indukcyjności: otóż wystarczy wziąć drugą cewkę o znanej, znacznie większej indukcyjności i przeprowadzić dwa pomiary: tylko cewki dodatkowej oraz szeregowego połączenia cewek dodatkowej i badanej. Odjęcie wyników obu pomiarów da indukcyjność małej cewki badanej.

Zasadniczo górnej granicy pomiaru nie ma – teoretycznie można byłoby mierzyć cewki o dowolnie dużej indukcyjności, nawet wielu henrów. W praktyce barierą jest jednak nieuchronna rezystancja szeregowa ESR badanej cewki. Według opisu przy ESR powyżej

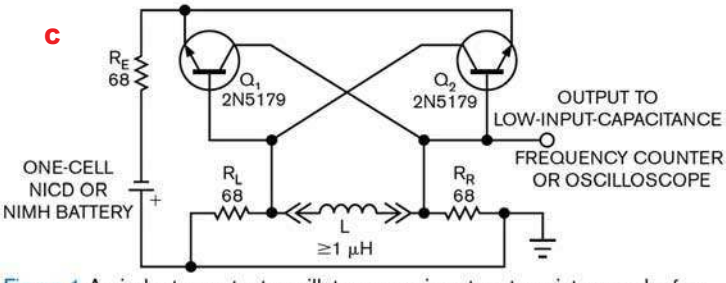


Figure 1 An inductance-test oscillator comprises two transistors and a few passive components. (Editor's note: For best results, minimize the lengths of all components' leads.)

eprasa.pl 1e6350aa7d

70 omów układ przestaje być generatorem, tylko staje się przerzutnikiem dwustabilnym.
Na stronie *https://ubm.io/2lZriLM* można znaleźć oryginalny opis w pliku HTML i dostępny jest też tam link do pliku PDF.

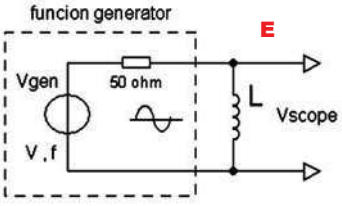
Ten sam układ miernika pojemności mona znaleźć na wielu stronach, między innymi na następujących:
http://blog.grozak.com/2015/10/28/simple-l-meter/
w skrócie: *https://bit.ly/2kYaIvE*
https://www.homemade-circuits.com/15-v-inductance-meter-circuit/
w skrócie: *https://bit.ly/2mANZpG*
http://www.zen22142.zen.co.uk/Circuits/Testgear/inductance_meter.htm
w skrócie: *https://bit.ly/2l7IFtu*

Na niektórych podane są konkretne informacje praktyczne o realizacji i uzyskanych wynikach pomiarów.

W tak prostym układzie, przy niezbyt dużej stabilności napięcia zasilania (wyładowanie baterii/akumulatora), nie można się spodziewać dużej precyzji. Ponadto na wyniki na pewno ma wpływ pojemność wejściowa przyrządu pomiarowego (częstościomierza lub oscyloskopu). Przy małych indukcyjnościach nieliniowość zwiększają opóźnienia tranzystorów. Przy większych – rezystancja ESR. Pomimo takich niedoskonałości, zaproponowana bardzo prosta metoda pomiaru indukcyjności jest interesująca. Na pewno może być pomocna przy określeniu nominału gotowych cewek, które nie mają oznaczeń.
Bardziej rozbudowana wersja takiego miernika przedstawiona jest na stronie: *http://ee.david.promo/lmeter/*
gdzie do generatora dodany jest stopień buforujący sygnał wyjściowy dla miernika i zastosowana jest przetwornica obniżająca do 2V napięcie 9-woltowej baterii – **rysunek D**.

W Internecie są inne przykłady prostych i bardzo prostych mierników i sposobów pomiaru indukcyjności.

Na pierwszy rzut oka dziwny opis metody pomiarowej bez przystawki – tylko przez pomiar napięć za pomocą generatora „sinusa" i oscyloskopu według **rysunku E**, jest zamieszczony na stronie:
www.dos4ever.com/inductor/inductor.html
w skrócie: *https://bit.ly/2kY6xjv.*

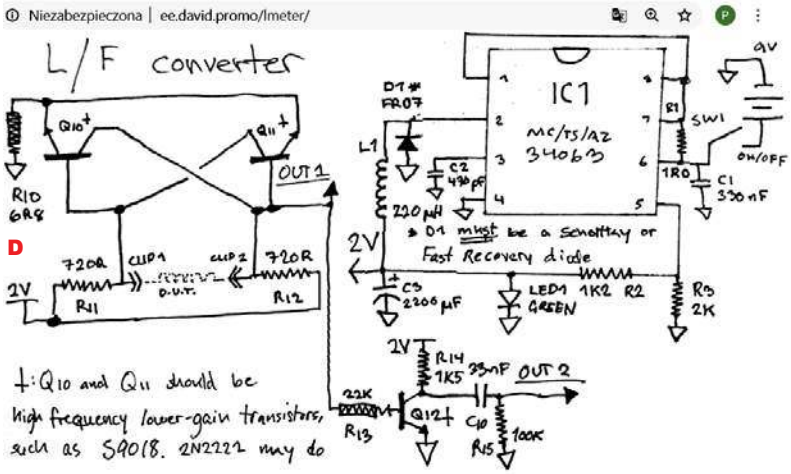


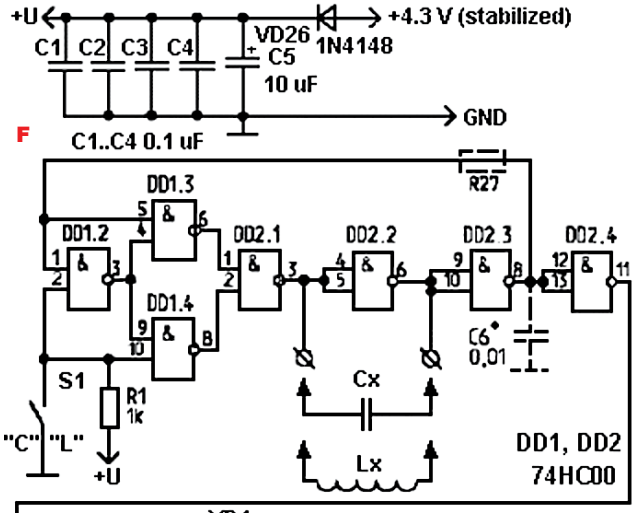
Wykorzystuje tylko zależność reaktancji X_L od pojemności. Zawiera też informacje o uwzględnieniu rezystancji ESR.

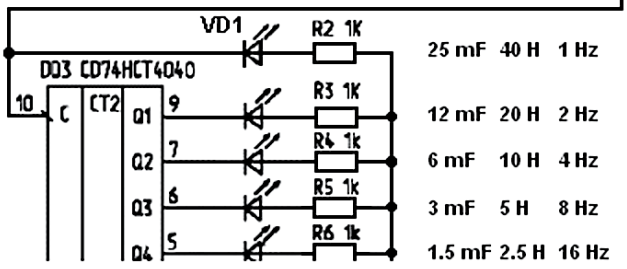
Kolejny interesujący przykład miernika indukcyjności i pojemności można znaleźć na stronie:
http://zpostbox.ru/simple_lc_meter.html
Rysunek F przedstawia bardzo nietypowy generator i fragment licznika. Według opisu układ musi pracować przy podanym obniżonym napięciu zasilania.

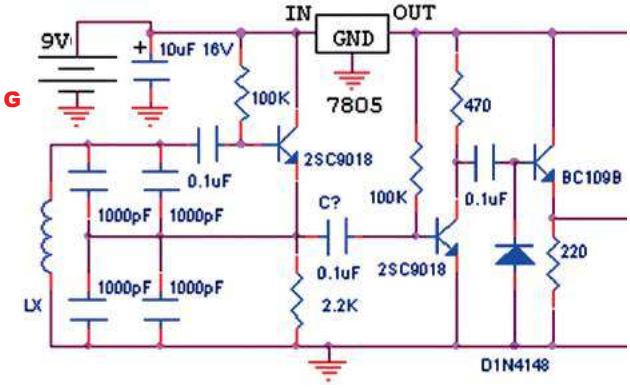
Pokazany na **rysunku G** układ ze strony
www.iq-technologies.net/projects/test/016/
w skrócie: *https://bit.ly/2kZ7W9t*
to klasyczny generator LC w układzie Colpittsa, czyli wykorzystujący rezonans.

W obu ostatnich układach pomiar indukcyjności polega na pomiarze częstotliwości, co realizowane jest w różny sposób.







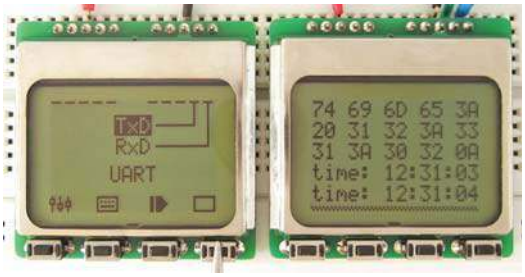


Nagrody – książki wydawnictwa BTC otrzymują:
Maciej Zieliński – Kraków,
Roman Niedziela – Wilkowo,
Krzysztof Żyła – Miętne.
Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

eprasa.pl 1e6350aa7d

Stały konkurs: *Co to jest?*

Zadanie CoTo1911



Zadanie konkursowe brzmi: **Co przedstawia zamieszczona obok fotografia?**

Prosimy o krótkie odpowiedzi. Można jednak dołączyć zwięzłe uzasadnienie lub potwierdzenie (dowód) albo też króciutki opis analizy zadania i poszukiwań. E-maile z odpowiedziami należy nadsyłać w ciągu miesiąca od ukazania się numeru na adres:

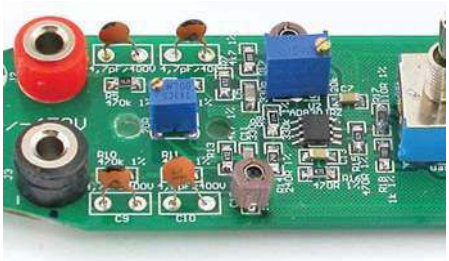
konkursy@elportal.pl,

nie zapominając o podaniu adresu niezbędnego do wysyłki upominku.

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *CoTo1911Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.

Rozwiązanie zadania CoTo1908



Fotografia z zadania *CoTo1908* przedstawia fragment różnicowej sondy oscyloskopowej, opisanej w EdW 5/2019 str. 20...23.

Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Andrzej Żemek – Szczytno,
Marcin Kartowicz – Bolechowo,
Krzysztof Bieniek – Płońsk.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 12/2019

Termometr kąpielowy

Konstrukcja, która powstała po przeanalizowaniu aktualnej oferty rynkowej. Plon zadania głównego *Szkoły Konstruktorów* o numerze 269. Interesujący pomysł i jeszcze bardziej interesujące rozwiązania, w tym zdalne, bezprzewodowe ładowanie wbudowanego akumulatora.

EdW 1/2020

Sonda różnicowa 1MHz

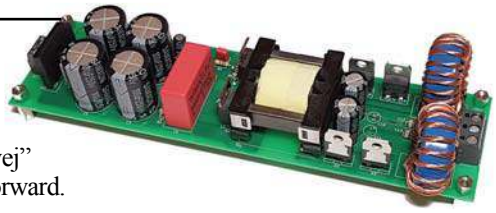
Ceny współczesnych oscyloskopów osiągnęły zaskakująco niski poziom. Niestety, nie można tego powiedzieć o sondach różnicowych do oscyloskopów. Nie zawsze potrzebna jest kosztowna sonda o szerokim paśmie, często wystarczy bardzo prosta i tania o pasmie 1MHz.

EdW 2/2020

Moja własna karta audio USB

Przekonaj się, że dzięki kostce CM119 budowa komputerowej karty dźwiękowej wcale nie jest tak trudna, jak mogłoby się wydawać. Przy okazji poznaj pokrewne układy scalone C-Media, przydatne także w mniej tradycyjnych zastosowaniach.

W kolejce na publikację czekają m.in.:



Simple half-bridge SMPS

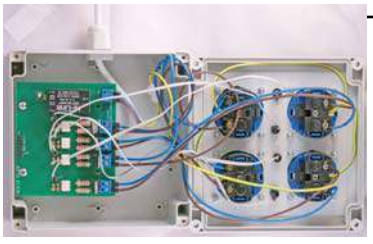
Przykład prostej „dwukierunkowej” przetwornicy forward.

Generator impulsów

Prezentowany generator wyróżnia się nie tylko elegancką obudową, ale też możliwością generowania bardzo krótkich impulsów.

Solarna ładowarka akumulatorów żelowych

Spośród mnóstwa układów przeznaczonych do współpracy z panelami fotowoltaicznymi, ten znacząco się wyróżnia.



Przedłużacz Wi-Fi

Nie jest to przedłużacz łącza Wi-Fi, tylko przedłużacz „energetyczny” z czterema gniazdkami, sterowany bezprzewodowo przez Wi-Fi.

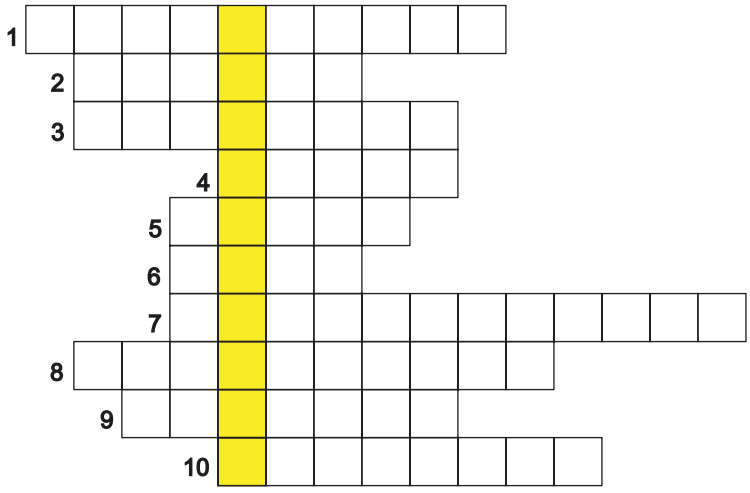
eprasa.pl 1e6350aa7d

UWAGA! Skończył nam sie zapas krzyżówek
Zostań autorem krzyżówki!

Zachęcamy do nadsyłania krzyżówek, także bardziej rozbudowanych i skomplikowanych (edw@elportal.pl). Mogą to być wykreślanki, krzyżówki panoramiczne, jolki, kwadraty magiczne, łamigłówki, szarady i inne.

Nagrodą dla Autora będzie 6...18 miesięcy prenumeraty EdW, przy czym dotychczasowi prenumeratorzy dodatkowo otrzymają możliwość zamiany na prenumeratę innego czasopisma AVT.

1. Rozdziela dwie okładziny w kondensatorze.
2. Potocznie – układ scalony.
3. Dokonywanie zmian w charakterystyce częstotliwościowej miksera.
4. Stosowany w półprzewodnikach.
5. Kondensator MKS lub MKT.
6. Uporządkowany ruch elektronów swobodnych lub jonów.
7. Odwrotność rezystancji.
8. Na schematach oznaczany z reguły jako T.
9. Przewodzi prąd na płytce drukowanej.
10. KIT AVT-721.



Autorem krzyżówki jest **Marcin Karczyński** z Zabrza.
Autor w nagrodę otrzymuje 6-miesięczną prenumeratę EdW.

AVT stosuje system rabatów dla wszystkich wiernych Czytelników EdW, dokonujących zakupów w sieci handlowej AVT drogą sprzedaży wysyłkowej. Naklejenie na kartonik zamówienia trzech kuponów wyciętych z trzech kolejnych najnowszych wydań EdW uprawnia do: **10% zniżki** na zakup kitów **AVT, TSM, Vellemana, 10% zniżki** na **książki** w ramach Księgarni Wysyłkowej AVT. **Już zakup na sumę 120 zł pozwala zaoszczędzić kwotę równą cenie jednego numeru EdW.**
Uwaga!
Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.

Kupon rabatowy EdW 11/2019

Kupon rabatowy EdW 11/2019

Kupon rabatowy EdW 11/2019

Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 8/2019 jest hasło:
Wzmacniacz operacyjny

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:
Patryk Wrześniewski – Piastów, **Jakub Popowski** – Pieńków, **Krzysztof Mirosław** – Puławy.

Rozwiązania z tego numeru (tylko hasło) należy nadsyłać w ciągu 45 dni od ukazania się tego numeru EdW.

E-maile z rozwiązaniami powinny w tytule zawierać nazwę konkursu, numer zadania i nazwisko Czytelnika, np. ***Krzyżówka1911Kowalski.*** Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

Uwaga! Przysyłając rozwiązanie krzyżówki, nie zapominajcie o podaniu w e-mailu pełnych danych adresowych. Ich brak uniemożliwia wysłanie, a więc także przyznanie Czytelnikowi upominku.

Natomiast przysyłając propozycję zagadki napiszcie: ***Krzyżówka – propozycja*** (żeby nie myliło się z rozwiązaniami). Wraz z propozycją nowej krzyżówki należy przysłać oświadczenie, że krzyżówka jest oryginalnym dziełem podpisanego i że nie była nigdzie publikowana. Redakcja nie ingeruje w treść merytoryczną (precyzję sformułowań) haseł krzyżówki.

R E K L A M A

AVT 3128 DEVASTATOR, czyli bombowy zegarek

Estetyczny, praktyczny, efektowny, niezwykle pomysłowy zegar, który zawsze wywołuje efekt WOW wśród rodziny i znajomych. Ponadto DEVASTATOR to pierwszy naprawdę uniwersalny projekt DIY. Jest odbierany równie entuzjastycznie przez osoby zupełnie niezwiązanie z techniką, jak i przez doświadczonych elektroników.

Znajdź nas na

KITy AVT

eprasa.pl 1e6350aa7d

EdW 11/2019 – lista osób nagrodzonych:

Andrzej Adamczyk..... Ostrowiec Św.
Wojciech Bagiński .....Biała Podlaska
Krzysztof Bieniek .....Płońsk
Wojciech Goliszewski..... Szczecin
Adam Gołębiewski ..... Nowy Targ
Paweł Hoffmann .....Wrocław
Marcin Kartowicz..... Bolechowo
Zbigniew Kawa ..... Konin
Marek L..... Wilkowice
Ryszard Magdycz .....Wrocław
Krzysztof Mirosław ..... Puławy
Marcin Moik .....Katowice
Marek ..... Gdynia
Roman Niedziela.....Wilkowo
Rafał Orodziński.....Białystok
Janusz Podgórski ..... Ryn
Jakub Popowski ..... Pieńków
Dawid Placha.....Rdzawa
Andrzej Rusin .....Stanisławów
Maciej Skrodzewicz ..... Szczecin
Radosław Smalec .....Zabrze
Patryk Wrześniewski ..... Piastów
Henryk Wyziński .....Pyrzyce
Damian Ząbczyk.....Osuchowa
Maciej Zieliński.....Kraków
Andrzej Żemek ..... Szczytno
Krzysztof Żyła..... Miętne

Uwaga! Jeśli do końca listopada poczta nie dostarczy osobie z powyższej listy przesyłki z nagrodą, prosimy zgłosić ten fakt redakcji (22 783 00 20, ewa.dudzik@elportal.pl)

Przysyłając rozwiązanie dowolnego konkursu,
NIE ZAPOMINAJCIE o podaniu w e-mailu pełnych danych adresowych.
Ich brak uniemożliwia wysłanie, a więc także przyznanie Czytelnikowi nagrody/upominku.

Errare Humanum Est

W ciągu ostatniego miesiąca nie zgłosiliście żadnych błędów w EdW.

Materiały z EdW 8/2019, które uznaliście za najbardziej interesujące:

1. Steampunkowe zagary Nixie
2. Arduino odc. 18
3. Przetwornice indukcyjne

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:
***Adam Gołębiewski** – Nowy Targ,*
***Zbigniew Kawa** – Konin,*
***Janusz Podgórski** – Ryn.*

Zajrzyj do interesujących materiałów
„Świat Radio" 11/19

Odbiornik Rx73-2017
Prezentowany odbiornik nasłuchowy na popularne pasma amatorskie 80 i 40m został zbudowany dwa lata temu przez Mariana SP3NGJ. Choć urządzenie zawiera historyczne już układy scalone i jest próbą wyzbycia się zapasów magazynowych, to jest nowym podejściem do aplikacji TCA440, opartym na wieloletnim doświadczeniu autora.

PA-200 wg SP4LVC – dokończenie

Prototyp wzmacniacza mocy do TRX Husarek DSP wg Bogdana SP4LVC już był opisany w ŚR. Uzupełniony projekt tego PA zgłoszony przez autora w konkursie PUK, cieszył się dużym zainteresowaniem uczestników wrześniowego Zjazdu Technicznego Krótkofalowców SP w Burzeninie, czego dowodem jest drugie miejsce w głosowaniu publiczności.

R E K L A M A

AVT 3143 Nakręcany minutnik

Urządzenie do odliczania czasu sygnalizujące sygnałem akustycznym upływ nastawionej wcześniej liczby minut.
Wykorzystywane może być m.in. w gospodarstwie domowym, np. w kuchni.

KITy AVT
Znajdź nas na

eprasa.pl 1e6350aa7d

Jesteś zainteresowany zamieszczeniem ogłoszenia w rubryce Market? Skontaktuj się:

reklama@elportal.pl
tel. 22 257 84 64

EXOR modushop.pl

OBUDOWY DO URZĄDZEŃ AUDIO

tel. +48 501 400 411, mail: info@modushop.pl

- aluminiowy panel - szeroki wybór wielkości - personalizacja -

Galaxy GX 388 159,- Galaxy GX 148 99,- Economica 39,-

www.modushop.pl

brennenstuhl

Seria przedłużaczy HUGO!

antracyt: 1150614114
rubinowy: 1150614174
zielony: 1150614194
żółty: 1150614164
niebieski: 1150614184
biały: 1150614124
fioletowy: 1150614134
biało/czarny: 1150614104

Kolorowe, solidnie wykonane listwy zasilające hugo! Brennenstuhl

- przewód 2m
- 4 gniazda
- długość listwy ok 35cm
- podświetlany wyłącznik
- zabezpieczenie przed dziećmi
- odporna obudowa z polikarbonatu
- uchwyty do montażu na ścianie

cena za 1szt: **40zł**

sklep.avt.pl/search/search?query=11506141

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

11-200 Bartoszyce ul. Bohaterów Warszawy 67 pwkey@onet.pl
tel. (89)7635050 fax (89)7635051

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

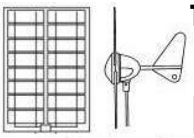
z wbudowanym termostatem pokojowym zapewniającym komfort i oszczędność

REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

- Prosta obsługa, bogate możliwości programowania
- Możliwość dopasowania do każdego kotła i rodzaju paliwa
- Wysoka jakość
- Gwarancja 24 miesiące

www.pwkey.pl



Turbiny wiatrowe, baterie słoneczne, regulatory ładowania, wentylatory solarne, lampy solarne LED

www.gtb-solaris.pl

tel: 22 864 25 36, 606 292 727, e-mail: info@gtb-solaris.pl
ul. Przytyk 6/31, 01-962 Warszawa

Metalowy chwytak pazurkowy VTPN

- długość 115mm
- metalowa oprawka
- wieloszczękowy uchwyt

Przydatny podczas montażu i demontażu drobnych elementów

12,50zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Zestaw serwisowy **VTSA** do czyszczenia płytek PCB

19zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

eprasa.pl 1e6350aa7d

Złącza kątowe HDMI

złącze lewe
kod: ADAPTER 6160
cena: 8,30zł

złącze regulowane
kod: ZLA0852
cena: 8zł

złącze prawe
kod: ADAPTER 6159
cena: 9zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Ultradźwiękowy detektor nietoperzy

Zestaw do samodzielnego zlutowania

Detektor przetwarza sygnały nietoperza na słyszalne dla człowieka dźwięki.

Inne zastosowania detektora to wczesne wykrywanie usterek maszyn, silników i elektroniki.
Cecha stereo umożliwia wskazanie źródła pochodzenia dźwięku.

K8118
95zł

Zestaw polecany wakacyjnym eksploatorom przyrody ;-)

Słuchawki i baterie nie wchodzą w skład zestawu

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Zestaw wkrętaków precyzyjnych w etui

Lekki, kompaktowy zasilacz - ładowarka turystyczna USB. W zestawie wtyczki kompatybilne z najbardziej popularnymi standardami na świecie. Adapter posiada 3 porty USB (max. 3,4 A) w tym gniazdo Quick Charger

W zestawie:
Metalowy uchwyt z obrotową końcówką
Bity:
gwiadka: 0.8mm; 1.2mm
TORX: T2, T3, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10, T15
Y: 2mm
PH: 1mm; 1.2mm; 2mm; 3mm
płaskie: 1mm; 1.5mm; 2mm; 3mm
punktak (igła): 0.8mm
Wymiary zamkniętego etui: 105x70x20mm

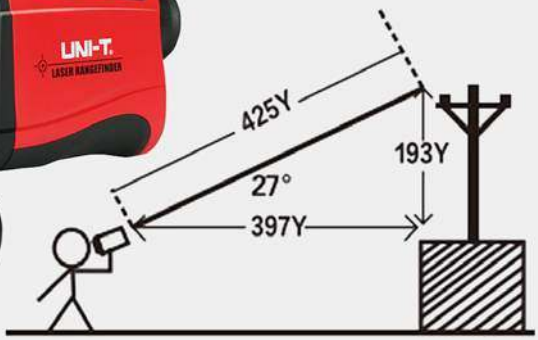
kod: WKRĘTAK 11833
cena: 13zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Mierniki dystansu UNI-T

LR600, dalmierz 548m
LR800, dalmierz 731m
LR1000, dalmierz 914m, pomiar kąta i wysokości do 411m
LR1200, dalmierz 1097m, pomiar kąta i wysokości do 457m
LR1500, dalmierz 1371m, pomiar kąta i wysokości do 548m

- wyświettlacz LCD
- laser 905nm FDA class 1
- powiększenie 7x
- średnica obiektywu 25mm
- gwint do zamontowania na statywie



Więcej informacji po wpisaniu w wyszukiwarce: *miernik dystansu*
sklep.avt.pl/search/search?query=miernik+dystansu

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Zestaw konstrukcyjny 12w1

velleman HOBBY

Robot zasilany jest przez słońce i wodę, nie wymaga baterii!

Świetny pomysł na prezent dla starszego i młodszego!
Uczy, bawi, rozwija inteligencję i poszerza wiedzę z zakresu robotyki i mechatroniki!

Zestaw składa się z 230 części.
Instrukcja zawiera wskazówki jak zbudować 12 modeli.

KSR17
109zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

eprasa.pl 1e6350aa7d

Zestaw bitów specjalistycznych Cr-V, 100szt

- PH: PH0, PH1, PH2 (5x), PH3
- PZ: PZ0, PZ1, PZ2 (5x), PZ3
- płaskie: 3, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 8mm
- kwadrat: S0, S1, S2, S3
- bity do demontażu anten (płaskie z wycięciem): 4, 6, 8, 10
- Torx security: T8, T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40, T45
- Torq-Set: 6, 8, 10
- Torx: T8, T10, T15, T20, T25, T27, T30, T35, T40
- TriWing: 1, 2, 3, 4
- imbus hex: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 5.5, 6, 8mm
- bity X: 1,2,3
- bity 'gwiazdka': M5, M6, M8
- bity Torx TR metryczne z otworem: 2, 2.5, 3, 4, 5, 6mm
- bity Torx TR fractional hex z otworem: 5/32, 9/64, 1/8, 7/64, 3/32, 5/64
- bity fractional hex: 1/16, 5/64, 3/32, 7/64, 1/8, 9/64, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4
- 1 wing nut driver
- przejściówka 1/4" sq. x 1/4' x 2" extension
- przejściówka 1/4" sq. x 1/4' x 1" extension
- uchwyt-przedłużka do bitów z magnesem
- całość zapakowana w praktyczne trwałe pudełko z tworzywa

cena: **39zł**
kod: 3040-100

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Domowa stacja pogodowa UNI-T A12T z sondą na przewodzie.

kod: A12T
cena: 45zł

Funkcje:
- zegar
- budzik z funkcją drzemki
- pomiar temperatury od -10°C do +50°C
- pomiar wilgotności od 10% do 99%
- pamięć min i max temperatury i wilgotności
- prognoza pogody na podstawie zmiany temperatury i wilgotności

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

KSR12

Polecamy!

Hydrauliczne ramię robota.
Zestaw do samodzielngo montażu bez lutowania

Model składa się aż z 229 części, dla początkujących entuzjastów techniki będzie nie lada wyzwaniem!

170zł

Zasięg ramienia: poziomy: 31.5 cm, pionowy: 41.5 cm

Poznaj zagadnienia i rozszerz wiedzę związaną z inżynierią, matematyką, fizyką i techniką. Hydrauliczne ramię robota niepotrzebuje baterii ani silnika: układ jest w pełni zasilany wodą.

HYDRAULIC ROBOTARM

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Zmywacz do metalu 400ml

Szybko i dokładnie zmywa, odtłuszcza części i elementy powierzchni metali. Zastępuje mechaniczne usuwanie pozostałości, które może powodować uszkodzenia. Szybko wysycha, nie zostawia tłustej powłoki.

Idealnie nadaje się do przygotowania powierzchni przed malowaniem i lakierowaniem.

Usuwa smary, oleje, tłuszcze, woski, silikony, MS-polimery, niektóre kleje itp.

AG173
11zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Generator Tesli (generator wysokiego napięcia)

Urządzenie dydaktyczne do samodzielnego zlutowania.
Moduł z mini cewką Tesli. Można wykorzystać go do wytworzenia łuku elektrycznego bądź jako głośnik audio.

- wymiary: 38x79mm
- moc: 15W
- napięcie zasilania: 15-24V
- gniazdo zasilania: DC Jack 5,5/2,1mm

kod: ARD-9967
cena: 36,10zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Zasilacze impulsowe 5V microUSB i miniUSB do urządzeń mobilnych (telefony, smartfony, nawigacje GPS i inne)

Kod handlowy:	Opis:	Cena:
ZAS5V/2A MICRO	Zasilacz 5V 2A, wtyk micro USB	16,80zł
ZAS5V/3A MICRO	Zasilacz 5V 3A, wtyk micro USB	29,00zł
ZAS5V/3A MINI	Zasilacz 5V 3A, wtyk mini USB	20,30zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

eprasa.pl 1e6350aa7d

wybrane książki z oferty AVT

KS-151002

Arduino. 36 projektów dla pasjonatów elektroniki

Arduino to płytka, która zmieniła świat elektroniki. Dzięki niej ten magiczny świat stanął otworem przed wszystkimi chętnymi. Jeżeli marzysz o zbudowaniu własnego układu elektronicznego, realizującego ciekawe zadania, trafiłeś na doskonałą książkę. Znajdziesz w niej szczegółowe omówienie 36 niezwykłych projektów!
Dzięki tej książce: przygotujesz swoje środowisko pracy; zbudujesz własny laserowy alarm; opracujesz licznik Geigera.

Spełnij swoje marzenia o własnym układzie elektronicznym!

Simon Monk, stron 376, cena 67 zł

KS-160500

Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II

Książka „Elektronika. Od praktyki do teorii" to nietuzinkowy podręcznik podstaw elektroniki. Nauka następuje głównie dzięki eksperymentom, a podstawy teoretyczne są przedstawiane nieco później. Świat elektroniki staje się fantastycznym polem do własnych badań, prób i odkryć. Książka ma tę samodzielną drogę Czytelnikowi wskazać i ułatwić. Zawiera przy tym mnóstwo cennych wskazówek, począwszy od listy niezbędnych przyrządów, na instrukcjach rozwiązywania problemów skończywszy. Autor zachęca do prawdziwego eksperymentowania, w którym ewentualne pomyłki będą istotnym elementem procesu nauki!

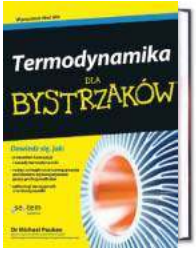
Charles Platt, stron 392, cena 69 zł

KS-170500

Elektronika dla małych i dużych

Większość dzieciaków interesuje się fascynującym światem urządzeń elektrycznych. Obserwują, jak działa żarówka, zdalnie sterowany samochód czy odtwarzacz muzyki. Kiedy mały odkrywca postanawia sprawdzić, co one kryją w środku, często ofiarą tej niepohamowanej ciekawości pada jakiś gadżet. Warto pokazać najmłodszym, że elektronika najwięcej radości (i wiedzy!) daje wtedy, gdy zbuduje się coś własnymi rękoma!
W książce przedstawiono spory zbiór praktycznych projektów do samodzielnego wykonania, które uzupełniono wyjaśnieniami zagadnień teoretycznych.

Oyvind Nydal Dahl, stron 292, cena 39 zł



KS-170903

Termodynamika dla bystrzaków

Dzięki temu praktycznemu przewodnikowi zabłyśniesz na zajęciach z termodynamiki za sprawą łatwych do zrozumienia i opisanych przystępnym językiem wyjaśnień sposobów wykorzystywania energii w takich urządzeniach, jak samochody, samoloty, klimatyzatory i elektrownie.
W książce znajdziesz: zasady termodynamiki, istotne parametry i ich relacje, informacje o substancjach stałych, cieczach i gazach, zasady współdziałania pracy i ciepła, cykle zasilające procesy termodynamiczne, związki i reakcje chemiczne, pionierów termodynamiki, rzeczywiste zastosowania zasad i koncepcji termodynamicznych

Michael Pauken , stron 352, cena 49 zł

KS-171212

Zrób to sam. Generowanie ruchu, światła i dźwięku za pomocą Arduino i Raspberry Pi

Książka jest przewodnikiem po elektronice dla początkujących. Szczegółowe i praktyczne instrukcje przeprowadzą Cię krok po kroku przez wiele projektów, dzięki czemu mimochodem przyswoisz sobie podstawy elektroniki i równocześnie odkryjesz potencjał płytek Arduino i Raspberry Pi. Szybko nauczysz się sterować pracą diod LED, różnych silników, cewek, urządzeń zasilanych prądem przemiennym, grzejników, urządzeń chłodniczych, wyświetlaczy i generatorów dźwięku. Dowiesz się, jak możesz monitorować pracę tych urządzeń i kierować nimi poprzez internet.

Simon Monk, stron 312, cena 49 zł

KS-160100

Zabawa w programowanie. Język C dla nastolatków

W książce znajdziesz wszystko, czego potrzebuje początkujący programista — od wskazówek w kwestii instalacji odpowiednich programów, przez omówienie niezbędnych komend, stałych i zmiennych, aż do tablic i funkcji. Dowiesz się, jak działają pętle i operatory, do czego służą struktury i unie, jak działają kompilator, preprocesor i linker. Wreszcie zrozumiesz, o co chodzi z operacjami wyjścia i wejścia, a także nauczysz się zapewniać bezawaryjne działanie Twojego programu. I nagle okaże się, że odkrywasz całkiem nowy, fascynujący świat, a porozumienie z Twoim komputerem jest w gruncie rzeczy dziecinnie proste! Sprawdź to!

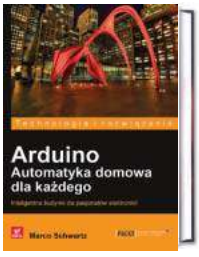
Michał Wiszniewski, stron 104, cena 25 zł

KS-161102

Drony dla bystrzaków

Dowiedz się, jak: dobierać drony do swoich potrzeb; właściwie konfigurować, obsługiwać i serwisować swojego drona; wykonywać zdjęcia i rejestrować materiały wideo za pomocą najnowszych technologii a także jak korzystać z dronów zgodnie z prawem lotniczym. Ten zabawny i przystępny poradnik zawiera całą wiedzę niezbędną do rozpoczęcia przygody z dronami. Znajdziesz w nim profesjonalne porady dotyczące zakupu drona dostosowanego do swoich potrzeb, sposobów korzystania z bezzałogowych statków powietrznych i zachowywania się zgodnie z etykietą przyjętą przez społeczność użytkowników dronów, a także wielu innych spraw

Mark LaFay, stron 256, cena 40 zł

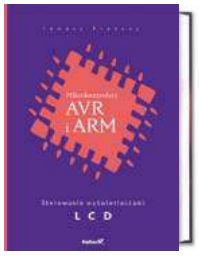


KS-150802

Arduino. Automatyka domowa dla każdego

Z tej książki nauczysz się między innymi: łączyć czujniki z płytką Arduino; budować energooszczędne czujniki ruchu z użyciem technologii XBee; sprzęgać przekaźniki z płytką Arduino w celu sterowania urządzeniami elektrycznymi; korzystać z łączności Wi-Fi do sterowania oświetleniem domowym; wysyłać dane o zużyciu energii elektrycznej do chmury obliczeniowej
Jeśli chcesz konstruować własne systemy automatyki domowej przy użyciu platformy Arduino, ta książka jest dla Ciebie. Aby zrozumieć opisane w niej projekty, musisz już mieć pewną wiedzę na temat Arduino i znać zasady programowania w takich językach, jak C i C++.

Marco Schwartz, stron 112, cena 33 zł



KS-170405

Mikrokontrolery AVR i ARM. Sterowanie wyświetlaczami LCD
Jeśli dostrzegasz konieczność opracowywania lepszych interfejsów graficznych dla swoich projektów, chcesz pełnym garściami korzystać z możliwości oferowanych przez nowoczesne mikrokontrolery oraz wyświetlacze lub po prostu interesuje Cię ten temat i pragniesz poszerzyć swoje umiejętności projektowania atrakcyjnych i użytecznych rozwiązań, sięgnij po tę książkę. Wprowadzi Cię ona w świat kontrolerów LCD i nauczy technik programistycznych, dzięki którym będziesz w stanie zaprojektować, opracować i zoptymalizować GUI w taki sposób, aby chciało się go używać i aby było to czystą przyjemnością!.

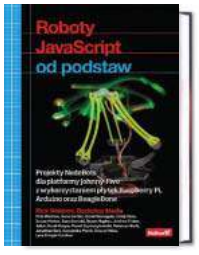
Tomasz Francuz, stron 496, cena 89 zł

KS-161103

Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III

Ta bogato ilustrowana kolorowymi schematami i zdjęciami książka zawiera szczegółowe instrukcje, jak przeprowadzać eksperymenty objaśniające zasadę działania różnych elementów elektronicznych, porady na temat sposobu posługiwania się podstawowymi narzędziami oraz ciekawe projekty, które można wykonać w pół godziny. Rozdział po rozdziale będziesz czuć przypływ energii, dzięki której przetworzysz teorię w praktykę!

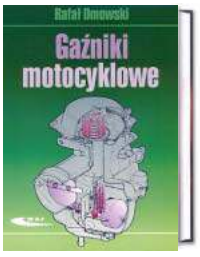
Cathleen Shamieh, stron 368, cena 49 zł



KS-160400

Roboty JavaScript od podstaw. Projekty NodeBots dla platformy Johnny-Five z wykorzystaniem płytek Raspberry Pi, Arduino oraz BeagleBone
Powszechnie JavaScript uważa się za doskonałe narzędzie do programowania aplikacji internetowych. To jednak nie wszystko: ten język świetnie nadaje się również do programowania robotów. Umożliwia zaprojektowanie zachowania robota, określenie, w jaki sposób będzie on zmierzał do celu, reagował na sygnały z otoczenia, oczekiwał na instrukcje czy omijał przeszkody. Bardzo wygodnym narzędziem do programowania robotów jest platforma Johnny-Five. Umożliwia ona programowanie robotów zbudowanych z płytek Arduino, Raspberry Pi i BeagleBone.

Rick Waldron, stron 256, cena 59 zł



KS-170904

Gaźniki motocyklowe

W książce opisano budowę, obsługę i użytkowanie gaźnikowych układów zasilania we współczesnych i klasycznych motocyklach. Podano informacje o gaźnikach motocyklowych z uwzględnieniem ich budowy, opisu działania poszczególnych elementów i układów oraz czynności obsługowo-naprawczych możliwych do wykonania przez indywidualnego użytkownika motocykla. Zamieszczono liczne fotografie i rysunki, ułatwiające zrozumienie zasad działania zespołów i układów, a także regulację, demontaż, naprawę i montaż.

Rafał Dmowski, stron 104, cena 45 zł

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

eprasa.pl 1e6350aa7d

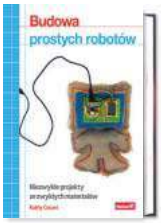
księgarnia wysyłkowa – sklep.avt.pl

RABAT 10% dla prenumeratorów czasopism AVT

kod KS-150302
Drony Wprowadzenie,
Ty Audronis!
stron 122, cena 33 zł

kod KS-150500
Projekty elektroniczne dla bystrzaków
Earl Boysen, Nancy C. Muir
stron 376, cena 50 zł

kod KS-170201
Szkoła programisty PLC. Sterowniki Przemysłowe,
Tomasz Gilewski
stron 264, cena 59 zł



kod KS-160000
Budowa prostych robotów,
Kathy Ceceri
stron 208, cena 40 zł

kod KS-170402
Podstawy konstrukcji maszyn,
Praca zbiorowa
stron 612, cena 73 zł

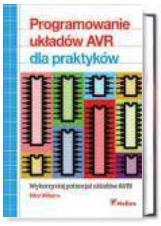
kod KS-150100
Język C dla mikrokontrolerów AVR,
Tomasz Francuz
stron 712, cena 99 zł

kod KS-170200
English 4 IT. Praktyczny kurs języka angielskiego dla specjalistów IT i nie tylko,
stron 288, cena 39 zł

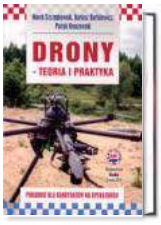
kod KS-161101
Proste projekty dla młodych majsterkowiczów,
Autorzy: Redaktorzy magazynu Make
stron 150, cena 30 zł

kod KS-140600
Gadżety szpiegowskie. Szalony Geniusz,
Brad Graham,
Kathy McGowan
stron 384, cena 59 zł

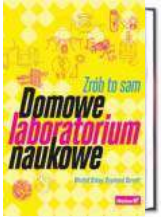
kod KS-150800
Fascynujący świat robotów
John Baichtal
stron 384, cena 67 zł



kod KS-141001
Programowanie układów AVR dla praktyków
Elliot Williams
stron 432, cena 89 zł



kod KS-170012
Drony - teoria i praktyka,
praca zbiorowa
stron 165, cena 39 zł



kod KS-160700
Domowe laboratorium naukowe. Zrób to sam,
Windell Oskay, Raymond Barrett
stron 344, cena 44 zł

kod KS-110207
Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach,
Władysław Orlik
stron 456, cena 78 zł

kod KS-140888
Świat druku 3D. Przewodnik,
Anna Kaziunas France
stron 224, cena 49 zł

Polecamy

KS-180300

Paul Horowitz,
Winfield Hill
stron 1644
cena 225zł

Sztuka elektroniki, część 1 i 2
wydanie: 12 zmienione

Po dwudziestu pięciu latach nowe, gruntownie zmienione polskie wydanie cieszącej się ogromnym powodzeniem „Sztuki elektroniki", powszechnie uznanej za najlepszy podręcznik, a zarazem vademecum projektowania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Poprzednie wydania tej książki, przetłumaczono na osiem języków i trafiły do ponad miliona nabywców na całym świecie. Sztuki elektroniki autorzy uczą, pokazując metody stosowane w praktyce przez inżynierów projektantów układów elektronicznych. Połączenie podstawowych praw, zasad opartych na doświadczeniu oraz niematematycznego ujęcia tematu ułatwia Czytelnikom zrozumienie, dlaczego i jak dany układ działa.

Ostatnio dodane pozycje w ofercie AVT

KS-160500	Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II	69,00
KS-160501	Nauka robotyki z językiem Python	49,00
KS-160700	Domowe laboratorium naukowe. Zrób to sam	44,00
KS-160701	Budowa robotów dla początkujących. Wydanie III	69,00
KS-161100	Apokalipsa zombie nadchodzi! Obroń swoją bazę za pomocą prostych obwodów, Arduino i Raspberry Pi	49,00
KS-161101	Proste projekty dla młodych majsterkowiczów	30,00
KS-161102	Drony dla bystrzaków	40,00
KS-161103	Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III	49,00
KS-170004	Łączenie tworzyw sztucznych metodami spawania, zgrzewania, klejenia i laminowania	41,00
KS-170005	Obsługa i programowanie obrabiarek CNC Podręcznik operatora	64,00
KS-170006	Praktyczne podstawy eksploatacji obrabiarek CNC z wykorzystaniem komputerowego systemu vszkoleniowego MTS	54,00
KS-170007	Nawigacja satelitarna w praktyce	57,00
KS-170008	Automatyka przemysłowa w praktyce	58,00
KS-170012	Drony-teoria i praktyka	39,00
KS-170200	English 4 IT. Praktyczny kurs języka angielskiego dla specjalistów IT i nie tylko	39,00
KS-170201	Szkoła programisty PLC. Sterowniki Przemysłowe	59,00
KS-170400	Montaż i konserwacja instalacji elektrycznych	75,00
KS-170401	Naprawa podzespołów i zespołów pojazdów samochodowych	75,00
KS-170402	Podstawy konstrukcji maszyn	73,00
KS-170403	Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy	79,00
KS-170404	Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy	75,00
KS-170405	Mikrokontrolery AVR i ARM. Sterowanie wyświetlaczami LCD	89,00
KS-170500	Elektronika dla małych i dużych. Od przewodu do obwodu	39,00
KS-170600	Internet rzeczy. Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowych i Raspberry Pi	67,00
KS-170601	Instalacje elektryczne do zasilania urządzeń elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru. Zagadnienia wybrane Vademecum elektro.info	45,00
KS-170900	LEGO. Księga przygód. Wydanie II. Kosmiczne podróże, piraci, smoki i jeszcze więcej!	39,00
KS-170901	Drony. Tajniki zdjęć i filmów lotniczych	59,00
KS-170902	Lego Mindstorms EV3. Programowanie robotów	69,00
KS-170903	Termodynamika dla bystrzaków	49,00
KS-171212	Zrób to sam. Generowanie ruchu, światła i dźwięku za pomocą Arduino i Raspberry Pi	49,00
KS-180100	Elektronika z wykorzystaniem Arduino i Rapsberry Pi. Receptury	77,00
KS-180300	Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2. Nowe wydanie	225,00
KS-180400	Mikrokontrolery STM32 w systemach sterowania i regulacji	89,00

Książki można zamówić w sklepie internetowym AVT
lub wypełnić zamówienie (formularz na stronie 81) i wysłać na adres:
AVT – Księgarnia Wysyłkowa, ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa
tel. (+48) 22 257 84 50 do 53, faks (+48) 22 257 84 55
e-mail: handlowy@avt.pl

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

eprasa.pl 1e6350aa7d

oferta, formularz zamówienia

AVT sklep

sklep.avt.pl

Produkty z oferty i wyroby AVT
można nabyć na kilka sposobów:

W sklepie internetowym sklep.avt.pl
Zamówienia o wartości powyżej 100zł
złożone w sklepie internetowym premiujemy bonusem!
Aktualna lista bonusów dostępna jest na stronie głównej sklepu.

W sklepie firmowym AVT:
Warszawa - Żerań
ul. Leszczynowa 11

Leszczynowa 11

U dystrybutorów:
Lista dystrybutorów dostępna jest na stronie sklepu:
sklep.avt.pl/webpage/dystrybutorzy.html

Wypełniając poniższy formularz zamówienia
Formularz można wyłać faksem nr: *22 257 84 55*,
lub pocztą tradycyjną na adres:
AVT-Korporacja Sp. z o. o.
Dział Handlowy
03-197 Warszawa
ul. Leszczynowa 11

prześlij faksem: **22 257 84 55**
lub pocztą na adres:
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
Dział Handlowy
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 9/2019

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 10/2019

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 11/2019

Tu wklej kupony z ostatnich 3 numerów EdW a uzyskasz **zniżkę 10%** dla stałych czytelników. (szczegóły na stronie 73) Prenumeratorzy nie muszą wklejać kuponów, wystarczy, że podadzą nr prenumeraty!

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kity

Oznaczenia wersji kitów:
- [A] płytka drukowana PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytka PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytka PCB (lub płytki), UK (jeśli występuje) i komplet elementów elektronicznych wymienionych w dokumentacji zestawu.
- [C] zestaw zmontowany

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod – Nazwa	Ilość

Nadawca: ..... *imię i nazwisko* ..... *mój numer prenumeraty*

Adres: .....

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

..... *nr telefonu* ..... *e-mail* ..... *data* ..... *podpis*

eprasa.pl 1e6350aa7d

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

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

Kod handlowy:
AVTZASILACZ

sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 1e6350aa7d

Elektronika na Święta

Pakiet świątecznych ozdób

kod: AVT XMAS

cena: 120zł

Elementy pakietu:

- Minilutownica 12V
- Zasilacz do lutownicy
- Kalafonia ułatwiająca lutowanie
- Cyna 1mm
- Precyzyjne cążki tnące
- 4 zestawy do samodzielnego montażu:
  - **AVT1653** Gwiazdka LED
  - **AVT1844** Świąteczna Choinka LED
  - **AVT3150** Bałwanek LED
  - **AVT3250** Bombka LED
- Praktyczny organizer

Pomysł na prezent!

sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel. 22 257 84 50 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 1e6350aa7d