POD LUPĄ – KRYTERIUM STABILNOŚCI NYQUISTA

www.PROGRAMATORY.com
SZKOLENIA - Alfabet Programatorów
TOMSAD
PROGRAM PARTNERSKI

ELEKTRONIKA dla wszystkich

6/2011 CZERWIEC • CENA 12zł (w tym 5% VAT) • NAKŁAD: 14 990 egz. www.elportal.pl

Dotykowy tablet

Kolorofon – Sterownik RGB

Ośla łączka – Filtr pasmowy o dużej dobroci

- Generator kwarcowy FM
- Wzmacniacz retro
- Karta przekaźników LPT
- Płytka eksperymentalna CMOS
- Szkolne podstawy elektroniki – Domeny magnetyczne
- Warsztatowe patenty – Usprawnienie lutownicy pistoletowej
- Koleżeńskie porady – Transformatory WN
- MEU – Kinetyczne przetworniki elektromagnetyczne
- Szkoła Konstruktorów – Nietypowa obudowa
- Szkoła Konstruktorów – Kamery, kamery, kamery...
- Szkoła Konstruktorów – Problem mocy szczytowej



INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

ELFA
automatyka, elementy i urządzenia elektroniczne
www.elfaelektronika.pl

artronic LCD-Chip On Glass
Blackline
AV-DISPLAY
POWER LED

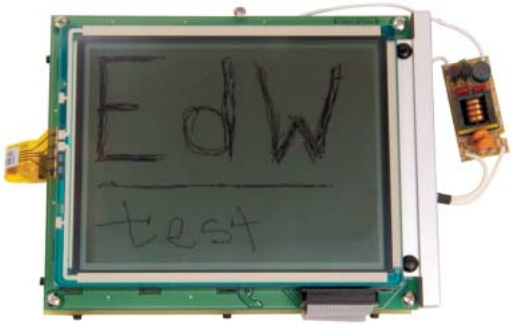
TME Electronic Components
elektronika • automatyka elektromechanika
Transfer Multisort Elektronik
www.tme.pl

Farnell
Projektuj z najlepszymi!
520 000 podzespołów elektronicznych
3500 producentów
SZYBKA dostawa produktów
www.farnell.com/pl

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

Firmy prezentujące swoje oferty w niniejszym wydaniu EdW:

ARTRONIC 1
BETATRONIC 73
BTC KORPORACJA 40
CONRAD ELECTRONIC .. 84
CYFRONIKA 15
DEXON 17
ELFA ELEKTRONIKA 1
ELMAX 71
ELPIN 72
E-SYSTEM 29
FARNELL 1, 3
FERYSTER 43
GTB-SOLARIS 73
IZOTECH 72
KRADEX 35
LARO 21
LC ELEKTRONIK 40
LIS POL 25
MASZCZYK 1
MERSERWIS 45
MONACOR 71
MS ELEKTRONIK 37
NDN 83
NEKMA 41
PIEKARZ 33, 63
PW KEY 71
RCS ELEKTRONIK 33
SEMICON 65
SIGMA 47
TME 1
TOMSAD 1, 71, 72



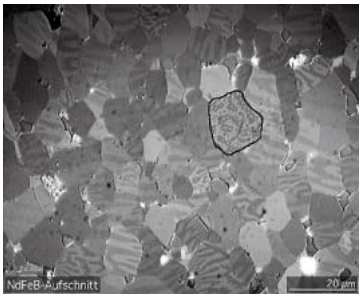
str. 13
Dotykowy tablet
Układ pozwala na zapisywanie notatek na czarno-białym wyświetlaczu graficznym oraz zmazywanie ich przyciskiem. Przypomina o zadaniach do wykonania. Może też zastąpić blok rysunkowy.



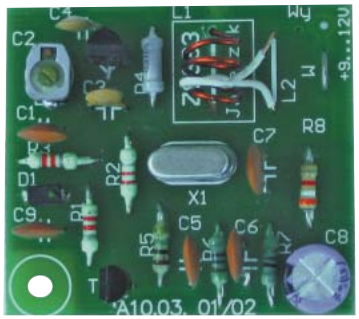
str. 16
Kolorofon – Sterownik RGB
Włóż w swoją pokojową lampę nowe życie! Dzięki niej wieczorami będzie panował niezwykle kolorowy, nastrojowy klimat... W czasie imprez zamień ją w efektowny kolorofon.



str. 28
Elektronika dla informatyków – Rodzaje kondensatorów
Każdy elektronik/hobbysta powinien znać właściwości kondensatorów i różnice między nimi. W pierwszej kolejności zapoznajmy się z kondensatorami ceramicznymi.



str. 32
Szkolne podstawy elektroniki – Materiały magnetyczne
Spróbujmy dokładniej przyjrzeć się materiałom magnetycznym – jaki wpływ na ich właściwości mają domeny magnetyczne?



str. 54
Generator kwarcowy FM
Wyjątkowo prosty generator FM! Dzięki zastosowaniu rezonatora kwarcowego daje stabilny sygnał, umożliwiający kontrolę bądź strojenie radioodbiornika UKF, radiotelefonu CB/FM...

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

Miesięcznik

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

Wydawca:
Wiesław Marciniak

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

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

Redaktorzy Działów:
Zbigniew Orłowski
edw@elportal.pl
Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl
Radosław Koppel
radoslaw.koppel@elportal.pl

Opracowanie graficzne, skład i okładka:
Ewa Górecka - Dudzik
Piotr Górecki jr

Zdjęcia i obróbka, 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:
Katarzyna Gugała
katarzyna.gugala@elportal.pl
tel.: (22) 257 84 64

Listy i paczki prosimy adresować (projekty i Szkoła Konstruktorów):

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

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

Uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

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

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

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

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

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Czerwiec 6 (186)

Projekty

Projekty AVT

Dotykowy tablet 13
Kolorofon – Sterownik RGB 16

Elektronika 2000

Generator kwarcowy FM 54

Forum Czytelników

Wzmacniacz retro 55
Karta przekaźników LPT 56
Płytka eksperymentalna CMOS 58

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 184
Zaproponuj nietypową obudowę do dowolnego układu elektronicznego 40
Rozwiązanie zadania głównego 179
Zaproponuj nietypowy sposób wykorzystania komputerowej kamery USB lub dowolnej innej kamery albo przetwornika obrazu 41
Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 184, 179 46
Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 184, 179 50

Artykuły różne

Szumy generatorów, część 2 20
Kurs STM32, część 2 23
Elektronika dla informatyków. Rodzaje kondensatorów – Wykład 2 28
Kuchnia konstruktora, czyli taki zwyczajny zasilacz...
Stabilizatory LDO, część 2 30
Szkolne podstawy elektroniki. Domeny magnetyczne 32
Pod lupą. Wzmacniacze, część 28 34
Elektronika dla początkujących – wyprawy na Oślą łączkę 36
Warsztatowe patenty. Usprawnienie lutownicy pistoletowej 61
Koleżeńskie porady. Transformatory WN 62
MEU – Energy harvesters, czyli wieczne baterie, część 5 64

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki 6
Poczta 8
Skrzynka porad 10
Prenumerata 9, 76
Księgarnia AVT 66
Miniankieta 70
Ogłoszenia i reklamy 71
Sklepy dla elektroników 74
Oferta handlowa AVT 77

Konkursy

Jak to działa? 12
Krzyżówka 60
Co to jest? 70



Czerwiec

W czerwcu na okładkę trafił niezbyt skomplikowany, a za to bardzo interesujący projekt. W związku z coraz szerszym upowszechnianiem się ekranów dotykowych, także hobbyści chcieliby osobiście „dotknąć się" do nich, i to także od strony konstruktora i programisty, a nie tylko użytkownika. Warto zacząć od urządzeń i aplikacji możliwie prostych. I właśnie prezentowany tablet jest znakomitą okazją, żeby zacząć eksperymenty z ekranami dotykowymi.

Polecam ten projekt wszystkim Czytelnikom także dlatego, by przekonali się, że programy jednocześnie obsługujące i ekran, i czujnik dotykowy, wcale nie są tak skomplikowane, jak mogłoby się wydawać.

Także i w tym numerze znajdziecie szereg projektów oraz pożytecznych materiałów edukacyjnych, do których lektury zapraszam.

Bardzo się cieszę, że nadsyłacie materiały do nowych rubryk: ***Warsztatowe patenty*** oraz ***Koleżeńskie porady***. W pierwszej przedstawiajcie wszystkie „patenty" związane z choćby drobnymi usprawnieniami Waszego warsztatu. W drugiej możecie podzielić się doświadczeniem z dowolnych dziedzin elektroniki. Zachęcam też do współredagowania dobrze znanej i cenionej ***Skrzynki porad***. Można przysyłać pytania do niej, ale niektórzy skorzystali już z możliwości pisania odpowiedzi, na przykład na pytania Waszych Kolegów lub dawne własne.

Materiały do tych rubryk nadsyłajcie na adres *redakcja@elportal.pl*

Zgodnie z wcześniejszymi zapowiedziami, koniec roku szkolnego to także **doroczne podsumowanie naszej Szkoły Konstruktorów**. Wyniki podsumowania wprawdzie nie zmieściły się w tym numerze, niemniej wyróżniający się i aktywni uczestnicy przed zakończeniem roku szkolnego otrzymają listy gratulacyjne.

Zapraszam do uważnego zapoznania się z plonem zadania 179 Szkoły, dotyczącego kamer. Zachęcam też do eksperymentów w tej dziedzinie, a możliwości jest mnóstwo. Oczywiście zapraszam też do udziału we wszystkich trzech zadaniach Szkoły oraz w innych konkursach.

serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki

MIEJSCE DLA WALKMANA?

Od premiery pierwszego walkmana zrobionego przez Sony minęły już 32 lata. Przenośne odtwarzacze na długi czas przedefiniowały podejście do słuchania muzyki. Najpierw kasety magnetofonowe, płyty CD, potem dyski twarde i pamięci flash – ciągła miniaturyzacja nośników sprawiła, że sprzęt odtwarzający muzykę zaczęto umieszczać w telefonach komórkowych. Rynek odtwarzaczy mp3 ma się całkiem nieźle, ale wraz z rozwojem telefonów multimedialnych prawdopodobnie będzie się wciąż kurczył.

Nie przeszkadza to jednak firmie Sony w wypuszczeniu nowej serii walkmanów. Modele Walkman z serii B ważą tylko 28 g i mają niespełna 10 cm długości. Wbudowany akumulator wystarcza na 18 godzin słuchania. Kiedy jednak nie ma czasu na ładowanie, wystarczy podłączyć odtwarzacz na jedyne 3 minuty, by następnie słuchać nagrań nawet przez 90 minut.

Nowe odtwarzacze można bez kłopotu napełnić mnóstwem nagrań z cyfrowej kolekcji: wystarczy podłączyć wbudowane złącze USB do komputera i przesłać żądane pliki z utworami, jak na zwykły dysk wymienny.

W szybkim przeszukiwaniu nagrań w odtwarzaczu pomaga technologia wyszukiwania utworów ZAPPIN. Dotykając przycisku ZAPPIN, można wysłuchać krótkiego, charakterystycznego fragmentu utworu bez potrzeby przeszukiwania menu czy list odtwarzania.



Z czasem przekonamy się, czy przenośne odtwarzacze mp3 utrzymają znaczące miejsce na rynku urządzeń do odtwarzania muzyki.

HTC SENSATION

Firma HTC nie przestaje zaskakiwać konsumentów coraz to nowymi odsłonami i modelami swoich smatfonów. Ostatnio zaprezentowany został HTC Sensation – duży smartfon wyróżniający się funkcjami multimedialnej rozrywki. Urządzenie wykorzystuje funkcję HTC Watch, umożliwiającą wypożyczanie lub zakup filmów kinowych i programów telewizyjnych za pośrednictwem platformy mobilnej.

Smartfony powoli przekształcają się w kieszonkowe centra rozrywki, umożliwiające przechowywanie ulubionych treści multimedialnych w urządzeniach przenośnych. Sensation pozwala korzystać z dostępnych treści za pośrednictwem specjalnie do tego przygotowanych aplikacji.



Obudowę HTC Sensation wykonano z jednego bloku aluminium oraz wyprofilowanego ekranu dotykowego, pozwalającego na wygodniejszą obsługę. Ekran qHD, o przekątnej 4,3 cala umożliwia oglądanie filmów w rozdzielczości bliskiej HD, a wykorzystany w smartfonie dwurdzeniowy procesor Qualcomm Snapdragon, o częstotliwości 1,2 GHz, pozwala na wyświetlanie doskonałej jakości grafiki, zapewniając jednocześnie niezwykłą wydajność obsługi aplikacji.

Dwurdzeniowe procesory stają się powoli standardem w smartfonach i tabletach – jeśli uda się dodatkowo zminimalizować ich pobór mocy, urządzenia te będą przejmować coraz więcej funkcji netbooków i laptopów.

KOLEJNY TABLET - ASUS

Moda na tablety powróciła na dobre. A wraz z modą, nowe oferty producentów. Firma ASUS zapowiedziała pierwsze dostawy tabletu ASUS Eee Pad Transformer. Tablet został wyposażony w stację dokującą z klawiaturą QWERTY, a urządzenie działające pod kontrolą nowego systemu operacyjnego Android 3.0 (Honeycomb) może pracować na baterii do 16 godzin.

Połączenie systemu Honeycomb z opracowanym przez firmę ASUS interfejsem Waveshare i rozwiązaniami sprzętowymi czyni z Transformera urządzenie w pełni przenośne, które może sprawdzić się nie tylko w komunikacji i serwisach społecznościowych, ale też w pracy biurowej czy zaawansowanym przeglądaniu Internetu.

Zastosowany w Transformerze dwurdzeniowy procesor NVIDIA Tegra 2, o którym już pisaliśmy na łamach tego działu, zapewnia krótszy czas reakcji, wyższą wydajność w pracy wielozadaniowej oraz szybsze wyświetlanie stron internetowych. Wykonany z wytrzymałego, odpornego na zadrapania szkła panel IPS pozwala na oglądanie multimediów nawet pod kątem 178°.



Cyfrowe kamery umieszczone z tyłu (rozdzielczość 5 MP) i z przodu tabletu (rozdzielczość 1,2 MP) umożliwiają robienie zdjęć i kręcenie filmów w jakości HD. Wbudowany miniport HDMI pozwala na oglądanie filmów wysokiej rozdzielczości – a wszystko to zamknięte zostało w urządzeniu o grubości 12,98 mm i wadze zaledwie 680 g.

Jedną z rzeczy, która wyróżnia Transformera wśród innych tabletów dostępnych na rynku, jest opcjonalna stacja dokująca. Zapewnia ona dostęp do pełnej klawiatury QWERTY z klawiszami funkcyjnymi Androida, zmieniając tablet w netbook.

Eee Pad Transformer ma preinstalowany pakiet Polaris Office 3.0, który pozwala użytkownikom edytować różne typy dokumentów, w tym pliki tekstowe (.doc), arkusze kalkulacyjne (.xls) i prezentacje (.ppt).

Stacja dokująca wydłuża czas pracy na zasilaniu bateryjnym z 9,5 do 16 godzin, więc użytkownicy mogą używać tabletu przez cały dzień.

Jest to niewątpliwie ciekawa oferta od solidnego producenta, znanego z wypuszczania miniaturowych urządzeń multimedialnych wysokiej klasy.

STREAMING 3D?

Firma NVIDIA poinformowała o udostępnieniu technologii NVIDIA 3D Vision wydawcom serwisów internetowych, dzięki czemu uzyskają oni możliwość streamingu trójwymiarowego wideo w sieci. NVIDIA jest pierwszą firmą, która udostępnia plugin 3D dla Microsoft Media Platform (MMP) Player Framework, obsługujący okulary 3D z aktywnymi migawkami. Wtyczka bazuje na tej samej technologii, która została wykorzystana podczas tworzenia popularnego serwisu zawierającego materiały 3D – www.3DVisionLive.com. MPP Player Framework to otwarte oprogramowanie, pozwalające deweloperom na błyskawiczne i łatwe tworzenie szybkich i elastycznych aplikacji internetowych, opartych na technologii Microsoft Silverlight i w pełni obsługujących IIS Smooth Streaming.

3D Vision to wiodąca technologia 3D dla komputerów osobistych. Umożliwia ona wyświetlanie obrazów w stereoskopowym trójwymiarze graczom, entuzjastom filmu i miłośnikom fotografii wyposażonych w oprogramowanie NVIDIA 3D Vision oraz aktywne okulary migawkowe, procesory graficzne tej firmy i monitor lub projektor 3D. Dzięki temu użytkownicy otrzymują dostęp do największej liczby materiałów w trzech wymiarach, w tym ponad 500 gier, filmów Blu-ray, fotografii i plików wideo.

Wraz ze wzrostem zainteresowania sprzętem 3D Ready, rośnie też potrzeba udoskonalania oprogramowania, które w szybki i bezbłędny sposób obsłuży przetwarzanie obrazu po stronie klienta.



KTÓRY KIERUNEK ROZWOJU?

3D w okularach czy bez? Na razie zdecydowanie króluje standard z okularami migawkowymi – ze względu na prostotę technologii I małą ingerencję w przygotowanie sprzętu – wystarczą okulary i telewizor z odpowiednią częstotliwością odświeżania. Mimo wszystko, konieczność zakładania specjalnych okularów dalej jest mankamentem.

Drugim kierunkiem, dużo droższym, w którym niewątpliwie będą podążać producenci, jest konstruowanie telewizorów 3D, do których oglądania nie są potrzebne okulary migawkowe ani żadne inne.



Firma Innovision zaprezentowała ostatnio największy na świecie telewizor LCD 3D glasses-free (bez okularów). Innovision to młoda i ambitna firma z Korei, która na targach w Japonii zaprezentowała swoje najnowsze dzieło – największy na świecie telewizor Full HD 3D z 70-calowym ekranem, do którego nie będziemy potrzebowali specjalistycznych okularów. Dodatkową ogromną zaletą urządzenia jest niespotykana dotąd wielkość i łatwa konwersja materiałów 2D do 3D. Ale najważniejsze może okazać się to, że obraz oglądać można pod niemal dowolnym kątem. Firma nie podaje ceny urządzenia, ale możemy być pewni, że produkt ten będzie zdecydowanie droższy niż telewizory o analogicznych wielkościach, w których obraz 3D uzyskuje się przez użycie okularów migawkowych.

NOWA ODSŁONA VIERY

Jakość obrazu i funkcje multimedialne to dwa parametry, na których skupiają się producenci przy tworzeniu nowych telewizorów. Ekrany telewizyjne są najprawdopodobniej najlepszym źródłem obrazu w domu – zdecydowanie lepszym i wygodniejszym niż ekran komputera. W związku z tym, daje się zauważyć trend, zgodnie z którym producenci starają się przenieść na ekran TV jak najwięcej funkcjonalności dostępnych dotychczas tylko przy użyciu PC-ta.

Panasonic wprowadza nowe serie swoich telewizorów: NeoPlasma i IPS Alpha LCD. Modele wyposażono w funkcje VIERA Connect, zmieniające tradycyjne sposoby spędzania czasu przed telewizorem, który z tradycyjnego odbiornika może stać się domowym centrum rozrywki. VIERA Connect to ważne rozwinięcie VIERA CAST, usługi internetowej, którą Panasonic udostępnił w 2008 roku. Oprócz znacznego zwiększenia liczby dostępnych aplikacji, po raz pierwszy usługa ta umożliwia rozszerzenie funkcji telewizora poprzez dołączanie dodatkowego sprzętu takiego jak: urządzenia fitness, kontrolery do gier czy kamery umożliwiające rozmowę poprzez popularny komunikator internetowy Skype. Dzięki Viera Connect otrzymamy dostęp nie tylko do standardowych filmów i programów telewizyjnych, ale również do transmisji sportowych, ćwiczeń fitness, interaktywnych gier oraz różnej dodatkowej treści na dużym ekranie telewizora z prostą obsługą za pomocą pilota. Jest to również pierwsza na świecie „chmurowa" usługa internetowa, która obsługuje interaktywne aplikacje z wykorzystaniem dołączanego sprzętu, a ponadto oferuje sklep internetowy, który umożliwia nabycie takiego sprzętu bezpośrednio za pomocą telewizora. Dodatkowo, usługa będzie promowana jako platforma otwarta, aby zwiększyć liczbę aplikacji w celu popularyzacji usług IPTV.



Telewizory multimedialne zaczynają zachwycać nie tylko rozmiarami i jakością obrazu, ale coraz częściej też uniwersalnością i prostą obsługą dostępnych aplikacji.

Skrzynka Porad



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

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

(...) Napięcie wyjściowe zasilacza bez obciążenia (mierzone woltomierzem cyfrowym) jest prawidłowe. Jednak mam wrażenie, że coś dziwnego dzieje się podczas pracy. Jak sprawdzić właściwości zasilacza?

Przede wszystkim należy sprawdzić podstawowe właściwości. *Czy obciążenie nie powoduje zbytniego spadku napięcia wyjściowego?* Można to sprawdzić jakimkolwiek woltomierzem napięcia stałego, sprawdzając napięcie wyjściowe bez obciążenia i pod obciążeniem.

Czy pod pełnym obciążeniem na wyjściu nie pojawia się brum sieciowy (100Hz), wynikający ze zbyt małej pojemności filtru zasilacza? Można to sprawdzić oscyloskopem lub np. za pomocą słuchawek, połączonych w szereg z kondensatorem elektrolitycznym 100uF. Przyczynami takich wahań napięcia mogą być zbyt mała moc i napięcie wyjściowe transformatora oraz za mała pojemność głównego kondensatora filtru.

Takie wady w ogóle nie powinny wystąpić w zasilaczach stabilizowanych. Jednak część zasilaczy stabilizowanych, realizowanych przez hobbystów, ma poważne wady, między innymi nie jest optymalizowana pod względem właściwości dynamicznych. Woltomierz podłączony do nieobciążonego wyjścia pokaże prawidłową wartość napięcia. Podobnie może być po dołączeniu statycznego obciążenia, np. rezystora.

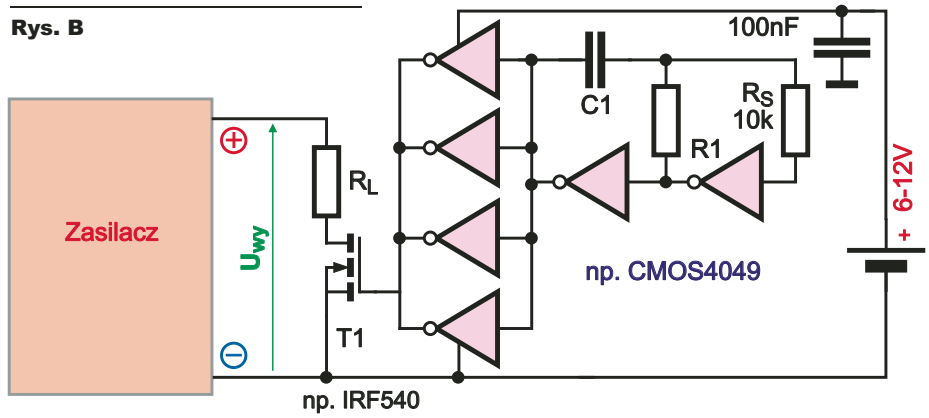
Dołączenie obciążenia pozwala określić rezystancję wewnętrzną zasilacza. Pod obciążeniem napięcie wyjściowe powinno się nieco zmniejszyć. Jak pokazuje **rysunek A**, daje o sobie znać wewnętrzna rezystancja zasilacza R_W, która z obciążeniem R_L tworzy dzielnik napięcia. W przypadku klasycznych liniowych stabilizatorów napięcia ten spadek (ΔU) wynosi zwykle kilka miliwoltów lub mniej i można go spokojnie zaniedbać.

W zasilaczach stabilizowanych mogą też pojawić się dziwne zjawiska, gdy pobór prądu ulega szybkim zmianom, a tak bywa przy współpracy z wieloma układami elektronicznymi. Można powiedzieć, że stabilizator elektroniczny ma pewną bezwładność, a obecność sprzężenia zwrotnego może drastycznie zwiększyć skłonność takiego stabilizatora do samowzbudzenia. Woltomierzem nie można tego wykryć. Potrzebny jest oscyloskop i obwód, realizujący nagłe i duże zmiany prądu obciążenia. W praktyce może to być rezystancja obciążenia R_L, tranzystor MOSFET N oraz prosty generator przebiegu prostokątnego, na przykład według **rysunku B**. Generator należy zasilić napięciem około 6...12V, by zagwarantować pełne otwarcie tranzystora MOSFET. Należy badać oscyloskopem składową zmienną napięcia wyjściowego zasilacza przy gwałtownych zmianach prądu, najlepiej przy różnych wartościach elementów R1C1 w generatorze.

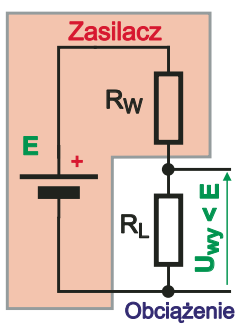
Dopiero taki pomiar pozwoli określić właściwości dynamiczne zasilacza. Na pewno po gwałtownym przerwaniu prądu napięcie wyjściowe na chwilę zwiększy się, a przy gwałtownym wzroście prądu obciążenia napięcie wyjściowe na chwilę się zmniejszy. Czym mniejsze i krótsze będą takie zmiany, tym lepszy stabilizator. Jednak w kiepsko zaprojektowanych i wykonanych stabilizatorach, przy takich zmianach obciążenia, na wyjściu mogą się pojawiać gasnące drgania sinusoidalne lub inne poważne zakłócenia.

Aby solidnie przetestować stabilizator, należałoby pomiary przeprowadzić przy różnych częstotliwościach (różnej wartości R1C1 w generatorze), przy różnej wartości skoku prądowego (przy rożnych wartościach R_L, także przy włączeniu na wyjściu dodatkowego niezmiennego rezystora, by prąd obciążenia nie spadał do zera) i przy różnych szybkościach zmiany prądu (co można uzyskać, włączając szeregowy rezystor między bramkę T1 a wyjście generatora). Wyniki takich dynamicznych pomiarów zasilacza mogą być wręcz zatrważające, jednak z uwagi

Rys. B



Rys. A



na szereg czynników nie zawsze jest to groźne dla zasilanego układu, który przecież w swoich obwodach zasilania ma zawsze elementy i obwody filtracji zasilania.
Dlatego nie ma tu prostych recept. Jeśli są wątpliwości co do testowanego zasilacza, warto przetestować i porównać jego właściwości z innym zasilaczem, który nie budzi wątpliwości. Warto sprawdzać oscyloskopem składową zmienną napięcia zasilającego rzeczywisty układ podczas jego normalnej pracy. Dopiero wtedy można wyciągać rzetelne wnioski.
Na koniec słowo przestrogi: obciążenie R_L zawsze musi mieć odpowiednią obciążalność. Podczas testów, zależnie od mocy zasilacza, może się w nim wydzielać kilkadziesiąt watów mocy. Teoretycznie mógłby to być pojedynczy rezystor. Jednak rezystory takie zwykle są rezystorami drutowymi i mają znaczącą indukcyjność. Dlatego często rezystancję R_L zestawia się z kilkunastu lub kilkudziesięciu klasycznych rezystorów metalizowanych, np. MŁT, o rezystancji nieprzekraczającej 200Ω, połączonych szeregowo/równolegle.
Hobbyści często w roli R_L wykorzystują żarówki. O ile nie są to pomiary dynamiczne według rysunku B, tylko statyczne, nie jest to błąd. Zawsze trzeba jednak pamiętać, że rezystancja żarówki nie jest stała. Silnie rośnie ze wzrostem temperatury żarnika, która zmienia się od około +20°C do około +3000°C stopni. Wielu początkujących popełnia elementarny błąd, mierząc omomierzem rezystancję zimnego włókna żarówki i podstawiając tę rezystancję do dalszych obliczeń. Tymczasem rezystancja pracującej żarówki wzrasta kilkakrotnie, nawet siedmio- czy ośmiokrotnie. Chcąc wykorzystać żarówkę w roli statycznego obciążenia według rysunku A, trzeba mierzyć aktualny prąd obciążenia, a nie sugerować się wartością zmierzonej wcześniej „na zimno" rezystancji. Natomiast żarówki generalnie nie nadają się do pomiarów dynamicznych według rysunku B, i to z kilku powodów. Między innymi może dać o sobie znać bezwładność cieplna włókna żarówki, co zaowocuje nieprzewidywalnymi zmianami prądu. Przy pomiarach według rysunku B obciążeniem powinny być rezystory, najlepiej o małej indukcyjności.

Jestem uczniem 3 kl. gimnazjum (...) pisałem egzamin (...) W treści zadania [33] było (...) „Moc opornika wzrosła/zmalała 2/4 razy". (...) wydaje mi się, że moc opornika nie ma prawa wzrosnąć ani zmaleć. Przecież moc jest stała, niezmienna, zależna od budowy rezystora. Co prawda jest jeszcze moc wydzielana, ale pytanie tyczyło się mocy, jak mniemam znamionowej. (...) proszę o opinię.

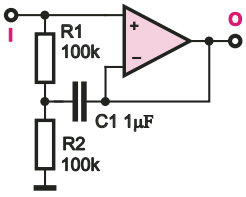
Autor maila nie zacytował całości zadania. Trudno więc jednoznacznie ocenić trafność jego wniosków oraz sformułowań z zadania. Według szkolnych definicji, moc określa pracę wykonaną w jednostce czasu. Moc to inaczej szybkość emisji, zużycia lub przemian energii. Moc ma więc ścisły związek z procesami fizycznymi. Prąd płynący w rezystorze (oporniku) powoduje zamianę energii elektrycznej na ciepło. Moc to właśnie szybkość czy wielkość tych zmian, wyrażana wzorami:
$P = U*I = U^2/R = I^2*R$. W tym kontekście stwierdzenie, że moc wzrosła czy zmalała, jest prawidłowe. Jednak stwierdzenie, że *moc opornika wzrosła/zmalała*, jest niezbyt fortunne. Częściej mówimy, że *moc* ***wydzielana*** *w rezystorze/oporniku wzrosła/zmalała*.
Jeśli opornik (rezystor) jest ten sam, a zmieni się napięcie na nim występujące, to zmieni się też płynący przezeń prąd (i na odwrót), a to zmieni moc, czyli szybkość zamiany energii elektrycznej na cieplną. We wzorach prąd i napięcie występują w drugiej potędze (w kwadracie), co oznacza, że X-krotna zmiana napięcia czy prądu spowoduje X^2-krotną zmianę mocy, wydzielanej w postaci ciepła. Np. dwukrotne zwiększenie napięcia zwiększy moc czterokrotnie.
Młodziutki Czytelnik zasugerował się tym, że jednym z podstawowych katalogowych parametrów każdego rezystora jest jego *moc nominalna* – domyślnie maksymalna, która jego zdaniem dla danego opornika jest niezmienna, bo wynika z jego wymiarów i budowy. Nie jest to do końca ścisłe. Po pierwsze, powinniśmy raczej mówić o ***obciążalności*** rezystora, a nie o jego *mocy*. Obciążalność, rozumiana jako moc maksymalna wiąże się ściśle z maksymalną dopuszczalną temperaturą rezystora. Po drugie, ta obciążalność nominalna dotyczy „standardowych warunków". A na przykład przy wymuszonym chłodzeniu i silnym ruchu powietrza wokół rezystora, wzrost temperatury będzie mniejszy i dany rezystor „wytrzyma" wydzielanie większej mocy niż jego katalogowa moc (obciążalność) nominalna.

R E K L A M A



Jak to działa?

Na rysunku przedstawiony jest prościutki układ ze wzmacniaczem operacyjnym.

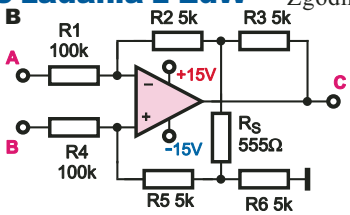


Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu **Jak działa i do czego służy taki układ?**

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem **Jak6**, należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się tego numeru EdW. Nagrodami w konkursie będą kity AVT lub książki.

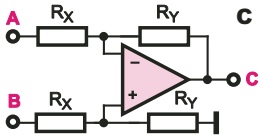
Rozwiązanie zadania z EdW 2/2011

W numerze 2/2011 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, układ ze wzmacniaczem operacyjnym.



Jest to wzmacniacz różnicowy. Punkty A i B to wejście różnicowe, a punkt C to wyjście (napięcie względem masy). Przy podanych wartościach rezystorów na wyjściu C pojawia się sygnał równy różnicy napięć w punktach A i B.

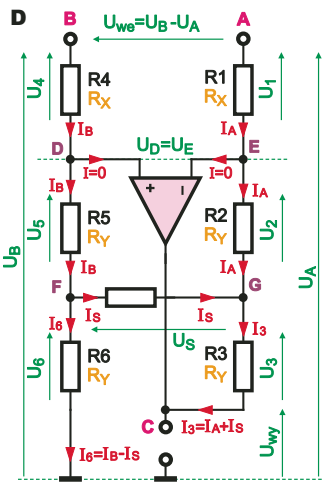
Klasyczny wzmacniacz różnicowy ma postać jak na **rysunku C**, ale w analizowanym układzie z rysunku B zwracają uwagę dodatkowe rezystory, w szczególności rezystor R_S. Aby określić, do czego mógłby być wykorzystany taki układ, należało też zwrócić uwagę na wartości rezystorów. Otóż w wersji klasycznej z rysunku C wzmocnienie wyznaczone jest przez stosunek rezystancji



R_Y/R_X. Dla uzyskania wzmocnienia równego 1, wszystkie cztery rezystory powinny być jednakowe. W układzie z rysunku B wartości rezystorów R1, R4 w porównaniu z R2, R3, R5, R6 wskazują, że wzmocnienie byłoby znacznie mniejsze od jedności. Obecność rezystora R_S zwiększa wzmocnienie do wartości 1. Po co taka dziwna kombinacja?

Kilku uczestników stwierdziło, że jest to niepotrzebna komplikacja dla utrudnienia zadania.

Otóż nie. Jeżeli wartości R1, R4 są dużo większe od R2, R3, R5, R6, to układ może prawidłowo pracować z napięciami wejściowymi znacznie większymi niż napięcie zasilania wzmacniacza operacyjnego. A to już jest istotna zaleta, której nie ma prosty układ z jednakowymi rezystorami. Aby przeanalizować działanie takiego wzmacniacza, można go narysować na przykład w postaci pokazanej na **rysunku D**.



Wtedy można napisać kilka oczywistych równań:

$U_B = U_4 + U_5 + U_6$

$U_A = U_1 + U_2 + U_3 + U_{wy}$

Biorąc pod uwagę, że

$I_6 = I_B - I_S$

$I_3 = I_A + I_S$

możemy napisać

$U_B = I_B R_4 + I_B R_5 + (I_B - I_S) R_6$

$U_A = I_A R_1 + I_A R_2 + (I_A + I_S) R_3 + U_{wy}$

Zgodnie z rysunkiem B przyjmujemy, że $R1=R4=R_X$ oraz $R2=R3=R5=R6=R_Y$. Wtedy dwa powyższe równania zapiszemy tak:

$U_B = I_B R_X + I_B R_Y + (I_B - I_S) R_Y$

$U_A = I_A R_X + I_A R_Y + (I_A + I_S) R_Y + U_{wy}$

pozbędziemy się nawiasów

$U_B = I_B R_X + I_B R_Y + I_B R_Y - I_S R_Y$

$U_A = I_A R_X + I_A R_Y + I_A R_Y + I_S R_Y + U_{wy}$

i wreszcie pogrupujemy:

$\mathbf{U_B = I_B(R_X+R_Y+R_Y) - I_S R_Y}$

$\mathbf{U_A = I_A(R_X+R_Y+R_Y) + I_S R_Y + U_{wy}}$

Nas interesuje przede wszystkim wzmocnienie różnicowe:

$G = U_{wy}/U_{we} = U_{wy} / (U_B - U_A)$

A do tego potrzebna jest wartość $(U_B - U_A)$, dlatego odejmiemy dwa nasze równania:

$\mathbf{U_B - U_A = [I_B(R_X+R_Y+R_Y) - I_S R_Y] - [I_A(R_X+R_Y+R_Y) + I_S R_Y + U_{wy}]}$

porządkujemy

$\mathbf{U_B - U_A = I_B(R_X+R_Y+R_Y) - I_S R_Y - I_A(R_X+R_Y+R_Y) - I_S R_Y - U_{wy}}$

$\mathbf{U_B - U_A = (I_B - I_A)(R_X+R_Y+R_Y) - I_S R_Y - I_S R_Y - U_{wy}}$

$\mathbf{U_B - U_A = (I_B - I_A)(R_X+2R_Y) - 2I_S R_Y - U_{wy}}$

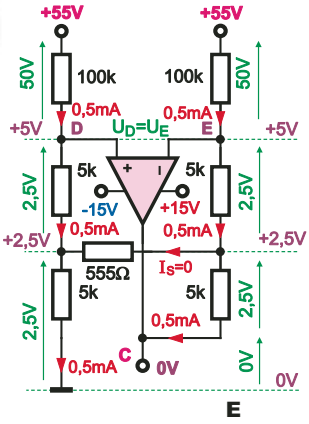
Moglibyśmy już próbować policzyć wartość stosunku $U_{wy} / (U_B - U_A)$, ale przeszkadzają nam nieznane wartości $(I_B - I_A)$ oraz I_S.

Aby się ich pozbyć zauważamy, że podczas normalnej pracy napięcia na wejściach (idealnego) wzmacniacza operacyjnego są równe, czyli $U_D=U_E$. A jeśli tak, to po pierwsze:

$U_{we}=U_B-U_A=U_4-U_1=I_B R_4 - I_A R_1$

$U_B - U_A = I_B R_X - I_A R_X = (I_B - I_A) R_X$

oraz



$(I_B - I_A) = (U_B - U_A)/R_X$

Po drugie

$U_S = U_2 - U_5 = I_A R_2 - I_B R_5$

$U_S = I_A R_Y - I_B R_Y = (I_A - I_B) R_Y$

$U_S = -(I_A - I_B) R_Y$

$U_S = -[(U_B - U_A)/R_X] R_Y$

$U_S = -(U_B - U_A) R_Y / R_X$

$I_S = U_S / R_S$

$\mathbf{I_S = -(U_B - U_A) R_Y / (R_X R_S)}$

Teraz do wcześniejszego wzoru

$\mathbf{U_B - U_A = (I_B - I_A)(R_X+2R_Y) - 2I_S R_Y - U_{wy}}$

podstawiamy

$\mathbf{U_B - U_A = ((U_B - U_A)/R_X)(R_X+2R_Y) - 2[-(U_B - U_A) R_Y / (R_X R_S)] R_Y - U_{wy}}$

$\mathbf{U_B - U_A = (U_B - U_A)(R_X+2R_Y)/R_X - [-(U_B - U_A) 2R_Y^2/(R_X R_S)] - U_{wy}}$

$\mathbf{U_{wy} = (U_B - U_A)(R_X+2R_Y)/R_X + (U_B - U_A) 2R_Y^2/(R_X R_S)] - (U_B - U_A)}$

$\mathbf{U_{wy} = (U_B - U_A)[(R_X+2R_Y)/R_X + 2R_Y^2/(R_X R_S) - 1]}$

$\mathbf{U_{wy} = (U_B - U_A)[1 + 2R_Y/R_X + 2R_Y^2/(R_X R_S) - 1]}$

$\mathbf{U_{wy} = (U_B - U_A) 2[R_Y/R_X + R_Y^2/(R_X R_S)]}$

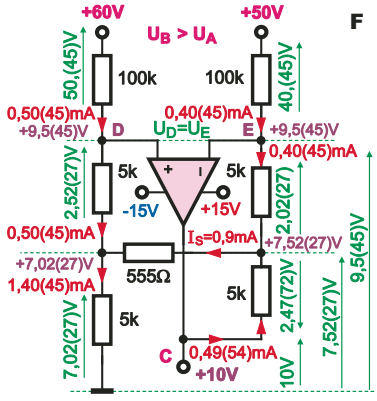
$\mathbf{U_{wy} = (U_B - U_A)\, 2R_Y/R_X\, (1 + R_Y/R_S)}$

$\mathbf{G = 2R_Y/R_X\, (1 + R_Y/R_S)}$

Jeśli ktoś z Czytelników chciałby przeprowadzić samodzielnie tego rodzaju analizy, powinien zwrócić baczną uwagę na kierunek prądu I_S a także I_3. Przy założeniach z rysunku D, wyliczony ze wzorów prąd I_S może okazać się ujemny. Potem przy podstawianiu do wzorów koniecznie trzeba wziąć właśnie taką ujemną wartość prądu. Nie jest to żaden błąd; wszystkie obliczenia są poprawne – po prostu wtedy prąd ten płynie w kierunku przeciwnym, niż zaznaczyliśmy na rysunku D.

I jeszcze jedno: na pierwszy rzut oka, sądząc ze stosunku R4/(R5+R6), wyglądałoby na to, że jeśli byłby to wzmacniacz operacyjny z wejściami rail-to-rail, to napięcia wejściowe w punktach A, B mogłyby być nawet dziesięciokrotnie większe od napięcia zasilania wzmacniacza operacyjnego. Przykład z **rysunku E** zdaje się to potwierdzać – napięcia na wejściach wzmacniacza operacyjnego są wtedy 11-krotnie mniejsze od napięcia w punktach A i B. Wydawałoby się, że napięcie wspólne w punktach A i B mogłoby wynosić ponad 100V.

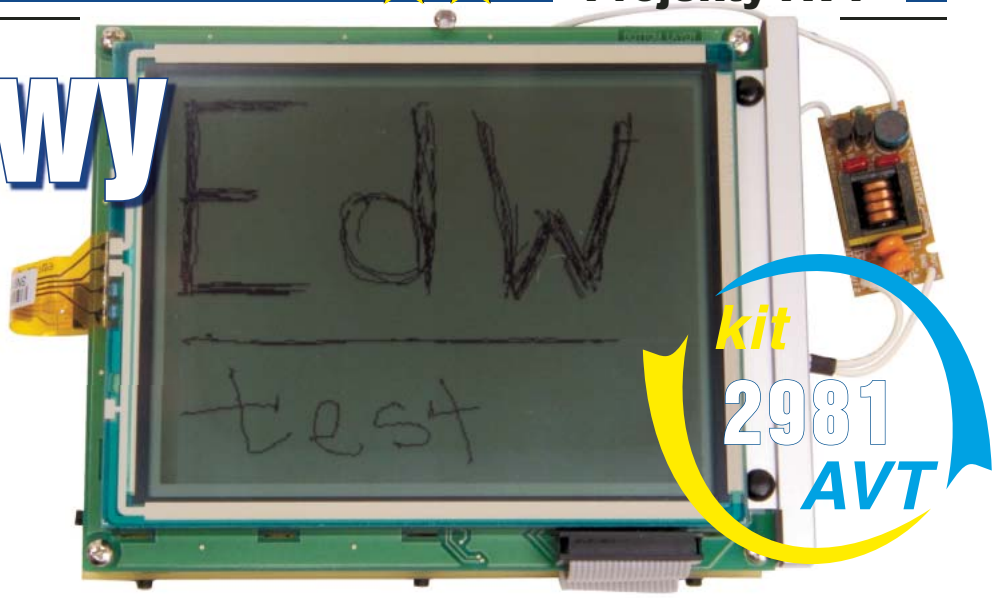
Jednak gdy na wyjściu C pojawia się znaczące napięcie, zmienia się też napięcie na wejściach wzmacniacza. Przykład pokazany jest na **rysunku F**, gdzie napięcia na wejściach wzmacniacza operacyjnego są bliskie 10V. Oznacza to, że gdy na wyjściu C będą występować znaczne napięcia, to zakres dopuszczalnych napięć wspólnych na pewno będzie mniejszy niż 100V.



Upominki otrzymują:
Zbigniew Kupiec – Gdańsk,
Jacek Wastag – Gostwica,
Zbigniew Szarycz – Gdynia.

Wszyscy uczestnicy zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Dotykowy tablet



Od wielu lat w nowoczesnym sprzęcie elektronicznym pojawiają się wyświetlacze dotykowe. Na samym początku pojawiły się w nowoczesnych mikrokomputerach znanych nam bardziej pod nazwą palmtop. Coraz częściej pojawiają się one w telefonach komórkowych i smartfonach, w zasadzie salony sieci komórkowych są w dużej mierze zdominowane przez telefony z panelem dotykowym. Ostatnio również pojawiają się w nowoczesnych odtwarzaczach multimedialnych.

Takie wyświetlacze dotykowe w praktyce okazują się bardzo niezawodne oraz dają wiele możliwości obsługi urządzenia. Pomysły na ich nietypowe wykorzystanie są w zasadzie nieograniczone. Jednym z pomysłów jest podążanie punktów bądź linii na wyświetlaczu za palcem, dzięki niemu panel dotykowy stwarza nam możliwość rysowania obrazków na wyświetlaczu graficznym.

Prezentowane w artykule urządzenie wykorzystuje wyświetlacz graficzny 1-bitowy oraz panel dotykowy, który umożliwia rysowanie obrazków. „Dotykowy tablet", jak sama nazwa wskazuje, pozwala na zapisywanie notatek na wyświetlaczu oraz zmazywanie ich za pomocą pojedynczego przycisku. Urządzenia można używać jako notatnika na biurku, który będzie nam przypominał o zadaniach, jakie mamy do wykonania następnego dnia. Może również zastąpić bloki rysunkowe naszych i zaprzyjaźnionych dzieci. Niewątpliwie będą one miały wiele radości z ciągłego rysowania i zmazywania różnego rodzaju bazgrołów.

Panel dotykowy i jego obsługa

Istnieją cztery główne rodzaje paneli dotykowych. Jedną z nich jest oporowy ekran dotykowy, który podczas dotyku zwiera przezroczyste elektrody. Elektrody są wykonane zazwyczaj przez naparowanie cienkiej warstwy metalu na folię poliestrową. Każda elektroda ma dwa wyprowadzenia. Każda elektroda jest ustawiona w innej orientacji (jedna w pozycji poziomej, a druga w pionowej). Zawsze jedna elektroda pracuje jako rezystor, przy czym lepszym porównaniem jest tutaj potencjometr liniowy, czyli zwyczajny dzielnik napięcia. Drugą elektrodę można porównać do osi obrotowej potencjometru, która ustawiając się na konkretnej pozycji, wyznacza napięcie. Można więc poprzez pomiar napięcia na tej elektrodzie uzyskać konkretną pozycję na panelu dotykowym.

Nasze wymagania są jednak nieco większe: aby uzyskać dane dwuwymiarowe, musimy najpierw jedną elektrodę ustawić jako potencjometr, a następnie to samo zrobić z drugą, odczytując napięcie z pierwszej elektrody. Niestety żadna z elektrod nigdy nie wskazuje równej wartości minimalnej (zazwyczaj 0V) oraz maksymalnej (w zależności od napięcia zasilania, w omawianym układzie jest to 5V).

Do przetwarzania napięcia na sygnał cyfrowy służą przetworniki analogowo-cyfrowe – w skrócie ADC (Analog to Digital Converter). Dzięki nim jesteśmy w stanie przetworzyć wartość analogową pozycji naszego palca na ekranie dotykowym na cyfrową. Uzyskaną wartość mikroprocesor będzie przetwarzać w taki sposób, aby uzyskać konkretną pozycję na naszym wyświetlaczu LCD (można to porównać do układu współrzędnych). Nasz pomiar powinien mieć przynajmniej o połowę większą rozdzielczość niż nasz wyświetlacz, by jak najbardziej wyeliminować błędy powstałe podczas przetwarzania. Dlatego też w prezentowanym układzie został wykorzystany przetwornik o rozdzielczości 10 bitów; jest on bardzo wygodny, ponieważ został połączony ze strukturą mikrokontrolera. Wadą jest tutaj mała prędkość uzyskiwania próbek. Warto również wspomnieć, że pisząc czy rysując coś na ekranie dotykowym, nasz palec czy rysik (może być również ołówek, bądź niepiszący długopis) porusza się dość szybko. Jeżeli będziemy dokonywać pomiarów co 50ms (20Hz), może okazać się, że palec, będąc na pozycji 0, 0 (x, y), nagle w kolejnym pomiarze znajdzie się poza połową, czyli w naszym przypadku 160, 120. Dlatego też panel dotykowy powinien być odświeżany nieco częściej. Prezentowany układ wykonuje pomiary z częstotliwością 400Hz i wydaje mi się, że jest to najmniejsza częstotliwość, z jaką powinien być odświeżany cały panel dotykowy (podczas jednego taktu odświeżana jest pozycja x, i pozycja y).

Mając przetworzone napięcie na postać cyfrową, musimy jeszcze informację stosownie przetworzyć, czyli dostosować wartość uzyskaną z przetwornika do naszego wyświetlacza. Jak już wcześniej wspomniałem, pierwszą czynnością jaką powinien wykonać mikroprocesor, jest dopasowanie wartości z przetwornika do punktu 0, 0 na wyświetlaczu. W takim razie przy każdym pomiarze musimy odjąć liczbę, która jest wartością pomiaru 0, 0.

Niestety, nadal nasz pomiar nie jest dopasowany do rozdzielczości wyświetlacza. Aby go dopasować, musimy również pobrać wartość z przetwornika, jaka będzie odpowiadała punktowi ekranu 319, 239 (wystarczy, że wartość zostanie dobrana raz, podczas testów). Mając obie wartości, odejmujemy wartość końca pozycji poziomej od jego początku, podobnie robimy z orientacją pionową. Uzyskujemy wtedy powiększony układ współrzędnych, który dokładnie odpowiada naszemu wyświetlaczowi. Nasz układ jest powiększony w jakiejś skali, a więc aby otrzymać konkretną pozycję na ekranie, musimy obliczyć, o ile razy powinien zostać pomniejszony: szerokość naszego układu współrzędnych dzielimy przez szerokość wyświetlacza i to samo robimy z wysokością. Wartości te nie muszą być liczone przy każdym wejściu do przerwania, ponieważ są one stałe. Mając już wszystkie potrzebne obliczenia, dzielimy nasz wynik odejmowania przez stosowny dzielnik i w ten sposób uzyskujemy konkretny punkt na wyświetlaczu LCD.

Opis układu

Urządzenie zostało zbudowane na bardzo popularnym mikroprocesorze AVR ATmega32, który ma wewnętrzny przetwornik analogowo-cyfrowy o rozdzielczości 10 bitów. Schemat przedstawiony jest na **rysunku 1**. Mikrokontroler pracuje z maksymalną częstotliwością, czyli 16MHz, wyznaczoną

kit 2980 AVT

Kolorofon – Sterownik RGB



Opisywane urządzenie jest wielofunkcyjnym sterownikiem trójkolorowej diody LED. Mój model steruje przerobioną lampą podłogową z papierowym abażurem w kształcie kokonu, pokazaną na fotografii obok. W lampie została zamontowana dioda RGB mocy 3W. Nic nie stoi na przeszkodzie aby wykorzystać go w inny wymyślony przez siebie sposób. Trzy główne tryby pracy sterownika:
– ***kolor jednolity*** – przez cały czas lampa świeci jednym wybranym kolorem,
– ***efekt tęczy*** – płynne przechodzenie barw,
– ***bank kolorów*** – użytkownik może ustalić 10 kolorów. Każdy świeci przez ustawiony czas (minimalnie 1 minuta), a po jego odmierzeniu następuje szybkie płynne przejście do kolejnego zapisanego koloru.

Oprócz opisanych trzech autonomicznych funkcji, urządzenie ma dodatkowe opcje, dostępne po dołączeniu go przez USB do komputera. Najważniejszym z nich jest ***kolorofon***. Aplikacja sterująca urządzeniem komunikuje się z Winampem poprzez napisaną przeze mnie wtyczkę .dll. Jej zadaniem jest przechwytywanie tablicy *SpectrumData*, której składowe zawierają wartości poszczególnych prążków FFT (cyfrowe widmo fourierowskie).

Na podstawie jej trzech wybranych elementów (tony niskie, średnie i wysokie), sterownik poprzez modulację szerokości impulsu ustala jasność świecenia każdego z kolorów. Lampa ma tylko jeden przycisk służący do wyboru głównego trybu pracy. Wszelkich pozostałych ustawień dokonujemy bezpośrednio w komputerze – dzięki czemu konfiguracja jest bardzo intuicyjna.

Oprócz wyżej wymienionych dwóch opcji sterowania istnieje jeszcze trzecia. Otóż ***urządzenie reaguje na szybkie podwójne klaśnięcie w dłonie***. Dodatkowo zaimplementowałem ***efekt stroboskopu*** (z możliwością ustalenia czasu świecenia i przygaszenia diod) oraz poinformowanie o nowej wiadomości na GG.

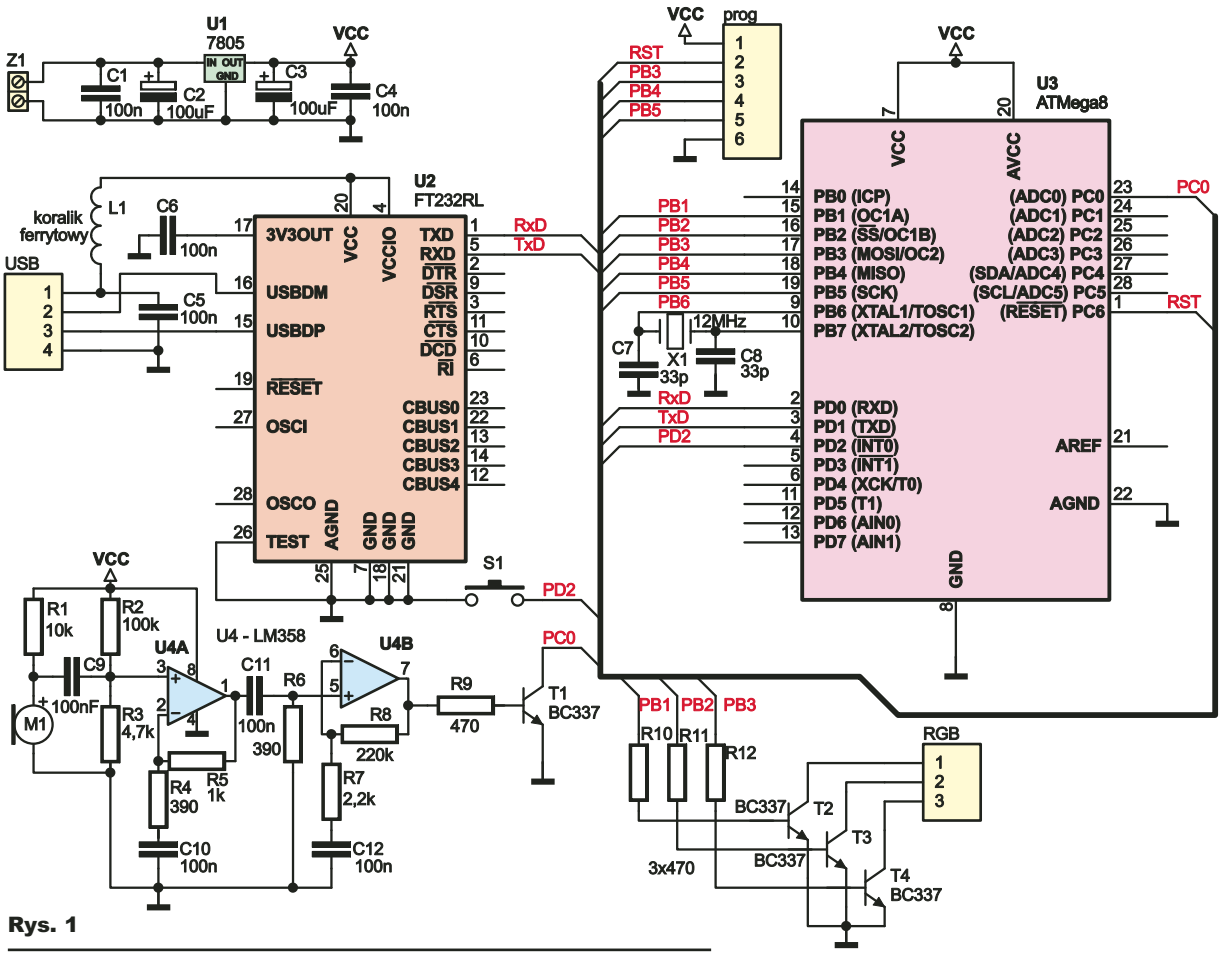
Opis układu

Schemat ideowy przedstawiony jest na **rysunku 1**. Podzespoły C1–C4 oraz U1 tworzą dobrze znany zasilacz stabilizowany o napięciu 5V. Transmisję z komputerem zapewnia FT232RL (U2). Układ jest konwerterem USB – UART. Jak widać, wykorzystane zostały wyłącznie wyprowadzenia transmisji danych (RxD i TxD), które są połączone z pinami procesora (U3) o tych samych nazwach. Elementem wykrywającym klaśnięcie jest mikrofon elektretowy M1. Odbierany przezeń sygnał jest wzmacniany w stopniu, opartym na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym. Blok ten wzmacnia jedynie sygnały o wysokiej częstotliwości: dzięki kondensatorom C10, C12. Można powiedzieć, że dla niskich częstotliwości kondensatory te stanowią przerwę, zatem wzmocnienie każdego z wzmacniaczy nieodwracających jest równe jeden, czyli sygnał ma zbyt małą wartość, aby wysterować tranzystor T1. Pracą całego sterownika zarządza mikroprocesor ATMEGA8 taktowany zewnętrznym kwarcem 12MHz. Elementami wyjściowymi są tranzystory T2–T4 sterowane przez 3 kanały PWM ATMEGI. Ich kolektory zostały wyprowadzone na złącze o nazwie RGB, służące do dołączenia diod. Program został napisany w środowisku Bascom AVR i można go ściągnąć z Elportalu. Planowałem już nie wracać do tego kompilatora, przechodząc w końcu na C++. Byłem zmuszony jednak napisać dość szybko kod, więc wyjątkowo postawiłem na produkt MSC Electronics. Oto fragmenty programu z krótkim opisem. Najpierw **listing1**: w momencie upłynięcia czasu trwania określonego koloru z banku pamięci, co czas wyznaczony zmienną **'zmiana_barwy_czas'**, następuje spraw-



dzenie warunku, czy kolor rzeczywisty (diod) jest równy kolejnemu z banku. Jeżeli tak, to funkcja przestaje być wykonywana. Jeżeli różnią się, to procesor oblicza wartość bezwzględną z różnicy tych dwóch wartości (dla każdej ze składowych oddzielnie), a następnie w zależności od potrzeby inkrementuje/dekrementuje o jeden wartości poszczególnych współczynników PWM, aż do momentu, gdy różnica wynosi zero. Dzięki takiemu zabiegowi uzyskujemy płynne przejście następujących po sobie kolorów.

A teraz **listing2**. W momencie klaśnięcia, tranzystor T1 zwiera pinC.0 procesora do masy.



Rys. 1

Po wykryciu pierwszego uderzenia w dłonie (zmienna *klask_licz* =1) następuje cykliczne zwiększanie wartości zmiennej *klaskanie_tim2*. Jeśli procesor wykryje kolejne klaśnięcie, a wartość zmiennej jest mniejsza od 20 000, to ustawia flagę *klasnieto* na 1 (flaga ta jest wykorzystywana w innych miejscach programu). Jeżeli zmienna ta osiągnie 20 000, zanim wystąpi klaśnięcie, to wyzeruje wartość *klask_licz* – cały cykl zacznie się od nowa. Zmienna *klaskanie_tim1* służy do chwilowego (kilkanaście milisekund) zablokowania reakcji na klaśnięcie bezpośrednio po wykryciu poprzedniego.

Listing 1

```
Zmien_barwe:
Reset Watchdog
Incr Zmiana_barwy_czas
Kolor_temp = 3 * Tryb2_temp
If Zmiana_barwy_czas = 400 Then
Zmiana_barwy_czas = 0
If Pwm1a <> Kolor(1 + Kolor_temp)then
If Pwm1a < Kolor(1 + Kolor_temp) Then
Incr Pwm1a
Else
Decr Pwm1a
End If
End If
If Pwm1b <> Kolor(2 + Kolor_temp)then
If Pwm1b < Kolor(2 + Kolor_temp) Then
Incr Pwm1b
Else
Decr Pwm1b
End If
End If
If Ocr2 <> Kolor(3 + Kolor_temp) Then
If Ocr2 < Kolor(3 + Kolor_temp) Then
Incr Ocr2
Else
Decr Ocr2
End If
End If
End If
Return
```

Montaż i uruchomienie

Montażu dokonujemy na jednostronnej płytce drukowanej pokazanej na **rysunku 2**. Zaczynamy od wlutowania kilku zwór, po czym przechodzimy do montowania rezystorów, kondensatorów itd. Pod procesor warto zastosować podstawkę. Mniej doświadczonym najwięcej problemów może sprawić przylutowanie układu FTDI – jest to element SMD. Procesor należy zaprogramować plikiem „**wsad.hex**” (dostępny w Elportalu). Do tego celu można posłużyć się złączem o nazwie „**prog**” na płytce. Dodatkowo należy ustawić fusebity (na podstawie AVRStudio)

SUT_CKSEL: Ext. Crystal/Resonator high frequency ; start-up time: 1k ck + 0 ms
Bod Level: VCC= 4v
Boden: aktywne

Do wejścia RGB dołączmy diodę ze wspólną anodą. Każdy z tranzystorów ma wydajność prądową równa 0,5A. Jeżeli byłoby to niewystarczające, należy dobudować do

Listing 2

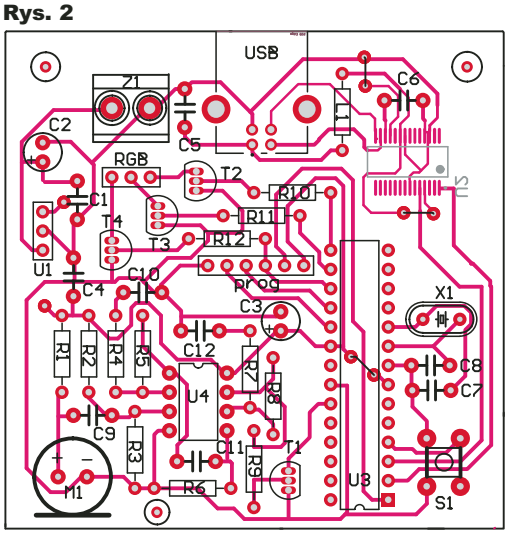
```
If Klaskanie_tim1 = 0 Then
If Pinc.0 = 0 Then
Incr Klask_licz
Klaskanie_tim1 = 4000
End If
Else
Decr Klaskanie_tim1
End If

If Klask_licz = 1 Then
Incr Klaskanie_tim2
Else
Klaskanie_tim2 = 0
End If

If Klask_licz = 2 Then
Klask_licz = 0
Klasnieto = 1
If Eklaskanie = 1 Then Toggle On_off
End If

If Klaskanie_tim2 = 20000 Then
Klaskanie_tim2 = 0
Klask_licz = 0
End If
```

Rys. 2



Elektronika (nie tylko) dla informatyków

Elementy i układy elektroniczne wokół mikroprocesora

Wykład 2 – Kondensatory ceramiczne

Mikroprocesory są dziś powszechnie stosowane w najróżniejszych urządzeniach, nie tylko fabrycznych. Niska cena, łatwość programowania i dostępność wszelkich niezbędnych narzędzi powodują, że coraz młodsi realizują interesujące układy na bazie mikroprocesorów. Zdarza się jednak, iż twórcy takich konstrukcji, zafascynowani łatwością programowania, popełniają błędy układowe, wynikające z nieznajomości podstaw elektroniki. Okazują się dobrymi informatykami, ale słabymi elektronikami. Niniejszy cykl, przedstawiający niezbędne zasady, kluczowe elementy elektroniczne i rozwiązania układowe, opracowany został wprawdzie głównie dla miłośników mikroprocesorów, ale pożytek zeń odniosą wszyscy Czytelnicy.

Kondensatory ceramiczne. Jak wskazuje nazwa, dielektrykiem jest w nich ceramika, wytwarzana przez spiekanie w wysokiej temperaturze mieszanki materiałów izolacyjnych. Dawniej popularne były kondensatory ceramiczne rurkowe. Obecnie nie są używane. **Fotografia 14** pokazuje stare kondensatory ceramiczne: rurkowe oraz kilka płytkowych. Dziś powszechnie stosowane są kondensatory ceramiczne mające kształt pastylek, płytek i kostek – **fotografia 15**.

Przy małych pojemnościach wystarczy pojedyncza płytka z naniesionymi z obu stron okładkami – elektrodami według **rysunku 16**. Przy większych pojemnościach jedna płytka nie wystarczy i trzeba stosować kondensatory wielowarstwowe i do tego dielektryk o bardzo wysokiej przenikalności, który powoli na uzyskanie dużej pojemności przy niewielkich rozmiarach. Kondensatory wielowarstwowe (*multilayer capacitors*), zwane też dość często monolitycznymi, produkowane są od lat 60. XX wieku. Przy produkcji kondensatorów wielowarstwowych stosuje się rozmaite technologie i różne materiały. **Rysunki 17** i **18** pokazują szkicowo budowę ceramicznego kondensatora wielowarstwowego w wersji SMD. Jak widać, w ceramicznym dielektryku umieszczone są na przemian metalowe elektrody, które są okładkami kondensatora. Kondensatory takie nazywane są często MLC (MultiLayer Ceramic) lub MLCC, co zwykle jest rozwijane jako MLC Capacitor lub MultiLayer Chip Capacitor.



Fot. 14


Fot. 15

Dla uzyskania dużej pojemności tych warstw jest wiele, a cieniutkie warstewki izolującej ceramiki oddzielają jeszcze cieńsze warstewki metalu, tworzącego elektrody. **Fotografia 19** prezentuje przekrój takiego kondensatora.

Według materiałów japońskiej firmy MuRata, w ich kondensatorach wielowarstwowych stopniowo zmniejszono grubość ceramicznego dielektryka z 50 mikrometrów do 0,5 mikrometra i w sumie milionkrotnie zwiększono pojemność na jednostkę objętości. Oczywiście zmniejszenie grubości dielektryka oznacza też zmniejszenie dopuszczalnego napięcia pracy, ale to inna historia (dziś są dostępne kondensatory ceramiczne na napięcie od 4V do kilku kilowoltów).

W każdym razie finalne parametry kondensatora zależą od właściwości użytego ceramicznego dielektryka. Występuje tu prosta zależność: znamy wiele odmian ceramiki o dużej stabilności parametrów, ale ich przenikalność dielektryczna jest niewielka. Względna przenikalność ε_r jest tylko kilkadziesiąt razy, najwyżej sto kilkadziesiąt razy większa od przenikalności próżni. Znane są też liczne odmiany ceramiki o przenikalności względnej ε_r rzędu 1000...10000, a nawet większej – są to tak zwane ***ferroelektryki***. Analogicznie jak *ferromagnetyki* mają dużą przenikalność, ale niestety inne kluczowe parametry nie są korzystne.

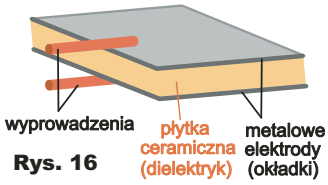
W praktyce można podzielić kondensatory ceramiczne na dwie główne grupy:
– stabilne „zwykłe” o niewielkiej pojemności (typu 1)
– ferroelektryczne od dużej pojemności w stosunku do rozmiarów (typu 2 i 3)

Stabilne kondensatory ceramiczne typu 1. mają ściśle określony współczynnik cieplny, ich pojemność nie zależy od napięcia i nie występuje w nich efekt starzenia. Stabilność pojemności i innych parametrów wynika z właściwości użytej ceramiki, między innymi z niewielkiej przenikalności dielektrycznej, zazwyczaj wynoszącej kilkadziesiąt.

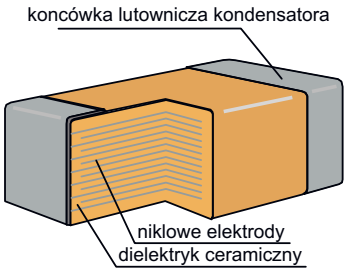
Na drugim biegunie są kondensatory ceramiczne typu 3, gdzie priorytetem jest

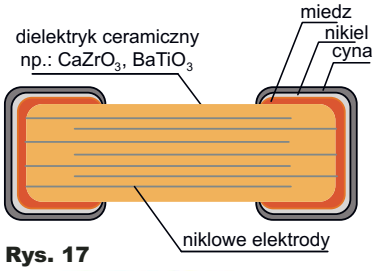
Top www www.e-alarmy.pl
systemy alarmowe
telewizja przemysłowa
kontrola dostępu
sklep internetowy
schematy montażowe
instrukcje, podgląd z kamer on-line

jak największa pojemność, wynikająca z wysokiej przenikalności dielektrycznej (ε_r), przekraczającej często 10000. Mają one zaskakująco małe wymiary jak na swą pojemność i napięcie nominalne. Jednak materiały ferroelektryczne o najwyższej przenikalności mają fatalną stabilność cieplną, a występują w nich też inne dziwne zjawiska, na przykład zależność pojemności od... napięcia panującego na okładkach kondensatora. Pod wpływem temperatury i przyłożonego napięcia stałego pojemność kondensatorów typu 3 może zmniejszyć się nawet kilkakrotnie! Na dodatek zazwyczaj są to zależności nieliniowe, co w pewnych zastosowaniach może powodować powstawanie zniekształceń nieliniowych sygnału. W kondensatorach takich występuje też starzenie: pojemność z czasem się zmniejsza. Mało znaną wadą kondensatorów ferroelektrycznych jest zjawisko tzw. mikrofonowania. Mianowicie zmieniają one nieco swoją pojemność także pod wpływem wibracji, ale w użytym dielektryku występuje też zjawisko piezoelektryczne, czyli wytwarzanie napięcia przy zamianach rozmiaru. Dlatego kondensatory ferroelektryczne są również... mikrofonami o kiepskich właściwościach.



Rys. 16

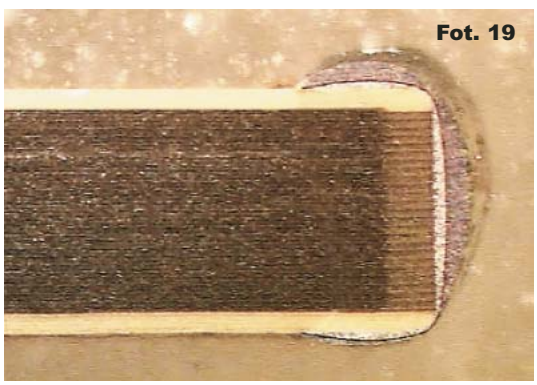




Rys. 17


Rys. 18

Kompromisowe właściwości mają kondensatory typu 2. Cechuje je dość duża pojemność, a stabilność cieplna i napięciowa są na tyle dobre, że przy sensownie dobranych warunkach pracy zmiany pojemności nie przekraczają 20%.


Fot. 19

Generalnie kondensatory ceramiczne ferroelektryczne (typ 2. i 3.) są mało stabilne i nie nadają się do obwodów, gdzie wymagana jest precyzja i stałość pojemności. Dlatego nie ma kondensatorów ceramicznych ferroelektrycznych o małej tolerancji. Nie ma też sensu dokładne dobieranie egzemplarzy kondensatorów ceramicznych ferroelektrycznych dla uzyskania konkretnej pojemności, ponieważ pojemność „rozjedzie" się pod wpływem temperatury i innych czynników.

Materiały

Jednym z podstawowych składników współczesnych ceramicznych dielektryków o dużej przenikalności jest tytanian baru ($BaTiO_3$). Wykorzystywane są także tytaniany wapnia, strontu i magnezu. Do dziś popularnym materiałem jest też dwutlenek tytanu (TiO_2), który ma znacznie mniejszą przenikalność elektryczną.

W tytanianie baru, podobnie jak w innych materiałach ferroelektrycznych, występuje zjawisko spontanicznej polaryzacji elektrycznej kryształów, analogicznie jak w materiałach ferromagnetycznych występuje spontaniczna magnetyzacja domen. Dzięki temu można uzyskać bardzo wysokie wartości przenikalności dielektrycznej. Jednak parametry dielektryczne tego rodzaju materiałów wynikają z właściwości kryształów i dlatego są silnie zależne od szeregu czynników, w tym od temperatury.

Analogicznie jak w materiałach ferromagnetycznych, także w ferroelektrykach przy zmianach wartości i kierunku elektryzowania, występują straty podobne do strat histerezowych. W związku z tym kondensatory ferroelektryczne (typ 2. i 3.) mają większe straty i tym samym znacznie mniejszą dobroć Q niż kondensatory typu 1 gdzie dobroć Q zwykle przekracza 1000. W rzeczywistości straty rosną ze wzrostem częstotliwości i przy dużych częstotliwościach dobroć maleje. W każdym razie dobroć Q = 1000 i więcej należy uznać za znakomitą, za praktyczny brak strat.

W katalogach straty kondensatorów charakteryzuje się też za pomocą tzw. kąta strat i tangensa tego kąta. W przypadku kondensatorów ferroelektrycznych czasem nie podaje się szczegółowych danych o stratach, a to ze względu na ich przeznaczenie i warunki pracy. Nie pracują one przy jednej częstotliwości, tylko zwykle służą do tłumienia rozmaitych zakłóceń w szynach zasilania i podobnych obwodach.

W stabilnych kondensatorach typu 1. istotnymi składnikami są tlenki, w tym dwutlenek tytanu (TiO_2). Zawartość kapryśnego tytanianu baru w tych kondensatorach jest mała, na pewno nie przekracza 50%, a kluczowe znaczenie mają rozmaite dodatki i ich proporcje, co zapewnia określony współczynnik cieplny oraz stabilność. Obecnie do produkcji stabilnych kondensatorów typu 1. zamiast tytanianu baru, wykorzystuje się też związki neodymu, samaru i innych pierwiastków ziem rzadkich.

W kondensatorach typu 2. i typu 3. dielektryk składa się w większości z ferroelektrycznego tytanianu baru ($BaTiO_3$), o zawartości nawet do 98%. W zależności od domieszek i sposobu przygotowania, uzyskana ceramika może mieć bardzo dużą przenikalność dielektryczną, tysiące razy większą od przenikalności próżni i powietrza. I właśnie stosując odpowiednie dodatki oraz sposób produkcji, można uzyskać przenikalność powyżej 10000, przy słabych innych właściwościach. Pozwala to uzyskać dużą pojemność (typ 3.), jednak w niektórych zastosowaniach fatalna stabilność parametrów nie jest akceptowalna, dlatego duża część kondensatorów ferroelektrycznych zawiera dielektryk oparty na $BaTiO_3$, gdzie przenikalność zostaje celowo zmniejszona, np. przez dodatek cyrkonianu wapnia, związków strontu i innych domieszek, ale za to poprawia się stabilność właściwości (typ 2).

Generalnie, starannie dobrane i przygotowane materiały są drobniutko mielone i spiekane w temperaturze rzędu 1000°C, dając potrzebną ceramikę. Producenci muszą pogodzić szereg czynników i wymagań. Dotyczy to zarówno przygotowania i składu materiałów, jak też kontroli procesu produkcyjnego. O skali trudności może świadczyć fakt, że grubość warstw dielektryka wynosi często poniżej 1 mikrometra (0,001mm), a warstwy metalu tworzącego elektrody są jeszcze cieńsze. Kondensatory ceramiczne tylko na pozór są „prymitywnymi elementami" – przy ich produkcji stosuje się bardzo zaawansowaną technologię. Pomimo wszystko produkcja na masową skalę, globalnie w wielu miliardach egzemplarzy, jest tania i kondensatory ceramiczne zawdzięczają swą ogromną popularność właśnie bardzo niskiej cenie.

W następnym odcinku omówimy dokładniej powszechnie dostępne na rynku kondensatory ceramiczne.

Piotr Górecki

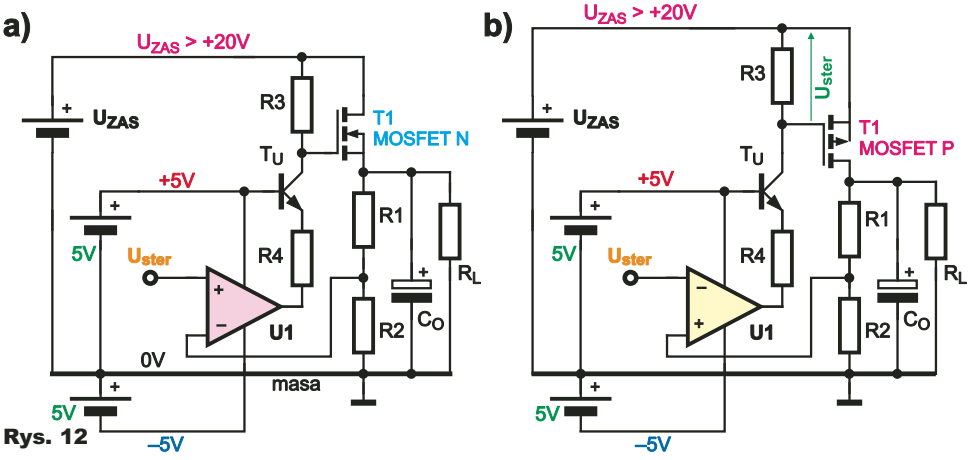
Taki zwyczajny zasilacz...

Stabilizatory LDO

część 2

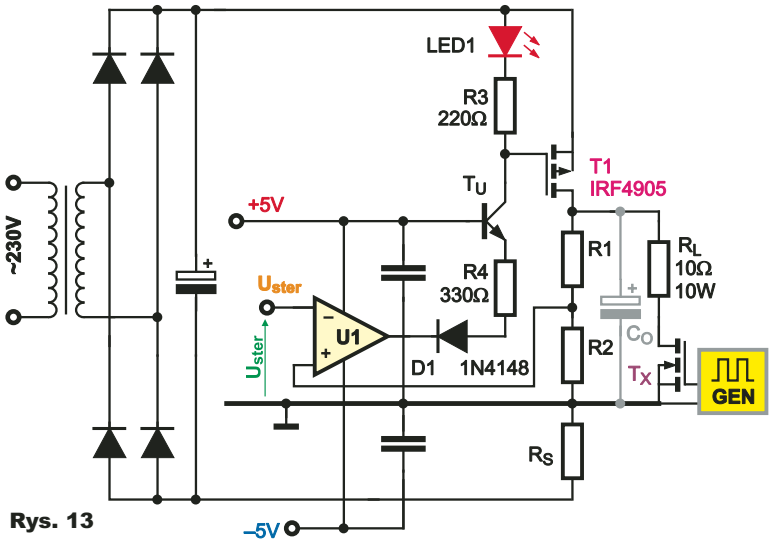
Jesteśmy zadowoleni z dotychczas testowanych układów, dużo się nauczyliśmy, ale mamy pewien niedosyt. Mianowicie we wszystkich dotychczasowych przypadkach ograniczeniem jest maksymalna wartość napięcia zasilania wzmacniacza operacyjnego.

Wprawdzie maksymalne napięcie zasilania kostki NE5532 to 44V, więc za jej pomocą moglibyśmy realizować stabilizatory o napięciu wyjściowym do mniej więcej 25...30V. Jednak gdybyśmy zastosowali bardzo „miękki" transformator zasilający albo chcieli uzyskać wyższe napięcie wyjściowe, to pojawi się problem. Można byłoby wprawdzie postarać się o wzmacniacz operacyjny o jeszcze wyższym napięciu zasilania, a takowe są dostępne, jednak z reguły nie są to wzmacniacze szybkie. Ponadto w naszych badaniach chcemy uwzględnić kolejne aspekty zagadnienia. Dlatego zamiast szukać wysokonapięciowych i do tego szybkich wzmacniaczy operacyjnych, zbadamy inną koncepcję budowy stabilizatora. Pójdziemy inną drogą i spróbujemy zasilać wzmacniacz operacyjny napięciem ±5V, a do przesunięcia poziomów napięcia sterującego zastosujemy tranzystor pracujący w układzie wspólnej bazy. Od razu nasuwają się dwa podstawowe rozwiązania, pokazane na **rysunku 12**. Zauważ, że gdybyśmy zastosowali wzmacniacz operacyjny, którego wejścia mogą pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania lub wzmacniacz rail-to-rail, to niepotrzebne byłoby nawet pomocnicze źródło napięcia zasilania –5V. Wystarczyłoby zasilać „elektronikę" napięciem +5V.



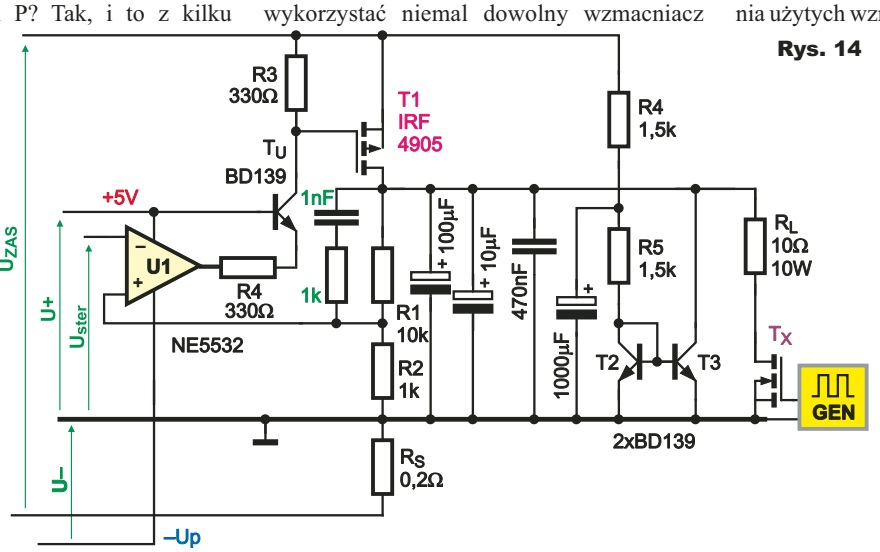
Rys. 12

Czy już widzisz, że zdecydowanie bardziej łakomym kąskiem jest wersja z rysunku 12b, z MOSFET-em P? Tak, i to z kilku powodów. Wersja z rysunku 12b bez żadnego problemu pozwala zrealizować zasilacz LDO, a właściwie bez żadnych dodatkowych zabiegów „od urodzenia" jest zasilaczem LDO. Ponadto zakres zmian napięcia roboczego na bramce MOSFET-a, mierzony w stosunku do dodatniej szyny zasilania (U_G), jest mały, mniej więcej od 2V do 6V. Takie zmiany wystarczą, by w pełni zatkać lub otworzyć MOSFET. A małe zmiany napięcia sterującego dają nadzieję na lepsze parametry dynamiczne. Ponadto dzięki dużej rezystancji dynamicznej kolektora T_U, przy okazji, niejako za darmo, polepsza też tłumienie tętnień głównego napięcia U_{ZAS}.



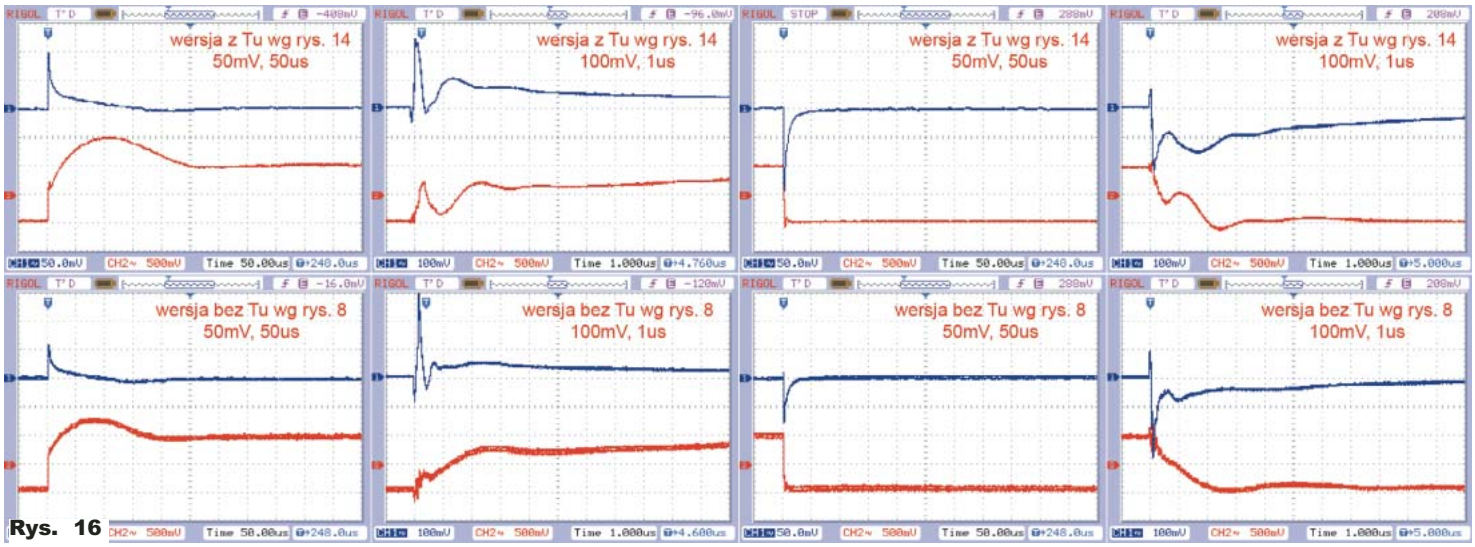
Rys. 13

Także zasilanie kluczowych obwodów pomiarowych niewielkim napięciem ±5V ma istotne zalety. Można wykorzystać niemal dowolny wzmacniacz operacyjny, a przynajmniej te z ograniczonym zakresem napięcia zasilania. Można też łatwiej skorygować napięcia niezrównoważenia użytych wzmacniaczy, co pozwoli uzyskać dużą dokładność ustawiania oraz pomiarów napięcia i prądu. A dodatkowo napięcie +5V potrzebne będzie też dla układu dostarczającego napięcia Uster, bo zapewne będzie to układ z mikroprocesorem. Realizacja zasilacza pomocniczego ±5V nie jest problemem, zdecydowanie zwiększa elastyczność układową, a przy okazji otwiera też drogę do wygodnej realizacji zasilacza symetrycznego.



Rys. 14

Zalet jest wiele, jednak co bardziej doświadczeni elektronicy wiedzą, że dodanie do



Rys. 16

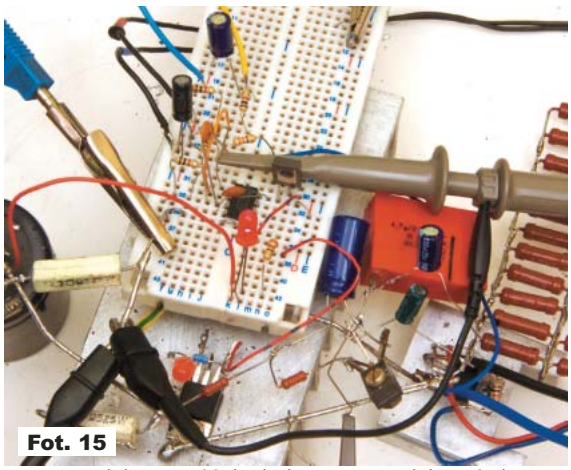
Zrzuty ekranowe zostały dokonane oscyloskopem Rigol DS1052E, przekazanym przez firmę NDN

wzmacniacza operacyjnego aż dwóch tranzystorów znacznie zwiększa ryzyko samowzbudzenia. Musimy zwrócić uwagę także na ten problem.

Ja na początek zbudowałem prostą wersję według **rysunku 13**. Zwróć uwagę, że wartość R3 jest mniejsza od R4, a to znaczy, że wzmocnienie napięciowe tranzystora T_U, pracującego w układzie wspólnej bazy, jest mniejsze od jedności i w tym przypadku wynosi około 0,67x. W układzie pojawiła się też czerwona dioda LED1. Pełni ona tu funkcję... diody Zenera o napięciu około 2V. Dodałem ją dlatego, żeby zmniejszyć wartość R3. Wartość R3 powinna być bowiem jak najmniejsza, by możliwie szybko rozładowywać pojemność wejściową MOSFET-a T1, co ma znaczenie przy gwałtownym zmniejszaniu wartości prądu obciążenia. Później sprawdzimy, czy takie połączenie LED i R3 jest lepsze od pojedynczego rezystora.

Tym razem nie trzeba dodawać obwodu ochronnego bramki T1, ponieważ w normalnych warunkach napięcie na bramce nie może się nadmiernie obniżyć z uwagi na znaczną wartość rezystora R4. Problem może się pojawić tylko po uszkodzeniu T_U, ale szansa na to jest w sumie bardzo mała.

Pojawiła się też dioda D1 na wyjściu wzmacniacza. Dodałem ją na wszelki wypadek, żeby nie było obawy, iż nie będzie możliwe zatkanie tranzystora T_U z uwagi na napięcie nasycenia wyjścia wzmacniacza U1. W praktyce dioda D1 byłaby naprawdę potrzebna tylko przy jakiejś specyficznej, nietypowej budowie wyjścia wzmacniacza U1. Przy praktycznie wszystkich popularnych wzmacniaczach operacyjnych dioda D1 nie będzie potrzebna, ponieważ przy takiej konfiguracji znaczenie ma prąd, natomiast nie jest ważne, jakie jest maksymalne napięcie na wyjściu. Liczyć się będzie tylko to, że całkowicie zatkany zostanie „dolny" tranzystor wyjściowy U1 i że wpływający do wyjścia tego wzmacniacza prąd emitera T_U zostanie zmniejszony do zera.



Fot. 15

Oczywiście bez kondensatora C_O układ się wzbudzał. Ale po dodaniu, jak we wcześniejszej wersji, pojemności wyjściowej C_O i obwodu przyspieszającego RC sytuacja się ustabilizowała. Dodałem też źródło prądowe wstępnego obciążenia. **Rysunek 14** pokazuje wprowadzone modyfikacje, a **fotografia 15** przedstawia model z kostką NE5532. W górnej części **rysunku 16** pokazane są przebiegi napięcia wyjściowego Uwy (kolor niebieski) oraz napięcia na wyjściu U1 (kolor czerwony) w wersji z tranzystorem T_U według rysunku 14. Dodanie tranzystora T_U niewątpliwie zwiększa opóźnienie i można spodziewać się pogorszenia, względem wcześniejszej wersji z rysunku 8. Okazuje się jednak, że obecność T_U niewiele zmienia, co pokazuje porównanie z analogicznymi przebiegami, zamieszczonymi w dolnej części rysunku 16, pochodzącymi z tej właśnie wcześniejszej wersji.

To dobra wiadomość, bo otwiera drogę do realizacji uniwersalnego modułu stabilizatora napięć dodatnich o praktycznie dowolnej wartości przy wykorzystaniu wzmacniacza operacyjnego, zasilanego napięciem ±5V. Dlatego temu układowi przyjrzymy się dokładniej i wprowadzimy pewne modyfikacje. Omówimy je w następnym odcinku.

Piotr Górecki

R E K L A M A





Wzmacniacze

Część 28. Kryterium stabilności Nyquista

„Powielanie" sygnału

Według informacji z ostatniego odcinka, we wzmacniaczu powstanie samowzbudzenie, gdy przy częstotliwości fx, przy której przesunięcie fazy wynosi 180 stopni, współczynnik ma wartość Kβ>1. Być może część Czytelników zaprotestuje i stwierdzi, że samowzbudzenie powstanie, gdy Kβ>0, powołując się na następujące rozumowanie: *już nawet niewielkie dodatnie sprzężenie zwrotne doprowadzi do samowzbudzenia wskutek swego rodzaju „powielania w nieskończoność", bo sygnał wejściowy plus sygnał sprzężenia zwrotnego zostają wzmocnione, przez co sygnał sprzężenia zwrotnego wzrośnie, doda się do sygnału wejściowego, znów zostanie wzmocniony, i tak dalej, a przez to sygnał będzie rósł do nieskończoności czy raczej do nasycenia wzmacniacza.*

Rzeczywiście, przy częstotliwości fx każdy wzmacniacz staje się wzmacniaczem z czystym dodatnim sprzężeniem zwrotnym, co zobrazowane jest na **rysunku 214**.

Coś podobnego do zjawiska takiego „*powielania do nieskończoności*" wystąpi, ale tylko wtedy, gdy przy otwartej pętli (rysunek 208) sygnał sprzężenia zwrotnego U_E będzie większy od sygnału wejściowego U_A, czyli gdy Kβ>1 – wtedy rzeczywiście wzmacniacz się wzbudzi.

Natomiast gdy z przerwaną pętlą sprzężenia sygnał U_E jest mniejszy od sygnału U_B i U_A, (Kβ<1), to nie nastąpi wzrost do nieskończoności i samowzbudzenie, tylko „w okolicach" częstotliwości fx wzrośnie wzmocnienie. Sygnalizował to już rysunek 210. Można to wytłumaczyć, odwołując się do przedstawionego rozumowania dotyczącego „powielania" sygnału. Rozważmy uproszczony przykład z rysunku 214, gdy dla częstotliwości fx współczynnik Kβ=0,8, czyli U_C= 0,8U_B. Pamiętając, że U_B=U_A+U_C, oraz że U_E=U_C=0,8U_B, napiszemy, że „*nowa, powielona wartość*" **U_B'** to zawsze U_A plus 0,8 „*starej wartości*" U_B (**U_B' = U_A+0,8U_B**) Możemy przedstawić w tabelce wyniki kolejnych obliczeń-iteracji według takiego rozumowania:

na początku: U_B=U_A+0=U_A
więc: U_B'=U_A+0,8U_A=1,8U_A
U_B''=U_A+0,8*1,8U_A=2,44U_A
U_B'''=U_A+0,8*2,44U_A=2,952U_A
U_B''''=U_A+0,8*2,952U_A=3,3616U_A
U_B'''''=U_A+0,8*3,3616U_A=3,68928U_A
a dalej: 3,951424
4,1611392
4,32891136
4,463129088
4,5705032704
4,65640261632
4,725122093056
4,7800976744448
4,82407813955584
4,859262511644672
4,8874100093157376
4,90992800745259008
4,927942405962072064
4,9423539247696576512

Tabelka wskazuje, że przy częstotliwości fx, gdy **Kβ**=0,8, napięcie U_B, a więc także napięcia U_D i U_C, nie będą rosnąć w nieskończoność. Mamy tu ciąg geometryczny zbieżny, bo przy kolejnych iteracjach napięcie U_B rośnie coraz wolniej i ostatecznie będzie pięciokrotnie większe od napięcia wejściowego U_A. Takie dodatnie sprzężenie zwrotne spowoduje więc pięciokrotny wzrost wzmocnienia przy częstotliwości fx.

Ale wcale nie trzeba przeprowadzać takich żmudnych obliczeń iteracyjnych „opartych na intuicji". Jeszcze raz przypomnę, że w ***każdym*** wzmacniaczu przy jakiejś częstotliwości fx (innej dla każdego wzmacniacza), występuje przesunięcie fazy o 180 stopni, czyli odwrócenie, „zanegowanie" sygnału. Powstaje wtedy układ z czystym dodatnim sprzężeniem zwrotnym według rysunku 214. Zapiszmy występujące wtedy bardzo proste zależności:

$U_D = U_B * K$

$U_B = U_A + U_C$

$U_C = U_D * \beta$

Nas interesuje wzmocnienie **G**, czyli stosunek U_D/U_A. Przekształcimy więc odpowiednio ten układ równań. Do pierwszego podstawiamy drugie:

$U_D = (U_A+U_C) * K = K*U_A + K*U_C$

Potem wykorzystujemy trzecie równanie:

$U_D = K*U_A + K*U_D*\beta$

porządkujemy:

$U_D - K*U_D*\beta = K*U_A$

$U_D - U_D K\beta = K*U_A$

$U_D (1 - K\beta) = K*U_A$

A stąd:

$$\frac{U_D}{U_A} = \frac{K}{1-K\beta}$$

A przecież U_D/U_A to nasze wypadkowe wzmocnienie G:

$$G = \frac{K}{1-K\beta}$$

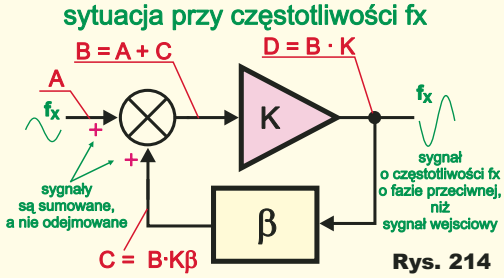
Porównaj wynik z analogicznym wzorem dotyczącym ujemnego sprzężenia zwrotnego. Tam mieliśmy w mianowniku plus:

G = K / (1 + Kβ)

teraz mamy minus:

G = K / (1 – Kβ)

Równania różnią się znakiem. Zgadza się to też z intuicją: sprzężenie z ujemnego zrobiło się dodatnie, więc zmienił się znak w równaniu.



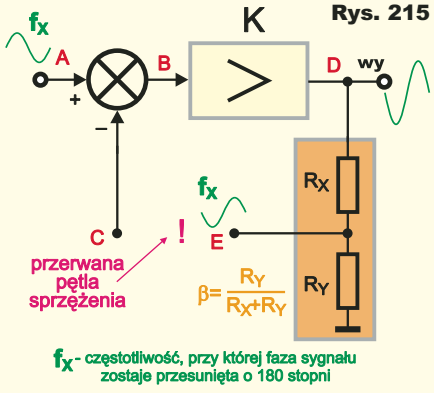
Rys. 214

Znając wzór, możemy we wzorze podstawić **Kβ**=0,8, a dowiemy się, jak zmieni się wzmocnienie po zamknięciu pętli dodatniego sprzężenia:

G = K / (1 – 0,8) = K / 0,2 = K * 5

Jak najbardziej zgadza się to z tabelką i wcześniejszymi „intuicyjnymi rozważaniami". Możesz obliczyć, że gdy przy częstotliwości fx wartość Kβ wynosi 0,9, wtedy pętla sprzężenia zwiększy wzmocnienie 10-krotnie. Łatwo obliczyć, że przy **Kβ** = 0,99 wzmocnienie wzrośnie 100-krotnie, a przy **Kβ**=0,999 – tysiąckrotnie. Gdy **Kβ** będzie dążyć do wartości 1 (U_C = U_B), wtedy wzmocnienie wypadkowe będzie dążyć do nieskończoności. A to oznacza, że układ będzie chciał się wzbudzić.

Nie wgłębiajmy się w dalsze szczegóły, bo byłyby one skomplikowane, a wnioski dziwne. W każdym razie zapamiętaj bardzo ważny wniosek: **jeżeli przy otwartej pętli sprzężenia (rysunek 215) przy częstotliwości, przy której przesunięcie fazy wynosi 180 stopni, współczynnik Kβ jest większy lub równy jedności, to po zamknięciu pętli układ się wzbudzi**.



Rys. 215

Teraz skoncentruj się, bo doszliśmy do kluczowego punktu. Biorąc rzecz niezbyt precyzyjnie, wystąpienie samowzbudzenia zależy od trzech czynników:

Top www www.kradex.com.pl
PRODUCENT OBUDÓW DLA ELEKTRONIKI
KradeX
Naddnieprzańska 32
04-205 Warszawa
Tel: (022) 613-08-88
Fax: (022) 812-10-68

- od przesunięcia fazy (gdy wyniesie 180 stopni)
- od występującego wtedy wzmocnienia **K**
- od współczynnika sprzężenia **β**.

Przesunięcie fazy zależy od konstrukcji wzmacniacza i użytych elementów, przy czym zawsze przy jakiejś częstotliwości (fx) osiągnie 180 stopni. Na tej częstotliwości fx wzmacniacz może się wzbudzić. Wzbudzi się, gdy Kβ>1.

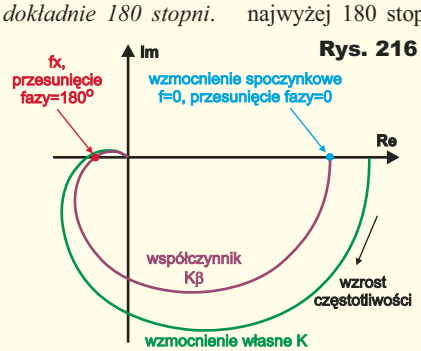
I teraz ***bardzo ważny szczegół***: samowzbudzenie zależy nie tylko od właściwości wzmacniacza, czyli charakterystyki wzmocnienia K, ale też od współczynnika **β**, czyli w sumie od stosunku rezystorów sprzężenia zwrotnego, a więc także od (spodziewanego) wypadkowego wzmocnienia G. A to oznacza, że ***ten sam wzmacniacz może być stabilny albo się wzbudzać, zależnie od wzmocnienia ustawionego przez rezystory pętli***.

Wszystko to ma ścisły związek z krzywymi z wcześniejszego odcinka. Wykresy Bodego i Nyquista zostały opracowane głównie po to, żeby w możliwie łatwy sposób badać problem samowzbudzenia i stabilności. Powróćmy najpierw do wykresu Nyquista.

Kryterium stabilności Nyquista

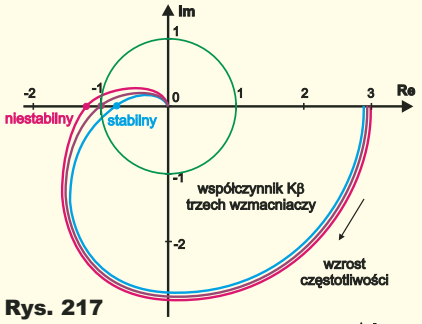
Jak już wiesz, wykres Nyquista to graficzne przedstawienie przebiegu wartości (modułu) wzmocnienia i fazy w funkcji częstotliwości na jednym wykresie, na płaszczyźnie zespolonej. Każdy punkt charakterystyki dotyczy jakiejś częstotliwości. Odległość danego punktu od początku układu reprezentuje wartość (moduł) wzmocnienia, a kąt z dodatnim zwrotem osi rzeczywistej – kąt przesunięcia fazy dla tej częstotliwości.

Wcześniej na płaszczyźnie zespolonej rysowaliśmy wykres wzmocnienia własnego K. Ale możemy bez problemu narysować też przebieg Kβ. Jest to o tyle łatwe, że dochodzi dzielnik rezystorowy (R_X, R_Y), który tylko zmniejsza wzmocnienie, a nie zmienia fazy. Dlatego wykres Nyquista wartości Kβ będzie po prostu „mniejszy" od wykresu K „o wartość β". Ilustruje to w pewnym uproszczeniu przykład z **rysunku 216**. Niebieski punkt reprezentuje wartość Kβ przy częstotliwości równej zeru, gdy przesuniecie fazy nie występuje, jest zerowe; dlatego punkt ten leży na osi rzeczywistej. W rozważaniach dotyczących samowzbudzenia nas najbardziej interesuje *wartość Kβ przy częstotliwości fx, przy której przesunięcie fazy jest równe dokładnie 180 stopni*. Czyli chodzi o punkt fioletowego wykresu, przecinający poziomą oś rzeczywistą z lewej strony punktu zerowego, wyróżniony na rysunku 216 czerwoną kropką.



Rys. 216

O tym, czy wzmacniacz się wzbudzi, decyduje wartość Kβ, czyli odległość tego „czerwonego" punktu od początku układu.

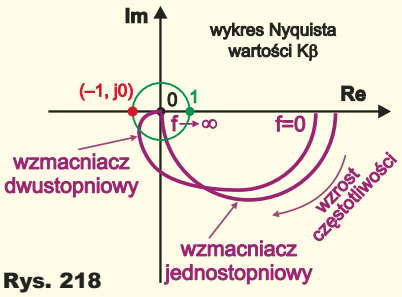


Rys. 217

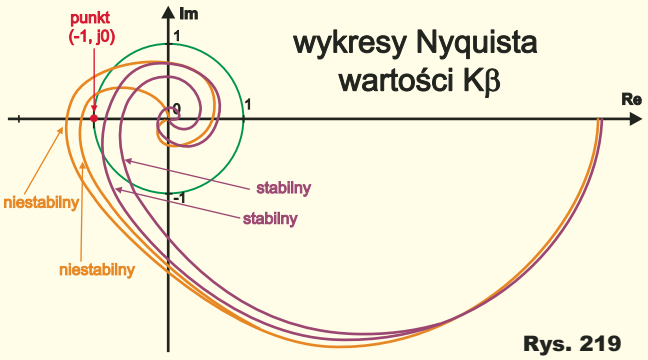
Rysunek 217 pokazuje przebieg charakterystyk Kβ trzech podobnych wzmacniaczy trzystopniowych. Przypominam, że charakterystyki takie można zdjąć przy otwartej pętli sprzężenia, jak na rysunku 208. Zwróć też uwagę na zielony okrąg. Ma on średnicę 1, czyli zawiera wszystkie punkty, dla których Kβ=1. Kluczowe znaczenie ma punkt przecięcia tego okręgu z ujemnym zwrotem osi rzeczywistej (–1, j0), gdzie Kβ=1 i przesuniecie fazy wynosi 180 stopni. Zgodnie z wcześniejszymi rozważaniami, po zamknięciu pętli sprzężenia wzmacniacz o charakterystyce niebieskiej nie wzbudzi się, ponieważ Kβ<1 przy przesunięciu fazy o 180 stopni. Natomiast na pewno wzbudzi się wzmacniacz o charakterystyce czerwonej, ponieważ wtedy Kβ>1. Wzmacniacz o fioletowej charakterystyce po zamknięciu pętli będzie na granicy stabilności, bo Kβ=1 – jest to wcześniej omawiany przypadek 2.

Jeszcze raz podkreślam, że rysowane tu charakterystyki Kβ dotyczą wzmacniacza z otwartą pętlą sprzężenia, według rysunku 208. O skłonności do samowzbudzenia decyduje położenie punktu przecięcia charakterystyki Kβ z ujemnym zwrotem osi rzeczywistej. W literaturze częściej spotkasz inne sformułowania w rodzaju: **wzmacniacz będzie stabilny, jeżeli charakterystyka przebiegu Kβ na wykresie Nyquista nie obejmuje punktu (–1, j0)**.

Powyższy wniosek dotyczy wszystkich wzmacniaczy. Zauważ jednak, iż rysunki 216 i 217 dotyczyły wzmacniacza trzystopniowego. A jak pamiętamy z wcześniejszych rozważań (porównaj rysunek 199), przy obecności tylko jednego stopnia i jednego obwodu RC, maksymalne przesuniecie fazy może wynieść co najwyżej 90 stopni; przy dwóch stopniach, co najwyżej 180 stopni, a i to przy nieskończenie wielkiej częstotliwości. Jak pokazuje **rysunek 218**, charakterystyka takiego wzmacniacza w żaden sposób nie może objąć punktu (–1, j0), a to oznacza, iż jedno- i dwustopniowe po zamknięciu pętli sprzężenia powinny być bezwzględnie stabilne.



Rys. 218



Rys. 219

Jednak w praktyce, oprócz obwodów przesuwających fazę niejako wewnątrz poszczególnych stopni wzmacniacza, mogą wystąpić inne pasożytnicze obwody RC, RL, RC i RLC, które mogą dodatkowo zwiększać lub zmniejszać przesunięcie fazy. Jak już wiesz, przy większej liczbie takich ogniw, charakterystyka Nyquista przyjmie postać spirali. I choć większość klasycznych wzmacniaczy mocy audio to układy trzystopniowe, które powinny mieć przebieg charakterystyki Nyquista mniej więcej jak na rysunku 217, jednak już choćby obecność na wejściu i wyjściu wzmacniacza dodatkowych obwodów z pojemnością i indukcyjnością może spowodować, że przebieg charakterystyki Kβ będzie bardziej przypominać spiralę – „ślimaka". I wtedy o tym, czy taki wzmacniacz się wzbudzi, zadecyduje właśnie położenie punktu (pierwszego) przecięcia charakterystyki z ujemnym zwrotem osi rzeczywistej. Jeśli charakterystyka Nyquista obejmie punkt (–1, j0), to po zamknięciu pętli wzmacniacz będzie niestabilny, czyli się wzbudzi. Przykłady masz na **rysunku 219**.

W tym odcinku podane były bardzo ważne informacje, choć niełatwe do zrozumienia przez mniej zaawansowanych. Jednak zrozumienie tych zagadnień jest absolutnie niezbędne dla każdego, kto chciałby świadomie zajmować się budową wzmacniaczy audio. Ten sam problem występuje również w układach automatyki, gdzie też interesuje nas, czy dany system będzie stabilny. Dlatego nie zlekceważ podanych właśnie informacji, a jeśli coś nie jest do Ciebie jasne, wróć do wcześniejszych odcinków tego cyklu. A ponieważ nie wyczerpaliśmy tematu, w najbliższych odcinkach nadal będziemy zajmować się różnymi aspektami tego zagadnienia.

Piotr Górecki



EdW A07

Elektronika dla początkujących, czyli wyprawy na ośłą łączkę

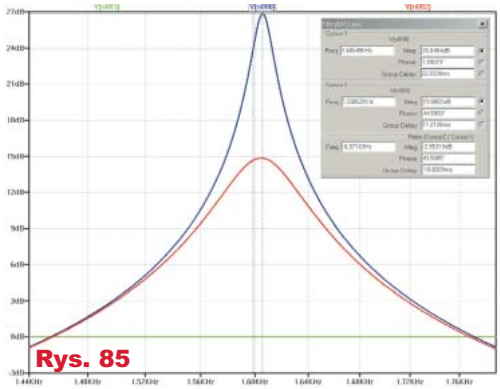
Ćwiczenie 4 (ciąg dalszy). Filtr pasmowy o dużej dobroci

Filtr pasmowy o dużej dobroci. Pojedyncze filtry pasmowe, omawiane w poprzednim odcinku, nie powinny mieć dobroci większej niż 20, bo m.in. stawiałoby to wzmacniaczowi operacyjnemu zbyt trudne zadanie. Czasami jednak potrzebny jest filtr o jeszcze większej dobroci, a ściślej o węższym paśmie. Jeśli dobroć ma wynosić 10...100, możesz wykorzystać filtr z dwoma wzmacniaczami operacyjnymi, wyróżniony niebieską podkładką na **rysunku 83**. Nie zaznaczyłem tu standardowych obwodów pojedynczego zasilania wzmacniaczy operacyjnych, a tylko obwód sztucznej masy. Gotowy model widzisz na **fotografii 84**. Rezystancję R2 złożyłem z dwóch rezystorów 100kΩ i 4,7kΩ.

Filtr taki pozwala uzyskać ogromną dobroć. Przy wartościach elementów dokładnie jak na rysunku 83, charakterystyka filtru wyglądałaby jak niebieska linia na **rysunku 85**. Zwróć uwagę na skalę częstotliwości i dane w tabelce. Częstotliwość środkowa to 1605Hz, 3-decybelowe pasmo przenoszenia ma szerokość tylko 14Hz, a więc dobroć jest ogromna i wynosi aż 115! Przy okazji filtr wzmacnia sygnał o 26dB, czyli 20 razy.

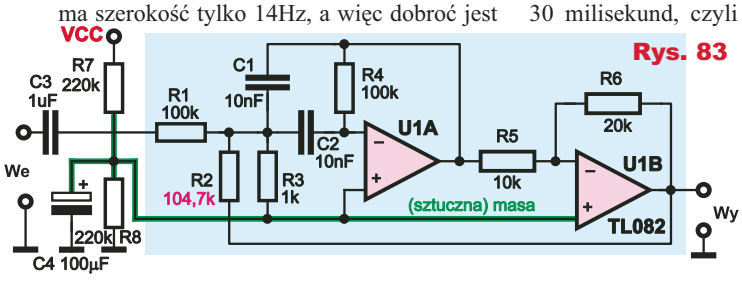
Rewelacja? W praktyce filtrów aktywnych RC o tak dużej dobroci nie stosuje się. Sensowną górną granicą wydaje się dobroć rzędu kilkudziesięciu. Czerwona krzywa na rysunku 85 to charakterystyka po zwiększeniu rezystancji R2 do 122kΩ. Dobroć jest mniejsza, wynosi około 28. Wzmocnienie też jest mniejsze, około 14,8dB (5,5x). Czy taki filtr jest gorszy?

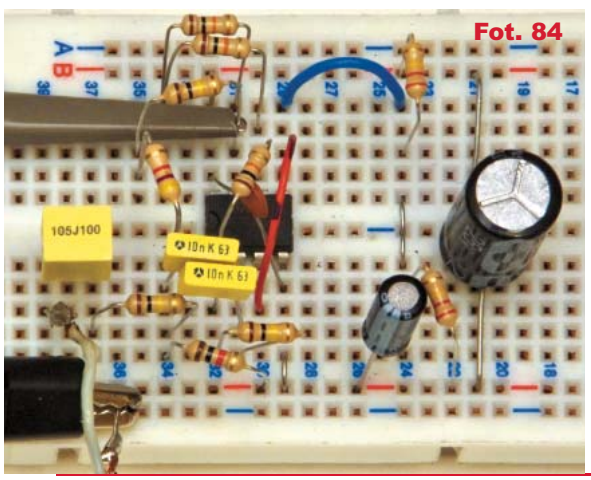
Niekoniecznie. Zależy do jakich celów. Trzeba też pamiętać, że czym większa dobroć, tym dłużej „dzwoni" filtr po zaniku sygnału użytecznego na wejściu. **Rysunek 86** pokazuje to zjawisko dla filtru z rysunku 83. Zielony przebieg to sygnał sinusoidalny o częstotliwości f_0, równej 1605Hz (czyli o okresie ok. 0,6ms), podany na wejście. Kolorem niebieskim narysowany jest sygnał na wyjściu filtru o dobroci 115. Jak widać, taki filtr „powoli się rozpędza" – sygnał wyjściowy narasta stopniowo w czasie około 30 milisekund, czyli podczas mniej więcej pięćdziesięciu okresów przebiegu wejściowego. Taki filtr praktycznie „nie zauważy" krótkich paczek, zawierających po kilka okresów o jego częstotliwości środkowej f_0. Z kolei po gwałtownym zaniku sygnału wejściowego sygnał na wyjściu zanika stopniowo, i to jeszcze wolniej, w ciągu kilkudziesięciu milisekund. Czerwony kolor pokazuje sygnał wyjściowy filtru z rezystancją

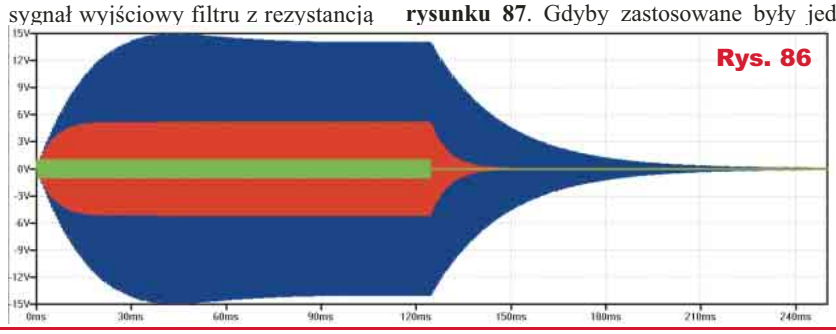


R2 = 122kΩ. Dobroć jest mniejsza, ale filtr jest „szybszy". Nie zapominaj, że temperatura wpływa także na wartość pojemności i rezystancji, a więc właściwości filtru, w tym skłonność do samowzbudzenia. W niekorzystnym przypadku częstotliwość może się „rozjechać" pod wpływem temperatury o ponad 1%. Takie przesunięcie przekreśla sens budowy filtru o dobroci powyżej 100, bo rzeczywiste pasmo przenoszenia „ucieknie" pod wpływem zmian temperatury poza żądany zakres. Problemem w filtrach o bardzo dużej dobroci byłaby też groźba, że przy zmianach parametrów elementów pod wpływem temperatury w niekontrolowany sposób zwiększy się dobroć i filtr stanie się generatorem.

Dlatego w razie potrzeby, zamiast jednego ogniwa filtru o dużej dobroci, trzeba zastosować połączone w szereg dwa albo trzy ogniwa o znacznie mniejszej dobroci według schematów z poprzedniego odcinka. Można przy tym rozsunąć częstotliwości środkowe. Ja zrealizowałem dwustopniowy filtr według **rysunku 87**. Gdyby zastosowane były jed-

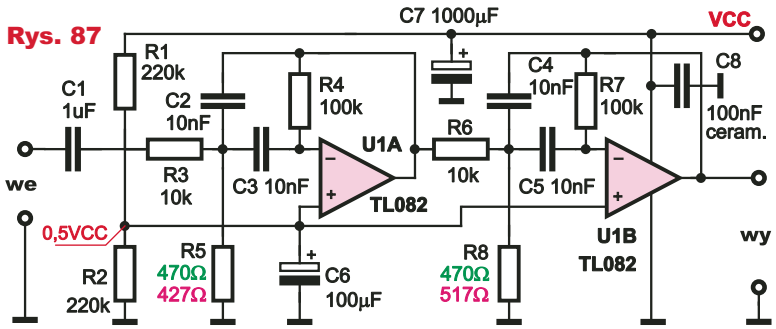


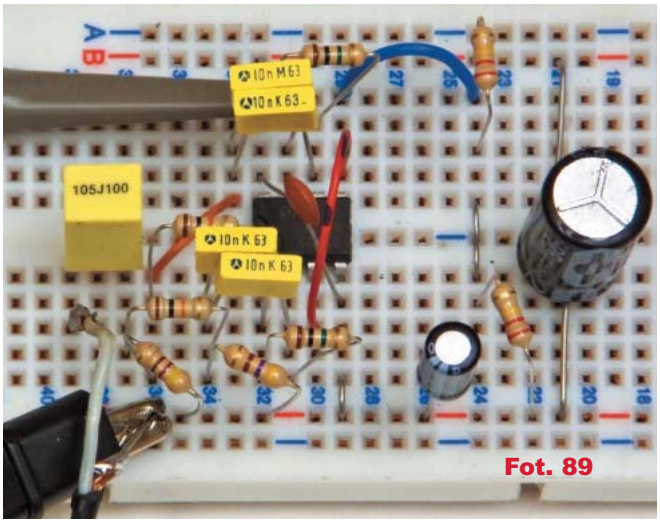




Top www
www.mselektronik.com.pl
MS Elektronik
dystrybutor elementów elektronicznych
Oferta czynnych i biernych
elementów elektronicznych
renomowanych producentów
tel.: 058 629-24-69, fax: 058 629-32-00
e-mail: info@mselektronik.com.pl

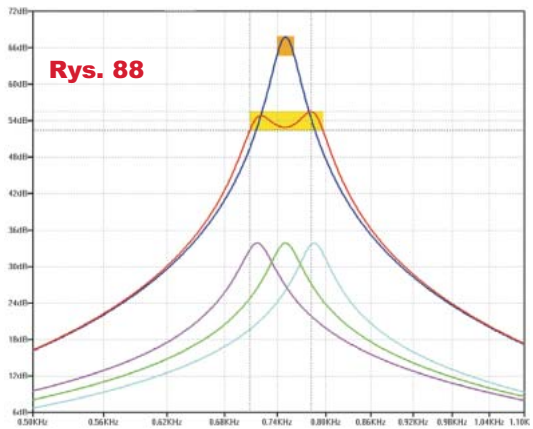
Rys. 87





Fot. 89

Rys. 88



nakowe wartości rezystorów R5, R8 (470Ω), zaznaczone na schemacie kolorem zielonym, to każde z ogniw miałoby charakterystykę, narysowaną na **rysunku 88** kolorem zielonym. Model z „zielonymi" wartościami elementów pokazany jest na **fotografii 89**. W zestawie EdW A07 są tylko dwa kondensatory o nominale 10nF, więc musiałem dołożyć dwa z drugiego takiego zestawu. A w sumie taki dwustopniowy filtr ma charakterystykę wypadkową, jak pokazuje niebieska krzywa. Wzmacnia sygnał użyteczny o częstotliwości środkowej 750Hz aż o 68dB, a 3-decybelowe pasmo (zaznaczone pomarańczowym prostokątem ma szerokość 20Hz.

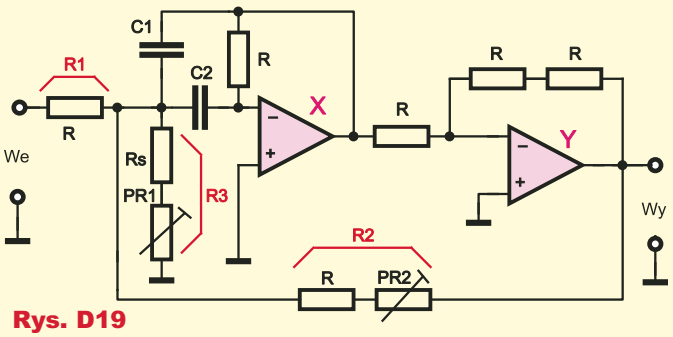
Jeśli jednak częstotliwości obu stopni rozsuniemy w przeciwne strony przez zróżnicowanie wartości R5, R8, podanych na rysunku 87 kolorem czerwonym (427Ω, 517Ω), to charakterystyki poszczególnych stopni składowych będą takie, jak pokazują krzywe fioletowa i jasnoniebieska. Tu też ograniczeniem jest skład zestawu EdW A07 – oporność 427Ω uzyskałem przez równoległe połączenie rezystorów 470Ω i 4,7kΩ, a 517Ω przez szeregowe połączenie 470Ω i 47Ω.

Zmniejszamy tu wypadkowe wzmocnienie filtru i uzyskujemy wierzchołek charakterystyki w kształcie siodła. Co ważne, wzmocnienie nadal jest znaczne, ponad 55dB (ponad 560 razy), a trzydecybelowa szerokość pasma, zaznaczona kolorem żółtym, wynosi wtedy prawie 90Hz, czyli zdecydowanie zwiększamy szerokość pasma, niewiele pogarszając stromość zboczy. W podobny sposób można zestawić trzy lub więcej ogniw, co pozwoliłoby jeszcze bardziej zbliżyć kształt charakterystyki do prostokąta.

I tyle o filtrach pasmowych. W następnych odcinkach zajmiemy się filtrami zaporowymi.

Piotr Górecki

Podstawowy schemat ideowy wykorzystanego w ćwiczeniu filtru pasmowego o dużej dobroci, pokazany jest na **rysunku D19**. Mamy tu znajomy filtr pasmowy na wzmacniaczu oznaczonym X i dodatkowy stopień ze wzmacniaczem Y. W tej wersji wzmocnienie drugiego stopnia wzmacniacza odwracającego Y jest równe 2. Dzięki temu prawie wszystkie zastosowane rezystory mają jednakową wartość. Od razu przewidziałem też potencjometry montażowe, żeby skorygować rozrzuty elementów



Rys. D19

Aby zaprojektować filtr, trzeba wiedzieć, jakie mają być:
- częstotliwość środkowa f_0
- dobroć Q.

Wzmocnienie może być i będzie większe od jedności, jednak w tym układzie wzmocnienie zależy od dobroci. Dlatego zamiast przyjmować jego wartość, później obliczymy, jakie będzie.

Najpierw, znając częstotliwość środkową f_0 dobierzesz (jednakowe) pojemności C1, C2, korzystając ze wzoru:
C [nF] = 10000 [nFHz] / f_0 [Hz]

Jeśli częstotliwość podasz w hercach, pojemność wyjdzie w nanofaradach. Jak zawsze, zdecydujesz się na najbliższą wartość z szeregu E6 (1; 1,5; 2,2; 3,3; 4,7; 6,8; 10) lub z szeregu E12.

Dopiero dla takiej konkretnie wybranej wartości obliczysz reaktancję kondensatora przy częstotliwości środkowej:
Xc [kΩ] = 159000 / (f_0 [Hz]∗C[nF])
Oczywiście podstawisz tu wartość nominalną pojemności wybranego kondensaotra.
Oba kondensatory będą jednakowe:
C = C1 = C2

W przypadku tego filtru trzeba też obliczyć parametr pomocniczy – pierwiastek kwadratowy z dobroci. Oznaczmy go P
$P=\sqrt{Q}$

Teraz już z łatwością obliczysz wartości rezystorów z następujących prostych wzorów:
R = Xc * P
PR2 = R / (2P – 1)
R3 = Rs+PR1 = R / (Q – 2)

Zwróć uwagę, że w przeciwieństwie do wcześniejszych obliczeń, w dwóch ostatnich wzorach nie wykorzystywaliśmy wartości Xc, tylko obliczoną z wcześniejszego wzoru wartość R – tak jest łatwiej liczyć.

Wzmocnienie takiego filtru zależy od dobroci i wynosi:
$G=2*P=2*\sqrt{Q}$

W praktyce okazuje się, iż wzmocnienie nie jest duże, bo jest proporcjonalne do pierwiastka z Q. Przykładowo dla dobroci Q=100 wynosi tylko 63x (36dB), a dla dobroci Q=10 jedynie 6,32x (16dB).

W takim filtrze należy zastosować stabilne elementy. Kondensatory foliowe i metalizowane rezystory, najlepiej o tolerancji 1%. Potencjometry montażowe też powinny mieć dobrą stabilność. Nie powinny to być popularne węglowe PR-ki, warto zastosować potencjometry cermetowe, najlepiej tak zwane helitrimy.

TECHNIKALIA

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 ***koniecznie*** podawajcie na kopercie czy paczce zawartość, np. ***Szko184, NieGra184, Policz184,*** (na innych analogicznie ***Jak6, #6***, ***CoTo6***, ***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, umieśćcie ***swoje nazwisko*** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko184Kowalski, Policz184Zielinski, NieGra184Malinowski, Jak6Krzyzanowski*. 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, kierowanych na adres *szkola@elportal.pl* Jeśli po wysłaniu e-maila 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, 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 184

Do postawienia tego zadania sprowokowaliście mnie Wy – Czytelnicy EdW, uczestnicy dyskusji na Forum Elportalu. Otóż w poprzednim numerze EdW, w rubryce Poczta zacytowane były wpisy z Forum Elportalu, dotyczące różnego rodzaju nietypowych obudów. I tu ożyły wspomnienia...

Najstarsi Czytelnicy być może jeszcze pamiętają, że jedno z pierwszych zadań naszej Szkoły Konstruktorów, a konkretnie zadanie numer 5, przedstawione w EdW 7/1996, rozwiązane w EdW 10/1996, polegało na przedstawieniu dowolnego układu, umieszczonego w pudełku po tic-tacach. Wtedy sytuacja na rynku obudów była nieporównywanie gorsza niż dziś, kiedy to można zamówić przez Internet dowolną obudowę. Choć sytuacja rynkowa się zmieniła, nadal temat nietypowych obudów jest jak najbardziej godny zainteresowania. A oto temat czerwcowego zadania nr 184:

Zaproponuj nietypową obudowę do dowolnego układu elektronicznego

Od razu zapowiadam, że pojawią się dwa, a prawdopodobnie nawet trzy zadania

Sponsorem nagród są firmy:





Top www
www.SystemyAlarmowe.pl
sklep internetowy

dotyczące obudów. Teraz mamy pierwsze zadanie ogólne, dotyczące wszelkich nietypowych obudów. Drugie będzie w pewnym sensie sentymentalne i będzie obejmować pudełka po tic-tacach, a ewentualne trzecie będzie dotyczyć estetycznej płyty czołowej.

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

A jeśli chodzi o bieżące zadanie 184, to temat jest ogromnie szeroki. Oczywiście ***rozwiązaniem nie może być obudowa, przewidziana do układu elektronicznego, dostępna w sklepach dla elektroników***. Ma to być obudowa ***nietypowa***. Ale to nie wyklucza innych fabrycznych obudów, które zasadniczo mają inne przeznaczenie i nie są dostępne w sklepach dla elektroników. Najbliższe dopuszczalne w tym zadaniu „nieelektroniczne" fabryczne obudowy mogą pochodzić ze sklepu czy hurtowni materiałów elektrycznych (elektroinstalacyjnych).

Jednak wykorzystanie czegoś gotowego, wprost ze sklepu, raczej nie jest rozwiązaniem odkrywczym i nowatorskim. Zaletą może być znakomita estetyka, jednak nie do końca o to chodzi w zadaniu 184. Dlatego oczekuję też propozycji naprawdę nietypowych obudów, realizowanych w najróżniejszy sposób, z wykorzystaniem rozmaitych materiałów. Nie chcę tu niczego sugerować, bo niektórzy w Was mają niemałe doświadczenie w zakresie nietypowych obudów, a inni być może po przemyśleniu zadania 184 wpadną na bardzo dobre pomysły i je wypróbują.

Oczywiście najbardziej cenne dla innych Czytelników będą rozwiązania praktyczne, udokumentowane dobrymi fotografiami. Najciekawsze propozycje nietypowych obudów z rozwiązania tego zadania chciałbym przedstawić albo w nowej rubryce *Warsztatowe patenty*, albo w *Forum Czytelników*. Jednak jak zawsze, szansę na punkty, upominki i nagrody mają też propozycje teoretyczne

Jestem przekonany, że przedstawicie rozmaite interesujące rozwiązania. Mam też prośbę: jeśli ktoś już wcześniej, nawet dużo wcześniej, z powodzeniem zrealizował nietypową obudowę, która być może już się zdążyła mocno zakurzyć, niech też przedstawi swoje rozwiązanie. Prośbę tę kieruję głównie do „mniej młodych" sympatyków Szkoły, którzy w czasach zamierzchłych, słusznie minionych, wykazywali się ogromną pomysłowością w tym zakresie. Czy nie warto byłoby pokazać dzisiejszym młodym elektronikom, jak udawało się przezwyciężyć ówczesne ogromne trudności zaopatrzeniowe?

Dzisiejsi elektronicy nie mają przecież pojęcia, jak wielkim problemem były właśnie obudowy i jakie znaczenie w dawnej elektronice amatorskiej miało „*plastikowe pudełko od maszyny do szycia*".

W razie pytań czy wątpliwości śmiało piszcie do mnie (*szkola@elportal.pl*). Zachęcam do szerokiego udziału w tym jakże praktycznym zadaniu!

Rozwiązanie zadania głównego 179

Temat styczniowego zadania 179 brzmiał: ***Zaproponuj nietypowy sposób wykorzystania komputerowej kamery USB lub dowolnej innej kamery albo przetwornika obrazu***.

Zadanie mogło wyglądać na bardzo trudne. Zasadniczo słusznie, bo działanie jakiejkolwiek kamery jest bardzo skomplikowane. Z tym większą radością odnotowałem napłynięcie kilku zaawansowanych rozwiązań. Co prawda Autorzy nie zdołali ich dokończyć, jednak obiecali kontynuowanie prac. Z wielką przyjemnością przedstawię je w EdW, być może jako projekty okładkowe.

Oczywiście nie wszyscy chętni mogli zmierzyć się z trudnymi problemami przetwarzania obrazu i transmisji uzyskanego sygnału. Z przyjemnością odnotowałem, że mniej zaawansowani też z powodzeniem zmierzyli się z tematem zadania i zaproponowali nietypowe sposoby wykorzystania kamer. A oto szczegóły.

Rozwiązania teoretyczne

14-letni **Krzysztof Łos** z Hubenic napisał: *Dzień dobry. (...) Temat zadania dotyczył wykorzystania kamery USB. Programistą nie jestem niestety na tyle zaawansowanym, aby korzystać z biblioteki openCV w pełnym świetle. Po przeglądnięciu Internetu i odwiedzeniu między innymi takich stron:*
http://konar.pwr.wroc.pl/uploads/download/raporty/Projekt.pdf
http://konar.pwr.wroc.pl/uploads/download/pdf/OpenCV.pdf
stwierdziłem, że mając odpowiednie umiejętności i wiedzę programistyczną, można zdziałać „códa" [pisownia oryginalna – przyp. red.]. Biblioteka dobry program spowoduje nawet możliwość rozpoznawania gestów, a nawet twarzy.
Rzeczywiście, tego rodzaju algorytmy są dziś powszechnie wykorzystywane w aparatach fotograficznych, a niektóre same mogą zrobić zdjęcie, gdy wykryją uśmiech u fotografowanej osoby.

25-letni **Tomasz Gilewski** z miejscowości Rutkowskie Duże napisał: *Witam, jako rozwiązanie zadania 179 Szkoły Konstruktorów przysyłam kilka teoretycznych pomysłów. Jednym ze sposobów wykorzystania kamery wbudowanej w telefon komórkowy mógłby być pojazd zdalnie sterowany. Kamera zamontowana w pojeździe przesyłałaby obraz przez Bluetooth do komputera lub telefonu komórkowego. Kolejnym przykładem może być wykorzystanie kamery (np. z interfejsem USB) do monitoringu np. własnego samochodu na parkingu. Obraz z kamery jest nagrywany przez komputer. W przypadku kradzieży można określić budowę, wzrost złodzieja oraz godzinę kradzieży. Przy bardziej zaawansowanym programie analizującym obraz możliwe byłoby włączenie alarmu. Kamera zainstalowana w pokoju dziecka pozwoliłaby określić, czy z naszą pociechą wszystko w porządku. Montaż kamer w barze lub dyskotece przy stolikach pozwoliłby na obserwację, jak ludzie bawią się przy innych stolikach. Obraz mógłby być wyświetlany na monitorach zamontowanych w stolikach. Idąc dalej, można stworzyć wideoczat, lub wideorozmowę w celu zawierania nowych znajomości i przyjaźni.*

Część z nadesłanych propozycji można byłoby w miarę łatwo zrealizować przy w pełni akceptowalnych kosztach sprzętu. Inna sprawa to ilość wiedzy, potrzebnej do praktycznej realizacji działającego systemu wideo tego typu.

19-letni **Krzysztof Szybiński** z Lutomi Dolnej napisał: *Na wstępie chciałbym podziękować Szanownej Redakcji za zmotywowanie mnie umieszczeniem mojego artykułu w kwietniowym numerze „Elektroniki dla Wszystkich" (mimo późnego terminu). Jest to dla mnie ważne, ponieważ natchnęło mnie to do wymyślania kolejnych rozwiązań zadań ze Szkoły Konstruktorów np. jak aktualne zadanie. Jako rozwiązanie zadania nr 179 proponuję dodanie do naszej kamery USB funkcji noktowizji. Oczywiście nie wykorzystam tutaj żadnych wzmacniaczy optycznych, używanych w noktowizorach, natomiast wzmacniacz ten zastąpimy diodami podczerwonymi, czyli robimy „zmyłkę" dla naszego oka. Prawie każda, jak nie każda, kamera USB ma w sobie wbudowany filtr światła podczerwonego w postaci szkiełka. Należy je usunąć. Od tej chwili kamera będzie wykrywać światło podczerwone, czyli to, czego nasze oko nie dostrzega... A gdyby tak wlutować kilka mocnych diod IR między zasilanie kamery USB +5V i masę, zrobić dla nich reflektor, aby światło mogło powrócić do soczewki, to pojawia się możliwość np. rozmowy przez komunikator internetowy w ciemności! Taki „mininoktowizor". Można się sprzeczać, czy jest sens użycia diody IR i czy nie lepiej jest zwyczajnie kupić białe diody... Tak, ale podczerwień nas nie będzie razić, no i jak to mówią, w końcu to niezły „bajer" :). Niestety nadsyłam jedynie rozwiązanie teoretyczne, ponieważ nie mam w tej chwili możliwości kupienia takich diod. Zapewniam jednak, że gdy nada-*

Generator kwarcowy FM



Do czego to służy?

System transmisji sygnału analogowego z modulacją FM jest powszechnie stosowany do przesyłania sygnału radia publicznego w zakresie UKF, stąd zakres ten często jest zwany FM. Modulacja częstotliwości używana jest też w transmisji sygnału dźwiękowego wielu systemów telewizji naziemnej (również informacji o kolorze – chrominancji, w systemie telewizji kolorowej SECAM), a także w radiokomunikacji UKF. Technologia FM stała się tak popularna dlatego, że pozwala odfiltrować po stronie odbiornika znacznie więcej zakłóceń niż w systemie AM (po odebraniu i wzmocnieniu, sygnał jest ograniczony do takiej samej amplitudy – w ten sposób redukuje się większość zakłóceń).

Mnogość urządzeń odbiorczych powszechnego użytku z modulacją częstotliwości narzuca także konieczność opracowywania i produkcji serwisowej aparatury pomiarowej, w tym generatorów FM. Na rynku jest wiele takich generatorów o szerokich możliwościach, ale są to urządzenia drogie i często bardzo skomplikowane w obsłudze. Pomysł skonstruowania prostego generatora z modulacją częstotliwości FM zrodził się na prośbę Czytelników, podobnie jak w przypadku generatora CB 19 (opis w EdW 4/2011). Układ jest ograniczony do absolutnego minimum, ale dzięki zastosowaniu rezonatora kwarcowego daje stabilny sygnał, umożliwiając kontrolę czy strojenie np. radioodbiornika UKF, radiotelefonu CB/FM...

Jak to działa?

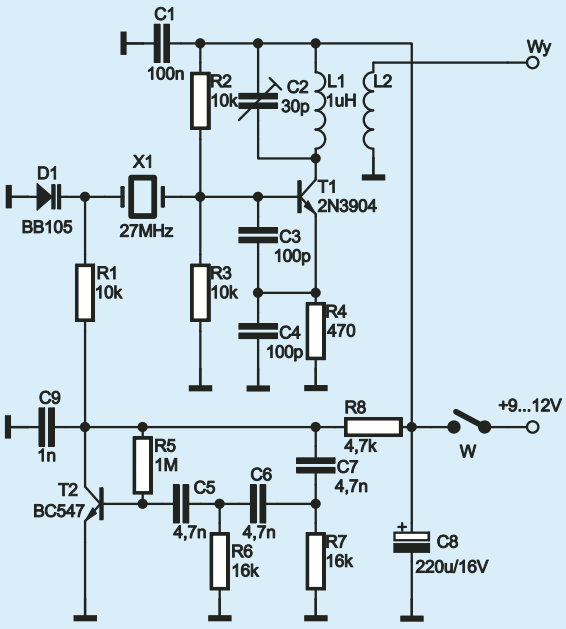
Mając na uwadze początkujących Czytelników, wypada na wstępie przypomnieć, że modulacja częstotliwości polega na chwilowych zmianach częstotliwości fali nośnej, w takt sygnału wejściowego. Częstotliwość sygnału nośnego fn zmienia się w zakresie od fn−Δf do fn+Δf, przy czym parametr Δf jest nazywany dewiacją częstotliwości, natomiast stosunek

$$m_f = \frac{\Delta_f}{f_m}$$

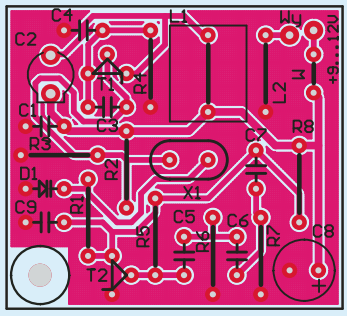
współczynnikiem modulacji częstotliwości lub wskaźnikiem dewiacji częstotliwości.

Schemat ideowy prostego generatora FM jest pokazany na **rysunku 1**. Tranzystor T1 pracuje w układzie generatora kwarcowego wielkiej częstotliwości, wytwarzającego falę nośną, zaś T2 w generatorze małej częstotliwości, wytwarzającym sygnał modulujący o częstotliwości około 1kHz.

Rys. 1



Rys. 2



Jako modulator FM została zastosowana włączona w obwodzie rezonatora kwarcowego dioda pojemnościowa, która – zmieniając swoją pojemność w takt zmian napięcia sygnału modulującego – zmienia częstotliwość generowanej fali nośnej. Dzięki dzielnikowi pojemnościowemu C3-C4, zapewniającemu dodatnie sprzężenie zwrotne oraz zastosowaniu obwodu rezonansowego L1C2, można eksperymentować z różnymi wartościami rezonatorów kwarcowych. Wartość dewiacji częstotliwości zależy od użytych rezonatorów i trzeba pamiętać, że przy powielaniu częstotliwości na obwodzie L1C2 będzie ona wzrastała (przy podwojeniu 2Δf, potrojeniu 3Δf...). Jeśli zastosujemy rezonator na częstotliwości CB lub 25MHz, wypadkowa dewiacja wyniesie około 2-3kHz.

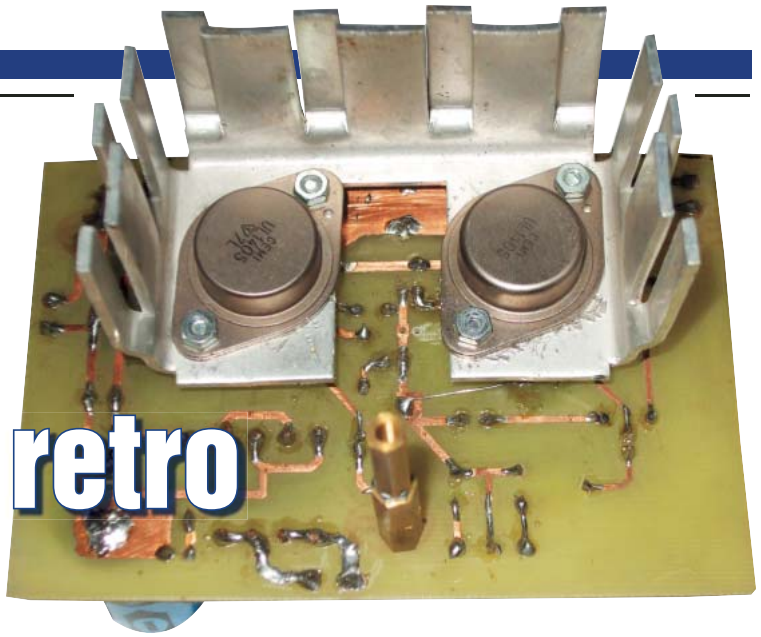
Montaż i uruchomienie

Cały układ jest zmontowany na małej płytce drukowanej o wymiarach 45x40mm (**rysunek 2**). Jeśli zastosowano sprawne elementy, generator będzie pracował od razu po włączeniu zasilania. Podane w spisie elementów wartości LC odnoszą się do pasma CB. Aby uprościć uruchamianie, na początku jako cewki można użyć gotowego dławika o indukcyjności 1µH (uzwojenie wtórne mogą tworzyć dwa zwoje „krosówki" nawinięte na dławiku, a zamiast trymera można wstawić kondensator 33pF). W układzie modelowym jest zastosowany rezonator kwarcowy 25MHz, zaś cewka to 3 zwoje DNE 1 na średnicy 5mm (pomiędzy zwojami znajduje się 1 zwój „krosówki" spełniający funkcję uzwojenia wtórnego. W zależności od ustawienia trymera, generator na wyjściu dostarcza sygnał o częstotliwości 50MHz lub 75MHz (rozchylając zwoje można jeszcze uzyskać sygnał 100MHz do kontroli radioodbiornika UKF).

Ciąg dalszy na stronie 63.



Wzmacniacz retro

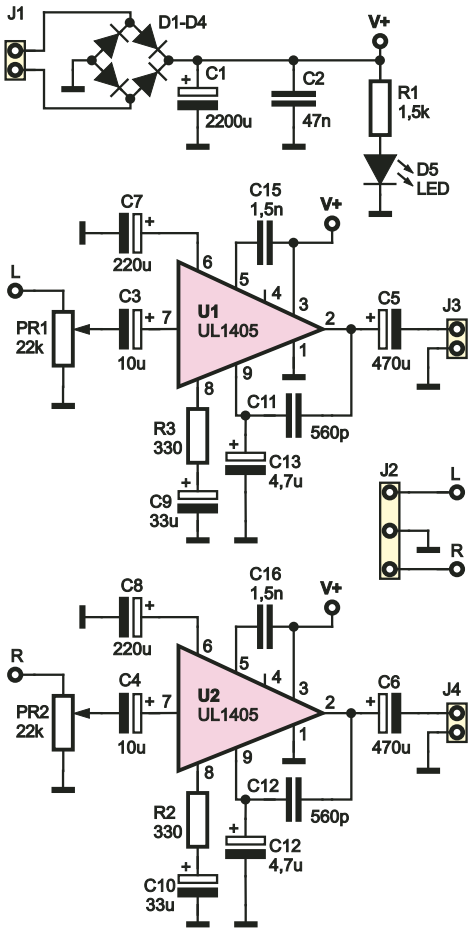


Każdy elektronik, w szczególności ze starszego pokolenia, przyzna, że starsze wzmacniacze: Diora, Radmor Unitra, itp. mają w sobie coś niepowtarzalnego, jakiś wewnętrzny urok czy nawet duszę. Postanowiłem zbudować wzmacniacz audio oparty na starych podzespołach. Elementy, których użyłem do budowy wzmacniacza, włącznie z kondensatorami i radiatorem, zostały wyprodukowane jeszcze w latach 80.

Schemat ideowy przedstawiony jest na **rysunku 1**. Sercem układu są dwa scalone wzmacniacze audio UL1405 produkcji Cemi, które pracują w swojej podstawowej konfiguracji. Sygnał wejściowy ze złącza J2 podawany jest na dzielniki PR1 i PR2, a następnie przez elektrolity do wejścia układów wzmacniających (nóżka 7). Wzmocniony sygnał poprzez kondensator 470µF trafia na złącza J3 i J4, do których należy podłączyć głośniki o impedancji 8Ω.

Układ należy zasilać napięciem z zakresu od 8V do 27V. Dobrym rozwiązaniem jest zastosowanie transformatora TS15/18 o napięciu wyjściowym 14VAC.

Rys. 1



Montaż i uruchomienie

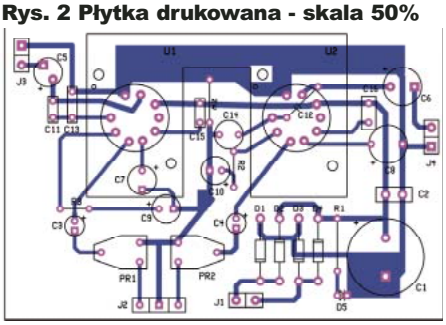
Płytka drukowana (**rysunek 2**) została zaprojektowana w programie CIRCAD 98 – z Elportalu można ściągnąć płytkę w tym formacie oraz w PDF-ie. Wzmacniacz od samego początku nie był przeznaczony do montażu w obudowie. Moim zamysłem było w jak najlepszy sposób wyeksponować „starsze elementy", dlatego niech nikt się nie dziwi, że układy U1 i U2 są zamontowane od strony druku. O ile układy U1 i U2 są montowane w sposób nietypowy, to reszta elementów jest lutowana standardowo. Po starannym montażu i sprawdzeniu poprawności połączeń, miedziane ścieżki należy zabezpieczyć roztworem kalafonii w spirytusie. Jedynymi elementami wymagającymi regulacji są potencjometry PR1 i PR2, odpowiadające za wzmocnienie.

Po podłączeniu głośników, źródła sygnału i zasilania, możemy się już cieszyć naszym wzmacniaczem.

Prawie wszystkie elementy, których użyłem do budowy wzmacniacza, pochodzą sprzed kilkunastu, a nawet kilkudziesięciu lat, m.in. U1 i U2, diody prostownicze, dioda LED, elektrolity, rezystory, radiator i złącza. Jedynymi nowymi elementami są dwa rezystory i dwa kondensatory.

Wzmacniacz w zaproponowanej postaci dosyć ładnie się prezentuje i niewiele można w nim zmienić. W przypadku trudności ze zdobyciem starszych elementów (kondensatory, rezystory) można wstawić nowe. Problem, na który można natrafić, to wyschnięte kondensatory elektrolityczne – przed montażem kondensatorów sprzed 20 lat należy sprawdzić, czy ich pojemność mieści się w granicach rozsądku. W miarę możliwości potencjometry montażowe należy zastąpić dużym potencjometrem stereo.

Rys. 2 Płytka drukowana - skala 50%



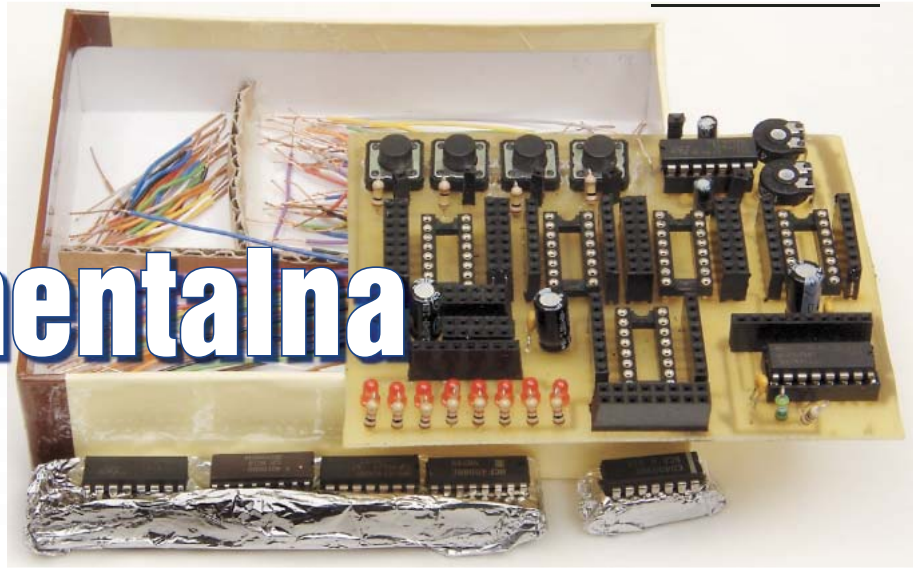


Bartosz Wesołowski
delphire@interia.pl

Wykaz elementów

R1 . . . . . 1,5kΩ
R2,R3 . . . . . 330Ω
PR1,PR2 . . . . .22kΩ
C1 . . . . . 2200µF
C2 . . . . . 47nF
C3,C4 . . . . . 10µF
C5,C6 . . . . . 470µF
C7,C8 . . . . . 220µF
C9,C10 . . . . . 33µF
C11,C12 . . . . 560pF
C13,C14 . . . . .4,7nF
C15,C16 . . . . .1,5nF
D1-D4 . . . . . BY255
D5 . . . . . LED
U1,U2 . . . . . UL1405
J1,J5 . . . . . .kołki
Radiator

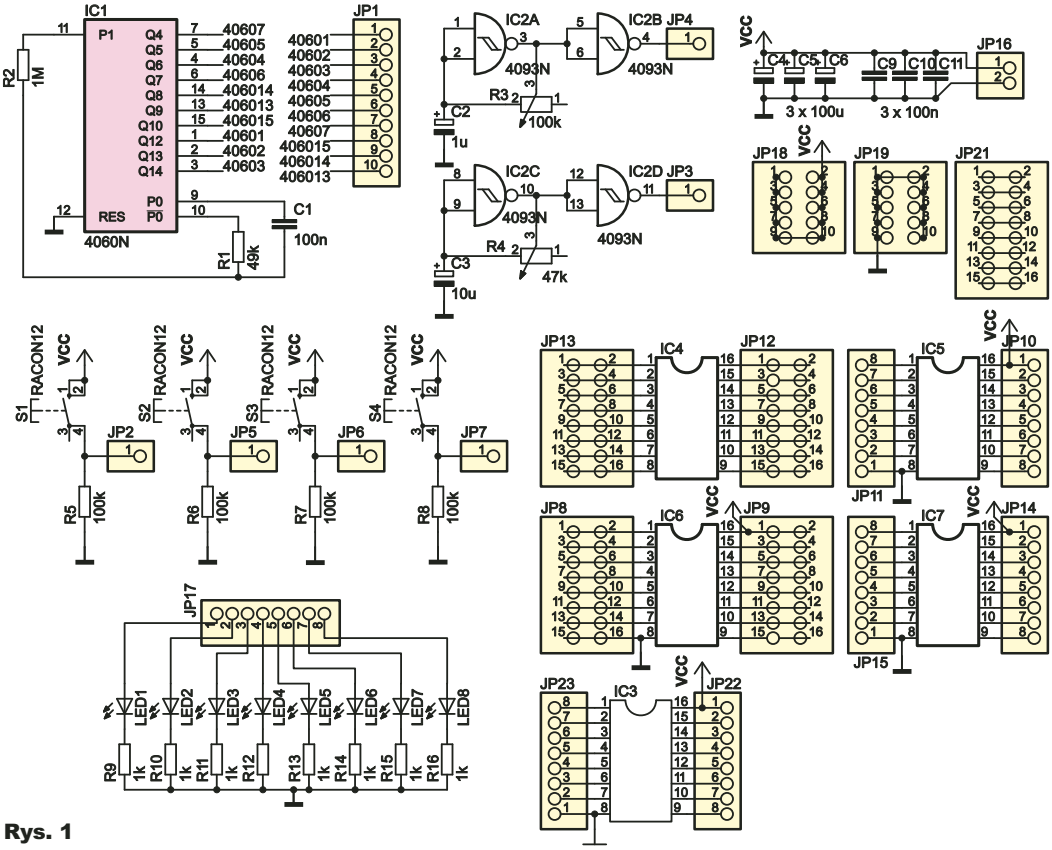
Płytka eksperymentalna CMOS



Prezentowany układ, będący rozwiązaniem zadania Szkoły Konstruktorów, ma na celu ułatwić eksperymentowanie z układami scalonymi z popularnej serii CMOS40xx i 45xx. Może być przydatny np. na zajęciach szkolnych. Na płytce znajdują się cztery przyciski, osiem diod LED, trzy generatory i pięć podstawek precyzyjnych. Dzięki gniazdom goldpin całość można dowolnie łączyć w celu badania właściwości różnych kombinacji układów CMOS.

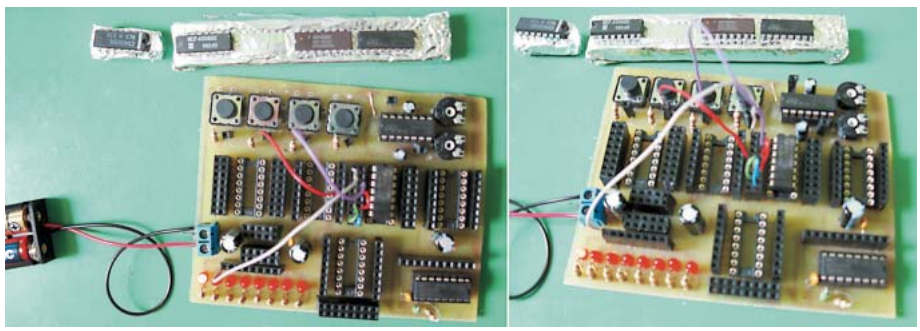
Opis układu

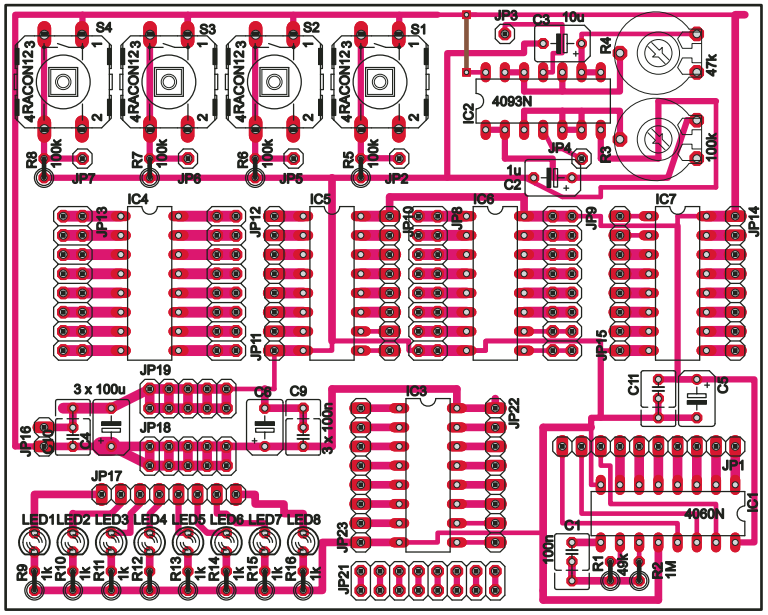
Schemat ideowy znajduje się na **rysunku 1**. Złącze śrubowe JP16 służy do podłączenia zasilania – musi to być napięcie stałe, najlepiej stabilizowane mieszczące się w zakresie 3–18V. Kondensatory C4–C6 oraz C9–C11 filtrują napięcie zasilania. Na gniazda JP18, JP19 wyprowadzone są szyny zasilania. Złącze JP21 umożliwia podłączanie dodatkowych elementów (np. kondensatorów filtrujących drgania styków w przyciskach). Do złącza JP17 podłączone są anody ośmiu diod LED, które mogą sygnalizować aktualny stan wyjść układów.



Rys. 1

Do złączy JP4_7 podłączone są przyciski mikroswitch. Aby mogły one współpracować z układami CMOS, są podciągnięte do masy za pomocą rezystorów R5–R8 o wartości 100kΩ. Układ scalony IC1 to popularna kostka 4060 zawierająca w swojej strukturze generator oraz 14-bitowy dzielnik częstotliwości. Elementy R1 i C1 ustalają częstotliwość drgań, natomiast na złącze JP1 są wyprowadzone wszystkie wyjścia dzielnika. Drugi i trzeci oscylator zostały zbudowane na bramkach NAND z wejściem Schmitta. Ich częstotliwość można regulować za pomocą potencjometrów R3 i R4, a sygnał wychodzi na piny JP2 i JP3. Do podstawek precyzyjnych IC3-IC7 można wkładać układy, z którymi aktualnie się eksperymentuje. Większość układów z serii CMOS ma standardowo rozłożone nóżki zasilające, dlatego do podstawek IC3, IC5-IC7 jest podłączone zasilanie do pinu 8 i 16. Choć układy CMOS





Rys. 2 Płytka drukowana

występują zarówno w obudowach 14-, jak i 16-pinowych, to jednak w układzie zastosowałem tylko te większe. Przy używaniu mniejszych należy tylko podłączyć pin 7 z 8. Ponieważ niektóre „kostki" (np. 4049) mają niestandardowo rozłożone zasilanie, podstawka IC4 nie ma podłączonego napięcia. Wszystkie wyprowadzenia podstawek są podłączone do wtyków goldpin.

Montaż i uruchomienie

Układ został zamontowany na specjalnie do niego zaprojektowanej płytce drukowanej (**rysunek 2**). Montaż jest klasyczny. Dobrze jest zacząć od przylutowania zwory, później można zamontować resztę elementów w kolejności od najmniejszych do największych. Należy tylko uważać na poprawne zamontowanie kondensatorów elektrolitycznych i diod LED. Wtyki goldpin są z reguły sprzedawane w listwach po 20 lub 40 wtyków. Należy je więc odpowiednio rozciąć. Przy tej operacji niestety traci się zawsze jedno gniazdo. Później warto wyrównać ich brzegi przy użyciu papieru ściernego. Po zlutowaniu należy podłączyć zasilanie (uważając na biegunowość!!!) i sprawdzić działanie poszczególnych bloków. Przed eksperymentowaniem warto przygotować sobie kilkadziesiąt drucików różnej długości. Posłużą one do łączenia poszczególnych bloków ze sobą.

Po sprawdzeniu układu i przygotowaniu zworek można przystąpić do zabawy. Nowe kostki CMOS mają rozgięte nóżki. Należy je delikatnie dogiąć. Jeszcze bardziej należy uważać przy wyjmowaniu układów z podstawek. Najlepiej pomóc sobie wtedy, podważając kostkę cienkim wkrętakiem.

Propozycje eksperymentów

Rysunki przedstawiające eksperymenty można ściągnąć z Elportalu.

Eksperyment 1 – „bramki logiczne". Na bazie układu 4011 (lub 4093) można zbudować kilka układów pełniących różne funkcje logiczne.

Eksperyment 2 – przerzutnik RS.

Eksperyment 3 – przerzutnik D.

Eksperyment 4 – licznik Johnsona. Sposób podłączenia układu jest pokazany na rysunku (plik eksperyment4.pdf). Ze względu na dużą liczbę przewodów, łączone punkty są zaznaczone tym samym kolorem. Jeżeli po przyciśnięciu przycisku będą zaświecać się kolejne diody, oznacza to, że układ został poprawnie zmontowany. Warto też, zamiast do przycis-ku, podłączyć czternastą nóżkę kostki do jednego z wyjść generatorów. Powinien wtedy pojawić się efekt biegnącego punktu.

Eksperyment 5 – rejestr przesuwny.

Eksperyment 6 – czterobitowy sumator. Ponieważ na płytce znajdują się tylko 4 przyciski, drugą liczbę ustawia się za pomocą przewodów podłączonych do plusa lub minusa zasilania.

Rafał Kozik
kozikr@lo5.bielsko.pl

Wykaz elementów

R1	49kΩ
R2	1MΩ
R3	100kΩ
R4	47kΩ
R5-R8	100kΩ
R9-R16	1kΩ
C1	100nF
C2	1µF
C3	10µF
C4-C6	100µF
C9-C11	100nF
LED1-LED8	LED 3mm czerwone
IC1	4060
IC2	4093
IC3-IC7	podstawki precyzyjne 16 pin
S1-S4	mikroswitch

REKLAMA

KONKURS

Elektronicy Konstruktorzy!
W Elektronice Praktycznej konkurs, w którym można wygrać zestawy ewaluacyjne Microchip!



Kurs programowania mikrokontrolerów PIC oraz Arduino

Nie przeoczcie też ciekawych artykułów i projektów w siostrzanym czasopiśmie! A wśród nich:
- Przegląd programatorów stacjonarnych.
- Kurs programowania Linuxa Embedded.
- AFE: sposób na sensory.
- Kolejny z cyklu artykułów nt. zwrotnic głośnikowych z filtrami cyfrowymi.
- Kurs projektowania płytek za pomocą Altium Designer'a.

Miniprojekty, ciekawe projekty:
- Stacja pogodowa z prognozowaniem pogody.
- Timer do lustrzanki.
- Moduł manipulatorów do AVTDuino.
- Audiofilski potencjometr.
- Moduł przekaźników z interfejsem Bluetooth.
- Symetryzator sygnału audio do konstrukcji wzmacniacza mostkowego.
- Miniaturowy moduł z ATmega8.

Ciekawe artykuły na temat nowoczesnych podzespołów i sposobów ich użycia. Cykle porad i artykułów dla konstruktorów elektroników i wiele innych o różnorodnej tematyce.

EP można nabyć we wszystkich EMPIK-ach i większych kioskach z prasą. Zamówienia pojedynczych egzemplarzy, a także założenie prenumeraty należy kierować do Działu Handlowego AVT: handlowy@avt.pl, tel.: 22 257 84 50, fax: 22 257 84 55
Działu Prenumeraty: prenumerata@avt.pl, tel.: 22 257 84 22, fax: 22 257 84 00, a także listownie lub bezpośrednio:
AVT Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Transformatory WN

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*

Czym jest transformator wysokiego napięcia

Oczywiście jest to zwyczajny transformator, który podwyższa napięcie. Na co dzień stykamy się z nimi na każdym kroku, a nie zawsze jesteśmy tego świadomi. Transformatory WN używane są w energetyce, bez nich praktycznie nie byłoby możliwe przesyłanie energii elektrycznej na duże odległości. A trochę bliżej nas… Reklamy neonowe, klasyczne lampy błyskowe w naszych aparatach fotograficznych także mają małe lub całkiem spore przetwornice wysokiego napięcia, oparte właśnie na transformatorach podwyższających napięcie. Wszystkie te elementy działają na tej samej zasadzie co inne. Zasadniczym parametrem jest przekładnia, czyli stosunek liczby zwojów w uzwojeniu pierwotnym i wtórnym. W idealnym przypadku wszystko sprowadza się do następującego prostego wzoru:

$$\eta = \frac{n_1}{n_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

gdzie n_1 i n_2 to liczby zwojów, odpowiednio , n_1 – pierwotne i n_2 – wtórne, U_1 i U_2 to napięcia na danych uzwojeniach, a I_2 i I_1 to wartości prądów. Zgodnie ze wzorem, gdy w uzwojeniu pierwotnym będzie mała liczba zwojów, a we wtórnym liczba ta będzie wielokrotnie większa, to napięcie na uzwojeniu wtórnym będzie wyższe w porównaniu do pierwotnego, lecz prąd w uzwojeniu wtórnym będzie mniejszy. Sytuacja ta może być odwrotna, gdy obniżamy napięcie – wtedy prąd, jaki możemy pobrać z uzwojenia wtórnego, jest większy od prądu pierwotnego.

Rodzaje transformatorów wysokiego napięcia

Transformatorów podwyższających napięcie jest naprawdę wiele. Różnią się one mniej lub bardziej złożoną konstrukcją lub przeznaczeniem do danego urządzenia. Postaram się przybliżyć trzy chyba najbardziej popularne transformatory.

Pierwszym z nich jest tradycyjny, wiekowy transformator TVL. Stosowany był w telewizorach kineskopowych starej generacji. Podwyższał napięcie do 5–10kV. W sumie w użyciu były dwa typy. Pierwszy to najstarszy typ z **fotorgrafii 1**, w którym napięcie prostowane było za pomocą jednej diody wysokonapięciowej. Drugi był już nowszą, nieco zmodyfikowaną konstrukcją. Jego cewka wysokonapięciowa (**fotografia 2**) miała więcej wyprowadzeń niż poprzednie wersje. Transformator ten potrzebował dodatkowo prostownika wysokonapięciowego, który prostował napięcie do około 15kV DC – przykłady różnych typów diod wysokonapięciowych na **fotografii 3**.

Drugi z nich to już nowszy typ, stosowany w nowszych czasach. Można było spotkać go w monitorach z lampami CRT oraz współczesnych telewizorach kineskopowych. To trafo-powielacz, bo tak został nazwany. Jego konstrukcja zawierała w sobie zarówno transformator WN jak też powielacz i prostownik. Podwyższał on napięcie do wartości wahających się w granicach od 15kV do 25kV. Przykład na **fotografii 4**.

Trzeci typ to chyba najbardziej niebezpieczny transformator, który można z łatwością zdobyć. Na wstępie przestrzegam przed zabawami z tym transformatorem. Pewnie większość domyśla się, o

Fot. 1





Fot. 2

Fot. 3



R E K L A M A



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

którym mowa. Jest nim MOT, transformator instalowany w mikrofalówkach. Popularny, niezbyt drogi i łatwo dostępny. Te czynniki sprawiają, że stał się popularnym źródłem wysokiego napięcia w amatorskich urządzeniach o większej mocy. Transformator ten podwyższa napięcie z 230V do około 2100V. Oczywiście częstotliwość nie ulega zmianie, a więc na uzwojeniu wtórnym mamy do czynienia z wysokim napięciem o częstotliwości 50Hz. Kontakt z tak wysokim napięciem o tak niskiej częstotliwości bardzo łatwo może skończyć się ogromnym nieszczęściem. Efekty, jakie można uzyskać przy pracy z nim są bardzo ciekawe, ale i ogromnie niebezpieczne. Na **fotografii 5** widzimy, jak wygląda taki transformator, a w filmie, który można znaleźć pod adresem:
www.spryciarze.pl/zobacz/jak-uruchomic-mot-a-transformator-od-mikrofalowki
można pooglądać spektakularne doświadczenia.

Zastosowanie

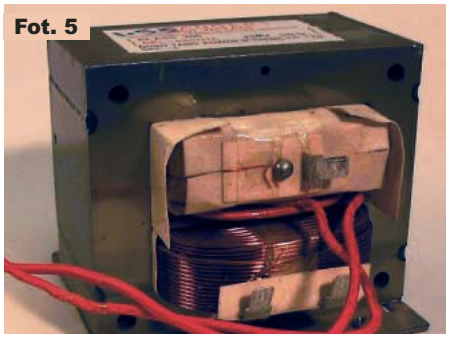
Pomijając przeznaczenie tych transformatorów do instalacji w telewizorach czy zasilaczach neonów w reklamach, są one przydatne przy różnego rodzaju amatorskich projektach. Owych urządzeń jest dużo; są nimi między innymi transformatory Tesli, głośniki i kule plazmowe czy też generatory WN, służące do demonstracji efektownych wyładowań lub tworzenia łuków plazmowych.

Jak nawinąć uzwojenie pierwotne?

Przy transformatorach TVL (starego typu) sprawa jest bardzo prosta, wystarczy odwinąć stare uzwojenia, umieszczone po jednej stronie transformatora i nawinąć nowe. W zależności od potrzeb, liczba zwojów waha się w granicach 10, czasem z odczepem na środku. Uzwojenie to najlepiej nawinąć drutem o



Fot. 4



Fot. 5

średnicy od 1mm do 2mm, w standardowej izolacji z tworzywa (nie emalii).

Trafopowielacze (nowego typu) są nieco trudniejszym wyzwaniem. Uzwojenie pierwotne i wtórne umieszczone są w wewnętrznej strukturze, bez szans na manipulację i zmiany. Jedyne co możemy wykonać, to nawinąć nasze uzwojenie na rdzeń który wystaje z obudowy. Zazwyczaj jest tam przerwa około2-3mm, więc spokojnie zmieścimy tam nasze uzwojenie. Przykład na **fotografii 6**.

Bezpieczeństwo

Przy pracy z wysokimi napięciami należy zachować szczególną ostrożność. Jak już



Fot. 6

wcześniej wspomniałem, najniebezpieczniejsze są MOT-y, lecz nie tylko. Przy kulach plazmowych, transformatorach Tesli i innych tego typu urządzeniach mówi się o zjawisku naskórkowości. Niestety, to zjawisko w przypadku naszych urządzeń i naszego ciała nie występuje. Okazuje się, że wysokie napięcia o wysokich częstotliwościach są równie niebezpieczne i szkodliwe dla naszego organizmu. O tym jednak napiszę w kolejnym artykule.

Zapraszam wszystkich do odwiedzenia mojej strony *www.moje-laboratorium.pl* oraz kanału na *spryciarze.pl*, gdzie znajdziecie wiele ciekawych poradników.

Krzysztof Kruszka
krzysztofkruszka@wp.pl

Uwaga! Podczas użytkowania urządzenia w jego obwodach występują napięcia groźne dla życia i zdrowia. Osoby niedoświadczone i niepełnoletnie mogą wykonać je wyłącznie pod kierunkiem wykwalifikowanego opiekuna, na przykład nauczyciela.

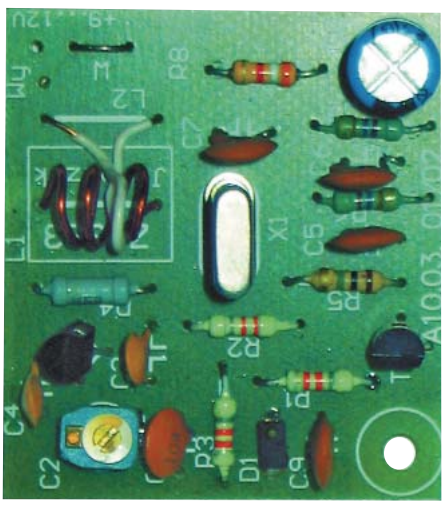
Ciąg dalszy ze strony 54.

Częstotliwość sygnału wyjściowego najprościej skontrolować miernikiem częstotliwości (wskazania powinny być stabilne). Chcąc zmienić częstotliwość modulującą, należy skorygować elementy C5-R6-C6-R7-C7. Dołączając do wyjścia generatora odcinek przewodu jako miniantenę, uzyskujemy możliwość kontroli czy korekty strojenia odbiornika w zasięgu kilku metrów. Podłączenie generatora wprost na wejście antenowe radiotelefonu może dać zbyt silny sygnał i z zasady powinno odbywać się poprzez zewnętrzne tłumiki rezystorowe.

WJ

Wykaz elementów

R1-R3	10kΩ
R4	470Ω
R5	1MΩ
R6,R7	16kΩ
R8	4,7kΩ
C1	100nF
C2	30pF
C3,C4	100pF
C5-C7	4,7nF
C8	220µF/16V
C9	1nF
D1	BB105
T1	2N3904
T2	BC547
L1/L2	1µH (patrz tekst)
X1	27...MHz (patrz tekst)



Magazyn Elektroniki Użytkowej

dodatek do miesięcznika Elektronika dla wszystkich

Poznać i zrozumieć sprzęt

Energy harvesters, czyli wieczne baterie

część 5

W poprzednich odcinkach omówiliśmy ogniwa słoneczne oraz dwie odmiany przetworników cieplnych. Teraz zajmiemy się przetwornikami kinetycznymi. Kinetycznymi, czyli zamieniającymi energię kinetyczną, mechaniczną na energię elektryczną.

Energia kinetyczna dostępna jest w wielu sytuacjach. Stabilnym i jak najbardziej użytecznym źródłem energii pierwotnej w rozmaitych odmianach „wiecznych baterii" okazują się wibracje, czyli różnego rodzaju drgania okresowe. W warunkach przemysłowych, np. w pracujących maszynach, często są to wibracje związane z częstotliwością sieci energetycznej, czyli u nas 50Hz, w innych krajach 60Hz. Właśnie tego rodzaju drgania, np. pracujących silników czy innych maszyn, mogą być wykorzystywane praktycznie. Ale wykorzystane bywają też inne rodzaje drgań, także o dużo niższych częstotliwościach, o niestabilnej częstotliwości oraz nieperiodyczne przemieszczenia. Na przykład podczas ruchu człowieka (chodzenie) też można odzyskać pewną część energii.

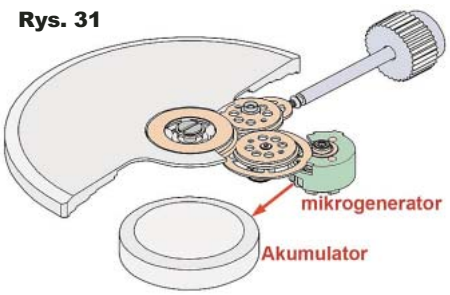
Jeśli chodzi o ilość dostępnej kinetycznej energii pierwotnej, to w niektórych sytuacjach może ona być duża, rzędu wielu watów, a nawet megawatów, jak choćby np. energia fal oceanicznych. Jednak w tym cyklu omawiamy głównie *energy harvesters*, czyli małe urządzenia. Także i tu uzyskiwana moc zależy od masy i objętości przetwornika. O ile w ogniwach słonecznych określamy moc uzyskiwaną z centymetra kwadratowego powierzchni ogniwa, o tyle w innych przetwornikach, w tym kinetycznych, podaje się przeliczoną ilość energii uzyskiwaną z jednego centymetra sześciennego przetwornika. Czym więcej mocy z jednego centymetra sześciennego, tym mniejszy może być przetwornik o danej mocy wyjściowej.

Można wyróżnić trzy podstawowe rodzaje przetworników energii mechanicznej na elektryczną:
- elektromagnetyczne (elektrodynamiczne)
- piezoelektryczne
- pojemnościowe.

Przetworniki elektromagnetyczne

Zasada pracy przetworników elektromagnetycznych jest dobrze znana – zmiany pola magnetycznego powodują indukowanie się w cewce napięcia i przepływ prądu w obwodzie. Zmiany pola magnetycznego można uzyskać przez ruch magnesu względem cewki lub przez ruch cewki w polu magnetycznym. Klasycznym przykładem przetworników tego typy są różnego rodzaju prądnice. Przetworniki elektromagnetyczne mogą mieć bardzo wysoką sprawność przetwarzania energii mechanicznej na elektryczną, o czym świadczą właśnie rozmaite prądnice – generatory, których sprawność bardzo często przekracza 80%.

Rys. 31



Fot. 32





Fot. 33



Fot. 34

Jeśli chodzi o uzyskiwanie i odzyskiwanie w ten sposób małych ilości energii, to przykładem może być elektroniczny zegarek automatyczny, gdzie akumulatorek ładowany jest przez mikrogenerator – **rysunek 31**. Dziś na rynku można znaleźć liczne gadżety „na korbkę", zasilane niewielką prądnicą. **Fotografia 32** pokazuje chińską latarkę – radio – ładowarkę z taką prądnicą. W związku z tym, że żarówki są wypierane przez zdecydowanie skuteczniejsze diody LED, pojawia się coraz więcej „wiecznych latarek na korbkę" – przykład na **fotografii 33**. Ale są też latarki, gdzie energia elektryczna jest wytwarzana przez potrząsanie latarki – przykład na **fotografii 34**. Zasada jest bardzo prosta, wzdłuż latarki, wewnątrz rurki, na którą nawinięta jest cewka, przesuwa się silny magnes neodymowy. Każde przejście magnesu przez wnętrze cewki wytwarza porcję energii elektrycznej. Czym szybsze ruchy (potrząsanie), tym więcej energii przesyłane jest do akumulatorka.

Top www SEMICON.COM.PL/SKLEP/
podzespoły elektroniczne
akcesoria pomiarowe
materiały chemiczne
diody laserowe
montaż SMT
SEMICON

Oprócz prostych i tanich gadżetów, tego rodzaju przetworniki wstrząsowe – wibracyjne mają też dużo poważniejsze zastosowania. Wspomniane wcześniej przetworniki istniejącej od roku 2004, brytyjskiej firmy Perpetuum (**fotografia 35**) pracują właśnie na takiej zasadzie. Z lakonicznych opisów wynika, że w pierwszych wersjach ruchoma była cewka, a potem zrealizowano ulepszone przetworniki z nieruchomą cewką i ruchomym magnesem. Ilość uzyskanej energii zależy od wielkości drgań. Nie charakteryzuje się ich jednak za pomocą amplitudy, tylko podaje wartość maksymalnego przyspieszenia, w jednostkach **g** (**g** – przyspieszenie ziemskie, ok. 9,81m/s^2). Dlatego w danych technicznych znajdujemy m.in. wartości wyrażone w **mg**, co nie oznacza miligramów, tylko tysięczne części przyspieszenia ziemskiego. W takich przetwornikach wibrująca masa ma jakąś częstotliwość rezonansową, przy której sprawność jest największa. Dlatego przytłaczająca większość przetworników wibracyjnych ma charakterystyki rezonansowe. Konstruowane są one specjalnie dla określonej częstotliwości drgań, zazwyczaj 120Hz lub 100Hz, zależnie od częstotliwości sieci energetycznej 60Hz lub 50Hz. **Rysunek 36** pokazuje charakterystyki przetwornika Perpetuum PMG17 w zależności od wielkości drgań i częstotliwości.

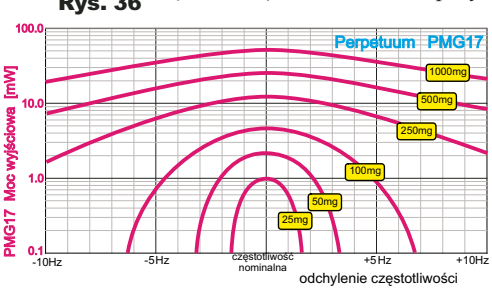


Fot. 35

Do tego rodzaju przetworników należy też wprowadzony niedawno na rynek (cena ok. 150 dolarów) przetwornik nPower® PEG – **fotografia 37**. Przystosowany jest on do drgań o znacznie niższej częstotliwości. Podczas chodzenia czy jazdy na rowerze ładuje wewnętrzny akumulator 1Ah (akumulator może też być szybciej ładowany z dowolnego gniazda USB). Naładowany akumulator ma moc wyjściową 2,5W (5V, 500mA) i może służyć do zasilania/ładowania telefonu komórkowego czy odtwarzacza mp3. Wydajność przetwornika nie jest duża – podczas chodzenia może na bieżąco zasilać ekonomiczny odtwarzacz mp3, np. iPod Nano. Ale już odpowiednio 11 i 26 minut marszu potrzeba, by przez minutę rozmawiać przez iPhone 3G w sieci 2G i 3G.

Do przetworników elektromagnetycznych należą też „energoprzyciski" firmy EnOcean (Siemens). Jednorazowe przyciśnięcie sprężyny pozwala uzyskać jednorazową porcję energii elektrycznej 120...160 mikrodżuli. Ta energia z nadmiarem wystarcza, żeby współpracujący moduł nadajnika radiowego PTM230 wysłał komendę do centrum sterującego. **Fotografia 38** pokazuje przetwornik ECO200 i współpracujący nadajnik PTM230. Napięcie z cewki tego przetwornika może sięgnąć nawet 16V. Nietrudno obliczyć, że energia 150 mikrodżuli, czyli 150uWs, oznacza możliwość zasilania np. przez 1,5ms mocą 100mW (choćby przy napięciu 5V i prądzie 20mA).

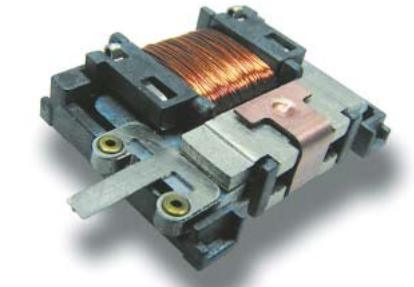
Rys. 36



Oprócz takich urządzeń, dostępnych na rynku, pojawia się wiele prototypów i koncepcji zamiany energii mechanicznej na elektryczną. Bardzo poważnym zamierzeniem i wyzwaniem jest realizacja amortyzatorów samochodowych, w których energia drgań samochodu byłaby zamieniana na energię elektryczną. A są to duże ilości energii, rzędu kilowatów. Szacuje się, że odzyskanie energii w „elektroamortyzatorach" pozwoliłoby zmniejszyć zużycie paliwa nawet o 10%. Teoretycznie sprawa wydaje się prosta: silny magnes poruszający się wewnątrz cewki generuje napięcie i prąd w cewce, co też wytwarza dodatkowe opory ruchu, czyli działa jako tłumik drgań. Podstawowa idea jest podobna jak we „wstrząsowych latarkach" z fotografii 34. Niestety, jak na razie nie umiemy w ten sposób osiągnąć dużego tłumienia mechanicznego, potrzebnego w amortyzatorze, a jednocześnie wysokiej sprawności przetwarzania energii. Czyli potrafimy odzyskać tylko niewielką część energii mechanicznej, choć teoretycznie sprawność takiej zamiany mogłaby być rzędu 80% i więcej. Znana jest natomiast inna propozycja – opracowany w MIT GenShock (**fotografia 39**), skomercjalizowany przez firmę Levant Power Corp. (*www.levantpower.com*), przypomina budową typowy amortyzator z płynem przetłaczanym między komorami. Jednak na drodze przetłaczanego płynu, zamiast klasycznej, zwykłej zwężki, umieszczony jest hydrauliczny silnik – rotor, który napędza klasyczną prądnicę.

Fot. 37



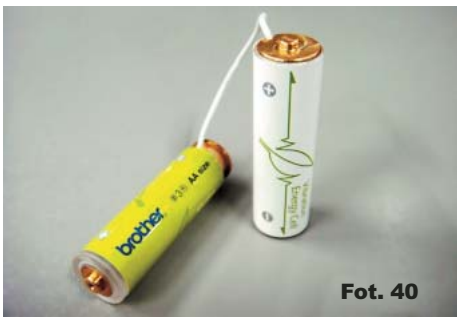




Fot. 38



Fot. 39



Fot. 40

Ogólnie biorąc, idea przetworników elektromagnetycznych jest atrakcyjna, ponieważ pozwalają one uzyskiwać dużą sprawność, wielokrotnie wyższą niż w pozostałych przetwornikach kinetycznych (piezoelektrycznych i pojemnościowych). Dlatego oprócz „potrząsanych" latarek, pojawiają się inne pokrewne urządzenia. Na przykład w roku 2010 japoński koncern Brother Industries zaprezentował baterie, które są ładowane właśnie przez potrząsanie. *Vibration-power Generating battery*, w skrócie VpGB (**fotografia 40**), zawierają akumulatorek, a właściwie superkondensator o pojemności 0,5 farada oraz generator kinetyczny. W notatkach prasowych pojawiły się informacje, że „szykuje się rewolucja w dziedzinie baterii".

W następnym odcinku przedstawione będą informacje, na ile takie oczekiwania są realne.

(red)