

ELEKTRONIKA

dla wszystkich

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

www.elportal.pl

Zegarek motocyklowy z funkcją pomiaru napięcia i temperatury

Sonda – Woltomierz

- ▶ Kalkulator TTL
- ▶ Efekt stroboskopowy z taśmą LED
- ▶ Odtwarzacz MP3 z nadajnikiem AM
- ▶ Felieton: Programujemy
- ▶ Taki zwyczajny zasilacz
– Porównanie zasilaczy
- ▶ MPPT
- ▶ Modułacja sigma-delta
– Przetworniki SD
- ▶ Kłopoty z miernikiem LC100-A
- ▶ Odkrywamy schematy
– Zasilacze komputerowe
- ▶ KiCad – Płytki w kolorach EdW
- ▶ Magnetofony w Polsce



Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl

Miejsca dla
specjalistów

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe



sklep.avt.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

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

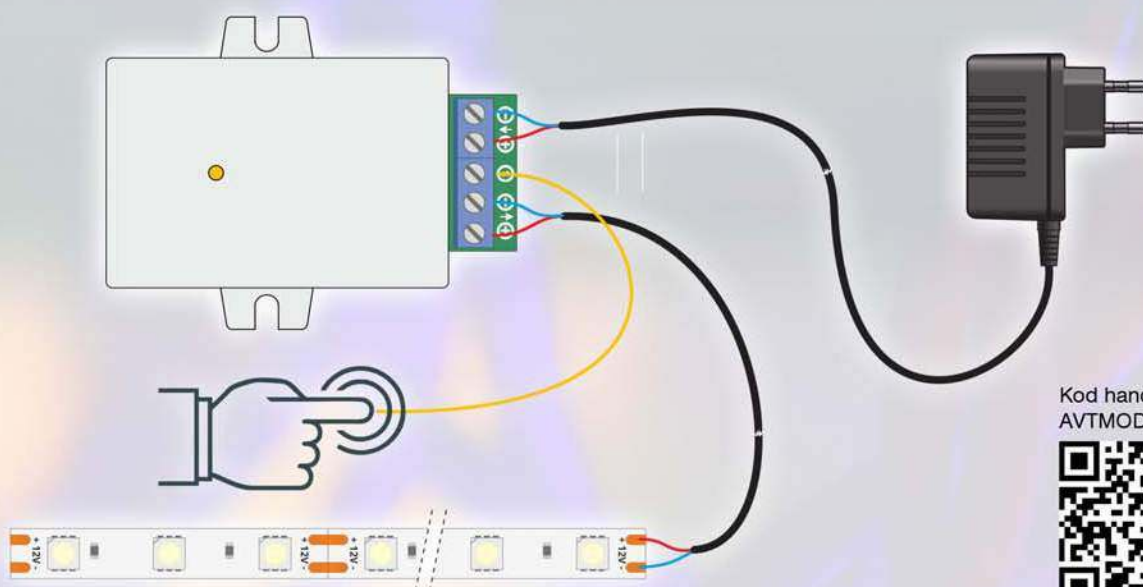
www.piekarz.pl



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

ELEKTRONIKA W NAJLEPSZYM WYDANIU



- Branżowy miesięcznik dla elektroników
- Portal i platforma handlowa B2B
- Codziennie wysyłany newsletter
- Cyklicznie wydawany Informator Rynkowy Elektroniki

WWW.ELEKTRONIKAB2B.PL

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



ARTRONIC 1



ELMAX 70



EX-OR 70



FERYSTER 55



GTB-SOLARIS 70



msalamon.pl 27



PIEKARZ 1, 33



PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWczej

PW KEY 70



SEMICON 41



str. 15

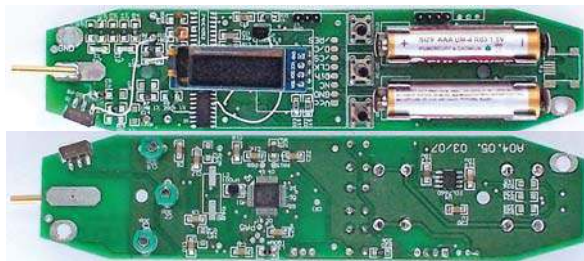
Zegarek motocyklowy z funkcją pomiaru napięcia i temperatury

Dziś motocykl lub skuter jest dobrą alternatywą do poruszania się po zatłoczonych miastach. Niestety tylko nieliczne jednoślady są fabrycznie wyposażone w tak potrzebny podczas codziennych dojazdów zegarek.

str. 19

Sonda – woltomierz

Multimetr jest podstawowym przyrządem w warsztacie elektronika. Nie zawsze jednak korzystanie z klasycznego multimetru jest wygodne. W takich przypadkach rozwiązaniem może być opisywany układ.



str. 28

Taki zwyczajny zasilacz...

W ostatnich odcinkach budowaliśmy przyrządy do testowania zasilaczy. Teraz sprawdzamy właściwości dynamiczne szeregu zasilaczy impulsowych i liniowych.



str. 32

MPPT

Skrót MPPT dotyczy optymalnego wykorzystania panelu fotowoltaicznego. Równie ważne, a nawet jeszcze ważniejsze, jest optymalne wykorzystanie parametrów akumulatora, a to jest ściśle związane ze sposobem jego ładowania.

EUROPOWER

VRLA - valve regulated lead-acid bat

Constant Voltage Charge (20°C)

Standby use: 13.5-13.8 V

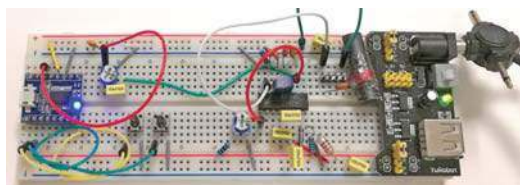
Cycle use: 14.4-15.0 V

Max. initial current: 2.40 A

str. 60

Odtwarzacz MP3 z nadajnikiem AM

Tak, z nadajnikiem AM, ponieważ proponowane zastosowanie to odtwarzanie archiwalnych audycji radiowych celem ożywienia starych, zabytkowych radioodbiorników z zakresami AM.



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

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

Miesięcznik



www.elportal.pl

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

Wydawca:

Wiesław Marciniak

Adres Wydawcy:

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

Redaktor Naczelny:

Piotr Górecki, pg@elportal.pl

Redaktorzy Działów:

Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:

Ewa Górecka-Dudzik

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 Szkoła Konstruktorów)
prosimy adresować:

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

Korespondencja elektroniczna:

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

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

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

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:

W Wydawnictwie AVT

tel: (22) 257 84 22
e-mail: prenumerata@avt.pl

W RUCH S.A.

tel: 801 800 803, (22) 717 59 59
e-mail: prenumerata@ruch.com.pl
www.prenumerata.ruch.com.pl

Stali współpracownicy:

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

Sierpień

8 (296)

Projekty

Projekty AVT

Zegarek motocyklowy z funkcją pomiaru napięcia i temperatury.....	15
Sonda – woltomierz	19
Kalkulator TTL, część 2	23

Elektronika 2000

Efekt stroboskopowy z taśmą LED	58
---------------------------------------	----

Forum Czytelników

Odtwarzacz MP3 z nadajnikiem AM	60
---------------------------------------	----

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 294

Zaproponuj elektroniczny sposób sygnalizacji otwarcia furtki.....	45
---	----

Rozwiązanie zadania głównego 289

Zaproponuj/przedstaw swój system albo tylko elementy systemu inteligentnego domu	46
--	----

Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 243, 289.....	51
--	----

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 294, 289.....	54
--	----

Artykuły różne

Felieton: Programujemy	14
Taki zwyczajny zasilacz. Część 9 – Porównanie zasilaczy	28
MPPT, część 7.....	32
Modulacja sigma-delta. Przetworniki SD, część 2	34
Kłopoty z miernikiem LC100-A, część 2.....	37
Odkrywamy schematy. Zasilacze komputerowe, część 2	40
KiCad – płytka w kolorach EdW.....	40
Magnetofony w Polsce	58

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki	6
Prenumerata	8
Pocztą	10, 26
Skrzynka porad	12
Księgarnia AVT.....	72
Reklamy	70
Oferta handlowa AVT	74

Konkursy

Co to jest?	65
Jak to działa?.....	66
Krzyżówka	68



Sierpień

Projekt okładowy przedstawia praktyczny dodatek do motocykla lub skutera. Rozwiązuje problem braku zegarka, tak ważnego podczas porannych dojazdów do pracy czy szkoły. Drugi projekt numeru: sonda – woltomierz przyda się w licznych zastosowaniach, a może też posłużyć jako inspiracja do realizacji podobnych nietypowych przyrządów.

Jestem przekonany, że pozostałe projekty i artykuły też wzbudzą Wasze zainteresowanie. Jeżeli chodzi o napływającą korespondencję, część znajdziecie w rubryce *Pocztą* – znów bardzo obszernej. A w niecytowanych e-mailach otrzymaliśmy kolejne liczne prośby o przedstawienie cyklu omawiającego domowe sieci energetyczne z punktu widzenia elektronika. Cykl niedługo ukaże się na łamach czasopisma. Zainteresowanie wzbudza też temat pomiaru parametrów elementów elektronicznych, a niektórzy zadają pytania dotyczące różnych interesujących szczegółów. Dla pożytku także innych Czytelników niektóre takie szczegóły omówimy szerzej. Gotowe również są i czekają na publikację pierwsze odcinki cyklu „Czym się różni wróblek?” o niedoskonałościach podstawowych elementów elektronicznych w ujęciu teoretycznym oraz praktycznym. Napłynęły też pierwsze e-maile dotyczące pracy grupowej, wspomnianej w lipcowej *Pocście*.

Zachęcam do korespondencji z redakcją (edw@elportal.pl) oraz do udziału w *Szkole Konstruktorów* i innych konkursach.

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki

P.S. Jeśli ktoś nadal ma problemy z kupnem papierowej wersji EdW - zapewne zapomniał o: www.ulubionykiosk.pl



**Prenumerata
– naprawdę warto!**

MERCEDES Z REKORDOWYM ZASIĘGIEM?

Nowy prezes Daimler AG na spotkaniu dla akcjonariuszy pochwalił się zasięgiem, który ma zapewniać elektryczny Mercedes EQS. Już wcześniej zapowiedział on zupełnie nową rodzinę elektrycznych samochodów EQ i rozwój napędów hybrydowych. Co więcej, okazało się, że elektryfikacja czeka nawet sportowe modele AMG.

Szef Daimlera potwierdził, że nowy model nie będzie oparty na podwoziu klasy S – otrzymamy zupełnie nowe podwozie i nadwozie zbudowane od podstaw.

Najważniejszą informacją jest jednak deklarowany zasięg na w pełni naładowanych akumulatorach. EQS ma przejechać ponad 700km według normy WLTP. To rezultat dobry nie tylko jak na auto elektryczne, ale niemal porównywalny z silnikami benzynowymi.

Tesla Model S w poprawionej wersji Long Range Plus osiągnęła ostatnio zasięg na poziomie prawie 650km. Warto jednak zaznaczyć, że podany wynik został ustalony na podstawie cyklu EPA. Jeśli producenci wreszcie poradzą sobie z problemem niewielkich zasięgów to elektryfikacja na dużą skalę wreszcie będzie możliwa. Kolejnymi krokami musi być zagęszczenie sieci stacji szybkiego ładowania, skrócenie samego procesu, i w końcu znalezienie sposobu na obniżenie ceny modeli z niższej półki. Bez tego popularyzacja elektryków na rynkach choćby takich jak polski nie będzie możliwa.



SKŁADANY SAMSUNG W NOWEJ ODSŁONIE

Segment składanych smartfonów nieśmiało się rozwija, a Samsung wychodzi w nim na pozycję jednego z niekwestionowanych liderów. Zapowiedziany niedawno Samsung Galaxy Z Fold 2 będzie już czwartym smartfonem z elastycznym ekranem tego producenta i tym razem robi wrażenie bardzo przemyślanej konstrukcji.

Pierwszy Galaxy Fold był krytykowany głównie za wyświetlacze. To one dla dużej części osób stanowiły najsłabszy punkt tego modelu: na zewnątrz znajduje się bardzo mały wyświetlacz o przekątnej zaledwie 4,6 cala, a po rozłożeniu, duży składany ekran miał nietypowe wycięcie na przednie aparaty, burzące wizualną symetrię.

Nowy Samsung Galaxy Z Fold 2 oferuje duży zewnętrz-



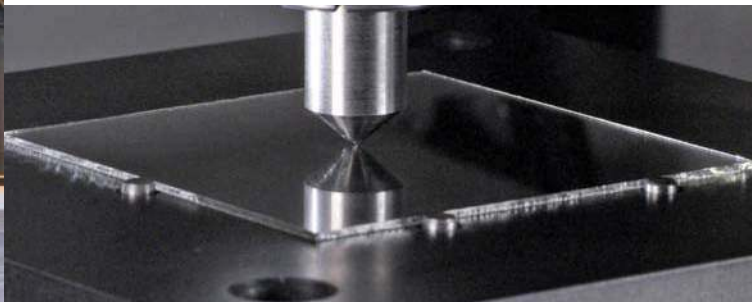
NOWA GENERACJA GORILLA GLASS

Corning Gorilla Glass jest już marką rozpoznawalną nawet wśród osób, które niekoniecznie interesują się najnowszymi modelami smartfonów. Kolejne generacje wzmocnianego szkła goszczą na coraz to nowszych urządzeniach mobilnych, zapewniając ochronę przed zarysowaniami i uszkodzeniami. Przyszedł czas na ogłoszenie najnowszej generacji twardego szkła – Gorilla Glass Victus.

Jak deklaruje firma, nie dość, że będzie ono twardsze od aktualnie wykorzystywanego Gorilla Glass 6, to charakteryzuje się mniejszą podatnością na zbiecie przy upadku (według producenta – aż dwukrotnie). Smartfony testowe, wyposażone w szkło Gorilla Glass Victus były zrzucone z wysokości 2 metrów na twarde, szorstkie powierzchnie i potrafiły wyjść z tego bez szwanku. Corning poprawiło odporność na zarysowania, bo o ile Gorilla Glass 6 było chwalone za niezłą trwałość przy upadkach, to pozostawiało nieco do życzenia jeśli chodzi o twardość powłoki.

Corning przekazał, że pierwszymi smartfonami wyposażonymi w szkło Gorilla Glass Victus będą urządzenia produkowane przez Samsunga. Jak się później okazało, chodziło o Galaxy Note 20 Ultra.

Mimo ciągłego postępu w branży szkieł ochronnych użytkownicy coraz częściej korzystają z dodatkowych etui czy szkieł naklejanych bezpośrednio na ekran. Jednym z powodów takiego zjawiska mogą być rosnące ceny smartfonów i koszty związane z potencjalną wymianą zbitego ekranu, które nierzadko przekraczają 1000zł.



ny wyświetlacz o przekątnej 6,2 cala. Ponadto bardzo szczelnie wypełni on cały panel przedni – producent umieścił pojedynczy aparat w okrągłym otworze w górnej części ekranu.

Dzięki temu korzystanie ze złożonego Galaxy Z Fold 2 nie będzie mniej komfortowe niż używanie tradycyjnego smartfona. A jeśli użytkownik będzie chciał mieć do dyspozycji jeszcze większy ekran, to otworzy urządzenie i skorzysta z wyświetlacza elastycznego o dużej powierzchni. Co więcej, Samsung zastosował w nim Ultra Thin Glass, czyli materiał podobny jak w Galaxy Z Flip, dzięki czemu panel powinien być mniej podatny na uszkodzenia. Wyświetlany obraz będzie odświeżany z częstotliwością do 120Hz. Cena? Na razie Samsung w tej kwestii milczy, ale musimy być przygotowani na sumę zbliżoną do pięciocyfrowej.

SONY A7S III DO ZADAŃ SPECJALNYCH

Na trzecią generację tego modelu fani Sony musieli czekać długo – niemal pięć lat. Japończycy nie podają wprawdzie co oznacza litera S w nazwie, ale wszyscy wiedzą już, że wskazuje ona na model ze stosunkowo niską rozdzielczością, przeznaczony głównie do nagrywania wideo 4K w trudnych warunkach oświetleniowych.

Sercem aparatu jest nowa, 12,1-megapikselowa, pełnoklatkowa matryca z tylnym podświetleniem. Nie jest to przeprogramowany sensor poprzedniej generacji ale zbudowana od podstaw konstrukcja z większymi pikselami. Matryca jest stabilizowana przez 5-stopniowy system IBIS, który działa w zakresie do 5,5 EV.

Dzięki zastosowaniu technologii tylnego podświetlenia, pojedyncze punkty matrycy są w stanie przyjąć więcej światła, co przekłada się na wyższą jakość obrazu na większych czułościach ISO, jak również na dwukrotnie większą prędkość odczytu danych z matrycy wspieranej nowym procesorem BIONZ (8x szybszy niż ten z poprzedniej generacji).

Sony A7S III to model przeznaczony głównie dla filmowców. Nie

znajdziemy tu jednak rozdzielczości 8K jak w nowym Canonie, a 4K 120 kl./s. Wszystkie rozdzielczości nagrywania filmów pozwalają na nagrywanie w 10 bitach z kodekiem 4:2:2, a matryca pozwala na zarejestrowanie wideo o rozpiętości tonalnej aż 15 EV. Interesującym dodatkiem do funkcji nagrywania jest opcjonalna cyfrowa stabilizacja obrazu, która daje obraz z dziesięcioprocentowym przycięciem.



PRÓBNIK KOLORÓW W APPLE PENCIL

Jak precyzyjnie próbować kolory ze świata rzeczywistego do cyfrowego? Jak wynika z opublikowanego wczoraj wniosku patentowego, Apple od zeszłego roku pracuje nad funkcją, która mogłaby znacznie wpłynąć na możliwości kreatywnej pracy z użyciem Apple Pencil. Do zaimplementowanych w obecnych modelach rysika czujników nacisku i pochyleń, stwarzających wrażenie rysowania i pisanie z użyciem normalnego ołówka, ma dojść kolejny, pozwalający na pobranie próbki koloru z realnego obiektu i użycie jej do wykonania rysunku na ekranie iPada.

Dodatkowy moduł wyposażony w detektory światła, który



KAMERA POD EKRANEM OD MICROSOFTU?

Microsoft kojarzony był głównie z Windowsem, pakietem Office, a od niedawna z chmurą Azure. Firma ta jednak od dłuższego czasu inwestuje też w patenty sprzętowe. Do firm pracujących nad ukryciem przedniego aparatu pod ekranem – wyświetlaczem postanowił dołączyć właśnie gigant z Redmond. Oddział, którego zadaniem jest prowadzenie prac badawczo-rozwojowych, zaprezentował rozwiązanie mające znacznie poprawić jakość zdjęć robionych przez ekran i usunąć niepożądane efekty, takie jak rozmycie.

Jak zauważył zespół Microsoft Research, struktura pikseli w ekranie będzie skutkować dyfrakcją fal świetlnych, co z kolei przekłada się na rozmażany obraz z leżącej niżej kamery, mniejszy kontrast, mniejszą ilość światła, a nawet może całkowicie zasłonić część zawartości zdjęcia. Na szczęście efekt ten występuje w przewidywalny sposób i w teorii można go naprawić z wykorzystaniem sieci neuronowych.

Końcowy efekt prezentuje się naprawdę dobrze – fotografia poprawiona przez oprogramowanie jest niemal identyczna jak zdjęcie wykonane normalnie, bez zasłonięcia kamery ekranem OLED.

Microsoft rozwija opisaną technologię głównie z myślą o wideorozmowach, ale jest prawdopodobne, że może ona znaleźć zastosowanie również podczas robienia zdjęcia przednią kamerą smartfona. Niestety na razie są to rozwiązania prototypowe i nie trafią do hybrydy Surface Duo, która premierę będzie miała już niedługo.



jak sugeruje rysunek dołączony do wniosku patentowego, miałby zostać umieszczony w końcówce Apple Pencil, pozwalając będzie na dotknięcie wybranej płaszczyzny bądź rzeczywistego przedmiotu i pobranie z niego koloru bezpośrednio do programu graficznego. Badanie barwy i jej odcienia odbywać się będzie z użyciem jednego z wielu mierników światła, które dostosowane będą do odpowiedniej barwy koloru podstawowego. Końcówka może zostać wyposażona w kilka własnych źródeł światła, które umożliwią obwodom sterującym określenie koloru obiektu. Znajdujące się w niej fotodetektory wykorzystają do tego celu światło odbijające się od skanowanego przedmiotu.

Steve Jobs był wyraźnie przeciwny rysikom, ale wygląda na to, że technologia ta na trwałe zagości w repertuarze Apple.

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
propozycje 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	250,20 zł 6 wydań gratis
jeśli prenumerujesz nieprzerwanie od:	2 lat	125,10 zł 3 wydania gratis	
	3 lat	111,20 zł 4 wydania gratis	208,50 zł 9 wydań 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.

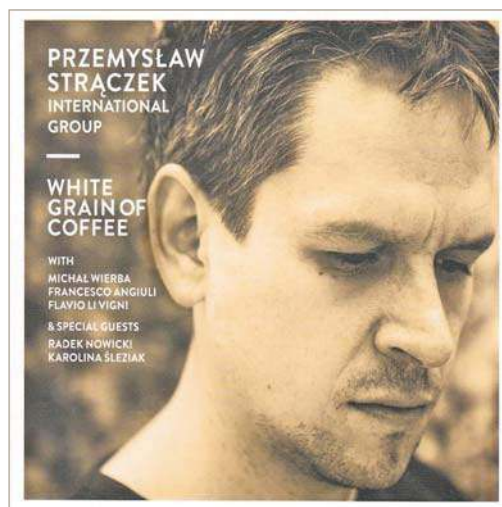
Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która
dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie prześlemy
i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy)
Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom.
Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom

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
zgody 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 to (do wyboru):

- koszulka z logo EdW (rozmiar XL)
 - płyta Przemysława Strączka „White Grain of Coffee”
- 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**

Okreśną drogą, przez sekretariat AVT, trafił do nas e-mail:

*Szanowni Państwo
od ok. miesiąca, po ok. pięćdziesięciu latach wznowiłem przy Waszym (nieświadomym dotąd) udziale spotkanie z elektroniką. Zacząłem od budowy warsztatu, a konkretnie zasilacza do uruchamiania przyszytych konstrukcji. Za pomocą Waszego „kitu” (...) skonstruiowałem całkiem przydatną rzecz. W następnym kroku pomyślałem o jej rozbudowie o zestaw napięć predefiniowanych. Nie dowierzam własnemu skupieniu w czasie pasjonujących eksperymentów, a potencjometr łatwo jednak, przypadkiem, obrócić. W podziękowaniu za świetną zabawę, zamieszczam efekt mojej pracy. Celem było, jak widać, uniknięcie kardynalnych zmian w pierwotnej konstrukcji. O szczegółach mojej ingerencji mówią załączone pliki. Płytkę zaprojektowałem w Eaglu i wysłałem do wykonania w fabryce pcb.*

Pozdrawiam Redakcję
Jan Liszkowski

Cieszymy się!
Na fotografii obok pokazane jest jedno z nadesłanych zdjęć.



W Skrzynce porad w EdW 6/2020 było postawione pytanie, które zaowocowało licznymi e-mailami. Oto jeden z nich:

*Dzień dobry,
w nawiązaniu do informacji zawartej na końcu działu „Skrzynka porad” w najnowszym numerze EdW, co do możliwości wdrożenia cyklu artykułów nt. sieci energetycznych, pragnę wyrazić wielkie zainteresowanie dla tego typu artykułów i jednocześnie gorąco liczę na ich powstanie i publikację. Zdaję sobie sprawę, iż są to zagadnienia z dziedziny elektryki, co de facto odbiega od głównej tematyki magazynu, tym niemniej podstawowa wiedza z tego zakresu jest dla elektronika hobbysty przydatna, można powiedzieć niezbędną.*

Pozdrawiam
Adam Nahalewicz

Artykuł, a raczej cykl „energetyczny”, już pomału powstaje.

Większość korespondencji z redakcyjnej skrzynki e-mailowej nie jest prezentowana w czasopiśmie, bo dotyczy różnych spraw indywidualnych, które nie są interesujące i potrzebne dla ogółu Czytelników. Po otrzymaniu odpowiedzi na swoje indywidualne pytanie jeden z Czytelników napisał:

*Dziękuję Panie Piotrze!
Jeśli już Redaktor Naczelny odpisuje na mojego @, to mam takie pytanie: Czy nie uważa Pan, że rysowanie schematów, które są publikowane w czasopiśmie wydawnictwa AVT, idzie w nie dobrą stronę?*

Dla przykładowo schematy od Pana (...) i inne. Schematy, które rysuje program komputerowy, gdzie mamy np. układ scalony, niepołączony z innymi częściami układu, a są tylko odnośniki numeryczne. Wielkości poszczególnych symboli części są często nieproporcjonalne do innych. Ogólnie jest to nieładnie i nieczytelnie narysowane. Młodzi adepci na tak rysowanych schematach nie będą mogli odczytać logiki działania układu itd. Co ciekawe, jak obserwuję przedruki schematów z innych czasopism publikowane w „Świecie Radio”, to nie zauważyłem takich tendencji za granicą. Nawet Pana rysunki odręczne w artykule o stabilizatorach są ładne i czytelne.

Nie wiem, czy zrozumiał Pan, o co mi chodzi, są schematy, w które można się wpatrywać, bo są zwyczajnie piękne. I nie jest to kwestia przeniesienia wszystkich funkcji do układu scalonego i jego programu.

Pozdrawiam
Andrzej

Wprawdzie wspomniany Autor brzydkich schematów publikuje w EP, nie w EdW, jednak problem jest i narasta. Problem dotyczy nie tylko niecierpliwych młodych elektroników, którzy coraz częściej bardziej są informatykami, a nie prawdziwymi elektronikami, którzy chcą wszystko robić jak najszybciej – najszybciej narysować i zapomnieć. Nie można jednak pominąć faktu, że i programy projektowe idą w opisywanym kierunku.

Napiszcie, co o tym sądzicie!

W Poczcie 6/2020 jeden z Czytelników pytał o złącza dawnej krajowej produkcji. Niezawodni Czytelnicy EdW pomogli, a my od razu nadesłane e-maile przekierowaliśmy do Autora pytania. Oprócz krótkiej informacji zamieszczonej w numerze lipcowym, otrzymaliśmy i inne e-maile z wartościowymi informacjami, które mogą przydać się także i innym Czytelnikom. Oto fragmenty trzech z nich:

Dzień dobry, (...) Sebastian pytał o złącze polskiej produkcji. Jest to złącze GWP/WWP 7. Złącza takie można znaleźć w ofercie jednej z hurtowni elektronicznych: <https://www.podzespoly-elektroniczne.pl/produkt/44ac09ac6a> Podobne złącza były produkowane w kilku wersjach różniących się liczbą styków. (...) Sam swego czasu szukałem tyków ze złączy GWP/WWP 15 stosowanych w wyświetlaczach CWD501 produkcji ZWLE, niestety bezskutecznie.

Pozdrawiam
Piotr Tatoń

Szanowna Redakcjo, (...) jeden z Czytelników prosił o identyfikację typu złącza. Otóż jest to złącze wielostykowe prostokątne typu ZWP produkcji Unitra Unitech Bartoszyce. Przedstawione na fotografii złącze ma 7 styków, więc jego symbol to ZWP – 7.1/2,5. Samo gniazdo ma symbol GWP – 7.1/2,5, zaś wtyczka WWP – 7.1/2,5. Złącze nie jest już oczywiście produkowane, ale co ciekawe, można je wciąż kupić. Wystarczy wpisać w wyszukiwarce Google frazę „złącze GWP/WWP 7”.

Z poważaniem
Aleksander Borysiuk

Dobry wieczór.

Ja w nawiązaniu do Poczty EdW i fotografii złącza w rogu. To jest produkcji ELTRA i rzeczywiście tego typu złącza były wykorzystywane w latach 90. w rodzimej produkcji sprzęcie AV. Szukanie w Google za hasłem np. „ELTRA gniazdo” i po obrazkach daje efekty mizerne, ale coś jednak wpada w oko, przykładowo: sklepowe, 15 pin <http://annmaz2010.sklep2.pl/wtyk-do-gniazda-pcb-15pin-eltra-p-1728.html> <http://annmaz2010.sklep2.pl/gniazdo-do-pcb-15pin-raster-25mm-eltra-p-1727.html> archiwalna aukcja <https://archiwum.allegro.pl/oferta/gniazdo-meskie-3-pin-do-pcb-unitra-eltra-3-sztuki-i7623773236.html>



Ja tego typu złączy, wcześniej nielutowanych, ale wieloletnich użyłam raz i rozpatruję to w kategoriach – napiszę wprost – głupoty. Proszę lampowy OTL:

http://bienata.waw.pl/little_tyger/foto/6111.jpg

Aktualnie zostały zamienione na porządne XH2.54 i problemu z graniem się skończyły.

Łamliwość starego tworzywa to jedno, a warstewka tego czegoś, czym pokryły się styki i uszka lutownicze, to jest koszmar podczas montażu.

Wiem, że porady tego typu są czasem irytujące, ale jeżeli Autor ma możliwość zastąpienia tych złączy czymkolwiek współczesnym, to naprawdę polecam to zrobić. Włutowanie takich staroci po tylu latach, nawet gdy będą to leżaki magazynowe, to będzie przysłowiowy strzał w stopę i nie przysłuży się urzędzeniu, serio. Ale jeżeli to się naprawdę może komuś jeszcze przydać – proszę, chętnie się nieodpłatnie podzielę (literalnie: pozbędę). Oto zapas: 12 kompletów – 10 pin, 1 komplet – 9 pin, 2 komplety – 6 pin i luzem: 25 sztuk gniazdo (męskie) 10 pin, 1 sztuka wtyk (żeńskie) 9 pin, 1 sztuka gniazdo (męskie) 3 pin.

Pozdrowienia załączam
Natasza Bieчек

A od zainteresowanego otrzymaliśmy podziękowanie:

Dziękuję bardzo za przekazanie odpowiedzi czytelników. Okazały się bardzo pomocne.

Pozdrawiam
Sebastian

Poszukuję numeru archiwalnego EdW 7/2006. Chodzi mi o znajdujący się w nim artykuł na temat miernika grubości lakieru s. 54 oraz wykrywacza metali s. 52. Czy jest możliwość zakupienia np. skanu tego numeru? <http://www.edw.com.pl/img/20060705.pdf>

Pozdrawiam
Jarek

Gdy wysłaliśmy PDF-y z tymi artykułami, Autor prośby napisał: *Dziękuję bardzo. Dokładnie tego szukałem.*

W miarę skromnych możliwości czasowych staramy się pomagać w takich przypadkach, gdy archiwalnych numerów nie ma już w www.ulubionyktiosk.pl.

W przypadku tych materiałów, które pochodzą sprzed kilkunastu lat, a tym bardziej jeszcze starszych, należy jednak zachować ostrożność – najprawdopodobniej obecnie są już dostępne lepsze rozwiązania.

Ciąg dalszy na stronie 26

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.

 (...) odkurzyłem z pieczołowitością montowane kiedyś kity stereofonicznego wzmacniacza audio z układami LM3886 (AVT2180) i stereofonicznego equalizera audio (AVT186). (...) Chciałbym połączyć te moduły, w związku z tym mam pytanie, prośbę o przedstawienie sposobu realizacji układu zapobiegającego stukom w głośnikach przy przełączaniu sygnałów. W czasie normalnej pracy sygnał wejściowy ze źródła ma być podawany bezpośrednio na wejście wzmacniacza mocy, natomiast w razie konieczności sygnał wejściowy ze źródła byłby podawany najpierw na equalizer, następnie z equalizera do wzmacniacza mocy. W artykule opisującym układ jest informacja, że należałoby zastosować obwód RC i przełączać sygnały na poziomie masy (niestety nie mam na ten temat wiedzy). Stąd rodzi się też moje drugie pytanie. Czy rodzaj kondensatorów zastosowanych w tym obwodzie RC będzie miał jakiś wpływ na jakość sygnałów audio, np. na dynamikę sygnału? Jeżeli tak, to jakie zastosować kondensatory? Wzmacniacz mocy zasilał napięciem symetrycznym, equalizer zasilał napięciem symetrycznym. Pozdrawiam

Taki list był cytowany w poczcie 6/2020. W grę wchodzi kilka aspektów sprawy, ale przede wszystkim problem dotyczy dwóch zagadnień:

1. Obecności kondensatorów i ich ewentualnego wpływu na właściwości urządzenia.
2. Problemu stuków podczas przełączania.

Otóż ogólnie jest zasada, żeby w torze sygnałowym umieszczać jak najmniej układów i elementów, czyli żeby jak najmniej wpływać na przetwarzany – wzmacniany sygnał audio. Nie miałyby to znaczenia, gdyby te elementy były idealne. Ale żadne elementy idealne nie są. A jeśli nie są idealne, to w rozmaity sposób i w różnym stopniu mogą zniekształcać przetwarzany sygnał. W dziedzinie audio przykładą się dużą wagę do wierności i minimalizacji zniekształceń, co zasadniczo jest słuszne, ale też łatwo popaść w przesadę.

W każdym razie problem wierności i zniekształceń dotyczy też kondensatorów sprzęgających poszczególne stopnie. Kondensatory idealne nie są, więc ogólnie biorąc, w sprzęcie wysokiej jakości należy po pierwsze stosować jak najlepsze kondensatory, po drugie należy minimalizować liczbę kondensatorów, przez które przechodzi przetwarzany, wzmacniany sygnał. Tu trzeba wspomnieć, że istnieją nieliczne rozwiązania wzmacniaczy mocy, a nawet całych torów sygnałowych, gdzie na wejściu nie ma szeregowego kondensatora (obwodu RC) i taki wzmacniacz jest stałoprądowy, z pasmem przenoszenia już od 0Hz. To już skrajność, przesada i fanaberia, która nie ma sensownego uzasadnienia.

Ogólnie biorąc, praktycznie każdy wzmacniacz mocy audio ma na wejściu kondensator, który oddziela, odcina

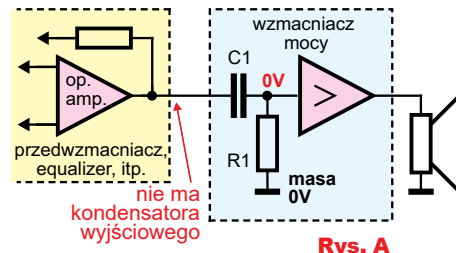
składową stałą. Zgodnie z ogólną zasadą, żeby minimalizować liczbę kondensatorów w torze sygnałowym, jeżeli wcześniej w torze audio

włączony jest przedwzmacniacz czy equalizer – nie należałoby niepotrzebnie mnożyć liczby łączonych w szereg kondensatorów i schemat mógłby, a wręcz powinien wyglądać jak na załączonym rysunku A. Na wyjściu wzmacniacza operacyjnego tego poprzedniego stopnia będzie występować jakieś napięcie stałe, ale kondensator C1 odenie tę składową stałą.

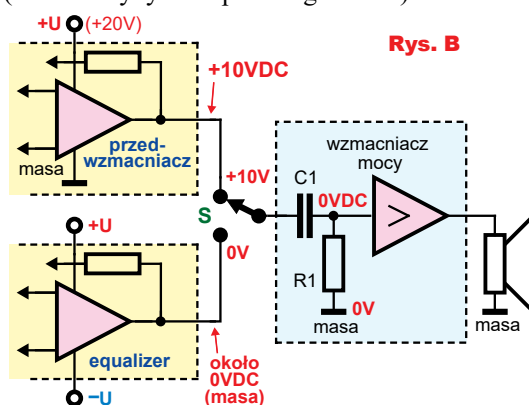
Problem pojawia się, gdy wejście wzmacniacza trzeba przełączać, na przykład między przedwzmacniaczem i equalizerem. W układzie z rysunku B na wyjściu zasilanego niesymetrycznie przedwzmacniacza występuje spoczynkowe napięcie stałe +10V, a na wyjściu zasilanego symetrycznie equalizera – napięcie stałe około 0V (potencjał masy). Zmiana stanu przełącznika S oznacza wtedy zmianę średniego napięcia na kondensatorze C1 o 10V, jego gwałtowne przeładowanie i ogromny stuk w głośniku (a nawet ryzyko zepsucia głośnika).

Aby tego uniknąć, konieczne jest dodać kondensator separujący wg rysunku C, przy najmniej w przedwzmacniaczu, gdzie ma m y duże napięcie stałe na wyjściu.

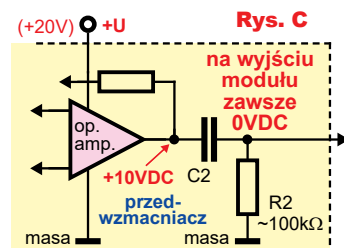
Oprócz tego kondensatora C2 z reguły dodany jest rezystor R2 (47k...470k), który ma za zadanie rozładować C2 w spoczynku. Bez tego rezystora R2 problem może nie zostać usunięty. A czy taki obwód RC trzeba dodawać na wyjściu zasilanego symetrycznie equalizera? To zależy.



Rys. A



Rys. B



Rys. C

Teoretycznie w przedwzmacniaczu/equalizerze, przy zasilaniu symetrycznym, na wyjściu wzmacniacza operacyjnego stałe napięcie powinno być równe zero (potencjał masy). Jednak w praktyce z uwagi na napięcia niezrównoważenia i inne czynniki, spoczynkowe napięcie stałe na wyjściu zwykle nie jest dokładnie równe zero. Jeśli według rysunku B przełączamy między wyjściami dwóch urządzeń, gdzie różnica spoczynkowych napięć stałych jest mała – stuk wynikający ze skoku napięcia stałego będzie niewielki – być może do zaakceptowania.

I tak może być u Autora pytania: jeśli na wyjściach przełączanych przedwzmacniaczy/equalizerów, zasilanych napięciem symetrycznym, występuje napięcie stałe bliskie zero, to może nie trzeba stosować obwodów RC na ich wyjściach (rysunek C). Ale zawsze pewniejsze jest zastosowanie takich obwodów wyjściowych jak na rysunku C na wszystkich wyjściach przedwzmacniaczy/equalizerów. A jaką pojemność powinny mieć takie kondensatory wyjściowe (C2)? Co najmniej taką samą, a lepiej ze 2...3 razy większą, niż ma C1 we wzmacniaczu mocy, przy czym częstotliwość filtra górnoprzepustowego R2C2 powinna być niższa niż 20Hz (optymalnie 5...10Hz).

Czy obecność takich kondensatorów (C2) w zauważalny sposób wpłynie na dźwięk?

Prawdopodobnie nie, ale każdy kondensator jest niedoskonały. Na pewno w roli kondensatorów sprzęgających (C1, C2) nie należy stosować żadnych kondensatorów ceramicznych! Kondensatory ceramiczne o dużej pojemności powyżej 1nF w ogóle nie nadają się do roli sprzęgających z uwagi na ich fatalne niektóre właściwości. Słabe parametry mają „elektrolity aluminiowe”, lepsze są „elektrolity tantalowe”, jeszcze lepsze – kondensatory foliowe. A spośród foliowych za najlepsze uważane są polipropylenowe (PP).

W wielu mniej ambitnych urządzeniach w torze audio jako sprzęgające na wejściach i wyjściach (C1, C2) pracują... aluminiowe elektrolity (uwaga na biegunowość, ważna w sytuacji z rysunku C).

Zdecydowanie lepiej w roli C1, C2 zastosować foliowe, choćby popularne i tanie poliestrowe MKT, dostępne o pojemnościach do 1uF, 2,2uF, a nawet 4,7uF. W wysokiej klasy sprzęcie audio stosuje się kondensatory sprzęgające polipropylenowe (PP, MKP).

W sumie w dziedzinie audio panuje wiele mitów oraz dziwnych i fałszywych wyobrażeń. Niewątpliwie w omawianej kwestii warto wyrobić sobie własne zdanie, testując na słuch różne wersje (różne kondensatory sprzęgające).

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1 + 1 = 3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika



na www.avt.pl/prenumerata

Programujemy...

Osobiście najwyżej sobie cenię wszelkie projekty lub napisane programy w 100% samodzielnie wykonane przez autora dzieła. To ma najwyższy walor edukacyjny.

Jest wiele środowisk do pisania programów, oferują one mniej lub więcej gotowych bibliotek/podprogramów dla programistów.

Osoba, która zaczyna edukację jako programista, bardzo często szuka czegoś łatwego, żeby jak najszybciej zadziałało jego urządzenie mikroprocesorowe.

Nie jestem zwolennikiem chodzenia na skróty, ale raczej wytrwałej wieloletniej pracy. Jednak dotyczy tylko niewielkiej liczby osób, które w przyszłości będą zawodowymi koderami.

Ci, co rzeczywiście mają pasję do programowania, sami sobie nie odpuszczają, będą się doskonalić w rzemiośle i szukać poważnej fachowej literatury. Dla pozostałych będzie to przelotna przygoda z programowaniem, a potem zajmą się całkiem czymś innym.

Oczywiście zostaje jeszcze duża grupa hobbystów. Tu mogą być różne osoby, z pasją i ciągłym niedosytem wiedzy oraz ci, którzy szybko chcą zrealizować jeszcze jeden kolejny projekt.

Jeśli ktoś nie chce korzystać z gotowych bibliotek, jakie oferują środowiska IDE lub Internet, to niech uczy się pisania, używając assemblera, lub tworzy własne biblioteki. To trudna, ale świetna

szkoła, mikroprocesor niczego nie daruje, trzeba się wczuć w jego pracę, aby odnaleźć błędy w napisanym programie. Oczywiście jakaś gruba książka o mikroprocesorach jest absolutnie niezbędna.

Kiedyś z programu w TV o wahadłowcach amerykańskich dowiedziałem się, że system operacyjny na 6 komputerów w jednym z wahadłowców był napisany nie w C czy Javie, ale w assemblerze. Nawiasem mówiąc, szefową programistów była nasza rodaczka. A więc jeśli Amerykanie latają na assemblerze, to nie ma się czego wstydzić czy uprzedzać do assemblera, pewnie wybór nie był przypadkowy.

Prawdopodobnie wśród czytelników „EdW” jest mało osób z dobrą znajomością języków wyższego poziomu: C, Java, Python czy wielu innych. Samo nasze pismo wypromowało takie środowiska jak: Bascom czy Arduino IDE. Używając tych środowisk, relatywnie łatwych do pisania programów, korzystamy z bardzo licznych gotowych funkcji i bibliotek przygotowanych przez kogoś.

Biegłe posługiwanie się tymi „gotowcami” samo w sobie jest też dużą wartością i niemałą umiejętnością. A jak Pan Redaktor Naczelny wykazał i gotowe biblioteki do Arduino nie zawsze dobrze działają, a programista ma nad czym głowę łamać.

Składanie z gotowych „klocków” zwłaszcza dużego kodu, jest

niełatwą umiejętnością, to również zasługuje na pochwałę i szacunek dla programisty.

Zawodowi programiści tworzący aplikacje pod Windowsa też w ten sposób działają, bo liczy się czas i dobrze działający program.

To samo dotyczy automatyków. Oni niekiedy nie mają wyboru, konfigurując pracę zespołów napędowych do silników. Czasem producenci napędów oferują tylko program do konfiguracji pracy napędu, gdzie na ekranie laptopa zestawia się kilka kwadracików z wpisanymi danymi liczbowymi, a następnie łączy się je tak jak elementy elektroniczne przy rysowaniu schematu... i gotowe. Oczywiście pomijam „mały drobiazg”, dobrą znajomość napędów jako takich i maszyny napędzanej.

Na koniec mojego tekstu przytoczę myśli jaką przeczytałem dawno temu w „Elektronice Praktycznej”, z którą się całkowicie zgadzam: „nieważne, w czym piszesz, ważne co ciekawego masz do napisania”. A ja od siebie dodam: „pokaż, co potrafisz nich Twoje dzieło samo się obroń”.



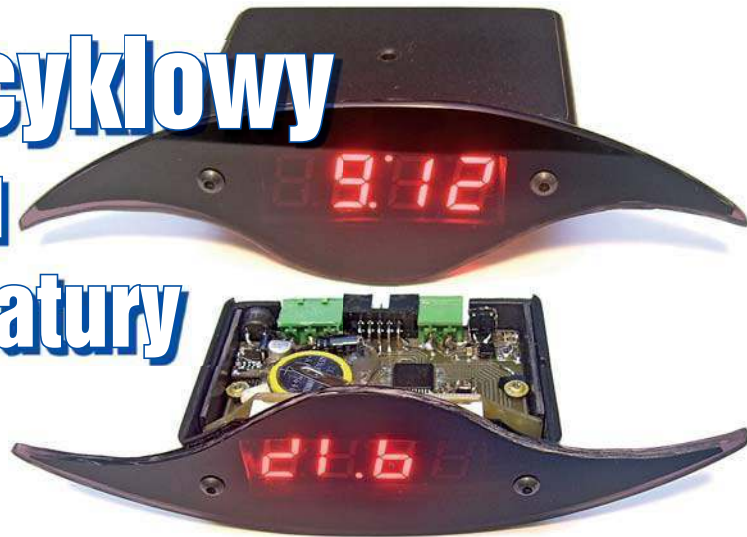
Andrzej Adamczyk
amk10@interia.pl

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 przyslij zwykłym listem lub na adres edw@elportal.pl! Materiał może dotyczyć „elektronicznych wspomnień”, ale też dowolnego innego aspektu elektroniki.

Zegarek motocyklowy z funkcją pomiaru napięcia i temperatury



Dziś motocykl lub skuter jest dobrą alternatywą do poruszania się po zatłoczonych miastach. Niestraszne mu korki ani brak miejsc parkingowych. Motocykle i skutery są popularne, ale niestety tylko nieliczne jednoślady są fabrycznie wyposażone w zegarek, który okazuje się bardzo przydatny przy codziennych podróżach do szkoły czy pracy. Przedstawione w tym artykule urządzenie jest nie tylko zegarem, ma też bardzo pomocne funkcje, jak pomiar napięcia w instalacji pokładowej oraz temperatury – zarówno powietrza, jak i silnika. Zastosowany jasny wyświetlacz LED pozwala na czytelny odczyt zarówno w dzień, jak i po zmroku.

Opis układu

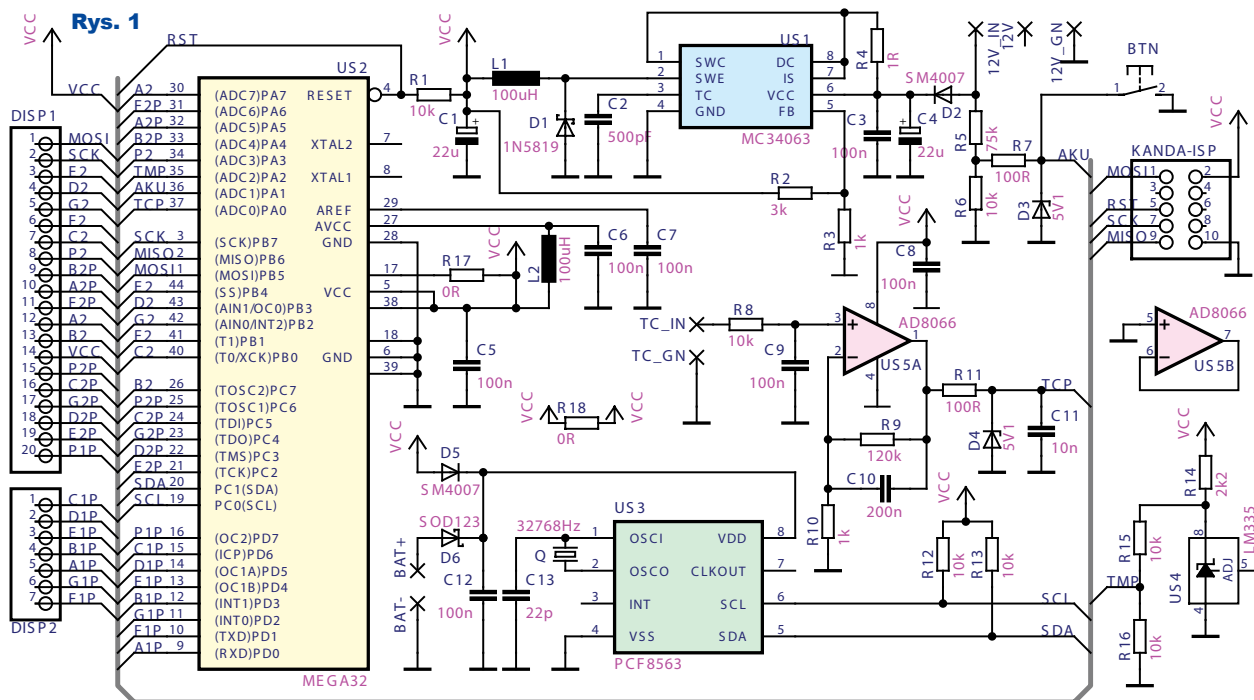
Schemat urządzenia jest przedstawiony na **rysunku 1**. Jego sercem jest mikrokontroler AVR ATmega32 – US2. Ten model procesora został wybrany z uwagi na dużą liczbę aktywnych wyprowadzeń, aż 32 (wszystkie zostały wykorzystane). Zadaniem taktowanego wewnętrznym zegarem mikrokontrolera jest odczyt czasu, pomiar danych za pomocą wewnętrznego przetwornika A/C oraz prezentowanie tych danych na wyświetlaczu. Z towarzyszących mu elementów należy wymienić kondensator odprężający zasilanie C5, rezystor podciągający reset R1 oraz elemen-

ty odpowiadające za zasilanie wewnętrznego przetwornika analogowo-cyfrowego – C6, C7 i L2. Program dla mikrokontrolera został napisany w języku C (AVR GCC).

Do pomiaru czasu wykorzystany został leciwy, ale w tym zastosowaniu całkowicie wystarczający układ PCF8563 – US3. Jest on taktowany kwarem Q o niskiej częstotliwości 32768 Hz. Towarzyszą mu elementy C12 i C13 według noty katalogowej. Układ US3 zasilany jest dwójako – albo wspólnym napięciem zasilania 5V poprzez diodę D5, albo z baterijki BAT typu CR2032 poprzez diodę Schottky'ego D6. Bateria ta zapewnia nieprzerwane zliczanie czasu poprzez US3 także wtedy, gdy zasilanie urządzenia jest wyłączone. Rezystory R12 i R13 odpowiadają za polaryzację interfejsu I2C, którym układ US3 jest odpytywany o czas przez mikrokontroler US2.

Drugą ważną funkcją mikrokontrolera jest pomiar napięcia w instalacji pojazdu. Napięcie to jest podawane na wejście ADC1 poprzez dzielnik rezystorowy R4/R5. Dodatkowe zabezpieczenie portu przed ewentualnymi przepięciami zapewnia szeregowy rezystor R6 i dioda Zenera D3. Równie przydatna jest funkcja pomiaru temperatury otoczenia, do czego wykorzystano scalony analogowy czujnik LM335 – US4. Czujnik ten jest polaryzowany za pomocą rezystora R14, a napięcie proporcjonalne do temperatury jest podawane na port ADC2 mikrokontrolera poprzez dzielnik rezystorowy R15/R16.

Ostatnią opcją jest pomiar temperatury silnika, co w przypadku chłodzonych powietrzem małowładzowych jednoślądów może mieć istotne znaczenie. Jako



czujnik temperatury zastosowana została termopara typu K. Zapewnia ona bardzo szeroki zakres pomiarowy, ma dość liniową charakterystykę, dzięki czemu nie trzeba stosować specjalnego algorytmu do interpretacji odczytów. Wadą termopary jest bardzo niskie napięcie przez nią wytwarzane ($40\text{mV}/^\circ\text{C}$), zatem przed podaniem go na port ADC0 musi zostać wzmacnione. Do tego zadania został użyty wzmacniacz operacyjny US5, który może pracować przy napięciu na wejściach równym potencjałowi ujemnej szyny zasilania (masy przy pojedynczym zasilaniu). Raczej nie powinien to być jednak zwykły tani op-amp jak np. popularny LM358 z uwagi na duże napięcia nierównoważenia i jego dryft. W prototypowym urządzeniu użyto precyzyjnego wzmacniacza operacyjnego firmy Analog Devices AD8066. Ale może się nadać też inny – byle typu „single supply” albo „rail to rail”. Wzmacniacz operacyjny pracuje w typowej konfiguracji nieodwracającej, a wzmacnienie ustalone jest za pomocą rezystorów R9-R10. Na wejściu układu zastosowano prosty filtr dolnoprzepustowy RC na elementach R8-C9, który zabezpiecza przed wzbudzeniem się wzmacniacza. Dodatkowo pasmo przenoszenia wzmacniacza jest ograniczone od góry kondensatorem C10 umieszczonym w pętli sprzężenia zwrotnego (równolegle do R9). Dodatkowymi elementami zabezpieczającymi przed przepięciami są R11 i D4, z którą równolegle występuje C11. Oczywiście na linii zasilania występuje również odsprężający kondensator C8. Jak wiadomo, termopara wymaga również kompensacji jej zimnego końca, ale w tym układzie dokonywane jest to software’owo za pomocą temperatury zmierzonej wcześniej układem LM335.

Na schemacie widoczne są jeszcze cztery elementy – złącze programowania KANDA-ISP, złącze zasilania 12V, złącze termopary TC oraz dziwnie podłączony przycisk trybu ustawień BTN – jego funkcja zostanie omówiona w dalszej części.

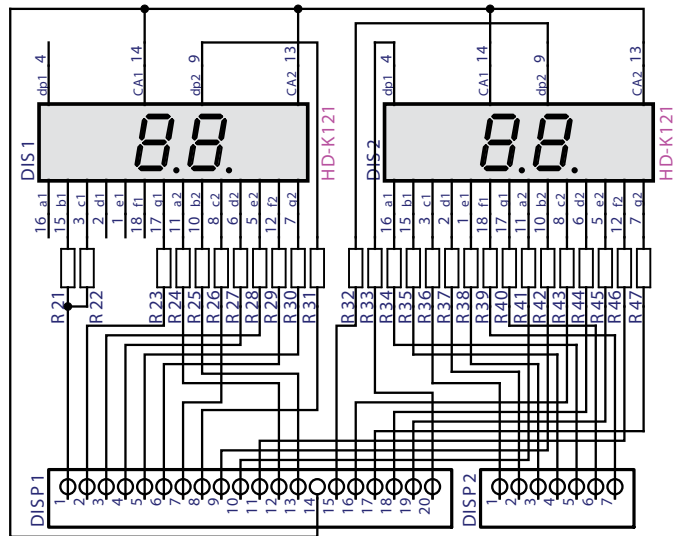
Do zasilania układu została zastosowana przetwornica zbudowana na układzie MC34063 – US1. Aktywnymi elementami są tu cewka L1 i dioda D1. Parametry pracy przetwornicy są ustalane za pomocą elementów kondensatora C2 (częstotliwość), R2 i R3 (napięcie wyjściowe) oraz R4 (dopuszczalna pulsacja). Z przetwornicą współpracują kondensatory: przeciwwzbudzeniowy C3, wejściowy C4 i wyjściowy C2. Początkowo w układzie zasilania zamierzałem zasto-

sować stabilizator liniowy, jednak zbijanie $2/3$ napięcia (z 14V do 5V) to nie był dobry pomysł. Z uwagi na spory pobór prądu (ponad 100mA) stabilizator grzał się niemiłosiernie. Przetwornica jest tutaj zdecydowanie lepszym rozwiązaniem. Napięcie do przetwornicy dociera poprzez diodę D2, która stanowi zabezpieczenie przed odwrotnym podłączeniem układu do zasilania.

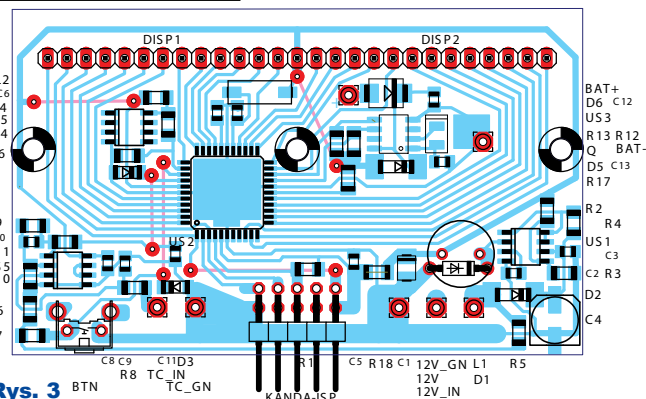
Za większość zużywanego przez zegarek prądu odpowiada moduł wyświetlacza, którego schemat prezentuje **rysunek 2**. Zastosowano dwa klasyczne, podwójne siedmiosegmentowe wyświetlacze LED, których segmenty mają niezależne wyprowadzenia. Prąd diod wyświetlaczy jest ograniczany za pomocą rezystorów R21–R47. Wyświetlacze te nie są multipleksowane, tylko świecą w sposób ciągły. Dzięki temu możliwe jest zachowanie ich dużej jasności, co ma znaczenie dla akceptowalnej widzialności w słoneczny dzień. Niestety niezależne sterowanie skutkuje potrzebą użycia sporej liczby linii sterujących: 4 cyfry razem z kropkami to aż 32 linie. Konstrukcja bloku wyświetlacza została jednak nieco uproszczona. Założono, że na pierwszej pozycji będzie wyświetlana tylko jedynka lub znak „minus”. Skutkuje to wyświetlaniem czasu w formacie jedynie 12-godzinnym, ale za to liczba wymaganych wyprowadzeń została zredukowana do 26. Blok wyświetlacza jest połączony z resztą układu złączem 27-pinowym DISP1-DISP2 (dodatkowy pin to zasilanie).

Montaż i uruchomienie

Urządzenie zostało podzielone na dwie płytki: moduł główny oraz moduł wyświetlacza. Wygląd tych płytek jest przedstawiony na **rysunkach 3 i 4**. Obie są ze sobą połączone za pomocą kątowej listwy goldpin.



Rys. 2

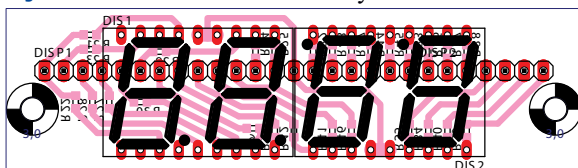


Rys. 3

Ale połączenie obu płytek należy przeprowadzić na końcu montażu. Z uwagi na pracę urządzenia w dość trudnych warunkach, montaż musi być przeprowadzony wyjątkowo starannie, a elementy zabezpieczone przed wpływem warunków atmosferycznych. Jeśli płytki wykonane są samodzielnie, to przed lutowaniem korzystnie jest pocynować ich ścieżki specjalnym preparatem, dzięki czemu nie będą one podatne na utlenianie.

Montaż elementów należy przeprowadzić w kolejności odmiennej od standardowej. Rozpocząć należy od układów scalonych, ale po nich wlutować trzeba 5 zworek od spodu płytki (możliwie płasko) oraz 3 gniazda przyłączeniowe. Gniazda te należy wlutować od strony druku – otwory montażowe służą jedynie do właściwego pozycjonowania oraz zwiększają mechaniczną wytrzymałość złączy. Dopiero po nich można wlutować drobne elementy SMD. Dławik

Rys. 4





Fot. 5



Fot. 6

przetwornicy L1 należy wlutować na leżąco po delikatnym wygięciu wyprowadzeń i ich ewentualnym przedłużeniu. Szczególną trudność mogą niewprawionym sprawić rezystory wyświetlacza R21–R47, które są w rozmiarze 0603. Rezystory te należy wlutować po zamontowaniu wyświetlaczy. Trzeba też zwrócić uwagę na prawidłowe ułożenie dwusekcyjnych wyświetlaczy, z których drugi jest wlutowany „do góry nogami” – o tym, dlaczego takie ułożenie, będzie w dalszej części artykułu.

Po przylutowaniu wszystkich elementów do obu płytek (z wyjątkiem baterijki BAT) należy je ze sobą połączyć wspomnianym złączem kątowym goldpin. Wygląd zmontowanych płytek prototypowego urządzenia jest widoczny na fotografiach 5 i 6.



Fot. 7

Po przeprowadzonym montażu i sprawdzeniu jego poprawności należy zaprogramować procesor, podłączając programator do złącza KANDA-ISP. Jeśli urządzenie działa poprawnie, to w dalszym kroku należy płytki pokryć kilkoma warstwami lakieru bezbarwnego w sprayu. Przed malowaniem oczywiście trzeba zabezpieczyć wyświetlacze, gniazda i przycisk BTN. Już po lakierowaniu należy odkrobać dwa pady: BAT+ i BAT– oraz wlutować w nie baterię CR2032 (uwaga na polaryzację). W układzie zastosowany został specjalny typ baterii z „wąsami” do lutowania. Po wlutowaniu dobrze jest baterijkę usztywnić odrobiną kleju na gorąco i również polakierować.

Ostatnim etapem jest dopasowanie obudowy. Płytki zostały zaprojektowane tak, aby mieściły się w standardowej obudowie typu Z-23. Należy w niej wyciąć okienka na wyświetlacz i na gniazda przyłączeniowe oraz otworek do wyzwalania przycisku BTN. Panelem czołowym urządzenia jest krawędź boczna obudowy, gdyż w pobliżu konsoli przedniej większości jednostek nie ma zbyt wiele miejsca na montowanie dodatkowych elementów. W przedstawionym prototypie wykorzystano tylko jedną część standardowej obudowy Z-23, druga została dorobiona z plastikowego kątownika – **fotografia 7**. Dzięki temu urządzenie jest lepiej dopasowane do miejsca zamontowania ponad obrotomierzem i prędkościomierzem, wypełniając przestrzeń pomiędzy wskaźnikami a owiewką – **fotografia 8**. Wyświetlacz jest przykryty odpowiednio dociętą płytką z dymionego pleksi, która jest przykręcona dwiema imbusowymi śrubkami M3 do plastikowej obudowy zegarka. Takie

wykonywanie wygląda estetycznie i jest praktycznie nieodróżnialne od elementów fabrycznych – **fotografia 9**. Istotną kwestią jest uszczelnienie obudowy, zwłaszcza jej



Fot. 8



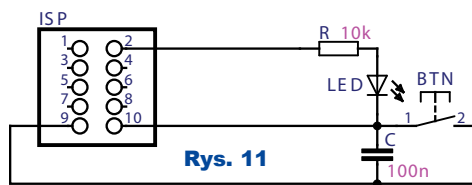
Fot. 9



Fot. 10

połączenia z pleksi. W tym celu użyto czarnego kleju na gorąco.

Zegarek poza czasem ma za zadanie wyświetlać zamiennie również inne parametry – napięcie czy temperaturę. Do przełączania tych wskazań potrzebny jest dodatkowy monostabilny przycisk, umieszczony tak, aby do jego obsługi nie trzeba było odrywać rąk od kierownicy. W testowanym pojeździe taki hermetyczny przycisk został zamontowany za pośrednictwem odpowiednio przyciętego kątownika do obejmki dźwigni sprzęgła z lewej strony kierownicy – **fotografia 10**. Przycisk ten można bez problemu dosięgnąć kciukiem. Przewód do podłączenia tego przycisku musi być zakończony wtykiem



Rys. 11

typu IDC pasującym do gniazda programowania KANDA-ISP. Przycisk ma zwierać pin MISO do masy (9 z 10). Dodatkowo pomiędzy styki przełącznika korzystnie jest wlutować kondensator 100nF niwelujący efekt drgań styków. Można też zastosować, jak w prezentowanym przykładzie, przycisk z wbudowanym podświetleniem LED. Potrzebne do zasilania napięcie 5V jest dostępne na złączu KANDA-ISP – pin X. Szeregowo należy wlutować rezystor ograniczający prąd diody tak, aby nie świeciła ona zbyt mocno. Schemat przyłączenia przycisku przedstawiono na **rysunku 11**.

Do podłączenia zasilania został użyty 3-pinowy wtyk typu EDG. Zasilanie zegarka należy dostarczyć z instalacji pojazdu za stacyjką. Kostka, do której można się podłączyć, jest na ogół dostępna w pobliżu lampy przedniej lub pod bakiem paliwa. Innym nieinwazyjnym sposobem wpięcia się do instalacji jest wykorzystanie kostki alarmu, która zwykle znajduje się pod kanapą.

Do podłączenia termopary użyto wtyku EDG 2-pinowego. Ponieważ każdy wtyk w urządzeniu jest inny, tym sposobem wyeliminowano ryzyko pomyłki przy ich podłączeniu. Wnętrza wszystkich wtyków od strony kabli korzystnie jest zalać czarnym klejem na gorąco, co zabezpieczy je przed wnikaniem wilgoci – **fotografia 12**.

Termopara pozwala mierzyć temperaturę w zakresie nawet do 1500 stopni Celsjusza, zatem nie ma ograniczeń co do miejsca tego pomiaru (można nawet wewnątrz rury wydechowej). Ja zamontowałem czujnik w tylnej części cylindra, pod gaźnikiem. Wykorzystałem specjalny typ termopary z fabrycznie zamontowanym oczkiem – **fotografia 13**. Jednak najbardziej optymalnym miejscem byłaby miska olejowa. W takim przypadku należałoby zaopatrzyć się w specjalny typ termopary w formie długiej meta-

lowej sondy (taki model jest używany w piekarnikach) i wsunąć ją zamiast bagnetu przez odpowiednio przygotowany korek wlewu oleju. Takie interwencje w konstrukcję silnika można wykonywać jedynie na własne ryzyko. Czujnik przymocowany do skrzydełka cylindra jest mniej inwazyjnym sposobem pomiaru temperatury silnika – **fotografia 14**.

Obsługa zegarka

Po włączeniu urządzenia przez kilka sekund wyświetlane jest napięcie zasilania (co umożliwia jego kontrolę przed, w trakcie i po rozruchu silnika). Następnie zegarek przechodzi w tryb wskazywania czasu. Tutaj widać, dlaczego wyświetlacze są wzajemnie odwrócone – otóż w takim ustawieniu kropki dziesiętne mogą być wykorzystane do prezentacji mrugającego dwukropka. Naciśnięcie przycisku przełącza wyświetlacz sekwencyjnie w tryb wyświetlania temperatury powietrza, temperatury silnika i napięcia, co pokazuje złożeniowa **fotografia 15**. Napięcie jest wyświetlane z jednym miejscem po przecinku, a na końcu wskazania pojawia się mała literka „v” (a raczej „u”). Temperatury są wyświetlane bez części ułamkowej. Tutaj także przydaje się odwrócony wyświetlacz i kropka w górnej części – która symbolizuje stopień. Na ostatnim segmencie wyświetlana jest mała literka „c” – dla temperatury powietrza. Podobnie prezentowana jest temperatura silnika, tyle że zamiast „c” wyświetlane są trzy poziome kreski – symbolizujące użebrowanie cylindra silnika.

Wyświetlacz świeci wystarczająco jasno w dzień, jednak po zmroku światło to może być zbyt mocne i powodować oślnienie. Dlatego przewidziano funkcję jego przyciemnienia – po dłuższym przytrzymaniu przycisku. Kolejne dłuższe przytrzymanie przywraca poprzednią jasność wyświetlacza.

Omówienia wymaga jeszcze tryb ustawień. Do jego obsługi potrzebny jest „przycisk trybu ustawień” BTN umieszczony obok gniazd przyłączeniowych. Przycisk ten zwiera do masy linię ADC1 odpowiedzialną za pomiar napięcia. Wykrycie przez program napięcia o wartości 0 załącza tryb ustawień. Wejście w ten tryb przy aktywnym ekranie zegara pozwala na ustawianie czasu – mruga część wyświetlająca godziny. Po krótkim naciśnięciu przycisku przy kie-

Fot. 13



Fot. 14



Fot. 15



rownicy następuje sekwencyjna zmiana godzin 1–12 i od nowa.

Ciąg dalszy na stronie 22

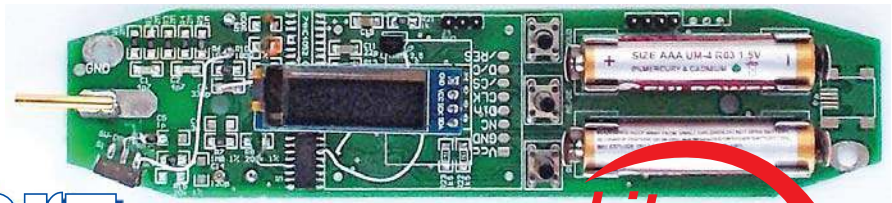
Sonda – woltomierz

Multimetr jest podstawowym przyrządem pomiarowym elektronika. Niestety, jego gabaryty nie zawsze pozwalają ustawić go w dogodnym miejscu tak, aby nie trzeba było odrywać wzroku od sond miernika. Można kupić małe wskaźniki napięcia, ale najczęściej mają one małą rozdzielczość i sygnalizują obecność kilku napięć albo jak DT-9130 są stosunkowo duże i drogie (150–200zł).

Opisywana sonda jest stosunkowo małym wskaźnikiem napięcia z graficznym wyświetlaczem. Pozwala na pomiar napięć w czterech zakresach, które są **automatycznie zmieniane**. Tłumik wejściowy pozwala zwiększyć rezystancję wewnętrzną, niwelując wpływ miernika na badany obwód. Sonda zasilana jest z dwóch baterii AAA mieszczących się razem z urządzeniem w obudowie KM-80. Mały pobór prądu przez mikrokontroler i nowoczesny wyświetlacz OLED oraz automatyczne przechodzenie w tryb uśpienia pozwalają na wydłużenie żywotności baterii. Często przydaje się funkcja **pomiaru relatywnego**, względnego, rzadko spotykana w tanich miernikach. Dodano też funkcję HOLD, która może się przydać, gdy mierzone napięcie nie jest stabilne. Aby na granicy napięć automatyczna zmiana zakresu nie powodowała ciągłego przełączania zakresów pomiarowych, wprowadzono histerezę o wartości 10% mierzonego napięcia. Poza automatyczną zmianą zakresu możliwy jest ręczny wybór zakresu. Miernik wyposażony jest w **bargraf**, co jest opcją rzadko spotykaną w tanich przyrządach pomiarowych, tak samo jak **interfejs USB**.

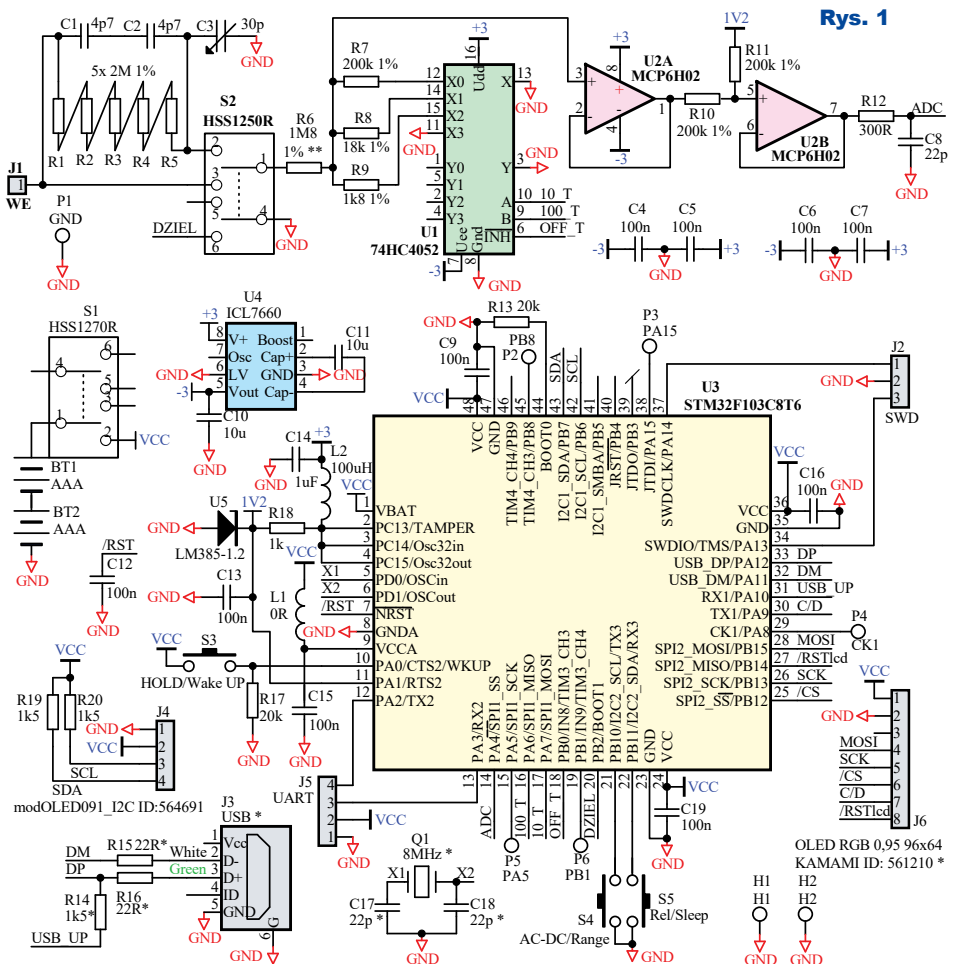
Opis układu

Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 1**. Układ zasilany jest z dwóch baterii AAA. Na płycie przewidziano wyłącznik zasilania S1, ale można zastąpić go zworą ze względu na to, że w stanie uśpienia pobór prądu nie przekracza 10uA. U4 wytwarza ujemne napięcie wymagane przez wzmacniacz operacyjny.



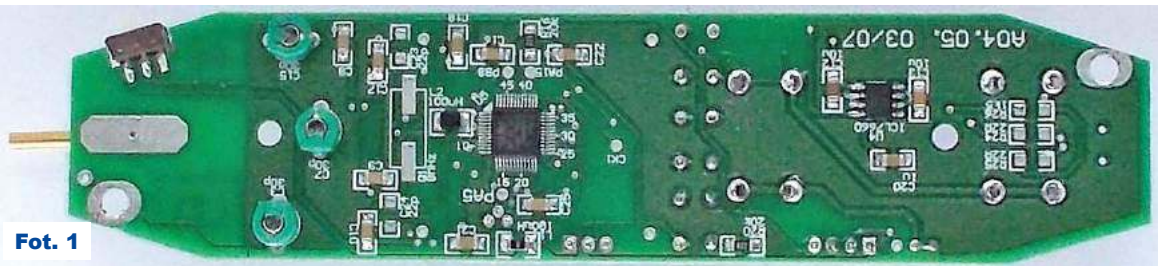
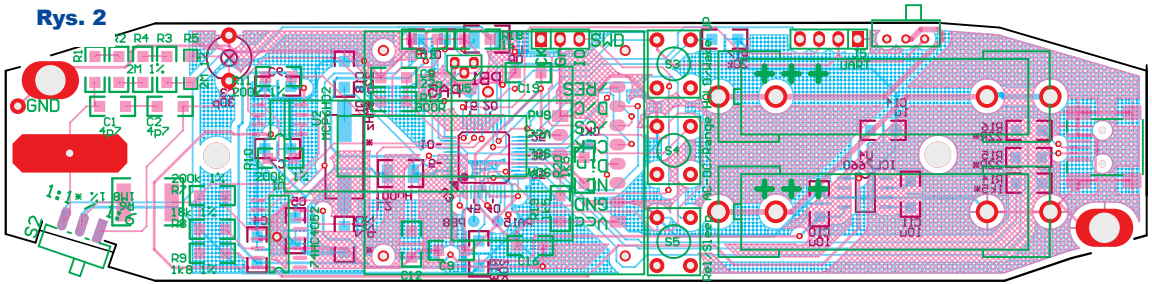
Mierzone napięcia podane na J1 może przejść przez tłumik zbudowany z rezystorów R1...R5. Wyboru pracy z tłumikiem lub bez dokonuje się przełącznikiem S2. Styki 4 i 6 przełącznika informują mikrokontroler o fakcie włączenia tłumika, dzięki czemu dobierana jest skala wartości wyświetlanych na wyświetlaczu. Dzielnik wejściowy miernika pracuje w trybie równoległym. Załączanie poszczególnych zakresów pomiarowych realizuje multiplexer analogowy U1. Bufor na wzmacniaczu U2A zapewnia dużą rezystancję wejściową, małą wyjściową. Niska rezystancja wyjściowa jest wymagana przez dzielnik R10, R11, który przesuwia zakres pomiarowy z $-V_{cc}/2 \dots +V_{cc}/2$ do $0 \dots V_{cc}$. Dzięki temu możliwy jest też

pomiar napięć ujemnych. Przesunięte napięcie jest przekazywane na wejście ADC mikrokontrolera U2. Ze względu na to, że w aktualnej wersji oprogramowania interfejs USB nie jest wykorzystany, nie trzeba montować kwarcu i kondensatorów C17, C18, ponieważ wykorzystano wewnętrzny generator RC. U5 jest źródłem napięcia odniesienia. Ma ono lepsze parametry niż to wbudowane w mikrokontroler. Można zauważyć, że U5 oraz wzmacniacz U2 i przetwornica U4 jest zasilana z portów



mikrokontrolera. Rozwiązanie to jest konieczne, aby zapewnić mały pobór prądu przez urządzenie w stanie uśpienia. Przyciski S3...S5 sterują pracą programu. S3 służy także do wybudzenia mikrokontrolera ze stanu uśpienia. Wyniki pomiaru są wyświetlane na wyświetlaczu umieszczonym w złączu J4. Przewidziano miejsce na kolorowy wyświetlacz OLED (złącze J6), ale podwyższyłyby on znacznie koszt urządzenia. Aktualna wersja oprogramowania nie obsługuje kolorowego wyświetlacza. Jeśli Czytelnicy będą zainteresowani programem obsługującym kolorowy wyświetlacz, proszę o e-maila. J2 służy do zaprogramowania mikrokontrolera. Punkty P2...P6 oraz złącze J5 służą diagnostyce przydatnej w czasie pisania czy modyfikacji programu.

Rys. 2



Fot. 1



Fot. 2

fia 2) mierzone napięcie, jednostki, zakres pomiarowy i tryb pracy.

Po 10 minutach bezczynności mikrokontroler przejdzie w stan uśpienia, pobierając w tym czasie z baterii mniej niż 10uA – rysunek 4. Za stan bezczynności

Obsługa sondy jest bardzo prosta. Przycisk „Hold/Wake UP” wybudza mikrokontroler z uśpienia. W czasie pracy sonda pobiera prąd o wartości około 20mA – rysunek 3.

Po podaniu napięcia na J1 rozpocznie się pomiar. W razie konieczności nastąpi zmiana zakresu pomiarowego. Na wyświetlaczu można odczytać (fotogra-

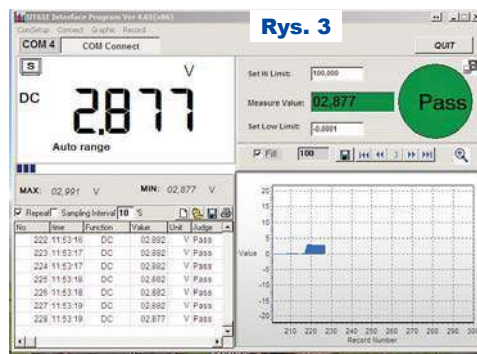
ności przyjęto zmiany napięcia mniejsze niż $\pm 20\%$. Stan taki występuje, gdy grot sondy nie jest do niczego podłączony. Możliwe jest też wcześniejsze uśpienie mikrokontrolera przez przytrzymanie przycisku „Rel/Sleep” ponad jedną sekundę.

Przycisk „Hold/Wake UP”, po wybudzeniu mikrokontrolera, pełni

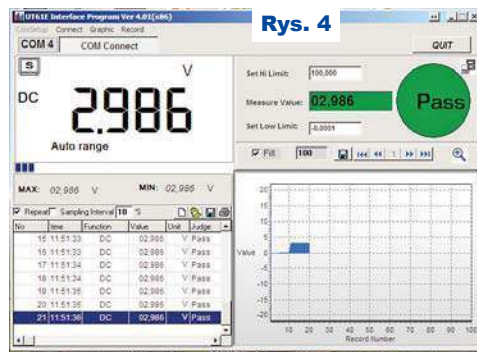
Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na rysunku 2. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych, rozpoczynając od warstwy bottom. Wyświetlacz montujemy na samym końcu. Należy wlutować go w pola lutownicze na płytce. W prototypie został zamontowany w gnieździe, aby ułatwić uruchamianie, ale taki montaż uniemożliwi zamknięcie obudowy. W pole lutownicze J1 należy wlutować grot sondy wykonany na przykład ze stępionej igły krawieckiej. W prototypie wlutowano gniazdo „bananowe” 2mm. Umożliwia to wymianę sond. Fotografia wstępna oraz fotografia 1 pokazują model.

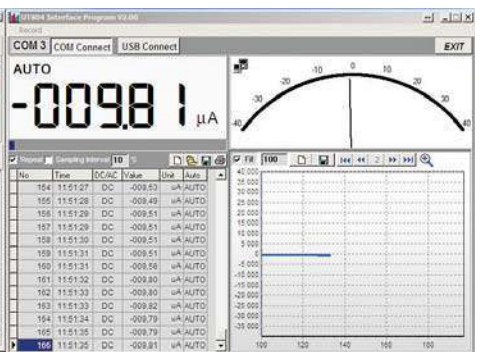
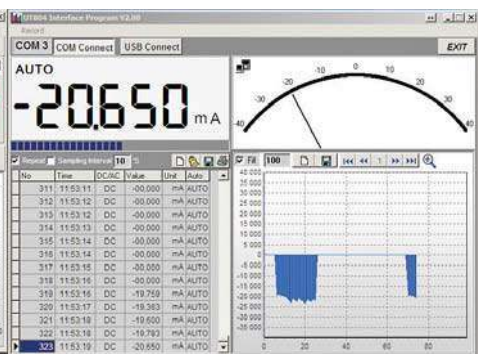
Układ nie wymaga uruchomienia poza zaprogramowaniem procesora. Osoby niedoświadczone powinny poprosić kogoś o pomoc w jego zaprogramowaniu. Układ zmontowany prawidłowo ze sprawnych elementów powinien od razu pracować.

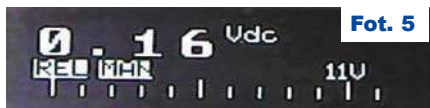


Rys. 3



Rys. 4





Fot. 5

dwie funkcje. Krótki naciśnięcie do 0,5 sekundy włącza/wyłącza funkcję HOLD. Towarzyszy temu pojawienie się stosownego napisu – **fotografia 3**. Dłuższe przytrzymanie przycisku wyłącza automatyczną zmianę zakresu pomiarowego, co jest sygnalizowane napisem „MAN” na wyświetlaczu – **fotografia 4**. Ponowne włączenie następuje po kolejnym krótkim naciśnięciu „Hold/Wake UP”. Gdy automatyczna zmiana zakresu jest wyłączona, przycisk „AC-DC/Range” zmienia zakres pomiarowy. Miernik ma cztery zakresy: 0–1,1V, 1–11V, 10–110V, 100–1000V. Z włączonym tłumieniem zakresy są inne: 0–6,6V, 6–66V, 60–660V, 600–6600V. W praktyce górna granica napięcia jest ograniczona do 500V przy pracy bez tłumika i zależy od wytrzymałości napięciowej R6 oraz do 1000V przy włączonym tłumiku. W tym przypadku ważna jest wytrzymałość napięciowa R1...R5 oraz budowa sondy (przebieg ścieżek, odstępy pomiędzy ścieżkami). Zakresy pomiarowe zachodzą na siebie. Spowodowane jest to histerezą przełączania wynoszącą 10% zakresu pomiarowego. Dzięki temu na granicy napięć nie następuje ciągle przełączanie zakresów.

Przycisk „Rel/Sleep” uruchamia pomiar względny, co sygnalizuje napis „REL”. Towarzyszy temu przejście miernika w tryb ręcznej zmiany zakresu – **fotografia 5**. Kolejne naciśnięcie „Rel/Sleep” wyłączy tryb względny, a miernik przełączy się z powrotem w tryb automatyczny, jeśli był wcześniej włączony. Warto zaznaczyć, że w trybie manualnej zmiany zakresu jego zmiana przyciskiem „AC-DC/Range” wyłącza tryb względny.

Przełącznikiem S2 można włączyć tłumik wejściowy zwiększający rezystancję miernika. Ze względu na to, że tryb automatycznej zmiany zakresu jest dostępny tylko dla pracy bez tłumika, włączenie go powoduje przejście w tryb manualny; wyłączenie włączy tryb automatyczny.

Ze względu na niskie napięcie zasilania, wzmacniacz operacyjny musi mieć wejścia i wyjścia rail-to-rail. Popularne wzmacniacze pracują poprawnie przy napięciach wejściowych Vcc –1,5...2V i Vee +1,5...2V. Wydaje się, że ze względu na to, iż przetwornik ADC mikrokontrolera mierzy napięcia do 1,1V, wystarczy, aby wzmacniacz na wyjściu przenosił poprawnie ±550mV, do czego wystarczy popularny TL062. Niestety, trzeba uwzględnić spadek napięcia na portach PC13...15 oraz na wyjściu przetwornicy U4. W takiej sytuacji pomiary są poprawne przy zasilaniu mikrokontrolera napięciem 2,7V–3,6V. Aby wykorzystać całą pojemność baterii i możliwości układów, konieczny jest wzmacniacz rail-to-rail.

Płytki sondy ma wymiary dostosowane do obudowy KM-80. Obudowę należy od środka (poza obszarem, gdzie

Wykaz elementów

Rezystory 1206:

R1-R5	1MΩ 1%
R6	1,8MΩ 1% **napięcie przebicia min. 500V
R8	18kΩ 1%
R9	1,8kΩ 1%
R12	300Ω
R13,R17	20kΩ
R14,R19,R20	1,5kΩ
R15,R16	22R* niewymagane
R18	1kΩ
R7,R10,R11	200kΩ 1%
L1	0Ω

Kondensatory 1206:

C1,C2	4pF
C3	30p trymer 2-30pF
C4-C7,C9,C12,C13,C15,C16,C19	100nF
C8,C17,C18	22pF
C10,C11	10u
C14	1uF
U1	74HC4052
U2	MCP6H02
U3	STM32F103C8T6
U4	ICL7660
U5	LM385-1.2
Q1	8MHz
L2	100uH
BT1,BT2	uchwyt baterii BAT_KEYS2
S1,S2	przełącznik HSS1270R
S3-S5	mikroswitch 5×7 przycisk 15mm
J2	goldpin 3×1
J3	gniazdo USB-B Mini MUSB-B5-S-RA-SMT
J4	modOLED091_I2C ID:564691
J6	OLED RGB 0,95 96×64 KAMAMI ID: 561210 *

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3286

znajdują się dzielniki napięcia) pokryć grafitem w sprayu lub wykleić samoprzylepną folią aluminiową, dbając o to, aby na słupkach mocujących PCB do obudowy znalazł się grafit czy folia, bo w tym obszarze na PCB znajdują się punkty masy. Brak połączenia ekranu z masą układu nie zapobiegnie przedostawaniu się zakłóceń z zewnątrz. Z sondy należy wyprowadzić przewód masy zakończony krokodylkiem. Do tego celu może posłużyć punkt P1. Płytke w obszarze dzielników napięcia warto pokryć lakierem w sprayu, na przykład platiciem70.

Rezystory w obwodach dzielników napięcia najlepiej, aby miały tolerancję 0,1%, ostatecznie 1%. Użycie 5% rezystorów mija się z celem, bo sonda nie będzie już miernikiem, ale wskaźnikiem napięcia.

Rozbudowa programu

Kody wynikowe i źródłowe znajdują się na Elportalu razem z pozostałymi materiałami niezbędnymi do wykonania płytki drukowanej. Ze względu na dostępność kodu omówię najistotniejsze funkcje i zmienne, co może być pomocne przy samodzielnej modyfikacji programu.

W celu obniżenia poboru energii mikrokontroler taktowany jest wewnętrznym generatorem RC 8MHz. Częstotliwość ta nie jest powielana w PLL. Oznacza to, że aby użyć USB, konieczna jest zmiana częstotliwości taktującej, co wiąże się z modyfikacją funkcji czasowych.

Stała „DEF_TIM_SLEEP” definiuje czas w milisekundach do uśpienia

mikrokontrolera w przypadku, gdy miernik nie jest używany. W „VREFLM385” wpisujemy napięcie źródła napięcia odniesienia U5. „U_AUTO_MAX” i „U_AUTO_MIN” definiują napięcia, przy których zmieniany będzie zakres pomiarowy w trybie automatycznym. „TLUMIK_1”, „TLUMIK_10”, „TLUMIK_100” i „TLUMIK_1000” określają faktyczny podział dzielnika złożonego z R6 oraz jednego z rezystorów R7...R9. Stałymi „TIM_KEY_SHORT_MIN” i „TIM_KEY_SHORT_MAX” ustala się minimalny i maksymalny czas w milisekundach interpretowany jako krótkie naciśnięcie przycisku, natomiast „TIM_KEY_LONG”, czas interpretowany jako długie naciśnięcie. W funkcji „PrintDC” we fragmencie:

```
case TLUMIK 10:
    printf( txt, „%0.1f”, napieciew * tlumik * 6 ); // 6.6-66V
    break;
case TLUMIK 100:
    printf( txt, „%0.0f”, napieciew * tlumik * 6.5005500550055 );
    // 66-660V
    break;
case TLUMIK 1000:
    printf( txt, „%04.0f”, napieciew * tlumik * 6.5500055500055 );
    // 660-6600V
```

wpisane są faktyczne stopnie podziału dzielnika utworzonego z R1...R5 i pozostałych rezystorów. Trzeba mieć świadomość, że mimo wpisania 13 cyfr po przecinku, zmienne są typu float i interpretowane jest tylko 7 cyfr znaczących. Można zmienić typ na double (15 cyfr znaczących), ale nie ma to większego znaczenia, biorąc pod uwagę inne niedokładności. W przypadku przeniesienia kodu na AVR, trzeba

mieć świadomość, że w popularnym AVR-GCC, typ *double* ma taką samą dokładność jak *float*.

W programie użyto watchdoga okienkowego WWDG, ponieważ w przeciwieństwie do IWDG, jest on wyłączany po uspianiu mikrokontrolera i nie spowoduje jego wybudzenia. WWDG nie może być resetowany zbyt często, dlatego w kodzie znajdziemy fragment:

```
if( !TimWwdg ){ TimWwdg = TIM_WWDG;
WWDG->CR = WWDG_CR_WDGA | WWDG_CR_T6 |
TIM_WWDG_MAX; }
```

Przed uspianiem mikrokontrolera wyłączany jest wyświetlacz OLED:

```
if( !TimSleep || (Keys & KEY_REL_LONG) ){
HAL_Delay( 30 );
ssd1306_command(SSD1306_DISPLAYOFF);
```

Opóźnienie (Delay) przed uspianiem jest konieczne, ponieważ dane do wyświetlacza są wysyłane przez DMA. Po rozpoczęciu procedury uspiania nie ma gwarancji, że nie odbywa się transmisja DMA, dlatego należałoby to sprawdzić lub jak w tym przypadku odczekać maksymalny czas

transmisji, który w tym przypadku nie przekracza 20ms.

Mikrokontrolery STM32 w obudowach mniejszych niż 100 pin nie mają wyprowadzonych linii Vref+ i Vref-, są one na stałe podłączone do Vss i Vdd wewnątrz układu. Z tego powodu nie można podać na przetwornik ADC napięcia odniesienia. Połączenie Vref+ z Vdd powoduje, że napięcie odniesienia dla ADC zmienia się wraz ze zużyciem się baterii. Także dla dzielnika R10, R11 napięciem odniesienia jest Vdd. Precyzyjny pomiar napięcia wydaje się niemożliwy. Jest to jednak jak najbardziej do zrobienia. W tym celu mierzone jest napięcie zasilające mikrokontroler w stosunku do wewnętrznego lub jak w przypadku sondy, zewnętrznego napięcia odniesienia. Realizuje to sekwencja rozkazów:

```
VccCpuE = VREFL385 * 4096 / ExtRefAdc;
VccCpu = VccCpuE;// VccCpuI;
```

Przy okazji mierzone jest napięcie zasilające

```
if ( VccCpu < VBAT_MIN ) loBat = true; else
loBat = false;
```

i w razie gdy jest ono zbyt niskie, wyświetlany jest migający napis „LoBat”.

Dzięki temu, że U2 może zewrzeć R6 do masy, można przeprowadzić procedurę autozerowania niwelującą niedokładność R10 i R11. Aktualne oprogramowanie nie przeprowadza takiej operacji.

Propozycja zmian

Oprogramowanie nie mierzy napięć przemennych, ale można dodać taką opcję. Bargaft można by wykonać w wersji z zerem na środku skali. Może warto też wykonać wersję dla osób leworęcznych? Może pożądana byłaby wersja z przetwornikiem 16-bit? STM32F373 jest w taki przetwornik wyposażony. W sprawie pomysłów dotyczących rozbudowy oprogramowania proszę pisać na podany adres e-mailowy.

SaS

sas@elportal.pl

Ciąg dalszy ze strony 18

Dłuższe przytrzymanie przycisku przełącza na ustawianie dziesiątek minut 0–9, następne przytrzymanie przełącza na ustawianie pojedynczych minut. Kolejne dłuższe przytrzymanie przycisku zatwierdza nowy, ustawiony właśnie czas – co zegarek sygnalizuje

krótkim przygaśnięciem. Aby przebrać proces ustawiania, należy po prostu poczekać kilka sekund, przez co tryb ustawiania zostanie przerwany, a zegarek powróci do poprzednio wskazywanego czasu.

Oprócz wyświetlania czasu urządzenie ma zaimplementowaną obsługę alarmów: zbyt niskiego napięcia akumulatora (brak ładowania!), niskiej temperatury otoczenia (ślisko!) oraz zbyt wysokiej temperatury silnika (przegrzanie!). Po przekroczeniu któregoś ze zdefiniowanych progów zegarek przełącza się w tryb wskazania, które wywołało alarm, a wyświetlacz mruga. Skasowanie alarmu następuje po naciśnięciu przycisku przy kierownicy.

Poziom, przy którym wyzwalany jest alarm, również można ustawiać. W tym celu należy nacisnąć przycisk trybu ustawień w chwili wyświetlania właściwego wskazania (napięcia czy temperatury). Ustawianie progów alarmu wygląda analogicznie jak czasu – krótkie naciśnięcie przycisku na kierownicy – zmiana, dłuższe – zatwierdzenie. Ustawione wartości są zapamiętywane w nieulotnej pamięci EEPROM procesora, zatem nie kasują się po wyłączeniu zasilania.

Kilkumiesięczna eksploatacja zegarka pozwoliła na usunięcie wszystkich niedomagań oraz wykazała jego dużą użyteczność. Taki gadżet można polecić wszystkim skuterzystom i motocyklistom – LwG !

Wykaz elementów

US1.....MC34063 w obudowie SO-8
US2.....ATmega32A TQFP44
US3.....PCF8563 SO-8
US4.....LM335 SO-8
US5.....AD8066 SO-8
R1,R6,R8,R12,R13,R15,R16 10k smd1206
R2.....3k 1206 smd1206
R3,R10 1k smd1206
R4.....1R smd1206
R5.....75k smd1206
R7,R11 100R smd1206
R9.....120k smd1206
R14.....2k2 smd1206
R17,R18 0R smd1206
R21-R47.....150R smd0603, dobrać do wyświetlacza
C1.....22uF/10V w obudowie smd-b
C2.....500pF smd0805
C3,C5,C6,C7,C8,C9,C12 100nF smd0805
C4.....22uF/50V smd 6,3×5,4
C10.....200nF smd0805

C11.....10n smd0805
C13.....22p smd0805
L1.....dławik 100uH 1A
L2.....dławik osiowy 100uH
D1.....1N5819
D2,D5 SM4007
D3,D4 dioda Zenera 5V1 smd
D6.....SOD123
Q.....kwarc zegarkowy 32768Hz
DIS1,DIS2 podwójny niezależny wyświetlacz
7seg. 13mm wspólna anoda,
KANDA-ISP kątowe gniazdo IDC 2x5 pin,
DISP1 kątowe złącze pinhead 20 pin,
DISP2 kątowe złącze pinhead 7 pin,
12V 3-pinowe kątowe złącze EDG 5.08,
TC 2-pinowe kątowe złącze EDG 5.08,
BTN.....kątowy tact switch,
BAT.....bateria litowa CR2032 „z wąsami”,
Termopara typu K,
Przycisk na kierownicę z przewodem i wtykiem IDC,
Obudowa Z-23 z maskownicą.

Kalkulator TTL

W poprzednim numerze projektem okładowym był, robiący ogromne wrażenie, niekonwencjonalny kalkulator, który zrealizowany został z wykorzystaniem klasycznych układów TTL. Oto dalsza część opisu.

11) Zespół liczników specjalnych. Moduł ten ma za zadanie obsługiwać algorytmy, które potrzebują wykonać jakąś instrukcję n razy. Podzespół ten składa się z trzech skaskadowanych liczników BCD: z sześciobitowego licznika CU, którego maksymalny stan to 25; dwunastobitowego licznika CARYT, którego maksymalny stan to 120 oraz z sześciobitowego licznika CSQRT, którego maksymalny stan to 22. Również w tym module znajdują się trzy czterobitowe liczniki BCD: CAA, CAB i CAW.

12) Sterownik ustawiania trybów pracy skonsolidowanych rejestrów. Moduł ma za zadanie ustawiać odpowiednie poziomy logiczne na wejściach trybu pracy wszystkich skonsolidowanych czterech rejestrów urządzenia: A, B, M i W. Istnieją cztery możliwości przygotowania skonsolidowanych rejestrów do pracy: blokada, przesuw danych w lewo lub w prawo oraz ładowanie danych równolegle. W moim urządzeniu istnieje dwadzieścia kombinacji przygotowania składowych skonsolidowanych rejestrów do pracy.

13) Multiplexery obsługujące dane dla przesuwu w lewo w skonsolidowanych rejestrach. Moduł ma za zadanie dostarczać odpowiednie dane do wejść szeregowych SL skonsolidowanych trzech rejestrów urządzenia: A, B i W. W tym przypadku istnieje 13 kombinacji dostarczania danych do składowych skonsolidowanych rejestrów.

14) Multiplexery obsługujące dane dla przesuwu w prawo w skonsolidowanych rejestrach. Moduł ma za zadanie dostarczać odpowiednie dane do wejść szeregowych SR skonsolidowanych czterech rejestrów urządzenia: A, B, M i W. W tym przypadku istnieje również 13 kombinacji dostarczania danych do składowych skonsolidowanych rejestrów.

Należy nadmienić, że kolejna 27. kombinacja dostarcza do składowych skonsolidowanych rejestrów dane do wejść szeregowych SL i SR. Natomiast ostatnie dwie kombinacje: 28 i 29, służą

do ładowań równoległych, więc stany na wejściach szeregowych nie mają znaczenia.

15) Skonsolidowany rejestr M. Moduł ma za zadanie dekodować położenie punktu dziesiętnego MDP na wyświetlaczach; zapamiętywać wprowadzane dane MBR odpowiedzialne za aktywację wyświetlaczy; zapamiętywać wprowadzane dane M odpowiedzialne za wartości dziesiętne pierwszych dwunastu cyfr (LSB); prezentować na kolejnych dwunastu wyświetlaczach (MSB) wartości specjalne odczytywane ze strategicznych modułów kalkulatora w trybie krokowym ręcznym lub automatycznym; kontrolować na bieżąco, czy wartość wprowadzonej liczby M jest różna od zera dla przedziału pierwszych dwunastu cyfr LSB.

16) Skonsolidowany rejestr A. Moduł ma za zadanie na bieżąco dekodować położenie punktu dziesiętnego ADP na wyświetlaczach lub ewentualnie zamrozić jego lokalizację; zapamiętywać wprowadzane dane ABR odpowiedzialne za aktywację wyświetlaczy; zapamiętywać wprowadzane dane A odpowiedzialne za wartości dziesiętne cyfr lub ewentualnie zamrozić wyświetlaną wartość; odczytywać stan znaku „minus” AZ i ewentualnie zamrozić jego status na wyświetlaczu; przełączać pomiędzy trybem 12- a 24-cyfrowym; kontrolować na bieżąco, czy wartość wprowadzonej liczby A jest różna od zera dla przedziału pierwszych dwunastu cyfr LSB.

17) Skonsolidowany rejestr B. Moduł ma za zadanie na bieżąco dekodować położenie punktu dziesiętnego BDP na wyświetlaczach lub ewentualnie zamrozić jego lokalizację; zapamiętywać wprowadzane dane BBR odpowiedzialne za aktywację wyświetlaczy; zapamiętywać wprowadzane dane B odpowiedzialne za wartości dziesiętne cyfr lub ewentualnie zamrozić wyświetlaną wartość; odczytywać stan znaku „minus” BZ i ewentualnie



zamrozić jego status na wyświetlaczu; przełączać pomiędzy trybem 12- a 24-cyfrowym; kontrolować na bieżąco, czy wartość wprowadzonej liczby B jest różna od zera dla przedziału pierwszych dwunastu cyfr LSB.

18) Skonsolidowany rejestr W. Moduł ma za zadanie na bieżąco dekodować położenie punktu dziesiętnego WDP na wyświetlaczach; zapamiętywać wprowadzane dane WBR odpowiedzialne za aktywację wyświetlaczy; zapamiętywać wprowadzane dane W odpowiedzialne za wartości dziesiętne cyfr.

Należy dodać, że wszystkie wyjścia równoległe skaskadowanych składowych rejestrów liczb i aktywacji wyświetlaczy oraz wyjścia dekodowników 1 z 12 lub 1 z 24 podłączone są do wejść 12- lub 24-bitowych multiplexerów, na których wyjściach powstają szeregowo informacje, podawane w danej chwili na odpowiedni wyświetlacz (dla punktu dziesiętnego i aktywacji wyświetlaczy jest to po jednym wyjściu, natomiast dla danych BCD są to cztery wyjścia).

19) 96-bitowy komparator. Moduł ten ma za zadanie porównywać na bieżąco wartość bezwzględną wprowadzonych liczb rejestrów A i B. Moduł ten przyspiesza algorytmy, które badają relację między wartościami rejestrów, np.: kontynuuj odejmowanie $A - B$ dopóki $A \geq B$. Gdyby nie komparatory, trzeba by było badać, czy powstało przepełnienie na ostatniej cyfrze MSB – gdyby było, świadczyłoby to, że $A < B$, ale trzeba byłoby przywrócić poprzedni stan rejestrów poprzez operację $A+B$.

20) Selektor funkcji warunkowych. Moduł ma za zadanie zezwalać na wykonanie bieżącej przygotowanej instrukcji w przetwarzanym algorytmie pod warunkiem spełnienia aktywnej

jednej z czterdziestu funkcji warunkowych (gdy instrukcja nie jest warunkowana – „sygnał” instrukcji przechodzi transparentnie). Moduł również na bieżąco monitoruje stan dwóch warunków: $CU=0?$ oraz $CARYT=0?$ w ewentualnej uaktywnionej którejś procedurze pętli instrukcji programu w sekwenecerze.

21) Dekoder funkcji wykonawczych. Gdy z selektora funkcji warunkowych sygnał zezwalania dotrze do wejścia strobojującego dekodera 1 z 64 – nastąpi wykonanie instrukcji, która przez dodatkową logikę wyjściową może zawierać od jednej do kilkunastu funkcji wykonawczych. Moduł ten dekoduje 59 instrukcji.

Podsumowując działanie dwóch ostatnich modułów, należy oznajmić, że w pierwszej fazie cyklu dane z pamięci ROM ustawiają i przygotowują niezbędne obwody urządzenia oraz przygotowują bieżącą instrukcję przetwarzanego algorytmu do wykonania. Odnosząc się do analogii z bronią palną, w powyższym etapie broń zostaje załadowana i przygotowana jest do strzału. Natomiast w drugiej fazie cyklu następuje próba wykonania bieżącej instrukcji w przetwarzanym algorytmie. Gdy instrukcja nie podlega warunkowaniu lub warunek, który ją obejmuje, zostaje spełniony, wtedy następuje wykonanie bieżącej instrukcji. W przeciwnym wypadku warunek obejmujący instrukcję nie zostaje spełniony i bieżąca instrukcja nie zostaje wykonana. Na tym etapie odnosząc się do broni palnej – następuje wystrzał pocisku z wycelowanej broni do odpowiedniego miejsca na tarczy składającej się z 59 pól (dekoder instrukcji), a o tym, do którego miejsca na tarczy zostaje wycelowana broń, decyduje instruktor, czyli pamięć ROM :). Selektor funkcji warunkowych zdecydował, jaki nabój zostanie załadowany – w przypadku ostrej amunicji pozostaje ślad na tarczy (instrukcja została wykonana), w przypadku ślepego pocisku – tarcza zostaje nienaruszona (brak wykonania instrukcji).

22) 4-bitowy arytmometr BCD, 5-bitowy arytmometr BIN. Moduł ma za zadanie wykonywać dwa podstawowe operacje arytmetyczne: dodawanie (ADD) oraz odejmowanie (SUB). Arytmometr BCD operuje na wartościach dziesiętnych cyfr z rejestrów: A, B, W. Natomiast arytmometr BIN operuje na wartościach

dwójkowych z liczników punktów dziesiętnych: ADP, BDP, WDP. Arytmometr BCD realizuje następujące funkcję: $A+B=W$, $A-B=W$, $B-A=W$, $A+B=A$, $A-B=A$, $B+W=W$. Z kolei arytmometr BIN: $ADP+BDP=WDP$, $ADP-BDP=WDP$, $0-WDP=WDP$. W tym przypadku dzieje się to w zamkniętym zapętłonym zbiorze 24-elementowym (wartości od 0 do 23).

23) 3840-bitowa pamięć ROM. Moduł jest pamięcią stałą zbudowaną z elementów dyskretnych. Pojedynczy bit w stanie wysokim reprezentuje dioda przełączająca; diod tych jest około 1100. Pamięć ma ośmiobitowe adresowanie oraz szesnastobitowe wyjścia danych. Jej organizacja to 240 na 16 bitów, gdzie pierwsze osiem bitów, licząc od LSB, ustawia multiplexery punktów dziesiętnych, multiplexery skonsolidowanych rejestrów, tryb pracy skonsolidowanych rejestrów, multiplexery arytmometru. W komórkach tych mogą się też znajdować 6-bitowe adresy funkcji warunkowych, 8-bitowe adresy skoków oraz dane w postaci BCD dla liczników specjalnych. Reasumując, dane te są argumentami wejściowymi dla funkcji instrukcji wykonawczych. Kolejny obszar jest 6-bitowym kodem instrukcji wykonawczej, ostatni 2-bitowy obszar, kończąc na bicie MSB, służy do warunkowania instrukcji wykonawczych. W pamięci tej znajduje się piętnaście algorytmów:

- DIG (wpisywanie cyfr od 0 do 9 lub ciągu 00 do aktywnego rejestru)
- MS (kopiowanie aktywnego rejestru do rejestru M)
- MR (kopiowanie rejestru M do aktywnego rejestru)
- WRC (przeniesienie zawartości rejestru W do aktywnego rejestru)
- AB (zamiana krzyżowa zawartości rejestrów A i B)
- BK (cofanie ostatniej wprowadzonej cyfry w aktywnym rejestrze)

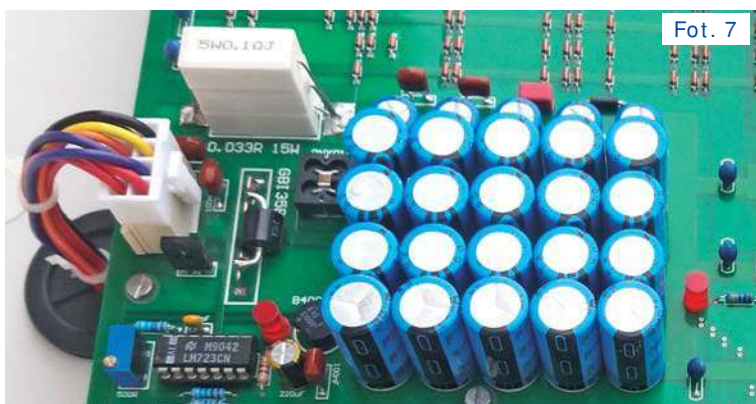
- PI (załadowanie liczby PI do aktywnego rejestru)
- ADD/SUB (dodawanie lub odejmowanie arytmetyczne rejestrów A i B)
- MUL (mnożenie arytmetyczne rejestrów A i B)
- DIV (dzielenie arytmetyczne rejestrów A i B)
- SQRT (pierwiastkowanie aktywnego rejestru)
- X2 (podnoszenie do kwadratu aktywnego rejestru)
- 1/X (dzielenie przez odwrotność aktywnego rejestru)
- +%- (przeniesienie zawartości rejestru W zawierającego wynik działania: $[(B/100)*A]$ do rejestru B)
- ACW (pozycjonowanie ku prawej stronie wyniku w rejestrze W poprzez pozbywanie się niepotrzebnych zer z lewej i prawej strony).

Stworzony język maszynowy, który koduje wszystkie instrukcje i funkcje, jest mojego autorstwa.

24) Transkoder DEC/HEX dla rejestru M. Moduł ma za zadanie przekształcać wartość powyżej 9_{DEC} na znaki heksadecymalne, tj. A, B, C, D, E, F. W normalnym trybie na wejścia podawane są sygnały do 9_{DEC} , więc konwersja nie występuje, jednak w trybie diagnostycznym niektóre sygnały wejściowe przyjmują wartość do 15_{DEC} . W związku z tym, że sygnały powyżej 9_{DEC} przyjmują wartość dwucyfrową, konieczne jest ich przekształcenie na wartość HEX. Dzięki takiemu rozwiązaniu czterobitowa wartość zawsze znajduje się tylko na jednym wyświetlaczu.

25) Dekodery i obwody sterujące zespołem 105 wyświetlaczy LED. Moduł ma zadanie pełne dekodowanie sygnałów ze skonsolidowanych rejestrów: A, B, W oraz częściowo ze skonsolidowanego rejestru M na kod wyświetlania cyfr lub znaków wyświetlaczy siedmiosegmentowych.

Moduł podzielony jest na pięć podstawowych zbiorów zbudowanych z wyświetlaczy LED: zbiór podstawowy rejestru M zawiera 13 wyświetlaczy, natomiast zbiór specjalny zawiera ich 17, zbioru rejestrów: A, B i W zawierają ich po 25 sztuk. Wszystkie wyświetlacze są multipleksowane.



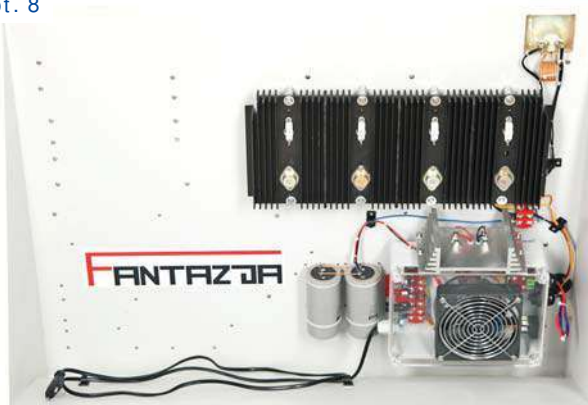
Fot. 7

26) Sterownik multipleksowania wyświetlaczy. Moduł ma za zadanie wytworzyć odpowiednie impulsy sterujące, które z odpowiednią częstotliwością sekwencyjnie będą załączać kolumny wyświetlaczy siedmiosegmentowych LED. Moduł ten też zawiera obwód, który usuwa całkowicie efekt poświaty, tzw. duszków, dzięki odpowiednio dobranym czasom wyświetlania bieżącej i ładowania kolejnej cyfry. Również tu znajdują się obwody wyłączania wyświetlaczy w przypadku ewentualnej awarii generatora, co jest bardzo ważne ze względu na specyficzne sterowanie elementami mocy.

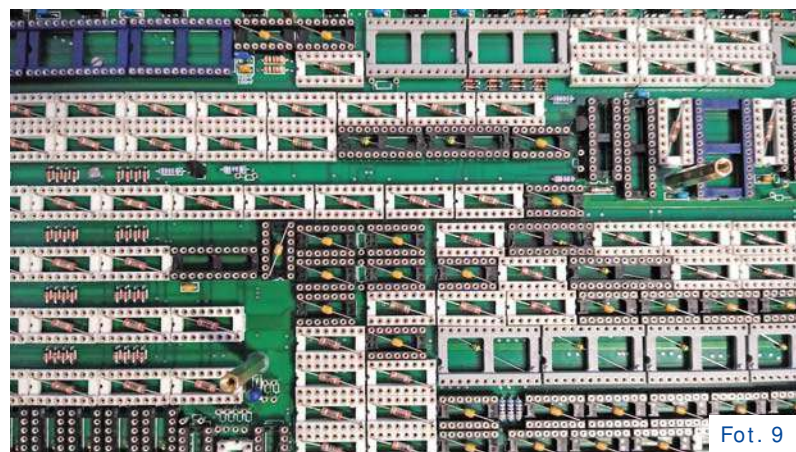
27) Zespół diod LED wyświetlających sygnały kontrolne w trybie diagnostycznym. Moduł ma za zadanie wyświetlanie sygnałów kontrolnych, które obrazują poprawną pracę urządzenia.

Całe urządzenie napędzane jest zasilaczem liniowym dającym jedno napięcie +5V (**fotografia 7**). Zasilacz ten oparty jest na słynnej kostce LM723 i to jest jedyny analogowy układ scalony w tym projekcie :). Zastosowany transformator jest transformatorem toroidalnym o napięciu znamionowym 9V, jego wydajność prądowa to 18A. Napięcie zbijane jest do odpowiedniej wartości na czterech równolegle połączonych tranzystorach mocy BDP491 (**fotografia 8**). Urządzenie pobiera do 12A prądu (pobierany prąd jest cały czas pokazywany na wbudowanym

Fot. 8



wskazówkowym amperomierzu). W pierwszych testach zauważyłem, że po ponaddwugodzinnej ciągłej pracy trafo bardzo się przegrzewa, więc musiałem dodać aktywne chłodzenie w postaci wentylatora z zasilacza ATX i problem minął całkowicie. Od strony sieciowej urządzenie zabezpieczone jest dwoma warystorami, no i oczywiście bezpiecznikiem topikowym. Natomiast od strony wtórnej zabezpieczeń jest kilka. Zabezpieczenie nadprądowe oparte jest na obwodach w kostce LM723 i ogranicza z grubsza prąd do 18A. Zabezpieczenia nadnapięciowe oparte są na bardzo szybkich dwukierunkowych transilach, których jest sześć i które są rozmieszczone w różnych miejscach urządzenia. Dodatkowym elementem, który przy okazji niweluje bardzo krótkie przepięcia, jest filtr EMI serii BNX.



Fot. 9



Fot. 10

W sumie kalkulator ten składa się z: 477 układów scalonych i tyle samo podstawek, 370 rezystorów, 7 drabinek rezystorowych, 165 kondensatorów, 1678 diod przełączających, 4 diod prostowniczych, 6 transil, 400 diod LED, 105 wyświetlaczy 1" LED, 270 tranzystorów, 33 podświetlanych przycisków, 7 przełączników i kilkunastu innych elementów. Zastosowanych elementów mechanicznych takich jak śruby, dystanse, podkładki, nakrętki jest około 250 sztuk (**fotografia 9, fotografia 10**).

W związku z tym, że artykuł ma ograniczoną objętość i nie sposób urządzenia opisać bardziej szczegółowo – odsyłam do mojej właśnie tworzonej strony internetowej: www.fantazja.tech, na której będę cyklicznie wstawiał dokładniejsze opisy modułów wraz z ich bardziej szczegółową zasadą działania. Na tej stronie znajdzie się również więcej zdjęć oraz filmiki z pracy urządzenia. Serdecznie pozdrawiam wszystkich Czytelników.



Rafał Wiśniewski
rafi8112@interia.pl

Ciąg dalszy ze strony 11

Czy Redakcja mogłaby przybliżyć temat ładowania indukcyjnego komórek i ładowarek do nich, zasadę działania, parametry, zalety, wady. I czy można coś zaradzić na pojawiające się czasem problemy, np. komórki w niektórych pancernym etui ładowarka nie chce ładować, a w innym lub bez niego tak? Czy np. użycie w takim przypadku do ładowarki zasilacza większej mocy może coś zmienić?

Pozdrawiam
Czesław Siudak

Nie planowaliśmy takiego artykułu, ale moglibyśmy opisać podstawy. Natomiast użytkownicy takich ładowarek mogą podzielić się dobrymi i złymi doświadczeniami.

(...) W jakim programie robić projekt [płytki], żeby było najprościej dla redakcji EdW?

Bezpośrednia odpowiedź brzmi: w dowolnym programie, który pozwoli stworzyć:

- dokumentację produkcyjną, czyli pliki Gerber+Drill (zalecane także czarne wydruki warstw do termotransferu – najlepiej w postaci plików PDF)

- porządną dokumentację do publikacji w EdW: schemat + rysunek płytki – najlepiej w postaci wektorowej.

Niezbędnej dokumentacji produkcyjnej nie robią niektóre darmowe programy, jak np. ExpressPCB, bo „darmowość” nie jest prawdą – trzeba zamawiać płytki u konkretnego wytwórcy i mu zapłacić. Nieświadomi początkujący wpadają w pułapkę ExpressPCB – unikać go trzeba jak ognia.

Większość innych pakietów projektowych pozwala wykonać potrzebną dokumentację, tylko nie zawsze jest to łatwe i oczywiste. Przykładem może być Cadstar, który sprawił mnóstwo kłopotów jednemu z Autorów (choć prawdopodobnie wszystko, co potrzeba, dałoby się ustawić, jednak jest to nieintuicyjne).

Dawniej, wiele lat temu najpopularniejszy był DOS-owy Autotrax i jego popularność przeszła na Protela 99SE (używany do dziś, choć z coraz większymi kłopotami w kolejnych wersjach Windows). Następne wersje Protela, a potem Altium były nie tylko bardzo drogie, ale i zdecydowanie za trudne dla hobbystów.

Potem pojawił się pakiet EAGLE i przebojem wdarł się do społeczności elektroników – przez ostatnie lata był absolutnie najpopularniejszy wśród hobbystów.

Chyba nadal jest, ale stopniowo traci popularność, głównie na rzecz całkowicie darmowego KiCada, który choć ma ogromne możliwości, jednak ma też istotne wady.

Dziś najpopularniejsze wśród osób publikujących w EdW są EAGLE i KiCad. Mało jest projektów z innych pakietów, jak SparkDesign czy innych.

W redakcyjnej Poczcie pojawił się e-mail zatytułowany: **LM317 – Pytanie lub zadanie dla czytelników:**

Droga Redakcjo!

Czytając Poczcie od czytelników i Skrzynkę porad, naszła mnie myśl, że też mógłbym zapytać Was o zagadnienie, które nurtuje mnie od wielu lat. Chodzi o nieśmiertelny stabilizator i regulator napięcia LM317 i inne podobne jak LM1117-adj czy LM1085.

Prostota wykonania zasilacza warsztatowego z regulatorem napięcia na tym układzie (ledwie 3 elementy: rezystor, potencjometr i LM317) jest bardzo kusząca dla początkującego adepta elektroniki. I ja wykonałem taki zasilacz, gdy tylko zdobyłem (tak – wtedy się zdobywało, a nie kupowało, bo w sklepach zazwyczaj niewiele było) rzeczoną LM317. O popularności do dziś takiego rozwiązania świadczy widoczna w Internecie ogromna liczba schematów mniej lub bardziej rozbudowanych zasilaczy z LM317, jak również spora oferta handlowa wszelakich kitów i gotowych modułów z tymi układami.

Problem w tym, że **prostota obciążona jest jednocześnie poważnym mankamentem**, jakim jest sposób zastosowania potencjometru – wzrost wartości ustawionej rezystancji zwiększa napięcie wyjściowe, co skutkuje tym, że w przypadku przerwy w kontakcie suwaka potencjometru (rezystancja nieskończenie duża) napięcie na wyjściu zasilacza wzrasta natychmiast do wartości maksymalnej, często niszcząc zasilany układ.

I tu pojawia się moje pytanie: **jak przy użyciu niewielkiej liczby dodatkowych elementów, zachowując prostotę układu, zbudować na LM317 regulator napięcia tak, by przy uszkodzeniu potencjometru następował spadek, a nie wzrost napięcia?** Częściowym rozwiązaniem jest umieszczenie potencjometru szeregowo z rezystorem pomiędzy nóżkami ADJ i OUT stabilizatora równoległe do montowanego tam rezystora 240R. Pozwala to jednakże na regulację w bardzo niewielkim zakresie i nie od 1V.

Myszę, że zaproponowanie rozwiązania regulatora bez wspomnianego mankamentu z jak najmniejszą liczbą dodatkowych elementów i w dużym zakresie napięć mogłoby być ciekawym zadaniem dla Czytelników, może do Szkoły Konstruktorów?

Ja po latach obszedłem problem, budując kolejny zasilacz, sterujący elektronicznie napięciem na nóżce ADJ stabilizatora wg idei z „Elektroniki dla Wszystkich” 06/2003, tyle że zamiast liczników i drabinki rezystorowej jest sygnał PWM z mikrokontrolera ATmega oraz dodany ogranicznik prądowy na kolejnym wzmacniaczu LM358, bo stabilizator tak sterowany traci swoje zabezpieczenia. I choć w ten sposób pozbyłem się problematycznego potencjometru, to taki układ nie ma już nic wspólnego z prostotą podstawowej aplikacji LM317.

Z poważaniem
Tomasz Sukiennik

Z uwagi na wąski zakres problem nie trafi do Szkoły Konstruktorów, jednak jest to znakomite pytanie konkursowe. Zastanówcie się: **Jak przy użyciu niewielkiej liczby dodatkowych elementów, zachowując prostotę układu, zbudować na LM317 regulator napięcia tak, by przy uszkodzeniu (przerwie w obwodzie) potencjometru nie następował gwałtowny wzrost napięcia? A jeszcze lepiej, gdyby następował wtedy spadek napięcia wyjściowego. A może zaproponujecie też jakiś wskaźnik, diodę LED, zaświecającą się przy przerwaniu obwodu potencjometru?**

Potraktujcie to jako konkurs z nagrodami-upominkami w postaci kitów AVT. E-maile przysyłajcie na adres edw@elportal.pl, a w tytule e-maila umieśćcie takt: **LM317**.

W EdW 7/2020 była odpowiedź na pytanie dotyczące możliwości zwiększenia napięcia z 1,2V do 12V za pomocą elementu wzmacniającego, jakim jest tranzystor. Po otrzymaniu odpowiedzi Autor napisał jeszcze:

Dzień dobry!

Bardzo dziękuję za odpowiedź na mojego e-maila!!! Rozumiem, że tranzystory i wzmacniacze operacyjne nie podwyższają napięcia elektrycznego prądu stałego!!! Rozumiem, że napięcie elektryczne prądu stałego podwyższają, zwiększają TYLKO przetwornice podwyższające!!! Czyli tranzystory i wzmacniacze operacyjne TYLKO wzmacniają małe sygnały. Czy tranzystory i wzmacniacze operacyjne wzmacniają, podwyższają natężenie prądu elektrycznego stałego??? Gdybym podłączył pod tranzystor lub wzmacniacz operacyjny mały akumulator 1,2V Ni-MH rozmiaru AAA, to czy na wyjściu tranzystora lub wzmacniacza operacyjnego będę miał podwyższone, zwiększone natężenie elektrycznego prądu stałego??? Czy przetwornice podwyższające napięcie elektrycznego prądu stałego pracują w sposób ciągły, czy w sposób impulsowy??? Ja potrzebowałbym taką przetwornicę podwyższającą napięcie prądu stałego, która by pracowała w sposób ciągły!!!! Bardzo proszę przysłać wiadomość na adres internetowy. Czekam na e-maila!!!

Pozdrawiam serdecznie!!

Arkadiusz

Jak widać, mamy Czytelników o różnym poziomie zaawansowania. W tym przypadku w grę wchodzi zasada zachowania energii. A z tym mają kłopoty nie tylko najmłodsi Czytelnicy (do redakcji co jakiś czas nadchodzą informacje o propozycjach pozyskania darmowej energii od „wynaalazców” w różnym wieku). Autora pytania należałoby zachęcić, żeby zwrócił się z problemem do nauczyciela fizyki w swojej szkole, co najprawdopodobniej pozwoli mu przy okazji uzyskać lepsze oceny z tego przedmiotu. Na fizyce na pewno omawiane są transformatory, w tym ich przekładnia napięciowa i prądowa oraz sprawność. Można powiedzieć, że przetwornica indukcyjna jest odpowiednikiem transformatora, tylko pracuje przy prądzie stałym. Podstawowe zasady zachowania transformatora i przetwornicy DC/DC są takie same. Najprościej biorąc, jeżeli do baterii o napięciu U dołączona jest przetwornica podwyższająca, która pobiera z niej prąd I , to ta przetwornica pobiera z baterii moc równą $P_1 = U_1 \cdot I_1$. Gdyby ta przetwornica była doskonała, idealna, bez strat własnych, to na jej wyjściu też uzyskalibyśmy moc $P_2 = P_1$, tylko inne wartości napięcia i prądu. Jeżeli napięcie wyjściowe U_2 byłoby wyższe od wejściowego U_1 , to prąd wyjściowy I_2 musiałby być mniejszy od wejściowego I_1 , żeby zachowana była równość mocy $U_1 \cdot I_1 = P_1 = P_2 = U_2 \cdot I_2$. W niedoskonałych rzeczywistych przetwornicach występują straty i moc wyjściowa P_2 jest zawsze mniejsza od wejściowej P_1 . Możemy zwiększać albo napięcie, albo prąd wyjściowy, ale nie możemy na wyjściu uzyskać więcej mocy niż moc pobierana przez wejście przetwornicy.

Do redakcji EdW wpłynął następujący e-mail

Witam!

Na imię mam Łukasz. W 2003 roku skończyłem technikum elektryczno-elektroniczne. Aktualnie studiuję książkę „Elektronika, ależ to bardzo proste!”. Więc trochę na

elektronice się znam. Nie umiem jeszcze pisać artykułów, ale za to umiem pisać programy komputerowe na system WINDOWS. Mam napisany jeden program związany z elektroniką (LEDDiodeCalculator), a pracuję nad dwoma kolejnymi (PassiveCAD i SymuOscylator).

LEDDiodeCalculator służy do doboru rezystora dla diody LED. PassiveCAD pomaga w doborze elektrycznych elementów pasywnych. SymuOscylator natomiast to taki symulator ćwiczeń oscyloskopowych. (...) Dodatkowo przesyłam aktualne screenshooty moich programów. Niestety potrzebuję pieniążków na certyfikat, czyli podpis cyfrowy dla moich programów i na lepszy hosting. W zamian za pieniążki mogę Was reklamować w moich programach. Czy jest szansa, abyście mi pomogli?

Pozdrawiam

Łukasz

Nie jest to pierwsza prośba otrzymana od Autora w tej sprawie. Redakcja EdW w miarę skromnych możliwości od początku wspierała i wspiera młodych elektroników, ale nie przez przekazywanie pieniędzy, czego przykładem są talony-kupony w **Szkole Konstruktorów** i bezpłatnie wykonywane płytki próbne.

Jest też drugi problem. Otóż wbrew pozorom, elektronika wcale nie jest tak prosta, jak może się wydawać niektórym początkującym. Nawet dobór rezystora ograniczającego prąd diody LED nie jest taki prosty, ponieważ napięcie przewodzenia nie jest ściśle określone i stałe, tylko zależy też od prądu diody. Należałoby również uwzględnić tolerancję napięcia zasilania i wykorzystywać rezystancje o znormalizowanych wartościach. Możemy pomóc Łukaszowi przez zachęcenie go, by oprócz informatyki, zajął się też elektroniką od strony praktycznej. Dopiero wtedy zrozumie także rzeczywiste problemy i ograniczenia. I dopiero wtedy mógłby napisać programy, które okażą się naprawdę przydatne elektronikom. Znakomitą sposobnością jest udział w konkursach EdW oraz w **Szkole Konstruktorów**.

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu: **Andrzej i Tomasz Sukiennik**.

R E K L A M A

msalamon.pl

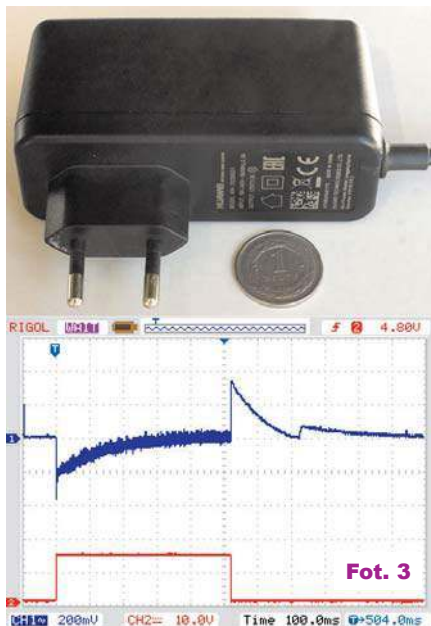
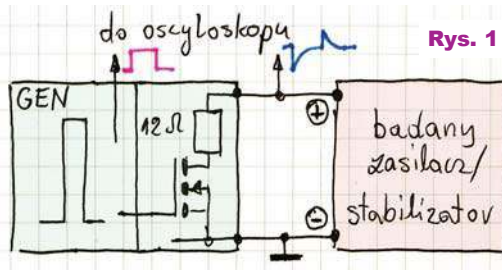
Twoje miejsce do nauki programowania STM32

Taki zwyczajny zasilacz...

Część 9 – Porównanie zasilaczy

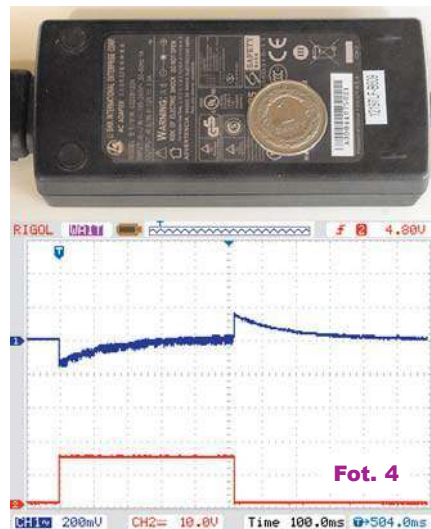
W poprzednich odcinkach przygotowaliśmy testery do badania właściwości dynamicznych zasilaczy i stabilizatorów. Zanim zbadamy właściwości naszego „zwyczajnego zasilacza”, powinniśmy dla orientacji i porównania zbadać, jak przy obciążeniu impulsowym zachowują się różne zasilacze fabryczne oraz rozmaite stabilizatory liniowe i impulsowe. Będzie to bardzo dobrym punktem odniesienia dla konstruowanego zasilacza.

Ja wykorzystałem, zrobione wcześniej, generator i moduł obciążenia rezystancyjnego 12Ω według **rysunku 1** oraz **fotografii 2**. W pierwszych próbach czas trwania impulsu prądowego to około 0,5 sekundy, czyli stosunkowo długo, a wypełnienie dla zmniejszenia mocy strat wynosi tylko około 17%.



Fabryczne zasilacze 12V liniowe i impulsowe

W pierwszej kolejności sprawdziłem kilka impulsowych zasilaczy wtyczkowych 12V. Przy obciążeniu 12Ω daje to amplitudę impulsu prądu około 1A.

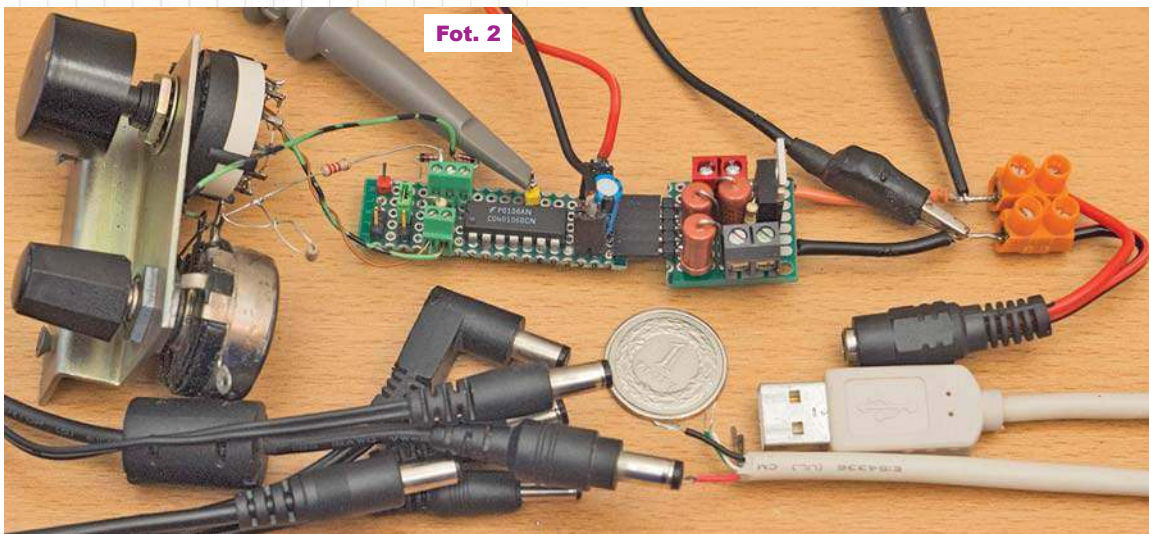


Fotografia 3 pokazuje zasilacz 12V/2A (od modemu Huawei) i zrzut z ekranu. Przebieg czerwony pokazuje impuls prądowy, a przebieg niebieski to zmiany napięcia na wyjściu zasilacza. W chwili pojawienia się impulsu 1A następuje chwilowe obniżenie napięcia zasilacza (12V) o około 0,4V, czyli 3,3%, a po jego zakończeniu wzrost też o prawie 400mV. Jak widać, zasilacz jest stosunkowo powolny, bo zaburzenia te trwają ponad 100 milisekund.

Znacząco lepszy jest zasilacz 12V/2A (zasilający dysk zewnętrzny) z **fotografii 4** – tu skoki napięcia są znacząco mniejsze od 200mV.

Na **fotografii 5** pokazane są dwa jednakowe zasilacze 12V/1,5A (od dysków zewnętrznych) i ich jednakowe przebiegi, podobne jak na fotografii 3.

Fot. 2



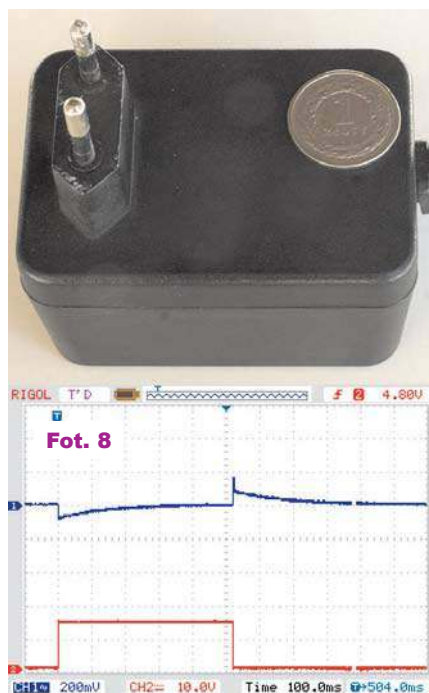
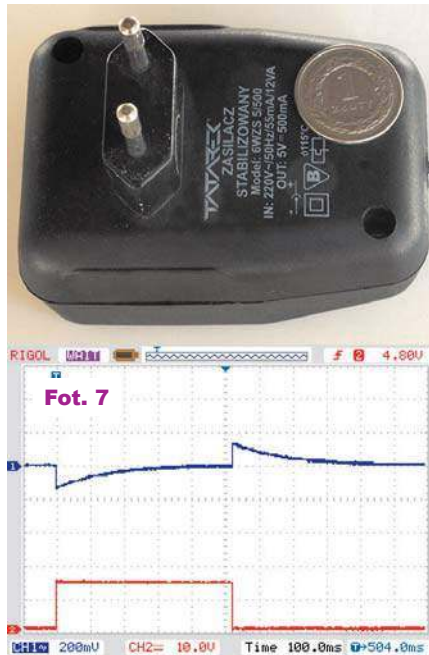
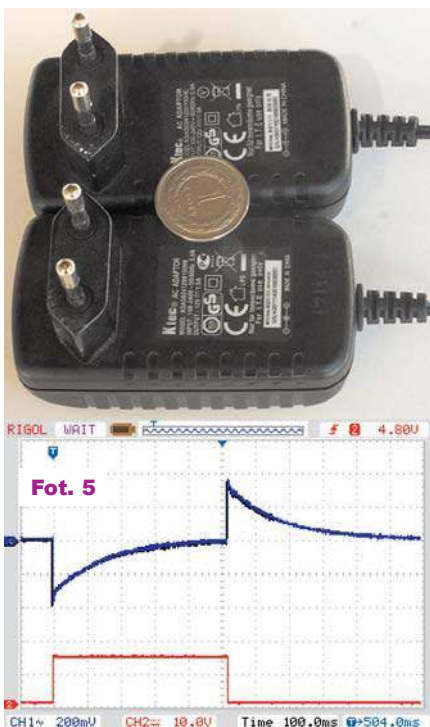


Nieprzyjemną niespodziankę sprawił wtyczkowy zasilacz 15V/2A z **fotografii 6**. Jak widać, silniejsze obciążenie powoduje rodzaj samowzbudzenia (co nie wyklucza, że zasilacz mimo wszystko prawidłowo spełni swoją funkcję).

Zasilacze (ładowarki) 5V 1A

Przetestowałem kilka zasilaczy 5-woltowych. Przy rezystancji obciążenia 12Ω amplituda impulsu prądowego wynosi około 0,42A.

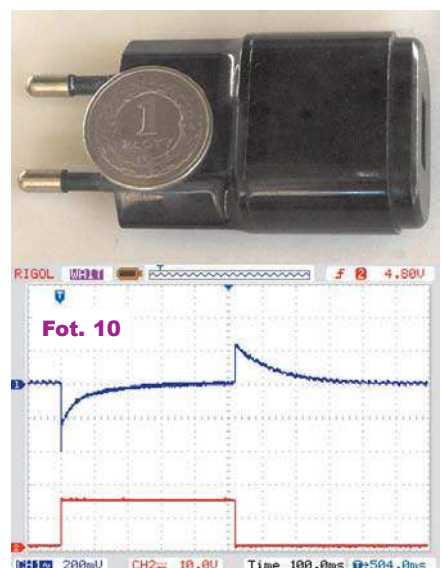
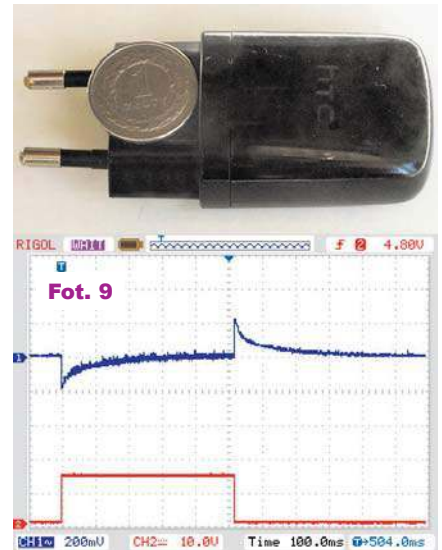
Fotografia 7 pokazuje zasilacz Tatarek 5V/1A z klasycznym transformatorem i stabilizatorem liniowym.



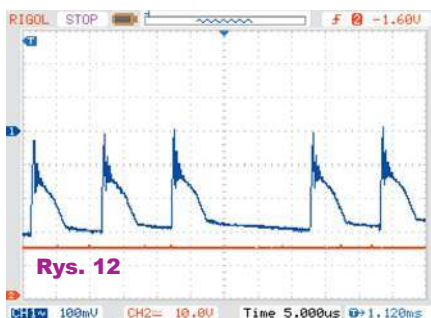
Tu skoki napięcia są niewiele większe od 100mV. Podobnie, a nawet jeszcze lepiej zachowuje się zasilacz stabilizowany 5V/1A z klasycznym ciężkim transformatorem od starego napędu iomegaZIP – **fotografia 8**. Tu skoki są mniejsze niż 100mV.

Fotografia 9 pokazuje impulsowy zasilacz-ładowarkę 5V/1A od telefonu HTC – skoki mają około 200mV.

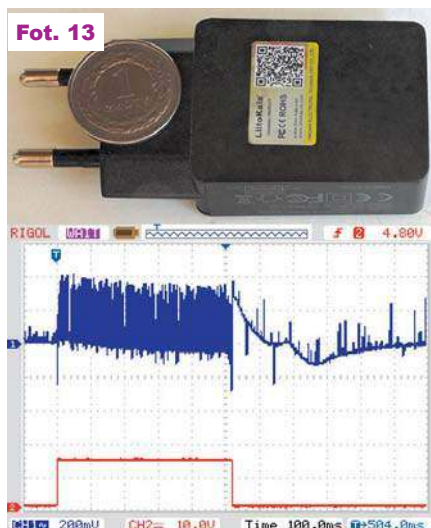
Znacząco większe skoki wykazuje podobny zasilacz-ładowarka od telefonu LG – **fotografia 10**.



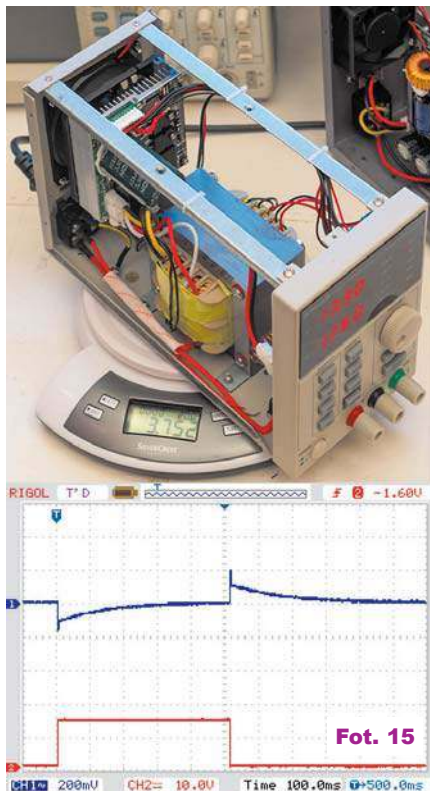
Niespodziankę przyniósł niemarkowy zasilacz 5V/1A kupiony jako ładowarka do latarki z akumulatorem Li-Ion 18650 – **fotografia 11**. Silniejsze



obciążenie powoduje oscylacje w pętli regulacji, co w silnym rozciągnięciu (5us/dz) i powiększeniu (100mV/dz) widać na **rysunku 12**. Drugi kupiony w podobnym celu zasilacz 5V/1A znanej firmy LiitoKala też wykazywał podobne właściwości – **fotografia 13**.



Zdecydowanie gorzej zachowywał się zasilacz 5V/1A od starej taniej latarki z akumulatorem Li-Ion 18650, pokazany na **fotografii 14**.



Zasilacze warsztatowe

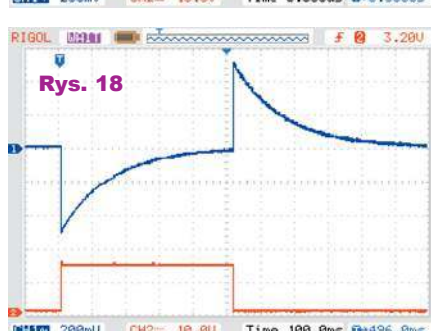
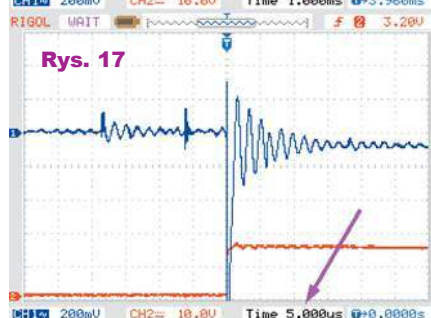
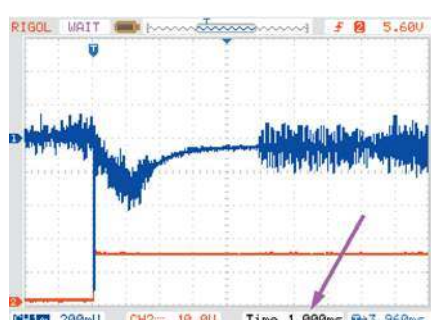
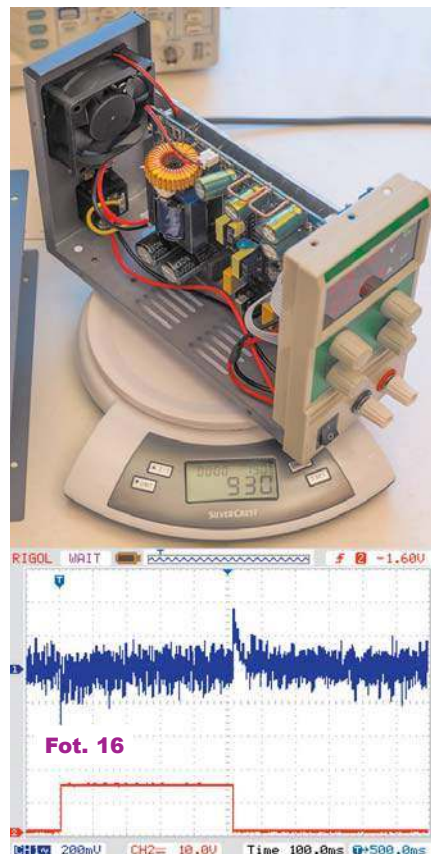
Sprawdziłem zachowanie dwóch zasilaczy warsztatowych. Jeden to pokazany na **fotografii 15** cieszący się dobrą sławą Korad KA3005P (0...30V/0...5A). Ustawiłem napięcie wyjściowe 12V i ogranicznik prądowy 2A. Jak widać, impulsy 1-amprowe powodują skoki napięcia o mniej niż 100mV (pomijając bardzo krótkie szpilki na początku).

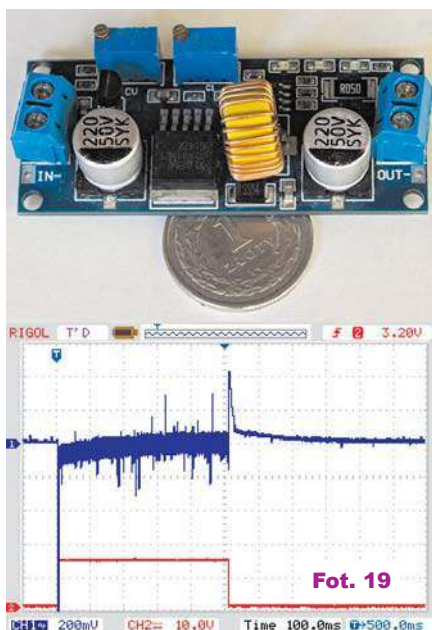
Drugi zasilacz o dwa razy większym prądzie, a przy tym zdecydowanie tańszy, to impulsowy PS3010 (0...30V/0...10A) – pokazany jest na **fotografii 16**. Impulsy 1-amprowe istotnie nie robią na nim większego wrażenia, ale napięcie wyjściowe nie jest gładkie. **Rysunek 17** pokazuje napięcie wyjściowe w różnym rozciągnięciu czasowym. Widać niestabilną pracę pętli stabilizacji. Nic dziwnego, bo jest to tani zasilacz.

Sprawdziłem jeszcze odpowiedź starego zasilacza warsztatowego z kostką 7805 – przebiegi na **rysunku 18**. Jak widać, skoki napięcia wynoszą około 0,5V, czyli aż 10% napięcia wyjściowego.

Stabilizatory liniowe i impulsowe

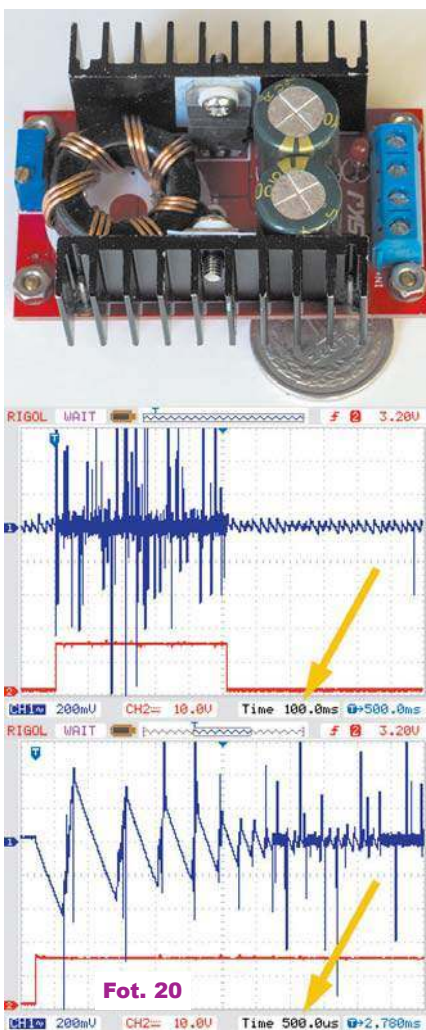
Dla porównania sprawdziłem też odpowiedź na impuls przetwornic impulsowych. I tak **fotografia 19** pokazuje



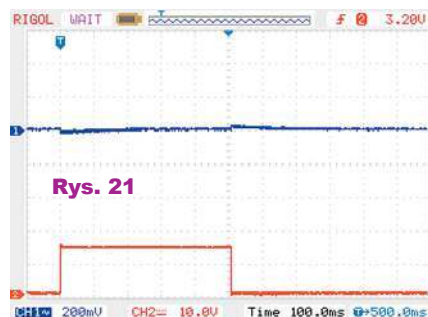


przetwornicę obniżającą z 5-ampierową kostką XL4015E1, która na wyjściu miała ustawione napięcie 12V, a zasilana była napięciem 19V. Na wejściu dodatkowo włączony był kondensator filtrujący 10000uF/25V, który likwidował wpływ źródła zasilania. Na pierwszy rzut oka przebieg napięcia wyjściowego przy impulsie 1-ampierowym wygląda dość przyzwoicie, ale przez pierwsze 0,5ms impulsu prądowego napięcie spada aż o 2,5V.

Fotografia 20 pokazuje przetwornicę podwyższającą z kostką UC3843 i MOSFET-em, która na wyjściu miała ustawione 12V i zasilana była napięciem 11V. Tu przebieg napięcia na



obciążeniu nie jest gładki, ale nie będziemy się teraz w to wgłębiać.



W kontekście konstruowanego „zwykłego zasilacza” znacznie bardziej interesujące jako punkt odniesienia są charakterystyki kostki LM317, stabilizatora bardzo popularnego i uchodzącego za skuteczny. Na wyjściu stabilizatora ustawione było napięcie 12V. Przebieg z rysunku 21 wygląda na bliski ideału – skoki napięcia są rzędu 20mV.

Niestety, rysunek ten nie mówi całej prawdy! Stabilizator LM317 weźmiemy pod lupę w następnym odcinku i porównamy z naszym „zwykłym zasilaczem”.

A na razie możemy podsumować, że zdecydowana większość tanich zasilaczy jest powolna, a ich reakcje przy impulsowym obciążeniu są bardzo dalekie od ideału. Nie oznacza to jednak, że zasilacze te powodują problemy. Najczęściej nie, bo w zdecydowanej większości zastosowań nie mamy do czynienia z silnymi impulsami prądu obciążenia.

Nie będziemy się też wgłębiać w problemy występujące w zasilaczach impulsowych – to szerokie zagadnienie godne odrębnego artykułu.

Piotr Górecki

R E K L A M A

Jedyny słuszny kierunek dla elektronika, nie tylko na wakacje, to

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

CHEMIA DLA ELEKTRONIKI

ELEKTRONIKA PRAKTYCZNA

IP W TOKU

tylko Prenumeratory

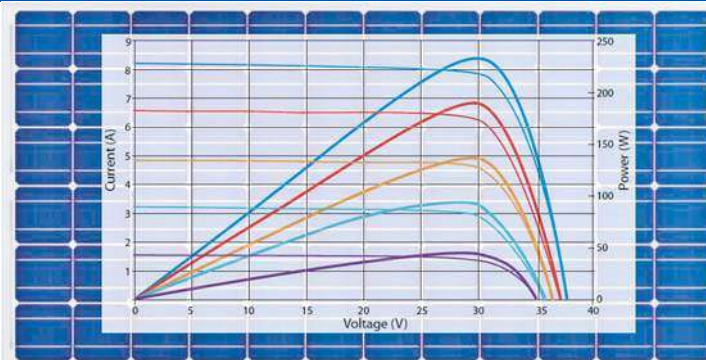
ZASILANIE BEZPRZEWODOWE ORAZ ENERGY HARVESTING

Kupisz w Twoim Ulubionym Kiosku
<http://bit.ly/2NFWwKA>

W numerze sierpniowym: projekty, projekty i raz jeszcze projekty

MPPT

część 7



Tytuł artykułu – cyklu to MPPT (*Maximum Power Point Tracking*). Jak na razie daleko nam jeszcze do MPPT, czyli do kwestii optymalnego wykorzystania **panelu FV**. Wcześniej koniecznie trzeba bowiem omówić sprawę optymalnego wykorzystania **akumulatora**.

Nieprzypadkowo ostatnio tak szeroko omawialiśmy proste, dwustanowe kontrolery ładowania w konfiguracji szeregowej i zwarciowej, których uproszczone schematy blokowe są pokazane na **rysunku 1a** i **1b**. Otóż obie te równorzędne konfiguracje pozwalają zrealizować nie tylko najprostsze, a wręcz prymitywne kontrolery, tak zwane histerezowe, które jedynie pilnują, żeby nie przeładować akumulatora. **Łatwo można rozszerzyć ich funkcje oraz polepszyć parametry właśnie po to, żeby optymalnie wykorzystać możliwości akumulatora**. Dlatego zanim omówimy proste regulatory histerezowe i te ulepszone, zwykle oznaczane PWM, musimy wrócić do właściwości akumulatora kwasowo-ołowiowego i do problemu jego optymalnego ładowania.

Optymalne ładowanie?

Zacznijmy od przypomnienia, że akumulatory kwasowo-ołowiowe najczęściej pracują w jednym z dwóch trybów: albo **buforowym**, na przykład w urządzeniu UPS, albo **cyklicznym**, na przykład w wózku golfowym.

Podczas **pracy buforowej** do akumulatora cały czas podłączony jest zasilacz sieciowy, który nieprzerwanie utrzymuje na akumulatorze niezmiennie napięcie. Akumulator jest źródłem energii tylko w bardzo rzadkich chwilach, gdy zabraknie napięcia sieci.

Przy **pracy cyklicznej** akumulator jest na przemian ładowany do pełna i rozładowywany. Przez większość czasu akumulator nie jest ładowany. Okresy ładowania są stosunkowo krótkie – teoretycznie trwają tylko tyle, żeby w pełni go naładować.

Współczesne akumulatory kwasowo-ołowiowe to w sumie skomplikowane systemy elektrochemiczne. Niektóre odmiany optymalizowane są do pracy buforowej, inne do ciągłej, jeszcze inne są reklamowane jako uniwersalne.

Budowa akumulatorów kwasowych może być optymalizowana do takiego czy innego rodzaju pracy, ale we wszystkich występuje ten sam główny problem: gdy podczas ładowania dostarczana energia spowoduje już przemiany chemiczne prawie całej masy czynnej (ołów – siarczan ołowiu), wtedy dostarczana energia elektryczna jest zużywana głównie na elektrolizę – na rozzerwanie wiązań chemicznych H_2O i rozłożenie wody na tlen i wodór, co nazywamy gazowaniem akumulatora.

Podczas ładowania napięcie akumulatora wzrasta, ale wbrew potocznym wyobrażeniom nie ma tu niestety konkretnej dopuszczalnej granicy. Niewielkie gazowanie zaczyna się jeszcze przed pełnym naładowaniem akumulatora. I powstaje poważny dylemat:

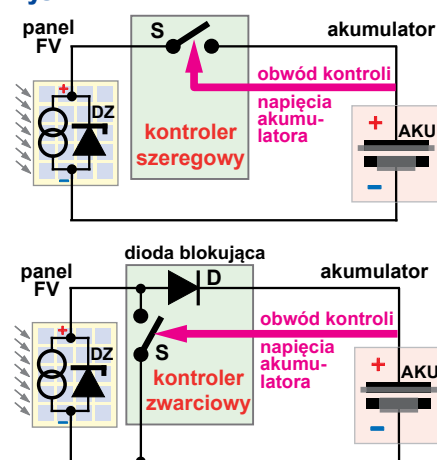
Jeżeli chcemy, by przereagowała cała masa czynna akumulatora, powinniśmy dopuścić do gazowania i do związanego z tym ubytku wody. I tak było w starych akumulatorach samochodowych i do dziś jest w akumulatorach trakcyjnych. Warto

dodać, że nawet intensywne gazowanie, podobne do wrzenia wody, generalnie nie jest szkodliwe dla akumulatora, byle tylko woda była regularnie dolewana. Dlatego akumulator mokry, nazywany *flooded battery*, ma korki, które pozwalają regularnie dolewać wodę (destylowaną lub demineralizowaną), której ubywa podczas takiego agresywnego, ale pełnego ładowania.

Dziś dla wygody użytkownika i dla bezpieczeństwa (elektrolit zawierający kwas siarkowy jest silnie żrący), zdecydowana większość akumulatorów kwasowych ma obudowy szczelne (*sealed*). Z jednej strony to dobrze, bo nie dopuszczają do wylania się żrącego kwasu i większość może pracować w dowolnym położeniu/pozycji bez obawy wycieku elektrolitu. Ale z drugiej nie pozwalają na dolewanie wody. Nazywane są dość często SLA (*Sealed Lead Acid*) lub VRLA (*Valve Regulated Lead Acid*). W polsce akumulatory takie często nazywane bywają *bezobsługowymi*. Terminologia nie jest ściśle ustalona, niektóre akumulatory nazywane *bezobsługowymi*, zwłaszcza samochodowe, mają jednak możliwość dolania wody, a „bezobsługowość” polega na tym, że do prawidłowo eksploatowanego akumulatora dolewanie wody nie powinno być potrzebne (ale jest możliwe). W przeciwieństwie do tego, akumulatory mokre, typu *flooded*, bezwzględnie wymagają regularnej kontroli i uzupełniania wody. Jest to kłopotliwe, ale pozwala w lepszym stopniu wykorzystać możliwości akumulatora.

Hobbyści, przynajmniej w naszym kraju, w instalacjach FV zdecydowanie częściej wykorzystują akumulatory szczelne. Istnieje szereg typów szczelnych akumulatorów kwasowo-ołowiowych (SLA). Powszechnie mówi się o szczelnych akumulatorach żelowych (*gel battery*), gdzie elektrolit nie jest płynem, tylko ma postać żelu, galarety. Wbrew pozorom, ogromna większość akumulatorów szczelnych (SLA) to akumulatory AGM, a nie żelowe. AGM to *Absorbent Glass Mat*, gdzie płyn-

Rys. 1



ny elektrolit jest uwięziony w tkaninie, w macie z włókna szklanego.

W każdym razie szczelne akumulatory SLA nie pozwalają na dolewanie wody. Bez szczegółowej analizy można uznać, że w związku z tym nie można wykorzystać całej ich potencjalnie dostępnej pojemności. Aby jednak możliwie dobrze wykorzystać pojemność, wynikającą z masy czynnej płyt, współczesne szczelne akumulatory AGM i żelowe mają taką konstrukcję, że powstający wskutek elektrolizy tlen i wodór łączą się z powrotem w cząsteczki wody pod wpływem katalizatora. Taka regeneracja działa dobrze i skutecznie przy niedużym gazowaniu.

Jeżeli jednak napięcie ładowania jest wysokie oraz jeżeli takie gazowanie trwa bardzo długo, to proces rozkładu na tlen i wodór staje się zbyt szybki i wspomniany mechanizm regeneracji okazuje się zbyt słaby, za mało wydajny. Rosnące ciśnienie gazów powoduje wtedy zadziałanie zaworu bezpieczeństwa, a powstały tlen i wodór wylatują do atmosfery. Jeżeli takie zjawisko się powtarza, to zaobserwujemy stopniowy ubytek wody (elektrolitu). Potocznie mówimy, że „akumulator wysycha”, co oznacza utratę pojemności i w końcu nieodwracalne uszkodzenie.

Problem gazowania został tu przedstawiony w uproszczeniu, ale ważny jest teraz tylko następujący prosty wniosek: **dobór napięcia końcowego ładowania zawsze musi być i jest kompromisem między pojemnością a trwałością akumulatora.**

Przy napięciu na akumulatorze do około 13,8V problemu szkodliwości gazowania nie ma, bo proces elektrolizy wody przebiega powoli i wspomniana regeneracja nie dopuści do ubytku wody.

Natomiast przy napięciu końcowym na akumulatorze 15V elektroliza jest szybka, gazowanie duże i dłuższe pozostawanie pod takim napięciem szybko uszkodzi szczelny akumulator SLA. Ale przy stosunkowo krótkich okresach ładowania podczas pracy cyklicznej dopuszcza się napięcia od 14,4V do nawet 15V.

Na obudowach wielu akumulatorów kwasowych znajdziemy zalecane napięcia końcowe ładowania – przykład na **fotografii 2**, gdzie podany jest też maksymalny prąd ładowania.

Przy klasycznej pracy buforowej, np. w zasilaczu UPS, zasilacz sieciowy cały czas utrzymuje na akumulatorze niezmiennie napięcie 13,4...13,8V, co zapewni długą pracę akumulatora: kilka do kilkunastu lat, zależnie od jakości i szczegółów wykonania aku-

mulatora. Jednak takie napięcie nie zapewni pełnego naładowania. Można szacować, że w trybie pracy buforowej wykorzystane jest tylko 60...70% całkowitej pojemności akumulatora (poszczególne źródła podają rozbieżne dane w tej kwestii).

Natomiast przy pracy cyklicznej akumulator jest ładowany stosunkowo krótko, więc nawet w wersjach szczelnych dopuszcza się końcowe napięcie ładowania 14,4...15V. Następuje wprawdzie znaczne gazowanie (elektroliza), ale katalizator zdąży z powrotem zamienić w wodę powstałe gazy, a przynajmniej ich większość. Czym wyższe końcowe napięcie ładowania, tym większa jest pojemność, do 100% wartości nominalnej, ale mniejsza jest trwałość.

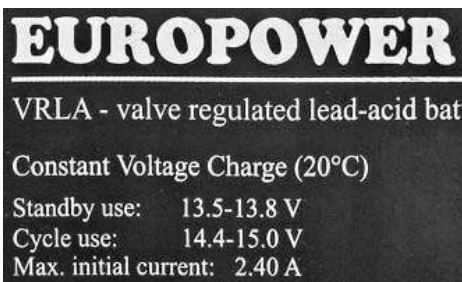
Wpływ temperatury

Przypomnijmy też, że z wartością napięcia ładowania jest jeszcze inny istotny problem: podawane nominalne wartości napięć progowych dotyczą temperatury pokojowej, zwykle +20°C, a jeżeli temperatura będzie się znacząco zmieniać, dodatkowo należałoby je **uzależnić od temperatury akumulatora (nie panelu słonecznego)**. W kartach katalogowych i innych źródłach można znaleźć zalecenie, iż napięcie to powinno ze wzrostem temperatury akumulatora zmniejszać się o około 30mV/°C. Ale spotyka się też inne zalecenia (-15mV/°C... -35mV/°C).

Buforowa, cykliczna i...

I teraz sprawa najważniejsza: **w instalacjach solarnych mamy sytuację pośrednią między pracą buforową i cykliczną**. W silnym słońcu akumulator zostaje naładowany rano lub najpóźniej w pierwszej połowie dnia, potem pracuje buforowo, a energię oddaje głównie wieczorem. Na pewno nie jest to ani typowa praca cykliczna, ani buforowa. A to nasuwa słuszne przypuszczenie, że **można poprawić sytuację, wykorzystując jakieś ulepszone algorytmy ładowania.**

Fot. 2



Tymczasem w najprostszych sterownikach solarnych ustawiona jest jedna, konkretna wartość napięcia końcowego ładowania. Do tego dochodzi histereza: czym większa – tym gorzej. Ogólnie biorąc, w akumulatorach z możliwością dolania wody (*flooded*) maksymalne napięcie ładowania „słonecznego” mogłoby wynosić 15,0V, a nawet nieco więcej. Ale w systemach FV z reguły stosuje się akumulatory szczelne (*sealed* – SLA). Wygląda na to, że przy „solarnej pracy półcyklicznej” można podwyższyć napięcie końcowe powyżej 13,8V, ale niezbyt dużo, żeby katastrofalnie nie zmniejszyć trwałości.

To jest jednak półśrodek: mało skuteczny, a ryzykowny. **Zdecydowanie lepszym sposobem jest zastosowanie ładowania kilkufazowego.** W słoneczny dzień od rana można akumulator ładować agresywnie, jak w trybie cyklicznym, do napięcia wyższego, takiego jak w pracy cyklicznej, a gdy w ten sposób zostanie on w pełni naładowany, należy obniżyć napięcie na nim poniżej 14V, jak dla pracy buforowej.

Niestety, nie ma jednej prostej i optymalnej recepty, jakie powinny być napięcia i czasy w poszczególnych fazach takiej pracy, to zależy też od właściwości akumulatora. Niemniej na pewno można i warto zastosować jakiś ulepszony algorytm ładowania, a nie tylko prymitywne histerezyowe ograniczanie napięcia do bezpiecznej wartości...

Omawiana kwestia dotyczy tylko najpopularniejszych akumulatorów kwasowo-ołowiowych. Akumulatory kadmowe nie są wykorzystywane w większych instalacjach (a jedynie w małych lampkach solarnych). Pomału pojawiają się też instalacje z akumulatorami litowymi. Akumulatory litowo-jonowe (Li-Ion, Li-Po), a także fosfatowe (LiFePO₄) mają podstawowe zasady ładowania podobne jak ołowiowe, jednak szczegóły są inne, choćby z racji obecności innego elektrolitu. Nie występuje w nich problem gazowania, niemniej pozostaje problem trwałości, która jest zależna od maksymalnego napięcia akumulatora. Jak na razie akumulatory litowe w systemach solarnych są rzadkością. Dlatego dalsze rozważania będą dotyczyć kilkufazowego ładowania akumulatorów kwasowych. A dociekliwi Czytelnicy już teraz mogą samodzielnie poszukać stosownych informacji na ten temat.

Piotr Górecki

Modulacja sigma-delta

Przetworniki SD

część 2

W EdW 4/2020 w „Skrzynie porad” oraz w pierwszej części niniejszego artykułu w sposób uproszczony omówiliśmy koncepcję przetwornika – modulatora sigma-delta. Koncepcja jest dziwna, ale okazuje się bardzo atrakcyjna.

Już wspomnieliśmy, że właśnie na bazie tej dziwnej koncepcji z jednobitowym przetwornikiem – zwyczajnym komparatorem, można zbudować przetworniki ADC o zaskakująco dużej precyzji – o rozdzielczości sięgającej 24, a nawet więcej bitów!

Rozdzielczość, dokładność oraz szumy kwantyzacji

Aktualnie większość precyzyjnych przetworników ADC to przetworniki sigma-delta. Trzeba jednak pamiętać, że ich realna dokładność – precyzja, jest mniejsza od deklarowanej rozdzielczości bitowej. Przykładowo przetwornik $\Sigma\Delta$ oznaczony AD7177-2 reklamowany jest jako 32-bitowy o prędkości przetwarzania 10kSPS – **rysunek 1**. Czyli na wyjściu daje wynik pomiaru o ogromnej rozdzielczości, mianowicie w postaci liczby 32-bitowej. Owszem daje, ale zgodnie z **rysunkiem 2** przy częstotliwości 10kSPS (10 000 pomiarów na

sekundę), zależnie od konfiguracji, spośród tych 32 bitów tylko 18,7...21,9 najstarszych bitów zawiera czystą, wierną informację. Pozostałe zawierają szum – przypadkowe dane. Maksymalną precyzję przetwornik ten osiąga przy przetwarzaniu 5 próbek na sekundę (5SPS), ale też nie są to 32 bity, tylko 24,6...27,3 bity wiernie, czyste, bezszumnej informacji, natomiast najmłodsze bity też zawierają szumy – przypadkowe dane.

Trzeba jednak podkreślić, że uzyskanie 24 bitów czystej, prawdziwej informacji jest osiągnięciem wręcz rewelacyjnym! Precyzja 24-bitowa oznacza, że przetwornik ma dynamikę ponad 144dB, że prawidłowo rozróżnia napięcia różniące się tylko o 0,000006%, czyli np. przy napięciu odniesienia $U_{ref} = 5V$ rozróżnia różnice napięcia wejściowego mniejsze niż 0,3 mikrowolta!

Odrębna kwestia to precyzja i stabilność napięcia odniesienia U_{ref} ...

W każdym razie w przetworniku sigma-delta precyzję osiągamy w sumie dlatego, że nie badamy jednorazowo chwilowej amplitudy, jak to jest w przetworniku typu flash (z bezpośrednim porównaniem), tylko poniekąd sprawdzamy chwilowe przyrosty sygnału.

W przetworniku AD7177-2 wewnętrzny zegar taktujący wewnętrzny przetwornik sigma-delta ma częstotliwość 16MHz. Intuicja słusznie podpowiada, że precyzja związana jest z liczbą próbek badanych podczas jednego pomiaru: czym więcej próbek, tym lepsza dokładność. Ogólnie biorąc, czym wyższa częstotliwość taktowania przetwornika sigma-delta ($\Sigma\Delta$), tym mniejsze są szumy (związane z kwantyzacją). I właśnie przetworniki $\Sigma\Delta$ z zasady mają mniejsze szumy kwantyzacji niż inne przetworniki ADC. Dlaczego?

Matematyczne podstawy i zależności są skomplikowane, dziedzina cyfrowa miesza się tu z analogową, ale my spróbujemy omówić kluczowe kwestie w sposób mocno uproszczony. Zaczniemy nie od przetworników sigma-delta, tylko od klasycznych przetworników ADC, gdzie w jednym takcie zegara od razu uzyskujemy wartość mierzonego sygnału wejściowego. Niech będą to przetworniki typu flash – z bezpośrednim porównaniem, zawierające drabinkę wielu jednakowych rezystorów i mnóstwo komparatorów.

Otóż mierzone sygnały analogowe to nie tylko napięcia stałe, ale także zmienne. Mamy więc do przetworzenia na postać cyfrową analogowe sygnały

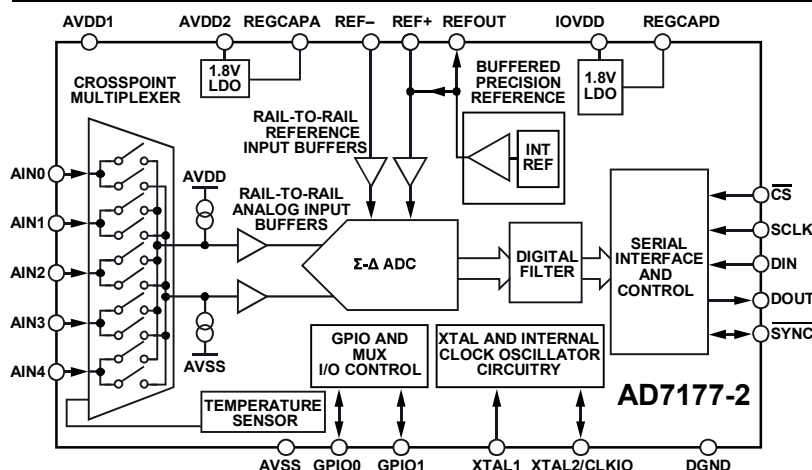


32-Bit, 10 kSPS, Sigma-Delta ADC with 100µs Settling and True Rail-to-Rail Buffers

Data Sheet

Rys. 1

AD7177-2



Rys. 2

Table 6. RMS Noise and Peak-to-Peak Resolution vs. Output Data Rate Using a Sinc5 + Sinc1 Filter

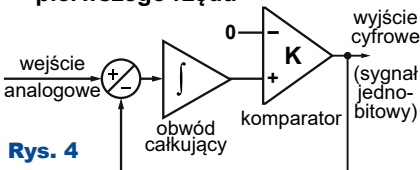
Output Data Rate (SPS)	RMS Noise (µV rms)	Effective Resolution (Bits)	Peak-to-Peak Noise (µVpp)	Peak-to-Peak Resolution (Bits)
Input Buffers Disabled				
10,000	2.5	21.9	18.3	19.1
1000	0.77	23.6	5.2	20.9
59.92	0.19	25.8	1.1	23.1
49.96	0.18	26	0.95	23.3
16.66	0.1	26.7	0.45	24.1
5	0.07	27.3	0.34	24.6
Input Buffers Enabled				
10,000	3	21.7	23	18.7
1000	0.92	23.4	5.7	20.7
59.98	0.23	25.7	1.2	23.0
49.96	0.2	26	1	23.3
16.66	0.13	26.6	0.66	23.9
5	0.07	26.7	0.32	24.6

wejściowe o jakimś paśmie od zera (napięcie stałe) do jakiejś (niedużej) częstotliwości fs.

Z twierdzenia Nyquista wiadomo, że aby uniknąć poważnych przekłamań (aliasing), częstotliwość próbkowania musi być co najmniej 2 razy większa od najwyższych składowych sygnału mierzonego czyli od częstotliwości fs. Trzeba też skutecznie odfiltrować składniki o częstotliwościach powyżej fs. Wtedy poważnych, grubych błędów unikniemy, ale nie unikniemy szumów kwantowania, które w sumie wynikają z niedokładnego określania chwilowej amplitudy sygnału przez przetwornik, który ma jakąś ograniczona rozdzielczość. Oczywiście szumy kwantowania są tym mniejsze, czym większa jest rozdzielczość bitowa przetwarzania. I to jest jasne: czym z większą dokładnością określamy amplitudę kolejnych próbek, tym mniejsze są szumy kwantowania. Ale tu dochodzimy do trudniejszej kwestii. Sygnały mierzone mają częstotliwości zawarte w paśmie 0...fs. Częstotliwość próbkowania ft musi wynosić co najmniej 2*fs. Powstające szumy kwantowania też mają jakieś częstotliwości i okazuje się, że częstotliwości te rozkładają się równomiernie w paśmie 0...ft. Jeżeli częstotliwość próbkowania $f_t = 2 \cdot f_s$, to wszystkie szumy kwantowania zawarte są w paśmie sygnału użytecznego, jak pokazuje **rysunek 3a** i nie sposób ich w żaden sposób zredukować czy odfiltrować. Jeżeli jednak zwiększymy częstotliwość próbkowania ft, to szumy kwantowania rozłożą się równomiernie w szerszym paśmie 0...ft/2. A wtedy te składniki o częstotliwościach większych od fs można odfiltrować, co zmniejszy szumy w użytecznym (cyfrowym) sygnale wyjściowym. Tę prostą i intuicyjną zależność (dla jakiejś konkretnej rozdzielczości bitowej) ilustruje **rysunek 3b**.

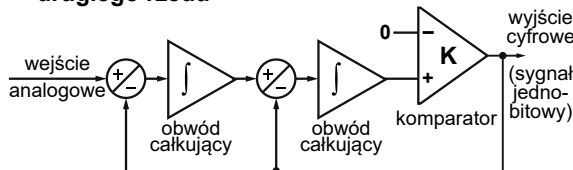
Mamy więc sposób na zmniejszenie szumów kwantowania przez znaczne zwiększenie częstotliwości próbkowania (oversampling). Aby jednak w kla-

a) przetwornik sigma-delta pierwszego rzędu



Rys. 4

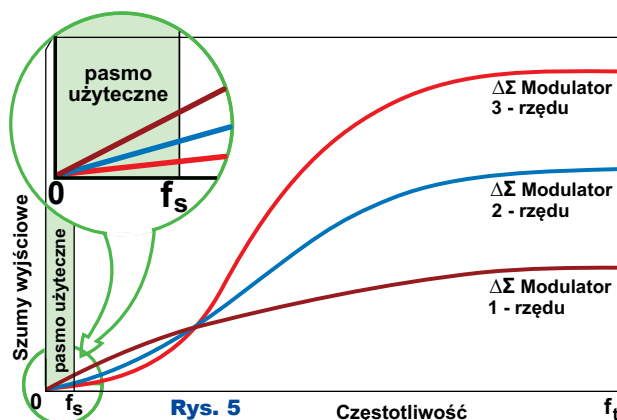
b) przetwornik sigma-delta drugiego rzędu



sycznym przetworniku ADC w ten sposób w znaczącym stopniu zmniejszyć szumy, częstotliwość próbkowania ft musiałaby być bardzo duża, co w wielobitowych przetwornikach jest dużym problemem.

Inaczej jest przy zastosowaniu prostego, w sumie jednobitowego przetwornika sigma-delta ($\Sigma\Delta$), ponieważ częstotliwość próbkowania po pierwsze i tak musi być zdecydowanie większa od fs, a po drugie z zasady występuje tam inny, bardzo korzystny rozkład częstotliwościowy mocy szumów kwantyzacji. Mianowicie w przetworniku $\Sigma\Delta$ moc szumów nie jest rozłożona liniowo, tylko skupiona jest w zakresie wyższych częstotliwości, co ilustruje **rysunek 3c**. Oznacza to, że łatwo je odfiltrować i w paśmie użytecznym do fs małe szumy kwantowania uzyskamy w przetwornikach $\Sigma\Delta$ o niezbyt dużych częstotliwościach próbkowania ft, możliwych do praktycznej realizacji.

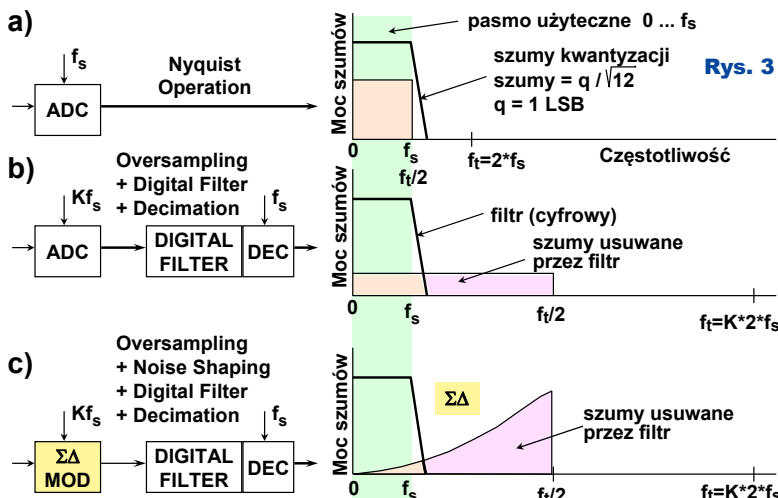
W paśmie użytecznym cyfrowy sygnał wyjściowy przetwornika $\Sigma\Delta$ o odpowiednio wysokiej częstotliwości taktowania ft zawiera mało szumów, czyli wiernie odwzorowuje analogowy



Rys. 5

sygnał wejściowy. I można to jeszcze poprawić. Na **rysunku 4a** przypomniany jest podstawowy schemat blokowy przetwornika $\Sigma\Delta$, zawierający tylko jeden obwód całkujący. Jest to przetwornik – **modulator $\Sigma\Delta$ pierwszego rzędu**. Nie wchodząc w bardzo skomplikowane szczegóły, można powiedzieć, że odpowiednio zwiększając liczbę członów całkujących, możemy uzyskać przetworniki $\Sigma\Delta$ wyższych rzędów, które będą mieć jeszcze lepsze właściwości szumowe. Przykład modulatora $\Sigma\Delta$ drugiego rzędu pokazany jest na **rysunku 4b**. Czym wyższy rząd przetwornika sigma-delta, tym mniej szumów kwantowania zawartych jest w paśmie użytecznym 0...fs, a główna część szumów kwantowania ma wyższe częstotliwości, a więc można je łatwo odfiltrować.

W uproszczeniu można to sobie wytłumaczyć, wracając do podstawowej koncepcji przetwornika delta, gdzie mówiliśmy, że aktualną wartość sygnału wejściowego porównujemy z sygnałem z obwodu-układu przewidyującego – predykcyjnego. Prościutki układ przewidyujący z jednym obwodem całkującym daje dość dobre wyniki, ale zastosowanie bardziej wyrafinowanego układu przewidyującego z dwoma lub więcej obwodami całkującymi da wyniki jeszcze lepsze.



Rys. 3

Na **rysunku 5** pokazany jest rozkład widma szumów w modulatorach różnych rzędów.

Najprościej biorąc – czym więcej takich obwodów całkujących, czyli czym wyższy rząd przetwornika $\Sigma\Delta$, tym bardziej szumy z pasma użytecznego są wypychane w górę pasma, co jest bardzo korzystne. Niestety, jednocześnie rośnie ryzyko niestabilności (oscylacji, samowzbudzenia) przetwornika. Oprócz aspektów matematycznych, w grę wchodzi też dodatkowe aspekty praktyczne związane z technologią realizacji przetworników typu $\Sigma\Delta$. Ponadto inne są wymagania i potrzeby w scalonych układach przetworników/modulatorów sigma-delta do różnych zastosowań. Konstruktorzy mają tu szerokie pole do popisu, ale zadania są niełatwe. W literaturze można znaleźć mnóstwo najróżniejszych opracowań układów z różnie zrealizowanymi modulatorami $\Sigma\Delta$, czego omówienie zdecydowanie wykracza poza ramy artykułu. Do omówienia pozostaje natomiast inny ważny szczegół.

Pomiar napięć stałych

Klasyczne przetworniki ADC (modulatory PCM) bez problemu mierzą także stałe napięcia wejściowe. Napięcie stałe można w nich zmierzyć za pomocą jednorazowego pomiaru – na podstawie jednej próbki.

Natomiast zasada działania przetworników DPCM, a w szczególności jednobitowych przetworników typu delta i sigma-delta, polega w sumie na tym, że mierzone są przyrosty wartości sygnału wejściowego w czasie. Aktualną wartość (amplitudę) sygnału można odtworzyć, ale na pewno nie z pojedynczej próbki, tylko na podstawie bardzo wielu jednobitowych próbek. Wygląda na to, że w przetworniku przyrostowym delta do wiernej rekonstrukcji potrzebne byłyby wszystkie poprzednie próbki. A to wskazuje też, że przetwornik typu delta musi pracować ciągle, a nie w sposób przerywany czy jednorazowy.

W napięciu stałym nie ma przyrostów, więc nasuwa się oczywisty wniosek, że przetwornik ADC typu delta nie

może mierzyć napięcie stałych. Mniej jasne jest to w przypadku przetworników – modulatorów typu $\Sigma\Delta$, które są odmianą przetwornika delta. Działanie przetworników $\Sigma\Delta$ też opiera się na pomiarze różnic, przy czym pętla wewnętrznej sprzężenia zwrotnego dąży do minimalizacji tych różnic (błędu). Jednak to działanie jest inne i przetwornik $\Sigma\Delta$ może mierzyć także napięcie stałe.

Każdy przetwornik, także $\Sigma\Delta$, ma jakiś zakres napięć wejściowych, od jakiegoś napięcia U_{min} do jakiegoś napięcia U_{max} , które prawidłowo zostaną przetworzone na postać cyfrową. Stałe napięcie wejściowe równe napięciu U_{max} powinno dać na cyfrowym wyjściu przetwornika $\Sigma\Delta$ same jedynki (nieprzerwany ciąg jedynek), a napięcie stałe na wejściu równe napięciu U_{min} powinno dać na cyfrowym wyjściu same zera. Napięcia stałe o wartościach pośrednich powinny dawać na cyfrowym wyjściu ciąg zer i jedynek o proporcji między nimi wyznaczonej przez wartość tego stałego napięcia wejściowego.

Już takie uproszczone rozumowanie wskazuje, że przetworniki $\Sigma\Delta$ mogą mierzyć napięcia stałe i wolnozmiennne. Nasuwa się tu jednak szereg pytań i wątpliwości. Na przykład to, jak długo trzeba czekać po podaniu napięcia stałego na wejście przetwornika $\Sigma\Delta$, czyli ile potrzeba taktów zegara, żeby sygnał cyfrowy na wyjściu dokładnie odpowiadał wartości stałego napięcia wejściowego?

Odpowiedzi na takie i pokrewne pytania wymagają zaawansowanej analizy i wykraczają poza ramy artykułu.

Częściową, ale za to jak najbardziej praktyczną odpowiedź przyniosą karty katalogowe przetworników sigma-delta, gdzie podane jest, jak dokładność zależy od szybkości przetwarzania. Zawsze zwiększenie szybkości, czyli skrócenie czasu pomiaru, związane jest ze zmniejszeniem precyzji pomiaru – widać to choćby na rysunku 2. Ma to duże znaczenie zwłaszcza w przetwornikach $\Sigma\Delta$, na których wejściu pracuje multiplexer

pozwalający mierzyć napięcia z kilku niezależnych źródeł.

W każdym razie klasyczny modulator $\Sigma\Delta$ nie jest optymalny do przetwarzania (pomiaru) napięć stałych. W literaturze można znaleźć sporo materiałów o problemach związanych z przetwarzaniem przebiegów wolnozmiennych i stałych w modulatorach $\Sigma\Delta$. W niektórych opisach można znaleźć dokładniejsze informacje, dlaczego przy pomiarze napięć (wolnozmiennych) precyzja jest znacząco lepsza niż przy pomiarze napięć stałych. Poza ramy artykułu wykraczają też dokładniejsze informacje o przetwornikach...

Incremental Sigma-Delta

Słowo *incremental* – przyrostowy nie tłumaczy ich działania. Najprościej biorąc, można je traktować jako przetworniki sigma-delta, ale z dodatkowym licznikiem oraz obwodami zerowania członu całkującego – integratora. Cykl pracy zaczyna się od zerowania integratora i licznika, po czym licznik zlicza określoną liczbę impulsów: czym większą, tym lepsza może być rozdzielczość i dokładność przetwarzania. Na wyjściu integratora występuje napięcie dodatnie albo ujemne. Po zliczeniu tych impulsów na wejście integratora podawane jest napięcie odniesienia albo dodatnie, albo ujemne, zależnie od napięcia. Ich działanie przypomina pracę znanych od bardzo dawna przetworników ADC z podwójnym całkowaniem. Przetworniki *Incremental Sigma-Delta* mogą być jeszcze dokładniejsze od przetworników sigma-delta, ale zwykle są powolniejsze. To są jednak zagadnienia dla najbardziej zaawansowanych. Większość elektroników bez wnikania w szczegóły matematyczne i technologiczne może cieszyć się obecnością na rynku mnóstwa precyzyjnych przetworników sigma-delta. Trzeba tylko zwracać uwagę na ich rzeczywiste możliwości, opisać w kartach katalogowych.

Piotr Górecki

Kłopoty z miernikiem LC100-A

W pierwszej części artykułu przedstawione były informacje o interesującym rezonansowym mierniku LC, który do poprawnego działania wymaga starannej kalibracji. Niestety, mój egzemplarz zawsze dawał błędne wskazania.

Moje kłopoty

Analiza schematu i instrukcji niewiele pomogła w dociekaniach, dlatego mój egzemplarz pomimo kalibracji zaniżał wskazania pojemności o około 30%. Intensywne poszukiwania w Internecie długo nie dawały rezultatów, aż wreszcie trafiłem na stronę:

<https://antiqueradios.com/forums/viewtopic.php?f=8&t=365161>

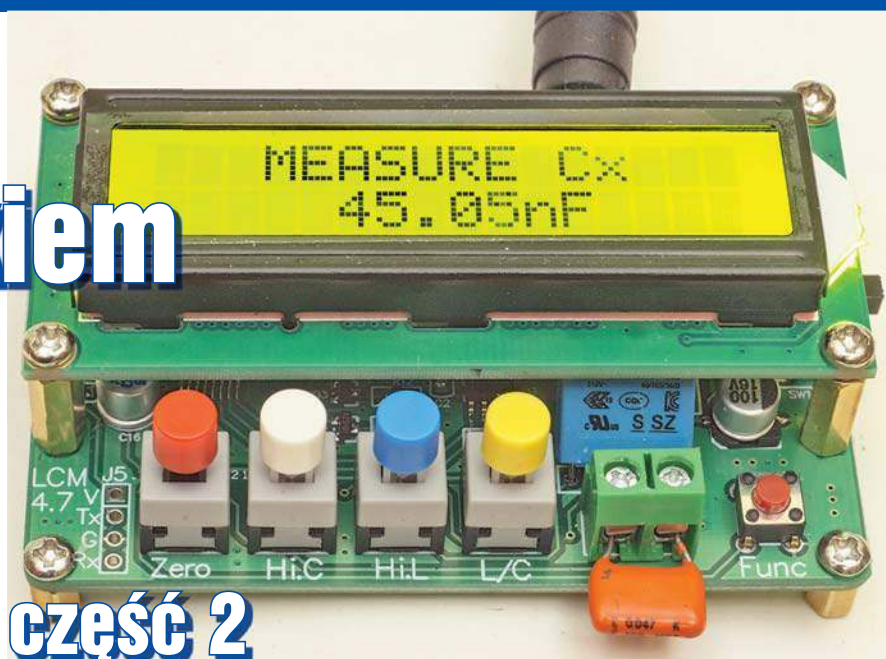
w skrócie: <https://bit.ly/3b2xxmG>

Opisane są tam kolejne etapy zmagania z takim właśnie miernikiem. Są to dość świeże, bo pochodzące z miesiąca lutego 2020, wpisy użytkownika *electricboyo*. Był on w o tyle dobrej sytuacji, że mógł porównać dwa takie mierniki, pochodzące od różnych chińskich wytwórców. Jeden od początku pracował prawidłowo, drugi wykazywał duże błędy.

Opis problemów i prób rozwiązania jest tam obszerny, zajmuje cztery strony. Dla mnie najważniejsze były dwa szczegóły. Po pierwsze w dobrym przyrządzie amplituda drgań w obwodzie rezonansowym przekraczała 1Vpp, natomiast w egzemplarzu o błędnych wskazaniach wynosiła tylko nieco ponad 100mV. Po drugie – wymiana cewki na inny egzemplarz zdecydowanie poprawiła sytuację.

Ja zmierzyłem oscylacje w swoim egzemplarzu. Jak pokazuje **rysunek 8**, przebieg niewiele przypominał sinusoidę, a jego amplituda wynosiła tylko nieco ponad 20 miliwoltów! Wielokrotnie mniej niż w przyrządzie pracującym prawidłowo!

Wylutowałem oryginalną cewkę (**fotografia 9**) i zmierzyłem ją za pomocą popularnego wielofunkcyjnego miernika GM328. Miernik pokazał indukcyjność 50uH w szereg z rezystancją 1Ω. Wyda-

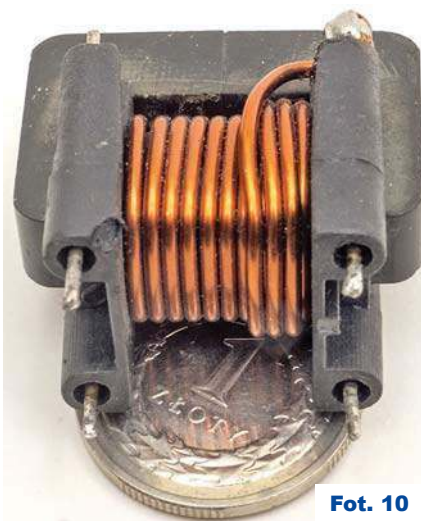


część 2

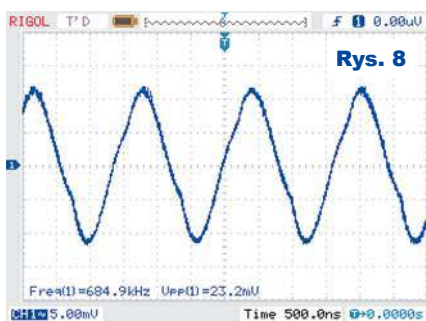
wało się, że problemem jest właśnie ta rezystancja ESR, na którą składa się nie tylko oporność drutu, ale i straty w rdzeniu. W rdzeniu zapewne nie ferrytowym, tylko proszkowym, którego straty silnie rosną ze wzrostem częstotliwości. Natomiast zgodnie z oczekiwaniami wartość indukcyjności w zakresie 50uH...100uH nie ma znaczenia, podobnie jak wartość napięcia zasilania.

Zacząłem przeszukiwać swoje zapasy. Pośród innych cewek o potrzebnej pojemności znalazłem jakiś potężny stary dławik (**fotografia 10**), który według GM328 ma 50uH i 0,1Ω.

Po wlutowaniu od spodu płytki tego potężnego dławika amplituda drgań zwiększyła się kilkakrotnie, ale nie do spodziewanych 1Vpp, tylko do 184mVpp, co pokazane jest na **rysunku 11**. Skali-



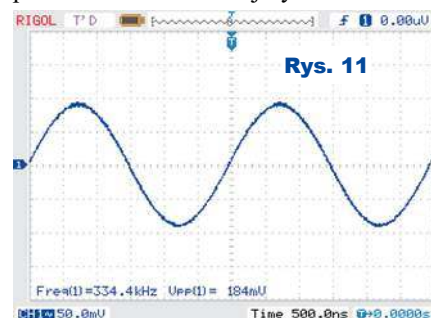
Fot. 10



Fot. 9



browałem przyrząd i błąd pomiaru znacząco się zmniejszył – wynosił niecałe 8%. Dołączyłem do wejścia pomiarowego profesjonalny kondensator styrofleksowy 3010pF 0,5% i dodatkowo wymieniłem kondensator wzorcowy 1nF, żeby uzyskać na wyświetlaczu wskazanie jak najbardziej zbliżone do 3010pF. Okazało się to możliwe, gdy kondensator wzorcowy zamiast 1nF miał około 920pF. Jednak pomiar znacznie mniejszych i znacznie





Fot. 12

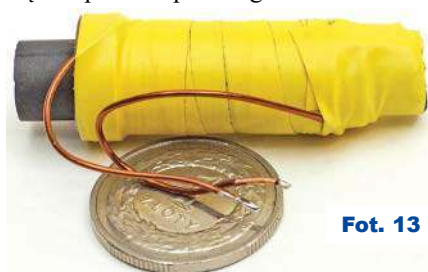
większych pojemności nadal obciążony był sporym błędem. Nie badając szczegółów, wymieniałem ogromną cewkę na małą na rdzeniu szpulkowym (**fotografia 12**), która według miernika GM328 ma 100uH 0,3Ω. Ku mojemu zdziwieniu amplituda drgań na obwodzie rezonansowym wzrosła. Było to duże zaskoczenie, bo spodziewałem się, że amplituda będzie zależna od szkodliwej rezystancji ESR, a ta według GM328 była najmniejsza w dużym dławiku z fotografii 10.

Wyglądało na to, że dużo zależy od właściwości rdzenia cewki. Problem w tym, że w zależności od materiału rdzenia, w inny sposób ze wzrostem częstotliwości pracy rosną straty (czyli także rezystancja ESR). Nie wiadomo też, czy algorytmy zawarte w procesorze miernika LC100-A są optymalizowane dla cewki z jakimś konkretnym rdzeniem? Jednak prawdopodobne jest, że algorytmy te nie są aż tak rozbudowane i nie uwzględniają specyfiki rdzenia. Można przypuszczać, że proste algorytmy oparte na teoretycznym wzorze:

$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}}$$

zostały zaczerpnięte z pierwotnej wersji miernika i tylko nieznacznie dostosowane. A to by znaczyło, że w zależności od materiału rdzenia, różnie będzie się zmieniać ESR i indukcyjność cewki, a tym samym wyniki pomiarów.

Nie miałem zaufania do małej cewki z fotografii 12, dlatego do dalszych testów na kawałku anteny ferrytowej nawinałem cewkę zawierającą około 30 zwojów (**fotografia 13**), która według GM328 ma 50uH i 0,1Ω. Z tą cewką przeprowadziłem szereg testów. Z wnętrza miernika spod wyświetlacza wyprowadziłem też punkt pomiarowy, by sprawdzić oscyloskopem, na ile zmienia się amplituda przebiegu na obwodzie



Fot. 13

rezonansowym przy zmianach częstotliwości, czego przy pomiarze indukcyjności nie można sprawdzić na zaciskach pomiarowych.

Mam w starych zapasach porządne styroflexowe kondensatory KSF-022 o tolerancji 0,5%. Do dalszych prób szybko przygotowałem trzy zestawy tych kondensatorów o pojemności 69,0pF, 6,02nF oraz 0,6135uF o tolerancji 0,5% (**fotografia 14**), by sprawdzić dokładność miernika dla różnych pojemności.

Najpierw nastąpiły testy z cewką nawiniętą na antenie ferrytowej (fotografia 13). Przy rozwarciu zacisków przebieg miał częstotliwość $f_{CO} = 649\text{kHz}$ i amplitudę 240mVpp, a przy zwarcu zacisków $f_{CZ} = 72\text{kHz}$ i amplitudę tylko 38mVpp.

Z potężną cewką (fotografia 10) odpowiednio przy rozwarciu zacisków przebieg miał częstotliwość $f_{CO} = 638\text{kHz}$ i amplitudę 150mVpp, a przy zwarcu zacisków $f_{CZ} = 67\text{kHz}$ i 60mVpp. Potem omyłkowo dołączyłem cewkę na rdzeniu szpulkowym o indukcyjności 1mH (**fotografia 15**) i amplituda... zwiększyła się do ponad 1Vpp przy rozwarciu i 192mVpp przy zwarcu zacisków. A przy małej cewce 100uH (fotografia 12) przy rozwarciu zacisków częstotliwość f_{CO} wynosiła 481kHz i amplituda 352mVpp (**rysunek 16**), a przy zwarcu zacisków 80mV i $f_{CZ} = 48,7\text{kHz}$.

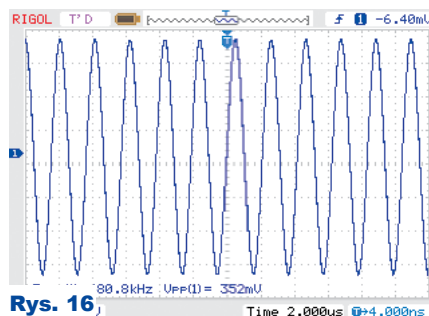
Aby zwiększyć amplitudę drgań, dołączyłem równolegle do rezystora R6 (100kΩ) drugi rezystor o tej samej wartości. Amplituda wzrosła mniej więcej dwukrotnie: przy rozwarciu do 670mVpp, przy zwarcu do 150mVpp.

Odłączyłem oscyloskop, którego sonda wpływała na częstotliwość (pojemność sondy 1:10 to około 13pF) i skalibrowałem przyrząd z małą cewką z fotografii 12, zamontowaną pod płytką. Zmierzyłem swoje zestawy wzorców 69pF, 6,02nF, 613,5nF z fotografii 14 i uzyskałem wyniki: 69,6pF (+0,9%), 6,101nF (+1,3%) oraz 618,4 (+0,8%). Czyli występował niewielki, podobny błąd około +1%. Aby uzyskać większą dokładność, do wewnętrznego wzorcowego kondensatora foliowego 1nF dolutowałem ceramiczny 11pF. Po tej operacji wyniki pomiarów były rewelacyjne: 68,9pF (odchyłka -0,15%), 6,038nF (+0,3%) oraz 611,2nF (-0,37%).



Fot. 14

Fot. 15



Rys. 16

Odchyłki -0,15%, +0,3% oraz -0,37% przy tolerancji wzorców ±0,5% to sytuacja wręcz idealna!

Niestety, następnego dnia zadowolenie zamieniło się w rozczarowanie!

Otóż po pierwsze, zauważyłem dziwne, jakby skokowe zmiany mierzonych wartości w kolejnych seriach pomiarowych. Po drugie, wcześniejsze testy były przeprowadzane z cewką i kondensatorami dolutowanymi od dołu płytki, do której dokręcone były długie śruby – nóżki. Gdy jednak wlutowałem cewkę i kondensatory do wnętrza przyrządu według **fotografii 17**, przyrząd wyraźnie zaniżał wskazania przy pomiarze małych pojemności poniżej 1nF i zaważył przy pomiarze dużych, powyżej 100nF. Okazało się, że pewien wpływ ma nawet kąt wlutowania dławika w płytkę.

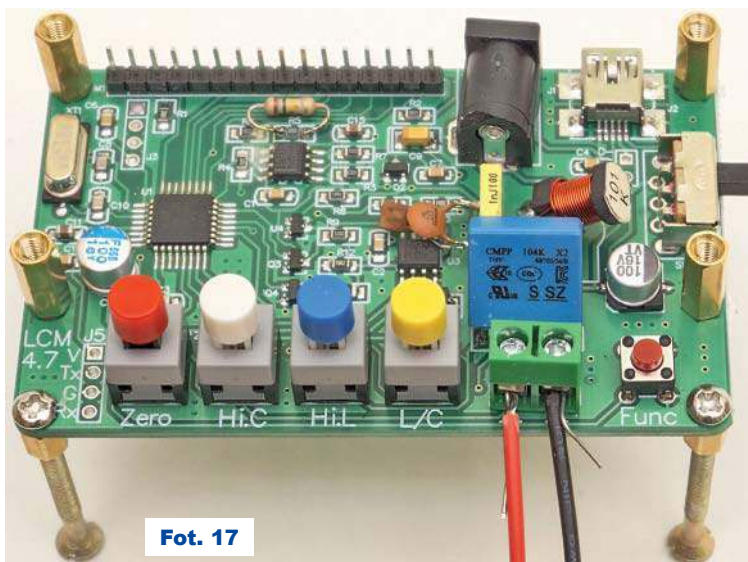
Co prawda odchyłki nie były duże, ale ja już zasmakowałem sytuacji bliskiej ideału. Do głowy wpadła mi nawet myśl, żeby od nowa wykonać oddzielny oscylator z kostką LM311, który byłby wykonany zgodnie z regułami z układów w.c.z., zawierający stabilne elementy i byłby porządnie ekranowany. Po prześmyśleniu zrezygnowałem.

W praktyce idealna dokładność pomiarów C i L nie jest potrzebna. Wykorzystana

koncepcja istotnie pozwala uzyskać znakomitą dokładność pomiarów, ale przede wszystkim kondensatorów z dielektrykiem o małych stratach. Natomiast pomiar indukcyjności z zasady obarczony będzie znacznym błędem z uwagi na niedoskonałość rdzeni. W tym prostym układzie najważniejszą zaletą jest możliwość pomiaru pojemności z teoretyczną rozdzielczością 0,01pF (w praktyce około 0,1pF) oraz indukcyjności z teoretyczną rozdzielczością 1nH. Bezwzględna dokładność jest mniej ważna.

Aby dokończyć testy i przeróbki, wersję z fotografii 17 (z wyświetlaczem) pozostawiłem włączoną na kilka dni. Oczywiście częstotliwości f_{CO} , f_{CZ} uległy zmianie. Ponownie skalibrowałem więc przyrząd i zmierzyłem swoje wzorcowe pojemności. Uzyskałem zupełnie przyzwoite, a wręcz bardzo dobre wyniki: 69,69pF (+1%), 6105pF (+1,4%), 620,1nF (+1,1%).

Znów był to stały błąd, dlatego do zestawu 1nF+11pF dolutowałem jeszcze kondensator 10pF. Uzyskane tak znakomite wyniki pomiaru pojemności wzorców 69,0pF i 6,02nF pokazują **fotografie 18 i 19**. Z wzorcem 613,5nF sytuacja jest bardziej skomplikowana. Tuż po kalibracji też uzyskałem znakomity wynik 612,1nF (-0,23%), ale generalnie przy pomiarze pojemności powyżej 100nF występują skokowe zmiany wskazań.



Fot. 17

Warto byłoby podobnie przetestować taki sam miernik LC100-A, ale pochodzący od lepszego producenta, gdzie fabrycznie nie jest montowana cewka z żółtym rdzeniem proszkowym, tylko z rdzeniem ferrytowym (przykład na **fotografii 20**). Być może ujawniłyby się jeszcze jakieś różnice.

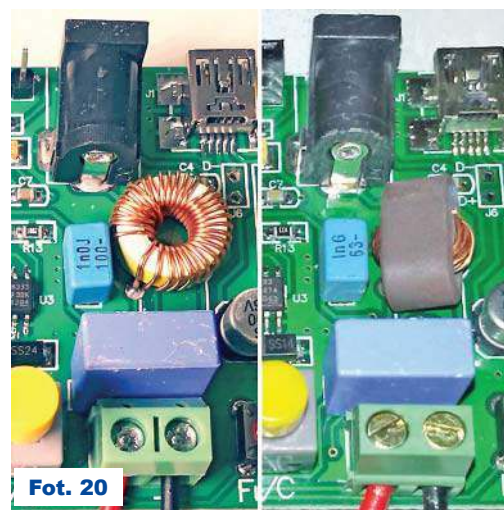
Ogólnie biorąc, można powiedzieć, że zarówno przy pojemnościach większych od 100nF, jak i pojemnościach najmniejszych, poniżej 10pF zmiany częstotliwości oscylacji są małe i dlatego przeprowadzane proste matematyczne obliczenia nie zapewniają dużej precyzji. Także wtedy wyświetlany jest czterocyfrowy wynik pomiaru i obliczeń, ale łatwo zauważyć, że dwie ostatnie cyfry wyniku zmieniają się wtedy w dużych

skokach. Naprawdę dużą precyzję można uzyskać w zakresie 100pF...100nF. Trudno mówić o precyzji pomiaru indukcyjności, ponieważ na wynik pomiaru wpływa również rezystancja ESR, która z kolei zależy też od właściwości rdzenia. Pomimo takich niedostatków sprawny i skalibrowany miernik LC100-A jest naprawdę bardzo pożytecznym przyrządem.

Moim postanowieniem wynikającym z opisanych eksperymentów jest też wykonanie z posiadanych kondensatorów KSF-022

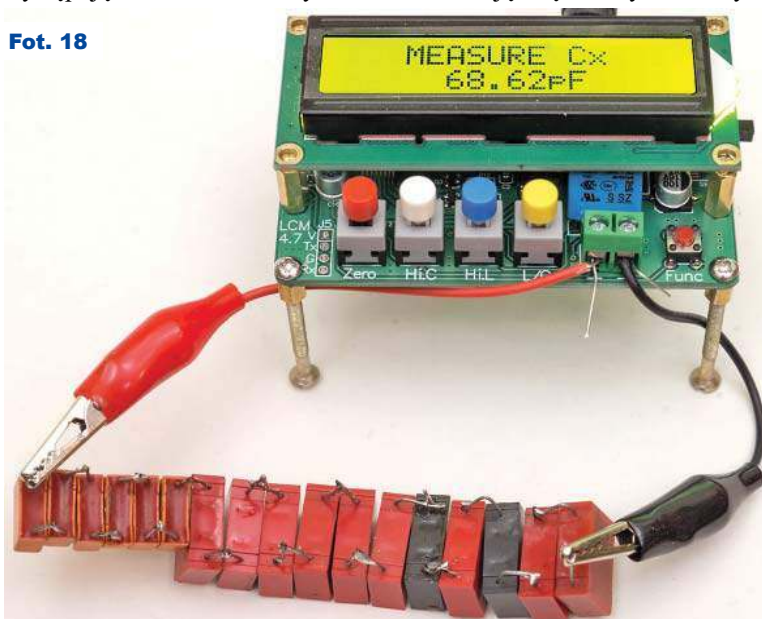
wzorców o pojemnościach 100pF, 1nF, 10nF, 100nF i 1uF.

Piotr Górecki

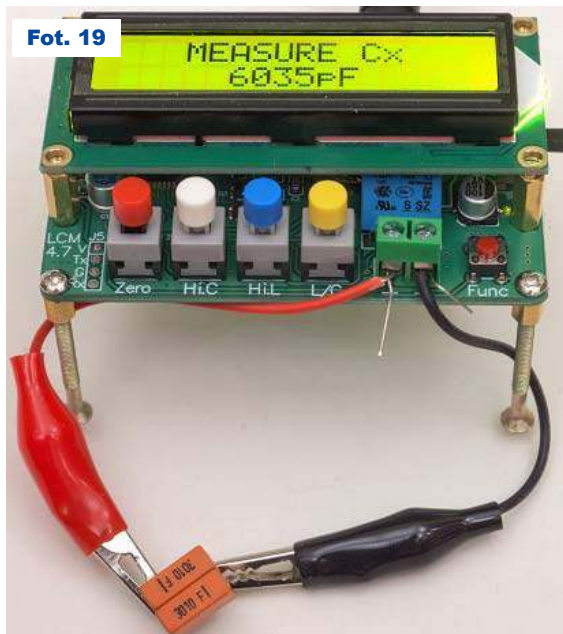


Fot. 20

Fot. 18



Fot. 19



SG6105

[illegible]

Rys. 6

40



cji. SG6105 przyjmuje sygnał *Power-ON* i wypracowuje – wystawia sygnał *Power Good*. Obwody ochronny i nadzoru spełniają też wymagania czasowe standardu ATX, co daje bardzo skuteczną i poprawną ochronę, lecz tylko dla zasilacza komputera stacjonarnego ATX. Na rysunku 6 obwody supervisor'a narysowano w maksymalnym uproszczeniu. Aż cztery nóżki trzeba było dodać, aby zmieścić w środku dwa stabilizatory, odpowiedniki TL431. Jeden przeznaczony jest dla obwodu stabilizacji 3,3V, a drugi dla +5V_{standby}. Celowość tego zabiegu wydaje się wątpliwa, gdyż często nie warto ich wykorzystywać. Umieszczenie dyskretnego '431 w innym miejscu płytki niewiele rozbudowuje sprzęt, a może uprościć obwód druku płytki PCB. W analizowanych przez autora zasilaczach stwierdzono, że zwykle jeden '431 w SG6105 pozostaje niewykorzystany. SG6105 zasilany jest pojedynczym napięciem +5V z zasilacza *standby*. Lecz tu także jest druga funkcja – ochronna: gdy rozpozna napięcie zasilania wyższe niż +7V, zaprotestuje, sprowadzając do niskiego stanu linię *Power Good*. A sam sterownik jest odporny na napięcie zasilania aż do +16V.

Opis zasilacza

Budowa układu scalonego SG6105 dość jednoznacznie narzuca jego aplikację. Wszystkie schematy z tym układem będą bardzo zbliżone. Dwa schematy znajdują się w jednym pliku (*ZasilaczPC_Schemat-nr1-nr2.pdf*) w Elportalu. Jako bazy schemat przyjmujemy „Schemat-nr1”, a potem w „Schemat-nr2” odnotujemy tylko różnice względem pierwszego.

Stopień kluczujący pracuje tu w półmostku z bipolarnymi tranzystorami 2SC2625. To porządne tranzystory w obudowie TO-247, 400/450V, 10A i aż 80W. W tej konfiguracji każdy tranzystor zaznaje maksymalnego napięcia kolektor-emiter na poziomie zasilania, czyli niewiele ponad 300V. Przy poprawnym sterowaniu bazy wytrzyma katalogowe 450V. Diody inwersyjne, antyrownoległe między emitern a kolektorem, są tu konieczne ze względu na obciążenie indukcyjne. Stopień kluczujący pracuje na uzwojenie pierwotne transformatora T1. Występuje tu pełna symetria przebiegów. Równie aktywny jest impuls dodatni, jak i ujemny. Średnie napięcie w półmostku to połowa zasilania. Tak się dobrze składa, że za mostkiem prostowniczym napięcia sieciowego dysponujemy połową napięcia zasilania na dwóch kondensatorach głównych. Podpinając się drugim końcem uzwojenia transformatora do węzła pośredniego między kondensatorami C3 i C4, teoretycznie po obu stronach

(uzwojenia) powinniśmy mieć tę samą składową stałą (to samo napięcie średnie, choć „połowa zasilania” jest sztywna, tylko gdy obwód przełączony jest na sieć 115VAC). Nie można na to liczyć. Kondensator blokujący jest konieczny.

Przecież nawet bardzo małe niezrównoważenie składowej stałej na indukcyjności prowadzi do katastrofy – nasycenia rdzenia. Kondensator włączony szeregowo z uzwojeniem pierwotnym transformatora upodabnia schemat do tego, co widzimy w przetwornicach rezonansowych. Lecz w tym przypadku pojemność jest duża, a charakter pracy zupełnie inny. Kondensator C5 podłączony jest do węzła połowy napięcia (między C3 i C4). Tak jest najlepiej ze względu na pełną symetrię. Ale równie dobrze, w przypadku jednego kondensatora głównego, może być podłączony do masy lub do HV.

Aby faktycznie przebiegi w półmostku były symetryczne, sterowanie obu kluczy tę symetrię musi zapewniać. Jeden tranzystor (Q4) to klucz dolny (*low side switch*), a drugi (Q3) górny (*high side switch*). Sterowanie górnego tranzystora jest zawsze kłopotliwe. Jest możliwe wykonanie przesuwnika poziomu sterującego nim i tak jest w wielu nowszych scalonych sterownikach przetwornicy półmostkowej. Ale tu zastosowano sposób najprostszy – transformator. Załatwia on przy okazji inną bardzo ważną funkcję. Zauważmy, że tylko właściwy półmostek znajduje się w części gorącej przetwornicy, po stronie niebezpiecznego napięcia sieciowego. Scalony sterownik, i oczywiście strona wtórna transformatora, znajdują się po stronie zimnej, izolowanej. W zasilaczu nie ma żadnego transoptora, nie licząc U4 w przetwornicy *standby*. Ani w torze sprzężenia zwrotnego, ani dla przeniesienia sygnału *włącz/wyłącz*, co jest konieczne w konfiguracjach, gdzie układ scalony pracuje po stronie gorącej. Całą izolację galwaniczną załatwiają dwa transformatory. Główny (T1) i sterujący (T2). Transformator ma także tę wyższość nad transoptorem, że jest w stanie przenieść energię, a nie tylko sygnał. Tu energii trzeba niewiele, i nawet gdy kluczami są tranzystory bipolarnie, załatwi to mały transformator. Nietrudno w takim układzie uzyskać pełną symetrię sterowania obu kluczy, a symetrię drivera zapewni budowa SG6105.

Popatrzmy na obwody sterowania baz Q3 i Q4. Teoretycznie wystarczyłoby podpięcie baz wprost do uzwojeń wtórnych trafa sterującego (T2). Ale bardzo pożądane jest wpięcie w obwód bazy niewielkiego źródła napięciowego, stanowiącego o asymetrii napięcia w kierunku dodatnim i ujemnym na bazie, względem emitera

Q3 i Q4. Wtedy możemy liczyć na pracę przy U_{CB0} , które jest zawsze wyższe od U_{CE0} tranzystora. Napięcie to tworzy się samoistnie na kondensatorach C9 i C10. To niestety są kondensatory elektrolityczne i bywa kłopot, gdy tracą pojemność. Analizując przebiegi, przyjrzymy się jedynie sterowaniu dolnego tranzystora. Ale symetria układu powinna zapewnić i symetrię przebiegów. Trzy starannie dobrane rezystory, plus D8 i C9 (D9 i C10) zapewnią poprawność sterowania, jakie należy się tranzystorom bipolarnym: niezbyt głębokie nasycenie i szybkie odprowadzenie ładunku z bazy w fazie wyłączania. Ale przyglądając się schematowi, Czytelnik zauważy, że transformator T1 nie jest sterowany wprost z wyjścia półmostka... Dodatkowe kilka zwojów (wyprowadzenia 5–8) na transformatorze T2 to zabieg kosmetyczny, ale pomysły: oznacza wprowadzenie niewielkiego dodatniego sprzężenia zwrotnego w obwód sterowania baz. Bez tego układ też będzie poprawnie pracował. Wrócimy jeszcze do tego.

A teraz przyjrzymy się obwodowi sterującemu między wyjściem układu scalonego a transformatorem drivera. To czysty *push-pull*. W stopniu tym pracują dwa małe tranzystorki 2N2222A, a równie często spotyka się tu 2SC945; 50V/100mA – to wystarczy. Kilka elementów dodatkowych to diody D4 i D5, które są wymagane ze względów tych samych co w półmostku – z uwagi na obciążenie indukcyjne. Wyjścia OP1 i OP2 SG6105 są konfiguracji totem-pole, lecz stan niski, a ten jest aktywny, w najgorszym przypadku może mieć potencjał 0,5V. To za dużo jak na sterowanie bazy tranzystora, którego emiter dołączony jest do masy. Nawet gdyby stan niski OP1 i OP2 był bliski zera, wyłączanie tranzystorów Q1 i Q2 nie byłoby poprawne. Emitery należy „podnieść” o około 1,5V względem masy. Takie źródło napięciowe wytwarza się na D6, D7, C8 w zupełnie podobny sposób, jak czyniły to RCD w obwodzie baz kluczy Q3 i Q4. Obwód *push-pull* drivera zasilany jest wyższym napięciem, około 15V, jakie uzyskane jest też z przetworniczki *standby*. Lecz to napięcie pochodzi z obwodu o dużej rezystancji wyjściowej i jest bardzo miękkie, zależne od obciążenia, więc mamy niemal sterowanie prądowe. Na schemacie nr 1 widzimy rezystor szeregowy R9 o wartości 510Ω, lecz częściej jest to aż 1,5 kΩ. To napięcie na środkowym odciepie *push-pull* silnie zmienia się wraz ze zmianą obciążenia przetwornicy. Wykorzystano to, aby w nieco oszukany sposób pozyskać informację dla obwodu OPP (*Over Power Protection*) w układzie

SG6105. Bardziej poprawna aplikacja wykorzysta transformator prądowy (*current transformer*) i markowe zasilacze takowy wykorzystują.

Pozostała do omówienia strona wtórna transformatora głównego T1 i aplikacja SG6105, gdyż obwód sieciowy EMI oraz prostowanie z ewentualnym podwajaniem pomijamy jako trywialne. Tu ewentualnie należy zwrócić uwagę, iż w takim z jednej strony prostym rozważaniu, kondensatory C3 i C4 muszą mieć dużą pojemność. Szczególnie gdy obwód jest przełączony na pracę z zasilaniem 115VAC.

Symetryczny obwód kluczkowania pozwala na wykorzystanie struktury symetrycznej po wtórnej stronie transformatora. To zaleta tej starszej topologii, gdyż poprawny jedno- i dwutranzystorowy *forward* w nowszych zasilaczach PC już takiej symetrii nie wykazuje. Głównymi napięciami po stronie wtórnej są +5V i +12V. Oba wytwarzane tak samo z odpowiednio dobranych odczepów transformatora. Obwód sprzężenia zwrotnego może podnieść lub obniżyć oba napięcia, lecz relacja między nimi jest jednoznacznie wyznaczona przez liczbę zwojów uzwojeń 8, 9, 10, 11 i 13–14. Trafo T1, jak w każdej przetwornicy przepustowej, energii nie gromadzi. Do tego celu służy cewka L6 po stronie wtórnej. Teoretycznie mogłaby być oddzielna dla każdego napięcia. Ale lepiej jest, gdy wszystkie nawinięte są na jednym rdzeniu. Wtedy lepsza jest regulacja skrośna (*cross-regulation*). Przy indukcyjnościach oddzielnych zapewne punkt przejścia między trybem ciągłym CCM i DCM wystąpiłby w różnych momentach. Dopóki tryb we wszystkich cewkach byłby ciągły (CCM), wszystkie napięcia byłyby stabilizowane tak jak w przypadku, gdy wszystkie te indukcyjności nawinięte są na jednym rdzeniu. Ale to zależy od obciążenia poszczególnych gałęzi. Gdy tryb pracy przechodzi z ciągłego CCM do DCM, relacja wartości U_{wy} ulega zmianie. Jeśli dzieje się to we wszystkich indukcyjnościach jednocześnie, problemu nie ma, bo ujemne sprzężenie zwrotne dokona odpowiedniej korekty. Dlatego regułą jest, że wyjściowa cewka magazynująca energię jest jedna, a ściślej wszystkie są na jednym rdzeniu. Poza 3,3-voltową, bo ta gałąź ma osobny obwód regulacji napięcia. Także liczba zwojów w obwodach poszczególnych napięć powinna być w tym samym stosunku, jak wartości tych napięć. Wtedy napięcia nie transformują się między sobą. Na wyjściu transformatora przetwornicy przepustowej (za diodą) mamy dwa poziomy. W tradycyjnym układzie *forward* jest to przetransformowane U_{we} i zero niejako

obcinane diodą. Tu jest nieco inaczej ze względu na symetrię. Ale działanie jest takie samo. Obydwa stany kluczkowania: włączenie górnego i dolnego klucza w półmostku, daje ten sam wkład dla napięcia wyjściowego. Raz ten wkład przeniesie dioda z uzw. 8–9 (dla 5V), drugi raz jej symetryczny odpowiednik z uzw. 10–11.

Na razie tyle informacji wystarczy. Dokładniej zobrazują to zdjęte oscylogramy. Napięcie –12V pozyskane jest z tych samych odczepów i w ten sam sposób jak +12V. Wyjaśniona już symetria zapewni, że –12V przyjmie tę samą wartość bezwzględną, co +12V. Tu jednak diody są małe, bez radiatora, a uzwojenie L6 nawinięte jest cienkim drutem. Dalej zobaczymy, iż w rozwiązaniach typu tradycyjny *forward* tak się nie da zrobić, gdyż nie ma symetrii i napięcie ujemne pozyskiwane jest w inny sposób. Zasilacz ze schematu nr 1 wytwarza także napięcie –5V. Pozyskane jest ono z napięcia –12V stabilizatorem liniowym LM7905. Obwód –5V ma zwykle obciążalność tylko 0,3A, więc straty mocy wyniosą maksymalnie $7V \times 300mA = 2,1W$, co jest do przyjęcia. Napięcie 3,3V pozyskane jest z tych samych odczepów co +5V, więc bez dodatkowych zabiegów przyjmie ono wartość 5V. Załóżmy, że wykorzystamy teraz tylko jedną połowę cyklu prostowania. To znaczy zrezygnujemy z jednej z diod (na uzwojeniu 8–9 lub 10–11). Wtedy stwierdzimy, powołując się na symetrię i jednakowy udział obu faz kluczkowania, że 3,3V przyjmie wartość 2,5V. A my potrzebujemy wartość pośrednią 3,3V. Wystarczy więc jakoś manipulować jedną gałęzią. A ta manipulacja to sprytny pomysł, zwany *wzmacniaczem magnetycznym* (*MagAmp – magnetic amplifier*). Nazwa jest poprawna, bo niewielkim prądem podmagnesowania dodatkowej cewki z nasycanym rdzeniem można sterować wartością prądu nawet o kilka rzędów wielkości większym. Wzmacniacz magnetyczny wart jest osobnego opracowania. Tutaj poprzestaniemy jedynie na zgrubnym opisie. To co powiedziano wyżej, iż *wzmacniacz magnetyczny wystarczy umieścić w jednej gałęzi*, nie jest zgodne z tym, co widzimy na schemacie nr 1. Tak się robi najczęściej, ale na analizowanym schemacie jest nietypowo – inaczej. Nasycane cewki są w obu gałęziach (L3 i L3A) i sterowanie jest też symetryczne. Ma to swoje zalety, gdyż przy dużych prądach w obwodzie +3,3V niesymetria obwodu tego napięcia wpływa na niesymetrię przebiegów w całym transformatorze głównym przetwornicy. Wprawdzie ujemne sprzężenie zwrotne sobie z tym poradzi, ale zdaniem autora lepiej jest tak, jak widzimy na schemacie nr 1.

Obwód regulacji napięcia +3,3V jest bardzo prosty i aż dziwne, że to wystarczy. Kontrolę napięcia i obowiązek wzmocnienia w pętli bierze na siebie malutki '431 (tu wykorzystano '431 zawarty w SG6105). Dodatkowym wzmacniaczem i elementem wykonawczym do sterowania prądem kasowania nasycanego rdzenia jest mały tranzystorek pnp Q7, tu 2SA1273; 30V/2A. Gdy jest osobna pętla regulacji, to jest i osobny problem jej stabilności. Tu sprawę załatwia, jak zwykle, lokalne sprzężenie elementu '431. W kolektorze Q7 widzimy trzy diody. D18 i D27 separują wzajemnie dwie cewki nasycane L3 i L3A i sprawiedliwie rozdzielają między nie prąd kasowania.

A po co i czy nie przeszkadza dioda D28 dołączona katodą do masy? Otóż dzięki niej Q7 pracuje cały czas na aktywnej części swojej charakterystyki. Bez tej diody występowałyby fazy, w których Q7 by się nasycił. Należy także zauważyć, że w fazach aktywnych, kiedy dokonywane jest wstępne podmagnesowanie rdzenia cewki L3 (lub L3A), napięcie w obwodzie tych cewek ściągane jest do wartości ujemnej. W obwodzie stabilizacji napięcia +3,3V zastosowano też kompensację spadku napięcia na przewodach. Przy dużych prądach i przy tak niskim napięciu jest to uzasadnione. Sygnał na schemacie, opisany +SEN, to sygnał zwrotny pochodzący z obciążenia. W zasilaczu, między nim a przewodami głównymi +3,3V, jest włączony rezystor 10Ω (czasem jest to 100Ω). Ale nawet przy 10 omach prąd płynący przewodem zwrotnym jest niewielki i może to być cienki przewód. Jeśli wystąpi spadek napięcia na głównych przewodach dostarczających zasilanie +3,3V do płyty komputera, napięcie w zasilaczu podniesie się o tyle, aby ten spadek skompensować i stabilizować 3,3V na obciążeniu. W żadnym przypadku nie wystąpi rozpięcie pętli stabilizacji 3,3V, gdyż zabezpieczy to R32, wspomniany 10-omowy rezystor.

Dla kompletu informacji o stronie wtórnej na schemacie nr 1 należy zwrócić uwagę na dodatkowe filtry w obwodach każdego z napięć oraz na obwody gasikowe na diodach kluczujących duże prądy. Dodatkowe filtry LC typu π , filtrujące pozostałości po kluczkowaniu, można uznać za banalne, gdy tyle jest problemów, aby zrozumieć pracę całego zasilacza. Często rezystancje tych ceweczek, na poziomie kilku miliomów, są też wykorzystywane przez obwody ograniczenia OCP (*Over Current Protection*). Tu takie zastosowanie nie ma miejsca.

Pozostała do omówienia aplikacja SG6105. Na nóżkę 1 przychodzi sygnał włączenia zasilacza PS-ON, którego stan aktywny-

ny jest niski. Pochodzi on z płyty głównej komputera, natomiast podczas testowania samego zasilacza należy zielony przewód (pin 14 złącza ATX) na stałe zewrzeć z masą. Układ scalony odczeka na ew. drganie styków przełącznika ręcznego i z odpowiednim czasem opóźnienia uruchomi pracę obwodów sterujących, korzystając z napięcia +5V stale pracującej przetworniczki *standby*. Również we właściwej kolejności wytworzy i sprawdzi wszystkie napięcia. Napięcia +3,3V, +5V i +12V sprawdzane są zarówno na wartość zawyżoną, jak i zaniżoną, co realizują nóżki 2, 3 i 7. W nieco oszukany sposób sprawdzane jest napięcie ujemne -12V lub -12V wraz z -5V: tylko czy nie jest za małe (UVP). W obwodzie nóżki 6 znajduje się źródło prądowe (64 uA), a prąd wypływa z wyprowadzenia US. Gdy zaś napięcie podniesie się tam ponad 2,1V, układ potraktuje to jako błąd. Odpowiedni próg wartości napięcia ujemnego ustawia się zewnętrznym rezystorem. Wszystkie pozostałe napięcia kontrolowane są bez udziału jakichkolwiek rezystorów zewnętrznych. Jak już wcześniej stwierdzono, to może być zaletą lub wadą. SG6105 generuje sygnał *Power Good* na nóżce 10. Sygnał aktywny jest stanem wysokim, a wyjście jest typu otwarty kolektor.

Warto jeszcze zwrócić uwagę na obwody nóżek 16 i 17. To wejście i wyjście wzmacniacza błędów (EA). Obwód RC między nimi zapewnia lokalne sprzężenie zwrotne, decydujące o przebiegu charakterystyki częstotliwościowej. A dioda D12? Ona zabezpiecza przed nasyceniem wzmacniacza operacyjnego w fazach przejściowych, gdy kontrolowane napięcia się zmniejszą. Rezystory R40 i R41 wyznaczają wpływ, jaki mają napięcia +5V i +12V na sygnał sprzężenia zwrotnego. Korekty napięć można dokonać potencjometrem o niewielkiej wartości VR1. Równolegle do R40 i R41 widzimy obwody RC (R8-C8 i R64-C42). Wprowadzają one do charakterystyki przenoszenia tzw. zera wyprzedzające. Jeśli są dobrze obliczone, dopieszczą przebieg charakterystyki częstotliwościowej. Dla kompletu aplikacji U3 pozostaje jeszcze C26 i R30 i obwód wyprowadzenia 5. C26 to kondensator *soft start*, a rezystor przy nóżce 19 ustala referencyjne prądy i napięcia w SG6105 – po prostu ma to być 75kΩ. Za pomocą nóżki 5 układ kontroluje napięcie sieciowe. Ale jak? Sygnał tu doprowadzony opisany jest UVAC. Otóż charakterystyczną cechą przetwornicy przepustowej, w odróżnieniu np. od przetwornicy flyback lub układu rezonansowego, jest to, że w fazie włączenia klucza napięcie na uzwojeniach wtórnych odzwierciedla wartość U_{WE} . Czyli bez aktywnego PFC jest to wartość napięcia sieciowego. Tu mamy dwa klucze. War-

tość napięcia sieciowego jest przekazywana w fazie włączenia każdego z nich. Sygnał dla UVAC pobrany jest z diod, ale przed cewką uśredniającą napięcia +5V. Wielkość wejściowego napięcia zmiennego odzwierciedla tu amplituda, a nie wartość średnia przebiegu. Dla kontroli UVAC pozostaje jedynie poprawnie dobrać dzielnik rezystancyjny. R16 i R17, podobnie jak rezystory sprzężenia R40, R41 i R42, to rezystory precyzyjne (2%).

A teraz różnice, jakie znajdziemy na schemacie nr 2 (w tym samym pliku z Elportalu). Ta przetwornica jest nieco prostsza. Prawdopodobnie ma mniejszą moc. Choć o tym w większym stopniu decydują wartości i gabaryty elementów niż topologia schematu.

Przed wszystkim stabilizator napięcia 3,3V pracuje tu liniowo, zbijając napięcie +5V MOSFET-em Q5 na jego aktywnej części charakterystyki. Nieuchronne straty mocy to iloczyn napięcia i prądu. O wartości +3,3V decyduje tak samo jak w przypadku poprzednim struktura 431 w SG6105. Zastosowano także kompensację spadku napięcia na przewodach, ale tu jest na schemacie błąd: nie powinno być połączenia między n. 2 i 11 łączówki. Wartość 3,3V ustalona jest rezystorami R35 i R39, co po przeliczeniu daje 3,4V. C27 ma ustabilizować całą pętlę. W aplikacji SG6105 istotnych różnic nie należy się spodziewać. W obrębie wzmacniacza błędów brak tu diody zabezpieczającej przed jego nasyceniem. Napięcie UVAC (noga 5) kontrolowane jest w ten sam sposób, jedynie diody D29 i D30 są oddzielne. To rozwiązanie jest korzystniejsze, aniżeli pobranie napięcia z diod prostowniczych (+5V). Skromniejsze są obwody gasikowe na diodach kluczujących. Napięcie minus 5V pozyskano w ten sam sposób jak -12V, bez stabilizatora liniowego. Można zaoszczędzić, jak już obliczyliśmy, ok. 2 watów mocy. Warto też zauważyć, że symetria przebiegów na wyjściu transformatora ma istotne konsekwencje dla sposobu pozyskania napięcia ujemnego. Wystarczy obrócić kierunek diod, a stabilizacja będzie zachowana. W strukturach zasilaczy PC, które pokazano w pierwszym odcinku na rysunkach 3, 4 i 5, tak zrobić nie można. Przekonamy się o tym w kolejnych częściach artykułu analizujących te zasilacze.

Wracając do porównania schematu nr 2 względem nr 1 stwierdzamy, iż przetwornica *standby* wykonana jest zupełnie inaczej, ale o niej w dalszej części opracowania. W półmostku kluczami są tranzystory MJE13007. Nieco słabsze od 2SC2625, które są mniej więcej odpowiednikami MJE13009. 13007 to tranzystor w obudowie TO-220, 8A

i 400V lub 700V. Przy sterowaniu bazy, jaki tu widzimy, można liczyć, że wytrzyma 700V. Ale gwarantowane h_{FE} może być poniżej 10. W pracy jako klucz ważne jest też napięcie nasycenia kolektor-emiter. Ten parametr trudno jest porównać, gdyż dane katalogowe podają go w różnych warunkach pomiarowych. W obu tranzystorach U_{CESAT} jest na podobnym poziomie i przy pełnym obciążeniu zasilacza może sięgać ok. 1,5V. To napięcie przemnożone przez prąd jest głównym składnikiem mocy wydzielanej w tranzystorze. Straty te są jednak mniejsze, aniżeli w diodach ułożonych na drugim radiatorze. Warto też mieć świadomość, iż statyczne straty mocy w wysokonapięciowym tranzystorze polowym pracującym w tych samych warunkach są podobne. Pod tym względem nie należy spodziewać się dużych korzyści w konstrukcjach nowszych, gdzie w półmostku kluczami są MOSFET-y.

Poza tym, na schemacie nr 2 widzimy jedynie w wielu miejscach inne wartości elementów, co nie ma wpływu na działanie zasilacza. Warto jedynie zwrócić uwagę, że C5 blokujący składową stałą w obwodzie pierwotnym transformatora ma tu dwukrotnie mniejszą wartość. To prawdopodobnie konsekwencja mniejszej przetwarzanej mocy. Rezystor R23 w napięciu zasilającym stopień *push-pull* ma tu większą wartość (1,5kΩ), co sprawi, że tu napięcie to jest bardziej miękkie, bliższe zasilaniu o charakterze prądowym. W poprzednim schemacie zadbane o ew. pomyłkę przełączenia prostownika w tryb podwajacza. Równolegle do głównych kondensatorów włączono tam warystory. Tu takiej ochrony brak. Inne wartości mają rezystory wyrównujące napięcia na C3 i C4 (R1 i R2). Ważne jest tylko, aby były one jednakowe. Obwód EMI (redukcji zakłóceń impulsowych) jest tu także uproszczony, aby nie powiedzieć, iż niemal go brak. Ze sposobu narysowania transformatora głównego T1 wynika, że jest on inaczej nawinięty. Poprzestaniemy na tak skrótownym stwierdzeniu, choć sposób wykonania trafa jest wyzwaniem samym w sobie i może mieć poważne implikacje.

W dalszej części cyklu przyjrzymy się pracy przetwornicy *standby* i omówimy oscylogramy ze schematu nr 1 i nr 2 (plik ZasilaczPC_Schemat-nr1-nr2.pdf).



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

[illegible]



Zadanie główne 294

Propozycję zadania nadesłał jakiś czas temu **Marcin Bartoś** ze Stanisławowa: (...) u nas na wsi nie zamyka się furtkę i bram [na klucz/klódkę] (...) [Ja będąc w domu] z pewnych przyczyn, których nie mogę tu opisać, chciałbym wiedzieć, że ktoś wchodzi na moje podwórkę przez furtkę. Pomyślałem, że to może być dobre zadanie do Szkoły Konstruktorów EdW. (...) Normalnie furtka [jest] zamknięta tylko na klamkę, nie na klucz. (...) Nie wypada mi pierwszemu założyć dzwonka i rygla elektrycznego, zresztą brama nie jest zamykana na klódkę. Chodzi tylko o sygnalizator, że ktoś wchodzi (...) mógłby to być jakiś styk wykrywający otwarcie furtki i włączający dzwonek. (...) potrzebne byłyby: styk zwirny (NO), kabel dwużyłowy między furtką a domem, jakkolwiek dzwonek i zasilanie. Nie chcę jednak zakładać czegoś takiego najprostszego. (...) furtka może być niedomknięta albo w ogóle pozostawiona otwarta (...) dzwonek by był cały czas włączony. Można zrobić układ, który włączyłby dzwonek na krótki czas kilku sekund. Ale to bez sensu, ponieważ przydałaby się informacja, że furtka jest niedomknięta albo całkiem otwarta. To wymaga dwóch funkcji – sygnalizacji, że ktoś wchodzi i innej sygnalizacji, że furtka została na dłużej otwarta. Tak pomyślałem, że zamiast styku zwierne (NC) lepszy byłby rozwierny (NO), czyli pracujący na rozwarcie, ponieważ pilnuje też wtedy linii i włącza alarm,

jakby się kabel przerwał (...) a prąd spoczynkowy może być bardzo mały i nawet bateria wystarczy do zasilania. Piszę, że ma być kabel z domu do furtki (...) ale może być sygnalizacja bezprzewodowa (...) radiowa lub inna. Sygnalizator radiowy nie potrzebuje kabla, ale ja nie mam przekonania, a [wolę] kabel (...) [mam] przykre doświadczenia z fabrycznym dzwonkiem bezprzewodowym (...) u mojego Kolegi Rafała (pozdrawiam!), gdzie wszystko było dobrze, aż przyszła jesień i zima. W moim sygnalizatorze też trzeba uwzględnić wilgoć jesieni i wiosną oraz mróz, śnieg i oblodzenie zimą. (...) nie mam dobrego pomysłu na czujnik otwarcia furtki. I to jest dla mnie najtrudniejszy wybór. Napisałem o styku NO albo NC, ale musiałby on być bardzo trwały na lata i całkowicie odporny na wilgoć, na mróz i na śnieg, i zlodowaciały śnieg. Tak żeby wilgoć nie dała zwarcia rozwartych styków i żeby mróz czy śnieg nie zablokował mechanicznie styku. Dlatego pomyślałem o jakimś czujniku elektronicznym, fotooptycznym albo ze szczelnym kontaktronem. Na czujnikach elektronicznych zbliżeniowych się nie znam (...) kiedyś miałem do czynienia tylko z kontaktronami od alarmów montowanymi w oknach i drzwiach (...) [w otworach] wierconych w drewnianych futrynach i ramach okien. I to jest kolejny problem z wierceniem do rozwiązania (...) ponieważ furtka i szupek są zrobione ze stalowych profili o przekro-

ju prostokątnym i są powlekane zielonym plastikiem (...) gdy zrobię dziury w słupku i w furtce, to będą dużo szybciej rdzewieć (...) wszystko powinno być hermetyczne i jak najmniej niszczyć to, co jest (...) i żeby się nie rzuciło w oczy dla osób wchodzących (...) jak najmniej widoczne (...) **ja chciałbym wykonać system na zasadzie „raz zrób i zapomnij”, czyli żeby był trwały i niezawodny i nie wymagał konserwacji przez wiele lat.** Dlatego wolę zakopać te 20 metrów kabla, a nie pasuje mi system radiowy, gdzie trzeba wymieniać baterie (...). Jakby to było zadanie Szkoły Konstruktorów, to proszę zwrócić największą uwagę właśnie na trwałość i niezawodność. Ja nie potrzebuję wodotrysków i bajerów, tylko skutecznej i niezawodnej sygnalizacji, że ktoś wchodzi przez furtkę na moje podwórkę. Pozdrawiam! Oto temat zadania 294:

Zaproponuj elektroniczny sposób sygnalizacji otwarcia furtki.

Zgodnie z sugestią pomysłodawcy, zwróćcie szczególną uwagę na trwałość i niezawodność takiego systemu sygnalizacji oraz możliwie jak najmniejszą ingerencję mechaniczną w konstrukcję furtki. Przy planowaniu umieszczenia czujnika pomocne mogą być wymiary i dane techniczne furtki SOLID (KT furtka SOLID) dostępne w pliku PDF pod adresem: <https://plast-met.pl/karty-techniczne-36>

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 289

Temat marcowego zadania 289 brzmiał: **Zaproponuj/przedstaw swój system albo tylko elementy systemu inteligentnego domu.**

Tak się szczęśliwie złożyło, że w poprzednim numerze EdW na stronie 26 zamieszczone było podsumowanie cyklu opisującego system automatyki domowej Infinity. Tematyka inteligentnego domu budzi ogromne zainteresowanie, jednak w każdym przypadku samodzielna realizacja kompletnego systemu jest zadaniem bardzo trudnym i czasochłonnym, a nawet ryzykownym. Nie znaczy to, że odradzamy hobbystom zajmowanie się tym tematem. Wprost przeciwnie: **warto zajmować się tą tematyką, ale mając świadomość problemów i niebezpieczeństw!**

Jednak z uwagi na ogromny zakres wiedzy i doświadczenia, jakie trzeba mieć do stworzenia użytecznego kompletnego systemu, zachęcamy raczej do realizacji skromniejszych celów. Zamiast zabierać się za realizację kompletnych systemów, warto poznawać różne rozwiązania i realizować pojedyncze urządzenia lub minisytemy. Oto przegląd nadesłanych prac.

Marcin Wojciechowski z Katowic napisał: (...) zachęcony (...) [chcę] opisać to, co chciałbym zrobić, ale na razie potrafiłbym tylko połowę (...) tylko część cyfrową. Chodzi o sterowanie dużych kilkudziesięciowoltowych diod LED lub taśm LED w taki sposób jednym tylko przyciskiem, żeby przy długim naciśnięciu następowało płynne rozjaśnianie LED-ów od zera do maksimum i od nowa w kółko i żeby jasność była zapamiętywana trwale w chwili puszczenia przycisku. I potem żeby przy krótkim naciśnięciu go sterownik działał tylko jako załącz/wyłącz bez regulacji z jasnością zapamiętaną przy ostatnim długim naciśnięciu (...) Programowo to proste, bo trzeba sprawdzać czas naciśnięcia przycisku (...) [jeżeli trwa ono] do pół sekundy, ma następować działanie załącz/wyłącz. A jak dłużej, to zmienna jasności ma się zwiększać (...) wystarczy 16 (...) najwyżej 32 stopnie jasności i cykl przemiastania 0-MAX może trwać kilka sekund, np. cztery. Jasność określona by była w zmiennej (...) tu kończy się moja umiejętność (...) jak to zamienić na napięcie i prawdziwą jasność LED? (...) przysyłam tylko rozwiązanie częś-

ciowe (...) jak chciałbym zmodernizować i zautomatyzować oświetlenie (...) Choć na rynku można znaleźć tanie sterowniki o podobnym działaniu, dobra realizacja całego postawionego zadania łatwa nie jest. Najczęściej jasność regulowana jest impulsowo, przez zmianę wypełnienia impulsów o częstotliwości 100Hz...1kHz. Po pierwsze inaczej są sterowane popularne 12-woltowe taśmy LED, które oprócz trójek szeregowo połączonych diod zawierają rezystory ograniczające prąd – zazwyczaj zasilane są określonym, niezmiennym napięciem (12VDC). Natomiast wspomniane kilkudziesięciowoltowe diody LED, znane jako COB (Chip on Board), zawierają kilkanaście diod LED połączonych w szereg, ale bez żadnego rezystora i muszą być sterowane prądowo – **prądem** o określonej, regulowanej wartości, a nie **napięciem** o określonej wartości. Zasadniczo jasność świecenia i taśm, i diod COB można regulować impulsowo, zmieniając współczynnik wypełnienia. W praktyce znacznie łatwiejsze jest napięciowe sterowanie impulsowe taśmami LED, a znacząco trudniejsze jest ekonomiczne, wysokosprawne sterowanie prądowe.

Odrębna i niedoceniana kwestia to liniowość ściemniania. Istotnie 16 lub 32 poziomy jasności w praktyce wystarczą. Jednak oko ludzkie ma bardzo nieliniową, praktycznie logarytmiczną charakterystykę czułości na światło. Jeżeli jasność miałaby być zmieniana w 16 liniowych stopniach wypełnienia, nie sposób uzyskać prawidłowej regulacji „z wrażeniem jednakowych schodków”. Należałoby dla tych 16 (32) pozycji stworzyć tabelę albo zastosować jakiś wzór, który zapewni regulację wypełnienia i jasności o charakterze w przybliżeniu logarytmicznym.

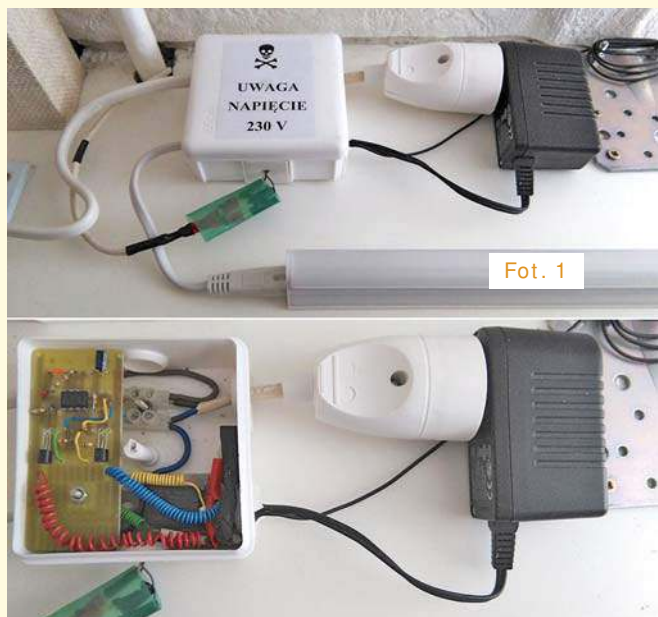
Opisane tu przez Marcina zadanie jest jak najbardziej praktyczne i warto byłoby opracować tego rodzaju układ, bo na pewno wielu Czytelników chciałoby wypróbować dobry regulator jasności diod LED o charakterystyce regu-

lacji dostosowanej do właściwości naszego wzroku. Na marginesie warto wspomnieć, że przynajmniej niektóre fabryczne regulatory dobrej jakości przy dużych poziomach jasności wykazują regulację impulsową PWM, ale przy niskich poziomach jasności – regulację analogową napięcia i prądu diod.

Jeżeli ktoś z Czytelników ma doświadczenia w tym zakresie, czy to dobre, czy złe – prosimy o podzielenie się nimi na łamach EdW.

A teraz realizacje praktyczne.

Roman Braumberger z Bytomia napisał: *W ramach „uinteligentniania” mieszkania postanowiłem zautomatyzować oświetlenie przedpokoju i łazienki. W naszym minimieszkanie 30,8m² (...) ww. pomieszczenia są odwiedzane wielokrotnie (...) W zasobach części i elementów od pewnego czasu miałem alarmowe czujki ruchu (PIR) z demontażu. (...) Oświetlenie przedpokoju to dwie listwy LED z wbudowanym zasilaczem sieciowym, ułożone na półce pod sufitem (40cm), co daje oryginalny efekt. W łazience natomiast tradycyjna skrzynka z dwiema „żarówkami” LED. Do zasilania czujek użyłem oryginalnego zasilacza 12V; natomiast przekaźniki oraz resztę elektroniki umieściłem w bezpiecznych puszkach plastikowych [fotografie 1, 2]. Sposób działania czujek PIR spowodował konieczność użycia US NE555 w celu pozbycia się efektu dyskotekowego migania. Samo wydłużenie czasu byłoby mało oszczęd-*



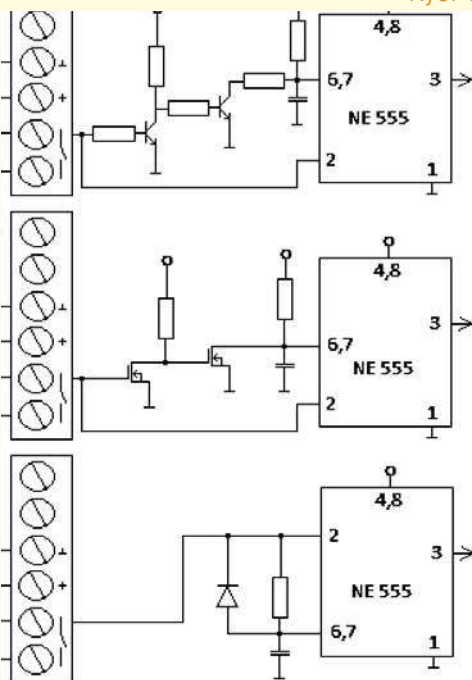
Fot. 1


Fot. 2

kondensator. W drugim punkcie w to samo miejsce wstawiłem dwa tranzystory BS170 i jeden opornik [rysunek 1b]. W trakcie pracy nad trzecim punktem dotarło do mnie, że w obu przypadkach wystarczyłby jeden tranzystor (trzeba tylko zamienić opornik ze zworką przy zaciskach czujnika). Następnie wpadło mi do głowy jeszcze prostsze rozwiązanie (...) [rysunek 1c]. Wysoki stan na 5 zacisku powoduje ładowanie kondensatora, natomiast niski poprzez diodę i opornik przy zaciskach rozładowuje go. Potencjał instalacji opartych na czujnikach ruchu jest spory. Od systemów alarmowych po dozór dzieci oraz osób chorych lub samotnych. Takie systemy uzupełnione o czujniki poziomu hałasu i temperatury oraz z możliwością wysyłania SMS-ów dają możliwość monitorowania zdalnego (...)

Choć młodzi elektronicy i informatycy z różnym skutkiem próbują zautomatyzować mieszkania i domy za pomocą różnych odmian IoT, czyli Internetu Rzeczy, nadal atrakcyjne są sposoby prostsze, jak choćby przykład opisany powyżej. W Elportalu zainteresowani szczegółami mogą znaleźć oryginalny tekst oraz dodatkowe rysunki i fotografie (289braumberger 627kB).

ne. Zależało mi na osiągnięciu efektu przedłużania czasu świecenia w trakcie pobytu w zasięgu czujki i w miarę szybkim wyłączeniu po ustaniu jej drażnienia. Taki efekt można uzyskać dzięki układowi, który będzie przy każdym zadziałaniu czujnika rozładowywał kondensator przyłączony do NE555. Szczegóły techniczne: w czujniku ruchu jest sześć zacisków listwa; dwa pierwsze (TAMPER) pozostawiłem wolne do 3(0V) i 4(+12V) podłączyłem zasilanie, następne dwa (ALARM) pozostają w trakcie czuwania zwarte, a przy zadziałaniu zostają rozwarne na ~ 5 sekund. Pomiędzy zaciski 3 i 5 podłączyłem opornik 2,7kΩ, natomiast 4 i 6 zwarłem kawałkiem przewodu. Wyjściem czujki w tym układzie jest zacisk 5, na którym podczas czuwania będzie panować napięcie 12V, a przy zadziałaniu 0V. To umożliwia wyzwalenie NE555 jako uniwibratora na czas zależny od podpiętych elementów R, C. Ja zastosowałem potencjometr precyzyjny 1MΩ oraz kondensator elektrolityczny 47μF. Do pierwszego punktu oświetleniowego dodałem układ złożony z dwóch tranzystorów npn i 4 oporników [rysunek 1a], który podłączony równolegle z wejściem (WYZWALANIE) NE555 w czasie panowania stanu niskiego na zacisku 5 będzie rozładowywał


Rys. 1


INŻYNIERIA MARZEŃ

Nie wszystko udało się zbudować tak jak to sobie wyobrażano 50 i 100 lat temu, ale bardzo wiele prognoz i przepowiedni się ziściło. Niektóre rzeczy, jak np. latające samochody są technicznie wykonalne, ale przekonał się, że realizacja starych wizji, np. latających samochodów, niekoniecznie jest najlepszym pomysłem. Mamy także dziś rzeczy, których najśmielsza science-fiction nie przewidywała. Dlaczego nie dostrzegamy ogromnego postępu technologicznego, który wydarzył się w ostatnich dekadach? Co to znaczy być inżynierem współcześnie? Wydaje się, że znaczy to dużo więcej niż dekady temu, gdy inżynierowie kojarzyli się ze światem mechaniki, maszyn i budownictwa. Dziś mówi się o „inżynierach oprogramowania” a nawet o „inżynierach użytkownika doświadczenia”. Dużo więcej też od inżynierów się oczekuje. I nie chodzi tylko o opanowanie technik komputerowych.

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



Artur Bereit z Barcina napisał: *Witam serdecznie. Czas kwarantanny pozwolił mi na znalezienie odrobiny czasu i przesłanie rozwiązania zadania głównego 289. Tematyka inteligentnych domów i innych inteligentnych rozwiązań jest dla mnie bardzo interesująca. Zawsze z przyjemnością obserwuję rynek tego typu sprzętu. Jako rozwiązanie chciałbym przedstawić swój „Inteligentny dom w wersji studenckiej”. Zwykle tworzone przeze mnie projekty służyły innym ludziom albo były tworzone w innym, konkretnym celu. Tym razem projekt powstał dla mnie, można powiedzieć wbrew zasadzie „Szewc bez butów chodzi”. Prezentowany układ służy głównie jako inteligentny i zdalny włącznik urządzeń elektrycznych, ale także jako uniwersalne urządzenie mające możliwości inteligentnego domu. Używane jest w moim mieszkaniu studenckim, które wynajmuję. Jako że nie mogłem ingerować zbytnio w instalację elektryczną pokoju, w którym mieszkam, postanowiłem rozwiązać problem inaczej. Stąd też pomysł na „Inteligentny dom w wersji studenckiej”.*

Fotografia 3 przedstawia zmontowany układ. Sercem urządzenia jest popularny mikrokomputer Raspberry Pi 2B, który poprzez interfejsy USB komunikuje się z dwoma platformami Arduino [Uno r3 i Nano]. Arduino Uno R3 odpowiada za cyfrowe sterowanie przekaźnikami półprzewodnikowymi SSR: kartami 8 przekaźników niskoprądowych i dwoma dedykowanymi dla większych prądów do 25A. Wszystkie z SSR-ów są dołączone do przerobionych na potrzeby układu listew gniazd elektrycznych. Mniejsze Arduino komunikuje się z „maliną”, w celu sterowania załączeniem komputera PC oraz docelowo miało uczestniczyć w przekazywaniu danych środowiskowych [temperatury, ciśnienia] do syste-

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice.....	92	Michał Pędzimaż Stara Słupia.....	48	Jakub Gajda Kraków.....	20
Daniel Turbasa Kraków.....	88	Lukasz Olszok Tarnowskie Góry.....	45	Rafał Orodziński Białystok.....	19
Lukasz Dachowski Cymbark.....	72	Krzysztof Kawa Lubca.....	44	Marian Caruk Luban.....	17
Artur Bereit Barcin.....	69	David Placha Rdzawa.....	44	Circuit Chaos Warszawa.....	16
Aleksander Bernacki Magnuszowice.....	69	Szymon Czepiel Piszarowice.....	43	Jaroslav Węgliński Warszawa.....	16
Szymon Trygar Szczecin.....	66	Adam Ples Jaworzno.....	43	Lukasz Kojro Gdańsk.....	15
Krzysztof Smoliński Poznań.....	66	Piotr Gajdosz Grybów.....	41	Jacek Rączka Polomia.....	14
Radosław Smalek Zabrze.....	64	Rafał Rówiak Ślabosów.....	40	Marcin Malich Wodzisław Śl.....	13
Robert Szolc Bytom.....	58	Maciej Zieliński Kraków.....	37	Paweł Sablik Piszarowice.....	13
Andrzej Herbut Siekierzyn.....	52	Tomasz Zaorski Kalinówka.....	34	Piotr Wyderski Wrocław.....	13
Paweł Hoffmann Wrocław.....	51	Teodor Woźniak Łódź.....	29	Michał Zięba Poznań.....	13
Adam Sobczyk Warszawa.....	50	Lukasz Nowak Warszawa.....	25	Andrzej Adamczyk Ostrowiec Św.....	11
Sebastian Jarmosiewicz Motwica.....	50	Marian Gabrowski Polkowice.....	23	Piotr Świerczek Bielsko-Biała.....	11
Michał Stach Kamionka.....	49	Roman Braumberger Bytom.....	21	Piotr Grzegorzczak Siedlce.....	10

mu. Projekt zasilany jest za sprawą zasilacza 5V 5A przeznaczanego dla urządzeń logicznych.

Całość jest napędzana poprzez coraz popularniejszy system Domoticz działający jako program w systemie Linux Raspbian. Klony Arduino zostały zaprogramowane w środowisku Arduino, z wykorzystaniem bibliotek „MySensors” [https://www.mysensors.org/].

Aby uzyskać funkcjonalność sterowania zdalnego i wygodnego :) system Domoticz połączyłem poprzez pomost sieciowy tzw. Homebridge z aplikacją „Home Assistant” działającą z urządzeniami firmy Apple. W ten sposób osiągnąłem wygodę sterowania z aplikacji systemowej telefonu iPhone **fotografia 4** oraz głosowego (!) podłączonymi urządzeniami. W przyszłości chcę zmodyfikować system, dokładając stosowne czujniki temperatury na zewnątrz mieszkania, a także opracować system sterowania roletami okiennymi.

Pozdrawiam
Zapewne przedstawione dwie fotografie zaciekawią wielu Czytelników. Automatyka domowa nie zniknie z łamów EdW. Skończył się wprawdzie cykl Infinity, pokazujący przykład realizacji systemu, w którym każdy szczegół sprzętu i oprogramowania jest opracowany przez jego twórcę. Dla wielu Czytelników takie zadanie jest jednak zdecydowanie zbyt trudne. Nieporównanie łatwiejsze jest wykorzystanie „gotowych kawałków”, zarówno sprzętu, jak i oprogramowania. Prawdopodobnie już od następnego numeru EdW zaczniemy omawiać systemy automatyki domowej typu *open source*, w tym wspomniany Domoticz (który zresztą nie jest ani jedyny, ani najlepszy). W powiązaniu z tym planowanym nowym cyklem, zrealizowany przez Artura „Inteligentny dom w wersji studenckiej” idealnie pasowałby jako projekt okładowy do jednego z następnych numerów EdW.

Rafał Równiak z Maciejową przedstawił następujący interesujący projekt: (...) *Jest to aktywna dmuchawa kominkowa,*

Fot. 3



Fot. 4



przedstawiająca tryby pracy i temperatury na wyświetlaczu VFD. Co prawda nie jest to kluczowy element inteligentnego domu, ale pewna logika zaszyta w urządzeniu powoduje, że automat ten może ułatwić nasze życie i poprawić komfort (...) Urządzenie służy do sterowania dmuchawą kominkową, której zadaniem jest dystrybucja ciepłego powietrza. Obroty silnika są dobierane w zależności od temperatury panującej w komorze tak, aby bez potrzeby nie generować nadmiernego hałasu i nie wychładzać samej komory, jeśli temperatura nie osiągnęła zadanego poziomu. Aktualne parametry pracy, temperatura zewnętrzna i temperatura komory są wyświetlane na wyświetlaczu VFD, co dodaje uroku urządzeniu, w szczególności w zestawieniu z kominkiem. Jasność wyświetlania jest dobierana automatycznie do jasności otoczenia, aby zbyt nie psuć atmosfery i nie przyćmić płomieni w kominku – im jest ciemniej, tym wyświetlacz jest również bardziej ściemniany. Istnieje też możliwość konfiguracji niektórych parametrów do swoich potrzeb, takich jak moc nawiewu i temperatura załączenia. Krótkie omówienie układu. Lampa VFD typu HBJ11-7/5 to radziecki produkt wykorzystywany głównie w zegarkach i budzikach. Lampa jest sterowana prądem przemiennym, aby uniknąć nierównomiernego świecenia poszczególnych segmentów. Silnik wentylatora sterowany jest fazowo, a elementem wykonawczym jest triak. Nie zawsze takie sterowanie jest skuteczne, ale ja mam do czynienia z silnikiem indukcyjnym z uzwojeniem pomocniczym zwartym, więc ten sposób sterowania jest możliwy. Mikrokontroler monitoruje przejście przez zero i na tej podstawie steruje triakiem. Część wysokiego napięcia jest oddzielona galwanicznie od obwodów niskiego napięcia. Sercem układu jest tani, ale oferujący spore możliwości mikrokontroler STM32F103. Można go przeprogramować i zmienić przeznaczenie układu – mógłby sterować np. grzejnikiem. Jako czujnik natężenia światła został zastosowany fotorezystor. W chwili obecnej układ przeszedł pierwsze testy. Większość wypadła bardzo pomyślnie, ale kilka usprawnień musi być wprowadzonych:

- Zastosowany został czujnik temperatury komory LM35. Mierzy on do 150°C, ale już przy 120 zaczęły się problemy z dziwnymi odczytami. Nie wiem, czy zastosowany egzemplarz jest uszkodzony, czy może takie zachowanie jest typowe. Muszę wykonać więcej testów.

Publika-cja	Nag-roda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Marcin	Bartoś	Stanisławów	-
?	-	U	Marcin	Wojciechowski	Katowice	3
-	-	U	Roman	Braumberger	Bytom	5
?	-	250	Artur	Bereit	Barcin	9
?	-	150	Rafał	Równiak	Maciejów	7
?		100	Tomasz	Zaorski	Kalinówka	7

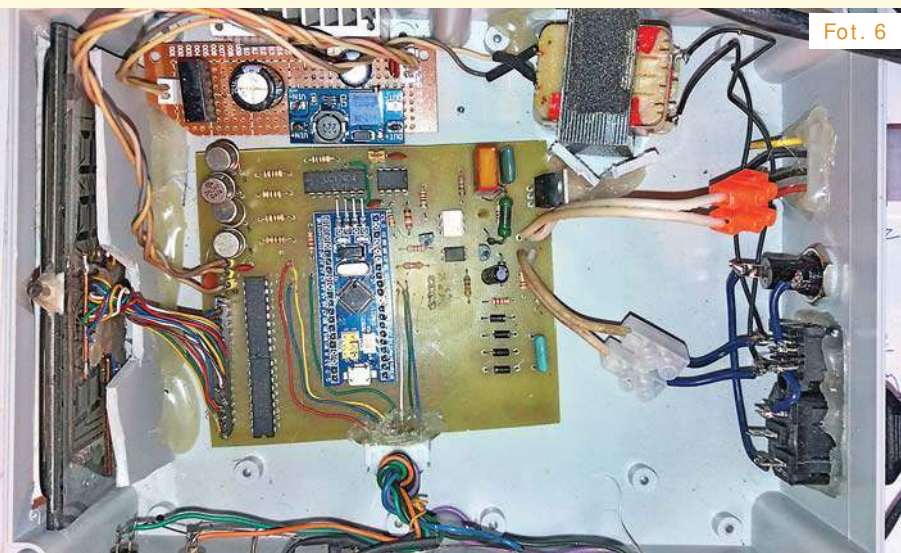

Fot. 5

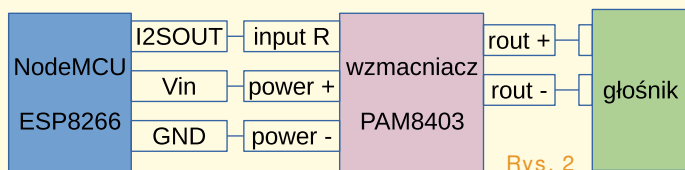
- Kilka poprawek oprogramowania, aby urządzenie było bardziej przyjazne (np. próg ściemniania wyświetlacza, dodatkowe tryby pracy) (...) Pozdrawiam

Sterownik pokazany jest na **fotografiach 5, 6**. Mam nadzieję, że w nadchodzącym sezonie Autor wprowadzi wspomniane usprawnienia i dopeści układ. Wtedy mógłby on zostać opisany jako interesujący dla wielu projekt

A oto jeszcze jedno rozwiązanie zadania głównego 289: **Tomasz Zaorski** z Kalinówki przedstawił **TZGS – Sygnalizator Głosowy**, który, jak napisał, jest w jakimś stopniu potomkiem sygnalizatora akustycznego, który przelałem jako rozwiązanie zadania 270 w 2018 roku i m.in. przejmie zadania realizowane przez stary układ.

Oto opis konstrukcji: (...) Rozwiązanie, które prezentuję, miało zastąpić sygnalizator akustyczny z buzzerem, który powiadamiał mnie o ew. problemach w mojej przydomowej pracowni w budynku gospodarczym obok domu. System miał działać głosowo, aby mógł obudzić mnie w nocy, bez polegania na innych urządzeniach jak np. telefon komórkowy, który może mieć wyłączony dzwonek lub może być rozładowany. Po stwierdzeniu np. dymu system uruchamiał określony dźwięk, słyszany w całym domu. Powiadamianie do tej pory odbywało się przy użyciu pisków wspomnianego buzzera, które nie są zbyt przyjemne dla ucha (...) Po latach używania „piszczącego” powiadamiania zdecydowałem się wymienić je na rozwiązanie głosowe (...) [nowy] system pozwala na odtworzenie komunikatu głosowego z głosem lektora (lub muzyką), które wcześniej przygotowałem w postaci plików mp3. (...) zdecydowałem się zbudować jako host sieciowy, dostępny w mojej sieci LAN. Uruchomienie dźwięku odbywa się z dowolnego


Fot. 6



Rys. 2

urządzenia sieciowego, wywołując adres sygnalizatora (np. z przeglądarki internetowej) wraz z podaniem nazwy pliku (bez rozszerzenia .mp3) na przykład:

<http://192.168.0.110/play?filename=reksio>

W powyższym przykładzie urządzenie będące pod adresem 192.168.0.110 uruchomi odtwarzanie pliku o nazwie „reksio.mp3”. Powyższy adres może być wywoływany z dowolnego urządzenia w moim domu – zarówno serwera, komputera, jak też urządzeń IoT z np. czujnikiem dymu. [Jak pokazuje rysunek 2] urządzenie jest zbudowane z trzech komponentów:

- Moduł komputerka NodeMCU z ESP8266, pracujący pod kontrolą oprogramowania napisanego z użyciem Arduino.

- Wzmacniacz akustyczny – moduł z potencjometrem oparty na PAM8403

- Głośnik z odzysku, z uszkodzonego zestawu głośnikowego. Urządzenie [pokazane na fotografii 7] po włączeniu łączy się z domową siecią Wi-Fi, pobiera adres IP i – działając jak serwer WWW – nasłuchuje na porcie 80. Oprócz wspomnianego wyżej odtwarzania za pomocą akcji „play”, jest możliwe także załadowanie plików akcją „upload” (POST), przesyłając jako argument plik mp3. Aby odczytać listę wszystkich plików, należy uruchomić akcję „list” – czyli wpisanie poniższego w przeglądarkę spowoduje wyświetlenie listy plików załadowanych do pamięci flash urządzenia:

<http://192.168.0.110/list>

Pojemność pamięci to kilka MB, co pozwoli na załadowanie łącznie kilku lub nawet kilkunastu minut dźwięków. Oprogramowanie korzysta ze standardowych bibliotek do obsługi sieci Web oraz biblioteki do odtwarzania dźwięku „ESP8266Audio” autorstwa Earle F. Philhower III, która jest dostępna na GitHub. (...) Projekt przeze mnie zaprezentowany może być częścią systemów inteligentnego budynku. Dzięki wykorzystaniu chyba najpopularniejszego w Internecie protokołu HTTP, może być zintegrowany z dowolnym systemem, a także używany samodzielnie, nawet z przeglądarki internetowej. Urządzenie jest bardzo tanie w budowie: koszt, biorąc pod uwagę ceny na popularnych portalach, nie przekroczy 30zł.

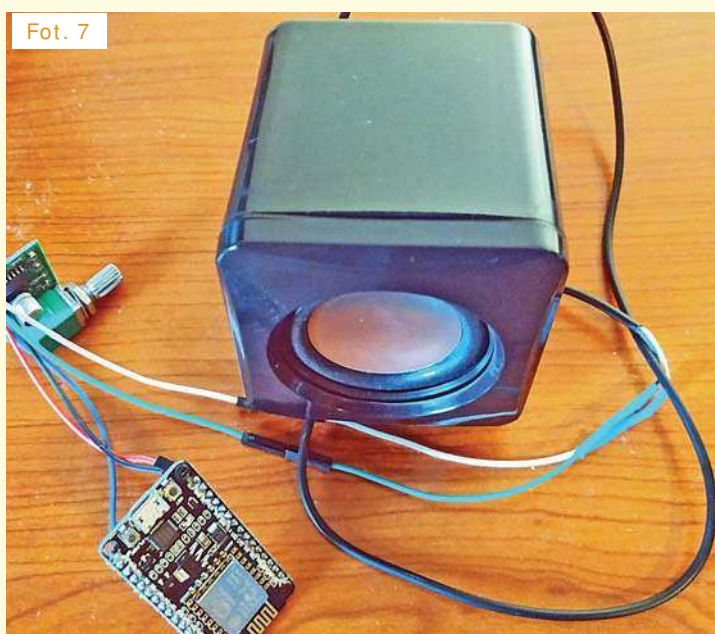
Także i ta realizacja mogłaby zostać krótko przedstawiona na łamach EdW, o ile Autor udostępniłby ogółowi Czytelników także oprogramowanie. Mamy tu kolejny przykład, jak za pomocą gotowych modułów

można zrealizować urządzenia i systemy o interesujących właściwościach. Większość Czytelników EdW niewątpliwie chciałaby opanować takie umiejętności i będą ku temu okazji, zarówno w planowanym nowym cyklu, jak też w kursie Arduino. Dobrym uzupełnieniem rozwiązań tego zadania Szkoły było też podsumowanie cyklu dotyczącego systemu automatyki domowej – Infinity z poprzedniego numeru.

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

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 294, 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



Fot. 7

Prenumerujesz Elektronikę dla Wszystkich?

Zaloguj się na swoje konto Prenumeratora (www.avt.pl/uzytkownik)

i pobierz ZA DARMO e-wydania kilkudziesięciu czasopism z serii **#CzasNaCzytanie**

Prenumeratę zamówisz na www.avt.pl/prenumerata



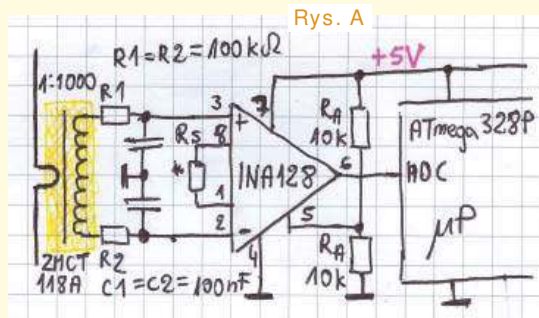
Druga klasa Szkoły Konstruktorów

Co tu nie gra? Zadanie 294

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat układu pomiaru prądu z wykorzystaniem przełącznika i wzmacniacza pomiarowego INA128. Jak zwykle pytanie brzmi:

Co tu nie gra?

Nawet gdy w układzie jest kilka usterek, możesz zgłosić tylko



Odpowiedź oznacz **NieGra294** 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 289

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 3/2019 skan z aktualnego podręcznika **Technika na co dzień**, wydanego w roku 2017. Zadaniem uczestników było odpowiedzieć na pytanie: **Co tu nie gra?**

Pomyślowca tego zadania napisał: (...) Przedstawiony tutaj eksperyment być może dla wielu dzieci będzie pierwszym kontaktem z elektroniką, lecz czy ma on szansę wzbudzić zainteresowanie tą dziedziną? Wątpię.

(...) Zapewne jedynym efektem takiego doświadczenia będzie zrażenie się młodego człowieka do elektroniki. Naj-

smutniejsze jest to, że skan pochodzi z trzeciego wydania owego podręcznika i w ciągu kolejnych trzech lat nikt nie zwrócił uwagi, że coś tu nie gra. (...) mamy z życia wzięty przykład, który być może niejednego młodego człowieka zniechęci do elektroniki. Być może warto byłoby zacytować ten eksperyment, z precyzyjnym podaniem źródła jego pochodzenia, co pozwoliłoby uniknąć licznych frustracji zarówno dzieciom, jak i rodzicom.

Niezawodni Czytelnicy EdW bez trudu opisali problem. Co ciekawe, tym razem rozwiązania zadania nadesłało kilku pracowników naukowych wyższych uczelni. Oto fragmenty niektórych rozwiązań:

1 – Witam, dwa różne metale włożone do elektrolitu utworzą ogniwo. By przewidzieć SEM ogniwa, należy znać szereg napięciowy metali (potencjał normalny liczony względem elektrody wodorowej, która ma umowne 0V). Oto on:

Metal Potencjał [V]
Mg -2,38
Al -1,66
Zn -0,76
Fe -0,44
Sn -0,14
Cu +0,34

W naszym przypadku mamy Zn i Cu, zatem maksymalnie można osiągnąć napięcie rzędu 1,1V. Praktycznie z cytryny osiąga się

rzędu ok. 0,8V (po obciążeniu spada poniżej 0,5V). Jest to zdecydowanie za niskie napięcie, żeby zaświecić jakąkolwiek LED, gdzie napięcia wynoszą powyżej 2V. Pomijam włączenie szeregowego rezystora, gdyż rezystancja samego ogniwa jest dość duża. Wątpię, żeby udało się zaświecić najmniejszą żaróweczkę (...) Pozdrawiam.

2 – Moim zdaniem jedynym błędem w tym zadaniu jest użycie tylko jednej cytryny ze względu na małą wydajność prądową i napięciową. Jedna nieobciążona odbiornikiem prądu cytryna wytworzy napięcie rzędu 0,5V. Aby zaświecić LED lub żarówkę, należałoby szeregowo połączyć kilka cytryn. Wyjaśnienie eksperymentu jest tu: <http://www.portalnaukowy.edu.pl/index.php/component/content/article?id=148..>

i tu: <https://buzz.gazeta.pl/buzz/1,156947,18382001,z-owocow-mozna-wytworzyc-prad-nie-wierzysz-przekonaj-sie.html>.

3 – Dzień dobry. Przedstawione na rysunku źródło energii elektrycznej to modyfikacja ogniwa Volty, w którym na anodzie (Zn) zachodzi utlenianie metalu, a na katodzie (Cu) – redukcja jonów hydroniowych pochodzących z kwasów organicznych zawartych w cytrynie. Siłę elektromotoryczną ogniwa możemy obliczyć na podstawie szeregu napięciowego (...)

$SEM = E(H^{2/2H^{+}}) - E(Zn/Zn^{2+}) = 0,00 - (-0,76) = 0,76V$
Dotyczy to ogniwa nieobciążonego; napięcie generowane przy obciążeniu będzie jeszcze niższe na skutek przepływu prądu przez opór wewnętrzny

Zadanie 6.3

Rys. B

Wykonaj samodzielnie źródło energii elektrycznej.

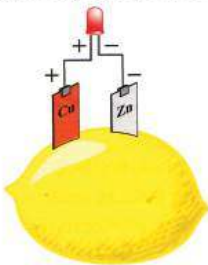
Materiały, przybory i narzędzia:

- blaszka cynkowa;
- blaszka miedziana;
- 2 kawałki cienkiego przewodu elektrycznego;
- spinacze biurowe;
- dioda lub żaróweczka z oprawką;
- cytryna.

Plan pracy:

1. Za pomocą spinaczy i przewodów połącz diodę (lub żarówkę z oprawką) z blaszkami tak, jak na rysunku.
2. Obie blaszki (z zamocowaną diodą) wbij w cytrynę tak, aby się nie stykały.

Napisz w zeszycie, co się stało po włożeniu blaszek w cytrynę.





ogniwa. Można oczekiwać, że opór ten będzie znaczny ze względu na niski stopień dysocjacji kwasów organicznych i zależny od wielu czynników (np. odmiana cytryn, zawartość wody, głębokość zanurzenia elektrod, itp.). Można się również spodziewać, że będzie on spadał wraz ze wzrostem stężenia jonów cynku powstałych w wyniku pracy ogniwa.

Typowe napięcie przewodzenia (VF) czerwonych diod świecących zawiera się w zakresie od 1,7 do 2V (...) Co gorsza, doświadczenie zapewne da wynik negatywny w przypadku wielu typów żarówek. Propozycję zastosowania małej żaróweczki telefonicznej 60V, 50mA można by uznać za złośliwość... Aby uratować eksperyment, należałoby poszukać przetwornicy impulsowej podwyższającej napięcie i startującej przy niskim napięciu wejściowym (jeżeli już upieramy się przy efektach świetlnych). A najprościej – użyć multimetru. Na sam koniec pytanie natury etycznej: czy w tym doświadczeniu warto niszczyć żywność, aby zbudować marnej jakości ogniwo? Przecież w warunkach szkolnych łatwo dostępne jest ogniwo Daniella o $SEM = 1,1\text{ V}$ (...)

4 – Moim zdaniem pojedyncze ogniwo „cytrynowe” dostarcza prądu o zbyt małym napięciu i o zbyt małym natężeniu do zaświecenia małej diody LED. (...) Pojedyncze ogniwo „cytrynowe” dostarcza prąd o napięciu od 0,5V do 0,9V (zależnie od rodzaju użytych elektrod), a dostarczany przez takie ogniwo prąd ma natężenie mniejsze od 1 miliampera. Zatem takie pojedyncze ogniwo nie będzie w stanie zasilić diody LED małej mocy (nie mówiąc już o żaróweczkach, które pobierają prądy o znacznie większych natężeniach – rzędu przynajmniej 10mA). Załączam zestaw danych na temat parametrów ogniwa cytrynowego. Moim zdaniem wydajność prądową ogniwa cytrynowego dałoby się zwiększyć poprzez zastosowanie elektrod o specjalnej konstrukcji. Proponowane elektrody powinny mieć kształt kilku współśrodkowych pierścieni metalowych. Sąsiedzące pierścienie powinny być wykonane z różnych metali (np. z cynku i z miedzi). Pierścienie wykonane z tego samego metalu powinny być połączone ze sobą galwanicznie; w ten sposób uzyskujemy zestaw wielu ogniw „elementarnych”, połączonych ze sobą równolegle. Proponowane pierścienie powinny mieć z jednej strony rząd ząbków, aby można

było je łatwo wbić w miąższ cytryny. W celu uzyskania zwiększenia napięcia można takie ogniwa połączyć szeregowo; można też zastosować niskonapięciową przetwornicę scaloną, np. układ LTC3106 (...)

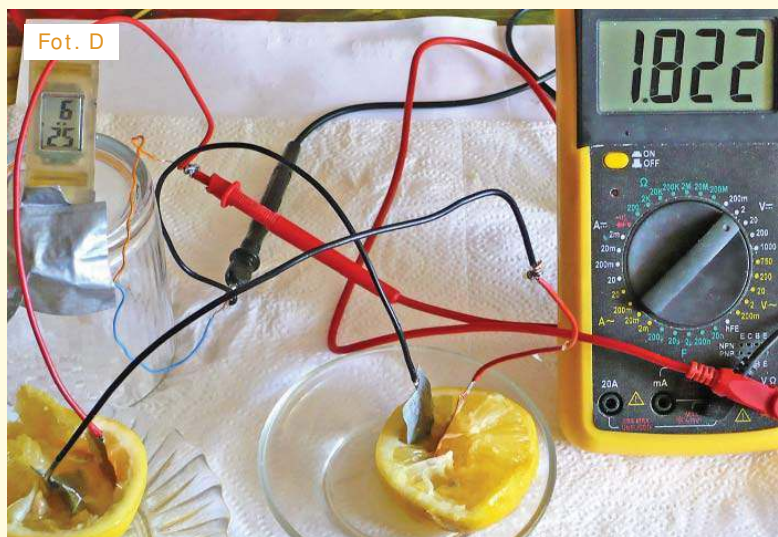
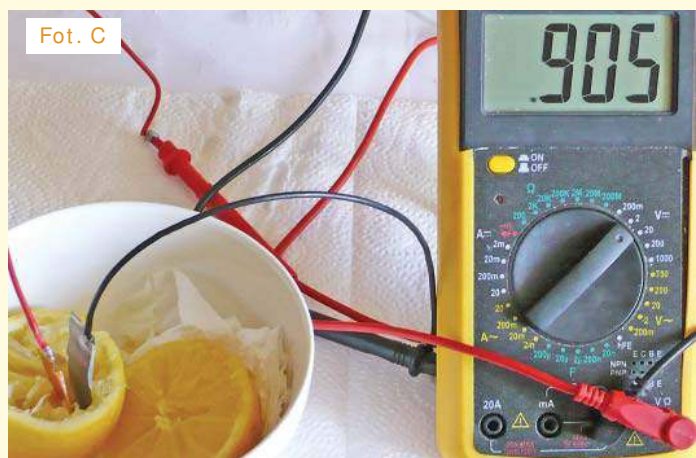
Parametry ogniwa cytrynowego : <https://www.portalnaukowy.edu.pl/index.php/darmowa-energia/148-wyciskamy-z-cytryny-prd-elektryczny> <https://www.spryciarze.pl/zobacz/jak-zrobic-baterie-z-cytryn> http://staff.ii.pw.edu.pl/kowalski/dsp/Zasilanie_z_cytryny.pdf <https://owocnaenergia.pl/tl/Ile-daje-cytryna-f.htm>

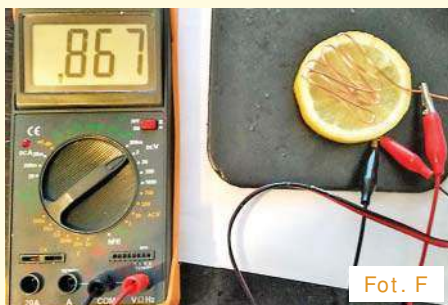
Parametry prądu zasilającego diodę LED: <http://www.szkolazpasja.pl/arduino/diody-led-5mm> <https://mselektronik.pl/optoelektronika/diody-led/diody-led-tht/diody-led-3mm/led3d-rd> <http://katalogi.pl/204537-jakie-napi%C4%99cie-i-pr%C4%85d-diod-led-odp-pr%C4%85d-do-20ma-a-napi%C4%99cie-zale%C5%BCy-od-koloru.html>

Oprócz jak najbardziej prawidłowych rozwiązań teoretycznych otrzymałem też dwa rozwiązania praktyczne. Jedno od zawodowego chemika:

Dzień dobry. Już na samym początku pojawia się problem: skąd wziąć blaszkę cynkową? Aktualnie stosowane blachy „cynkowe” są stopem Zn z dodatkiem tytanu i do budowy ogniw galwanicznych oczywiście się nie nadają. Trzeba się posłużyć starym sposobem pana mgr. Stefana Sękowskiego z serii „Chemia dla Ciebie” (...) Potrzebna będzie (najlepiej nieużywana) baterijka R6 starego typu (nie alkaliczna LR6). (...) UWAGA – wewnątrz kubeczka (...) zawiera m.in. sproszkowany dwutlenek manganu (depolary-

zator), który potrafi potwornie nabrudzić, wymagana ostrożność (...) z kawałkiem blaszki miedzianej nie powinno być problemu, w ostateczności można użyć kawałka laminatu do obwodów drukowanych – miedź nie zużywa się. (...) kolejna trudność wynika z budowy cytryny. Składa się ona z kilku działek, a te z kolei rozdzielone są cienką skórą (...) napięcie mierzone na rezystancji obciążenia (woltomierz) równej 10 megaomów waha się w granicach od 0,85V do 0,905V [fotografia C] (...) Prąd zwarcia mierzony mikroamperomierzem to tylko ok. 1mA (!!!). Oczywiście ogniwo o takich parametrach w żaden sposób nie jest w stanie zaświecić ani żaróweczki (za mały prąd), ani diody LED, gdyż najmniejsze napięcie pracy dla czerwonej diody LED to ok. 1,6V. Co gorsza, przy tym napięciu nie chciał działać nawet stary prymitywny zegarek LCD. (...) zbudowałem baterię z dwóch ogniw (...) w baterii elektrolity poszczególnych ogniw nie mogą się stykać (...) bateria z dwóch ogniw cytrynowych daje napięcie 1,822 V, fotografia D, co uwa-




Fot. E

Fot. F

Fot. G

Fot. H

żam za swój osobisty sukces, gdyż wielu internautów chwali się w sieci znacznie skromniejszymi osiągnięciami. Teoretycznie dla normalnego ogniwa Zn/Cu napięcie powinno wynosić 1,1 V, ale tu mamy słabiutki kwas organiczny jako elektrolit, nie ma depolaryzatora oraz budowa jest wyjątkowo prymitywna. Taka bateria bez problemu zasyła zegarek LCD (...) Czy zaświeci diodę LED? Prąd zwarcia dla tej baterijki wynosi ok. 2 mA (...) I sukces, dioda podłączona do gniazd wejściowych woltomierza świeci się!!!! **Fotografia E** (...) Wnioski? Zacytowany fragment „podręcznika” zawiera absurdalny opis, niemożliwy do powtórzenia.

PS Można oczywiście próbować zastąpić blaszkę miedzianą srebrną monetą albo złotą obrączką. Być może takie ogniwo (Zn/Au) miałoby napięcie i prąd zwarcia wystarczające do zaświecenia diody LED. (...) Pozdrawiam Szanowną Redakcję EdW w tym trudnym okresie!

Drugie rozwiązanie praktyczne jeden ze stałych uczestników zrealizował wraz z synem – uczniem 1 klasy: (...) Pozyskanie blachy cynkowej stało się pretekstem do zbadania budowy ogniwa węglowo-cynkowego typu R6 zgodnie z artykułem:

<http://www.chemmix.edu.pl/artnet/index.php?s1=02&s2=006&s3=007>

(...) odzyskano z baterii fragmenty blachy cynkowej i elektrody węglowe, a (...) ze względu na brak blachy miedzianej [użyto] drutu o dużej średnicy (...) dioda LED o kolorze czerwonym (...)

Fotografia F przedstawia zestawiony obwód – jak widać nawet bez obciążenia napięcie ogniwa jest za niskie, żeby spowodować świecenie diody LED (...)

-węglowe (o większej różnicy elektroujemności) generuje napięcie wyższe o ponad 300mV (ale nadal za niskie do zaświecenia diody). **Fotografia H** przedstawia baterię złożoną z dwóch połączonych szeregowo ogniw, o napięciu (bez obciążenia) ponad 2V i (...) efekt zaświecenia diody LED przy użyciu takiej baterii (napięcie spadło do 1,44V, co wystarczyło jednak do zaświecenia użytej diody). Jak widać, proponowany układ nie spowoduje świecenia źródła światła w przypadku użycia diody LED ze względu na zastosowanie elektrod z materiałów

nieumożliwiających uzyskania wymaganej różnicy potencjałów, teoretycznie możliwe jest spowodowanie świecenia niewielkiej żarówki (przy zastosowaniu elektrod o dużej powierzchni). Nie oznacza to jednak błędu, gdyż polecenie brzmi: „Napisz w zeszycie, co się stało po włożeniu blaszek w cytrynę”, gdzie prawidłowym rezultatem będzie opisanie... braku świecenia diody podłączonej do obwodu...

Cóż, można podejść do zadania z takiej pozytywnej strony i odpowiedzieć: „nic się nie stało”.

Wszystkie nadesłane rozwiązania były prawidłowe. Nagrody-upominki za zadanie **NieGra289** otrzymują:

Patryk Węgliński – Warszawa,

Jacek Konieczny – Poznań,

Zygmunt Flisak – Opole.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

R E K L A M A

AVT 1830 Sygnalizator temperatury do pieca CO

AVT 1830 Sygnalizator temperatury do pieca CO

- pomiar temperatury w zakresie -55...+125 °C;
- sygnalizacja przekroczenia ustawionej temperatury granicznej
- sygnalizacja optyczna i dźwiękowa oraz wyjście przekaźnikowe
- doskonale sprawdza się jako wskaźnik temperatury pieca C.O.
- w zestawie komplet elementów wraz z obudową z panelem frontowym oraz wodoodpornym czujnikiem
- zasilanie: 9...14VDC, 200mA;

YouTube

Temperatura zmierzona: 28.6°C ± 80°C
Zarejestrowana wartość skrajna: 87.0°C ± 10°C

Górna wartość graniczna: 80°C
Dolna wartość graniczna: 10°C



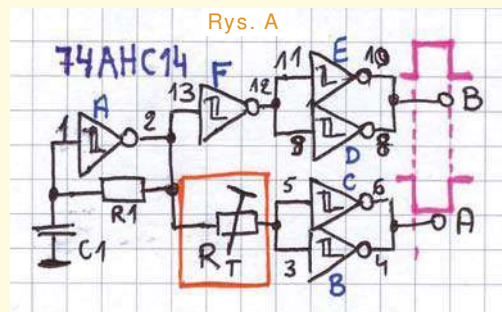
Policz – zadanie 294

Robimy generator według **rysunku A**. Na wyjściach A, B mają występować sygnały o przeciwnych fazach. Inwerter opóźniony F wprowadza niewielkie opóźnienie i aby je skompensować, dodana jest rezystancja R_T , która z pojemnością wejściową bramek B, C tworzy obwód opóźniający. Jego opóźnienie powinno być takie samo, jak opóźnienie inwertera F.

W ramach zadania *Policz294* należy:

- oszacować przypuszczalną wartość rezystancji R_T .

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



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 (**Policz294_Nazwisko**). *Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy.* Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz293* z poprzedniego miesiąca.

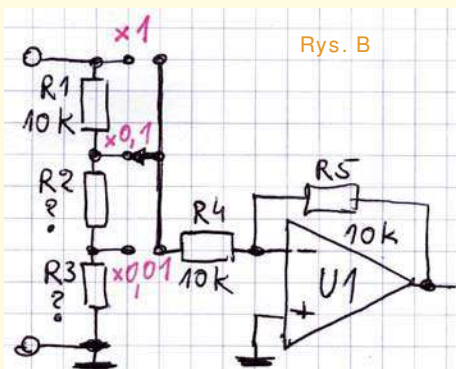
Policz – rozwiązanie zadania 289

W EdW 3/2019 przedstawione było zadanie *Policz289*, które brzmiało: *Do planowanego miernika wzmacniacza operacyjnych potrzebny jest prosty dzielnik sygnału $\times 1$, $\times 0,1$, $\times 0,01$ według rysunku B. Rezystor R_4 jest dla dzielnika obciążeniem (przez które płynie prąd wejścia odwracającego wzmacniacza operacyjnego, co nie jest tu istotne). Rezystory $R_1 = R_4$ mają mieć wartość $10k\Omega$, bo wtedy najprawdopodobniej nie będzie potrzebna kompensacja częstotliwościowa tego dzielnika.*

W ramach zadania *Policz289* należy: - obliczyć wartości rezystorów R_2 , R_3 .

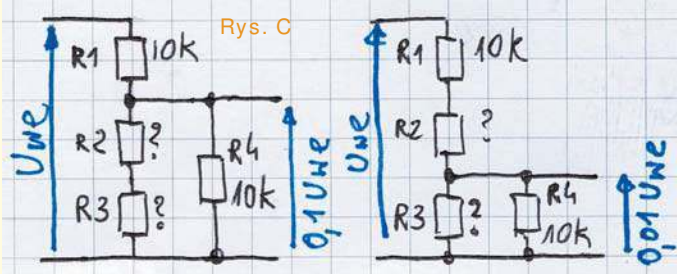
Zadanie nie należało do bardzo trudnych, ale też nie było łatwe, ponieważ trzeba było obliczyć wartość dwóch rezystorów R_2 , R_3 , a mają one na siebie wzajemny wpływ. Zgodnie z warunkami zadania, w przypadku podziałów przez 10 i 100 mamy do czynienia z sytuacją jak na **rysunku C**. Obliczenia komplikuje fakt, że w obu przypadkach na wyjściu dzielnika mamy obciążenie w postaci rezystancji R_4 o wartości $10k\Omega$.

Tak, $10k\Omega$, bo druga końcówka rezystora R_4 jest dołączona do wyjścia „ujemnego” wzmacniacza odwracającego, a to, jak wiadomo, jest



obwód wirtualnej masy. Natomiast rezystor R_5 nie ma tu żadnego znaczenia i wpływu.

W takim przypadku nie można w prosty sposób oddzielnie obliczyć wartości najpierw jednego, potem drugiego rezystora. Dla przypadku podziału przez 10 można też było policzyć wartość sumy rezystorów $R_2 + R_3$, a potem dla przypadku dotyczącego podziału przez 100 wyliczyć potrzebne wartości R_2 i R_3 . Kanonicznym sposobem było napisanie układu równań i rozwiązanie równania kwadratowego.



Część uczestników nadesłała takie właśnie rozwiązania, ale oprócz nich pojawiły się też inne, o czym za chwilę.

Jeden ze stałych uczestników napisał: (...) Trzeba rozwiązać układ równań z dwiema niewiadomymi, co doprowadzi do równania kwadratowego.

$$(R_2 + R_3) * 10k / (R_2 + R_3 + 10k) = 0,1 * ((R_2 + R_3) * 10k / (R_2 + R_3 + 10k) + 10k)$$

$$R_3 * 10k / (R_3 + 10k) = 0,01 * (R_3 * 10k / (R_3 + 10k) + R_2 + 10k)$$

Tylko jedno rozwiązanie równania kwadratowego jest dodatnie:

$$R_2 \sim 1136,23 \text{ Ohm}$$

$$R_3 \sim 113,77 \text{ Ohm}$$

W TME jako R_2 można kupić 1130 Ohm tolerancja 0,1% (...) i jako R_3 113 Ohm tolerancja 0,1% (...)

Po obliczeniu podziału dzielnika dla 1130 Ohm jako R_2 i 113 Ohm jako R_3 wartości wzmacnień są praktycznie równe 0,1 i 0,01 (dopiero na 4. czy 5. miejscu po przecinku pojawia się błąd przybliżenia).

Inny uczestnik napisał: Dzień dobry! (...) W takiej sytuacji suma R_2 i R_3 wynosi 1,25 kOhm (...) Wartość R_3 można wyznaczyć z układu równań jak poniżej lub w sposób przybliżony, ignorując wpływ R_4 (R_4 ma wartość około 100 razy mniejszą od R_4 : wtedy $0,01 = R_3 / (R_1 + R_2 + R_3) = R_3 / (R_1 + 1,25k\Omega) = R_3 / 11,25 \Rightarrow R_3 \sim 112,5 \text{ Ohm}$).

Dla położenia przełącznika „0,01”: $R_2 + R_3 = 1,25k\Omega$



$$R_y = R3R4/(R3+R4)$$

$$R_y/(R1 + R2 + R_y) = 0,01$$

$$R_y - 0,01R_y = 0,01R1 + 0,01R2$$

$$99R_y = R1 + R2$$

$$99R_y = 1,25k\Omega + R1 - R3$$

$$99R3R4 = (1,25k\Omega + R1 - R3)(R3 + R4)$$

$$99R3R4 = 1,25k\Omega * R3 + R1R3 - R3R3 + 1,25k\Omega * R4 + R1R4 - R3R4$$

$$0 = 1,25k\Omega * R3 + R1R3 - R3R3 + 1,25k\Omega * R4 + R1R4 - 100R3R4$$

$$0 = -R3R3 + R3(1,25k\Omega + R1 - 100R4) + 1,25k\Omega * R4 + R1R4$$

$$0 = -R3R3 + R3(1,25k\Omega + 10k\Omega - 1000k\Omega) + 12,5k\Omega^2 + 100k\Omega^2$$

$$0 = -(R3)^2 + R3(1,25k\Omega + 10k\Omega - 1000k\Omega) + 12,5k\Omega^2 + 100k\Omega^2$$

$$-(R3)^2 - 988,75 R3 + 112,5 = 0$$

Równanie kwadratowe:

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$-1(x)^2 - 988,75x + 112,5 = 0$$

$$\Delta = (988,75)^2 + 4 * 112,5 = 988,9775$$

$$x1 = (988,75 - 988,9775)/-2 =$$

$$= \mathbf{0,11375k\Omega}$$

$$x2 = (988,75 - 988,97)/-2 = \mathbf{-988,86k\Omega}$$

(rezystancja ujemna)

$$R3 = 113,75\Omega$$

$$R2 = 1250 - 113,75 = 1136,25\Omega$$

Jeden z Kolegów zaczął tak: Witam, z tej strony stały czytelnik Paweł, który hobbystycznie zajmuje się elektroniką już jakiś czas (od 1998r.), ale dalej jest początkujący. Tym razem naszym zadaniem jest obliczenie rezystorów obciążonego dzielnika napięcia. Zatem bierzemy się do obliczeń.

Najłatwiej zacząć od obliczenia sumy $R2+R3$, by uzyskać $x0,1$ na wejściu WO. (...) $R2+R3 = 0,1V/80\mu A = 1,25k\Omega$ (...) łatwo poszło. Teraz trzeba obliczyć $R2$ i $R3$ (...) obliczamy układ dla dzielnika $x0,01$:

$$IR1 + IR2 = (1V - 0,01V)/(10k\Omega + R2)$$

$$IR4 = 0,01V/10k\Omega = 1\mu A$$

$$IR3 = 0,01V/R3$$

Z pierwszego prawa Kirchhoffa mamy:

$$(1V - 0,01V)/(10k + R2) =$$

$$= 0,01V/R3 + 0,01V/10k\Omega$$

No i na tym kończy się „elektronika”, a zaczyna matematyka. Dlatego do pomocy trzeba zatrudnić jakiegoś znajomego matematyka, który pomoże nam to rozwiązać.

Ale ja dla rozrywki spróbuję zastosować iterację. W pierwszym kroku iteracji zakładam $R2 = 1k\Omega$

A więc:

$$IR1+IR2 = (1V - 0,01V)/11k = 90\mu A$$

$$IR4 = 1\mu A$$

$$IR3 = 90\mu A - 1\mu A = 89\mu A$$

Teraz obliczymy wartość rezystora $R3$

$$R3 = 0,01V/89\mu A = 112,35\Omega$$

Z tego wynika, że

$$R2 = 1,25k\Omega - 112,35\Omega = 1,137k\Omega$$

I teraz możemy zacząć drugą iterację.

Nowe wartości prądów:

$$IR1+IR2 = (1V - 0,01V)/(10k\Omega + 1,137k\Omega) = 88,88\mu A$$

$$IR3 = 87,88\mu A$$

$$I \text{ nowa wartość } R3 = \frac{I1}{I3} R3$$

$$0,01V/97,88\mu A = 113,78\Omega \quad 0,008898876404 \quad 0,008798876404 \quad 113,6508747$$

$$R2 = 1,25k\Omega - 113,78\Omega = 1,136k\Omega \quad 0,008889807502 \quad 0,008789807502 \quad 113,7681343$$

$$1,136k\Omega \quad 0,008889901108 \quad 0,008789901108 \quad 113,7669227$$

$$\text{Jak widać, mamy niewielką różnicę względem poprzedniej iteracji.} \quad 0,008889900141 \quad 0,008789900141 \quad 113,7669352$$

$$0,008889900151 \quad 0,008789900151 \quad 113,7669351$$

Dlatego jako rozwiązanie tego zadania podaję najbliższe wartości z szeregu E24:

$$R2 = 1,1k\Omega$$

$$R3 = 110\Omega$$

I to tyle. Pozdrawiam (...)

Jeden z uczestników przysłał bardzo obszerne rozwiązanie z kilkoma sposobami obliczeń. Oto fragmenty: Dzień dobry, ciekawy przykład dzielnika obciążonego. Można go rozwiązywać, wyprowadzając wzory lub „słuchając” jak prąd płynie. (...) Dla pozycji 2 przełącznika ($x0,1$) metoda szkolna: (...) po MASIE przekształceń otrzymujemy (...)

$$R2+R3 = 1/0,0008 = 1250 \text{ omów (...)}$$

$$\text{Dla pozycji 3 przełącznika } (a3=x0,01)$$

$$(\dots) R23 = R2+R3 (\dots)$$

$$R3 \parallel R4$$

$$\text{-----} = a3 = (U3/Uwe)$$

$$R1 + R2 + R3 \parallel R4$$

po „trywialnych” przekształceniach

otrzymujemy równanie kwadratowe:

$$-(R3)^2 + R3(R1+R23-R4/a3) - R4*(R1+R23) = 0, \text{ które rozwiązujemy}$$

standardowymi metodami, otrzymując:

$$R3 \approx 113,767 \text{ oma}$$

$$R2 = R23 - R3 \approx 1136,233 \text{ oma}$$

Powyższa metoda wymaga cierpliwości i zużycia papieru.

Metoda bez przekształceń jest podobna jak w p. 1, tyle że liczy się metodą

kolejnych przybliżeń, bo obliczane $R3$ zależy od... $R3$.

Założenia: $Uwe=100V$, $Uwy = 1V$, $R23 = 1250 \text{ omów}$, wartość początkowa $R3 = R23/10$, bo dzielnik $R2$, $R3$ powinien

dzielić mniej więcej przez 10 napięcie z pozycji 2 przełącznika:

$$I1 = (Uwe - Uwy)/(R1 + R2) =$$

$$= (Uwe - Uwy)/(R1 + R23 - R3)$$

$$I3 = I1 - I4 = I1 - Uwy/R4$$

$$R3 = Uwy/I3 - \text{to kolejne przybliżenie}$$

szukanej wartości.

Po podstawieniu wartości: $R3_0=125\Omega$

$$1) I1 = (100V - 1V)/(10000\Omega + 1250\Omega - 125\Omega) = 99V/(11250\Omega - 125\Omega)$$

$$2) I3 = I1 - 1V/10000\Omega$$

$$3) R3 = 1V/I3 - \text{kolejne przybliżenie}$$

wartości $R3$

Obliczenia powtarzamy, wstawiając otrzymane wartości $R3$ do równania na $I1$, aż do otrzymania wymaganej dokładności po przecinku. Przykładowe obliczenia:

Metoda pozwala na zastąpienie mnóstwa czasu i papieru (plus nerwy przy wyprowadzaniu i błędach ;) cięgiem następujących czynności na kalkulatorze:

1) 125 – pierwsze przybliżenie $R3$

2) Min – zapamiętanie kolejnego przybliżenia $R3$ w pamięci kalkulatora

3) 99 – spadek napięcia na $R1+R2$

4) / (dzielenie)

5) (– nawias otwierający

6) 11250 – $R1 + R23$

7) – (minus)

8) MR – przywołanie wart. $R3$ z pamięci

10)) – nawias zamykający

11) = – tu mamy obliczone $I1$

12) – (minus)

13) 0,0001 – wartość $I4$ (prąd przez $R4$)

14) = – tu otrzymujemy obliczony $I3$

15) 1/x – tu obliczamy nową wartość $R3$

16) skok do punktu 2, jeżeli nie uzyskano założonej dokładności $R3$ po

przecinku

Obliczone $R3 = 113,7669351\Omega$ zaokrąglam sobie do 3 miejsc po przecinku.

$$R3 = 113,767\Omega$$

$$R2 = R23 - R3 = 1136,233\Omega$$

Ponieważ w zadaniu nie podano wymaganej dokładności układu, można

poprzestać na przyjęciu rezystorów o tolerancji 1%:

$$R1, R4, R5 = 10k\Omega \text{ 1\%}$$

$$R2 = 1,13k\Omega \text{ 1\%}$$

$$R3 = 113\Omega \text{ 1\%}$$

W tym przypadku błąd wzmocnienia na

pierwszej pozycji przełącznika będzie

zależał od konkretnej wartości $R4$ i $R5$,

co w najgorszym przypadku da

$ku = -1V/V \pm 2\%$. Na pozostałych zakre-

sach będzie też coś koło tego.

Rozważania głębsze. Można pobawić

się w dopieszczanie układu:

$R1, R4$ i $R5 = 10k$, ale o tolerancji 0,1%

$R2$ można przybliżyć dwoma równoległymi rezystorami 1%

$$R2a = 1,15k\Omega \text{ 1\%}$$

$$R2b = 95,3k\Omega \text{ 1\%}$$

co da $R2 = R2a \parallel R2b = 1150 \parallel$

$$95300 = 1136,288\Omega$$

a to jest bardzo

bliskie wartości obliczonej wcześniej

(~0,005%).



Jeżeli dobierzemy $R2a$ możliwie blisko $1.15k\Omega$, to tolerancja dużo większego $R2b$ będzie miała niewielki wpływ na rezystancję wypadkową.

$R3$ przybliżamy rezystorami:

$$R3a = 133\Omega$$

$$R3b = 787\Omega$$

$$R3 = R3a || R3b = 113,772\Omega \sim 113,767\Omega$$

I znów dobierając możliwie dokładnie $R3a=133\Omega$, minimalizujemy wpływ tolerancji $R3b$, które tu też można dobrać.

Inne możliwości.

$R2a = 1,13k\Omega$ + potencjometr wieloobrotowy 100Ω , co pozwoli szybko dostroić $R3a$ równe 1150Ω (przy $R3B=95,3k\%$)

$R3a = 121\Omega$ + potencjometr wieloobrotowy 22Ω do dostrojenia $R3a$ na 133Ω . Strojenie wartości R oczywiście przy odłączonym jednym końcem rezystora, by rezystor (b) pary nie bocznikował.

Przy braku rezystorów $0,1\%$ można $R5$ zastąpić $9,53k$ + potencjometr $1k$ (MT) do dostrojenia wzmocnienia $-1V/V$ na pozycji 1 przełącznika zakresów.

A jeszcze bardziej upraszczając sprawę, by pominąć zabawy z dobieraniem rezystorów, to dać w układzie potencjometry dostrojce wieloobrotowe oddzielne dla każdego zakresu, co chyba oszczędzi sporo czasu i pozwoli jeszcze kalibrować układ co pewien czas. Układ by wyglądał wtedy tak:

$$R1 = 10k\%$$

Zamiast $R2$ potencjometr 470Ω (500Ω , z którego suwaka bierzemy napięcie na pozycję $(x0,1)$ przełącznika. Potem rezystor szeregowy $953\Omega\%$.

A na samym dole potencjometr wieloobrotowy 220Ω dla zakresu $(x0,01)$.

$$R4 = 10k\%$$

$$R5 = 9.53k\%$$
 + potencjometr wieloobrotowy $1k$

(...) Pozwoli to ominąć problemy z rozrzutem wartości rezystorów.

Pozdrawiam (...)

Niektórzy inni uczestnicy po przeprowadzeniu obliczeń też doszli do wniosku, że do precyzyjnego ustawienia współczynników podziału można lub należałoby wykorzystać potencjometry montażowe.

Owszem, pozwoliłyby one ustawić potrzebne wartości rezystancji, tylko powstaje inna kwestia – na ile stabilne są potencjometry montażowe? I na ile stabilne są współpracujące rezystory? Czy jest sens dobierania ich wartości z dokładnością $0,1\%$? Czy pod wpływem różnych czynników i z upływem czasu ich wartości się nie zmienią?

To jest bardzo poważny problem praktyczny, słabo rozumiany przez większość elektroników. Różnymi aspektami niedoskonałości elementów elektronicznych zajmiemy się w nowym cyklu *Czym się różni wróblek?*

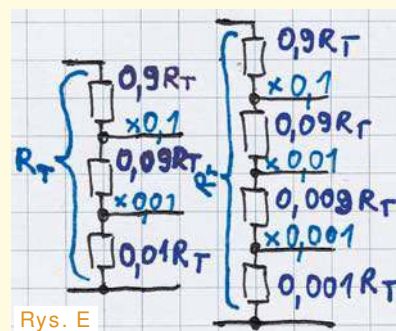
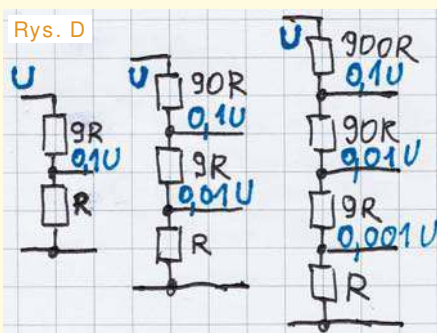
Jeżeli chodzi o rozwiązania zadania *Policz289*, to prawie wszyscy uczestnicy przedstawili wykorzystane wzory i przebieg obliczeń. Ale niektórzy albo dodatkowo, albo wyłącznie przedstawili analizę bardziej intuicyjną niż matematyczną. To też jest bardzo interesujące i pouczające.

Kilku uczestników zaproponowało zastosowanie rezystorów $R2$, $R3$ o tolerancji $0,1\%$. Może to być jak najbardziej sensowne i racjonalne, o ile rezystory $R1$, $R4$, ale także $R5$ też mają tolerancję $0,1\%$ i jeżeli są bardzo stabilne. Jeżeli nie, to nie ma sensu stosowania ultraprecyzyjnych $R2$, $R3$.

Kwestia tolerancji obliczanych rezystorów $R2$, $R3$ nasuwa też pytania nie tylko o tolerancję $R1$, $R4$, $R5$, ale też o wymaganą precyzję całego dzielnika. W zadaniu było powiedziane: *Do planowanego miernika wzmacniaczy operacyjnych potrzebny jest prosty dzielnik sygnału $\times 1$, $\times 0,1$, $\times 0,01$ (...)*

Z jednej strony słowo *miernik* może sugerować wysokie wymagania, ale z drugiej słowo *prosty* może wskazywać na brak precyzji. Wprawdzie na podstawie treści zadania nie sposób tego określić, jednak zawsze warto spojrzeć na to i podobne zadania z szerszej perspektywy.

W omawianym przypadku warto pamiętać, że popularna postać tego rodzaju dzielnika dekadowego, stosowana między innymi w multimetrach, zawiera rezystory o nominałach będących wielokrotnością liczby 9. Wynika to z właściwości dzielnika o stopniu podziału równym 10. Mianowicie w dzielniku o współczynniku podziału równym 10 „górny” rezystor zawsze musi mieć rezystancję 9 razy większą niż rezystor „dolny”, co jest pokazane na **rysunku D**.

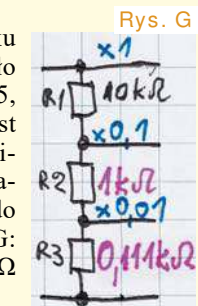


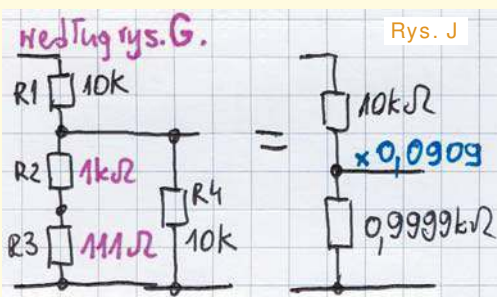
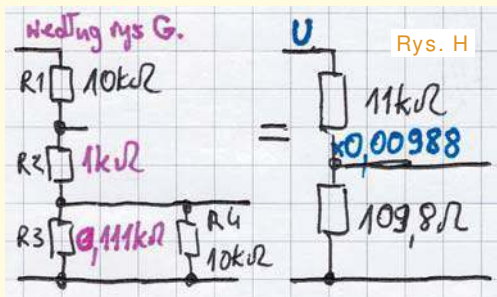
Jeżeli chcemy uzyskać stopień podziału 100 ($= 10 \times 10$), to „dolną” rezystancję możemy zastąpić tego rodzaju dzielnikiem dziesiętnym. Gdy trzeba jeszcze silniej stłumić sygnał, możemy taką operację przeprowadzić jeszcze raz, a w razie potrzeby kilkakrotnie, co też jest pokazane na rysunku D. Często przy obliczeniach wygodniej jest zacząć właśnie od wartości „najniższego” rezystora o wartości R , a wtedy kolejne będą miały wartości według rysunku D.

Jeżeli całkowita rezystancja dzielnika ma wynosić R_T , to wartości kolejnych rezystorów będą takie jak na **rysunku E**. I właśnie w lepszych multimetrach mamy dzielniki o całkowitej rezystancji $10M\Omega$ według **rysunku F**.

Podkreślmy, że dotyczy to **Rys. F** dzielników, które są obciążane tak wielką rezystancją, że to obciążenie wyjścia dzielnika można pominąć. A teraz wróćmy do naszego zadania *Policz289*, ale pominmy rezystancję obciążenia $R4$. Otóż według warunków zadania, wartość górnego rezystora ($R1$) to $10k\Omega$. Gdyby dzielnik nie był obciążony rezystancją $R4$, to zgodnie z wcześniejszymi rysunkami D, E, rezystancja $R2$ powinna mieć wartość $1k\Omega$, a $R3$ – rezystancję 9 razy mniejszą, czyli $0,111...k\Omega$ według **rysunku G**.

I właśnie kilku uczestników pominęło nie tylko rezystor $R5$, ale też $R4$, który jest obciążeniem dzielnika. Różnymi sposobami obliczeń doszli do wartości z **rysunku G**: $R2 = 1k\Omega$ i $R3 = 110\Omega$ lub $R3 = 111,1\Omega$.



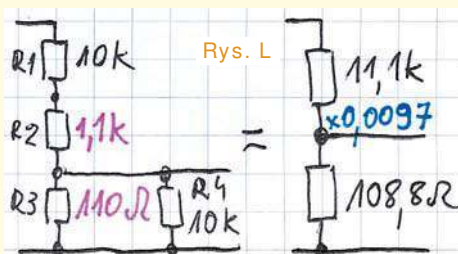
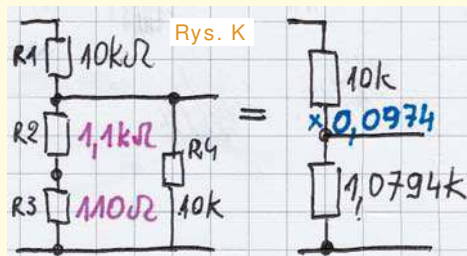


Zasadniczo jest to błąd, bo nie jest uwzględniona rezystancja obciążająca R4, jednak warto się zastanowić, jak duży będzie ten błąd?

Otóż w pozycji podziału $\times 0,01$ sytuacja wyglądałaby jak na **rysunku H**. Już na pierwszy rzut oka widać, że dołączenie rezystancji $R4 = 10k\Omega$ równolegle do rezystancji R3, która ma nieco ponad 100 omów, da błąd mniej więcej 1%. Jak pokazuje rysunek H, w idealnym przypadku współczynnik podziału zamiast $0,01x$ wyniósłby $0,00988x$, czyli błąd wyniósłby około 1,11%. Jeżeli w takim dzielniku zastosowane byłyby rezystory 1-procentowe, wielkość błędu wynikającego z tolerancji jest mniej więcej taka, jak błędu wynikającego z obciążenia przez R4, więc całkowity błąd mógłby wtedy wynosić maksymalnie około 2%.

Znacznie gorzej jest w pozycji podziału $\times 0,1$ przy obciążeniu rezystancją R4. Jak pokazuje **rysunek J**, wtedy błąd jest rzędu 10%: otóż w idealnym przypadku stopień podziału, zamiast $0,1x$, wynosi $0,0909x$, co daje błąd współczynnika podziału właśnie 10% ($0,0909/0,1 = 0,909$).

Taki błąd rzędu 10% można znacznie zredukować, zwiększając o mniej



więcej 10% albo tylko R2 (z wartości $1k\Omega$ do $1,1k\Omega$), albo lepiej i R2 (do $1,1k\Omega$), i R3 (do 110Ω). W idealnym przypadku, pomijając tolerancje, dałoby to stosunki podziału jak na **rysunkach K, L**, czyli błędy podziału nieprzekraczające 3%.

Byłyby to jedyne prawidłowe wartości przy wykorzystaniu w dzielniku rezystorów o tolerancji 5%. Wartości $1,1k\Omega$ i 110Ω byłyby też akceptowalne przy wykorzystaniu rezystorów o tolerancji 1%, a całkowity błąd nie przekroczyłby wtedy 4%.

Nagrody-upominki za zadanie **Policz289** otrzymują:

Paweł Sujko – Warszawa,

Mikołaj Sowa – Łódź,

Bartłomiej Zaworski – Lublin.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

R E K L A M A

KITY AVT PRZEDSTAWIA

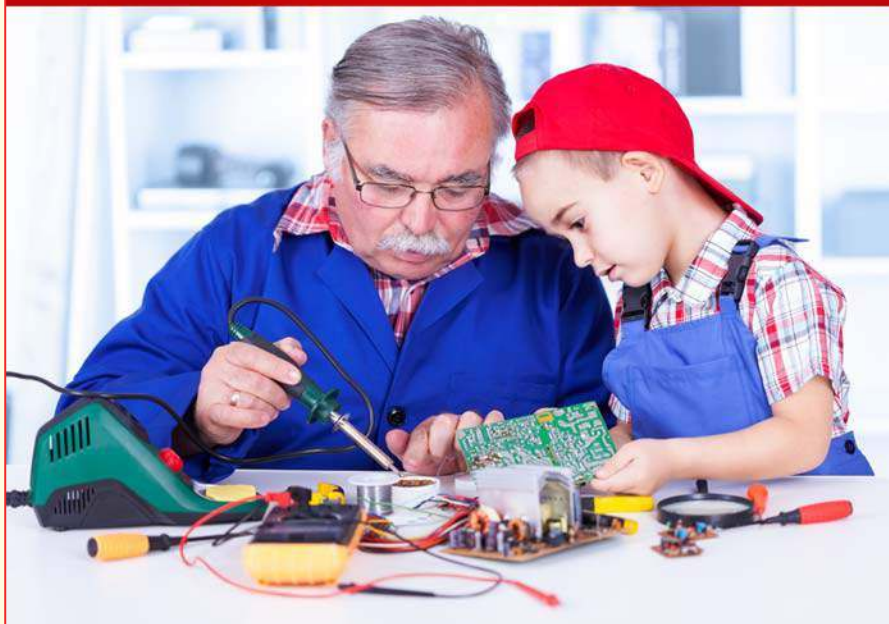
AVTEDU

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





Efekt stroboskopowy z taśmą LED

Ten sterownik rozrusza światłem każde wydarzenie! Jego obsługa jest banalnie prosta: jedną gałką ustawiamy częstotliwość błysków, a drugą czas ich trwania. Można w ten sposób uzyskać tani, prosty i bezpieczny w użytkowaniu stroboskop.

Do czego to służy?

Ten układ służy do cyklicznego włączania i wyłączania taśmy LED (lub innego obciążenia, np. reflektora), co stwarza efekt jej migania. Użytkownik może bardzo łatwo, za pomocą dwóch pokręteł, ustawiać czas trwania poszczególnych błysków i częstotliwość ich powtarzania. Co istotne, te nastawy działają całkowicie niezależnie od siebie: mając raz ustalony czas trwania pojedynczego błysku, można je wystawiać częściej albo rzadziej. Układ został przystosowany do zasilania napięciem 10–16V prądu stałego.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na rysunku 1. Cała jego struktura opiera się na dwóch dobrze znanych układach typu 555. Pierwszy z nich, US1, pracuje w typowej konfiguracji generatora bistabilnego. Jego zadaniem jest ciągle wytwarzanie sygnału prostokątnego o zmiennej częstotliwości. Częstotliwość ustala się poprzez regulację potencjometrem P1. Wstawiając do odpowiednich wzorów wartości elementów ze schematu, można uzyskać wartości w zakresie 1,3...14Hz. Minimalną częstotliwość ogranicza łączna rezystancja elementów R1, R2 i P1, a maksymalną tylko R1 i R2.

Czuje oko zauważy, że wypełnienie tego sygnału nie będzie stałe, ponieważ rezystor R2, ustalający czas trwania stanu niskiego na wyjściu układu, nie ulega zmianie w czasie regulacji. Użytkownik zmienia tylko czas trwania stanu wysokiego. To prawda: ta zależność utrudnia regulację czasu trwania stanu niskiego i wysokiego w dowolnych zakresach. Dlatego został dodany drugi układ 555.

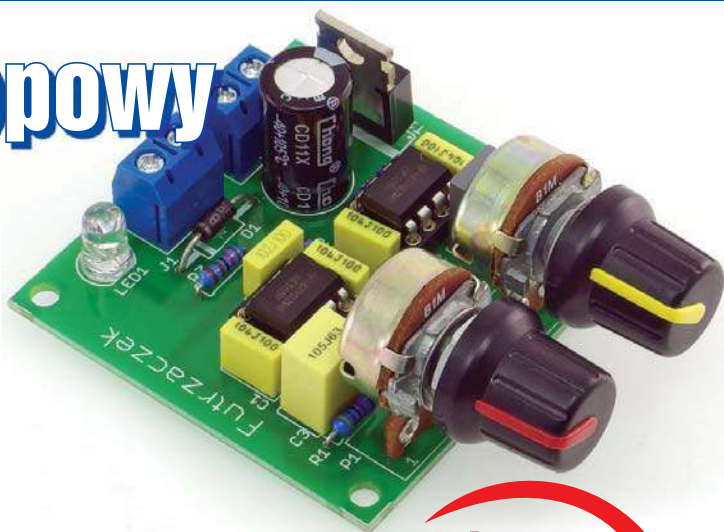
Układ US2 został podłączony w konfiguracji generatora monostabilnego, który po jednokrotnym wyzwoleniu daje na swoim wyjściu jeden impuls o dokładnie ustalonym czasie trwania. Odpowiadają za to elementy R4, P2 i C7. Zależnie od położenia suwaka potencjometru P2 czas ten można regulować w zakresie 11ms...1,1s.

Wyzwalanie tego układu monostabilnego odbywa się za pomocą impulsów, wytwarzanych przez układ US1. Aby zapewnić impulsy wyzwalające o krótkim czasie trwania i powtarzalnej długości, między US1 i US2 został włączony układ różniczkujący. W jego skład wchodzi element C4 i R3.

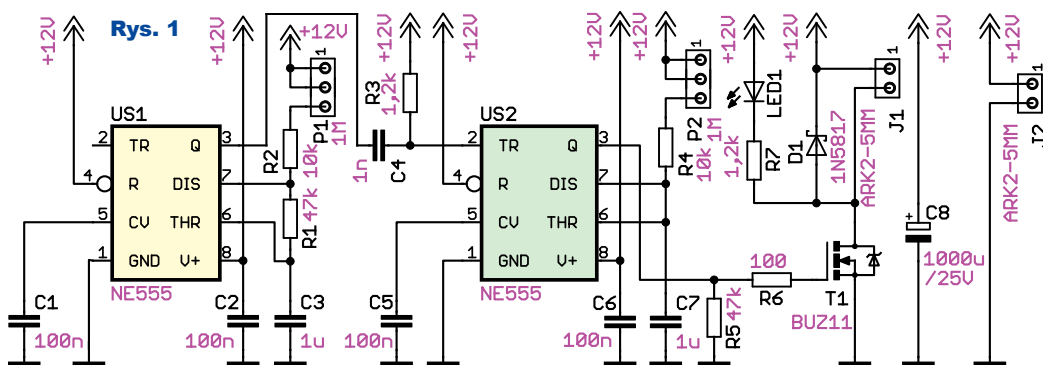
Rezystor R3 podciąga wejście wyzwalające układu US2 do napięcia zasilającego, co go blokuje. Wyzwolenie może nastąpić wtedy, kiedy wejście TR osiągnie potencjał niższy od 1/3 napięcia zasilającego. Tym zajmuje się kondensator C4, którego pojemność jest bardzo mała: w momencie opadania napięcia na wyjściu układu US1, przenosi on tę zmianę na wejście US2. Zaraz potem rezystor R3 przeładowuje go, ale to nie ma już znaczenia – US2 zarejestrował krótkotrwały spadek potencjału wejścia wyzwalającego.

Co istotne, czas trwania owych impulsów wyzwalających zależy głównie od elementów C4 i R3. Czasy trwania stanu niskiego i wysokiego na wyjściu US1 nie mają na to żadnego wpływu, ponieważ są one na tyle długie, że kondensator C4 między każdorazowym uformowaniem impulsu w pełni się przeładuje.

Rozdzielenie generowania sygnału na dwa elementy daje całkowitą niezależność w regulacji, ponieważ P2 ustala czas świecenia diod w każdym impulsie, a P1 odpowiada tylko za częstotliwość ich powtórzeń. Oczywiście, można potencjometry ustawić tak, że kolejne impulsy nakładająby się na siebie, np. częstotliwość 14Hz (odpowiadająca okresowi ok. 71,4ms) i czas trwania impulsów 1,1s. Zanim jeden się skończy, drugi już powinien się zaczynać. Układ nie będzie wtedy działał w pełni prawidłowo, ale nie zaszkodzi mu to w najmniejszym stopniu.



kit
3285
AVT



niu. Można w ten sposób wytwarzać inne efekty, np. okresowo zanikającego na chwilę światła, zamiast okresowo rozbłyskującego, jak to ma miejsce w typowych stroboskopach. Wartości elementów zostały tak dobrane, że układ nie ulegnie uszkodzeniu w jakiegokolwiek konfiguracji ustawienia potencjometrów P1 i P2.

Załączana taśma LED jest sterowana przez tranzystor MOSFET z kanałem typu N. Rezystor R5 rozładowuje pojemność wejściową tranzystora po zaniku napięcia zasilającego, a R6 nieco spowalnia czas jego przełączania. Ma to pozytywny wpływ, jeżeli chodzi o zmniejszenie emitowanych zakłóceń elektromagnetycznych.

Równolegle do paska diod, który podłącza się do złącza J1, została włączona dioda LED, umożliwiająca podgląd wytwarzanych przez układ impulsów świetlnych, oraz dioda D1. Zadaniem tej drugiej diody jest uchronienie tranzystora T1 przed uszkodzeniem w sytuacji, gdyby sterowane obciążenie mało charakter indukcyjny. Może tak się zdarzyć, jeżeli zostanie tam włączony przełącznik lub po prostu przewody połączeniowe będą bardzo długie. Kondensator C8 stanowi podręczny rezerwuuar energii dla układu, a do tego filtruje napięcie pochodzące z zasilacza.

Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy znalazł się na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 50×50mm, której widok przedstawia rysunek 2 – wzór ścieżek i schemat montażowy. W odległości 3mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe o średnicy 3,2mm każdy.

Wszystkie użyte elementy są w obudowach do montażu przewlekane, znanym też jako THT. Kolejność ich montażu nie jest istotna, w układzie nie ma żadnych pułapek, lecz proponuję zrobić to z głową i zacząć od elementów najniższych, czyli rezystorów. Pod układy US1 i US2 polecam zastosować podstawki.



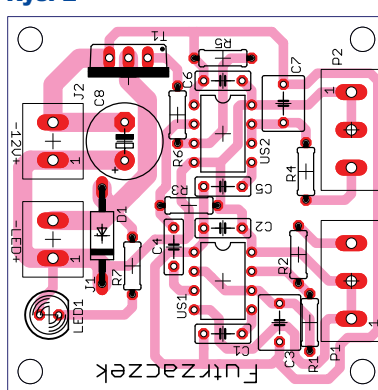
Fot. 1

Obsadzoną podzespołami płytkę prototypową można zobaczyć na fotografii 1.

Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu napięcia stałego do zacisków złącza J2, a jego wartość powinna wynosić od 10V do ok. 16V. Zbyt niskie napięcie może nie być wystarczające do prawidłowego otwarcia tranzystora T1, a zbyt wysokie może uszkodzić układy scalone. Ponadto, zbyt wysokie napięcie doprowadzi do przegrzania diod LED w sterowanym pasku – należy również to wziąć pod uwagę. Źródłem napięcia o prawidłowej wartości może być zasilacz 12V.

Średni pobór prądu zależy od czasu świecenia diod w każdym cyklu, jednak sam sterownik (z wlutowaną diodą LED1) pobiera prąd w gra-

Rys. 2



Wykaz elementów

R1, R5	.....	47kΩ 0,25W
R2, R4	.....	10kΩ 0,25W
R3, R7	.....	1,2kΩ 0,25W
R6	.....	100Ω 0,25W
P1, P2	.....	1MΩ liniowy
C1, C2, C5, C6	.....	100nF THT raster 5mm
C3, C7	.....	1μF THT raster 5mm
C4	.....	1nF THT raster 5mm
C8	.....	1000μF/25V THT raster 5mm
D1	.....	1N5817
LED1	.....	biała superjasna 5mm THT
T1	.....	BUZ11
US1, US2	.....	NE555 DIP8
J1, J2	.....	ARK2 5mm
Dwie podstawki DIP8		

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3285

nicach 10...20mA, zależnie od ustawień potencjometrów.

Obciążenie w postaci sterowanej taśmy LED powinno zostać podłączone do listwy zaciskowej J1, zgodnie z polaryzacją opisaną na płytce drukowanej. Maksymalny prąd, jaki ta taśma może pobierać, szacuję na 5A i jest ograniczony nagrzewaniem się tranzystora T1. Jeżeli miałby płynąć większy prąd, polecam pogrubić ścieżki (np. srebrzanką) oraz przykręcić do T1 radiator lub wymienić go na egzemplarz o mniejszej rezystancji włączonego kanału – np. IRFZ44N.

Układ ten jest bardzo podatny na modyfikacje: można skrócić lub wydłużyć przerwy pomiędzy poszczególnymi impulsami oraz skrócić lub wydłużyć czas ich trwania, w zależności od potrzeb. Skrajne wartości elementów otaczających układ 555 są dobrze opisane w nocie katalogowej tegoż. Również i inne elementy, jak chociażby tranzystor MOSFET czy dioda D1, mogą zostać zastąpione podobnymi podzespołami, które akurat mamy w szufladzie.

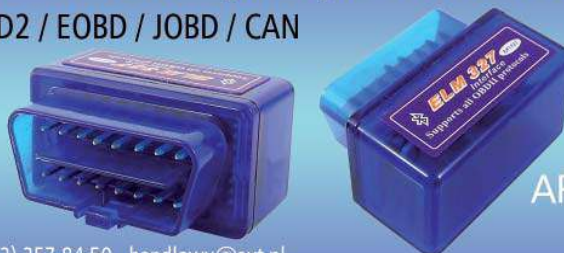
Michał Kurzela

michal.kurzela@ep.com.pl

OBD2 Bluetooth - Interfejs ELM-327 - skaner diagnostyki samochodów

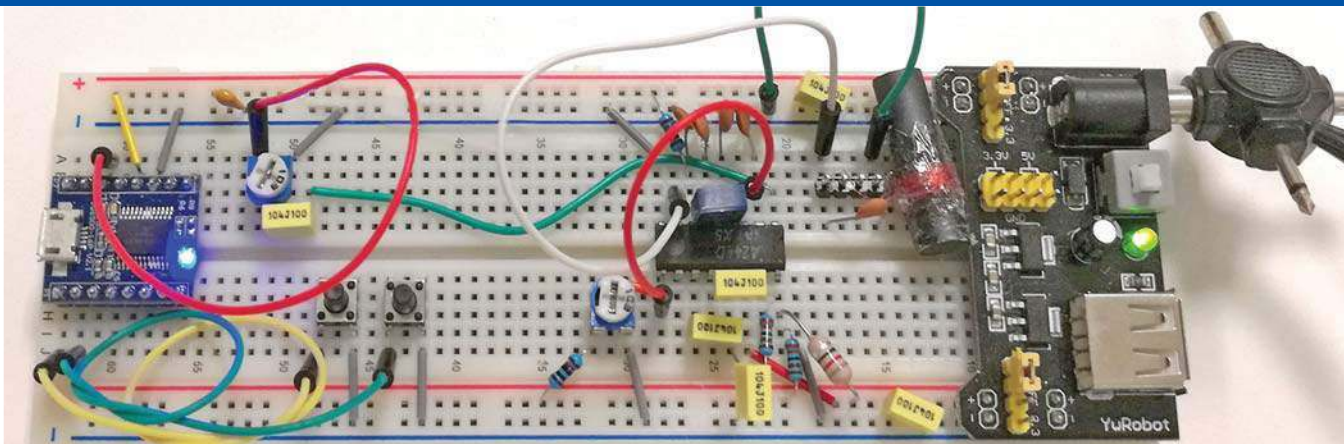
- odczyt/kasowanie błędów w standardzie OBD2 / EOBD / JOBD / CAN
- bezprzewodowa obsługa (Bluetooth)
- wymiary: 50x25x20mm

w zestawie płyta CD z oprogramowaniem



ARD-6875
21zł

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



Odtwarzacz MP3 z nadajnikiem AM

Prezentowany układ to odtwarzacz MP3 zintegrowany nadajnikiem AM małej mocy. Nadajnikiem AM, a nie FM. Powszechnie dostępne są modulatory FM, sprzedawane jako wyposażenie samochodowe, co umożliwia rozbudowę starszego radia samochodowego o możliwość odtwarzania plików MP3. Natomiast opisywane tu urządzenie umożliwia współpracę ze starymi odbiornikami AM pracującymi w zakresie fal długich lub średnich. **Proponowane zastosowanie to odtwarzanie archiwalnych audycji radiowych celem „ożywienia” zabytkowych radioodbiorników.**

Opis układu

Układ, którego schemat pokazany jest na rysunku 1, składa się z dwóch bloków. Jednym z nich jest zaznaczony żółtą podkładką gotowy moduł odtwarzacza MP3, a drugi realizuje tor radiowy przy użyciu układu TCA440 w niestandardowej – chociaż często wykorzystywanej przez krótkofalowców – konfiguracji.

W układzie zdecydowano się zastosować gotowy moduł odtwarzacza MP3, zarówno ze względu na cenę (aktualnie moduły takie dostępne są już za kilkanaście złotych), jak i dostępność oraz łatwość użycia (nie ma konieczności montażu elementów SMD). Dostępne na rynku moduły odtwarzaczy MP3 można podzielić na dwie główne kategorie:

- Moduły wykorzystujące jako nośnik danych kartę microSD. Są to najbardziej uniwersalne moduły, często zaopatrzone w zestaw przycisków i gniazdo do podłączenia głośnika, gdzie liczba odtwarzanych plików

audio ograniczona jest tylko pojemnością zainstalowanej karty, zwykle kilka do kilkunastu GB, co umożliwia zapisanie tysięcy plików dźwiękowych o typowym rozmiarze.

- Moduły wykorzystujące wbudowaną pamięć Flash, często o pojemności kilku megabajtów, czyli o stosunkowo małej pojemności.

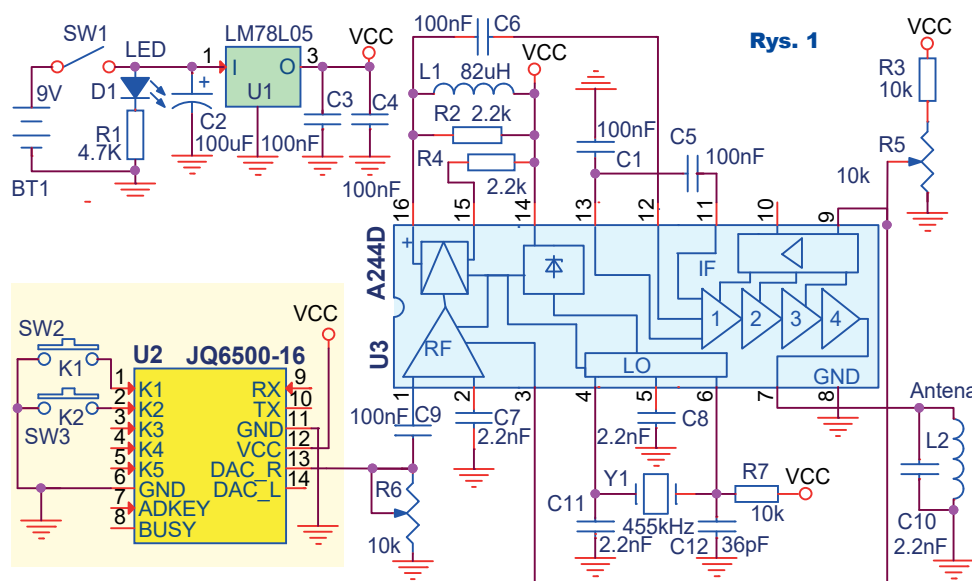
W opisywanym układzie zdecydowano się na użycie układu drugiego typu. Zostało to podyktowane kilkoma dość istotnymi względami:

- niewielkie zapotrzebowanie na objętość pamięci stałej – ze względu na ograniczenia technologiczne użytego sposobu transmisji radiowej i stosowany na terenie Europy odstęp międzykanałowy wynoszący 9kHz, pasmo sygnału audio mieści się w zakresie telefonicznym, od kilkuset do około trzech tysięcy herców, co umożliwia zastosowanie wysokiego stopnia kompresji plików wejściowych,

- niższy koszt i wyższa niezawodność rozwiązania, bo nie jest konieczny dodatkowy zakup nośnika i wyeliminowane zostają potencjalne problemy mechaniczne na połączeniu modułu i karty SD,

- ograniczenie liczby zbędnych elementów (zastosowany moduł ma wprawdzie wbudowany – nieużywany w naszym zastosowaniu – wzmacniacz głośnikowy, ale rezygnujemy z nadmiarowych przycisków, gniazda mini jack, złącza zasilania, zwykle instalowanych w modułach obsługujących karty microSD).

Najbardziej popularnym obecnie modułem z wbudowaną pamięcią jest moduł oparty na układzie JQ6500 (nazywający się zresztą podobnie – przykładowo JQ6500-16 dla modułu z wbudowaną pamięcią Flash o pojemności 2MB, czyli 16Mb). Sam moduł szczegółowo opisany jest na stronie: <https://sparks.gogo.co.nz/jq6500/index.html>.



Jak można się szybko zorientować, nie jest to strona producenta, ale użytkownika modułu, który na podstawie automatycznie tłumaczonej dokumentacji w języku chińskim (dołączony link) opracował angielską instrukcję użycia. Niestety, takie okrzęzne działania stają się coraz bardziej popularne w odniesieniu do popularnych chińskich modułów elektronicznych, co może skutkować i niestety skutkuje pojawianiem się luk lub nawet błędów w powszechnie wykorzystywanych opisach.

Jak przysłało na technologię *plug-and-play*, moduł jest wyposażony w złącze microUSB, a po podłączeniu do komputera jest wykrywany jako napęd CD.

Zgodnie z opisem, po próbie dostępu do napędu CD z poziomu systemu operacyjnego Microsoft Windows mechanizm automatycznego odtwarzania powinien uruchomić aplikację w języku chińskim umożliwiającą skopiowanie plików dźwiękowych z lokalnego dysku do pamięci modułu. W przypadku zakupionego przez Autora układu tak się jednak nie stało – komputer zgłaszał błędy w dostępie do urządzenia.

Także proponowana aplikacja do nagrywania danych z komputera: <https://github.com/NikolaiRadke/JQ6500-rescue-tool> zgłaszała problemy z komunikacją.

Rozwiązaniem okazało się pobranie z powyższej strony obrazu (*image*) płyty CD służącego do ponownego wgrywania oprogramowania do modułów (*jq6500-rescue-tool.iso*), który uruchomiony w maszynie wirtualnej (Virtual-Box) ze skonfigurowanym dostępem do urządzenia USB wykrył moduł i umożliwił jego reinicjalizację. Po wykonaniu powyższych prac moduł zaczął zachowywać się zgodnie z dokumentacją – wykrywany był jako dysk CD z wbudowaną aplikacją do kopiowania plików audio, co umożliwiło nagranie treści.

Teraz kilka słów o przygotowaniu plików dźwiękowych.

Jako że celem projektu jest „ożywienie” zabytkowego radiodiodniaka, zdecydowano się na nagranie historycznych przemówień parlamentarnych z czasów drugiej wojny światowej – ze względu na dostępność materiałów użyto głównie przemówień Winstona Churchilla dostępnych na stronie Fundacji Churchilla. Problemem okazała się wielkość plików źródłowych – każde przemówienie miało ponad 1MB, a planowane było nagranie kilku różnych. Udało się to zrealizować poprzez przekodowa-

nie plików. Posiłkując się faktem, że przy transmisji radiowej na falach średnich lub długich i modulacji amplitudy mamy do czynienia z „telefonicznym” pasmem przenoszenia, zastosowano parametry typowe dla telefonii stacjonarnej: częstotliwość próbkowania 8kHz oraz sygnał monofoniczny. Dla osób przyzwyczajonych do parametrów kodowania plików muzycznych może to się wydawać drastycznie mało, ale są to standardowe parametry używane w systemach telekomunikacyjnych.

Przykładowa linia poleceń dla aplikacji *lame* w systemie Linux to:

```
$ lame -B 8 --resample 8 -m m 1945-03-25_BBC_Robert_Barr_Reports_Winston_Churchill_Crosses_The_Rhine.mp3 1945-03-25_BBC_Robert_Barr_Reports_Winston_Churchill_Crosses_The_Rhine_8kbs.mp3
```

gdzie przełączniki *-B 8* i *--resample 8* określają odpowiednio przepływność binarną (bitrate) oraz częstotliwość próbkowania sygnału docelowego, a przełącznik *-m m* specyfikuje, że generowany ma być sygnał monofoniczny. Dla wybranych plików przekodowanie w powyższy sposób skutkowało około czterokrotnym zmniejszeniem rozmiaru plików wynikowych, co umożliwiło zmieszczenie w pamięci modułu pięciu plików dźwiękowych o sumarycznej długości ponad 25 minut.

W przypadku systemu Microsoft Windows autor strony <https://sparks.gogo.co.nz/jq6500/index.html> proponuje użycie aplikacji *winLAME* (prawdopodobnie wystarczy też Audacity z ewentualną łatką Lame).

Drugim blokiem nadajnika jest aplikacja układu TCA440 (lub odpowiednika – w modelu użyto A244D). Układ ten jest wprawdzie scalonym odbiornikiem AM zawierającym w swojej strukturze: wzmacniacz wysokiej częstotliwości, lokalny oscylator, mieszacz zrównoważony i wzmacniacz pośredniej częstotliwości, ale nota katalogowa specyfikuje zakres pracy wzmacniacza wysokiej częstotliwości jako 0–50MHz, co w połączeniu z wysoką odpornością toru wejściowego na sygnały o dużej amplitudzie umożliwia wykorzystanie układu także w nadajniku AM.

W takiej konfiguracji został on także użyty w proponowanym układzie. Sygnał wyjściowy z modułu MP3, po ograniczeniu amplitudy

potencjometrem R6 i odcięciu składowej stałej, trafia na wejście wzmacniacza wysokiej częstotliwości układu U3. Częstotliwość nośna generowana jest przez lokalny generator, stabilizowany rezonatorem ceramicznym o częstotliwości 455kHz, którego parametry pracy eksperymentalnie dobrano, modyfikując wartości kondensatorów odprężających C11 i C12 celem uzyskania jak najlepszej jakości sygnału w odbiorniku.

Użycie oscylatora ceramicznego nie jest często spotykanym rozwiązaniem, gdyż w typowym odbiorniku stosowany jest przestrajany generator LC, którego sygnał, po przemnożeniu przez sygnał pochodzący z anteny i przefiltrowaniu, kierowany jest do wzmacniacza pośredniej częstotliwości, dlatego noty katalogowe nie podają zalecanego sposobu podłączenia. Użycie częstotliwości nośnej zbliżonej do typowo używanej w radiodiodniakach częstotliwości pośredniej 465kHz ułatwia dostrojenie – sygnał odbierany jest w bardzo szerokim zakresie ustawień odbiornika.

Sygnał audio i sygnał z generatora trafiają na wejścia mieszacza, a sygnał wyjściowy kierowany jest do anteny przez tor wzmacniacza pośredniej częstotliwości. Oba wzmacniacze układu U3 mają regulowane wzmocnienie – Autor zdecydował się zastosować wspólne sterowanie wzmocnieniem przy użyciu potencjometru R5. Jako antenę zastosowano kawałek ferrytowej anteny ze starego radia z nawiniętymi kilkudziesięcioma zwojami drutu DNE. Układ zestrojono z widocznym na **fotografii 1** radzieckim odbiornikiem Elektronik odbierającym fale długie i średnie. Odbiornik ten nie jest wyposażony w skalę strojenia opisaną konkretnymi częstotliwościami, więc strojenie odbywało się na słuch, a elementy oscylatora, filtra na wyjściu mieszacza i kondensator współpracujący z anteną były modyfikowane eksperymentalnie celem minimalizacji zakłóceń.

Ciąg dalszy na stronie 63

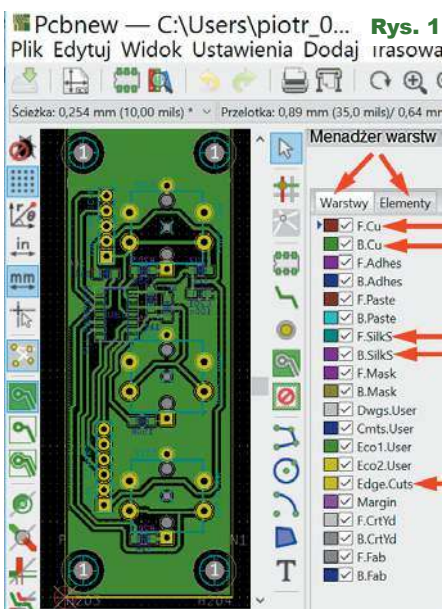


KiCad – płytka w kolorach EdW

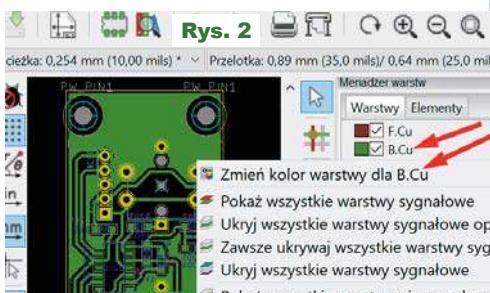
W EdW 6/2020 omówione było drukowanie schematów. Teraz omówimy kwestię dokumentacji płytek drukowanych.

Płytki – zmiana kolorów

Po otwarciu płytki w programie **pcbnew** zapewne zobaczymy kolory standardowe, jak na **rysunku 1**. Aby uzyskać „kolory EdW”, trzeba zmienić barwy czterech podstawowych warstw, wskazanych czerwonymi strzałkami.



W panelu **Menadżer warstw** z prawej strony z zakładki **Warstwy** należy ustawić kursor nad interesującą nas warstwą i kliknąć prawym przyciskiem myszki. Otworzy się okno, jak na **rysunku 2**.

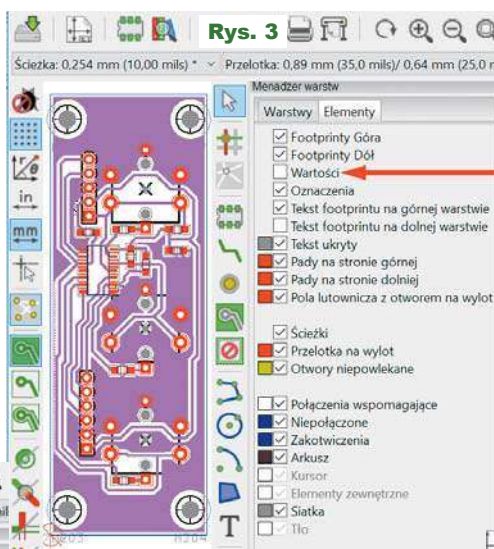


Należy wybrać pierwszą pozycję: **Zmień kolor dla warstwy...**, a po jej kliknięciu w następnym oknie wybrać paletę **Defined Colors**. Nie trzeba zmieniać wszystkich kolorów, a tylko najważniejsze: **F.Cu** (Górna warstwa ścieżek) – Lazurowy4, **B.Cu** (Dolna warstwa ścieżek)

– Fioletowy4, **F.Silks** (Warstwa opisowa na warstwie górnej) – Czarny, **B.Silks** (Warstwa opisowa na warstwie dolnej) – Zielony4 i **EdgeCuts** (Definicja obrzeży płytki) – Niebieski4.

Tyle w palecie-zakładce **Warstwy**. Potem należy kliknąć paletę **Elementy** i tam na pewno zmienić na kolor Czerwony4 elementów **Pola lutownicze z otworem na wylot** oraz **Przelotka na wylot**. Pola lutownicze **Pady bez otworów...** umieszczane na obu stronach też mogą mieć kolor Czerwony4. Ale mogłyby mieć też kolor odpowiedniej warstwy miedzi (Lazurowy4, Fioletowy4). Tło można (warto) zmienić na Białe.

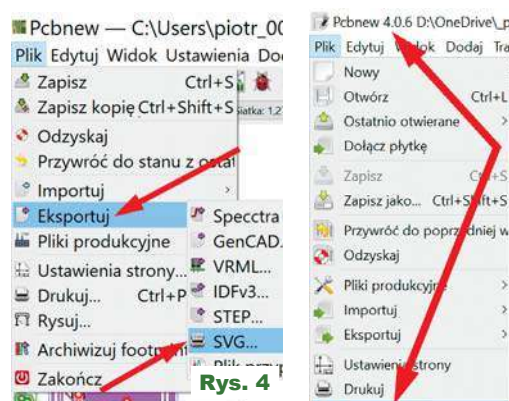
Na rysunku płytki potrzebne są **Oznaczenia**, a niepotrzebne są **Wartości**, dlatego należy odznaczyć okienko i wyłączyć wyświetlanie **Wartości**, jak pokazuje czerwona strzałka na **rysunku 3**.



Ustawienia kolorów to jedna sprawa, a druga to realizacja wydruków.

Rysunki płytek

Do artykułu EdW potrzebny jest kolorowy rysunek płytki z widocznymi wykorzystanymi warstwami. W przypadku KiCad i programu **Pcbnew** wykorzystanie **Plik – Drukuj** i sterownika drukarki bardzo często daje dziwne i nieprzewidywalne efekty. Zależy to m.in. od użytego sterownika, ale też od innych trudno uchwytanych czynników. Dlatego zdecydowanie bezpieczniej jest wykonać

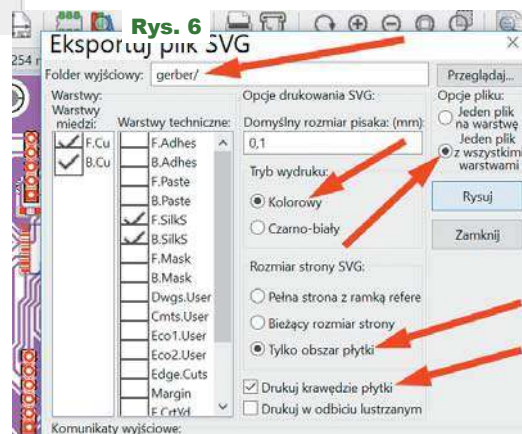


rysunek w formacie SVG. W KiCad 5 należy wykorzystać polecenie **Plik – Eksportuj – SVG** (rysunek 4).

W wersjach niższych KiCada: **Plik – Eksportuj SVG** (rysunek 5).

W następnym oknie trzeba po pierwsze zaznaczyć warstwy potrzebne do wydruku, wybrać **Jeden plik z wszystkimi warstwami**, kolorowy, **Tylko obszar płytki** i koniecznie zaznaczyć: **Drukuj krawędzie płytki** – **rysunek 6**. Po kliknięciu **Rysuj** to rysowanie następuje „po cichu”, bez żadnego komunikatu, co jest mylące. Tym bardziej że utworzonego tak pliku trzeba szukać „piętro niżej”, w katalogu .../gerber/. Tak uzyskany plik SVG zostaje poddany redakcyjnej obróbce.

Przy definiowaniu kolorów (rysunki 2, 3) można uczynić półprzezroczystymi (**Opacity**) ścieżki obu warstw miedzi, co jest pożyteczne i co jest potrzebne w EdW na rysunkach płytek dwustronnych. Niestety, zmiana przezroczystości (**Opacity**) działa tylko



na ekranie, a wydruk SVG ma warstwy nieprzezroczyste. Przezroczystość nadamy później, podczas redakcyjnej obróbki plików.

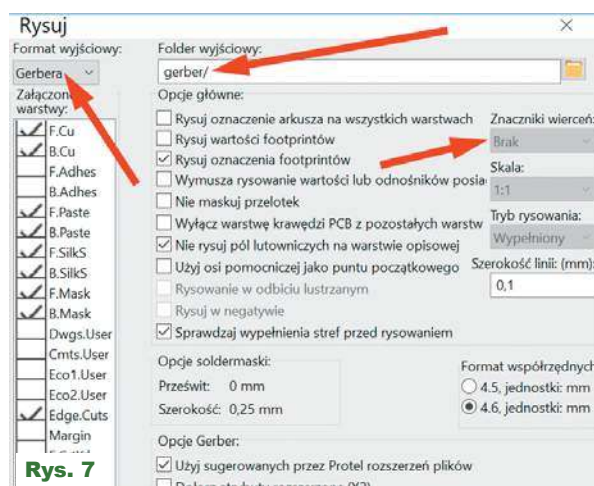
Na rysunkach płytek dość często pojawiają się dodatkowe, niepotrzebne, zdublowane warstwy, często czarne, które trzeba usuwać „ręcznie”, ale to już nasze zmartwienie. Praktyka i statystyka pokazują, że jeszcze więcej problemów występuje, jeśli płytkę chcemy wydrukować (**Plik – Drukuj** za pomocą wirtualnej drukarki PDF). Dlatego zachęcamy do stworzenia rysunku płytki do artykułu w EdW za pomocą **Plik – Eksportuj – SVG**.

Dokumentacja do Elportalu

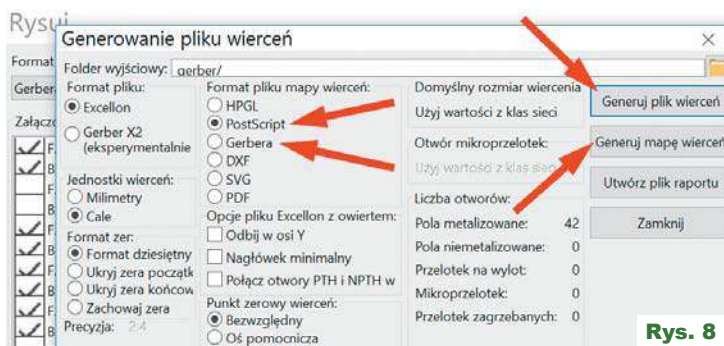
Oprócz rysunków do artykułu, konieczne trzeba też wygenerować dokumentację do Elportalu. Niewątpliwie trafi tam oryginalny plik projektu KiCad. Ale to nie wystarczy: nie każdy go obsłuży, są kłopoty z kompatybilnością kolejnych wersji i bibliotekami, itp. Dlatego dodatkowo konieczne trzeba stworzyć: - „uniwersalne” pliki w formacie Gerbera - pliki dla wiertarki numerycznej, - czarno-białe rysunki (PDF) wszystkich warstw (np. do metody „żelazkowej”). W tym celu w programie **Pcbnew** trzeba wybrać **Plik – Rysuj** (a nie **Plik – Pliki produkcyjne**). Najpierw stwórz pliki w formacie Gerbera według **rysunku 7**. Paleta do tworzenia plików Gerbera pozwala ustawić szereg różnych parametrów i opcji. Niektóre są zrozumiałe, inne

wymagają większej wiedzy. Ogólnie biorąc, ustawienia domyślne powinny wystarczyć. Nie przejmuj się, jeśli stworzysz pliki niewykorzystywanych warstw (*Adhes.* – kleju, *Paste* – pasty lutowniczej SMD, *Mask* – maski antylutowicznej).

Zwróć jednak uwagę, że w przypadku plików Gerbera domyślnie ustawiony jest **brak znaczników wierceń**, czyli pola lutownicze pozostaną pełne (bez otworów).



Rys. 7



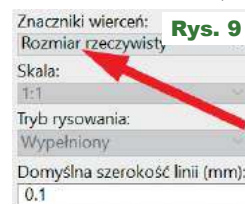
Rys. 8

Kliknięcie **Rysuj** „po cichu” stworzy pliki w katalogu `.../gerber/`. Kliknij też **Generuj pliki wierceń**, co otworzy okno jak na **rysunku 8**, w którym nie musisz niczego zmieniać. Wygeneruj na wszelki wypadek i **plik wierceń**, i **mapę wierceń**.

Czarne rysunki zaznaczonych warstw stworzysz, wybierając **Plik – Rysuj** i potem

Format wyjściowy: PDF zamiast Gerbera. W przypadku PDF-ów warto zaznaczyć **Znaczniki wierceń – Rozmiar rzeczywisty** (**rysunek 9**), co nie jest konieczne, ale znacząco ułatwi wiercenie w płytkach robionych „na piechotę”.

(red)



Rys. 9

Ciąg dalszy ze strony 61

Montaż i uruchomienie

Jak widać na fotografii tytułowej, układ zmontowano (ze względu na brak czasu i zbliżający się termin oddania projektu) na płytce prototypowej, co niestety skutkowało typowymi problemami z kontaktami i zakłóceniami pojawiającymi się na zbyt długich końcówkach elementów. Niemniej układ działa i pełni przewidzianą rolę.

Regulacja sprowadza się do ustawienia amplitudy sygnału z modułu MP3 oraz wzmocnienia układu U3 (potencjometri R5 i R6) – można

Wykaz elementów

R1	.....	4,7kΩ
R2,R4	.....	2,2kΩ
R3,R7	.....	10kΩ
R5,R6	.....	potencjometr montażowy 10kΩ
C1,C3,C4,C5,C6,C9	.....	100nF
C2	.....	100uF
C7,C8,C10,C11	.....	2,2nF
C12	.....	36pF
D1	.....	dioda LED

U1	.....	LM78L05
U2	.....	moduł JQ6500-16
U3	.....	A244D (TCA440/UL1203)
BT1	.....	bateria 9V
L1	.....	dławik 82uH
L2	.....	antena (patrz tekst)
SW1	.....	wyłącznik zasilania
SW2,SW3	.....	mikroprzełącznik
Y1	.....	rezonator ceramiczny 455kHz

to zrobić na słuch ustawiając minimum zakłóceń w sygnale odbieranym w radioodbiorniku. Podczas regulacji dobrze jest zwrócić uwagę, że wzmocnienie układu rośnie wraz ze spadkiem sygnału sterującego ustawianego potencjometrem R5, a realny zakres regulacji to 0V–0,6V.

Podczas strojenia dobrze jest weryfikować wzajemne położenie anten nadajnika i odbiornika – czasem obrót jednej w stosunku do drugiej może znacząco poprawić lub pogorszyć jakość sygnału.

Jarosław Węgliński
jweglinski@poczta.onet.pl

Magnetofony w Polsce

Do redakcji EdW wpłynął klasyczny list o następującej treści:

Witam

Od dawna czytam „Elektronikę dla Wszystkich”. W numerze z lutego 2020 jest artykuł o wynalezieniu pierwszych magnetofonów szpulowych. Przesyłam więc zdjęcia dla uzupełnienia, że w Polsce, w roku 1956 pierwszy radiomagnetofon skonstruował mój tata, Jerzy Górecki. Po nim odziedziczyłem zainteresowanie tą dziedziną fizyki.

Pozdrawiam
Tadeusz Górecki

W kopercie oprócz listu były dwie fotografie, odbitki pierwszej strony gazety „Echo Krakowa” z 13 lutego 1956 roku (fragment poniżej) oraz odpis umowy o dzieło z roku 1954, dotyczącej skonstruowania magnetofonu z wbudowanym radioodbiornikiem. Nadesłane materiały pokazane są na ilustracjach.

Udowadniają one, że niedługo po wojnie także w Polsce powstawały interesujące konstrukcje magnetofonów, które jednak z uwagi na ówczesną sytuację nie miały szans na upowszechnienie.

Jerzy Szymański, autor cyklu o lampowych radioodbiornikach i magnetofonach, skomentował to następująco:

Nowy typ radio-magnetofonu skonstruował J. Górecki z WZAG w Krakowie

Pragniesz wysłuchać sprawozdania radiowego ze szczególnie interesującego meczu, ale w godzinach transmisji odbywa się inna pasjonująca impreza, na którą udało ci się po wielu trudach otrzymać bilety. Co robić? W tej sytuacji ratuje cię ten oto radio-magnetofon: nagrywa audycję, która można później odtworzyć w dowolnym czasie.

Nieocenione usługi oddać może aktorom, śpiewakom, muzykom, umożliwiając nagrywanie i wysłuchiwanie ich własnych występów. Niezwykle pożyteczne byłoby to urządzenie dla studiujących obce języki. Szerokie zastosowanie znalazłby radio-magnetofon w świetlicach, w salach odczytowych, uczelniach.

Autor prototypu? Jerzy Górecki, kierownik elektrotechnicznego punktu usługowego przy ul. Wielopole, prowadzonego przez Woj. Zakłady Artykułów Gospodarczych w Krakowie. Pomysł zrodził się w jesieni ub. r. W stosunkowo krótkim czasie, korzystając z wydatnej pomocy zakładu, ob. Górecki opracował swój pierwszy „krakowski” model magnetofonu.

Zainstalowany jest on na odbiorniku radiowym polskiej produkcji „Syrena”, do którego wprowadzono niewielkie zmiany konstrukcyjne.

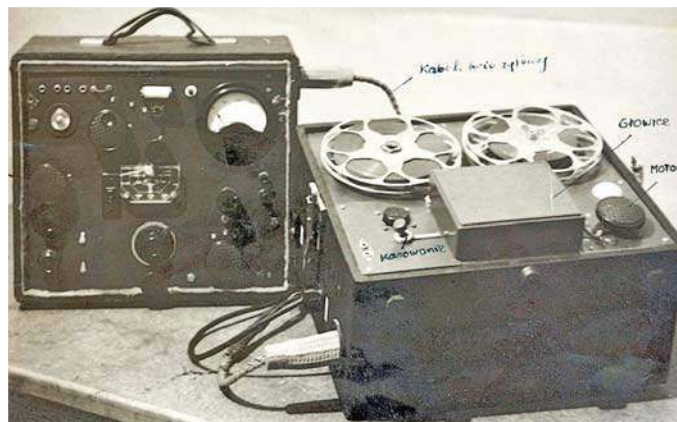
Wymiary radio-magnetofonu: wysokość 25 cm, szerokość

45 cm, długość 65 cm. Waga 28 kg. Taśma magnetofonowa (aqua) długości 500 m, grubości 0,05 mm przewija się w ciągu 60 sek. Szybkość przesuwu taśmy 38,1 cm. Mechanizmy: zapisujący, kasujący, odczytujący, przewijający i zatrzymujący uruchamia się przy pomocy widocznych na zdjęciu przycisków.

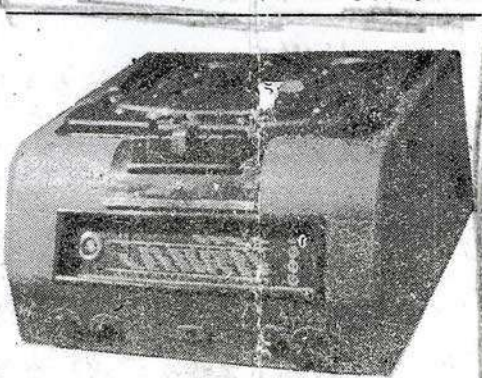
Udoskonalenia zastosowane w prototypie polegają na wykorzystaniu odbiornika radiowego jako wzmacniacza nagrywania i odczytywania (umożliwia to bezpośredni zapis audycji radiowej) oraz na wspólnym zasilaniu radia i magnetofonu. Jedną z najcenniejszych właściwości magnetofonu jest zdolność nieprzerwanej 10-godzinnej pracy bez przegrzania silników.

Do chwili obecnej aparatura pracowała przeszło 300 godzin bez usterki. Radio-magnetofon pomysłu Góreckiego wykonać można z znajdujących się na rynku części. Koszt wykonania prototypu wyniósł 8.206 zł. Cena urządzenia produkowanego seryjnie ukształtowałaby się znacznie niżej.

Obecnie prototyp znajduje się w pracowni elektroakustycznej Instytutu Łączności w Warszawie, gdzie eksperci zdecydowali o dalszych jego losach. Prototypem zainteresowało się już Ministerstwo Handlu Wewnętrznego. (ja)



do -12 st. C. Należy ciągle aktualnie być pod śnieg, przelotowo rozogrodzić. Wiatry śnieg, słońce, nie, nocą umiarkowane - południowe.



Nowy typ radia - magnetofonu skonstruowanego w Krakowie

Umowa o dzieło

zawarta w dniu 5 listopada 1954 r. we Wrocławiu pomiędzy Teatrem Młodego Widza we Wrocławiu, zwanym w dalszym ciągu „Zleceniodawcą” a Ob. Jerzym Góreckim sam. w Krakowie przy ul. 15 Grudnia 16/14, zwanym w dalszym ciągu „Zleceniobiorcą” - o treści następującej:

Zleceniodawca poleca Zleceniobiorcy wykonanie kompletnego magnetofonu uniwersalnego /t.j. zasilanego zarówno z sieci prądu stałego, jak zmiennego/ wraz z wbudowanym radioodbiornikiem oraz mikrofonem. Podatko Zleceniodawca poleca Zleceniobiorcy wmontowanie do opisanego

„Bardzo zainteresowało mnie to urządzenie, które zostało skonstruowane trzy lata przed ukazaniem się na rynku magnetofonu Melodia. Można się domyślać, że pan Jerzy Górecki

współpracował z Zakładami im. Kasprzaka. Duża prędkość przesuwu 38,1cm/s pozwalała przy użyciu taśmy AGFA C uzyskać pasmo ok. 12000Hz. w zależności od zastosowanych głowic. Zaskoczyła mnie duża prędkość przewijania: 60s dla 500 metrów. W popularnych magnetofonach czas przewijania 350m taśmy wynosi 2 do 3 minut. Moje wielkie uznanie dla pana Góreckiego, że w czasach gdy polski przemysł magnetofonowy był jeszcze w powijakach, skonstruował tak dobre urządzenie. Tylko pasjonat mógł czegoś takiego dokonać.

Jerzy Szymański

Stały konkurs: Co to jest?

Zadanie CoTo2008

Zadanie konkursowe brzmi:

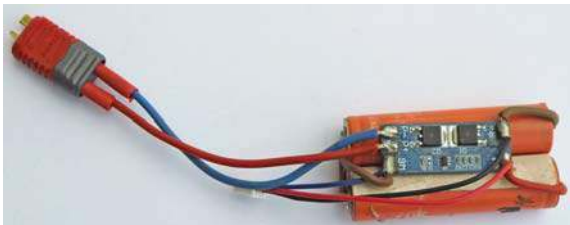
Co przedstawia zamieszczona niżej fotografia?

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. *CoTo2007Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.



Rozwiązanie zadania CoTo2005

Fotografia pochodzi z artykułu Karola Świerca „Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku” – EdW 12/2019, str. 64.



Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Michał Świtalski – Nakło nad Notecią,

Zygmunt Flisak – Opole

Damian Szełtak – Majscowa.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 9/2020

Modułowy licznik częstotliwości i czasu

Projektów liczników częstotliwości jest wiele. Większość opiera się na pomiarze liczby impulsów w jednostce czasu. Opisywane urządzenie, przy pomiarze niskich częstotliwości – do 50kHz, mierzy okres sygnału, po czym przelicza na częstotliwość, co poprawia dokładność pomiaru.



EdW 10/2020

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 11/2020

Moja własna karta audio USB

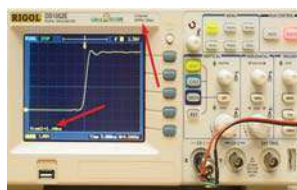
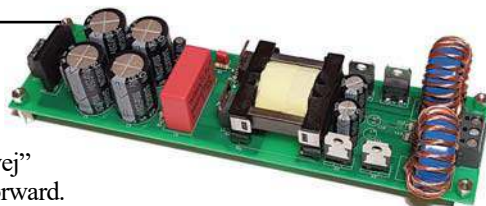
Przekonaj się, że dzięki kostce CM119 budowa komputerowej karty dźwiękowej wcale nie jest tak trudna, jak mogłoby się wydawać. Przy okazji poznaj pokrewne układy scalone C-Media, przydatne także w mniej tradycyjnych zastosowaniach.



W kolejce na publikację czekają m.in.:

Simple half-bridge SMPS

Przykład prostej „dwukierunkowej” przetwornicy forward.



(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.



Przystawka do pomiaru indukcyjności

Istnieje szereg sposobów pomiaru indukcyjności. Poszczególne metody mają zalety i wady. Zapoznaj się z interesującym, klasycznym rozwiązaniem.



Jak to działa

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat wewnętrzny pewnego układu scalonego. Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu:

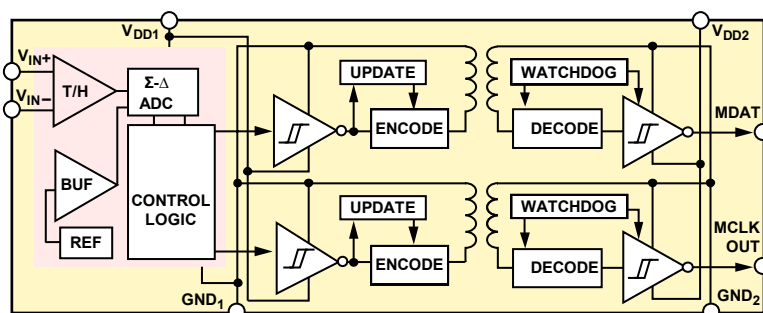
Jak działa i do czego służy taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem

Jak8,

należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się tego numeru EdW. Nagrodami w konkursie będą 3 kity AVT

Rysunek A

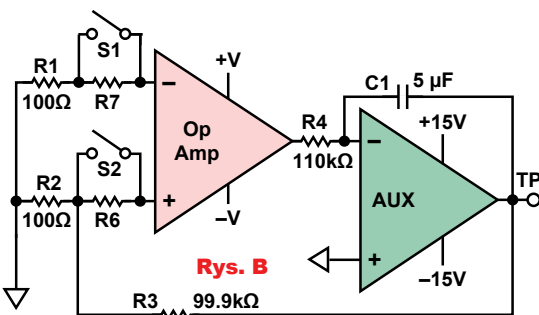


Rozwiązanie zadania *Jak to działa* z EdW 4/2020

W numerze 4/2020 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany schemat jakiegoś układu elektronicznego.

Jest to... **miernik wzmacniaczy operacyjnych**. A ściślej miernik pozwalający w prosty sposób określić napięcie niezrównoważenia, prądy polaryzacji obu wejść i wejściowy prąd niezrównoważenia (czyli różnicę prądów wejściowych) wzmacniacza oznaczonego Op Amp.

Jeden z Czytelników napisał: Przedstawiony układ to miernik parametrów wejściowych wzmacniaczy operacyjnych. Umożliwia pomiar napięcia niezrównoważenia (Input Offset Voltage) oraz prądów wejść (Input Bias & Offset Currents). (...) Rezystory R1, R7 i R6 oraz przełączniki S1 i S2 [są] nietypowo umieszczone w obwodzie wejściowym wzmacniacza oznaczonego jako Op Amp. (...) zastanawiające jest umieszczenie rezystorów w obwodzie wejścia „-”. Ponieważ prądy wejściowe WO są znikomo małe, jedyne sensowne wytłumaczenie obecności tych elementów to pomiar lub polepszenie (kompensacja) parametrów wejściowych. Ponadto obecność dyskretnych przełączników S1 i S2 również jest (...) niespotykanym rozwiązaniem, wydawałoby się bezcelowym. Ponieważ w układzie nie widać żadnego wejścia sygnału z zewnątrz, a jedynie wyjście TP, można podejrzewać, że jest to układ do testowania wzmacniaczy operacyjnych. Przemawia za tym również generyczny typ pierwszego wzmacniacza – „Op Amp”.



Zakładając, że coś jest na rzeczy z offsetem i prądami wejściowymi wzmacniacza wejściowego „Op Amp”, można się dokładniej przyjrzeć układowi. Obecność R3 świadczy o globalnym, ujemnym sprzężeniu zwrotnym. Układ zatem dąży do ustawienia takiej wartości napięcia na TP, aby napięcia na wejściach „Op Amp” wyrównały się.

Dodatkowo wzmacniacz AUX objęty jest lokalnym ujemnym sprzężeniem zwrotnym, uzyskanym dzięki włączeniu kondensatora C1 między wyjście a wejście „-”. Konsekwencją tego jest bardzo duże wzmocnienie dla napięć stałych i sygnałów wolnozmiennych, podawanych z wyjścia „Op Amp” poprzez rezystor R4 na wejście „-” wzm. AUX.

Dysponując już tymi ustaleniami, można się zastanowić, jaki przebieg właściwie pojawia się na wyjściu TP?

Pętla globalnego sprzężenia zwrotnego zamknięta jest przez dzielnik napięcia R3/R2. Szybka kalkulacja wartości rezystorów daje pogląd na temat wzmocnienia napięciowego. Dzielnik ten powoduje, że zmiana napięcia na wejściu „Op Amp” o 1mV spowoduje zmianę na wyjściu TP o 1V.

(...) kiedy S1 i S2 są zwarte, cały układ znajduje stan równowagi, podając odpowiednie napięcie na wejście „+” wzmacniacza Op Amp. Wartość ta odpowiada napięciu niezrównoważenia. Pomnożoną 1000 razy można zmierzyć z wyjścia TP.

Gdy S1 i S2 są rozwarne, przez rezystory R6 i R7 płynie pewien prąd, powodując na nich spadek napięcia. W wyniku tego napięcie na TP zmienia się.

W ten sposób można zmierzyć prąd niezrównoważenia (Input Offset Current) pobierany przez wejścia wzmacniacza „Op Amp” [oraz prądy polaryzacji obu wejść]. Prądy te są [mogą być] bardzo małe, rzędu pA dla wejść FET i nA dla wejść układów bipolarnych. Stąd R6 i R7 nie mają podanej konkretnej wartości. Przykładowo dla NE5532 prąd wejścia typowo wynosi 10nA. Zastosowanie szeregowego rezystora 100k spowoduje odłożenie się napięcia 1mV. Po wzmocnieniu 1000× uzyskamy na wyjściu TP wartość 1V.

Inny uczestnik konkursu zaczął tak: Przedstawiony układ pochodzi ze strony <https://www.analog.com/en/analog-dialogue/articles/simple-op-amp-measurements.html#-fig.3>.

Układ powyższy jest wykorzystywany do pomiaru prądu pobieranego przez wejście wzmacniacza operacyjnego. Wejście to we wszelkich założeniach jest przyjmowane jako nieskończenie duża rezystancja, zaś w rzeczywistości jest to wartość skończona. Typowa wartość tego prądu to femto- i pikoampery, ale dla szybkich wzmacniaczy może sięgać mikroamperów.

Pomiar przeprowadza się poprzez zwieranie i rozwieranie rezystancji R_6 , R_7 przez przełączniki S_1 , S_2 oraz pomiar napięcia w punkcie TP. Wartość rezystancji R_6 , R_7 należy dobrać do przewidywanej wartości mierzonego prądu.

Rysunek C pokazuje oryginalny schemat ze wspomnianego źródła. Natomiast **rysunek D** przedstawia nieco bardziej

Figure 3. Offset and bias current measurement.

rozbudowany schemat układu, pozwalającego zmierzyć więcej parametrów wzmacniacza operacyjnego. Tego rodzaju tester, który może mierzyć jeszcze więcej parametrów

wzmacniacza operacyjnego, powstał w redakcji EdW i ukaże się w jednym z najbliższych numerów EdW jako projekt okładowy – **fotografia E**.

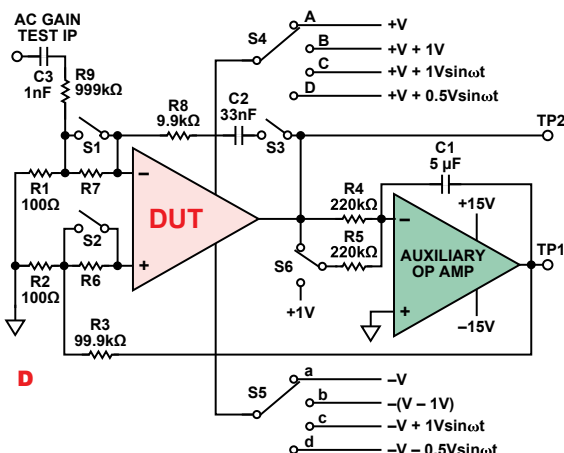
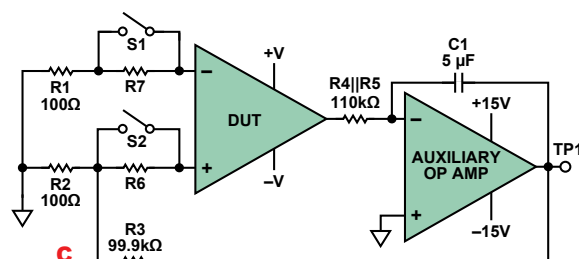
Nagrody-upominki za zadanie **JakDziała3** otrzymują:

Piotr Wójtowicz – Wólka Bodzechowska,

Mateusz Ostrycharz – Siemkowice,

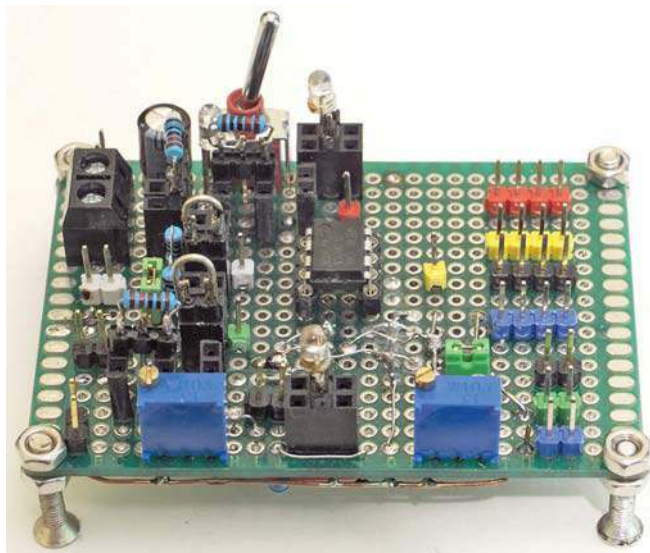
Rafał Dąbrowski – Grądy.

Wszyscy uczestnicy konkursu zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.



SWITCH POSITIONS

	S1	S2	S3	S4	S5	S6
napięcie niezrównoważenia U_{OS}	1	1	0	A	a	0
prądy wejściowe I_B	0/1	0/1	0	A	a	0
wzmocnienie napięciowe DC	1	1	0	A	a	0/1
wzmocnienie napięciowe AC	1	1	0	A	a	0
tłumienie sygnału wspólnego DC CMRR	1	1	0	A/B	a/b	0
tłumienie sygnału wspólnego AC CMRR	1	1	0	A/B	a/b	0
tłumienie sygnału wspólnego AC PSRR	1	1	1	C	c	0
tłumienie sygnału wspólnego AC PSRR	1	1	1	D	d	0



Złutuj samodzielnie i zagraj ze znajomymi

AVT 723 Uniwersalna gra zręcznościowa

Zadaniem gry jest jak najszybsze "wyjście z labiryntu" bez drgnięcia ręki. Zwycięza ten kto bez błędów pierwszy pokona całą trasę. Dla zwiększenia atrakcyjności układ dopuszcza dwie "wpadki". Stopień trudności można dowolnie regulować przez zmianę kształtu i długości trasy.



Wybrane parametry:

- doskonała rozrywka - indywidualna i grupowa
- cel - bezbłędne i jak najszybsze przejście labiryntu
- doskonałe ćwiczenie zręczności i "pewnej" ręki
- sygnalizacja błędów - diody LED i dźwięk
- zasilanie 4,5...15 VDC (bateria 9V)
- wymiary płytki: 36x57 mm



AVT 1651 Gra - Kto pierwszy ten lepszy

Ten nieskomplikowany układ, zbudowany z układów cyfrowych - co ważne - bez mikrokontrolera na niewielkiej płytce drukowanej, przyda się np. do organizowania teleturniejów. Grać może do czterech osób, a odpowiednia dioda świecąca sygnalizuje, która z nich w danej rozgrywce była najszybsza.



Wybrane parametry:

- maksymalnie 4 graczy
- sygnalizacja zwycięzcy diodą LED
- dotychczasowy przycisk RESET
- łatwy montaż i uruchomienie
- zasilanie 5 VDC
- wymiary płytki: 76x76 mm



AVT 1661 Elektroniczna kostka do gry

Układ jest elektronicznym odpowiednikiem tradycyjnej kostki do gry. Przyciśnięcie przycisku powoduje rozpoczęcie generowania wyniku - jest on prezentowany na panelu z diodami świecącymi.



Wybrane parametry:

- jako wskaźnik liczby oczek diody LED
- inicjowanie "losowania" - mikrosygnalizator
- łatwy montaż i uruchomienie
- zasilanie 6...12 VDC
- wymiary płytki: 50x50 mm



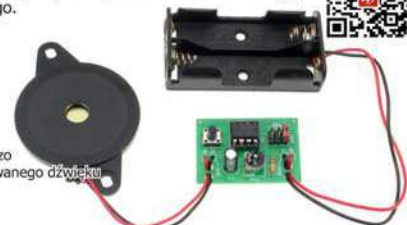
AVT 789 Syrena dla pojazdów uprzywilejowanych

Łatwy w wykonaniu moduł o nieograniczonym zastosowaniu, generujący trzy rodzaje syren pojazdów uprzywilejowanych oraz doskonale imitujący strzały z karabinu maszynowego.



Wybrane parametry:

- 4 różne efekty dźwiękowe
- wybrór dźwięku zworką
- źródło dźwięku: przetwornik piezo
- regulacja częstotliwości generowanego dźwięku
- zasilanie 3 VDC (2x AA)
- wymiary płytki: 26x37 mm



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

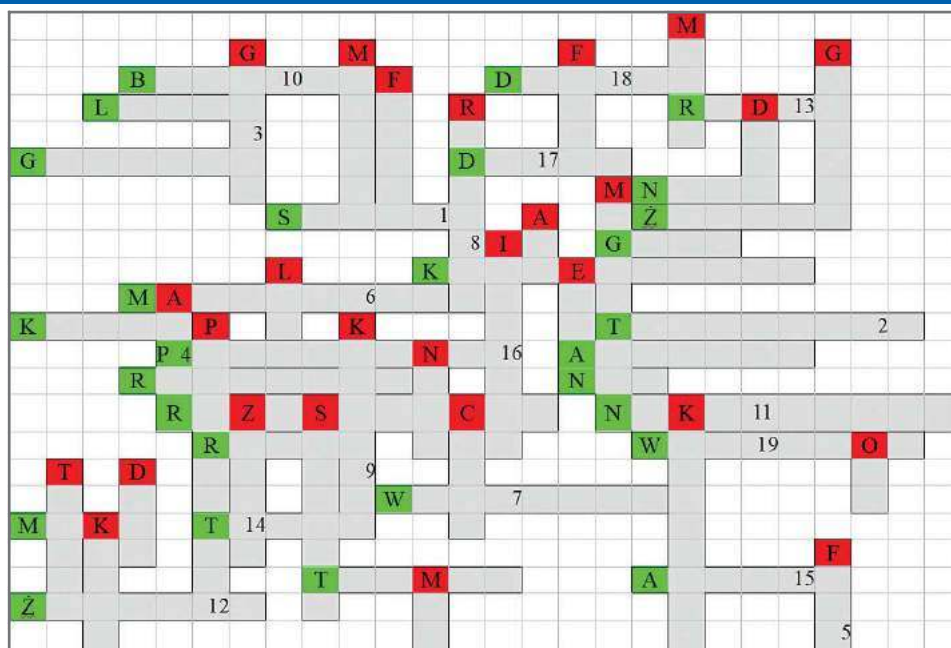
Podane niżej wyrazy
należy wpisać do diagramu
pionowo lub poziomo,
tak jak wskazują kolory.
Dla ułatwienia pierwsze litery
wyrazów zostały już wpisane.
Rozwiązanie utwórz litery
z pól oznaczonych cyframi.

Autorem krzyżówki jest
Zbigniew Lata z miejscowości
Jabłonec nad Nisou.
Autor w nagrodę otrzymuje
18-miesięczną
e-prenumeratę EdW.

HASŁO:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

11	12	13	14	15	16	17	18	19



P	O	Z	I	O	M	O						P	T	O	N	O	W	O				
S	I	A	T	K	A							K	A	L	A	F	O	N	I	A		
R	A	D	A	R								A	N	D								
Z	A	R	Ó	W	K	A						A	M	P	E	R						
A	R	D	U	I	N	O						R	A	D	I	A	T	O	R			
N	O	K	T	O	W	I	Z	O	R			F	A	L	A							
M	I	K	A									N	A	N	D							
K	O	N	D	E	N	S	A	T	O	R		D	R	E	N							
T	R	Y	M	E	R							M	A	G	N	E	T	R	O	N		
T	E	S	L	A								O	H	M								
D	L	A	W	I	K							E	K	R	A	N						
N	O	R										M	O	C								
P	R	Z	E	W	O	D	N	I	K			Z	A	K	R	E	S					
A	N	T	E	N	A							C	E	W	K	A						
G	A	U	S									F	E	R	R	Y	T					
W	A	R	Y	S	T	O	R					I	N	D	U	K	C	J	A			
R	A	D	I	O								P	R	Z	E	R	Z	U	T	N	I	K
M	A	G	N	E	T	R	O	N				M	A	T	R	Y	C	A				
R	E	Z	Y	S	T	A	N	C	J	A		K	O	N	T	R	O	L	A			
D	I	O	D	A								K	W	A	R	C						
T	E	L	E	W	I	Z	O	R				S	A	T	E	L	I	T	A			
N	E	O	N									D	I	A	I	K						
W	S	K	A	Ž	N	I	K					T	R	I	O	D	A					
K	R	Z	E	M								F	A	R	A	D						
B	A	T	E	R	I	A						M	I	K	R	O						
G	L	O	W	I	C	A						G	L	O	Š	N	I	K				
L	A	S	E	R								L	E	D								
Ž	A	R	N	I	K							G	E	R	M	A	N					

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.

**Kupon
rabatowy
EdW
8/2020**

**Kupon
rabatowy
EdW
8/2020**

**Kupon
rabatowy
EdW
8/2020**

Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 5/2020 jest hasło:
DALMIERZ LASEROWY.

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:
Paweł Jackiewicz – Trzebinia, **Sławomir Harhatów** –
 Jelenia Góra, **Krzysztof Mirosław** – Puławy.

Rozwiązania z tego numeru (tylko hasło) należy nadsyłać w ciągu 45 dni od ukazania się tego numeru EdW.

E-maile z rozwiązaniami powinny w tytule zawierać nazwę konkursu, numer zadania i nazwisko Czytelnika, np. **Krzyżówka2008Kowalski**.

Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

Uwaga! Przysyłając rozwiązanie krzyżówki, nie zapominać o podaniu w e-mailu pełnego adresu. Jego brak uniemożliwia wysłanie.

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) haseł 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.

Nagroda dla Autora będzie 6...18 miesięcy prenumeraty EdW (w wersji elektronicznej), przy czym dotychczasowi prenumeratorzy dodatkowo otrzymają możliwość zamiany na prenumeratę innego czasopisma AVT.

UWAGA!

Kończy nam się zapas krzyżówek

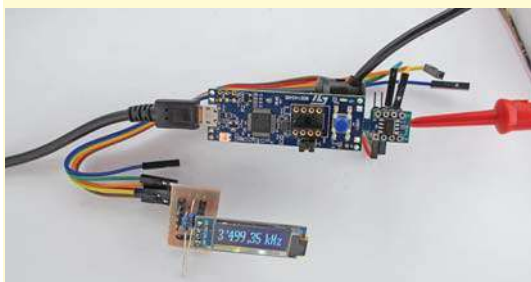
Zostań autorem krzyżówki!

EdW 8/2020 – lista osób nagrodzonych:

Marcin Bartoś	Stanisławów	Jacek Konieczny	Poznań	Damian Szetlak	Majscowa
Artur Bereit	Barcin Wieś	Zbigniew Lata	Jabłonec nad Nisou	Michał Świtalski	Nakło nad Notecią
Roman Braumberger	Bytom	Krzysztof Mirosław	Puławy	Patryk Węgliński	Warszawa
Andrzej Ciemiński	Ustronie	Mateusz Ostrycharz	Siemkowiec	Marcin Wojciechowski	Katowice
Rafał Dąbrowski	Grądy	Rafał Równiak	Maciejów	Piotr Wójtowicz	Wólka Bodzechowska
Zygmunt Flisak	Opole	Mikołaj Sowa	Łódź	Tomasz Zaorski	Kalinówka
Sławomir Harhatów	Jelenia Góra	Paweł Sujko	Warszawa	Bartłomiej Zaworski	Lublin
Paweł Jackiewicz	Trzebinia	Tomasz Sukiennik	Kraków		

Uwaga! Jeśli do 15 września 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” 7–8/2020



Miniaturowy Fmeter 32MHz

W opisywanym mikroprocesorowym mierniku częstotliwości jest zastosowany tani układ STM32G030J6, który zawiera 32-bitowe timery potrafiące mierzyć częstotliwość do 32MHz. Ma też znaczną pojemność pamięci FLASH i RAM oraz DMA, co pozwala na wygodną obsługę wyświetlacza przy minimalnym zaangażowaniu CPU.

Dekoder alfabetu Morse'a na Arduino

W prezentowanym dekodery program na bieżąco uczy się tempa nadawcy. Potrafi dekodować sygnały napływające z prędkością do 100WPM (Word Per Minute) dla wyrazu testowego „PARIS”.

Informacja dostępna jest zarówno na graficznym wyświetlaczu LCD jak i w terminalu komputerowym. Urządzenie może być także pomocne przy nauce alfabetu Morse'a.



Errare Humanum Est

EdW 7/2020

Chciałbym zgłosić swoje uwagi:

1. „Solarna ładowarka...” (strona 57, pierwsza kolumna, 7 wiersz): „gdy napięcie na jego wyjściu jest niższe” – z dalszego opisu układu wynika, że mowa tu o napięciu na jego „wejściu”.
2. „ATV rpm & speedmeter do quada” (strona 54, wiersz 6): „procesor dostaje sygnał co 0,35m”. Jednak wcześniej autor stwierdza, że obwód koła to 1,3m, a na jeden jego obrót przypadają cztery impulsy, dlatego też procesor dostaje sygnał co $1,3/4 = 0,325$ cm. Wydaje się, że autor nie zaokrąglił 0,325 do 0,350 tylko wartość ta powstała jako literówka.
3. W tym samym artykule „ATV ...” znalazło się kilka cytatów z kodu źródłowego, wygląda to jak fragment programu w języku BASCOM. Jednak wszystkie komentarze zaczynają się po przecinku, a w oryginale zapewne znajdował się tu apostrof.
4. Mam kilka uwag do tekstu „Precyzyjne źródło prądowe 0...25mA”. I tak:
 - „mierzony jest spadek na rezystorze o rezystancji 100 ohm, co oznacza, że na każdy płynący miliamper przypada napięcie 10 mV”. Jednak czy nie powinno tu być 100mV?

- „rezystor R1 polaryzuje wspomniane źródło, zapewniając mu prąd rzędu 1,2...2,2mA”. Jednak skoro całość zasilana jest napięciem 20–30V, a na układzie US1 odkłada się 2,5V, to na ów rezystor R1 przypada napięcie 17,5...27,5V. Po podstawieniu do wzoru $I=U/R$, gdzie $R=10.000$ ohm, powinno to dawać prądy rzędu 1,75...2,75mA – być może wartości 1,2...2,2 mA odnoszą się do wcześniejszej wersji tego układu?
- Na stronie 54 autor stwierdza, że „napięcie na zaciskach J1 odzwierciedla natężenie płynące przez wyjście prądu: od 1,2mV do 2,50V”, przy czym tenże prąd podany został we wcześniejszym zdaniu: od 1 mikroampera do 25,1mA. Jednakże na każdy płynący mA przypada 100mV napięcia. Czyli dla prądu 25,1mA napięcie to powinno wynosić 2,51V (co z grubsza odpowiada podanemu napięciu 2,50V), jednak dla prądu 1 mikroampera napięcie to powinno wynosić $0,001mA \times 100mV/mA = 0,1mV$, co jest wartością o rząd wielkości mniejszą od podanego 1,2mV.

Marian Gabrowski

Jesteś zainteresowany
zamieszczeniem ogłoszenia
w rubryce Market?
Skontaktuj się:

reklama@elportal.pl
tel. 22 257 84 64



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
niezbędnik
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

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

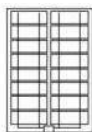


REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

- Prosta obsługa, bogate możliwości programowania
- Możliwość dopasowania do każdego kotła i rodzaju paliwa
- Wysoka jakość
- Gwarancja 24 miesiące

www.pwkey.pl



**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



Pendrive IMRO AXIS

- USB 2.0
- pojemność 128GB



DPEN IMRO AXIS 128GB

64zł

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

18 elementowy zestaw wkrętaków POWERMAT PM-WK-18Z

Wkrętaki tradycyjne:

- 4 płaskie (6x38mm, 5x75mm, 6x100mm, 8x150mm)
- 4 krzyżowe (PH2x38mm, PH1x75mm, PH2x100mm, PH3x150mm)

Wkrętaki precyzyjne:

- 3 płaskie (2x50mm, 2.5x50mm, 3x50mm)
- 2 krzyżowe (PH0x50mm, PH00x50mm)
- 5 TORX (T6x50mm, T7x50mm, T8x50mm, T9x50mm, T10x50mm)

Organizer - stojak z możliwością zawieszenia na ścianie
Magnetyczne końcówki

PM0720
39zł



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. Sprawdzają 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

Gniazdo przeciwprzepięciowe z ochroną sieci komputerowej

- poziom ochrony UP 775V
- maks. absorpcja energii: 918J (L-N, L-PE, PE-N)
- maks. prąd rozładowania 36 000A
- próbny udar napięciowy 6kV
- czas odpowiedzi < 1ns
- filtr EMI/RFI
- pasmo częstotliwości 150kHz - 100MHz
- ochrona sieciowa, złącza RJ 45 (1-in / 1-out)

42zł

P53893



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

Tester diod LED

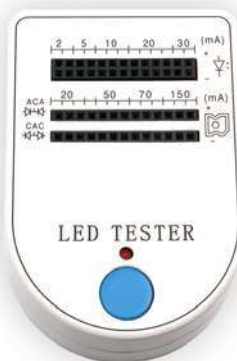
Prosty, przenośny tester diod LED,
źródło stałoprądowe wyposażone w złącza
pozwalające sprawdzać diody jedno i dwukolorowe.

Prosta obsługa:

1. umieścić diodę w testerze



2. naciśnij przycisk



TESTER LED
17.10zł



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

Praktyczna lampka nocna z czujnikiem zmiernictwa i ładowarka USB w jednym urządzeniu.

- czujnik zmiernictwa
- maks. wyjście USB 2.4A / 12W
- 2 x USB
- ochrona przed przeciążeniem, przepięciem i zwarcieniem
- wymiary: 60 x 73 mm
- zasilanie 230V

P3313 33zł



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 ciekawymi. 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 rękami! 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 elektrorownie.

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 diodą 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; sprzągać 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 chętnie się go używać i aby było to czystą przyjemnością!

Tomasz Francuz, str. 496, cena 89 zł

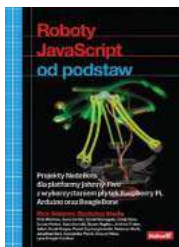


KS-161103

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

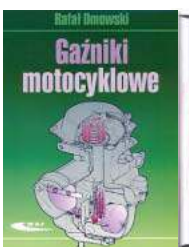


KS-160400

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.

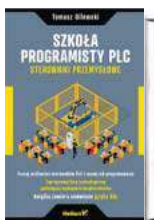
Rafał Dmowski, str. 104, cena 45 zł



kod KS-150302
Drony
Wprowadzenie,
Ty Audronisi
stron 122, cena 33 zł



kod KS-150500
Projekty elektroniczne
dla bystrzaków
Earl Boysen, Nancy C. Muir
stron 376, cena 50 zł



kod KS-170201
Szkoła programisty
PLC. Sterowniki
Przemysłowe,
Tomasz Gilewski
stron 264, cena 59 zł

Polecamy



KS-180300

Paul Horowitz,
Winfield Hill
stron 1644
cena 225zł

Sztuka elektroniki, część 1 i 2 wydanie: 12 zmienione

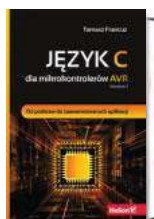
Po dwudziestu pięciu latach nowe, gruntownie zmienione polskie wydanie cieszącej się ogromnym powodzeniem „Sztuki elektroniki”, powszechnie uznanej za najlepszy podręcznik, a zarazem vademecum projektowania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Poprzednie wydania tej książki, przetłumaczone 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! Obróć 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

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 bonusem!

Aktualna lista bonusów dostępna jest na stronie głównej sklepu.

W sklepie firmowym AVT:

Warszawa - Żerań

ul. Leszczynowa 11



U dystrybutorów:

Lista dystrybutorów dostępna jest na stronie sklepu:

sklep.avt.pl/webpage/dystrybutorzy.html

Wypełniając poniższy formularz zamówienia

Formularz można wyłać faksem nr: 22 257 84 55,

lub pocztą tradycyjną na adres:

AVT-Korporacja Sp. z o. o.

Dział Handlowy

03-197 Warszawa

ul. Leszczynowa 11



prześlij faksem: 22 257 84 55

lub pocztą na adres:

AVT-Korporacja Sp. z o.o.

Dział Handlowy

03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 6/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 7/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 8/2020

Tu wklej kupony z ostatnich 3 numerów EdW
a uzyskasz **zniżkę 10%** dla stałych czytelników.
(szczegóły na stronie 73)
Prenumeratory nie muszą wklejać kuponów,
wystarczy, że podadzą nr prenumeraty!

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kity

Oznaczenia wersji kitów:

- [A] płytki drukowane PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytki PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytki PCB (lub płytki), UK (jeśli występuje) i komplet elementów elektronicznych wymienionych w dokumentacji zestawu.
- [C] zestaw zmontowany

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod – Nazwa	Ilość

Nadawca:

imię i nazwisko

mój numer prenumeraty

Adres:

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł



nr telefonu

e-mail

data

podpis

Nowoczesna automatyka przemysłowa

Profesjonalne informacje dla inżynierów i menadżerów



automatyka
podzespoły aplikacje

Miesięcznik poświęcony nowoczesnej produkcji, automatyce, technice napędowej, robotyce oraz oprogramowaniu przemysłowemu

PORTAL BRANŻOWY
AutomatykaB2B

Nowoczesny portal dla menadżerów i inżynierów automatyków oraz codzienny newsletter branżowy



**Informator
Rynkowy
Automatyki®**

Największa na rynku coroczna publikacja dotycząca polskiego rynku automatyki przemysłowej



Redakcja magazynu „Automatyka Podzespoły Aplikacje”, informatora IRA oraz portalu AutomatykaB2B.pl

www.automatykaB2B.pl/o-nas/pl/



**Od ponad 14 lat łączymy
dostawców automatyki
z polskimi klientami**

AVT 5598 Solarna ładowarka akumulatora 12V

Układ służy do ładowania akumulatora kwasowego (np. żelowego) w trybie buforowym, tj. po osiągnięciu zadanego napięcia prąd ładowania zaczyna spadać. Dzięki temu akumulator cały czas jest w stanie gotowości. Napięcie zasilające ładowarkę (z panelu słonecznego) może zmieniać się w zakresie 4...25 V.



Kod handlowy:
AVT5598



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