

ELEKTRONIKA

dla wszystkich

11/2020 LISTOPAD • CENA 13,90 zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

Akwaryystyczny mikroUPS z baterią Li-ion

Nie ma wyjścia! – strona 14

- ▶ Sekwencyjny przełącznik o regulowanej długości
- ▶ Konwerter/miernik siły sygnału w.cz.
- ▶ TZTMK – Transmisja sygnałów myszki i klawiatury
- ▶ Piloty, piloty
- ▶ MPPT – Niedoskonałe regulatory histerezy
- ▶ Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących
- ▶ Kurs Arduino – Polonizacja fontów GFX
- ▶ O niedoskonałości elementów
 - Kondensatory
- ▶ Odkrywamy schematy
 - Zasilacze komputerowe



Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe

sklep.avt.pl

Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl

Miejsca dla
specjalistów

artronic
OPTOELEKTRONIKA
www.artronic.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

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

www.piekarz.pl

UlubionyKiosk.pl to:

- egzemplarze wydań papierowych w cenie okładowej – przesyłka zawsze gratis
- egzemplarze e-wydań – szybki sposób zamawiania wydań elektronicznych
- egzemplarze archiwalne – obszerna baza minionych wydań wszystkich tytułów
- prenumerata realizowana w trybie przedpłaty oraz stałego zlecenia bankowego
- Klub Ulubionego Kiosku – zbieraj punkty i wymieniaj je na atrakcyjne nagrody

**Przejrzyj
każde
wydanie
ON-LINE**

**Przesyłka
GRATIS**

Zamów szybko i wygodnie na
www.ulubionykiosk.pl



Jeszcze nie wiesz, czy elektronika jest twoją pasją?

Oto idealny zestaw na początek.
Twórz obwody bez lutowania
na prototypowej płytce stykowej!

W zestawie:

- płytka stykowa
- zestaw elementów do kursu
- lekcje do kursu można pobrać ze strony:
sklep.avt.pl/edwa09.html

Elektroniczny zestaw edukacyjny EDW A09

47zł



Ucz się elektroniki
bez konieczności lutowania!

W zestawie:

- EDW A09
- płyta CD z lekcjami kursu
- zasilacz do płytek stykowych AVT3072 C
- zasilacz wtyczkowy 230V (wyjście 12V 1.4A)
- zestaw zapakowany w praktyczne pudełko

Rozszerzony elektroniczny zestaw edukacyjny EDW A09 KPL

80zł



Organizer
w zestawie



Przejdź na wyższy poziom
i zacznij lutować.

W zestawie:

- lutownica kolbowa 230V
- podstawka pod lutownicę z gąbką czyszczącą
- kalafonia aktywna
- cyna 1mm we fiolce
- szczypce tnące boczne
- 3 zestawy AVT do samodzielnego montażu

Pakiet Startowy Elektronika AVTPSE

80zł



Organizer
w zestawie



A gdy złapiesz bakcyli...

Dobrze jest mieć
zawsze pod ręką
zestaw niezbędnych
podzespołów.

150zł

Wykaz elementów dostępny na stronie:
sklep.avt.pl/avthobbybox.html

Pakiet Elektronika Hobbysty AVT HOBBY BOX



Organizer
w zestawie



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



Polecamy również zestawy AVT
do samodzielnego montażu:
sklep.avt.pl/category/kity-avt

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



ARTRONIC 1



ELMAX 70



EX-OR 70



FERYSTER 43



GTB-SOLARIS 70



msalamon.pl 35



PIEKARZ 1, 25



PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY 70



SEMICON 21



str. 15

Akwarystyczny mikroUPS z baterią Li-Ion

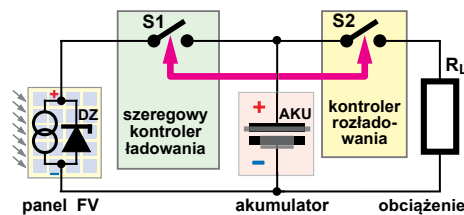
Projekt przedstawia budowę i działanie zasilacza awaryjnego UPS, przeznaczonego do podtrzymania pracy osprzętu akwarystycznego, ale może także znaleźć szereg innych interesujących zastosowań.

str. 19

MPPT

Istotne zalety oraz poważne wady regulatorów histerezowych

Dla wielu współczesnych elektroników realizacja regulatorów histerezowych wydaje się „oczywistą oczywistością”.
Niesłusznie!



str. 54

Konwerter oraz miernik siły sygnału w.cz.

Opisany układ umożliwia pomiar siły sygnałów radiowych z zakresu 48–861MHz oraz ich odbiór na odbiornikach radiowych pracujących w zakresie 33–39MHz.



str. 57

Z potrzeby chwili... TZTMK – Transmisja sygnałów myszki i klawiatury

Przykład jak wykorzystać Arduino do rozwiązania uciążliwego problemu, który daje się we znaki wielu z nas.

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

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

Miesięcznik



www.elportal.pl

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

Wydawca:

Wiesław Marciniak

Adres Wydawcy:

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

Redaktor Naczelny:

Piotr Górecki, pg@elportal.pl

Redaktorzy Działów:

Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:

Ewa Górecka-Dudzik

Okladka, zdjęcia, skanowanie:

Piotr Górecki jr

Sekretarz Redakcji

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

Dział Reklamy:

Katarzyna Gugała
katarzyna.gugała@elportal.pl
tel.: (22) 257 84 64

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

AVT – EdW

ul. Leszczyńska 11
03-197 Warszawa
(+dopisek określający zawartość)

Korespondencja elektroniczna:

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

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

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

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:

W Wydawnictwie AVT

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

W RUCH S.A.

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

Stali współpracownicy:

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

Listopad

11 (299)

Projekty

Projekty AVT

Akwarystyczny mikroUPS z baterią Li-Ion 15

Elektronika 2000

Sekwencyjny przełącznik o regulowanej długości 52

Konwerter/miernik siły sygnału w.cz. 54

Forum Czytelników

Z potrzeby chwili...

TZTMK – transmisja sygnałów myszki i klawiatury 57

Piloty, piloty 61

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 297

Zaproponuj układ elektroniczny, przydatny w domowym akwarium lub terrarium 39

Rozwiązanie zadania głównego 292

Zaproponuj układ elektroniczny, pomocny w przypadku braku napięcia sieci energetycznej 230V 40

Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 297, 292 46

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 297, 292 49

Artykuły różne

Felieton: Nie ma wyjścia! 14

MPPT, część 9 19

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących, część 2 23

Kurs Arduino, odcinek 29 27

Czym się różni wróblek?

Czyli o niedoskonałości elementów. Część 3 – Kondensatory 30

Odkrywamy schematy. Zasilacze komputerowe, część 5 34

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki 6

Prenumerata 8

Poczta 10

Skrzynka porad 12

Reklamy 70

Księgarnia AVT 72

Oferta handlowa AVT 74

Konkursy

Jak to działa? 62

Co to jest? 67

Krzyżówka 68



Listopad

Bardzo się cieszę, że projektem okładkowym już w tym numerze jest **Akwarystyczny mikroUPS**, który jest także plonem zadania głównego *Szkoły Konstruktorów* numer 292, rozwiązanego właśnie w tym wydaniu czasopisma. I projekt okładkowy, i inne rozwiązania przedstawione w *Szkole* pokazują, że obecnie w warunkach amatorskich i za pomocą łatwo dostępnych środków można zrealizować niezawodne sposoby zasilania, tak ważne w wielu zastosowaniach, nie tylko w akwarystyce. Temat będziemy kontynuować ponieważ jest interesujący i ważny dla wielu Czytelników.

W tym numerze zwracam Waszą szczególną uwagę na felieton na stronie 14, który nieprzypadkowo ma tak bardzo intrygujący tytuł **Nie ma wyjścia!** Elektronika przez ostatnie lata naprawdę ogromnie się zmieniła i wszystko wskazuje, że wpłynie to także na nasze czasopismo. Bardzo proszę, zapoznajcie się z materiałem i napiszcie (edw@elportal.pl) co o tym wszystkim sądzicie!

Czy powinno to wpłynąć na zawartość odcinków kursu Arduino?

W tym numerze jak zwykle znajdziecie szereg wartościowych projektów i artykułów. Jak widzicie, duża część materiału jest reakcją na Wasze pytania i potrzeby. Niestety w tym numerze nie zmieścił się jeszcze artykuł *Sieci energetyczne dla elektroników*, który powstał na Wasze życzenie i który ukaże się w jubileuszowym numerze grudniowym.

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

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki



**Prenumerata
– naprawdę warto!**

NOWE MACBOOKI Z ARM ZAMIAST INTELA

Być może rok 2020 będzie przełomowym dla segmentu komputerów osobistych. Apple pokazało, że architektura x86 to przeszłość, a Intel wpadł w tarapaty.

Apple M1 to pierwszy własny procesor ARM do komputerów Apple. Dzięki temu, że różne komponenty (między innymi CPU i GPU) udało się zamknąć w jednym zintegrowanym układzie, zajmie on znacznie mniej miejsca w urządzeniach niż dotychczas stosowane rozwiązania. Do jego produkcji wykorzystywany będzie proces technologiczny 5nm. Procesor tworzy łącznie 8 rdzeni CPU (4 wysokowydajne i 4 energooszczędne), a według deklaracji producenta, ma zapewniać najwyższą wydajność na wat ze wszystkich procesorów konsumenckich dostępnych na rynku.

Pierwszym MacBookiem z procesorem Apple M1 jest nowy MacBook Air. Według deklaracji producenta ma on deklasować konkurencję pod względem mocy. Jest nawet 3,5× wydajniejszy niż poprzednia generacja (i 3× szybszy od konkurencyjnego laptopa z Windowsem podobnej klasy), natomiast wydajność grafiki zwiększyła się aż pięciokrotnie.

Jeśli deklaracje dotyczące wydajności się potwierdzą, to będziemy mieli do czynienia z bezprecedensowym skokiem wydajności. To również może być początek końca Intel na rynku rozwiązań konsumenckich oraz zwiastować duże problemy maszyn z Windowsem, które jeszcze przez jakiś czas będą skazane właśnie na Intelu lub AMD.

Co prawda Microsoft ma w swojej ofercie komputer z procesorem ARM opartym na procesorze Qualcomm, ale nawet nie zbliża się on wydajnością do tego, co zaprezentował Apple.



SMARTFON W SAMOCHODZIE

Chyba nikogo nie trzeba przekonywać, że używanie smartfona przez kierowcę samochodu podczas jazdy jest niebezpieczne. Czasami jednak przyzwyczajenia są silniejsze i kierowcy ulegają pokusie.

W nowym patencie złożonym przez firmę z Google, przeczytamy o funkcji, która automatycznie blokowałaby smartfon, gdy użytkownik prowadzi samochód. Zarówno firma z Mountain View, jak i Apple, wprowadzają rozwiązania, które pozwalają korzystać z wybranych funkcji smartfona podczas prowadzenia samochodu. Dobrym przykładem jest tutaj oprogramowanie Android Auto lub Apple CarPlay. Ponadto dostępne są funkcje, których zadaniem jest zmniejszenie liczby czynników mogących rozpraszać kierowcę – np. tryb *nie przeszkadzać*.

Niewykluczone, że niebawem w smartfonach działających pod kontrolą Androida wdrożona zostanie dodatkowa funkcja, która znacząco ograniczy możliwość korzystania z urządzenia podczas prowadzenia pojazdu. Byłby to kolejny krok Google w kierunku zwiększenia bezpieczeństwa, ale z pewnością mógłby okazać się bardzo kontrowersyjny.

Patent złożony przez Google opisuje metodę określenia, czy użytkownik smartfonu właśnie prowadzi samochód. W momencie wykrycia, że faktycznie tak jest, system mógłby odpowiednio zareagować. Wyświetlany byłby wówczas komunikat „Wstrzymano dla bezpieczeństwa”, a interakcja ze smartfonem byłaby znacząco ograniczona.

Czy Google zdecyduje się na tak odważny ruch?



SUPERKOMPUTER OD NVIDIA

Nvidia często postrzegana jest jako producent kart graficznych przeznaczonych dla graczy i profesjonalistów, ale to tylko ułamek tego, czym rzeczywiście zajmuje się ten koncern. Firma rozwija też sprzęt i oprogramowanie dla sztucznej inteligencji oraz uczenia maszynowego, autonomiczne samochody czy superkomputery takie jak DGX Station A100.

Nowy stacja robocza Nvidii zaprojektowana została głównie z myślą o obliczeniach powiązanych właśnie z uczeniem maszynowym. Jak twierdzą sami „Zieloni”, superkomputer tego typu może znaleźć zastosowanie w wielu gałęziach przemysłu. DGX Station A100 można wykorzystać w medycynie, by zapewnić lepsze wyniki leczenia, czy w firmie transportowej usprawniając jej łańcuch dostaw.



A100 zawiera cztery procesory graficzne Tensor Core z imponującą ilością łącznej pamięci VRAM – 320GB. Pojedyncza sztuka Nvidia A100 ma aż 80GB pamięci graficznej w standardzie często używanym w kartach profesjonalnych – HBM2e. Przepustowość pamięci to ponad 2 terabajty na sekundę. Nvidia A100 ponadto wykorzystuje rdzenie Tensor trzeciej generacji oraz technologię NVLink i NVSwitch generacji.

Cena? Nvidia na razie milczy, ale z pewnością nie będzie to urządzenie w zasięgu portfela przeciętnego konsumenta.

ELEKTRYCZNY HARLEY-DAVIDSON?

Firma Harley-Davidson, znana jest przede wszystkim z produkcji motocykli. Ryk silnika spalinowego jest niemal wpisany w DNA tej marki, więc plany dotyczące stworzenia pojazdu elektrycznego mogą zaskakiwać. Szczególnie że Harley-Davidson chce stworzyć elektryczny... rower.

Rowery wyposażone w silnik elektryczny zyskują ostatnio na popularności, a na wprowadzenie własnych modeli decyduje się coraz więcej firm. Nie powinno to dziwić, bowiem takie jednoślady mogą okazać się świetnym środkiem transportu w zatłoczonych miastach. Po pierwsze, nie stoimy w korkach. Po drugie, w przejechanie trasy nie musimy wkładać tyle energii, co w przypadku klasycznych rowerów.

Oferta Harleya, która dostępna będzie od wiosny 2021 roku, składać się ma z czterech modeli, których ceny będą wynosić od 3399 do 4999 dolarów. Zadaniem zamontowanych akumulatorów i niewielkich silników elektrycznych będzie wspomaganie rowerzysty. Każdy z rowerów Harley-Davidsona zostanie wyposażony w silnik mogący generować do 250W mocy mechanicznej, co ma przełożyć się na możliwość osiągnięcia prędkości do 20 mil na godzinę (około 32 km/h). W przypadku modelu Rush/City Speed maksymalna prędkość będzie jeszcze wyższa.

Czy rowery elektryczne to przyszłość? Być może tak, ale na pewno nie w cenie kilku tysięcy dolarów.



NAJLEPSZY SAMOCHÓD AUTONOMICZNY TO NIE TESLA

Japońska marka Honda zamierza już w przyszłym roku rozpocząć masową produkcję modelu, który będzie gotowy do autonomicznej jazdy trzeciego poziomu. Firma ogłosiła, że planuje być pierwszym producentem samochodów, który będzie masowo sprzedawał auta umożliwiające w określonych warunkach jazdę bez dotykania kierownicy. Chodzi właśnie o trzeci poziom autonomiczności, który początkowo trafi do modelu Legend już w marcu przyszłego roku, a następnie zostanie rozszerzony o kolejne samochody.

Wykorzystany zostanie opcjonalny system Traffic Jam Pilot. Warto zaznaczyć, że nie będziemy mieli do czynienia z w pełni autonomiczną jazdą. Wspomniany trzeci poziom oznacza, że komputer będzie mógł przejąć sterowanie na określonych drogach – prawdopodobnie chodzi o autostrady i drogi ekspresowe. Na pozostałych drogach, na których wymagane jest przetworzenie większość ilości danych, kierowca wciąż będzie niezbędny.

Dużo większym problemem są jednak nie algorytmy, ale lokalne przepisy prawa. Większość krajów nie zezwala na autonomiczną jazdę, nawet jeśli samochód jest do tego przystosowany. Kierowca dalej musi uważać i trzymać ręce na kierownicy. Czy przejście na jazdę autonomiczną w ciągu najbliższej dekady jest realne? Wiele wskazuje na to, że sam proces jest nieunikniony, ale może to zająć więcej czasu niż pierwotnie sądzono.



60 LAT TELEWIZORÓW SONY

Sony przez wielu obserwatorów uznawane jest za firmę, która produkuje telewizory o najlepszej jakości obrazu. Choć trudno w to uwierzyć, od rynkowego debiutu pierwszego telewizora Sony minęło już 60 lat. Ich ewolucja mówi wiele o tym, jak rozwijała się technologia wyświetlania i przesyłania obrazu na przestrzeni XX i XXI wieku. Nikt wówczas nie przewidywał, że właśnie powstał jeden z największych gigantów technologicznych – nie przewidywano tego również podczas prac nad pierwszym telewizorem tranzystorowym marki Sony, zwłaszcza że w opinii ówczesnej branży telewizyjnej niewielkie, przenośne telewizory były skazane na porażkę.

Pierwszym telewizorem Sony była właśnie przenośna, ośmiocalowa konstrukcja TV8-301, a dwa lata później, jeszcze mniejszy telewizor – TV5-303. Każdy, kto pamię-

ta telewizory dostępne w Polsce w latach dziewięćdziesiątych, z pewnością kojarzy charakterystyczny logotyp Sony Trinitron. Zaskakiwać może jednak, że pierwszy model z rodziny Trinitron trafił do sprzedaży już w 1968 roku. Telewizor oznaczony jako KV-1310 oferował, poza odbiorem telewizji kolorowej, uzyskanie dwukrotnie wyższej jasności obrazu.

Początki popularnej dzisiaj linii Bravia sięgają natomiast 2005 roku i modelu LCD BRAVIA KDL-46X1000, wyświetlającego obraz w rozdzielczości Full HD. W telewizorach Bravia zadebiutowała technologia Triluminos, polegająca na podświetleniu matrycy różnokolorowymi diodami, w cel zapewnienia jak najwyższej jakości i szczegółowości obrazu.

Dzisiaj szczyt popularności przeżywają telewizory 4K, technologia 3D poszła w zapomnienie, świat powoli szykuje się na 8K i ten wysięg chyba nigdy się nie skończy.



PRENUMERUJ

prenumerata roczna
1 wydanie gratis
152,90 zł

prenumerata dwuletnia
6 wydań gratis
250,20 zł

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

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

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

do 50% zniżki
za lojalność

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

prenumerata		roczna	dwuletnia
jeśli jeszcze nie jesteś Prenumeratorem		152,90 zł 1 wydanie gratis	
	roku	139,00 zł 2 wydania gratis	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. Leszczynowa 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. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, prenumerata@avt.pl.

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

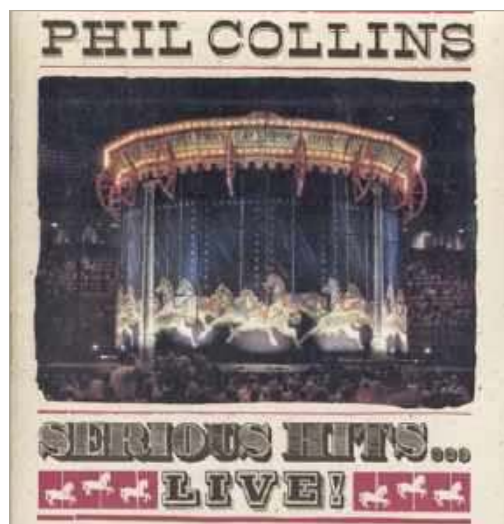
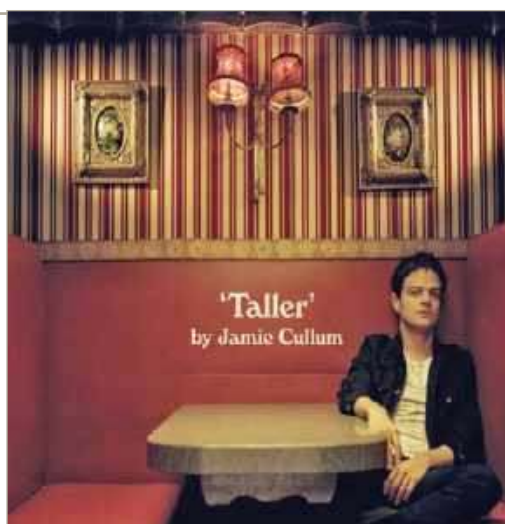
Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która
dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie prześlemy
i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy)
Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom.
Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom

uprawnionym do ich uzyskania na podstawie obowiązującego
prawa (np. sądy lub organy ścigania) – ale tylko na ich żądanie
w oparciu o stosowną podstawę prawną. Będziemy przetwarzać
Twoje dane osobowe przez 5 lat od zakończenia roku
obrachunkowego, w którym wystąpiła ostatnia płatność. Dane
osobowe do celów marketingowych będziemy przetwarzać do
czasu wycofania przez Ciebie zgody na przetwarzanie lub do czasu
usunięcia danych.

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

...i korzystaj Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu



Każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem.

W tym numerze są do wyboru dwie płyty:

- Jamie Cullum „Taller”
- Phil Collins „Serious Hits... Live”

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

Dzień dobry (...) chciałbym zapytać, jaki wpływ na zasilacz impulsowy (urządzenia odbiorczego) ma napięcie podane z UPS-a, który nie ma pełnego sinusa? Czy może się coś uszkodzić? (Zauważyłem, że zasilacz dziwnie buczy).

Pozdrawiam
Dominik Stefański

Pytanie zostało przekazane do Karola Świerca, który jest ekspertem w zakresie zasilaczy impulsowych. Tak się przypadkiem złożyło, że zagadnienie zostanie szerzej omówione w EdW – szczegóły już w rozwiązaniu głównego zadania Szkoły w tym numerze. A na razie skrót odpowiedzi Karola Świerca na powyższe pytanie Dominika:

Odpowiadając jednym zdaniem, należałoby stwierdzić, iż zasilanie przetwornicy (zasilacza impulsowego) przebiegiem odbiegającym od sinusoidy jest dopuszczalne i bezpieczne. Proste UPS-y wytwarzają trójpoziomowe napięcie prostokątne. Taki UPS zwykle składa się z dwóch części: przetwornicy DC/DC, podnoszącej napięcie akumulatora do wartości ok. 300V, i... powiedzmy – prymitywnego falownika, którym jest zwykle pełny mostek (H-bridge), kontrolujący także szerokość impulsów, powiedzmy fazy aktywnej. Dla odbiornika w postaci zasilacza impulsowego wartość skuteczna (RMS) jest mało istotna, a i częstotliwość – także. Do poprawnej pracy zasilacza impulsowego ważna jest jedynie wartość szczytowa napięcia, którym jest on „karmiony”. A szerokość impulsów tego napięcia? Najlepiej

jak najszersze, najlepiej 100%, a więc DC – napięcie stałe. Znamionowa moc UPS-a jest ważna, lecz paradoksalnie ważniejsze może być, jak moc ta przekłada się na impedancję wyjściową obwodu zasilania, jaki stanowi UPS. Kłopoty mogą pojawić się tylko w nielicznych przypadkach, a omówienie ich wymagałoby zagłębienia się w problem. W krótkiej konkluzji należy stwierdzić, że kształt napięcia odbiegający od sinusoidy (z wyższą zawartością harmonicznych, które wytwarza prosty UPS) nie zagraża pracy typowej przetwornicy (zasilacza impulsowego), jakie spotykamy w większości urządzeń.

Czytelnik wspomina o niepokojącym buczeniu, dźwięku wydobywającym się z zasilacza. Trudno mi do tego się ustosunkować. Czy problemem nie jest mała moc, a więc zbyt duże obciążenie UPS-a? A może duże tętnienia napięcia na wejściu zasilacza urządzenia odbiorczego? Być może dźwięk ten pochodzi z cewki dławika PFC z niezbyt ciasno ściśniętym rdzeniem (jeśli taki obwód jest w zasilaczu)? Ale skoro to jest „buczenie”, to prawdopodobnie 50 lub 100Hz. Proponowałbym sprawdzić, czy zanika przy obniżeniu czerpanej mocy i/lub przy w pełni naładowanym akumulatorze UPS-a.

Niektórym sygnalizowanym tu problemom poświęcony będzie dwuczęściowy artykuł na temat możliwości zasilania awaryjnego napięciem stałym. W przypadku odbiornika w postaci zasilacza impulsowego okazuje się ono nie tylko dopuszczalne, ale wręcz komfortowe w porównaniu zarówno z czystą sinusoidą, jak i tzw. modyfikowaną sinusoidą.

Karol Świerc

Do Autora projektu trafił następujący e-mail:

Witam serdecznie.

W czasopiśmie elektronika dla Wszystkich znajduje się artykuł „F-meter modułowy licznik częstotliwości i czasu”. Jest tam pokazany schemat. Zwykle schematy ideowe nie stanowią dla mnie problemu. Tu jednak nie potrafię odczytać, jak elementy są ze sobą połączone. Czy to na zasadzie adresów symboli, że na przykład z układu wychodzi wyprowadzenie z symbolem A7 i na innym elemencie znajduje się też A7 i to jest ich połączenie?

Będę wdzięczny za pomoc.

Pozdrawiam i czekam na mail.

Sławek M.

Cytujemy to pytanie w czasopiśmie, bo widać, że poruszany niedawno problem „brzydkich schematów” dla niektórych Czytelników jest aktualny i ma bardzo różne oblicza. Autor projektu odpisał Czytelnikowi, ale warto niektóre informacje przypomnieć także tutaj. Otóż najprościej biorąc, już dawno temu, gdy schematy układów elektronicznych

stawały się coraz bardziej skomplikowane, dla uproszczenia zamiast rysowania na schemacie poszczególnych połączeń – linii, zaczęto stosować sposób bardziej przejrzysty. Zaczęło się od graficznego symbolu masy: wszystkie punkty oznaczone symbolem masy oczywiście są ze sobą połączone. Później oprócz masy (głównej) różnymi symbolami (strzałkami, grubszymi kreseczkami lub kółeczkami) zaczęto też oznaczać punkty dołączone do obwodów zasilania. W niektórych układach występuje kilka napięć zasilania i więcej niż jeden obwód masy (np. masa części analogowej i cyfrowej, w zasilaczach impulsowych masa „gorąca” i „zimna”, a w niektórych uziemienie). Oprócz różnych małych graficznych symboli, które pozwoliły to rozróżnić, zaczęto też stosować skrótowe opisy, na przykład dla obwodów mas: GNDA, GNDD, a dla napięć zasilania na przykład VCC, VDD, VSS, VCC albo +5, -5, +12. Potem stosowanie takich skrótowych opisów rozszerzono nie tylko do obwodów masy i zasilania, ale też do dowolnych innych obwodów/połączeń w układzie, ale wtedy nie stosowano już małych symboli graficznych (kresceczek, kółeczek, trójkącików, kwadracików, ...). Po prostu punkty danej sieci połączeń (*Net*), które w rzeczywistości mają być ze sobą połączone, zaczęto oznaczać napisem – etykietą (*Label*). Ściślej biorąc, połączone są punkty, wskazane na schemacie przez dolny lewy róg napisu – etykiety. Od dawna przyjął się zwyczaj, że etykiety na schematach są pisane WIELKIMI LITERAMI.

Etykiety (*Labels*) są też używane, jeżeli na schematach zamiast wielu pojedynczych połączeń rysowane są tak zwane magistrale. Magistrala (*Bus*) na schemacie po prostu reprezentuje wiele niezależnych pojedynczych połączeń, a dla łatwiejszego zrozumienia można przyjąć, iż jest analogią pęku (wiązki) przewodów połączeniowych, gdzie poszczególne druty są oznaczone etykietami.

Do Naczelnego skierowany został następujący e-mail:

Dzień dobry Panie Piotrze

Czy jest Pan zainteresowany artykułem „Projektowanie i budowa zespołów głośnikowych”?

Lata temu pisałem dla EdW, później praca zawodowa zdominowała moje życie.

Rozpocząłem dwa projekty... jeden budżetowy, drugi dużo bardziej zaawansowany.

Czy takie tematy nadal są interesujące, czy już całkiem odeszły do lamusa?

Pana decyzja ma to duży wpływ na projekty... większość dobrego oprogramowania do projektowania pamięta czasy Windows XP, a później w sumie nic nowego lepszego nie powstało... wręcz przeciwnie, staży konstruktorzy przeszli na emeryturę, porzucili dawne hobby lub odeszli z tego świata. Ja mogę nadal używać starszego oprogramowania, ale do publikacji za bardzo się nie nadaje.

*Pozdrawiam
Roman*

Istotnie, kluczowe pytanie brzmi: „Czy takie tematy nadal są interesujące, czy już całkiem odeszły do lamusa?”

Elektronika zmienia się obecnie tak szybko... W dziedzinie audio nastąpiły w ostatnich latach wyjątkowo głębokie zmiany. Ile osób zajmuje się dziś samodzielną realizacją „kolumn”? Czy jest ich niewiele, czy znacząca liczba? Czy

są to tylko wymierające pomału „dinozaury”, czy może takich działań podejmują się także młodzi?

Prosimy Czytelników o e-maile (edw@elportal.pl), a w szczególności o odpowiedź na pytanie: **czy chcielibyście zobaczyć artykuł na ten temat na łamach EdW?**

Dzień dobry

(...) chciałbym prosić o pomoc w wyjaśnieniu:

W jaki sposób transformatorek na karcie sieciowej chroni przed przepięciami w sieci Ethernet? Czy jeśli (po skróceniu) na jego wejściu pojawiłoby się np. 230VAC, to czy nie przeniesie on tego napięcia na stronę wtórną i nie zostanie uszkodzona elektronika karty? Jak to działa?

*Pozdrawiam
Dominik*

Pytanie zostaje skierowane do Skrzynki porad.

Szanowna Redakcjo

Zachęcony informacją z numeru lipcowego „Elektroniki dla Wszystkich” o moich wzmacniaczach lampowych przesyłam artykuł z projektem pierwszego z nich.

Z braku doświadczenia zajęło to ponad dwa miesiące, lecz wreszcie powstała wersja finalna, którą przesyłam w załączniku.

Zgodnie z deklaracją artykuł, poza opisem konstrukcji, zawiera również szczegółowy opis dostosowania do różnych lamp, a także wyjaśnia od technicznej strony, skąd się bierze lampowe brzmienie i co na nie wpływa. Z tego powodu artykuł wyszedł bardzo obszerny. Być może będzie musiał być podzielony na części lub trzeba będzie go jakoś skrócić. Po zapoznaniu się z nim proszę o opinie lub sugestie w tej sprawie.

Ponieważ zasugerowaliście, że może to być projekt okładowy, a okładki w EdW są z ciemnym tłem, to proponuję na okładce umieścić zdjęcie (...)

*Z poważaniem
Tomasz Sukiennik*

Okreśną drogą, przez sekretariat AVT, trafił do redakcji następujący e-mail dotyczący Praktycznego Kursu Elektorniki:

Szanowni Państwo,

Podtytuł PKE brzmi: „to proste i zrozumiałe dla każdego”. Byłem bardzo zaintrygowany zarówno wspomnianym wydaniem specjalnym pisma, jak i zestawem elementów EdW A09. Na swoim przykładzie stwierdzam, że dla osoby o bardzo przeciętnej wiedzy możliwe jest jedynie odtwarzanie tego, co widnieje na zdjęciach, z lepszym czy gorszym skutkiem. Natomiast pojmowanie teorii słabnie z każdym rozdziałem, poczynając od drugiego.

Nie winię tutaj Państwa za moje braki w elementarnym wykształceniu, bo nikt inny nie pojmie za mnie przedmiotów ścisłych, aczkolwiek obietnica z okładki może okazać się zgubna dla wielu innych „przeciętniaków”.

*Pozdrawiam serdecznie
Michał*

Co o tym sadzicie? Czy w EdW powinien pojawić się kurs dla początkujących, który byłby jeszcze łatwiejszy? Jak Waszym zdaniem dziś należy nowych wprowadzać do elektroniki?

ciąg dalszy na stronie 60

Skrzynka Porad

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

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

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

Rzeczywiście można zgubić się w gąszczu nowych określeń i skrótów, jakie pojawiają się w elektronice. Postawione pytanie dotyczy jedynie diod i taśm LED, więc sytuacja jest prostsza, niemniej mogą pojawiać się wątpliwości, ponieważ skróty nie zostały precyzyjnie zdefiniowane, a poszczególni wytwórcy i sprzedawcy nie są konsekwentni. Najprościej biorąc, skrót określa, jakiego koloru struktury wchodzi w skład diod czy taśm LED. Litery pochodzą od angielskich nazw kolorów. Nie budzi wątpliwości skrót RGB: R – red, czerwony, G – green, zielony i B – blue, niebieski. W (white) oczywiście oznacza kolor biały.

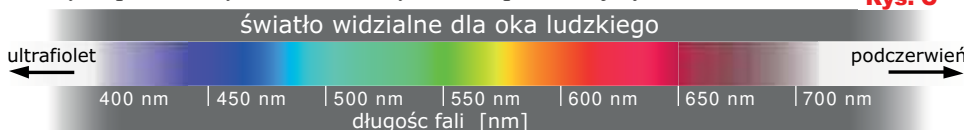
Dioda lub taśma RGBW zawiera więc struktury o kolorach: czerwonym, zielonym, niebieskim i białym. Przykład czterostrukturowej diody RGBW pokazany jest na **rysunku A**.

Fotografia B przedstawia popularne taśmy RGBW, gdzie na przemian montowane są diody RGB i białe.

Dostępne są też jednokolorowe diody i taśmy o jeszcze innych barwach. Nie ma kłopotu z literką Y określającą kolor żółty (yellow). Niewielkie kłopoty ze skrótami zaczynają się przy niektórych innych kolorach. I tak kolor pomarańczowy to po angielsku orange, jednak skrót O trudno znaleźć

w oznaczeniach diod LED. Problem też w tym, że istnieją diody LED o kolorze nazywanym *amber*, czyli po polsku bursztynowym. W przypadku większości diod monochromatycznych, czyli jednokolorowych, promieniowanie wytwarzane przez strukturę LED ma bardzo wąskie widmo, w uproszczeniu można przyjąć, że struktura LED wytwarza światło o jednej długości fali. Diody LED białe to w rzeczywistości niebieskie struktury LED, które są pokryte luminoforem, który zamienia część światła niebieskiego na światło o innych barwach, co w sumie daje światło białe. Diody żółte, pomarańczowe i bursztynowe są diodami monochromatycznymi. Nie ma ścisłej definicji, jaką długość światła ma mieć dioda pomarańczowa i bursztynowa – porównaj **rysunek C**.

Rys. C



Kolor bursztynowy (*amber*) często jest utożsamiany z pomarańczowym (*orange*), ale może on mieć barwę zbliżoną do żółtej, pośrednią między żółtym a pomarańczowym. To kwestia długości fali i nazwy. Co istotne, literkę A jako skrót od *amber* można czasem spotkać w opisach diod LED. Przykład na **rysunku D**.

Z kolei **rysunek E** pokazuje podobną 18-watową diodę RGBA+UV, która zawiera dodatkowo szóstą strukturę UV, czyli wytwarzającą promieniowanie ultrafioletowe (bliski ultrafiolet UV-A). Takie diody zasadniczo są przeznaczone do zastosowań profesjonalnych, a konkretnie do wytwarzania efektów świetlnych, np. w teatrach do oświetlenia sceny, stąd też obecność struktury UV. Nie sposób znaleźć taśm LED RGBA, a tym bardziej RGBA+UV.



Rys. A



Rys. D



Rys. E



Fot. B

Na rysunku E w oznaczeniu widać literkę A (amber) i skrót UV. Diody wyglądają na bardzo atrakcyjne choćby właśnie z uwagi na obecność tajemniczej diody UV.

Jednak bliższe zbadanie tematu ujawnia interesujące fakty. Otóż w ofertach handlowych takich diod podany jest atrakcyjny skrót RGBWA+UV, natomiast nie są podane długości promieniowania atrakcyjnych struktur A i UV. Mamy tu ewidentny chwyt handlowy, gdzie sprzedawca zamiast mówić o kolorze żółtym i fioletowym, nazywa je bursztynowym i ultrafioletowym.

Tymczasem u innych, bardziej rzetelnych sprzedawców można znaleźć podobne sześciostrukturowe diody, ale nie oznaczone RGBWA+UV, tylko RGBWYV. Zamiast A – amber, mamy kolor Y – żółty, a zamiast UV, mamy V, czyli fiolet. W ofertach diod RGBWYV zwykle podane są szczegóły techniczne, w tym długość fali struktury żółtej (585-595nm) i fioletowej (390-420nm), jak widać na **rysunku F**.

Fałszerstwo można znaleźć na stronie internetowej jeszcze innego sprzedawcy, który jak widać na **rysunku G**, oferuje nawet siedmiokolorową diodę ze strukturą UV.

Photos	Power(W)	Wavelength(nm)	Luminous Flux (lm)	Forward Voltage (V)	Forward Current (mA)	Angle (Deg)
	18W 12Pin RGBWYV	R 620-625nm	50-60	2.2-2.6	500	140
		G 520-530nm	120-130	3.2-3.6	500	140
		B 460-470nm	40-50	3.2-3.6	500	140
		W 6000-8000K	120-130	3.2-3.6	500	140
		Y 585-595nm	50-60	2.2-2.6	500	140
		V 390-420nm	30-40	3.2-3.6	500	140

Rys. F

Ta rzekoma struktura UV wytwarza promieniowanie o długości fali 420-425nm, a to na pewno nie jest promieniowanie UV, tylko fioletowe, a nawet niebieskofioletowe – porównaj rysunek C.

ciąg dalszy na stronie 36

Rys. G



RGBW (14pin)	R: 620-625nm	R: 2.6-2.9 V	R: 1500mA	R: 45-55LM
	G: 520-525nm	G: 3.6-3.9 V	G: 1500mA	G: 120-140LM
	B: 460-470nm	B: 3.6-3.9 V	B: 1500mA	B: 40-50LM
	Y: 592-595nm	Y: 2.6-2.9 V	Y: 1500mA	Y: 45-55LM
	CCT: 6500-7000 K	W: 3.3-3.6 V	W: 1500mA	W: 140-160LM
	CCT: 3000-3200 K	WW: 3.3-3.6 V	WW: 1500mA	WW: 100-120LM
	UV: 420nm-425nm	UV: 3.6-3.9 V	UV: 1500mA	UV: 20-30LM

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1+1=3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika



na www.avt.pl/prenumerata

Nie ma wyjścia!

Szybko rośnie zainteresowanie tematyką **inteligentnego domu**, nazywanego często **smart home**. W EdW 7/2020, na stronie 26, zamieszczone było podsumowanie cyklu opisującego system automatyki domowej Infinity. W tym podsumowaniu Autor, Andrzej Pawluczek, w interesujący sposób pokazał rozwój elektroniki, w szczególności amatorskiej, ze strony historycznej. Niewątpliwie można w tym fascynującym procesie wyróżnić trzy główne epoki. Przypomnijmy w dużym skrócie, że najpierw była elektronika analogowa: lampowa i tranzystorowa. Następnie, w Polsce od lat 70., w konstrukcjach amatorskich pojawiły się cyfrowe układy scalone, najpierw bipolarnie TTL, potem różne odmiany CMOS. Lata 80. to okres powolnego upowszechniania się mikroprocesorów. O ile nie było problemu, żeby elektronicy analogowi zaczęli wykorzystywać proste układy cyfrowe, o tyle znacząca liczba dobrych elektroników, ani w latach 80., ani później, nie zdołała opanować programowania, a tym samym wykorzystywania mikroprocesorów. Realizacja układów z mikroprocesorami wymagała nie tylko opanowania zupełnie nowych narzędzi, ale przede wszystkim przedstawienia się na inny sposób myślenia i projektowania, gdzie kluczową sprawą było napisanie i dopracowanie programu.

Niestety, liczni hobbyści, choć mieli i mają imponujące osiągnięcia w elektronice, pozostali „w poprzedniej epoce”. Dziś bezapelacyjnie dominują mikroprocesory, a przetworniki ADC i DAC pozwalają z ich pomocą realizować zadania wcześniej zarezerwowane tylko dla układów analogowych. Ogromną zaletą mikroprocesorów jest elastyczność, ponieważ ten sam układ (mikrokontroler) może pełnić rozmaite funkcje, a zmiany polegają często tylko na modyfikacji programu. Dziś układy analogowe nadal są niezbędne, ale tylko jako obwody wejściowe i wyjściowe współpracujące z mikroprocesorami.

Tak czy inaczej współczesny elektronik, także elektronik hobbysta, musi umieć wykorzystywać mikroprocesory. Rozwój techniki pokazał, że dziś elektronik musi być także informatykiem, a w większości przypadków przede wszystkim informatykiem. Młodzi nie mają z tym problemu, ale niestety często okazuje się, że są tylko informatykami, bez rzetelnej wiedzy o aspektach sprzętowych elektroniki. I dla młodych, i dla starszych elektroników poważnym problemem okazuje się to, że postawione zadanie można zrealizować na wiele sposobów, wykorzystując różne mikroprocesory, (mikrokontrolery jednoukładowe), różne języki programowania, różne narzędzia wspomagające proces tworzenia oprogramowania oraz różne inne programy pomocnicze. Absolutnie niemożliwe jest opanowanie wszystkich tych narzędzi. Konieczny jest wybór i specjalizacja, a trudne okazuje się nawet nadążanie za rozwojem w wybranej dziedzinie i specjalizacji.

Dobra wiadomość jest taka, że nie trzeba być zaawansowanym profesjonalistą, by programować i wykorzystywać mikroprocesory. Przykładem jest platforma Arduino, powszechnie dziś wykorzystywana nie tylko przez najmniej zaawansowanych hobbystów. W skrajnym przypadku zabawa z Arduino to wykorzystanie gotowych modułów bez konieczności lutowania czegokolwiek oraz wykorzystanie gotowych programów, których tysiące można znaleźć w Internecie.

Mniej dobra wiadomość jest taka, że coraz większa liczba współczesnych urządzeń elektronicznych może czy wręcz powinna być dołączona do sieci komputerowych.

W związku z tym **współczesny elektronik musi wykonać kolejny ważny krok: oprócz większych lub mniejszych umiejętności programowania mikrokontrolerów, musi też nauczyć się wykorzystywać sieci komputerowe, przynajmniej w podstawowym zakresie.**

Wprawdzie są dziedziny, w których nie ma potrzeby wykorzystywania sieci komputerowych, ale w wielu innych jest to wręcz konieczne. Jedną z takich dziedzin jest **automatyka domowa**, czy jak to się często mówi – realizacja mniej lub bardziej **inteligentnego domu**.

Nie ma wyjścia: trzeba zdobyć przynajmniej elementarną wiedzę o sieciach komputerowych, bo bez tego nie można z powodzeniem zrealizować sensownego systemu automatyki domowej.

Do redakcji EdW dotarły informacje, że opis systemu Infinity wielu Czytelników utwierdził w przekonaniu, iż samodzielna realizacja systemu automatyki domowej to dla nich zadanie zdecydowanie zbyt trudne.

Tak, ogromnie trudne, ale tylko wtedy, gdy cały system chcą samodzielnie zaprojektować i zrealizować od zera.

Tematyka inteligentnego domu rzeczywiście jest niezmiernie skomplikowana i obszerna. Pojedyncza osoba nie jest w stanie ogarnąć wszystkich szczegółów. Nie jest w stanie, ale też wcale nie jest to konieczne...

Już dawno znaleziono sposób: zamiast wnikać we wszystkie szczegóły, należy nauczyć się wykorzystywać „gotowe cegiełki”, zarówno sprzętowe, jak i programowe. Wtedy nawet osoby średnio zaawansowane z powodzeniem zrealizują najpierw prostsze, a potem także rozbudowane i skomplikowane systemy inteligentnego domu.

Wszystkich szczegółów nie trzeba znać, ale niezbędne jest sporo wiedzy, w tym właśnie o sieciach komputerowych. A ponieważ tematyka inteligentnego domu jest niezwykle obszerna i bardzo łatwo o rozmaite błędy, więc trzeba mieć uporządkowany, jasny obraz celów, ograniczeń, zagrożeń oraz różnych możliwości realizacyjnych. Wtedy sukces jest pewny. I właśnie dlatego w kolejnych numerach EdW będziemy omawiać tematykę inteligentnego domu z różnych punktów widzenia.

Piotr Górecki

Zachęcamy do nadsyłania podobnych tekstów!

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

Pomyśl, napisz (optymalna objętość tekstu to około 750 słów) i przyślij na adres edw@elportal.pl! Materiał może dotyczyć „elektronicznych wspomnień”, ale też dowolnego innego aspektu elektroniki.



Akwarystyczny mikroUPS z baterią Li-Ion

Projekt przedstawia budowę i działanie zasilacza awaryjnego UPS przeznaczonego do podtrzymania pracy osprzętu akwarystycznego. Zasilacz cechuje się sinusoidalnym napięciem wyjściowym, bardzo małym poborem mocy na czuwaniu oraz długim czasem pracy na baterii.

Zasilacze awaryjne UPS służą do bezprzerwowego zasilania ważnych urządzeń. Jeżeli w sieci energetycznej nastąpi zanik napięcia, UPS natychmiast sam zaczyna przetwarzać prąd stały z akumulatorów na napięcie 230V prądu przemiennego.

Na zaniki napięcia szczególnie narażone są zewnętrzne filtry akwarystyczne, potocznie zwane kubelkami. Filtry te wypełnione są wieloma wkładami filtracyjnymi i pracują bez czyszczenia przez wiele miesięcy. Brak przepływu wody przez złożo filtracyjne powoduje obumieranie pożytecznych bakterii oraz zapoczątkowanie beztlenowych procesów gnilnych i powstawanie wielu trujących związków. Już po kilku godzinach bez zasilania taki filtr bezwzględnie należy otworzyć i wyczyścić. Również

brak ruchu taflí wody utrudnia rozpuszczanie się tlenu w wodzie i może doprowadzić do uduszenia się rybek.

Rozwiązaniem zabezpieczającym nas przed niespodziewanym zanikiem zasilania jest zastosowanie zasilacza awaryjnego. Niestety, dostępne na rynku UPS-y są duże, ciężkie i kosztowne. Dysponują one znaczną mocą, ale mają małą pojemnością akumulatorów kwasowych, które należy co kilkanaście miesięcy wymieniać. Dodatkowo na czuwaniu taki UPS pobiera sporo prądu, nawet kilkanaście watów. Również kształt napięcia wyjściowego często odbiega od sinusoidy, co jest niewskazane do zasilania filtrów z silnikami indukcyjnymi czy napowietrzaczy, potocznie zwanych brzęczykami.

Moc zasilacza awaryjnego podawana jest jako moc pozorna wyrażona w VA. Mikro-UPS akwarystyczny powinien być obciążony mocą nie większą niż moc zastosowanego transformatora, w przeciwnym razie przegrzeje się. Niestety bardzo często na sprzęcie akwarystycznym podawana jest tylko moc czynna w watach (W). Dla uproszczenia możemy przyjąć, że moc czynną filtra kubelkowego należy pomnożyć przez 2 i uzyskamy moc pozorną w VA, np. filtr Tetra Ex800 Plus ma katalogowo moc czynną równą 8W. Dla naszego UPS-a będzie on stanowił obciążenie 16VA, czyli praktycznie maksimum możliwości transformatora 18VA. Oczywiście do budowy zasilacza awaryjnego możemy wykorzystać większy transformator, np. 35VA czy 45VA.

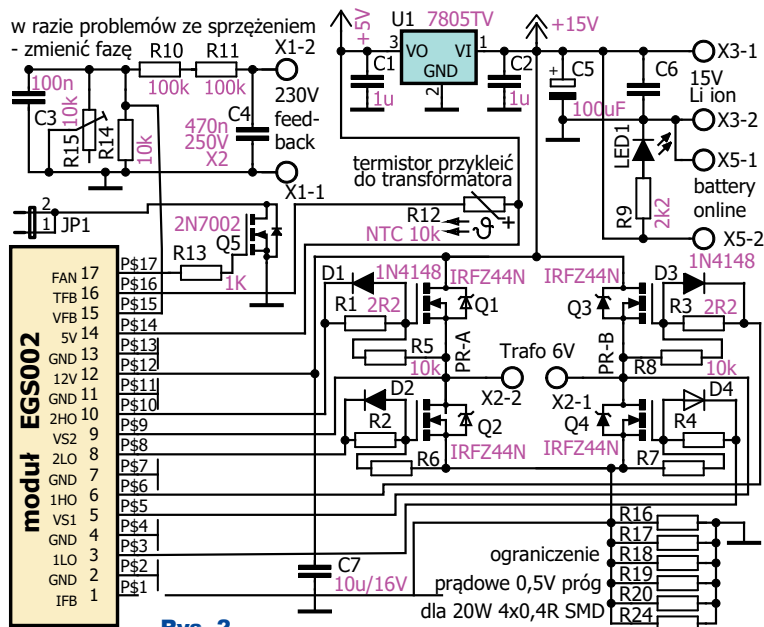
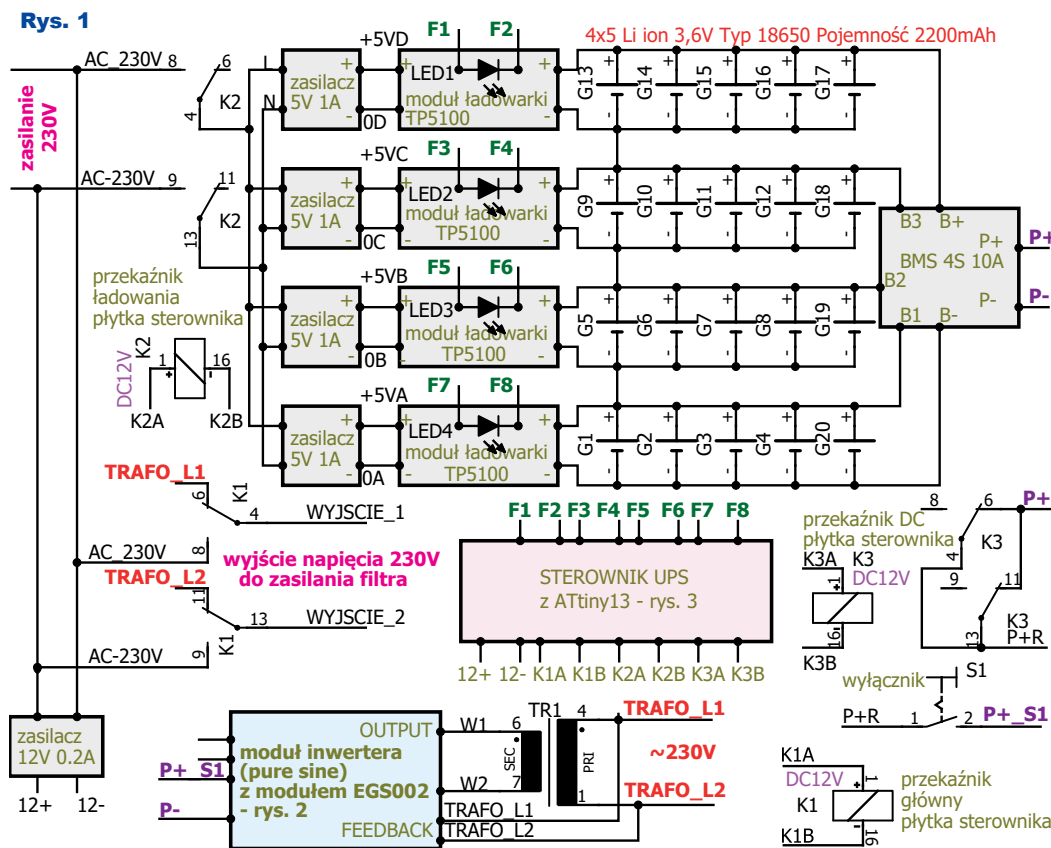
Opis układu

Jak pokazuje **rysunek 1**, opisywany układ zbudowany jest z kilku bloków:

- baterii ogniów 4S5P (4 szeregowo) (po 5 równolegle) Li-Ion typu 18650 z układem nadzoru BMS,
- czterech układów ładowania baterii, co zapewnia niezależne ładowanie każdej sekcji baterii,
- modułu inwertera z transformatorem,
- sterownika mikroprocesorowego z przekąźnikami pomocniczymi
- zasilacza 12V

Bateria zbudowana jest jako pakiet ogniw Li-Ion typu 18650 połączonych szeregowo 4S i równolegle, np. 5P. Im większa liczba ogniw połączonych równolegle, tym większa pojemność baterii. Każdy zestaw równolegle połączonych ogniw ładowany jest oddzielnie przez moduł ładowarki 1A z układem TP5100 zasilanym z oddzielnego zasilacza 5V 1A. W sumie mamy więc 4 moduły ładowarek i 4 zasilacza 5V. Nad całością pakietu czuwa układ BMS (Battery Management System) zabezpieczający przed zbyt głębokim rozładowaniem ogniw oraz zwarciami. Może to być praktycznie dowolny gotowy fabryczny moduł BMS, który obsłuży 4 ogniwa i może pracować z prądem 1A. Z modułów ładowarek za pośrednictwem transoptorów w module z mikroprocesorem podkradany jest sygnał o zakończeniu ładowania (złącza goldpin TP5100 lub niebieskie diody SMD na płytkach ładowarek TP4056). W przypadku, gdy wszystkie cztery ładowarki zakończą ładowanie, wyłączany jest przełącznik ładowania, który odcina 230V od zasilaczy 5V. W programie zawarte jest również czasowe ograniczenie ładowania do 10h oraz comiesięczne doładowywanie ogniw.

Rys. 1



Rys. 2

Jak pokazuje **rysunek 2**, blok inwertera – falownika (*pure sine*) bazuje na gotowym, fabrycznym module EGS002 z układem scalonym EG8050 i drajwerami tranzystorów MOSFET IR2113. Układ ten po dołożeniu niezbędnych tranzystorów mocy MOSFET oraz pomocniczych obwodów zasilania i sprzężenia zwrotnego jest gotowym elementem przetwornicy DC/AC. Niskie stałe napięcie z baterii jest zamieniane na przebieg sinusoidalny 50Hz o niedużym napięciu i następnie transformowane (TR1) na wysokie napięcie 230V 50Hz. Transformator TR1 powinien mieć napięcie strony wtórnej 6V, ponieważ wartość skutecz-

na napięcia wyjściowego z inwertera jest około 1,5 razy mniejsza niż napięcie baterii. Musimy jeszcze mieć zapas na kompensację obniżenia się napięcia pakietu akumulatorów. Sprzężenie zwrotne (FEEDBACK) pozwala dokładnie ustawić napięcie wyjściowe po stronie AC.

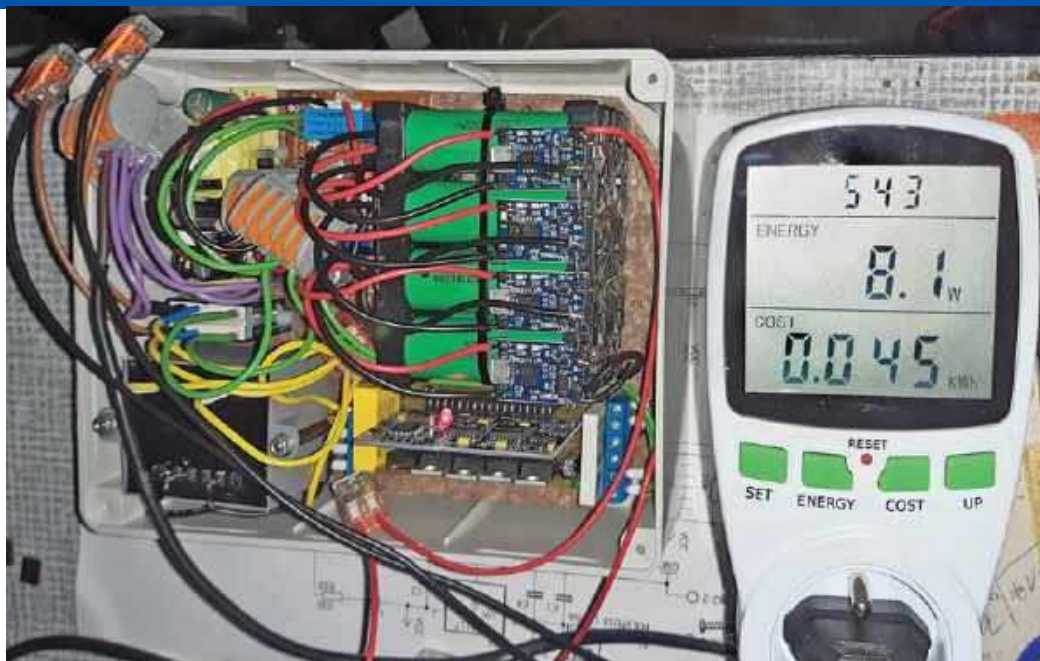
Jak widać na **rysunku 3**, sterownik mikroprocesorowy z małym mikrokontrolerem ATtiny13 kontroluje czas przełączania przekaźników pomocniczych oraz nadzoruje pracę ładowarek ogniw. Dodatkowo w programie zaimplementowany jest algorytm comiesięcznego doładowywania ogniw. Zanik napięcia w sieci i brak pomocniczego napięcia 12V powoduje przełączenie styków przekaźników w pozycję nor-

malnie zwartą (NC) i aktywację inwertera. Po powrocie zasilania sieciowego przetwornica pracuje jeszcze przez minutę na zasilaniu bateryjnym. Po tym czasie sterownik przełącza zasilanie filtra na sieć energetyczną i rozpoczyna ładowanie akumulatorów.

Sprawność mikro-UPS-a wynosi ponad 60% obliczane jako moc czynna po stronie wysokiego napięcia do mocy pobieranej z akumulatorów. W stanie czuwania naładowany UPS pobiera 1,5W do podtrzymania przełączników i pracy mikrokontrolera.

Montaż i uruchomienie

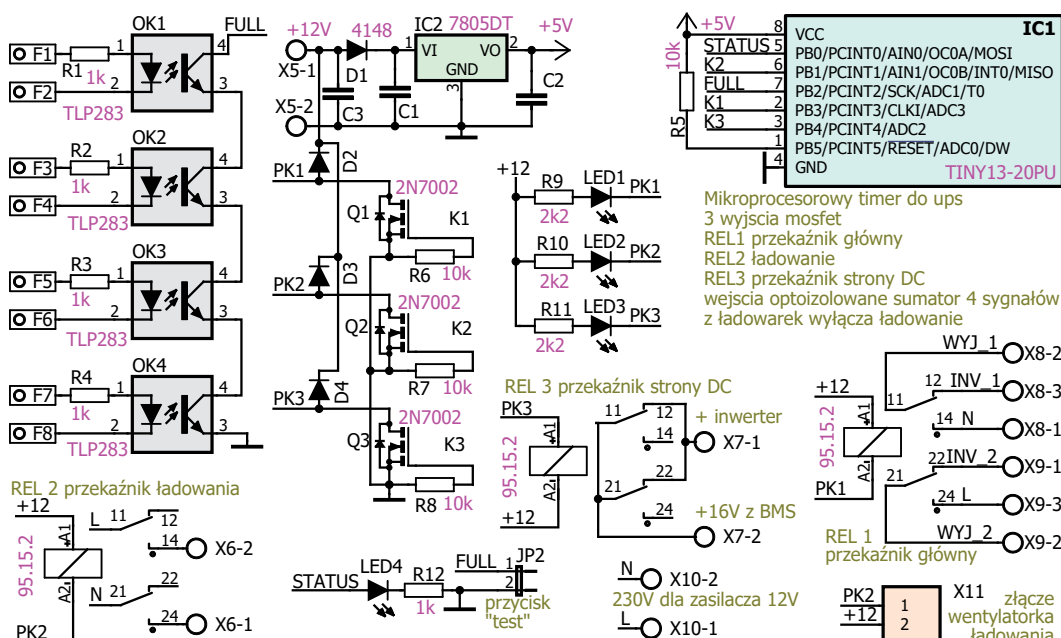
Montaż należy rozpocząć od przygotowania baterii akumulatorów typu 18650 przy wykorzystaniu plastikowych holderów o organizacji 4x5. Ogniwa muszą mieć jednakowe napięcia i zbliżone pojemności. Przed montażem najlepiej naładować je do pełna. Najłatwiejszą metodą połączenia ogniw jest przyłutowanie do nich prostych drutów miedzianych o przekroju 1,5mm² (popularny drut do instalacji elektrycznych tzw. DYT). Aby lut mógł zwilżyć powierzchnie ogniwa, dobrze jest je przeszlifować drobnym papierem ściernym i zastosować topnik lub kalafonię. Musimy uważać, aby nie przegrzać akumulatora, lutujemy więc krótko mocną lutownicą i stosujemy cynę z topnikiem. Ogniwa układamy jednakowo w czterech rzędach płusem do góry i łączymy najpierw równolegle z dołu i z góry



w rzędach, a następnie cztery rzędy łączymy w szereg – plus jednego rzędu do minusa następnego. Gotowy, w pełni naładowany pakiet powinien mieć napięcie około 16,6V. Do tak przygotowanego pakietu montujemy układ BMS. Następnie montujemy układy ładowania poszczególnych sekcji baterii. Fabrycznie moduły ładowarek TP5100 ustawione są na ładowanie prądem 2A. W celu obniżenia prądu do 1A należy wylutować jeden rezystor 0,1Ω (na **fotografii 1** rezystor zaznaczony na czerwono). Dopuszczalne jest zastosowanie zasilaczy o wydajności prądowej 2A, napięciu do 12V i łado-



Fot. 1



Rys. 3

torów. Należy szczególnie zwracać uwagę na bieguny modułów ładowarek, zasilaczy i ogni. Błędne podłączenie uszkodzi moduł ładowarki. Baterię należy przetestować przez obciążenie wyjścia DC z układu BMS żarówką halogenową 12V 20W. Niektóre układy BMS wymagają jednorazowej aktywacji poprzez podanie zewnętrznego napięcia na zaciski wyjściowe DC i chwilowego ładowania ogni.

Napięcie to musi być większe od napięcia pakietu ogni i mieć ograniczenie prądowe.



Montaż pozostałych elementów urządzenia jest już znacznie prostszy.

Zmontowany sterownik można wypróbować, zasilając go napięciem 12V. Poszczególne przekaźniki powinny się przełączyć z zaprogramowanym opóźnieniem czasowym. Zwarcie nóżki nr 7 procesora do masy powinno wyłączyć przekaźnik odpowiedzialny za zasilanie ładowarek ogniw.

Z uwagi na prądy płynące przez relatywnie cienkie ścieżki płytki inwertera należy je pocynować i wzmocnić srebrną. W module należy zastosować gniazdo żeńskie goldpin pod płytkę EGS002. Do tranzystorów i stabilizatora należy przykleić niewielki radiator za pomocą dwustronnej taśmy termoprzewodzącej. **Uwaga! Obudowy tranzystorów i stabilizator mają różne potencjały.**

W prototypie zastosowano tanie tranzystory N-MOSFET IRFZ44N. Im lepsze tranzystory zastosujemy, tym potencjalnie układ będzie miał lepszą sprawność. Rezystory w torze pomiaru prądu (R16-20) dobieramy tak, aby spadek napięcia na nich miał wartości 0,1V dla prądu roboczego pobieranego normalnie z akumulatora. W naszym przypadku jest to około 0,08Ω. Następnie z płytką inwertera łączymy transformator. Końcówki 6V łączymy z wyjściem z mostka H, a końcówki 230V z wejściem sprzężenia zwrotnego feedback oraz z obciążeniem testowym, które stanowi np. żarówka 230V 15W. Po włożeniu modułu EGS002 w gniazdo goldpin możemy z zewnętrznego

zasilacza podać napięcie 16V na zaciski zasilania modułu inwertera. Żarówka powinna powoli rozświecić się. Za pomocą potencjometru P1 regulujemy napięcie do 230V. Jeżeli jednak inwerter wystartuje bez miękkiego rozruchu pełną mocą i po kilku sekundach moduł EGS002 zacznie mrugać czerwoną diodą, należy zamienić miejscami przewody w zaciskach sprzężenia zwrotnego feedback.

Montaż wszystkich modułów do obudowy. Po oddzielnym uruchomieniu wszystkich bloków można przejść do montażu podzespołów do obudowy. Mój model pokazany jest na fotografiach. Akumulatory mają znaczącą masę, dlatego należy szczególnie starannie zamontować je w obudowie. Można do tego wykorzystać opaski zaciskowe. Do łączenia wielu przewodów o wspólnym potencjale polecam zastosować popularne pięciopółowe złączki Wago. W pierwszej kolejności należy połączyć przewody z wysokonapięciowej strony transformatora, wejścia AC zasilacza 5V, sygnały zwrotne z modułów ładowarek do sterownika.

Na samym końcu łączymy obwód napięcia stałego z akumulatorów do sterownika i ze sterownika poprzez wyłącznik do inwertera. Do transformatora należy przykleić czujnik temperatury z modułu inwertera.

W obudowie należy wykonać otwory umożliwiające przepływ powietrza. W celu chłodzenia zasilacza 5V i modu-

Wykaz elementów

Moduł sterownika

R1-R4, R12	1kΩ SMD 0805
R5-R8	10kΩ SMD 0805
R9-R11	2,2kΩ SMD 1206
C1-C3	10uF/16V SMD 1206
D1-D4	1N4148 SMD Minimelf
LED1-LED4	3mm
OK1-OK4	TLP281
T1-T3	2N7002 MOSFET SMD
IC1	ATTiny13A
IC2	78M05 SOT-252
PK1-PK3	przełącznik 12V 2P np. RM84-2012-35-1012, FINDER 40.52, SCHRACK RP920067, HF115F 012-2ZS4A

Moduł inwertera

R1-R4	2,2Ω 0,25W
R5-R8	10kΩ 0,125W
R9	2,2kΩ SMD 0805
R10-R11	100kΩ 0,25W
R12	NTC 10kΩ termistor
R13	1kΩ SMD 0805
R14	10kΩ 0,25W
R15	10kΩ potencjometr
R16-R20	0,4Ω SMD 1206
C1-C2	1uF/16V SMD 0805
C3	100nF SMD 1206
C4	470nF/275V X2
C5	100uF/16V
C6	100nF SMD 1206
D1-D4	1N4148
LED1	3mm
Q1-Q4	IRFZ44N lub lepszy
Q5	2N7002
U1	7805
Gotowy moduł EGS002	
Transformator 18VA 230/6V lub mocniejszy	
Ognia 18650 20 szt.	
Gotowy moduł ładowarki Li-ion TP5100 lub TP4056 4 szt.	
Gotowy moduł BMS 4S	
Zasilacz 5V 1A (np. ładowarka do telefonu) 4 szt.	
Zasilacz 12V 0,2A	
Wentylator 12V 1W	

łów ładowarek należy zastosować mały wentylator np. 12V 1W i podłączyć go do gniazda X11 w module sterownika. Można również wentylator podłączyć bezpośrednio pod jedno z napięć 5V. Zmniejszy to hałas generowany przez wentylator, a odpowiedni przepływ powietrza nadal będzie zapewniony.



Paweł Blaszczyk
p.blaszczyk@vp.pl

MPPT

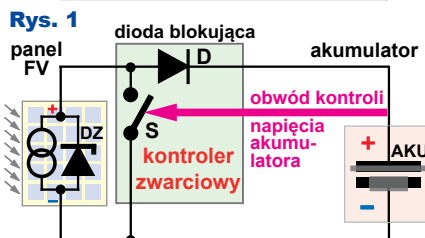
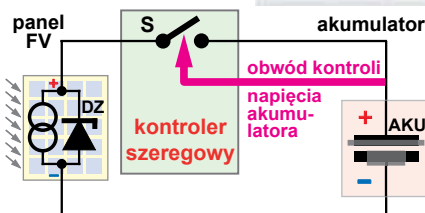
część 9

Zgodnie z zapowiedzią, w tym odcinku omówimy kolejne szczegóły dotyczące akumulatora w instalacjach fotowoltaicznych. Ostatnio omawialiśmy zaawansowane sposoby ładowania, ale zanim do nich wrócimy, musimy cofnąć się do sposobów prostszych.

Regulatory histerezyowe

W omawianych dotychczas sterownikach szeregowych i zwarciovych według **rysunku 1**, przełączniki – klucze muszą być i są sterowane dwustanowo (załączyć/wyłączyć). Chcemy teraz zastanowić się nad zaznaczonym na rysunku *obwodem kontroli napięcia akumulatora*. Otóż może on być zrealizowany na wiele sposobów. A co bardzo ważne, właśnie ten obwód decyduje, na ile efektywne będzie ładowanie, trwałość i wykorzystanie dostępnej pojemności akumulatora.

Na początek na przykładzie kontrolera zwarciovego wspomnijmy o sposobach zdecydowanie zbyt prostych. Otóż zasadniczo głównym kluczem S w sterowniku solarnym mógłby być przekaźnik. Przekaźnik ze swej natury jest elementem dwustanowym, ale z kilku powodów na pewno nie nadaje się obwód kontroli napięcia akumulatora według **rysunku 2a**, gdzie próg wyłączania ładowania byłby dobierany za pomocą potencjometru P1. Nieco lepsze, ale też zbyt proste rozwiązanie pokazane jest na **rysunku 2b**: gdy napięcie ładowanego akumulatora wzrośnie do granicy ustalonej przez potencjometr, przekaźnik zadziała i wyłączy ładowanie. Później powolne zmniejszanie się napięcia akumulatora spowoduje, że płynnie zmniejszać się będą: prąd bazy, prąd kolektora i prąd przekaźnika. Gdy prąd przekaźnika zmaleje do określonej wartości, nastąpi nagłe zwolnienie przekaźnika. Przekaźnik, a także cały układ charakteryzuje się histerezą: ponowne włączenie ładowania nastąpi, gdy napięcie akumulatora znacząco się obniży.



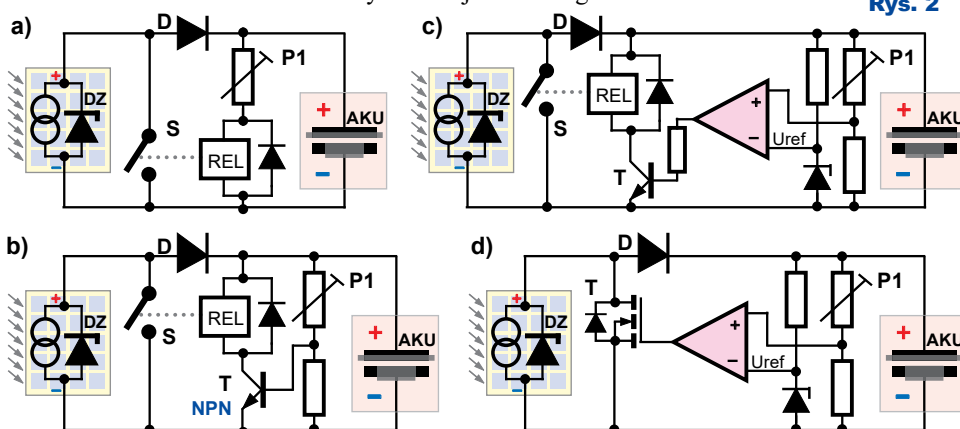
Problem w tym, że nie mamy nad układem kontroli: przekaźnik ma bardzo dużą histerezę, a w układzie z **rysunku 2b** zostaje ona w znacznym stopniu zmniejszona przez tranzystor. Jednak w takim prostym rozwiązaniu nie ma kontroli nad uzyskaną wypadkową wielkością histerezy, czyli nad napięciami progowymi, a ponadto są one niestabilne termicznie z uwagi na zmiany ciepłoty napięcia U_{BE} tranzystora.

Akceptowalny kontroler z przekaźnikiem można zrealizować z użyciem wzmacniacza operacyjnego, który pracuje jako układ porównujący – komparator. Ale nie według **rysunku 2c**. Ogromne wzmocnienie wzmacniacza operacyjnego (i tranzystora) niemal całkowicie zlikwiduje histerezę przekaźnika. Nieuchronne szumy na wej-

ściach i prawdopodobnie też wszechobecne zakłócenia o częstotliwości sieci 50Hz spowodują, że przełączenie wcale nie byłoby „szybkie i gładkie”, tylko „zaśmieczone”. Na progu przełączania przekaźnik będzie terkotał i zapewne przez to szybko wypalą się jego styki.

Kolejnym poważnym niedostatkim takich rozwiązań jest fakt, że przekaźnik podczas pracy pobiera cenną energię z akumulatora. Można to próbować poprawiać na różne sposoby, ale zawsze trzeba pamiętać, że przekaźnik o dużym prądzie styków podczas pracy pobiera 0,5...2W energii.

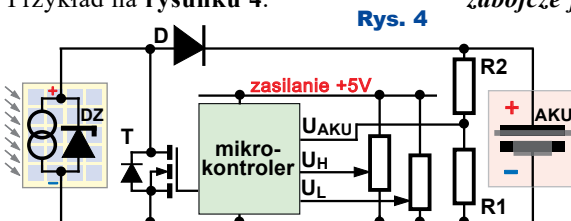
Pod tym względem zdecydowanie lepszy jest MOSFET zamiast przekaźnika, ale przełączania dwustanowego ani potrzebnej do tego histerezy tym bardziej nie będzie w układzie z MOSFET-em według **rysunku 2d**. Tu do skokowego, dwustanowego przełączenia w ogóle nie dojdzie, ponieważ przy zbliżaniu do progu przełączania MOSFET T1 będzie częściowo otwierany wspomnianymi „śmieciami”, zacznie przezeń płynąć prąd modulowany zakłóceniami o takiej średniej wartości, że napięcie na akumulatorze przestanie rosnąć. Pomimo zastosowania komparatora, zamiast oczekiwanego regulatora dwustanowego (zwarciovego), otrzymamy wcześniej omawiany regulator liniowy, w którym MOSFET będzie się silnie grzał!



Prostym rozwiązaniem problemu jest wprowadzenie histerazy, której szerokość musi być większa niż międzyszczytowa amplituda szumów i zakłóceń na wejściach wzmacniacza operacyjnego. Wystarczy według **rysunku 3** dodać dwa rezystory, które wprowadzą dodatnie sprzężenie zwrotne. Otrzymujemy jak najbardziej akceptowalny regulator histerazowy, w którym mamy dwa progi przełączenia U_H i U_L , zależne od wartości R_X , R_Y i od ustawienia P1. Histeraza, czyli różnica między progami U_H i U_L , jest tu wyznaczona przede wszystkim przez stosunek R_X , R_Y (przy czym do rezystancji R_Y dodaje się rezystancja wypadkowa równoległego połączenia P1, R1). Potencjometrem P1 możemy oba progi przełączania U_H , U_L jednocześnie przesunąć w dół i w górę. Zastępując R_X lub R_Y potencjometrem, uzyskujemy też możliwość prostej, ale niestety w praktyce niezbyt wygodnej regulacji wielkości histerazy.

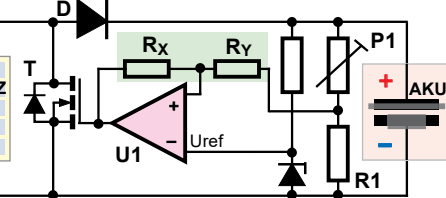
Stosując dwa wzmacniacze operacyjne, można też zrealizować kontroler, w którym progi przełączania U_H i U_L , można ustawiać niezależnie za pomocą dwóch potencjometrów.

Podobnie niezależnie można ustawiać progi przełączania, jeżeli sterownikiem będzie mikrokontroler. Przykład na **rysunku 4**.



Rys. 4

Wtedy niezbędną histerazę zrealizuje program. Z uwagi na zasilanie +5V MOSFET musi mieć niskie napięcie progowe U_{GStH} . Wykorzystane są tu trzy wejścia analogowe procesora. Dwa potencjometry pozwalają ustawić napięcia progowe włączania i wyłączania ładowania (U_H , U_L). Niezbędny jest jeden stały dzielnik R1, R2, który napięcie akumulatora o wartości 10...15V zmniejszy do wartości (nie wiele) mniejszej niż 5V. W roli napięcia wzorcowego występuje tu stabilizowane napięcie zasilające +5V. Oczywiście ustawianie progów U_H , U_L można zrealizować inaczej, bez potencjo-



Rys. 3

metrów, na przykład z pomocą klawiatury i wyświetlacza kontrolnego, albo prościej – zaszywając odpowiednie wartości U_H , U_L na stałe w programie. Podane przykłady dotyczą regulatora zwarciovego (*shunt*). Jak najbardziej można też realizować analogiczne układy z wykorzystaniem regulatora szeregowego (*serial*) z przekaźnikiem albo raczej z dwoma MOSFET-ami, by zapobiec „cofaniu prądu”. W Internecie można znaleźć różne przykłady, zarówno ze wzmacniaczami operacyjnymi, jak i mikrokontrolerami.

A teraz jeszcze jeden szczegół, bardzo ważny w praktyce.

Problem rozładowania

Opisywane właśnie regulatory szeregowego i zwarciovego według rysunku 1 mają jedno główne zadanie: *nie pozwalają na przeładowanie akumulatora*.

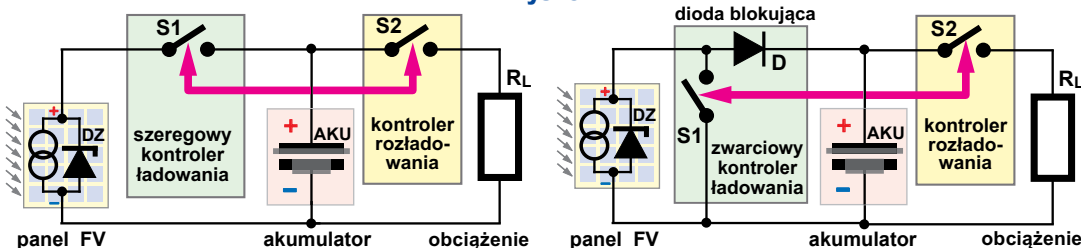
Do takich regulatorów warto, a wręcz trzeba też dodać drugi ogranicznik. Otóż dla akumulatorów ołowianych, jak też litowych, groźne jest nie tylko przeładowanie. Równie *zabójcze jest rozładowanie „do zera”*.

Aby zapobiec szybkiej destrukcji akumulatora, konieczne trzeba więc dodać układ, który odłączy obciążenie przy nadmiernym zmniejszeniu się napięcia akumulatora.

Tym razem nie chodzi o „nocne cofanie prądu”, tylko o normalne rozładowanie przez obciążenie, ale rozładowanie zbyt głębokie.

Rozwiązaniem, zobrazowanym na **rysunku 5**, jest dodanie do systemu drugiego oddzielnego klucza S2, rozwierzanego, gdy napięcie akumulatora obniży się do niebezpiecznej granicy, która dla akumulatora kwasowego ma wartość z zakresu 10,5...11V.

Rys. 5



Tak, w kontrolerze rozładowania nie potrzeba skomplikowanych rozwiązań – wystarczy prosty regulator histerezy, ale trzeba mieć świadomość, że w tym przypadku zbyt mała histereza może się okazać istotną wadą.

Otóż gdy napięcie podczas rozładowania nadmiernie się zmniejszy, kontroler odłączy obciążenie od akumulatora. Bardzo dobrze, tylko po odłączeniu obciążenia napięcie rozładowanego, ale nieobciążonego już akumulatora nie „zatrzyma się”, tylko znacznie znacząco wzrastać.

Przy małej histerezie omawianego kontrolera rozładowania napięcie akumulatora już po krótkim czasie wzrośnie na tyle, że klucz S2 znów zostanie włączony. Popłynię prąd obciążenia, który znów spowoduje zmniejszanie napięcia akumulatora i po jakimś niedługim czasie klucz S2 znów zostanie rozarty. Będzie się to powtarzać, przy czym w związku z coraz większym rozładowaniem akumulatora czasy włączenia klucza S2 będą coraz krótsze.

Przy małej histerezie obciążenie będzie włączane i wyłączane wielokrotnie na krótki czas, co może być istotną, a czasem nawet niedopuszczalną wadą, zwłaszcza gdy tym obciążeniem są jakieś układy elektroniczne.

Takie zachowanie jest typowe dla tego rodzaju zabezpieczeń akumulatora. Zwiększenie histerezy zmniejszy liczbę takich włączeń i wydłuży ich czas. Można też tak dobrać górny próg przełączania, żeby ponowne włączenie nastąpiło dopiero po przynajmniej częściowym naładowaniu akumulatora. Histereza nie może jednak być zbyt duża. Dla akumulatorów kwasowych 12V różne źródła podają dopuszczalne końcowe napięcie rozładowania w granicach 9,6V ... 10,8V. Nie można obniżyć tego progu, bo jest to mocno niekorzystne dla trwałości akumulatora. Z kolei napięcie ponownego włączania nie może być za duże, żeby nie trzeba na to czekać zbyt długo po rozpoczęciu ładowania w następnym dniu. Różną górną granicą jest 12...13V.

W kontrolerze rozładowania duża histereza włączania klucza zabezpieczającego S2 okazuje się więc zaletą i w przeciwieństwie do kontrolera ładowania nie ma tu potrzeby komplikowania układu czy programu sterującego.

Jak pokazują poszukiwania w Internecie, tego rodzaju histerezy kontrolery ładowania i rozładowania z dwustanowo sterowanymi MOSFET-ami (S1, S2) mogą być i są

realizowane w najróżniejszy sposób. Wykorzystywane są wzmacniacze operacyjne, bardzo często popularne LM358, rzadziej dedykowane komparatory. Schematy, płytki i programy można znaleźć w Internecie.

Istnieje mnóstwo zrealizowanych przez hobbyistów tego rodzaju regulatorów histerezy z wzmacniaczami operacyjnymi, a także z mikroprocesorami. I tu dochodzimy do bardzo ważnej kwestii.

Oczywista oczywistość?

Dla wielu elektroników opisany właśnie dwustanowy (załącz/wyłącz) sposób pracy kontrolerów ładowania i rozładowania z sensownie dobranymi programami wydaje się oczywisty i naturalny. Osobom słabo zorientowanym wydaje się, że cała sztuka polega tylko na optymalnym dobraniu czterech w sumie progów przełączania U_H , U_L obu kontrolerów.

Niestety, nie jest to takie oczywiste...

Obecnie do sterowania kluczami S1, S2 obu kontrolerów najczęściej wykorzystuje się mikroprocesory. Na pewno zastosowanie mikrokontrolera znakomicie rozszerza możliwości i zwiększa elastyczność systemu solarnego. Pozwala w prosty sposób, z jednym procesorem i w jednym programie zrealizować dwa histerezy kontrolery ładowania i rozładowania z kluczami S1, S2 według przedstawionych właśnie koncepcji. I wielu hobbyistów realizuje różne odmiany mikroprocesorowych sterowników histerezy. Trzeba jednak podkreślić, że **kontroler rozładowania z powodzeniem może być prosty, histerezy, z ustawioną dość dużą histerezą.**

Natomiast **w kontrolerze ładowania jest sens i warto zastosować ulepszone algorytmy (PWM).** Tylko w kontrolerze ładowania.

Na pierwszy rzut oka wygląda to prosto: ładowanie jest przerywane, gdy napięcie akumulatora osiągnie górny próg U_H . Wtedy napięcie akumulatora zaczyna się zmniejszać i ładowanie jest wznowiane, gdy zmniejszy się do wyznaczonej granicy U_L . A więc podczas pracy histerezy regulatorów załącz/wyłącz nieuchronne są zmiany napięcia akumulatora. Oczywiście czym mniejsza szerokość histerezy, tym większa będzie częstotliwość przełączania – będzie ona wyznaczona nie tylko przez szerokość histerezy, ale też przez szybkość wzrostu i opadania napięcia na (potężnym) akumulatorze, dlatego

częstotliwość przełączania będzie mała, najprawdopodobniej dużo mniejsza niż 1Hz. Można się jednak słusznie domyślać, że częstotliwość przełączania nie ma tu istotnego znaczenia.

Na pewno napięcie wyłączania ładowania U_H nie może być zbyt wysokie, by nie spowodować gazowania i uszkodzenia akumulatora. Napięcie U_L nie powinno być zbyt niskie, bo wtedy ponowne ładowanie następowałoby dopiero po znaczącym rozładowaniu akumulatora. Przy dużej histerezie często zdarzy się, że gdy napięcie akumulatora spadnie do progu U_L , słońce będzie już świecić słabiej, a więc zmarnowana zostanie okazja do skutecznego podładowania. Można się słusznie domyślać, że pracę akumulatora zbliżoną do pracy buforowej realizują kontrolery, zapewniające jak najmniejsze wahania napięcia akumulatora, czyli mające ustawioną bardzo małą histerezę.

Tak, ale z małą histerezą w najlepszym przypadku możemy uzyskać klasyczną pracę buforową akumulatora (przy napięciu około 13,5...15,8V). A jak już wiemy, praca buforowa wcale nie zapewnia optymalnego wykorzystania akumulatora.

Mocno podkreślimy: **histerezy kontroler ładowania** z dwoma programami przełączania U_H , U_L osobom mało zorientowanym wydaje się naturalnym, oczywistym, wręcz jedynym rozwiązaniem. I mnóstwo tego rodzaju prostych regulatorów lepiej lub gorzej radzi sobie w instalacjach solarnych. Jednak na pewno nie wykorzystują one optymalnie akumulatora. Jeżeli jednak taki kontroler jest zbudowany z wykorzystaniem mikroprocesora, to wystarczy ulepszyć program i zamiast prostego regulatora histerezy, zrealizować znacznie doskonalszy, nazywany PWM.

Skrót PWM kojarzy się z przetworzonymi indukcyjnymi. Ale nie w tym przypadku: sprzęt pozostanie ten sam (regulator dwustanowy szeregowy albo zwarciovowy według rysunku 1 z mikroprocesorem mierzącym napięcie akumulatora), a polepszenie regulacji polegać będzie między innymi na takim programowym włączaniu i wyłączaniu klucza – MOSFET-a, by zrealizować opisywane wcześniej fazy *bulk*, *absorption*, *float* i ewentualnie *equ*.

Sterownikami PWM zajmiemy się w następnym odcinku. Nie będą to jednak jeszcze kontrolery MPPT – do nich jeszcze dość daleko.

Piotr Górecki

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących – część 2

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

W pierwszej części artykułu wstępnie zapoznaliśmy się ze wzmacniaczem operacyjnym: dziwołgiem, który ma mieć nieskończenie wielkie wzmocnienie i doskonale wszystkie inne parametry. Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne idealne nie są, a ich właściwości określone są przez parametry tranzystorów wykorzystanych do ich budowy. Fascynująca i bardzo pouczająca jest historia wzmacniaczy operacyjnych. Pokazuje też, skąd brały się i nadal biorą, wady i ograniczenia.

I nie dziw się, że tyle uwagi poświęcamy historii i tytułowej *drodze do RRIO* – to naprawdę jest bardzo ważne dla współczesnego elektronika.

Trochę historii

W tym śródtytuł znajdziesz szereg schematów wewnętrznych różnych wzmacniaczy operacyjnych. Szczegółowa analiza takich schematów jest niepotrzebna i niecelowa, **koniecznie trzeba natomiast zwrócić uwagę na budowę stopni wejściowych i wyjściowych**, co będzie też dokładniej omawiane w dalszej części artykułu.

Pierwsze wzmacniacze operacyjne przeznaczone były do celów profesjonalnych i były układami lampowymi. Potem realizowano wzmacniacze operacyjne jako moduły zawierające tranzystory, najpierw germanowe, potem krzemowe. Ogromna popularność wzmacniaczy operacyjnych zaczęła się dopiero wtedy, gdy pojawiły się one na rynku jako monolityczne układy scalone.

Na początku lat 60. w wiodącej wtedy firmie Fairchild Semiconductor 26-letni Bob Widlar opracował pierwszy monolityczny wzmacniacz operacyjny $\mu A702$. Układ wzbudził duże zainteresowanie, ale nie odniósł sukcesu komercyjnego. Sukces komercyjny odniósł $\mu A709$, drugi wzmacniacz operacyjny Widlara z roku 1965, produkowa-

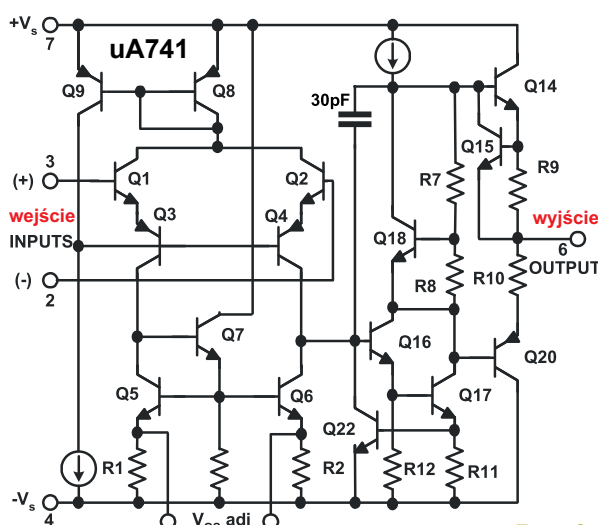
wany potem przez wiele firm pod różnymi oznaczeniami. W roku 1967 Bob Widlar, który przeniósł się do National Semiconductor Corporation, opracował wzmacniacz LM101 (LM301, w Polsce produkowany dawniej jako ULY7701).

Spektakularny sukces komercyjny odniósł jednak podobny wzmacniacz $\mu A741$ ($\mu A741$) o schemacie pokazanym na **rysunku 1**, który w roku 1968 opracował David Fullagar pracujący w Fairchild Semiconductor. W roku 1969

ukazała się szybsza wersja $\mu A748$ (wymagająca zewnętrznego kondensatora). Pojawiły się wersje podwójne (np. Motorola MC1558/MC1458) oraz poczwórne (Motorola MC4741 i National LM148).

Na wiele lat stworzony w roku 1968 układ $\mu A741$ stał się klasykiem i niejako punktem odniesienia. Jednak w roku 1972 opracowano układy LM324 i LM358, które stały się jeszcze bardziej popularne, o czym za chwilę. Ale generalnie parametry wszystkich tych wczesnych układów były słabe. Nastąpił wyścig producentów, oferujących wzmacniacze operacyjne o coraz lepszych parametrach. Jednak nie można było w równym stopniu poprawiać wszystkich kluczowych parametrów, dlatego pojawiły się wzmacniacze specjalizowane, przeznaczone do różnych zastosowań. Oprócz wzmacniaczy uniwersalnych o przeciętnych wszystkich parametrach, opracowano różne wzmacniacze precyzyjne, a także różne wzmacniacze operacyjne szybkie.

Już w roku 1969 pojawiły się wzmacniacze bardziej precyzyjne niż



Rys. 1

$\mu A741$: LM108 (LM112) z tak zwanymi tranzystorami superbeta na wejściach oraz wzmacniacz $\mu A725$. Na początku lat 70. ukazała się wersja precyzyjna AD741 Analog Devices. W roku 1975 w firmie PMI (Precision Monolithics, obecnie Analog Devices) opracowano kolejnego klasyka, wzmacniacz OP07 (**rysunek 2**), który stał się punktem odniesienia dla wzmacniaczy precyzyjnych. W roku 1988 pojawił się znacznie ulepszony OP77, a później dostępny do dziś OP177. Obecnie najbardziej precyzyjne wzmacniacze operacyjne wykorzystują zaskakująco sprytnie sposoby korygowania błędów i zmniejszania szumów – w ich opisach znajdziemy takie np. określenia jak AutoZero czy Chopper Amplifier.

Jeżeli chodzi o szybkie wzmacniacze operacyjne, to w roku 1971 ukazał się LM118 (LM318) dużo szybszy od wszystkich wcześniejszych (pomijając bardzo szybkie bufory, jak LM102, LM110, BUF-03, które nie były prawdziwymi wzmacniaczami operacyjnymi). W roku 1982 firma Harris wypuściła naprawdę szybki wzmacniacz

operacyjny HA-2539, zawierający opatentowane, szybkie scalone tranzystory pnp.

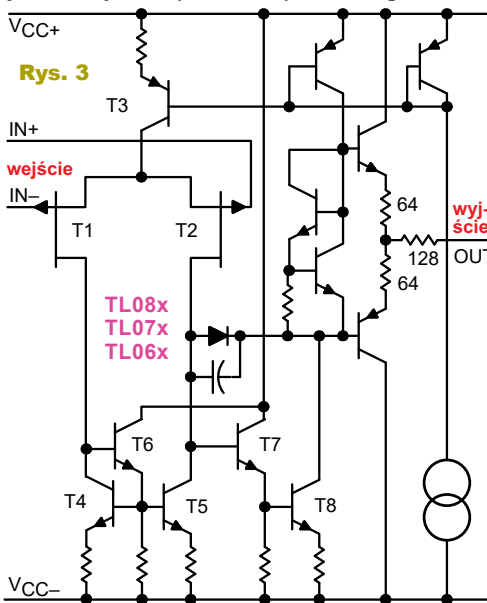
Stopniowo doskonalono technologię i dziś mamy wzmacniacze operacyjne o deklarowanym pasmie przenoszenia od zera do górnej częstotliwości granicznej rzędu kilku gigaherców, czyli pracujące nawet w zakresie mikrofalowym.

Wszystkie wczesne scalone wzmacniacze operacyjne były zbudowane z tranzystorów bipolarnych. W szczególności w stopniu wejściowym pracowały tranzystory bipolarne, a więc w obwodach wejść musiały płynąć stosunkowo duże prądy polaryzacji baz tych tranzystorów. Tymczasem w licznych zastosowaniach źródło sygnału ma ogromną rezystancję wewnętrzną i współpracujący wzmacniacz operacyjny musi mieć jak największą rezystancję wejściową i jak najmniejsze prądy polaryzacji wejść.

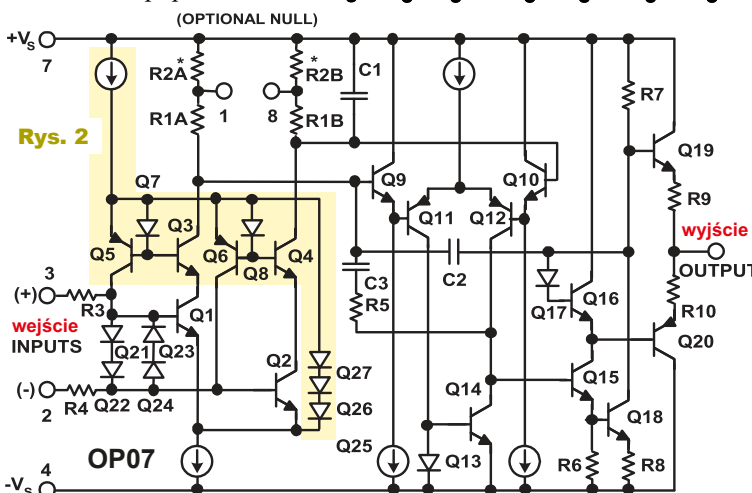
Połowicznym rozwiązaniem jest zastosowanie sprytnego wewnętrznego obwodu kompensacji prądów wejściowych, co na rysunku 2 jest zaznaczone żółtą podkładką.

Jednak poważną wadą tranzystorów bipolarnych jest duży poziom tak zwanych szumów prądowych, a ich nie da się w ten sposób zredukować. Te szumy prądowe są dużo mniejsze w tranzystorach polowych, zarówno złączowych JFET, jak i MOSFET z izolowaną bramką.

Od początku próbowano też realizować monolityczne wzmacniacze operacyjne z wejściowymi tranzystorami polowymi (uA740, ICL8006), ale ich inne parametry związane z precyzją były wręcz fatalne. Przełom przyniósł rok 1974, gdy wykorzystano technologię implantacji jonów. Powstały wzmacniacze LF155...157, bardziej znane w wersjach LF355...LF357. Miały znikome prądy wejściowe i były dość szybkie. W roku 1978 powstały w Texas Instruments popularne



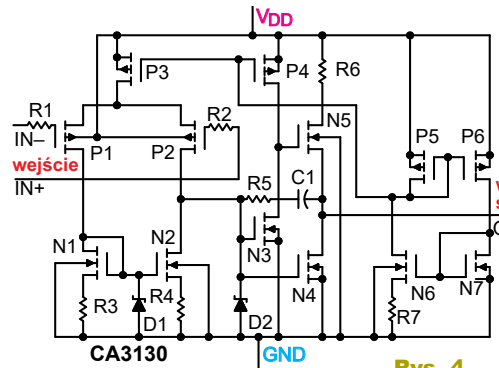
Rys. 3



Rys. 2

do dziś kostki TL081/082/084 (rysunek 3) oraz wersje niskoszumowe TL07x i energooszczędne TL06x – wszystkie z tranzystorami JFET P na wejściach i bipolarnymi w dalszych stopniach (BiFET).

Także w roku 1974 powstały wzmacniacze CA3130, mające na wejściach tranzystory MOSFET P (a w strukturze tranzystory bipolarne). Potem powstawały liczne wzmacniacze operacyjne składające się wyłącznie z tranzystorów MOSFET. Prosty przykład na rysunku 4.



Rys. 4

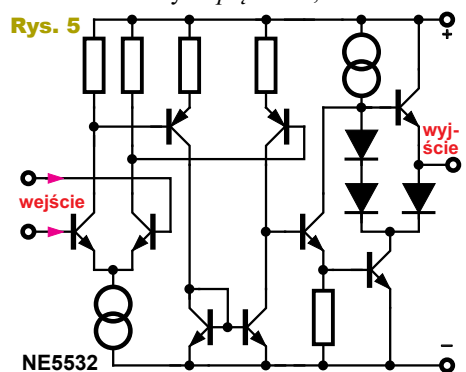
Układy audio

Oddzielną sprawą to wzmacniacze do toru sygnałowego urządzeń audio. Wzmacniacze operacyjne okazały się idealnymi cegiełkami do budowy najróżniejszych układów audio. Jednak wczesne wzmacniacze operacyjne nadawały się tylko

do sprzętu niewysokiej klasy. Przełomem było pojawienie się w drugiej połowie lat 70. podwójnego wzmacniacza operacyjnego Signetics/Philips NE5532, przeznaczonego głównie do zastosowań audio, który w tych zastosowaniach do dziś jest klasykiem i punktem odniesienia. Ściślej biorąc, najpierw powstał pojedynczy wzmacniacz NE5534, który mógł stabilnie pracować przy wzmocnieniu większym niż 3×. Wkrótce potem zaproponowano jego podwójną wersję NE5533, po której dziś trudno znaleźć ślad. Nieprawdopodobnym przebojem okazała się natomiast kostka NE5532, czyli podwójna wersja z wewnętrzną kompensacją, mogąca pracować także przy wzmocnieniu równym jedności. Jej mocno uproszczony schemat pokazany jest na rysunku 5. Spośród starszych wzmacniaczy, w lepszym sprzęcie audio były też często stosowane opracowane w roku 1980 precyzyjne i niskoszumowe OP27 i OP37, a potem wiele innych, niekoniecznie lepszych.

Dziś szereg wzmacniaczy operacyjnych, zarówno bipolarnych, jak i BiFET, reklamowanych jest jako specjalizowane do sprzętu audio.

W sprzęcie audio stosowane są też tak zwane wzmacniacze operacyjne ultraniskoszumowe, spośród których najbardziej znane są AD797 i LT1115. Rzeczywiście mają one bardzo małe tak zwane szumy napięciowe, ale za to duże szumy prądowe. Naprawdę ultraniskoszumowe są tylko przy wzmacnianiu małych sygnałów ze źródeł o bardzo niskiej rezystancji wewnętrznej 20...100 omów. W innych zastosowaniach



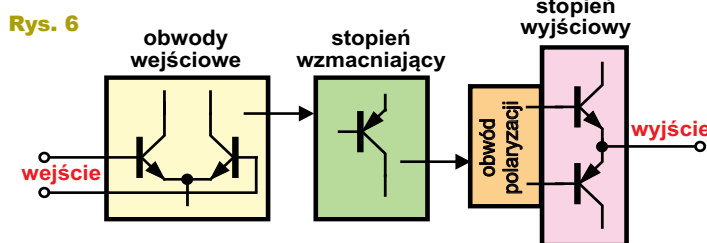
Rys. 5

nie warto ich wykorzystywać. Podobnie należy się mocno zastanowić, czy trzeba wykorzystywać inne kosztowne wzmacniacze o deklarowanych znikomych zniekształceniach THD poniżej 1 tysięcznej procenta. Niestety, mnóstwo osób nie rozumie dokładnie specyfiki i znaczenia parametrów technicznych podawanych w katalogach. A w dziedzinie audio oprócz mierzalnych parametrów technicznych ogromne znaczenie ma także opinia środowiska, stereotypy, powszechne opinie i wyobrażenia. Efektem są z jednej strony ewidentne błędy w kwestii wyboru wzmacniaczy pogarszające parametry, a z drugiej niepotrzebne wydatki na podzespoły, których obecność nie poprawi właściwości. To jednak temat na oddzielny, bardzo szeroki artykuł. Ogólnie biorąc, nadal w ogromnej większości układów audio z powodzeniem wystarczy NE5532, a często nawet TL072 (TL071, TL074). Tematyka audio nie jest jednak najważniejsza.

LM358 – początek drogi do RRIO

Ogromnie ważnym, a wręcz przełomowym momentem było opracowanie w National Semiconductor (Russell, Frederiksen) w roku 1972 wzmacniacza operacyjnego LM124, przeznaczonego do zastosowań w pewnym sensie przemysłowych, który co ciekawe i ważne, mógł być zasilany niskim pojedynczym napięciem. Zdecydowanie bardziej znana wersja wzmacniacza LM124 to do dziś używany LM324, gdzie w jednej obudowie zawarte są cztery jednakowe wzmacniacze. Nie pojawiła się pojedyncza wersja tego wzmacniacza, ale szybko wypuszczono układ z dwoma wzmacniaczami w jednej obudowie (DIP-8) o oznaczeniu LM158 oraz w do dziś ogromnie popularnej wersji LM358.

Konieczne trzeba przypomnieć, że wszystkie wcześniejsze wzmacniacze operacyjne, także i ten, zasilane były standardowym napięciem symetrycznym $\pm 15V$, by osiągnąć użyteczny zakres przetwarzanych sygnałów $\pm 10V$. **Rysunek 6** pokazuje mocno uprosz-

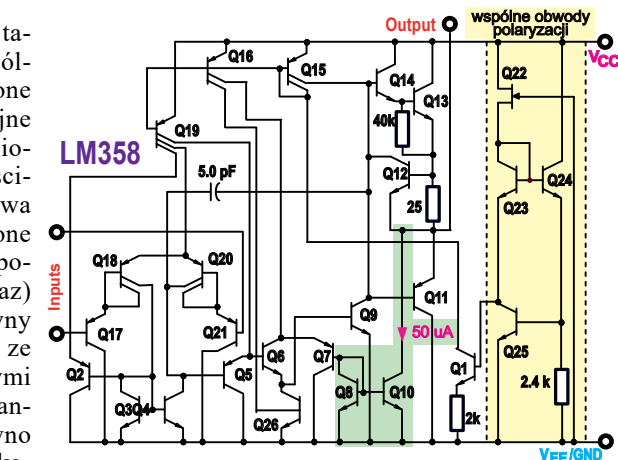


zony schemat blokowy takich wzmacniaczy. Najogólniej biorąc, pierwsze scalone wzmacniacze operacyjne miały w obwodach wejściowych tranzystory npn, a ściślej tzw. parę różnicową: dwa tranzystory npn połączone emiterami. I już to nie pozwalało na pracę wejść (baz) na poziomie ujemnej szyny zasilania. Podobnie było ze wzmacniaczami mającymi w stopniu wejściowym tranzystory polowe, zarówno JFET N, jak i MOSFET z kanałem N.

Wzmacniacze LM358/LM324 miały tę zaletę, że mogły prawidłowo pracować także przy napięciu zasilania zdecydowanie mniejszym (już od 3V albo symetrycznie $\pm 1,5V$). Ale jeszcze większe znaczenie miał fakt, że w tym niepozornym wzmacniaczu operacyjnym wejścia mogły prawidłowo pracować na potencjale ujemnej szyny zasilania według **rysunku 7**. A nawet około 0,3V poniżej ujemnej szyny zasilania!



Jak pokazuje **rysunek 8**, jest to możliwe, ponieważ na wejściach pracują pary tranzystorów PNP w układzie Darlingtona (niebieska podkładka). Jeżeli wejścia mają potencjał masy, to na emiterach Q2, Q3 napięcie (U_E) wynosi około 1,2V. Napięcie nasycenia tranzystorów Q2, Q2 to co najwyżej 0,3V, a to pozwala na poprawną pracę lustra prądowego Q8, Q9: tranzystora Q8, który pracuje w sumie jako dioda, a także Q9. Co najważniejsze, napięcie U_B podawane na bazę Q10 nawet w takim

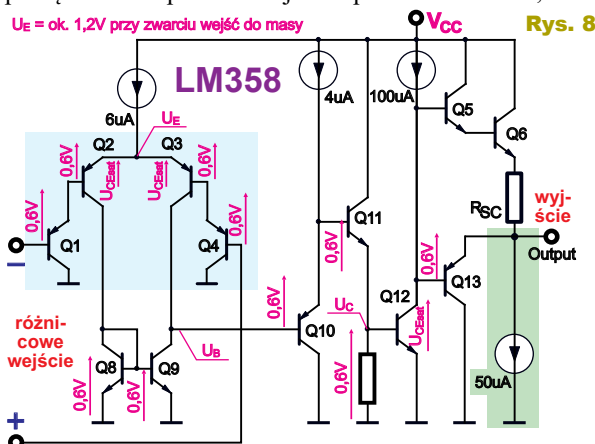


trudnym przypadku może zmieniać się w zakresie od około 0,3V do około 0,9V, a to zapewni prawidłową pracę nie tylko wzorników Q10, Q11, ale przede wszystkim tranzystora wzmacniającego Q12.

Podobnie wyjście LM324, LM358 i pokrewnych zostało dostosowane do pracy przy napięciach zbliżonych do masy (ściślej: do ujemnego napięcia zasilania). Umożliwiał to dodatkowy tranzystor pracujący jako źródło prądowe o wydajności 50uA, co w uproszczeniu na **rysunku 8** zaznaczone jest zieloną podkładką, a dokładniej na **rysunku 9**, pochodzącym z katalogu innego producenta.

Wszystko to jest ogromnie ważne przy zasilaniu napięciem pojedynczym, a nie symetrycznym – otworzyło to bowiem drogę do niezliczonych nowych, wcześniej niedostępnych zastosowań.

Wzmacniacze LM358 (LM324) z grubsza biorąc, miały większość parametrów elektrycznych zbliżoną do uA741, jednak możliwość pracy wejść i wyjścia także w pobliżu ujemnej szyny zasilania – masy spowodowały, że te prawie pięćdziesięcioletnie kostki, a konkretnie LM358, do dziś są zaskakująco często wykorzystywane (a gdy potrzebna jest lepsza dokładność, stop-



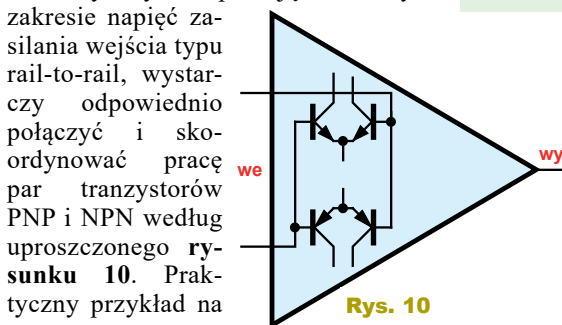
sowana bywa odrobinę lepsza wersja LM258). Można je spotkać w wielu tańszych urządzeniach i modułach, zwłaszcza produkowanych w Chinach. Natomiast kultowe i niegdyś tak popularne wzmacniacze uA741 definitywnie znikły z rynku już dość dawno.

Kostki LM358/LM324 były pierwszymi wzmacniaczami typu *single supply* przeznaczonymi do zasilania pojedynczym napięciem w szerokim zakresie 3V ... 32V. Później pojawiły się inne o podobnych i jeszcze lepszych właściwościach. Z czasem tendencja do obniżania napięcia zasilania, nawet znacznie poniżej 5V, wywołała zapotrzebowanie na wzmacniacze operacyjne, których i wejścia, i wyjścia mogły pracować w pełnym zakresie napięć zasilania. Pojawiły się wspomniane już wcześniej wzmacniacze typu *rail-to-rail*. Będziemy do nich wracać.

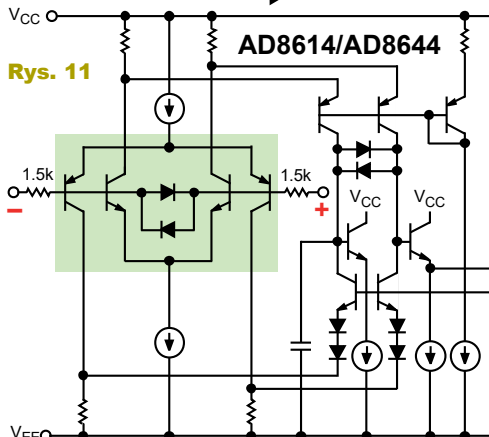
A na razie omówmy, pod jakimi warunkami wejścia i wyjścia mogą pracować w całym zakresie napięć zasilania.

Obwody wejściowe

Najprościej biorąc, w kostce LM358 i pokrewnych tranzystory PNP w obwodach wejściowych pozwoliły wejściom pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania. Łatwo zaakceptować wnioski, że analogicznie tranzystory NPN pozwolą na pracę wejść na poziomie dodatniej szyny zasilania. A to prowadzi do kolejnego prostego wniosku: aby uzyskać pracujące w całym zakresie napięć zasilania wejścia typu *rail-to-rail*, wystarczy odpowiednio połączyć i skoordynować pracę par tranzystorów PNP i NPN według uproszczonego rysunku 10.



Rys. 10



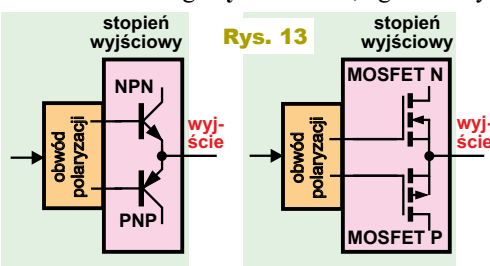
Rys. 11

rysunku 11, pokazującym obwody wejściowe wzmacniaczy AD8614/AD8644.

Tak samo jest w przypadku tranzystorów polowych, jak pokazuje rysunek 12, przedstawiający uproszczony schemat wewnętrzny wzmacniaczy operacyjnych LTC6078/6079, które mają na wejściach pary tranzystorów MOSFET N i MOSFET P.

Obwody wyjściowe

Sygnałem wyjściowym wzmacniacza operacyjnego jest napięcie, ale z wyjścia zwykle pobierany jest jakiś znaczący prąd, więc wyjście powinno mieć małą rezystancję wyjściową. Od początku standardowym stopniem wyjściowym były różne odmiany symetrycznego wtórnik według rysunku 13, gdzie

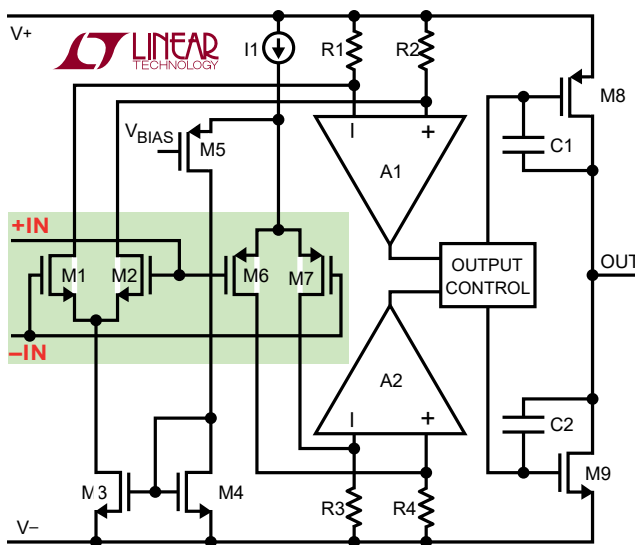


Rys. 13

tranzystory wyjściowe pracują w bezpiecznym i stabilnym układzie wspólnego kolektora lub wspólnego drenu.

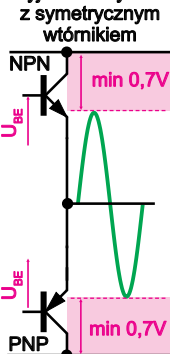
Wadą takich wtórników są duże napięcia nasycenia – napięcie wyjściowe nie może być bliskie jednej i drugiej szyny zasilania, co na przykładzie tranzystorów bipolarnych jest pokazane na rysunku 14.

Nawet gdyby baza tranzystora została dołączona do

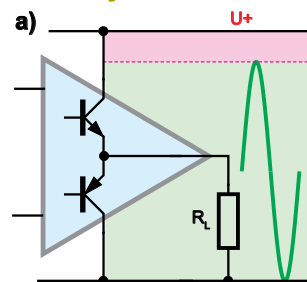


Rys. 12

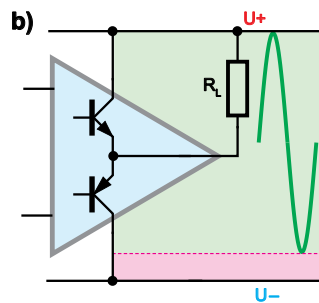
wyjście klasyczne z symetrycznym wtórnikiem



Rys. 14



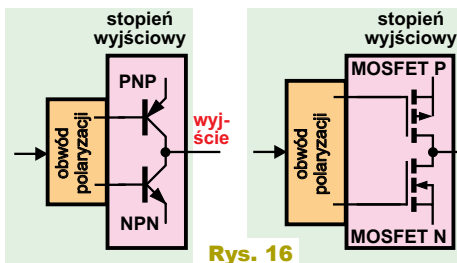
Rys. 15



szyny zasilania, to napięcie na wyjściu będzie różnić się od napięcia bazy o około 0,7V. Taki klasyczny stopień wyjściowy nie jest w stanie wytworzyć na wyjściu napięć różniących się od potencjału obu szyn zasilania o mniej niż 0,7V, a w praktyce więcej niż 0,7V.

Warto jednak wiedzieć, że w niektórych przypadkach można częściowo obejść to ograniczenie: mianowicie wtedy, gdy rezystancja obciążenia jest dołączona do którejś z szyn zasilania. Wtedy właśnie ta rezystancja obciążenia ściąga napięcie wyjściowe wzmacniacza w kierunku szyny zasilania, do której jest podłączona. Nie zawsze, ale najczęściej rozszerza to zakres użytecznych napięć, które można uzyskać na wyjściu, jak pokazuje rysunek 15. W ten sposób w przypadku wzmacniacza LM358 zasilanego pojedynczym napięciem, z obciążeniem dołączonym do ujemnej szyny zasilania, czyli masy, można uzyskać na wyjściu napięcia od zera lub bardzo bliskie zera z uwagi na wpływ innych obwodów, które też są dołączone do wyjścia wzmacniacza operacyjnego (na przykład obwodu sprzężenia zwrotnego).

Tak, ale to jest tylko półśrodek. W wielu zastosowaniach, zwłaszcza przy niskim napięciu zasilania,



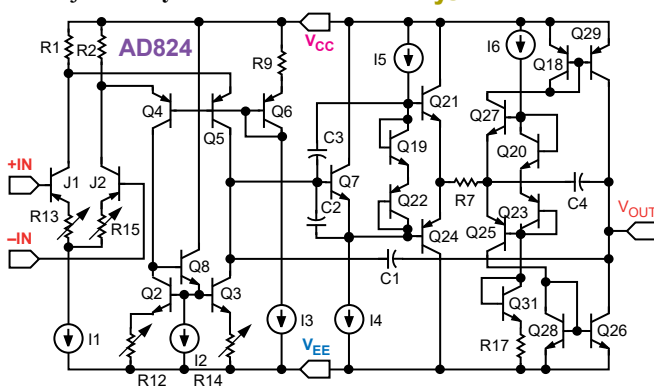
Rys. 16

chcielibyśmy uzyskać zakres napięć wyjściowych od ujemnej do dodatniej szyny zasilania, czyli *rail-to-rail*, dokładnie równy całkowitemu napięciu zasilania. Ściśle biorąc, w praktyce nie jest to możliwe, choć zdecydowana większość współczesnych wzmacniaczy operacyjnych ma wyjście nazywane *rail-to-rail* (czyli od szyny do szyny).

Aby rozszerzyć zakres napięć możliwych do uzyskania na wyjściu, tranzystory w stopniu wyjściowym pracują nie jako wtórnik, tylko w układzie wspólnego emitera bądź wspólnego źródła według **rysunku 16** (porównaj z rysunkiem 13). Pozwala to na wyjściu uzyskać napięcia bardzo bliskie obu szynom zasilania.

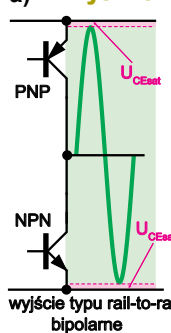
Przykład wzmacniacza operacyjnego z tego rodzaju wyjściem pokazany jest na **rysunku 17**.

Rys. 17

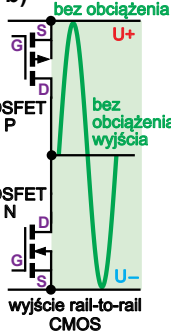


Jednak taka budowa i określenie *rail-to-rail* wcale nie daje gwarancji, że na wyjściu można uzyskać napięcie w zakresie całkowitego napięcia zasilania. Wskazuje tylko na budowę stopnia wyjściowego. Jeżeli wykorzystane są tam tranzystory bipolarne, to wygląda to mniej więcej jak na **rysunku 18a**. Tranzystory bipolarne mają jakieś niezerowe napięcie nasycenia (U_{CEsat}), od kilku miliwoltów do nawet kilkuset miliwoltów, zależnie od prądu kolektora.

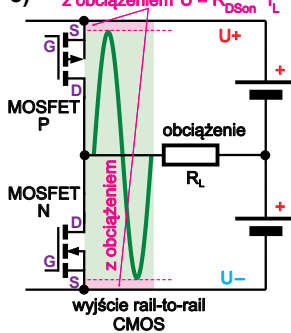
a) Rys. 18



b) Rys. 18



c) Rys. 18



Stopnie pośrednie we wzmacniaczu

Pomiędzy różnicowym wejściem i stopniem wyjściowym z reguły pracuje jeden stopień wzmocnienia, choć takich stopni może być dwa. Te stopnie

Problemu tego nie ma w przypadku tranzystorów MOSFET. W pełni otwarty MOSFET to jedynie niewielka rezystancja R_{DSon} , o wartości zależnej od rozmiarów struktury. A MOSFET zatknięty to praktycznie nieskończenie wielka rezystancja. Dlatego jak pokazuje **rysunek 18b**, w stopniu wyjściowym *rail-to-rail* z MOSFET-ami można uzyskać napięcia wyjściowe z pełnego zakresu napięcia zasilania. Tak, ale tylko wtedy, gdy nie płyną tam prądy.

Jeżeli w stopniu wyjściowym płynie prąd obciążenia, to przy całkowicie otwartym jednym tranzystorze i całkowicie zamkniętym drugim, w najlepszym przypadku wywołuje on spadek napięcia na rezystancji R_{DSon} . Zilustrowane jest to na **rysunku 18c**.

W praktyce obciążenie bywa często dołączone do jednej z szyn zasilania, co w zasadzie daje efekt, pokazany na **rysunku 15**. Tak, rozszerza to zakres roboczych napięć wyjściowych, ale nawet jeżeli przy zasilaniu pojedynczym napięciem obciążenie jest dołączone do masy, to do tego wyjścia dołączony jest też obwód sprzężenia zwrotnego wzmacniacza, a to zwykle powoduje, że nie można na wyjściu uzyskać napięcia dokładnie równego potencjałowi szyn zasilania. Różnice mogą być małe, rzędu pojedynczych miliwoltów, co w licznych zastosowaniach okaże się zupełnie nieistotne. Jednak w niektórych zastosowaniach może to mieć znaczenie, dlatego trzeba o tym wiedzieć i pamiętać.

pośrednie mogą mieć bardzo różną budowę, co zresztą widać na schematach zaprezentowanych w tym odcinku. Naprawdę nie trzeba się wgłębiać i rozumieć, jak te pośrednie stopnie pracują. Tym bardziej że zamieszczane w kartach katalogowych schematy z reguły są uproszczone i nie pokazują wszystkich szczegółów. Wystarczy tylko pamiętać, że o kluczowych parametrach wzmacniacza operacyjnego podawanych w katalogach, a także o najważniejszych niedoskonałościach, decyduje przede wszystkim obwód wejściowy oraz obwód wyjściowy.

Nie RRI, tylko RRO i RRIO

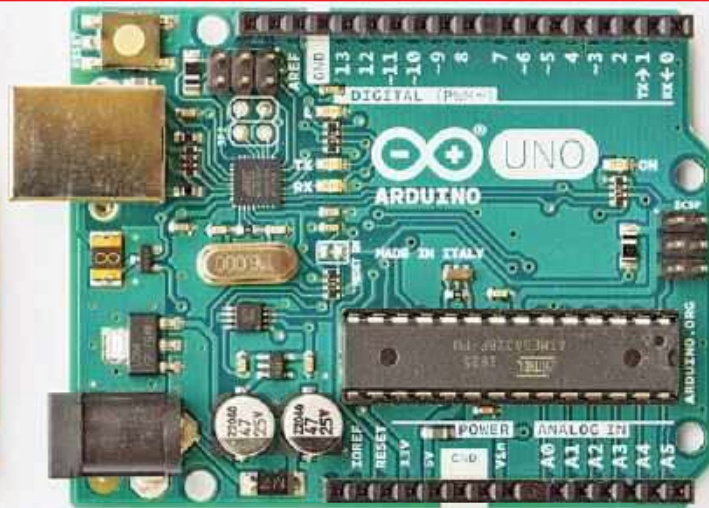
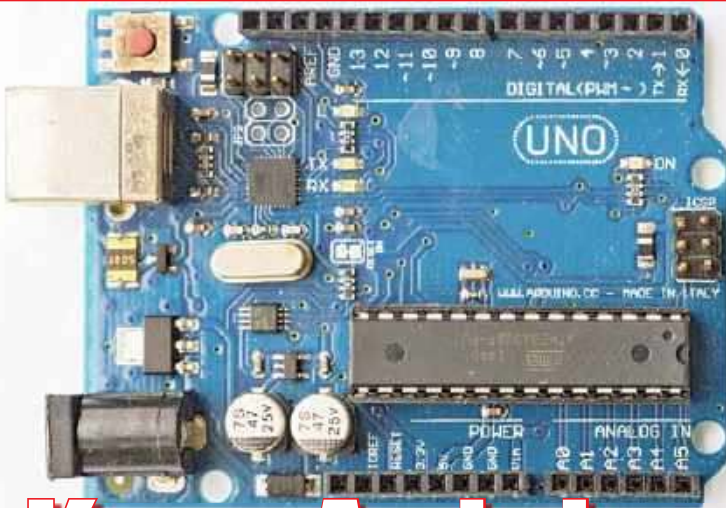
Tytuł artykułu to *Droga do RRIO*. Skrót RRIO oznacza *Rail-to-Rail Input Output* i określa wzmacniacze operacyjne, które mają i wejścia, i wyjścia typu *rail-to-rail*. Od początku było to marzenie elektroników i cel wysiłków konstruktorów i technologów. Dziś większość nowo opracowywanych wzmacniaczy operacyjnych ma budowę RRIO. Ale wcześniej było inaczej: popularne były wzmacniacze do zasilania napięciem pojedynczym względem masy (*single supply*), których wejścia i wyjścia nie mogły jednak pracować na poziomie dodatniej szyny zasilania.

W niektórych takich wzmacniaczach rozszerzono zakres napięć wyjściowych przez zastosowanie wyjścia według **rysunku 16**. Trzeba wiedzieć, że istnieją wzmacniacze RRO mające tylko wyjście *rail-to-rail*. Ich wejścia nie są typu *rail-to-rail*, ale zwykle mogą pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania (*single supply*). Przykładem jest właśnie AD824, którego schemat masz na **rysunku 17**. Schemat (z firmowej karty katalogowej) jest o tyle mylący, że na wejściach tego wzmacniacza pracują tranzystory polowe JFET oznaczone J1, J2, a na schemacie wykorzystano symbole graficzne tranzystorów NPN. Obecność JFET-ów N powoduje, że wejścia mogą pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania (V_{CC}), a nawet 0,2V poniżej.

Praktycznie nie ma natomiast scalonych wzmacniaczy RRI, czyli tylko z wejściami *rail-to-rail* i klasycznym wyjściem według **rysunku 13**.

W następnym odcinku omówimy podstawowe układy pracy wzmacniacza operacyjnego, a to doprowadzi nas do opisu jego niedoskonałości i kluczowych parametrów.

Piotr Górecki



Kurs Arduino

odcinek 29

Ostatnio stworzyliśmy i spolonizowaliśmy font GFX, jednak przy próbie wyświetlenia napisu wystąpił błąd, a w istocie dwa pokrewne błędy. Nasze polskie litery powinny mieć kody powyżej zakresu ASCII, czyli 128...145 (0x80...0x91). A na razie tak nie jest. Już w opisie wygenerowanego fonu jest informacja, że obejmują on tylko kody 32...126 (0x20...0x7E).

Pierwszy problem: przy realizacji większego fonu w pliku **FontEdW20.h** zapomnieliśmy o kodzie numer 127 (0x7F), który uwzględniliśmy w pierwszym, mniejszym foncie **FontEdW.h**, żeby zachować ciągłość. To nasze przeoczenie i na pewno trzeba dodać kod 127.

Do tablicy **FontEdW20Glyphs[]** możemy skopiować znak spacji – kod 32 (0x20), choćby dlatego, że w kodzie podstawowym ASCII na pozycji 127 miała to być spacja nierozdzielająca (NBSP). Do tablicy **FontEdW20Bitmap[]** też moglibyśmy skopiować opis spacji z samego początku tej tablicy, ale akurat w przypadku spacji możemy go... pominąć.

O oto drugi problem: w naszym foncie brak symbolu tyldy (~), która powinna mieć kod 126 (0x7E)! Ostatnim znakiem jest klamra zamykająca (}), która ma numer 125. Problem tkwi więc przede wszystkim w dolnej tablicy **FontEdW20Glyphs[]**, bo tam nie ma w ogóle pozycji dla kodu 126, który powinien wyświetlać znak tyldy (~). Nie ma też graficznego opisu wyglądu tyldy w tablicy **FontEdW20Glyphs[]**. To nie jest nasze przeoczenie, tylko niedoróbka przy konwersji czcionki na stronie: <http://oleddisplay.squix.ch/>, jak pokazuje to szkic 1.

Aby przywrócić porządek, trzeba więc dodać do naszego fonu brakujące dwa kody o numerach 126 i 127.

A konkretnie co należy dodać? Zastanówmy się: kodu 127 nie będziemy nigdy wykorzystywać, bo mamy zwykłą spację pod numerem 32. Znak tyldy (~) jest wykorzystywany niezmiernie rzadko i też możemy uznać, że nie będzie nam potrzebny.

Jeśli nie będziemy ich używać, to wystarczy jedynie wstawić do tablicy **FontEdW20Glyphs[]** dwie pozycje o wymaganej strukturze i o dowolnej zawartości. Tak – o dowolnej zawartości. Przykładowo:

```
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 },
{ 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0 },
    albo na przykład:
{ 9999, 99, 99, 99, 99, 99, 99, 99 },
{ 9999, 99, 99, 99, 99, 99, 99, 99 },
```

Do tablicy **FontEdW20Bitmap[]** niczego nie musimy dodawać, bo program nigdy nie będzie sięgał do nieużywanych kodów.

A jeżeli chodzi o odnalezienie omawianego właśnie błędu, to spostrzegawczy Czytelnicy zapewne szybko wykryli go na podstawie rysunku 6 z poprzedniego odcinka – widać tam wyraźnie, że pierwsza dodana przez nas litera (A) wylądowała na miejscu tyldy o kodzie 0x7E (126), a nie jako kod 128.

W ostatniej wersji pliku **FontEdW20.h** tylko w tablicy **FontEdW20Glyphs[]** dodajmy dwa puste miejsca (nie zapominając o przecinkach). Przy okazji zobaczymy, że skrypt ze strony <https://tchapi.github.io/Adafruit-GFX-Font-Customiser/> połączył wszystkie bajty tablicy **FontEdW20Glyphs[]** w jedną nieczytelną całość i usunął stamtąd komentarze, a za to dodał własne komentarze w tablicy **FontEdW20Glyphs[]** opisujące znaki, a ponadto śmiesznie poustawiał tam przecinki na początku linii. Tu też wyraźnie widać, że w linii opisującej znak tyldy wylądowała literka A.

```
// Created by http://oleddisplay.squix.ch/ Consider a donation
//In case of problems make sure that you are using the font file with the correct version!
const uint8_t Open_Sans_Condensed_Bold_20Bitmaps[] PROGMEM = {
  // Bitmap Data:
  0x00, //
  0xEE, 0xEE, 0xEE, 0xEE, 0x60, 0x0E, 0xEE, // '!'
  0xEE, 0xEE, 0xEE, 0xC6, 0x44, // ''
  (...),
  0x7C, 0x7C, 0x1C, 0x1C, 0x18, 0x38, 0x30, 0x70, 0x70, 0xFE, 0xFE, // 'z'
  0x0E, 0x1E, 0x18, 0x18, 0x18, 0x18, 0x18, 0xF8, 0xF8, 0x18, 0x18, 0x18, 0x18, 0x18, 0x1E, 0x0E, // ''
  0xDB, 0x6D, 0xB6, 0xDB, 0x6D, 0xB6, 0xDB, 0x6D, // ''
  0xE0, 0xF0, 0x30, 0x30, 0x30, 0x30, 0x30, 0x30, 0x3E, 0x0E, 0x3E, 0x30, 0x30, 0x30, 0x30, 0x30, 0xF0, 0xE0 // ''
};

const GFXglyph Open_Sans_Condensed_Bold_20Glyphs[] PROGMEM = {
  // bitmapOffset, width, height, xAdvance, xOffset, yOffset
  { 0, 1, 1, 6, 0, 0 }, // ''
  { 1, 4, 14, 6, 1, -14 }, // ''
  { 8, 8, 5, 10, 1, -14 }, // ''
  (...),
  { 1286, 8, 11, 8, 0, -11 }, // 'z'
  { 1297, 8, 17, 8, 0, -14 }, // ''
  { 1314, 3, 20, 11, 4, -15 }, // ''
  { 1322, 8, 17, 8, 0, -14 } // '' - to jest kod nr 125 (0x7D)
};

const GFXfont Open_Sans_Condensed_Bold_20 PROGMEM = {
  (uint8_t *)Open_Sans_Condensed_Bold_20Bitmaps,
  GFXglyph *)Open_Sans_Condensed_Bold_20Glyphs, 0x20, 0x7E, 28;
};
```

Szkic 1

Jeżeli dodamy dwie „puste” linijki według szkicu 2 (nie zapominając o przecinkach!) i zmienimy odstęp między liniami tekstu z 28 na 22 piksele, to po wczytaniu pliku **FontEdW20.h** na stronie <https://tchapi.github.io/Adafruit-GFX-Font-Customiser/> zobaczymy obraz jak na rysunku 1. Natomiast po ponownym skompilowaniu szkicu **A2603.ino** (lub identycznego **A2701.ino**), na ekranie zobaczymy prawidłowy napis, jak pokazuje fotografia 2.

SUKCES! Możemy uznać, że opanowaliśmy polonizowanie fontów GFX!

W zasadzie tak, ale dociekliwi Czytelnicy dopatrzą się, że na rysunku 1 nie widać kształtu symbolu klamry zamykającej – kod 125=0x7D. Będą się też zastanawiać, jak można dodać obrazek pokazujący wygląd tyldy o kodzie 126=0x7E i jak zapewnić prawidłowe działanie spacji z kodu 127. To zadanie domowe dla chętnych, a ja podpowiem, że w skrypcie na stronie tchapi.github.io można

Rys. 1



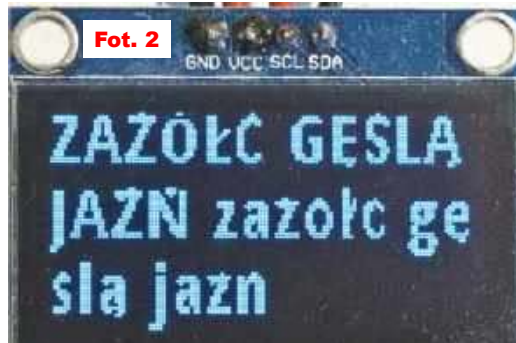
```
const uint8_t FontEdW20Bitmaps[] PROGMEM = {
  0x00, 0xEE, 0xEE, 0xEE, 0xEE, 0x60, 0x0E, 0xEE, 0xEE, 0xEE, 0xEE, 0xC6,
  0x44, 0x0D, 0x80, 0x98, 0x19, 0x81, 0x98, 0x7F, 0xE7, 0xFE, 0x1B, 0x01,
  (...),
  0x1C, 0x18, 0x38, 0x30, 0x70, 0x70, 0x60, 0xFE, 0xFE, 0x08, 0xFE, 0x7C,
  0x5C, 0x1C, 0x38, 0x30, 0x70, 0x70, 0x60, 0xFE, 0xFE, 0xFE, 0xFE, 0xFE
};

const GFXglyph FontEdW20Glyphs[] PROGMEM = {
  { 0, 1, 1, 6, 0, 0 } // ' '
  { 1, 4, 14, 6, 1, -14 } // '!'
  { 8, 8, 5, 10, 1, -14 } // '...'
  (...),
  { 1286, 8, 11, 8, 0, -11 } // 'z'
  { 1297, 8, 17, 8, 0, -14 } // '}'
  { 1314, 3, 20, 11, 4, -15 } // '~'
  { 1322, 8, 17, 8, 0, -14 } // '...'
  { 0, 0, 0, 0, 0, 0 } //dodany pusty znak 126=0x7E
  { 0, 0, 0, 0, 0, 0 } //dodany pusty znak 126=0x7F
  { 1339, 12, 15, 12, 0, -14 } //
  { 1362, 9, 15, 10, 1, -15 } //
  { 1380, 8, 15, 10, 1, -14 } //
  { 1395, 8, 14, 9, 1, -14 } //
  { 1409, 12, 15, 14, 1, -15 } //
  { 1432, 11, 15, 13, 1, -15 } //
  { 1454, 8, 15, 9, 1, -15 } //
  { 1469, 10, 15, 10, 0, -15 } //
  { 1489, 10, 15, 10, 0, -15 } //
  { 1509, 8, 12, 10, 1, -11 } //
  { 1521, 7, 12, 8, 1, -12 } //
  { 1532, 8, 12, 10, 1, -11 } //
  { 1544, 5, 15, 6, 1, -15 } //
  { 1554, 9, 12, 11, 1, -12 } //
  { 1568, 9, 12, 11, 1, -12 } //
  { 1582, 7, 12, 8, 1, -12 } //
  { 1593, 8, 12, 8, 0, -12 } //
  { 1605, 8, 12, 8, 0, -12 } //
};

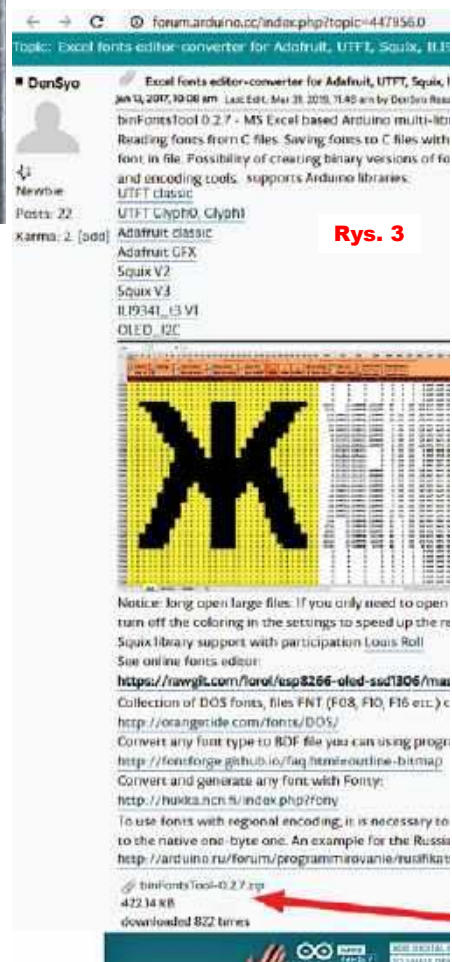
const GFXfont FontEdW20 PROGMEM = {
  (uint8_t *)FontEdW20Bitmaps, (GFXglyph *)FontEdW20Glyphs, 0x20, 0x91, 22};
```

Szkic 2

W trudniejszej sytuacji są na przykład Rosjanie i wszyscy inni posługujący się niełacińskimi alfabetami. Wtedy wymagana jest poważniejsza przeróbka fontu. Warto wiedzieć, że na stronie <https://forum.arduino.cc/index.php?topic=447956.0> w skrócie: <https://bit.ly/37gmwEV> udostępniony jest zrealizowany przez rosyjskich programistów edytor – konwerter fontów dla różnych bibliotek Arduino, w tym także dla Adafruit GFX. W pierwszym poście w tym wątku jest wiele odnośników, którymi nie trzeba się



zajmować. Należy tylko pobrać zainstalowany plik **binFontsTool-0.2.7.xlsm**, jak pokazuje czerwona strzałka na rysunku 3. Po rozpakowaniu otrzy-



Rys. 3

dodać brakującą bitmapę, klikając **Rows+**, **Cols+**. A spacja jest w pewnym sensie „znakiem pustym” i nie musi mieć definiującej ją bitmapy. Wystarczająca jest informacja, o ile pikseli kod 32 (i kod 127) ma przesunąć kursor w poziomie. A ta informacja jest zawarta w czwartym polu (**xAdvance**) tablicy **FontEdW20Glyphs[]**.

Inne możliwości

Przedstawiony sposób polonizowania fontów GFX nie jest jedyny i zapewne też nie jest najlepszy. Czytelnicy mający większe doświadczenie oraz najbardziej dociekliwi mogą wypróbować inne metody. Ważne, żeby rozumieć, na czym polega przeróbka i jaki jest jej cel. W każdym razie my musimy do istniejącego fontu dodać 18 polskich liter.



Rys. 4

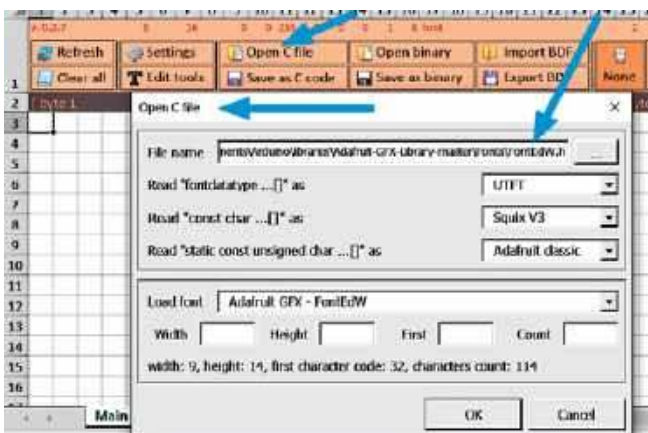
mujemy plik **.xslm** i od razu warto zrobić kilka jego kopii, bo po użyciu może nastąpić zmiana w jego ustawieniach.

Rozpakowany plik **.xslm** w zasadzie można otworzyć w różnych programach. Jednak u mnie próba otwarcia za pomocą **LibreOffice**, który jest moim głównym pakietem do pisania, skończyła się fiaskiem, przede wszystkim z powodu makr, które są domyślnie blokowane. Otworzyłem go w Excelu.

Aby konwerter zadziałał, po otwarciu arkusza w Excelu, pomimo ostrzeżenia o niebezpieczeństwie, najpierw trzeba **włączyć skrypty**, jak pokazuje czerwona strzałka na **rysunku 4**. Potem klikając „Open C file”, jak pokazuje niebieska strzałka, trzeba wczytać plik fontu GFX.

Ja wstępne testy przeprowadziłem wcześniej z użyciem starego pliku **FontEdW.h** o wielkości 10 punktów, jak pokazuje **rysunek 5**. Po otwarciu pliku fontu, z lewej strony ekranu zobaczymy wygląd naszych znaków. Na **rysunku 6** czerwonym kolorem dopisałem, jakie

Rys. 5



numery mają poszczególne znaki „na pograniczu” kodów oryginalnych i dodanych.

Przyznaję, że nie doprowadziłem do satysfakcjonującego spolonizowania fontu za pomocą tego narzędzia. Zresztą jest ono w pierwszej kolejności przeznaczone dla alfabetu rosyjskiego. Niemniej warto o nim wiedzieć, bowiem narzędzie to ma bardzo duże możliwości, mnóstwo opcji i na pewno może służyć choćby tylko do podglądania zawartości i wyglądu różnych fontów bitmapowych, nie tylko GFX. Jeżeli ktoś z Czytelników z powodzeniem wykorzysta je do polonizacji fontów GFX, niech napisze do redakcji (edw@elportal.pl).

Kończymy temat fontów Arduino. W praktyce zapewne potrzebne będą Wam spolonizowane fonty o różnej wielkości i kroju, dlatego mocno zachęcam wszystkich Czytelników, żeby samodzielnie przeprowadzili przeróbkę choćby jednego pliku fontu GFX. A my w następnym odcinku zajmiemy się kolejnymi ważnymi zagadnieniami.

Piotr Górecki



Rys. 6

AVT 1914 Uniwersalny 2-kanalowy moduł przekaźnikowy

Nieskomplikowany moduł wykonawczy który umożliwia przełączanie, na przykład napięcia sieci energetycznej sygnałem z płytki z mikrokontrolerem lub układem czasowym.

Znajdź nas na

Czym się różni wróbelek?

Czyli o niedoskonałości elementów

Część 3 – Kondensatory

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

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

W poprzednim odcinku dowiedzieliśmy się, że wszystkie wykorzystywane w praktyce kondensatory są bardzo niedoskonałe. Po pierwsze, każdy kondensator z uwagi na nieodłączną indukcyjność doprowadzeń i okładzin tak naprawdę jest obwodem rezonansowym i powyżej swojej częstotliwości rezonansowej nie pełni swojej funkcji. Zgodnie z zapowiedzią omówimy inne niedoskonałości kondensatorów.

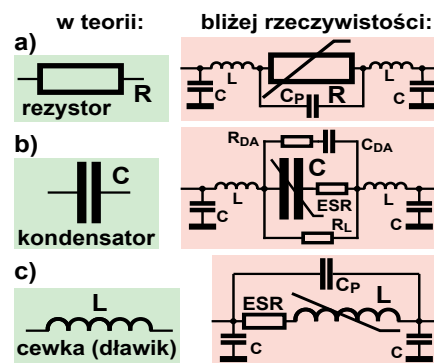
Niedoskonałość dielektryka

Wiemy już, że niedoskonałość kondensatorów wynika głównie z właściwości użytego izolatora – dielektryka.

Jeżeli chodzi o przykład o stabilność i powtarzalność, najlepsze właściwości ma próżnia, powietrze oraz pewne inne materiały, które mają bardzo małą wartość przenikalności dielektrycznej lub są izolatorami „słabymi”, to znaczy w polu elektrycznym ulegają przebiciu.

W zastosowaniach, gdzie na okładkach kondensatorów wystąpi duże napięcie, muszą być użyte kondensatory o odpowiednio grubym dielektryku, by zapobiec przebiciu. Ogólnie biorąc,

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



gruby dielektryk zwiększy rozmiary, i to jest jasne i zrozumiałe.

Mniej jasna dla większości hobbystów jest sytuacja z kondensatorami pracującymi przy niskim napięciu. Miniaturyzacja elektroniki stwarza wrażenie, że stare kondensatory o dużych rozmiarach zastąpiono odpowiednikami o podobnych parametrach, tylko o wiele mniejszych rozmiarach.

Niestety tak nie jest!

Owszem, we współczesnych układach budowanych z elementów SMD stosuje się zadziwiająco małe kondensatory, jednak te o większej pojemności mają zaskakująco słabe parametry. Są jak najbardziej użyteczne, ale trzeba wiedzieć o ich niedoskonałościach i nie wykorzystywać ich w obwodach, gdzie ich zastosowanie byłoby fatalnym błędem.

Kondensatory ceramiczne

Zadziwiająca miniaturyzacja dotyczy przede wszystkim kondensatorów ceramicznych. Nie warto wspominać o archaicznych ceramicznych kondensatorach rurkowych. Do niedawna najpopularniejsze były przewlekane kondensatory ceramiczne mające kształt dysków i kostek (fotografia 1). Dziś w elektronice absolutnie najpopularniejszymi kondensatorami są różnej wielkości wersje SMD (fo-



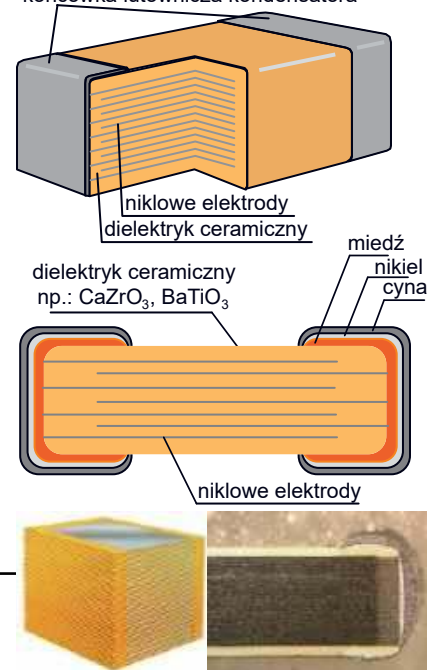
Fot. 2

tografia 2), głównie zrealizowane jako wielowarstwowe, czyli MLCC (Multi-layer Ceramic Capacitor lub MultiLayer Chip Capacitor).

Kondensator MLCC jest złożeniem wielu warstw ceramicznego dielektryka pokrytego metalizowanymi okładzinami. Budowę kondensatorów MLCC ilustruje rysunek 3.

Rys. 3

koncówka lutownicza kondensatora



Fot. 1

Dawniejszym elektronikom nie mieści się w głowie, że dziś dostępne są zaskakująco małe ceramiczne kondensatory SMD (MLCC) o pojemnościach do 100 mikrofaradów. Tak, ale aby to osiągnąć, po pierwsze taki kondensator musi składać się z wielu bardzo cienkich warstw. W niektórych grubość jednej warstwy ceramicznego dielektryka to mniej niż 1 mikrometr! Dlatego też napięcie maksymalne takich najmniejszych kondensatorów to 4V do 10V (ale istnieją też kondensatory ceramiczne o mniejszej pojemności i napięciach pracy rzędu kilku kilowoltów).

Po drugie, aby uzyskać tak dużą pojemność kondensatorów MLCC, trzeba zastosować ceramiczny dielektryk, który ma jak największy współczynnik przenikalności dielektrycznej (ϵ_r). Wpływ temperatury, napięcia i czasu na różne odmiany kondensatorów ceramicznych pokazany jest na **rysunku 4**. Znanych jest wiele odmian ceramiki o dużej stabilności parametrów, ale ich względna przenikalność dielektryczna (ϵ_r) jest niewielka, tylko kilkadziesiąt razy, najwyżej 200 razy większa od przenikalności próżni. Ale znane są też liczne odmiany ceramiki o przenikalności względnej (ϵ_r) rzędu 1000...10000, a nawet ponad 10 tysięcy – są to tak zwane **ferroelektryki**. W większości z nich kluczowym składnikiem jest tytanian baru (BaTiO_3). Mają one ogromną przenikalność, ale niestety fatalną stabilność cieplną. Występują w nich też inne dziwne zjawiska, na przykład zależność pojemności od... napięcia panującego na okładkach kondensatora. Pod wpływem temperatury i przyłożonego napięcia stałego pojemność takich kondensatorów może zmniejszyć się nawet kilkakrotnie! Na dodatek zazwyczaj są to zależności nieliniowe, co w pewnych zastosowaniach może powodować powstawanie zniekształceń nieliniowych sygnału. W kondensatorach takich występuje też starzenie: pojemność z czasem znacząco się zmniejsza. Mało znaną wadą kondensatorów

ferroelektrycznych jest zjawisko tzw. mikrofonowania: zmieniają one nieco swoją pojemność także pod wpływem wibracji, a w użytym dielektryku występuje też zjawisko piezoelektryczne, czyli wytwarzanie napięcia przy zmianach rozmiaru.

W porównaniu z najgorszymi nawet rezystorami informacje z rysunku 4 są wręcz porażające: kondensatory oznaczane Z5U i Y5V pod wpływem temperatury mogą zmniejszyć swoją pojemność o kilkadziesiąt procent, a do tego praca pod napięciem bliskim nominalnego zmniejszy pojemność o kolejne kilkadziesiąt procent. Zmiany te nie tyle się dodadzą, co przemnożą i w efekcie w pewnych warunkach rzeczywista pojemność nowoczesnych kondensatorów ceramicznych MLCC okaże się niższa niż 10% ich pojemności nominalnej! Niestety tak!

To są oczywiście przykłady skrajne, dotyczące kondensatorów MLCC, powiedzmy, najmniejszych i najtańszych. W przypadku innych odmian MLCC, choćby X7R, zmiany takie nie są już porażające, ale też są duże. Znakomite właściwości mają kondensatory ceramiczne oznaczane C0G (NP0), ale mają one dielektryk o niewielkiej przenikalności dielektrycznej (ϵ_r) i małą pojemność, rzędu pikofaradów, a co najwyżej nanofaradów.

Hobbysta, kupując kondensatory ceramiczne o większej pojemności z różnych, często niepewnych źródeł, może trafić na kondensatory o fatalnych parametrach. Praktycznymi aspektami problemu zajmiemy się albo w dalszej części artykułu, albo raczej w ramach projektu testera kondensatorów ceramicznych. Właściwości dużo lepsze od popularnych kondensatorów ceramicznych mają kondensatory foliowe.

Kondensatory foliowe

W ostatnich latach kondensatory foliowe mocno stały się w znaczeniu. Przytłaczająca większość kondensatorów stałych SMD to kondensatory ceramiczne, niemniej nadal produkowa-

ne są też kondensatory foliowe, także w obudowach SMD.

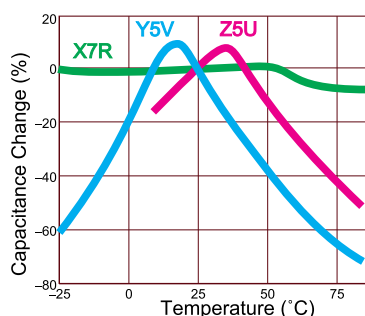
W kondensatorach foliowych dielektrykiem jest cieniutka folia z tworzywa sztucznego. Okładkami mogą być albo paski folii metalowej – aluminiowej, albo okładki – elektrody są napyłane jako cieniutkie warstwy metalu na folię izolacyjną, jak to jest w kondensatorach foliowych metalizowanych.

Folia izolacyjna może być wykonana z różnych tworzyw sztucznych. Dawniej w technice radiowej powszechnie wykorzystywane były **kondensatory polistyrenowe**, zwane powszechnie **styrofoleksowymi**, w kraju oznaczane KSF, za granicą KS. **Fotografia 5** pokazuje ich dawniej popularną i taną odmianę.

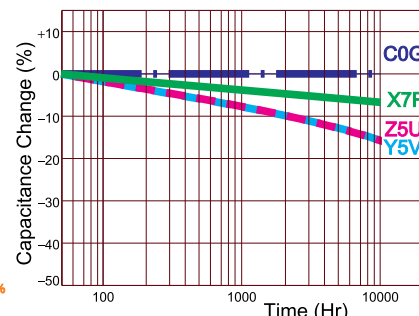
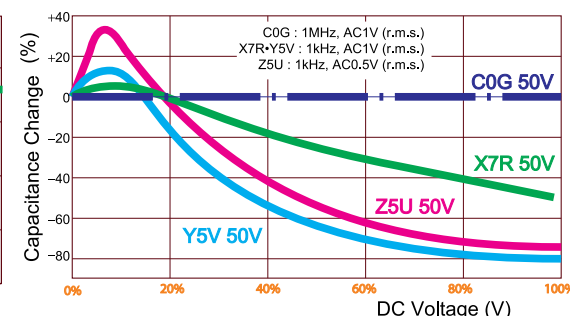


Fot. 5

Miały one dobre parametry i pojemność od kilkunastu pF do co najwyżej 100nF. Kondensatory o większych pojemnościach, nawet do 100uF, wykonywano z wykorzystaniem innej folii: polipropylekowej (KP, MKP), poliwęglanowej (PC) i poliestrowej (KT, MKT, MKSE – tzw. mylarowe). Około 20 lat temu kondensatory poliwęglanowe (KC, MKC) znikły z rynku. Dziś najpopularniejsze foliowe kondensatory to poliestrowe MKT, ale pojawiły się odmiany z nowymi rodzajami folii: PPS (Polyphenylene-Sulphide – polisiarczek fenylenu), PEN (Polyethylene naphthalate – polinaftalan etylenu) i PET (Polyethylene terephthalate – politereftalan etylenu, jak widać potrzebny nie tylko do produkcji plastikowych butelek).



Rys. 4



Każdy z wymienionych materiałów ma zalety i wady.

Rysunek 6 pokazujący podstawowe charakterystyki kondensatorów z takimi dielektrykami też nie mówi wszystkiego o zaletach i wadach tych kondensatorów, bo w grę wchodzi też inne czynniki. W każdym razie wszystkie kondensatory foliowe mają parametry dużo lepsze od ceramicznych ferroelektrycznych.

Ogólnie biorąc, w większości zastosowań wystarczą popularne foliowe kondensatory poliestrowe MKT (mylarowe). A tylko w niektórych zastosowaniach używa się innych kondensatorów foliowych. Koniecznie trzeba jednak wiedzieć, że kondensatory polipropylenowe (KP, MKP) są powszechnie wykorzystywane w układach impulsowych, w obwodach sieci energetycznej 230V, a także w układach audio wysokiej klasy.

Kondensatory elektrolityczne

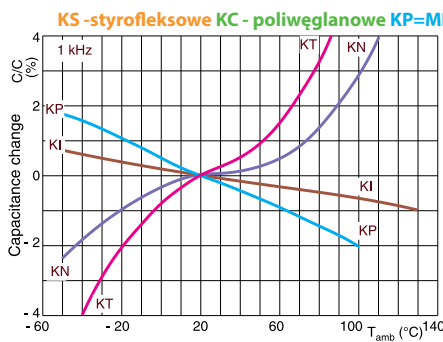
Zaletą popularnych aluminiowych kondensatorów elektrolitycznych jest duża pojemność przy niewielkich rozmiarach i niskiej cenie. Jednak pojemność znacznie zmienia się pod wpływem różnych czynników. Ponadto kondensatory te są najmniej trwałe spośród wszystkich kondensatorów, co będzie dokładniej wyjaśnione dalej.

Znacznie lepsze pod kilkoma względami są (elektrolityczne) kondensatory tantalowe. Od niedawna wykorzystuje się też tak zwane kondensatory elektrolityczne polimerowe, gdzie elektrolit jest rodzajem polimeru.

Kondensatory precyzyjne

Dawniej produkowano kondensatory ceramiczne o pojemności do mniej więcej 1nF, o różnych, ściśle określonych współczynnikach cieplnych TC. Dziś w zakresie do ponad 1000pF produkowane są stabilne kondensatory ceramiczne o bliskim zeru współczynnika cieplnym ($\pm 30\text{ppm}/^\circ\text{C}$), które oznaczane są C0G lub NP0. U niektórych producentów można zamówić kondensatory o pojemności do kilku nanofaradów o wąskiej tolerancji i określonym współczynniku cieplnym TC. Ale ogólnie biorąc, kondensatory ceramiczne o pojemnościach większych niż 1000pF z reguły są nie tylko nieprecyzyjne, ale też niestabilne.

Z kondensatorów foliowych precyzyjne są, a raczej były, jedynie kondensatory styrofleksowe, których niektóre odmiany o pojemności w za-



Rys. 6 kresie 500pF...100nF miały tolerancję 1%, a nawet $\pm 0,5\%$. One są najbardziej stabilne spośród kondensatorów foliowych. **Fotografia 7** pokazuje styrofleksowe kondensatory o tolerancji 0,5% i 1%.

Nie było i nie ma precyzyjnych kondensatorów elektrolitycznych.

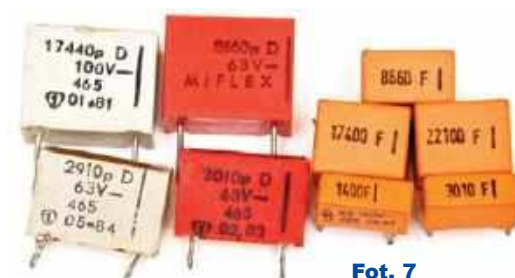
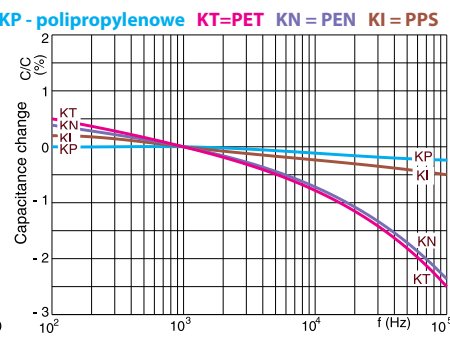
Bardzo trudno znaleźć kondensator precyzyjny o pojemności ponad 100nF. W razie konieczności potrzebną pojemność należałoby złożyć z wykorzystaniem kondensatorów styrofleksowych albo ceramicznych C0G. Mniejszą dokładność i gorszą stabilność zapewnią inne kondensatory foliowe (np. MKT, MKP). Nie ma natomiast żadnego sensu mierzenie, dobieranie i składanie egzemplarzy kondensatorów elektrolitycznych albo ceramicznych ferroelektrycznych (X7R, Z5U, Y5V i podobnych) dla uzyskania ściśle określonej pojemności. Nie ma to sensu, ponieważ pojemność „rozjedzie” się pod wpływem temperatury i innych czynników.

Rozwój elektroniki poszedł jednak w takim kierunku, że obecnie coraz mniej jest układów, wymagających zastosowania precyzyjnie dobranych, stabilnych kondensatorów. Precyzyjne kondensatory są niezbędne coraz rzadziej.

To bardzo dobrze, ale nadal prawidłowy dobór kondensatorów nie jest łatwym zadaniem, zarówno w zastosowaniach profesjonalnych, jak i amatorskich, bowiem precyzja to tylko jeden z aspektów. Temat jest bardzo szeroki, nie sposób go wyczerpać na kilku stronach EdW. A oprócz kwestii już omówionych w poprzednim i w bieżącym odcinku, koniecznie trzeba też wspomnieć o stratach.

ESR, DF i tangens delta

Na schemacie zastępczym kondensatorów znajdziemy rezystancję ESR reprezentującą straty. W idealnym, bezstratnym kondensatorze przepływ prądu (zmiennego) przez kondensator, czyli jego naprzemienne ładowanie i rozładowywanie, nie powodowałoby wydzielania ciepła. Podczas ładowa-



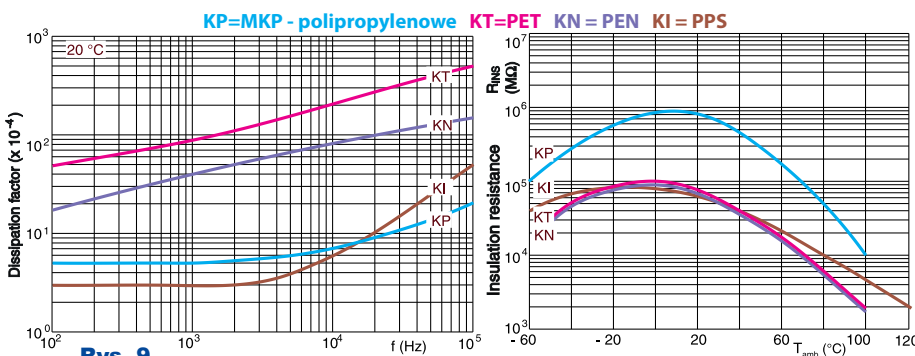
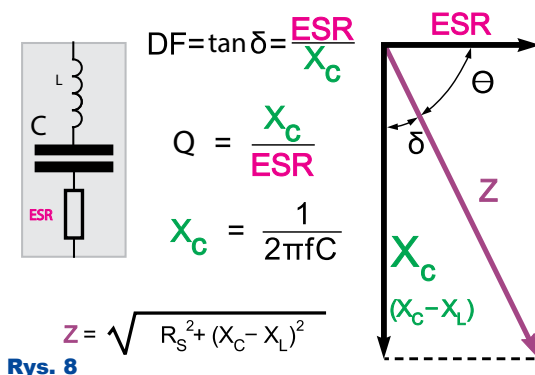
Fot. 7

nia energia byłaby gromadzona w polu elektrycznym między okładkami kondensatora, a przy rozładowywaniu cała ta energia bez żadnych strat byłaby przez kondensator oddawana na zewnątrz. W rzeczywistości tak dobrze nie jest: podczas przepływu prądu wydziela się ciepło, co jest reprezentowane na schemacie zastępczym właśnie przez szeregową rezystancję ESR. Jak już wiemy, nie jest to jedynie rezystancja doprowadzeń i okładek, tylko głównie efekt niedoskonałości dielektryka.

My mówimy tu o rezystancji ESR i jej wartości w omach, co jest wygodne do analizy w wielu zastosowaniach, gdzie kondensatory pracują jako pomocnicze zbiorniki energii. Jaskrawo problem ten występuje we wszelkich przetwornicach impulsowych, gdzie pracują aluminiowe kondensatory elektrolityczne, mające znaczną wartość rezystancji ESR, więc przepływ prądów zmiennych powoduje wydzielanie ciepła, nagrzewa je, a wzrost temperatury powoduje parowanie i ucieczkę zawartego w nich ciepłego elektrolitu. W podwyższonych temperaturach czas niezawodnej pracy kondensatorów elektrolitycznych jest żałośnie krótki, tylko kilka tysięcy godzin. Między innymi dlatego w miarę możliwości są one zastępowane kondensatorami tantalowymi, a ostatnio ceramicznymi MLCC, które jak wiemy, też mają wady, ale ich trwałość jest zdecydowanie większa – to też temat na oddzielny artykuł.

Trzeba także wiedzieć, że w niektórych dziedzinach, na przykład w technice w.cz., zamiast mówić o ESR, wykorzystuje się inną reprezentację problemu strat. Najprościej biorąc, w ideal-

nym kondensatorze przesunięcie fazowe między napięciem i prądem jest równe 90 stopni (ćwierć okresu). Obecność rezystancji strat powoduje zmniejszenie tego przesunięcia o jakiś kąt oznaczany delta (δ). Dlatego, jak ilustruje to **rysunek 8**, charakteryzując straty kondensatora, można wykorzystać wartość tangensa tego kąta ($\tan\delta$ lub $\tan\delta$), nazywaną też współ-



czynnikiem strat (DF – Dissipation Factor) a także pojęcie dobroci jako stosunku reaktancji do rezystancji. Z kolei **rysunek 9** pokazuje, że poszczególne rodzaje folii dają w efekcie różne wielkości strat (i oczywiście także wartości ESR), a ponadto straty rosną ze wzrostem częstotliwości. Warto nadmienić, że w kondensatorach ceramicznych ferroelektrycznych wygląda to zdecydowanie gorzej. Niezależnie od sposobu reprezentacji i charakteryzowania strat, dla praktyki istotne jest to, że poszczególne odmiany kondensatorów mają większe lub mniejsze straty, co może decydować o przydatności lub nieprzydatności do niektórych zastosowań.

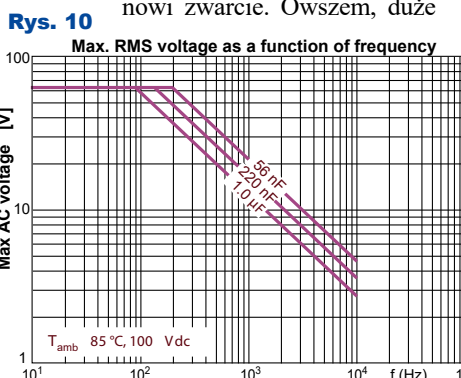
Na rysunku 9 pokazane są też zmiany rezystancji izolacji, która jest wprawdzie ogromna (ponad 1000MΩ), ale nie jest nieskończenie wielka.

Napięcie przebicia i... samoregeneracja

Jeżeli na kondensator zostanie podane napięcie znacząco wyższe od jego napięcia nominalnego, wtedy następuje przebicie. Pole elektryczne wytworzone w dielektryku, czyli materiale nieprzewodzącym, który nie ma swobodnych elektronów, staje się tak silne, że dosłownie wyrwa z atomów normalnie związane tam elektrony. Stają się one praktycznie elektronami swobodnymi, nośnikami prądu. Co ważniejsze, następuje też zjawisko powielania lawinowego, gdy wyrwane najpierw elektrony wybijają z atomów kolejne elektrony, przez co lawinowo

rośnie prąd. Po znacznym przekroczeniu napięcia nominalnego, wskutek takiego zjawiska, większość kondensatorów ulegnie nieodwracalnemu uszkodzeniu.

To w zasadzie jest jasne. Nie dziwi też fakt, że zazwyczaj podane w katalogu i na obudowie kondensatora napięcie nominalne (maksymalne) to **napięcie stałe**, a dopuszczalna wartość **skuteczna napięcia zmiennego** jest niższa. W pierwszym przybliżeniu można przyjąć, że **amplituda** napięcia zmiennego nie może przekraczać napięcia nominalnego danego kondensatora. Tylko w pierwszym, zgrubnym przybliżeniu. **Rysunek 10**, dotyczący dwóch odmian kondensatorów foliowych, sygnalizuje kolejny aspekt niedoskonałości kondensatorów. Mianowicie wykres z lewej strony pokazuje, że ze wzrostem częstotliwości mniejsza jest dopuszczalna wartość napięcia zmiennego na okładkach kondensatora (MKT). Zazwyczaj w ogóle się nad tym nie zastanawiamy, bo przyjmujemy, że przy wysokich częstotliwościach reaktancja X_C jest mała i wręcz stanowi zwiarcie. Owszem, duże



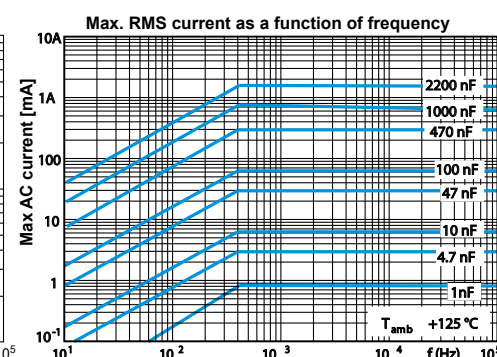
napięcie zmiennie o dużej częstotliwości na kondensatorze oznacza, że płynie tam bardzo duży prąd. W niektórych zastosowaniach (duża moc, duża częstotliwość albo praca w rezonansie) trzeba wziąć pod uwagę także i ten aspekt zagadnienia.

Wykres z prawej strony rysunku 10 pokazuje problem z innego punktu widzenia: podany jest (zmienny) prąd maksymalny kondensatorów (impulsowych) o różnych pojemnościach. Przy małych częstotliwościach dopuszczalny prąd jest mniejszy, ponieważ reaktancja X_C jest wtedy większa i większe jest napięcie na kondensatorze, co daje niebezpieczeństwo przebicia.

Konieczne trzeba jednak wiedzieć, że współczesne metalizowane kondensatory foliowe (z wyjątkiem styroflexowych) mają zdolność tzw. samoregeneracji, inaczej samonaprawiania, samoleczenia (*self healing*). Otóż bardzo cienka folia dielektryka przy napięciach bliskich nominalnemu może ulec przebiciu. Między okładkami kondensatora przez dielektryk popłynie wtedy przez chwilę duży prąd, powstanie łuk (plazma), a co bardzo ważne, wytworzy się wysoka temperatura i nastąpi coś w rodzaju mikrowybuchu. Ten mikrowybuch i wysoka temperatura spowodują, że cienka warstewka metalizacji w okolicach przebicia odparuje, uniemożliwiając dalszy przepływ prądu i przerywając zwarcie. Kondensator sam się naprawi, a co najwyżej straci jakąś znikomą część swej pojemności. Oczywiście kondensator, pracujący w warunkach granicznych, w którym takie przebicia występowałyby bardzo często, stopniowo i pomału będzie tracił pojemność właśnie wskutek degradacji metalizowanych okładzin.

Problem niedoskonałości kondensatorów został tu tylko zasygnalizowany, a szczegółów trzeba szukać w katalogach. W następnym odcinku omówimy niedoskonałości cewek i transformatorów. W przyszłości omówimy też i wykorzystamy w praktyce sposoby określania niedoskonałości kondensatorów.

Piotr Górecki



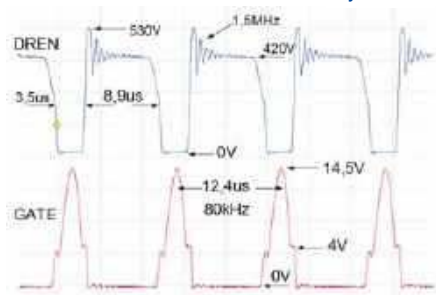
Odkrywamy schematy Zasilacze komputerowe

W tej części przyglądamy się pracy przetwornicy *standby* z oscylogramami zdjętymi z jej pracy. **Rysunek 13c** pokazuje schemat fragmentu zasilacza przebadanego przez autora. To modyfikacja rozwiązania opisanego wcześniej. Zasada pracy jest taka sama. Celem tego punktu artykułu jest przede wszystkim prezentacja oscylogramów. Należy oczekiwać, że w obu rozwiązaniach są one bardzo zbliżone. Zwrócimy tylko uwagę na istotne różnice układu z rysunków 13c i 13a.

Przede wszystkim uzwojenie dodatkowe jest tu odniesione do masy. To implikuje dalsze różnice układowe, ale funkcje realizowane przez to uzwojenie są takie same jak wcześniej. A więc przede wszystkim dodatnie sprzężenie zwrotne. Nieco inaczej trzeba było rozwiązać zasilanie kolektora w transoptorze. A odbudowa ładunku na C1 (22nF) realizowana jest praktycznie tak samo. Dioda Zenera DZ1 pełni te same trzy funkcje, choć tutaj włączona jest wprost między bramkę i źródło tranzystora. Rzecz najważniejsza: czas włączenia klucza wyznacza współpraca obu pętli dodatniego i ujemnego sprzężenia zwrotnego. Obwód różni się w szczegółach, lecz idea jest ta sama. Kluczowa jest tu rola tranzystorka npn jako i komparatora, i elementu wyznaczającego stałą czasową bądź jak kto woli elementu odprowadzającego ładunek z C1 (22nF) w fazie t_{ON} klucza.

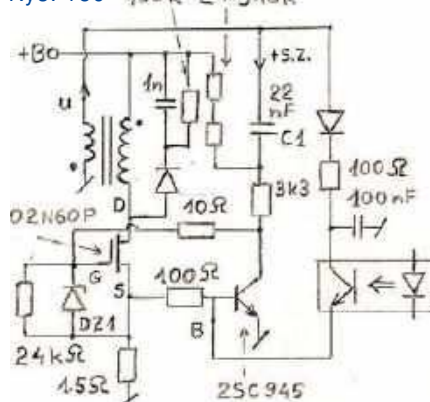
Oscylogram, **rysunek 14a**, pokazuje przebieg na drenie i bramce MOS-

Rys. 14a



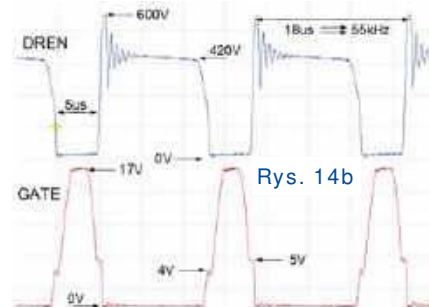
część 5

Rys. 13c

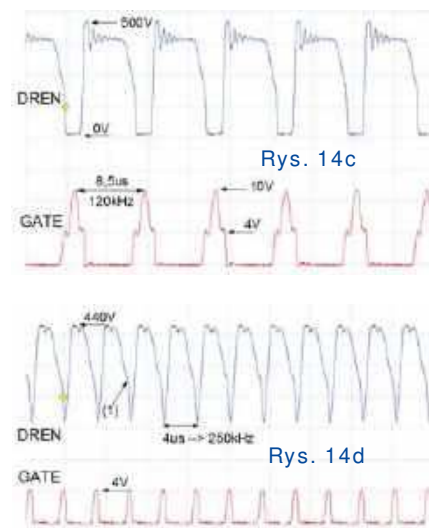


FET-a przy nominalnym obciążeniu +5V prądem 2A. Częstotliwość pracy wynosi ok. 80kHz. Napięcie na drenie klucza osiąga wartość 530V. Wyraźne są gasnące oscylacje tuż po wyłączeniu MOSFET-a (ok. 1,5MHz). Na szczyt napięcia na kluczu składają się trzy składniki: napięcie zasilania, odbite i przeskalowane przez przekładnię napięcie strony wtórnej oraz amplituda oscylacji ograniczana obwodem gasikowym. Zarówno wartość napięcia szczytowego, jak i częstotliwość pracy są zależne od obciążenia. W przebiegu napięcia na bramce MOSFET-a wyraźnie widać efekt Millera, zarówno na zboczu włączającym, jak i wyłączającym tranzystor. Próg przełączania napięcia bramki jest na poziomie ok. 4V, co zgadza się z katalogiem.

Spróbujmy obciążyć przetwornicę nieco ponad miarę. **Rysunek 14b** zdjęty przy obciążeniu prądem 3A. Częstotliwość spadła do 55kHz, a napięcie na drenie wzrosło do ok. 600V. Amplituda napięcia na bramce też wzrosła i wyraźnie widać, że jest już obcinana diodą Zenera między bramką i źródłem. Nic



Rys. 14b



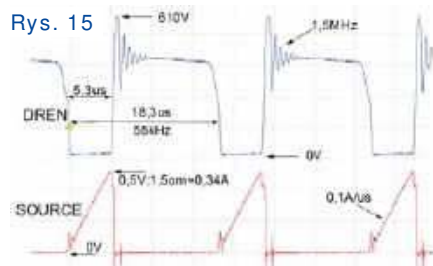
Rys. 14c

złego się nie dzieje, praca jest poprawna, żaden parametr tranzystora nie jest przekroczony. Być może ograniczenie mocy (do $5V \times 2A$) podyktowane jest mocą strat w tranzystorze. A może przyjęto taki margines bezpieczeństwa.

Zmniejszamy obciążenie. **Rysunek 14d** to przebieg pod obciążeniem 0,1A. **Rysunek 14d** w warunkach niemal bez obciążenia (0,1A). Autor zaleca Czytelnikowi analizę i porównanie tych przebiegów. To bardzo pouczające.

Istotny wniosek jest jeden: częstotliwość pracy jest silnie zależna od obciążenia i pod małym obciążeniem rośnie. Na rysunku 14d wynosi już 250kHz. To niekorzystna cecha tak prostego układu. Sprawność w warunkach niedociążenia jest więc bardzo kiepska. W podobnych przetwornicach ze skalonym sterownikiem idzie się w drugim kierunku: przy małym obciążeniu częstotliwość kluczowania się obniża lub układ przechodzi do tzw. trybu *burst* – (paczek) impulsów z niedużym wypełnieniem i małą częstotliwością powtarzania. Obwód tak prosty jak ten analizowany nie potrafi tak pracować. Nie zaobserwujemy tu także trybu DCM czy CCM. To układ samooscylicujący, pracujący zawsze blisko granicy tych dwu trybów. I właśnie dlatego częstotliwość się zmienia.

Na zamieszczonych oscylogramach można przeoczyć to, że powolniejszy początek zbrocza opadającego (napięcia na drenie) to fragment oscylacji, w której napięcie chce wrócić do wartości spoczynkowej, występującej na wejściu przetwornicy. Dodatkowo sprzężenie zwrotne powoduje, że oscylacja ta jest przechwycona, znów włączając tranzystor. Szczególnie ciekawe jest, że praca niemal bez obciążenia jest bezpieczna, a układ nie zrywa oscylacji. Na rysunku 14d trudno nawet odczytać współczynnik wypełnienia kluczowania. A energia jest zasysana przez uzwojenie pierwotne nie tylko, gdy tranzystor jest w pełni włączony, jak podają wszystkie szkolne źródła. Prąd narasta w uzwojeniu pierwotnym w każdym odcinku czasu, gdy napięcie na drenie jest niższe od wejściowego. Sporo informacji można odczytać, przepinając sondę z bramki na źródło tranzystora. Ponieważ ten przebieg jest zwykle mocno zaśmiecony, przebieg zdjęto przy maksymalnym obciążeniu – 3A. To **rysunek 15**.



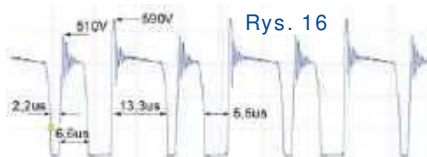
W źródle MOSFET-a mamy rezystor o wartości 1,5 oma. Napięcie na nim odzwierciedla prąd uzwojenia pierwotnego. Indukcyjność tego uzwoje-

nia zmierzono, wylutowując trafo; ma wartość 2,75mH. Sprawdźmy, czy zgadza się to z odczytanym przebiegiem. Z przebiegu dolnego odczytujemy stromość prądu w uzwojeniu pierwotnym w czasie włączenia klucza = 0,51A : 5,3us = 0,1A/us. Z drugiej strony stromość prądu w indukcyjności to U/L . $320V : 2,75mH = 0,11A/mikrosekundę$. Zgadza się!

Porównajmy też moc pobraną i oddaną do wyjścia, zakładając stuprocentową sprawność. W każdym cyklu kluczowania pobrana jest energia zmagazynowana w rdzeniu trafo, głównie w jego szczelini: $1/2LI^2$. $0,5 \times 2,75mH \times 0,51A^2 = 0,16 mJ$ (mildżula). Według rysunku 15 cykl taki powtarza się 55000 razy w ciągu sekundy. $0,16mJ \times 55000s^{-1} = 8,8W$. Równocześnie obciążenie ma wartość $5V \times 3A = 15W$?

Coś się nie zgadza. Różnica jest zbyt duża jak na błąd pomiaru. Otrzymaliśmy perpetuum mobile? Gdzie jest błąd?

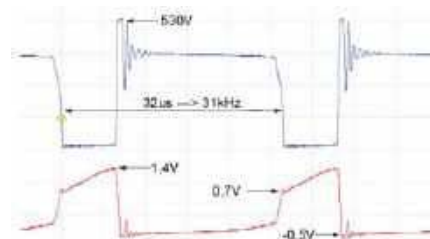
Trudno powiedzieć. Indukcyjność jest zmierzona raczej poprawnie, zgadza się z przebiegiem. Autor nie mierzył rezystora w źródle MOSFET-a. Odczytano jedynie, że to wartość 1,5Ω. Gdyby miał on $\sqrt{2}$ razy mniejszą wartość, czyli 1Ω, rachunki by się zgadzały, a obliczoną tu moc należałoby podwoić.



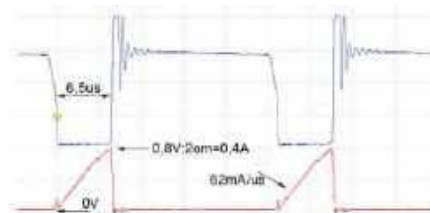
Na koniec, jeszcze jeden pouczający oscylogram – **rysunek 16**. Czy to nie stabilność pracy zasilacza? Nie! Taki przebieg nie jest obrazem niestabilności pętli regulacji. Ten układ ma prawo tak pracować i nic złego się nie dzieje. Co drugi impuls pompuje na przemian więcej i mniej energii. Średnia wartość dostosuje się do obciążenia.

Na koniec, tylko bardzo krótkie porównanie pracy tej przetworniczki z wersją wykonaną na tranzystorze bipolarnym. W tym celu zdjęto tylko dwa oscylogramy z innego zasilacza PC, w którym zasilanie *standby* wykonane jest zgodnie z koncepcją – **rysunek 13b**.

Te przebiegi – **rysunek 17a i 17b**, należy porównać z rysunkami 14a i 14b. Nie ma większego znaczenia, że tu częstotliwość jest niższa, pod obciążeniem 2A – ok. 30kHz. Przebieg na kolektorze (tam na drenie klucza)



Rys. 17a



Rys. 17b

jest zbliżony. Można powiedzieć, że jest konsekwencją pracy w konfiguracji *flyback*. Przebieg na emiterze także jest podobny. Odzwierciedla prąd uzwojenia pierwotnego transformatora: narasta liniowo w czasie, gdy klucz jest zamknięty. Opada gwałtownie po wyłączeniu klucza, bo cały strumień magnetyczny przejmie wtedy uzwojenie wtórne. Zdecydowanie różni się przebieg na bazie (bramce), co odzwierciedla różnice charakterystyk tranzystora polowego i bipolarnego. Zbrocze narastające na bazie w czasie włączenia klucza jest konsekwencją rezystancji w emiterze. Sterowanie tranzystora jest prądowe, próg napięcia ok. 0,7V i tranzystor pozostaje w nasyceniu. Korzystne jest także to, że po wyłączeniu napięcie na bazie opada aż do wartości ujemnej. Choć tu tylko do około -0,5V. Korzystniejsza jest konstrukcja pozwalająca szybko odprowadzić ładunek z bazy.

Na zakończenie tego punktu zachęcam Czytelnika do przeliczenia mocy, bazując na przebiegu 17b. Warunki pomiaru to obciążenie mocą 10W. Resztę można odczytać z rysunku 17b. I tu się mniej więcej zgadza, podstawiając wartość indukcyjności 4mH. I taką zmierzono.

W następnej części zajmiemy się już przeróbką zasilacza PC ze sterownikiem SG6105.



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

Ciąg dalszy ze strony 13

W ofertach handlowych diodami UV często nazywa się diody fioletowe, by zwiększyć ich atrakcyjność dla klienta. Owszem, z uwagi na szerokość spektrum wytwarzanego promieniowania, produkują one też niewielką część promieniowania UV, ale są to znikome ilości. Nie znaczy to, że nie ma prawdziwych diod LED UV. Jako granicę światła fioletowego i ultrafioletu (UVA) przyjmuje się 380nm. Na **rysunku H** pokazana jest oferta diod LED mocy UV, gdzie określona jest dominująca długość fali. Wersje z dominującą długością fali poniżej 380nm wytwarzają w większości bliski ultrafiolet (i część widzialnego światła fioletowego). Dostępne są też diody wytwarzające zupełnie niewidzialne, a niszczycielskie promieniowanie UVC (265–285nm) – przykład na **rysunku J**.

A jeżeli chodzi o światło widzialne, to postęp techniki umożliwił wytwarzanie struktur LED wytwarzających światło z całego zakresu widzialnego (około 380...750nm), ale też promieniowanie z zakresu bliskiej podczerwieni i ultrafioletu. Dlatego istnieją też na przykład mało popularne monochromatyczne niebieskozielone diody LED, wytwarzające światło o długości fali nieco poniżej 500nm. Jest problem, jak je nazwać. Wytwarzają światło o kolorze nazywanym zwykle *cyan* albo *ice blue* (turkusowy, szafirowy, błękitny). Przykład na **rysunku K**. Wytwarzane są diody LED o różnych odcieniach koloru niebieskiego i czerwonego. Istnieje też mnóstwo diod z luminoforem. Nie sposób adekwatnie nazwać wszystkich uzyskiwanych barw monochromatycznych, a tym bardziej mieszanych.

Z technicznego punktu widzenia w przypadku monochromatycznych diod LED, zamiast mówić o kolorze, trzeba po prostu podać (dominującą) długość fali. Dużo trudniej jest w przypadku diod z luminoforem, który zamienia światło niebieskie, rzadziej fioletowe, na promieniowanie o innych kolorach i to w różnych proporcjach. Tu możliwości są nieograniczone i na pewno nie sposób tego ani nazwać, ani w prosty sposób opisać. Potrzebne są charakterystyki spektralne jak na **rysunku L**, jednak w praktyce diody z luminoforem traktuje się jako diody białe i podaje się ich temperaturę barwową (CCT), zwykle nie zwracając uwagi na wierność oddawania kolorów (CRI).

W każdym razie produkowane są rozmaite diody, których właściwości można precyzyjnie scharakteryzować. I takie informacje są dostępne u producentów. Jednak



Rys. H

Rys. J

Power	4W
Voltage	12-15V
Current	300mA
Chip Qty	UVC+UVC*4pcs
Wavelength	265-285nm
Radiation Flux	52-72mW
Dimension	φ=20*2.0mm
Device	Protective Device Zener
Materials	Aluminum PCB+UVC LED chip
Life time	10,000 Hours

takie diody trzeba sprzedawać, a handlowiec i przeciętny klient nie zrozumiałby skomplikowanych opisów. Handlowcy radzą sobie lepiej lub gorzej, stosując rozmaite mniej czy bardziej precyzyjne określenia, nazwy i skróty.

Rysunek M to fragment, jak widać, dość bogatej oferty diod LED pewnego sklepu internetowego, gdzie kolor diod jest charakteryzowany w sposób uproszczony. W ofercie są diody monochromatyczne i te można albo ładnie, atrakcyjnie nazwać, ewentualnie podać też długość fali.

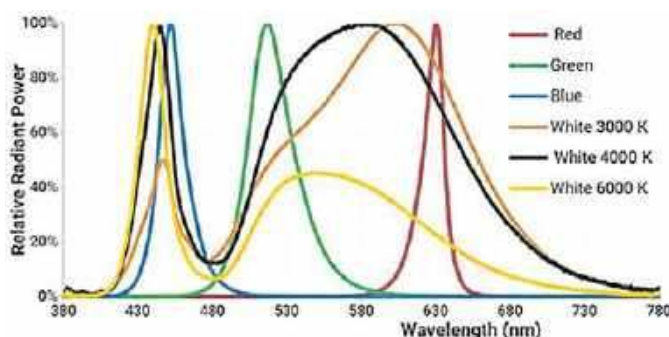
Ale w ofercie są diody mające więcej struktur, choćby RGB lub wykorzystujące różne luminofory. W tym przypadku opis jest uproszczony, nieścisły, a czasem wręcz mylący. Nazwy kolorów lub barwy światła nie są ściśle określone. Z punktu widzenia handlowego powinny być atrakcyjne dla klienta. Mamy do czynienia z różnymi określeniami i skrótami, których znaczenie może być inne u różnych sprzedawców. Stąd też niektóre zaskakujące nazwy, skróty i określenia diod LED. Takim zaskoczeniem mogą być odmiany białych

diod LED. Do szczegółów wrócimy, a na razie odnotujemy, że na **rysunku M** w ofercie jest biała



Rys. K

Rys. L



dioda o temperaturze barwowej 30000K! Tymczasem popularne białe diody LED mają temperaturę barwową od 2700K do co najwyżej 7000K! Podanie temperatury aż 30000K na pewno wskazuje, że światło jest bardzo zimne, zapewne wręcz niebieskie lub fioletowe. Nie sposób na podstawie takiego opisu wyobrazić sobie, jaki efekt świetlny wytworzy taka dioda i jak jej światło odwzoruje poszczególne kolory.

Wracamy do fioletu. W języku angielskim istnieje słowo *violet* (fioletowy), ale słowo *purple* też oznacza kolor fioletowy. Ponadto dostępne są diody LED o kolorze *pink*, czyli różowym. Jak pokazuje rysunek C, światło monochromatyczne wytwarzane przez jedną strukturę LED nie może mieć koloru różowego.

Jest problem już w języku angielskim, a tym bardziej przy tłumaczeniu na polski. A dodatkowo w grę wchodzi też wspomniane przez Autora pytania *GROW LED*, a raczej *grow LED*. Nie są to rosnące czy wyrosnięte diody LED, tylko diody LED mające powodować wzrost roślin. I tu zaczyna się kolejny problem. Od dawna wykorzystywano źródła sztucznego światła do wzrostu roślin. Były to rozmaite lampy, np. sodowe czy metalohalogenkowe, których główną zaletą była wysoka skuteczność świetlna, natomiast widmo wytwarzanego promieniowania było różne, zależne od rodzaju lampy. Od jakiegoś czasu zaczęto do tego celu wykorzystywać diody LED, które jeszcze niedawno miały mizerną skuteczność świetlną, a za to dostępne były wersje monochromatyczne o różnej długości fali. Pojawiło się pytanie, czy do wzrostu roślin wykorzystywać białe diody LED, czy może monochromatyczne diody o konkretnej długości fali?

Od dawna było wiadomo, że chlorofil w liściach najbardziej reaguje (ma dość ostre maksima „czułości”) na promieniowanie o dwóch długościach fali. Zagadnienie jest złożone, ale w podręcznikach łatwo znaleźć długości fali tych „maksimów czułości”. Najprościej mówiąc: z tego względu, do oświetlania roślin zaczęto wykorzystywać światło czerwone i niebieskie. I właśnie popularne są diody LED przeznaczone do wzrostu roślin, czasem nazywane właśnie *grow LED*, ale także diodami purpurowymi (*purple*). Mogą to być albo monochromatyczne diody czerwone, niebieskie, albo diody zawierające struktury R i B, albo...

Temat dokładnego dobrania długości fali do potrzeb roślin jest nie tylko trudny, ale jak się okazało, bardzo dyskusyjny. Wzrost roślin to nie tylko kwestia czułości wyizolowanego w laboratorium chlorofilu. W grę wchodzi szereg czynników. Pojawiły się wyniki badań, że najkorzystniejsze jest światło podobne do słonecznego, zawierające nie tylko promieniowanie widzialne, ale też UV i IR, czyli światło o pełnym zakresie spektrum słonecznego (*full spectrum*). Zresztą intuicja też podpowiada, że rośliny dostosowane są do światła słonecznego.

Dlatego dziś na rynku oprócz „roślinnych” lamp ze strukturami czerwonymi i niebieskimi, dostępnych jest mnóstwo odmian nazywanych *full spectrum*. Niestety, trzeba pamiętać, że jest to określenie handlowe, a nie techniczne. Ta nazwa sugeruje jedynie, że promieniowanie takie-

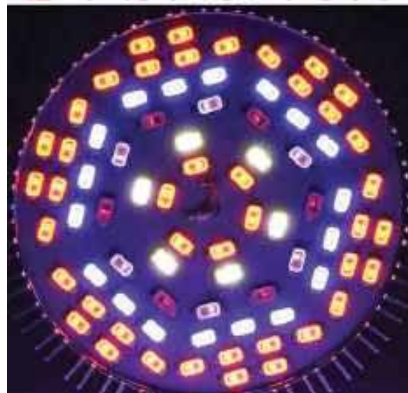


Rys. M

Warm White 3000K	Nature White 4500K	Pure White 6500K		
Cold White 10000K	Cold White 20000K	Cold White 30000K		
Red 625nm	Deep Red 660nm	Green 520nm	Blue 460nm	
Royal Blue 445nm	Yellow 2000K	Pink Full Spectrum		
White Full Spectrum	4Pin RGB	6Pin RGB	Cy490nm	
IR850nm	IR940nm	UV 365nm	UV390nm	UV420nm
Orange 600nm				
Moc:				
1W 10pcs	1W 50pcs	3W 10pcs	3W 50pcs	
5W 10pcs	5W 50pcs			

go źródła zawiera, a raczej powinno zawierać, nie tylko monochromatyczne promieniowanie R + B, ale że w jakiś sposób jest ono w większym lub mniejszym stopniu wzbogacone o promieniowanie o innych długościach fal. Ale zwykle nie podaje się szczegółów. Dlatego istnieją

Red : Blue : White : IR : UV
42 : 18 : 6 : 6 : 6



Fot. N

purpurowe (R + B) taśmy i lampy niesłusznie nazywane *full spectrum*, gdzie to wzbogacenie jest niewielkie lub żadne, ale też lampy, gdzie oprócz struktur R, B, montowane są też struktury białe, IR i UV — przykład na **fotografii N**.

Dostępne są też białe diody „*full spectrum*” o rozmaitych składach spektralnych. Zasadniczo jeśli mają to być diody przeznaczone do wzrostu roślin, to nie powinien mieć znaczenia współczynnik oddawania barw CRI, niemniej niektóre białe „roślinne” diody *full spectrum* mają zaskakująco wysoki współczynnik CRI (>90). W tym przypadku określenie *full spectrum* może w ogóle nie być związane z roślinami i *grow LED*, tylko z zupełnie innymi zagadnieniami, np. zdrowiem i dobrym samopoczuciem ludzi, do czego ma się przyczyniać światło jak najbardziej podobne do słonecznego. To odrębny szeroki i kontrowersyjny temat. Niektóre diody *full spectrum* mogą więc być białymi diodami, których widmo wzbogacone jest o bliski ultrafiolet, a także światło czerwone i podczerwone. Być może taka dioda nie jest diodą niebieską z luminoforescencją, tylko diodą fioletową (wytwarzającą też znaczącą ilość ultrafioletu) z luminoforescencją i ewentualnie z dodatkową strukturą czerwoną czy podczerwoną. Szczegółów trzeba szukać u producentów i handlowców.

Po omówieniu diod kolorowych i „roślinnych” konieczne trzeba jeszcze zająć się diodami białymi. Zostanie to zrobione w następnym numerze EdW.

Szkoła Konstruktorów



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

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

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

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

Bardzo proszę: dla ułatwienia segregacji niech tytuł Twojego e-maila (i nazwa każdego ewentualnego załącznika), oprócz **nazwy konkursu** oraz **numeru zadania**, zawiera też **Twoje nazwisko** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko297Kowalski*, *Policz297Zielinski*, *NieGra297Malinowski*, *Jak11Krzyzanowski*. Chodzi o to, żeby w tytule e-maila i w nazwach wszystkich załączników była zarówno informacja o zadaniu, jak i o Autorze. Bardzo też proszę, żeby jeden Twój e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co znacznie mi ułatwi segregowanie poczty.

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

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

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

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

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

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

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

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



Zadanie główne 297

Propozycję zadania podał tym razem **Paweł Błaszczak** z Bielska-Białej, który jest Autorem projektu okładowego tego numeru EdW. Jako rozwiązanie zadania 292 przysłał projekt mikroUPS-a, a w jednym z e-maili napisał, co następuje:

Dzień dobry. Panie Piotrze, przesyłam pliki z projektem mikroUPS-a akwarystycznego oraz teoretyczne rozwiązanie zadania 292. Mam też pomysł na nowe zadanie do Szkoły Konstruktorów, a mianowicie zaprojektowanie elektroniki akwarystycznej np. sterownika kontrolującego karmnik automatyczny, oświetlenie, temperaturę, pracę filtra i awaryjne powiadomienie na wypadek wycieku wody.

Sam powoli przymierzam się do budowy takiego sterownika z komunikacją poprzez sieć GSM lub Internet.

Pozdrawiam.

Zadanie dotyczące elektroniki w akwarium jak najbardziej pasuje do Szkoły Konstruktorów EdW. Teraz mamy zadanie numer 297, a wcześniej kilkakrotnie takie zadania były już stawiane w naszej Szkole. Już w EdW 9/1997 było zadanie *Elektronika w akwarium*. Później, w numerze 7/2002 było zadanie numer 77: *Zaprojektować urządzenie elektroniczne, przydatne do domowego akwarium*.

W numerze 12/2010 było zadanie numer 178: *Układ do akwarium lub terrarium*.

Było też zadanie pokrewne, dotyczące innych zwierząt, a mianowicie w numerze 10/2004 było zadanie numer 104: *Zaprojektować urządzenie elektroniczne przydatne przy hobbyistycznej i zawodowej hodowli roślin i zwierząt*.

W każdym razie ostatni raz tematem zajmowaliśmy się dokładnie dziesięć lat temu. Przez dziesięć lat w elektronice ogromnie wiele się zmieniło. W akwariach i terrariach również. Wobec tego czas najwyższy, żeby znów zastanowić się nad tego rodzaju tematem. Oto temat zadania 297:

Zaproponuj układ elektroniczny, przydatny w domowym akwarium lub terrarium.

I to zadanie ma bardzo szeroki zakres.

Bardzo bym się cieszył, gdyby niektórzy Czytelnicy jako rozwiązania przysłali opisy już zrealizowanych układów i urządzeń. Interesujące rozwiązania mogą trafić na okładkę jednego z następnych numerów EdW.

Przypuszczam, że zadanie 297 dla niektórych z Was będzie bodźcem, żeby przyspieszyć realizację swoich wcześniejszych planów w tym zakresie. Dobrze wiem jednak, że takie urządzenia są pracochłonne i dwa miesiące to za mało, żeby wszystko sfinalizować. Jeżeli ktoś teraz, pobudzony tematem zadania 297, rozpocznie prace, to niech w terminie 2

miesiący poinformuje mnie o tym (szkola@elportal.pl), nawet jeżeli do końca prac będzie bardzo daleko. Za 5 miesięcy w rozwiązaniu tego zadania może pojawić się krótka wzmianka o postępie prac, a znacznie później projekt mógłby zostać zaprezentowany w EdW.

Uwaga!

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

Rozwiązanie może być prezentacją kompleksowej automatyzacji akwarium/terrarium. Ale może też dotyczyć tylko jednego zagadnienia, na przykład tak bardzo ważnego jak oświetlenie czy utrzymanie prawidłowej temperatury.

W zadaniu mogą też wziąć udział osoby, które jeszcze nie mają doświadczenia z akwariami i terrariami, a swe rozwiązanie przedstawią po zbadaniu zagadnienia za pomocą Internetu.

Jak zawsze, czekam też na prace teoretyczne. Zaprezentujcie swoje pomysły i plany, które mogą być inspiracją dla innych.

Zachęcam do udziału także Ciebie!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

Autorzy propozycji zadań, które zostaną wykorzystane w Szkole, otrzymują jako nagrodę kupon 100zł na zakupy w sklepie AVT:

www.sklep.avt.pl

Koszty przesyłki pokrywa AVT.

Dobra propozycja nie powinna być ani zbyt trudna, ani zbyt ogólna, ani zbyt wąsko ukierunkowana.

Dobre zadanie Szkoły powinno mieć na tyle szeroki zakres, żeby mogli w nim wziąć udział zarówno doświadczeni elektronicy, jak i początkujący, w tym najmłodsi.

Zachęcam do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

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

Zachęcamy także Ciebie, drogi Czytelniku, żebyś w ramach działu „Wokół Arduino”

opublikował swoją realizację projektu lub artykułu związanego z platformą Arduino.

Chętnie zaprezentujemy na łamach EdW Twój własny projekt albo Twoją realizację projektu z Internetu, wykorzystującego dowolne moduły lub moduły rozszerzeń Arduino,

a także wartościowe artykuły, pokazujące rozmaite aspekty korzystania z tej interesującej platformy.

Bliższe informacje: www.elportal.pl/arduino, a w razie pytań i wątpliwości śmiało pisz: edw@elportal.pl



Rozwiązanie zadania głównego 292

Temat czerwcowego zadania 292 brzmiał: **Zaproponuj układ elektroniczny, pomocny w przypadku braku napięcia sieci energetycznej 230V.**

Zadanie było trudne. Niełatwo bowiem wymyślić coś nowego w tej dziedzinie. Niemniej wyniki zadania są wyjątkowo interesujące. Oto przegląd nadesłanych prac.

Łukasz Jaworski z Pokrzywnicy napisał: *Witam! (...) nigdy nie pisałem do redakcji (...) zainteresowało mnie zadanie [292] (...) [przysłałem] trochę rozwiązanie, trochę propozycję i pytanie (...) z racji wieku nie czas na chodzenie do szkoły. Chciałbym pogratulować pomysłu i czekam na rozwiązanie (...) ponieważ sam się zastanawiam, jak to zrobić (...) żona dba o zaopatrzenie (...) z własnego ogrodu (...) mamy dwie zamrażarki (...) chodzi o zasilanie awaryjne dla tych zamrażarek i w miarę (...) [też dla] lodówki. (...) za mało mam czasu na eksperymenty, a do tej pory jeszcze nigdy nie stało się nieszczęście, więc żona nie wierci mi dziury w brzuchu (...) zwlekam z działaniami (...) moje przemyślenia są takie (...)*

Dalszej części listu nie cytuję, ponieważ będzie on podstawą jednego z następnych zadań naszej Szkoły.

Jacek Konieczny z Poznania napisał: *(...) Ponieważ tematem zadania nie był zasilacz awaryjny (choć spełniałby warunki zadania), wymyśliłem układ, który mógłby pomóc ratować zawartość lodówki w przypadku zaniku prądu zasilającego tę lodówkę.*

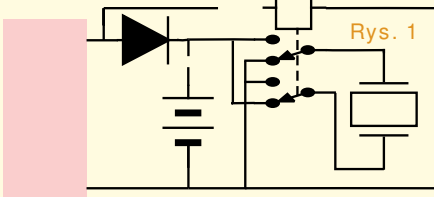
Nadesłany schemat pokazany jest na **rysunku 1**. Taki prosty schemacik bez szczegółowego opisu, z elementem wyglądającym jak brzęczyk piezo, o oczywistym na pozór działaniu można byłoby zlekceważyć, ale warto zapoznać się z główną ideą, która wcale trywialna nie jest: *(...) Jeżeli nie przechowuję w zamrażalniku jakiegś żywności, to przechowuję w nim metalowe puszki wypełnione wodą. Woda ta oczywiście zamraża i taka puszka staje się „magazynem zimna”. Jeżeli*

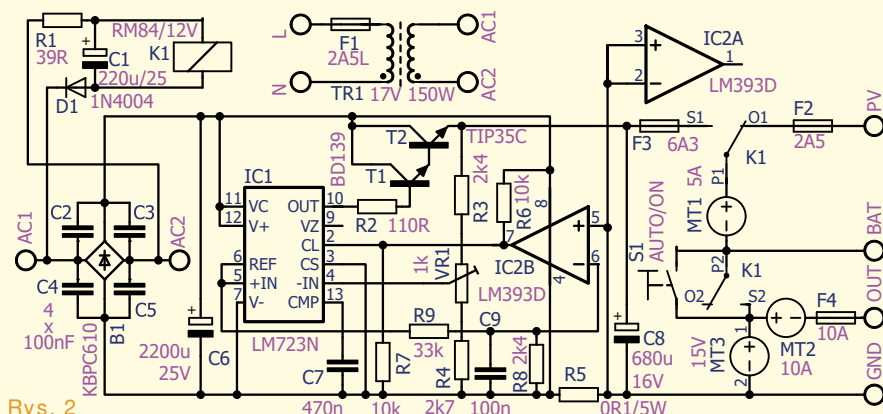
zabraknie prądu, to puszki te wyjmuję z zamrażalnika i przenoszę do części chłodzącej lodówki. Topniejąca woda z tych puszek podtrzymuje przez jakiś czas niską temperaturę w części chłodzącej. Być może warto byłoby uniknąć tego ręcznego przenoszenia puszek i cały ten sposób „zmechanizować”, a nawet – „zelektronizować”. Zazwyczaj lodówki wyższych klas są „dwubiegowe”, tzn. część zamrażająca jest chłodzona podobnym obiegiem jak część chłodząca, tylko bardziej wydajnym. Wyobraźmy sobie lodówkę zamrażającą działającą nieco inaczej: (...) część zamrażająca i część chłodząca takiej lodówki nie są od siebie termicznie odizolowane, ale są połączone za pomocą elementu termoelektrycznego (...) Peltiera. Przy normalnej pracy (tzn. kiedy lodówka jest w pełni zasilana) ów element termoelektryczny jest tak spolaryzowany, że pompuje ciepło z komory zamrażalnika do komory chłodniczej [czyli obniża temperaturę zamrażalnika]. Kiedy zabraknie prądu zasilającego, pomocniczy akumulator zasilający ów element przy odwróconej polaryzacji. Wówczas ciepło jest pompowane w odwrotnym kierunku, tj. z komory chłodniczej do komory zamrażalnika (a w komorze zamrażalnika to ciepło może być absorbowane przez wspomniane wcześniej puszki z lodem). (...) może to być rozwiązanie następujące: akumulator pracuje buforowo, tj. jest stale ładowany przez zasilacz – prostownik. Z akumulatora zasilany jest wspomniany element termoelektryczny. Do wyjścia prostownika – zasilacza przyłączony jest przełącznik. Jeżeli zabraknie prądu sieciowego, wówczas przełącznik zmienia polaryzację zasilania elementu termoelektrycznego. (...) Widoczna na schemacie dioda potrzebna jest po to, aby cewka przełącznika była zasilana wyłącznie prądem z zasilacza – prostownika. Elementy termoelektryczne (...) Peltiera cechuje niewielka sprawność. Możliwe jest zatem inne rozwiązanie. Załóżmy, że komora zamrażalnika i komora chłodnicza oddzielone są trzecią, znacznie mniejszą od nich (i dostatecznie płaską) komorą izolacyjną; ta komora izolacyjna jest po prostu komorą próżniową. Zanik prądu zasilającego lodówkę powoduje mechaniczne pojawienie się w tej izolacyjnej komorze próżniowej

elementu stykającego ze sobą skrajne ściany komory próżniowej i wywołującego przez to przepływ ciepła z komory chłodniczej do komory zamrażalnika. Mogłoby to być zrealizowane w ten sposób, że wewnątrz próżniowej komory izolacyjnej byłby umieszczony arkusz folii aluminiowej dający się składać jak wachlarz [harmonijka]. W obecności prądu zasilającego lodówkę ten arkusz byłby rozpostarty i w żaden sposób nie dotykałby skrajnych ścian komory izolacyjnej. Przy zaniku prądu zasilającego przełącznik włączałby silniczek elektryczny zasilany z pomocniczego akumulatora. Silniczek obracałby, a jednocześnie przesuwający gwintowany pręt, który popychałby ów foliowy wachlarz. Wachlarz ów podlegałby składaniu, a podnoszące się „grzbiety” tego wachlarza zaczęłyby stykać skrajne ścianki próżniowej komory izolacyjnej. Załóżmy, że ścianki te byłyby metalizowane; można byłoby to wykorzystać do realizacji „wylącznika krańcowego”. Po obustronnym dotknięciu tych ścianek przez podnoszone „grzbiety” ściśniętego wachlarza zamykałby się obwód zasilający drugi przełącznik pomocniczy. Ten drugi przełącznik odcinałby zasilanie wspomnianego silniczka i mógłby ewentualnie włączać zasilanie do jakiegoś hamulca elektromagnetycznego (aby momentalnie zatrzymać ruch opisanego mechanizmu). Za ten zaskakujący pomysł przydzielam punkty i upominek.

Kolega, przedstawiający się jako **Circuit Chaos**, tym razem napisał: *(...) Chciałbym podzielić się moim niezbyt udanym rozwiązaniem, skupiając się głównie na popełnionych błędach. Bo to na błędach człowiek uczy się najlepiej. Otóż na dziale zorganizowałem sobie mały kącik radiowy: dwa transceivery, wzmacniacz audio, przystawka do odbioru VLF, Raspberry Pi i listwa LED nad biurkiem. Zasilam to wszystko z podładowywarki, dla której buforem jest akumulator samochodowy. Założenia wstępne dla wspomnianej podładowywarki przyjąłem następujące:*

- całkowicie liniowa regulacja – żeby nie wprowadzać zakłóceń do transceiverów (Raspberry wprowadza, ale minimalne i nie zawsze jest włączone),
- brak wentylatorów, z tego samego powodu (jak najmniej zakłóceń impulsowych),




Rys. 2

– automatyczne włączanie i wyłączanie zasilania po włączeniu urządzenia do sieci z możliwością ręcznego przełączenia się na pracę z akumulatora,

– maksymalna wydajność ładowania: ok. 4,5A, maksymalny prąd pobierany z akumulatora: 10A.

Sama podładowywarka miała być źródłem napięciowym (ok. 14,5V) z ograniczeniem prądu (przy ok. 4,5A). Jeśli odbiorniki pobierałyby mniejszy prąd, to byłyby zasilane z podładowywarki, a jeśli większy, to podładowywarka ograniczałaby napięcie i prąd zacząłby płynąć z akumulatora. Wstępny schemat przedstawiam na **rysunku 2**. Jest to układ na wiekowej już kostce LM723, inspirowany projektem AVT 5161 sprzed 12 lat. Sprzężenie jest zrealizowane przed bocznikiem ogranicznika prądu (R5), ale to w niczym nie przeszkadza (wahania 450mV są dla mnie akceptowalne). Niestety po obciążeniu układu prądem 1,6A, napięcie wyjściowe (mierzone przed bocznikiem R5) spadło do 14,0V, a układ przestał regulować (wejście odwracające LM723 osiągnęło 7,05V, zamiast wymaganych 7,26V). Napięcie zasilające LM723 wynosiło 18,5V, co powinno umożliwić regulację. Winny okazał się kondensator C6 o zdecydowanie za małej wartości. Multimetr wprawdzie pokazywał poprawne napięcie, ale tak naprawdę było ono pilokształtne, z minimum przy 15V – co przedstawia **rysunek 3a**. Do kondensatora dołożyłem dodatkowo 2×4700uF równolegle. Wtedy napięcie wystarczająco się

wygładziło, co pokazane jest na **rysunku 3b**. Minimum napięcia wzrosło do ok. 16,6V. Zmieniłem też napięcie transformatora (17,35V AC bez obciążenia).

Drugim błędem było przeoczenie, że kostka LM723 wymaga do prawidłowej regulacji różnicy 3V między wejściem a wyjściem. To sprawia, że nawet dobierając napięcie wejściowe na styk, mamy przynajmniej 13,5W ciepła do odprowadzenia z tranzystora wykonawczego. Układ finalnie działa, ale nie może być stale obciążany pełnym prądem, bo tranzystor prawdopodobnie się spali. Warto byłoby dodać do niego zabezpieczenie termiczne, dodatkowo ograniczające prąd. Ostateczne pomiary:

– napięcie transformatora bez obciążenia: 17,35V AC, pod pełnym obciążeniem (4,5 A): 16,36V

– minimalne napięcie za mostkiem pod pełnym obciążeniem: 16,6V, maksymalne: 20,2V

– napięcie wyjściowe pod pełnym obciążeniem: 13,91V za tranzystorem względem masy układu oraz 12,99V na samym wyjściu (czyli za mało do ładowania; aż 550mV spadku na wszystkim poza bocznikiem pomiarowym – na bezpieczniku, przełączniku, mierniku i złączach)

Jakie wnioski można wyciągnąć z tego niezbyt udanego projektu:

– nie należy bezkrytycznie ufać multimetrom, tylko należy badać napięcia tętniące oscyloskopem


Rys. 3


RZECZYWISTOŚĆ+ Skok w rozszerzony świat

Dotychczas patrzyliśmy na AR jako coś służącego głównie do rozrywki, do gier takich jak Pokémon Go a niedawno Wiedźmin. Jednak rozszerzona rzeczywistość okazuje się zbawieniem dla wielu dziedzin gospodarki, dotkniętych skutkami pandemicznych ograniczeń i restrykcji. Okazuje się, że handel online, nawet sprzedawcy butów czy ubrań, coraz silniej stawiają na AR. Jeszcze w 2019 r. przewidywano, że do końca 2020 r. z doświadczeń rozszerzonej rzeczywistości skorzysta sto milionów kupujących online w skali globalnej. Ta liczba może być ostatecznie znacznie większa.

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



– zamiast szacować wymiary radiatora, warto spróbować go policzyć, co w przypadku zamkniętej obudowy z otworami wentylacyjnymi może nie być proste. Może warto byłoby jeszcze na etapie projektowania pomierzyć temperaturę radiatora, umieszczonego w takiej obudowie, przy różnych mocach. Źródło sprzężenia zwrotnego powinno być jak najbliżej wyjścia – tu powinienem dodać sprzężenie, bezpośrednio ze złącza akumulatora, z osobnym obwodem odłączającym i zabezpieczającym

– w układach, które wydzielają znaczne ilości ciepła, warto dodać zabezpieczenie termiczne (nie wykluczam, że w mojej podładowywarce jeszcze dodam)

– wiekowe kostki czasem wciąż są dobre i niezawodne (jak np. NE555), a czasem, nie bez powodu, są wypierane przez nowsze rozwiązania i warto z tych nowszych rozwiązań korzystać, a przynajmniej zapoznać się z tym, w czym są lepsze. Nie sądzę (choć nie doktoryzowałem się z tego), żeby współczesne regulatory również wymuszały aż 3V różnicy napięć. Pozdrawiam.

Fotografia 1 pokazuje model.

Tak się zupełnym przypadkiem złożyło, że na początku maja **Paweł Blaszcak** napisał: Dzień dobry, przesyłam załączek artykułu o moim projekcie mikroUPS-a akwarystycznego. Proszę o ocenę, czy nadaje się on do publikacji w Państwa czasopiśmie i o wskazówki jak dokończyć artykuł. Urządzenie do wysłania mam poskładane i uruchomione w estetycznej białej skrzynce. U siebie w domu mam od grudnia 3 sztuki w użyciu i sprawdzają się doskonale (częste zaniki zasilania). Pozdrawiam. Odpisując, podałem temat nieopublikowanego jeszcze majowego zadania 292. Zaproponowałem, żeby wziął też udział w tym zadaniu. Pod koniec czerwca otrzymałem komplet materiałów do publikacji projektu oraz następujący tekst: (...) Bezprzerwowe zagwarantowanie zasilania związane jest z wyborem strategii gwarancji zasilania urządzenia, doboru przetwornic czy pomocniczej elektroniki i wyborem akumulatorów. W pierwszym etapie należy określić zapotrzebowanie na moc, rodzaj i wielkość napięcia zasilającego oraz przewidywany czas podtrzymania zasilania i czas przełączenia na rezerwowe źródło. Każde przetwarzanie energii elektrycznej wiąże się ze stratami. Im więcej ogniw w łańcuchu



przetwarzania od akumulatora do zasilanego urządzenia, tym większe straty energii. Współczynniki sprawności poszczególnych urządzeń w zasilaczu awaryjnym są ze sobą mnożone i finalnie po kilku blokach przetwarzania możemy uzyskać ułamek energii, jaką mieliśmy na wejściu np. $0,8 * 0,8 * 0,9 = 0,576$.

Na przykładzie koncepcji budowy zasilacza awaryjnego do podtrzymania pracy akwarystycznego filtra kubelkowego przedstawię problemy, jakie musimy rozwiązać, projektując UPS-a. Filtr to urządzenie o krytycznym znaczeniu dla życia w akwarium. Pompa indukcyjna filtra zasilana jest bezpośrednio z sieci 230V 50Hz. Pobiera ona moc czynną od kilku do kilkunastu watów, a moc pozorna wyrażona w VA jest mniej więcej dwukrotnie większa od mocy czynnej z uwagi na niski współczynnik cos ϕ silnika indukcyjnego. Potrzebujemy więc zasilacza awaryjnego, na którego wyjściu mamy idealnie sinusoidalny przebieg o napięciu 230V i częstotliwości 50Hz. Moc pozorna urządzenia nie musi być duża, np. 45VA, a czas podtrzymania najlepiej żeby wynosił minimalnie kilka godzin.

Możemy przyjąć, po uwzględnieniu małej sprawności wynoszącej 50%, że źródło zasilania powinno mieć pojemność około 200Wh ($20W * 5h / 50\%$). Sprawność urządzenia nie jest krytycznym parametrem ze względu na niski poziom mocy, ale ważne jest, aby nasz zasilacz nie pobierał na czuwaniu prądu większego niż samo zasilane urządzenie. Również czas przełączenia z zasilania sieciowego na rezerwowe nie musi być liczony w milisekundach. W zupełności wystarczy sekunda.

Dobór akumulatorów to temat bardzo trudny. Każde rozwiązanie ma swoje wady i zalety. Najprostsze akumulatory żelowe są tanie, bezpieczne, bezobsługowe, ale wymagają ciągłego podładowywania i są bardzo ciężkie. Nowoczesne akumulatory litowo-polimerowe mają najmniejszą wagę i objętość przy bardzo dużej pojemności, ale są bardzo drogie, delikatne i niebezpieczne. Wymagają skomplikowanej elektroniki zabezpieczającej. Rozwiązaniem optymalnym są akumulatory litowo-jonowe w postaci popularnych ogniw 18650. Bateria zbudowana z takich ogniw również wymaga elektroniki zabezpieczającej, jednak poziom bezpieczeństwa

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice.....	92	Michał Pędzimaj Stara Słupia.....	48	Marian Gabrowski Polkowice.....	23
Daniel Turbasa Kraków.....	88	Lukasz Olszok Tarnowskie Góry.....	45	Roman Braumberger Bytom.....	21
Lukasz Dachowski Cymbark.....	72	Krzysztof Kawa Lubcza.....	44	Jakub Gajda Kraków.....	20
Artur Bereit Barcin.....	69	Dawid Placha Rdzawa.....	44	Rafał Orodziński Białystok.....	19
Aleksander Bernaczek Magnuszowice.....	69	Szymon Czepiel Piszarowice.....	43	Marian Caruk Lubań.....	17
Szymon Trygar Szczecin.....	66	Adam Ples Jaworzno.....	43	Lukasz Kojro Gdańsk.....	15
Krzysztof Smoliński Poznań.....	66	Piotr Gajdosz Grybów.....	41	Jacek Konieczny Poznań.....	15
Radosław Smalec Zabrze.....	64	Rafał Rówiak Słaboszów.....	40	Jacek Rączka Polomia.....	14
Robert Szolc Bytom.....	58	Maciej Zieliński Kraków.....	37	Marcin Malich Wodzisław Śl.....	13
Andrzej Herbut Siekierzyn.....	52	Tomasz Zaorski Kalinówka.....	34	Paweł Sablik Piszarowice.....	13
Paweł Hoffmann Wrocław.....	51	Lukasz Nowak Warszawa.....	33	Piotr Wyderski Wrocław.....	13
Adam Sobczyk Warszawa.....	50	Teodor Wozniak Łódź.....	29	Michał Zięba Poznań.....	13
Sebastian Jarmosiewicz Motwica.....	50	Jarosław Węgliński Warszawa.....	28	Andrzej Adamczyk Ostrowiec Św.....	11
Michał Stach Kamionka.....	49	Circuit Chaos Warszawa.....	27	Piotr Świerczek Bielsko-Biała.....	11



Fot. 2

ogniów 18650 jest znacznie wyższy niż baterii litowo-polimerowych. Napięcie baterii ustalmy na 14,4V, czyli 4 pakiety szeregowo (4S). Liczbę ogniów ustalmy na 20 sztuk, czyli po 5 równolegle (5P). Pojemność baterii 4S5P wyniesie 20szt. * 3,6V * 2,8Ah = 201,6Wh, jej waga to 950g. Dla porównania akumulator żelowy ołowiovymusiałby mieć pojemność ponad 30Ah i wagę około 9kg, czyli 10× większą niż litowy.

Układ ładowania baterii: o ile w przypadku akumulatorów żelowych nie ma żadnej komplikacji, to ogniwa litowe wymagają wyrafinowanego dwustopniowego ładowania i dodatkowo wyrównywania napięć poszczególnych, połączonych szeregowo, pakietów. Zadaniem tym zajmuje się specjalna ładowarka z tzw. balanserem. Znacznie prostszą metodą jest zastosowanie taniej, energooszczędnej, dedykowanej ładowarki do każdego równoległego łańcucha ogniów w pakiecie. Potrzebujemy więc czterech prostych ładowarek i układu, który je wyłączy po naładowaniu wszystkich ogniów lub po ustalonym czasie. Ogniwo litowe, w przeciwieństwie do akumulatorów żelowych, nie trzeba cały czas doładowywać, wystarczy co kilka miesięcy na chwilę uruchomić ładowarkę.

Przetwornica 12VDC/230VAC. Spośród fabrycznych przetwornic

DC/AC należy wybrać tę, która daje czyste napięcie sinusoidalne (pure sine). Żadna przetwornica o „modyfikowanej” sinusoidzie nie nadaje się do zasilania silnika indukcyjnego. Możemy również zbudować własną przetwornicę opartą na module falownika EGS002 z pomocniczą płytką elektroniki oraz małym transformatorze 6V 45VA.

Układ przełączania sieć/przetwornica. Najprostszy układ to dwa przełączniki z podwójnymi stykami i pomocniczym zasilaczem. Gdy zanika napięcie w sieci, styki przełącznika odpadają, rozłączając zasilanie sieciowe i łączą wyjście przetwornicy DC/AC z zasilanym urządzeniem. Drugi przełącznik łączy akumulator z wejściem DC przetwornicy. Trochę bardziej rozbudowany układ z czasówkami zadba o kolejność przełączeń przełączników tak, aby nie rozłączać pracującej przetwornicy od obciążenia.

Wnioski: budowa własnego zasilacza awaryjnego UPS nie jest aż tak trudnym i kosztownym zadaniem, ze wzglę-

du na możliwość zakupu gotowych sinusoidalnych przetwornic DC/AC, układów kontroli i ładowania akumulatorów, a także niską cenę ogniów litowo-jonowych typu 18650. Również pobór mocy przez taki UPS na czuwaniu będzie ograniczony do mocy potrzebnej do podtrzymania dwóch przełączników, czyli około 1,5W.

Model pokazany jest na fotografii 2, a szczegóły są w projekcie okładowym prezentowanym od strony 15.

I kolejne informacje o zadaniu 292: jeszcze w marcu, czyli długo przed opublikowaniem zadania 292, poinformowałem o jego planowanej treści Karola Świerca, który aktualnie prowadzi cykl o zasilaczach komputerowych. Spytałem, czy w związku z tym zadaniem Szkoły warto byłoby wspomnieć o możliwości zasilania telewizora z (dużego) akumulatora 12V.

Zasilanie lodówki, zamrażarki czy pieca c.o. to trudniejsza sprawa, bo potrzebny jest „sinus” 230V. A telewizor z zasilaczem impulsowym? Jaka jest możliwość zasilania bez inwertera DC/AC, a tylko z przetwornicą podwyższającą DC/DC?

Jeszcze w marcu Karol Świerc odpisał: (...) Telewizor i inne urządzenia z zasilaczem impulsowym równie dobrze przyjmą zasilanie 300VDC. Prób nie robiłem. Ale nawet gdy zasilacz poprzedzony jest przetwornicą step-up PFC, ona też powinna poprawnie pracować, a zasilacz, czy to PWM, czy rezonansowy, różnicy nie powinien zauważyć. Zrobię próby. Mam w warsztacie jedno gniazdko z napięciem DC. To znaczy, przed tym gniazdkiem (za ścianką) zamontowałem mostek Graetza i duży kondensator. Kierunek włączenia wtyczki telewizora nie powinien mieć znaczenia, bo mostek w OTV odpowiednio sobie go obróci. Mam też jakieś dwa telewizory, których wartość jest większa dla pomiarów niż jako OTV. Porobię próby, bo wszystko trzeba sprawdzić!

Pozostaje wykonanie przetwornicy DC/DC 12V/300V. Tanie przetwornice DC/AC zbudowane są zwykle z dwóch

części. Najpierw przetwarzanie DC/DC, a następnie tworzenie przebiegu trójpobojowego z regulacją PWM (na częstotliwości 50Hz) tak, aby zgadzała się wartość szczytowa i RMS. Robi to chyba pełny mostek,

Publika-cja	Nag-roda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Paweł	Błaszczak	Bielsko-Biała	-
-	-	-	Łukasz	Jaworski	Pokrzywnica	2
-	U	-	Jacek	Konieczny	Poznań	4
-	U	-	Circuit	Chaos	Warszawa	5
-	-	200	Paweł	Błaszczak	Bielsko-Biała	8
P	-	200	Karol	Świerc		-



aby dostać napięcie międzyszczytowe $+300V$ i $-300V$.

Kupiłem kiedyś taką w sieci sklepów Lidl za ok. 70zł. Mniejsze deklarują moc 150W, większe 300W. Są także dostępne (jeszcze taniej) przystosowane do akumulatora 24V. Można by wykorzystać pierwszy stopień przetwornicy z takiego „UPS-a” lub coś podobnego wykonać. (...) Sytuacja powinna być nawet korzystniejsza, jeśli zasilacz w OTV wyposażony jest w (porządny) PFC. Aczkolwiek, trzeba by przyrzeć się szczególnie wszystkim konstrukcjom. Są bowiem tak ciekawe rozwiązania, które nie pozyskują informacji o kształcie napięcia za mostkiem Graetza (current shaping czy constant on time). Gorzej może być z rozwiązaniami tak nietypowymi jak „bridgeless PFC” (oszczędza spadku napięcia na dwu diodach

mostka; dla sieci 115VAC można zyskać nawet 2–3 procent sprawności). (...) Porobię próby w warsztacie z przetwornicą 12VDC/300VDC i zasilaniem z niej telewizora. Sądzę, że problemu nie powinno być, niezależnie od konstrukcji OTV, ale w niektórych odbiornikach z podświetlaniem CCFL/EEFL inwerter nie jest zasilany z zasilacza, ale stopień mocy czerpie energię wprost z niez izolowanej przetwornicy PFC. Jest wtedy większy problem z izolacją, ale istotny zysk dla mocy przetwarzanej przez zasilacz. Jednak większość inwerterów [CCFL] (w OTV LED-owych już nieaktualne) zasilane jest z zasilacza 24V. (...) można użyć ogólnego argumentu, że każdy zasilacz sieciowy zaprojektowany jest na pracę z Uwe ok. 300VDC (gdy nie ma aktywnego PFC), a żaden PFC tak naprawdę nie wymaga napięcia sinusoidalnego. Co więcej, wystarczy podpiąć oscyloskop do linii Live w gniazdku sieciowym, aby przekonać się, że nie jest to „ładna sinusoida”. (...) taka analiza ma sens (...) można uzasadnić np. kontrprzykładem: Neptun 501 to była druga „perła polskiej elektroniki” po Jowiszu z zakładów WZT. Ten odbiornik nie pracowałby z zasilaniem DC, nie tylko dlatego że miał też małe (chyba 3-watowy) transformatorek.

Następnego dnia, w drugim e-mailu dodatkowo napisał: (...) Sprawa wydaje się prosta, ale czym więcej się zastanawiam, dochodzi więcej „ale...”

Na przykład: są jeszcze w użyciu (głównie u starszych ludzi) telewizory CRT ostatniej generacji (z zewnętrznym



Fot. 3

dekoderem DVBT). Wiele OTV (firmy Orion i Otake) miały zasilacz impulsowy, ale standby wykorzystywał małe trafo sieciowe. Podłączenie napięcia DC do takiego odbiornika będzie skutkowało co najmniej przepaleniem bezpiecznika. Ale bardziej prawdopodobne, że spalaniem uzwojenia pierwotnego takiego transformatora. W wątpliwych przypadkach bezpieczne postępowanie powinno polegać (przy pierwszym podłączeniu) na włączeniu w szereg dużej żarówki.

Przypominam sobie, że był też OTV (jakiś NEC z nowszej generacji), który miał zasilacz impulsowy, ale bez izolacji i z prostowaniem jednopółkownikowym. Tu można podłączyć 300VDC, ale... znaczenie ma kierunek włączenia wtyczki. Co do izolacji chassis w tego typu rozwiązaniach: nie było izolowane. Zamiast tego izolację robiono na wejściach/wyjściach AV. Także trzeba było jakoś izolować antenę. Tu sprawę załatwiali małe kondensatorki.

Z zakresem wejściowego napięcia AC jest też różnie. Z pewnością większość OTV (i podobnych urządzeń z zasilaczem impulsowym) na sieci amerykańskiej 110V „nie pójdzie”. Ale są rozwiązania z podwajaczem i automatycznym wykrywaniem wielkości napięcia AC (w latach 90. było to rozwiązanie dość powszechne). Podobnie jak w wielu zasilaczach PC czynił to przełącznik ręczny (w artykule zasilacze-PC krótko o tym piszę). (...) Jeśli chodzi o małe ładowarki, to mam ich wiele i mogę porobić próby, na ile napięcie zasilające można zaniżyć. (...)

Próby zostały przeprowadzone, wynik był dobry – dowód na **fotografii 3**. Finalnym efektem, aktualnym w dniu pisania tego tekstu, jest dwuczęściowy artykuł, którego pierwsza część planowana jest w następnym numerze EdW.

Najnowsze 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 297, 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

Elektronika na Święta

Ozdoby świąteczne

dla hobbistów elektroników



Elementy pakietu:

- Minilutownica 12V
- Zasilacz do lutownicy
- Kalafonia ułatwiająca lutowanie
- Cyna 1mm
- Precyzyjne cążki tnące
- 4 zestawy do samodzielnego montażu:
 - AVT1653 Gwiazdka LED
 - AVT1844 Świąteczna Choinka LED
 - AVT3150 Bałwanek LED
 - AVT3250 Bombka LED
- Praktyczny organizer



AVT XMAS



*Pomysł
na prezent!*



sklep.avt.pl

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



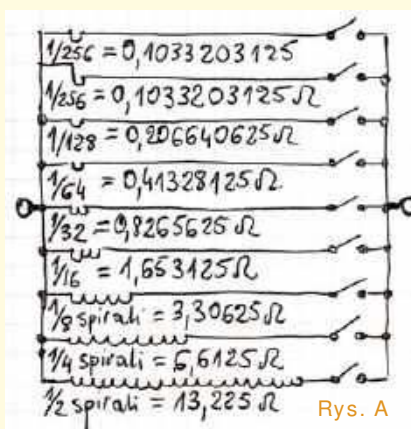
Co tu nie gra? Zadanie 297

Zadanie *NieGra292* wykazało, że nie można użyć żarówek do realizacji obciążenia testowego potrzebnego do zasilaczy o dużej mocy i dużych prądach. Dlatego do budowy uniwersalnego obciążenia dużej mocy rozwinęliśmy i sprytnie, „dwojkowo” potniemy na kawałki według **rysunku A** spiralę ze znalezionej na strychu starego grzejnika typu „słoneczko” 2000W, która ($R = U^2/P$) ma 26,45 oma.

Jak zwykle pytanie brzmi:

Co tu nie gra?

Nawet gdy w układzie jest kilka usterek, możesz zgłosić tylko jedną.



Odpowiedź oznacz **NieGra297** 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 292

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 6/2019 schemat uniwersalnego sztucznego obciążenia binarnego, pozwalającego dokładnie ustawić dowolny prąd, planowanego do testowania dużych zasilaczy impulsowych 3,3V...24V samodzielnie przerobionych z zasilaczy komputerowych i serwerowych.

Zadanie *NieGra292* miało uczulić Czytelników na problem zmiennej rezystancji żarówek. Oczywiście to ja jestem autorem schematu, którego szczegóły miały odwrócić uwagę od sedna problemu.

A to na pozór bardzo proste zagadnienie, jak zrealizować obciążenie o dużej mocy i dużym prądzie, jest interesujące i ma kilka aspektów, które warto omówić nieco szerzej. Na pewno wielu Czytelników jest zainteresowanych przeróbką zasilaczy komputerowych na zasilacze warsztatowe, laboratoryjne oraz na ładowarki rozmaitych akumulatorów. Karol Świerc w swoim cyklu o zasilaczach komputerowych w kolejnych numerach EdW przybliży te nielatywne, jak się okazuje, zagadnienia. Omawia szczegóły budowy, pokazuje, jak dokonać przeróbek, ale też sygnalizuje,

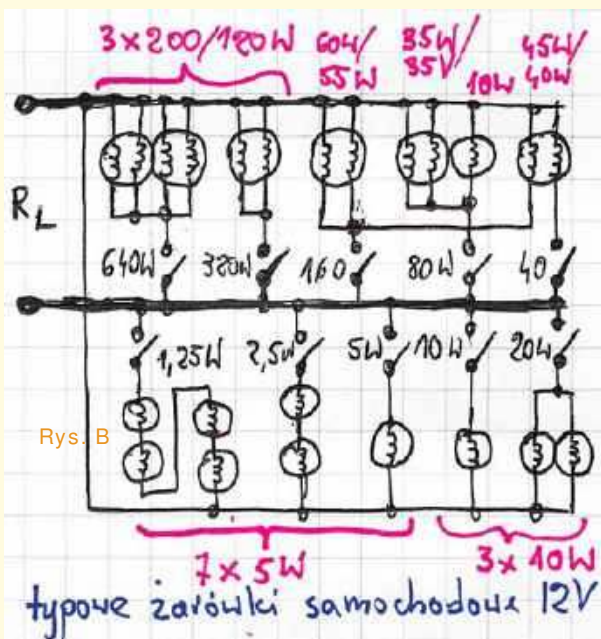
że nie zawsze wszystko idzie jak po maśle, przede wszystkim z uwagi na możliwość niestabilności i samowzbudzenia zasilacza impulsowego. Wiele Czytelników już skorzystało z jego rad i wyjaśnień, a mnóstwo innych chętnych czeka na kolejne odcinki cyklu i szykuje się do przeróbek różnych zasilaczy komputerowych.

Warto wiedzieć, że jeszcze większe prądy, nawet ponad 100 amperów, można uzyskać z zasilaczy serwerowych. Przeróbka zasilaczy serwerowych na zasilacze warsztatowe, a częściej na ładowarki, jest mało popularna i zdecydowanie trudniejsza. Niemniej oprócz

kwestii większych prądów, w zasilaczach serwerowych z reguły spotyka się rozwiązania znacznie lepsze, nowocześniejsze (i bardziej skomplikowane) niż w popularnych zasilaczach komputerowych. Zasilacze serwerowe, z założenia przeznaczone do zastosowań profesjonalnych, nie są „tanią masówką” i zawierają zaawansowane rozwiązania układowe i dobrej jakości podzespoły

W każdym razie przy testach zasilaczy o dużej mocy i dużej wydajności prądowej, rzędu kilkunastu, kilkudziesięciu czy nawet ponad 100 amperów, niewątpliwie potrzebne jest jakieś obciążenie testowe. Nie może to być jakiegokolwiek obciążenie. Z uwagi na ogromne prądy i spore napięcia, zwykle od kilku do kilkunastu woltów, obciążalność (moc strat) takiego obciążenia testowego musi wynosić kilkaset watów.

Oczywiście istnieją rezystory o obciążalności kilkuset watów – przy-



Fot. C



kład na **fotografii C**, ale są kosztowne i muszą współpracować z radiatorami. Do realizacji dobrego sztucznego obciążenia o zmiennej rezystancji (prądzie), potrzebnych byłoby wiele tego rodzaju rezystorów.

Nielatwa jest też realizacja „sztucznego obciążenia”, gdzie elementem czynnym jest MOSFET, a raczej zestaw potężnych MOSFET-ów z dobrym radiatorem i wentylatorem. Zastosowanie nie tylko radiatora, ale i wentylatora jest konieczne głównie z uwagi na duży prąd i te kilkaset watów mocy, które trzeba rozproszyć do otoczenia.

I właśnie do budowy regulowanego obciążenia o dużej mocy i dużym prądzie pracy idealne wydają się klasyczne żarówki samochodowe. Żarówki o mocach od 2 watów do ponad 100 watów. Są powszechnie dostępne i tanie. Oprócz najpopularniejszych, 12-woltowych, w handlu są też wersje 24-woltowe do ciężarówek. Wielu hobbystom szeroka oferta tanich żarówek wydaje się idealna do realizacji obciążenia do celów testowych.

Rzeczywiście, w pewnych sytuacjach żarówki mogą prawidłowo pełnić funkcję obciążenia, ale nie zawsze. Problemy powstaną, gdyby miały być obciążeniem zasilacza mającego obwód zabezpieczeń przed przeciążeniem.

Nie jeden hobbysta przekonał się, że przerabiany zasilacz komputerowy po dołączeniu obciążenia w postaci zestawu żarówek po prostu nie startuje. Zrozpaczony, łamie sobie głowę, jaki błąd popełnił przy przeróbce, a tymczasem wcale nie jest to wina przerabianego zasilacza, tylko właśnie żarówek.

Niektórzy z uczestników pozwolili, by szczegóły odwróciły ich uwagę od spraw najważniejszych. I tak przynajmniej jeden z uczestników pilnie sprawdzał, czy zgadzają się sumaryczne moce połączonych włókien kilku żarówek dwuwłóknowych.

Dwóch Kolegów stwierdziło, że nie ma żarówek o niektórych podanych

mocach. To kwestia do dyskusji, bo ja, przygotowując to zadanie, specjalnie sprawdzałem w Internecie oferty żarówek samochodowych i na schemacie wykorzystałem tylko wersje o mocach, które znalazłem w sieci.

Prawie wszyscy uczestnicy zwrócili uwagę na podstawowy błąd: nieliniowość żarówek. Większość wskazała też na wynikający z tego problem małej rezystancji, a w praktyce zwarcia podczas włączania zimnej żarówki.

Oddajmy głos niektórym uczestnikom konkursu. Jeden ze stałych uczestników napisał:

(...) Pierwszym problemem jest próba zasilania żarówek napięciem wyższym od znamionowego, co znacznie obniży ich żywotność, a po przekroczeniu pewnego napięcia spowoduje natychmiastowe przepalenie.

Drugim problemem jest nieliniowa charakterystyka rezystancji (...) Trzecią kwestią jest charakterystyka dynamiczna (...)

Niewielu uczestników zwróciło uwagę, że żarówek 12-woltowych nie da się zasilić napięciem 24V, bo momentalnie spalą się ich żarniki.

Dwóch uczestników napisało, że idea nie jest zła i ma sens, ale przy zastosowaniu samochodowych żarówek 24-woltowych, które nie byłyby łączone w szereg, a jedynie równolegle.

Jeden z Kolegów napisał *(...) Sam pomyśl użycia jako obciążenia szeregu żarówek jest dość często stosowany jako tanie i przyzwoite sztuczne obciążenie. (...) poważnym błędem jest (...) Inne kwestie, na które należy zwrócić uwagę, to (...) Przy okazji drobna uwaga. Te 1,2kW [mocy maksymalnej] to prąd 100A przy 12V. To wymusza odpowiednie przełączniki i przewody. Ze względów bezpieczeństwa (choćby temperatura i dużo światła) przy konstruowaniu urządzenia koniecznie trzeba przewidzieć osłonę dla żarówek, może nawet jakiś wentylator do wymuszonych chłodzenia. (...) przy ograniczeniu napięcia*

roboczego do napięcia znamionowego żarówek i po zainstalowaniu woltomierza i amperomierza do realnej kontroli mocy będzie całkiem fajne i użyteczne urządzenie. Oczywiście przy pełnej świadomości ograniczeń metody. Jak mawiał mój pan od miernictwa: mierzyć można różnymi przyrządami, ważne, by wiedzieć, co pokazuje miernik i dlaczego. Zasada dotyczy nie tylko samego miernictwa, ale i innych dziedzin życia. Jeden z wiernych Czytelników EdW stwierdził: (...) każda żarówka (...) jest rezystancją nieliniową. (...) Zagadnienie ma dwa aspekty:

1. Udar prądu w momencie włączenia zimnej żarówki,

2. Komplikacja w przypadku realizacji rezystora „zastępczego” złożonego z wielu żarówek połączonych szeregowo.

Jeśli chodzi o aspekt pierwszy, to wszystko zależy od tego, jakiego rodzaju zasilacze mają być testowane tym sztucznym obciążeniem żarówkowym. Być może niektórym zasilaczom (...) takie udarowe obciążenie za bardzo nie zaszkodzi. Poważniejszy jest aspekt drugi. W analizowanym schemacie moc 1,25W ma być uzyskiwana przez połączenie szeregowo czterech żarówek tego samego typu, natomiast moc 2,5W miałyby być uzyskiwana przez szeregowo połączenie dwóch żarówek tego samego typu. Rzecz w tym, że te oszacowania mocy zupełnie nie będą się sprawdzać. Przy szeregowym połączeniu czterech identycznych żarówek napięcie na każdej z nich będzie dwukrotnie mniejsze niż przy połączeniu szeregowym tylko dwóch takich żarówek. Zatem inna będzie rezystancja pojedynczej żarówki w sytuacji, kiedy będzie połączona ona szeregowo z trzema innymi (takimi samymi) żarówkami, a inna, kiedy będzie połączona szeregowo tylko z jedną żarówką tego samego typu. Zatem te oszacowania mocy oporności obciążenia (oparte na prostym prawie Ohma) zupełnie nie stosują się do tego przypadku.

R E K L A M A

AVT1653 Gwiazdka LED

Łatwy do wykonania, a zarazem ciekawy efekt LED, który imituje rozświecającą czteroramienną gwiazdę. Można ją zawiesić na choince lub w oknie czy nawet dla ozdoby postawić na półce.

Znajdź nas na



Zalączę znalezione linki dotyczące tego zagadnienia. Pierwszy z tych linków dotyczy wykorzystania żarówek jako oporności obciążających przy testowaniu zasilaczy:

<https://tromil.pl/zarowka-jako-sztuczne-obciazenie/>

Drugi z tych linków dotyczy charakterystyki prądowo-napięciowej żarówki:

<http://milf.fizyka.pw.edu.pl/konkursefizyka/Element-nieliniowy-zadanie-1.pdf>

Inny uczestnik zwrócił uwagę na następujące aspekty: (...) Wykorzystanie żarówek samochodowych do budowy sztucznego obciążenia na pewno nie pozwoli „dokładnie ustawić dowolnego prądu” z następujących względów:

1. Rezystancja włókna żarówki rośnie wraz z temperaturą i zależność ta nie jest liniowa. Przykładowo, mój egzemplarz żarówki samochodowej 5W wykazuje rezystancję równą $3,1\Omega$ w temperaturze pokojowej; obliczona rezystancja na gorąco powinna być prawie dziesięć razy wyższa ($28,8\Omega$). Zatem w chwili przyłączania takiego sztucznego obciążenia do zasilacza pojawi się niekontrolowany udar prądu.

2. Producenci nie podają tolerancji parametrów żarówek; do zastosowań motoryzacyjnych i zapewne nie ma takiej potrzeby. Przez mój egzemplarz (przy stałym napięciu zasilania o wartości 12V) płynie prąd 0,38A, a więc odchyłka od deklarowanej wartości wynosi $-8,8\%$. To gorzej niż dla powszechnie dostępnych rezystorów mocy wykonanych z tolerancją $\pm 5\%$.

3. Trwałość żarówek jest niewielka i na skutek efektów opisanych w p. 1 mogą one ulegać przepaleniu po określonej liczbie włączeń. Od układu przeznaczonego do eksperymentowania (jakim jest sztuczne obciążenie) oczekuje się niezawodności przy dużej liczbie prób. Pozdrawiam.

W kilku pracach pojawiło się słuszne stwierdzenie, że rezystancja zimnych żarówek będzie około 10 razy mniejsza niż przy napięciu nominalnym. A w związku z problemem przeciążenia i zwarcia przy włączaniu, jeden z uczestników zaproponował, żeby żarówki włączać płynnie, co niestety, nie zawsze jest możliwe.

Częściowym rozsądnym rozwiązaniem jest proponowane przez jednego z Kolegów (...) włączanie mniejszych żarówek po kolei, ale nie „dwójkowo” (...) **obciążenie powinno zawierać dużo jednakowych żarówek niedużej mocy i wiele wyłączników** (...)

Jeden ze stałych uczestników napisał: Dzień dobry. Rozwiązanie tej zagadki było [dla mnie] trywialnie proste, gdyż wskutek „niegrania” przepaliłem kilka MOSFET-ów mocy w impulsowych regulatorach mocy/napięcia prądu stałego 12V. Wynika to z charakterystyki prądowo-temperaturowej użytych jako obciążenie zasilaczy żarówek samochodowych. Podana dla tych żarówek moc strat dotyczy włókna wolframowego rozgrzanego do temperatury ok. $1800-2200^{\circ}\text{C}$. Dla włókna zimnego (...) prąd w chwili włączenia

od 5 do 10 razy (dla halogenów nawet więcej) przekracza prąd nominalny.

W jednym ze swoich eksperymentów testując zasilanie 3,3V, używałem zasilacza komputerowego 650W i żarówki halogenowej 12V/ 55W. Zasilacz przetestowałem i nie chciał się uruchomić wskutek przekroczenia kilkudziesięcioamperowej wydajności gałęzi tego napięcia, ponieważ przy napięciu 3,3V włókno się nie rozgrzewało, miałem po prostu zwarty zasilacz. Natomiast przy próbie sterowania jasnością halogeny z obwodu 12V i przy zastosowaniu impulsowego regulatora mocy (do wiertarki akumulatorowej) spaliłem kilka MOSFET-ów w regulatorze, gdyż prąd rozruchowy przekraczał ich maksymalny prąd udarowy (druciki w strukturze zachowały się jak bezpiecznik).

Oczywiście zamiar był szczytny – ponieważ rezystory o dużych mocach są trudno dostępne, próba zastosowania żarówek samochodowych może przyjść sama na myśl. W generatorze hartowniczym GIS-50 zastosowano 4 żarówki 220V 500W jako rezystory siatkowe dwóch lamp generacyjnych T22W-Lamina (anoda na potencjale masy, katoda zasilana napięciem max. -9500V oraz specjalny transformator żarzenia lamp T22W o izolacji powietrznej 15kV). Przy typowej pracy świeciły niezbyt jasno.

Ja jednak od tej pory stosuję bądź własnoręcznie nawinięte rezystory z drutu oporowego Kanthal o różnych średnicach, bądź wykorzystuję kuchenniki elektryczne albo żelazka, o rezystancji ok. 45Ω . Drut Kanthal, w przeciwieństwie do drutu wolframowego, zmienia swoją rezystancję w niewielkich granicach w funkcji temperatury. Serdecznie pozdrawiam.

Wszystkie, bardzo liczne tym razem, rozwiązania mogłem uznać za prawidłowe, ponieważ wszyscy wskazali przynajmniej jedną usterkę.

Nagrody-upominki za zadanie **Nie-Gra292** otrzymują tym razem Koledzy: **Paweł Sobótka** – Szydłowiec, **Marcin Moik** – Katowice, **Mariusz Hejto** – Łowczówek, **Jerzy Kornaszewski** – Radom, **Maksymilian Schmidt** – Biecz.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenuery.

Piotr Górecki



Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

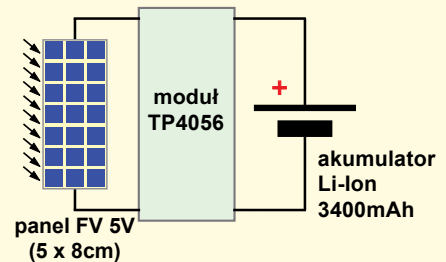
Policz – zadanie 297

W ostatnich miesiącach zakupiliśmy znaczącą liczbę akumulatorów litowo-jonowych 18650. Producent i sprzedawca zaręczają, że mają pojemność 3300...3450mAh. W zapasach mamy ogniwo fotowoltaiczne 5×8cm od starej zabawki, o podanym na obudowie napięciu nominalnym 5V. Chcielibyśmy wykorzystać je do ładowania niedawno kupionych akumulatorów według rysunku A. Na razie nie mamy modułu

regulatora TP4056, ale w ramach zadania *Policz297* chcielibyśmy:

- z grubsza oszacować czas ładowania akumulatora Li-Ion 18650.

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

Rys. A


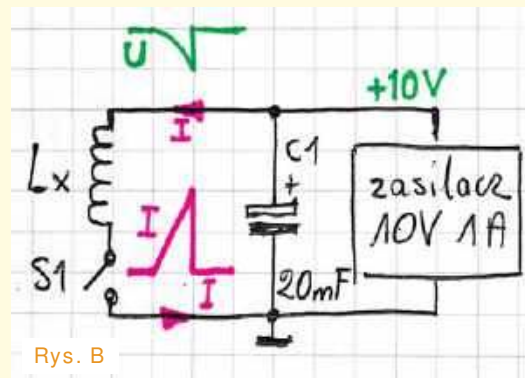
Odpowiedź nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Tytuł e-maila powinien zawierać nazwę konkursu i numer zadania oraz Twoje nazwisko (**Policz297_Nazwisko**). *Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy.* Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz296* z poprzedniego miesiąca.

Policz – rozwiązanie zadania 292

W EdW 6/2019 przedstawione było zadanie *Policz292*, które brzmiało: *Planowany impulsowy tester cewek, mierzący ich indukcyjność i prąd maksymalny, będzie zasilany z zasilacza 10V 1A, a badane cewki mają dużo większy prąd maksymalny (największe: 1mH 10A, 100uH 32A, 10uH 100A). Dlatego niezbędny jest kondensator magazynujący C1 według rysunku B, który będzie źródłem energii na krótki czas zamknięcia klucza S1, gdy prąd cewki będzie narastał do jej wartości maksymalnej. Aby błąd pomiaru nie był duży, napięcie na C1 nie może się wtedy znacząco zmniejszyć. W ramach zadania *Policz292* należy:*

– oszacować, o ile może zmniejszyć się napięcie na C1 podczas pomiaru takich dużych cewek.

Dziś już wiadomo, że zadanie *Policz292* miało ścisły związek z przedstawionym w poprzednim numerze okładowym *miernikiem cewek*, którego schemat pokazany jest na **rysunku C**. Na tym schemacie bez trudu można zidentyfikować dwa kondensatory po 10000uF, które dają pojemność 20mF oraz klucz S1, którym okazuje się tranzystor MOSFET (T1).

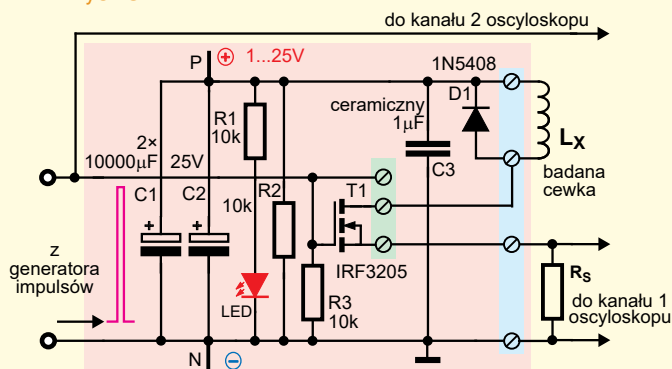

Rys. B

W tym kontekście zadanie może się wydać mocno podchwytliwe. Zostało postawione w numerze czerwcowym, a dopiero w numerze wrześniowym ukazał się pierwszy odcinek cyklu *Wróbelek...*, przedstawiający niedoskonałości podstawowych elementów elektronicznych. Niedoskonałość wszystkich elementów układu niewątpliwie wpłynie na kształt przebiegów

w układzie, także na potężnej pojemności 20mF.

Owszem, zarówno indukcyjność ESL, jak i rezystancja ESR kondensatorów elektrolitycznych wpłynie na napięcie na zaciskach, ale w tym akurat przypadku te szkodliwe czynniki można spokojnie pominąć. Tym bardziej że w układzie miernika cewek jest dodatkowy kondensator ceramiczny (C3 na rysunku C), który w dużym stopniu likwiduje wpływ pasożytniczej indukcyjności ESL i rezystancji ESR potężnych kondensatorów elektrolitycznych. Nie trzeba było więc zagłębiać się we wszystkie szczegóły. Wystarczyło uwzględnić elementarne zależności związane z magazynowaniem energii w cewce i kondensatorze. W sumie chodzi o to, że podczas testowania cewek o dużym prądzie nasycenia głównym źródłem zasilania nie jest 1-amperowy 10-woltowy zasilacz, tylko właśnie kondensator wspomagający o pojemności 20mF. Duży prąd badanej cewki jest pobierany głównie z tej pojemności.

Po zwarceniu klucza S1 prąd w cewce L_x zaczyna narastać od zera, do powiedzmy wartości maksymalnej. W tym czasie w tej badanej cewce gromadzi się porcja energii. I właśnie porcja ta w większości pobierana jest z pojemności C1. A to oznacza, że w trakcie pomiaru cewki, gdy klucz S1

Rys. C




zostaje zwarty, napięcie na pojemności C1 zaczyna się zmniejszać.

Warunkiem prawidłowego pomiaru indukcyjności cewki jest to, że na czas pomiaru powinno na nią być podane niezmiennie napięcie stałe – w tym przypadku 10V. W praktyce będzie się ono zmniejszać z uwagi na małą wydajność zasilacza i na rozładowanie C1. Podczas pomiaru napięcie na C1 i na badanej cewce będzie się zmniejszało, ale sytuacja będzie akceptowalna, jeżeli takie zmniejszenie napięcia będzie procentowo niewielkie. Gdyby było duże, wyniki pomiaru będą mocno zafałszowane. I właśnie zadanie Policz292 miało pokazać, jak to może wyglądać w praktyce i dlaczego przy takich pomiarach „wysokoprądowych” niezbędna jest duża pojemność wspomagająca zasilacz.

W zadaniu były wymienione trzy „największe” cewki i zasadniczo rozważania należałoby przeprowadzić dla trzech przypadków.

Ponieważ jednak w każdym przypadku energia gromadzona w cewce Lx będzie pobierana z pojemności C1, można było najpierw obliczyć, która z wymienionych cewek zgromadzi największą energię i dalsze obliczenia przeprowadzić tylko dla niej.

Ponadto można było albo uwzględnić wpływ 1-amperego zasilacza, albo uznać, że skoro prądy maksymalne cewki są dużo wyższe od 1A, wpływ zasilacza będzie znikomy i w sumie prawie wszystko będzie zależało od pojemności C1, a nie od zasilacza.

Co istotne, zasadniczo trzeba było rozważyć trzy przypadki, dotyczące podanych „największych cewek”. W zasadzie tak, ale...

Kluczową sprawą jest ilość energii, jaka gromadzi się w cewce, ściślej w wytwarzanym przez prąd polu magnetycznym zamykającym się głównie w rdzeniu. A to znaczy, że wielkość tej porcji energii zależy głównie od wielkości rdzenia (oczywiście także od składu i właściwości materiału rdzenia i jego ewentualnej szczeliny). W każdym razie porcję energii gromadzonej przy maksymalnym prądzie można obliczyć ze szkolnego wzoru

$$E = 0,5 * L * I^2$$

Nieprzypadkowo w zadaniu podane były takie, a nie inne wartości: dla wszystkich trzech przypadków gromadzona porcja energii jest jednakowa! Może to wskazywać, że te trzy cewki nawijane są na takich samych lub bardzo podobnych rdzeniach. W każdym

razie główne obliczenia można więc było przeprowadzić tylko raz.

Uczestnicy zadania różnie podeszli do problemu. Jeden ze stałych uczestników napisał:

Energia ładowania cewki

$$E_L = 1/2 * L * I * I$$

Dla wszystkich wymienionych cewek

$$E_L = 5 * 10^{-2} J = 50mJ$$

Energia kondensatora

$$E_C = 1/2 * C * U * U$$

*Energia oddana przez kondensator =
= Energia ładowania cewki
i teraz trzeba odejmować:*

$$\begin{aligned} \text{Energia oddana przez kondensator} &= \\ &= \text{Energia kondensatora dla } 10V - \\ &\text{Energia kondensatora dla } (10V - U_X) \end{aligned}$$

gdzie U_X to „przysiad” napięcia kondensatora [V]. Liczymy:

$$[1/2 * 20mF * 10V * 10V] - [1/2 * 20mF * (10V - U_X) * (10V - U_X)] = 50mJ$$

co daje równanie kwadratowe:

$$10 * 10 - (10 - U_X) * (10 - U_X) = 5$$

$$U_X * (20 - U_X) = 5$$

$$U_X * U_X - 20 * U_X + 5 = 0$$

$$\Delta = 400 - 20 = 380$$

$$\sqrt{\Delta} = 19,5$$

$$U_{X1} = 0,25$$

$$U_{X2} = 19,75 > 10 \rightarrow \text{odrzucaamy}$$

Odpowiedź: Napięcie na C1 zmniejszy się o 0,25V.

Inny uczestnik wykorzystał podobne rozumowanie: energia zgromadzona w cewce L jest różnicą energii zgromadzonych w „pełnym” kondensatorze C i kondensatorze C częściowo rozładowanym do jakiegoś napięcia końcowego U_K . Przedstawił zwięzłe obliczenia, pokazane na rysunku D.

go U_K . Przedstawił zwięzłe obliczenia, pokazane na rysunku D.

Jeszcze inny stały uczestnik naszych konkursów podeszedł do zadania z odmienną strony. Zaczął tak:

Z najlepszymi pozdrowieniami!

Na przygotowanie rozwiązania zdecydowałem się, ponieważ wymagane jest tylko oszacowanie, a nie obliczenie (jakieś $\pm 30\%$), jak również zamieszczony rysunek zmian prądu w obwodzie ma śliczny kształt zęba piły.

Z definicji jednostki indukcyjności: 1H (henr) jest to indukcyjność cewki, w której zmiana przepływającego prądu z szybkością 1A/1s powoduje powstanie siły elektromotorycznej równej 1V. Stąd prosty wzór na napięcie na cewce:

$$U = L (dI/dt) \quad [1]$$

W zasadzie wzór powinien być zapisany w postaci różniczkowej dla nieskończonego małych przyrostów, ale skoro tylko szacujemy... Po przekształceniu otrzymujemy bardzo uproszczony wzór na czas trwania impulsu prądowego:

$$\Delta t = L * \Delta I / U \quad [2]$$

U wynosi 10 V, ΔI to amplituda wspomnianego przebiegu piłokształtnego o maksymalnym natężeniu, równym dopuszczalnemu prądowi cewki (kolejne uproszczenie).

Podstawiając dla cewki 1mH, otrzymujemy czasy narastanie impulsu prądowego:

$$\Delta t = 1ms \quad [3]$$

i dla pozostałych cewek:

$$\Delta t = 0,32ms \quad [4]$$

$$\Delta t = 0,1ms \quad [5]$$

zakładam, że kondensator jest w pełni naładowany, a prąd ładowania 1A jest pomijalnie mały względem prądu obciążenia

z zasady zachowania energii:

$$\frac{LI^2}{2} = C \frac{U^2}{2} - C \frac{U_K^2}{2}$$

gdzie L - indukcyjność

I - max prąd cewki

U - napięcie zasilania 10V

U_K - końcowe napięcie kondensatora

C - pojemność kondensatora 20mF

$$U_K^2 = U^2 - \frac{LI^2}{C}$$

$$\Delta U = U - U_K = U - \sqrt{U^2 - \frac{LI^2}{C}}$$

$$LI^2 = 1mH * (10A)^2 = 10\mu H * (100A)^2 = 100\mu H * (32A)^2$$

$$LI^2 = 0,1 (H \cdot A)^2$$

można wnioskować, że wszystkie cewki zmierzają do maksymalnej tej samej ilości energii (50mJ); rozpatrzmy tylko 1 przypadek

$$\Delta U = 10 - \sqrt{100 - \frac{0,1}{0,02}} = 10 - \sqrt{95} \sim 1,250mV$$

Rys. D

Ze względu na sugestię jednostajnych zmian natężenia prądu w cewce (kolejne b. duże przybliżenie) średni prąd płynący przez cewki wyniesie 0,54I, czyli kolejno 5A, 16A i 50A.

Oznacza to, że przez cewki przepłynął odpowiednio ładunek:

$$5A \cdot 0,001s = 0,005C = 5mC$$

$$16A \cdot 0,00032s = 0,00512C \sim 5mC$$

$$50A \cdot 0,0001s = 5mC$$

a więc praktycznie identyczny dla wszystkich podanych cewek.

[A teraz] ładunek zgromadzony w kondensatorze:

$$C = 0,02F \cdot 10V = 0,2C = 200mC$$

Jego zmniejszenie w przypadku każdej z cewek o 5mC spowoduje [jak bardzo łatwo obliczyć ze szkolnej zależności $Q = CU$] spadek napięcia na kondensatorze o 0,25V.

Zdecydowana większość uczestników stwierdziła, że podczas pomiarów takich potężnych cewek napięcie na kondensatorze zmniejszy się o około 0,25V. Dla napięcia zasilania 10V jest to zmniejszenie o 2,5%, więc niektórzy słusznie stwierdzili, iż jest to jak najbardziej dopuszczalne i nie zniekształci wyników pomiarów w znaczącym stopniu.

Jednak nie wszystkie odpowiedzi były takie. Nieliczni uczestnicy zaplątali się albo w analizę jakichś mniej

istotnych szczegółów, albo w zbyt rozbudowane obliczenia.

I tak jeden z Kolegów przyjął, że jeżeli według rysunku B prąd badanej cewki I zwiększa się liniowo, to i napięcie na kondensatorze C1 tak samo liniowo maleje. Otóż nie. Napięcie na kondensatorze malałoby liniowo, gdyby pobierany zeń prąd (prąd cewki) miał stałą, niezmienną wartość. Tymczasem prąd cewki narasta, co powoduje, że na początku takiego piłokształtnego impulsu napięcie na kondensatorze zmienia się bardzo mało, a więcej dopiero pod koniec impulsu.

Jeden z uczestników skądinąd całkiem słusznie zauważył, że po zamknięciu klucza S1 tworzy się obwód rezonansowy C1 Lx. Przypuszczał, że to jest pułapka i niepotrzebnie zajął się próbą analizy obwodu rezonansowego. Niepotrzebnie dlatego, że czas pomiarów jest dużo krótszy niż okres przebiegu rezonansowego i przebiegi są liniowe (co wykazaliśmy w zadaniu).

Jeden ze stałych uczestników napisał: *Witam, najłatwiej to sprawdzić, wykonując symulację w LTSpice. Zasilacz modelujemy źródłem napięcia stałego 10V z rezystancją szeregową 10Ω (1A maksymalny prąd). Włacznik jest napięciowo sterowanym włącznikiem*

sterowanym impulsem. Zrobiłem symulacje dla dwóch różnych rezystancji załączenia włącznika: 1Ω i 10mΩ. Dla L=1mH spadek wynosił ok. 1mV (zblizone dla obu rezystancji)

$$L=100\mu H: 8mV/7mV$$

$$L=10\mu H: 12mV/20mV$$

Generalnie był niski spadek, a potem napięcie stopniowo narastało. Pozdrawiam.

Mamy tu kolejny przykład, jak złudne i niebezpieczne jest zaufanie do programów symulacyjnych. Owszem, mogą one być znakomitą pomocą, ale w praktyce bardzo często jest odwrotnie. Wystarczy drobne przeoczenie lub nieścisłość i wyniki symulacji mają niewiele wspólnego z rzeczywistością.

Nieprzypadkowo zaleca się, by symulacja była nie głównym, tylko dodatkowym etapem rozwiązywania problemu i by służyła raczej do sprawdzenia i sprecyzowania wyników.

Nagrody-upominki za zadanie **Policz292** otrzymują:

Emil S. – Pogorzelec,

Ryszard Magdycz – Wrocław,

Piotr Grzegorzczak – Siedlce.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

R E K L A M A

AVT3170 Generator warsztatowy

Niezbędny przyrząd dla elektroników konstruktorów i hobbystów, którzy szukają niedrogo i użytecznego wyposażenia dla swojej pracowni – generuje przebieg TTL o zadanej częstotliwości i wypełnieniu.

Wybrane parametry:

- sygnał wyjściowy: prostokątny, TTL o obciążalności ok. 300 mA
- zakres generowanych częstotliwości: 0...49,9 kHz
- odczyt częstotliwości na wyświetlaczu LED
- zmiana wypełnienia w zakresie 1...99%
- zasilanie 12VDC
- obudowa: Z3



Znajdź nas na





Sekwencyjny przełącznik o regulowanej długości

Cykliczne przełączanie różnych urządzeń, na przykład punktów świetlnych, można zrealizować na wiele sposobów. Przewagą proponowanego rozwiązania jest możliwość łatwego ustalenia liczby aktywnych wyjść: 2, 3, a nawet 10. Dodatkowy atut to możliwość regulacji czasu między przełączeniami w bardzo szerokim zakresie.

Do czego to służy?

Zadaniem tego układu jest sekwencyjne załączanie wyjść. Czas między kolejnymi przełączeniami można swobodnie regulować w zakresie 14ms...140s. Taka sekwencja może mieć długość od 1 do 10 wyjść, a wyboru dokonuje się zwykłą zworką. Aktywne w danej chwili wyjście ma potencjał bliski napięciu zasilania, a nieaktywne – masy. Dzięki takiemu układowi można zrealizować prosty sterownik reklamy świetlnej, świateł choinkowych albo symulator obecności domowników (włączając i wyłączając różne źródła światła). Można go zasilać napięciem stałym z przedziału 5...15V.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na rysunku 1. Składa się z prostych i popularnych układów cyfrowych oraz niewielkiej liczby elementów dyskretnych, więc jego analiza nie będzie skomplikowana. Generatorem wytwarzającym impulsy przełączające wyjścia (US1) jest dobrze znany NE555. Pracuje w układzie astabilnym, więc generowany ciąg impulsów będzie trwał tak długo, jak długo do układu dostarczane jest zasilanie. Odstępy

czasowe między poszczególnymi przełączeniami są ustalane przez: pojemność kondensatora C1 i sumaryczną rezystancję $R1 + P1 + P2$. W zakresie małych czasów (do 1,4s) regulacja odbywa się potencjometrem P1, a dłuższe (do 140s) są sprawą potencjometru P2. Rezystor R1 ustala minimalny czas trwania impulsu, aby nie doszło do uszkodzenia układu US1.

Ogólnie, czas pomiędzy przełączeniami w tym układzie można wyrazić za pomocą wzoru:

$$T[s] = 2000 \times \ln(2) \times C1[\mu F] \times (R1 + P1 + P2)[k\Omega]$$

$$T[s] \approx 1386 \times C1[\mu F] \times (R1 + P1 + P2)[k\Omega]$$

Licznikiem, który reaguje na impulsy z układu czasowego, jest dobrze znany CD4017. To dziesiętny licznik Johnsona, którego najistotniejszą cechą jest przełączanie po kolei stanów logicznych na wyjściach. Zmiana wyjść następuje przy narastającym napięciu pochodzącym z układu US1.

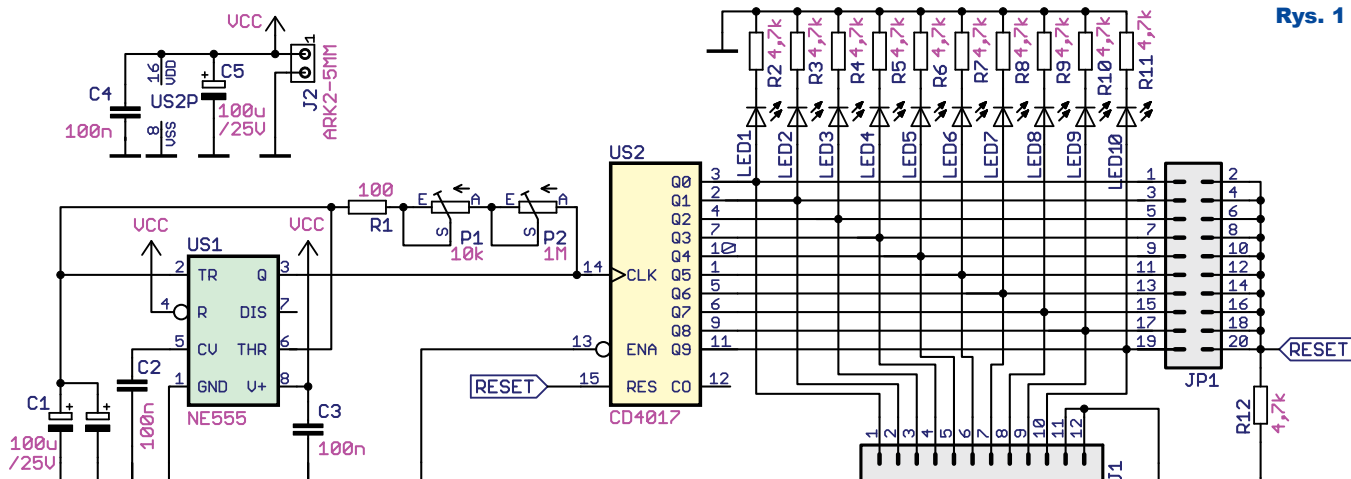
Diody LED wskazują, na którym z wyjść aktualnie jest stan wysoki. Zawsze

będzie świeciła tylko jedna dioda. Rezystory R2...R11 włączone w szereg z nimi ograniczają płynący przez nie prąd.

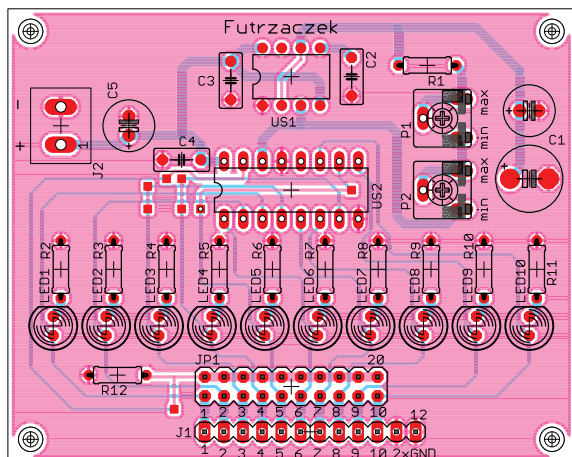
Skrócenie cyklu licznika CD4017 jest możliwe przez połączenie jednego z jego wyjść do wejścia zerującego (RES, nóżka 15). Po doliczeniu do tego konkretnego wyjścia, układ w bardzo krótkim czasie wróci do stanu początkowego, w którym aktywne jest wyjście Q0 – na płytce opisane jako 1 – przy którym świeci dioda LED1.

Rezystor R12 wstępnie polaryzuje wymienione wyżej wejście, aby jego stan logiczny nigdy nie był nieokreślony. Zwraca uwagę na to, że w sytuacji, kiedy na złączu JP1 – służącym „skraccaniu” licznika – nie będzie zworki.

Złącze J2 służy do podłączenia zasilania. Kondensatory C3, C4 i C5 filtrują je i redukują zakłócenia emitowane do niego przez układy scalone.



Rys. 1



Montaż i uruchomienie

Układ prototypowy został zmontowany na dwustronnej płytce drukowanej o wymiarach 75×60mm. Wzór jej ścieżek i schemat montażowy przedstawia **rysunek 2**. W odległości 3mm od krawędzi płytki znajdują się otwory montażowe o średnicy 3,2mm każdy. Wszystkie użyte elementy są w obudowach do montażu przewlekane. Odległości między nimi są na tyle duże, że z montażem powinien bez problemu poradzić sobie nawet mniej wprawny użytkownik lutownicy. Kolejność montowania elementów nie ma większego znaczenia, ale warto zachować rozsądek i zacząć od najniższych, czyli rezystorów. Pod układy scalone polecam zastosować podstawki.

Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu zasilania do zacisków złącza J2. Układ można zasilać napięciem stałym o wartości z przedziału odpowiedniego dla rodziny CMOS i układu NE555, czyli 5...15V. Jednak przy napięciu niższym od 5V świecenie diod staje się mało zauważalne. Źródłem zasilania może zatem być zasilacz 12V, akumulator samochodowy, bateria 9V i wiele innych rzeczy. Pobór prądu zależy od napięcia zasilania. Przy częstotliwości przełączania ok. 1Hz wyniósł on około 10mA przy napięciu 15V i około 3mA przy napięciu 5V.

Regulacja czasu trwania poszczególnych impulsów odbywa się potencjometrami P1 i P2. Jeżeli oba skrócone są na minimum, czas między przełączeniami to około 14ms. Potencjometrem P1 można te interwały wydłużyć do 1,4s, ustawiając P2 na maksimum, czas ten może wzrosnąć nawet do blisko 2,5min, a dokładniej do 140s. Dlatego P1 należy uznać za potencjometr do regulacji dokładnej, a P2 – zgrubnej.

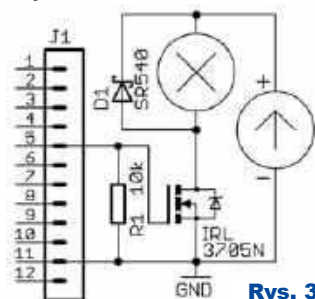
Rys. 2

nie do nowej pojemności C1.

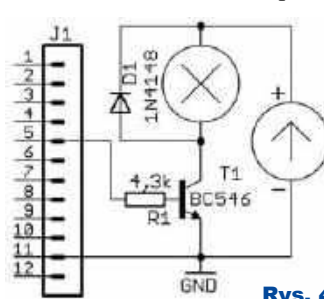
W tym miejscu muszę też przypomnieć o pewnej niedogodności układu NE555, którą jest wygenerowanie pierwszego impulsu o większej długości niż pozostałych. Ma to związek z ładowaniem kondensatora C1 od zera. Dlatego nie należy sugerować się pierwszym impulsem podczas dobierania odpowiedniego czasu przełączania.

Złącze J1 jest jednocześnie wyjściem układu, ponieważ to na nim pojawiają się kolejne impulsy. Zacisk masy (GND) został podwojony, by można było wygodnie podłączyć do niego kilka przewodów, jeżeli zajdzie taka potrzeba. Jednak jego wydajność prądowa nie jest wysoka i należy to mieć na uwadze. Przy napięciu zasilania 5V można z niego pobrać prąd rzędu 1mA, a przy 15V – około 4mA.

Dlatego cewka przekątnika, lub inny element wykonawczy, musi być poprzedzona tranzystorem, który zwiększy wydajność prądową danego wyjścia. Przykład takiego połączenia jest na **rysunku 3**. Znajdzie on zastosowanie przy napięciu rzędu 10V lub więcej, w szczególności dla obciążeń pobierających znaczny prąd (przy napięciu niższym, gdy zostanie wykorzystany MOSFET z niskim napięciem progowym). Jeżeli napięcie jest niższe, polecam wariant z tranzystorem bipolarnym – **rysunek 4**. Wartości ele-



Rys. 3



Rys. 4

Wykaz elementów

R1...	100Ω 0,25W
R2...R12...	4,7kΩ 0,25W
P1...	10kΩ montażowy leżący
P2...	1MΩ montażowy leżący
C1, C5...	100μF/25V THT raster 2,54mm
C2...C4...	100nF THT raster 5mm
LED1...LED10...	czerwona THT 5mm
US1...	NE555 DIP8
US2...	CD4017 DIP16
J1...	goldpin 1×12pin 2,54mm THT
J2...	ARK2 5mm
JP1...	goldpin 2×10pin 2,54mm THT + zworka
Podstawka DIP8	
Podstawka DIP16	

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3287

mentów są przykładowe i można je modyfikować w zależności od potrzeb.

Regulacja długości sekwencji odbywa się poprzez nałożenie jednej zworki na wyprowadzenia JP1. Oznaczenia liczbowe pod tą listwą należy traktować jako „w tym miejscu następuje reset”. Przykładowo:

- jeżeli zworka jest na polu 3, to oznacza, że załączają się na przemian wyjścia 1 i 2
- jeżeli zworka jest na polu 4, to oznacza, że załączają się wyjścia 1, 2, 3, 1, 2, 3, 1 itd.
- jeżeli zworka znajdzie się na polu 7, to aktywną sekwencją będzie 1, 2, 3, 4, 5, 6, 1, 2 itd.

Jeżeli – dla celów np. testowych – chcemy, aby stale było załączone wyjście 1, to zworkę należy nałożyć na pola oznaczone 1 lub 2. Przy tym jest tu drobna różnica: zworka na polu 1 da stale aktywne wyjście 1. Jeżeli zaś znajdzie się na polu 2, wówczas stan wyjścia 1 – przy każdym impulsie z NE555 – będzie na czas rzędu 1μs przyjmował stan niski, a potem znów wysoki. Ma to związek z powrotem układu CD4017 do stanu zerowego (czyli świecenia diody LED1), podczas gdy w pierwszej sytuacji jest on zatrzymany w tej pozycji na stałe. Ta drobna różnica w działaniu może zostać wykorzystana do przetestowania funkcjonowania układów wykonawczych.

Jeżeli sekwencja ma mieć długość 10, wtedy zworki nie nakłada się nigdzie. Po uaktywnieniu wyjścia 10 układ w następnym kroku przeskoczy do wyjścia 1.

Michał Kurzela

michal.kurzela@ep.com.pl



Konwerter/miernik siły sygnału w.cz.

Opisany układ umożliwia pomiar siły sygnałów radiowych z zakresu 48–861MHz oraz ich odbiór na odbiornikach radiowych pracujących w zakresie 33–39MHz.

Do czego to służy?

Opisany układ umożliwia pomiar siły sygnałów radiowych z zakresu 48–861MHz oraz ich odbiór na odbiornikach radiowych pracujących w zakresie 33–39MHz. Urządzenie pokazane jest na fotografii tytułowej. W połączeniu z odpowiedniej klasy odbiornikiem układ zapewnia znacznie lepsze parametry niż układy wykorzystujące odbiorniki typu „dongle USB”. Autor używał opisanego układu do pomiarów z zakresu radioastronomii oraz jako odbiornik pomiarowy automatycznego miernika szumów.

Dzięki zastosowaniu głowicy telewizyjnej, wykorzystywanej w odbiornikach telewizji cyfrowej, układ jest bardzo prosty w uruchomieniu, nie wymaga kłopotliwego strojenia obwodów wielkiej częstotliwości pracujących w szerokim zakresie częstotliwości.

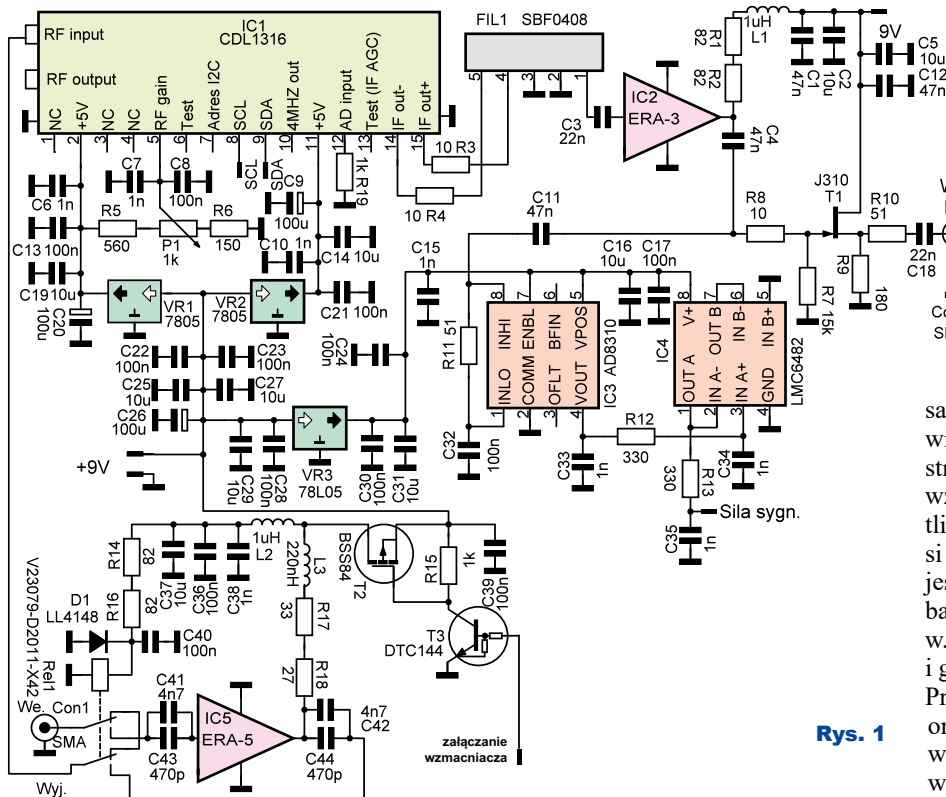
Jak to działa?

Układ składa się z dwóch bloków: konwertera odbiorczego wraz z miernikiem siły sygnału – **rysunek 1** oraz sterownika mikroprocesorowego – **rysunek 2**. Wnętrze urządzenia pokazane jest na **fotografii 1**. Moduł konwertera wykorzystuje głowicę telewizyjną CD1316LS firmy Philips. Głowica ta umożliwia odbiór sygnałów radiowych w zakresie od 51 do 858MHz w odniesieniu do środka odbieranego kanału. Ponieważ częstotli-

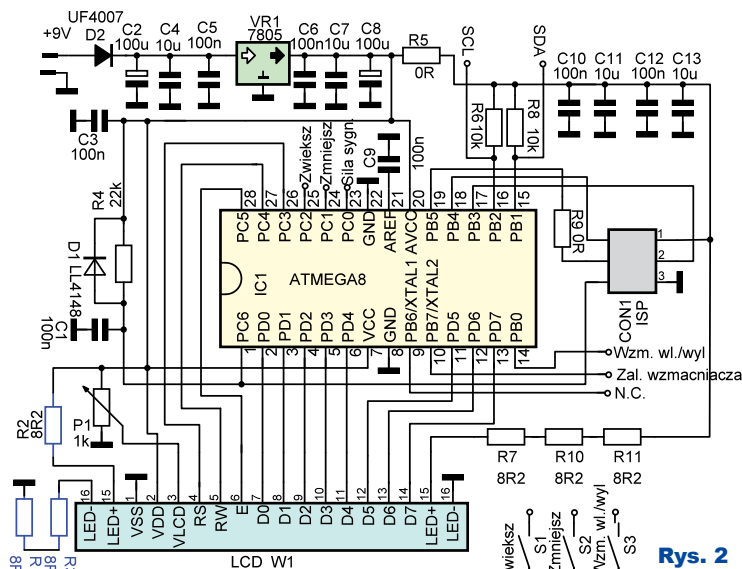
wość środkowa p.cz. wynosi 36,13MHz, a pasmo pośredniej częstotliwości 8MHz, umożliwia to teoretycznie odbiór sygnałów wąskopasmowych (do kilkuset kHz) w zakresie od 47 do 862MHz. W programie sterującym zakres ten celowo ograniczono do 48–861MHz, ze względu na rosnące tłumienie filtra pośredniej częstotliwości na krańcach zakresu.

Sercem głowicy jest układ TDA6508, którego prąd zasilania wynosi typowo 58mA. Pobór prądu przez całą głowicę wnosi ok. 75mA przy zasilaniu napięciem 5V. Głowica ma wejście odbieranego sygnału (RF-input) oraz wyjście sygnału w.cz. (RF-output). Sygnał na wyjściu RF-output jest sygnałem z wejścia RF-input po jego wzmacnieniu, a następnie rozdzieleniu na dwa sygnały. Pierwszy sygnał trafia na dalsze toru głowicy, natomiast drugi może być wykorzystywany do podłączenia kolejnego urządzenia odbiorczego. Impedancja wejść w.cz. wynosi około 75 omów. Wyjście układu jest symetryczne, o impedancji około 2kΩ||15pF, typowej dla wejść filtrów SAW.

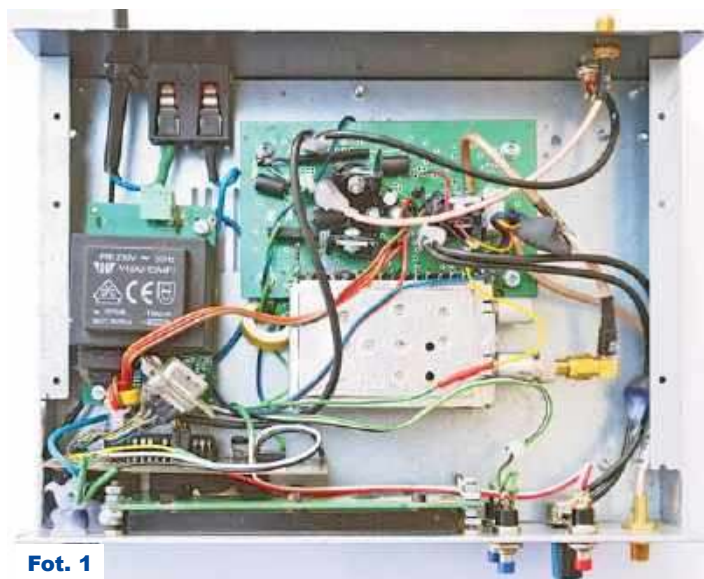
Regulacji wzmacnienia w.cz. głowicy dokonuje się, zmieniając napięcie na wejściu AGC (automatyczna regulacja wzmacnienia). Wzmocnienie wzmacniaczy pośredniej częstotliwości jest w opisanym układzie stałe. Przechodzenie głowicy realizowane jest za pomocą magistrali I2C przez pętlę PLL. Częstotliwość wzorcowa pętli wynosi 4MHz, a częstotliwość odniesienia detektora fazy wynosi 62,5kHz. Pasma odbiorcze podzielone jest na trzy podzakresy (low, mid i high band) z oddzielnymi wzmacniaczami w.cz., filtrami pasmowymi, mieszacznymi i generatorami przemiany częstotliwości. Przechodzenie częstotliwości filtrów w.cz. oraz obwodów LC generatora realizowane jest za pomocą diod pojemnościowych przez pętlę PLL.



Rys. 1



Rys. 2



Fot. 1

Odpowiedni zakres przestrajania diod pojemnościowych uzyskano dzięki zastosowaniu przetwornicy podwyższającej napięcie zasilające z 5V do 33V. Tłumienie częstotliwości lustrzanych na zakresach low i mid wynosi minimalnie 66dB, zaś na zakresie high 57dB. Współczynnik szumów głowicy wynosi typowo 7dB. Zakres regulacji wzmocnienia wzmacniacza w.c.z. wynosi 40 dB na pasmach low/mid i 35dB na paśmie high.

Sygnał pośredniej częstotliwości filtrowany jest w filtrze SAW (filtr wykorzystujący zjawisko akustycznej fali powierzchniowej) zamontowanym wewnątrz głowicy. Więcej informacji o zastosowanej głowicy można znaleźć w materiałach dodatkowych zamieszczonych na Elportalu.

Na wejściu głowicy znajduje się wzmacniacz w.c.z. na układzie ERA-5 zasilanym napięciem 9V. Wzmacniacz załączany jest w przypadku konieczności odbioru lub pomiaru bardzo słabych sygnałów. Jego zastosowanie poprawia stosunek sygnału do szumu. Wzmacniacz ma niższy współczynnik szumów niż zastosowana głowica. Dodatkową korzyścią z zastosowania wzmacniacza jest lepsze dopasowanie układu do impedancji 50 omów stosowanej typowo w układach wielkiej częstotliwości, co jest szczególnie ważne w przypadku użycia układu jako odbiornika pomiarowego miernika szumów. Wzmocnienie wzmacniacza wynosi około 20dB, współczynnik szumów 3,5dB, punkt kompresji jednodesylowej 18dBm, pobór prądu 65mA. Punkt pracy wzmacniacza ustalany jest rezystorami R17 i R18.

Cewka L3 zwiększa wzmocnienie i poprawia dopasowanie wzmacniacza dla wysokich częstotliwości. Równolegle

połączone ze sobą kondensatory o różnych pojemnościach na wejściu i wyjściu wzmacniacza poszerzają pasmo przenoszenia wzmacniacza. Wzmacniacz załącza się, podając na niego napięcie zasilające oraz podając napięcie na cewkę przekąznika Rel1. Zastosowany przekąznik przeznaczony jest do zastosowań w układach wielkiej częstotliwości, pozwala przełączać nawet bardzo małe sygnały i ma małe pojemności pasożytnicze. Prąd płynący przez cewkę ograniczony jest za pomocą oporników R14, R16. Napięcie znamionowe cewki zastosowanego przekąznika wynosi 4,2V. Dioda D1 i kondensator C40 tłumią przepięcia generowane przez przekąznik. Przekąznik w stanie wyłączonym powoduje, że sygnał z wejścia układu trafia bezpośrednio na wejście antenowej głowicy telewizyjnej, omijając wzmacniacz na układzie ERA-5. Wyjście cyfrowe mikroprocesora ma zbyt niską wydajność prądową i napięcie wyjściowe, by wysterować wzmacniacz. Aby je zwiększyć, zastosowano włącznik tranzystorowy na tranzystorze T2 (MOSFET z kanałem typu P), sterowany za pomocą tranzystora cyfrowego T3. Tranzystor cyfrowy jest zwyczajnym tranzystorem bipolarnym, w którego strukturze zintegrowane są oporniki ograniczające prąd bazy i zapewniające jego polaryzację napięciem masy w przypadku braku sygnału sterującego. Potencjometrem P1 ustawia się napięcie regulujące wzmocnienie głowicy. Oporniki R5 i R6 ograniczają zakres zmian napięcia regulującego wzmocnienie głowicy.

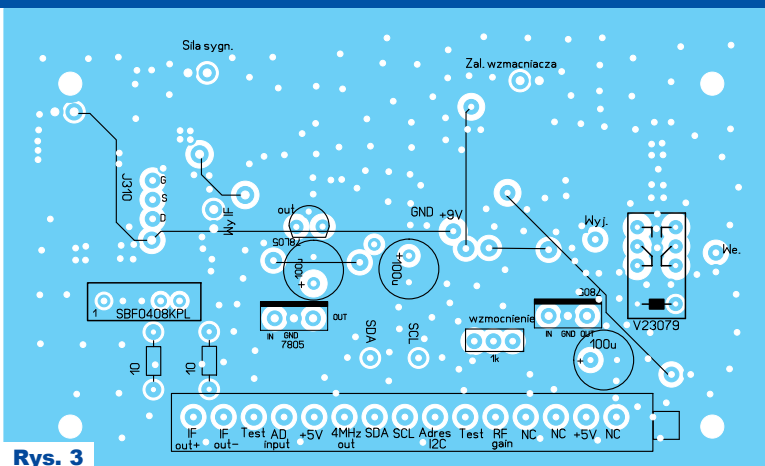
Sygnał pośredniej częstotliwości z wyjścia głowicy przechodzi przez oporniki R3, R4 na wyjście filtru SAW. Zastosowany filtr SBF0408KPL pozyskano z drugiej identycznej głowicy. Filtr SAW ma impedancję wejścia około 50 omów, zaś wyjścia ok. 2 kiloomów, a ponieważ

jest elementem symetrycznym, można „odwrócić” go w układzie w stosunku do typowych aplikacji. Takie rozwiązanie zapewniło bardzo proste dopasowanie wyjścia układu głowicy do impedancji 50 omów wejścia wzmacniacza na układzie ERA-3. Wzmacniacz ten kompensuje tłumienie wnoszone przez filtr SAW wynoszące typowo około 20dB. Wzmocnienie wzmacniacza wynosi około 23dB, współczynnik szumów 2,7dB, pobór prądu 35mA, punkt kompresji jednodesylowej 12,5dBm. Wzmacniacz ten może mieć mniejszą odporność na silne sygnały, gdyż jego pasmo jest znacznie mniejsze i na jego wejście trafiają sygnały tylko z niewielkiego wycinka pasma, ograniczone przez filtr pośredniej częstotliwości. Punkt pracy wzmacniacza ustalany jest za pomocą oporników R1, R2. Wzmocnienie układu na wielkich częstotliwościach zwiększa cewka L1. Prawidłowe obciążenie wzmacniacza zapewnia opornik R11.

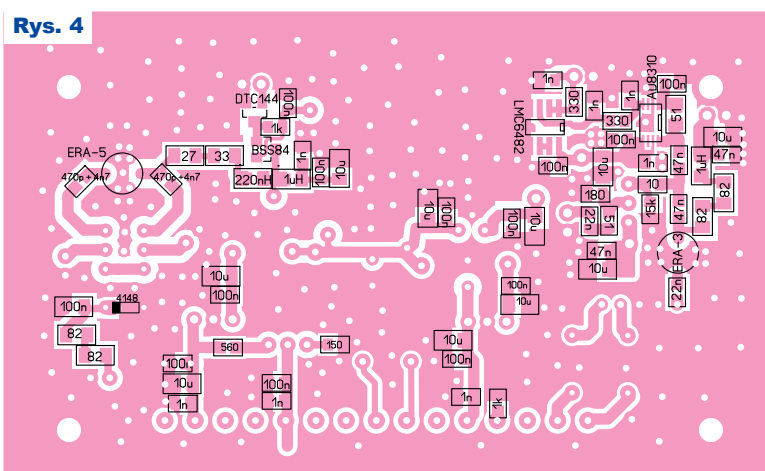
Sygnał z wyjścia wzmacniacza separowany jest przez wtórnik źródłowy na tranzystorze FET J310, którego punkt pracy ustalany jest opornikami R7, R9. Impedancja wyjściowa 50 omów uzyskiwana jest za pomocą opornika R10. Sygnał z wyjścia wzmacniacza separacyjnego może być podłączony do wejścia odbiornika radiowego, umożliwiając odsłuch odbieranych sygnałów. Poziom odbieranego sygnału mierzony jest za pomocą wzmacniacza logarytmicznego IC3 AD8310 o dynamice około 90dB i nachyleniu charakterystyki około 24mV/dB. Sygnał z wyjścia detektora siły sygnału AD8310 idzie na układ LMC6482, zawierający dwa wzmacniacze operacyjne, z których jeden jest niewykorzystany. Wzmacniacz pełni funkcję wtórnika.

Wzmacniacze LMC6482 są układami rail-to-rail i mogą być zastąpione tylko takimi, jakie mogą pracować z napięciami wejściowymi bliskimi zeru. Zasilanie tej części układu zrealizowane jest typowo, na uwagę zasługuje jedynie zastosowanie dużej liczby kondensatorów odsprężających, zapewniających prawidłowe działanie układu w szerokim zakresie częstotliwości. W miejscach układu, gdzie pobierany jest większy prąd, użyto oporników w obudowie 1206. Przestrzajaniem głowicy oraz załączeniem wzmacniacza wielkiej częstotliwości steruje procesor ATMEGA8. Program został napisany w języku C. Autorem programu jest **Irek SP5MX**. Informacje wyświetlane są na wyświetlaczu LCD 2×16 znaków.

Autor zastosował układ resetu nieco rozbudowany w stosunku do typowych rozwiązań (elementy R4, D1, C1). Układ działa na tyle dobrze, że autor stosuje go praktycznie we wszystkich konstrukcjach. Zastosowane przyciski są przyciskami chwilowymi, normalnie otwartymi. Krótkie naciśnięcie przycisku przestrajania powoduje powolne przestrajanie głowicy, dłuższe – przyśpieszenie przestrajania (przyciski zwiększ, zmniejsz). Złączenie przycisku Wzm wł/wył – włączca/wyłączca wzmacniacz wielkiej częstotliwości na układzie ERA-5



Rys. 3



Rys. 4

Prąd podświetlania ograniczany jest rezystorami R1 do R3 lub R7, R10, R11 w zależności od rozkładu wyprowadzeń zasilacza LCD. Zastosowanie trzech szeregowo połączonych oporników o rozmiarze 1206, w miejsce jednego, pozwala zredukować moc traconą na jednym rezystorze. Prąd ten należy dobrać indywidualnie dla zastosowanego typu wyświetlacza. Nowsze wyświetlacze wymagają znacznie mniejszego prądu niż ich starsze odpowiedniki. Autor ma wyświetlacze starszej generacji, w których prąd podświetlenia wynosi katalogowo 300mA. Zasilanie układu rozwiązano typowo.

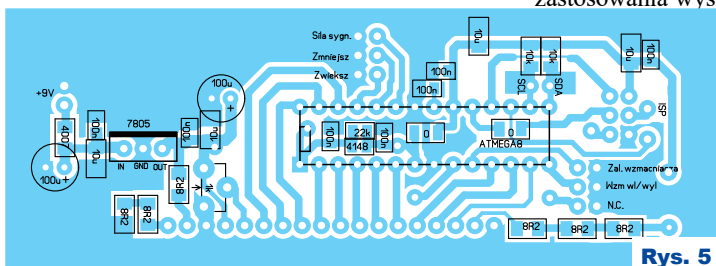
Montaż i uruchomienie

Układ zmontowany
ze sprawnych elementów
działa „od pierwszego

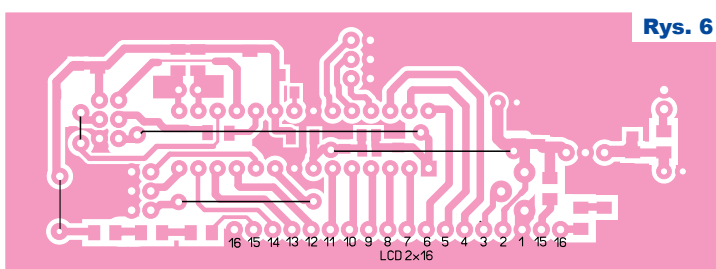
Na wejściu PC0 procesora mierzone jest napięcie, proporcjonalne do siły sygnału z wyjścia układu LMC6482. W układzie wykorzystano wewnętrzne napięcie odniesienia dla przetwornika analogowo-cyfrowego. Potencjometrem P1 ustawia się kontrast wyświetlacza na najbardziej czytelne wyświetlanie znaków. Rezystory R6, R8 na płycie sterownika pełnią funkcję rezystorów podciągających dla magistrali I2C, za pomocą której sterowana jest głowica tunera. Na uwagę zasługuje możliwość zastosowania wyświetlaczy o różnym roz-

Węgielki o różnym rozmiarze wyprowadzeń. Część wyświetlaczy, szczególnie większych, najpierw ma wyprowadzenia 16, 15, a dopiero później wyprowadzenia od 1 do 14. Autor spotkał się również z sytuacją, w której wyprowadzenia wyświetlacza były numerowane od 1 do 16, ale pierwsze dwa wyprowadzenia były wyprowadzeniami podświetlania typowo oznaczanymi jako 15–16.

Ciąg dalszy na stronie 59



Rys. 5



Rys. 6

Z potrzeby chwili... TZTMK – transmisja sygnałów myszki i klawiatury

W cyklu „Z potrzeby chwili...” przedstawiamy opisy układów, urządzeń i instalacji elektronicznych, które powstały szybko dla zaspokojenia konkretnych potrzeb i te potrzeby zaspokoili. Szybki proces powstawania zwykle oznacza, że urządzenie nie jest do końca dopracowane i że w przyszłości może być lub będzie ulepszone, co też może zostać opisane w EdW. Zachęcamy do nadsyłania tego rodzaju materiałów do publikacji.

Projekt, który chcę tutaj zaprezentować, powstał z potrzeby chwili, ale bardziej precyzyjne będzie powiedzenie, że projekt powstał z potrzeby wielu setek chwil przez kilka ostatnich lat.

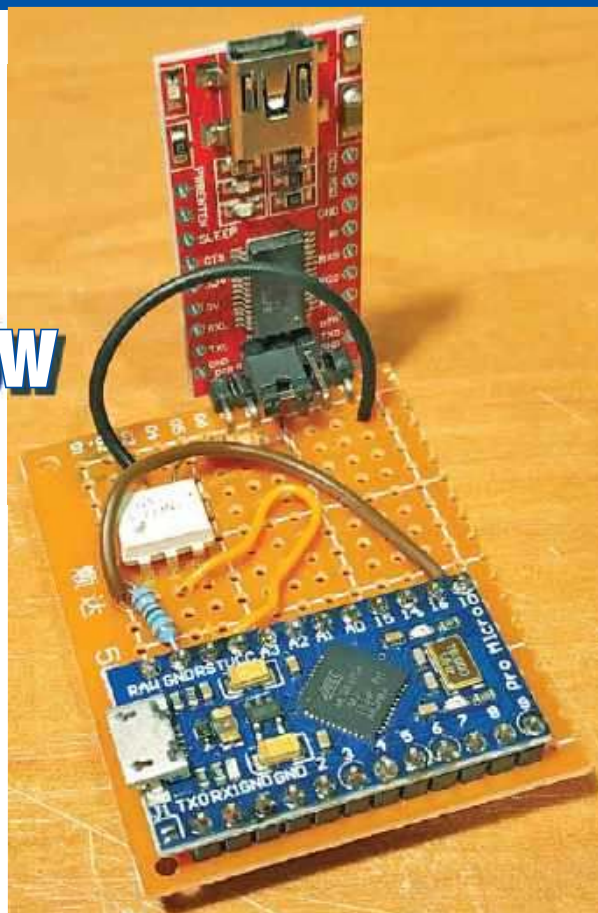
Zawodowo zajmuję się głównie programowaniem i administrowaniem systemami informatycznymi, pracuję z domu i moje stanowisko pracy składa się z dwóch lub trzech komputerów i kilku monitorów postawionych na biurkach. Jeśli do każdego komputera podpięta jest oddzielna dedykowana klawiatura, to można się domyślić, że sytuacje przypadkowego wpisania treści na niewłaściwe urządzenie są nagminne. Poza tym, kilka klawiatur na biurku niepotrzebnie zajmuje miejsce, nie wspominając o tym, że wszystkie nie mogą być jednocześnie ustawione w optymalny dla moich rąk sposób. Rozwiązaniem mojego problemu mógłby być mechaniczny przełącznik, który po naciśnięciu przycisku lub przełączeniu jakieś dźwigni przełączałby klawiaturę i myszkę do kolejnego komputera. W tym rozwiązaniu jednak spodziewałbym się problemów, ponieważ komputer nie lubi ciągłego podłączania i rozłączania urządzeń USB. Kolejnym z wachlarza rozwiązań byłoby zastosowanie jakiegoś programu do zdalnego dostępu, takiego na przykład jak zdalny pulpit Windows, ewentualnie VNC lub rozwiązania komercyjne. Ten scenariusz jednak wymaga dodatkowego oprogramowania i zajmuje ekran komputera sterującego oraz wymaga peł-

nego zaufania do oprogramowania, przez które przecież mogą przechodzić wrażliwe dane, jak na przykład hasła.

O argumentacji mógłbym pisać jeszcze godzinami, ale przecież to nie jest tematem publikacji.

Propozycja rozwiązania. Po wielu dziesiątkach, a może nawet setkach godzin rozważań podjąłem decyzję, że potrzebuję innego rozwiązania. Postanowiłem zbudować urządzenie, które będzie pozbawione wad innych rozwiązań, a poza tym będzie stworzone w znacznej części przeze mnie, czyli będę miał wgląd „pod maskę” i prawdopodobieństwo przemycenia tam oprogramowania szpiegującego jest mniejsze niż w przypadku komercyjnych rozwiązań. Urządzenie miałoby także działać jak najbliższy sprzęt, bez jakiegokolwiek konfiguracji komputera klienckiego..

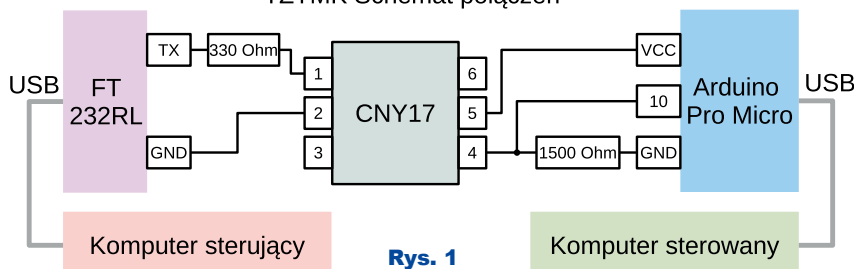
Zdecydowałem się wykorzystać Arduino w roli sprzętowego emulatora urządzenia HID. Nie wchodząc w szczegóły, wyjaśnię tylko, że urządzenia HID to klasa urządzeń do „współdziałania” z ludźmi, czyli głównie myszki i klawiatury. Są obsługiwane w chyba każdym komputerze bez instalowania dodatkowych sterowników, a często nawet bez uruchomienia systemu operacyjnego komputera, jak na przykład obsługa klawiatury w BIOS. Arduino ma odpowiednie biblioteki, które pozwalają mu udawać klawiaturę i myszkę.



Opis układu

Sygnał sterujący do Arduino jest przesyłany z głównego komputera (nazwijmy go sterującym), do którego mam podłączoną swoją ulubioną klawiaturę i myszkę. Na tym komputerze mam także zainstalowany napisany przeze mnie program, który pobiera sygnały o naciskanych klawiszach i ruchach myszki i przekazuje je do płytki Arduino, a ta za pomocą wbudowanego łącza USB steruje dodatkowym podłączonym komputerem (komputerem sterowanym). Komputer ten nie ma pojęcia, że jest sterowany przez Arduino – traktuje je jak zwykłą klawiaturę i mysz, czyli może działać bez żadnych dodatkowych sterowników. Ja z kolei jestem w stanie w ciągu chwili podłączyć dowolny komputer, podłączając jedną wtyczkę USB i sterować nim z mojego głównego komputera. Transmisja danych z głównego komputera do Arduino odbywa się poprzez port szeregowy, a prędkości transmisji, które umożliwia taki port, są zupełnie wystarczające do przekazywania ruchów myszki i naciskanych klawiszy. Ponieważ zbudowane rozwiązanie niejako łączy masy (GND) podłączonych komputerów, zdecydowałem się na zastosowanie optoizolacji w formie transoptora CNY17. Schemat połączeń pokazany jest na **rysunku 1**.

TZTMK Schemat połączeń



Rys. 1

Część kliencka:

- Komputer Arduino Pro Micro wraz z oprogramowaniem napisanym w języku C, razem ze standardowymi bibliotekami do sterowania klawiaturą, myszką i programowym portem szeregowym. Sprzętowy port szeregowy obecnie jest używany do programowania i debugowania.

Część sterująca:

- Emulator portu szeregowego oparty na popularnym układzie RT 232RL.
- Oprogramowanie pod Windows napisane w języku C# z elementami niskopoziomowych bibliotek systemu operacyjnego i języka C.

Sposób działania: Na komputerze sterującym zainstalowany jest prosty program, który podłącza się do portu szeregowego emulowanego przez adapter USB-UART FT232RL. Po naciśnięciu klawisza Scroll Lock wszystkie naciśnięcia klawisza i ruchy myszki są przechwytywane przez oprogramowanie i przekazywane na port szeregowy, skąd dalej poprzez Arduino działający jako emulator naciśnięcia klawiszy są wykonywane na komputerze sterowanym. Ponowne naciśnięcie klawisza Scroll Lock uwalnia klawiaturę i myszkę na komputerze sterującym i umożliwia ponowną pracę, obsługując oprogramowanie tego komputera. Dzięki takiemu rozwiązaniu mogą przełączać się pomiędzy dwoma aktualnie podłączonymi komputerami jednym naciśnięciem klawisza.

Format transmisji danych. Ponieważ transmisja odbywa się poprzez niezbyt szybki port szeregowy, a opóźnienia w działaniu będą psuły efekt bezpośredniego sterowania, opracowany protokół do wymiany danych jest bardzo oszczędny:

- Naciśnięcie klawisza klawiatury – 2 bajty:
- Znak 'K'
 - Kod naciskanego klawisza wg specyfikacji USB HID

- Zwolnienie klawisza klawiatury – 2 bajty:
- Znak 'k'
 - Kod zwalnianego klawisza wg specyfikacji USB HID

Naciśnięcie klawisza myszki – 1 bajt:

- Znak 'L', 'R' lub 'M' wskazujący na naciskany klawisz myszki (odpowiednio lewy, prawy lub środkowy)

Zwolnienie klawisza myszki – 1 bajt:

- Znak 'l', 'r' lub 'm' wskazujący na zwalniany klawisz myszki (odpowiednio lewy, prawy lub środkowy)

Ruch kółka myszki w dół – 1 bajt:

- Znak 'S'

Ruch kółka myszki w górę – 1 bajt:

- Znak 's'

Ruch myszki – 3 bajty:

- Znak 'P'
- Znak przesunięcia w pozycji X
- Znak przesunięcia w pozycji Y

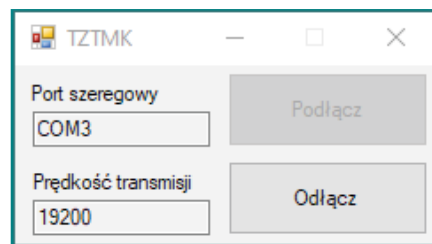
Na komentarz zasługuje sposób przesyłania danych o przesunięciu myszki. Przyjąłem założenie, że ze względu na oszczędność danych, informacje o przesunięciu myszki w każdej z osi będą przesyłane w jednym bajcie, a w praktyce w jednym znaku. Limituje to zakres przesunięcia w każdą ze stron (od -127 do 128), ale z przeprowadzonych przeze mnie eksperymentów wynika, że bardzo trudno jest wykonać taki ruch myszki, który wymagałby przesłania komunikatu o przesunięciu większym niż wspomniany wyżej zakres. Znak przesunięcia X lub Y jest kalkulowany w taki sposób, że do odczytanego przesunięcia dodawane jest 128 i ta liczba jest konwertowana na znak, przesyłany następnie portem szeregowym.

Kody przesyłanych znaków klawiatury są zgodne ze specyfikacją USB HID, której kody nie odpowiadają kodom znaków systemu operacyjnego Windows, stąd konieczność konwersji na odpowiedni znak USB HID jeszcze przed wysłaniem do komputera Arduino. Odpowiada za to metoda „MapKeyToArduinoKeycodeByte”.

Pełny kod oprogramowania, dostępny na licencji MIT, oraz oprogramowanie skompilowane dla systemu Windows dostępne są na platformie GitHub pod adresami:

Kod źródłowy oprogramowania dla Arduino (wersja Pro Micro):
<https://github.com/tzaorski/TZTMK-arduino>.

Instalator oprogramowania sterującego dla Windows:
<https://github.com/tzaorski/TZTMK-desktop-install>.



Rys. 2

Kod źródłowy oprogramowania sterującego dla Windows:
<https://github.com/tzaorski/TZTMK-desktop>.

Konfiguracja aplikacji. Port szeregowy można ustawić w pliku konfiguracyjnym „App.config” (po instalacji w pliku „TZTMK.exe.config”, który trzeba wyszukać na dysku), zmieniając parametr „PortName” – **rysunek 2**.

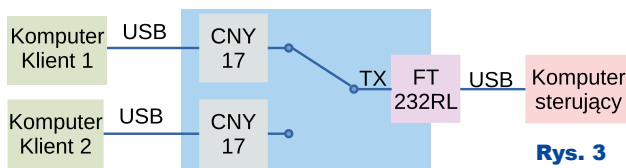
Wnioski. Urządzenie działa poprawnie i stabilnie. Miałem nieznaczne obawy, czy nie będzie problemów z prędkością transmisji i związanych m.in. z tym opóźnień, ale są one w ogóle nieodczuwalne przy normalnym użytkowaniu. Może różnica pojawiłaby się w grach, ale do moich zastosowań jest to zupełnie wystarczające.

Zalety:

- Urządzenie działa z każdym komputerem bez instalowania dodatkowych sterowników i z punktu widzenia komputera klienckiego jest zwykłą klawiaturą i zwykłą myszką.
- Naciskane klawisze, a co za tym idzie wpisywane dane, nie są transmitowane poza komputery, ani do żadnej sieci komputerowej, ani tym bardziej do chmury jakiegś zewnętrznej firmy.
- Zasoby używane przez rozwiązanie są minimalne po stronie komputera sterującego i zerowe po stronie komputera sterowanego (w porównaniu do zwykłej klawiatury i myszki).
- Oprogramowanie nie zajmuje ekranu komputera sterującego.
- Komputery są odizolowane galwanicznie.
- Bardzo niski koszt budowy i – dzięki zastosowaniu modułów – łatwość wykonania.
- Mam zaufanie do oprogramowania i wiem, co się dzieje z moimi danymi.

Wady:

- Kłopotliwy transfer plików, głównie z komputera klienckiego do komputera głównego.
- Obsługa blokowania ekranu z klawiatury lub „magicznej” kombinacji Ctrl+Alt+Delete może sprawiać kłopoty, ponieważ pomimo uruchomionego przechwytywania klawiszy na komputerze sterującym, system



Rys. 3

operacyjny zareaguje na te kombinacje i np. zablokuje ekran komputera sterującego.

Możliwości zmian

Transfer plików. Pomimo małych prędkości transmisji poprzez port szeregowy można pokusić się o wykorzystanie omawianego rozwiązania także do transferu niewielkich plików. Dla tej funkcjonalności mam pomysł, aby wspomniane Arduino oprócz udawania klawiatury i myszki udawało także urządzenie pamięci masowej, czyli na przykład pendrive USB. Mam na to kilka pomysłów, ale jest to trochę bardziej skomplikowane niż urządzenia klasy HID.

Podłączenie kilku komputerów klienckich. Nic nie stoi na przeszkodzie,

aby transmitować klawiaturę i myszkę do kilku komputerów klienckich i przełączać docelowy komputer, na przykład kombinacją klawiszy. Można także pokusić się o wysyłanie klawiszy do kilku komputerów klienckich jednocześnie i na pewno są scenariusze, w których takie rozwiązanie może być przydatne.

W przypadku 2 komputerów sterowanych należy zastosować rozwiązanie z dwoma Arduino i dwoma transoptorami, według idei z **rysunku 3**. Komputer sterujący miałby dalej jeden adapter UART-USB. W zależności od tego, do którego komputera byśmy chcieli przesyłać sygnał sterujący; to przełącznikiem przedstawilibyśmy tylko, czy sygnał TX z adaptera USB-UART uruchamia diodę pierwszego transoptora, drugiego, czy może obu. Całe przełączanie odbywa się na poziomie sygnałów TTL/transmisji szeregowej, a urządzenia USB nie są

w ogóle rozłączane ani odpinane od komputerów. Opis tego rozwiązania jest oczywiście uproszczony i nie uwzględnia, że stanem nieaktywnym dla UART jest HIGH, czyli stan wysoki. W takim przypadku na transoptorze komputera, na który nie chcemy przysyłać rozkazów sterujących, trzeba utrzymać napięcie/stan aktywny.

Zwiększenie prędkości transmisji. Może się okazać, że domyślna prędkość 19200 jest zbyt mała. W takiej sytuacji można próbować zwiększyć prędkość i ewentualnie użyć sprężonego UART na Arduino.



Tomasz Zaorski
tomasz@zaorski.pl

Ciąg dalszy ze strony 56

Wszystkie połączenia w.cz. wykonano za pomocą kabla ekranowanego, minimalizując długość połączeń. Napięcie sterujące wzmocnieniem głowicy z potencjometru doprowadzone jest za pomocą przewodów ekranowanych. Złącza w.cz. są złączami typu SMA. Procesor programowany jest za pomocą złącza ISP umieszczonego na płytce sterownika mikroprocesorowe-

go. Procesor został zamontowany od strony druku w podstawce precyzyjnej. Jediną zmianą w stosunku do standardowych fusebitów jest wyłączenie wewnętrznego dzielnika sygnału zegarowego (podział przez 8).

Stabilizatory scalone wyposażone są w niewielkie radiatory. Po zmontowaniu płytki w.cz. warto sprawdzić, czy na wejściu układu ERA-5 występuje napięcie 2,5V, a na wyjściu 5V. Odpowiednio dla układu ERA-3: na wejściu 2,5V i na wyjściu 3,5V. Większe odchylenia od podanych wartości napięć wskazują na uszkodzenie wzmacniaczy. W przypadku zastosowania wyświetlaczy o dużym prądzie podświetlenia stabilizator scalony na płytce sterownika należy zaopatrzyć w mały radiator.

Do zasilania układu użyto typowego modułu z transformatorem i mostkiem Graetza o napięciu wyjściowym 15V i wydajności 0,5A. Wymagana wydajność zasilacza zależy głównie od prądu podświetlenia pobieranego przez zastosowany wyświetlacz. Cały układ zamknięty jest w obudowie metalowej typu T85 działającej jako ekran.

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

Ireneusz Szulski SP5MX
Rafał Orodziński SQ4AVS
sq4avs@gmail.com

Wykaz elementów

Wykaz elementów płytki głowicy:

R5	560Ω obudowa 0805
R6	150Ω obudowa 0805
R7	15kΩ obudowa 0805
R9	180Ω obudowa 0805
R18	27Ω obudowa 1206
R15,R19	1kΩ obudowa 0805
R17	33Ω obudowa 1206
R1,R2,R14,R16	82Ω obudowa 1206
R10,R11	51Ω obudowa 0805
R12,R13	330Ω obudowa 0805
R3,R4	przewlekany
R8	10Ω obudowa 0805
P1	1kΩ liniowy do obudowy
C1,C4,C11,C12	47nF obudowa 0805
C2,C5,C14,C16,C19,C25,C27,C29,C31,C37	10uF obudowa 1206
C3,C18	22nF obudowa 0805
C41,C42	4,7nF obudowa 0805
C43,C44	470pF obudowa 0805
C8,C13,C17,C21,C22,C23,C24,C28,C30,C32,C36,C39,C40	100nF obudowa 0805
C9,C20,C26	100uF przewlekany
L3	220nH obudowa 1206
L1,L2	1uH obudowa 1206
IC1	CDL1316
IC2	ERA-3
IC3	AD8310

IC4	LMC6482
IC5	ERA-5
VR3	78L05 obudowa T092
VR1,VR2	7805 obudowa T0220
T1	J310
T2	BSS84 obudowa SOT23
T3	DTC144
D1	LL4148 obudowa 0805
FIL1	SBF0408KPL
Rel1	V23079-D2011-X42
Con1,Con2	Złącze panelowe SMA

Wykaz elementów sterownika głowicy:

R1,R2,R3,R7,R10,R11	8,2Ω obudowa 1206, patrz tekst
R6,R8	10kΩ obudowa 1206
R4	22kΩ obudowa 0805
R5,R9	0Ω obudowa 1206
P1	1kΩ potencjometr montażowy
C1,C3,C5,C6,C9,C10,C12	100nF obudowa 0805
C2,C8	100uF/16V przewlekany
C4,C7,C11,C13	10uF obudowa 1206
D1	LL4148
D2	UF4007
IC1	ATMEGA8 DIP28
VR1	7805 obudowa T0220
CON1	złącze do programowania ISP, dwurzędowe 2,54mm
W1	LCD 2×16 znaków
S1,S2,S3	przyciski chwilowe

Ciąg dalszy ze strony 11

Nadszedł kolejny interesujący e-mail związany z artykułami o miernikach LC.

Dzień dobry. Szanowna Redakcjo, w załączniku tego e-maila przedstawiam moje przemyślenia z miernikiem LC100-A.

*Pozdrawiam serdecznie całą Redakcję EdW.
Andrzej Nowicki*

Materiał został skierowany do publikacji w jednym z następnych numerów EdW.

Errare

EdW 6/2020 str. 50 rys. C: powinno być termistor PTC zamiast NTC.

(...)

Czytelnik

Napłynęły dwa takie zgłoszenia. O wszystkich zgłoszonych przez Czytelników błędach znalezionych w EdW informujemy na łamach czasopisma.

W redakcyjnej korespondencji niewiele jest zgłoszeń błędów. Niektórzy zgłaszający nie doczekają jednak przedstawienia swojego zgłoszenia w rubryce **Errare humanum est**. Powody mogą być różne. Przede wszystkim to, że z zasady w rubryce **Errare...** przedstawiane są te błędy, które wkładły się w naszej redakcji podczas pracy nad EdW. A nie zawsze zgłaszacie nasze błędy. Pokrewny przykład zamieszczony był w Poczcie w poprzednim numerze EdW.

A w cytowanym powyżej zgłoszeniu chodzi o rysunek C z rozwiązania zadania *Co tu nie gra?* numer 287. Przedstawiony tam był znaleziony gdzieś w Internecie schemat prostego zasilacza małej mocy, który można zobaczyć na **rysunku obok**. Problem omawiany w zadaniu *NieGra287* dotyczył kwestii izolacji galwanicznej, dlatego na oryginalnym schemacie czerwonym kolorem wyróżniony jest obwód tak zwanej gorącej masy. Na schemacie widać też termistor oznaczony Th NTC, wskazany teraz niebieską strzałką. Nawet gdyby na tym ewidentnie „obcym”, przykładowym schemacie występował jakiś błąd dotyczący termistora, a więc zupełnie niezwiązany z tematem zadania, można i chyba trzeba byłoby go pominąć, zignorować, a skoncentrować się tylko na rozwiązaniu zadania *NieGra*.

Jednak w tym akurat przypadku jest inaczej. Błędu nie ma. Autor cytowanego zgłoszenia (i drugiego takiego samego też) prawdopodobnie sądził, że termistor ten jest bezpiecznikiem. I rzeczywiście popularne dziś resetowalne bezpieczniki są odmianą termistorów.

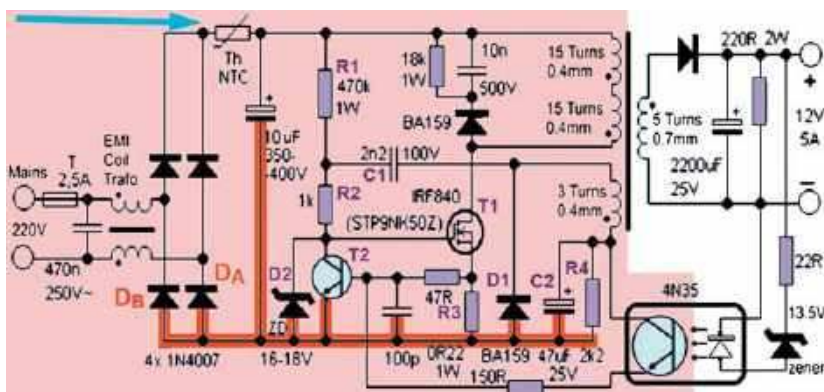
Ogólnie biorąc, rozróżnia się dwie główne grupy termistorów: NTC z ujemnym współczynnikiem cieplnym oraz PTC z dodatnim współczynnikiem cieplnym. Jednak często termistory PTC dzieli się na dwie grupy: termistory pomiarowe PTC o powtarzalnych charakterystykach i niezbyt dużym, liniowym współczynnikiem cieplnym oraz termistory, w których ten współczynnik cieplny po przekroczeniu określonej temperatury jest ogromny. Termistory PTC tej drugiej grupy często nazywane są bezpiecznikami polimerowymi. Mogą służyć jako bezpieczniki termiczne albo nieprzepalające się bezpieczniki przeciążeniowe.

Jednak w tym przypadku jest inaczej. Przede wszystkim warto zauważyć, że na schemacie tuż przy zacisku sieciowym (*Mains*) występuje klasyczny bezpiecznik topikowy oznaczony T, a więc zwłoczny, o stosunkowo dużym nominalnie 2,5A. Ma on uchronić układ przed pożarem w przypadku awarii przetwornicy.

Natomiast termistor Th nie jest bezpiecznikiem przeciążeniowym, tylko zapewnia miękki start przetwornicy. Jest to rzeczywiście termistor NTC, czyli w stanie zimnym ma jakąś dużą rezystancję, przez co tuż po dołączeniu do sieci jego duża rezystancja ogranicza prąd udarowy oraz zmniejsza szybkość narastania napięcia na kondensatorze głównym. Łagodnie rosnące napięcie zasilania przetwornicy zapewnia miękki start, czyli też łagodne, powolne narastanie napięcia wyjściowego. Wielkość rezystancji, współczynnika cieplnego i warunków chłodzenia są tak dobrane, że prąd pracy, płynący później przez termistor Th, nagrzewa go i zmniejsza jego rezystancję. Jego rolą jest więc ograniczenie impulsu prądowego po włączeniu oraz zapewnienie łagodnego startu przetwornicy.

Można powiedzieć, że podczas pracy zasilacza termistor Th jest gorący i ma małą rezystancję. W zależności od warunków pracy, w tym chłodzenia termistora, przy małych prądach obciążenia, może on ograniczać możliwości zasilacza, ale zwiększenie prądu obciążenia spowoduje zwiększenie temperatury termistora i zmniejszenie jego ograniczającej prąd rezystancji.

Faktem jest, że do takiego działania niezbędne jest wydzielenie w termistorze mocy strat, która go podgrzeje.



Niewątpliwie w jakimś stopniu zmniejsza to sprawność energetyczną zasilacza impulsowego. Niemniej w prostych i tanich zasilaczach impulsowych takie nieefektywne rozwiązanie z grzejącym się podczas pracy termistorem NTC jest często spotykane.

W poprzednim numerze w Poczcie zamieszczony był e-mail, dotyczący tytułu projektu F-meter.

Oto kolejny:

*(...) wypowiem się na temat F-metra. Moim zdaniem jak najbardziej poprawnie. Miernik szumów to nazwa niepoprawna, poprawną byłby miernik **współczynnika** szumów, czyli NF-meter.*

Rafał

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu: **Michał i Czytelnik**.

Większość usterek pilotów zdalnego sterowania to uszkodzenia mechaniczne. Aby jednak od razu wykluczyć tak prozaiczny powód jak rozładowanie się baterii, należy sprawdzić, czy pilot wysyła wiązkę podczerwieni. Świetnie nadaje się do tego telefon komórkowy z wbudowanym aparatem. Wystarczy skierować pilot w kierunku obiektywu, aby zobaczyć (lub nie) rozbłyśki diody, bowiem matryca aparatu wrażliwa jest na zakres dużo szerszy od widzialnego. Również wiele „większych” aparatów zarejestruje rozbłyśki diody IR, ponieważ wbudowany filtr podczerwieni nie jest zbyt skuteczny. Na **fotografii 1** widzimy nadajnik bariery IR sfotografowany za pomocą lustrzanki. Podobnie będzie widoczne światło z pilota. Po wstępnej diagnozie i stwierdzeniu usterki, której nie usuwa wymiana baterii, należy rozmontować pilot. Zdecydowana większość współczesnych pilotów składa się z czterech części i trzyma się na zatrzaskach. Do demontażu warto użyć otwieraczy pokazanych na **fotografii 2**, a dedykowanych do demontażu telefonów komórkowych. Należy przestrzec przed podważaniem

Następną nieco trudniejszą usterką klawiatur są wyrwane guziki. Jak pokazuje **fotografia tytułowa**, szansą na uratowanie takiego pilota jest przeszczep



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3

z innego, przeznaczonego na części. W przypadku pokazanym na fotografii tytułowej, dzięki wstawieniu kolorowego klawisza o nieco innym kształcie, udało się też podnieść jego priorytet, co ułatwia wyszukanie go np. tylko dotykkiem.

Ciąg dalszy na stronie 66

Jak to działa

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

Jak działa i do czego może służyć taki układ?

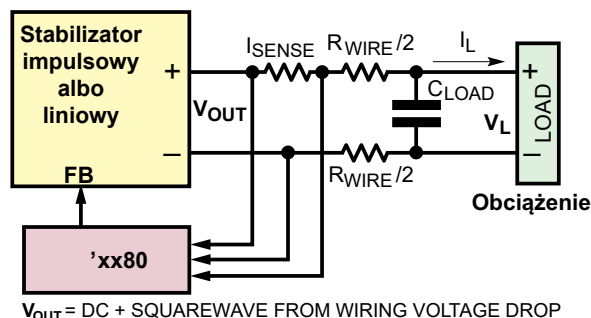
Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem

Jak11,

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

Nagrodami w konkursie będą 3 kity AVT

Rysunek A

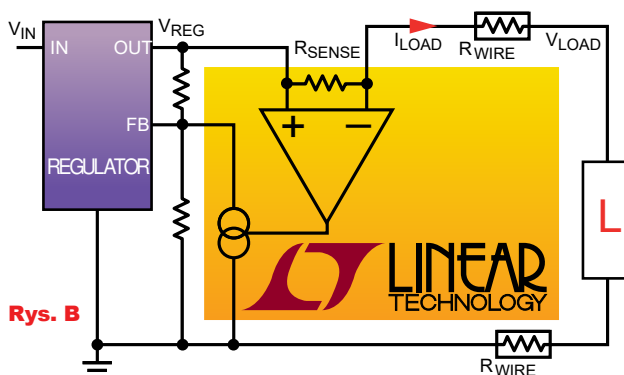


Rozwiązanie zadania *Jak to działa* z EdW 7/2020

W numerze 7/2020 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany schemat jakiegoś układu elektronicznego.

Jest to układ, pozwalający utrzymać na rezystancji obciążenia (L – load) niezmienną wartość napięcia przez sprytne skompensowanie niekorzystnego wpływu rezystancji przewodów połączeniowych.

Rys. B



Jak pokazuje rozpoczęty niedawno na łamach EdW cykl *Wróbelek...*, na schematach wykorzystujemy uproszczone, idealizowane graficzne symbole elementów. Symbole te nie odwzorowują wszystkich właściwości rzeczywistych elementów. Ponadto na schematach przedstawiane są w bardzo uproszczony sposób połączenia między elementami układu. Połączenia są przedstawiane albo jako linie, albo tylko jako etykiety – nazwy punktów, które w danym układzie mają być ze sobą połączone.

W rzeczywistości te połączenia to najczęściej albo ścieżki płytki drukowanej, albo jakieś grubsze czy cieńsze przewody. Na schemacie nie widać problemu. Zwłaszcza gdy zamiast linii, na schemacie umieszczone są etykiety. Obecność etykiet z jednej strony zdecydowanie ułatwia analizę skomplikowanych schematów, ale jednocześnie odwraca uwagę od kwestii, jak zrealizowane są realne połączenia.

Trzeba przyznać, że często nie musimy przejmować się szczegółami związa-

nymi z realizacją połączeń. Połączenia (ścieżki i przewody) mają jakąś niezerową rezystancję, niezerową indukcyjność oraz między nimi i innymi elementami występują jakieś pojemności. Jeżeli jednak płynące prądy są bardzo małe, a częstotliwości niskie, to nie trzeba się zajmować szczegółami dotyczącymi połączeń.

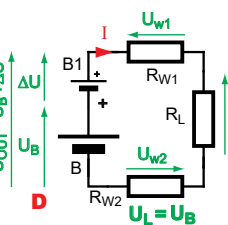
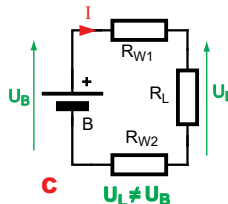
Ale jeżeli prądy mają znaczącą wartość i wymagana jest stabilność napięcia na obciążeniu, to być może trzeba uwzględnić rezystancję połączeń, a ściślej biorąc, spadki napięcia na rezystancji przewodów. Problem jest zilustrowany na **rysunku C**. Jeżeli płynący prąd I ma jednakową, niezmienną wartość, to zadanie jest trywialne: trzeba zwiększyć napięcia zasilające U_Z o niezmienny, sumaryczny spadek napięcia na przewodach $\Delta U = U_{W1} + U_{W2} = I * (R_{W1} + R_{W2})$, co jest zilustrowane na **rysunku D**.

Trudniej jest, jeżeli prąd I może zmieniać swoją wartość. Wtedy wartość sumarycznego spadku napięcia ΔU trzeba zmieniać stosownie do aktualnej wartości prądu ($\Delta U = I * (R_{W1} + R_{W2})$).

Od lat znane jest czteroprzewodowe połączenie Kelvina. W omawianym przypadku stabilizację napięcia na obciążeniu zapewniłby układ Kelvina według **rysunku E**. Zaletą jest fakt, że dwa dodatkowe przewody kontrolują napięcie bezpośrednio na zaciskach obciążenia, co pozwala na precyzyjną stabilizację. Układ Kelvina pozwala uniezależnić się nie tylko od wartości prądu I , ale też od ewentualnych zmian rezystancji R_W . Takie rozwiązanie jest stosowane między innymi w zasilaczach laboratoryjnych.

Jego wadą jest po pierwsze konieczność poprowadzenia dwóch dodatkowych przewodów. To nie wszystko: układ stabilizatora musi zostać dodatkowo skomplikowany, by dodatkowe przewody pomiarowe były w pełni niezależne od głównych przewodów prądowych (mówiąc najprościej, w praktyce problem najbardziej dotyczy „dolnej” linii masy i wymaga zastosowania wejścia różnicowego).

Rysunek D sugeruje inne, prostsze rozwiązanie. Otóż jeżeli sumaryczna rezystancja połączeń ($R_{W1} + R_{W2}$) jest niezmienna lub zmienia się



w niewielkim stopniu, a bardzo często tak właśnie jest, to korekcję (zwiększanie) napięcia ($U_B + \Delta U$) można przeprowadzić, mierząc wartość prądu. Prąd można mierzyć jako spadek napięcia na jakiejś małej rezystancji pomiarowej R_S . Zasadniczo prąd można mierzyć w dowolnym punkcie obwodu, albo na wejściu, albo na wyjściu regulowanego stabilizatora, co prowadzi do czterech wersji z rysunku F.

I właśnie tego rodzaju rozwiązanie prezentuje rysunek B. Jest to nieco zmodyfikowana na potrzeby zadania Jak7 wersja schematu z materiałów promocyjnych Analog Devices (Linear Technology od roku 2017 jest częścią koncernu Analog Devices). Rysunek G pokazuje fragment oryginalnych materiałów firmowych. Jak widać, w grę wchodzi tu układ scalony LT6110.

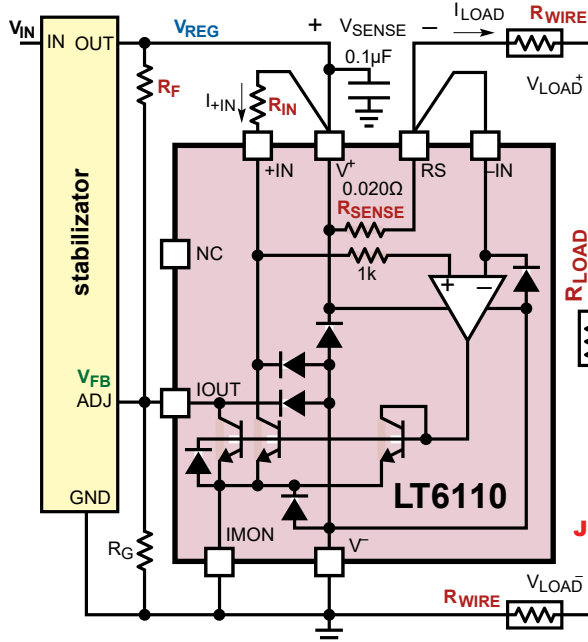
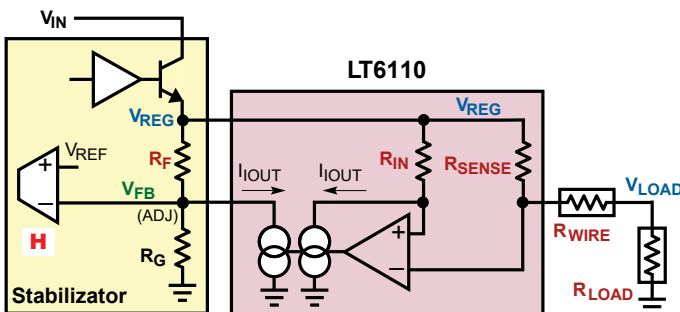
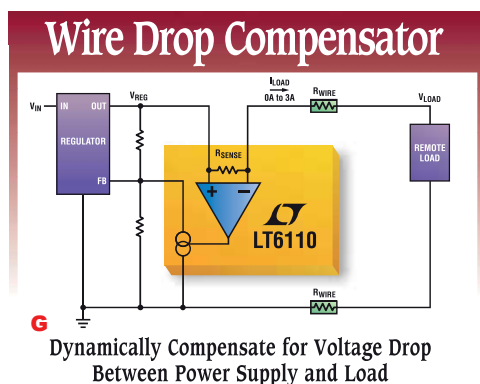
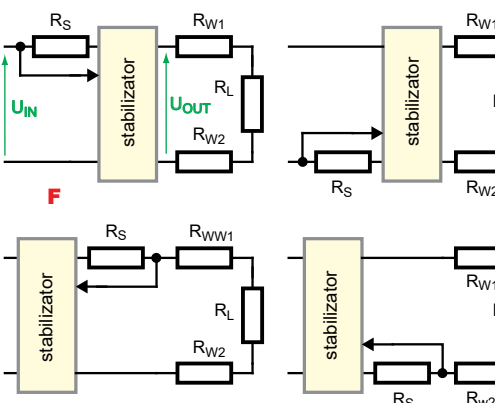
Prąd nieprzypadkowo jest mierzony na wyjściu, w obwodzie dodatniego bieguna zasilania. W ten sposób nie ma dodatkowej ingerencji w obwód masy, który z różnych względów zawsze powinien mieć możliwie jak najmniejszą impedancję.

Jest i drugi ważny powód: proponowany układ scalony LT6110 jest uniwersalnym kompensatorem spadku napięcia na przewodach. Dodatkowo, który może współpracować z prawie wszystkimi regulowanymi stabilizatorami liniowymi lub impulsowymi!

Ogólna zasada pracy jest zilustrowana na rysunku H. Układ LT6110 jest umieszczony między stabilizatorem i obciążeniem (R_{LOAD}). Gdyby nie było układu LT6110, stabilizator dawałby niezmiennie napięcie V_{REG} o wartości wyznaczonej przez rezystory R_F , R_G (i wewnętrzne napięcie odniesienia V_{REF}). Tymczasem niezmiennie powinno być napięcie na obciążeniu (V_{LOAD}).

Jest ono mniejsze od napięcia V_{REG} o spadki napięć na rezystancji przewodów (co jest reprezentowane przez rezystancję R_{WIRE}), a w układzie z rysunku H także o spadek napięcia na rezystancji pomiarowej R_{SENSE} .

Przy zerowym prądzie obciążenia napięcie V_{LOAD} jest równe stabilizowanemu napięciu V_{REG} . Bez układu LT6110, gdy zwiększa się



pobór prądu przez obciążenie (gdy zmienia się wypadkowa rezystancja R_{LOAD}), zmniejsza się napięcie na obciążeniu V_{LOAD} . Obecność układu LT6110 zmienia sytuację: gdy prąd obciążenia płynie przez rezystancję pomiarową R_{SENSE} , wywołuje na niej niewielki spadek napięcia, a to powoduje uruchomienie podwójnego sterowanego źródła prądowego. Zaczynają płynąć prądy oznaczone I_{OUT} . Jeden z tych prądów przepływa przez rezystancję R_{IN} , która jest w pewnym sensie rezystancją odniesienia.

Prąd I_{OUT} płynie też przez rezystancję R_F współpracującego stabilizatora.

Zasada pracy większości stabilizatorów i przetwornic impulsowych jest taka, że układ utrzymuje napięcie V_{FB} równe wewnętrznemu napięciu odniesienia V_{REF} , czyli podczas normalnej pracy napięcie V_{FB} jest niezmiennie. Dlatego nie ma znaczenia wartość R_G , a tylko R_F , przez którą płynie prąd I_{OUT} . W każdym razie przepływ prądu obciążenia przez rezystancję R_{SENSE} powoduje proporcjonalne zwiększenie napięcia V_{REG} . Dlatego najprościej biorąc, trzeba tak dobrać wartość rezystancji R_{IN} , żeby niezależnie od prądu obciążenia napięcie V_{LOAD} pozostawało jednakowe.

W rzeczywistości trzeba też wziąć pod uwagę pewne dodatkowe czynniki, więc w praktyce procedura projektowa jest nieco bardziej skomplikowana.

Trzeba też bardzo mocno podkreślić, że **taka metoda kompensacji daje bardzo dobre wyniki, gdy rezystancja ścieżek i przewodów jest znana i niezmienna**. Jeżeli rezystancja R_{WIRE} zmieni się podczas pracy, kompensacja okaże się zbyt mała albo zbyt duża. Istnieją jednak też sposoby, żeby na bieżąco dostosowywać wielkość kompensacji do aktualnej rezystancji R_{WIRE} .

Rysunek J pokazuje wewnętrzny schemat blokowy i typową aplikację LT6110. W zasadzie, zależnie od wartości sumarycznej rezystancji R_{WIRE} (i rezystancji R_F współpracującego stabilizatora) trzeba tylko dobrać zewnętrzny rezystor R_{IN} , żeby uzyskać optymalną kompensację napięcia V_{LOAD} .

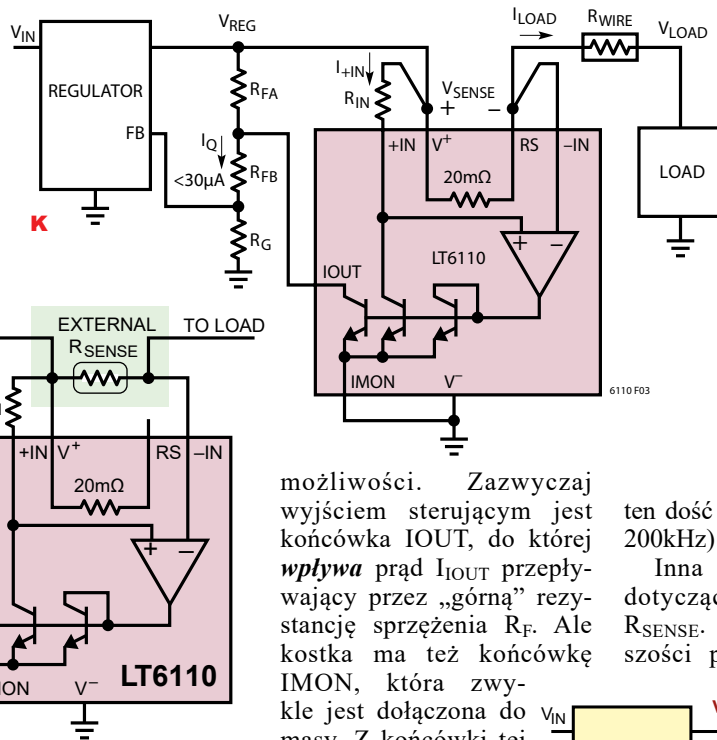
W karcie katalogowej jest jednak zalecenie, że z uwagi na precyzję, maksymalna wartość prądu I_{IOUT} (przy maksymalnym prądzie obciążenia) nie powinna być mniejsza niż 30 mikroamperów. Tymczasem w nowoczesnych, oszczędnych stabilizatorach liniowych i impulsowych, wartość prądu płynącego przez R_F jest na tyle mała, że prąd I_{IOUT} musiałby być mniejszy. Aby do tego nie dopuścić, należy w roli R_F zastosować dwa rezystory według **rysunku K**.

Jak widać na rysunkach, rezystor pomiarowy R_{SENSE} jest wbudowany w (małe) układ scalony. Jego wartość to 20 miliomów, a dopuszczalny prąd pracy ciąglej to 3A (krótkotrwale 5A), co daje moc strat do 180mW.

Jeżeli wymagana jest praca przy prądzie ponad 3A, można zastosować zewnętrzny rezystor według **rysunku L**. Do kwestii doboru rezystora wrócimy. A wcześniej inny szczegół.

Na zamieszczonych rysunkach widać końcówkę oznaczoną IMON dołączoną do masy układu. Kostka LT6110 jest uniwersalnym kompensatorem, który może być wykorzystany w rozmaity sposób. Także do współpracy ze stabilizatorami o innej zasadzie pracy. W karcie katalogowej podany jest przykład współpracy ze stabilizatorem LT3080, który ma nietypowe sterowanie prądowe. **Rysunek M** pokazuje przykład współpracy z 7,5-ampierowym, trzykońcówkowym stabilizatorem LT1083, który ma podstawową zasadę działania taką jak popularny LM317 i pokrewne.

Z uwagi na duży prąd, zastosowany jest zewnętrzny rezystor pomiarowy (25mΩ). Co ważniejsze, inny jest sposób kompensacji spadku napięcia. Aby zwiększać napięcie wyjściowe stabilizatora V_{REG} przy wzroście prądu obciążenia, wykorzystany jest rezystor R_G dołączony do masy. Prąd kompensujący w tym przypadku musi niejako płynąć w przeciwnym kierunku. I właśnie w układzie LT6110 przewidziano dwie



możliwości. Zazwyczaj wyjściem sterującym jest końcówka IOUT, do której **wpływa** prąd I_{IOUT} przepływający przez „górną” rezystancję sprzężenia R_F . Ale kostka ma też końcówkę IMON, która zwykle jest dołączona do masy. Z końcówki tej

wpływa prąd o wartości trzykrotnie większej niż prąd I_{IOUT} , co jest jasne z uwagi na budowę układu LT6110, zawierającego lustro prądowe z trzema jednakowymi tranzystorami.

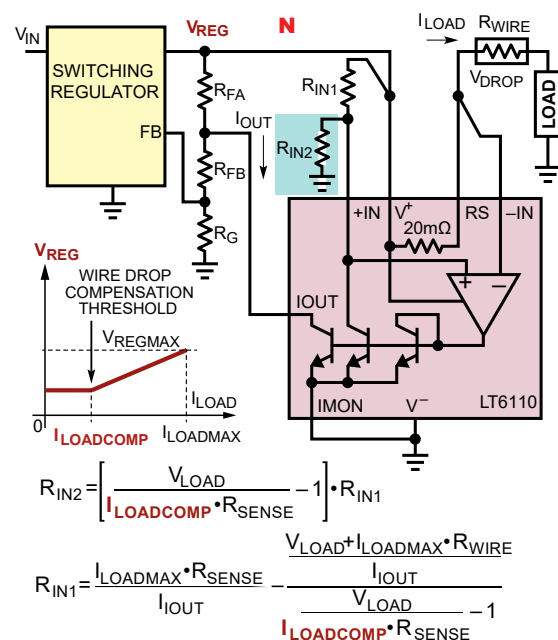
I właśnie w niektórych zastosowaniach wykorzystuje się prąd **wypływający** z końcówki IMON, na przykład według **rysunku M**.

Producent przewidział też dodatkowe interesujące opcje. Jeżeli przy małych prądach obciążenia kompensacja nie jest potrzebna, to można zrealizować wersję, gdzie zostaje ona włączona dopiero po przekroczeniu określonego progu. Użytkuje się to przez zastosowanie

rezystora, który wstępnie wymusza spadek napięcia na rezystancji R_{IN} , jak pokazuje **rysunek N**. Kompensacja zadziała dopiero przy takim prądzie $I_{LOADCOM}$, gdy spadek napięcia na R_{SENSE} przekroczy wstępny spadek napięcia na R_{IN1} , powodowany przez R_{IN2} .

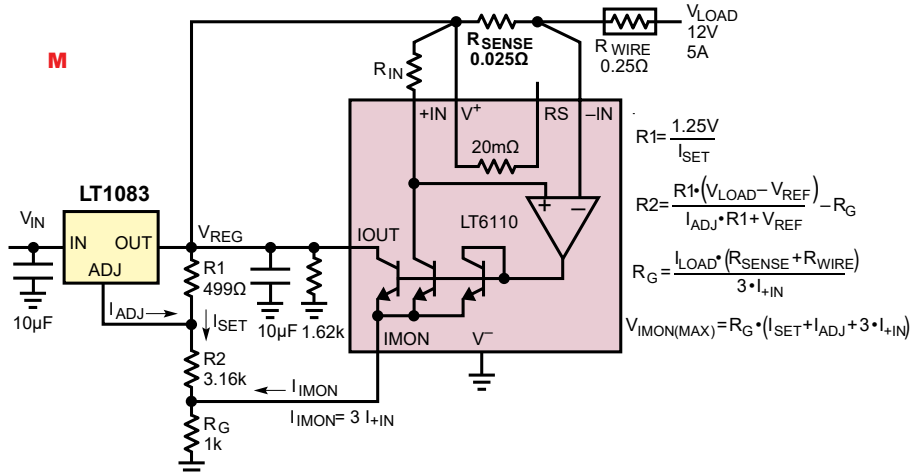
Karta katalogowa LT6110 zawiera też szereg dodatkowych istotnych informacji. I tak w niektórych zastosowaniach trzeba wprowadzić dodatkowe elementy kompensacji częstotliwościowej, żeby ten dość szybki układ (o pasmie prawie 200kHz) nie uległ samowzbudzeniu.

Inna ważna sprawa to szczegółowy dotyczący rezystancji pomiarowej R_{SENSE} . Otoż w przytłaczającej większości przypadków, gdy rezystancja



$$R_{IN2} = \left[\frac{V_{LOAD}}{I_{LOADCOM} \cdot R_{SENSE}} - 1 \right] \cdot R_{IN1}$$

$$R_{IN1} = \frac{I_{LOADMAX} \cdot R_{SENSE}}{I_{IOUT}} - \frac{V_{LOAD} + I_{LOADMAX} \cdot R_{WIRE}}{I_{LOADCOM} \cdot R_{SENSE} - 1}$$



$$R1 = \frac{1.25V}{I_{SET}}$$

$$R2 = \frac{R1 \cdot (V_{LOAD} - V_{REF})}{I_{ADJ} \cdot R1 + V_{REF}} - R_G$$

$$R_G = \frac{I_{LOAD} \cdot (R_{SENSE} + R_{WIRE})}{3 \cdot I_{IN}}$$

$$V_{IMON(MAX)} = R_G \cdot (I_{SET} + I_{ADJ} + 3 \cdot I_{IN})$$

taka wykorzystywana jest do pomiaru wielkości płynącego prądu, dąży się do tego, żeby rezystancja ta miała jak najmniejszy współczynnik cieplny. Owszem, ale w omawianym przypadku rezystancja pomiarowa w sumie ma kompensować spadek napięcia na miedzianych ścieżkach i przewodach.

Miedzianych, a miedź ma duży współczynnik cieplny rezystancji równy 3900ppm/°C. Rezystancja R_{WIRE} będzie się więc zmieniać w trakcie pracy pod wpływem temperatury. Najprostszym sposobem rozwiązania problemu jest zastosowanie w roli rezystancji R_{SENSE} jakiegoś rezystora wykonanego z miedzi (i zapewnienie jednakowych temperatur wszystkich elementów toru prądowego). Miedziany rezystor odniesienia zapewni współbieżność parametrów całego obwodu prądowego.

Co ciekawe, wbudowany w kostkę LT6110 rezystor R_{SENSE} (20m Ω) ma współczynnik cieplny zbliżony do miedzi. Ale w roli zewnętrznego rezystora R_{SENSE} można zastosować dosłownie miedziany rezystor, na przykład w postaci cewki – dławika o małej indukcyjności (poniżej 1 mikrohenra). Przykład na **rysunku O** pokazuje układ kompensacji napięcia z przetwornicy LT3690, dającej na obciążeniu napięcie 3,3V i prąd 4A. W roli zewnętrznej rezystancji R_{SENSE} wykorzystana jest rezystancja drugiego cewki Coilcraft 0908SQ-27N (27nH).

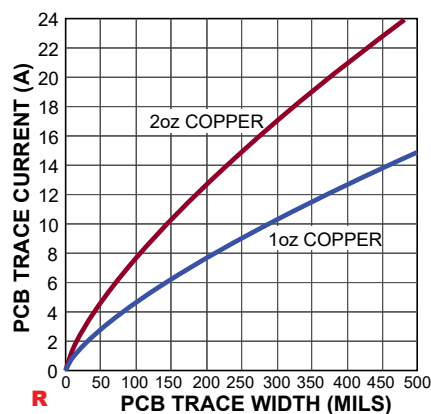
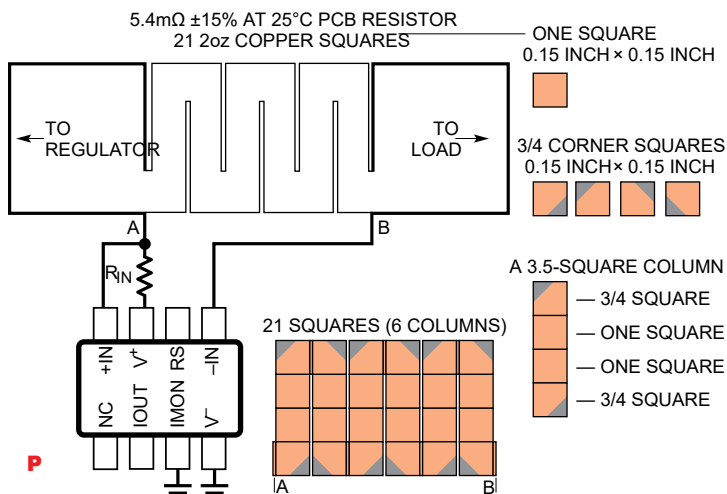
W karcie katalogowej LT6110 można też znaleźć obszerne informacje o rezystancji przewodów i ścieżek miedzianych. Dane dotyczące przewodów są mniej użyteczne dla polskiego Czytelnika, ponieważ dotyczą amerykańskiej miary AWG, a długość wyrażana jest w stopach (ft). Można wprowadzić to przeliczać, ale jest to niewygodne i czasochłonne. Zdecydowanie bardziej przydatne są informacje o możliwości wykorzystania ścieżek w roli rezystora pomiarowego (R_{SENSE}). Można do wzoru podstawić rezystywność miedzi, długość, szerokość, grubość ścieżki, ale można przeprowadzić kalkulacje pro-

kiej, co wyko-
rzystywane jest
powszechnie przy
produkcji układów
scalonych. Otóż
kwadratowe pole
miedzi, niezależ-
nie od rozmiarów,
ma określoną rezy-
stancję, zależną
od grubości. Dla
warstwy miedzi
o typowej grubości
35 mikrometrów,
czyli tzw. 1oz (1
uncja miedzi na
stopę kwadratową
płytki) ta rezystan-
cja charakterystyczna wynosi około
0,5 milioma na kwadrat. Natomiast dla
grubości miedzi 70um (2oz), ta rezy-
stancja wynosi 0,25mΩ/na kwadrat.
Rysunek P pokazuje przykład takich
kalkulacji.

Rezystancja to jedno, a obciążalność (moc) i maksymalny prąd to drugie. W karcie katalogowej zawarty jest też **rysunek R**, pokazujący zależność maksymalnego prądu od szerokości ścieżki dla grubości miedzi 1oz i 2oz. Szerokość ścieżek wyrażona jest w milsach (100mil = 2,54mm), a wykresy dotyczą małego wzrostu temperatury miedzi, poniżej 10 stopni Celsjusza.

Co ciekawe, w ofercie Analog Devices na stronie zatytułowanej **Cable Drop Compensation**: www.analog.com/en/products/monitor-control-protection/cable-drop-compensation.html znajdziemy więcej układów scalonych, związanych z taką kompensacją.

Niektóre, jak LT3081, LT3090 i LT3091, to liniowe stabilizatory z obwodem pomiaru prądu, który to obwód oprócz swej podstawowej funkcji może też być wykorzystany

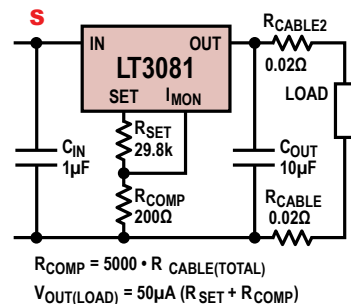
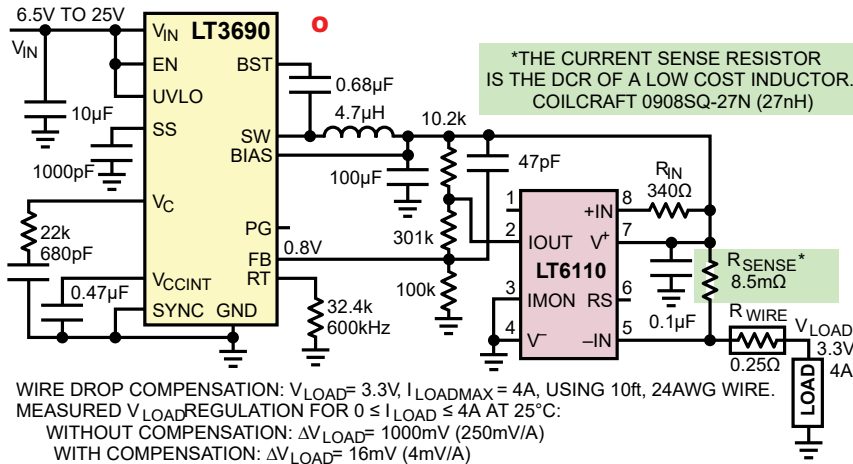


PCB Trace Current vs Trace Width ($<10^{\circ}\text{C}$ Temperature Rise)

do kompensacji spadku napięcia na przewodach. Przykład na **rysunku S**. Podobnie liniowy stabilizator LDO LT3086 ma przewidziany obwód tego rodzaju kompensacji – **rysunek T**.

Układy LT3697 i LT8697 to przetwornice impulsowe z taką kompensacją – **rysunek U**.

Jeżeli chodzi o nadesłane rozwiązania zadania **Jak7**, to praktycznie wszyscy uczestnicy idealnie trafili w sedno sprawy i stwierdzili, że jest to układ do kompensacji spadku napięcia na przewodach. Niezawodni uczestnicy nie tylko określili funkcję układu, ale też wskazywali na kostkę LT6110.

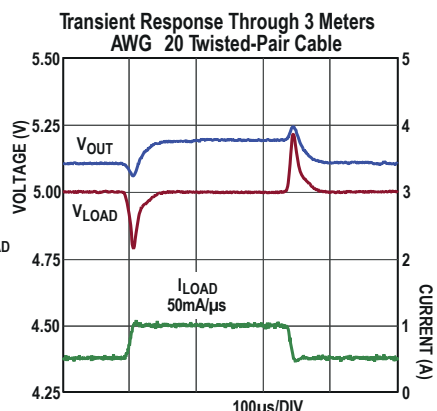
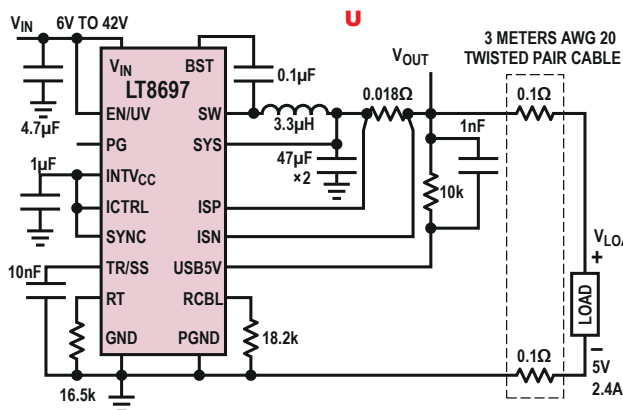
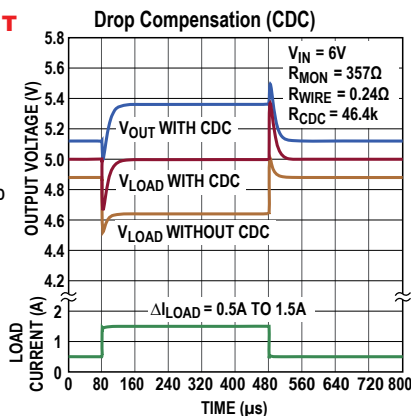
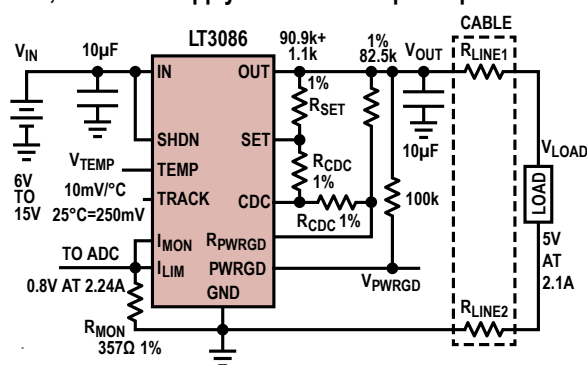


Tylko jeden z uczestników, w sumie zresztą prawidłowo napisał, że jest to układ do pomiaru prądu (*current sense amplifier*) i wskazał na kostkę LTC6101.

Jeden z uczestników podzielił się też dodatkowymi słusznymi wnioskami: (...) [a] po co stosować taki układ, zamiast podłączyć wejście FB do punktu V_{load} ?

1. Nie skompensowałoby to R_{wire} w obwodzie masy. Trzeba by zastosować dodatkowy wzmacniacz różnicowy.
2. Trzeba by wykorzystać dodatkowy przewód/przewody.

5V, 2.1A USB Supply with Cable Drop Compensation



3. Reaktancja potencjalnie długich przewodów mogłaby doprowadzić do samowzbudzenia.

Inny Kolega napisał: (...) problemem są spadki napięcia na przewodach dostarczających prąd do odbiornika. (...) napięcie na nim spada (...) nawet o kilkadziesiąt procent. Można sobie poradzić z tym, stosując czteroprzewodowe połączenia Kelvina lub grubsze kable mające mniejszą rezystancję. Niestety, takie rozwiązanie nie zawsze można zastosować, w szczególności w ustandaryzowanych połączeniach kablowych, np. USB, Ethernet PoE.

Nagrody-upominki za zadanie **JakDział7** otrzymują:

Teodor Woźniak – Łódź,
Jerzy Grzegorzewski – Trzcianka,
Grzegorz Kowalski – Białystok.

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

Ciąg dalszy ze strony 61

Kontynuując przegląd usterek mechanicznych, należy wspomnieć o wyrwanej/zniszczonej diodzie nadawczej. Dysponując nową diodą, można pokusić się o wygięcie wyprowadzeń na kształt sprężynek (o ile jest na to miejsce). Wtedy dioda wepchnięta do środka (co szczególnie często zdarza się przy dzieciach) nie oderwie się od padów.

Interesującym, rzadkim przypadkiem usterki jest uszkodzony rezonator. Naprawiałem kiedyś taki pilot, który w wyniku wielokrotnego upadku pracował na innej, wyższej częstotliwości, co objawiało się skrajnie małym zasięgiem. Nie pomogła wymiana diody IR, a rezonatora już tak.

Kolejnym, jeszcze cięższym przypadkiem jest uszkodzenie sterownika. O ile dawniej sterownikiem były układy w obudowie SO-20 (SAA3010T, HT6230) i ich wymiana nie była trudna, o tyle teraz jest to „bliższe nieokreślony” układ zalany żywicą. Podstawą do stwierdzenia usterki sterownika jest niedziałający cały rząd lub wiersz klawiszy. Podobny efekt spowoduje „zimny lut” lub zerwana przelotka. Dlatego o ile to możliwe, należy przelutować wszystkie dostępne punkty lutownicze, wykorzystując klasyczną cynę ołowiovą. Rozpoznanie wszystkich usterek w laminacie jest czasochłonne i często nieuzasadnione ekonomicznie. Dlatego warto mieć w zapasie przynajmniej jeden pilot uniwersalny. Piloty tego typu ratują sytuację, ale mają podstawową wadę:

rozmieszczenie klawiszy nie zgadza się z tym z oryginalnego pilota i powinno się poszukać na portalach aukcyjnych oryginału lub dobrego, bliskiego zamiennika.

Przedstawiony tekst przybliża pokrótce usterki pilotów zdalnego sterowania wykorzystujące podczerwień. Podobnie dużą grupę stanowią piloty radiowe. Ich usterki są jednak na tyle odmienne, że należy je omówić w osobnym artykule.



Michał Stach
michal.stach@elportal.pl

Stały konkurs: Co to jest?

Zadanie CoTo2011

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.

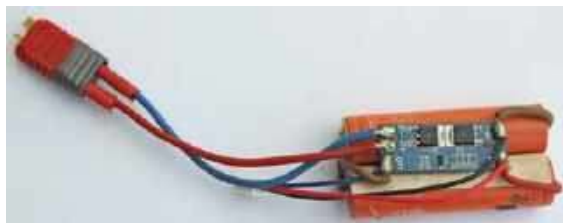
W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *CoTo2011Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.



Rozwiązanie zadania CoTo2008

Fotografia pochodzi z artykułu Rafała Orodzińskiego „Moduły zasilające”, zamieszczonego w EdW 1/2020 na str. 67.



Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Sławomir Ostrowicz – Radomsko,

Maciej Czarnecki – Sławków,

Szymon Wójtowicz – Warszawa.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 12/2020

Prosta izolowana sonda do oscyloskopu

Oscyloskopowe sondy zapewniające izolację galwaniczną są drogimi urządzeniami. Za niewielką część ceny sondy profesjonalnej można zbudować prostą konstrukcję amatorską, której parametry okażą się wystarczające w wielu zastosowaniach.



EdW 1/2021

CNC

Określenie „obrabiarka 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 2/2021

Moja własna karta audio USB

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



W kolejce na publikację czekają m.in.:

Simple half-bridge SMPS

Przykład prostej „dwukierunkowej” przetwornicy forward.



(Sub-?)

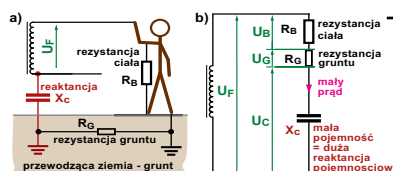
Nanosekundowy generator

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



Karta wyjść cyfrowych audio

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



Sieci energetyczne dla elektroników

Tylko niedoświadczonym elektronikom domowa instalacja energetyczna wydaje się prosta,

a wręcz prymitywna w porównaniu z układami elektronicznymi.

UWAGA! UWAGA!

Kończy nam się zapas krzyżówek

Zostań autorem krzyżówki!

Zachęcamy do nadsyłania krzyżówek, także bardziej rozbudowanych i skomplikowanych (edw@elportal.pl). Mogą to być wykreślanki, krzyżówki panoramyczne, jolki, kwadraty magiczne, łamigłówki, szarady i inne.

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

Mamy do dyspozycji 4 rezystory o wartościach:

1Ω, 2Ω, 3Ω, 4Ω.

Wartości tych rezystorów należy wpisać do diagramu tak, aby każda wartość występowała dokładnie raz w danej kolumnie i rzędzie. Wartości oddzielone pustym polem tworzą grupy. Suma wartości (połączenie szeregowo rezystorów) w danej grupie musi odpowiadać liczbie podanej poza diagramem.

Jako rozwiązanie należy podać wartości rezystancji i puste miejsca w zaznaczonym obszarze.

Dla ułatwienia poniżej zamieszczamy przykładowy, uzupełniony diagram.

			3		3		4	2	4	
			5	1	3	9	1	3	1	
			2	9	4	1	5	5	5	
1	3	6	x	1	x	3	x	2	4	
	3	7	3	x	1	2	4	x	x	
	9	1	x	3	2	4	x	x	1	
	6	4	4	2	x	x	1	3	x	
	8	2	1	4	3	x	x	x	2	
	10		x	x	x	1	2	4	3	
2	4	4	2	x	4	x	3	1	x	

										4
										2
										3
										2
										3
										1
										5
										8
										6
										1
										9
										2
										1
1	2	7								
	9	1								
	4	6								
	3	7								
3	4	3								
	10									
7	3									

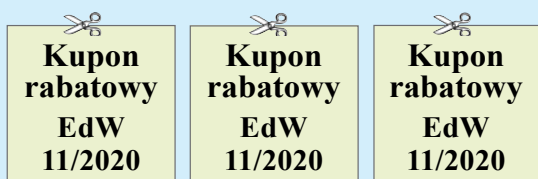
Autorem krzyżówki jest **Sławomir Kabat** z Niepołomic.

Autor w nagrodę otrzymuje
12-miesięczną e-prenumeratę EdW.

AVT stosuje system rabatów dla wszystkich wiernych Czytelników EdW, dokonujących zakupów w sieci handlowej AVT drogą sprzedaży wysyłkowej. Naklejenie na kartonik zamówienia trzech kuponów wyciętych z trzech kolejnych najnowszych wydań EdW uprawnia do: **10% zniżki** na zakup kitów AVT, TSM, Vellemana, **10% zniżki** na książki w ramach Księgarni Wysyłkowej AVT. **Już zakup na sumę 139 zł pozwala zaoszczędzić kwotę równą cenie jednego numeru EdW.**

Uwaga!

Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.



Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 8/2020 jest hasło:

KOMPARATOR OKIENKOWY.

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Zbigniew Procyk – Jelcz-Laskowice, **Michał Lis** – Gdynia, **Marek Kowal** – Chorzów.

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. **Krzyżówka2011Kowalski**. Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

Uwaga! Przesyłając rozwiązanie krzyżówki, nie zapominajcie o podaniu w e-mailu pełnego adresu. Jego brak uniemożliwia wysłanie, a więc także przyznanie Czytelnikowi upominku.

Natomiast przysyłając propozycję zagadki napiszcie: **Krzyżówka – propozycja** (żeby nie myliło się z rozwiązaniami). Wraz z propozycją nowej krzyżówki należy przysłać oświadczenie, że krzyżówka jest oryginalnym dziełem podpisanego i że nie była nigdzie publikowana. Redakcja nie ingeruje w treść merytoryczną (precyzję sformułowań) haseł krzyżówki.

EdW 11/2020 – lista osób nagrodzonych:

Michał	Sławomir Kabat	Niepołomice	Sławomir Ostrowicz	Radomsko
Circuit Chaos.....	Jacek Konieczny	Poznań	Zbigniew Procyk.....	Jelcz-Laskowice
Czytelnik	Marek Kowal.....	Chorzów	Maksymilian Schmidt	Biecz
Paweł Błaszczak	Jerzy Kornaszewski	Radom	Emil S.....	Pogorzelec
Maciej Czarnecki	Grzegorz Kowalski.....	Białystok	Paweł Sobótko.....	Szydłowiec
Piotr Grzegorzczak.....	Michał Lis	Gdynia	Karol Świerc	Ruda Śląska
Jerzy Grzegorzewski	Ryszard Magdycz	Wrocław	Teodor Woźniak	Łódź
Mariusz Hejto	Marcin Moik	Katowice	Szymon Wójtowicz.....	Warszawa

Uwaga! Jeśli do końca grudnia 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” 11/2020



Doświadczenia SP9GNM z antenami Cubical Quad

Antena typu Cubical Quad (CQ) ma zysk większy od zysku Yagi o tej samej liczbie elementów i wciąż należy do najlepszych kierunkowych anten DX-owych na wyższe pasma krótkofalowe. Składa się najczęściej z dwóch ram utworzonych z przewodów ukształtowanych w kwadrat o obwodzie równym długości fali.

Transceiver TR-9

W sieci ukazał się ciekawy projekt prowadzony przez Wojtkę SP5WWP, który bazuje na otwartej platformie sprzętowej oraz otwartym oprogramowaniu (<https://m17project.org>). Celem projektu M17 jest stworzenie w pełni funkcjonalnego, otwartego oprogramowania i platformy sprzętowej dla cyfrowej komunikacji radiowej.



Errare Humanum Est

W ciągu ostatniego miesiąca nie zgłosiliście żadnych usterek w EdW.

R E K L A M A

AVT 5553 Sterownik zgrzewarki oporowej

W Internecie można znaleźć mnóstwo amatorskich projektów zgrzewarek oporowych do łączenia małych elementów metalowych i mocowania końcówek do akumulatorów. Wszystkie te projekty bazują na przerobionym transformatorze od kuchenki mikrofalowej, który można kupić za grosze z elektronicznego złomu lub pozyskać z wyeksploatowanego sprzętu. Transformator od mikrofalówki ma moc wystarczającą do takich zastosowań, zbliżającą się do 1 kW i łatwo oraz tanio daje się przerobić z wersji dostarczającej napięcie wysokie na to wymagane przez zgrzewarkę.

Znajdź nas na



Jesteś zainteresowany
zamieszczeniem ogłoszenia
w rubryce Market?
Skontaktuj się:

reklama@elportal.pl
tel. 22 257 84 64

EXOR
modushop.pl

**OBUDOWY
DO URZĄDZEŃ AUDIO**

tel. +48 501 400 411, mail: info@modushop.pl

- aluminiowy panel - szeroki wybór wielkości - personalizacja -

Galaxy GX 388 **159,-** Galaxy GX 148 **99,-** Economica **39,-**

www.modushop.pl

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



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

**Absolutny
niezbędny
w warsztacie
majsterkowicza!**

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

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

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

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWczej
11-200 Bartoszyce ul. Bohaterów Warszawy 67 pwkey@onet.pl
tel. (89)7635050 fax (89)7635051

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

z wbudowanym termostatem pokojowym
zapewniającym komfort i oszczędność

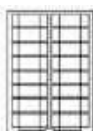


REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

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

www.pwkey.pl



**Turbiny wiatrowe, baterie słoneczne,
regulatory ładowania, wentylatory
solarne, lampy solarne LED**
www.gtb-solaris.pl

tel: 22 864 25 36, 606 292 727, e-mail: info@gtb-solaris.pl
ul. Przytyk 6/31, 01-962 Warszawa

Słuchawki bezprzewodowe Bluetooth SN-BT1001



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

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

Latarka HL-250 z sensorem zbliżeniowym

**Bezdotykowa
obsługa
latarki**

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



kod: **HL-250 COBRA**
cena: **50zł**

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

Klucze nastawne typu 'żabka' 8cali i 12 cali

Pro'sKit®

kod: **PN-P008**

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

kod: **PN-P012**

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



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

PowerBank 10000mAh mobilna bateria
everActive Energy Bank

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



kod: **EB-10K**
cena: **52zł**

everActive®

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

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



NAR10167 9,50zł

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

Latarka ręczna wielofunkcyjna Rebel Light

- 3 tryby świecenia
- Zoom
- Nóż do przecinania pasów
- Miotek 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

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

Miniaturowa, przenośna lutownica USB

Sposoby zasilania:

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

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



kod: **ZD-20U**
cena: **20zł**

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

Mysz gamingowa Havit GAMENOTE MS837 RGB

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

MS837
69zł





KS-151002

Arduino. 36 projektów dla pasjonatów elektroniki

Arduino to płytka, która zmieniła świat elektroniki. Dzięki niej ten magiczny świat stał się otworem przed wszystkimi chętnymi. Jeżeli marzysz o zbudowaniu własnego układu elektronicznego, realizującego ciekawe zadania, trafiasz na doskonałą książkę. Znajdziesz w niej szczegółowe omówienie 36 niezwykłych projektów!

Dzięki tej książce: przygotujesz swoje środowisko pracy; zbudujesz własny laserowy alarm; opracujesz licznik Geigera.

Spełnij swoje marzenia o własnym układzie elektronicznym!

Simon Monk, str. 376, cena 67 zł



KS-160500

Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II

Książka „Elektronika. Od praktyki do teorii” to nietuzinkowy podręcznik podstaw elektroniki. Nauka następuje głównie dzięki eksperymentom, a podstawy teoretyczne są przedstawiane nieco później. Świat elektroniki staje się fantastycznym polem do własnych badań, prób i odkryć. Książka ma tę samodzielną drogę Czytelnikowi wskazać i ułatwić. Zawiera przy tym mnóstwo cennych wskazówek, począwszy od listy niezbędnych przyrządów, na instrukcjach rozwiązywania problemów skończywszy. Autor zachęca do prawdziwego eksperymentowania, w którym ewentualne pomyłki będą istotnym elementem procesu nauki!

Charles Platt, str. 392, cena 69 zł

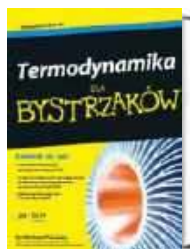


KS-170500

Elektronika dla małych i dużych

Większość dzieciaków interesuje się fascynującym światem urządzeń elektrycznych. Obserwują, jak działa żarówka, zdalnie sterowany samochód czy odtwarzacz muzyki. Kiedy mały odkrywca postanawia sprawdzić, co one kryją w środku, często ofiarą tej niepojętej ciekawości pada jakiś gadżet. Warto pokazać najmłodszemu, że elektronika najwięcej radości (i wiedzy!) daje wtedy, gdy zbuduje się coś własnymi rękoma! W książce przedstawiono spory zbiór praktycznych projektów do samodzielnego wykonania, które uzupełniono wyjaśnieniami zagadnień teoretycznych.

Oyvind Nydal Dahl, str. 292, cena 39 zł



KS-170903

Termodynamika dla bystrzaków

Dzięki temu praktycznemu przewodnikowi zabłyśniesz na zajęciach z termodynamiki za sprawą łatwych do zrozumienia i opisanych przystępnym językiem wyjaśnień sposobów wykorzystywania energii w takich urządzeniach, jak samochody, samoloty, klimatyzatory i 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 pracą diod LED, różnych silników, cewek, urządzeń zasilanych prądem przemiennym, grzejników, urządzeń chłodniczych, wyświetlaczy i generatorów dźwięku. Dowiesz się, jak możesz monitorować pracę tych urządzeń i kierować nimi poprzez internet.

Simon Monk, str. 312, cena 49 zł

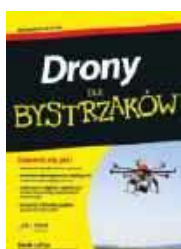


KS-160100

Zabawa w programowanie. Język C dla nastolatków

W książce znajdziesz wszystko, czego potrzebuje początkujący programista — od wskazówek w kwestii instalacji odpowiednich programów, przez omówienie niezbędnych komend, stałych i zmiennych, aż do tablic i funkcji. Dowiesz się, jak działają pętle i operatory, do czego służą struktury i unie, jak działają kompilator, preprocesor i linker. Wreszcie zrozumiesz, o co chodzi z operacjami wyjścia i wejścia, a także nauczysz się zapewniać bezawaryjne działanie Twojego programu. I nagle okaże się, że odkrywasz całkiem nowy, fascynujący świat, a porozumienie z Twoim komputerem jest w gruncie rzeczy dziecinnie proste! Sprawdź to!

Michał Wiszniewski, 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

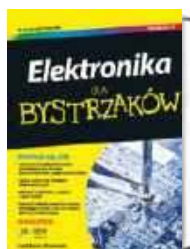


KS-170405

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 chciało się go używać i aby było to czystą przyjemnością!

Tomasz Francuz, str. 496, cena 89 zł



KS-161103

Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III

Ta bogato ilustrowana kolorowymi schematami i zdjęciami książka zawiera szczegółowe instrukcje, jak przeprowadzać eksperymenty objaśniające zasadę działania różnych elementów elektronicznych, porady na temat sposobu posługiwania się podstawowymi narzędziami oraz ciekawe projekty, które można wykonać w pół godziny. Rozdział po rozdziale będziesz czuć przypływ energii, dzięki której przetworzysz teorię w praktykę!

Cathleen Shamieh, str. 368, cena 49 zł

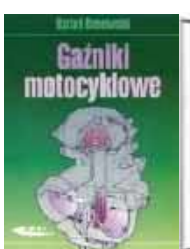


KS-160400

Roboty JavaScript od podstaw. Projekty NodeBots dla platformy Johnny-Five z wykorzystaniem płytek Raspberry Pi, Arduino oraz BeagleBone

Powszechnie JavaScript uważa się za doskonałe narzędzie do programowania aplikacji internetowych. To jednak nie wszystko: ten język świetnie nadaje się również do programowania robotów. Umożliwia zaprojektowanie zachowania robota, określenie, w jaki sposób będzie on zmierzał do celu, reagował na sygnały z otoczenia, oczekiwał na instrukcje czy omijał przeszkody. Bardzo wygodnym narzędziem do programowania robotów jest platforma Johnny-Five. Umożliwia ona programowanie robotów zbudowanych z płytek Arduino, Raspberry Pi i BeagleBone.

Rick Waldron, str. 256, cena 59 zł



KS-170904

Gazniki motocyklowe

W książce opisano budowę, obsługę i użytkowanie gaznikowych układów zasilania we współczesnych i klasycznych motocyklach. Podano informacje o gaznikach motocyklowych z uwzględnieniem ich budowy, opisu działania poszczególnych elementów i układów oraz czynności obsługowo-naprawczych możliwych do wykonania przez indywidualnego użytkownika motocykla. Zamieszczono liczne fotografie i rysunki, ułatwiające zrozumienie zasad działania zespołów i układów, a także regulację, demontaż, naprawę i montaż.

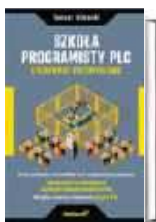
Rafał Dmowski, str. 104, cena 45 zł



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



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



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

Polecamy

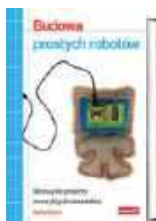


KS-180300

Paul Horowitz,
Winfield Hill
stron 1644
cena 225zł

Sztuka elektroniki, część 1 i 2 wydanie: 12 zmienione

Po dwudziestu pięciu latach nowe, gruntownie zmienione polskie wydanie cieszącej się ogromnym powodzeniem „Sztuki elektroniki”, powszechnie uznanej za najlepszy podręcznik, a zarazem vademecum projektowania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Poprzednie wydania tej książki, przetłumaczone na osiem języków i trafiły do ponad miliona nabywców na całym świecie. Sztuki elektroniki autorzy uczą, pokazując metody stosowane w praktyce przez inżynierów projektantów układów elektronicznych. Połączenie podstawowych praw, zasad opartych na doświadczeniu oraz niematematycznego ujęcia tematu ułatwia Czytelnikom zrozumienie, dlaczego i jak dany układ działa.



kod KS-160000
Budowa prostych
robotów,
Kathy Ceceri
stron 208, cena 40 zł



kod KS-170402
Podstawy konstrukcji
maszyn,
Praca zbiorowa
stron 612, cena 73 zł



kod KS-150100
Język C dla
mikrokontrolerów AVR,
Tomasz Francuz
stron 712, cena 99 zł

Ostatnio dodane pozycje w ofercie AVT

KS-160500	Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II	69,00
KS-160501	Nauka robotyki z językiem Python	49,00
KS-160700	Domowe laboratorium naukowe. Zrób to sam	44,00
KS-160701	Budowa robotów dla początkujących. Wydanie III	69,00
KS-161100	Apokalipsa zombie nadchodzi! Obróń swoją bazę za pomocą prostych obwodów, Arduino i Raspberry Pi	49,00
KS-161101	Proste projekty dla młodych majsterkowiczów	30,00
KS-161102	Drony dla bystrzaków	40,00
KS-161103	Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III	49,00
KS-170004	Łączenie tworzyw sztucznych metodami spawania, zgrzewania, klejenia i laminowania	41,00
KS-170005	Obsługa i programowanie obrabiarek CNC Podręcznik operatora	64,00
KS-170006	Praktyczne podstawy eksploatacji obrabiarek CNC z wykorzystaniem komputerowego systemu szkoleniowego MTS	54,00
KS-170007	Nawigacja satelitarna w praktyce	57,00
KS-170008	Automatyka przemysłowa w praktyce	58,00
KS-170012	Drony-teoria i praktyka	39,00
KS-170200	English 4 IT. Praktyczny kurs języka angielskiego dla specjalistów IT i nie tylko	39,00
KS-170201	Szkoła programisty PLC. Sterowniki Przemysłowe	59,00
KS-170400	Montaż i konserwacja instalacji elektrycznych	75,00
KS-170401	Naprawa podzespołów i zespołów pojazdów samochodowych	75,00
KS-170402	Podstawy konstrukcji maszyn	73,00
KS-170403	Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy	79,00
KS-170404	Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy	75,00
KS-170405	Mikrokontrolery AVR i ARM. Sterowanie wyświetlaczami LCD	89,00
KS-170500	Elektronika dla małych i dużych. Od przewodu do obwodu	39,00
KS-170600	Internet rzeczy. Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowych i Raspberry Pi	67,00
KS-170601	Instalacje elektryczne do zasilania urządzeń elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru. Zagadnienia wybrane Vademecum elektro.info	45,00
KS-170900	LEGO. Księga przygód. Wydanie II. Kosmiczne podróże, piraci, smoki i jeszcze więcej!	39,00
KS-170901	Drony. Tajniki zdjęć i filmów lotniczych	59,00
KS-170902	Lego Mindstorms EV3. Programowanie robotów	69,00
KS-170903	Termodynamika dla bystrzaków	49,00
KS-171212	Zrób to sam. Generowanie ruchu, światła i dźwięku za pomocą Arduino i Raspberry Pi	49,00
KS-180100	Elektronika z wykorzystaniem Arduino i Raspberry Pi. Receptury	77,00
KS-180300	Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2. Nowe wydanie	225,00
KS-180400	Mikrokontrolery STM32 w systemach sterowania i regulacji	89,00



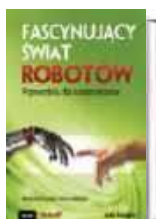
kod KS-170200
English 4 IT. Praktyczny
kurs języka angielskiego
dla specjalistów
IT i nie tylko,
Kathy Ceceri
stron 288, cena 39 zł



kod KS-161101
Proste projekty dla
młodych majsterko-
wiczów,
Autorzy: Redaktorzy
magazynu Make
stron 150, cena 30 zł



kod KS-140600
Gadżety szpiegowskie.
Szalony Geniusz,
Brad Graham,
Kathy McGowan
stron 384, cena 59 zł



kod KS-150800
Fascynujący świat
robotów
John Baichtal
stron 384, cena 67 zł



kod KS-141001
Programowanie układów
AVR dla praktyków
Elliot Williams
stron 432, cena 89 zł



kod KS-170012
Drony - teoria
i praktyka,
praca zbiorowa
stron 165, cena 39 zł



kod KS-160700
Domowe laboratorium
naukowe. Zrób to sam,
Windell Oskay, Raymond
Barrett
stron 344, cena 44 zł



kod KS-110207
Egzamin kwalifikacyjny
elektryka w pytaniach i
odpowiedziach,
Władysław Orlík
stron 456, cena 78 zł



kod KS-140888
Świat druku 3D.
Przewodnik,
Anna Kazunas-France
stron 224, cena 49 zł

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



sklep.avt.pl

Produkty z oferty i wyroby AVT
można nabyć na kilka sposobów:

W sklepie internetowym sklep.avt.pl

Zamówienia o wartości powyżej 100zł

złożone w sklepie internetowym premiuje busem!

Aktualna lista bonusów dostępna jest na stronie głównej sklepu.

W sklepie firmowym AVT:

Warszawa - Żerań

ul. Leszczynowa 11



Leszczynowa 11

U dystrybutorów:

Lista dystrybutorów dostępna jest na stronie sklepu:

sklep.avt.pl/webpage/dystrybutorzy.html

Wypełniając poniższy formularz zamówienia

Formularz można wylać faksem nr: 22 257 84 55,

lub pocztą tradycyjną na adres:

AVT-Korporacja Sp. z o. o.

Dział Handlowy

03-197 Warszawa

ul. Leszczynowa 11



prześlij faksem: 22 257 84 55

lub pocztą na adres:

AVT-Korporacja Sp. z o. o.

Dział Handlowy

03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 9/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 10/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 11/2020

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

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kitty

Opisane w poniższych:

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

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod - Nazwa	Ilość

Nadawca:

Imię i nazwisko

Zwój numer przesyłki

Adres:

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

Pakiet Elektronika Hobbysty

AVT HOBBY BOX

AVT HOBBY! Zestaw specjalnie przygotowany dla hobbystów elektroników!

Wyjątkowość zestawu AVT HOBBY polega na jego zawartości. Panel ekspertów wraz z grupą elektroników praktyków przygotował zestaw podstawowych, najczęściej wykorzystywanych elementów elektronicznych, na bazie których początkujący elektronik bez trudu skonstruuje wiele ciekawych układów, a także pozna sposoby ich działania.

Jak wiadomo, każdy elektronik z czasem tworzy swój własny magazyn części i podzespołów elektronicznych a niniejszy zestaw stanowi doskonałą bazę do zapoczątkowania takiego magazynu.

Całość zapakowana w organizer z systemem ruchomych przegród i przezroczystym wieczkiem.



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

Ulubiony Kiosk

Tutaj przejrzysz online i kupisz z przesyłką gratis ulubione czasopisma – bieżące i archiwalne



Zamów szybko i wygodnie na www.ulubionykiosk.pl

