

ELEKTRONIKA

dla wszystkich

12/2020 GRUDZIEŃ • CENA 13,90 zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

Prosta izolowana sonda do oscyloskopu

25 lat! – strona 5

- ▶ Pozytywny licznik koronawirusowy
- ▶ Uniwersalny sterownik filtru YIG
- ▶ Akustyczny sygnalizator włączonego oświetlenia
- ▶ Posłuszne iskiereki
- ▶ Z potrzeby chwili...
 Uniwersalny sterownik lampek
- ▶ Dzwonek MP3
- ▶ Migająca dioda LED... czyli JEST WYJŚCIE!
- ▶ Droga do RRIO,
 czyli wzmacniacze operacyjne
- ▶ Trochę o lampie ECC88
- ▶ O niedoskonałości elementów
 – Cewki i transformatory
- ▶ MPPT – Regulatory PWM i ładowanie impulsami
- ▶ Filozofia sieci: protokół UDP
- ▶ Zasilanie awaryjne napięciem stałym



Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl

Miejsca dla
specjalistów

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe



www.thingiverse.com/thing:486983
sklep.avt.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

przetworniki
półprzewodniki
złącza
przełączniki
radiatory
obudowy
i wiele więcej...

www.piekarz.pl



Elektronika na Święta

Ozdoby świąteczne

dla hobbystów elektroników



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



AVT XMAS



*Pomysł
na prezent!*



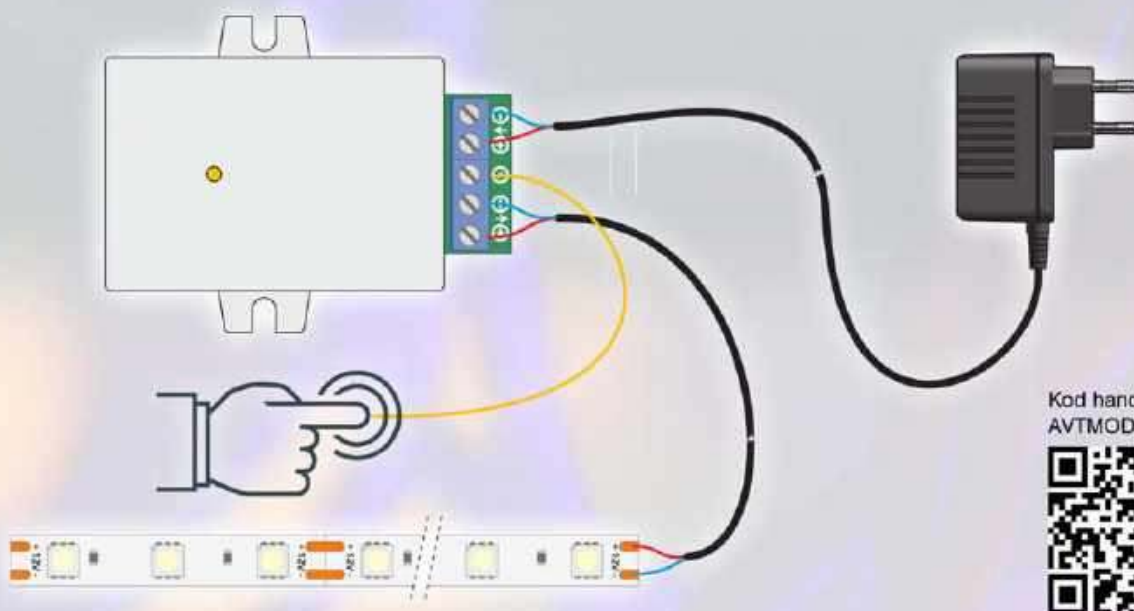
sklep.avt.pl

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

AVT MOD17 Dotykowy sterownik taśm LED

Sterownik polecany jest do taśm LED zasilanych napięciem 12 VDC lub żarówek halogenowych 12 VDC. Zbliżenie dłoni do sensora uruchamia układ płynnie zaświecając dołączone do wyjścia układu źródło światła. Po ponownym zbliżeniu dłoni nastąpi jego płynne, powolne wygaszenie.

- sterowanie dotykowe
- czas rozjaśnienia i wygaszenia: 4 sek.
- sygnalizacja pracy: dioda LED
- zasilanie: 12 VDC
- obciążenie wyjścia max. 5 A (ok. 60 W)
- wymiary: 65×50×18 mm
- łatwy w montażu i eksploatacji



Kod handlowy:
AVTMOD17



sklep.avt.pl

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

**Firmy
prezentujące swoje oferty
w niniejszym
wydaniu EdW**



ARTRONIC..... 1



ELMAX..... 70



EX-OR..... 70



FERYSTER..... 49



GTB-SOLARIS 70



PIEKARZ..... 1, 19



PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY..... 70



SEMICON 55



str. 15

Prosta izolowana sonda do oscyloskopu

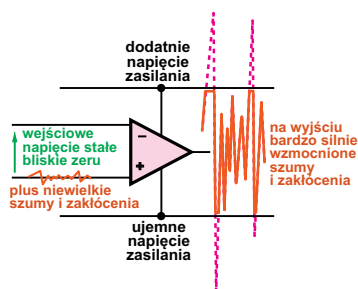
Oscyloskopowe sondy izolowane są urządzeniami drogimi, ale często wręcz niezbędnymi. Za niewielką część ceny sondy profesjonalnej można zbudować konstrukcję amatorską, której parametry okażą się wystarczające.



str. 18

Uniwersalny sterownik filtra YIG

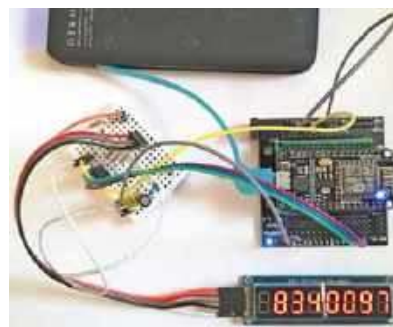
Opisany układ jest uniwersalnym sterownikiem filtra YIG służącym do zmiany częstotliwości rezonansowej takiego filtra. A co to jest ten dziwny filtr YIG i jak działa? Odpowiedź w interesującym artykule.



str. 22

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących

Po kolei omawiamy użyteczne w praktyce zastosowania wzmacniaczy operacyjnych. Zaczynamy od komparatora i układów z dodatnim sprzężeniem zwrotnym.



str. 54

Pozytywny licznik koronawirusowy

Jesteśmy bombardowani informacjami o liczbie nowych zachorowań oraz zgonów z powodu COVID-19. Prezentowany projekt powstał jako przeciwwaga do pesymistycznego przekazu medialnego. Poprawi samopoczucie oraz zmniejszy poczucie lęku u osób wrażliwych.



str. 60

Zasilanie awaryjne napięciem stałym. Teoria oraz porady praktyczne

Rozważamy możliwości zasilania napięciem stałym urządzeń, które normalnie zasilane są z sieci 230V 50Hz. Czy konieczny jest do tego zasilany z akumulatora 12V inwerter DC/AC? Czy nie można po prostu?

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o., Warszawa, ul. Leszczyńska 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



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. Leszczyńska 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

Okladka, 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 Gugala
katarzyna.gugala@elportal.pl
tel.: (22) 257 84 64

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

AVT – EdW

ul. Leszczyńska 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 Pędzimaż
Michał Stach
Szymon Trygar
Adam Sobczyk
Piotr Świerczek
Piotr Wójtowicz

Grudzień

12 (300)

Projekty

Projekty AVT

Prosta izolowana sonda do oscyloskopu	15
Uniwersalny sterownik filtru YIG	18

Elektronika 2000

Akustyczny sygnalizator włączonego oświetlenia	50
--	----

Forum Czytelników

Posłuszne iskierki	52
Pozytywny licznik koronawirusowy	54
Z potrzeby chwili...	
Uniwersalny sterownik lampek	56
Dzwonek MP3	58

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 298

Zaproponuj układ związany z awaryjnym zasilaniem zamrażarki, lodówki lub pompy obiegowej centralnego ogrzewania	37
---	----

Rozwiązanie zadania głównego 293

Zaproponuj związany z elektroniką sposób racjonalizacji wykorzystania wody, w szczególności sposób kontroli wilgotności gleby	38
---	----

Druka klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 298, 293	42
---	----

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 298, 293	48
---	----

Artykuły różne

Felieton: Migająca dioda LED... czyli JEST WYJŚCIE!	14
Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących, część 3	22
Trochę o lampie ECC88	25
Czym się różni wróblek? Czyli o niedoskonałości elementów. Część 4 – Cewki i transformatory	26
MPPT, część 10	28
Filozofia sieci: protokół UDP, część 1	30
Zasilanie awaryjne napięciem stałym. Rozważania teoretyczne i porady praktyczne, część 1	60

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki	6
Prenumerata	8
Poczta	10
Skrzynka porad	12
Reklamy	70
Księgarnia AVT	72
Oferta handlowa AVT	74

Konkursy

Jak to działa?	63
Co to jest?	67
Krzyżówka	68

25 lat!



Następny, styczniowy numer „Elektroniki dla Wszystkich” rozpocznie 26. rok wydawania czasopisma.

Ćwierć wieku EdW! Aż się wierzyć nie chce...

W ciągu tych 25 lat amatorska elektronika zmieniła się ogromnie. Bardzo się cieszę, że nasze czasopismo istnieje, w przeciwieństwie do innych tytułów, w tym kultowego niegdyś „Radioelektronika”. Jednak w ostatnich latach, a zwłaszcza miesiącach (koronawirus), zmiany w elektronice, zarówno profesjonalnej, jak i amatorskiej są tak szybkie i duże, że trzeba na bieżąco dostosowywać profil czasopisma do potrzeb i zainteresowań Czytelników – także i do Twoich. I tu dwie prośby.

Po pierwsze, **także i Ty weź udział w jubileuszu!** Ogłaszamy konkurs zatytułowany:

Moja przygoda z elektroniką i EdW.

Każdy może wziąć udział. Nie tylko Czytelnicy, którzy są z nami od 25 lat, ale i najmłodsi, którzy dopiero zaczynają. Zachęcam: może i Ty opiszesz, *jak zaczęła się Twoja przygoda z elektroniką i jaką rolę ma w tym EdW.* Nagrodami w konkursie będą talony – kupony do sklepu AVT oraz bezpłatne prenumeraty czasopisma.

A oto druga moja serdeczna prośba: aby w obecnych specyficznych czasach spełnić Wasze oczekiwania co do zawartości EdW, muszę te oczekiwania poznać. Bardzo proszę, **poinformujcie mnie osobiście, jaką tematyką powinniśmy się zajmować w kolejnych numerach EdW.** Na pewno jednym z zagadnień, które będziemy drążyć, jest automatyka domowa, czyli inteligentny dom (smart home). Do tego bardzo atrakcyjnego, ale też obszernego i trudnego tematu będziemy podchodzić z różnych punktów widzenia. Co do innych tematów – wszystko w Waszych rękach. Przedstawcie swoje oczekiwania. Wcześniejsze doświadczenia wskazują, że trzeba to zrobić w aktualny sposób. Umożliwi to Facebook i moje nowe konto: <https://www.facebook.com/Piotr-G%C3%B3recki-o-elektronice-105147944792967>

w skrócie: <https://bit.ly/3aj0ixL>

lub za pomocą QR-kodu: gdzie możecie pisać bezpośrednio do mnie i gdzie ja będę informował, nad czym aktualnie pracuję.

Oczywiście, jak dotychczas, też możecie pisać do mnie e-maile (pg@elportal.pl oraz edw@elportal.pl).

Dzięki takiemu sprzężeniu zwrotnemu, wspólnym wysiłkiem i ku obustronnemu zadowoleniu „Elektronika dla Wszystkich” pozostanie czasopismem żywym, pełniącym swoją niezmienną misję.

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki



OFENSYWA ELEKTRYKÓW

To Tesla sprawiła, że samochody elektryczne zaczęto traktować poważnie. Dzisiaj już praktycznie każdy duży producent ma plany elektryfikacji swojego portfolio. Mercedes-Benz w ramach strategii Ambition2039, a także w celu spełnienia planu osiągnięcia neutralności emisji dwutlenku węgla, zamierza zauważalnie poszerzyć rodzinę samochodów Mercedes-EQ, która skupia wyłącznie auta w pełni elektryczne.

Ale oprócz dużych graczy na rynku pojawiają się kolejne start-upy chcące powtórzyć sukces Elona Muska – choćby Lucid czy polska Izera. Niewykluczone, że wśród grona nowych firm znajdzie się Canoo. Niemiecko-amerykańska firma, z siedzibą w Torrance w stanie Kalifornia, właśnie zaprezentowała w pełni elektryczny samochód dostawczy, a w drodze są kolejne pojazdy.

Dostawczy Canoo będzie sprzedawany w dwóch podstawowych wersjach, różniących się rozmiarem, ale również zasięgiem. Na pokładzie, zależnie od wybranej konfiguracji, znajdzie się zestaw akumulatorów o pojemności 40kWh, 60kWh lub 80kWh. W przypadku mniejszego wariantu zapewnią one odpowiednio zasięg – 209 km, 305 km i 370 km (według ETA). Co ciekawe, większy wariant wypada pod tym względem gorzej. Owszem, jego masa z pewnością będzie większa, ale z drugiej strony chociażby w podłodze dałoby się zmieścić



większe pakiety akumulatorów. Niestety, nie zostało to wykorzystane, więc zasięg wyniesie – 144km, 225 km i u b 305km.

NAJWYŻSZE TAKTOWANIE OD INTELA

Najprawdopodobniej nadchodzące procesory Intel'a z serii Rocket Lake będą wyróżniały się spośród innych desktopowych CPU jedną unikalną dla nich funkcją – specjalnym podkręcaniem tylko jednego, wybranego rdzenia. Dzięki temu zapowiedziany Intel Core i9-11900K będzie taktowany zawrotną częstotliwością 5,3GHz, co uczyni z niego najwyższej fabrycznie taktowany procesor w historii.

W rezultacie nadchodzący flagowy chip Intel'a będzie wyposażony w 8 rdzeni fizycznych oraz 16 rdzeni logicznych. Procesor będzie miał na pokładzie 16 MB pamięci podręcznej L3 (2MB na rdzeń) i 4MB pamięci podręcznej L2 (512KB na rdzeń). Poza tym bazowe taktowanie ustalono na 3,5GHz, przy turbo boost dla jednego rdzenia aż do 5,2GHz, a dla pozostałych do 4,8GHz. TDP ma wynosić 125W.

Omawiany Core i9-11900K oferuje skok dla jednego rdzenia aż do 5,2GHz, ale to nie wszystko. Procesor Intel'a został uzbrojony w technologię Thermal Velocity Boost, która pozwala na dodatkowy wzrost zegarów o dodatkowe 100MHz.

Tak wysokie taktowanie zegara CPU nie zostało osiągnięte bez żadnych kosztów. Wynika częściowo z przeniesienia wstępnego Cypress Cove na udoskonalony węzeł procesu 14nm, a co za tym idzie – zmniejszenia liczby rdzeni i wątków (i9-10900K miał ich 10/20).

Czy to wystarczy, żeby konkurować z wyjątkowo mocnymi w tym roku procesorami od AMD?



XIAOMI ZAMIAST KINDLE

Rynek czytników e-Ink nie jest już tak emocjonujący jak kiedyś, ale duże firmy nadal się nim interesują. Po około roku od wprowadzenia pierwszej generacji, nareszcie debiutuje Xiaomi Mi Reader Pro – następca modelu z końca 2019 roku. Wreszcie możemy oficjalnie zapoznać się z urządzeniem, które rzuca wyraźne wyzwanie czytnikom od Amazonu.

Nowy model różni się w kilku kwestiach w porównaniu do swojego podstawowego wariantu. Na pierwszy rzut oka widzimy, że urządzenie jest w nowym czarnym kolorze, utrzymując jednak swój minimalistyczny, mogący podobać się, styl. Dodatkowo ramki okalające ekran zostały nieco zredukowane – zgodnie z postępującymi trendami – zachowując jednak miejsce na pewny chwyt urządzenia.



Ekran, czyli najważniejszy element tego urządzenia, jest płaskim panelem o wielkości 7,8 cala wykonanym w technologii e-Ink. Jego rozdzielczość wynosi 1872×1404 pikseli, co zapewnia zagęszczenie na poziomie 330 PPI. Ekran jest podświetlany i zapewnia 24-stopniową regulację natężenia światła. Możliwa jest również płynna regulacja tonalna podświetlenia – od chłodnej do ciepłej.

Xiaomi Mi Reader Pro działa w oparciu o czterordzeniowy procesor wspierany przez 2GB pamięci RAM i 32GB pamięci masowej. Nie zabraknie również łączności Wi-Fi i Bluetooth do synchronizacji i wymiany danych. Bateria o pojemności 3200mAh – ładowania poprzez USB typu C – ma zapewnić do 70 dni pracy.

LAPTOP OD NOKII?

Czy Nokia może jeszcze nas czymś zaskoczyć? Nokia to obecnie właściwie dwie firmy. A tak naprawdę to firma i marka, której Nokia pozwala używać chińskiemu producentowi. Z formalnego punktu widzenia nie jest to pierwszy laptop z logo Nokia na obudowie, jednak jest to pierwszy tego typu urządzenie od momentu przekazania praw do marki HMD Global. Już wcześniej nie ograniczano się jednak do wprowadzania na rynek wyłącznie smartfonów – w sprzedaży są też już dostępne telewizory marki Nokia.

Do rodziny produktów dołączył laptop – Nokia PureBook X14. Jak sugeruje sama nazwa, urządzenie oferuje wyświetlacz o przekątnej 14 cali. Jest to ekran IPS z technologią Dolby Vision, który ma rozdzielczość Full HD 1920×1080 pikseli. Ramki po jego bokach są dość wąskie (4,8mm), jednak górna i dolna już nieszczególnie – raczej trudno tu mówić o wyjątkowym wzornictwie.

Żadnych zastrzeżeń nie można jednak mieć do najważniejszych podzespołów. Laptop wyposażono w czterordzeniowy procesor Intel Core i5-10210U o maksymalnej częstotliwości taktowania 4,2GHz (bazowa 1,6GHz), który obsługuje osiem wątków. Urządzenie nie dysponuje natomiast osobną kartą graficzną, a jedynie zintegrowaną grafiką Intel UHD.

Haczyk? Na razie nie wiadomo czy pojawi się też w innych krajach poza Indiami, ale raczej wątpliwe aby tak się stało.

P o -
d o b -
n i e
j e s t
ju ż
ze
w s p o -
m n i a -
n y m i
na
p o -
c z ą t k u
t e l e -
w i z o -
r a m i
marki
Nokia.



SŁUCHAWKI NAUSZNE OD APPLE

Od dłuższego czasu mówiło się, że oferta Apple wzbogaci się o pierwsze słuchawki nauszne. I tak też się stało. Producent oficjalnie zaprezentował AirPods Max, które w teorii zapowiadają się bardzo interesująco, choć ich cena została ustalona na takim poziomie, że może szokować nie tylko w Europie Środkowo-Wschodniej, ale też w Stanach.

Odpowiednio zaprojektowana konstrukcja ma sprawiać, że słuchawki będą dobrze leżeć na każdej głowie i nie spowodują dyskomfortu nawet podczas dłuższego użytkowania. Zadbają o to m.in. oddychająca tkanina, która wyściela wnętrze, a także pianka z pamięcią kształtu i pałąk ze stali nierdzewnej z regulacją teleskopową.

Dodatkowym udogodnieniem podczas korzystania ze słuchawek ma być korona, podobna do tej w zegarku Apple, za pomocą której użytkownik będzie mógł regulować głośność, włączać i wyłączać muzykę, przewijać utwory, odbierać i kończyć połączenia oraz aktywować asystentkę głosową Siri.

Słuchawki są już dostępne w sklepie internetowym Apple. Ich cenę w Stanach Zjednoczonych ustalono na 549 dolarów, natomiast w Polsce na... zawrotne 2799 złotych.



W OCZEKIWANIU NA SNAPDRAGONA 888

Czy nowy sztandarowy Snapdragon od Qualcomma ma szansę powalczyć z mocnymi cipami serii A od Apple? Zobaczmy, bo już wkrótce Snapdragon 888 trafi do gaminowego smartfona Asus ROG 4.

O samym urządzeniu wiemy niewiele, poza nazwą, która pojawiła się w mobilnym benchmarku Geekbench. Wspomniany zapis z Geekbench definiuje smartfon jako urządzenia działające właśnie na procesorze Snapdragon 888. To najnowszy, potężny układ Qualcomma, przeznaczony dla urządzeń o flagowej specyfikacji. Powstaje z wykorzystaniem 5-nanometrowego procesu technologicznego i charakteryzuje się maksymalną częstotliwością taktowania 2,84GHz. Dla graczy ważnym elementem jest pewnie zmo-



dyfikowany układ graficzny Adreno 660, który oferuje ponoć o 35% lepszą wydajność od obecnego lidera.

Oczywiście Asus nie jest jedynym producentem, który wykorzysta w swoich smartfonach Snapdragona 888. Nie będzie nawet pierwszym. Urządzenia napędzane tym układem Qualcomma zapowiedziało bowiem już wiele firm, w tym tak znane jak Xiaomi (Mi 11), LG, OnePlus, Motorola, Lenovo, Oppo (Find X) czy Realme.

Najbliższe miesiące pokażą czy Qualcomm rzeczywiście zbliżył się do Apple jeśli chodzi o wydajność i optymalizację, czy więcej w tym marketingu. Ci drudzy postawili ostatnio wszystko na jedną kartę – ich własne czipy zasilają nie tylko iPhone'y czy iPady, ale od niedawna też niektóre modele MacBooków. A pierwsze benchmarki pokazały, że procesory Apple z serii M są piekielnie mocne. Czekamy na odpowiedź Qualcommu i procesory dla urządzeń z Windows on ARM.

PRENUMERUJ

prenumerata roczna
1 wydanie gratis
152,90 zł

prenumerata dwuletnia
6 wydań gratis
250,20 zł

e-prenumerata roczna
2 e-wydania gratis
111,00 zł

e-prenumerata dwuletnia
6 e-wydań gratis
199,80 zł

Prenumeratorzy wersji drukowanej
za równoległe do niej e-wydania
płacą jedynie **20% ceny**:
opłata za e-prenumeratę równoległą
wynosi 26,60 zł/rok,
53,20 zł/2 lata.

do 50% zniżki
za lojalność

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

prenumerata	roczna	dwuletnia
jeśli jeszcze nie jesteś Prenumeratorem	152,90 zł 1 wydanie gratis	
	roku	139,00 zł 2 wydania gratis
	2 lat	125,10 zł 3 wydania gratis
jeśli prenumerujesz nieprzerwanie od:	3 lat	111,20 zł 4 wydania gratis
	5 lat	166,80 zł 12 wydań gratis

prenumeratę zamówisz:

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

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

Przetwarzamy Twoje dane, aby móc wysłać Ci nasze czasopisma w
formie drukowanej lub elektronicznej oraz inne towary
(np. prezenty), a także w innych prawnie usprawiedliwionych celach,
w tym marketingu bezpośredniego naszych produktów
i usług (tzw. uzasadniony interes administratora). Podanie danych
jest dobrowolne, ale niezbędne do zrealizowania zamówienia na
prenumeratę.

Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która
dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie prześlemy
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
zgoda na przetwarzanie Twoich danych osobowych oraz możesz
zażądać, by Twoje wszystkie dane zostały przez nas usunięte.

...i korzystaj Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu



Każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem.

W tym numerze są do wyboru dwie płyty:

- Ambrose Akinmusire „Origami Harvest”
- Kate Bush „Hounds of Love”

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

Jeśli zamawiasz prenumeratę drukowaną 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 drukowaną 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 w Sklepie AVT (szczegóły na www.avt.pl/klub-elektronika)
- do 50% zniżki na www.UlubionyKiosk.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

Fajny artykuł o PoE

Właśnie skończyłem czytać [EdW 10/2020]. Nigdy nie wnikałem w szczegóły związane z negocjacją mocy, a to ciekawe i sprytne rozwiązanie.

Pozdrawiam
Sławomir

Dzień dobry. Jestem od lat stałym klientem AVT. Mam pytanie dotyczące projektu wzmacniacza AVT2736. Nie mam doświadczenia w projektowaniu wzmacniaczy na modułach zintegrowanych, takich jak TDA7294, ale zainteresował mnie (...) projekt mostkowego połączenia dwóch TDA7294 ze wzmacniaczem różnicowym na wejściu. Czy zamiast użycia obwodu TL072 symetryzującego sygnał wejściowy można podać na wejście od razu sygnał symetryczny ze źródła sygnału/przedwzmacniacza? (...)

Pozdrawiam
Piotr

Zamiast obwodu odwracania fazy z TL072 można bez problemu wykorzystać sygnał symetryczny względem masy, jeżeli takowy jest dostępny. Nie ma przeciwwskazań, byle tylko sygnał ten miał odpowiednią amplitudę.

W praktyce czasem problemem może być kwestia regulacji głośności, bo wtedy trzeba dla jednego toru mono zastosować podwójny (stereofoniczny) potencjometr, a dla wzmacniacza stereo – potencjometr poczwórny. To może być istotna przyczyna, dla której jednak stosuje się układ odwracania fazy (symetryzujący), bo przed nim do regulacji wystarczy jeden potencjometr dla podwójnego, mostkowego wzmac-

niacza. Autor pytania odpisał:

(...) *Dziękuję bardzo za odpowiedź. Planuję podać obwodom TDA7294 sygnał symetryczny wzmocniony przez lampy, a z poczwórnym potencjometrem nie będzie problemu. Alps ma w swojej ofercie nawet 6-sekcyjny i z silnikiem, gdyby ktoś chciał sterować nim zdalnie. Kosztuje około 60zł.*

Pozdrawiam
Piotr

A może gdy układ powstanie, Autor zechce swoją konstrukcję, zawierającą kultowe TDA7294 i nie mniej kultowe lampy, przedstawić w EdW? Zapraszamy!

Jak widać poniżej, nadal docierają informacje, że niektórzy z powodu koronawirusa mają kłopoty z zakupem EdW w kioskach.

(...) *Dzień dobry. Dziękuję za informacje (...) w sumie fajnie, że przesyła Pan (...) bo są jakieś straszne problemy z dostępnością EdW w kiosku, który odwiedzam. Przynajmniej wiem, jakie będzie kolejne zadanie Szkoły Konstruktorów :). Ogólnie to bardzo zainteresowała mnie seria artykułów o zasilaczach komputerowych, bo mam zamiar przerobić sobie jakiś stary AT/ATX na zasilacz warsztatowy z regulacją prądu i napięcia. Ale nie mam już kompletu artykułów :((...)*

Rozwiązanie jest bardzo proste: Wydawnictwo AVT już od dawna oferuje wygodną możliwość zakupu przez Internet. I numeru bieżącego, i numerów archiwalnych. Wystarczy wejść na stronę kiosku:

<https://ulubionykiosk.pl/wydawnictwo/elektronika-dla-wszystkich>

w skrócie:

<https://bit.ly/36PAkQa>

Wydawnictwo AVT przy takich zakupach oferuje też dodatkowe wartościowe bonusy, których nie można przegapić.

Osoby, które nie mają lub nie obsługują przez Internet swojego konta bankowego, mogą poprosić o pomoc kogoś z bliskich. Zakupy w UlubionymKiosku naprawdę są łatwe.

A jeżeli chodzi o przeróbki zasilaczy komputerowych, na publikację czekają cztery odcinki cyklu Karola Świerca, prezentujące zasilacze z kolejnymi scalonymi sterownikami: SG6105, TL494 (KA7500), KA3511. Artykuły zawierają wskazówki co do przeróbek, ale też informacje, że z uwagi na przesunięcia fazy w pętłach sprzężenia zwrotnego uzyskanie optymalnych parametrów wcale nie jest takie łatwe, jak mogłoby się wydawać, a szczególnie wtedy, gdy dodany zostanie obwód regulacji (ogranicznik) prądu.

Witam

(...) w numerze 10/2020 „Elektroniki dla Wszystkich” w Szkole Konstruktorów (Policz) były rozważania na temat

zjazdu wózka golfowego z pagórka (...) Zastanawiam się, czy podany do rozważań czas zjazdu te 20 sekund (wyliczyłem prędkość 10,8 km/h), to czy to jest czas zjazdu bez hamowania, czy z hamowaniem. (...) Nie wiem, jak obliczyć siłę hamowania, bo to przecież bardzo zależy od rodzaju prądnicy, przekładni itp. Nie wiem, czy moje wątpliwości są słuszne?

Pozdrawiam
Adam

Autor pyta o kolejne zadanie z serii, związanej z cyklem dotyczącym silników i prądnic. W zadaniu nie zagłębialiśmy się w szczegóły. Zakładamy, że ze wzniesienia cała różnica energii potencjalnej zostanie zamieniona na energię elektryczną, czyli prędkość będzie niezmienna. W zadaniach tych chodzi o określenie słabo rozumianych problemów związanych z hamowaniem odzyskowym – regeneracyjnym, gdy w krótkim czasie silnik pracujący w roli prądnicy wytwarza duże moce i ogromne prądy, które trudno wykorzystać.

Dzień dobry,
czytając ostatnie wydanie czasopisma, widząc stronę 63 z konkursem „Co to jest”, w pierwszej chwili pomyślałem, że trzeba założyć okulary 3D i zobaczyć to w efekcie trójwymiaru.

Następna strona, 64 „Jak to działa?” uświadomiło mi, że jednak był jakiś problem w druku, ponieważ cała jest nieczytelna.

Kolejna 65 w połowie. Strona 66 też męczy wzrok. Strona 13 również.

W związku z powyższym mam prośbę, czy mógłbym otrzymać te strony w pdf, żebym mógł je wydrukować i włożyć do czasopisma? Strony: 13, 63, 64, 65, 66. Z góry dziękuję.

Pozdrawiam
Jacek

Jak z tego widać, zdarza się, że z powodów zupełnie niezależnych od nas, podczas drukowania papierowego wydania coś w prasie drukarskiej się przesunie, rozsunie czy skrzywi. Jeżeli wystąpią tego rodzaju problemy, zgłoszenia o nieczytelnych stronach prosimy śmiało przysyłać, ale nie do naszej redakcji, tylko wprost do Działu Prenumeraty AVT i to niezależnie, czy egzemplarz został przysłany w ramach prenumeraty, czy został zakupiony w kiosku (prenumerata@avt.pl, tel. 22 257 84 22).

Witam
(...) Kilka niezależnych tematów:
(...) na temat lampy z wyłącznikiem zmierzchowym (Pocztą EdW 10/2020).

1. Jeśli zadaniem lampy jest świecić, gdy jest ciemniej niż... to jeśli odpowiednio ciemno robi się z powodu bardzo silnego zachmurzenia, to nie widzę nic złego w tym, że ta lampa świeci. Jeśli jednak to się zdarza, gdy jest za jasno, to tylko próg czujnika zmierzchowego jest źle ustawiony.

2. Nie widzę związku zmiany czasu letni/zimowy z tym tematem. Co lampę obchodzi, że ludzie umówili się na przestawianie zegarków. Ona może sobie cały czas pracować według czasu astronomicznego.

3. Będą problemy ze stabilnością RTC, choćby dlatego

że pracuje w zmiennej temperaturze. Trzeba mieć dostęp do jakiegoś wzorca – to moim zdaniem dodatkowa, zupełnie zbędna komplikacja.

4. 50Hz (w lampie musi być dostępne) gwarantuje w obecnych czasach długotrwałą stabilność, trzeba tylko umieć podtrzymać w miarę dokładnie czas w przypadku zaników napięcia w sieci (nie ma ich obecnie tak dużo).

5. Jeśli lampa koniecznie ma wspomagać się czasem, to układ mógłby się obejść bez RTC, ucząc się długości kolejnych dni i kiedy był środek dnia/nocy według czujnika zmierzchowego. Zegar, który by zachował w miarę dokładnie czas przez 1 dobę, byłby wystarczający, a to już nie jest wielkim wyzwaniem. (...)

Możliwe (ale nie pewne), że jeszcze w tym roku pojawi się RCI, czyli release candidate 1 **KiCada 6.0**. W takim momencie chyba zamrażają interfejs użytkownika i zajmują się już tylko usuwaniem błędów. Nie próbowałem jeszcze 6.0 (obecnie oznaczaną jako 5.99). To usuwanie błędów może potrwać kilka miesięcy. Z tego co wiem, to 6.0 będzie miało co najmniej jedną rzecz, której mi bardzo brakuje w KiCadzie 5.1.7 – mianowicie możliwość ukrycia linii połączeń dla wybranych sieci. Zawsze (w Protelu) ukrywałem sobie GND, bo zawsze całe bottom przeznaczam na GND i dlatego wszędzie mam GND w zasięgu jednego via i te linie tylko mi przeszkadzają tak roznieść elementy, aby wszystko dało się połączyć na top. Drugim istotnym według mnie problemem jest brak możliwości prawidłowego zdefiniowania clearance dla odizolowanego fragmentu płytki – że ten zestaw sieci (net-ów) między sobą może być blisko, ale od wszystkich innych daleko. Nie wiem, czy w 6.0 to też już będzie zrobione.

W każdym razie **uwagam, że wraz z pojawieniem się 6.0 powinniście bezwzględnie namawiać czytelników do korzystania z KiCada**. Na przykład na stronie 43 (EdW 10/2020) są rysunki wykonywane przez uczestnika Szkoły Konstruktorów pod Inkscape. Uważam, że marnował swój czas, próbując zmusić narzędzie przeznaczone do czego innego do narysowania schematu. (...)

Pamiętam, że w książce „Elektronika dla wszystkich” Wojciechowskiego (miałem wydanie z 69 r.) była taka **ankieta – jakie masz szanse zostać elektronikiem?** Jednym z pytań, które dawało dość dużo punktów, było: czy masz jakiegoś znajomego elektronika? Wydaje mi się, że wielu początkującym pomogłoby w rozwoju nawiązanie kontaktu z kimś doświadczonej. (...) Może miałyby to jakiś sens. A może dałoby się jakoś kojarzyć początkujących z doświadczonymi? Ja nie miałbym nic przeciwko temu, aby raz na jakiś czas coś komuś wytłumaczyć. Wasze czasopismo czyta wielu początkujących, ale też już doświadczonych elektroników. W obecnych czasach z kontaktowaniem ludzi to tylko same problemy (Covid, RODO), ale może jakaś forma „Skrzynki Porad” działającej online byłaby dobrym rozwiązaniem. Najciekawsze pojawiające się tam teksty mogłyby być następnie publikowane w EdW. Może takie organizowanie społeczności wokół czasopisma byłoby też dobrą formą jego promocji. A może coś takiego od zawsze jest, tylko ja nie wiem.

Pozdrawiam
Piotr Galka

Co o tym sądzicie?

Ciąg dalszy na stronie 34

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.



(...) zainteresował mnie temat diod LED mocy i taśm do oświetlenia pomieszczeń (...) [i do] kolorowych efektów (...) Co to są skróty RGBW, RGBWA, RGBWW, RGBWY, RGB CCT, RGBWC+WW (...)? (...) co to jest GROW LED? czym się różni FULL SPECTRUM LED od białych LED? (...) zgubiłem się (...) czym się należy kierować przy wyborze do zakupu? (...) jak nimi można najłatwiej sterować?

W poprzednim numerze EDW udzielona była częściowa odpowiedź na to bardzo obszerne pytanie. Do omówienia pozostają białe diody LED. Oświetlenie ledowe dominuje obecnie w naszych domach, jednak wybór jest względnie łatwy tylko w przypadku „żarówek LED”, które na opakowaniu muszą mieć podanych szereg parametrów, co ułatwia porównanie, i które objęte są ustawową dwuletnią gwarancją, co dla kupującego okazuje się ważnym zabezpieczeniem. Znacznie gorzej jest w przypadku pojedynczych białych diod większej mocy, modułów COB i taśm LED, gdzie oprócz ceny zakupu konieczne należy też zwrócić uwagę na:

- temperaturę barwową (CCT),
- współczynnik oddawania barw (CRI),
- skuteczność i sprawność energetyczną,
- względy estetyczne i praktyczne,
- moc i kwestie chłodzenia.

W roli głównego oświetlenia pomieszczeń mieszkalnych nie są używane diody RGB, a jedynie białe diody LED, które w istocie są diodami niebieskimi, pokrytymi luminoforem, zamieniającym część światła niebieskiego na inne barwy. Wiadomo, że luminofor białych diod LED, zależnie od składu chemicznego, może wytwarzać cieplejsze lub zimniejsze światło, charakteryzowane przez zastępczą temperaturę barwową (CCT – *correlated color temperature*). Najprościej mówiąc, jest to temperatura, jaką miałoby rozgrzane ciało (doskonale czarne), dając światło o podobnym odcieniu. Paradoksalnie, czym wyższa jest temperatura barwowa CCT, tym silniejsze mamy odczucie, że światło jest zimniejsze. Cóż, po prostu tak jest. Fizyka nie idzie tu w parze z subiektywnymi odczuciami.

Do oświetlenia pomieszczeń wykorzystuje się źródła światła białego o różnej temperaturze barwowej CCT:

2700...3500K – tzw. światło ciepłe (warm white – WW), około 4000K – tzw. światło naturalne (neutral white), 5000...30000K – tzw. światło zimne (cold white – CW). Włókno klasycznej żarówki ma temperaturę około 2700...3000K i mniej więcej taką temperaturę barwową ma wytwarzane przez nie światło. Przy zakupie diod LED do oświetlenia mieszkań większość użytkowników preferuje nie diody neutralne, tylko ciepłe (2700...3500K), oznaczane **WW** (warm white), a prawie nikt nie chce mieć w domu światła zimnego, oznaczanego albo **CW** (cold white), albo pojedynczą literką **W**.

Bardzo poważnym błędem jest nieuwzględnienie jakości światła, wyrażanej przez współczynnik CRI. Otóż skład widmowy światła diod LED jest inny niż światła słonecznego czy żarowego, więc choć zastępcza temperatura barwowa (CCT) jest taka sama jak żarówki, to właściwości światła są zdecydowanie inne, w szczególności zawsze gorszy jest współczynnik oddawania barw CRI (*color rendering index*). Można powiedzieć, że **współczynnik CRI określa jakość światła**. W większości ofert handlowych wartość współczynnika CRI nie jest podawana.

Światło słoneczne i światło klasycznej żarówki (halogenowej) ma maksymalny współczynnik oddawania barw równy 100. Do oświetlenia pomieszczeń mieszkalnych powinno się wykorzystywać diody LED o współczynniku CRI co najmniej 80. Jednak wiele białych diod LED w współczynniku CRI rzędu 70 lub jeszcze mniej, o czym klientowi się nie mówi. Tylko nieliczne diody i taśmy mają współczynnik CRI powyżej 90 – są one zdecydowanie droższe od wersji najbardziej popularnych.

Ważna i też godna uwagi jest **sprawnność energetyczna** wyrażana w procentach, która mówi, ile z dostarczonej energii elektrycznej zostanie zamieniona na światło (a reszta na ciepło). Jak na razie sprawność popularnych diod LED jest niska od 50%. Informacje o **sprawności** są bardzo trudne do zdobycia. Częściej spotyka się informacje o **skuteczności świetlnej** wyrażanej w lumenach na wat (lm/W). To łatwy do zrozumienia parametr mówiący, ile światła (strumienia świetlnego) wytworzy dioda z 1 wata energii elektrycznej. Jednak wartości **skuteczności** diod można znaleźć tylko w katalogach najlepszych producentów. Dziś dla najlepszych białych diod LED wynosi ona 100lm/W lub nieco więcej. Niestety, dla większości diod i taśm LED informacje o skuteczności i sprawności NIE są dostępne. Na pewno diody i taśmy z diodami najlepszych producentów mają znacznie lepszą skuteczność (i sprawność), jednak niełatwo oszacować, jak się to ma w porównaniu z różnicami cen. Na pewno taśmy LED z zasady mają skuteczność o około 1/4 gorszą od samych diod LED, bo około 1/4 dostarczonej mocy jest marnowane w rezystorach ograniczających.

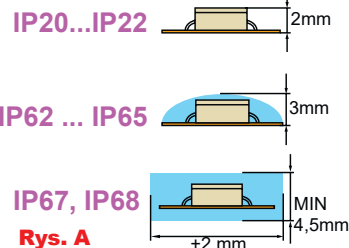
W związku z faktem, że w białych diodach światło niebieskiej struktury LED jest po części zamieniane na światło o innych barwach przez niedoskonały luminofor, warto też wiedzieć o wpływie barwy światła na skuteczność. Najogólniej biorąc, czym więcej niebieskiego światła zostaje zamienione na inne barwy, tym skuteczność świetlna jest gorsza. W ten uproszczony sposób najłatwiej można wyjaśnić, że białe diody ciepłe, dające dużo przetworzonego promieniowania czerwonego i żółtego, mają sprawność (i skuteczność świetlną) znacząco gorszą niż ciepłe białe diody LED.

Pod względem sprawności/skuteczności zimne białe diody są lepsze i dlatego pierwsze białe diody LED wytwarzały zimne światło o temperaturze barwowej 6000...7000K. Od początku diody takie oznaczano w skrócie literą **W** – *white*. Gdy jednak białe diody LED zaczęto stosować do oświetlania pomieszczeń, okazało się, że wiele, a wręcz przytłaczająca większość osób źle znosi zimne, sinoniebieskie, „trupie” światło. Dlatego opracowano luminofory dające białe światło cieplejsze, o temperaturze 2700...3500K, jak popularne żarówki. Światło nazywane cieplejszym, dlatego w skrócie oznaczano je **WW** – *warm white*. Z czasem dla odróżnienia, dla diod zimnych zamiast pojedynczej literki **W** zaczęto stosować skrót **CW** – *cold white*.

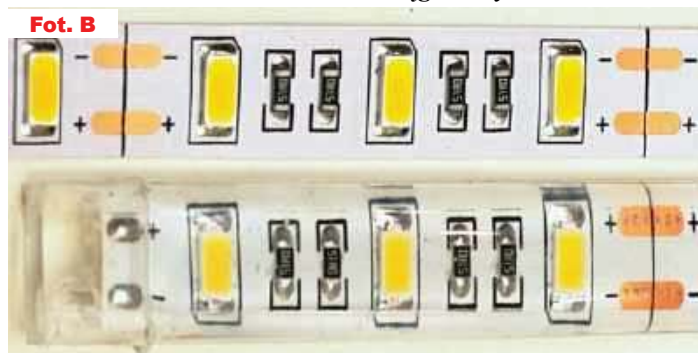
Kwestia sprawności ma też jeszcze inny aspekt: w praktyce diody o wysokim współczynniku CRI zwykle mają niższą skuteczność i sprawność niż te o niskim CRI. Nie musi to być regułą, ale generalnie za światło o dobrej jakości (o wysokim współczynniku CRI) trzeba zapłacić znacząco więcej.

Istotną dla użytkownika cechą taśm LED jest zabezpieczenie przed wodą. W handlu są trzy podstawowe odmiany taśm LED: najtańsze, bez zabezpieczenia, mające stopień ochrony (*Ingress Protection*) IP20, IP21. Trochę droższe, tak zwane „wodoodporne”, są pokryte z jednej strony

diod przezroczystym tworzywem i mają stopień ochrony IP62 ... IP65. Znacząco droższe są taśmy „w pełni wodoszczelne”, które są całkowicie, z czterech stron pokryte przezroczystym tworzywem, a przewidziane są też uszczelnienia miejsc cięcia. Mają one IP67, IP68. Przekrój na **rysunku A**, a przykłady pierwszej i trzeciej grupy na **fotografii B**.



Ciąg dalszy na stronie 59



100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1 + 1 = 3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika



na www.avt.pl/prenumerata

Migająca dioda LED...

czyli JEST WYJŚCIE!

Od jakiegoś czasu zastanawiam się, dlaczego nawet w amatorskiej elektronice trzeba podążać za modą, jaka przyjęła się przez ostatnie kilka lat. Czy istnieją jakieś konstruktywne argumenty, które usprawiedliwią pakowanie do wszystkiego mikroprocesorów i łączenie wszystkich urządzeń zawierających te układy za pomocą sieci bezprzewodowej? Czy teraz tak ma wyglądać nauka podstaw elektroniki? Czy to jest jedynie słuszną drogą w tej dziedzinie?

Posłużę się pewnym przykładem, który przeszedł bardzo szybką ewolucję, a mianowicie migająca dioda LED...

Najpierw taki układ realizowało się na tranzystorach, później na układach cyfrowych, następnie na mikroprocesorach, FPGA, a teraz prym wiodą gotowe moduły, gdzie przez Wi-Fi można załączać efekt migania zdalnie. Gdy wyobrazimy sobie wykres ewolucji migającej diody i przyjmiemy, że oś X to stopień skomplikowania układu, a oś Y to sens takiego rozwiązania, to powstanie wykres podobny do charakterystyki gęstości szumu czerwonego.

STOP! Kolor czerwony! Wystarczy bacznie obserwować naturę, a ona sama potrafi do nas przemówić. Tu zapewne wielu Czytelników stwierdzi, że jestem nastawiony „anty” do nowoczesnych technologii, bo przecież to mój ogromny kalkulator na TTL-ach był przedstawiony niedawno w EdW. Otóż nie jestem, ale lubię je wykorzystywać zgodnie z ich możliwościami i kiedy mam taką potrzebę. Gdy tylko ćwiczymy, uczymy się pewnych zasad w zrozumieniu podstaw. Użycie migającej diody jest jak najbardziej uzasadnione, ale gdy skomplikowany moduł ma służyć tylko do migania, wybaczenie... przecież profesorowi matematyki nie powinno się dawać do rozwiązania zadań typu $2+2=?$

Zawsze wychodzę z założenia, że zanim zaczniesz się biegać, najpierw należy nauczyć się chodzić. Niepokoi mnie to, że za kilka lat, gdy ta tendencja będzie się utrzymywać, a wszystko wskazuje, że tak będzie, to w pewnym momencie powstanie nowy termin – kwadratura elektroniki. Wyobrażam sobie za kilka lat następującą sytuację: rozmawiam z młodym adeptem elektroniki i zadaję mu jedno z elementarnych pytań: *wymień trzy podstawowe bierne elementy elektroniczne*. A on mi na to odpowiada: *Arduino, Raspberry Pi i Banana Pi*.

Prawda jest taka, że kilka potężnych korporacji elektronicznych i informatycznych chce narzucić swoje racje wszystkim zainteresowanym. Można też zaobserwować to na rynku bardziej „cywilnym”, gdzie świadomie postarza się sprzęty powszechnego użytku, tak aby je jak najczęściej wymieniać i dodatkowo skutecznie uniemożliwia się naprawy. Zajmowałem się naprawą sprzętów elektronicznych przez prawie czternaście lat i odczuwałem to na własnej skórze. Tak to odczułem, iż w pewnym momencie zbuntowałem się i uznałem, że szkoda mojego czasu na ciągłą walkę z wiatrakami: a to ciągle coś nieopłacalne, a to brak podzespołów, a to brak szczegółowej dokumentacji, itd...

Na tym polu poległem i pogodziłem się z porażką. Postanowiłem wtedy, że zajmę się elektroniką tylko i wyłącznie hobbystycznie, tak jak kiedyś. Chciałem znów poczuć ten komfort i nie mieć żadnych zobowiązań w stosunku do innych. Dla mnie był to strzał w dziesiątkę i w końcu mogłem się realizować, poczułem wiatr

w żagle, który z każdym dniem jest coraz bardziej silniejszy. Na tym polu nie muszę uznawać tego, co dyktuje świat i jaka jest aktualna tendencja. Całkowita swoboda tworzenia. Nie muszę się tłumaczyć swojemu przełożonemu, dlaczego skonstruowałem coś z dyskretnych elementów, zamiast użyć mikroprocesora. Tu ekonomia nie ma nic do rzeczy. To hobby – coś, co jest ponad tym wszystkim.

Chociaż w tym mogę być wolnym człowiekiem, bo jak dotąd nikt nie wpadł na „genialne” rozwiązanie, aby zabronić sprzedaży podstawowych elementów elektronicznych lub zakazać amatorskiego tworzenia urządzeń. Odnosząc się do felietonu z EdW 11/2020 – stwierdzam, że **jest wyjście**: elektronika to bardzo szeroka dziedzina wiedzy i każdy z nas postrzega ją w indywidualny sposób. Dla każdego jest ona sztuką z innego okresu. Dlatego nie widzę najmniejszego sensu, aby ograniczać się tylko do coraz bardziej skomplikowanych czarnych skrzynek, bo świat tak chce lub bo inni tak robią, bo to jest cool i dzięki temu jestem na topie, bo przecież jestem nowoczesny.

Nie wypowiadam się, jak te aspekty wyglądają u profesjonalistów, bo nim nie jestem. Jestem tylko ciekaw, ilu z nich ma podobne dylematy na

ten temat i ilu z nich mierzy się każdego dnia z tymi kwestiami. Czy przez to, że ich przełożeni z góry ustalają widełki w tworzeniu elektroniki, nie odczuwają czegoś takiego, że nie jest to zgodne z ich klauzulą sumienia elektronicznego?



Rafał Wiśniewski
rafi8112@interia.pl

Zachęcamy do nadsyłania podobnych tekstów!

Podziel się z innymi Czytelnikami swoimi wspomnieniami albo przemyśleniami, dotyczącymi historii, współczesności czy spodziewanego rozwoju elektroniki!

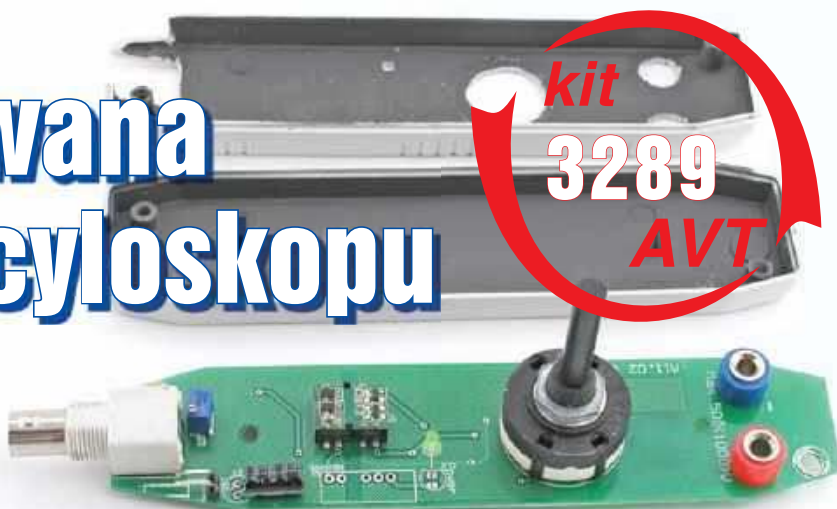
Pomyśl, napisz (powyższy materiał ma około 750 słów) i przyślij zwykłym listem lub na adres edw@elportal.pl!

Materiał może dotyczyć „elektronicznych wspomnień”, ale też dowolnego innego aspektu elektroniki.

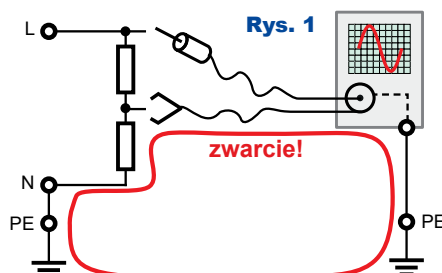
Prosta izolowana sonda do oscyloskopu

kit
3289
AVT

Oscyloskopowe sondy izolowane są urządzeniami drogimi, a często bardzo niezbędnymi. Za niewielką część ceny sondy profesjonalnej można zbudować konstrukcję amatorską, której parametry okażą się wystarczające w wielu zastosowaniach.



We współczesnych oscyloskopach ich masa jest połączona z przewodem uziemiającym PE w zasilaczu. Z tego powodu powstają problemy podczas pomiarów napięcia w urządzeniach zasilanych bezpośrednio z sieci 230V. Istnieje ryzyko zwarcia i nie ma możliwości pomiaru napięć w odniesieniu do innego potencjału niż przewód N (rysunek 1). Niemożliwy staje się pomiar napięcia międzyfazowego.



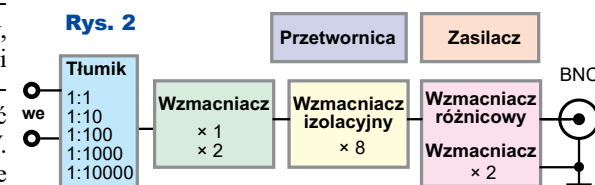
Opis układu

Schemat blokowy sondy pokazano na rysunku 2. Pierwszym elementem jest tłumik napięcia umożliwiający podział w stosunku 1:1 / 1:10 / 1:100 / 1:1000 / 1:10000. Następnie badany sygnał jest buforowany, może być wzmocniony dziesięciokrotnie, po czym przebieg jest doprowadzony do wzmacniacza izolacyjnego. Wzmocnienie sygnału na najniższych zakresach pomiarowych umożliwia pracę z większymi sygnałami, co jest korzystne ze względu na odstęp sygnału od szumu. Wyjście wzmacniacza izolacyjnego steruje wzmacniaczem różnicowym, a po wzmocnieniu steruje wejściem oscyloskopu. Całość konstrukcji uzupełnia obwód zasilania. Po stronie nieizolowanej jest to stabilizator 5V oraz przetwornica pojemnościowa wytwarzająca napięcie ujemne. Stronę izolowaną zasila przetwornica DC/DC z wyjściem symetrycznym.

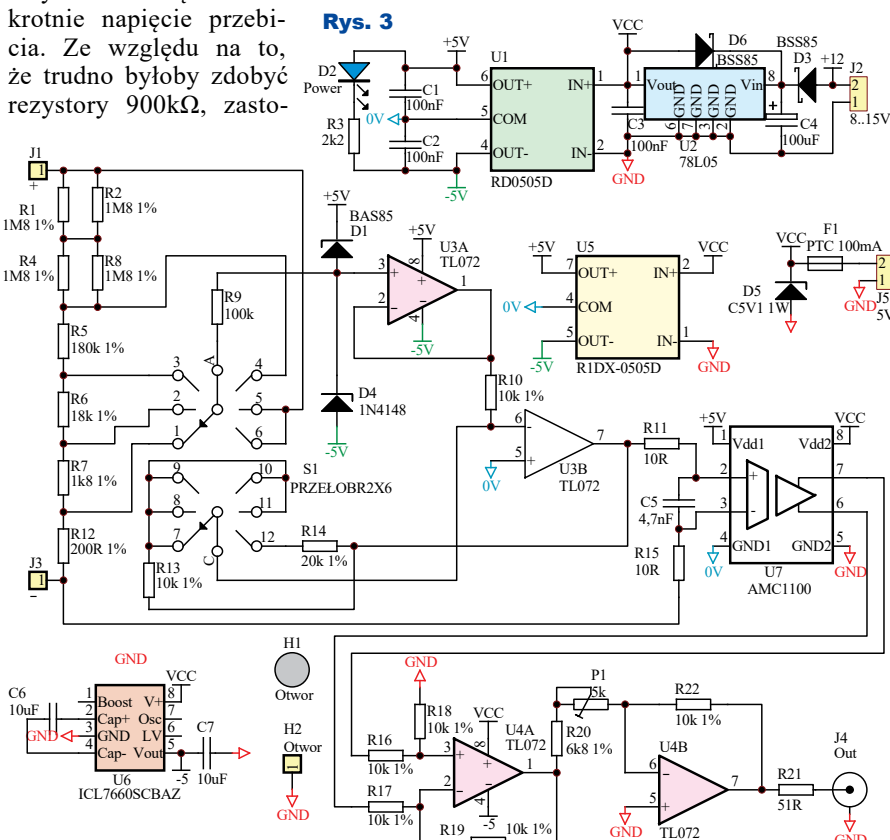
Rysunek 3 przedstawia schemat ideowy sondy. Tłumik wejściowy tworzą rezystory, których sumaryczna rezystancja wynosi 2MΩ. Zdziwić może obecność czterech rezystorów 1,8MΩ. Ich szeregowo-równoległe połączenie daje wypadkową rezystancję 1,8MΩ. Po co więc takie połączenie? Wynika to z maksymalnego napięcia przebicia rezystorów, które najczęściej wynosi 250V, a przecież dla napięcia sieci 230V wartość szczytowa wynosi 324V. Szeregowe włączenie rezystorów zwiększa dwukrotnie napięcie przebicia. Ze względu na to, że trudno byłoby zdobyć rezystory 900kΩ, zasto-

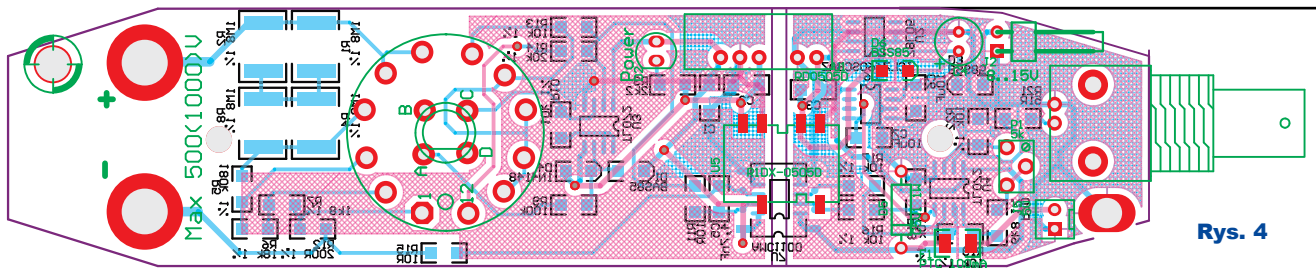
sowano układ szeregowo równoległy. Jeśli maksymalne dopuszczalne napięcie 500V byłoby za niskie, można użyć rezystorów wysokonapięciowych, co zwiększy napięcie maksymalne. Układ wzmacniacza izolacyjnego AMC1100 (U7) jest zoptymalizowany do pracy z napięciami ±250mV. Z tego wynika,

Rys. 2



Rys. 3





Rys. 4

że maksymalne napięcie na wejściu sondy (przy zastosowaniu odpowiednich rezystorów) może wynosić 2500V (bo maksymalne tłumienie dzielnika wynosi 10000). Niestety, najpopularniejsze miniaturowe przetwornice DC/DC mają napięcie izolacji 1000V. Czasem można znaleźć na 1500V. Rozwiązaniem będzie zewnętrzny zasilacz $\pm 5V$ o napięciu przebicia 2500V lub więcej.

Sygnał z tłumika trafia na przełącznik obrotowy i dalej przez rezystor zabezpieczający R9 na wejście wzmacniacza operacyjnego U3A. R9 oraz diody D1, D4 zabezpieczają wzmacniacz operacyjny w przypadku błędnego ustawienia przełącznika zakresów. Wzmacniacz U3B odwraca fazę sygnału. Przy najniższym zakresie pomiarowym wzmocnienie wynosi 2, na pozostałych 1. Można rozszerzyć zakres pomiarowy, zmieniając wartość R14. Zastosowanie rezystora 50k Ω da wzmocnienie 2, 100k Ω – 10. Kupienie precyzyjnego rezystora 50k Ω może być bardzo trudne, dlatego warto połączyć równolegle dwa rezystory 100k Ω . Ważne, aby rezystory w obwodzie tłumika i wzmacniacza U3 miały tolerancję 1% lub lepszą. Zwykle rezystory 5% mają słabą stabilność cieplną i długoterminową. Mogłoby się wydawać, że sonda przenosi tylko sygnały o polaryzacji dodatniej, bo układ U7 po stronie izolowanej jest zasilany pojedynczym napięciem. Mimo to, budowa U7 umożliwia pomiar także napięć ujemnych do -320mV (optymalnie -250mV).

U7 po stronie nieizolowanej ma wyjścia komplementarne. Na tle stałego napięcia referencyjnego ok. 2,5V pojawia się przebieg wejściowy prosty (wyprowadzenie 7) i zanegowany (wyprowadzenie 6). Z tego powodu sygnał kierowany jest na wzmacniacz różnicowy U4A. Warto zaznaczyć, że U7 wzmacnia sygnał ośmiokrotnie, natomiast U3B dwukrotnie. Sumaryczne

wzmocnienie U3, U7, U4 wynosi 10 lub 20, zależnie od położenia przełącznika S1. Daje to wypadkowe tłumienie (wzmocnienie) według tabeli 1.

Rezystor R21 dopasowuje impedancję wzmacniacza do impedancji falowej przewodu ekranowanego, która wynosi 50 Ω , co jednak przy małych częstotliwościach nie ma znaczenia.

Sonda może być zasilana ze źródła napięcia stałego 8...15V, doprowadzonego do J2, które jest stabilizowane w U2. Opcjonalnie można układ zasilic napięciem 5V doprowadzonym do J5, pochodzącym przykładowo z gniazda USB oscyloskopu. Bezpiecznik powtarzalny F1 i dioda Zenera D5 chronią układy przed skutkami zbyt wysokiego lub odwróconego napięcia zasilania. U6 wytwarza ujemne napięcie dla U3B. Przetwornica DC/DC (U1 lub U5) zasilą U3 i U7. Układy TL072 mają dość duże napięcie niezerównoważenia, sięgające 1mV. Jeśli wymagane jest precyzyjne uzyskanie poziomu zera na wyjściu sondy, należy zastosować bardziej precyzyjne wzmacniacze. Kompensacja offsetu tradycyjnymi metodami może być problematyczna, ponieważ ujemne napięcie U4 nie jest zbyt precyzyjne. Podobny problem występuje w przypadku U3, gdzie napięcie wyjściowe przetwornicy zależy od napięcia wejściowego i obciążenia.

Tabela 1

Położenie S1	Tłumienie dzielnika rezystorowego	Wzmocnienie			Sumaryczne wzmocnienie/tłumienie	Maksymalne napięcie wejściowe
		U3B	U7	U4B		
1	1	2	8	2	x 20	$\pm 125mV$
2	1	1	8	2	x 10	$\pm 250mV$
3	10	1	8	2	1 : 1	$\pm 2,5V$
4	100	1	8	2	10 : 1	$\pm 25V$
5	1000	1	8	2	100 : 1	$\pm 250V$
6	10000	1	8	2	1000 : 1	$\pm 2500V^*$

* - zależy od napięcia przebicia rezystorów i napięcia izolacji zasilacza (przetwornicy DC/DC).

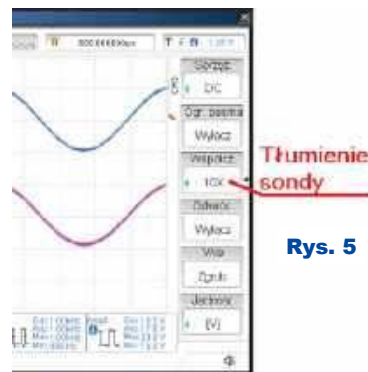
Montaż i uruchomienie

Projekt przykładowej płytki drukowanej pokazany jest na rysunku 4. Na początku najlepiej zamontować wszystkie elementy R i C oraz U2 i U6. Po kontroli napięć zasilających można zamontować przetwornicę. Zależnie od tego, jaką posiadamy, będzie to U1 lub U5. Po kontroli napięć zasilających (przy pomiarach trzeba pamiętać, że przetwornica ma izolację galwaniczną, więc masy części wysoko- i niskonapięciowej są odizolowane) można zamontować pozostałe układy i elementy przewlekane.

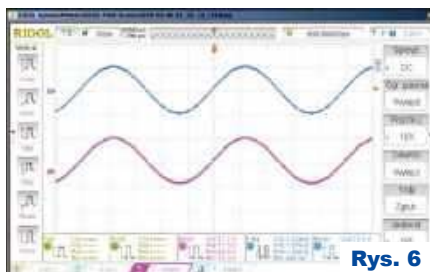
Uruchomioną sondę można zamknąć w obudowie KM-80 po uprzednim wycięciu otworów na gniazda, złącza i przełącznik. Obudowę od środka warto pokryć grafitem w sprayu lub samoprzylepną folią aluminiową, pomijając miejsca wokół gniazd wejściowych. Grafit czy folia musi pokrywać kołek montażowy. Płytke sondy warto pokryć lakierem izolacyjnym, zwłaszcza w części izolowanej. Nie należy pokrywać lakierem pola wokół otworu przy złączu BNC, ponieważ w tym miejscu masa sondy łączy się z ekranem na obudowie.

Gdy sonda jest zmontowana i wszystkie napięcia mają poprawne wartości, można przystąpić do jej uruchomienia.

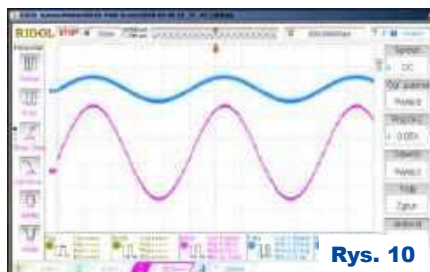
W tym celu na wejście sondy należy podać sygnał z generatora o częstotliwości około 1kHz. U mnie przełącznik S1 ustawiony był na tłumienie 10:1. Potencjometrem P1 należy ustawić amplitudę przebiegu na wyjściu sondy na taką samą, jak na wejściu. Naturalnie na oscyloskopie trzeba ustawić wartość tłumienia sondy (rysunek 5). Do testu może posłużyć



Rys. 5



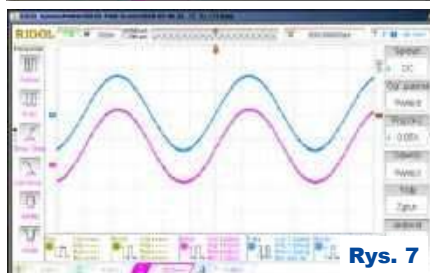
Rys. 6



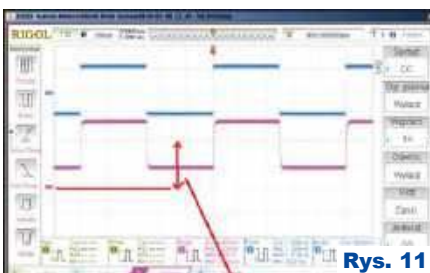
Rys. 10



Rys. 15



Rys. 7



Rys. 11



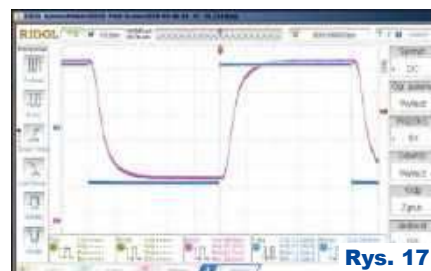
Rys. 16



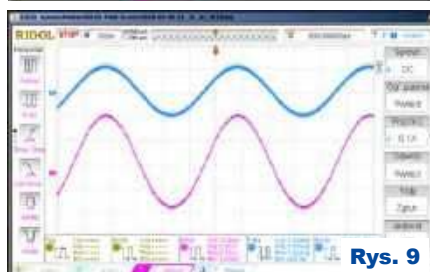
Rys. 8



Rys. 12



Rys. 17



Rys. 9



Rys. 13



Rys. 18

dowolny inny przebieg (trójkąt, prostokąt) o amplitudzie akceptowanej przez sondę. Trzeba tylko odpowiednio ustawić przełącznik S1 i wartość tłumienia sondy w oscyloskopie.

Warto przetestować zachowanie sondy przy różnych częstotliwościach i kształtach badanego sygnału. Pozwoli to skontrolować poprawność tłumienia i wzmocnienia układu, określić offset zera, dzięki czemu unikniemy błędów pomiarowych.

W przypadku mojego prototypu był to przebieg sinusoidalny o częstotliwości 1kHz i amplitudzie 20V (rysunek 6) widoczny w kanale 4 (niebieski przebieg). Na rysunku 7 mamy sygnał 3,2V (320mV na wejściu U7) przy tłumieniu 1:1. Jeszcze nie widać zniekształceń przebiegu. Przy 5V (500mV na wejściu U7) – rysunek 8 – wierzchołki ulegają zniekształceniu. Rysunek 9 pokazuje test przy wzmocnieniu 10, rysunek 10 przy wzmocnieniu 20. Podanie sygnału prostokątnego (rysunek 11) pozwala zbadać

czas narastania sygnału. Widać też wyraźnie offset. Aby łatwiej sprawdzić pasmo przenoszenia, ustawiłam przebiegi z niewielkim przesunięciem względem siebie, jak pokazuje rysunek 12. Takie ustawienie pozwala też łatwiej ustawić poprawne wzmocnienie U4B. Przy 10kHz widać już wyraźnie przesunięcie fazowe (rysunek 13), ale amplituda sygnału jest poprawna. Przy 70kHz (rysunek 14) amplituda sygnału spadła dwukrotnie, przesunięcie fazowe ma ok. 45°.

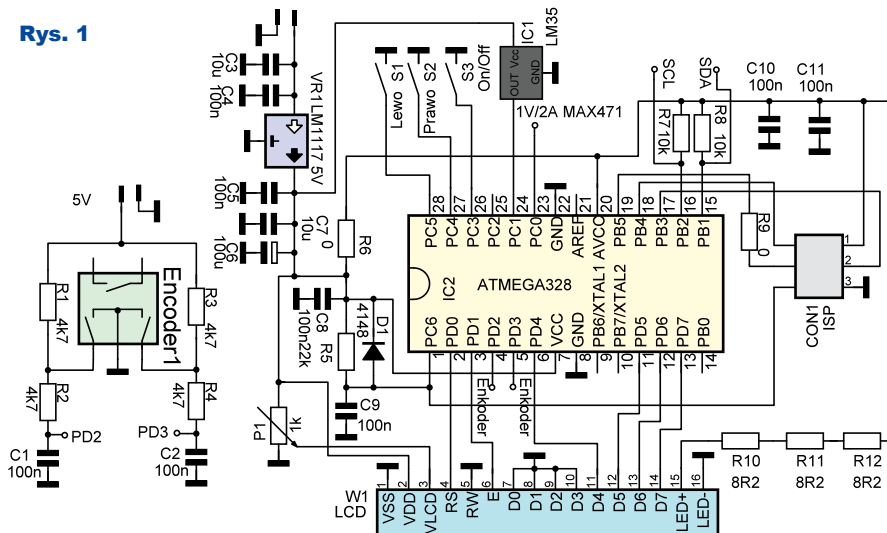
Przesunięcie fazowe i czas narastania najlepiej sprawdzać przebiegiem pro-

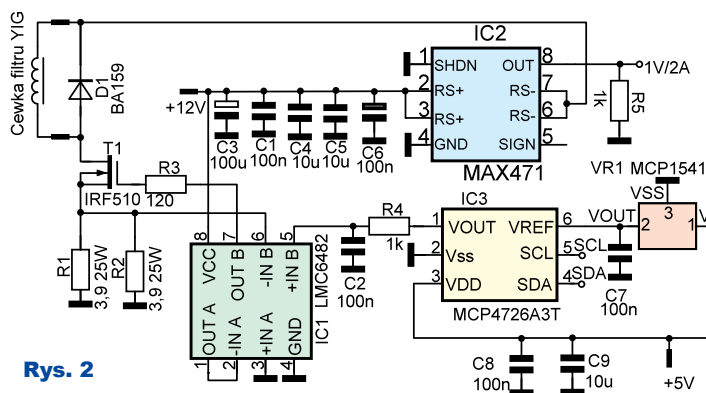
stokątnym. Przy 100Hz (rysunek 15) przebieg jest idealny. Przy 1kHz (rysunek 16) widać niewielkie zaokrąglenia. Przy 10kHz (rysunek 17) widać wyraźne zaokrąglenia, przy 70kHz (rysunek 18) przebieg wyjściowy w niczym nie przypomina prostokąta.

Testy wykazały duży błąd zera oraz pasmo użyteczne najwyżej 10kHz. Przy wyższych częstotliwościach raczej tylko przebiegi sinusoidalne. 70kHz jest górną granicą możliwości sondy.

Przedstawiona tu została wersja prosta, która jak widać, nie ma zachwycających parametrów. Najbardziej dociekliwi Czytelnicy zauważą, że pasmo przenoszenia wzmacniacza izolacyjnego AMC1100 powinno sięgać prawie do 100kHz. Jeżeli w układzie nie zostanie zastosowana jakaś powolna podróbka układu AMC1100, to można byłoby liczyć na pasmo do prawie 100kHz.

Ciąg dalszy na stronie 21





Rys. 2

Na wyświetlaczu LCD 2×16 znaków przedstawiane są następujące informacje: częstotliwość zadana, wyliczona nastawa przetwornika cyfrowo-analogowego, temperatura obudowy filtru YIG, informacja, czy filtr jest wyłączony (Off), czyłączony oraz podawane jest natężenie prądu płynącego przez cewkę elektromagnesu. Zastosowane przyciski są przyciskami chwilowymi, normalnie otwartymi. Krótkie naciśnięcie przycisku On/Off powoduje włączenie/wyłączenie filtru poprzez podanie/zabranie sygnału sterującego cewkami filtru. Przyciski Lewo, Prawo przesuwają pozycję cyfry, na której ustawiamy częstotliwość, a wartość cyfry zmieniamy za pomocą enkodera. Elementy R2, R4, C1, C2 tworzą filtr dolnoprzepustowy dla sygnałów generowanych podczas obrotu enkodera.

Napięcie zasilające sterownik wytwarzane jest przez układ scalony LM1117-5.0V. Do wejść analogowych sterownika podłączone są sygnały z przetwornika mierzącego natężenie prądu (MAX471) oraz z przetwornika mierzącego temperaturę filtru YIG (LM35). Czujnik temperatury przyklejony jest do obudowy filtru za pomocą podkładki termoprzewodzącej z klejem. W przypadku gdy temperatura filtru przekroczy 60 stopni Celsjusza, układ sygnalizuje zbyt wysoką temperaturę filtru, a gdy temperatura przekroczy 80 stopni Celsjusza, układ ustawia napięcie sterujące filtrem YIG na wartość 0V, aby przez cewkę elektromagnesu nie płynął prąd. Ponowne załączenie wykonuje się przełącznikiem On/Off.

W przypadku zadziałania zabezpieczenia termicznego, filtr można ponownie włączyć dopiero wtedy, gdy temperatura obudowy filtru spadnie poniżej 80 stopni Celsjusza. Napięcie referencyjne dla przetworników analogowo-cyfrowych mierzących prąd i temperaturę wytwarza procesor. Napięcie to jest specjalnie niefiltrowane, by podnieść rozdzielczość przetwornika analogowo-cyfrowego, wykorzystując metodę oversamplingu.

układ resetu nieco rozbudowany w stosunku do typowych rozwiązań (R5, D1, C9). Układ działa na tyle dobrze, że autor stosuje go praktycznie we wszystkich konstrukcjach.

Potencjometrem P1 ustawia się kontrast wyświetlacza na najbardziej czytelne wyświetlanie znaków. Na uwagę zasługuje możliwość zastosowania wyświetlaczy o różnym rozkładzie wyprowadzeń. Część wyświetlaczy, szczególnie większych, ma wyprowadzenia w kolejności 16, 15, a dopiero później wyprowadzenia od 1 do 14. Autor spotkał się również z sytuacją, w której wyprowadzenia wyświetlacza były numerowane od 1 do 16, ale pierwsze dwa wyprowadzenia były wyprowadzeniami podświetlania typowo oznaczanymi jako 15, 16. Prąd podświetlania ograniczany jest rezystorami R10... R12, montowanymi w różnych miejscach w zależności od rozkładu wyprowadzeń zasilacza LCD. Zastosowanie trzech szeregowo połączonych oporników o rozmiarze 1206 zamiast jednego redukuje moc traconą w pojedynczym rezystorze. Prąd podświetlenia należy dobrać indywidualnie do zastosowanego typu wyświetlacza. Nowsze wyświetlacze wymagają znacznie mniejszego prądu niż ich starsze odpowiedniki.

W układzie wykonawczym zastosowany jest przetwornik cyfrowo-analogowy MCP4276 o rozdzielczości 12 bitów. Program wykrywa układy o różnym adresie. Rozdzielczość przetwornika jest całkowicie wystarczająca w prezentowanym układzie i związana jest z dobrocią filtru YIG. Elementy R4, C2 stanowią filtr dolnoprzepustowy i ograniczają zakłócenia, które mogłyby się dostawać na wyjście przetwornika cyfrowo-analogowego. Napięcie referencyjne dla przetwornika wytwarza precyzyjne źródło napięcia odniesienia o wartości 4,096V – układ MCP1541.

Przetwornik analogowo-cyfrowy steruje przetwornikiem napięcie-prąd, wykonanym na podwójnym wzmacnia-

Rezystory R7, R8 na płycie sterownika pełnią funkcję rezystorów podciągających dla magistrali I2C, za pomocą której sterowany jest przetwornik analogowo-cyfrowy. Autor zastosował

układ resetu nieco rozbudowany w stosunku do typowych rozwiązań (R5, D1, C9). Układ działa na tyle dobrze, że autor stosuje go praktycznie we wszystkich konstrukcjach.

W układzie zastosowano tranzystor MOSFET typu IRF510, charakteryzujący się małą pojemnością bramka-źródło. Większość typów wzmacniaczy operacyjnych nie lubi obciążenia pojemnościowego wyjścia i wzbudza się. Rezystor R3 zabezpiecza przed możliwością wzbudzenia wzmacniacza operacyjnego, wywołanego obciążeniem pojemnościowym wzmacniacza, wnoszonym przez bramkę tranzystora MOSFET. Tranzystor ten musi być wyposażony w radiator odprowadzający ciepło wydzielone w tranzystorze. Układ tak steruje bramką tranzystora MOSFET, aby napięcia na wejściu odwracającym i nieodwracającym wzmacniacza operacyjnego były sobie równe. Rezystory R1, R2 decydują o nachyleniu charakterystyki przetwornika prąd-napięcie. Autor zastosował rezystory R1, R2 o obciążalności 25W, połączone z metalową obudową urządzenia. Zastosowanie oporników o tak dużej obciążalności nie wynika z mocy w nich wydzielanej, a jedynie z wpływu zmiany temperatury oporników na ich rezystancję. W rezystorach tych może wydzieląć się znaczna moc, jednak dużo niższa od 50W, a ich duża obudowa ułatwia odprowadzanie ciepła.

Dioda D1 podłączona równolegle do cewki zabezpiecza tranzystor przed przepięciami generowanymi na cewce w przypadku zmian natężenia prądu płynącego przez cewkę. Dioda ta lutowana jest bezpośrednio do wyprowadzeń cewki elektromagnesu filtru YIG. Wejście nieodwracające niewykorzystanego wzmacniacza operacyjnego połączone jest z masą, a wyjście i wejście odwracające połączone są ze sobą.

Prąd płynący przez cewkę filtru mierzony jest przez układ MAX471 będący przetwornikiem prąd-napięcie. Układ MAX471 mierzy prąd poprzez pomiar spadku napięcia na rezystorze 35mΩ, wbudowanym w strukturę układu scalonego. Nachylenie charakterystyki przetwarzania ustawia się za pomocą opornika R5 i w prezentowanym układzie wynosi ono 1V/2A. Wejście wprowadzające układ MAX471 w stan obniżonego poboru mocy (SHDN) jest nieaktywne (połączone jest z masą). Wyjście OUT jest

wyjściem typu otwarty kolektor i sygnalizuje, czy przez opornik pomiarowy układu MAX471 płynie prąd – w opisanym układzie nie jest ono wykorzystywane. Zarówno na płytce sterownika, jak i na płytce przetwornika napięcie-prąd, zastosowano dużą liczbę kondensatorów odsprężających. Napięcie zasilające grzałkę rezonatora (24V) wytwarza przetwornica zakupiona na jednym z portali aukcyjnych. Napięcie 24V jest typowym napięciem, używanym do podgrzewania rezonatorów YIG.

Montaż i uruchomienie

Urządzenie zamknięte jest w metalowej obudowie. W prototypie do zasilania użyto transformatora toroidalnego oraz modułu z transformatorem i mostkiem Graetza o napięciu wyjściowym 12V i wydajności 2,5A. W układzie do wytworzenia napięcia 12V autor wykorzystał stabilizator low-drop (LDO), co w połączeniu z zastosowaniem transformatora o odpowiednio niskim napięciu wyjściowym ograniczyło moc wydzielaną w tym stabilizatorze do minimum. W układzie takim bardzo dobrze sprawdzają się stabilizatory impulsowe o dobrej stabilności napięcia wyjściowego i niskich szumach, ograniczając moc strat wydzielaną w zasilaczu. Autor nie przedstawia schematu zasilacza, gdyż jest on typowy i zależy od maksymalnego prądu płynącego przez cewkę filtru.

Układ prototypowy zmontowano na kilku jednostronnych płytkach drukowanych z wykorzystaniem montażu mieszanego, używając elementów SMD i przewlekanych – **fotografia 2**. Docelowo płytka przetwornika napięcie-prąd została zaprojektowana jako dwustronna. Schemat montażowy sterownika mikroprocesorowego pokazany jest na **rysunkach 3 i 4**. Schemat montażowy przetwornika napięcie-prąd pokazany jest na **rysunkach 5 i 6**. Enkoder wraz z elementami tworzącymi filtry przeciw drganiom styków zamontowany jest na małym kawałku płytki uniwersalnej. Procesor został zamontowany od strony druku w podstawce precyzyjnej i programowany jest za pomocą złącza ISP, umieszczonego na płytce sterownika mikroprocesorowego od strony druku.

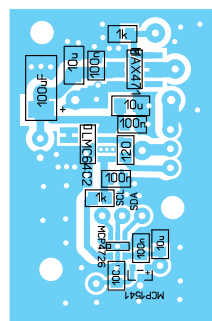
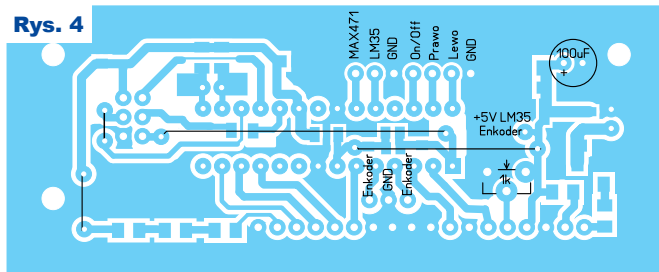
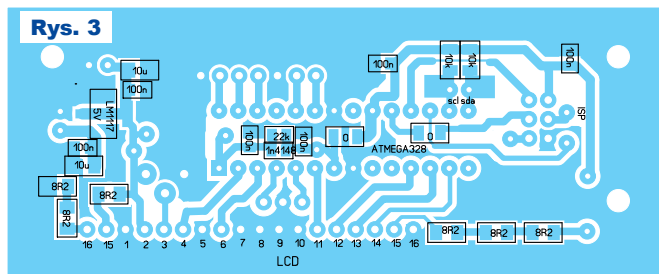
Jedyną zmianą, w stosunku do początkowych ustawień fusebitów nowego procesora, jest wyłączenie wewnętrznego dzielnika sygnału zegarowego (podział przez 8). Płytke sterownika montuje się bezpośrednio na złączu wyświetlacza za pomocą listwy goldpin. W przypadku zastosowania wyświetlacza o dużym

prądzie podświetlenia, stabilizator scalony na płytce sterownika należy zaopatrzyć w mały radiator lub zamienić go na stabilizator 7805 w obudowie TO220, który należy przykręcić do metalowej obudowy urządzenia. Układ sterownika zmontowany ze sprawnych elementów działa „od pierwszego włączenia”, uruchomienia wymaga jedynie moduł przetwornika napięcie-prąd. Należy tak dobrać wartość oporników przetwornika napięcie-prąd, aby dla napięcia 3,8V uzyskać maksymalną wartość prądu przestrajającego filtr YIG. Przyjęta wartość napięcia 3,8V jest zbliżona do maksymalnej wartości napięcia odniesienia przetwornika (4,096V), co pozwala w możliwie dużym stopniu wykorzystywać zakres pracy przetwornika, a tym samym zachować dużą rozdzielczość przestrajania. Jednocześnie w pewnym stopniu uniezależnia to od tolerancji rezystorów R1, R2 przetwornika napięcie-prąd.

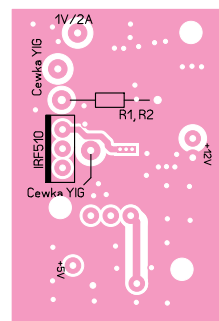
Wartość opornika konwertera napięcie-prąd wyliczamy z prawa Ohma, np. maksymalny prąd przestrajający filtr YIG wynosi 2A, po przekształceniu prawa Ohma otrzymamy zależność $R=U/I$, czyli $3,8V/2A$, co daje 1,9Ω. Ponieważ w przetworniku napięcie-prąd są dwa oporniki połączone równolegle, trzeba zastosować oporniki o wartości 3,8Ω. Najbliższą wartością w typoszeregu jest wartość 3,9Ω i taką należy wybrać. Oporniki przykręcamy do metalowej obudowy urządzenia, po uprzednim posmarowaniu ich pastą termoprzewodzącą. Do podłączenia oporników mocy należy zastosować krótkie przewody o dużym przekroju, gdyż ich rezystan-



Fot. 2



Rys. 5



Rys. 6

cja dodaje się do rezystancji R1, R2 i ma wpływ na nachylenie charakterystyki przetwornika napięcie-prąd.

Nachylenie charakterystyki przetwornika ustawia się w menu serwisowym, do którego wchodzi się, naciskając przycisk Lewo, a następnie włączając zasilanie

urządzenia. W menu serwisowym ustawia się częstotliwość minimalną i odpowiadającą jej nastawę przetwornika cyfrowo-analogowego oraz częstotliwość maksymalną i odpowiadającą jej nastawę przetwornika cyfrowo-analogowego. Na podstawie tych nastaw sterownik wylicza nastawy przetwornika cyfrowo-analogowego dla innych częstotliwości.

Autor zastosował następującą metodę kalibracji: Wyliczył wartość napięcia ze wzoru $U = RI$, gdzie R jest wypadkową wartością rezystancji dwóch równolegle połączonych oporników R_1 , R_2 i rezystancji zastosowanych przewodów, I wartością prądu odpowiadającej minimalnej częstotliwości pracy filtru. Następnie z nachylenia charakterystyki przetwornika cyfrowo-analogowego za pomocą proporcji wyliczamy wartość binarną, odpowiadającą napięciu dla minimalnej częstotliwości pracy filtru, ze wzoru $n = 999,76 * U$, gdzie n jest liczbą bitów, 999,76 odpowiada wartości napięcia 1V, a U jest wymaganym napięciem przetwornika. Dla napięcia 0,38V otrzymamy wartość binarną 379,9 bita, co po zaokrągleniu daje wartość 380 bitów.

Analogiczne wyliczenia robimy dla maksymalnej częstotliwości pracy filtru. Konieczność ponownych obliczeń dla maksymalnej częstotliwości pracy filtru wynika z zastosowania rezystorów z typoszeregu rezystancji oraz wpływu rezystancji przewodów. Nastawy kalibracyjne zapisujemy, przytrzymując przycisk Prawo.

Sygnały z wyjść filtra wyprowadzono za pomocą kabli typu semi-rigid, nazywanych inaczej kablami półsztyw-

Wykaz elementów

Sterownik:

P1	1k potencjometr montażowy
R5	22kΩ obudowa 0805
R1,R2,R3,R4	4,7kΩ obudowa 0805
R10,R11,R12	8,2Ω obudowa 1206, patrz tekst
R6,R9	0Ω obudowa 1206
R7,R8	10kΩ obudowa 1206, patrz tekst
C1,C2,C4,C5,C8,C9,C10,C11	100nF obudowa 0805
C3,C7	10uF obudowa 1206
C6	100uF/16V przewlekany
D1	LL4148
IC1	LM35 obudowa TO92
IC2	ATMEGA328 DIP28
VR1	LM1117 5V obudowa SOT223
CON1	złącze do programowania ISP, dwurzędowe 2,54mm

W1	LCD 2×16 znaków
S1,S2,S3	przyciski chwilowe
Enkoder1	enkoder inkrementalny

Przetwornik napięcie-prąd:

R1,R2	3,9 25W patrz tekst
R3	120 obudowa 0805
R4,R5	1k obudowa 0805
C1,C2,C6,C7,C8	100nF obudowa 0805
C3	100uF tantalowy obudowa D
C4,C5,C9	10uF obudowa 1206
IC1	LMC6482 obudowa SO8
IC2	MAX471 obudowa SO8
IC3	MCP4726A3T obudowa SOT23-6
T1	IRF510 obudowa TO220
VR1	MCP1541 obudowa SOT23
D1	BA159 obudowa przewlekana

nymi. Kable takie mają lity ekran wykonany z rurki miedzianej lub z opłotu nasączonego cyną. Standardowo wykorzystuje się je w urządzeniach mikrofalowych, charakteryzują się one bardzo wysoką skutecznością ekranowania. Złącza wyjściowe filtru są złączami SMA, a przejście między kablami semi-rigid i obudową wykonano za pomocą przejścia typu „beczka”.

Podczas uruchamiania urządzenia autor napotkał dwa problemy wynikające z jakości zastosowanych elementów. Układ stabilizatora LM1117 uszkadzał się po pewnym czasie, co skutkowało uszkodzeniem procesora i wyświetlacza LCD. Autor problem ten napotkał również na płytkach zasilaczy współpracujących z modulem Arduino wykorzystujących układ LM1117. Problem całkowicie rozwiązało zastosowanie stabilizatorów ku-

pionych u renomowanych dostawców podzespołów elektronicznych, a nie pochodzących z portali aukcyjnych.

Drugi problem był z układami MAX471, wytwarzanymi przez chińskich producentów jako kopia oryginalnych układów Maxim. Niestety, zdarzają się kostki, które prawdopodobnie w ogóle nie są układami MAX471. W tym wypadku jednak odróżnienie dobrego układu od złego jest bardzo proste, wystarczy wykonać pomiar rezystancji pomiędzy wyprowadzeniami 2,3–6,7 układu MAX471 – rezystancja ta powinna być bardzo bliska zeru.

Na zakończenie artykułu autor chciałby podziękować **Waldkowi 3Z6AEF** za uwagi do tego tekstu.

Ireneusz Szulski SP5MX
Rafał Orodziński SQ4AVS
 sq4avs@gmail.com

Ciąg dalszy ze strony 17

Ograniczeniem nie będą wzmacniacze TL072, ponieważ ich pasmo pełnej mocy przekracza 100kHz, a iloczyn GBW to typowo 4MHz. Ograniczenie pasma zapewne wynika głównie z faktu, że wejściowy dzielnik napięcia nie jest skompensowany. Skompensowanie sondy byłoby kłopotliwe, ale można by zbadać, co jest problemem, badając przebieg na wejściu wzmacniacza izolacyjnego. Przy budowie tej sondy nie zależało mi na paśmie, ponieważ miała służyć do badania fazowego sterowania triaków. Zaawansowani Czytelnicy we własnym zakresie mogą zbadać i ewentualnie popracować nad zwiększeniem szerokości pasma.

SaS
 sas@elportal.pl

Wykaz elementów

Kondensatory 1206:	
C1,C2,C3	100nF
C5	4,7nF
C6,C7	10uF
Rezystory 1206 o ile nie zaznaczono inaczej:	
R1,R2,R4,R8	1,8MΩ 1% obudowa 2220
R3	2,2kΩ
R5	180kΩ 1%
R6	18kΩ 1%
R7	1,8kΩ 1%
R9	100kΩ
R10,R13,R16,R17,R18,R19,R22	10kΩ 1%
R11,R15	10Ω
R12	200Ω 1%
R14	20kΩ 1%
R20	6,8kΩ 1%
R21	51Ω
P1	5kΩ montażowy typ 3266W

C4	100uF/16V ce6.3/2.5
U1	RD0505D
U2	.78L05SO-08
U3,U4	.TL072SO-8
U6	ICL7660SCBAZ SO-08
U5	R1DX-0505D
U7	AMC1100
D1,D3,D4,D6	BAS85
D2	dioda LED Niebieska 3 lub 5mm
D5	C5V1/1W
J1,3	gniazdo bananowe 4mm
J2,J5	SN25-W2K
J4	gniazdo kątowe BNC
S2	przełącznik obrotowy 6×2
F1	bezpiecznik polimerowy 100mA

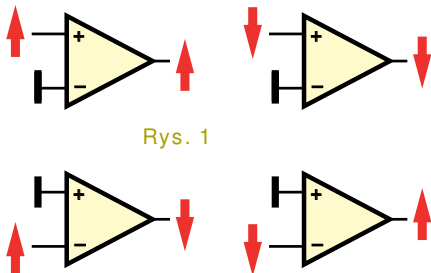
Płytką drukowaną jest dostępna
 w Sklepie AVT jako AVT3289

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących – część 3

W jednym z najbliższych numerów projektem okładowym będzie **Miernik wzmacniaczy operacyjnych**, który pozwala zmierzyć prawie wszystkie ich kluczowe parametry. Ponieważ jednak nie wszyscy Czytelnicy EdW są dobrze zapoznani z właściwościami i niedoskonałościami wzmacniaczy operacyjnych, konieczne jest przypomnienie najważniejszych informacji podstawowych.

W poprzednim odcinku omawialiśmy budowę wewnętrzną wzmacniaczy operacyjnych, co doprowadziło nas do tytułowego RRIO. Zgodnie z zapowiedzią, mamy teraz omówić podstawowe układy pracy wzmacniacza operacyjnego, co doprowadzi nas do opisu jego niedoskonałości i kluczowych parametrów. Zaczniemy od analizy podstawowych układów pracy.

Analiza jest zaskakująco łatwa, tylko przede wszystkim trzeba przypomnieć sobie elementarne zależności podane na **rysunku 1**, przy czym zupełnie nie przeszkadza fakt, iż wzmacnienie teoretycznie jest nieskończenie wielkie.

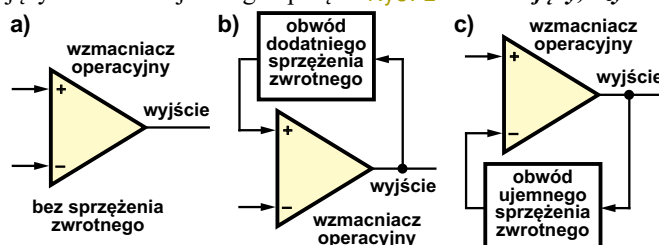


Rys. 1

Najogólniej biorąc, wzmacniacz operacyjny może pracować:

1 – bez sprzężenia zwrotnego,
2 – z dodatnim sprzężeniem zwrotnym,
3 – z ujemnym sprzężeniem zwrotnym,
co jest w bardzo dużym uproszczeniu zilustrowane na **rysunku 2**. Sprzężenie zwrotne może zostać uzyskane różnie, ale najczęściej realizuje się je za pomocą dwóch rezystorów. W przytłaczającej większości zastosowań wzmacniacze operacyjne pracują w układach zawierających obwód ujemnego sprzę-

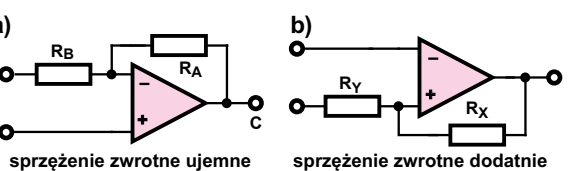
Rys. 2



żenia zwrotnego według ogólnego **rysunku 3a**. Znacznie rzadziej z dodatnim sprzężeniem według **rysunku 3b**. Jeszcze rzadziej bez sprzężenia zwrotnego, jednak konieczne trzeba też wspomnieć także i o takiej możliwości.

Komparator

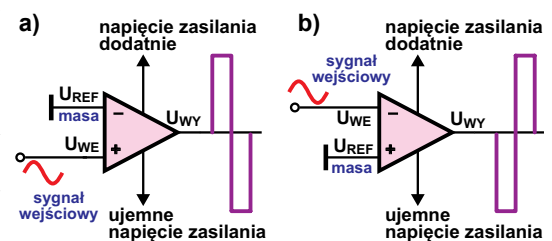
W rzadkich przypadkach wzmacniacz operacyjny pracuje bez pętli sprzężenia zwrotnego. Z uwagi na ogromne wzmacnienie, teoretycznie nieskończenie wielkie, w układzie według **rysunku 4a** już znikome napięcie dodatnie na wejściu powoduje, że na wyjściu pojawia się duże napięcie dodatnie, bliskie dodatniemu napięciu zasilania. Znikome napięcie ujemne na wejściu powodują pojawienie się na wyjściu dużego napięcia bliskiego ujemnemu napięciu zasilania. Napięciem odniesienia (U_{ref}) jest tu potencjał masy. Ale sygnał wejściowy może też być podany na wejście odwracające według **rysunku 4b** i wtedy nawet małe sygnały dodatnie powodują, że na wyjściu pojawia się napięcie ujemne bliskie ujemnemu napięciu zasilania. Wejście odniesienia nie musi być dołączone do masy, tylko do suwaka potencjometru według **rysunku 5ab** i wtedy układ porównuje napięcie wejściowe U_{IN} z napięciem odniesienia U_{REF} . Na wyjściu otrzymujemy informację, które z napięć jest wyższe. Na **rysunkach 4 i 5** mamy prościutki **układ porównujący, czyli komparator**.



Rys. 3

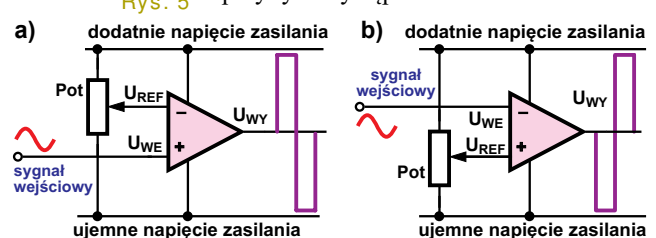
Rezystancja wejściowa takich komparatorów jest ogromna, teoretycznie nieskończenie wielka.

W roli komparatora z powodzeniem pracują wzmacniacze operacyjne, ale produkowane były i są nieliczne układy komparatorów, które optymalizowane są do pracy właśnie w takiej roli.



Rys. 4

Od razu trzeba dodać, że komparatory według **rysunku 5** mają szansę prawidłowo pracować tylko wtedy, gdy napięcia na obu wejściach będą mieścić się w podanym w katalogu zakresie napięć wejściowych dozwolonym dla danego wzmacniacza operacyjnego. A jak już wiemy, tylko we wzmacniaczach z wejściami rail-to-rail jest to pełny zakres między ujemnym i dodatnim napięciem zasilania. Jeżeli wejście nie jest typu rail-to-rail, to dla napięć wejściowych bliskich ujemnemu lub dodatniemu napięciu zasilania komparator nie będzie prawidłowo pracował. W niektórych może przy tym wystąpić...

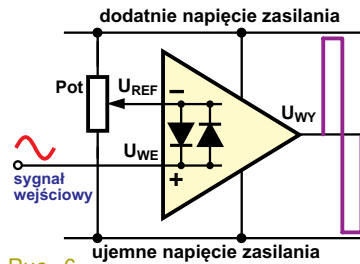


Rys. 5

Inwersja fazy. Niektóre wzmacniacze operacyjne mają taką budowę wewnętrzną i właściwości, że w zakresie takich niedozwolonych napięć wejściowych bliskich potencjałowi szyn zasilania następuje tak zwana *inwersja fazy*. Wtedy niejako wejścia wzmacniacza zamieniają się rolami: wejście odwracające staje się nieodwracającym i na odwrót. Problem dotyczy i pracy w roli komparatora, i w innych konfiguracjach. Takich warunków pracy wzmacniacza należy za wszelką cenę unikać, a skutecznym rozwiązaniem problemu jest oczywiście zastosowanie nowoczesnego wzmacniacza z wejściami rail-to-rail.

I jeszcze jeden szczegół.

W komparatorze różnica między wejściami może być duża, ale trzeba sprawdzić w katalogu, jaka jest największa dopuszczalna dla danego wzmacniacza operacyjnego, co jest związane z budową obwodów wejściowych. W niektórych wzmacniaczach między wejściami włączone są diody według **rysunku 6**, które zaczynają przewodzić przy różnicy napięć większej niż 0,6V. W poprzednim odcinku takie diody można zobaczyć na rysunkach 2 i 11, a są one obecne także na wejściach bardzo popularnego wzmacniacza NE5532, co nie było zaznaczone na zamieszczonym tam rysunku 5. Obecność takich wbudowanych diod spowoduje, że pomiędzy wejściami wzmacniacza popłynie prąd. Co prawda jeśli nie będzie on duży, to nie uszkodzi wzmacniacza, ale w niektórych przypadkach może to spowodować błędne działanie układu.

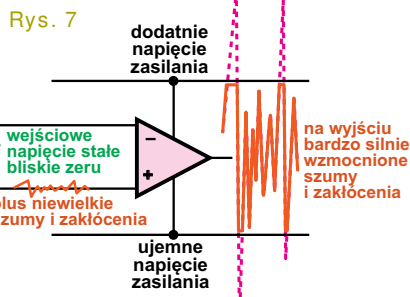


Rys. 6

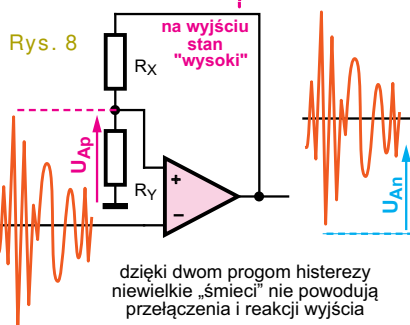
Przerzutnik, generator

Wzmacniacze operacyjne mogą i pracują w roli komparatorów, czyli układów porównujących, jednak bardzo rzadko według rysunków 4, 5. Przyczyną są wszechobecne szumy i zakłócenia (czyli małe napięcia zmienne), które występują też na wejściach wzmacniaczy operacyjnych. Szumy te nakładają się na sygnały użyteczne. Nałożone na sygnał szumy oraz ogromne wzmocnienie napięciowe powodują, że gdy wejściowy sygnał użyteczny zmienia się pomalutku, to w pobliżu progu przełączania te niewielkie szumy są wzmocniane i na wyjściu nie występują ładne przebiegi jak na rysunkach 4, 5, tylko silnie wzmocnione „śmieci”, jak pokazuje **rysunek 7**. W wielu zastosowaniach jest to niedopuszczalne, bo powodowałoby błędą pracę dalszych układów i wtedy jednym z rozwiązań jest wprowadzenie obwodu zapewniającego histerезę.

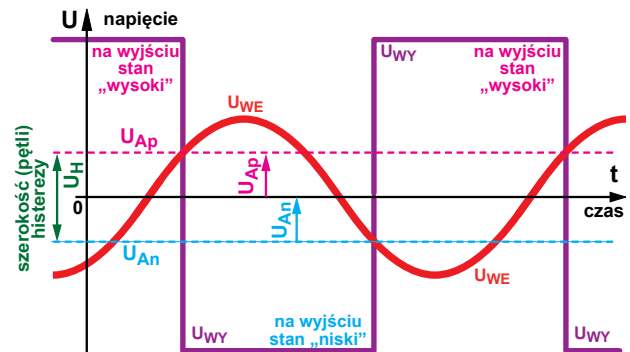
Realizuje ją obwód dodatniego sprzężenia zwrotnego z wyjścia na wejście według rysunku 3b. Taki układ komparatora z dodatnim sprzężeniem zwrotnym zapewniającym histerезę nazywany jest też *przerzutnikiem Schmitta*. Działanie będzie jasne, gdy narysujemy układ jak na **rysunku 8**.



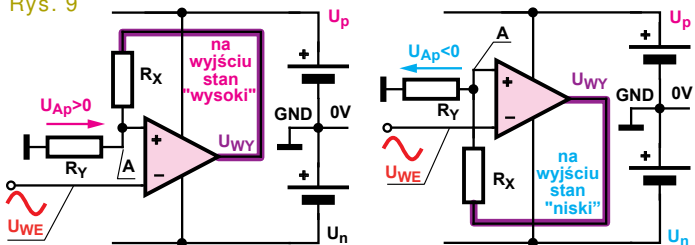
Rys. 7



Rys. 8



Rys. 9



Na rezystorze R_Y występuje jakieś niewielkie napięcie (dla dwóch stanów na wyjściu: U_{Ap} , U_{An}) i jeżeli amplituda szumów nie będzie większa od tego napięcia, to szumy nie spowodują zmiany stanu wyjścia. W układzie występuje histerезa, czyli tworzą się dwa progi przełączania, a działanie wersji odwracającej zilustrowane jest na **rysunku 9**.

Po zmianie stanu wyjścia z „niskiego” na „wysoki”, w punkcie A wystąpi niewielkie dodatnie napięcie U_{Ap} . Jeśli teraz napięcie w punkcie B zacznie wzrastać, na wyjściu nie się nie będzie działo, dopóki napięcie na wejściu odwracającym nie zbliży się do dodatniego napięcia U_{Ap} . Wtedy znów nastąpi gwałtowny przerzut ze stanu „wysokiego” na „niski”. Dodatnie sprzężenie zwrotne ma niejako dwa skutki:

- przyspiesza zmiany na wyjściu
- wyznacza dwa napięcia progowe przełączania U_{An} i U_{Ap} .

Różnica między tymi napięciami progowymi ($U_{Ap} - U_{An}$) to wielkość, czyli szerokość histerезy. Szerokość histerезy powinna być większa niż międzyszczytowa amplituda zakłóceń – „śmieci” spodziewanych na wejściu. Wtedy „śmieci” te nie będą powodować niepożądanych drgań na wyjściu.

W praktyce zazwyczaj chcemy dobrać wartości rezystorów R_Y i R_X , by uzyskać określoną histerезę, wyrażoną w miliwoltach lub w woltach. Jak wynika z rysunków 8 i 9, histerезę obliczymy, znając skok napięcia wyjściowego, czyli różnicę między stanem „wysokim” i „niskim” wyjścia oraz rezystancje dzielnika R_Y , R_X . Można byłoby wyprowadzić stosowny wzór, ale w praktyce nie ma to sensu. Po pierwsze zazwyczaj histerезa jest mała, rzędu miliwoltów i nie musi być dobrana precyzyjnie – błąd obliczeń wielkości histerезy 10% czy nawet 30% jest w większości przypadków bez znaczenia. A jeśli tak, to możemy dokonać dwóch uproszczeń. Po pierwsze, zwykle nie znamy dokładnej wartości skoku napięcia wyjściowego i przyjmujemy, że jest on równy całkowitemu napięciu zasilania ($U_{TOT} = U_P + U_N$). Po drugie, jeśli histerезa jest wielokrotnie mniejsza od całkowitego napięcia zasilania,

Trochę o lampie ECC88

W związku z dość częstym stosowaniem lampy ECC88 we wzmacniaczach audio postaram się ją przybliżyć mniej obeznanym z lampami Czytelnikom.

Lampy ECC88, E88CC, ECC189, PCC881, PCC189 i rosyjskie 6H23Π mają takie same parametry elektryczne, a te z serii P różnią się tylko napięciem/prądem żarzenia. Dla wielu Czytelników może być zaskoczeniem informacja, że podstawowym celem skonstruowania tej lampy było zastosowanie jej we wzmacniaczu kaskodowym w.cz. w odbiorniku telewizyjnym. Aby wzmacniacz kaskodowy, czyli taki zawierający dwie lampy „jedna nad drugą”, mógł być zasilony typowym napięciem anodowym 180V do 220V, jego lampy muszą być dostosowane do napięcia o połowę niższego. Dlatego lampy przeznaczone do układów kaskodowych mają niskie napięcie anodowe 90 do 100V.

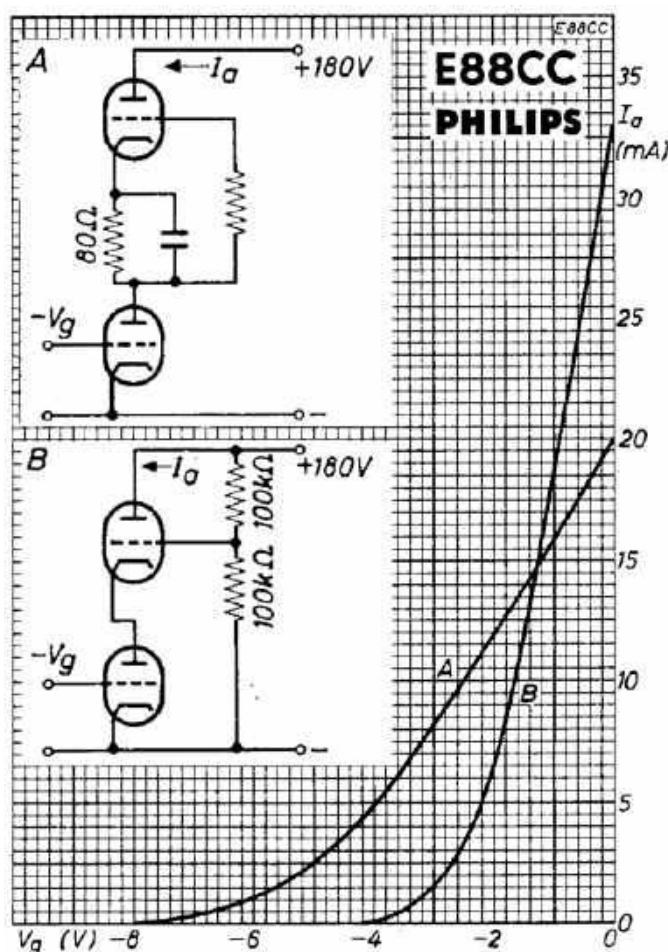
Przypomnijmy trochę historii. Początkowo, gdy telewizja pracowała w paśmie niewiele wyższym od UKF, czyli 100MHz i nieco więcej, w stopniu wejściowym stosowano lampy PCC85 i ECC95. Ze wzrostem częstotliwości, a konkretnie przy dojściu do 200MHz, lampa PCC85 przestała spełniać zadanie z dwóch przyczyn. Po pierwsze, jej użyteczna częstotliwość pracy niewiele mogła przekroczyć 100MHz, i po drugie, będąc przystosowana do zasilania napięciem 250V, we wzmacniaczu kaskodowym pracowała przy napięciu obniżonym ponaddwukrotnie, co pogarszało parametry. Następczynią okazała się lampa PCC84, która mogła pracować przy napięciu 90V i częstotliwości ponad 220MHz. Dalszy wzrost częstotliwości pasma telewizyjnego i wymagania dotyczące jakości odbioru zmusiły konstruktorów do opracowania jeszcze lepszej lampy.

Zostały wyprodukowane lampy ECC88 i PCC88, które miały napięcie pracy 90V, a maksymalną częstotliwość pracy od 250MHz do ponad 300MHz, dwa razy większe nachylenie charakterystyki i mniejsze szumy. Informacja, że te popularne lampy miały pracować w głowicach TV, może być zaskoczeniem dla młodych Czytelników, którzy znają tylko ich zastosowania w sprzęcie audio. W katalogu lamp zazwyczaj nie są podawane częstotliwości graniczne i odpowiednie charakterystyki, ale w opisach jest podane, że lampy ECC88 mogą pracować i w układach wysokiej, i pośredniej, ale też niskiej częstotliwości.

Rysunek 1 pochodzi z karty katalogowej E88CC Philipsa. Parametry lampy ECC88 i pokrewnych, w tym znacznie poprawiona czułość i jakość odbieranego sygnału telewizyjnego spowodowały, że jest też chętnie stosowana w układach audio. Lampy E88CC i ECC189 były częściej stosowane we wzmacniaczach UKF w antenach zbiorczych. Lampa ECC88 bardzo dobrze zdaje egzamin w głowicy UKF zamiast ECC85 i może pracować przy napięciu dochodzącym do 180V.

Gdy prowadziłem usługi RTV, niejednokrotnie stosowałem ją zamiast ECC85 i nigdy nie zawiodła, a nawet odbiór był lepszy. Wypada jeszcze dodać, że lampy o takich samych parametrach, jak ECC88, tylko z serii E88... E180... i podobne, należą do serii lamp nazywanych lampami długowiecznymi i z reguły mają połączane szpilki. Nic dziwnego, że właśnie w układach audio chętnie wykorzystywana jest wersja E88CC zamiast „zwykłej” ECC88.

Dziś lampy ECC88 i pokrewne są stosowane w układach audio nie tyle w „piętrowych” układach kaskodowych, tylko



Rys. 1

w klasycznych układach zasilanych napięciami rzędu 80...120V lub niższymi. Oczywiście znaczące obniżenie napięcia zasilającego, a tym samym napięcia na anodzie, niekorzystnie wpływa na parametry. Niektórzy próbują wykorzystywać lampy ECC88 przy napięciach rzędu 24V, a nawet niższych (do niskiego napięcia anodowego zaprojektowana była ECC86, ale z kilku powodów nie jest ona popularna). Inni uważają, że tylko przy wysokim napięciu anodowym ponad 200V i z zastosowaniem ECC83 czy ECC82 uzyskuje się dobre efekty audio. To jednak zupełnie inna historia. Ja tylko chciałem przypomnieć początki.



Jerzy Szymański
j.szymanski@wp.eu

Od redakcji.

Jeżeli znacząca grupa Czytelników EdW byłaby zainteresowana tematem wykorzystania lamp elektronowych w sprzęcie audio, stosowne artykuły mogą zostać przedstawione w EdW – prosimy o e-maile w tej sprawie (edw@elportal.pl).

Czym się różni wróbelek?

Czyli o niedoskonałości elementów

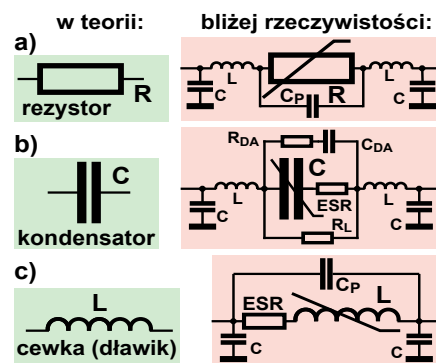
Część 4 – Cewki i transformatory



Tytuł artykułu nawiązuje do starego surrealistycznego dowcipu, jaki pamiętam ze swoich czasów szkolnych. Mianowicie na pytanie: *czym się różni wróbelek?*, należało odpowiedzieć: *tym, że ma jedną nóżkę bardziej i skrzydełko mu trochę*.

Nieco mniej surrealistyczne, podobne pytanie zawierało słowo „zwłaszcza”, aż w nadmiarze występujące w opisach i zastrzeżeniach patentowych. W każdym razie dziwny tytuł artykułu wprowadza do bardzo ważnego tematu: **czym tak naprawdę różnią się elementy elektroniczne o jednakowej wartości?**

Dla początkujących elektroników rezystor to rezystor, a kondensator to kondensator. Tymczasem elementy o tych samych nominalach mogą mieć i mają znacząco inne właściwości. Mogą się nadawać, albo zupełnie nie nadawać do określonych zastosowań. Problem wynika głównie z tego, że na schematach umieszczamy symbole elementów, które przedstawiają idealizowane, teoretyczne modele, a nie odzwierciedlają właściwości rzeczywistych elementów, jakie stosujemy w realnych układach. Ilustruje to w pewnym uproszczeniu rysunek obok.



Zgodnie z zapowiedzią, w tym odcinku omówimy niedoskonałości elementów indukcyjnych: cewek i transformatorów.

Cewki i transformatory

Indukcyjność to, mówiąc najprościej, zdolność przeciwstawiania się nagłym zmianom prądu. Dlatego cewki indukcyjne od bardzo dawna nazywane są dławikami, bowiem służyły między innymi do dławienia (zmniejszania) tętnień, głównie w obwodach zasilania. Do dziś, wraz z kondensatorami, stosowane są często w obwodach filtracji napięć zasilania.

Przepływ prądu przez cewkę związany jest też z gromadzeniem w tej cewce porcji energii ($E = 0,5 \cdot L \cdot I^2$), co jest powszechnie wykorzystywane w wielu przetwornicach indukcyjnych. W niektórych przetwornicach wykorzystywane są cewki z pojedynczym uzwojeniem, a w innych cewki z dwoma lub więcej oddzielnymi uzwojeniami, które powszechnie nazywane są transformatorami. Cewki wykorzystywane są też w obwodach rezonansowych LC, a obwody rezonansowe są często filtrami, oddzielającymi składowe sygnału o różnych częstotliwościach.

Podstawowy i oczywisty parametr każdej cewki to **indukcyjność** L wyrażana w henrach (H). W przeciwieństwie do rezystorów, a nawet kondensatorów, tolerancja cewek jest zwykle duża, często wynosi $\pm 10\%$ lub więcej. Cewki o precyzyjnie określonej wartości są dziś wielką rzadkością.

Wykorzystujemy cewki o indukcyjności L od 0,1 mikrohenra ($0,1 \mu\text{H} = 100 \text{nH} = 0,000001 \text{H}$) do kilkudziesięciu henrów, ale wpływ na działanie najszybszych układów mają pasożytnicze indukcyjności o wartościach już od kilku nanohenrów ($1 \text{nH} = 0,001 \mu\text{H}$). Dla przypomnienia: można przyjąć, że 1 centymetr przewodu lub ścieżki ma indukcyjność rzędu 10 nH.

Cewki, podobnie jak kondensatory, gromadzą energię. Kondensatory gromadzą ją w polu elektrycznym, a cewki w polu magnetycznym. Można powiedzieć, że cewki mają właściwości komplementarne, przeciwne, odwrotne, niż kondensatory. Niemniej tak samo jak kondensatory, także realne cewki i transformatory są niedoskonałe.

Niedoskonałości elementów indukcyjnych

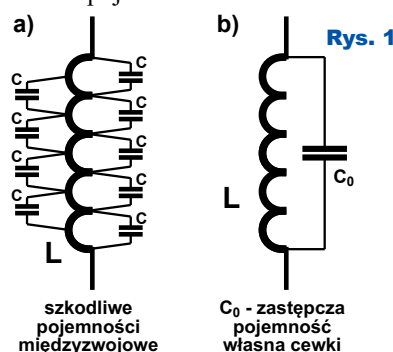
W kondensatorach zastosowanie izolatora (dielektryka) o dużej przenikalności dielektrycznej pozwala znacznie zwiększyć pojemność; analogicznie w cewkach i transformatorach **indukcyjność można zdecydowanie zwiększyć, stosując rdzenie o dużej przenikalności magnetycznej** – rdzenie z tak zwanych **materiałów ferromagnetycznych**.

Ogólnie biorąc, niedoskonałości rzeczywistych cewek są znacznie większe niż niedoskonałości kondensatorów. W kondensatorach wynikają przede wszystkim z niedoskonałości użytego izolatora. W cewkach wynikają przede wszystkim z niedoskonałości rdzenia (ferro)magnetycznego, ale też z innych

przyczyn, których nie sposób wytłumaczyć w kilku zdaniach. Nic dziwnego, że hobbysci od zawsze wręcz boją się cewek, nie rozumiejąc wszystkich występujących w nich zależności, właściwości i wad.

Tylko elementarna zależność wydaje się prosta: *aby uzyskać dużą indukcyjność, cewka powinna mieć dużą liczbę zwojów*. Już to prowadzi nas do poważnej niedoskonałości. Owszem, jednak pomiędzy poszczególnymi zwojami i warstwami uzwojenia występują pojemności, co obrazowo i w dużym uproszczeniu pokazuje **rysunek 1a**. To poważny problem, ale nie trzeba wglębiać się w szczegóły. Pojemności tworzą się wprawdzie między wszelkimi przewodzącymi punktami, ale w sumie możemy je przedstawić w postaci jednej pojemności, dołączonej równolegle do indukcyjności według **rysunku 1b**.

Okazuje się, że **każda rzeczywista cewka zachowuje się jak równoległy obwód rezonansowy**. Ogólnie biorąc, czym więcej zwojów, tym większe są szkodliwe pojemności własne cewki.



Ma to bardzo ważne konsekwencje praktyczne, zupełnie nierozumiane przez początkujących: *ponieważ każda rzeczywista cewka zachowuje się jak równoległy obwód rezonansowy, spełnia swoją funkcję tylko dla przebiegów o częstotliwościach niższych od jej częstotliwości rezonansowej.*

Dla osób mniej zaawansowanych trudny do intuicyjnego zaakceptowania jest następujący fakt: powyżej częstotliwości rezonansu własnego cewka nie pełni przewidzianej funkcji, ponieważ zachowuje się jak... kondensator. Tak!

Jak kondensator!

Kondensator kojarzy się z izolatorem i przerwą w obwodzie, ale my teraz mówimy o dość wysokich częstotliwościach rezonansu własnego cewki. Od częstotliwości równej zeru, czyli od prądu stałego do częstotliwości rezonansowej cewka przedstawia sobą reakcję indukcyjną, określoną fundamentalnym wzorem $X_L = 2\pi fL$. Czyli w tym zakresie przy wzroście częstotliwości oporność cewki (reaktancja X_L) rośnie od zera do jakiejś wartości maksymalnej.

Owszem, zawsze w grę wchodzi także reaktancja pojemnościowa ($X_C = 1 / 2\pi fC$), ale przy małych częstotliwościach jest ona ogromna w porównaniu z wartością X_L i wtedy można ją po prostu zaniedbać. Pojemność własna cewki daje o sobie znać przy dużych częstotliwościach. Zależność od częstotliwości reaktancji przykładowych elementów LC pokazana jest na **rysunku 2a** w skali logarytmicznej.

Jak wiadomo, przy częstotliwości rezonansowej reaktancja indukcyjna X_L jest równa reaktancji pojemnościowej X_C . Reaktancje te mają przeciwne znaki, w pewnym sensie się znoszą i jak wiadomo, wypadkowa oporność (impedancja) idealnego równoległego obwodu przy częstotliwości rezonansowej jest nieskończenie wielka, jak sygnalizuje to **rysunek 2b**.

Powyżej częstotliwości rezonansu własnego reaktancja X_L jest większa od X_C , więc wypadkową oporność – impedancję Z określa wtedy właśnie reaktancja pojemnościowa X_C .

Cewka powyżej swej częstotliwości rezonansowej nie tyle staje się konden-

satorem, co zachowuje się jak kondensator (jej impedancja Z ma charakter pojemnościowy i maleje ze wzrostem częstotliwości), a przesunięcie między prądem i napięciem jest takie jak w kondensatorze.

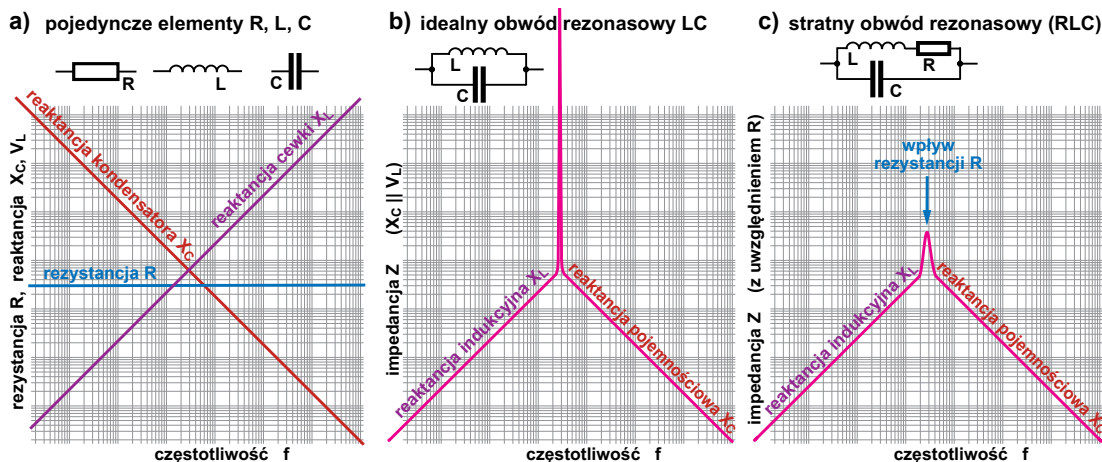
Na **rysunku 3** kolorem fioletowym pokazany jest przebieg reaktancji indukcyjnej w funkcji częstotliwości dla „okrągłych” wartości indukcyjności. Na rysunku przedstawione są także omawiane wcześniej analogiczne zależności dla pojemności (kolor czerwony): punkty przecięcia czerwonych i fioletowych prostych pozwalają określić częstotliwość rezo-

nansową obwodów o określonych wartościach L i C .

W przypadku rzeczywistej cewki w grę wchodzi też szkodliwa rezystancja, o czym szerzej za chwilę. Szkodliwe rezystancje na schemacie zastępczym można przedstawić w różny sposób, między innymi jako rezystancję włączoną w szereg z indukcyjnością. Zawsze taka szkodliwa rezystancja obniża oporność podczas rezonansu, jak pokazuje przykład na **rysunku 2c**.

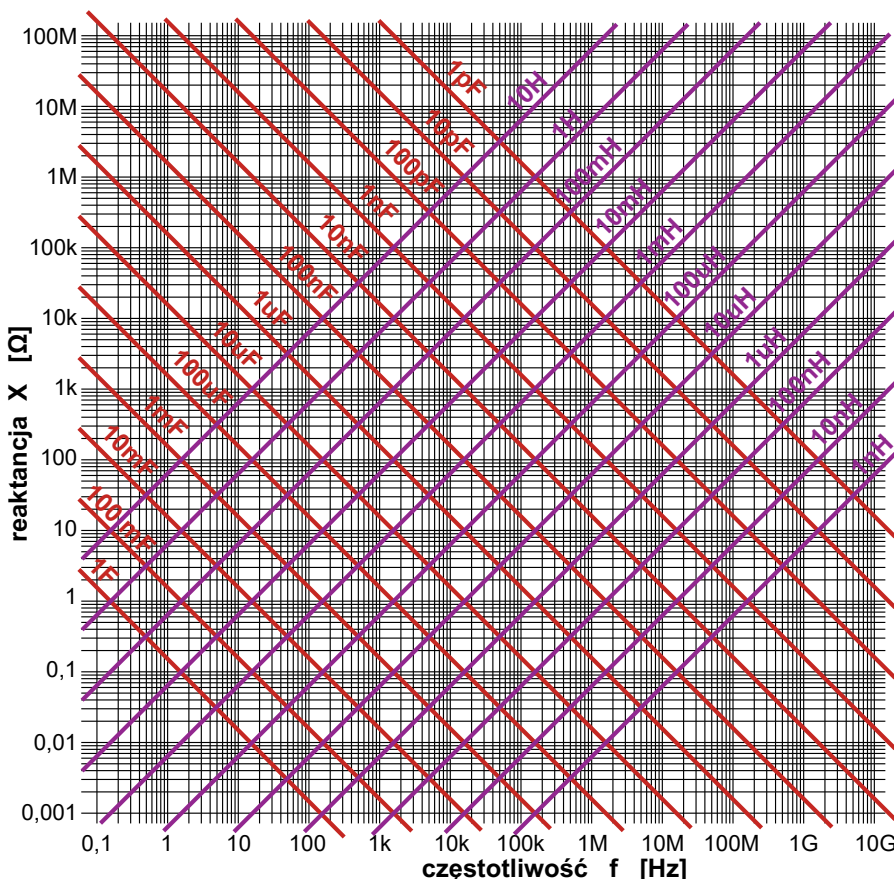
Dalsze rozważania o niedoskonałościach cewek w następnym odcinku.

Piotr Górecki



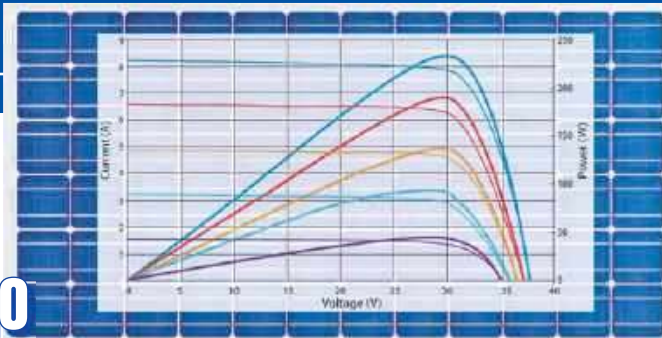
Rys. 2

Rys. 3



MPPT

część 10



W poprzednim odcinku stwierdziliśmy, że najróżniejsze inteligentne algorytmy ładowania, zawierające fazy *bulk*, *absorption*, *float* i *equ*, można zrealizować za pomocą prostych kluczy załącz/wyłącz oraz mikroprocesorowego sterownika z przetwornikiem ADC. Tak, ale mogą tu nasunąć się wątpliwości, bowiem w fazie drugiej (*absorption*, w niektórych źródłach nazywanej *adsorption*) trzeba nie tylko utrzymywać napięcia akumulatora na niezmiennym poziomie, ale też kontrolować prąd ładowania. Czyżby jednak potrzebna była regulacja analogowa? I czy trzeba monitorować prąd?

NIE! To wszystko można zrealizować za pomocą prościutkiego regulatora dwustanowego *serial* albo *shunt*!

I właśnie doszliśmy do PWM (*Pulse Width Modulation*), czyli modulacji szerokości, a ściślej wypełnienia impulsów. Dwustanowa regulacja PWM z powodzeniem zastępuje analogową!

Regulatory PWM

Na początek ważne wyjaśnienie: modulacja PWM elektronikowi nieodłącznie kojarzy się z przetwornicami impulsowymi. Tak, ale **większość regulatorów solarnych oznaczanych PWM wcale nie zawiera przetwornicy impulsowej**. Ich schematy bywają identyczne, jak wcześniej omawianych prostych dwustanowych, histerezowych regulatorów załącz/wyłącz, tylko na pewno zawierają mikroprocesor z przetwornikiem ADC.

Wiemy, że dwustanowe regulatory można zrealizować z wykorzystaniem elektromechanicznego przekaźnika. Zaawansowany regulator PWM też można byłoby zrealizować na bazie przekaźnika, ale wtedy problemem byłaby trwałość styków. W prostych kontrolerach histerezowych częstotliwość przełączania zależy i od szerokości histerezy, i od „bezwładności akumulatora” – od tego, jak szybko będzie rosła/zmniejszać się napięcie akumulatora podczas ładowania/rozładowania. Przy dużych akumulatorach czasy załącz/wyłącz regulatora histerezowego

mogą być rzędu minut. Natomiast w regulatorze PWM powinny być krótsze, stąd problem z trwałością styków przekaźnika (niewielki w regulatorze 12-woltowym, ale znaczący w regulatorach do współpracy z akumulatorami o wyższych napięciach).

Jeżeli natomiast w układzie mamy klucze w postaci tranzystorów MOSFET i mikroprocesor, to możemy je włączać/wyłączać w dowolnie szybkim rytmie i zrealizować płynną regulację prądu ładowania na zasadzie zmiany wypełnienia impulsów PWM.

I tu każdy elektronik zapyta: a jaka ma być częstotliwość impulsów w takim solarnym regulatorze PWM?

Wbrew pozorom odpowiedź wcale nie jest łatwa. Zasadniczo częstotliwość może być niemal dowolna. Może być dużo mniejsza od 1 herca, czyli okres powtarzania będzie rzędu sekund. Potężny akumulator powinien uśrednić nawet tak długie impulsy. Oczywiście częstotliwość impulsów może leżeć w zakresie od jednego herca do jednego kiloherca. Ale nie ma przekonującego uzasadnienia, by częstotliwość impulsów ładujących była większa od 1kHz.

Można przyjąć, że częstotliwość impulsów PWM powinna wynosić od jednego do kilkuset herców.

A jeśli chodzi o pomiar prądu ładowania, wcale nie jest on niezbędny! Owszem, pomiar prądu jest bardzo pożyteczny do innych celów, na przykład do kontroli bilansu ładowania. Jest konieczny w kontrolerach MPPT. Ale nie jest konieczny do realizacji nawet zaawansowanych algorytmów wielofazowych opisywanych wcześniej. Otóż w pierwszej fazie (*bulk*) zapewne nie będzie żadnej regulacji PWM, tylko akumulator będzie ciągle ładowany prądem aktualnie wytwarzanym przez panele (wypełnienie PWM równe 100%). Regulacja PWM na pewno potrzebna jest w drugiej fazie (*absorption*). Wtedy mikroprocesor będzie pilnował tylko, żeby napięcie akumulatora nie wzrastało, a zrealizuje to przez zmniejszanie prądu, czyli przez skrócenie impulsów ładujących. Nie trzeba mierzyć

prądu, wystarczy tylko sprawdzać wypełnienie impulsów, bo ono niesie informację o prądzie. Gdy wypełnienie zmaleje do określonej wielkości, trzeba przejść do fazy trzeciej (*float*). Na początku tej fazy trzeba całkowicie wyłączyć ładowanie i dopuścić, by napięcie akumulatora obniżyło się do jakiejś bezpiecznej wartości poniżej 14V. Później w fazie *float*, gdy napięcie akumulatora pomalutku samoczynnie zmniejszy się do tej ustalonej wartości, kontroler znów zacznie ładować akumulator krótkimi impulsami PWM, by nie dopuścić do dalszego obniżania napięcia.

Regulacja wypełnienia impulsów ładujących (PWM) pozwala płynnie regulować prąd ładowania tak jak w regulatorach analogowych, tylko praktycznie bez strat cieplnych w regulatorze. Ale sprawa impulsowego ładowania ma też inny intrygujący aspekt!

Ładowanie „impulsowe”

W literaturze można spotkać wiele wzmianek, że korzystniejsze dla akumulatora kwasowego jest ładowanie go impulsami prądu, a nie ciągłym prądem stałym. Opinie takie mają związek z pewnym opracowaniem australijskich badaczy z roku 1995 – **rysunek 1**. Chodzi o artykuł **Pulsed-current charging of lead/acid batteries - a possible means for overcoming premature capacity loss?** (autorzy: L.T. Lam, H. Ozgun, O.V. Lim, J.A. Hamilton, L.H. Vu, D.G. Vella, D.A.J. Rand), opublikowany w „Journal of Power Sources” 53 (1995) 215–228. W czasie pisania tego artykułu dostępny był on pod adresem:

<http://vershv.narod.ru/sdarticle.pdf>.

Autorzy opracowania doszli do wniosku, że dla zmniejszania problemu zasarczenia i degradacji akumulatora korzystniejsze jest ładowanie nie prądem ciągłym, tylko właśnie impulsami prądowymi. Mówiąc obrazowo, według przedstawionych tam rozważań, „silne szarpnięcia” (impulsy prądu) mają niszczyć, rozbijać szkodliwe nierozpuszczalne kryształy siarczanu ołowiu, czyli zapobiegać zasarczeniu.

Rysunek 2 pochodzący z tej pracy wskazuje, że wykorzystano impulsy o wypełnieniu 1/4 (25%) i czasie trwania 0,2 sekundy, czyli powtarzane co 0,8s, a więc z częstotliwością 1,25Hz.

Górny rysunek (a) to przebiegi na początku ładowania, a dolny (b) – pod

Journal of Power Sources 53 (1995) 215–228

Rys. 1

Pulsed-current charging of lead/acid batteries – a possible means for overcoming premature capacity loss?

L.T. Lam *, H. Ozgun, O.V. Lim, J.A. Hamilton, L.H. Vu, D.G. Vella, D.A.J. Rand
CSIRO Division of Mineral Products, Port Melbourne, Vic. 3207, Australia

Received 22 August 1994; accepted 6 September 1994

koniec ładowania. Na dole każdego rysunku pokazane są impulsy ładujące, które ze względu na sposób pomiaru są niejako odwrócone. Jak widać, mają one amplitudę ponad 30A, co daje średni prąd około 8A. Wskazuje to tylko, że do testów wykorzystano akumulatory o dość dużej pojemności, które według zaleceń producenta można ładować prądem co najmniej 8A. W tym przypadku były ładowane impulsami prądu ponad 30A. Na górze każdego rysunku jest przebieg napięcia na zaciskach akumulatora – impuls prądu oczywiście wywołuje wzrost napięcia na zaciskach w sumie o około 1V. W opisie podana jest też próba interpretacji kształtu tego przebiegu napięcia na początku i końcu ładowania. Do testów wykorzystano akumulatory kwasowo-ołowiowe, zarówno tak zwane antymonowe, jak i wapniowe. Producent akumulatorów z reguły zalecają ładowanie prądem nie tętniącym, tylko prądem ciągłym o zerowej, a co najwyżej małej zawartości tętnień (do 5...10%). Tymczasem według autorów wspomnianego opracowania ładowanie za pomocą silnych impulsów ma istotne zalety, między innymi nie tylko przedłuża żywotność, ale i pomaga zregenerować egzemplarze, które już częściowo straciły pojemność.

Z artykułu wynika, że ładowanie takimi silnymi impulsami ma zbawienny wpływ na akumulatory. Te ogólne wnioski robią wrażenie, ale po lekturze pracy nasuwa się więcej pytań niż odpowiedzi. Wśród wielu informacji „trudnoprzyswajalnych” dla elektronika, można znaleźć przebiegi

pokazane na rysunku 2, jednak artykuł ten wcale nie koncentruje się na „aspektach elektronicznych”.

W Internecie jest mnóstwo opinii i twierdzeń, wywodzących się z tej właśnie pracy, jednak wartość merytoryczna większości takich „źródeł wtórnych” jest zerowa – jest to tylko powtarzanie chwytliwego hasła *korzystne ładowanie impulsowe*, bez konkretnych szczegółów. Dla elektronika podstawowy problem i wątpliwości dotyczą częstotliwości, wypełnienia i amplitudy impulsów.

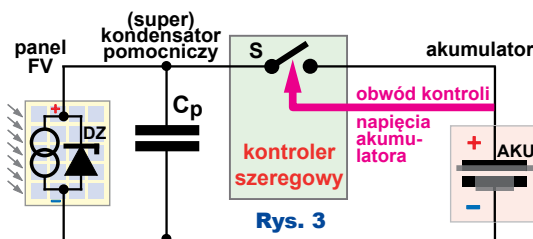
Owszem, w Internecie można znaleźć dotyczące także tego tematu prace stworzone na wyższych uczelniach, jednak w większości są to prace zaliczeniowe, realizowane przez studentów na podstawie pomiarów niewielu egzemplarzy akumulatorów, dlatego trudno o wiarygodne wnioski. A nie sposób znaleźć godnych zaufania wyników kompleksowych i długotrwałych badań, gdzie porównane byłyby parametrów wielu egzemplarzy akumulatorów różnych producentów, których część była ładowana klasycznie, a część impulsowo.

Sytuacja jest mocno zawikłana i niejasna. Wspomniana praca została opublikowana w roku 1995. Gdyby rewelacyjne i rewolucyjne wnioski w niej zawarte były w pełni prawdziwe, powinno to później zostać potwierdzone przez mnóstwo innych niezależnych naukowców, a w efekcie wszystkie ładowarki akumulatorów kwasowych powinny ładować tylko za pomocą takich silnych impulsów.

Jak wiadomo, tak nie jest, co słusznie budzi rozmaite wątpliwości. Najprawdopodobniej ładowanie akumulatorów kwasowych silnymi impulsami ma jakieś zalety, ale nie aż tak spektakularne, jak podano w cytowanej pracy z roku 1995. Zapewne zależy to i od parametrów impulsów, ale także od szczegółów budowy, składu chemicznego i szczegółowych rozwiązań stosowanych przez poszczególnych producentów akumulatorów.

W każdym razie, powołując się na różne tego rodzaju informacje, znane wśród nieco bardziej świadomych użytkowników akumulatorów, niektórzy producenci oferują regulatory solarne, zapewniające *korzystne dla akumulatora ładowanie impulsowe PWM*.

Niestety, w materiałach reklamowo-handlowych i w instrukcjach obsługi nie są podawane szczegółowe informacje. Nic albo niewiele wiadomo o zastosowanych algorytmach, nie ma nawet częstotliwości pracy PWM, nie ma też kluczowej informacji: czy impulsowe ładowanie stosowane jest w pierwszej fazie (*bulk*), czy jedynie w fazie drugiej (*absorption*) i trzeciej (*float*), co byłoby beczelnym chwytem marketingowym?



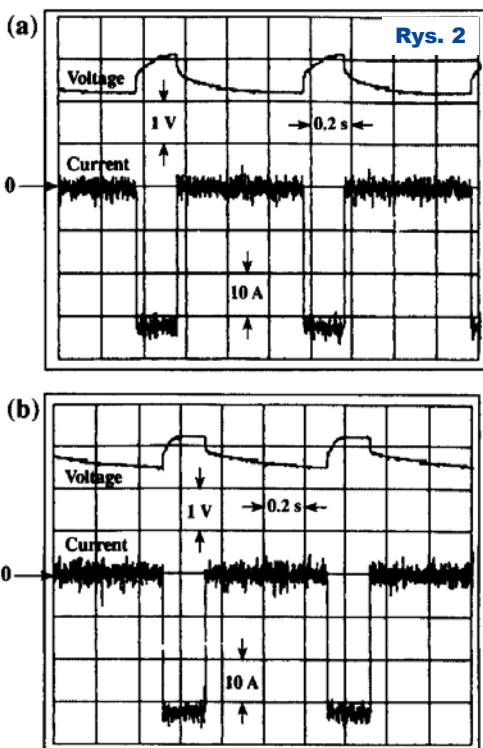
Otóż jeżeli ładowanie silnymi impulsami rzeczywiście jest tak korzystne, to powinno być zastosowane przede wszystkim w głównej, pierwszej fazie (*bulk*). No tak, ale panel fotowoltaiczny jest źródłem prądowym, a nie źródłem napięciowym, a my chcemy wykorzystać cały wytwarzany prąd. Nie wchodzi więc w grę impulsowe ładowanie prądem z panelu w sposób przerywany według rysunku 2, bo oznaczałoby to marnowanie większości (75%) wytwarzanej energii.

Owszem, można zrealizować impulsowe ładowanie silnymi impulsami także w systemie solarnym, tylko aby nie tracić cennej energii, wymagałoby to zastosowania jakiegoś pomocniczego zbiornika energii, na przykład dużego kondensatora lub raczej superkondensatora według idei z uproszczonego **rysunku 3**. Taki (super) kondensator wejściowy cały czas pobierałby i gromadziłaby energię z panelu, a następnie przekazywał ją do akumulatora w postaci impulsów prądowych dużo silniejszych niż ciągły prąd stały wytwarzany aktualnie przez panel.

Rysunek 3 jest bardzo mocno uproszczony i pokazuje tylko koncepcję. W praktycznej realizacji takiej idei należałoby rozwiązać szereg problemów dotyczących dopasowania napięć i prądów panelu i akumulatora. W praktyce oznaczałoby to konieczność zastosowania też przetwornicy impulsowej między (super)kondensatorem Cp a ładowanym akumulatorem. I tylko tego rodzaju rozwiązanie zapewniałoby *korzystne ładowanie impulsowe*. Jeżeli natomiast w jakimś regulatorze solarnym regulacja PWM jest wykorzystywana jedynie w drugiej i trzeciej fazie cyklu (*absorption*, *float*), to nie ma mowy o *korzystnym ładowaniu impulsowym*, tylko o zmniejszaniu prądu ładowania (i marnowaniu energii wytwarzanej wtedy przez panel).

Niestety, nie sposób znaleźć szczegółowych informacji o komercyjnych solarnych sterownikach ładowania PWM, które wykorzystywałyby impulsowe ładowanie w fazie pierwszej (*bulk*). Na marginesie, tylko dla dociekliwych należałoby dodać, że istnieją i są dostępne w Internecie informacje o jeszcze innym sposobie ładowania, przez wielu uważanym za jeszcze lepszy. Trzeba o nim wspomnieć. Zajmiemy się tym w następnym odcinku.

Piotr Górecki



Filozofia sieci: protokół UDP

część 1

W cyklu dotyczącym „Filozofii sieci” został opisany protokół **ARP**. Jego zadaniem jest umożliwienie szeroko pojętej komunikacji między dwoma stacjami (jak pamiętamy, tworzy on powiązanie pomiędzy adresem IP a adresem MAC). Wśród wielu protokołów istniejących w obrębie sieci komputerowych są takie, które są przeznaczone do przesyłania danych oraz takie, które służą do celów organizacyjnych. Podstawowym „organizacyjnym” jest protokół **ICMP** natomiast do transmisji danych używa się protokołu **UDP** albo **TCP**. Obecnie opiszę protokół UDP, natomiast pozostałym wymienionym będą poświęcone kolejne części. Protokół UDP (ang. **User Datagram Protocol** – protokół pakietów użytkownika) jest prostym, bezpołączeniowym protokołem przeznaczonym do przesyłania danych. W poprzednim zdaniu zostało użyte „tajemnicze” słowo: *bezpolepowłączeniowy*. Oznacza to, że w tym wariancie transmisji nie występują żadne mechanizmy związane z kontrolą przepływu danych oraz nie występuje operacja dotycząca nawiązania i zakończenia połączenia (jak jest to w protokole TCP). Ujmując rzecz najprościej, wysyłane za pośrednictwem UDP dane z jednej stacji „wyszły” ale nie ma żadnej informacji, czy „doszły”. W sieciach rozległych mogą zdarzyć się różne przypadki, gdzie przesyłany pakiet może zaginąć. W przypadku sieci lokalnych praktycznie to się nie zdarza: o ile sieć jest technicznie sprawna, to pakiet UDP dotrze do adresata.

Patrząc na strukturę ramki ethernetowej (**pokazanej na rysunku 1**), pole **TYP** (występujące tuż za adresami MAC nadawcy oraz odbiorcy) stanowi identyfikator protokołu. W przypadku gdy to pole zawiera liczbę 806 hex, to dane występujące dalej należy interpretować jako pakiet ARP (opisany dotychczas). W przypadku wartości 800 hex, dalsza część jest pakietem IP. Ma to oczywiście swoją strukturę. Tradycyjnie zaczyna się nagłówkiem, za którym występują „dane użytkowe”. Nagłówek IP jest pokazany na **rysunku 2**. Zawiera on następujące informacje:

- **VERS** – wersja protokołu IP, dla sieci ethernetowych, które nas interesują, jest to **IPV4** (pole ma wartość 4),
- **HLEN** – wielkość nagłówka pakietu IP wyrażona w słowach 32-bitowych, w typowym przypadku, gdy nagłówek nie zawiera dodatkowych opcji (patrz niżej

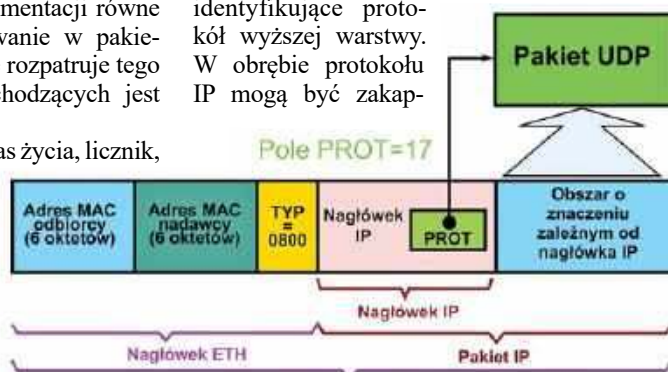
pole **OPT**), wielkość nagłówka wynosi 5 słów 32-bitowych,

- **TOS** – (Type Of Service) typ obsługi – informacja o wymaganiach na jakość obsługi pakietu, zawiera jego poziom ważności, w moim przypadku w pakietach przychodzących te informacje nie są rozpatrywane, gdyż tym polem bardziej zainteresowane są routery, w pakietach wychodzących pole ma wartość 0,
- **TOTAL** – długość całego pakietu IP (nagłówek i danych razem) wyrażona w bajtach,
- **IDENT** – numer nadawany pakietom w celu poprawnego złożenia ich po fragmentacji, każdy fragment datagramu pakietu ma ten sam numer identyfikacyjny, ponieważ w moim rozwiązaniu, pakiety nie są defragmentowane w obsłudze sieci z racji małych zasobów pamięci operacyjnej RAM, każdy pakiet wychodzący ma kolejną wartość liczbową,
- **FLAGS** – znaczniki bitowe, mogące oznaczać, że danego datagramu nie należy fragmentować lub że jest to ostatni fragment, w moim oprogramowaniu to pole nie jest rozpatrywane, gdyż nie realizuje defragmentacji danych, w pakietach wychodzących to pole jest wyzerowane,
- **FRAGOFFS** – przesunięcie fragmentu w przypadku fragmentacji podaje położenie danego fragmentu względem początku pakietu przed fragmentacją, w przypadku braku fragmentacji równe zero, moje oprogramowanie w pakietach przychodzących nie rozpatruje tego pola, w pakietach wychodzących jest wyzerowane,
- **TTL** – (Time To Live) czas życia, licznik, który jest zmniejszany o 1 za każdym przejściem pakietu przez router, a gdy osiągnie zero jest usuwany, ma na celu zapobieganie niekończącemu się przesyłaniu datagramów, które uległy zapętleniu w sieciach rozległych, licznik powinien być tak ustawiony, aby przy prawidłowej pracy sieci nie zdążył osiągnąć zera przed dostarczeniem pakietu do celu, polem tym zainteresowane są głównie routery w sieciach rozległych, w moim oprogramowaniu dla pakietów wychodzących to pole jest ustawione na 64,
- **PROT** – kod oznaczający protokół wyższej warstwy, którego dane zawarte są

tuż za nagłówkiem pakietu IP, mogą być to protokoły TCP, UDP, ICMP i inne,

- **HCRC** – suma kontrolna nagłówka IP, potwierdza nienaruszenie danych zawartych w omawianym tu nagłówku,
- **SRC** – adres IP węzła nadającego dany pakiet IP,
- **DST** – docelowy adres IP węzła, do którego skierowany jest dany pakiet IP,
- **OPT** – opcje dodatkowe, pole o zmiennej długości, mogące zawierać opcje dotyczące sposobu wyznaczania trasy, bezpieczeństwa, znakowania czasu przybycia pakietu do routerów i temu podobne funkcje, tym polem zainteresowane są głównie routery w sieciach rozległych, w moim oprogramowaniu nie są rozpatrywane (jeżeli to pole występuje w pakiecie IP, cały jest ignorowany), obecność tego pola można rozpoznać po danych zapisanych w polu **HLEN**, zapisana tam wartość 5 oznacza brak opcji dodatkowych, gdyż wielkość nagłówka IP bez pola **OPT** (łącznie z polem **FILL**) wynosi 5 słów 32-bitowych,
- **FILL** – wypełnienie nagłówka zerami by uzyskać jego wielkość jako wielokrotność słów 32-bitowych, ponieważ pole **OPT** ma zmienną długość, pole **FILL** „rozpycha” nagłówek, w sensie informacyjnym nie ma żadnego znaczenia.

W nagłówku tym występuje pole identyfikujące protokół wyższej warstwy. W obrębie protokołu IP mogą być zakap-



Rys. 1

Rys. 2 Ramka ETH

Bity 0..7				Bity 8..15				Bity 16..23				Bity 24..31			
VERS				HLEN				TOS				TOTAL			
IDENT				FLAGS				FRAGOFFS				HCRC			
TTL				PROT				SRC IP				DST IP			
OPT				FILL											



Rys. 3

sulkowane różne protokoły warstw wyższych, gdzie jednym z możliwych wariantów jest bieżąco opisywany protokół UDP (pole PROT ma wtedy wartość 17).

Oznacza to, że obszar położony za nagłówkiem IP jest pakietem UDP. Ten z kolei również składa się ze swojego nagłówka i danych użytkownika. Nagłówek UDP jest strukturą o ściśle określonej budowie (**rysunek 3**). Zawiera on:

- port nadawcy jako informacja zapisana na 16 bitach,
- port odbiorcy jako informacja zapisana na 16 bitach,
- wielkość pakietu wyrażoną w oktetach jako liczba 16-bitowa,
- suma kontrolna nagłówka UDP również jako liczba 16-bitowa.

W dalszej części pakietu UDP znajdują się dane użytkownika, czyli to, co jest przesyłane z jednej stacji do drugiej.

O ile dane dotyczące wielkości pakietu raczej powinny być intuicyjnie zrozumiałe, o tyle niewielkiego wyjaśnienia wymaga suma kontrolna. Jest to suma 16-bitowa obliczona dosyć pokrętnie. Jeżeli obszar danych użytkownika pakietu UDP (pole *Dane* na rysunku 2) potraktować jako ciąg liczb 16-bitowych, to suma kontrolna jest sumą tego ciągu oraz sumą pseudonagłówka. Kolejne nowe pojęcie, *suma pseudonagłówka*, to suma określonych pól pakietu IP oraz UDP (nie jest, jak można byłoby się spodziewać sumą samego nagłówka UDP). Na sumę pseudonagłówka ma wpływ adres IP nadawcy oraz odbiorcy, kod identyfikujący protokół UDP (czyli w rzeczywistości liczba 17) oraz wielkość transmitowanych danych. Jak łatwo zauważyć, adresy IP (nadawcy oraz odbiorcy) nie pochodzą z nagłówka UDP, więc określenie pseudonagłówka jest w pełni uzasadnione. Może się tak zdarzyć, że obliczona suma ma wartość zero. W takim przypadku jako sumę kontrolną wpisuje się liczbę FFFF hex (by ją odróżnić od liczby zero, zero oznacza, że nie jest liczona suma kontrolna). Większego wyjaśnienia wymagają pojęcia określone jako *port nadawcy* oraz *port odbiorcy*. Należy je rozumieć jako pewnego rodzaju rozszerzenie adresowe. Pamiętając, że w nagłówku pakietu IP znajdują się już adresy IP nadawcy oraz odbiorcy, numery portów są dodatkową informacją o charakterze adresowym. Można sobie to wyobrazić w następujący sposób. Jeżeli adres IP będzie analogią

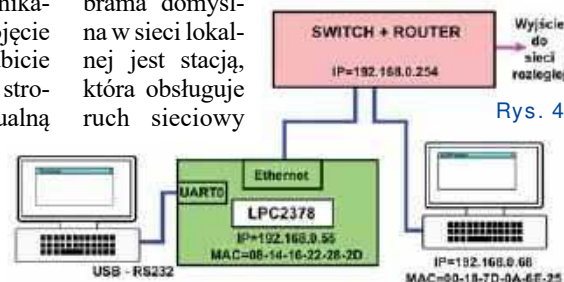
do adresu pocztowego w sensie nazwa ulicy oraz numer bloku, to numer portu można interpretować jako numer mieszkania w obrębie określonego bloku. Przesłanie danych jako pakietu UDP można wyobrazić sobie jako transfer z jednego mieszkania (w określonym bloku) do innego mieszkania (w innym bloku). W ogólnym przypadku nie jest zabronione przesłanie danych do samego siebie (gdzie adres IP nadawcy i odbiorcy jest taki sam, co można rozumieć jako przeprowadzkę do innego mieszkania w tym samym bloku). W przypadku „dorosłych” komputerów taki chwyt często jest stosowany (jak choćby stwarza możliwość przesłania wiadomości od jednego programu do innego programu w obrębie jednego komputera). Jest nawet wydzielony z puli adresowej IP jeden specjalny adres: 127.0.0.1, który występując w roli docelowego adresu IP, oznacza przesłanie danych do samego siebie.

Do przesyłania danych za pośrednictwem protokołu UDP w komputerach wykorzystuje się mechanizm gniazd (ang. socket). Jest to pewna struktura danych przechowywana w pamięci operacyjnej mikrokontrolera LPC2378 (jak i każdego komputera). By wysłać lub odebrać dane UDP, należy w programie utworzyć takie gniazdo. Wiąże ono przede wszystkim adres IP z numerem portu. Tworząc gniazdo, system operacyjny (jak również LPC2378) nada tworzonemu gniazdu numer portu z pewnej puli dostępnych numerów. W oprogramowaniu mikrokontrolera są dwie stałe determinujące przedział liczbowy, z którego generowane są te numery (o nazwach *AutoIncrementUDPPortNoLoBound* i *AutoIncrementUDPPortNoUpBound*; patrz plik *udpservice.h*). Często jednak jest wymagane, by numer portu był ściśle określony. Można go zmienić, wywołując funkcję *BindUDPSocket* (tak się nazywa funkcja w oprogramowaniu mikrokontrolera). Po takim zabiegu jest utworzona para adresowa: adres IP (znany w oprogramowaniu jako adres stacji) oraz numer portu („wylosowany” z puli w operacji tworzenia gniazda z ewentualną zmianą na ściśle określony poprzez wywołanie funkcji *BindUDPSocket*). W komunikacji sieciowej występuje jeszcze pojęcie *serwera* i *klienta*. Ma to swoje odbicie w oprogramowaniu. Klient to ta strona, która tworzy gniazdo (z ewentualną operacją zmiany numeru portu), transmittuje dane i po wykorzystaniu może gniazdo zamknąć (czyli rozwiązać strukturę kojarzącą adres IP i numer portu). Serwer to ta strona,

która tworzy gniazdo, nadaje mu ściśle określony numer i cierpliwie nasłuchuje. Takie gniazdo musi zostać oznaczone jako nasłuchowe (wywołanie funkcji *SetUDPListen*). Tu warto zauważyć, że ta struktura egzystuje w programie cały czas. Reasumując, serwer tworzy gniazdo, nadaje mu ściśle określony numer (cała reszta sieci lokalnej jako klienci muszą znać parametry serwera jako adres IP i numer portu, by móc coś przesłać do serwera). Serwer jako odbiorca pakietu UDP zna dokładnie dane nadawcy (pochodzą one z odebranych danych: adres IP z nagłówka IP oraz numer portu nadawcy z nagłówka UDP). Pozwoli to na normalną komunikację pomiędzy dwoma stacjami.

By poznać dokładniej tematykę, proponuję lekturę odpowiedniego programu prezentacyjnego. Program ten, po zainicjowaniu obsługi sieci (wystarczająco dokładnie opisanym w poprzednich częściach) zawiera nowe dowiązanie do instancji obsługującej protokół UDP (wywołanie funkcji *StandardAddUDPInstance* (*Instance -> IPLayer*); jak pokazuje **listing 1**). **Uwaga – wszystkie listingi wymienione w artykule dostępne są też w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.**

Ten program będzie dosyć specyficznie przetwarzał pakiety UDP, będzie je jedynie odbierał bez jakiegokolwiek reakcji na przychodzące dane, gdyż w programie nie zostało utworzone żadne gniazdo, więc każdy pakiet UDP odebrany jako IP (należy pamiętać, że pakiety UDP są zakapsułkowane w obrębie pakietów IP) nie znajdzie swego miejsca docelowego (numera portu), ale technicznie zostanie odebrany przez zespół EMAC w mikrokontrolerze. Środowisko prezentacyjne przedstawia **rysunek 4**. System z mikrokontrolerem LPC2378 o IP=192.168.0.55, MAC=08-14-16-22-28-2D jest przyłączony do lokalnej sieci domowej. W tej sieci znajduje się mój komputer o IP=192.168.0.68, MAC=00-18-7D-0A-6E-25. Całość jest spięta przez switch pełniący jednocześnie funkcję routera do sieci wychodzącej na zewnątrz. Spełnia on dodatkowo funkcję bramy domyślnej. Dla przypomnienia, brama domyślna w sieci lokalnej jest stacją, która obsługuje ruch sieciowy



Rys. 4

wychodzący poza sieć lokalną. Z tego powodu ma swój adres (u mnie jest to IP=192.168.0.254). Do systemu z mikrokontrolerem (poprzez kanał komunikacyjny UART0) przyłączony jest komputer jako port szeregowy (we współczesnych komputerach może zachodzić konieczność zastosowania odpowiedniej przejściówki RS232 ↔ USB). Rysunek 4 pokazuje koncepcję środowiska badawczego, czyli użycie dwóch komputerów, chociaż w rzeczywistości może być zastosowany jeden. W jednym komputerze jest uruchomiony program o nazwie UDPTESTER, w drugim komputerze jest uruchomiony wcześniej już używany program terminalu (oba do pobrania jako materiały dodatkowe umieszczone w Elportalu). Zadaniem programu UDPTESTER jest wysyłanie oraz odbieranie pakietów UDP.

Po zaprogramowaniu pamięci FLASH mikrokontrolera oraz przyłączeniu go do domowej sieci, korzystając z wiersza poleceń, można sprawdzić, czy moduł z procesorem jest widoczny w sieci. Do takich operacji stosowane jest polecenie PING, które wysyła do drugiej stacji sygnał i oczekuje na zwrotne potwierdzenie. Służy ono do badania „drożności” technicznego połączenia. O PING było wspomniane w części poświęconej ARP, a więcej będzie w części poświęconej ICMP. Moduł z mikrokontrolerem LPC2378 odpowiada na polecenia diagnostyczne drożności technicznego połączenia (**rysunek 5**). Parametrem komendy PING jest adres IP stacji, do której badana jest drożność połączenia.

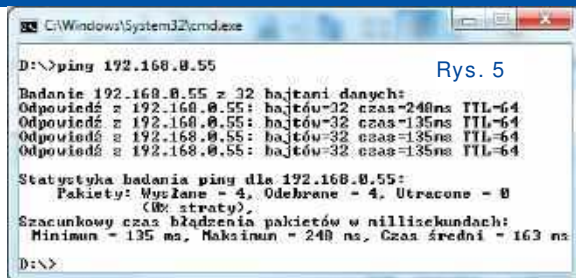
W odpowiednich polach programu UDPTESTER (**rysunek 6**) należy wpisać docelowy adres IP (adres IP systemu z mikrokontrolerem, czyli IP=192.168.0.55) oraz numer portu jako 20001 (chwilowo mało istotne, jaką ma wartość, ale musi być podany). W polu *Dane* należy wpisać cokolwiek i kliknąć na przycisk *Wyślij*. To spowoduje, że program wyśle wpisane dane jako pakiet UDP do wskazanego miejsca docelowego.

Uruchomienie programu w mikrokontrolerze spowoduje wysłanie podstawowych informacji dotyczących konfiguracji adresowej na ekran terminalu (programu uruchomionego w drugim komputerze), **rysunek 7**. Mamy tu podany adres IP i adres MAC systemu z mikrokontrolerem.

Wysyłanie pakietu UDP (z komputera nadzorowanego przez Windows) będzie wymagało „poznania” adresu MAC miejsca docelowego, toteż system Windows w pierwszej kolejności wyśle zapytanie ARP (opisane w poprzedniej części „Filozofii sieci”). Zapytanie ARP, pochodzące

z komputera z uruchomionym program UDPTESTER (podany adres MAC=00-18-7D-0A-6E-25, rysunek 4), tradycyjnie ma adres docelowy MAC w postaci FF-FF-FF-FF-FF-FF, wartość, która oznacza: do wszystkich. Po uzyskaniu odpowiedzi na zapytanie ARP, system Windows przesyła pakiet UDP (w rzeczywistości jest to pakiet IP z zapakowanym pakietem UDP, rysunek 1). Program mikrokontrolera rozpoznał odebrane dane jako pakiet IP wysłany ze stacji o adresie IP=SRC=192.168.0.68 adresowany do stacji o adresie IP=DST=192.168.0.55. Spośród różnych pól nagłówka IP odebrany pakiet zawiera pole PROT=11 hex=17 dec. Ta wartość tego pola informuje, że pakiet IP niesie w sobie pakiet UDP (rysunek 1). Jego nagłówek zawiera cztery pola (rysunek 3). Port nadawcy to SRCPORT=1000, port odbiorcy to DSTPORT=20001, co łatwo skojarzyć z informacjami występującymi w odpowiednich polach programu UDPTESTER (rysunek 6). Występująca wielkość pakietu to LGTH=19. Jak łatwo policzyć, przesyłane dane („Jakies dane”) zawierają 11 oktetów.

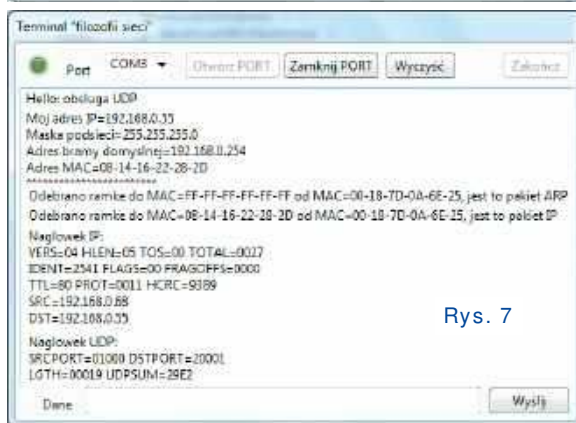
Sam nagłówek UDP zawiera 8 oktetów (4 pola po 2 oktety, rysunek 3), co daje łącznie 19 oktetów. Suma kontrolna pakietu UDP to 29E2 (w zapisie szesnastkowym). Oczywiście odebrane dane zostaną zignorowane, gdyż w mikrokontrolerze nie zostało utworzone nasłuchowe gniazdko UDP. Drugi program prezentujący protokół UDP nie ma tej „wady”, ma utworzone gniazdko nasłuchowe dla portu o numerze 20001. Utworzenie właściwego gniazdka pokazuje **listing 2** (dostępny w Elportalu). Po wykonaniu niezbędnych czynności inicjujących, program w mikrokontrolerze LPC2378 tworzy gniazdko UDP (wywołanie funkcji *CreateUDPSocket*, gdzie w parametrach podaje się dowiązanie do instancji związanej z obsługą protokołu UDP). W kolejnym kroku zostaje zmieniony numer portu (utworzenie gniazdka przydzieli jakiś numer portu z ustalonej puli numerów). Realizuje to wywołanie funkcji *BindUDPSocket* (listing 2), gdzie w parametrach podaje się wskaźnik do utworzonego gniazdka oraz oczekiwany numer portu (jako stała *UDPPortNumber* o wartości 20001). Kolejne wywołanie



Rys. 5



Rys. 6

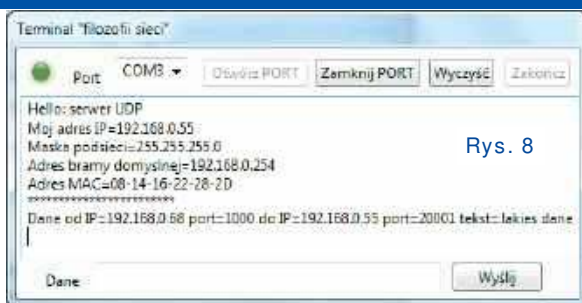


Rys. 7

funkcji *SetUDPListen* określa, że dane gniazdko (podane w wywołaniu funkcji) jest nasłuchowe. Dodatkowo następuje powiązanie gniazdka z funkcją obsługi. W wyniku odebrania pakietu UDP adresowanego do wybranego numeru portu, jego przetwarzanie sprowadza się do wywołania skojarzonej funkcji (zgłoszonej w wywołaniu funkcji *SetUDPListen*, listing 2). Do wywołania funkcji przewidzianej do „konsumpcji” odebranych danych dochodzi w module *UDPService*.

W mojej obsłudze protokołu UDP funkcja skojarzona z przetwarzaniem danych odbieranych przez określone gniazdko dostaje od obsługi protokołu UDP w parametrach następujące dane (przykładowa obsługa jest pokazana na **listingu 3**):

- dowiązanie do gniazdka, poprzez które zostały odebrane dane,
- adres IP stacji nadawczej,
- numer portu nadawcy,
- adres IP stacji docelowej (w rzeczywistości nasz adres IP),
- numer portu odbiorcy (numer portu, przez które zostały odebrane dane),
- dowiązanie do bufora odbiorczego,
- liczba oktetów odebranych danych.



Rys. 8

Obsługa ta sprowadza się do wyświetlenia w okienku programu terminalu informacji typu: kto (adres IP i numer portu UDP), do kogo (adres IP i numer portu UDP) i co (treść odebranych danych). Wysłanie danych, jak jest pokazane na rysunku 6, generuje reakcję mikrokontrolera przedstawioną na **rysunku 8**. „Konsumpcja” odebranych danych jest jedynie przykładowa. Oprogramowanie sieciowe wykorzystane w mikrokontrolerze oferuje wszelkie możliwe informacje, jakie mogą zostać wykorzystane. Tu warto zauważyć, że informacje docierające do funkcji przetwarzającej odebrane dane są już w formie rozpakowanej, gotowej do użycia i nie wymagają już żadnych dodatkowych operacji. Co zostanie użyte, zależy jedynie od autora programu, przykładowo dane mogą zostać wykorzystane w dalszym przetwarzaniu, jeżeli numer portu nadawcy jest parzysty. Oczywiście można się zastanawiać nad sensem takich czynności, bo przytoczona koncepcja jest jedynie przykładem. System z mikrokontrolerem może być częścią składową większej całości i protokół UDP, jako najprostsza możliwa komunikacja, może zostać użyty do sterowania. Za pośrednictwem sieci można przysłać przykładowo jakieś polecenie. Innym wariantem może być system pomiarowy, gdzie protokół UDP może zostać użyty do gromadzenia tych danych, by później odtworzyć historię zdarzeń. Co z tego można uzyskać, zależy jedynie od inwencji twórcy.

Trzeci program prezentacyjny pokazuje sposób nadawania pakietów UDP do określonego odbiorcy. W programie odbiorca jest ustalony na sztywno (jest to mój komputer IP=192.168.0.68, port=1000). Program w stosunku do poprzedniej wersji został rozbudowany o możliwość wczytania tekstu z kanału szeregowego (dane wysłane z programu terminalu). Wczytywane znaki są gromadzone w buforze i po napotkaniu znaku kontrolnego (dowolnego) zawartość zgromadzonego bufora zostaje wysłana jako pakiet UDP do ściśle określonego miejsca docelowego. W funkcji *main* w nieskończonej pętli dodana jest obsługa danych przychodzących z kanału szeregowego jako wywołanie funkcji *SerialPool()*.

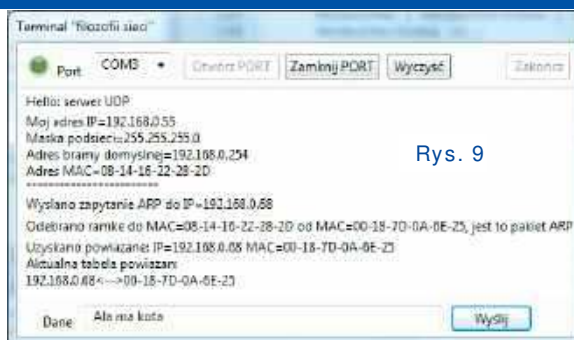
Postać tej funkcji jest pokazana na **listingu 4**. Wysłaniem zajmuje się funkcja *SendCurrentBuffer*, w której zastosowana jest funkcja pochodząca z pakietu obsługi UDP (funkcja *UDPSendData*). W jej parametrach wywołania występuje gniazdko,

które zostało utworzone do następującego, adres IP miejsca docelowego (jako stała, jeżeli jesteś zainteresowany, Czytelniku, eksperymentami z tym programem i Twój komputer ma inny adres IP, to konieczna jest zmiana wartości tej stałej i przekompilowanie programu), numer docelowego portu UDP, bufor z danymi zgromadzonymi z kanału szeregowego oraz wielkość tego bufora.

Wysłanie danych pokazuje **rysunek 9**. Skompletowanie danych, które zaowocowało wysłaniem pakietu UDP, spowodowało w pierwszej kolejności wysłanie zapytania ARP do docelowego komputera (moduł z mikrokontrolerem nie znał adresu MAC miejsca docelowego). Zapytany komputer odesłał informację (odpowiedź na ARP), która pozwoliła powiązać adres IP miejsca docelowego z adresem MAC. Tabela powiązań nawet została wyświetlona na ekranie. Uzyskane wszystkie szczegóły adresowe pozwoliły wysłać pakiet UDP. Sama procedura utworzenia i wysłania pakietu jest pokazana na **listingu 5**. Wewnątrz funkcji wysyłającej weryfikowany jest adres IP miejsca docelowego. Są rozpatrywane trzy możliwości:

- adres IP odpowiadający wariantowi IP=255.255.255.255, znaczenie i rola tego wariantu będzie opisana w kolejnej części,
- adres IP należący do sieci lokalnej, czyli pakiet jest wysłany do miejsca identyfikowanego przez podany adres IP,
- adres IP nie należy do sieci lokalnej, czyli pakiet jest wysłany do sieci rozległej, reprezentowanej przez bramę domyślną.

W stwierdzeniu, czy adres należy do sieci lokalnej, bierze udział maska pod-

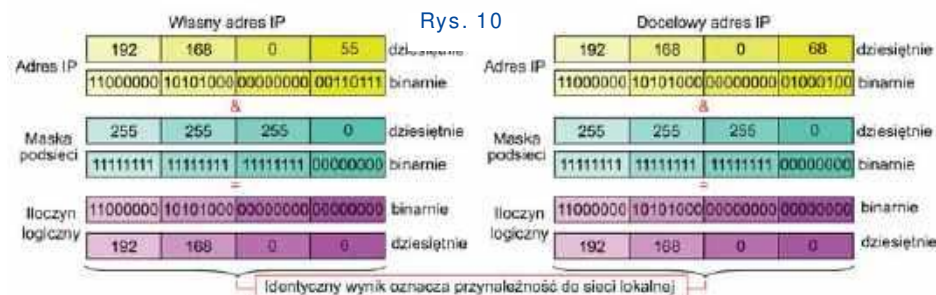


Rys. 9

sieci. Jeżeli część własnego adresu stacji ziloczynowana logicznie (funkcja AND) z adresem IP stacji docelowej (również ziloczynowanym) jest identyczna, to miejsce docelowe należy do sieci lokalnej. Najlepiej wyjaśnić to na rzeczywistym przykładzie: adres stacji LPC2378 to IP=192.168.0.55, wysyłane dane są do stacji IP=192.168.0.68 oraz maska podsieci ma wartość 255.255.255.0. Zapisując poszczególne liczby binarnie, mamy: 192 dec=11000000 bin, 168 dec=10101000 bin, 55 dec=00110111 bin, 68 dec=01000100 bin oraz 255 dec=11111111 bin. Jeżeli uzyskany wynik końcowy jest identyczny, to oba adresy należą do tej samej sieci lokalnej, **rysunek 10**.

Po przydzieleniu pamięci na tworzony pakiet do wysłania następuje wypełnienie jego pól. W pierwszej kolejności tworzony jest nagłówek ramki ETH (wywołanie funkcji *StartEthFrame*). Tuż za nim umiejscowiony jest nagłówek pakietu IP (wywołanie *CreateIPHeader*). W dalszej kolejności obliczona jest suma kontrolna IP i umieszczona w odpowiednim miejscu. Tu warto zauważyć, że suma kontrolna IP dotyczy jedynie nagłówka IP, bez obszaru, który zostanie zakapsułkowany jako dane pakietu IP. Kolejne dołączone dane to numer własnego portu UDP, numer portu docelowego, wielkość przesyłanego obszaru jako suma wielkości nagłówka UDP (8 oktetów, rysunek 3) i obszaru danych użytkownika oraz suma kontrolna (początkowo dodane jako 0, które później zostanie zmienione na właściwą wartość). Za tak utworzonym nagłówkiem w obszar pakietu zostaje wkopiowany obszar danych użytkownika (wywołanie *AddByteArrayField*).

Ciąg dalszy na stronie 51



Ciąg dalszy ze strony 11

Na początku jesieni jeden z Czytelników napisał:

Dzień dobry. Przyznali mi Państwo nagrodę za udział w dwóch konkursach, których wyniki opublikowane są w EdW 08/2020. Chodzi o konkursy (...) Nie otrzymałem przesyłki z nagrodą. Proszę o pomoc. Pozdrawiam (...)

Informację przekazaliśmy do AVT, ponieważ my jako redakcja od dawna pracujemy zdalnie i listy nagrodzonych przekazujemy do AVT. Nagrody – upominki są wysyłane z magazynu AVT (praktycznie ze Sklepu AVT), koronawirus zakłócił działanie sklepu AVT. Po pewnym czasie zapytaliśmy Autora e-maila, czy upominek dotarł. Okazało się, że dotarł, ale ze znacznym opóźnieniem. Prosimy o wyrozumiałość w takich przypadkach.

Pomiar impedancji + mostek XJW01

Dzień dobry

Bardzo dawno nie pisałem do redakcji EdW, ale numer 09/2020 mnie zmotywował. W EdW 09/2020 w rozwiązaniu zadania „Jak to działa?” był poruszony temat pomiaru impedancji za pomocą karty dźwiękowej. Wcześniej na stronie „Pocztą” ktoś z czytelników pytał o miernik/mostek RLC oznaczany jako „XJW01”. Co łączy te tematy? Wspólna zasada pomiaru poprzez analizę prądów, napięć i przesunięć fazowych między nimi. Dlatego jestem jak najbardziej za przybliżeniem tej metody Czytelnikom EdW!

Kilka lat temu, gdy potrzebowałem zmierzyć nawijane dławiki dla filtru m.cz., pojawił się problem pomiaru na zakresach mH. Nie miałem czym tego zmierzyć... I wtedy aplikacja na PC i wykorzystanie karty dźwiękowej pozwoliło mi sprawdzić i nawinąć odpowiednie dławiki.

Co do XJW01, to dosłownie wczoraj zakończyłem składanie tego miernika. Prawdą jest, że miernik kosztuje ok. 50\$, ale w cenie są sondy w układzie Kelvina w dwóch wersjach – do elementów przewlekanych oraz SMD. Bez tego wyposażenia można się zmieścić w cenie poniżej 30\$, ale chyba nie ma sensu, bo trudno sondy zrobić taniej. Do tego obudowa, którą trzeba dokupić. Ja zdecydowałem się na wersję stacjonarną w obudowie z panelem przednim.

Co do kalibracji, to faktycznie przeszukiwanie Internetu i jakieś tłumaczenia z chińskiego mogą dać obraz zagmatwany. Z początkiem października pojawił się na YT film/recenzja tego miernika i tam ładnie jest pokazane, jak go skalibrować. Powiem tak: nie jest to straszne i na pewno warto to wykonać. Nie zawsze się da tak zrobić przyrząd mający tylko rezystory wzorcowe, by można mierzyć później precyzyjnie pojemność/indukcyjność. W zestawie dostajemy rezystory do tej kalibracji (6 wartości w tolerancji 0,1%) i wystarczy trochę czasu, aby taką kalibrację wykonać. Rezystory dla pewności zmierzyłem precyzyjnym multimetrem i trzymają parametry. Choćby przez fakt, iż nie są lutowane, więc ich parametry naprawdę mogą być stabilne.

Co do montażu, to trzeba uważać przy uruchamianiu. Pływająca masa jako punkt GND i dziwne podłączenie podświetlenia LCD sprawiły mi problemy i myślałem, że uP się uszkodził... Ale wczoraj wieczorem mostek zadziałał! Oczywiście w paczce nie dostajemy żadnego schematu ani instrukcji, nawet w języku „majfriendów”.

Co do dokładności, to się nie odniosę, bo nie mam dostępu do

lepszego mostka. Mnie chodziło o pomiar ESR i dużych pojemności (tysiące uF) i do tego się nadaje. Częstotliwość 7,8kHz ogranicza jego zastosowanie właściwie do układów audio i zasilaczy. Nie można też zapomnieć o rozdzielczości pomiaru 0,1mΩ, więc nadaje się do różnych eksperymentów i otwiera drzwi zamknięte dla popularnych multimetrów. Niemniej gdyby taki mostek powstał na lepszych układach i procesorze z większą rozdzielczością ADC (10 bitów w oryginale), to można dość tanio wykonać całkiem dobry przyrząd.

*Pozdrawiam
Bartłomiej Nowojowski*

A może powinniśmy poprosić Autora tego e-maila (który przed laty był bardzo aktywny w korespondencji z EdW), żeby nieco szerzej opisał swoją przygodę z tym miernikiem? Jeżeli tak, to śmiało piszcie: edw@elportal.pl.

W listopadowym numerze jeden z Czytelników pytał, czy redakcja jest zainteresowana jego artykułem – projektowanie i budowa zespołów głośnikowych? Pojawiło się pytanie: *Czy takie tematy nadal są interesujące, czy już całkiem odeszły do lamusa?*

Pytanie jest zasadne. Dawniej wszelkie projekty audio, w tym dotyczące samodzielnej budowy zespołów głośnikowych (zwanych kolumnami), cieszyły się dużym zainteresowaniem. Celem było uzyskanie dźwięku jak najlepszej jakości. Z jednej strony pojawienie się „empetrójek”, których zdecydowana większość ma kiepską jakość, a z drugiej gwałtowna cyfryzacja i miniaturyzacja sprzętu audio, chyba na zawsze zmieniły sytuację. Pojawiły się pytania: Ile osób zajmuje się dziś samodzielną realizacją „kolumn”? Czy jest ich niewiele, czy znacząca liczba? Czy są to tylko wymierające pomału „dinozaury”, czy może takich działań podejmują się także młodzi?

W ciągu trzech tygodni na adres (edw@elportal.pl) nadeszły dwa e-maile w tej sprawie:

*Witam
Jestem „za” publikacją artykułu o projektowaniu i budowie zespołów głośnikowych.*

Andrzej Kozłowski

Szanowna Redakcjo, chciałbym odnieść się do listu z Poczty 11/2020 dotyczącego budowy zespołów głośnikowych. (...) [Moja odpowiedź na pytanie:] „Czy chcielibyście zobaczyć artykuł na ten temat na łamach EdW?”

Tak.

(...) Speaker Workshop (...) obsługa jest nieintuicyjna i wymaga skomplikowanej kalibracji, przez co łatwo zniechęca początkujących. Ja sobie odpuściłem kolejne próby opanowania tego narzędzia, gdy trafiłem na LspCAD w wersji szóstej. Program napisany przez Szweda kosztuje 1000 euro, przez co jest poza moim i większości hobbystów zasięgiem, ale na szczęście można pobrać demo http://www.ijdata.com/LspCAD_demo.html z ograniczeniem symulacji zwrotnicy do dwóch głośników i brakiem możliwości zapisu projektu. Ten soft jest idealny dla początkujących i dla profesjonalistów. Rewelacyjny jest optymalizator automatycznie dobierający wartości elementów do zadanej charakterystyki. (...) Potem odkryłem istnienie genialnego chorwackiego narzędzia do

pomiarów, czyli ARTA <http://www.artalabs.hr/> Demo jest w pełni funkcjonalne z wyjątkiem zapisu plików pir i lim hsw. Nie jest to jakimś dużym ograniczeniem, bo i tak zmierzone charakterystyki potrzebne do symulacji można wyeksportować do plików tekstowych. (...) Tandem ARTA i LspCAD oferował wszystko, czego oczekiwałem od oprogramowania do konstruowania zestawów głośnikowych. Przetestowałem inne darmowe i demonstracyjne produkty i wydawało mi się, że nic lepszego dla mnie od LspCAD nie powstanie. Powstało. Na zagranicznym forum natrafiłem na informację o udostępnionym za darmo VituixCAD. Zainstalowałem wtedy jeszcze wersję 1.0, żeby wypróbować. Miał różne przydatne funkcje, ale fatalny edytor schematów. Do poważniejszych projektów się nie nadawał. Zwrotnicę tworzyło się przez ustawianie w szeregu gotowych bloków, co nie dawało konstruktorowi dużej swobody. Udostępnienie za darmo oraz kontakt autora ze społecznością użytkowników zaowocowało szybkim rozwojem programu. Od czasu wydania wersji 2.0 z poprawionym edytorem schematów jest bezkonkurencyjny. Jeśli poziom edukacji w Finlandii uważa się za najwyższy, to VituixCAD to potwierdza.

<https://kimmosaunisto.net/Software/Software.html>.

Kiedyś projektowanie zestawów głośnikowych w zasadzie (pomijając inne szczegóły) polegało na jak najlepszym zgraniu fazowym głośników przy częstotliwości podziału i uzyskaniu możliwie płaskiej wypadkowej charakterystyki częstotliwościowej na osi. Ostatnio zmieniło się podejście do konstruowania „kolumn”. Oprócz tego, co rejestruje mikrofon na osi, równie ważne jest, co słyszeć poza nią. Polecam obejrzenie „Floyd Toole – Sound reproduction – art and science/opinions and facts”

<https://www.youtube.com/watch?v=zrpUDuUtxPM>.

W przeciwieństwie do LspCAD program VituixCAD mocno wspiera projektowanie „kolumn” z uwzględnieniem charakterystyk kierunkowych. W tym pierwszym jest co prawda symulacja tego, co dzieje się poza osią, ale jest to obliczana dla membrany jako płaskiego tłoka o zadanej średnicy z ewentualnym uwzględnieniem dyfrakcji, co zazwyczaj nie pokrywa się z rzeczywistością. W tym drugim można zrobić symulację lub wczytać rzeczywiste zmierzone pod różnymi kątami charakterystyki.

(...) VituixCAD pozwala na eksport wykresów i schematów w wektorowym formacie svg nie tracących na jakości przy obróbce.

„Ile osób zajmuje się dziś samodzielną realizacją „kolumn”? Czy jest ich niewiele, czy znacząca liczba? Czy są to tylko wymierające pomału „dinozaury”, czy może takich działań podejmują się także młodzi?” Sam zastanawiałem się, ilu ludzi w Polsce interesuje się samodzielnym budowaniem „kolumn”. Według mnie może to być liczba od tysiąca do dziesięciu tysięcy osób. Wydaje mi się, że rzeczywista liczba będzie bliżej jednego tysiąca niż dziesięciu tysięcy. W kwietniu tego roku ukazała się książka Tomasza Łyska pod tytułem „Wprowadzenie do projektowania układów zwrotnic zestawów głośnikowych”. Autor miał problem z przekonaniem wydawnictwa do opublikowania jego książki, więc wydał ją sam. Podobno sprzedało się kilkaset egzemplarzy. Według mnie liczba osób zainteresowanych tematem nie jest dużo większa niż nakład tej publikacji, tym bardziej że jest to jedyna książka po polsku na temat zwrotnic głośnikowych.

[Czytelnik]

Czekamy na kolejne Wasze e-maile w tej sprawie.

A już wcześniej do redakcji wpłynął też następujący e-mail od Autora wspomnianej książki o zwrotnicach:

Szanowni Państwo.

Zapraszam do zapoznania się z moją najnowszą książką pt.

„**Wprowadzenie do projektowania układów zwrotnic zestawów głośnikowych. Poradnik praktyczny**”:

<https://www.youtube.com/watch?v=BOeuOzC1GBU>

<https://www.youtube.com/watch?v=Gw5Ggn8SnNc>

Wywiady z autorem:

<https://www.youtube.com/watch?v=9HaiOeq7LMI>

<https://wrzesnia.info.pl/artykul/solidna-porcja-wiedzy-dla-dla-pasjonatow-elektrokustyki>

Z poważaniem

Tomasz Łyszek

10 listopada jeden z aktywnych Czytelników napisał:

(...) Przesyłam krótki opis projektu [Sterownik lampek choinkowych], który stworzyłem niedawno z potrzeby chwili. Myślę, że nadaje się do publikacji w rubryce „Z potrzeby chwili...” (...)

Pozdrawiam serdecznie

Circuit Chaos

Cieszymy się z każdego nadesłanego projektu, zwłaszcza „Z potrzeby chwili”. Czekamy na takie materiały! Jednak materiał, który dotarł 10 listopada, oczywiście nie mógł wejść do numeru listopadowego. A w związku z opóźnieniami „koronawirusowymi” pojawienie się w kioskach i prenumeracie numeru grudniowego planowane było tuż po świętach. Po konsultacjach z Autorem zdecydowaliśmy, że projekt puszczaemy w tym numerze (na stronie 56) jako „Uniwersalny sterownik lampek”, bo jego zastosowanie wcale nie jest ograniczone do świąt.

Tak się w tym roku złożyło, że jeszcze później, bo 26 listopada, do Naczelnego wpłynął podobny e-mail:

Dzień dobry (...) do Święt Bożego Narodzenia pozostał miesiąc, a mnie dzisiaj olśniło, że mam projekt idealnie pasujący do działu „Z potrzeby chwili”.

Jest to efekt świetlny oparty na NeoPixel RING 60 zawierający diody WS2812 sterowane z modułu ESP12. Projekt powstał w ubiegłe święta z posiadanych zasobów. Dokładnie jak brzmi motto działu: „szybko i w celu zaspokojenia konkretnych potrzeb”.

Zatem mam pytanie, czy widzi Pan ten projekt w EdW? (...)

dwa (moim zdaniem) ciekawsze efekty świetlne”

<https://www.youtube.com/watch?v=50BHq2GYZqY>

<https://www.youtube.com/watch?v=zklQUiM0MQw>

Pozdrawiam serdecznie

Michał Stach

Także i w tym przypadku chodzi o atrakcyjne wykorzystanie „inteligentnych” diod LED typu WS2812, a zastosowanie nie ogranicza się do świąt. Uzgodniliśmy z Autorem, że przygotowuje on materiały do publikacji w jednym z najbliższych numerów EdW.

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu następujący Koledzy: **Piotr Galka**, **Bartłomiej Nowojowski** i [Czytelnik].



Zadanie główne 298

W ramach zadania 298 chcemy zająć się interesującym, ważnym, ale niełatwym zagadnieniem. W Skrzynce porad w EdW 5/2020 omówione były zagadnienia dotyczące prostych inwerterów 12VDC/230VAC. Ostatnie zdanie brzmiało tam: (...) realizacja inwertera wytwarzającego prawdziwą sinusoidę jest trudna i kosztowna z kilku względów. Dużo taniej taki inwerter kupić, niż samodzielnie wykonać.

Przed miesiącem, w rozwiązaniu zadania 292 zacytowane były fragmenty listu, jak nadesłał **Lukasz Jaworski** z Pokrzywnicy: Witam! (...) nigdy nie pisałem do redakcji (...) zainteresowało mnie zadanie [292] (...) [przysłałem] trochę rozwiązanie, trochę propozycję i pytanie (...) z racji wieku nie czas na chodzenie do szkoły. Chciałbym pogratulować pomysłu i czekam na rozwiązania (...) ponieważ sam się zastanawiam, jak to zrobić (...) żona dba o zaopatrzenie (...) z własnego ogrodu (...) mamy dwie zamrażarki (...) chodzi o zasilanie awaryjne dla tych zamrażarek i w miarę (...) [też dla] lodówki. (...) za mało mam czasu na eksperymenty, a do tej pory jeszcze nigdy nie stało się nieszczęście, więc żona nie wierci mi dziury w brzuchu (...) zwlekam z działaniami (...) moje przemyślenia są takie (...) po pierwsze potrzebny mi będzie inwerter 12V=/230V~. (...) inwerter musi być „pure sine”, co komplikuje zadanie (...) drugi problem

to kompresory, a właściwie (...) silniki, które przy rozruchu biorą przez moment prąd dużo większy od nominalnego i nie da się „opędzić” małym inwerterem, który nie ruszy (...) ale nie wszystkie (...) będą włączone cały czas, dlatego potrzebny będzie układ sterujący, który włączy zamrażarki i lodówkę kolejno (...) ich kompresory włączają się co jakiś czas i tak to jeden inwerter załatwi wszystkie urządzenia (...) jakby to wyszło, to można [system] ulepszać (...) przy braku energii w sieci można by nawet na ten czas dopuścić wyższą temperaturę (...) np. w zamrażarce nie -20°C , tylko np. -10°C , ale wtedy by trzeba mieć dodatkowe czujniki temperatury, która [w czasie braku prądu w sieci] będzie ustalana przez mój układ sterujący, bo zamrażarka będzie chciała obniżyć temperaturę, czyli kompresor będzie stale włączony (...) plany ambitne (...) na razie na papierze (...) Może to by był temat zadania do Szkoły Konstruktorów?

Tematyka awaryjnego zasilania zamrażarek, lodówek i pomp c.o. interesuje się wielu Czytelników. Nie jest to jednak przedsięwzięcie ani łatwe, ani tanie. Ale na pewno warto się nim zająć. Oto temat zadania 298:

Zaproponuj układ związany z awaryjnym zasilaniem zamrażarki, lodówki lub pompy obiegowej centralnego ogrzewania.

Osoby, które mają już jakieś doświadczenia w tej dziedzinie, niech podzielą się nimi w ramach zadania 298.

Uwaga!

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

Z uwagi na specyfikę i stopień trudności zadania nie zachęcam do samodzielnej budowy wszystkich składników systemu. Na pewno warto wykonać gotowe moduły czy urządzenia, na przykład sprawdzony inwerter, który zapewni niezawodny start silnika.

Znakomitymi rozwiązaniami będą też propozycje częściowe, albo rozwiązujące niektóre problemy, albo tylko diagnozujące skalę problemu. Na przykład w ramach zadania można tylko zmierzyć czas i wielkość impulsu prądu przy włączaniu silnika kompresora. Poszczególne lodówki mają inne właściwości pod tym względem. **Ale uwaga: nie jest to zachęta dla niepełnoletnich i niedoświadczonych z uwagi na ryzyko porażenia!**

Czekam też na wszelkie rozwiązania i pojedyncze pomysły teoretyczne. Zachęcam do udziału w zadaniu!

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



Rozwiązanie zadania głównego 293

Temat lipcowego zadania 293 brzmiał: **Zaproponuj związany z elektroniką sposób racjonalizacji wykorzystania wody, w szczególności sposób kontroli wilgotności gleby.**

Zadanie główne 293 niewątpliwie związane było z podlewaniem roślin, co tylko na pozór wydaje się zadaniem łatwym, a nawet oczywistym. Należy odnotować, że w ostatnich latach pojawia się coraz więcej materiałów dotyczących wykorzystania elektroniki w rolnictwie, w tym w ogrodnictwie. Elektryfikacja rolnictwa ma różne oblicza. Między innymi coraz większe jest zainteresowanie systemami automatycznego nawadniania z użyciem zaawansowanych algorytmów, wykorzystujących nie tylko sygnały z lokalnych czujników wilgotności gleby i mierników opadów deszczu, ale i ściągane z Internetu prognozy meteorologiczne. Zadanie 293 na pewno było specyficzne. Dla jednych zupełnie obce i nieinteresujące, dla innych – wprost przeciwnie. Nadeszło niewiele rozwiązań, ale za to są one bardzo interesujące i pouczające.

Jacek Konieczny z Poznania napisał: (...) Podszedłem do tego trochę nietypowo, ponieważ zamiast skupić uwagę na czujniku wilgotności gleby, skupiłem ją na **czujniku wilgotności rośliny**. Potrafię wyobrazić sobie zarówno sytuację, kiedy gleba jest mocno wilgotna, lecz rosnąca w niej roślina jest „podsuszona”, jak i sytuację, kiedy gleba jest wysuszona, lecz roślina w pełni nawodniona. Wytłumaczeniem pierwszej sytuacji mógłby być fakt, że roślina ma uszkodzony w jakiś sposób system korzeniowy. Wytłumaczeniem drugiej sytuacji mógłby być fakt, że chodzi o roślinę, która potrafi w jakiś sposób magazynować wodę (np. niektóre gatunki kaktusów). Dlatego uznałem, że badanie wilgotności rośliny jest ważniejsze od badania wilgotności gleby. Żeby jednak nie musieć przyklepać jakiegoś czujnika do każdej z uprawianych roślin, zwróciłem uwagę na fale akustyczne generowane przez rośliny. Podobno żywa roślina zachowuje się jak licznik Geigera–Müllera(...) Załączam zestaw linków na ten temat (...). Należało opracować układ, który odróżniałby dość „gęstą” (tj. o krótkim okresie repetycji) serię impulsów, od serii dostatecznie „rzadkiej”. Opis (...) [oraz] schemat zaproponowanego układu załączam (...) Pozdrawiam

W załączniku był uproszczony schemat blokowy z mikrofonem, wzmacniaczem i układami czasowymi. W opisie można przeczytać: (...) Generalnie zamiast suchości gleby można badać stan suchości samych roślin. Stan optymalnego nawodnienia tkanek roślin zwany jest przez botaników turgorem. Sugeruje to kilka możliwości badania „stanu suchości” roślin. Można byłoby to badać metodami elektrycznymi, ponieważ tkanki w stanie turgoru powinny cechować lepsze przewodnictwo elektryczne (niż tkanek wysuszonych) oraz większa pojemność elektryczna w przypadku umieszczenia łodyg lub liści między okładkami kondensatora. Można byłoby użyć również metody akustycznej: tkanki w stanie turgoru powinny lepiej przewodzić drgania o wysokich częstotliwościach ultradźwiękowych niż tkanki „wysuszone”, ponieważ są bardziej sztywne od tkanek „wysuszonych”. Skoro o akustyce i ultradźwiękach mowa, to warto wspomnieć o tym, że rośliny „podsuszone” emitują powtarzalne piski ultradźwiękowe. Przykładowo „podsuszony” pomidor emituje około 35 takich pisków na godzinę, podczas gdy pomidor dobrze nawodniony emituje nie więcej niż 1 pisk na godzinę (...). Zatem odkrycie to rysuje metodę badania „suchości” całego zbioru roślin, ponieważ wystarczy zainstalować urządzenie wrażliwe na piski ultradźwiękowe emitowane przez którąkolwiek z tych roślin; nie zachodzi jednocześnie potrzeba montowania jakichkolwiek elektrod czujnikowych na łodygach lub liściach. (...) Należy zaprojektować układ wykrywający impulsy ultradźwiękowe powtarzające się dostatecznie często. Proponuję wykorzystanie dwóch przerzutników monostabilnych, z których jeden powinien być przerzutnikiem „retrygowalnym” (tj. z opcją podtrzymania i przedłużania wygenerowanego impulsu). Jeden z prze-

rzutników (monowibratorów) ma tak dobrane parametry R i C , aby generował dostatecznie długi impuls (porównywalny z okresem „rzadkiej” generacji impulsów przez roślinę „dobrze nawodnioną”). Drugi przerzutnik („retrygowalny”) generuje krótsze impulsy – o długości porównywalnej z okresem emisji impulsów przez rośliny „podsuszone”. (...) Całość oryginalnych materiałów można znaleźć w Elportalu wśród materiałów dodatkowych, a wspomniany zestaw linków Rośliny a dźwięk to:

<https://dzienniknaukowy.pl/planeta/rosliny-moga-wydawac-ultradzwieki-pod-wplywem-stresu>

w skrócie: <https://bit.ly/37dQnWX>

<https://tech.wp.pl/zestresowane-rosliny-wydaja-dzwieki-nowe-badania-zaskakuja-6455595867490433a>

w skrócie: <https://bit.ly/39hr2hJ>

<https://www.tvp.info/45722173/rosliny-piszczą-pod-wplywem-stresu>

w skrócie: <https://bit.ly/2JfMys6>

<https://epochnowoczesna.pl/rosliny-maja-glos-zestresowane-potrąfia-krzyczeć-niesłyszalnymi-dla-naszego-ucha-ultradzwiekami/>

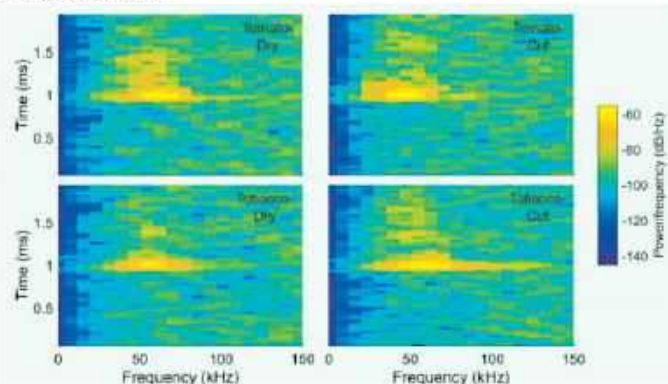
w skrócie: <https://bit.ly/2HFrr25>

Rysunek 1 pokazuje fragment strony: <http://www.sci-news.com/biology/plants-ultrasonic-clicks-07895.html>

Rys. 1 niezabezpieczona | [sci-news.com/biology/plants-ultrasonic-clicks-07895.html](http://www.sci-news.com/biology/plants-ultrasonic-clicks-07895.html)

They constructed a recording system, in which each plant was recorded simultaneously with two microphones, within an acoustically isolated box. They focused on the ultrasonic sound range (20–150 kHz), where the background noise is weaker.

The team recorded tomato (*Solanum lycopersicum*) and tobacco (*Nicotiana tabacum*) plants under different treatments: drought stress, cutting of the stem, and controls.



Spectrograms of sounds emitted by stressed plants. Image credit: Khait et al, doi:10.1001/507590. The number of sounds emitted by drought-stressed plants was about 35 and 11 per hour for tomato and tobacco, respectively, and cut tomato and tobacco plants emitted about 25 and 15 sounds per hour, respectively. In contrast, the number of sounds emitted by plants from all the control groups was lower than one per hour.



Pomysł jest zaskakujący! Przysnaję, że o tym wcześniej nie wiedziałem, a teraz też nie szukałem szczegółowych danych i nie sprawdzałem, na ile takie sensacyjne informacje są wiarygodne. Wszystko to wydaje się dziwne, a wnioski zbyt proste. Niemniej próby wyjaśnienia sposobu powstawania takich dźwięków za pomocą zjawisk związanych z kawitacją są niewątpliwie interesujące. Zachęcam: jeżeli ktoś miałby taką możliwość, niech sprawdzi podstawową informację: czy rzeczywiście rośliny wytwarzają krótkie impulsy ultradźwiękowe.

Na pewno trzeba zacząć od źródła, gdzie jest cały tekst pierwotnej publikacji:

<https://www.biorxiv.org/content/10.1101/507590v4.full>.

Problem nie polega na określeniu częstotliwości powtarzania impulsów, tylko na tym, żeby w ogóle takie impulsy zaobserwować. Jeśli to w ogóle prawda, to zapewne są one bardzo ciche i trudno je wyłowić z szumów otoczenia. Do eksperymentów potrzebny byłby mikrofon (a lepiej zestaw mikrofonów) na zakres częstotliwości ponadakustycznych. W warunkach amatorskich można próbować wykorzystać zwykłe mikrofony elektretowe, których większość reaguje na ultradźwięki lub piezoelektryczne przetworniki ultradźwiękowe. Do tego odpowiedni wzmacniacz, który we współpracy ze źródłem o rezystancji użytego przetwornika – mikrofonu będzie miał małe szumy. A do tego rejestrator. Do rejestracji i analizy prawdopodobnie można byłoby z powodzeniem wykorzystać sposoby, w tym programy komputerowe wykorzystywane obecnie przez... krótkofalowców.

Prawdopodobnie sensowne byłoby wykorzystanie obwodu przemiany częstotliwości ponadakustycznych na akustyczne, co jednak wiąże się z pewnymi ograniczeniami. Zainteresowani tematem mogą poszukać inspiracji w układach wykorzy-

Fot. 1

stywanych do wykrywania i rejestracji ultradźwięków wydawanych przez nietopie. Wystarczy wpisać w wyszukiwarce *bat detector* albo *bat detector DIY*.



Jacek Rączka z Połomi nadesłał następujące rozwiązanie:

Dzień dobry (...) Przesyłam moje przemyślenia na temat zadania nr 293, choć zdaję sobie sprawę, że są bardzo niekompletne, bo pisane na szybko. Jakoś w ferworze obowiązków przepalałem zadanie i nie byłem w stanie nawet przeprowadzić żadnych eksperymentów, mimo że zakupiłem nawet do testów stosowną sondę pomiarową. Po prostu szkoda było mi zmarnować kilka godzin pisania i rozmyślań.

Temat racjonalizacji zużycia wody jest mi znany, bo też dotyczy mojego ogródka, choć ja radzę sobie z problemem zużycia bardziej metodami organizacyjno-irygacyjnymi, ale nie ukrywam, że kusilo mnie zbudowanie automatyki.

Do pomiaru wilgotności gleby chciałem użyć przetwornika wilgotności gleby M335 [fotografia 1]. Jest to popularny chiński czujnik, który można delikatnie zmodyfikować wg opisu z tej strony:

<http://100-x-arduino.blogspot.com/2018/12/bezprzewodowy-miernik-wilgotnosci-gleby.html>

w skrócie: <https://bit.ly/3pX3STA>, co pozwala poszerzyć zakres pomiarowy. Oczywiście takich czujników trzeba by kilka, najlepiej zasilanych bateryjnie, z ESP8266 na pokładzie, aby pomiary były bezprzewodowe. Ja jednak do eksperymentów chciałem skorzystać z pewnej cechy wersji 1.2 tego czujnika, mianowicie braku stabilizatora 3,3V na pokładzie, i ponieważ jest tam NE555, zasilić to 10–12V i sparować z wejściem analogowym 0–10V jakiegoś przełącznika programowalnego np. LOGO v7 lub Easy E4. Dlaczego akurat te? Otóż mają przydatną cechę w automatyce ogródkowej, mianowicie blok zegara astronomicznego przydatny w określaniu wschodów i zachodów słońca.

No dobrze, wilgotność gleby wilgotnością gleby, ale co z tym „oszczędnym” podlewaniem. Sprawa jest wbrew pozorom dosyć skomplikowana, okazuje się bowiem, że o ile ważna jest ilość



KOSMICZNE MARZENIA

W styczniu 2010 r. SpaceX miała na koncie zaledwie dwa udane starty rakiety Falcon 9, a los firmy był niepewny. W tym samym roku NASA przygotowywała się do pożegnania z wahadłowcami, a Chińczycy snuli plany. Dekadę później SpaceX posyła ludzi w kosmos, Chińczycy mają łazika po niewidocznej stronie Księżyca, a NASA po zdobyciu rubieży Układu Słonecznego wybiera się znów na Księżyc. Na kolejną dekadę ambitnych planów nie brakuje, np. zamierzenie NASA wysłania załogi, kobiety i mężczyzn w 2024 r., na Srebrny Glob. Czy tak się stanie...?

Nowy numer już w sprzedaży
www.ulubionykiosk.pl
Koniecznie odwiedź serwis:
mlodytechnik.pl



wody, to ma znaczenie jej temperatura, pora dnia i metoda podlewania. W uproszczeniu: większość roślin nie lubi stać w wodzie i moczenia liści, a więc podlewać należy rzadziej, ale za to solidniej. Rośliny ciepłolubne lubią podlewanie cieplejszą wodą.

Moja koncepcja systemu podlewania, jest następująca. Podstawowym elementem jest zbiornik wody o pojemności od 100 do 200l umieszczony w takim miejscu, aby za dnia woda była się w stanie delikatnie nagrzwać. Na jedno podlewanie mojego ogródka, który ma 8x4m jestem spokojnie w stanie zużyć od 50 do nawet 100l wody, gdy podlewam drzewa owocowe. Dobrze byłoby zainstalować czujnik poziomu i temperatury wody, żeby mieć kontrolę stanu wody. Za zbiornikiem dobrze byłoby, gdyby znajdował się rozdzielacz, ale w minimalistycznej wersji może być jeden elektrozawór.

Algorytm podlewania w założeniu ma się opierać na pomiarze wilgotności, oraz pory dnia. Teoretycznie najlepszym czasem na podlewanie jest ok. 30 minut po wschodzie oraz przed zachodem słońca. Nie ma sensu podlewać ani właściwie prowadzić pomiarów w popołudniowym skwarze, bo zniszczymy rośliny. Dawkowanie wody osobiście oparłbym na czasie podlewania (otwarcia elektrozaworu), i podzieliłbym na co najmniej dwa etapy. Pierwszy krótki, tak myślę max. 30 sekund, aby wstępnie zwilżyć górną warstwę ziemi, aby stała się bardziej przepuszczalna i chłonna, a po ok. 5 minutach drugą właściwą. Oczywiście tak naprawdę ten etap zależy od tego, jaką glebę mamy w ogrodzie oraz jaki system nawadniania. Może się okazać, że trzeba będzie zastosować inne podejście, właściwe do warunków glebowych i układu dystrybucji wody. Tak czy siak, sam problem jest bardzo złożony i z mojej praktyki ogrodnika amatora wynika, że nie ma jedynej słusznej metody, a nawet jak nam się wydaje, że już mamy, to natura i tak nam udowodni, że się mylimy. Tak naprawdę efekty oszczędzania wody można uzyskać, nawet odpowiednio planując ogród, niektóre rośliny zatrzymują wodę w glebie, inne dobrze sobie radzą czy wręcz lubią, gdy jest bardziej sucho. Ja na przykład sprytnie podlewam drzewa. Gdy je sadziłem, wokół bryły korzeniowej zakopałem rurę drenażową fi50, owiniętą jak sprężyna wokół, z jednej strony zatkaną, a drugi koniec wyprowadzony do góry. Wystarczy wetknąć wąż i nalać wody aż

wybiję, odczekać 15 minut, powtórzyć zabieg, i drzewo ma podlane na kilka dni. W ten sposób podlewam konkretnie drzewo, a nie trawę pod nim.

Jacek poruszył kilka bardzo ważnych zagadnień! Po pierwsze czujniki pojemnościowe – to jedyny sensowny sposób pomiaru wilgotności gleby. Natomiast metody rezystancyjne, z wykorzystaniem czujników jak na **fotografiach 2, 3**, są całkowitym nieporozumieniem!

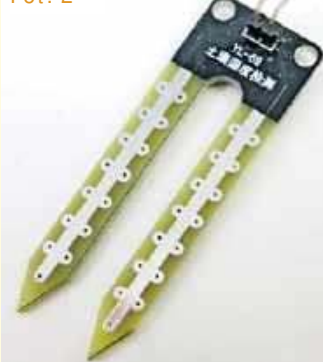
Jednak i czujniki pojemnościowe nie gwarantują sukcesu. Zapewne spełnią oczekiwaną funkcję czujniki podobne jak te na **fotografii 4**. Można wybrać wersję z różnymi interfejsami, niektóre mierzą tylko wilgotność, inne także przewodnictwo elektryczne oraz temperaturę. Ceny są rzędu kilkuset złotych, ale przy odrobinie wysiłku

można znaleźć takie czujniki w cenach zaczynających się od 140 złotych.

Z prymitywnymi czujnikami pojemnościowymi z fotografii 1 jest kłopot. Po pierwsze te tanie zabaweczki nie nadają się do pracy na zewnątrz, w trudnych warunkach atmosferycznych. Probę zmiany tego stanu rzeczy można znaleźć na stronie: www.instruments.com/Waterproofing-a-Capacitance-Soil-Moisture-Sensor/

W sieci można znaleźć opisy testów i prób ulepszenia takich tanich czujników. Problemy wynikają już z zasady pracy. **Rysunek 2** pokazuje odrobinę uproszczony układ i pozwala łatwo określić zasadę działania. Otóż generator NE555 wytwarza przebieg prostokątny o niezmienniej częstotliwości rzędu 500kHz.

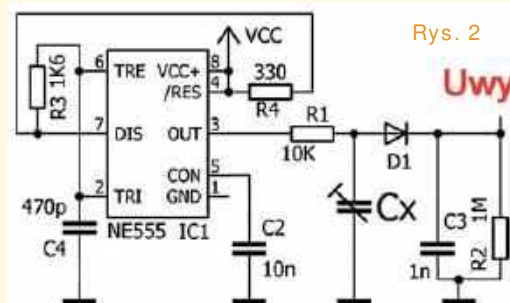
Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



Zmiany wilgotności nie zmieniają częstotliwości pracy, jak się tego spodziewa wielu elektroników kupujących ten układ. Na wyjściu nie ma impulsów prostokątnych o częstotliwości zależnej od wilgotności gleby. Na wyjściu występuje napięcie stałe, którego wartość jest zależna od wilgotności gleby. Niestety, sposób zamiany wartości pojemności Cx na napięcie wyjściowe jest prymitywny i rezystancja wyjściowa jest bardzo duża. Generalnie nie polecam tego modułu do żadnych poważniejszych celów.

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice.....	92	Michał Pędzimaż Stara Słupia.....	48	Marian Gabrowski Polkowice.....	23
Daniel Turbasa Kraków.....	88	Lukasz Olszok Tarnowskie Góry.....	45	Roman Braumberger Bytom.....	21
Lukasz Dachowski Cymbark.....	72	Krzysztof Kawa Lubcza.....	44	Jakub Gajda Kraków.....	20
Artur Bereit Barcin.....	69	Dawid Placha Rdzawa.....	44	Jacek Rączka Polomia.....	20
Aleksander Bernacki Magnuszowice.....	69	Szymon Czepiel Piszarowice.....	43	Jacek Konieczny Poznań.....	19
Szymon Trygar Szczecin.....	66	Adam Ples Jaworzno.....	43	Rafał Orodziński Białystok.....	19
Krzysztof Smoliński Poznań.....	66	Piotr Gajdosz Grybów.....	41	Marian Caruk Luban.....	17
Radosław Smalec Zabrze.....	64	Rafał Rówiak Ślęzów.....	40	Lukasz Kojro Gdańsk.....	15
Robert Szole Bytom.....	58	Maciej Zieliński Kraków.....	37	Marcin Malich Wodzisław Śl.....	13
Michał Stach Kamionka.....	55	Tomasz Zaorski Kalinówka.....	34	Paweł Sablik Piszarowice.....	13
Andrzej Herbut Siekierzyn.....	52	Lukasz Nowak Warszawa.....	33	Piotr Wyderski Wrocław.....	13
Paweł Hoffmann Wrocław.....	51	Teodor Woźniak Łódź.....	29	Michał Zięba Poznań.....	13
Adam Sobczyk Warszawa.....	50	Jarosław Węgliński Warszawa.....	28	Andrzej Adamczyk Ostrowiec Św.....	11
Sebastian Jarmosiewicz Motwica.....	50	Circuit Chaos Warszawa.....	27	Piotr Świerczek Bielsko-Biała.....	11

A kto chciałby pobawić się z tym skądinąd interesującym układem oraz go ewentualnie zmodyfikować i ulepszyć, być może skorzysta z informacji ze stron: <https://www.electrobob.com/the-basil-speaks-to-me/> w skrócie: <https://bit.ly/3mdVNb4> <http://www.caffeineowl.com/electronics/rants/dfrobot-capacitive-probe/index.html> w skrócie: <https://bit.ly/2JhmvVu> <https://tlfong01.blog/2020/09/26/capacitive-moisture-sensor-not-quite-working-3/> w skrócie: <https://bit.ly/3lgH6mk>. Ponieważ według informacji z interesującego dokumentu o nazwie „sensors-20-03585.pdf” ze strony <https://www.mdpi.com/1424-8220/20/12/3585/pdf> (<https://www.mdpi.com/1424-8220/20/12/3585/htm>) pojemność czujnika i wskazania zależą też od objętości badanej próbki gleby, może sensowne byłoby rozwiązanie z dużymi elektrodami jak widać na stronie: <https://electronics.stackexchange.com/questions/323337/555-circuit-for-moisture-sensor> w skrócie: <https://bit.ly/3l5Rld3>.

Kolejny szczegół to moduł ESP8266 i pokrewne. Otóż wykorzystanie jakiegoś modułu ESP, oferującego bezprzewodową łączność i zasilanie baterijne, tylko w teorii jest genialnym rozwiązaniem. W praktyce wiąże się z szeregiem kłopotów z poborem energii, trwałością i ciągłością transmisji danych. Jeśli system ma być niezawodny, to warto rozważyć wykorzystanie przewodu zamiast łącza radiowego.

A w kontekście sterowników przemysłowych i zegara astronomicznego warto nadmienić, że to, co jeszcze niedawno było trudne do zrealizowania, dziś jest w zasięgu ręki bez wykorzystania kosztownych sterowników przemysłowych. Dziś automatykę wykorzystującą wschody i zachody słońca można zrealizować za pomocą takich programów jak *Domoticz* czy uznawany za znacznie lepszy *Home Assistant*.

Jacek bardzo słusznie poruszył też kwestie właściwego sposobu podlewania. Problem rzeczywiście nie polega tylko na włączeniu elektrozaworu! Przy planowaniu systemu nawadniania należy uwzględnić szereg okoliczności dalekich od elektroniki. Oprócz ważnych kwestii poruszonych przez Autora można jeszcze wspomnieć o tym, że rozmaite rośliny, a w szczególności drzewa owocowe, mają różne zbudowane systemy korzeniowe. W przypadku drzew wyróżniamy trzy zasadnicze typy systemów korzeniowych: sercowaty (ukośny), palowy oraz poziomy (płaski). Jeżeli dane drzewo ma system płaski, mniej więcej jak na **rysunku 3**, i prawie wszystkie korzenie są na głębokości do pół metra lub niewiele więcej, należy starannie rozważyć sposób ewentualnego nawadniania. Problem na przykład w tym, że jeżeli drzewko owocowe regularnie i często będzie otrzymywać niewielką dawkę wody z systemu nawadniania, to rozbuduje korzenie praktycznie tylko tam, gdzie ta łatwo dostępna woda się pojawia, a to z pewnych względów nie

Publika-cja	Nag-roda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Łukasz	Jaworski	Pokrzywnica	-
-	-	100	Jacek	Konieczny	Poznań	4
?	-	200	Jacek	Rączka	Połomia	6
?	-	200	Michał	Stach	Kamionka Mała	6



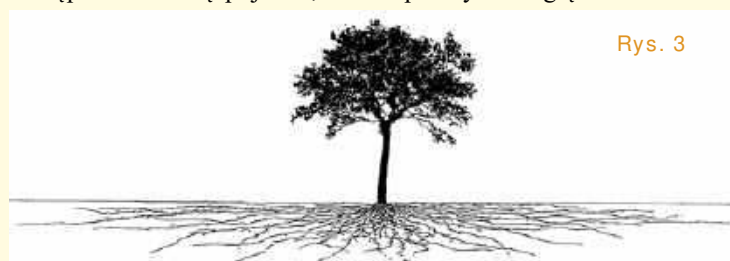
Fot. 5

jest korzystne. Dlatego zaleca się rzadsze, a obfite podlewanie, by drzewo rozbudowywało system korzeniowy szerzej, by szukało wody oraz niezbędnych minerałów także poza miejscami nawadniania.

Warto skonsultować swoje plany z fachowcami, poczytać w różnych źródłach w Internecie, bo nawet profesjonaliści nie są w pełni ze sobą zgodni.

Wierny uczestnik Szkoły Konstruktorów, **Michał Stach** z Kamionki Małej, tym razem napisał: *Przesyłam rozwiązanie SzK293 – układ racjonalizujący zużycie wody. Z przyczyn rodzinnych układ nie został ukończony w planowanej formie, ale chciałbym przedstawić efekty doświadczeń i towarzyszące im przemyslenia.*

*Własny, nawet niewielki tunel foliowy to spora satysfakcja i sposobność do uprawy ciepłolubnych gatunków. Niestety, podczas mojej nieobecności w domu często bywał problem z podlaniem pomidorów. Pierwszy system nawadniania składał się z kroplowników – zraszaczy napędzanych najpopularniejszą pompką zanurzeniową oferowaną na wielu portalach jako „pompka Arduino”. Pompka ta (widoczna na **fotografii 5**) niestety ma za małą moc. Trzeba było się mocno starać i dosyć często regulować zraszacze, aby z każdego z nich wydostawał się „deszczycz”. Poza tym ciśnienie tłoczenia wody zależało od jej temperatury, przez co np. podanie ciepłej wody znacznie ograniczało zraszanie. Pomimo tych wad pompka służyła dzielnie przez dwa sezony i choć pokryła się osadem z soli mineralnych, działała do końca. Wspomniana zaledwie 4-watowa pompka wymieniona została na znacznie mocniejszą pompkę widoczną na **górze fotografii 6**. Rozwiązało to problem równomierności „deszczyczku”, ale aby rozpocząć zraszanie, trzeba mieć czym. W tym celu zakupiony został elektrozawór XJPF4A 12V DC R1/2”. Zawór ten powinien otworzyć się na kilka godzin przed podlewaniem i napuścić odpowiednią ilość wody po to, aby nie podlewać roślin bezpośrednio ozonowaną wodą z wodociągu. Pomiar pokazały, że jeśli w domu zamontowany jest reduktor ciśnienia, to ilość napuszczanej wody da się regulować czasem otwarcia zaworu. Całością zraszania sterować miał układ oparty na ESP8266 tak, aby (coraz to bardziej leniwe młode pokolenie) mogło uruchomić podlewanie smartfonem.*



Rys. 3

Ciąg dalszy na stronie 62



Druga klasa Szkoły Konstruktorów

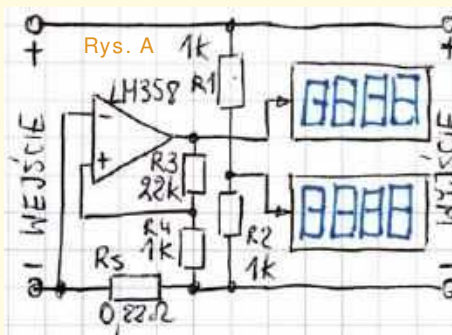
Co tu nie gra? Zadanie 298

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat prostej przystawki do pomiaru napięcia i poboru prądu z dwoma pojedynczymi woltomierzami modułowymi.

Jak zwykłe pytanie brzmi:

Co tu nie gra?

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



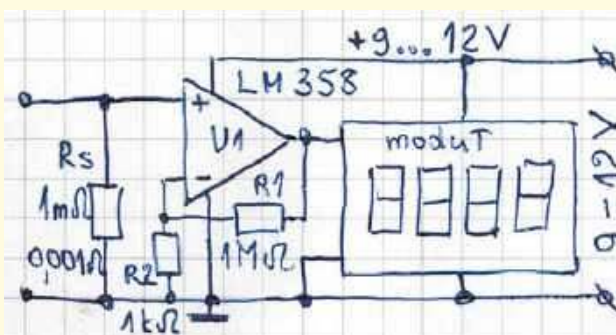
Odpowiedź oznacz **NieGra298** i nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Podaj też od razu swój adres pocztowy, żebym nie musiał pytać, gdy przydzielę upominek. Możesz jeszcze przysłać rozwiązania zadania *NieGra* z poprzedniego miesiąca. Uczestnicy konkursu otrzymują upominki, a najaktywniejsi uczestnicy są co rok nagradzani bezpłatnymi prenumeratami EdW lub innego wybranego czasopisma AVT.

Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 293

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 7/2019 schemat przeróbki chińskiego modułu 4-cyfrowego woltomierza 0-33V o precyzji 0,3% ±2 cyfry na dokładny amperomierz o znikomo małej rezystancji wewnętrznej (1mΩ).

Zadanie wzbudziło duże zainteresowanie i napłynęło wiele rozwiązań. Różnych rozwiązań. Oto przykład: **Dzień dobry, według mnie, projekt jest OK, zero błędów.** Wykonałem kilka obliczeń, z których mi wyszło, że dla podanych parametrów wzmacniacza operacyjnego w konfiguracji wzmacniacza nieodwracającego (jak na schemacie) dla prądu ok. 10A na wejściu na wyjściu będzie ok. 10V, oczywiście przy założeniu idealności wzmacniacza i nie będę ukrywać, powtórzę ten projekt dla siebie samego, wzbogaci on moją pracownię. Do obliczeń wykorzystałem Maxima Computer Algebra System (Maxima 5.41.0 <http://maxima.sourceforge.net>). Poniżej kilka obliczeń:

```
(%i1) 1e+3/(1e+3 + 1e+6);
(%o1) 9.990009990000999E-4
(%i2) a:10;
(%o2) 10
(%i3) Vin(a):= %i1*a;
(%o3) Vin(a):= %i1 a
(%i4) Vin(10);
(%o4) 0.00999000999000999
(%i5) 1e-3*10;
(%o5) 0.01
(%i6) 0.01/1e-3;
(%o6) 10.0
(%i7)
```



Po pierwsze, warto odnotować wykorzystanie programu **Maxima CAS**. Nie jest to pakiet czy program opracowany dla elektroników. Elektrycy najczęściej wykorzystują pakiety – programy do projektowania płytek drukowanych, a dość często także programy symulacyjne. Spośród programów symulacyjnych najbardziej znane są odmiany SPICE. Nie tylko wśród hobbystów zasłużoną sławą cieszy się darmowy LTspice, udostępniany przez Linear Technology, obecnie Analog Devices.

Do sprawdzania poprawności projektu często wykorzystywane są własne dedykowane programy symulacyjne, choćby właśnie LTspice.

Autor cytowanego listu w tym przypadku nie skorzystał z tego rodzaju programu przeznaczonego do symulacji układów elektronicznych. Nawet gdyby skorzystał, prawdopodobnie doszedłby do takich samych wniosków, jakie zawarł na początku e-maila.

Autor skorzystał z darmowego (na licencji GNU) programu **Maxima CAS**. Nie jest to symulator dla elektroników, tylko bardzo pożyteczny program „ogólnomatematyczny”. Może służyć jako zwyczajny kalkulator, ale może

też przeprowadzać nieporównanie bardziej skomplikowane obliczenia. Zasadniczo **Maxima CAS** to bardzo stary program. Jego początki sięgają roku 1982, a autor (Bill Schelter) zmarł w roku 2001 i program nie jest już rozwijany.

Nie warto byłoby wspominać o tym starym programie, gdyby nie kilka ważnych faktów. **Maxima CAS** to program do różnorodnych obliczeń matematycznych, a zasady matematyki się nie zmieniają, więc czas powstania nie ma znaczenia. Program powstał na potrzeby amerykańskich agencji rządowych, dlatego nie jest to niepewna w działaniu zabawka dla amatorów, tylko nadal jest to profesjonalne narzędzie o dużych możliwościach. Dziś ważne jest to, że od roku 1998 program jest darmowy i przy wielu obliczeniach może z powodzeniem zastąpić inne programy, w tym drogie komercyjne (Matlab, Mathematica, Maple, Mathcad, ...). A współczesny elektronik dość często potrzebuje podobnego narzędzia do rozmaitych obliczeń matematycznych, niekoniecznie do symulacji układów.

Na pewno warto wiedzieć, że ten darmowy program jest dostępny i w sumie nietrudny do opanowania. W sieci można znaleźć opisy, samouczki i różne przykłady wykorzystania. Warto zajrzeć pod adresy:

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Maxima>
[https://en.wikipedia.org/wiki/Maxima_\(software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Maxima_(software))

a przede wszystkim na stronę:
<http://maxima.sourceforge.net/>

Wprowadzie **Maxima** to stary program bez interfejsu, uruchamiany

z linii komend, jednak stworzono dla niego interfejs graficzny wxMaxima.
<https://wxmaxima-developers.github.io/wxmaxima/>

Przykład wykorzystania programu i interfejsu graficznego pokazany jest na **rysunku C** (z Wikipedii CC BY-SA 3.0 Omegatron).

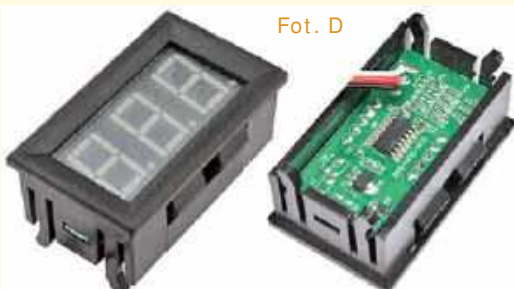
O bardzo pożytecznym programie **Maxima CAS** koniecznie trzeba było wspomnieć, ale w tym przypadku nie pomógł on w ustaleniu „Co tu nie gra?”. Wprost przeciwnie – jego użycie i uzyskane wyniki wprowadziły w błąd. Jest to bardzo częste wśród elektroników, że obliczenia matematyczne i wyniki symulacji nie tylko nie pomagają, ale wręcz przeciwnie – odwracają uwagę od praktyki i realnych ograniczeń. Wielokrotnie podkreślamy w EdW, że wspomniane narzędzia są znakomite, ale nie można się na nich koncentrować.

Tylko dwóch uczestników stwierdziło, że na prezentowanym schemacie nie ma błędów. Pozostali przedstawili odmienne opinie. Niektórzy stwierdzili bardzo łagodnie, że zasadniczo układ jest prawidłowy, ale niedoskonałość elementów wprowadza błędy i ograniczeniem jest napięcie zasilania. Inni stanowczo stwierdzili, że propozycja jest całkowicie błędna, bo układ nie spełni swego zadania.

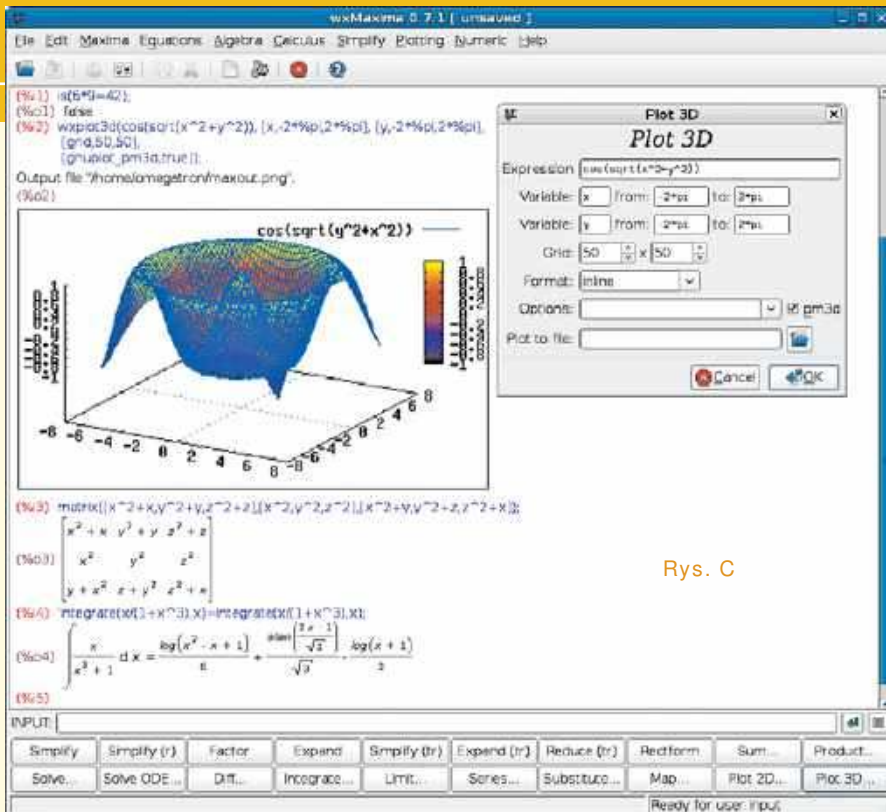
W zasadzie i jedni, i drudzy mają rację. Koncepcja nie jest błędna. Po niewielkich w sumie modyfikacjach układ mówiłby pełnię funkcję amperomierza. Ale pod pewnymi warunkami i z istotnymi ograniczeniami.

Jak zwykle, to ja jestem autorem rysunku B i to ja celowo treść zadania sformułowałem właśnie tak, by zasygnalizować pewne ważne aspekty zagadnienia interesującego wielu Czytelników EdW i nie tylko.

Mianowicie już od kilku lat można kupić bardzo tanie chińskie moduły. Różne moduły. Zwykle o bardzo prostej budowie. Jedne są trzycyfrowe – przykład na **fotografii D**. Jak widać, ten moduł zawiera jeden układ scalony, nie licząc stabilizatora.



Fot. D



Rys. C

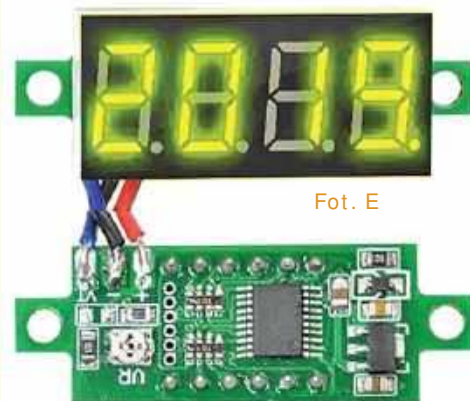
Inne są czterocyfrowe – **fotografia E**, a w jeszcze innych wyświetlacz jest pięciocyfrowy – **fotografia F**. Moduły woltomierzy z wyświetlaczem 5-cyfrowym można przy odrobinie wysiłku kupić za 15...20 złotych. Moduły mierników 4- i 3-cyfrowych można kupić już za kilka złotych. Taka rewelacyjnie niska cena zachęca do ich wykorzystania nie tylko w roli woltomierzy, ale też czyni je znakomitym półproduktem do wykorzystania w innych urządzeniach w roli wskaźników napięcia i prądu oraz do realizacji najróżniejszych mierników rozmaitych wielkości.

I właśnie zadanie **NieGra293** dotyczy takiej sytuacji: z wykorzystaniem gotowego modułu taniego woltomierza chcemy zrealizować bliski ideału amperomierz. Jeden z uczestników napisał: (...) *Powiem wprost, widziałem na znanych portalach aukcyjnych gotowe moduły mierzące równocześnie prąd i napięcie, a kosztujące jakieś drobne pieniądze. Sprzedawca zaklinał się, że napięcie mierzy z dokładnością 0,1% a prąd 1%. W naszym przypadku ciężko będzie to osiągnąć.* (...)

Idea jest taka, że znikomy spadek napięcia na małej rezystancji R_s wzmacniamy 1000 razy (teoretycznie 1001 razy) i podajemy na precyzyjny cyfrowy woltomierz.

Otrzymujemy amperomierz bliski ideału, bo rezystancja wewnętrzna jest zanedbywalnie mała i wynosi tylko 1mΩ. Większą rezystancję będą mieć przewody pomiarowe.

Amperomierz bliski ideału, bo wspomniana precyzja 0,3% to jak na



Fot. E



Fot. F

elektronikę amatorską wynik na pewno nie rewelacyjny, ale wyglądający na dobry. Na przykład w porównaniu z precyzją popularnych rezystorów 5% i precyzyjnych 1%.



Czym więcej cyfr na wyświetlaczu, tym większa jest spodziewana dokładność pomiaru. Niestety, w przypadku chińskich modułów, nie tylko woltomierzy, bardzo rzadko, a wręcz prawie nigdy, nie jest dostępna wyczerpująca dokumentacja czy nawet wiarogodna specyfikacja. Owszem, w ofertach reklamowych podaje się bardzo atrakcyjne parametry. Tylko po pierwsze nie wiadomo, czy są one prawdziwe. Po drugie, nie wiadomo, na ile stabilne są realne parametry.

A właśnie w przypadku woltomierzy i wszelkich innych mierników kwestia dokładności, liniowości i stabilności parametrów jest szczególnie istotna.

Zadanie **NieGra293** miało zwrócić uwagę właśnie na te ważne aspekty.

W treści zadania celowo napisałem, że dokładność 33-woltowego modułu to 0,3%. Na pozór wygląda to zachęcająco. Ale przyjrzyjmy się temu dokładnie. Dla napięcia 33V jeden procent to 0,33V, a 0,3% to 0,1V. Z grubsza biorąc, ten woltomierz pokazuje wynik z dokładnością do 0,1 wolta. Tymczasem na czterocyfrowym wyświetlaczu można wyświetlić napięcie z rozdzielczością 0,01V.

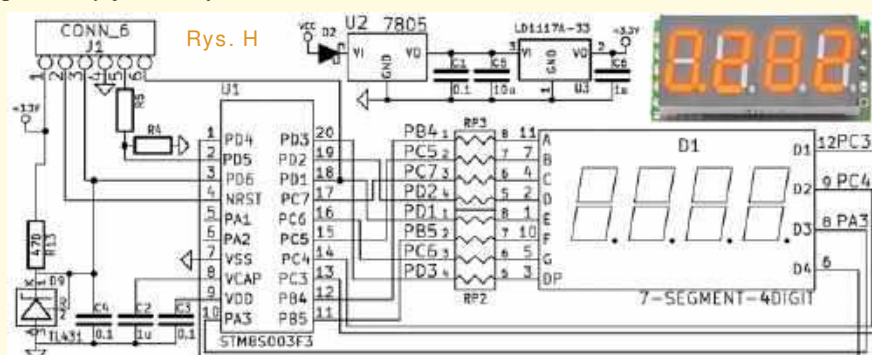
Rozdzielczość wynosi 0,01V, a dokładność, precyzja tylko 0,1V, co w szczególności dla napięć bliskich maksymalnemu 33,00V oznacza, iż ostatnia cyfra wyniku jest niewiarygodna i nie należy jej brać pod uwagę.

Szczegółowa analiza problemu dokładności byłaby trudna, bo nie znamy wszystkich parametrów i budowy modułu woltomierza. Nie wiadomo, na ile podana przez sprzedawcę dokładność 0,3%, czy raczej $\pm 0,3\%$ jest wiarygodna. Fotografii D, E, F pokazują tylko pojedyncze przykłady, a budowa wewnętrzna innych modułów może być i jest różna, co decyduje o precyzji, liniowości i stabilności (powtarzalności) wskazań.

Warto przypomnieć, że dawniej popularne były podobne moduły woltomierzy LED, zbudowane z wykorzystaniem starej, genialnie zbudowanej kostki ICL7107 (oraz moduły LCD z kostką ICL7106). Dla nas ważne jest teraz, że kostki te musiały być zasilane z oddzielnego źródła zasilania. Dlatego, że jak pokazuje **rysunek G** obwód, powiedzmy wewnętrznej masy z końcówką COMMON, ma tam potencjał o mniej więcej 2,8 wolta niższy od dodatniej szyny zasilania V+. Żadna z dwóch końcówek wejściowych (IN LO, IN HI) nie mogła być dołączona

ani do ujemnej szyny zasilania (masy), ani do dodatniej szyny zasilania. Było to znaczące utrudnienie, bo moduł z ICL7107(7106) musiał być zasilany ze źródła zasilania oddzielnego galwanicznie od obwodów, gdzie mierzone było napięcie.

W aktualnie budowanych modułach woltomierzy nie wykorzystuje się kostki ICL7107 ani pokrewnych. Wykorzystuje się mikrokontrolery, najczęściej z rodziny STM8. Mają one wbudowane przetworniki analogowo-cyfrowe (ADC) i zwykle to one mierzą napięcie. Przykład takiego prostego miernika z czterocyfrowym wyświetlaczem pokazany jest na **rysunku H**.



Jak widać, pracuje tu mikrokontroler STM8S003F3, a źródłem napięcia odniesienia jest kostka TL431. Mierzone napięcie przez dzielnik R5/R4 podawane jest na pin PD5 i wejście przetwornika ADC.

Co ważne, mierzone jest napięcie względem masy, a o precyzji takiego woltomierza decydują parametry wbudowanego w procesor przetwornika ADC. Choć przetworniki w procesorach STM są uważane za lepsze od tych w procesorach Atmel, ich precyzja też jest słaba. Po pierwsze w procesorze STM8S003F3 przetwornik ADC jest 10-bitowy, a więc daje wyniki w zakresie 0...1023. Tymczasem na czterocy-

frowym wyświetlaczu można wyświetlić liczby w zakresie 0...9999, czyli z niemal 10 razy większą rozdzielczością. Potwierdza się, że ostatnia cyfra z czterech jest niewiarygodna.

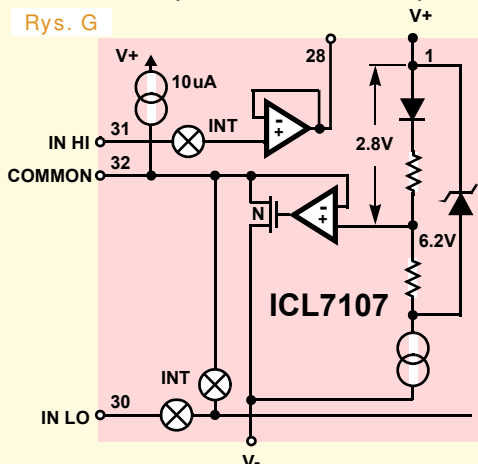
Ponadto przetwornik ADC w procesorze jest niedoskonały i błędy wskazań mogą sięgnąć nawet 4LSB. Jak wiadomo, słaba liniowość takie przetworniki mają na krańcach zakresu, co może oznaczać zaskakująco duże błędy. A jeżeli w grę wchodzi tak duże błędy przetwornika ADC, to w tym przypadku mniej ważna jest dokładność napięcia odniesienia, wytwarzanego przez kostkę o przeciętnych parametrach – TL431.

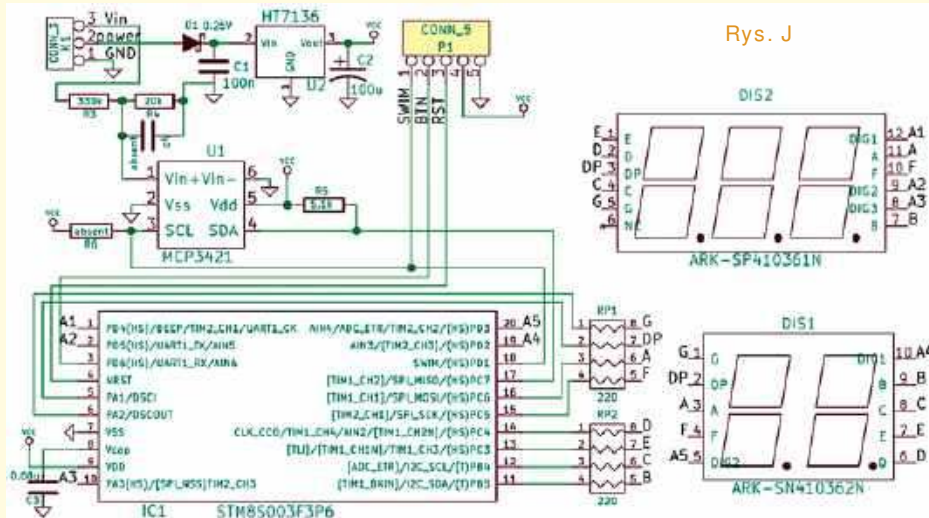
Na rysunku H nie widać żadnego elementu regulacyjnego (potencjometru), który pozwoliłby skalibrować taki woltomierz. A mało prawdopodobne jest, że kalibracja jest programowa, bo wymagałoby to kłopotliwych zabiegów przy programowaniu. W innych modułach nie ma zewnętrznego źródła napięcia odniesienia – funkcję napięcia wzorcowego pełni... napięcie zasilające uzyskiwane ze stabilizatora. Zwykle jest to mały stabilizator LDO o napięciu 3,0V lub częściej 3,3V. Napięcie wyjściowe (wzorcowe) może się w nich zmieniać zależnie od temperatury otoczenia i wartości zewnętrznego, niestabilizowanego napięcia zasilającego. Napięcie to dla wielu modułów wynosi 3,5V ... 30V. Przy wyższych napięciach stabilizator się mocno grzeje, co zmienia jego napięcie wyjściowe.

Warto wspomnieć, że najprawdopodobniej w programach takich woltomierzy są zawarte algorytmy, które tak przetwarzają i wyświetlają wyniki, żeby nie budzić wątpliwości obserwatora i żeby ukryć przed nim objawy kiepskiej dokładności.

Jeżeli ktoś kupi tego rodzaju moduł, to nie nacieszy się zbyt długo jego niziutką ceną. Szybko przekona się, że jest to jedynie gadżet, a nie miernik.

Rys. G




Rys. J

Nie znaczy to, że wszystkie moduły – tanie mierniki są mało przydatnymi gadżetami. W sumie wszystko zależy od dwóch czynników: przede wszystkim od budowy wewnętrznej, ale też od programu w procesorze, który może w pewnym niedużym stopniu polepszać dokładność wskazań.

Jeżeli w najprostszy sposób wykorzystany jest przetwornik ADC wbudowany w procesor, to rzeczywista dokładność będzie mała, najprawdopodobniej dużo gorsza niż parametry podawane przez sprzedawcę. Takich modułów trzeba unikać.

Ale niektóre moduły są nieporównanie lepsze. Na fotografii F oprócz procesora i stabilizatora można się doszukać małej, 6-nóżkowej kostki, która okazuje się przetwornikiem ADC. Często jest to MCP3421, czyli przetwornik 18-bitowy (262144 „schodków”) z wbudowanym źródłem napięcia odniesienia o dobrej stabilności. Schemat jednego z takich modułów pokazany jest na **rysunku J**. Informacje od użytkowników wskazują, że parametry takich modułów, które można kupić już za kilkanaście złotych, są zaskakująco dobre!

Na życzenie Czytelników moduły takie mogą zostać bliżej przedstawione na łamach EdW.

Wracając do zadania NieGra293: niektórzy uczestnicy słusznie wyrażali wątpliwości co do dokładności miernika. Jeżeli chodziłoby o miernik o schemacie z rysunku H, to na pewno nie można z jego użyciem zbudować precyzyjnego amperomierza. Ale z modułem według rysunku J – jak najbardziej jest to możliwe.

Ale nie według rysunku B. I to z kilku powodów. I tak znaczna część uczestników konkursu odnotowała

kolejny niepokojący szczegół. Mianowicie woltomierz ma maksymalne napięcie 33V, a na wyjściu wzmacniacza operacyjnego takiego napięcia nie uzyskamy.

Wzmacniaczem ma być pocziwy LM358, który na pewno nie jest wzmacniaczem *rail-to-rail*, tylko (pierwszym w historii obok LM324) wzmacniaczem typu *single supply*. Jak pokazuje **rysunek K**, jego wejścia mogą prawidłowo pracować na poziomie ujemnego napięcia zasilania, czyli w tym przypadku masy. Tak, ale jak podaje katalog, na wyjściu gwarantowane maksymalne napięcie będzie niższe od napięcia zasilania, może nawet o 1,5 wolta. **Rys. K**



Tu muszę wspomnieć, że dwóch uczestników (w różny sposób) wskazało, iż w spoczynku na wyjściu wzmacniacza operacyjnego wystąpi napięcie równe połowie napięcia zasilania. Napisali, że układ nie może być zasilany napięciem pojedynczym, tylko symetrycznym, najlepiej $\pm 15V$.

Otóż nie! Układ pracy wzmacniacza operacyjnego LM358 jest prawidłowy. Jak pokazuje **rysunek L**, przy zerowym napięciu wejściowym, czyli przy zwarcu wejścia nieodwracającego

do masy, na wyjściu wzmacniacza też powinno wystąpić napięcie równe zero (potencjał masy), a miernik powinien wskazać 0000.

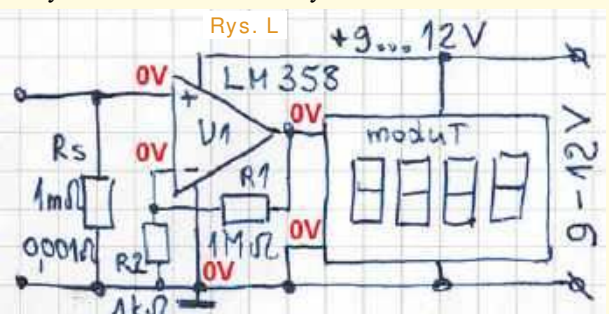
Problemy leżą gdzie indziej. Otóż jak wskazuje katalog i rysunek K, przy zasilaniu wzmacniacza napięciem 12V na pewno uzyskamy na wyjściu napięcia w zakresie 0 ... 10,5V. A przy zasilaniu najmniejszym podanym napięciem 9V na pewno uzyskamy na wyjściu napięcia w zakresie 0 ... 7,5V. I to jest problem, bo woltomierz jest 33-woltowy i z całego jego zakresu wykorzystamy mniej niż jedną czwartą. A to zmniejsza precyzję pomiarów!

Ale to wcale nie jest najgorsze. Najgorsze jest napięcie niezrównoważenia wzmacniacza operacyjnego. Według katalogu typowo wynosi $\pm 2mV$, ale może sięgnąć $\pm 9mV$. Jak wiadomo, napięcie niezrównoważenia jest wzmacniane. A w tym przypadku wzmocnienie, wyznaczone przez $R1$ i $R2$, wynosi tysiąc (1001). Gdyby napięcie niezrównoważenia wynosiło 2mV, to sytuacja byłaby mniej więcej taka jak pokazuje **rysunek M**.



Do tego dojdzie dryft cieplny wejściowego napięcia niezrównoważenia, który w starych kostkach LM358 typowo wynosi 7 mikrowoltów na każdy stopień Celsjusza.

Właśnie **napięcie niezrównoważenia kostki LM358 i jego dryft cieplny przekreślają sens rozwiązania z rysunku B**. Ale jeszcze raz podkreślam, że zasadnicza koncepcja jest prawidłowa, a problem mamy z kostką LM358 i dużym wzmocnieniem.





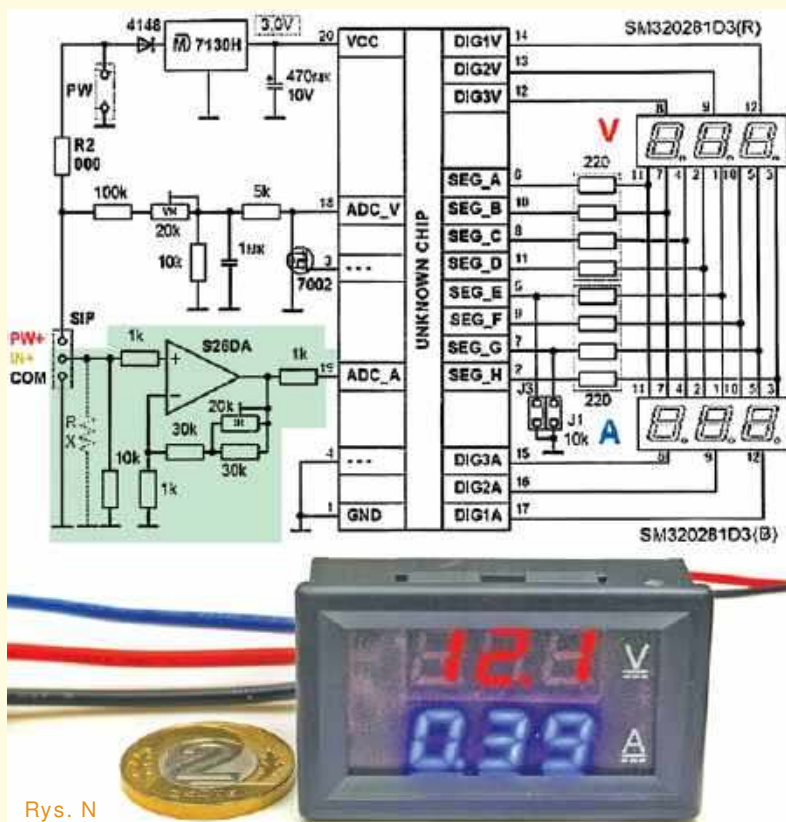
Jeżeli wzmacnienie byłoby mniejsze, to nawet kostka LM358 mogłaby spełnić oczekiwaną funkcję. Takie rozwiązania są spotykane w praktyce. **Rysunek N** pokazuje schemat modułu mierzącego i prąd, i napięcie. Na schemacie zieloną podkładką wyróżniony jest obwód pomiaru prądu. Nie jest to wprawdzie kostka LM358, ale pojedynczy wzmacniacz operacyjny, też o niezbyt doskonałych parametrach. Tu, jak widać, wzmacnienie napięciowe jest nieduże, rzędu kilkunastu, a potencjometr pozwala przeprowadzić kalibrację.

Część uczestników konkursu słusznie zwróciła uwagę, że na rysunku B nie ma możliwości kalibracji.

Wątpliwości niektórych uczestników wzbudziła podana na rysunku B wartość rezystora R_s , równa 0,001 oma. Warto zastanowić się, jaki zakres pomiarowy miałby amperomierz z rysunku B. Otóż gdyby wzmacniacz operacyjny był idealny, a moduł bardzo precyzyjny, to przy zasilaniu 9V uzyskalibyśmy zakres 0,000 do około 7,500 ampera. Przy zasilaniu 12V zakres do około 10,5A.

Przy prądzie 10A na rezystorze pomiarowym R_s wystąpiłoby napięcie 10mV, co dałoby moc strat wydzielaną w tym rezystorze tylko 100 miliwatów!

Bardzo dobrze! Zastosowanie rezystora 1-miliomowego wydaje się dobrym pomysłem. Tak, ale pod warunkiem, że zlikwidujemy problem napięcia niezrównoważenia i jego dryftu. Jeżeli rozdzielczość czterocyfrowego wyświetlacza wynosiłaby 1 miliamper, co odpowiada spadkowi



Rys. N

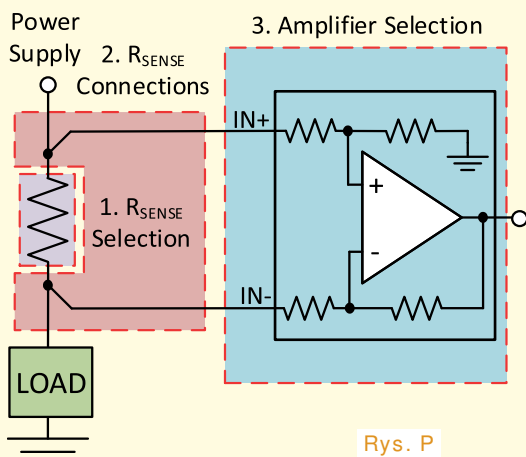
napięcia na R_s równym 1 mikrowoltowi (!), to tego rzędu lub mniejsze powinny być napięcie niezrównoważenia wzmacniacza operacyjnego i jego dryft. Co ważne, dziś można to zrobić zaskakująco prosto, wykorzystując nowoczesny wzmacniacz operacyjny o niemal zerowym napięciu niezrównoważenia i zerowym dryfcie. Na rynku dziś jest wiele wzmacniaczy typu *auto-zero* i *zero drift*. Oczywiście pod uwagę trzeba wziąć dodatkowe okoliczności oraz wprowadzić możliwość kalibracji amperomierza, a także korekcji zera.

Wracamy do rezystancji R_s . Jeden z Kolegów napisał: (...) *Widzę tu trzy problemy:*

1. *Rezystor pomiarowy o oporze zaledwie 1mOhm. Może być trudno dostać taki rezystor, przynajmniej ja takiego nigdzie nie widziałem. Prawdopodobnie opór połączeń lutowanych będzie większy (...)*

No tak, dawniej wśród elektroników rezystory o nominałach rzędu 0,1 oma, czyli 100 miliomów uchodziły za elementy o znikomej rezystancji. Dziś są powszechnie dostępne rezystory SMD o rezystancjach dużo mniejszych, w tym o niewiarygodnie małej wartości 1 milioma, a nawet jeszcze mniejszej. **Rysunek O** pokazuje, że na przykład w TME dostępne są cztery rodzaje rezystorów 0,001 oma o tolerancji $\pm 1\%$, o różnej mocy 1...3W i można je kupić w detalu (co najmniej 5 sztuk), w cenie brutto niewiele większej od złotówki. Są to rezystory przeznaczone właśnie do roli czujników prądu. Faktem jest, że spadek

tme.eu/pl/katalog/rezystory_100299/?page=1&products_with_stock=1&visible_params=2%2C34%2C5					
Nazwa produktu					
	LR2512-R001-1%-2W	Ilość [szt]	Cena netto* [PLN/szt]	Wielokrotność: 10 Ilość min.: 10	W magazynie [szt]: 2390 Dostawy do magazynu
	Rezystor: power metal; pomiarowy; SMD; 2512; 1mΩ; 2W; ±1%; 50ppm/°C	10+	0.94040		
	INFO PDF	100+	0.63195		
	Producent: ROYAL OHM	1000+	0.44011		
	Oznaczenie producenta: LR123WF100NT48	4000+	0.34532	10	ZAMÓW
Add to compare Ustaw powiadomienie Dodaj do Ulubionych Grupa					
	LR2512-R001-1%-3W	Ilość [szt]	Cena netto* [PLN/szt]	Wielokrotność: 10 Ilość min.: 10	W magazynie [szt]: 3980 Dostawy do magazynu
	Rezystor: power metal; pomiarowy; SMD; 2512; 1mΩ; 3W; ±1%; 50ppm/°C	10+	1.29023		
	INFO PDF	100+	0.86893		
	Producent: ROYAL OHM	1000+	0.60562		
	Oznaczenie producenta: LR123WF100NT48	4000+	0.47396	10	ZAMÓW
Add to compare Ustaw powiadomienie Dodaj do Ulubionych Grupa					
	WW12RR001FTL	Ilość [szt]	Cena netto* [PLN/szt]	Wielokrotność: 1 Ilość min.: 5	W magazynie [szt]: 4297 Dostawy do magazynu
	Rezystor: power metal; pomiarowy; SMD; 1206; 1mΩ; 1W; ±1%; -55÷155°C	5+	1.13072		
	INFO PDF	25+	0.96920		
	Producent: WALSIN	100+	0.86903		
	Oznaczenie producenta: WW12RR001FTL	1000+	0.81090	5	ZAMÓW
		5000+	0.71072		
Add to compare Ustaw powiadomienie Dodaj do Ulubionych Grupa					
	WW25RR001FTL	Ilość [szt]	Cena netto* [PLN/szt]	Wielokrotność: 1 Ilość min.: 5	W magazynie [szt]: 5895 Dostawy do magazynu
	Rezystor: power metal; pomiarowy; SMD; 2512; 1mΩ; 2W; ±1%; -55÷155°C	5+	1.28656		
	INFO PDF	25+	1.10275		
	Producent: WALSIN	100+	0.99248		
	Oznaczenie producenta: WW25RR001FTL	1000+	0.92264	5	ZAMÓW
		4000+	0.80871		
Add to compare Ustaw powiadomienie Dodaj do Ulubionych Grupa					


Rys. P

napięcia na nich jest niewielki i trzeba wziąć pod uwagę, że miedziane ścieżki mają większą rezystancję. Tak, ale problem można wyeliminować, a przynajmniej mocno zredukować, wykonując czteroprzewodowe połączenie Kelvina. W Internecie można znaleźć szereg wskazówek dotyczących wykorzystania tego rodzaju rezystorów pomiarowych o znikomej rezystancji.

Rysunek P pochodzi z materiałów Texas Instruments (*SBOA197: Integrated-Resistor Current Sensors Simplify PCB Design*). Pokazuje pokrewne rozwiązanie układowe oraz nieprawidłowe i prawidłowe sposoby prowadzenia ścieżek przy takich pomiarach.

Na rysunku P pokazana jest propozycja wykorzystania wzmacniacza różnicowego, ale prostsza konfiguracja z rysunku B, tylko ze wzmacniaczem operacyjnym o lepszych parametrach, też byłaby jak najbardziej akceptowalna, pod warunkiem prawidłowego poprowadzenia obwodów masy. To odrębne i słabo rozumiane zagadnienie, które na życzenie Czytelników EdW też może być szerzej omówione w oddzielnej artykule.

Niektórzy uczestnicy zadania dostrzegli ten problem. Jeden z Kolegów napisał: (...) *Dodatkowo, aby potencjał na odwracającym wejściu wzmacniacza był jak najbardziej zbliżony do potencjału na ujemnym zacisku pomiarowym, należałoby połączyć dolny koniec rezystora R2 jak najbliższym rezystora pomiarowego – aby rezystancja ścieżek nie wprowadzała dodatkowego błędu (...)*

Część uczestników podniosła problem kierunku prądu oraz biegunowości napięcia na rezystorze pomiarowym R_s . Przyzwyczajeni jesteśmy do tego, że nasze multimetry cyfrowe na zakresach napięć i prądów stałych prawidłowo pracują przy dowolnej biegunowości napięcia (kierunku prądu). Co najwyżej na wyświetlaczu pojawi się znak minus.

W omawianym przypadku amperomierza z rysunku B na pewno tak nie będzie!

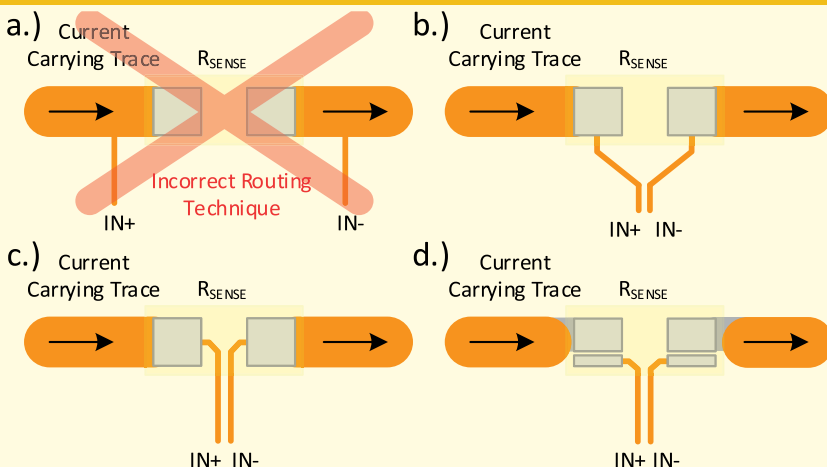
Jeżeli potraktujemy to jako wadę, to mamy do zgłoszenia punkt „co tu nie gra”. I niektórzy uczestnicy zgłosili ten szczegół. Ale w wielu zastosowaniach nie jest to wada, tylko cecha tego rozwiązania, całkowicie akceptowalna. Podobnie jest ze zgłoszeniem, że amperomierz nie będzie mierzył prądów zmiennych. Istotnie, jeżeli przyrząd miałby mierzyć prądy zmienne, trzeba coś w układzie zmienić.

Ale niekoniecznie dodać kolejny układ scalony. Otóż wzmacniacz nieodwracający w takiej konfiguracji z pojedynczym zasilaniem jest też aktywnym prostownikiem jednopółprzewodowym i może wystarczyć tylko filtr uśredniający RC między wzmacniaczem i modulem woltomierza. Da to miernik wyprostowanej wartości średniej, a jeżeli miałby dokładnie mierzyć wartość skuteczną przebiegów o różnych kształtach, to żaden filtr nie wystarczy i rzeczywiście trzeba dodać jakiś układ przetwornika True RMS.

Na marginesie: kilku uczestników w woltomierzu napięć stałych zaproponowało dodanie filtra uśredniającego RC, żeby przy zmianach wyświetlacz nie migotał – to ma sens!

Nieliczni uczestnicy proponowali dodanie obwodu korekcji napięcia niezrównoważenia, ale w przypadku LM358 nie ma to sensu z uwagi na bardzo duży dryft cieplny tego napięcia.

Jeden z uczestników zastanawiał się, czy w układzie nie powinno być jakiegoś zabezpieczenia przed odwrótnym, ujemnym napięciem na R_s i na wejściu wzmacniacza operacyjnego. Warto to rozważyć, ale w przypadku R_s o wartości 1 milioma, nawet przy dużych prądach rzędu 20A, napięcie to wyniesie tylko 20mV. A przecież w układzie na pewno będzie użyty wzmacniacz operacyjny, którego wejścia muszą pra-



widłowo pracować na poziomie masy. Z reguły takie wejścia mogą też pracować nieco poniżej potencjału masy, więc w praktyce problemu nie ma.

Niektórzy poruszyli problem wartości wzmocnienia. Teoretycznie przy rezystorach 1k Ω i 1M Ω wynosi 1001, ale tolerancja rezystorów zapewne nie będzie lepsza niż 1%, więc rzeczywiste wzmocnienie byłoby rzędu 991...1011, co w praktyce wymaga jakiegoś obwodu korygującego.

Słusznie zgłosiliście, że na schemacie nie ma elementów filtracji obwodu zasilania, co przy oczekiwanej precyzji byłoby konieczne. Nie ma też informacji, jak połączony jest drugi wzmacniacz z podwójnej kostki LM358.

Jeden z uczestników napisał w podsumowaniu: (...) *Czepiając się, wypadłoby zaproponować jakieś rozwiązanie. Najprościej byłoby zwiększyć rezystor pomiarowy, tak z 10 razy. (...) zasilanie (...) stabilizowane. Ponieważ moduł woltomierza nie umie liczyć, a my nie będziemy kombinować, gdzie przesunąć przecinek, pozostają takie wartości opornika i wzmocnienia, by w efekcie 1A na wejściu odpowiadał 1V na wyjściu i tu wracamy do dokładności. (...)*

Na koniec należy jeszcze wspomnieć o pewnej nadesłanej uwadze błędnej. Jeden z uczestników wskazał na kilka usterek, ale też napisał: (...) *– rezystor R1 należy odłączyć od gałęzi zawierającej rezystor R2 i połączyć z wejściem nieodwracającym („+”) wzmacniacza operacyjnego – zapewni to dodatnie sprzężenie zwrotne (...)*

Nagrody-upominki za zadanie **Nie-Gra293** otrzymują:

Piotr Graffstein – Warszawa,

Tadeusz Susfal – Warszawa,

Marcin Kartowicz – Bolechowo.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki



Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

Policz – zadanie 298

Coraz częściej widzimy różne konstrukcje z wykorzystaniem Arduino, płytek stykowych i przewodów połączeniowych ze szpilkami i gniazdami, pokazanych na fotografii A. Od dawna intryguje nas, jaką takie połączenia mają obciążalność. W ramach zadania *Policz298* należy:

- poszukać w Internecie stosownych informacji o takich przewodach, nazywanych „dupont” i oszacować ich obciążalność prądową.

Zapraszam do udziału zarówno elektroników doświadczonych, jak i początkujących, którzy jeszcze nie potrafią przeanalizować wszystkich subtelności zadania. Z uwagi na specyfikę tego zadania, tym bardziej 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 (**Policz298_Nazwisko**). *Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy.* Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz297* z poprzedniego miesiąca.

Policz – rozwiązanie zadania 293

W EdW 7/2019 przedstawione było zadanie *Policz293*, które brzmiało: *Na jednostronnej płycie projektowanego modułu impulsowego sterowania diodami LED musimy poprowadzić ścieżkę o długości 9 centymetrów, w której może płynąć prąd do 10A. Wstępnie zaprojektowaliśmy szeroką ścieżkę o szerokości 50 milów według rysunku B, jednak chcielibyśmy się upewnić, czy aby nie jest ona za wąska. W ramach zadania *Policz293* należy:*

- oszacować rezystancję oraz spodziewany spadek napięcia na takim odcinku ścieżki.

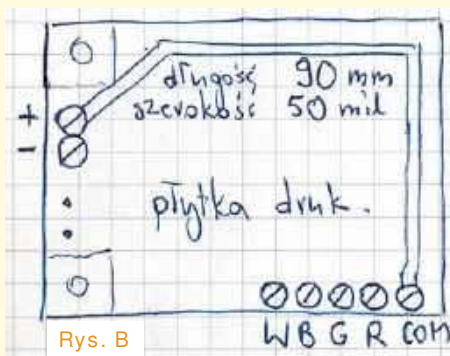
Jeden ze stałych uczestników który do najmłodszych już nie należy, napisał: *Witam, rezystancję ścieżki o długości 9 cm liczy się ze wzoru na rezystancję przewodu.*

Dla grubości ścieżek PCB: 18, 35, 70 i 105 um wynosi ona: 0,066, 0,034, 0,017 i 0,011 oma, co dla prądu 10A daje spadek odpowiednio: 0,66V; 0,34V; 0,17V i 0,11V.

Taka odpowiedź spełnia warunki zadania i jest prawidłowa. A doświadczony elektronik potrafi z tych liczb wyciągnąć istotne wnioski praktyczne.

Ale my jesteśmy w Szkole Konstruktorów i zadanie *Policz293* miało określić cel. Celem tym było zwrócenie uwagi na ograniczenia związane ze ścieżkami na płytkach drukowanych.

Problem w tym, że młodzi elektronicy są dziś bardziej informatykami niż elektronikami w dawnym rozumieniu.



Rys. B

Zbyt często się zdarza, że młody elektronik, który nie ma problemów z opinaniem programów do projektowania płytek, popełnia poważne błędy.

W programach do projektowania płytek często domyślnie ustawione są ścieżki o małej szerokości. Obraz na ekranie można powiększyć, wykonawca w zakładce produkcyjnym nie protestuje, więc dłaczego nie zaprojektować na płycie ścieżek o szerokości 20 czy 15 milów. A tylko w obwodach masy i zasilania dać bardzo szerokie ścieżki 50-milowe...

Bardzo szerokie...

Istotnie, przy małych prądach nie ma problemu, jednak co się stanie, gdy przez „bardzo szerokie” ścieżki popłyną duże prądy?

Częściową odpowiedź miało dać właśnie zadanie *Policz293*.

Cieszę się, że większość uczestników nie poprzestała na suchych obliczeniach i wyciągnęła dodatkowe wnioski.

Celowo w zadaniu nie podałem grubości miedzi, bo to miał być sygnał, że może trzeba dokonać ważnego wyboru.

Najczęściej wykorzystuje się płytki drukowane z warstwą miedzi o grubości 0,035mm (35um). „Nieokrągła” wartość wynika z faktu, że standardy dotyczące płytek drukowanych dawno temu przyjęto nie w Europie, tylko w USA z wykorzystaniem tamtejszych miar i jednostek. Płytki takie często oznaczane są *1oz*, ponieważ przy produkcji jedna uncja miedzi pokrywa jedną stopę kwadratową płytki.

Rzadko wykorzystuje się płytki o grubości miedzi 0,5oz, czyli 18-mikrometrowe. W zasilaczach większej mocy dość często stosowane są droższe płytki z miedzią 70um (2oz), rzadziej z miedzią 105um (3oz), ponieważ są dużo droższe.

Hobbyści zwykle nie czują problemu, nie interesują się grubością miedzi. Ja przy okazji zachęcam do testów: w miarę możliwości warto sprawdzić w uszkodzonym sprzęcie, jaką grubość ma miedź na płytkach z zasilaczami i przetwornicami.

Na pierwszy rzut oka nie widać różnic. Można je poznać dopiero, odrywając ścieżki i porównując grubość tak uzyskanych pasków.

Z przyjemnością odnotowuję, że prawie połowa uczestników w swoich rozwiązaniach napisała, iż przy tak dużym prądzie (9A) należałoby zastosować płytki z grubszą warstwą miedzi.



A oto fragmenty Waszych rozwiązań:

(...) Rezystancję ścieżki obliczamy według wzoru $R = \rho L/A$ gdzie ρ – rezystywność miedzi $1,72 \cdot 10^{-8} \Omega m$, L – długość $0,09m$, A – przekrój poprzeczny $4,445 \cdot 10^{-8} m^2$. Do obliczeń przyjęto grubość miedzi 35 mikrometrów dla najczęściej używanego materiału. Po podstawieniu do wzoru uzyskamy wartość rezystancji **$R=0,035\Omega$** . Przy przepływie prądu 10A spadek napięcia wyniesie około **$U=0,35V$** . Na rezystancji wydzieli się moc **$3,5W$** . Czy te wartości są bezpieczne dla projektowanej płytki? Przy przepływie takiego prądu należy uwzględnić wzrost temperatury (przyjmuje się max. około 85 stopni). Korzystając z darmowych programów obliczania ścieżki, minimalna szerokość powinna wynosić około 5mm. Tak więc zdecydowanie można powiedzieć że płytka nie spełni zakładanych parametrów. Co możemy więc zrobić?

(...) zmienić laminat na grubość 2oz = 70 mikrometrów i zwiększyć szerokość do 100 milów (...) jeszcze należy uwzględnić:

1. Metoda wykonywania płytki PCB. Laminaty nie mają idealnej grubości folii miedzianej. Należy przyjąć więc kilka procent mniej.

2. Możliwość podtrawiania płytki podczas produkcji w warunkach amatorskich.

3. Przy galwanicznym nakładaniu miedzi, aby uzyskać większą grubość ścieżki, też należy przyjąć wartość minimalną.

4. Należy zwrócić uwagę na odległość od sąsiednich [grzejących się] ścieżek.

Oto fragment innego rozwiązania:

(...) Zgodnie ze stroną:

<https://www.elektrisola.com/conductor-materials/copper.html>

w skrócie: <https://bit.ly/3q6drQn>

(...) Rezystancja ścieżki wyniesie początkowo 34,62 milioma i będzie rosła wraz ze wzrostem temperatury. (...) Moc wydzielana w tej ścieżce (...) 3,46W i będzie rosła wraz ze wzrostem temperatury. Nawet początkowe 3,46 W to zdecydowanie za dużo jak na taką ścieżkę (...)

I jeszcze innego:

(...) wskazuje, że ścieżka jest zbyt wąska i należałoby ją poszerzyć (co potwierdzają np. wyniki z kalkulatora ze strony <https://www.7pcb.com/trace-width-calculator.php> w skrócie: <https://bit.ly/2JffdxL>

gdzie zgodnie z normą IPC-2221 ścieżka taka powinna mieć przynajmniej 122mils, jeżeli akceptowalny jest wzrost jej temperatury o 40 stopni Celsjusza). Rozwiązaniem może być tu także zwiększenie grubości folii miedzianej – już dla 70um ścieżka grubości 50mils jest akceptowalna przy uwzględnieniu możliwego wzrostu jej temperatury o 55 stopni.

I kolejne:

(...) Obliczyłem przyrost temperatury $\Delta v = 127^\circ C$ (...) Ścieżka $d=50\mu m$ przy prądzie 10A może nagrzewać się do wysokich temperatur około $150^\circ C$!

I kolejne:

(...) Prawie 3,5 wata mocy strat na zwykłej ścieżce. Taka moc z pewnością ją podgrzeje i bardziej zwiększy opór, a co za tym idzie, moc strat.

Tylko o ile?

Miedź ma temperaturowy współczynnik oporu = 0,0038/K. Gdyby ścieżka mogła podgrzać się o $100^\circ C$ (to czysty strzał), to jej opór wzrósłby do:

$0,0349 \cdot (1 + (0,0038 \cdot 100)) = 0,0483\Omega$, a co za tym idzie, moc strat wzrosłaby do prawie 5W. Korzystając z tabeli obciążalności ścieżek dla dopuszczalnego wzrostu temperatury 10 st. C, znalazłem, że przy 10A należałoby poprowadzić ścieżkę o szerokości 7,6mm.

To 6 razy więcej niż w oryginalnym pomysły i może nie być na to miejsca. Chyba najlepiej byłoby w tej sytuacji przylutować na ścieżkach kawałek drutu lub dołączyć dodatkowe kable zamiast ścieżek.

I jeszcze:

(...) po co liczyć, jak są kalkulatory?

Wg tego kalkulatora

<https://www.digikay.pl/pl/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-pcb-trace-width>

w skrócie: <https://bit.ly/3mahMzj>

dla temperatury powietrza $25^\circ C$ i dopuszczalnego wzrostu temperatury ścieżki o $20^\circ C$ szerokość ścieżki powinna wynieść ok. 190 milów, a więc prawie 4 razy więcej. Wg tego kalkulatora ścieżka o szerokości 50 milów nagrzej się przy prądzie 10A prawie do $200^\circ C$ (...)

Następne:

(...) obliczone spadki napięć dotychczas sytuacji przepływu stałego prądu o natężeniu 10A, który oczywiście może być wartością maksymalną sterowaną impulsowo. (...) W przypadku grubości 35um moc strat przy ciągłym prądzie 10A wyniesie około 4W i pojawia się pytanie, jak zmieni się temperatura ścieżki...

Udało mi się odszukać w literaturze następującą tabelę z której wynika, że przy grubości folii 70um, szerokości ścieżki 80mils i przepływie prądu o natężeniu 10A temperatura ścieżki wzrośnie o $30^\circ C$ W uproszczeniu traktując zależność jako liniową przy danych zadania i przyjęciu grubości 35um temperatura wzrośnie o około $80^\circ C$, a to jest już niedopuszczalne.

I na koniec:

Bardzo podobne zagadnienie było rozpatrywane kilka lat temu w Waszym piśmie (EdW 9/2003). W listach od Piotra (...) oporności ścieżek, moce strat i inne ciekawe parametry. W jednej z tabel podano nawet tzw. prąd niszczący dla ścieżek o określonej szerokości. Niestety nie było tam podanych wartości dla ścieżki o szerokości 50 milów, więc nie dało się bezczelnie zerząć rozwiązania. Oczywiście można wyjść ze znanych (mam nadzieję) wzorów na oporność przewodnika, policzyć na piechotę moc, jaka się na nim wydzieli itd., ale ktoś już dawno wymyślił tabele i nomogramy, a w dobie Internetu kalkulatory on-line. Jeden z takich kalkulatorów jest na stronie dystrybutora części: <https://www.digikay.pl/pl/resources/conversion-calculators/conversion-calculator-pcb-trace-width> w skrócie: <https://bit.ly/2Jbx4ps>.

Po prostym podaniu danych otrzymujemy gotowy wynik, co też i uczyniłem. (...) Z tych danych wynika, że ścieżka jest za cienka/wąska i w czasie eksploatacji najprawdopodobniej ulegnie zniszczeniu. Oczywiście można się zastanawiać, jak często i przez jaki czas popłynie maksymalny prąd, jeżeli będzie to sporadycznie i przez krótki czas, może nic się nie stanie (...) Z przedstawionych obliczeń wynika, że ścieżka powinna być prawie dwukrotnie szersza niż projektowana. Pocynowanie raczej nie rozwiąże problemu. Rezystancja cyny jest kilka razy większa niż miedzi, a warstwa też nie będzie znacząca. Jeżeli nie można poszerzyć ścieżki, pozostaje wzmocnić ją przez przylutowanie na całej długości drutu miedzianego.

Dwóch uczestników do obliczenia rezystancji ścieżki wykorzystało „metodę kwadratów”. Przy długości ścieżki 90mm i szerokości 1,27mm, składa się ona z 71 kwadracików. Dla miedzi o grubości 35um (1oz) jeden kwadrat ma około 0,5 oma, więc rezystancja też wychodzi około 35 miliohmów. Informacje na ten temat zaczerpnęliście między innymi ze stron:

<https://ep.com.pl/files/1816.pdf>

http://www.nanotech-elektronik.com/files/Poradnik_projektanta_PCB_cz1.pdf

Nagrody-upominki za zadanie **Policz293** otrzymują:

Maciej Czarnecki – Sławków,

Andrzej Kubiak – Rumia,

Łukasz Fortuna – Wołowa.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

Akustyczny sygnalizator włączonego oświetlenia

Czasem zapominamy o wyłączeniu oświetlenia w miejscach, w których przebywamy rzadko – na przykład na strychu albo w piwnicy. Ten układ pomoże zapominałskiemu i to bez konieczności ingerencji w instalację elektryczną budynku.

Do czego to służy?

Ten układ informuje, że jego czujnik światła jest oświetlony. Informacja ma postać krótkich pisków. Po wyłączeniu oświetlenia przechodzi w stan czuwania i piski ustają. Zarówno czas między piśnięciami, jak i próg zadziałania są regulowane potencjometrami. W ten sposób może służyć informowaniu domowników o tym, że w piwnicy ktoś jest – albo po prostu, że nie wyłączył za sobą światła. Można go zasilać napięciem stałym o wartości 3V. Pobór prądu jest na tyle niski, że komplet dwóch baterii typu R6 (inaczej: AA) starczy na wiele miesięcy eksploatacji.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na **rysunku 1**. Zasilanie dla niego jest doprowadzone do zacisków złącza J1. Między linią zasilającą a masą znalazły się dwa kondensatory – C1 i C2 – które redukują tętnienia wywołane przełączaniem się układu cyfrowego.

Generatorem, który odmierza czas pomiędzy kolejnymi kontrolami natężenia światła, jest bramka US1A otoczona trzema elementami: kondensatorem C3, rezystorem R1 i potencjometrem P1. Sama bramka zachowuje się jak bramka NOT z wejściem Schmitta. Taki generator, o najprostszej możliwej topologii, przy zasilaniu 3V ma bardzo mały pobór prądu ze względu na użycie w nim układu cyfrowego z rodziny CMOS oraz relatywnie wysokiej rezystancji spawalniającej przeładowywanie kondensatora C3.

Częstotliwość wytwarzanego sygnału prostokątnego zależy od położenia ślizgacza potencjometru P1. W modelu dla minimalnej jego rezystancji okres wynosi

1,2s, a dla maksymalnej około 13s. Rozrzuty między egzemplarzami (głównie szerokość histerezy) mogą być duże, co w tym zastosowaniu nie przeszkadza.

Kondensator C4 i rezystor R2 tworzą obwód różniczkujący, który z generowanego ciągu „wybiera” tylko zbocza opadające. Stan logiczny prawej okładki C4 staje się wtedy, na chwilę, równy zero. Potem rezystor R2 przeładowuje wspomniany kondensator.

Zadaniem rezystora R3 jest ograniczenie natężenia prądu płynącego przez diody zabezpieczające wejście bramki US1B. Do takiej sytuacji dochodzi cyklicznie, podczas nadejścia zbocza narastającego z wyjścia bramki US1A. Wtedy potencjał wejścia bramki US1B wyniósłby dwa razy wartość napięcia zasilającego, co powodowałoby przepływ prądu o relatywnie wysokim natężeniu przez wyjście bramki US1A. Przy zasilaniu 3V nie ma żadnego problemu, ale na wszelki wypadek wstawiono rezystor ograniczający R3.

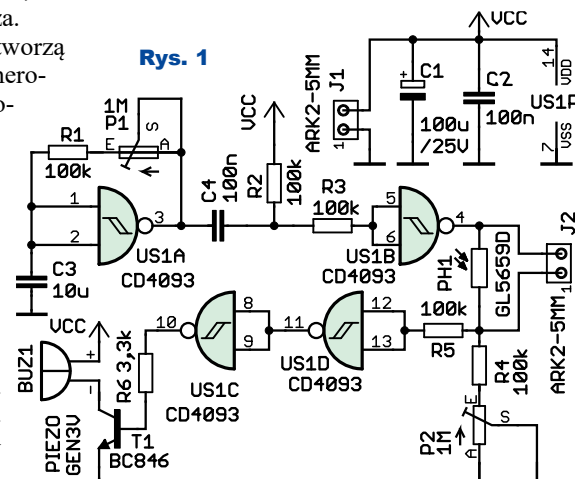
Pojawienie się (na chwilę) stanu niskiego na wejściu bramki US1B powoduje wystawienie przez nią stanu wysokiego na wyjściu. Z tegoż wyjścia zasilany jest dzielnik napięcia składający się z:

- fotorezystora PH1,
- połączonego szeregowo potencjometru P2 i rezystora R4.

Zastosowany fotorezystor ma wysoką rezystancję po oświetleniu, rzędu kilkudziesięciu kiloomów. W ciemności jego rezystancja sięga nawet $20\text{M}\Omega$. W połączeniu z wysoką rezystancją „dolnej” gałęzi dzielnika, przez cały dzielnik płynie prąd o bardzo niskim natężeniu, rzędu pojedynczych mikroamperów. Jeżeli dodamy do tego zasilanie dzielnika krótkimi impulsami, pobierana z baterii moc strat jest naprawdę niewielka.

Regulacja wypadkowej rezystancji „dolnej” gałęzi dzielnika umożliwia zmianę progu zadziałania układu. Im mniejsza rezystancja P1, tym jaśniej

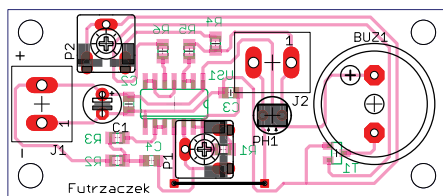
Rys. 1



musi być, aby bramka US1D uznała napięcie wychodzące z dzielnika za logiczną „1”. Histereza, jaką wprowadza wejście Schmitta, zapobiega samorzutnemu przełączaniu się układu, jeżeli napięcie byłoby zbliżone do wartości progu zadziałania bramki. Dodatkowo, wejście Schmitta pozwala na podanie na jej wejście dowolnego napięcia (z dozwolonego przedziału) bez ryzyka uszkodzenia.

Jeżeli o uszkodzeniu mowa, to elementem zabezpieczającym bramkę US1D jest rezystor R5. Fotorezystor może być umieszczony poza płytką, połączony z nią przy użyciu długich przewodów, w których będą indukowały się zakłócenia. Do tego dochodzi kwestia wyładowań elektrostatycznych, które działają silnie destrukcyjnie na delikatne wejścia bramek z rodziny CMOS. Wstawienie rezystora w szereg z wejściami ogranicza prąd diod zabezpieczających, które są wbudowane w strukturę układu scalonego. Ponadto zwiększa to czas narastania napięcia na nich w przypadku szybkich wyładowań o charakterze impulsowym.

Czwarta bramka została użyta do negacji stanu wyjścia bramki US1D, wobec czego na jej wyjściu uzyskujemy wysoki stan logiczny w sytuacji, gdy światło pada



Rys. 2

na fotorezystor. Sygnalizator akustyczny BUZ1 jest obsługiwany przez klucz nasyciony na tranzystorze NPN – T1. Wprawdzie do sterowania jego bazą jest używany prąd o natężeniu aż 800μA, ale załącza on sygnalizator akustyczny pobierający prąd o znacznie większym natężeniu.

Skoło wszystkie bramki NAND układu CD4093 zostały tutaj użyte jako negatory, czemu więc nie użyto układu CD40106, który zawiera sześć bramek NOT z wejściami Schmitta? Powód jest prosty: do jego realizacji spokojnie wystarczyłyby tylko trzy bramki. Zatem CD4093 zawiera dostateczną liczbę bramek (a nawet o jedną za dużo), zaś CD40106 aż trzy nadmiarowe.

Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 58×25mm. Wzór jej ścieżek i schemat montażowy przedstawia **rysunek 2**. W odległości 3mm od krawędzi płytki znajdują się otwory montażowe o średnicy 3,2mm każdy.

Montaż elementów polecam rozpocząć od przylutowania tych na spodniej stronie płytki. Zagęszczenie znajdujących się tam elementów w obudowach SMD nie jest duże – zwykła lutownica z niezbyt grubym grotem oraz kalafonia w pełni wystarczą. Potem polecam przylutować jed-

ną zworę z cienkiego drutu, która występuje na wierzchniej stronie obwodu drukowanego, ponieważ można o niej łatwo zapomnieć. Pozostałe elementy radzę wlutować według rosnącej wysokości ich obudów. Zmontowany układ można zobaczyć na fotografii tytułowej oraz na **fotografii 1**.

Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu zasilania do zacisków złącza J1. Polecam w tym celu użyć baterii o nominalnym napięciu 3V – mogą to być połączone szeregowo dwie baterie AA lub jedna miniaturowa bateria litowa CR2032. Rozmiary płytki są tak dobrane, że da się ją przykleić do koszyka dwóch baterii AA leżących obok siebie.

Złącze J2 służy do wygodnego podłączenia fotorezystora PH1 w sytuacji, gdyby miał on zostać wyciągnięty poza płytkę na przewodach. Jeżeli nie będzie ono używane, można go nie montować.

Pobór prądu zależy od stanu, w jakim znajduje się układ (sygnalizator pracuje lub nie) oraz od częstotliwości sprawdzania stanu oświetlenia. Uśrednione wyniki pomiarów (przy napięciu 3V) zostały zebrane w **tabeli 1**. Przyjmując największy pobór

Tabela 1	Czujnik oświetlony	Czujnik zaciemniony
Częstotliwość minimalna	100μA	10μA
Częstotliwość maksymalna	1mA	20μA



Fot. 1

prądu w stanie spoczynku oraz pojemność baterii na poziomie 2000mAh, teoretyczny czas pracy może przekroczyć 11 lat.

W praktyce, należy mieć na uwadze zwiększony pobór prądu w trakcie pracy sygnalizatora dźwiękowego oraz ograniczoną trwałość samych baterii. Nawet jeżeli nie jest z nich pobierany prąd, zachodzące wewnątrz ogniw procesy chemiczne powodują ich samodzielną degradację. Niemniej jednak można liczyć nawet na kilka lat bezobsługowej eksploatacji.

Michał Kurzela

michal.kurzela@ep.com.pl

Wykaz elementów

R1...R5	100kΩ SMD0805
R6	3,3kΩ SMD0805
P1,P2	1MΩ montażowy łączący
C1	100μF/16V THT raster 2,54mm
C2, C4	100nF SMD0805
C3	10μF SMD0805
T1	BC846 lub podobny
U1	CD4093 SO14
BUZ1	PIEZO GEN3V
J1, J2	ARK2 5mm
PH1	GL5659D

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3288

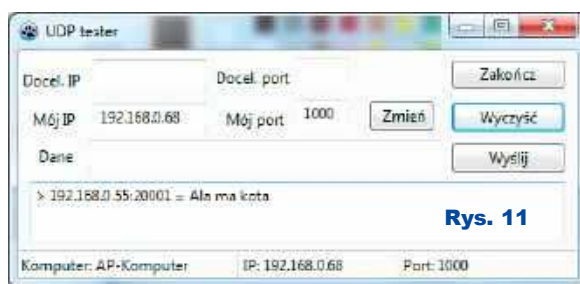
Ciąg dalszy ze strony 33

Mając zgromadzone w jednym miejscu wszystkie dane, zostaje obliczona suma kontrolna (wywołanie funkcji *CalculateUDPChecksum*). Tak spreparowany pakiet zostaje przekazany do instancji zajmującej się wysyłaniem. Dalsze losy danych są uzależnione od aktualnej sytuacji. Jeżeli instancja wysyłająca zna powiązanie adresu IP z adresem MAC, to pakiet zostaje wytransmitowany. W przeciwnym wypadku zostaje zakolejkowany do późniejszego wysłania, gdyż należy zdobyć adres MAC miejsca docelowego.

Jednocześnie w drugim komputerze uruchomiony program UDPTESTER odebrał wysłany pakiet i jego treść wyświetlił na ekranie (**rysunek 11**). Tu warto zwrócić uwagę na fakt, że program ma jedynie

wprowadzone dane określone jako „mój IP” oraz „mój port”. Te dane pozwalają utworzyć w programie windowsowym gniazdko z nadanym numerem portu, które zostało zgłoszone jako gniazdko do nasłuchu. Program może odebrać pakiety UDP adresowane zgodnie z informacjami występującymi w odpowiednich polach programu UDPTESER.

Nie jest możliwe wysyłanie danych (pola identyfikujące adresata nie są wprowadzone). W okienku z odebraną treścią pokazane są parametry nadawcy: adres IP=192.168.0.55 oraz port=20001. Można łatwo ustalić w kodzie źródłowym programu mikrokontrolera, że te parametry identyfikują gniazdko zgłoszone do nasłuchu. Z kolei w parametrach funkcji wysyłają-



Rys. 11

cej podany jest adres IP komputera oraz numer portu obsługiwany przez program UDPTESTER (o numerze 1000, listing 4).

W następnej odsłonie „Filozofii sieci” zajmę się innymi przykładami prezentującymi możliwości protokołu UDP.

Andrzej Pawluczuk

apawluczuk@vp.pl

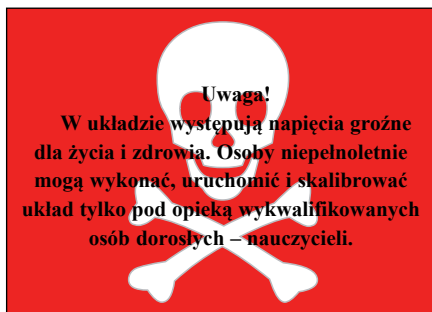


Posłuszne iskierki

Jako mały chłopiec bardzo lubiłem w czasie burzy patrzeć przez małe okienko na strychu i obserwować błyskawice, które prawie zawsze trafiały w komin pobliskiego tartaku.

Wyładowania elektryczne tak mnie zainteresowały, że po lekturze książki „Nowoczesne zabawki” już w szkole podstawowej zbudowałem swój pierwszy transformator Tesli. Wytwarzane iskierki nie były zbyt okazałe, bo miały zaledwie około 15mm, ale zaświecenie świetlówki z odległości i to jeszcze przez ścianę było wystarczająco spektakularne.

Doświadczenia z wysokim napięciem są z pewnością bardzo efektowne, ale też mogą być niebezpieczne!



Całkiem niedawno dostałem zlecenie wykonania takiego eksponatu do pokazów z wykorzystaniem samochodowej cewki zapłonowej. Nie będę tu opisywał zasady działania cewki zapłonowej, każdy może samodzielnie poszukać informacji w Internecie, do czego oczywiście zachęcam. Podam tylko kluczową informację, że iskra powstaje po przerwaniu przepływu prądu przez uzwojenie pierwotne. Ja zastosowałem sterowanie krótkimi impulsami przy tworzeniu programu sterującego.

Wyszło to jak widać na **fotografii 1**, a filmik prezentujący działające urządzenie znajduje się w materiałach dodatkowych do tego artykułu. W pokazanej

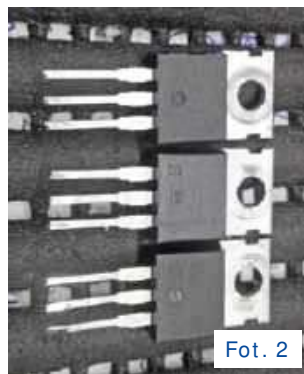
na filmie kartce papieru powstają miniaturowe otwory, niewidoczne gołym okiem. Tego urządzenia nie będę też opisywał dokładniej, ponieważ układ zmontowany jest w „pajaku” i zalany w tworzywie sztucznym, a ponadto ja zastosowałem cewkę zapłonową z bardzo nietypowym połączeniem uzwojeń (rzadko spotykaną). Ponadto nie ma w nim opisanych dalej usprawnień i zabezpieczeń.

W zasadzie nic w tym szczególnego, tyle tylko że do sterowania wykorzystałem mikrokontroler, bo chciałem zobaczyć, jak taki układ będzie się zachowywał w praktyce. Okazało się, że pojawiły się zupełnie nieoczekiwane problemy, które warto opisać...

Początkowo iskierki nie były całkiem „posłuszne”: pomimo prawidłowego sterowania powstawały nieregularnie, a nawet pojawiały się dodatkowe. Ponadto przy testach uszkodziły się trzy tranzystory IFR840, pokazane na **fotografii 2**, mimo zapasu maksymalnego napięcia V_{DS} i zamontowaniu w obwodzie bramki diody Zenera. Podejrzewam, że były to jakieś chińskie podróbki. Z powodzeniem zastosowałem teraz w układzie tranzystory typu IRF830 zakupione u innego sprzedawcy.



Fot. 1



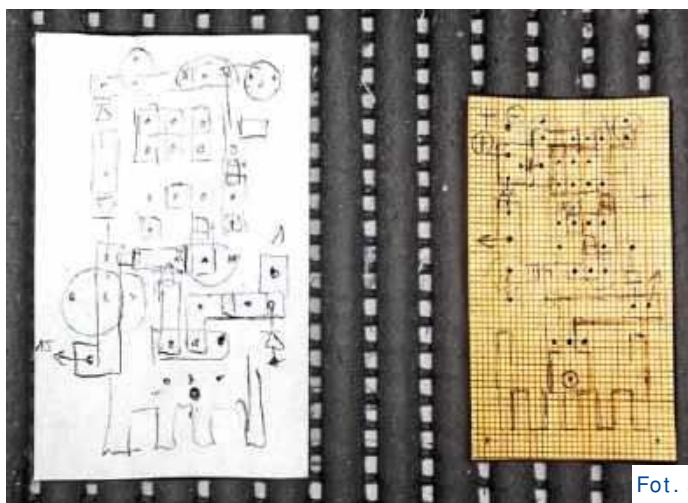
Fot. 2

Pomału zacząłem eliminować przyczyny powstawania zakłóceń, które pojawiały się przy wyładowaniach. Na znanym portalu aukcyjnym nabyłem do testów kilka różnych cewek zapłonowych (**fotografia 3**). Takie używane jak na fotografii można kupić już po 20zł za sztukę (albo pozyskać od znajomych za darmo). Okazało się, że bardzo ważny jest sposób

włączenia cewki zapłonowej do układu oraz miejsca powstawania iskry. Jedną z cewek miała początek uzwojenia wysokiego napięcia połączony z obudową. Ta nie sprawiała żadnych problemów i to ją zastosowałem w układzie z **fotografii 1**. Jak zauważyłem, jakość kondensatora przy cewce zapłonowej też ma wpływ na energię powstających iskier.



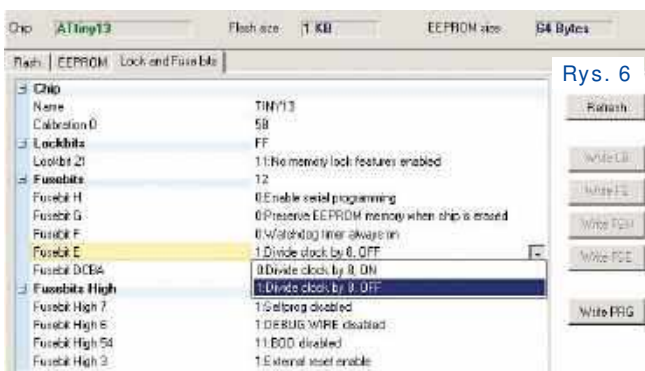
Fot. 3



Fot. 5 a, b



Fot. 7



Rys. 6

konektor samochodowy. Jak widać na schemacie, kondensator i iskiernik jest włączony inaczej niż w konwencjonalnych układach. Również obudowa cewki nie jest podłączona do „masy”, bo mimo że nie są do niej podłączone żadne uzwojenia, po jej dołączeniu powstają zakłócenia w pracy. Przetestowałem w praktyce wszystkie możliwe opcje ☺. Sposób

wykonania iskiernika można podejrzec na fotografiach w materiałach dodatkowych.

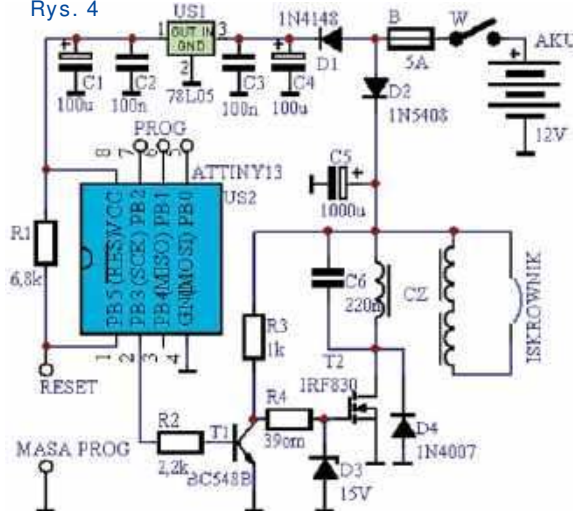
Dla potrzeb artykułu zaprojektowałem metodą rysunkową płytkę drukowaną (fotografia 5), którą oczywiście wykonałem wielokrotnie już przedstawianą przeze mnie metodą frezowania. Dla ewentualnych eksperymentatorów: wszystkie programy skompilowane oraz źródłowe zamieszczone są w materiałach dodatkowych. Fusebity ustawione, jak pokazuje rysunek 6. Zmontowaną płytkę pokazuje fotografia 7. Całe urządzenie zmontowane na małej płytce meblowej widać na fotografii tytułowej.

W materiałach dodatkowych znajdują się jeszcze inne zdjęcia, pokazujące moim zdaniem kilka ważnych szczegółów montażowych. Orientacyjny pomiar napięcia wyjściowego wykonałem przy użyciu testera iskrowego w sposób widoczny na fotografii 8.

A teraz czas na najciekawsze eksperymenty. Ale najpierw wspomnę, że przy wprowadzaniu programu do nowego mikrokontrolera ATtiny13 zapomniałem wyłączyć w fuse-

Po wielu testach powstał układ, którego schemat przedstawia rysunek 4. Diody D2 i D3 zabezpieczają urządzenie przed odwrotnym podłączeniem biegunów zasilania. Rezystor R1 przy nóżce 1 układu US1 eliminuje przypadkowe resetowanie procesora. Bezwzględnie należy zastosować w układzie odpowiedni bezpiecznik. Prądy zwarciaowe naprawdę potrafią stopić przewody zasilające w przypadku zwarcia, jeżeli do zasilania będziemy stosować akumulator! Z wyłącznika można zrezygnować, wystarczy wsuwany

Rys. 4



Fot. 8

bitach dzielnik zegara wewnętrznego, więc iskiereki powstawały bardzo wolno.

Ciąg dalszy na stronie 55

Wykaz elementów

R1	6,8kΩ SMD1206
R2	2,2kΩ SMD1206
R3	1kΩ SMD1206
R4	39Ω SMD1206
C1, C4	100uF/25V
C2, C3	100nF SMD1206
C5	1000uF 25V
C6	220nF/630V
D1	1N4148
D2	1N5408
D3	diody Zenera 15V
D4	1N4007
T1	BC547B
T2	IRF830 + radiator (opis)
US1	IRF830
US2	ATTiny13
Bezpiecznik	w oprawce 5AF
Cewka zapłonowa	12V
Wyłącznik kotłowy	
Akumulator żelowy	12V/7Ah
Iskrownik	z regulacją

Pozytywny licznik koronawirusowy

Cały czas jesteśmy bombardowani informacjami o liczbie nowych zachorowań oraz zgonów osób, u których uzyskano pozytywny wynik testu na nową odmianę koronawirusa [COVID-19]. W zalewie przygnębiających informacji często zapominamy, że zdecydowana większość przypadków stwierdzonych zachorowań przebiegała łagodnie, a śmiertelność jest szacowana na 0,5–0,9%.

Prezentowany projekt powstał jako swoista przeciwwaga do pesymistycznego przekazu medialnego i może posłużyć poprawie samopoczucia osób, u których lęk przed zarażeniem przekroczył racjonalne granice – badania psychologów wskazują na narastający problem zaburzeń psychicznych będących rezultatem stanu pandemii i związanych z nim różnorodnych ograniczeń.

Artykuł opisuje realizację licznika, który pokazuje aktualną liczbę osób oficjalnie uznanych za wyleczone z infekcji COVID-19 – podobnie jak zainstalowany kiedyś przez Leszka Balcerowicza w centrum Warszawy „licznik długu publicznego”, duża i szybko przyrastająca liczba ma skłonić do zastanowienia (choć w tym przypadku raczej poprawić nastrój, niż zachęcić do rozważań nad sensownością finansowania rozwoju państwa rosnącym zadłużeniem).

Opis układu

Pierwszym etapem realizacji projektu było znalezienie źródła danych. Jako że przekaz medialny skupia się przede wszystkim na przypadkach negatywnych, było to trudniejsze niż znalezienie statystyk zachorowań czy zgonów, ale poszukiwania zakończyły się powodzeniem: firma Microsoft publikuje bazę informacji o infekcji używaną przez ich przeglądarkę Bing. Dane są weryfikowane, jednak przez to są opóźnione o około 2 dni – co

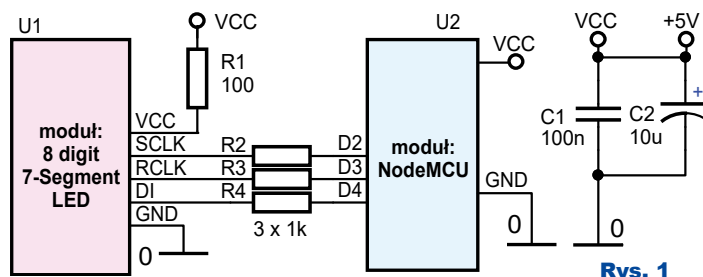
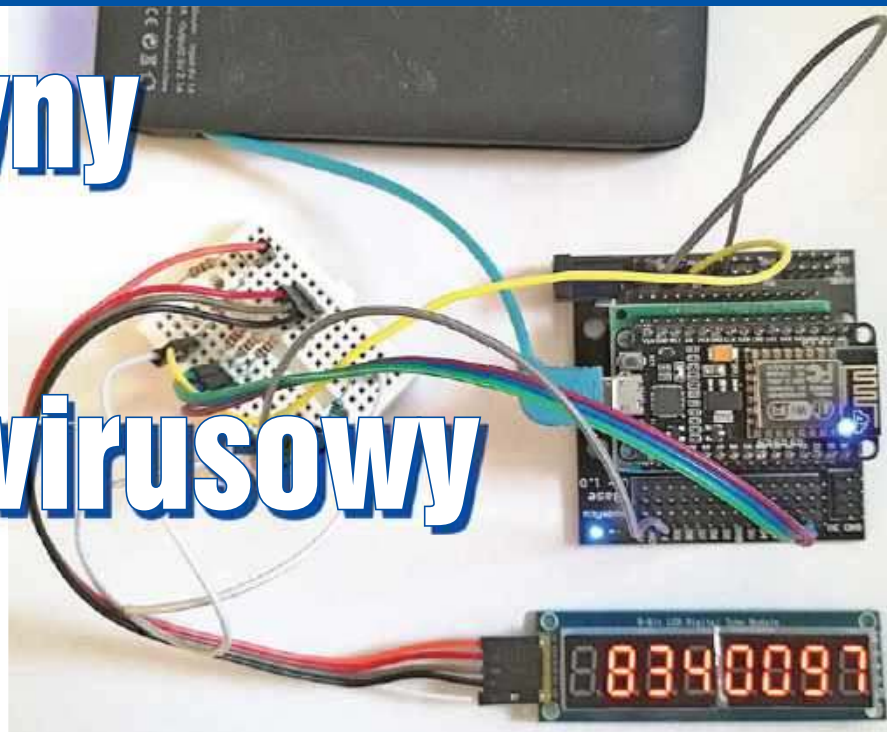
jednak, biorąc pod uwagę pokazowy cel tego projektu, nie ma większego znaczenia.

Sama baza danych ma w chwili obecnej ponad sto megabajtów i format CSV (plik tekstowy, gdzie każdy rekord przechowywany jest w oddzielnym wierszu, a wartości z kolejnych kolumn rozdzielone są przecinkami). Jako że chodzi głównie o efekt widowiskowy, zdecydowano się prezentować wartości z sekcji podsumowującej dane globalne – dla mniejszych obszarów jednostkowy przyrost mógłby następować na tyle rzadko, że trudno byłoby go zauważyć.

Tak więc mamy:

- źródło danych dostępne w Internecie (format tekstowy, duża objętość, aktualizacja raz na dobę, dodatkowe utrudnienie w postaci wymuszenia przez portal wyłącznie szyfrowanego protokołu HTTPS),
- prezentację w postaci wyświetlacza numerycznego o dużej liczbie znaków.

Dla celów poznawczych zdecydowano się użyć w projekcie popularnego modułu z SoC ESP8266, który ma wbudowaną kartę sieciową Wi-Fi, co znacznie upraszcza dostęp do zasobów internetowych. Jako wyświetlacz zastosowano gotowy moduł ośmiu wyświetlaczy siedmiosegmentowych sterowanych rejestrarni przesuwającymi 74HC595 (notabene,



Rys. 1

zakupiony na potrzeby realizacji zadania Szkoły Konstruktorów „Co tu nie gra?”).

Rysunek 1 pokazuje schemat urządzenia. W Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW można znaleźć program – szkic .ino realizujący opisywane zadanie. Sama zasada działania jest bardzo prosta:

- przy starcie, a następnie raz na dobę, licznik otwiera połączenie do serwera [github.com](https://github.com/microsoft/Bing-COVID-19-Data/master/data/Bing-COVID19-Data.csv) z zapytaniem o plik `/microsoft/Bing-COVID-19-Data/master/data/Bing-COVID19-Data.csv`,
- następnie, odczytując plik linia po linii, program nawiguje do końca sekcji 'Worldwide', gdzie znajduje się najświeższy rekord,
- z tego rekordu pobierane są dwie wartości: aktualna liczba wyleczonych i przyrost w ostatniej dobie,
- na tej podstawie określana jest wartość licznika na początek doby oraz przyrost sekundowy (aby uniknąć błędów zaokrągleń, a jednocześnie móc możliwie często prezentować przyrost na liczniku, obie te wartości reprezentowane są wewnętrznie jako liczby zmiennoprzecinkowe),

• co sekundę wartość licznika powiększana jest o tak obliczony przyrost, a sama wartość – po zaokrągleniu do najbliższej liczby całkowitej – prezentowana jest na wyświetlaczu,

Drugą rzeczą wartą uwagi jest użycie wspomnianego wcześniej wyświetlacza LED, który nieprzypadkowo pojawił się właśnie jako temat zadania „Co tu nie gra?” drugiej klasy Szkoły Konstruktorów. Do budowy modułu użyte zostały wyświetlacze ze wspólną anodą – cyfra wybierana jest stanem wysokim, a indywidualne segmenty aktywowane są stanem niskim. Same wyświetlacze są koloru czerwonego o podwyższonej jasności. Sterowanie odbywa się poprzez dwa połączone szeregowo rejestry przesuwające 74HC595 – jeden steruje anodami wyświetlaczy, a drugi podłączony jest do połączonych równolegle katod. W ten sposób możliwa jest realizacja multiplexowania – do jednego z rejestrów zapisywany jest kod odpowiadający wyświetlanemu znakowi, a do drugiego kod 1 z 8 wybierający cyfrę.

Sam moduł nie ma wbudowanego ograniczenia prądowego dla poszczególnych segmentów, tak więc pobór prądu limitowany jest wydajnością prądową rejestrów przesuwających (według noty katalogowej wartości maksymalne – nie zalecane do długotrwałej pracy, to 35mA/końcówkę i 75mA/układ).

Jednak według przeprowadzonych testów, takie wartości mogą być łatwo przekroczone w przypadku wyższych napięć zasilających, zwłaszcza w przypadku zakłócenia lub zatrzymania procesu multiplexowania.

Jako że wyświetlacz zdecydowano się zasilac napięciem 5V (a to dla odciążenia wbudowanego w moduł NodeMCU stabilizatora 3,3V), konieczne okazało się ograniczenie pobieranego prądu, gdyż podczas normalnej pracy średni zmierzono

ny prąd sięgał 30mA, a przy wyłączonym sterowaniu (przykładowo – reset procesora w momencie wyświetlania znaku) znacznie tę wartość przekraczał.

Dodanie rezystora ograniczającego o wartości 100Ω w torze zasilającym wyświetlacz częściowo rozwiązało problem: spowodowało zmniejszenie średniego prądu pobieranego do około 11mA (oraz maksymalnego do 20–30mA). Uwydatniło jednak inną wadę tego mocno niedoskonałego modułu – ze względu na ograniczoną wydajność prądową dało się zaobserwować znaczące różnice w jasności cyfr w zależności od liczby świecących segmentów.

Jednak także i ten problem udało się obejść poprzez zmianę sposobu sterowania – otóż zdecydowano się na „podwójne” multipleksowanie: w ten sposób w każdej chwili czasowej świeci maksymalnie jeden segment (zamiast całej cyfry), przez co jasność jest stała, niezależnie od liczby aktywnych segmentów w znaku. W celu zachowania w miarę jednolitej jasności całego wyświetlacza, iterowanie odbywa się najpierw po cyfrach, a potem po segmentach, to znaczy, że wyświetlany jest stan segmentu „A” wszystkich 8 cyfr przed przejściem do wyświetlania stanu segmentu „B”. Minusem jest pewne (mało zauważalne) ograniczenie jasności znaków oraz wydłużenie procedury sterującej wyświetlaniem – finalnie ma ona 64 kroki zamiast dotychczasowych 8. Średni pobór prądu przez wyświetlacz spadł w takim przypadku do około 8mA.

Rezystory R2–R4 ograniczają przepływ prądu przez linie danych w przypadku różnic napięcia zasilania procesora i modułu wyświetlacza. Ich eliminacja prowadziłaby do częściowego pasożytniczego zasilania wyświetlacza poprzez obwody zabezpieczające na wejściach, czego skutkiem byłaby niejednorodna jasność wyświetlania.

Wykaz elementów

R1.....	100Ω
R2,R3,R4.....	1kΩ
C1.....	100nF
C2.....	10uF
U1.....	wyświetlacz LED „8-Bit LED Digital Tube Module”
U2.....	moduł NodeMCU v. 1.0

Uruchomienie

W celu uruchomienia projektu niezbędne jest środowisko rozwojowe Arduino z zainstalowanym wsparciem dla modułów bazujących na układzie ESP8266. Po otworzeniu dostarczonego szkicu należy go dostosować, podając SSID i hasło do sieci bezprzewodowej przez którą układ miałby się łączyć z Internetem a następnie zaprogramować moduł.

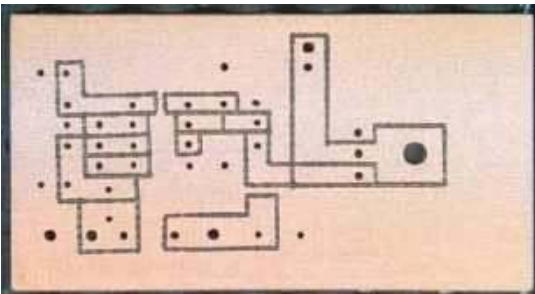
Szkic domyślnie skonfigurowany jest w sposób umożliwiający uzyskanie informacji diagnostycznych na porcie szeregowym, emulowanym na interfejsie USB. Tak więc w przypadku gdy na wyświetlaczu nie pojawi się oczekiwana liczba możliwe jest sprawdzenie postępu uruchamiania w „Monitorze portu szeregowego” aplikacji Arduino. Jeżeli dołączenie do sieci bezprzewodowej zakończy się powodzeniem a układ nie działa prawidłowo należały zweryfikować aktualność adresu internetowego (URL) oraz strukturę pliku danych – w ciągu ostatniego pół roku zmieniły się oba te parametry. Adres internetowy zmienił się z raw.githubusercontent.com na media.githubusercontent.com a w pliku danych zmienił się sposób zapisu znaczników końca linii – z Unixowego LF (\n) na typowy dla Windows CR LF (\r\n).

Po uruchomieniu modułu można wyłączyć tryb diagnostyczny usuwając linię `#define DEBUG 1` i programując układ powtórnie.

Jarosław Węgliński
jweglinski@poczta.onet.pl

Ciąg dalszy ze strony 53

To podsunęło mi pomysł zrobienia takiego programu, żeby iskiereki powstawały w jakimś określonym rytmie. I tak powstał



„klaskacz kibica”. Proszę przeanalizować napisany w Bascomie program (a zainteresowani zapewne nie będą mieć problemu z realizacją takiego programu na platformie Arduino). Filmik z działania znajduje się w materiałach dodatkowych. Następnie, żeby było jeszcze ciekawiej, zmieniłem sterowanie w ten sposób, że każde „klaśnięcie” wytwarza cztery iskiereki. Program został uporządkowany, etykieta zajmuje się tworzeniem paczek impulsów i wystarczy tylko ustawić w programie odpowiednie czasy przerwy między impulsami, żeby to działało w miarę

rytmicznie. Filmik z efektami działania tej wersji programu znajdziecie tam, gdzie poprzedni ☺

Oczywiście sami możecie tworzyć dowolne sekwencje poprzez zmiany w programie sterującym. Miłej zabawy i pamiętajcie o bezpieczeństwie!

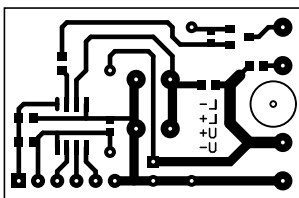


Piotr Świerczek
sp9egm@wp.pl



eprasa.pl 5c5f748aa7

Rezystor R1 zwiększa pewność działania przycisku w obecności zakłóceń i nie jest konieczny (działa równolegle do wbudowanego w ATtiny13 pull-upa). Podobnie można zrezygnować z kondensatora C1, który jest nadmiarowy względem kondensatora znajdującego się w ładowarce USB, do której podłączony jest układ. Rezystor R4 chroni tranzystor T1 przed wejściem w liniowy zakres pracy w momencie trwania stanu wysokiej impedancji na wyjściu mikrokontrolera – moc wydzielona w tranzystorze podczas pracy liniowej mogłaby go uszkodzić.



Rys. 2

Płytka drukowana jest jednostronna (rysunek 2), wykonana w technologii mieszanej (THT i SMD), co widać na fotografiach. Powstała w starym, DOS-owym programie AutoTrax. Pliki (PCB oraz PDF z warstwą ścieżek w skali 1:1) znajdują się w plikach projektu (GitHub).

Płytka dostosowana jest do obudowy Z43. Zawiera dwie zwory, z których zapewne można byłoby zrezygnować, gdyby poświęcić jej więcej czasu. Warto zaznaczyć, że w pierwszej wersji (tej, która była wytrawiona, zmontowana i jest widoczna na fotografiach) brakuje rezystora R5 – początkowo założyłem, że rezystor znajduje się w łańcuchu lampek, a nie na płytce – dlatego rezystor ten został potem zamontowany prowizorycznie, po przecięciu ścieżki. Plik projektu płytki zawiera już ten rezystor.

Oprogramowanie. Program (GitHub) jest niewielki (pięć plików, z czego trzy nagłówkowe, w sumie 174 linie kodu łącznie z pustymi), napisany w języku C i kompilowany za pomocą kompilatora *avr-gcc*. Wynikowy plik binarny zajmuje 406 bajtów – 39% pamięci sterownika ATtiny13.

Program był kompilowany w środowisku Linux (Debian), ale powinien skompilować się także pod Windows. W celu kompilacji należy zainstalować pakiety *avr-gcc*, *binutils-avr*, *make* oraz *scons* i wydać polecenie *make build*, żeby skompilować, lub *make poke*, żeby załadować do mikrokontrolera za pomocą *avrdude* i programatora USBasp.

Fusebity mikrokontrolera mają wartość 0xfb (wyższy) i 0x32 (niższy), co oznacza m.in. zegar 9,6 MHz i BOD ustawiony na 2,7 V.

Na początku programu:

- inicjalizowany jest port (PORTB, DDRB),
- inicjalizowany jest watchdog (15 ms),
- startowany jest timer,
- włączane są przerwa-

nia (niezbędne jest przerwanie przepełnienia licznika timera 0),

- ustawiany jest tryb snu „Idle”.

Następnie program realizowany jest wyłącznie w przerwaniu przepełnienia timera, a główna pętla jedynie resetuje watchdog i przechodzi w tryb snu – do wybudzenia przez nadchodzące przerwanie.

Opis działania procedury obsługi przerwania przepełnienia timera zostanie wpleciony w opis struktury przechowującej stan programu. Struktura ta zawiera następujące zmienne:

- **mode** – aktualny tryb pracy (**OFF** – wyłączony, **PWM** – płynna zmiana jasności, **HOLD** – utrzymywanie zadanej jasności).
- **pwm_cnt** oraz **pwm_val** – pierwsza zmienna to licznik, zliczający 64 cykle (przyjmując wartości od 0 do 63), druga zmienna zawiera aktualną wartość PWM (od 0 do 64). Tranzystor jest włączany, tylko gdy **pwm_cnt** jest mniejsze od **pwm_val** oraz **mode** jest różne od **OFF**.
- **pwm_chg_cnt** – licznik, który jest zwiększany po każdym przepełnieniu **pwm_cnt** (tylko gdy **mode** jest równe **PWM**). Po osiągnięciu wartości 3 jest zerowany i następuje aktualizacja wartości PWM.
- **pwm_chg_dir** – flaga określająca kierunek zmian wartości PWM. Jeśli wynosi 0, to wartość **pwm_val** jest inkrementowana, w przeciwnym razie jest dekrementowana. Osiągnięcie wartości granicznej (64) zmienia wartość flagi na przeciwną, ale nie aktualizuje wartości PWM, stąd jeden pełny cykl rozświetlania i gaszenia trwa $130 \cdot 3$ cykli PWM.
- **btn_cnt** – licznik czasu wciśnięcia przycisku. Jeśli podczas przepełnienia licznika timera przycisk jest wciśnięty, zmienna ta jest inkrementowana. Gdy jest puszczone, jest zerowana, a jej wartość przed wyzerowaniem określa sposób zmiany trybu (zmiennej **mode**):
 - Jeśli przycisk był wciśnięty zbyt krótko (poniżej 117 cykli), to program uznaje to za drganie styków i nic się nie dzieje.



- Jeśli przycisk był wciśnięty krótko (między 117 a 2343 cykli), a **mode** wynosiło **OFF** lub **HOLD**, to zmieniane jest na **PWM**, w przeciwnym przypadku (gdy wynosiło **PWM**) zmieniane jest na **HOLD**.
- Jeśli przycisk był wciśnięty długo (powyżej 2343 cykli), a tryb wynosił **OFF**, to ustawiany jest tryb **PWM**, w przeciwnym przypadku (tryb **PWM** lub **HOLD**) ustawiany jest tryb **OFF**, diody są wyłączane, a wszystkie zmienne zerowane tak, żeby po ponownym włączeniu diody rozświetlały się od początku, a nie od momentu, w którym układ został wyłączony.

Możliwe usprawnienia. Sterownik powstał w trzy godziny, podczas jednego wieczoru, więc możliwy jest szereg jego usprawnień. Oto ewentualne kierunki działań.

Jestem przekonany, że zwolennicy Arduino potrafią bez problemu procedury z moich plików pisanych w C przenieść do szkicu .ino, co zresztą będzie interesującym ćwiczeniem i testem umiejętności.

Przycisk działa nieintuicyjnie. Po długim wciśnięciu wymaga puszczenia, żeby zmienić tryb. Bardziej intuicyjnie byłoby, gdyby zmieniał tryb w momencie, gdy program uzna, że wciśnięcie jest długie – przed jego puszczeniem.

Gdy wracamy z trybu stałej jasności do trybu PWM, to cykl rozświetlania i wygaszania jest kontynuowany w momencie, w którym był przerwany. Jeśli było to, przykładowo, blisko dolnej granicy, to diody przygasają, żeby „odbić się” od zerowej wartości i znów zacząć się rozświetlać. Nie wygląda to dobrze. Lepiej byłoby, gdyby po wejściu w tryb PWM kierunek zmian ustalany był na ten, który będzie w danym momencie dłuższy, czyli „w górę” dla wartości **pwm_val** poniżej połowy zakresu (32) i „w dół” w przeciwnym przypadku.

Gdy diody są wyłączone (w trybie **OFF**), mikrokontroler dalej pracuje, generując przerwania i pobierając prąd.

ciąg dalszy na stronie 66



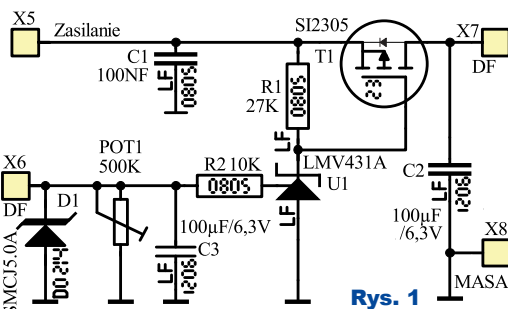
Dzwonek MP3

Korzystając z możliwości współczesnej elektroniki, klasyczny, monotonny dźwięk dzwonka można zastąpić radosną melodią lub innym dźwiękiem zakodowanym w MP3. Gotowy moduł odtwarzacza MP3 bardzo uprościł konstrukcję takiego dzwonka – do zbudowania pozostał tylko obwód kontrolujący pracę modułu.

Z racji wykorzystania dzwonka tylko co jakiś czas, zasilany jest on bateryjnie z jednego ogniwa Li-Ion o standardowych rozmiarach 18650. Pojemność rzędu 3000mAh w zupełności wystarcza na kilkanaście miesięcy pracy, a to dzięki odłączaniu zasilania na czas bezczynności.

Zasilanie bateryjnie niesie jeszcze inne korzyści; dzwonek działa bez względu na obecność zasilania sieciowego, a całkowite odseparowanie go od 230V podnosi bezpieczeństwo eksploatacji.

Schemat modułu kontrolnego pokazany jest na **rysunku 1**. Jest to prosty, nastawialny układ włącznika czasowego. Przycisk dzwonka podłączamy pomiędzy zasilanie a pad X6. Po naciśnięciu przycisku dzwonienia błyskawicznie ładowany jest kondensator C3, który z potencjometrem POT1 tworzy układ czasowy. W czasie gdy napięcie na C3 przekracza 1,25V, układ U1 – LMV431 pracujący w roli komparatora jest aktywny, a to skutkuje ściągnięciem bramki tranzysto-



Rys. 1

ra T1 do potencjału około 1V powyżej masy i załączeniem zasilania na wyjście wyłącznika. Kondensator C3 stopniowo rozładowuje się poprzez POT1. Gdy napięcie spadnie poniżej napięcia progowego komparatora, następuje wyłączenie zasilania. Znikomy prąd U1 (~60uA) wywołuje niewielki, niewystarczający do dalszego otwarcia tranzystora T1 spadek na R1. Rezystor R2 oraz dioda D1 (transil jedнокierunkowy 5V) to elementy zabezpieczające wejście U1 przed przepięciami indukowanymi w przewodach prowadzących do przycisku dzwonka.

Montaż i uruchomienie

Montaż urządzenia jest bardzo prosty, pomocna będzie fotografia tytułowa. Należy rozpocząć od zmontowania niewielkiej płytki wyłącznika czasowego.

Dobra informacja dla Czytelników obawiających się elementów SMD jest taka, że układ da się zbudować w klasycznej, przewlekanej technologii i to

nawet w wersji „na pajaka”. W tym prostym projekcie nie jest przewidziana dedykowana płytka drukowana.

Jedyną czynnością związaną z uruchomieniem układu jest ustawienie odpowiedniej stałej czasowej. Zastosowane wartości elementów pozwalają na regulację w zakresie od 1 do około 90 sekund. Wszystko zależy od naszych upodobań i od tego, jak bardzo lubimy wgraną melodie dzwonka.

Koszyk baterii oraz płytkę odtwarza-
cza MP3 najlepiej jest wkleić za pomo-
cą taśmy dwustronnej. Dzwonek bardzo
dobrze pasuje i prezentuje się w obudo-
wie Z41 z firmy Kradex.

Michał Stach

michal.stach@elportal.pl

Wykaz elementów

Moduł – odtwarzacz MP3 z czytnikiem kart microSD /
USB (sklep AVT; ARD-6478)

R1	27k Ω
R2	10k Ω
C1	100n
C2	10uF/10V
C3	100uF/6,3V
D1	transil jednokierunkowy 5V
POT1	potencjometr wielobrotowy 500k Ω
T1	MOSFET-P Si2305
U1	LMV431

Koszyk na ogniwo 18650

Obudowa Kradex Z41



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

Ciąg dalszy ze strony 13

Tam, gdzie taśmy mogą mieć kontakt z wodą, na przykład jeśli mogłyby zostać pochłapane wodą w łazience lub kuchni, należy oczywiście stosować te „wodoodporne” o stopniu ochrony IP62...IP65. Taśmy stosowane na zewnątrz domu, narażone na surowe i zmienne warunki atmosferyczne, a może nawet zanurzone w wodzie (np. podświetlenie oczka wodnego) powinny mieć stopień ochrony IP67 lub IP68 i należy też starannie zabezpieczyć miejsca cięcia i doprowadzenia przewodów. Wersje o IP62...IP65 mogą okazać się też atrakcyjne we wnętrzu domu z uwagi na łatwość usunięcia kurzu z powierzchni taśmy. Warto pamiętać o tym, że zbierający się kurz z czasem zmniejszy ilość emitowanego światła. Nie zawsze bowiem taśmy są umieszczone w chroniących przed kurzem profilach aluminiowych, zamkniętych, z rozpraszającą światło matową osłonką (co ma zalety, ale i wady).

A jeżeli chodzi o rozpraszanie światła przez matowe osłonki, to finalny efekt świetlny zależy też od gęstości diod w taśmie. Najpopularniejsze dawniej, tanie taśmy miały załośnie małą gęstość rozmieszczenia diod, tylko 30 sztuk na metr, czyli montowane były na taśmie co 3,3cm, co dla taśmy 5-metrowej daje w sumie tylko 150 diod. Takie stare taśmy można nadal spotkać w mieszkaniach i widać, że dają kiepski efekt oddzielnych punktów świetlnych, a nie świecącej wstęgi. Dziś uznajemy, że nieładny efekt dają też przerwy między diodami w popularnych taśmach o gęstości 60 diod/m. Taśmy o takiej gęstości pokazane są na **fotografii C**.

Fot. C



Obecnie coraz częściej stosowane są „gęściejsze” taśmy zawierające 120 i 240 diod na metr, a w dwóch rzędach nawet 480 diod/m. **Fotografia D** pokazuje przykład taśmy zawierającej 600 diod na metr.

Fot. D



Gęstość rozmieszczenia diod nie ma związku z napięciem zasilania taśmy. Absolutnie najpopularniejsze są taśmy 12-woltowe, gdzie występują sekcje złożone z trzech szeregowo połączonych diod i rezystora(-ów). W taśmach 24-woltowych, nazywanych profesjonalnymi, sekcje składają się z sześciu szeregowo połączonych diod LED.

W sprzedaży są też taśmy 5-woltowe, jednak są to praktycznie tylko taśmy z „inteligentnymi”, a konkretnie z indywidualnie sterowanymi diodami RGB typu WS2812 lub odpowiednikami, które służą jedynie do efektów świetlnych, a nie do oświetlenia.

Na rynku dostępne są też **taśmy bezpośrednio zasilane napięciem sieci 230V – nie należy ich wykorzystywać z uwagi na ryzyko porażenia!**

W handlu pojawiły się też „neony LED”. Niektóre rzeczywiście są taśmami LED zawierającymi matową warstwę silikonu dobrze rozpraszającego światło, ale inne nie zawierają diod LED, tylko tzw. świecące kondensatory (EL) i muszą być zasilane napięciem zmiennym.

Liczba diod w taśmie znacząco wpływa na cenę, bo ceny diod są najważniejszym składnikiem kosztów produkcji taśm. Taśma „gęściejsza”, z większą liczbą diod daje ładniejszy efekt, ale też więcej światła, co rekompensuje wyższą cenę zakupu. Zależnie od liczby diod (ale też od wartości rezystorów ograniczających) pobierają różną moc od około 4 watów na metr bieżący taśmy, do ponad 30W/m, co oczywiście przekłada się na ilość wytwarzanego światła. Niestety, nie ma jednak prostej reguły pozwalającej na porównanie kluczowej w takich przypadkach *skuteczności świetlnej* taśm o różnej mocy.

Wielu osobom wydaje się, że zdecydowanie lepsze są taśmy o większej mocy przypadającej na metr taśmy. Owszem, często potrzebna jest „silniejsza” taśma, której już niewielki odcinek da dużo światła. Jednak w przypadku takich taśm bardzo ważną kwestią jest zapewnienie odpowiedniego chłodzenia. W praktyce bardzo częstą przyczyną problemów z diodami i taśmami LED jest przegrzanie. Osoby nieświadome problemu wpadają w pułapkę, bo nakleją taśmę dużej mocy na płytę meblową, szkło, plastik, drewno czy płytę gipsową, co w ciągu kilku tygodni lub miesięcy prowadzi do „wypalenia” kolejnych diod. Powodem uszkodzenia nie jest słaba jakość diod LED, tylko ewidentny błąd instalatora. Zagadnienie jest skomplikowane, ale ogólnie biorąc, taśmy o mocy większej niż 10W/m należy naklejać na metal (na profile aluminiowe), by zapewnić dobre chłodzenie. Praktyka pokazuje, że podobnie mnóstwo problemów wynika z niedostatecznego chłodzenia pojedynczych diod LED większej mocy i elementów COB z wieloma strukturami LED na jednej metalowej płytce. Dokładniejsze rozważania pokazują, że z technicznego punktu widzenia z kilku względów korzystniejsza jest praca diod przy prądzie niższym od nominalnego (dla taśm – przy nieco niższym napięciu), jednak wtedy rosną koszty, bo trzeba zakupić więcej diod/taśm.

I kolejny aspekt. Wszelkie taśmy LED są łatwe do wykorzystania z uwagi na sterowanie napięciowe, ale następuje to kosztem faktu, że w taśmach LED zawsze około 1/4 dostarczanej mocy marnuje się w rezystorach ograniczających. Zdecydowanie większą skuteczność/sprawność mają diody mocy i moduły COB zasilane nie napięciowo, tylko prądowo, bez rezystorów szeregowych, za pomocą odpowiedniej przetwornicy impulsowej, co komplikuje zadanie, bo po pierwsze trzeba dobrać radiator do diody/modułu COB, a po drugie należy zastosować przetwornicę z regulacją prądu, a nie napięcia wyjściowego.

Podane informacje nie wyczerpują kwestii nowoczesnego oświetlenia. Między innymi tego, że na pewno **do celów oświetleniowych nie należy używać diod RGB**. Owszem trzy struktury RGB mogą wytworzyć światło białe, ale będzie to światło „bardzo słabej jakości”. Dziś na rynku jest coraz więcej taśm RGBW, RGBWW, a ostatnio też RGB CCT. Wbrew pozorom, nie powinny one służyć jako główne oświetlenie pomieszczeń, a raczej jako oświetlenie efektowe. Dodatkowe informacje podane zostaną w następnym numerze.

Zasilanie awaryjne napięciem stałym. Rozważania teoretyczne i porady praktyczne

Część 1



W artykule chcemy rozważyć możliwości zasilania napięciem stałym urządzeń, które normalnie zasilane są z sieci 230V 50Hz. Czy koniecznie potrzebny jest do tego inwerter (DC/AC) zasilany z akumulatora 12V, wytwarzający na swoim wyjściu sinusoidę 230VAC 50Hz? Czy nie można prościej? **A może wystarczy zasilanie podwyższonym napięciem stałym (DC), a nie zmiennym (AC)?**

Oczywiście zasilanie napięciem stałym nie jest możliwe, gdy w urządzeniu pracuje klasyczny transformator sieciowy 50Hz. Ale pytanie jest zasadne, ponieważ obecnie zdecydowana większość zasilaczy to zasilacze impulsowe. I powszechnie wiadomo, że każda przetwornica w zasilaczu sieciowym 230VAC tak naprawdę ma na swym wejściu wyprostowane przez mostek Graetza i filtrowane napięcie sieci, czyli około 300VDC. Mało tego: wiele współczesnych zasilaczy ma zakres napięcia wejściowego 90VAC...240VAC (50...60Hz). Jeżeli na wejście podamy napięcie zmienne 90VAC, to po wyprostowaniu na kondensatorze filtrującym mamy nie 300VDC, tylko około 130VDC. I zasilacz ma w takich warunkach normalnie pracować...

Zasilanie awaryjne prądem stałym jest pokusą nie do pogardzenia. Przecież przetwornica podwyższająca DC/DC napięcia *stałego* 12V lub 24V na napięcie wyższe, ale także *stałe*, jest o wiele prostsza od inwertera DC/AC i ma lepszą sprawność!

W zdecydowanej większości przypadków zasilanie napięciem stałym jest możliwe, co też pokazuje fotografia tytułowa. Są jednak wyjątki i można napotkać niespodzianki. Jak zwykle, diabeł tkwi w szczegółach. Przyjrzyjmy się więc sytuacji nieco bliżej.

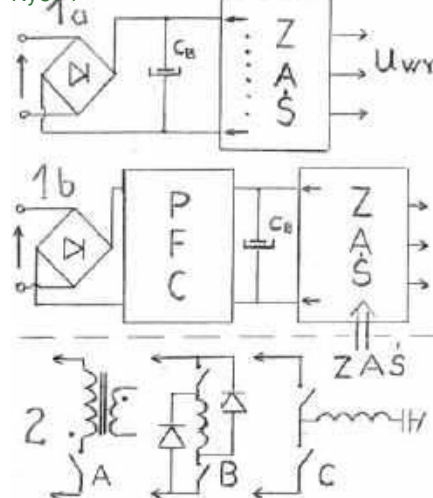
Wszystko jest dobrze, gdy w zasilaczu pracuje tylko jedna klasyczna, izo-

lowana galwanicznie przetwornica, zazwyczaj *flyback* lub *forward*. Ale obecnie zasilacze większej mocy muszą być wyposażone w obwody poprawy współczynnika mocy PFC. Mamy na myśli poprawną przetwornicę PFC, bo PFC pasywny, to jakby go nie było. Na **rysunku 1a** mamy schemat blokowy zasilacza bez PFC, a na **rysunku 1b** – z PFC. Obwody z bloczku oznaczonym ZAŚ zależą od konfiguracji przetwornicy i na **rysunku 2** pokazano kilka przykładów. Nie ma potrzeby wnikać w dalsze szczegóły. Widać, że właściwy zasilacz to przetwornica DC/DC, w której napięcie wejściowe to napięcie stałe występujące na kondensatorze głównym C_B .

Obwód PFC dla sieci 50Hz ma się zachowywać jak obciążenie rezystancyjne: prąd ma podążać za kształtem napięcia – sinusoidalne napięcie i sinusoidalny prąd. Tak się zachowuje rezystancja: ani przesunięcia fazowego, ani zniekształceń nieliniowych. Dobrze byłoby, żeby przetwornica PFC stabilizowała także swoje napięcie wyjściowe. Ale trudno jest pogodzić te dwa cele. Dlatego takie zasilacze zawierają dwie przetwornice: jedną wstępną nieizolowaną PFC i drugą właściwą – izolowaną galwanicznie. Praktycznie rozwiązaniem PFC są zdominowane przez konfigurację klasycznej przetwornicy podwyższającej *boost step-up*. Jak taka przetwornica wstępna PFC zareaguje na stałe napięcie wejściowe? Zareaguje dobrze, o czym za chwilę.

Gorzej może być z telewizorami z ekranem LCD: tu PFC i główny zasilacz to nie są jedyne przetwornice w urządzeniu. Jeśli ekran podświetlany jest lampami CCFL/EEFL, to konieczny jest inwerter dla tych lamp. Jeśli podświetlenie jest LED-owe, to przetwornica podobnej konfiguracji jak PFC. Ktoś zapyta: po co roztrząsać problem,

Rys. 1



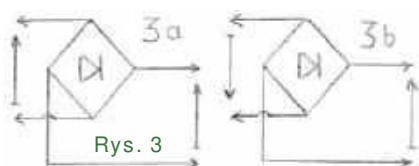
Rys. 2

przecież zwykle praca tych przetwornic jest kaskadowa. Pierwszy jest pre-regulator PFC, potem przetwornica-zasilacz i trzeci inwerter (oraz zwykle wiele przetworniczek obniżających typu buck). Jeśli pierwsza przetwornica PFC będzie pracować poprawnie, to te następne nie zauważą różnicy. Jednak nie zawsze inwerter jest ostatni, co może skomplikować sprawę. W razie potrzeby trzeba rozważyć konkretny przypadek. I kwestia dla najbardziej dociekliwych: podświetlanie lampami (lub diodami) to najbardziej energochłonna część odbiornika. Czy przy awaryjnym zasilaniu prądem stałym koniecznie ta moc musi przechodzić przez PFC i główny zasilacz, gdzie przecież występują znaczne straty? A jeśli nie, to co wtedy z izolacją galwaniczną? To szczegóły dla zaawansowanych. Ogólnie sytuacja nie jest zła.

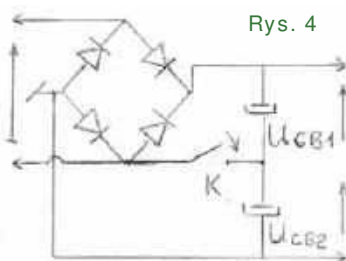
Ze wstępnych rozważań wyszło, że na wyjściu potrzebne byłoby napięcie 300VDC. Czy koniecznie?

Nie! W prostszych zasilaczach może być trochę niższe (co trzeba sprawdzić

dla konkretnego urządzenia), a dużo niższe, gdy w zasilaczu jest przetwornica PFC. Urządzenia w nią wyposażone deklarują możliwość pracy z tzw. szerokim zakresem napięcia AC, zarówno na sieci europejskiej, jak i amerykańskiej z uwzględnieniem tolerancji! Dla takiego urządzenia wystarczy 90VAC, razy $\sqrt{2}$, czyli około 130VDC po wyprostowaniu. Przetwornica podwyższająca DC/DC o napięciu wyjściowym 130–150V będzie na pewno prostsza niż na 300V. Każdy taki przypadek jest wart rozważenia. Może wystarczy zaadaptować lub niewiele przerobić jakąś fabryczną przetwornicę DC/DC typu step-up? Zrobiło się lżej na sercu. Ale niektóre urządzenia deklarujące pracę w szerokim zakresie napięcia sieciowego AC rozwiązują problem inaczej. Nie są wyposażone w podwyższającą przetwornicę PFC. I tu są znowu dwie opcje. Albo mają przełącznik opisany 115VAC/230VAC (jak większość starszych zasilaczy komputerowych PC), albo przełączanie załatwiają bez wiedzy użytkownika. Przełącznikiem jest np. triak, a sterowany jest on obwodem rozpoznającym wielkość U_{WE} . Ręczny czy automatyczny, co on robi? W trybie 230VAC mamy na wejściu klasyczny mostek Graetza, a w trybie 115VAC prosty podwajacz napięcia z dwukrotnym prostowaniem jednopółkownikowym. Jak taki układ zareaguje na zasilanie DC? Niestety, nie jest dobrze!



Na **rysunku 3** pokazano obwód najprostszy. Na wyjściu mostka otrzymamy napięcie stałe o tej samej wartości co na wejściu, tylko o określonej biegunowości. Trzeba też rozważyć, jak zachowa się obwód zaprojektowany do podwajania napięcia zmiennego według **rysunku 4**. Gdy przełącznik K jest rozarty, mamy zwykły mostek Graetza. Po zamknięciu K powstaje układ podwajacza, dający wartość międzyszczytową U_{WE} . Nie szczytową, a międzyszczytową. Jeśli U_{WE} będzie sinusoidą 115V, to na wyjściu podwajacza uzyskamy napięcie stałe około 325V. Ale gdy to będzie 230VAC, to na wyjściu uzyskamy ok. 650VDC! W tym try-



bie podwajacza nie ma żadnego mostka Graetza. Z czterech diod mostka czynne są tylko dwie. Jak taki obwód zareaguje, gdy podamy na niego U_{WE} stałe?

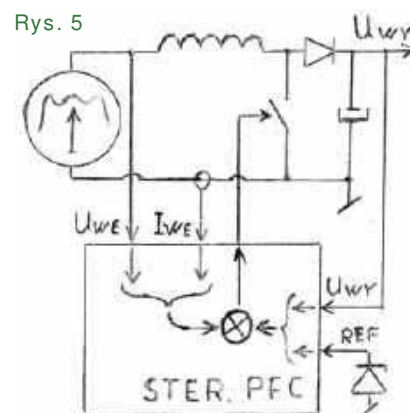
Nic nie podwoi! Da na wyjściu wartość międzyszczytową, co dla napięcia stałego jest równe tejże wartości (pomijając spadki na diodach). Jeden z kondensatorów C_B (C_{B1} lub C_{B2}) naładuje się do wartości U_{WE} (w zależności od kierunku, polaryzacji U_{WE}), na drugim – będzie zero woltów (dokładniej, to mniej niż zero). Prąd obciążenia chciałby przeładować tę pojemność w kierunku ujemnym i tylko trzecia dioda w mostku ratuje sytuację.

Czy warto analizować tak prosty obwód? Tak, ale tylko by stwierdzić, że podanie napięcia stałego niczym złym nie grozi i że napięcia stałego nie podwaja.

Teraz trzeba rozważyć, jak się zachowa układ z **rysunku 1b**? **Rysunek 5** pokazuje schemat blokowy podwyższającej przetwornicy PFC w klasycznej konfiguracji boost step-up. Zadaniem preregulatora PFC jest dostosowanie poboru prądu do kształtu napięcia oraz wstępna stabilizacja napięcia na swoim wyjściu. Zawsze U_{WY} musi być wyższe od szczytowej wartości U_{WE} . Przyjmuje się, że układ powinien poprawnie pracować na sieci 230VAC z wartością zawyżoną do 265VAC (+15%), więc U_{WY} preregulatora PFC powinno wynosić co najmniej 380VDC. Standardowo przyjmuje się wartość 390–400V. To wartość wysoka – niewygodna, jednak dla współczesnych tranzystorów kluczujących nie stanowi to problemu. Nas interesuje tylko, jak układ się zachowa, gdy na jego wejście podamy napięcie stałe. Przede wszystkim, czy taka praca jest bezpieczna i jakiego U_{WY} należy oczekiwać?

Niezależnie od szczegółów konstrukcji przetwornicy PFC, zadanie, jakie ma ona wykonać, realizowane jest we współpracy dwóch pętli sprzężenia zwrotnego. Pętla prądowa (wewnętrzna) ma zadbać o poprawny kształt prądu pobieranego z sieci. Druga pętla, napięciowa, też jest konieczna, ponieważ układ musi dostosować się do mocy, jakiej żąda obciążenie. Realizowane to jest na kilka sposobów,

ale aby odpowiedzieć na pytanie, jak układ zachowa się na zasilaniu napięciem stałym, potrzebna nam jest jeszcze tylko jedna informacja dotycząca obu pętli nadzorujących pracę preregulatora PFC. Otóż pętla prądowa jest szybka, aby



podążać za zmieniającym się kształtem napięcia tętniącego U_{WE} , a normalnie są to wyprostowane połówki niedoskonałej sinusoidy 50Hz. Zewnętrzna pętla napięciowa musi być powolna, aby nie „przeszkadzać” wewnętrznej pętli prądowej, która musi niejako nadążać za zmianami wyprostowanych półsinusoid sieci (100Hz). Pętla napięciowa musi być na tyle powolna, żeby nie stabilizować tych zmian – tętnień napięcia wejściowego, a jedynie pilnować napięcia wyjściowego, by nie zmieniało się zbyt przy zmianach obciążenia.

Uzbrojeni w te informacje możemy już odpowiedzieć, jak układ zachowa się na napięciu stałym. I nieważne, czy będzie pracował w trybie CCM, czy DCM, czy ze stałą, czy zmienną częstotliwością kluczowania, i jakie będą szczegóły realizacji preregulatora PFC.

Otóż **nie zleго nie stanie się układowi PFC zasilanemu napięciem stałym!** A analiza jego pracy jest wtedy prostsza, aniżeli w warunkach, dla których jest zaprojektowany. Większym problemem może być praca preregulatora PFC zasilanego z kiepskiego UPS-a aniżeli napięciem stałym. Najistotniejsze dla PFC jest bowiem to, że kształt prądu ma się dostosować do kształtu napięcia U_{WE} , niekoniecznie do (pół)sinusoidalnego kształtu napięcia U_{WE} . Proste (względnie tanie) UPS-y nie wytwarzają na swoim wyjściu sinusoidy. Zamiast niej najczęściej produkują trójpoziomowe napięcie schodkowe. Takie napięcie, po przejściu przez mostek Graetza, da przebieg prostokątny, mający pierwszą harmoniczną 100Hz. A jeśli z założenia w PFC prąd ma podążać za kształtem napięcia, to jak pętla prądowa poradzi sobie z wyższymi harmonicznymi?

Tę analizę autor przedstawił tylko po to, aby pokazać, że **praca PFC przy zasilaniu DC jest nie tylko bezpieczna, ale wręcz komfortowa**. Układ będzie kluczował

zupełnie tak samo jak na zmiennym U_{WE} , tylko dla jednego ustalonego punktu pracy. To znaczy punktu, gdzie chwilowe U_{WE} odpowiada wartości DC, jaką teraz chcemy podać, zasilając urządzenie. U_{WY} będzie stabilizowane na wartości ustalonej zewnętrzna pętlą napięciową preregulatora PFC.

I najważniejsze: a jakim napięciem stałym U_{WE} zadowolili się układ? Na pewno co najmniej szczytowym sinusoidy, dla której został zaprojektowany. A więc dla większości układów 130VDC powinno być w pełni wystarczające, a praktycznie zapewne będzie to wartość zdecydowanie niższa, choćby z uwagi na obecność drugiej, głównej przetwornicy.

Sytuacja jest więc komfortowa! Doszliśmy do wniosku, że zasilanie urządzenia wyposażonego w zasilacz impulsowy napięciem DC jest możliwe i jest bezpieczne. A gdy urządzenie wyposażono w aktywny PFC, wartość

stałego napięcia U_{WE} może być zaskakująco niska.

Gdy PFC brak (lub jest pasywny), zasilanie urządzenia napięciem stałym także jest możliwe i dopuszczalne. W tej sytuacji jednak zmienność (zakres) U_{WE} musi niejako wziąć na siebie jedyna, główna przetwornica. Zasilacze bez PFC to zwykle urządzenia o mniejszej mocy (do ok. 50W), a więc o topologii flyback.

Autor sprawdził na kilku telewizorach, że te wyposażone w PFC prawidłowo pracowały zasilane napięciem stałym, począwszy od ok. 80V wzwyż. Natomiast telewizory bez PFC od ok. 170–180VDC. Za górną granicę zasilającego napięcia stałego należy przyjąć ok. 350V. Gdy PFC jest obecny, zasilacz główny nie powinien zauważyć żadnej różnicy.

Można to skwitować stwierdzeniem, że dopuszczalny zakres zasilania DC jest zaskakująco szeroki. Nie ma problemu

przy zasilaniu napięciem o wartościach powiedzmy „średniowych”. Przekroczenie górnej granicy może zagrażać tranzystorowi (tranzystorom) kluczującym. A pracy przy dolnej granicy napięcia? No właśnie! Niższe napięcie to większy prąd. Możliwe, ale czy bezpieczne? Czy coś się nie zepsuje? Tu może wystąpić problem związany z przegrzaniem. Ponadto taki obwód stanowi też dla źródła zasilania ujemną impedancję dynamiczną. W drugiej części artykułu będziemy rozważali te kwestie i poznamy praktyczne przykłady.



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

Ciąg dalszy ze strony 41

Jego pierwowzór złączający tylko pompkę 4W widać na fotografii 6. Sterowanie pompką i elektrozaworem to złączanie i wyłączanie indukcyjności. W docelowym sterowniku będzie zatem zarówno MOSFET, jak i przełącznik, aby poeksperymentować i wybrać optymalne rozwiązanie. Podobnie do zadecydowania jest, czy sterownik pozostanie jako AccessPoint z wystawioną stroną, a na niej przyciski (butoony) złączające i wyłączające pompkę, czy też korzystniej będzie sprzęgnąć sterownik z systemem automatyki domowej np. Domoticz. Miejmy nadzieję, że do przyszłej wiosny wszystko to uda się przetestować i przedstawić w pełni funkcjonalny sterownik. Pozdrawiam serdecznie!

Mam nadzieję, że Michał zrealizuje swoje plany. Oczywiście z przyjemnością przedstawimy w EdW opis finalnego systemu, być może nawet jako projekt okładkowy!

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 (wrzucając 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.**



Fot. 6

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 298, 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

Jak to działa

Na **rysunku A** przedstawiony jest prosty schemat. Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu:

Jak działa i do czego może służyć taki układ?

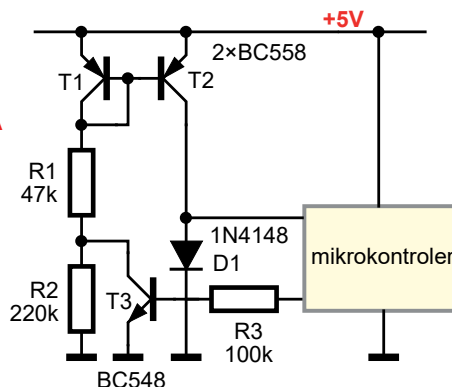
Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem

Jak12,

należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się tego numeru EdW.

Nagrodami w konkursie będą 3 kity AVT

Rysunek A



Rozwiązanie zadania *Jak to działa z EdW 8/2020*

W zadaniu **Jak8**, w numerze sierpniowym przedstawiony był, pokazany na rysunku B, schemat wewnętrzny pewnego układu scalonego.

Jest to...

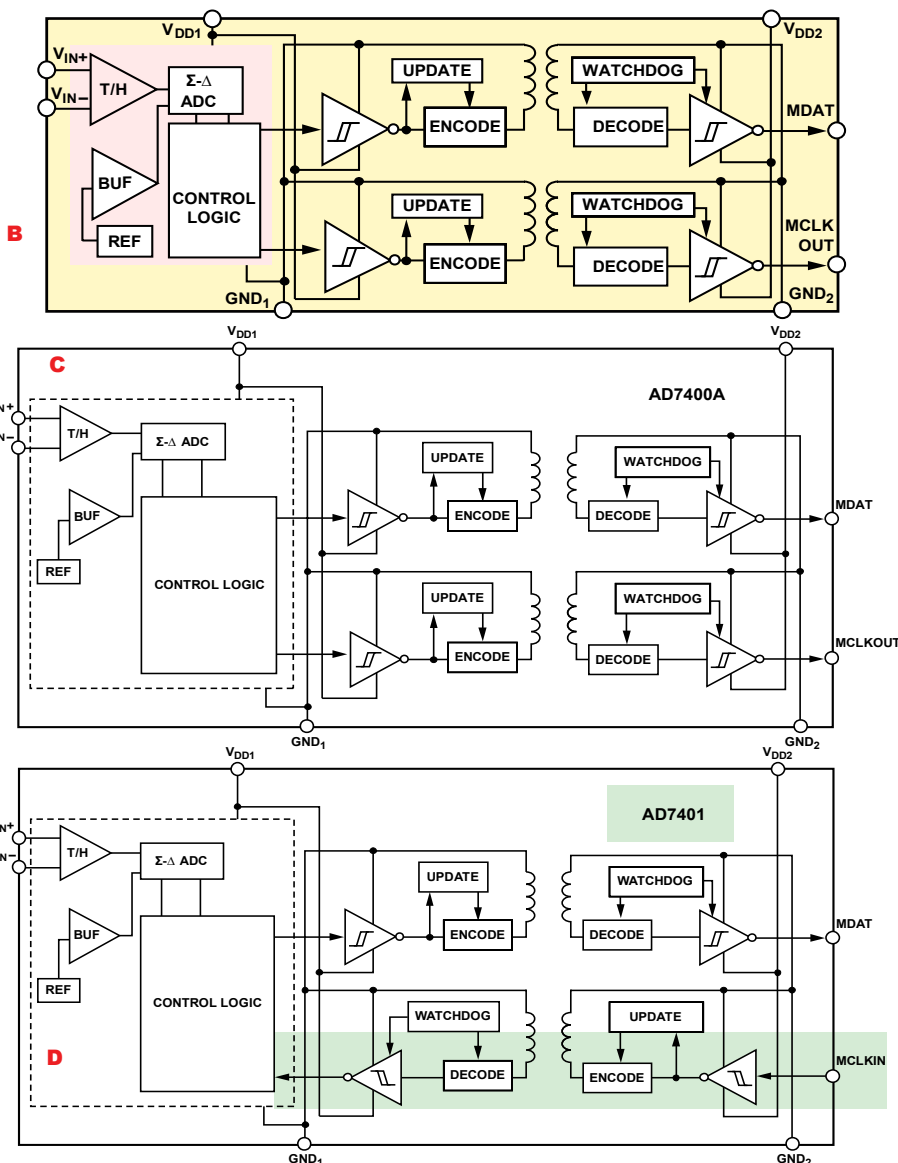
przetwornik analogowo-cyfrowy typu sigma-delta z wewnętrzną izolacją galwaniczną, zrealizowaną za pomocą elementów indukcyjnych.

Rysunek B to nieco zmieniona, ściśnięta i pokolorowana wersja schematu wewnętrznego układu scalonego Analog Devices AD7400, pokazanego na **rysunku C**, pochodzącego z karty katalogowej tej kostki (ściślej z karty wersji AD7400A Rev E).

Tego rodzaju przetworniki wykorzystywane są głównie do kontroli natężenia prądu zmiennego w obwodach sterowania silnikami oraz do monitorowania wartości prądu w innych zastosowaniach, gdzie wymagana jest izolacja galwaniczna.

Jeżeli chodzi o nadesłane odpowiedzi, to jeden uczestnik słusznie odróżnił kostkę AD7400, która ma wewnętrzny generator taktujący 10MHz, od podobnego układu AD7401, który może pracować z taktowaniem do 20MHz, a co istotne, taktowany jest sygnałem podawanym z zewnątrz na wejście MCLK IN, co na **rysunku D** zaznaczone jest zieloną podkładką.

Koolega ten miał wątpliwości, po co w przetworniku z rysunku B wyjście MCLK OUT? Przecież komplikuje to układ, bowiem wymaga drugiego izolowanego toru sygnałowego, a przecież w przetworniku sigma-delta z jednobitowym wyjściem informacja o zmierzonej



wartości reprezentowana jest przez wypełnienie przebiegu na wyjściu danych MDAT. Sens, a wręcz konieczność istnienia drugiego toru i wejścia zegarowego widać w wersji AD7401, gdzie zewnętrzny sygnał decyduje o częstotliwości taktowania przetwornika sigma-delta.

Zdziwienie tego Kolegi wzbudził też następujący szczegół: (...) w całej karcie nie znalazłem informacji o paśmie przenoszenia takiego przetwornika, a jestem nim zainteresowany (...) znam izolowane wzmacniacze analogowe (...) czy ma pasmo szersze niż izolatory analogowe, które mają 60–120kHz?

Istotnie, trudno doszukać się w katalogu informacji o paśmie przenoszenia. Podana częstotliwość 10MHz to przecież tylko częstotliwość taktowania, a nie szerokość pasma pomiarowego.

W karcie katalogowej konkretnej informacji o paśmie przenoszenia nie ma. Ale co ciekawe, w dokumencie Analog Devices Circuit Note CN-0185 można znaleźć rozwiązanie analogowe z wykorzystaniem kostki AD7400 (AD7400A), pokazane na **rysunku E**. Tu wyjście MCLK OUT rzeczywiście nie jest wykorzystywane. Do wyjścia danych MDAT dołączony jest prościutki 1-bitowy przetwornik D/A zrealizowany na analogowym przełączniku – kluczu ADG849 przy zastosowaniu źródła napięcia odniesienia, co daje niezależność od wahań napięcia zasilającego. Na wyjściu klucza ADG849 otrzymujemy ciąg impulsów o amplitudzie 3V, a średnie napięcie tego ciągu impulsów niesie informację o mierzonym napięciu wejściowym. Aby uzyskać tę średnią wartość napięcia, wykorzystany jest filtr dolnoprzepustowy z podwójnym wzmacniaczem operacyjnym AD8646. Jest to filtr Sallen-Keya czwartego rzędu (Czebyszeva o nierównomierności tylko 0,01dB). Jego częstotliwość graniczna to 100kHz.

I tu sprawa jest dość jasna: pasmo przenoszenia tak zrealizowanego wzmacniacza izolacyjnego to 0...100kHz. Czyli

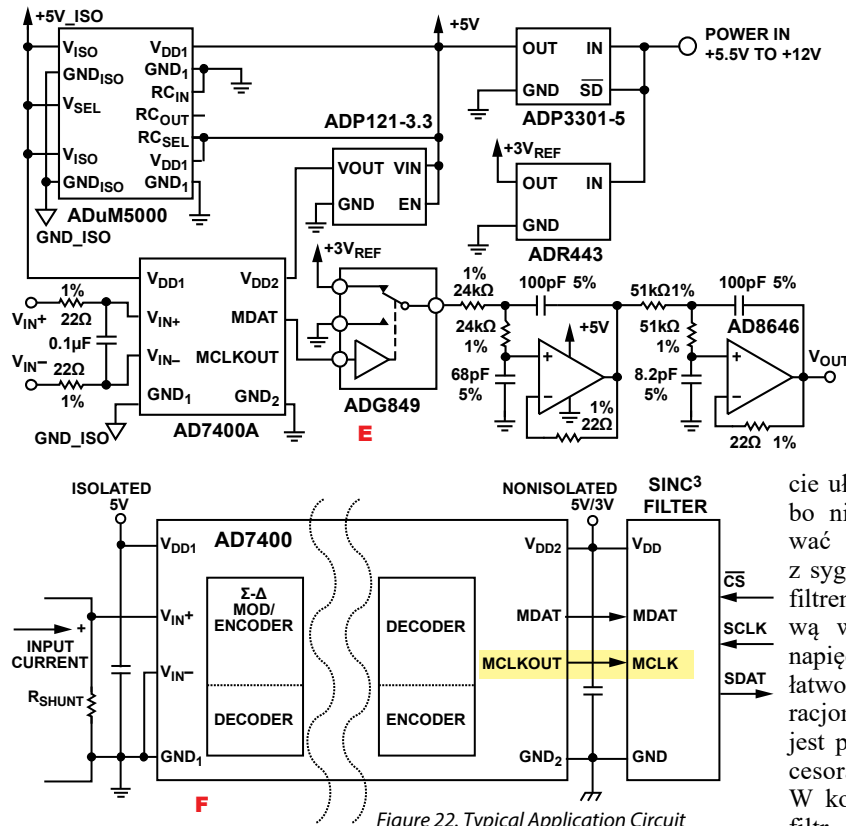


Figure 22. Typical Application Circuit

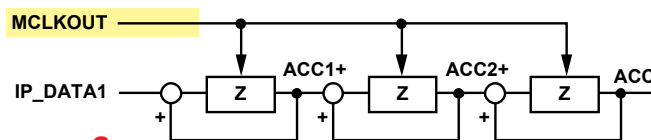


Figure 25. Accumulator

mniej więcej takie, jak przy zastosowaniu aktualnie dostępnych analogowych wzmacniaczy z izolacją.

Wątpliwości mniej zorientowanych co do wyjścia MCLKOUT oraz szerokości pasma przenoszenia rozwiewa dokładniejsza lektura karty katalogowej AD7400, gdzie jest podane między innymi: *A Sinc3 filter is recommended for use with the AD7400. This filter can be implemented on an FPGA or a DSP* i gdzie można znaleźć między innymi **rysunki F, G** dotyczące proponowanego filtru cyfrowego.

Rysunek F pokazuje, że impulsy z wyjścia MDAT, czyli jednobitowy cyfrowy sygnał z przetwornika sigma-delta, zostaje podany na filtr cyfrowy, a rysunek G dotyczy realizacji takiego cyfrowego filtra. Filtru dziwnie oznaczonego skrótem SINC3.

Nazwa *Sinc* ogólnie biorąc, dotyczy filtrów odcinających (dolnoprzepustowych) o prostokątnej, idealnej charakterystyce, liniowej fazie i o odpowiedzi impulsowej typu *sinc*, czyli $\sin(x)/x$. Co ważne, idealnego filtru

o takiej charakterystyce w praktyce zrealizować się nie da i cyferka 3 wskazuje, że ma to być realizacja filtru *Sinc* trzeciego rzędu, zapewniającego dużą stromość zbocza.

Filtru cyfrowego, dlatego sygnał zegarowy jest wręcz niezbędny do jego realizacji, a w każdym razie znakomicie ułatwia jego realizację,

bo nie trzeba rekonstruować sygnału zegarowego z sygnału użytecznego. Za filtrem uzyskuje się cyfrową wartość zmierzonego napięcia w postaci, którą łatwo poddać dalszym operacjom cyfrowym i która jest przekazywana do procesora przez łącze I2C. W koncepcji z rysunku F filtr SINC3 jest oddzielnym układem, z którego dane są przekazywane do innych układów. Oczywiście cyfrową filtrację może też zrealizować główny procesor sterujący, o ile ma odpowiednie zasoby.

W każdym razie finalnie uzyskuje się cyfrowe wartości napięcia występującego na różnicowym wejściu VIN+, VIN-. W karcie katalogowej nie ma mowy o paśmie, bo przy obróbce cyfrowej inaczej podchodzimy do sygnału wyjściowego.

W podobnych rozwiązaniach analogowych wzmacniaczy izolacyjnych kluczowymi parametrami są właśnie pasmo przenoszenia oraz szumy własne i inne źródła niestabilności sygnału wyjściowego. I na rynku dostępnych jest mnóstwo wzmacniaczy izolacyjnych z wejściem i wyjściem analogowym. Większość przeznaczona jest do monitorowania prądu silników i ma pasmo przenoszenia rzędu kilkudziesięciu kiloherców, a co najwyżej 100kHz, na przykład TI ISO121... ISO124. Inne, szybsze wzmacniacze izolacyjne to na przykład najbardziej precyzyjne ACPL-C79B oraz ACPL-C79A i ACPL-C790 o paśmie 200kHz oraz Toshiba TLP7920, TLP782 o paśmie do 230kHz. Pasma 400kHz ma Analog Devices ADuM4190. Warto

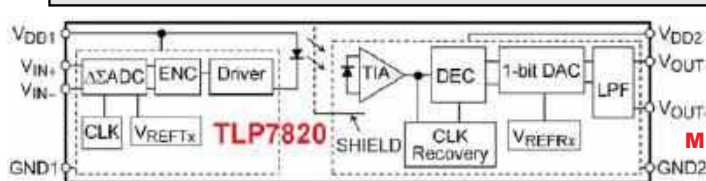
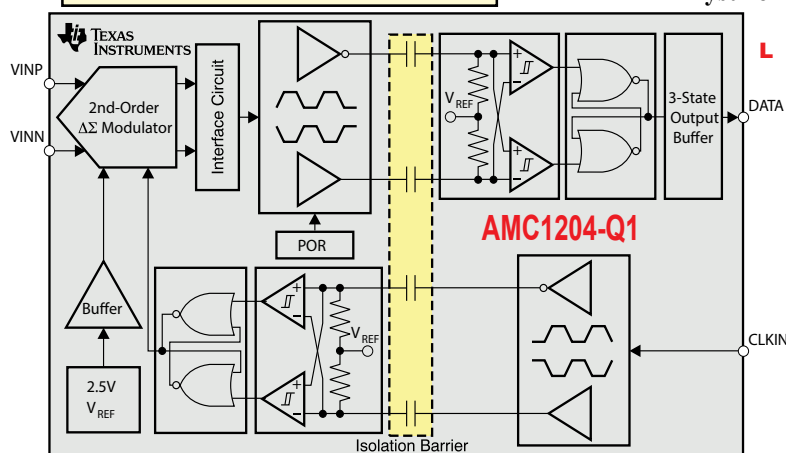
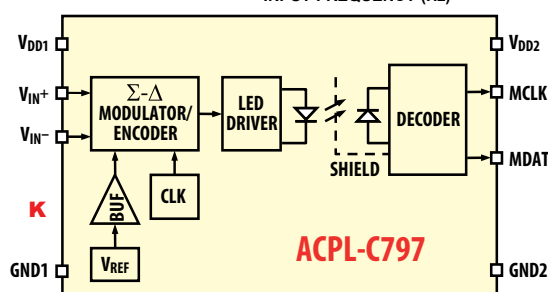
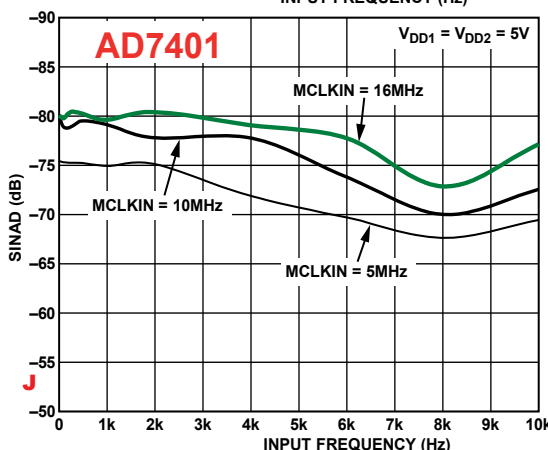
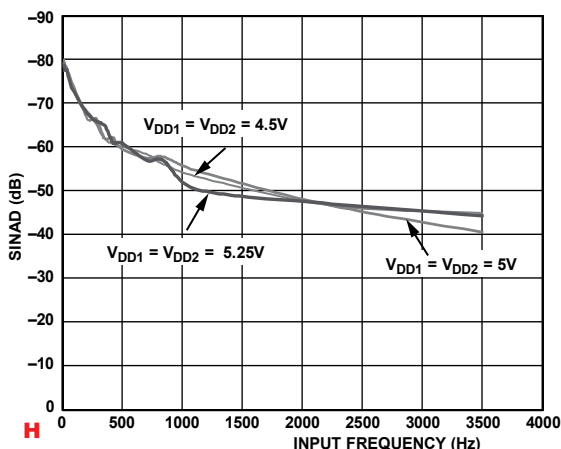
też wspomnieć o AMC1300, AMC1302, AMC1311 o paśmie 275...310kHz z Texas Instruments.

Przetwornik AD7400 i pokrewne to rozwiązanie nowocześniejsze od analogowych wzmacniaczy izolacyjnych, które wymagają dodatkowego przetwornika A/D między swoim wyjściem a procesorem. Sprawa polega na tym, że dziś obróbka uzyskanych wyników następuje na drodze cyfrowej i tego rodzaju przetworniki analogowo-cyfrowe z izolacją mogą nie tylko być tańsze, ale też zapewnić lepsze parametry.

Jak podaje producent, maksymalna rozdzielczość przetwornika AD7400 to 16 bitów. Jest to bardzo dobry wynik, uzyskiwany właśnie dzięki zastosowaniu przetwornika sigma-delta. Modułacja sigma-delta korzystnie przesunęła szumy w zakres wyższych częstotliwości, ale cudów nie ma i czym szersze pasmo chcemy uzyskać, tym więcej szumów będzie w sygnale wyjściowym. Niedawno kwestie te były dość dokładnie omawiane na łamach EdW, także w związku ze wzmacniaczami klasy D.

Wracamy do kwestii braku informacji o szerokości pasma przenoszenia. Otóż rozpatrujemy przetwornik A/D z izolacją. Ponieważ operacje cyfrowe przeprowadzane są tu już na początku toru pomiarowego, w karcie katalogowej do opisu właściwości wykorzystywane są parametry charakterystyczne właśnie dla przetworników ADC, a nie analogowych wzmacniaczy izolacyjnych. W karcie katalogowej AD7400 zamiast pasma przenoszenia znajdziemy informację o stosunku sygnału do szumów, w tym przypadku SINAD (*Signal-to-noise and distortion ratio*). **Rysunek H** pochodzi z katalogu AD7400. Wynika z niego, że odstęp od szumów powyżej 70dB można uzyskać jedynie w paśmie od zera do około 200Hz.

Co ciekawe, nie zgadza się z tym analogiczny **rysunek J**, pochodzący z karty wspomnianej, pokrewnej kostki AD7401, która ma zewnętrzne taktowanie.



Zielona krzywa wskazuje, że przy częstotliwości taktowania 16MHz, w paśmie aż do 7kHz uzyskuje się dynamikę ponad 75dB. Cóż, trudno osądzić, czy i ewentualnie na którym rysunku jest jakiś błąd.

W każdym razie ogólnie biorąc, występuje tu prosta, łatwa do intuicyjnego zaakceptowania zależność: czym węższe pasmo, tym wyższa dokładność, a czym szersze pasmo, tym dokładność jest mniejsza, bo w grę wchodzi szumy.

Omawiane kostki AD7400 i AD7401 nie są jedynymi izolowanymi przetwornikami typu sigma-delta. Po pierwsze, istnieją też inne przetworniki z izolacją galwaniczną, na przykład wykorzystujące metodę kolejnych przybliżeń (*successive approximation* – SAR). Przykładowo ofertę izolowanych przetworników Analog Devices można przejrzeć na stronie:

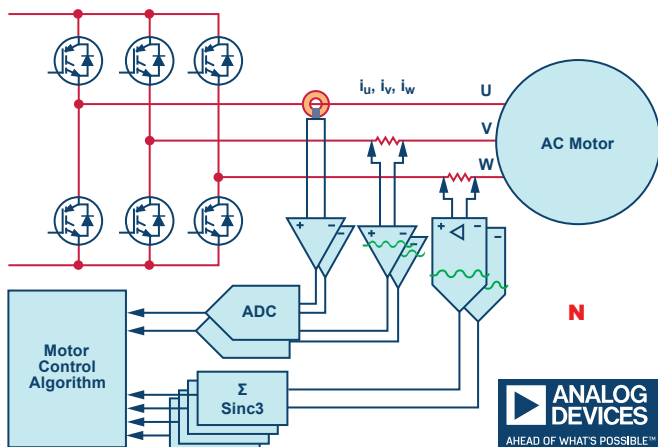
<https://www.analog.com/en/parametricsearch/11101/#/>

gdzie można też znaleźć kostki ADE1201/1202 ze wspomnianym przetwornikiem SAR.

Jeżeli natomiast chodzi o izolowane przetworniki sigma-delta, to są produkowane przez różnych wytwórców. **Rysunek K** pokazuje schemat blokowy Broadcom ACPL-C797. Jak pokazują rysunki B, C, D, Analog Devices realizuje izolację galwaniczną za pomocą swego rodzaju transformatorów – mikrotransformatorów. W układzie z rysunku K mamy izolację zrealizowaną przez elementy fotooptyczne.

Z kolei **rysunek L** pokazuje blokowy schemat wewnętrzny kostki TI AMC1204-Q1, podobnej do AD7401. Tu oddzielenie galwaniczne jest realizowane na drodze pojemnościowej.

Wszystkie te układy są przetwornikami analogowo-cyfrowymi z izolacją galwaniczną, wszystkie zawierają przetwornik typu sigma-delta i wszystkie mają wyjście cyfrowe. I tu jako ciekawostkę można



nia oparte na barierze optycznej?

Z dokumentacji firmy Analog Devices można się dowiedzieć, że układy z technologią iCoupler mają znakomitą wydajność przewyższającą rozwiązania z barierą optyczną.

Inne źródła podają, że elementy optoizolacyjne wraz z upływem czasu i zmianą temperatury zmieniają swoją charakterystykę, co może odbijać się na przekłama-

niach po stronie wtórnej.

Można do tego dodać, że rozwiązania z izolacją indukcyjną i pojemnościową są wyłącznie cyfrowe – przez barierę przesyłany jest sygnał cyfrowy. W przypadku bariery optycznej bywa różnie. Rysunek M przedstawia rozwiązanie, gdzie przez barierę przesyłany jest sygnał cyfrowy, ale w wielu analogowych wzmacniaczach izolacyjnych przez barierę przesyłany jest sygnał analogowy, a dla poprawienia liniowości i zredukowania starzenia, z jedną diodą świecącą współpracują dwie fotodiody (co też było niedawno omawiane w EdW).

Dziś w wielu zastosowaniach profesjonalnych i amatorskich w torach pomiarowych potrzebna jest izolacja galwaniczna i realizowana jest ona rozmaicie. **Rysunek N**, pochodzący z materiałów Analog Devices, pokazuje trzy podstawo-

we sposoby pomiaru prądu w obwodach, gdzie niezbędna jest izolacja galwaniczna, w tym przypadku w trzech liniach zasilających silnika trójfazowego współpracującego z przekształtnikiem (falownikiem). Jeden, znany od bardzo dawna sposób, to zastosowanie przekładników: albo klasycznych transformatorowych (AC), albo z kompensacją z wykorzystaniem czujnika Halla (DC+AC), a do tego przetworników ADC. Wtedy izolację galwaniczną zapewnia przekładnik. Drugi sposób to wykorzystanie analogowych wzmacniaczy izolacyjnych wraz z przetwornikami ADC po stronie niskonapięciowej. I trzeci sposób to właśnie przetworniki ADC z izolacją galwaniczną, najczęściej właśnie sigma-delta.

Temat ten jest zaskakująco szeroki. Na życzenie Czytelników te sposoby mogą zostać przybliżone, zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej. Bardzo prosimy o e-maile w tej sprawie (edw@elportal.pl).

Omówione właśnie zadanie było trudne. Rozwiązań nadeszło niedużo, ale za to wszystkie były prawidłowe (z wyjątkiem pewnych mało istotnych szczegółów, bo dwóch uczestników nie rozróżniło AD7400 i AD7401). Nagrody-upominki za zadanie **JakDziała3** otrzymują: **Andrzej Niemiec** – Brzegi, **Piotr Wójtowicz** – Wólka B., **Szymon Wójtowicz** – Warszawa. Wszyscy uczestnicy konkursu zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

jeszcze podać kostkę Toshiba TLP7820 o schemacie blokowym pokazanym na **rysunku M**. Ewidentnie zawiera ona przetwornik analogowo-cyfrowy typu sigma-delta, ale po drugiej stronie bariery zastosowany jest przetwornik cyfrowo-analogowy (1-bitowy) oraz filtr dolnoprzepustowy, przez co uzyskuje się analogowy sygnał wyjściowy (różnicowy, podobnie jak wejście jest różnicowe). Jest to więc w sumie analogowy wzmacniacz izolacyjny, wykorzystujący przetwarzanie sigma-delta.

Jeżeli chodzi o nadesłane rozwiązania, to oprócz bezpośredniej odpowiedzi niektórzy uczestnicy rozszerzyli informacje o swoje przemyślenia. Jeden z uczestników napisał: (...) *Pojawia się pytanie, po co stosować izolację galwaniczną w postaci transformatora, jeśli dostępne są od dawna rozwiąza-*

Ciąg dalszy ze strony 57

W tym trybie należałoby wprowadzić go w głębszy sen („Power-down” zamiast „Idle”), w którym zegar byłby całkowicie zatrzymany. Wymagałoby to zmiany schematu (wykorzystania dla przycisku pinu PB1, bo tylko on umożliwia wybudzenie mikrokontrolera z trybu „Power-down”). Obecnie pobór prądu w trybie wyłączenia jest znikomy (poniżej 2mA), więc problem jest teoretyczny, ale zgodnie ze sztuką należałoby usypiać mikrokontroler tak głęboko, jak to tylko możliwe.

Rozświetlanie diod następuje liniowo – liniowo zmieniane jest wypełnienie impulsów sterujących od 0 do 100%. Ludzka percepcja jasności nie jest jednak liniową funkcją luminancji, tylko w przybliżeniu logarytmiczną, dlatego diody, w celu zachowania wrażenia liniowej zmiany jasności, również należałoby rozświetlać logarytmicznie

– wolniej przy niskich wartościach wypełnienia, szybciej przy wyższych. Kwestią do ewentualnego policzenia / sprawdzenia jest to, czy mikrokontroler wyrobiłby się przy takim sterowaniu, biorąc pod uwagę liczbę poziomów PWM, częstotliwość PWM oraz zwiększone zapotrzebowanie na moc obliczeniową (procedura obsługi przetwarzania musi przecież zakończyć się, zanim nadejdzie kolejne przerwanie) i / lub pamięć, która musiałaby zawierać odpowiednie tablice.

Warto byłoby zmierzyć spadek napięcia na rezystorze R5. Oryginalny sterownik ustawia maksymalną jasność diod tylko chwilowo, a w trybie ciągłego świecenia jasność jest już mniejsza. Mój sterownik umożliwia ustawienie jasności maksymalnej na stałe, co przy napięciu zasilania 5V, spadku na diodach 3,5V oraz na tranzystorze 700mV (wartości teoretyczne,

Wykaz elementów

R1	3,3kΩ
R2	3,3kΩ
R3	3,3kΩ
R4	10kΩ
R5	2,2Ω
C1	22μ
C2	100n
C3	470n
T1	BC817
IC1	ATtiny13
S1	Tact 6mm

nie mierzyłem ich) odłożyć na rezystorze 800mV, co z kolei przełoży się na moc strat 290mW (przekroczenie maksymalnej dopuszczalnej mocy zastosowanego rezystora ćwierćwatowego o 16%). Należałoby ograniczyć maksymalną jasność świecenia lub zastosować rezystor półwatowy.

Circuit Chaos

Stały konkurs: Co to jest?

Zadanie CoTo2012

Zadanie konkursowe brzmi:

Co przedstawia zamieszczona niżej 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 przysyłać 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. *CoTo2012Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.



Rozwiązanie zadania CoTo2009

Fotografia pochodzi z artykułu Michała Kurzeli „Softstart z wyłącznikami”, zamieszczonego w EdW 4/2020 na str. 55.



Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Michał Lis – Gdynia,

Jarek Starak – Racibórz,

Wojciech Rozpara – Sosnowiec.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 1/2021

Nieco ekstremalny

Sluchawkowy wzmacniacz lampowy OTL

Wzmacniacz do współpracy z niskoimpedancyjnymi słuchawkami, przeznaczony dla łaknących decybeli melomanów.

Obszerny opis pozwoli Czytelnikowi na opracowanie własnej wersji, a także wyjaśni jak powstaje lampowe brzmienie.



EdW 2/2021

CNC

Określenie „obrobarka sterowana numerycznie” prawie każdemu skojarzy się z jakąś profesjonalną potężną i skomplikowaną maszyną. Artykuł przekonuje, że tego rodzaju maszynę prawie każdy współczesny hobbysta może z powodzeniem zbudować i wykorzystać w swoim domu.



EdW 3/2021

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.



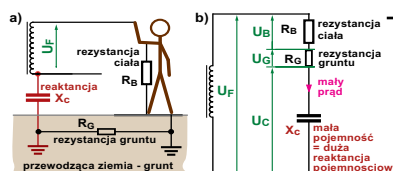
(Sub-?)

Nanosekundowy generator

Poznaj zadziwiające fakty, które ujawniły się podczas realizacji prostego generatora impulsów.

Karta wyjść cyfrowych audio

Prosty układ, dla posiadaczy płyt głównych bez standardowego cyfrowego wyjścia audio. Zapewnia fizyczne gniazda SPDIF, RCA, BNC, TOSLINK i AES3.



Sieci energetyczne dla elektroników

Tylko niedoświadczonym elektronikom domowa instalacja energetyczna wydaje się prosta,

a wręcz prymitywna w porównaniu z układami elektronicznymi.

UWAGA! UWAGA!

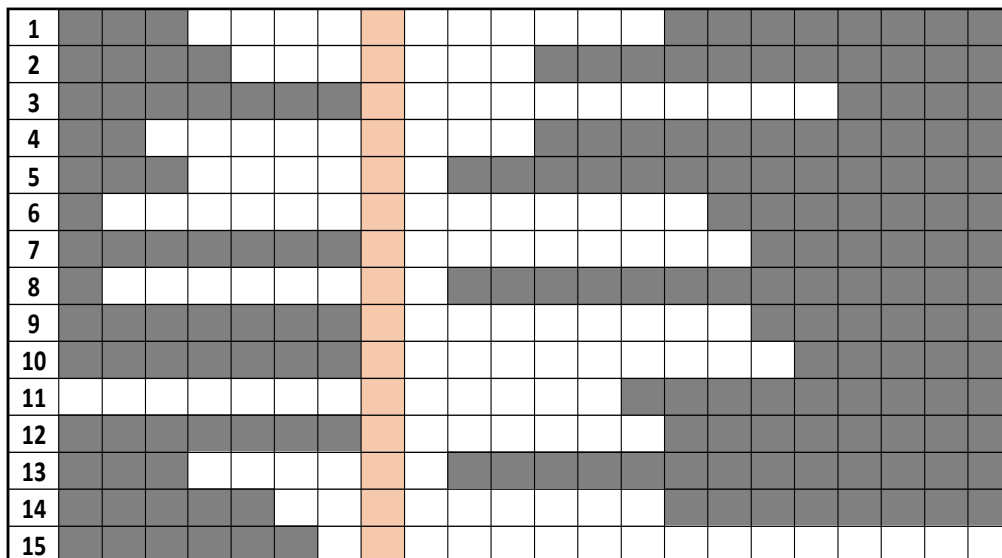
Kończy nam się zapas krzyżówek

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 (w wersji elektronicznej), przy czym dotychczasowi prenumeratorzy dodatkowo otrzymają możliwość zamiany na prenumeratę innego czasopisma AVT.

1. Zdolność substancji do krystalizacji w różne układy krystalograficzne.
2. Przekształca np. pojemność w indukcyjność.
3. Rodzaj separacji.
4. Niezbędny w oświetleniu wyładowczym.
5. Przepuszcza wodę, nie przepuszcza gazów.
6. Proces wykorzystywany w produkcji przyrządów półprzewodnikowych.
7. Zjawisko, które powoduje uczucie dyskomfortu/niewygody widzenia.
8. Zasada, określająca rozprzestrzenianie się fali.
9. Regularna, okresowa zmienność w czasie, np. napięcia, którego wartość średnia jest różna od 0.
10. Namagnesowanie szczątkowe.
11. Parametr określający przewodnictwo materiału.
12. Parametr, decydujący o podziale magnetyków.
13. Impuls ..., ważny przy analizie obwodów.
14. Najślynniejsza butelka w świecie elektroniki.
15. Stan pozwalający na lewitację przedmiotu.



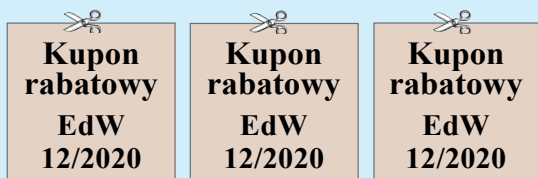
Autorem krzyżówki jest **Dominik Węclewski** z Solca.

Autor w nagrodę otrzymuje 9-miesięczną e-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 139 zł pozwala zaoszczędzić kwotę równą cenie jednego numeru EdW.**

Uwaga!

Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.



Rozwiązanie krzyżówki z EdW 9/2020 to ciąg następujących znaków: **D3F7 A514 C029 B6E8.**

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Rafał Daniel – Gliwice, **Ryszard Magdycz** – Wrocław i **Andrzej Sędziewski** – Siemianowice Śląskie.

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. **Krzyżówka2012Kowalski**. Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

Uwaga! Przesyłając rozwiązanie krzyżówki, nie zapominajcie o podaniu w e-mailu pełnego adresu. Jego 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 (precyzyjnie sformułowań) hasła krzyżówki.

EdW 12/2020 – lista osób nagrodzonych:

Maciej Czarnecki	Slawków	Jacek Konieczny	Poznań	Andrzej Sędziewski	
Czytelnik	Wrocław	Andrzej Kubiak	Rumia		Siemianowice Śląskie
Rafał Daniel	Gliwice	Michał Lis	Gdynia	Michał Stach	Kamionka Mała
Łukasz Fortuna	Wolowa	Ryszard Magdycz	Wrocław	Jarek Starak	Racibórz
Piotr Galka	Gdańsk	Andrzej Niemiec	Brzegi	Tadeusz Suszał	Warszawa
Piotr Graffstein	Warszawa	Bartłomiej Nowojowski	Jasło	Dominik Węclewski	Solec
Łukasz Jaworski	Pokrzywnica	Jacek Rączka	Polomia	Piotr Wójtowicz	Wólka Bodzechowska
Marcin Kartowicz	Bolechowo	Wojciech Rozpara	Sosnowiec	Szymon Wójtowicz	Warszawa

Uwaga! Jeśli do końca stycznia poczta nie dostarczy osobie z powyższej listy przesyłki z nagrodą, prosimy zgłosić ten fakt redakcji (22 783 00 20, ewa.dudzik@elportal.pl)

Zajrzyj do interesujących materiałów „Świat Radio” 12/2020



Nietypowe konstrukcje antenowe

Z czasopism zagranicznych zostały wybrane interesujące konstrukcje antenowe na różne zakresy fal, aby każdy mógł znaleźć coś ciekawego dla siebie. Są wśród nich urządzenia małogabarytowe, które są przydatne szczególnie tam, gdzie nie można zainstalować pełnowymiarowych anten. Na zdjęciu widoczna jest antena Vivaldiego, która umożliwia pracę w szerokim zakresie pasm od około 400MHz do ponad 3GHz.

RX Franek dla początkujących

RX Franek to prosty odbiornik nasłuchowy na pasmo 80m z wykorzystaniem dwóch układów scalonych. Pracuje w układzie z bezpośrednią przemianą częstotliwości i przy zastosowaniu nawet najprostszej anteny LW, umożliwia odbiór zarówno sygnałów telegraficznych (CW), jak i fonicznych – jednowstęgowych (SSB). W generatorze przestrzajonym jest zastosowany układ CD4011, w detektorze jest BF988, a we wzmacniaczu m.cz. TDA 7050.



Errare Humanum Est

W ciągu ostatniego miesiąca nie zgłosiliście żadnych usterek w EdW.

R E K L A M A

AVT 1961 Wzmacniacz do generatora impulsów

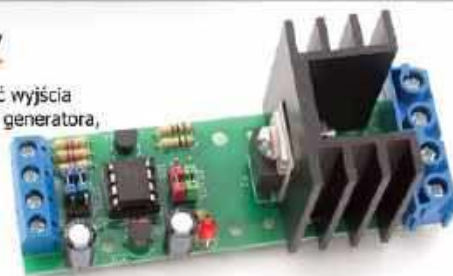
Wzmacniacz do generatora impulsów. Generatory przebiegów zwykle mają niewielką obciążalność wyjścia i nie są w stanie sterować niektórymi odbiornikami. Moduł może znacznie zwiększyć obciążalność generatora, pod warunkiem że generowane przebiegi mają kształt prostokątny.



Znajdź nas na



Moduł doskonale nadaje się do współpracy z takimi urządzeniami, jak AVT1474 czy AVT2633, a zespół czterech takich modułów może pracować jako stopień mocy do sterownika silnika krokowego np. AVT1725



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

Miernik LCR-T4 - tester tranzystorów, rezystorów, cewek, kondensatorów, diod i innych elementów

Tester elementów elektronicznych z dużym, czytelnym wyświetlaczem z powodzeniem przetestuje diody, rezystory, tranzystory, cewki itd. Dzięki niemu sprawdzisz większość elementów stosowanych w elektronice.

Absolutny niezbędny w warsztacie majsterkowicza!

Do miernika polecamy dedykowaną przezroczystą obudowę do samodzielnego złożenia. Przed montażem należy zdjąć papier ochronny!

ARD-6837 (miernik) 38zł
ARD-7919 (obudowa) 9zł

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

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

Mysz gamingowa Havit GAMENOTE MS837 RGB

- Rozdzielczość: 1000-7000 dpi
- 7 przycisków
- Złącze USB

MS837
69zł

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWOCZEJ
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

Miniaturowa, przenośna lutownica USB

Sposoby zasilania:

- z portu USB w laptopie, komputerze itp
- z ładowarki sieciowej USB (adapter USB do gniazdka)
- w samochodzie: z adaptera USB do gniazda zapalniczki
- w terenie: z zasilacza awaryjnego PowerBank

- zasilanie 5V USB (natężenie min. 1A)
- moc 8W
- czas nagrzewania grotu 15s

kod: ZD-20U
cena: 20zł

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

Tester diod LED

Prosty, przenośny tester diod LED, źródło stałoprądowe wyposażone w złącza pozwalające sprawdzać diody jedno i dwukolorowe.

Prosta obsługa:

1. umieść diodę w testerze



2. naciśnij przycisk



TESTER LED
17.10zł

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

Słuchawki bezprzewodowe Bluetooth SN-BT1001

SLU0056
79zł



Nowoczesne słuchawki nauszne z mikrofonem łączą w sobie wyjątkowy design i funkcjonalność. Sprawdzą się zarówno w domu, jak i poza nim, np. podczas spaceru czy podróży. Posiadają obsługę połączeń głosowych. Słuchawki są bardzo funkcjonalne: posiadają Bluetooth, slot na kartę microSD, wbudowane radio FM, wygodny panel sterowania.

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

Latarka HL-250 z sensorem zbliżeniowym

Bezdotykowa obsługa latarki

- zasięg światła do 150m
- zasilanie 3x AAA
- waga z bateriami ok 88g
- strumień świetlny 200 lumenów



kod: HL-250 COBRA
cena: 50zł

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

Latarka ręczna wielofunkcyjna Rebel Light

- 3 tryby świecenia
- Zoom
- Nóż do przecinania pasów
- Młotek bezpieczeństwa
- Narzędzie wielofunkcyjne (multitool 8 funkcji)
- Strumień świetlny: 120 lm
- Zasilanie: 3 baterie AAA
- Wymiary: 45 x 45 x 150 mm



URZ0919
29zł



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

Klucze nastawne typu 'żabka' 8cali i 12 cali

Pro'sKit®

kod: PN-P008

- 5 stopni rozwarcia szczęk
 - rozwarcie szczęki max 30mm, głębokość 27mm
 - długość całkowita 204mm (8 cali)
- cena: 29,90zł

kod: PN-P012

- 7 stopni rozwarcia szczęk
 - rozwarcie szczęki max 51mm, głębokość 42mm
 - długość całkowita 317mm (12 cali)
- cena: 47zł



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

Dwustronna linijka PCB o długości 15 cm, wypełniona wieloma wzorami elementów PCB i innych.



NAR10167 9,50zł

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

PowerBank 10000mAh mobilna bateria everActive Energy Bank

- szybkie ładowanie 2 urządzeń naraz - do 2.4A na każde gniazdo USB
- pojemność 10000mAh - gwarantowane realne parametry
- wysokiej jakości akumulator litowo-polimerowy
- technologia iQ Smart Charging
- wymiary: 160 x 82mm
- grubość zalew 13mm
- waga tylko 235g



kod: EB-10K
cena: 52zł

everActive

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



KS-151002

Arduino. 36 projektów dla pasjonatów elektroniki

Arduino to płytka, która zmieniła świat elektroniki. Dzięki niej ten magiczny świat stał się otworem przed wszystkimi chętnymi. Jeżeli marzysz o zbudowaniu własnego układu elektronicznego, realizującego ciekawe zadania, trafiasz 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, str. 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, str. 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 niepojętej ciekawości pada jakiś gadżet. Warto pokazać najmłodszemu, 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, str. 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, str. 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, str. 312, cena 49 zł

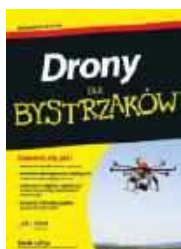


KS-160100

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 wejścia i wyjścia, 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, str. 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 bezałogowych statków powietrznych i zachowywania się zgodnie z etykietą przyjętą przez społeczność użytkowników dronów, a także wielu innych spraw

Mark LaFay, str. 256, cena 40 zł



KS-150802

Arduino. Automatyzacja domowa dla każdego

Z tej książki nauczysz się między innymi: łączyć czujniki z płytką Arduino; budować energooszczędne czujniki ruchu z użyciem technologii XBee; sprzęgać przełączniki 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 automatyzacji 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, str. 112, cena 33 zł

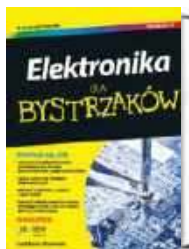


KS-170405

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, str. 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, str. 368, cena 49 zł

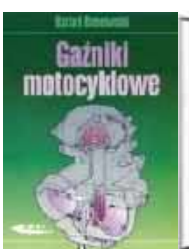


KS-160400

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, str. 256, cena 59 zł



KS-170904

Gazniki motocyklowe

W książce opisano budowę, obsługę i użytkowanie gaznikowych układów zasilania we współczesnych i klasycznych motocyklach. Podano informacje o gaznikach 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.

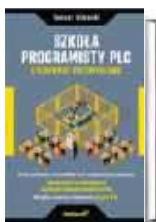
Rafał Dmowski, str. 104, cena 45 zł



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 Gilowski
stron 264, cena 59 zł

Polecamy

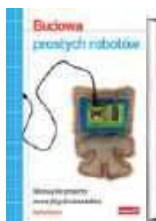


KS-180300

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, przetłumaczone 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.



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

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! Obróń 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 szkoleniowego 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 Raspberry 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



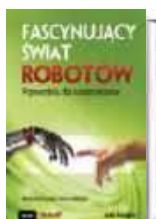
kod KS-170200
English 4 IT. Praktyczny
kurs języka angielskiego
dla specjalistów
IT i nie tylko,
Kathy Ceceri
stron 288, cena 39 zł



kod KS-161101
Proste projekty dla
młodych majsterko-
wiczów,
Autorzy: Redakcja
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 Kazunas-France
stron 224, cena 49 zł

Książki można zamówić w sklepie internetowym AVT
lub wypełnić zamówienie (formularz na stronie 81) i wysłać na adres:
AVT – Księgarnia Wysyłkowa, ul. Leszczyńska 11, 03-197 Warszawa
tel. (+48) 22 257 84 50 do 53, faks (+48) 22 257 84 55
e-mail: handlowy@avt.pl



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 premiuje bonysem!

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 wylać 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 10/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 11/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 12/2020

To więcej kuponów z rabatami 3 numerów EdW
a wydajesz za nie 100% dla swoich klientów.
(szczegóły na stronie 73)
Przepraszamy, że nie możemy wydać kuponów.
Wydarczy, że podasz nam paragon.

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kitty

Opisane w poniższych:

- [A] płyta drukowana PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płyta PCB i zaprogramowany układ
- [B] płyta 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

Zwój numer przesyłki

Adres:

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

KITY AVT PRZEDSTAWIA

AVTEDU

Zupełnie nowa edukacyjna seria kitów AVTEDU. Wypróbuj je wszystkie i zostań mistrzem lutownicy, poznaj świat elektroniki i zgłębiaj go razem z nami

Poznaj całą serię

#AVTEDU #NaukaLutowania #KityAVT

KITY
AVT



INTERESUJESZ SIĘ ELEKTRONIKĄ LUB TECHNIKĄ?



SIĘGNIJ PO DUŻĄ DAWKĘ SPECJALISTYCZNEJ WIEDZY
NA WWW.ULUBIONYKIOSK.PL