

ELEKTRONIKA

dla wszystkich



5/2012 MAJ • CENA 12zł (w tym 5% VAT) • NAKŁAD: 14 990 egz.

www.elportal.pl

Galaxy Soccer 2012

Distortion – efekt gitarowy

Regulator mocy klasycznej lutownicy

- ▶ Zaawansowana lampa rowerowa
- ▶ Czarny kostur
- ▶ Generator w.cz. z f-metrem
- ▶ Sterownik kolejki
- ▶ Velleman K8046 – Panel dotykowy
- ▶ Szkolne podstawy elektroniki
- Półprzewodniki domieszkowane
- ▶ Kuchnia konstruktora
- Walka z samowzbudzeniem
- ▶ Pod lupą – Konsekwencje położenia biegunów
- ▶ Lampy fluorescencyjne
- ▶ EAGLE – Kolory dla dociekliwych
- ▶ Koleżeńskie porady
- Cynowanie w warunkach domowych
- ▶ Szkoła Konstruktorów – Przypomnierz
- ▶ Szkoła Konstruktorów – Elektroniczny prezent



ISSN 1425-1698
INDEKS 333 62X
9 177 1425 11 69 122 0 5

automatyka,
elementy i urządzenia
elektroniczne
www.elfaelektronika.pl

ELFA DISTRELEC

**ZDOBAŃZ
STYPENDIUM!**

szczegóły na:

www.tme.pl

zapraszamy

**FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE**

czujniki
przełączniki
półprzewodniki
narzędzia
obudowy
i wiele więcej...

www.piekarz.pl

artronic LCD-Chip On Glass

Blackline
240x128 FFSTN
WHITE BACKLIGHT
EXTENDED TEMPERATURE
DOUBLE FSTH TECHNOLOGY
MODERN CHIP IC1688
LOW POWER CONSUMPTION

POWER LED

**OBUDOWY
DLA
ELEKTRONIKI**

www.maszczyk.pl

MASZCZYK
05-071 Sulejówek-Miłosna
ul. Mickiewicza 10
tel.: (0 22) 783 45 20
fax: (0 22) 783 90 85
maszczyk@maszczyk.pl

HPS140i
HANDHELD POCKET SCOPE

velleman
INSTRUMENTS

Niewielki oscyloskop o DUŻYCH możliwościach

**40
MS/S**
REAL TIME



530 zł

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

Zestaw do samodzielnego montażu dla przyszłych konstruktorów i inżynierów. W komplecie elementy elektroniczne i mechaniczne pozwalające na zbudowanie jednego z trzech różnych robotów poruszających się w trudnym terenie.

...podnosi
i przestawia...



...pokonuje
przeszkody...



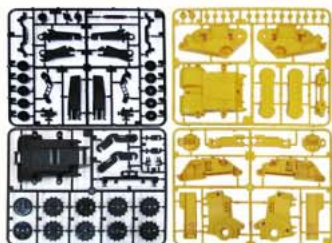
...chwytą
i przenosi
przedmioty...



Zobacz w akcji:



<http://sklep.avt.pl/p/pl/496129/robot+terenowy+3+w+1.html>



Przewodowe zdalne sterowanie umożliwia jazdę do przodu, skręty, obroty oraz podnoszenie. Zasilanie bateryjne 4xAA.

kod handlowy KSR11
cena 164 zł

Rekomendowany od 14 lat!

Firmy prezentujące swoje

oferty w niniejszym

wydaniu EdW:

ADVANCE ELECTRONIC ... 73

ARTRONIC 1

CONRAD ELECTRONIC ... 84

CYFRONIKA 39

ELFA ELEKTRONIKA ... 1

ELMAX 73

ELPIN 74

FERYSTER 59

GTB-SOLARIS 75

IZOTECH 74

KRADEX 75

LARO 15

LIS POL 55

MASZCZYK 1

NDN 83

PIEKARZ 1, 31

PW KEY 73

RCS ELEKTRONIK 67

SEMICON 29

TME 1

TOMSAD 1



str. 15

Galaxy Soccer 2012

Niesamowity projekt, związany ze zbliżającymi się Mistrzostwami Europy. W piłkę grają stylizowane roboty o prostej konstrukcji, zaskakujących możliwościach, zasilane zdalnie za pomocą pola elektromagnetycznego.

str. 21

Zaawansowana lampa rowerowa

Projekt dla ambitnych Czytelników, którym nie wystarczą sklepowe gadżety. Czy i Ty wykonasz tylną lampę do roweru, wyposażoną nie tylko w mikroprocesor, ale też w miernik przyspieszenia?



str. 46

Distortion Plus

Opis nieskomplikowanego efektu gitarowego. Autor prezentuje projekt przystawki, zniekształcającej wierzchołki sygnału. Przedstawiony układ jest bazą do samodzielnych eksperymentów z różnymi rodzajami diod.



str. 44

Miniaturowy generator z f-metrem

Prościutki przestrajany generator przebiegu prostokątnego 20kHz...37MHz, zrealizowany na miniaturowym układzie LTC1799. Do tego praktyczny miernik częstotliwości według popularnego projektu z Internetu.



str. 56

Klasyczny transformator Tesli SGTC

Autor wielu projektów wysokonapięciowych dzieli się swoim doświadczeniem z Czytelnikami, a jednocześnie ostrzega przed poważnymi niebezpieczeństwami, występującymi w tego typu urządzeniach.

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:

Zbigniew Oriłowski
Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:

Ewa Górecka-Dudzik

Okładka, zdjęcia, skanowanie:

Piotr Górecki jr

Sekretarz Redakcji

Ewa Górecka-Dudzik
ewa.dudzik@elportal.pl
tel.: (22) 786 26 58
(w godzinach 10:00 – 15:00)

Dział Reklamy:

Grzegorz Krzykowski
grzegorz.krzykowski@ep.com.pl
tel.: (22) 257 84 60

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:

tel.: (22) 257 84 22
fax: (22) 257 84 00
prenumerata@avt.pl

Stali współpracownicy:

Arkadiusz Bartold
Aleksander Bernaczek
Jakub Borzdyński
Arkadiusz Hudzikowski
Szymon Janek, Rafał Orodziński
Wiesław Pylewski
Michał Stach
Piotr Świerczek
Wojciech Turemka
Piotr Wójtowicz

Druk:

Elanders Polska Sp. z o.o.
ul. Mazowiecka 2, 09-100 Płońsk

Projekty

Galaxy Soccer 2012, część 1.....	15
Lampa rowerowa z wbudowanym światłem STOP.....	21

Projekty AVT

Miniaturowy generator z f-metrem.....	44
Distortion Plus.....	46
Czarny kostur, czyli elektroniczny płonący kij.....	50

Elektronika 2000

Moje doświadczenia z akcelerometrem.....	52
Sterownik kolejki. Moduł lokomotywy i zwrotnica.....	54
Klasyyczny transformator Tesli SGTC.....	56
Regulator mocy lutownicy grzałkowej 230V.....	58

Forum Czytelników

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 195

Zaproponuj jakikolwiek elektroniczny przypomnierz.....	30
--	----

Rozwiązanie zadania głównego 190

Zaproponuj urządzenie elektroniczne, które mogłoby służyć jako prezent.....	31
---	----

Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 195, 190.....	36
--	----

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 195, 190.....	39
--	----

Artykuły różne

Pod Lupą. Wzmocniacze – Część 38. Położenie biegunów.....	23
Kuchnia konstruktora, czyli taki zwyczajny zasilacz.....	
Stabilizatory z MOSFET-em N, część 9.....	25
Szkolne podstawy elektroniki. Półprzewodniki domieszkowane, cz. 5.....	28
S8-kanałowy panel dotykowy czyli nowoczesna klawiatura.....	
Velleman K8046.....	42
Koleżeńskie porady – Domowy sposób na cynowanie PCB.....	62
Parametry diod LED, część 4.....	63
Projektowanie pod EAGLE. Cz. 4 – warstwy i kolory dla dociekliwych.....	66

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki.....	6
Poczta.....	10
Skrzynka porad.....	12
Prenumerata.....	9, 76
Księgarnia AVT.....	70
Miniankieta.....	72
Reklamy.....	73
Sklepy dla elektroników.....	69
Oferta handlowa AVT.....	77

Konkursy

Jak to działa?.....	14
Czego tu brak?.....	8
Krzyżówka.....	61



Maj

W maju na okładce znajdziecie kolejny niesamowity projekt, bezpośrednio związany z Euro2012. W zasadzie jest to amatorska realizacja gry towarzyskiej, znanej jako piłkarzyki. Efekt jest znakomity, co można podziwiać na www.youtube.com w kilku filmikach użytkownika **Darkk50**, np: www.youtube.com/watch?v=Wjb7BuGRPCI

Jednak nas, elektroników najbardziej interesują wykorzystane tam rozwiązania techniczne. Jedną z kluczowych atrakcji jest fakt, że energia do zasilania jest przekazywana bezprzewodowo przez pole elektromagnetyczne. Tego jeszcze nie było!

W tym numerze znajdziecie też szereg wyjątkowo interesujących projektów, jak zaawansowana lampa rowerowa z miernikiem przyspieszenia, niecodzienny generator RC, pracujący w zakresie w.cz. aż do kilkudziesięciu megaherców, efekt gitarowy, sterownik kolejki oraz transformator Tesli.

Muszę poinformować, że mamy już zapas **Krzyżówek** na prawie rok, natomiast otrzymujemy za mało materiałów do rubryk **Koleżeńskie porady** i **Warsztatowe patenty**. Tymczasem wiem, że wielu z Was mogłoby z powodzeniem podzielić się swoimi doświadczeniami. Zapraszam, wystarczy e-mail, kilka zdań tekstu oraz rysunek lub fotografia!

W kwietniu pytałem o makiety edukacyjne. Odzew był, ale umiarkowany, nie planujemy więc podjęcia w tej sprawie szczególnych działań. Natomiast zachęcamy, żebyście prezentowali na łamach EdW własne projekty makiet i układów eksperymentalnych, przydatnych w szkole i na uczelni.

Pod wpływem Waszych listów oraz kontaktów z Autorami projektów planujemy natomiast opisać sposób realizacji eleganckich schematów i innych rysunków za pomocą darmowego Inkscape. Rozważamy też celowość przedstawienia elementarnego kursu EAGLE i innych pakietów projektowych – piszcie w tej sprawie (edw@elportal.pl). Jak zwykle zachęcam do żywego udziału w bieżących zadaniach Szkoły Konstruktorów!

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki



**Prenumerata
naprawdę warto!**

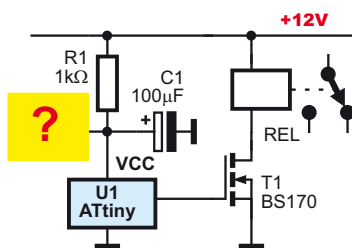
Stały konkurs: Czego tu brak?

Zadanie Brak1205

Na rysunku A pokazany jest schemat pewnego prostego, popularnego układu (obwodu) elektronicznego. Zadaniem uczestników jest określenie, **czego brakuje na schemacie?** Odpowiedź może mieć postać kompletnego schematu, narysowanego dowolnym sposobem (także np. skan odręcznego rysunku na kartce). Odpowiedź może też być tekstowa – w postaci jak najkrótszego opisu słownego.

E-maile z odpowiedziami należy nadsyłać w ciągu miesiąca od ukazania się numeru na adres: konkursy@elportal.pl

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *1204Kowalski*. Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT-2787 pokazane na fotografii poniżej.



Rozwiązanie zadania Brak1202

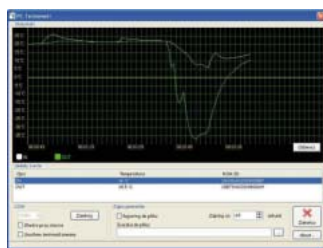
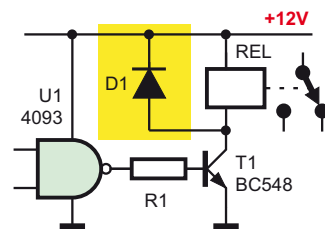
Rysunek B pokazuje, czego brakowało na schemacie, zamieszczonym w EdW 2/2012. Jak widać, brakowało tam diody. Taka dioda jest niezbędna. Zabezpiecza tranzystor przed uszkodzeniem, wywołanym przepięciami, występującymi przy przerywaniu prądu w cewce przekaźnika. Upominki (zgodnie z zapowiedzią – w postaci kytu AVT-749 *Kolorowy gadżet RGB*, fotografia poniżej) wylosowali:

Rafał Słomkowski – Inowrocław,

Darek Dunajewski – Śrem,

Michał Wawro – Miejsce.

Dodatkowo najaktywniejsi uczestnicy konkursu pod koniec roku zostaną nagrodzeni bezpłatnymi prenumeratami EdW.



W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 6/2012

Czy warto wykonać własny odbiornik GPS? Wprawdzie odbiorniki GPS są dziś powszechnie dostępne i stosunkowo tanie, jednak jak wskazuje artykuł, samodzielna budowa takiego urządzenia może być źródłem ogromnej satysfakcji. Na pewno będzie też okazją do nauki i zbierania doświadczeń.



W kolejce na publikację czekają też m.in.:

Termometr widmowy

Sześć niebieskich diod LED, płyta kompaktowa i trochę elektroniki, po wprawieniu w ruch obrotowy dają niezwykle efektowny termometr.



EdW 7/2012

Tego jeszcze nie było! Czy w XXI wieku warto zajmować się tematem mechanicznej telewizji? Wakacyjny okładkowy projekt pozwala cofnąć się w czasie o prawie sto lat, do początków telewizji i poczuć atmosferę, towarzyszącą dokonywaniu jednego z największych wynalazków w historii ludzkości.



Eco Blue

Robot Bluetooth. Wyróżnia go BRAK mikrokontrolera czy innego układu programowalnego, a także BRAK modułu Bluetooth o profilu SPP.



Tranzystorowy wzmacniacz mocy

Choć dziś we wzmacniaczach mocy niepodzielnie królują układy scalone, wielu Czytelników chce zbudować klasyczny wzmacniacz tranzystorowy.



EdW 8/2012

W żadnym wypadku nie wyrzucajcie przestarzałych oscyloskopów! Sierpniowy projekt okładkowy przedstawia wyświetlacz wektorowy, zrealizowany na bazie starego polskiego oscyloskopu. Układ łączy w sobie technikę cyfrową i analogową z dodatkiem szczypty wysokich napięć.



Selektor wejść

Jeżeli korzystamy w wielu źródłach dźwięku (komputer, DVD, TV), a we wzmacniaczu audio brakuje wejść, nie trzeba zmudnie przełączać kabli. Można zbudować zdalnie sterowany selektor wejść.



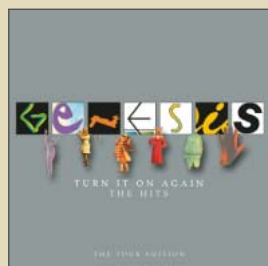
Taniej się nie da?

W maju, 16 lat temu, otwarto pierwszy hipermarket w Polsce. Dziś mamy ich w kraju setki – zdobywają rynek m.in. przez wielkie obniżki cen. Ale przecież można jeszcze taniej...

Zaprenumeruj EdW!

- start za darmo, później do 50% taniej (patrz str. 76)
- 80% zniżki na e-prenumeratę (dostęp przed ukazaniem się pisma w kioskach!)
- krok w stronę Klubu AVT (patrz str. 68)
- rabaty i przywileje Klubu AVT-elektronika (avt.pl/klub-elektronika)
- archiwalia gratis (patrz str. 76)
- zniżki na sklep.avt.pl

Każdy, kto zaprenumeruje EdW w maju, otrzyma dodatkowo – do wyboru:



lub

płytę Genesis „Turn It On Again“



naszą koszulkę firmową

Informację, jaki prezent wybierasz, przekaż nam przed 1 czerwca
– mailem (prenumerata@avt.pl), faksem (22 257 84 00),
telefonicznie (22 257 84 22) lub listownie
(Wydawnictwo AVT, Dział Prenumeraty, ul. Leszczyńska 11, 03-197 Warszawa)



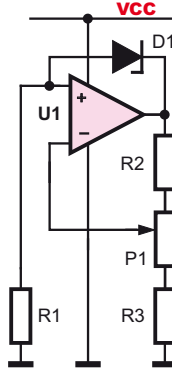
Jak to działa?

Na rysunku przedstawiony jest układ ze wzmacniaczem operacyjnym.

Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu

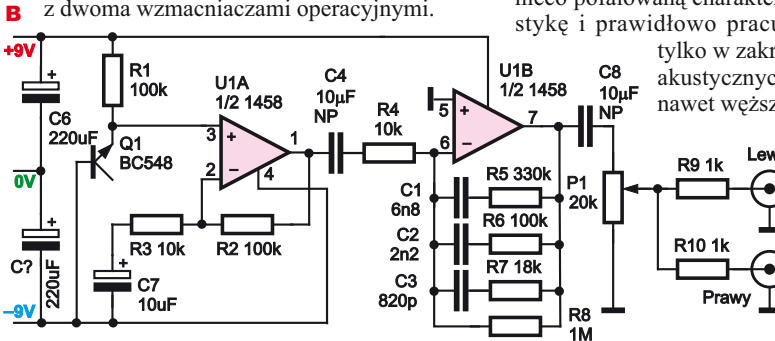
Jak działa i do czego służy taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem **Jak5**, należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się tego numeru EdW. Nagrodami w konkursie będą kity AVT lub książki.



Rozwiązanie zadania z EdW 1/2012

W numerze 1/2012 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany układ z dwoma wzmacniaczami operacyjnymi.



Jest to generator szumu różowego (pink noise generator). Dwa kondensatory oznaczone NP to albo kondensatory stałe, albo elektrolityczne niebiegunowe. Dziwne włączenie tranzystora Q1 nie jest pomyłką, jak przypuszczali jeden z uczestników. Tranzystor ten stosunkowo mocno szumi i pracuje w roli... diody Zenera (o napięciu 7...9V, dlatego do zasilania potrzebne są dwie 9-woltowe baterie). Szum ten jest wzmacniany w układzie U1A. Jest to wzmacniacz nieodwracający, więc ma dużą oporność wejściową, co jest ważne, by nie tłumić szumu, występującego na stosunkowo dużej rezystancji R1=100kΩ. Widmo powstającego szumu powinno być w miarę równomierne – powinniśmy otrzymać tak zwany szum biały. Choć szum biały wydaje się „naturalny”, bo ma jednakową moc, przypadającą na jednostkę częstotliwości, jednak w praktyce okazuje się, że zdecydowanie bardziej pożyteczny jest tak zwany szum różowy, który ma stałą moc szumów w każdej oktawie (i dekadzie) częstotliwości.

Szum różowy odpowiada właściwościom ludzkiego ucha, a także ma pewne istotne podobieństwa do naturalnych sygnałów audio. Właśnie łagodniejszy szum różowy, a nie znacznie ostrzejszy szum biały, jest często wykorzystywany przy pomiarach systemów audio.

Problem w tym, że stosunkowo łatwo jest wytworzyć szum biały, a nie różowy. Szum różowy można otrzymać z białego przez filtrowanie. Potrzebny jest filtr, który będzie

tłumił wyższe częstotliwości z nachyleniem -3dB/oktawę (-10dB/dekadę). Problem w tym, że pojedynczy obwód RC ma charakterystykę o dwukrotnie większym nachyleniu (-6dB/oktawę = -20dB/dekadę). Nieużyteczne są więc proste filtry według **rysunku C**. Potrzebny jest filtr o mniejszej stromości, jak pokazuje **rysunek D**, ale nie da się go zrealizować za pomocą pojedynczego obwodu RC. Nie sposób też zrealizować bardzo precyzyjnego filtra -10dB/dekadę, pracującego w pełnym paśmie częstotliwości. Jednak w praktyce całkowiec wystarczy filtr, który ma nieco pofalowaną charakterystykę i prawidłowo pracuje

tylko w zakresie częstotliwości akustycznych 20Hz...20kHz, a nawet węższym.

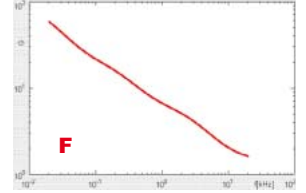
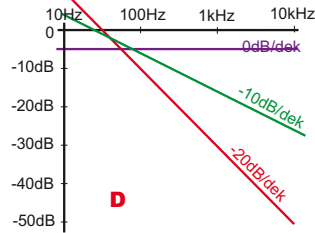
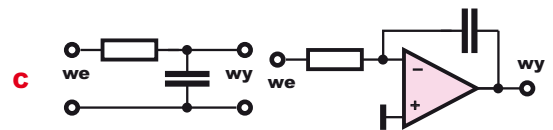
Takie filtry realizuje się z wykorzystaniem ogni, pokazanych na **rysunku E**. Odpowiednio dobierając liczbę ogni

oraz stosunki rezystorów, można z bardzo dobrym przybliżeniem uzyskać prostoliniową charakterystykę -10dB/dekadę w potrzebnym zakresie częstotliwości. I właśnie na **rysunku B** wzmacniacz U1B, wraz ze współpracującymi elementami RC, pełni rolę takiego filtra. Jeden z uczestników zadał sobie trud i zasymulował taką charakterystykę – **rysunek F**.

Idea jest prawidłowa i dobra, jednak w praktyce problem w tym, że poszczególne egzemplarze tranzystorów, nawet tego samego typu, generują szum o nieco innym widmie i trudno taki szum uznać za czysty szum biały.

Dlatego jeśli ktoś chciałby zrealizować taki generator szumu, powinien przeprowadzić eksperymenty z różnymi tranzystorami Q1 i zmierzyć charakterystykę uzyskiwanego szumu za pomocą analizatora widma.

Z uwagi na niedoskonałości, w literaturze spotyka się też inne propozycje generatorów szumu różowego. Jedną z nich pokazana jest na **rysunku G**. Więcej szczegółów na stronie www.techlib.com/electronics/pinknoise.htm



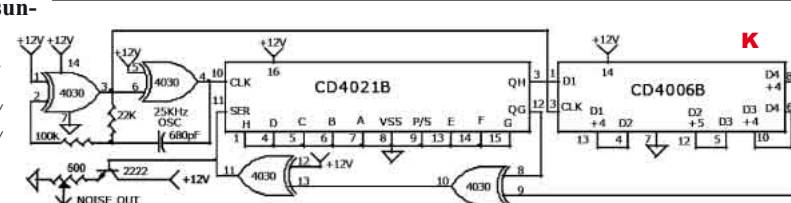
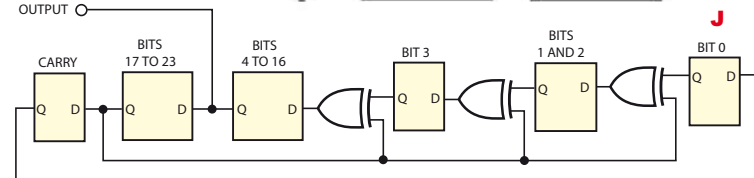
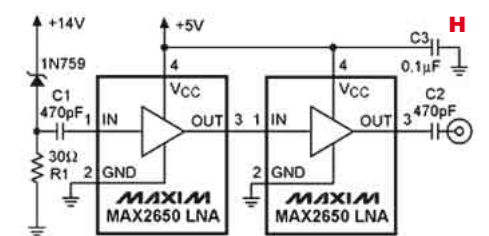
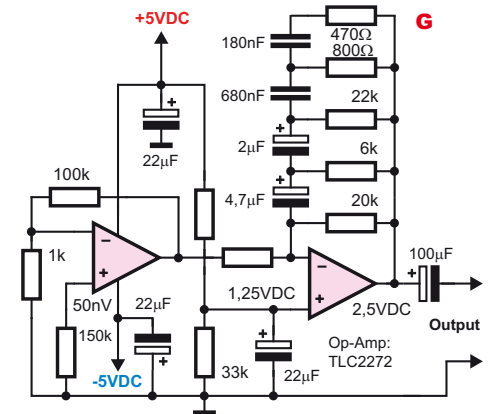
Tu źródłem szumu jest po prostu wzmacniacz operacyjny. Jego własne szumy wejściowe, które powinny mieć charakterystykę zbliżoną do szumu białego, są wzmacniane, a następnie filtrowane.

W literaturze można znaleźć także inny przykłady generatorów szumu. **Rysunek H** (z materiałów Maxim) pokazuje podobny szerokopasmowy generator szumu białego w zakresie 1MHz do 100MHz. **Rysunki J, K** pokazują cyfrowe generatory szumu białego.

Wszystkie nadesłane odpowiedzi były prawidłowe. Nagrody otrzymują

Jarosław Dobosz – Joanin,
Krzysztof Turek – Jasło,
Jarosław Tarnawa – Godziszka.

Wszyscy uczestnicy zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.





Galaxy Soccer 2012

część 1

W artykule, na przykładzie interesującej gry amatorskiej, przedstawiono obsługę joysticka analogowego, dwukierunkowego toru radiowego oraz bezprzewodowy tor zasilania. Program napisano w popularnym języku BASCOM AVR.

Prezentowany układ jest prototypem ciekawej gry, zbudowanym w oparciu o popularne podzespoły elektroniczne. Konkretnie, są to sterowane drogą radiową roboty-piłkarzyki, przedstawione na **fotografii tytułowej**.

Fotografia nie pokazuje wszystkiego. Przed lekturą artykułu gorąco zachęcam do odwiedzenia www.youtube.com i wpisania tam w okienku **Darkk50**. Oglądanie filmików można zacząć np. od prezentacji „Polaka”:

www.youtube.com/watch?v=Wjb7BuGRPCI

W sumie stopień trudności i koszty są niewielkie, w porównaniu z fantastycznymi możliwościami prezentowanego systemu. A nazwa projektu, „Galaxy Soccer”, wzięła się z tego, że w sprzedaży nie znalazłem figurek piłkarzy. Były natomiast, pasujące wielkością, figurki galaktycznych wojowników, a obudowa mechanizmu – podstawa, przypomina trochę latający spodek :-). Do gry wystarczy zwykła piłeczka do tenisa stołowego, o średnicy 40mm i kawałek podłogi lub stołu. Opisywane urządzenie służy do

zabawy, lecz jego budowa umożliwia łatwe dostosowanie do innych celów, bowiem w naszym codziennym życiu często zachodzi potrzeba sterowania różnymi urządzeniami lub zbierania informacji, które należy przesłać drogą radiową. Prezentowany układ w interesujący sposób rozwiązuje przynajmniej część tych zadań. W EdW były już przedstawiane liczne podobne konstrukcje, lecz chciałbym zaprezentować swoje rozwiązanie ze względu na jego prostotę i uniwersalność. Warto zwrócić uwagę na użycie popularnych elementów oraz prostego oprogramowania, w celu

do gier, a obudowę robota stanowi okrągły pojemnik na żywność, o średnicy 11,5cm.

Uwaga! Poniższy obszerny śródtytuł z opisem systemu sterowania przeznaczony jest tylko dla najbardziej dociekliwych Czytelników. Zrozumienie tych wszystkich szczegółów nie jest jednak warunkiem niezbędnym do wykonania modelu czy realizacji podobnych konstrukcji. Warto jednak rozszerzyć swoją wiedzę i dobrze poznać zasady działania wykorzystanych tu rozwiązań. Mniej dociekliwi Czytelnicy mogą ten materiał bez obawy pominąć i przejść do śródtytułów z opisem pada, robota, wyrzutni oraz systemu bezprzewodowego przesyłania energii elektrycznej.

Opis systemu sterowania – tylko dla dociekliwych

Dla lepszego zrozumienia budowy i działania warto przeanalizować schemat blokowy, pokazany na **rysunku 1**. Informacja o prędkości, kierunku jazdy oraz wciśnięciu przycisków „Fire” przekazywana jest za pomocą joysticków analogowych do przetwornika A/C mikrokontrolera. Mikrokontroler przetwarza dane i wysyła je drogą radiową do robota. Tam są one zamieniane na odpowiednie wartości PWM dla silników oraz impulsy dla wyrzutni piłeczki. Robot, po otrzymaniu danych, przekazuje do pada wartość napięcia

Fot. 1

obsługi nowoczesnych transceiverów TLX2401. Mimo trzech gwiazdek (głównie z uwagi na konstrukcję mechaniczną), starałem się bardzo, aby przedstawiony materiał był zrozumiały, także dla mniej doświadczonych Czytelników. Jest to typowy pojazd dwukołowy, napędzany niezależnymi silnikami z przekładnią mechaniczną. Realizacja przedstawiona jest na **fotografii 1**. Do budowy nadajnika wykorzystano popularny pad używany



Lampa rowerowa z wbudowanym światłem STOP



Wiosną, kiedy zauważalny jest wzrost temperatur, coraz częściej spotykamy na ulicach rowerzystów. Jednak poza przyjemnością, jaką niesie jazda na rowerze, istnieje wiele niebezpieczeństw. Szczególnie wieczorami i nocą, kiedy pojazdy te są słabo lub w ogóle nieoświetlone. Większość lamp rowerowych wraz z rozładowaniem baterii traci swą pierwotną moc świecenia, co skutkuje pogorszeniem widoczności rowerzysty. Nie mówiąc już o zwykłych lampach podłączonych do małej prądniczki typu „dynamo”, gdzie natężenie wytwarzanego światła zależy od prędkości obrotowej koła. Rozwiązaniem takiego problemu może być zastosowanie do budowy lampy rowerowej przetwornicy, która niezależnie od spadku napięcia baterii będzie utrzymywać stałe napięcie wyjściowe, oczywiście kosztem zwiększonego poboru prądu. Jednak na tym nie kończą się wszystkie problemy związane z oświetleniem roweru. Pamiętajmy, że wprawiony rowerzysta jest w stanie osiągać prędkość przekraczającą 40km/h. Podczas hamowania rodzi się niebezpieczeństwo najechania przez pojazd jadący za nim, ponieważ bardzo rzadko spotyka się tylne oświetlenie z funkcją światła STOP. Z takiego powodu zrodził się pomysł na wykonanie niewielkiej, tylnej lampy rowerowej, dodatkowo wyposażonej w układ zasilania, pozwalający na utrzymanie stałej mocy świecenia oraz funkcję światła STOP.

Opis układu

Aby zapewnić stałą moc świecenia, aż do całkowitego rozładowania baterii, użyto dwóch scalonych przetwornic impulsowych L6920 firmy ST. Jedna odpowiada za zasilanie części logicznej urządzenia, natomiast druga zasila diody LED, będące źródłem światła barwy czerwonej. Do zasilania posłużyły 4 baterie AAA, podłączone według **rysunku 1**, czyli w taki sposób, aby otrzymane napięcie znamionowe wynosiło 3V.

Niewielkie rozmiary i prostota implementacji układów L6920 umożliwiły zamknięcie urządzenia w małej obudowie o kształcie zaokrąglonym z jednej strony. Pozwoliło to na umiejscowienie diod tak, aby każda świeciła pod innym kątem, czego efektem jest znacząca poprawa widoczności rowerzysty.

Schemat elektryczny lampy rowerowej przedstawia **rysunek 2**. Przetwornica U1 jest odpowiedzialna za zasilanie układów logicznych takich jak: mikrokontroler ATTINY 44, żyroskop LPY5150AL i akcelerometr LIS344AL. Ze względu na zastosowane czujniki, wartość napięcia wyjściowego przetwornicy nie przekracza 3,3V. Druga przetwornica (U2) zasila diody LED, a napięcie wyjściowe wynosi 5V.

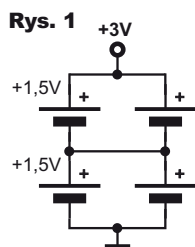
Zastosowane czujniki zostały wykonane w technologii MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems). Wewnątrz swojej struktury mogą zawierać wiele elementów mikromechanicznych takich jak: sprężyny, dźwignie, przekładnie zębate, masę. Użyte czujniki są czujnikami analogowymi o wyjściu napięciowym. Dla żyroskopu napięcie wyjściowe jest proporcjonalne do prędkości kątowej, natomiast dla akcelerometru do aktualnego przyspieszenia w danej osi.

Choć powinno to być jasne, jednak podkreślam, że **do prawidłowego działania funkcji STOP nie jest wymagane podłączenie elektroniki do hamulców roweru**. Zastosowany czujnik przyspieszenia wykrywa opóźnienie powstałe podczas hamowania i zaświeca światło STOP. Jednak takie rozwiązanie nie pozwala na wykrywanie opóźnienia o bardzo małej wartości (łagodne hamowanie), ze względu na fakt, że akcelerometr mierzy zarówno przyspieszenie dynamiczne, jak i statyczne. Przechyl roweru podczas jazdy, np. z góry, powoduje pomiar napięcia,

pochodzącego od przyspieszenia statycznego, co przy jeździe z góry może skutkować niekontrolowanym włączeniem światła STOP. Problem ten rozwiązano przez zaimplementowanie funkcji kalibracji czujnika przyspieszenia. Próg wartości opóźnienia, przy jakim załącza się światło STOP, można dobrać w taki sposób, aby nie włączało się podczas zjazdów z góry, a jedynie podczas hamowania.

Elementem nadzorującym pracę całego urządzenia jest mikrokontroler ATTINY 44. Wybrano go ze względu na szereg zalet takich jak niewielkie wymiary i mały pobór prądu. Wbudowany przetwornik analogowo-cyfrowy o rozdzielczości dziesięciu bitów w zupełności wystarcza do poprawnego pomiaru sygnałów z wyjść czujników. Schemat montażowy urządzenia przedstawia **rysunek 3**. Mikrokontroler ma 4kB pamięci wbudowanej flash, co jest wielkością wystarczającą do napisania nawet rozbudowanego oprogramowania.

Program mikrokontrolera napisano w środowisku AVR STUDIO, używając języka C. Lampa ma 5 funkcji świecenia. Są one przełączane przyciskiem, umiejscowionym od dołu obudowy tak, aby urządzenie było odporne na różne warunki atmosferyczne. Włącznik zasilania został natomiast zamontowany z tyłu lampki.



Taki zwyczajny zasilacz... Stabilizator z MOSFET-em N

W poprzednim odcinku przeprowadziliśmy wstępne próby stabilizatora z MOSFET-em N. Znaleźliśmy kilka sposobów likwidacji samowzbudzenia. W praktyce właśnie wersja z tranzystorem MOSFET N może się okazać bardzo atrakcyjna, ale przede wszystkim w wersji LDO. Aby uzyskać stabilizator LDO, przeprowadziłem kolejne modyfikacje i dokonałem pomiarów. Zmodyfikowany schemat pokazany jest na rysunku 11. Na czas prób dodałem jeszcze jeden stabilizowany zasilacz wtyczkowy, zapewniający napięcie pomocni-

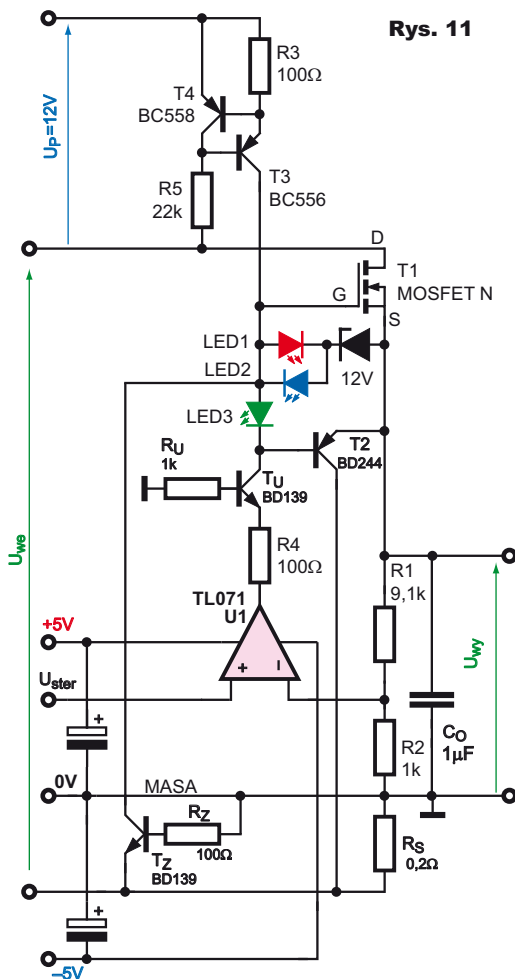
go rezystora R3 sytuacja nie jest korzystna, bo prąd kolektora T_U zmienia się w szerokim zakresie, a rezystancja R3 z konieczności musi być stosunkowo duża, co jest niekorzystne z kilku względów. Aby polepszyć sytuację, zamiast pojedynczego rezystora R3 włączyłem źródło prądowe z tranzystorami T3 (BC556), T4 (BC558). Teraz rezystor $R3=100\Omega$ wyznacza prąd tego źródła i kolektora T_U na poziomie 6mA. Na rezystorze R3 spadek napięcia wynosi około 0,6V, napięcie nasycenia T3 jest rzędu 0,1V, więc napięcie na bramce T1 może być wyższe od napięcia na jego drenie i źródle nawet o 11,3V, a to oznacza, że możemy tranzystor T1 w pełni nasycić. Minimalny spadek napięcia na T1 będzie wtedy równy iloczynowi rezystancji R_{DSon} , dla IRF540 nie większej 0,044 Ω . Na przykład przy prądzie 5A spadek napięcia na T1 wyniesie maksymalnie 0,22V, czyli rzeczywiście uzyskamy stabilizator LDO.

Z drugiej strony, aby uzyskać napięcia wyjściowe U_{wy} już od zera, bazę tranzystora pośredniczącego T_U dołączyłem nie do napięcia +5V, tylko do masy, przez rezystor R_U , który przyda się też później w obwodzie programowalnego ogranicznika prądu.

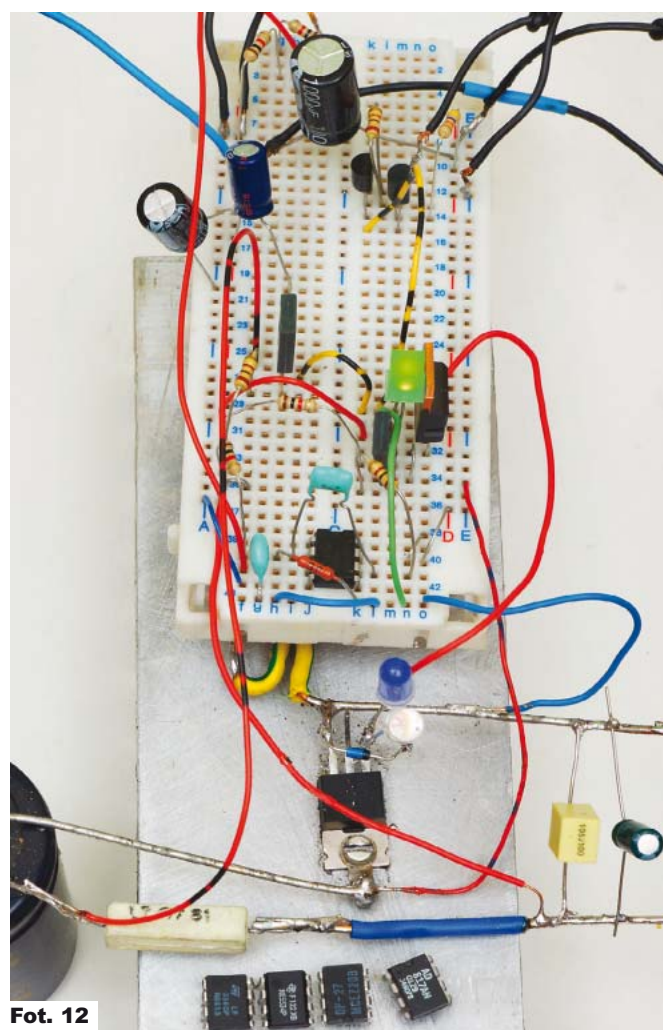
Przewidziałem też „na dole” rezystor R_S do pomiaru prądu i do obwodu przeciwzwarciowego z tranzystorem T_Z .

Jak pamiętamy, w pierwotnym prostym układzie, przy próbie szybkiego zmniejszenia napięcia wyjściowego, kondensator wyjściowy C_O rozładowywany był głównie stosunkowo małym prądem, płynącym przez obwody zabezpieczenia MOSFET-a T1 i dalej przez R4 do wyjścia wzmacniacza operacyjnego. Aby to zmienić, dodałem pomocniczy tranzystor T2 (BD244), który w razie potrzeby szybko rozładowuje C_O . Jego kolektor

Rys. 11



cze $U_P=12V$. Zasilacz ten pozwoli podnieść napięcie bramki MOSFET-a T1 powyżej napięcia drenu. Zmieniłem też obciążenie w kolektorze T_U . Przy zastosowaniu pojedyncze-



Fot. 12

celowo dołączyłem nie do masy, tylko „poniżej” rezystora R_S .

Dodałem też zieloną diodę LED3, na której występuje napięcie około 2V. Z jednej strony dołączona jest do niej bramka MOSFET-a T1, z drugiej baza T2. Na wyjściu naszego stabilizatora mamy teraz niewątpliwie stopień wyjściowy mocy z komplementarnymi, bądź co bądź, tranzystorami T1, T2, więc mogłoby się wydawać, że dioda LED3 pełni rolę obwodu wstępnej polaryzacji i zapewnia w spoczynku częściowe przewodzenie obu tranzystorów T1, T2, czyli ich pracę w klasie AB. Tak byłoby, gdyby napięcie na LED3 było większe. Otóż przy zastosowaniu w roli T1 klasycznego

Szkoła Konstruktorów



Szkoła Konstruktorów ma trzy klasy (Zadanie główne, Co tu nie gra? i Policz). Każdy Czytelnik „Elektroniki dla Wszystkich” może nadesłać rozwiązane jednego, dwóch lub wszystkich trzech zadań Szkoły z danego numeru, zwykłą pocztą lub w postaci e-maila. Paczki z modelami i koperty zawsze adresujcie: AVT – EdW ul. Leszczynowa 11 03-197 Warszawa i **konieczn**ie podawajcie na kopercie czy paczce zawartość, np. *Szko195, NieGra195, Policz.195*, (na innych analogicznie *Jak5, #5, CoTo5, Projekt*, itd).

Rozwiązania nadsyłane e-mailem powinny być kierowane na adres: szkola@elportal.pl (*szkoła*, a nie *szkoła*). Bardzo proszę: w tytule e-maila i w nazwie każdego złącznika, oprócz **nazwy konkursu** i numeru zadania, umieścić też **swoje nazwisko** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko195Kowalski, Policz195Zielinski, NieGra195Malinowski, Jak5Krzyzanoski*. 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 e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co mi znacznie ułatwi segregowanie poczty.

Regularnie potwierdzam otrzymanie rozwiązań, nadsyłanych e-mailem. Jeśli w terminie pięciu dni nie otrzymacie mojego potwierdzenia, prześlijcie pliki jeszcze raz (do skutku).

Bardzo proszę, by każdy uczestnik zadania głównego podawał **imię, nazwisko, adres zamieszkania oraz rok urodzenia, a w przypadku uczniów także informacje o szkole i klasie, do której uczęszcza**. Jest to pomocne przy opracowywaniu rozwiązań, ocenie prac oraz wysyłce upominków, nagród i dyplomów (dane osobowe będą wykorzystane wyłącznie w związku z oceną prac i nagrodami). Jeśli na łamach czasopisma nie chcecie ujawniać swoich danych – napiszcie, a zachowam dyskrecję, podając albo pseudonim, albo imię i pierwszą literę nazwiska, ewentualnie miejscowość zamieszkania. Autorzy rozwiązań zadania głównego, jeśli chcą, mogą też przysyłać fotografie swej osoby (portret), które będą zamieszczone przy rozwiązaniu zadania.

Mam też prośbę dotyczącą kwestii technicznych. Nie umieszczajcie ilustracji w tekście! Wszystkie ilustracje (fotografie i rysunki) powinny być przesłane jako oddzielne pliki. Bardzo proszę też o przysyłanie schematów, projektów płytek i wszelkich innych rysunków w popularnych formatach, na przykład PDF, JPG, GIF czy PNG, i to także wtedy, gdy przysyłacie oryginalny, źródłowy plik z danego programu projektowego (sch, pcb, brd, ddb, itp.).

Wystarczy przysłać e-mailem postać elektroniczną rozwiązania, nie jest konieczny papierowy wydruk ani płyta CD/DVD. Ale jeżeli ktoś pisze tekst na komputerze i przysyła do mnie wydruk w kopercie, to niech także przyśle e-mail z plikiem tekstowym (.DOC, .TXT, .ODT), co znacznie ułatwi zacytowanie całości lub fragmentu rozwiązania oraz przygotowanie do ewentualnej publikacji. Jeśli jednak nadsyłacie w paczce model lub płytę z dokumentacją, zawsze dołączajcie papierowy wydruk własnoręcznie podpisanego i opatrzonego datą oświadczenia: *Ja, niżej podpisany, oświadczam, że projekt/artykuł pt.:, który przesyłam do redakcji „Elektroniki dla Wszystkich”, jest moim osobistym opracowaniem i nie był wcześniej nigdzie publikowany.*

Jeśli natomiast przysyłacie fotografie modelu pocztą elektroniczną, takiej samej treści oświadczenie powinno się znaleźć w treści e-maila.

Zadanie główne nr 195

Na początek list:

Witam! Jestem starym elektronikiem po szkole, w której uczono na schematach telewizorów Rubin i Jowisz, więc już trochę bliżej emerytury niż nowoczesnej elektroniki. Czytam Wasze pismo i z teorii jestem na bieżąco. Z praktyką trochę gorzej. A ponieważ jestem już dorosły i mam sprawy, które zapewne ma każdy do rozwiązania, stąd kilka pomysłów (...)

Mam zapotrzebowanie na urządzenie do przypominania. Tak, tak, do przypominania. Każdy z nas podpisuje umowy, to z telefonią komórkową, to ze stacjonarną, o Internet, telewizję satelitarną itd. Co w tych umowach jest takiego, co należy przypomnieć? Terminy!! – w telewizjach satelitarnych są promocje np. przez 6 miesięcy za darmo dodatkowe pakiety, a po 6 miesiącach płacimy 100% automatycznie za wszystkie te pakiety, a zrezygnować z niektórych możemy w szóstym miesiącu.

Inny przykład: Internet i duża promocja za 1/2 ceny przez czas trwania umowy i coś tam jeszcze np. darmo telefon internetowy z umową na 24 miesiące. Jednak po 24 miesiącach, jeżeli nie wymówimy w odpowiednim terminie, np. z miesięcznym wyprzedzeniem, to automatycznie będziemy płacić 100% za Internet i 100% za telefon. Takich przykładów jest więcej, gdzie koniec umowy z automatu zmienia warunki płatności, niestety, zwykle na szkodę użytkownika. Człowiek orientuje się dopiero wtedy, gdy przychodzi rachunek z mocno zwiększoną kwotą i nie ma odwołania – trzeba płacić.

Mam pomysł na rozwiązanie tego problemu - **przypomnacz wieloletni**. Na przykład skrzynka z wyświetlaczem LCD i jednym, może dwoma przyciskami do obsługi (pokaż, co zaprogramowane, wyłącz dźwięk, itp.). Wszystko z zasilaczem zapewniającym nieprzerwaną pracę przez co najmniej 2 lata, oczywiście z podtrzymaniem napięcia i sygn-

alizacją słabych baterii (akumulatorów). Całe oprogramowanie urządzenia i dane powinny być w pamięci nieulotnej, np. na pendrive, by uniknąć skasowania, gdy zabraknie zasilania. Oprogramowanie do obsługi też powinno być na pendrive: wkładam pendrive do komputera, uruchamiam aplikację z niego i już mogę zaprogramować przypomnacz. Potem zapisuję, wkładam pendrive do przypomnacza, naciskam start i wszystko działa. Dlaczego wszystko na pendrive? Bo komputer jest niepewny, np. za kilka miesięcy nastąpi reinstalacja systemu i formatowanie dysku.

Chodzi mi tu o przypominanie, które można zaprogramować przynajmniej z 2-letnim wyprzedzeniem, np. koniec umowy z TPSA za 12 mc-y (...), z odpowiednim wyprzedzeniem np. miesiąc wcześniej uruchomi się delikatny alarm np. ping co minutę. I odpowiedni komunikat na wyświetlaczu, aż do skasowania klawiszem. Urządzenie (przypomnacz) powinno jeszcze samoczynnie ustawiać czas

¿ datę, najlepiej zsynchronizować go z zegarem radiowym, co w rezultacie mogłoby być wyświetlane na stałe na wyświetlaczu. Czyli dochodzimy do połączenia zegara DCF z niezawodnym przypominačem. (...)

z poważaniem Roman Marecik

P.S. Mam jeszcze bardzo prosty sposób na inny przypominač: o włączonych i niewłączonych światłach w samochodzie (...) mogę dostać schemat działający (...) urządzenie jest bardzo prymitywne: buzzer, mostek prostowniczy, dioda prostownicza i dwa przełączniki miniaturowe, co można połączyć w pęczę.

Tyle treści listu. Autor otrzymuje kupon za propozycję zadania i chyba nikt nie ma wątpliwości, jaki będzie temat zadania 195:

Zaproponuj jakikolwiek elektroniczny przypominač.

Zacytowałem obszerne fragmenty listu, ponieważ uważam, że temat przypominača wieloletniego jest bardzo aktualny. Może najmłodsi Czytelnicy jeszcze tego nie czują, ale naprawdę potrzebny jest niezawodny przypominač o odległych terminach. Sam kiedyś miałem problem z wysokimi rachunkami za telefon i Internet po przegapieniu terminu

zakończeniu umowy. Oczywiście można wykorzystać komputer, ale Autor listu słusznie podkreśla, że komputer nie daje pewności z uwagi na prawdopodobieństwo jego awarii (wirusy, formatowanie, awarie dysku). Podobnie może być z telefonem. Nawet jeśli ma on możliwość programowania alarmów z tak dużym wyprzedzeniem, nie ma gwarancji, że za dwa lata będziemy wykorzystywać ten sam aparat telefoniczny.

Inny sposób to założyć licznik na stronie www.ile-do.pl, gdzie można w prosty sposób stworzyć liczniki odliczające czas do dowolnej daty, a serwis automatycznie przypomni o zbliżającym się wydarzeniu – mailowo lub za pomocą dedykowanego gadżetu na pulpicie Windows Vista/7.

Ale to nie są sposoby „czysto elektroniczne”, a przecież jesteśmy w Szkole Konstruktorów EdW. Podoba mi się pomysł połączenia zegara DCF z niezawodnym przypominačem wieloletnim. Moduły odbiorników DCF można obecnie kupić za niewielkie pieniądze. A niezawodny przypominač, razem z niezawodnym i być może zupełnie nietypowym w formie, oryginalnym zegarem – to byłoby coś atrakcyjnego.

Czy ktoś realizuje taką konstrukcję? Nawet jeśli nie, z przyjemnością poczytam

opisy teoretyczne, a nawet opinie na temat takiego projektu.

Uwaga!

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

Zwracam też uwagę, że tematem zadania jest **jakikolwiek** przypominač. Rozejrzyjcie się wokół siebie i pomyślcie: jakie proste czy bardziej złożone przypominače przydałyby się w naszym życiu. W grę wchodzi nie tylko długie terminy umów czy ubezpieczenia, ale też sprawy krótkoterminowe, które trzeba zrealizować w obrębie tygodnia lub tego samego dnia. Nie wszystkie problemy rozwiązuje telefon z funkcją programowanych alarmów, ponieważ wiele osób, zwłaszcza starszych wiekiem, albo nie ma odpowiedniego telefonu, albo nie potrafi sprawnie obsłużyć takich dodatkowych funkcji. Dlatego autonomiczne przypominače mają rację bytu i warto się nimi zająć w ramach zadania 195.

Oczywiście, jak zawsze, czekam zarówno na rozwiązania praktyczne, jak i teoretyczne.

Do tej pory Autorzy propozycji opublikowanych zadań otrzymywali nagrody rzeczowe.

Niedawno wprowadziliśmy zmianę, która zapewne ucieszy wielu z Was:

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 więc do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

Rozwiązanie zadania głównego 190

Temat grudniowego zadania 190 brzmiał: **Zaproponuj urządzenie elektroniczne, które mogłoby służyć jako prezent.**

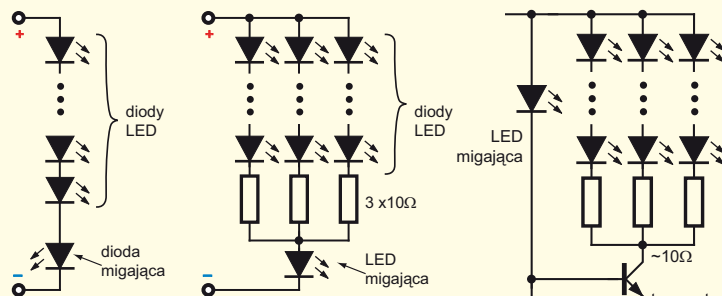
Trochę się obawiałem, czy tak ogólnie sformułowany temat wzbudzi odpowiednie zainteresowanie. Z tym większą przyjemnością zapoznałem się z nadesłanymi rozwiązaniami. Naprawdę mnie zaskoczyliście! Niektóre pomysły i ich praktyczne realizacje są naprawdę bardzo atrakcyjne i koniecznie trzeba je szerzej opisać jako wzór do naśladowania. Z przyjemnością do publikacji kieruję kilka projektów. Co ciekawe, część z nich została z powodzeniem zrealizowana przez bardzo młodych uczestników.

Rozwiązania teoretyczne

Tym razem rozwiązań teoretycznych jest niewiele. I tak **Marcin Michalski** z Gdańska w krótkim mailu napisał tylko, że można zrobić efekt świetlny na kilku diodach LED trzy-

kolorowych, żeby wyświetlał zmieniające się wesołe wzorki.

1 8 - l e t n i **Patryk Nowak** z Ządzisz napisal w mailu, że chciałby zrobić na Walentyki migające serduszek z diod LED „z najprostszym układem 555”, jednak później nie otrzymałem żadnej wiadomości, czy plan został zrealizowany. Gdyby temat był aktualny na przyszłość, to i Patrykowi i innym młodym Kolegom podpowiem, że najprostszy układ migający wcale nie musi zawierać kostki 555. Warto pamiętać, że każda migająca dioda LED ma wbudowany układ scalony. Dioda migająca może być dobrym generatorem. Może on być dołączony wprost do źródła napięcia 6...12V, bez typowego dla diod LED rezystora ograni-



Rys. 1

Rys. 2

czającego. Co ważne, może ona zrealizować miganie większej liczby diod LED dołączonych do niej w szereg. Większą liczbę współczesnych superjasnych diod LED można do niej dołączyć szeregowo-równolegle, jak pokazuje rysunek 1. Można też dodać dwa rezystory i tranzystor, by zrealizować migotanie praktycznie dowolnej liczby LED-ów, na przykład według rysunku 2. Co ciekawe, prąd pobierany przez niektóre migające diody LED nie jest czystym prostokątem,

S8-kanalowy panel dotykowy czyli nowoczesna klawiatura Velleman K8046

Zestaw Velleman K8046 pozwala wykonać bardzo interesującą klawiaturę. Zrealizowana jest na przezroczystym, szklanym panelu dotykowym. Wystarczy wydrukować na przezroczystej folii opis klawiszy i cieszyć się niepowtarzalnym, własnym projektem podświetlanego panelu dotykowego. Moduł klawiatury ma wymiary 165 x 90 x 35 mm i może zostać wbudowany w większe urządzenie lub współpracować z innymi modułami. Układ ma osiem dotykowych przycisków i osiem odpowiadających im wyjść typu otwarty kolektor (50V 50mA). Oprócz ośmiu klawiszy dotykowych, w układzie są dwa klasyczne przyciski: jeden do regulacji jasności podświetlenia (*Backlight*), drugi zerujący procesor (*Clear*).

Wyjścia z otwartym kolektorem mogą sterować przekaźnikami lub innymi urządzeniami i obwodami. W szczególności umożliwiają współpracę z innymi modułami Vellemana, np. K6714, K8056, K8045 K8006, K8023, K2633 lub K2634 czy systemem K8000.

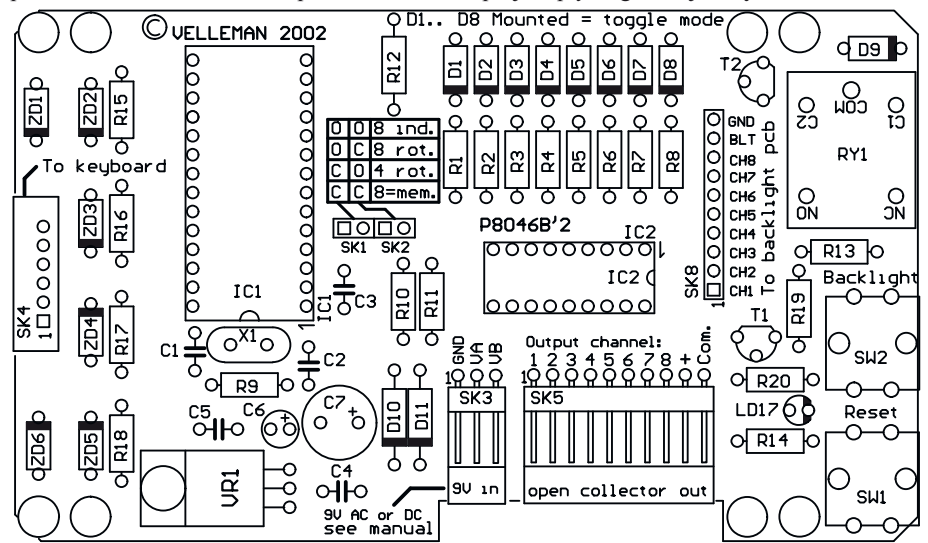
Konstruktorzy przewidzieli, by do układu można było łatwo dołączyć opcjonalny sca-

lony odbiornik podczerwieni, umożliwiając dodatkowo współpracę z pilotami zdalnego sterowania (np. Velleman K8049, K8051).

Stan poszczególnych „klawiszów” jest sygnalizowany diodami LED. W zestawie przewidziano też dodatkowo podświetlenie o

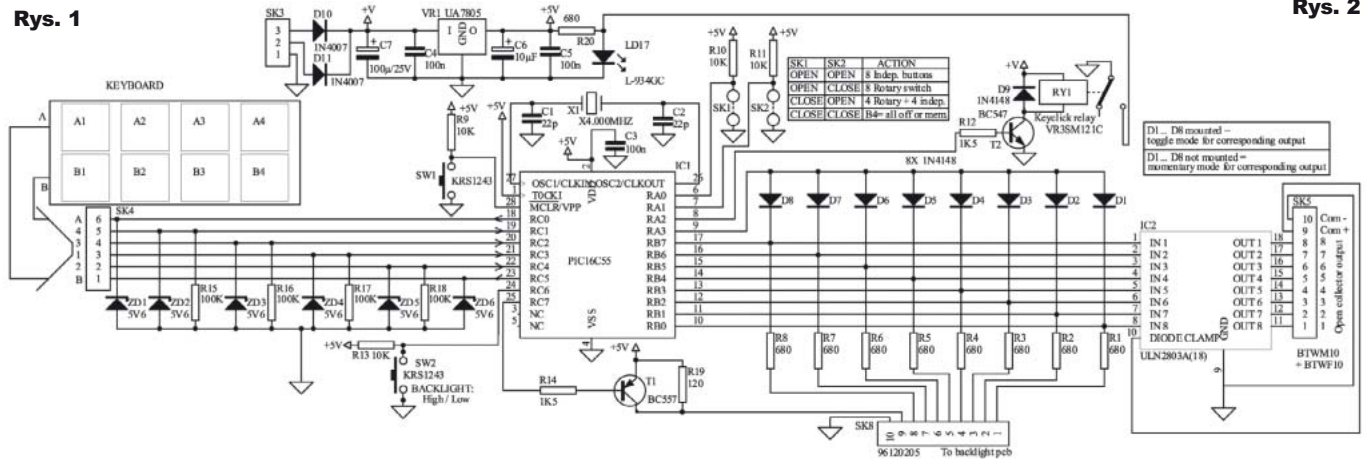
regulowanej jasności w kolorze zielonym, ale można zastosować diody LED niebieskie, np. 8szt. L-934MBC.

Schemat modułu (bez obwodów podświetlenia LED) pokazany jest na **rysunku 1**, a projekt płytki głównej na **rysunku 2**.



Rys. 2

Rys. 1





Miniaturowy generator z f-metrem



Robiłem niedawno mały remanent w moich szufladach. Natknąłem się przy tym na maleńkie układy scalone SMD w obudowie SOT-23, które kupiłem parę lat temu. Jeden z nich prezentuje moja mucha „modelka” na **fotografii 1**. Układ ten to LTC1799, nieco już zapomniany, ale naprawdę wspaniały scalony generator przebiegów prostokątnych, o częstotliwościach od kilkudziesięciu kiloherców do kilkudziesięciu megaherców. Bardzo prosta jest też aplikacja tego układu. Poza tym, jak zauważyłem, w naszej literaturze mało jest opisów budowy prostych generatorów. A że generator jest jednym z podstawowych przyrządów w praktyce radioamatorskiej, nikogo chyba przekonywać nie trzeba. Postanowiłem więc wypełnić tę lukę, a sam układ nieco przypomnieć i spopularyzować. Tak powstał pokazany na fotografii tytułowej generator. Wiem też z praktyki, że nawet taki prosty przyrząd niesza-

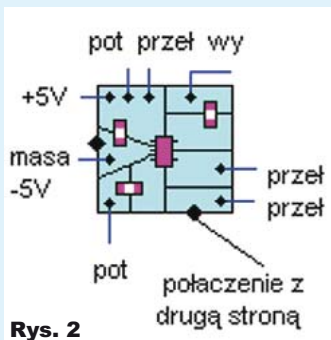


Fot. 1

nowicie ułatwia wiele prac radioamatorskich np. przy sprawdzaniu częstotliwości rezonansowej obwodów wielkiej częstotliwości metodą, którą opisałem na końcu artykułu.

Opis układu

Po krótkich przemyśleniach powstał prezentowany tu niewielki generator z wbudowanym odczytem częstotliwości. Umożliwia pracę w trzech zakresach od 20kHz do 370kHz, 200kHz do 3,7MHz i 2MHz do 37MHz. I jak wszystkie moje małe podręczne przyrządy, jest zasilany z wbudo-

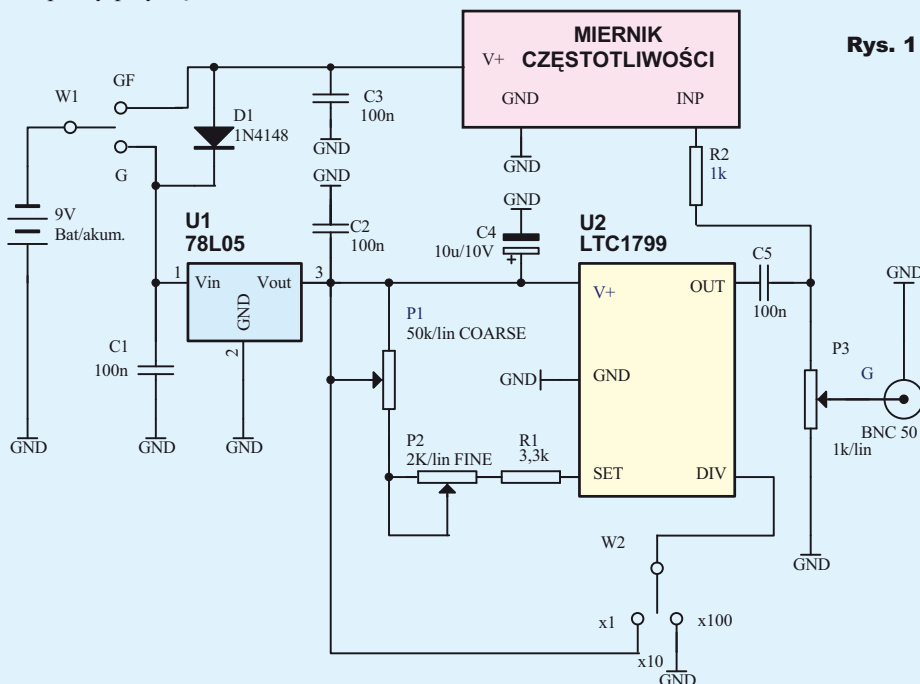


Rys. 2

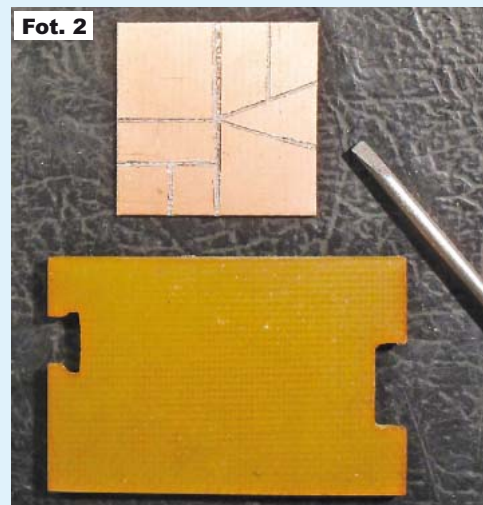
wanego wewnątrz akumulatora lub baterii 9V. Możliwa jest też praca „ekonomiczna” samego generatora w dolnej pozycji G przełącznika. Pozycja górna GF włącza generator i f-meter jednocześnie. Schemat generatora pokazuje **rysunek 1**. Jak widać, oprócz samego układu scalonego, potrzebne są tylko potencjometry P1 do zgrubnej (COARSE) i P2 do dokładnej (FINE) regulacji częstotliwości. Niezbędny jest też stabilizator napięcia. Nota układu LC1799 w pdf z przykładem aplikacji jest załączona na Elportalu w materiałach dodatkowych.

Na wyjściu można dodać potencjometr P3 do regulacji napięcia wyjściowego. W moim modelu po prostu się nie zmieścił do obudowy typu KM35NB. Jeszcze kilka słów o wartościach zastosowanych potencjometrów. Robiłem próby z P1 o wartości 1MΩ i dolna osiągalna częstotliwość wyszła około 1kHz. Przy 100kΩ jest to ok. 10kHz, jednak najlepsza, moim zdaniem, regulacja wychodzi przy 50kΩ – początek zaczyna się wtedy od 20kHz.

Jak mi się wydaje, największym problemem będzie przylutowanie tego maluszka SMD do płytki drukowanej. Oczywiście trzeba to zrobić z dużą ostrożnością. Proponuję poćwiczyć najpierw i przylutować sobie kilka zwykłych tranzystorów w



Rys. 1



Fot. 2



Distortion Plus

Do czego to służy?

Pierwotnie efekt distortion plus został zaprojektowany przez Keitha Barra (MXR Innovations) na początku lat 70. i od tego czasu zajmuje ważne miejsce w historii muzyki. Efekt ten był używany przez takie legendy gitarowe jak Randy Rhoads (grał dla Ozzy'ego Osbourne'a) czy Bob Mould, a specyficzny gitarowy dźwięk znajdował miejsce w ich nagraniach przez ostatnie 40 lat. Zarówno efekt distortion, jak i overdrive bywa potocznie nazywany „przesterem”, gdyż zasada ich działania jest identyczna, różnią się jedynie inną filtracją sygnału przed i po ograniczniku amplitudy oraz ilością i charakterem wprowadzanych do sygnału zniekształceń nieliniowych.

Opisywany tutaj bardzo prosty układ jest zbudowany w oparciu o jeden podwójny wzmacniacz operacyjny. Do obcinania sygnału wykorzystywane są diody krzemowe, a nie jak w oryginale diody germanowe. Układ może realizować obcinanie miękkie (Soft Clipping), czyli efekt overdrive oraz obcinanie twarde (Hard Clipping), czyli efekt distortion. Ma także regulację poziomu obciążenia, regulację barwy, głośności oraz przełącznik Bypass (ominięcie efektu). Zasilanie włączane jest poprzez wpięcie wtyczki wejściowej, jak w większości konstrukcji fabrycznych tego typu, a źródłem zasilania jest bateria 9V.

Jak to działa?

Działanie efektów overdrive i distortion polega na odpowiednim obcinaniu sygnału z gitary. Obcinanie jest procesem nieliniowym, wytwarzającym częstotliwości harmoniczne, normalnie nieobecne w sygnale audio. Czysty sygnał z gitary składa się z dwóch faz, narastania i opadania. Natomiast opisywany tutaj efekt wskutek obciążenia dodaje jeszcze fazę podtrzymania. Czas trwania fazy podtrzymania zależy od „siły” przesterowania: czas ten jest tym dłuższy, im niższy jest próg odciążenia i im większy jest poziom sygnału przed ścinaniem. Zależności te przedstawia **rysunek 1**.

Ścinanie sygnału następuje dopiero po przekroczeniu pewnego napięcia progowego. Poniżej tego progu sygnał nie doznaje żadnych zniekształceń. Przy mocniejszym szarpnięciu struny, sygnał przekracza wartość progu i zostaje ograniczony, zmienia się na bardziej prostokątny (efekt overdrive, środkowy

przebieg na rysunku 1), jednak pozostaje nadal „zaokrąglony” przy wierzchołkach (obcinanie jest miękkie). Sygnał słyszany jest jako suma harmonicznych, a sygnał bardziej prostokątny zawiera ich więcej. Przez dodanie wyższych harmonicznych dźwięk staje się ostrzejszy. Efekt overdrive naśladuje przesterowany wzmacniacz lampowy: ograniczenie amplitudy jest łagodniejsze niż w distortion (przebieg dolny na rysunku 1), który ma jeszcze ostrzejsze i bardziej metaliczne brzmienie. Obcięcie w distortion jest bardziej gwałtowne (obcinanie twarde) i pojawiają się „proste” odcinki przebiegu.

Wytwarzanie tak przesterowanego sygnału z użyciem różnych nieliniowych przedwzmacniaczy ma swoją długą historię, poczynając od przesterowanych wzmacniaczy lampowych, czy układów z diodami germanowymi. Kiedy gitarzysta testuje jeden z efektów typu overdrive lub distortion, często zachwycony jest nietypowym charakterem sygnału, poszukuje jednak możliwości regulacji progu odciążenia, barwy czy wzmocnienia, aby dopasować dźwięk do własnych upodobań.

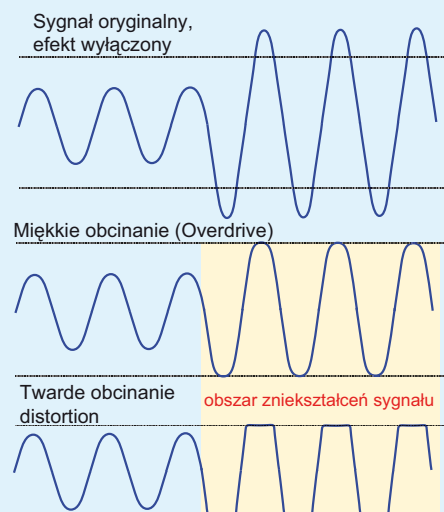
Na **rysunku 2** przedstawione zostały dwa przykładowe schematy realizacji obcinania. W wersji z rysunku 2a takie nieliniowe wzmocnienie realizowane jest poprzez zastosowanie w sprzężeniu zwrotnym klasycznego wzmacniacza odwracającego dwóch diod włączonych przeciwobnie (mogą też pracować po dwie diody w szeregu, wszystko zależy od wzmocnienia). Wzmocnienie takiego układu jest równe 100. W praktyce zamiast rezystora $100 \times R$ stosuje się potencjometr, który staje się regulatorem progu obcinania sygnału (regulator „Drive”). W przypadku z rysunku 2b diody obcinają poziom sygnału, zwiernając wierzchołki do masy (prawdziwej lub przy zasilaniu niesymetrycznym do sztucznej masy na potencjale połowy napięcia zasilania). Regulacja progu obcinania sygnału realizowana jest identycznie jak w pierwszej



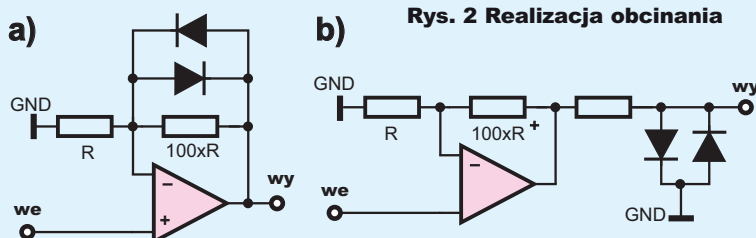
wersji, dzięki regulacji wzmocnienia. Obcinanie twarde, czyli efekt distortion, realizowane jest w identyczny sposób jak obcinanie miękkie.

Wszystko zależy od zakrzywienia charakterystyki diod. Generalnie można przyjąć, że diody germanowe dają obcinanie miękkie, a krzemowe oraz diody LED – obcinanie twarde.

Prezentowany tutaj układ nie jest niczym unikalnym, gdyż w Internecie można znaleźć setki schematów bardzo podobnych do prezentowanego. Zaletą jest kompaktowa budowa, oparta na typowych i łatwo dostępnych elementach. Schemat ideowy układu znajduje się na **rysunku 3**. Sercem układu jest wzmacniacz operacyjny U1 (NE5532). Pierwsza jego połówka pracuje w obwodzie obcinania sygnału wejściowego. Rezystory R8 ($22k\Omega$) i R14 ($2,2k\Omega$) oraz potencjometr P1 ($1M\Omega$) o charakterystyce logarytmicznej pozwalają zmieniać wzmocnienie, a tym samym usta-



Rys. 1 Obcinanie sygnału w efektach overdrive i distortion



Rys. 2 Realizacja obcinania

AVTduino

Kompatybilna z Arduino
płytką z ATMEGA168

AVT5272

Podstawowy moduł zgodny z Arduino. Jest to doskonała baza własnych systemów mikroprocesorowych. Niewielkie wymiary, bezproblemowe uruchomienie i duże wsparcie ze strony społeczności internetowych powoduje że moduł przyda się zarówno zawodowcom jak i nowicjuszom – uczącym się programowania.

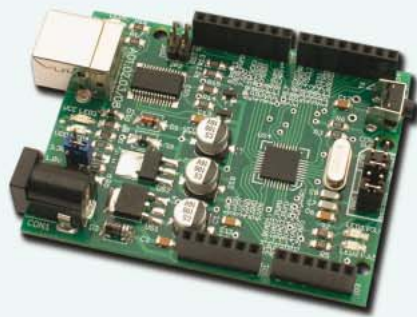


Cortexino

Kompatybilna z Arduino
płytką z LPC1114

AVT1620

Mikrokontrolery z rdzeniem Cortex są ciekawą alternatywą dla popularnych 8-bitowych np. AVR. Mają 32 bitowy rdzeń, są szybsze, lepiej wyposażone i konkurencyjne cenowo. Moduł zawiera wszystkie podstawowe elementy. Jest uniwersalny i może być wykorzystany samodzielnie lub jako podstawa większego systemu.

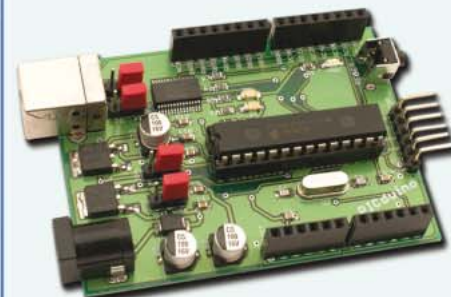


PICduino

Kompatybilna z Arduino
płytką z PIC18F2550

AVT1625

Płytkę PICduino jest kompatybilna pod względem wyprowadzeń z systemem Arduino. Nie da się jej, co prawda programować z użyciem Arduino IDE, ale może sprawdzić się doskonale, jako poligon doświadczalny dla mikrokontrolerów PIC. Płytkę wyposażono we wszystko, co jest niezbędne by rozpocząć pracę z mikrokontrolerem PIC18F2550 lub podobnym.

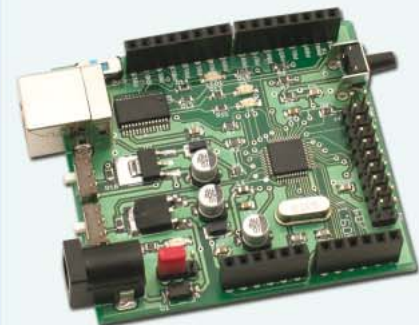


STM32duino

Kompatybilna z Arduino
płytką z STM32F103C8T6

AVT1675

STM32F103C8T6 to mikrokontroler 32-bitowy z rdzeniem Cortex-M3. Wbudowany bootloader umożliwia programowanie pamięci bez specjalizowanego programatora. Zastosowany układ ma 64 kB pamięci programu (Flash) oraz 20 kB pamięci RAM. Wśród jego układów peryferyjnych są m.in. dwa interfejsy SPI, trzy UART oraz dwa 12-bitowe przetworniki A/C mające 10 wejść analogowych.



AVTduino LCD

AVT1615 Wyświetlacz LCD dla Arduino

Płytkę zawiera elementy peryferyjne, niezbędne w każdym urządzeniu bazującym na mikrokontrolerach. Całość z wyświetlaczem i przyciskami w prosty sposób pomoże zbudować np.: miernik lub zegar. Moduł dołączany jest do płytki bazowej bez konieczności lutowania, za pomocą systemu złączy, tworząc w ten sposób wygodną do wykorzystania 'kanapkę'.



CPLDduino

Kompatybilna z Arduino
płytką z XC9572XL

AVT5320

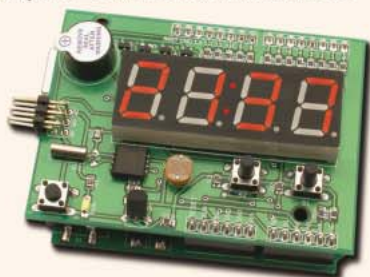
Płytkę umożliwia zapoznanie się z programowaniem układów cyfrowych CPLD. Jest kompatybilna pod względem wymiarów i wyprowadzeń z popularną płytką Arduino, dzięki czemu jest możliwe użycie wielu gotowych modułów wykonanych dla Arduino. Oprócz tego nasz moduł może współpracować z Arduino i AVTduino, rozszerzając ich funkcjonalność o zalety układów CPLD.



AVTduino LED

AVT1616 Wyświetlacz LED dla Arduino

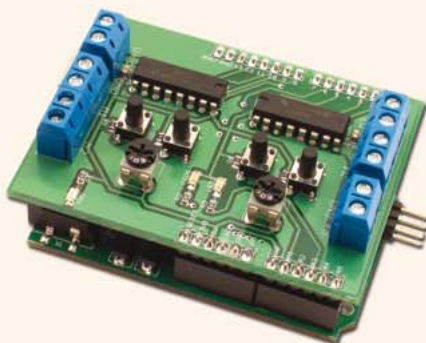
Duża elastyczność i popularność platformy Arduino sprzyjają powstawaniu ciekawych rozwiązań sprzętowych. Dzięki niej każdy bez większych problemów może zbudować i przetestować dowolne urządzenia prototypowe. Moduł jest nakładką na płytkę bazową projektu AVTduino. Oprócz czterocyfrowego wyświetlacza LED, przycisku Reset i złącza programowania ISP, płytkę została wyposażona w układ zegara RTC z interfejsem I²C oraz termometr DS18B20.



AVTduino MOTOR

AVT1619 Driver silników dla Arduino

Moduł jest dołączany do płytki bazowej projektu AVTduino (AVT5272). Został wyposażony w dwa układy typu L293D zawierające w swej strukturze po dwa mostki H. Umożliwiają one sterowanie czterema dwukierunkowymi silnikami DC lub dwoma silnikami krokowymi.



AVTduino BT

AVT1646 Moduł Bluetooth dla Arduino

Moduł umożliwia płytce AVTduino (AVT5272) komunikowanie się za pomocą Bluetooth. Może przydać się do budowy układu zdalnego sterowania lub akwizycji danych drogą bezprzewodową. W projekcie wykorzystano gotowy, zestrojony moduł transmisji BTM-222.



Czarny kostur, czyli elektroniczny płonący kij



Do czego to służy?

Pod tą dziwną nazwą kryje się urządzenie, będące prostym wyświetlaczem widmowym. Diody LED RGB, zamocowane na końcu długiego kija, migoczą kolorami w przypadkowy sposób. Przy poruszaniu urządzeniem powstaje efektowna tęcza – a niesamowicie imponujące są wszelkie akrobacje, związane z szybkim obracaniem tej zabawki w ciemności. Dla zwiększenia kontrastu i zamaskowania kijaszka w nocy, został on elegancko oklejony czarną taśmą izolacyjną. Stąd też jego nietypowa nazwa – po prostu chciałem, aby brzmiała trochę tajemniczo ☺

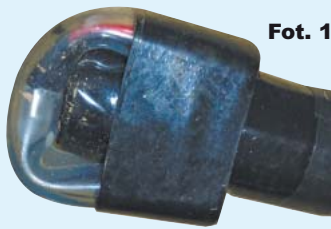
Jak to działa?

Schemat jest przedstawiony na rysunku 1. Jest on bardzo prosty, składa się bowiem z trzech generatorów astabilnych zbudowanych na brankach wyposażonych w przerzutniki Schmitta, zawartych w popularnym układzie 4093. Wytwarzają one fale prostokątne o niewielkiej częstotliwości (od

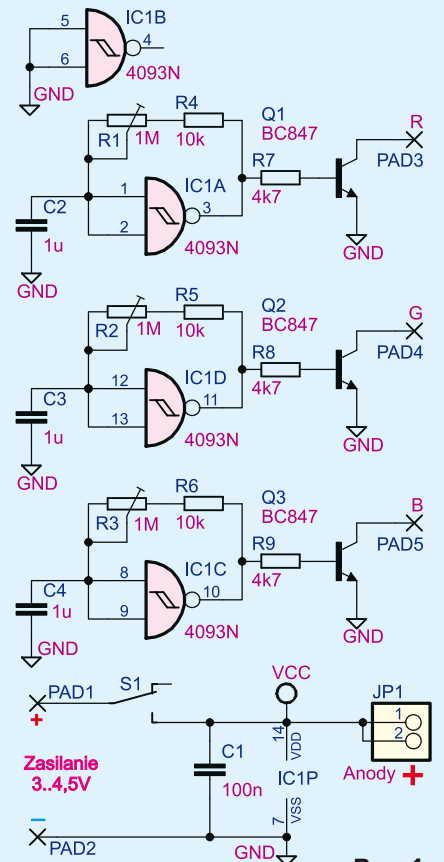
Bardzo prosty i efektowny układ widmowy. Na końcach długiego kija diody RGB wytwarzają efekt tęczy przy poruszaniu. Akrobacje z użyciem tego urządzenia są niesamowicie widowiskowe.

kilkunastu do kilkudziesięciu herców), zależnej od wartości rezystancji i pojemności do nich dołączonych. Kondensatory C2–C4 są cały czas ładowane i rozładowywane w przedziale napięć histerezy przerzutnika Schmitta, zawartego w brankach IC1A/C/D. Szybkość tych procesów możemy regulować za pomocą potencjometrów R1–R3. Sygnały wyjściowe z tych bramek sterują tranzystorami Q1–Q3, a one z kolei katodami LED-ów. Bramka IC1B jest niewykorzystana, więc jej wejścia są obowiązkowo zwarte do masy.

Fot. 1

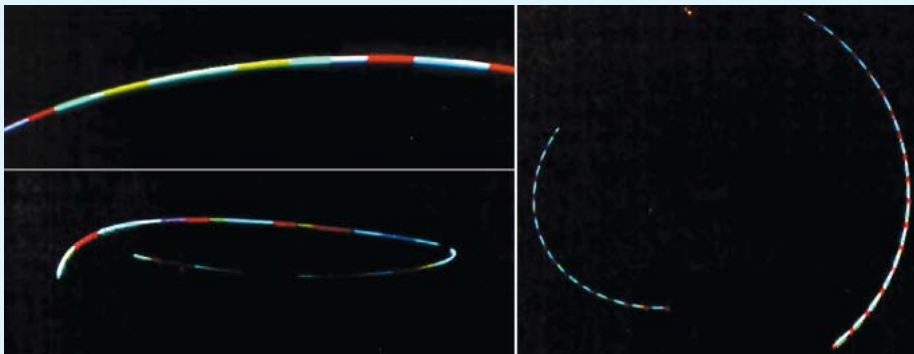
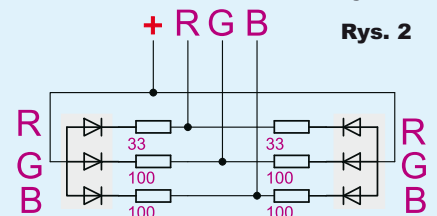


Zauważmy, że te generatory pracują całkowicie niezależnie od siebie i każdy z nich ma indywidualnie dobraną częstotliwość pracy. Każdy z nich steruje innym kolorem diod LED RGB.



Rys. 1

Rys. 2

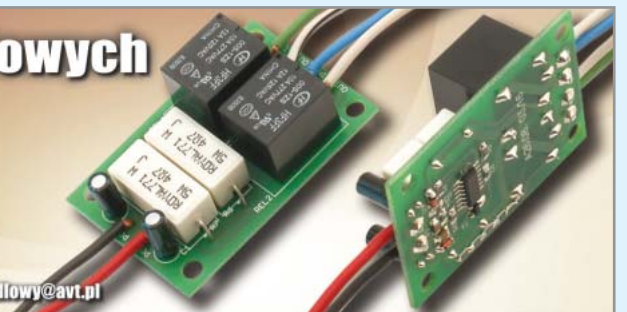


R E K L A M A

Softstart do żarówek samochodowych
AVT 1599

www.sklep.avt.pl

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11, tel. 022 257 84 50, e-mail: handlowy@avt.pl





Moje doświadczenia z akcelerometrem

Celem opisywanego projektu jest prezentacja możliwości czujnika przyspieszenia oraz zaproponowanie pomysłu na jego wykorzystanie. Akcelerometr, jak sama nazwa wskazuje, służy do pomiaru przyspieszenia. Mikrokontroler wraz z oprogramowaniem przekształca wartość odczytu czujnika przyspieszenia na wyjściowy kąt ustawienia reflektorów. W ten sposób otrzymujemy układ, który doświetla zakręty podczas jazdy samochodem. Działanie prototypu można zobaczyć na filmiku, dostępnym w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do niniejszego numeru.

Gdy pokonujemy łuki, popularnie zwane zakrętami, doznajemy wpływu siły bezwładności, która próbuje nas wyrzucić prostopadle do okręgu, po którym się poruszamy. Akcelerometrem będziemy mierzyć przyspieszenie dośrodkowe i na jego podstawie obliczać współczynnik wychylenia reflektora, proporcjonalny do prędkości i odwrotnie proporcjonalny do promienia skrętu. Czym szybciej (v) wchodzimy w zakręt i im jest on ciaśniejszy ($1/r$), tym bardziej potrzebujemy obrócić źródło światła. Poszukiwany współczynnik to w przybliżeniu v/r , a przyspieszenie to $a = v^2/r$.

Poza przyspieszeniem dośrodkowym, którego pomiar realizuje oś OX czujnika, będziemy mierzyć przyspieszenie równoległe do ruchu pojazdu (przyspieszenie ruchu prostoliniowego) za pomocą osi OY. Zauważmy, że przy jednej osi pomiarowej niemożliwe jest niestety odróżnienie zjazdu w dół od hamowania.

Warto zastanowić się, o jakich przyspieszeniach w ogóle możemy mówić. Przyspieszenia maksymalne będą oscylowały wokół $1g$ (przyspieszenie ziemskie) – uwzględniając osiągi najszybszych samochodów. Za granicę bezpieczeństwa proponuję uznać $1,5g$.

Zastosowania układu. Pierwszą funkcją jest doświetlanie zakrętów. W prototypie zrealizowałem 4-stopniowe doświetlanie zakrętów za pomocą 4 diod (2x prawa +

2x lewa). Idea okazała się słuszna, dlatego w kolejnej wersji podłączyłem silnik krokowy ze skanera i zamontowałem na nim diody. Mając do dyspozycji kilkanaście kroków, układ zachowywał się wyjątkowo płynnie.

Drugą funkcją, trochę ułomną, jest dodatkowe światło światła stopu. Lekkie hamowanie jest nieodróżnialne od zjazdu w dół. Natomiast czujnik bez problemu odróżnia te dwa zachowania od hamowania awaryjnego. To ostatnie zostanie zasygnalizowane światłem stopu oraz włączonymi światłami awaryjnymi. Granica hamowania awaryjne powinno należeć do przedziału przyspieszeń od $0,5$ do $1g$.

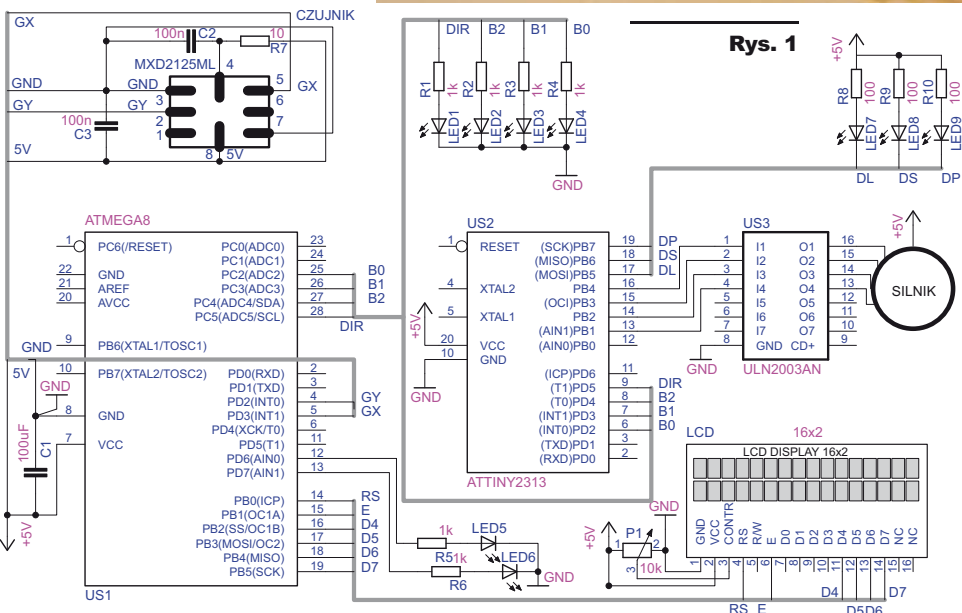
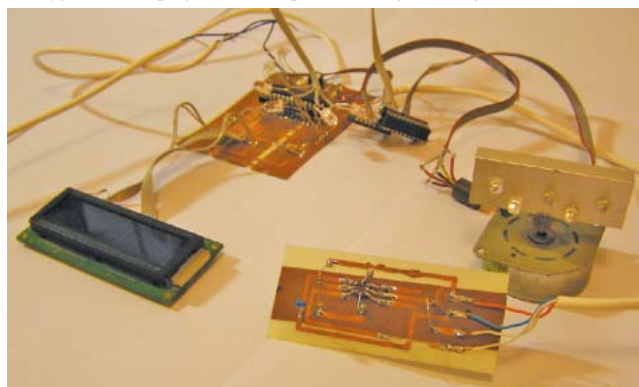
Trzecią funkcją jest sygnalizacja wypadku. Zakres pomiarowy czujnika to $3g$, jednak już przyspieszenie o wartości $2g$ oznacza, że najprawdopodobniej doszło do silnego zderzenia.

Granice przedstawione przeze mnie nie są krytyczne i wynikają z dość zgrubnych szacunków.

Czujnik. W układzie zastosowałem dwuosiowy akcelerometr

MXD2125ML. Zakres pomiarów czujnika to $\pm 3g$. Sam czujnik mierzy zarówno przyspieszenie ziemskie, czyli $g \approx 9,8m/s^2$, jak i wynikające ze zmiany prędkości poruszania się samego czujnika. Równoznaczność jednego i drugiego przyspieszenia okazuje się jednym z naszych wrogów.

Zasada działania czujnika jest wyjątkowo ciekawa. Najprościej rzecz ujmując, wygląda to tak: w czujniku o wymiarach $5x5x2mm$ znajduje się mikroskopijny bąbel powietrza, który jest podgrzewany przez mikro-grzałkę. Gdy czujnik porusza się z przyspieszeniem, cieplejsza część powietrza, jako lżejsza, wol-



Rys. 1

Sterownik kolejki Moduł lokomotywy i zwrotnica

Przedstawione dwa układy służą do sterowania jedną lokomotywą i dwóch zwrotnic tzw. kolejki „analogowej”. Zastosowanie mikrokontrolerów zwiększa możliwości, czyniąc układ tanim i prostym do zmontowania, nawet przez mało zaznajomionych z elektroniką modelarzy kolejowych. Koncepcja pozwala na zabudowanie kilku(nastu) takich samych płytek w jednej obudowie, co daje praktycznie nieograniczone możliwości rozbudowy. Układ modelowy został wykonany fabrycznie, na jednym kawałku laminatu. Na fotografiach widać poczynione zmiany, które są uwzględnione na schematach i płytkach w artykule.

Opis układów

Sterownik lokomotywy. Schemat przedstawiony jest na **rysunku 1**. Sercem układu jest zaprogramowany mikrokontroler Attiny13. Zadajnikiem prędkości jest potencjometr P1. Napięcie z suwaka podawane jest do wejścia analogowego mikrokontrolera przez filtr R5, C6. Na tej podstawie mikrokontroler generuje odpowiedni sygnał PWM, który podawany jest na bramkę tranzystora MOSFET T1, sterującego silnikiem dołączonym do złącza G1. Dodatkowo Attiny13 steruje przekaźnikiem REL2X2, służącym do zmiany kierunku jazdy pociągu. Dioda D2 eliminuje przepięcia, jakie mogą powstać w cewce przekaźnika podczas jego wyłączenia. Przycisk S1 służy

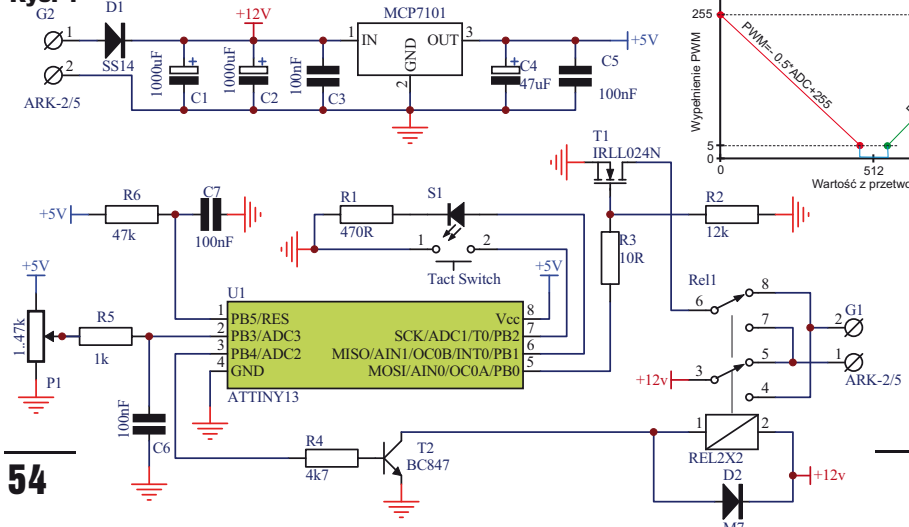
do awaryjnego zatrzymania pociągu, gdy np. jakieś wagony wypadną z szyn. Elementy R15, C7 służą do prawidłowego wyzerowania mikrokontrolera podczas włączenia zasilania. Dioda D1 zapobiega uszkodzeniu układu przy odwrotnym podłączeniu zasilania.

Napięcie z suwaka P1 odczytywane jest przez 10-bitowy przetwornik ADC mikrokontrolera w zakresie 0–1023, natomiast 8-bitowy sygnał PWM zawiera się w zakresie 0–255. Zależy nam, aby w środkowej pozycji suwaka pociąg był zatrzymany, natomiast przekręcenie w którąkolwiek stronę P1 spowoduje jazdę pociągu (tym szybszą, im bardziej wychylimy suwak od położenia środkowego). Dodatkowo chcemy, aby PWM startował od niezerowej wartości, gdyż małe wypełnienia nie będą w stanie ruszyć silnika lokomotywy, zwłaszcza obciążony dużym składem. Inną sprawą jest wygodne zatrzymywanie pociągu potencjometrem w pozycji środkowej. Trzeba zrobić przerwę, by nie trzeba było precyzyjnie ustawiać potencjometru, żeby zatrzymać pociąg. Przykładowa zależność wartości wypełnienia sygnału PWM od wartości z przetwornika pokazana jest na **rysunku 2**. Współczynniki równania prostych dla innych nachyleń można szybko wyznaczyć za pomocą Excela. Nachylenia nie są optymalne, ale wybrałem takie, gdyż nie trzeba stosować zmiennych typu Single, co zaoszczędza pamięć mikrokontrolera.

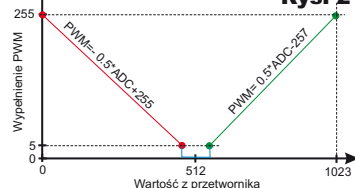
Program (dostępny w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru) został napisany w popularnym środowisku Bascom. W głównej pętli *Do...Loop* dokonujemy pomiaru napięcia na suwaku P1 i za pomocą instrukcji *Case* badamy 3 zakresy wartości z przetwornika. W zależności od zakresu (1 lub 3) wyliczamy odpowiedni PWM z przytoczonych równań i załączamy odpowiednio przekaźnik dla zmiany kierunku jazdy. Drugi zakres to pozycja zatrzymania. Świecenie diody LED wbudowanej w przycisk sygnalizuje zatrzymanie pociągu. W pętli badamy także naciśnięcie przycisku raz i po 25 milisekundach ponownie, co pozwala wyeliminować wpływ drgań styków.

W podprogramie zatrzymania o nazwie „Awaria” w pętli *For...Next* odczytujemy wartość PWM od aktualnej do zera, dzięki temu pociąg zatrzymuje się płynnie. Gdyby nagle wpisać do PWM wartość 0, pociąg zatrzymałby się nagle, co przy dużej prędkości na zakrętach powodowało wykoślenie składu i jeszcze większe straty w postaci połamanych delikatnych elementów modeli wagonów. Następnie w pętli *Do...Loop* zaświecamy i gasimy naprzemiennie diodę LED sygnalizującą awarię i czekamy na ponowne wciśnięcie klawisza, gdy skład zostanie znów poprawnie ustawiony na torach. Po naciśnięciu przycisku S1...S4 spowoduje skrócenie drabinki i obniżenie napięcia w punkcie X, które trafia na wejście analogowe mikrokontrolera. Do sterowania czterema diodami LED podświetlającymi przyciski i czterema cewkami

Rys. 1



Rys. 2



zależy **rysunek 3**, sercem również jest Attiny13. Z racji niewielkiej liczby portów wyjściowych, zastosowano mniej typowe rozwiązanie. Pierwszym jest klawiatura czteroprzyciskowa, odczytywana tylko przez jedno wyprowadzenie mikrokontrolera w sposób analogowy, z wykorzystaniem drabinki rezystorów R6...R10. Naciśnięcie przycisku S1...S4 spowoduje skrócenie drabinki i obniżenie napięcia w punkcie X, które trafia na wejście analogowe mikrokontrolera.

Do sterowania czterema diodami LED podświetlającymi przyciski i czterema cewkami

Klasyczny transformator Tesli-SGTC

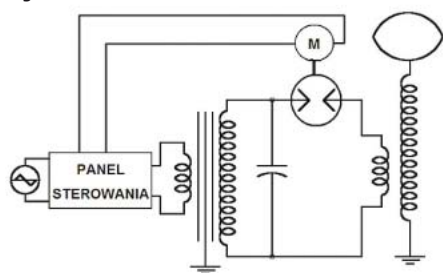
Do czego służy?

Transformator Tesli (TTesli) jest urządzeniem skonstruowanym wiele lat temu przez serbskiego wynalazcę i konstruktora Nikołę Teslę. Pierwotnie urządzenie nazywane było „cewką Tesli”. W odróżnieniu od tradycyjnych transformatorów, urządzenie Tesli nie ma rdzenia ferromagnetycznego, występuje w nim natomiast rdzeń powietrzny. Spowodowane jest to pojawianiem się wysokich napięć i dużych częstotliwości. Warto zwrócić uwagę, jak spektakularne efekty można uzyskać za pomocą tego bardzo prostego urządzenia. Na wstępie pragnę podkreślić, że nierozważne obchodzenie się z tego typu wynalazkami może wyrządzić poważne szkody materialne bądź zdrowotne. Mój artykuł jest czysto informacyjny i **nie zalecam budowy tego typu urządzeń w domu**. Można je natomiast zrealizować pod kierunkiem nauczyciela fizyki lub w szkolnym kółku elektronicznym. Dokładniejszych wskazówek budowy (wymiary, liczba zwojów, pojemność, konstrukcja) można poszukać w Internecie. W razie zainteresowania, gotów jestem przedstawić w EdW szczegółowe wskazówki dotyczące budowy.

Opis układu

Aby zrozumieć ideę funkcjonowania, na **rysunku 1** został przedstawiony schemat blokowy transformatora Tesli. Układ zasilany jest z sieci 230V/50Hz. U mnie to napięcie podawane jest na panel sterowania, widoczny na **fotografii 2**, gdzie mamy możliwość załączenia transformatora zasilającego i iskrownika obrotowego. Za pomocą panelu możemy kontrolować prąd, napięcie czy stan pracy poszczególnych bloków TTesli. Przewodami o długości 4m napięcie kierowane jest do transformatora zasilającego (**fotografia 3**) oraz kondensatora rolkowego (**fotografia 4**). Transformator sieciowy przetwarza napięcie 230V/50Hz (regulowane od 0V za pomocą autotransformatora) na 10000V/50Hz. Myślę, że działanie transformatora podwyższającego

Rys. 1



napięcie jest wszystkim znane: wystarczy znać zasadę działania standardowego transformatora i odpowiednio skorzystać ze wzoru na przekładnię. Podwyższone napięcie przechodzi przez wspomniane wcześniej, równoległe podłączone kondensator rolkowy i kierowane jest na szeregowo włączony iskrownik obrotowy – **fotografia 5**. Iskrownik obrotowy (przerwywacz) zapewnia przekształcanie prądu o częstotliwości 50Hz na częstotliwość odpowiednio wyższą, zależną od prędkości obrotowej wirującej elektrody środkowej. Przepływający prąd trafia na blok rezonansowy, czyli układ LC złożony z uzwojenia, cewki i kondensatora. Aby mogło zajść zjawisko rezonansu, reaktancja pojemnościowa i indukcyjna muszą być sobie równe. Dobór kondensatora realizowany jest na etapie projektowania, a indukcyjność dobierana jest obliczeniowo, a następnie dostrajana przez przesuwanie zacze- pu na uzwojeniu pierwotnym.

Uzwojenie pierwotne (w postaci płaskiej, poziomej spirali) jest sprzężone powietrznie z uzwojeniem wtórnym – **fotografia 6**. Płaskie uzwojenie pierwotne wraz z uzwojeniem wtórnym, nawiniętym na rurze PCV, tworzą wysokonapięciowy transformator z rdzeniem powietrznym. Uzwojenie wtórne z jednej strony podłączone jest do uziemienia, z drugiej zaś do toroidu. Solenoid wtórny zakończony jest toroidem, od którego wychodzą wyładowania koronowe, powsta-

Fot. 5



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4

jące podczas pracy transformatora Tesli. Na skutek pola elektromagnetycznego, wytwarzanego w płaskim uzwojeniu pierwotnym, pole przenika uzwojeniu wtórne, złożone ze znacznej liczby zwojów, powodując powstawanie wysokiego napięcia. Aby otrzymać wyładowania o dużej długości, należy dokładnie dostrójć układ.

Montaż i uruchomienie

Jedynym ograniczeniem sposobu montażu komponentów transformatora Tesli jest nasza wyobraźnia. Z moich obserwacji wynika, że konstruktorzy tych urządzeń przyzwyczaili się do pewnego stylu. Mianowicie, wszystkie elementy zamontowane są na „stoliku”, gdzie na górnym blacie umieszczone są uzwojenia pierwotne i wtórne, zaś na podstawie dolnej transformator zasilający, elementy zabezpieczające, iskrownik oraz kondensator. W moim przypadku budowa jest nieco inna, istnieje kilka wspólnych elementów, ale starałem się, aby mój projekt wyglądał inaczej.

Omawianie budowy rozpocznę od początku, czyli od panelu sterowania. Wykonany przeze mnie panel umożliwia sterowanie funkcjonowaniem transformatora Tesli oraz kontrolowanie parametrów pracy, takich jak prąd pobierany przez transformator zasilający lub silnik iskrownika bądź napięcia. Sposób wykonania nawiązuje do mojej pasji – kolekcjonowania archaicznej elektroniki. Bliższy opis ukazał się na łamach EdW w numerze 12/2011, przy okazji zadania Szkoły Konstruktorów nr 184. Na zewnętrznej, tylnej ścianie skrzyni, znajdują się gniazda wyjściowe 230V/50Hz oraz regulowane 0–25V DC. Do pierwszego gniazda podłączany jest autotransformator, umożliwiający płynną regulację napięcia podawanego na trafo zasilające. Drugie gniazdo służy do podłączenia silnika iskrownika obrotowego. Jak już wspomniałem, autotransformator reguluje napięcie T_{zas} , co pozwala na regulację napięcia wyjściowego w zakresie 0–10kV. Przewodami wysokonapięciowymi wyprowadzenia podłączone są



Regulator mocy lutownicy grzałkowej 230V

kit
3032
AVT



Do czego to służy?

Klasyczna lutownica, zasilana napięciem sieciowym, ma tę zaletę, że nie potrzebuje stacji kontrolującej jej pracę, dostarczającej zasilania o specyficznych parametrach. To powoduje, że jest bardziej elastyczna w użytkowaniu, wystarczy bowiem podłączyć ją do standardowego gniazdka elektrycznego. Ponadto, zwykle jest tańsza od zestawu lutowniczego, co zachęca do kupna, szczególnie osoby sporadycznie mające do czynienia z lutowaniem.

Takiej prostej i taniej lutownicy 230V brakuje jednak cech profesjonalnego narzędzia – w tym regulacji temperatury grzałki. Może to skutkować złą jakością lutowania, przegrzewaniem elementów lutowanych oraz szybszym zużywaniem się grzałki lutownicy.

Wadę tę można usunąć, stosując nieskomplikowany regulator mocy lutownicy do uzyskania regulacji temperatury grzałki. Opisane w artykule urządzenie jest grupowym regulatorem mocy 230VAC i może posłużyć właśnie jako prosty pośredni regulator temperatury lutownicy.

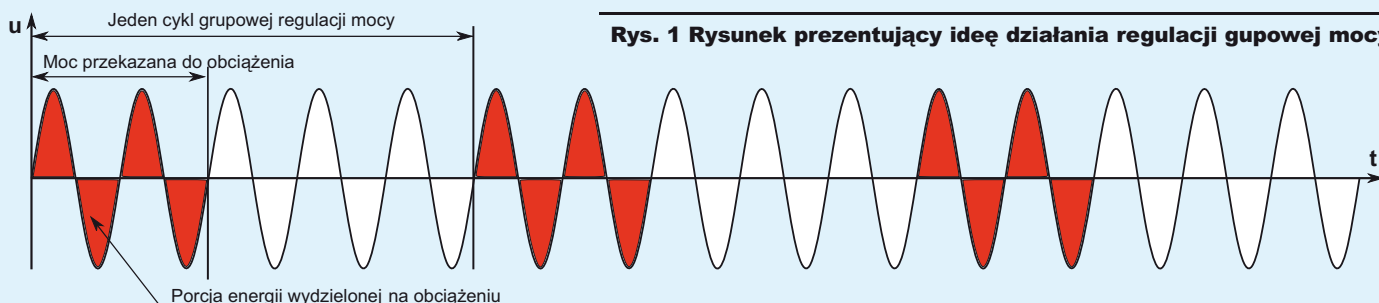
Poza opisanym przeznaczeniem, urządzenie może znaleźć inne zastosowanie o podobnym charakterze, czyli być sterownikiem urządzeń grzewczych niedużej mocy, zasilanych napięciem sieciowym.

Charakterystyka urządzenia:

- grupowa, bezzakłócenkowa regulacja mocy,
- regulacja mocy odbiornika do 100W,
- 100 wartości nastaw współczynnika mocy (0...99),
- wyświetlacz 7-segmentowy LED,
- pamięć nastaw,
- przyjazny interfejs użytkownika.

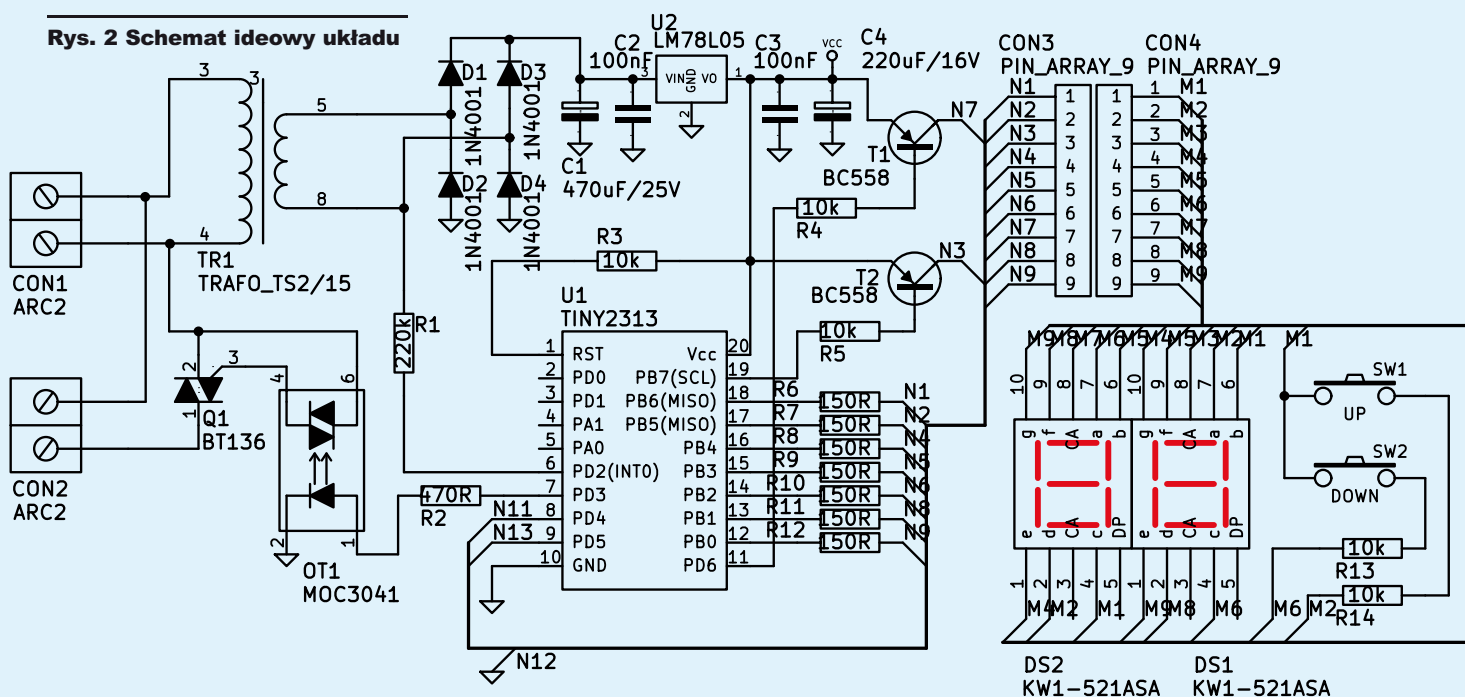
Jak to działa?

W układzie zastosowanie znalazła idea grupowej regulacji mocy odbiornika prądu przemiennego. Zasadniczo metoda ta polega na przekazywaniu mocy do obciążenia w postaci porcji energii w pewnych odstępach czasowych. Ciągły przebieg sinusoidalny sieci można w łatwy sposób podzielić na porcje, a dla zmniejszenia poziomu zakłóceń takiego podziału trzeba zawsze dokonywać w punkcie przejścia napięcia sieci przez zero (najlepiej



Rys. 1 Rysunek prezentujący ideę działania regulacji grupowej mocy

Rys. 2 Schemat ideowy układu



przy parzystej liczbie półokresów, żeby nie dzielić całych okresów sieci na połowy).

Aby uzyskać dużą rozdzielczość regulacji, trzeba stosować stosunkowo długie cykle, I tak np. dla regulacji mocy od 0% do 100% z krokiem 1%, czas trwania cyklu będzie wynosił co najmniej 1s (sto 10-milisekundowych półokresów przebiegu 50Hz), a lepiej 2s lub więcej. Z uwagi na stosunkowo długi czas trwania cyklu, regulacja taka nadaje się dla urządzeń grzewczych o znacznej bezwładności czasowej (np. lutownica nagrzewa się w czasie rzędu minut), nie nadaje się natomiast do regulacji oświetlenia czy innych zastosowań, gdzie lepiej się sprawdzi regulacja fazowa.

Zaletą regulacji grupowej w stosunku do regulacji np. fazowej jest praktyczny brak zakłóceń EM, a to dzięki sposobowi włączania elementu wykonawczego tylko w momencie przejścia przez zero.

Rysunek 1 prezentuje ideę grupowej regulacji mocy. Półki sinusoidy, zaznaczone kolorem czerwonym, tworzą grupę okresów przebiegu napięcia sieci, które są przekazywane do obciążenia, natomiast pozostałe okresy nie są. Współczynnik mocy można potraktować jako stosunek czasu, w którym moc jest oddawana do obciążenia (na czerwono), do długości trwania całego cyklu.

W rozwiązaniu zastosowanym w układzie najmniejsza jednostka mocy przekazywana do odbiornika wynosi jeden okres przebiegu napięcia sieciowego. Jeden cykl, podczas którego następuje kontrolowane dostarczenie mocy do odbiornika, wynosi 99 takich okresów. Jako że liczba okresów napięcia sieciowego, która pojawiła się na obciążeniu, determinuje ilość mocy na nim wydzielonej, dla wartości 0 będzie to zerowa moc, natomiast dla 99 będzie to maksymalna moc (wszystkie porcje energii z cyklu zostają dostarczone do obciążenia). Współczynnik mocy może więc przybrać wartości od 0 do 99.

Schemat ideowy układu elektronicznego zaprezentowany jest na **rysunku 2**. Elementem wykonawczym jest triak Q1 współpracujący z optotriakiem OT1. Optotriak zapewnia włączenie triaka w momencie przejścia napięcia sieci przez zero. Podziałem przebiegu na cykle oraz rozgrupowaniem każdego z cykli zajmuje się mikrokontroler U1. Transformator TR wraz z elementami D1...D4, C1...C4 oraz U2 stanowi klasyczny zasilacz stabilizowany o napięciu wyjściowym 5V. Poprzez R1 do U1 dociera przebieg pobrany sprzed mostka prostowniczego, niezbędny do synchronizacji pracy regulatora mocy. Przyciski S1 i S2 wraz z wyświetlaczami DS1 i DS2 stanowią interfejs obsługi dla użytkownika. Wyświetlacz jest sterowany multiplexowo za pomocą tranzystorów T1 i T2. Przyjęto rozwiązanie, w którym wyświetlacz oraz przyciski znajdują się na oddzielnej płycie, dzięki czemu ich ułożenie w obudowie jest dowolne. W celu

```
SIGNAL (SIG_INT0)
{
  if(int0Cnt <= P && P > 0) {
    burnOn();
  } else {
    burnOff();
  }
  int0Cnt++;
  if(int0Cnt > 99)
    int0Cnt = 1;
}
```

Listing 1

```
if(TK > T5) {
  TK = T4;
} else if(TK > T4 && TK < T5 && TK % M2 == 0) {
  key = keyTmp;
} else if(TK > T2 && TK < T3 && TK % M1 == 0) {
  key = keyTmp;
} else if(TK == T1) {
  key = keyTmp;
}
```

Listing 2

minimalizacji liczby połączeń obydwu płytek, trzy przewody przesyłają sygnały dla wyświetlaczy oraz stan przycisków. Dzięki takiemu rozwiązaniu liczba przewodów spadła do niezbędnego minimum, w liczbie dziewięciu (2 do anod wyświetlaczy plus 7 dla poszczególnych segmentów oraz przycisków). Dzięki rezystorom R13, R14 oraz odpowiedniej pracy portów mikrokontrolera, praca wyświetlaczy pozostaje niezakłócona, mimo wciskania przycisków przez użytkownika. Dla bezpieczeństwa portów mikrokontrolera zastosowano rezystory R6...R12, które mają na celu ograniczyć prąd pobierany przez każdy z segmentów wyświetlacza dużo poniżej 40mA/port.

Mikrokontroler został skonfigurowany z wewnętrznym źródłem sygnału taktującego o częstotliwości 8MHz (konfiguracja fusebitów widoczna jest na **rysunku 3**). Program w nim zawarty został napisany w środowisku AVRStudio w języku C. Charakteryzuje się tym, że obsługa interfejsu jest realizowana w pętli głównej, natomiast synchronizacja z przebiegiem sieci jest obsługiwana w przerwaniu INTO wywołanym zboczem opadającym. W procedurze obsługi INTO, widocznej na **listingu 1**, jest zawarta procedura regulacji grupowej mocy.

Zmienna globalna P jest ustalana w ciele funkcji obsługującej przyciski i może przyjmować wartości od 0 do 99. Za każdym wywołaniem przerwania zwiększany jest licznik int0Cnt. Regulacja polega na włączeniu diody optotriaka, począwszy od pierwszego wystąpienia przerwania, które jest równoznaczne z wystąpieniem pierwszego okresu w

cyklu i wyłączeniu po wystąpieniu okresu o numerze P. Wyjątkiem jest sytuacja, gdy P = 0, wtedy dioda optotriaka nie zostanie zaświecona ani razu w danym cyklu regulacji.

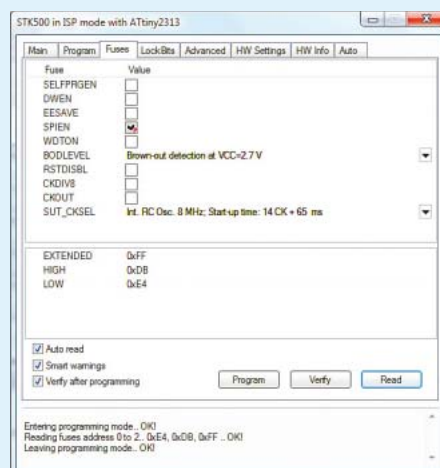
Na uwagę zasługuje sposób zachowania się interfejsu użytkownika. Ponieważ zakres wartości od 0 do 99 jest względnie szeroki, przechodzenie od ekstremalnych wartości za pomocą klikania w przyciski może trwać długo i czynność ta może być irytująca (co bywa często spotykane nawet we współczesnym sprzęcie powszechnego użytku). Aby uczynić interfejs bardziej przyjazny użytkownikowi, zastosowano trójstopniową prędkość zmian nastawy współczynnika mocy. Działa ona na następującej zasadzie:

1. Użytkownik wciska przycisk, a wartość współczynnika regulacji mocy się zwiększa lub zmniejsza o jeden (tak naprawdę po wciśnięciu przycisku następuje krótka chwila odczekania na zgaśnięcie drgań styku przycisku, ale użytkownik tego nie zauważa).
2. Po chwili trzymania przycisku wciśniętego (około 1s) wartość współczynnika zaczyna się zmieniać automatycznie (z częstotliwością około 3 razy na sekundę).
3. Gdy użytkownik ciągle trzyma przycisk wciśnięty, a wartość współczynnika zdążyła się zmienić 5 razy, włącza się trzeci tryb, w którym szybkość automatycznych zmian współczynnika mocy wynosi około 30 zmian na sekundę.

Dzięki takiej obsłudze interfejsu można w ciągu 5s zmienić wartość współczynnika z 0 do 99. Obsługa klawiszy jest zawarta w funkcji getKey(), która jest wywoływana w pętli głównej razem z funkcjami updateP() (aktualizacja współczynnika mocy) oraz showLED() (wyświetlenie wartości P). Funkcja getKey() ma za zadanie poinformować za pomocą zmiennej globalnej key o tym, że został wciśnięty jakiś klawisz. Funkcja updateP() sprawdza, jaki klawisz został wciśnięty i odpowiednio od jego rodzaju zmniejsza lub zwiększa wartość współczynnika mocy reprezentowanego przez zmienną P. Funkcja getKey() ma swój licznik TK, inkrementowany z każdym jej wywołaniem, gdy zostanie wciśnięty przycisk i zerowanym, gdy żaden z nich nie jest wciśnięty. Tryby działania klawiatury są uzależnione od wartości licznika TK i każdy z nich jest zdefiniowany stałymi T1...T5. Na **listingu 2** pokazany został fragment funkcji getKey(), realizujący opisane wcześniej zachowanie interfejsu.

Za każdym razem, gdy użytkownik zmieni wartość nastawy i puści przycisk, wartość P jest zapisywana do pamięci EEPROM

Rys. 3 Konfiguracja fusebitów zastosowana w U1. Zrzut z programu AVRStudio





Domowy sposób na cynowanie PCB

W rubryce *Porady koleżeńskie* prezentowane są różnorodne materiały, dotyczące dowolnej dziedziny elektroniki, nadsyłane przez Czytelników, którzy chcą podzielić się swoim doświadczeniem.

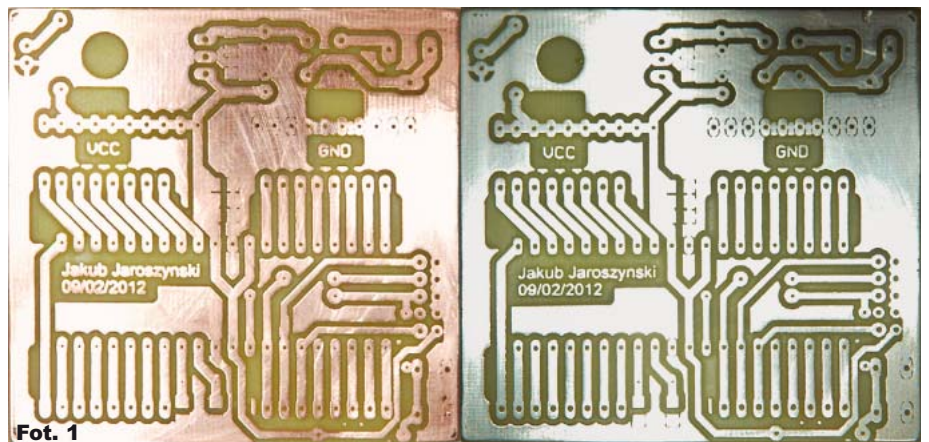
Materiały do tej rubryki (i ewentualne pytania w tej sprawie) należy nadsyłać na adres redakcja@elportal.pl

Wiele osób chce, aby wykonane w warunkach domowych płytki drukowane były odpowiednio zabezpieczone. Niektórzy hobbyści stosują do tego roztwór kalafonii rozpuszczonej w denaturacie albo innym rozpuszczalniku. Lecz niestety czasami okazuje się, że warstwa taka jest nieestetyczna. Zwłaszcza po procesie lutowania okazuje się, że nie wygląda to zbyt ładnie. Natomiast pokrycie ścieżek cienką warstwą cyny daje profesjonalny i estetyczny wygląd, a także bardzo ułatwia proces lutowania. Być może wiele osób uważa estetyczne cynowanie za proces bardzo trudny i skomplikowany, lecz tak naprawdę jest on bardzo prosty i wcale nie jest czasochłonny. Wcale nie trzeba cynować gorącą lutownicą wszystkich ścieżek po kolei. Do wykonania jednolicie pocynowanej powierzchni będzie potrzebnych kilka rzeczy:

- płytka PCB, którą chcemy zabezpieczyć,
- pasta lutownicza z jak największą zawartością cyny,
- opalarka.

Na **fotografii 1** przedstawiony jest efekt początkowy i końcowy tak wykonanej płytki.

A oto szczegóły procesu cynowania. Po zakończeniu trawienia płytki, delikatnie czyszcimy ją z resztek tonera albo drobnym papierem ściernym, albo lepiej gąbką ścierną, żeby nie zmniejszyć grubości miedzi. Następnie наноси-



my pędzelkiem cienką warstwę pasty lutowniczej na płytkę. Pokazują to **fotografie 2 i 3**.

Następnie naszą płytkę „opalamy” z odległości około 5–7cm opalarką, ustawioną na temperaturę ok. 500°C. **Trzeba uważać, aby opalarka nie była za blisko płytki, aby nie stopić pasty, lecz żeby tylko ją wysuszyła – fotografia 4.** Ta czynność zajmuje mi około jednej minuty. Wygląd wysuszonej płytki pokrytej równomiernie wysuszoną pastą pokazuje **fotografia 5**. Ostatnią czynnością jest wzięcie gorącej jeszcze płytki przez jakąś rękawicę, aby nie się nie oparzyć. Trzeba ją wsadzić pod bieżą-



Fot. 2



Fot. 3



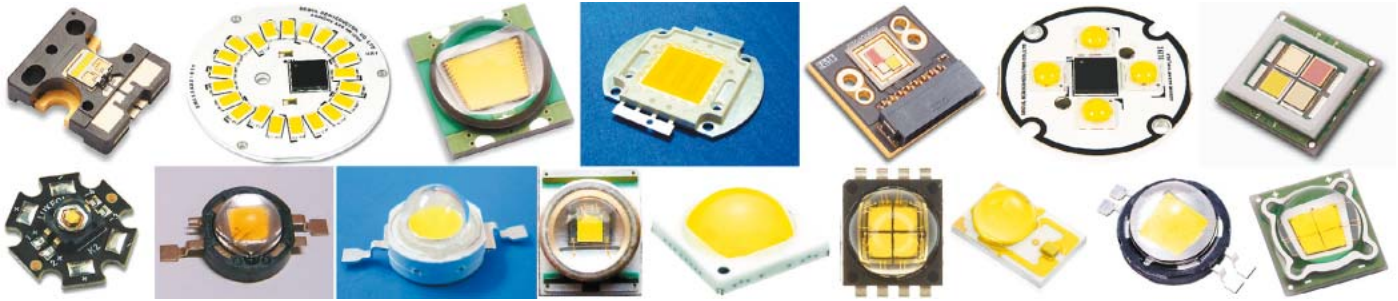
Fot. 4

ca wodę i przetrzeć zmywakiem kuchennym. Pasta bardzo ładnie odchodzi od gołego laminatu bez zbędnych detergentów. Po prostu trzeba ją lekko przetrzeć. Może się okazać, że wystarczy do tego celu sama woda, lecz i tak trzeba w sposób mechaniczny pozbyć się resztek wysuszonej pasty lutowniczej.

Pasta pozostaje natomiast na miedzianych ścieżkach.

Kto chciałby, może na tak przygotowanej powierzchni bez problemu wykonać soldermaskę, opisaną w numerze 10/2011 EdW, lecz trzeba mieć pewną wprawę w realizacji opisaną tam metody.

Ciąg dalszy na stronie 65



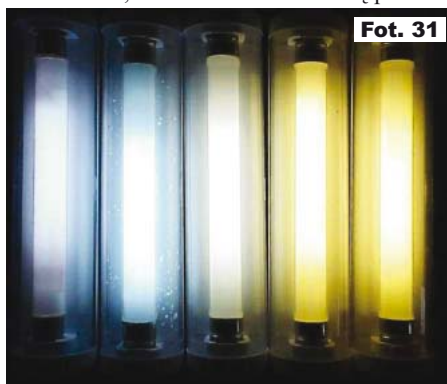
Parametry diod LED

część 4

Lampy fluorescencyjne

Lampy fluorescencyjne, czyli bardzo dziś popularne świetlówki, zwane też jarzeniówkami, też należy zaliczyć do lamp rtęciowych. Są to niskoprężne lampy rtęciowe – ciśnienie gazu jest niskie, więc następuje tak zwane wyładowanie jarzeniowe, podobne jak w lampkach neonowych i neonach. W świetlówce bezpośrednio wytwarzany jest praktycznie jedynie niewidzialny, „twardy” ultrafiolet w zakresie zwanym UVC. „Twardy” to znaczy o dużej energii – energia jest odwrotnie proporcjonalna do długości fali – czym krótsza fala, tym większą niesie energię. Powstające wysokoenergetyczne promieniowanie ultrafioletowe trafia na luminofor, którym od wewnątrz pokryta jest bańka (rura) świetlówki. Wytwarzane światło może mieć różne barwy – **fotografia 31** i różne charakterystyki spektralne. Wszystko zależy od składu chemicznego oraz innych właściwości luminoforu.

Prawie 80% promieniowania powstającego wewnątrz rury to ultrafiolet o długości fali około 250nm. Jest też trochę innego ultrafioletu, natomiast niewielka ilość światła widzialnego ma charakter prążków. **Rysunek 32** pokazuje skład widmowy promieniowania widzialnego (bez składników UV) bakterio-bójczej świetlówki bez żadnego luminoforu. Istnieją też „czarne” świetlówki, używane np. w dyskotekach, gdzie odpowiedni luminofor, z „twardego” ultrafioletu UVC, wytwarza tzw. bliski ultrafiolet UVA (i odrobinę promieniowania fioletowego). Wewnątrz „normalnych” świetlówek też jest wytwarzany głównie szkodliwy dla zdrowia ultrafiolet UVC, ale nie opuszcza on lampy, bo większość zamieniona jest na światło widzialne w luminoforze, a ewentualne resztki są pochła-



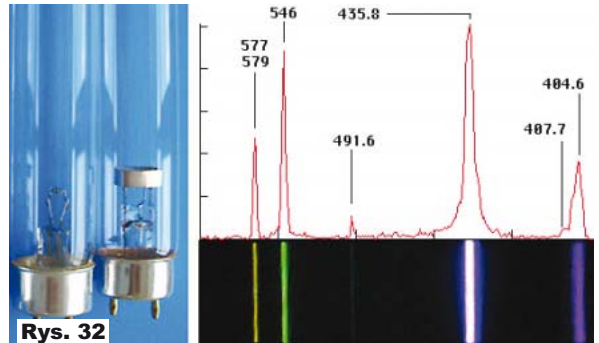
Fot. 31

niane przez szkło o odpowiednio dobranym składzie chemicznym.

Klasyczne świetlówki mają kształt rury. Jednak obecnie coraz częściej stosowane są świetlówki kompaktowe (**fotografia 33**), zwane nieprawidłowo żarówkami energooszczędnymi. Na pewno nie są to żarówki – lampy żarowe. Są to lampy rtęciowe, świetlówki o specyficznym kształcie, z wbudowanym elektronicznym układem zapłonowym.

Należy wiedzieć, że niektóre klasyczne świetlówki mają bardzo wysoką skuteczność, przekraczającą nieco 100lm/W, a inne, w tym świetlówki kompaktowe, mniejszą – 35...75lm/W. Świetlówki kompaktowe mają mniejszą skuteczność, ponieważ w grę wchodzi też sprawność energetyczna układu zapłonowego. Oczywiście bardzo duże znaczenie ma też luminofor. Stosowane dawniej luminofory dawały światło o charakterystyce prążkowej. Dziś nowoczesne luminofory umożliwiają wytwarzanie światła o widmie zbliżonym do ciągłego. I tu dochodzimy do istotnej zależności: ogólnie biorąc, świetlówki o „lepszej”, „pełniejszej” barwie światła mają niższą skuteczność od tych, których widmo zawiera pojedyncze prążki, jednak nie jest to prosta zależność. **Rysunek 34** pokazuje charakterystyki spektralne trzech świetlówek. Rysunek ten po części wyjaśnia dziwne wrażenia wzrokowe, jakie mamy przy korzystaniu z niektórych tanich świetlówek, których widmo zawiera tylko kilka silnych prążków. Niby światło jest białe, ale jest „jakieś dziwne” właśnie dlatego, że nie jest ciągłe.

Tu należy dodać, że światło wytwarzane przez luminofor ma większą długość fali niż pochłonięte promieniowanie UV, co zgadza się z intuicją, że promieniowanie wzbudzające powinno mieć energię większą od promieniowania wytwarzanego. Trzeba jednak ostudzić zapał ewentualnych wynalazców, którzy wpadliby na genialny pomysł, żeby zastosować luminofor w zwykłych żarówkach i zamieniać marnującą się podcierwień na światło widzialne. Generalnie luminofory



Rys. 32



Fot. 33

„zwiększają” długość fali promieniowania, co jest związane z tzw. przesunięciem Stokesa. Wprawdzie znane są przykłady odwrotnego przesunięcia (*anti-Stokes shift*, związane z fenomenem optycznego chłodzenia), jednak są to eksperymenty laboratoryjne, a nie luminofory praktyczne używane w lampach. Do przesunięcia Stokesa jeszcze wrócimy przy omawianiu białych diod LED. A na razie omówmy krótko...

Inne lampy wyładowcze

W lampach fluorescencyjnych, czyli klasycznych świetlówkach i coraz powszechniejszych świetlówkach kompaktowych, źródłem pierwotnego promieniowania ultrafioletowego jest wyładowanie w gazie (w parach rtęci). Trzeba podkreślić, że jest to wyładowanie w rozrzedzonym gazie pod niskim ciśnieniem. Jest to wyładowanie jarzeniowe, a nie łukowe. Ale wyładowanie może też zachodzić w odpowiednio dobranych warunkach, np. w gazach pod wyższym ciśnieniem i może być wyładowaniem łukowym, które ma dużo większą

Przeoglądasz fragmenty bieżącego numeru.

**Kup wydanie papierowe z dostawą do domu
bez ponoszenia kosztów przesyłki**

*lub zamów pełne e-wydanie w formacie PDF
wzbogacone o treści multimedialne i linki.*

A może PRENUMERATA?

Przygotowaliśmy dwie dogodne formy zamówienia czasopisma:

- *Prenumerata w formie stałego zlecenia bankowego - składasz w swoim banku zlecenie regularnego opłacania kolejnych numerów czasopisma.*

Dalej...

- *Klasyczna prenumerata w formie przedpłaty - płacisz jednorazowo za cały okres wybranej prenumeraty.*

Prenumerata...

E-prenumerata...

**Pozdrawiamy serdecznie i zachęcamy
do lektury całego czasopisma**