

ELEKTRONIKA

dla wszystkich

9/2021 WRZESIEŃ • CENA 13,90 zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

„Maluch” dla malucha

Współczesne neony, czyli znów lampy EL

- ▶ Lampowa „mrygalka”
- ▶ NanoVNA, czyli superultra... omierz
- ▶ Felieton: Jubileusz 25-lecia EdW
Moja przygoda z elektroniką i EdW
- ▶ Filozofia sieci – Protokół TCP
- ▶ Sieci energetyczne dla elektroników
- ▶ Panorama audio. Co to jest DAC?
- ▶ Wzmacniacze klasy D
- ▶ Inteligentny dom także dla Ciebie,
czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie
Smart home – trochę historii
- ▶ Droga do RRIO, wzmacniacze operacyjne
– Dryft napięcia nierównoważenia
- ▶ Silniki prądu stałego – Cztery ćwiartki
- ▶ Klasyczny forward z jednorozmiarowym kluczem
- ▶ Dołączanie przewodów do złączy kołkowych
- ▶ Redukcja napięcia sieci z 240 na 220V



Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl

Miejsca dla
specjalistów

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe



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

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

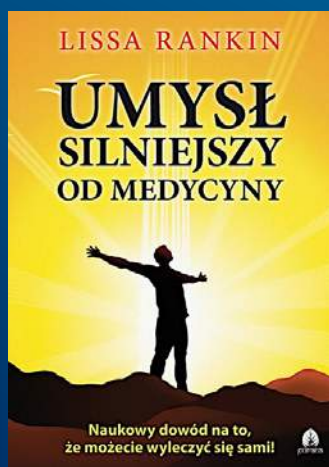
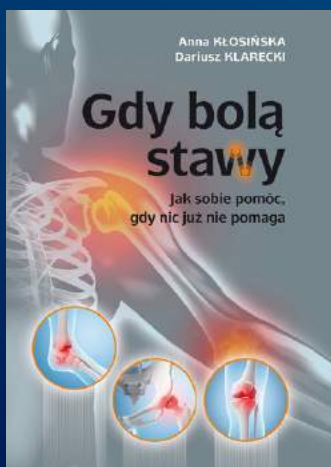
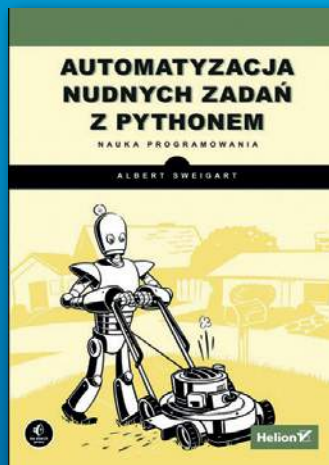
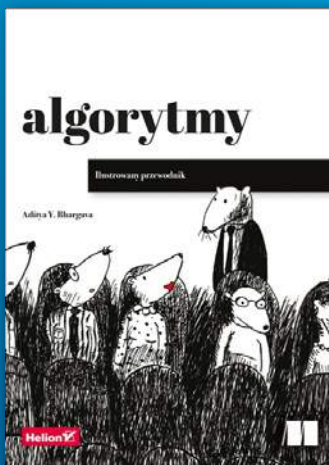
przełączniki
półprzewodniki
złącza
przełączniki
radiatory
obudowy
i wiele więcej...

www.piekarz.pl



KSIĄŻKI W ULUBIONYM KIOSKU

Wybieraj spośród naszych nowości i bestsellerów!



Zobacz pełną ofertę książek na UlubionyKiosk.pl

AVTEDU

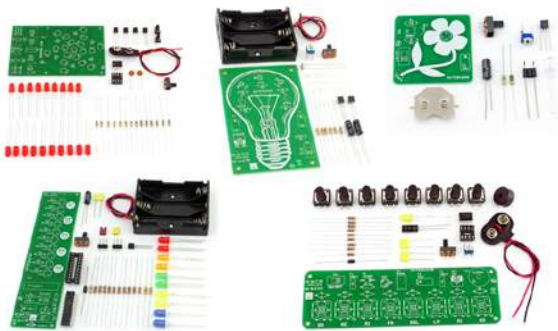
Poznaj całą serię

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

#AVTEDU #NaukaLutowania #KityAVT

AVTEDU to zestawy (KITy) DIY do samodzielnego zlutowania.

W zestawach znajduje się płytki drukowane i komplet elementów elektronicznych.



AVTEDU3PAKIET - to zestaw 3 kitów DIY do nauki lutowania:

AVTEDU621 - Stroboskop policyjny LED,
AVTEDU634 - MigoLEDki,
AVTEDU637 - Pikająca kostka do gry
Zestaw zawiera również fiolkę cyny.

Efektom generowanym przez AVTEDU621 jest imitacja światła pojazdu uprzywilejowanego. Naprzemiennie rozbłyski czerwonych i niebieskich diod LED



AVTEDU634 to interesujący efekt świetlny. Umieszczając go w pobliżu głośników diody LED migają w takt odtwarzanej muzyki.



AVTEDU637 to jedyna w swoim rodzaju kostka do gry z dźwiękiem imitującym turlanie się kostki. Wylosowana liczba oczek wyświetlana jest za pomocą diod LED.



Kupując zestawy AVTEDU w pakiecie **oszczędzasz!**

Firmy
prezentujące
swoje oferty
w niniejszym
wydaniu EdW



ARTRONIC..... 1



ELMAX..... 45



FERYSTER..... 49



PIEKARZ..... 1, 35

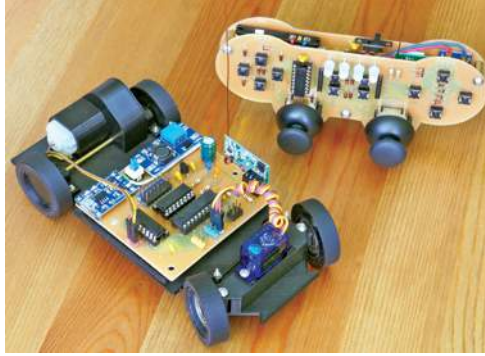


PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY..... 63



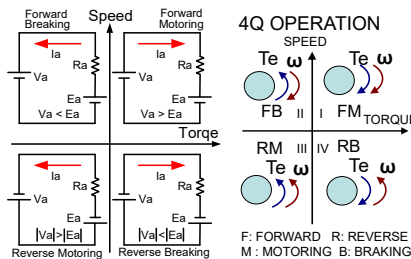
SEMICON 35



str. 34

Inteligentny dom także dla Ciebie, czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie Trochę historii

Każdy, kto zainteresowany jest tematyką Smart home, koniecznie powinien choć trochę poznać historię inteligentnych domów.



str. 56

Współczesne neony, czyli znów tajemnicze lampy EL

Na rynku można znaleźć mnóstwo gadżetów, które z reguły przedstawiane są jako lampy lub neony LED. Jednak nie zawsze zawierają diody LED, a często są to po prostu lampy EL.



str. 15

Maluch dla malucha

Samodzielna budowa zabawki dla dziecka może zapewnić podwójną satysfakcję. Czy i Ty doświadczysz takiej radości?



str. 38

Silniki prądu stałego

Silniki elektryczne prądu stałego nazywane PMDC niesłusznie są lekceważone jako elementy wręcz prymitywne. Nie można w pełni zrozumieć ich właściwości bez dobrego rozumienia, czym jest ich praca w czterech ćwiartkach.



str. 67

Redukcja napięcia sieci energetycznej z 240V na 220V

Nominalna wartość napięcia sieci energetycznej to 230V, a w praktyce coraz częściej sięga 240V. Jak zapewnić długą żywotność starych radiodiodników, projektowanych na napięcie 220V?

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

Miesięcznik



www.elportal.pl

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

Wydawca:
Wiesław Marciniak

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

Redaktor Naczelny:
Piotr Górecki, pg@elportal.pl

Redaktorzy Działów:

Andrzej Janeczek
sp5ah@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:

Ewa Górecka-Dudzik

Okladka, zdjęcia, skanowanie:

Piotr Górecki jr

Sekretarz Redakcji

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

Dział Reklamy:

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

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

AVT – EdW
ul. Leszczyńska 11
03-197 Warszawa

(+dopisek określający zawartość)

Korespondencja elektroniczna:

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

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

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

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:

W Wydawnictwie AVT
tel: (22) 257 84 22

e-mail: prenumerata@avt.pl

W RUCH S.A.

tel: 801 800 803, (22) 717 59 59

e-mail: prenumerata@ruch.com.pl

www.prenumerata.ruch.com.pl

Stali współpracownicy:

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

Projekty

Projekty AVT

„Maluch” dla malucha	15
NanoVNA, czyli superultra... omomierz, część 2	19

Forum Czytelników

Współczesne neony, czyli znów lampy EL	56
Lampowa „mrygałka”	59

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 306

Zaproponuj interesujące, najlepiej nietypowe zastosowanie diod LED.	41
-----------------------------------------------------------------------------	----

Rozwiązanie zadania głównego 301

Zaproponuj, jak wdrażać dzieci i wnuki w arkana techniki, w szczególności elektroniki, logiki oraz programowania	42
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 306, 301.....	49
----------------------------------------------------------------------	----

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 306, 301	52
-----------------------------------------------------------------	----

Artykuły różne

Felieton: Jubileusz 25-lecia EdW	
Moja przygoda z elektroniką i EdW	14
Filozofia sieci. Protokół TCP, część 2	24
Sieci energetyczne dla elektroników, część 4.....	26
Panorama audio. Co to jest DAC?.....	30
Wzmacniacze klasy D, część 14.....	32
Inteligentny dom także dla Ciebie, czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie Część 3 – Smart home – trochę historii.....	34
Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących, część 8	37
Silniki prądu stałego, część 13	38
Odkrywamy schematy	
Klasyczny forward z jednorozmiarowym kluczem, część 2.....	62
Warsztatowe patenty	
Dołączanie przewodów do złączy kołkowych.....	65
Redukcja napięcia sieci z 240 na 220V	67

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki	6
Prenumerata	8
Poczta	10
Skrzynka porad	12
Księgarnia AVT.....	29
Oferta handlowa AVT	70

Konkursy

Co to jest?	55
Krzyżówka	61
Jak to działa?.....	67



Wrzesień

W tym numerze mamy na okładce projekt zabawki. Adam Ples już kilkakrotnie na łamach EdW pokazał, z jak ogromną starannością można realizować hobbystyczne projekty. Polecam nie tylko lekturę artykułu, ale też naśladowanie Autora właśnie w zakresie estetyki oraz pieczołowitości wykonania modelu!

We wrześniowym wydaniu EdW znajdziecie liczne artykuły o różnorodnej tematyce. W tym miesiącu w niniejszym wstępniku chciałbym skupić się na jednym temacie. Otóż w numerze mamy drugą część artykułu o NanoVNA. Jak już wspominałem, zaczęło się od pomiarów właściwości elementów w ramach jakże ważnego cyklu „Czym się różni wróbelek?”. Potem okazało się, że jest to rewelacyjny przyrząd, który powinien znaleźć się w pracowni każdego elektronika. Na pewno temat pomiarów elementów elektronicznych i ich niedoskonałości będzie kontynuowany. Z wykorzystaniem kart dźwiękowych w zakresie niskich częstotliwości i NanoVNA w zakresie częstotliwości wysokich. I to nie tylko z użyciem portu Ch0, ale też obu portów przyrządu, co zapewni wielokrotnie szerszy zakres pomiarowy. Jak już pisałem, właśnie NanoVNA może być dobrym punktem wyjścia do zapoznania się z tajnikami techniki radiowej. I tak **wracamy do tematu Radiowej Ośleń Łączki**. Już pojawiło się kilka e-maili w tej sprawie. Jednak przystępne wytłumaczenie podstaw techniki radiowej nie jest łatwe, o czym przekonało się już wielu. *Czy powinniśmy podjąć w EdW tę trudną inicjatywę? Jaka część Czytelników byłaby tym zainteresowana?* Jak zawsze zachęcam do kontaktów z redakcją! Piszcie! Zapraszam do lektury oraz do udziału we wszystkich konkursach EdW, w szczególności w *Szkole Konstruktorów!*

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki



Prenumerata
– naprawdę warto!

SURFACE DUO 2

Jeszcze niedawno wiele głosów niezależnych analityków wskazywało, że linia Duo rodziny Surface może być wstrzymana i że nie zobaczymy drugiej generacji tego urządzenia. Ostatnie przecieki wskazują jednak na to, że będzie inaczej, choć równie kontrowersyjnie.

Przypomnijmy, że pierwsze wydanie Surface Duo rok temu znalazło swoje niewielkie grono odbiorców, a wysoka cena, jak na tak niekonwencjonalne urządzenie, mogła odstraszyć wielu potencjalnych nabywców. Microsoft musiał założyć, że są to prawdziwi entuzjaści, którzy chętnie sięgną po kolejne wydania, bo pierwszy Duo był naprawdę wybrakowany w porównaniu do innych smartfonów z 2020 roku. Nie miał dobrego aparatu, modemu 5G czy nawet tak oczywistej funkcji jak łączność NFC.

Microsoft Surface Duo 2 ma za te błędy odpokutować. Pod względem specyfikacji tegoroczna edycja składanego smartfona-tabletu będzie znacznie bliższa, jeśli nie równa innym smartfonom z 2021 roku. Nowy Duo ma wzbogacić się o wymienione wcześniej brakujące elementy, dostać porządny procesor od Qualcomma i dość kontrowersyjnie osadzone aparaty po stronie zewnętrznej. Ich obecność może nie byłaby tak kontrowersyjna gdyby nie fakt, że obiektywy wystają i do dosyć znacząco, co nie pozwoli na położenie telefonu płasko na stole lub rozłożenie o pełne 360 stopni do trybu smartfona.

Czy Microsoft wie co robi? Tego dowiemy się w najbliższych tygodniach.



ALL-IN-ONE Z CHROME OS

Do oferty HP dołączyły kolejne urządzenia, które skierowane są do osób lubiących system operacyjny od Google. Wśród nowości zobaczyliśmy HP Chromebook x2 11, który zapowiada się na ciekawą alternatywę dla iPadów czy tabletów z Windowsem, oraz komputer desktop typu All-in-One.

HP Chromebook x2 11 pełni funkcję zarówno tabletu, jak i niewielkiego laptopa. Dostępnych jest kilka trybów pracy. Pierwszy można porównać do korzystania z tabletu – do dyspozycji mamy dotykowy wyświetlacz. Warto dodać, że wspierany jest rysik HP Wireless Rechargeable USI Certified Pen, który za pomocą magnesów mocuje się do prawej krawędzi. Drugi tryb pracy otrzymujemy dzięki tylnej podpórce. Pozwala ona na odłożenie HP Chromebook x2 11 na twardej powierzchni, mając cały czas wygodny dostęp do ekranu. Trzecia możliwość to podłączenie fizycznej klawiatury z gładzikiem. W ten sposób mamy sprzęt, który może zastąpić laptopa, jak popularny tableto-laptop Surface Pro.

Ciekawszymi jest jednak drugi zaprezentowany model. Mamy do czynienia z urządzeniem All-in-One, które działa pod kontrolą Chrome, a wyposażone jest on w 21,5-calowy ekran Full HD. Ponadto, ekran obraca się o 90 stopni, więc można go ustawić zarówno w pozycji poziomej, jak i pionowej. HP Chromebase AiO wykorzystuje procesory Intel'a – Pentium Gold lub Core i3. Maksymalnie dostaniemy 16GB RAM i dysk SSD o pojemności 256GB. Dwa głośniki o mocy 5W sygnowane są logo marki Bang & Olufsen, a kamera ma rozdzielczość 5Mpix. Nie zabrakło także Wi-Fi 6 i Bluetooth 5.



XIAOMI WALCZY O SALON

Prezentacja Xiaomi była pełna zaskoczeń. Zobaczyliśmy smartfon pozbawiony otworu na aparat w ekranie, zaobserwowaliśmy powrót firmy do sektora tabletów, ale także poznaliśmy dwa nowe telewizory Xiaomi Mi TV.

Najważniejszym telewizorem wieczoru był Xiaomi Mi TV Master (Lux) z 77-calowym ekranem OLED 4K i wąskimi ramkami, dzięki którym wyświetlacz zajmuje aż 96,2% frontu urządzenia. Producent wykorzystał w tym modelu najnowszą generację panelu V21, która ma oferować chwilową jasność aż do 1000 nitów. Sprzęt obsługuje szereg najnowszych standardów wideo: Dolby Vision, Dolby Vision IQ,



HDR 10+, HDR 10, HLG, a także może pochwalić się certyfikatem IMAX Enhanced.

Od strony audio Mi TV Master oferuje działanie dziesięciu 70-watowych głośników Harman Kardon z Dolby Atmos 3.1. Ponieważ telewizor wyposażono w chip UWB, kompatybilne urządzenia, takie jak smartfon Mi MIX 4, mogą łączyć się z nim bezprzewodowo. Wystarczy dotknąć telefonem pilota z wbudowanym NFC i już możliwe jest przesyłanie wideo. W środku umieszczono czterordzeniowy procesor MediaTek z rdzeniami Cortex A73 i grafiką Mali-G52 MC2, 8,5GB RAM-u i 64GB pamięci wewnętrznej. Gracze zapewne ucieszą się z niskiego czasu reakcji 1ms i certyfikatu NVIDIA G-SYNC Gaming Display.

NOWE PROCESORY DLA ZEGARKÓW

Samsung pochwalił się nowym procesorem, który pojawi się w nadchodzących smartwatchach z serii Galaxy Watch 4. Exynos W920 będzie szybszy, wydajniejszy i jako pierwszy wprowadzi procesory w litografii 5nm do segmentu inteligentnych urządzeń „ubieralnych”.

Nowy Exynos, zgodnie z wcześniejszymi przewidywaniami, ma być szybszy i wydajniejszy niż Exynos 9110, którego zastąpi. Samsung twierdzi, że układ jest mniejszy niż dotychczas stosowany, co pozwoli na zwiększenie pojemności baterii oraz zastosowanie smuklejszej obudowy.

Exynos W920 bazuje na dwóch rdzeniach ARM Cortex-A55 i wykorzystuje układ graficzny ARM Mali-G68 oraz jest w stanie obsłużyć wyświetlacze o rozdzielczości nawet qHD 960x540 pikseli. Okazuje się, że nieoficjalne doniesienia były całkiem blisko faktycznych osiągnięć, podawanych przez producenta. Nowy Exynos, w porównaniu do poprzednika, będzie mógł pochwalić się 20% wzrostem osiągnięć CPU i aż 10x bardziej wydajną grafiką. Oprócz tego mamy spodziewać się dłuższego czasu pracy na baterii. Ponadto nowemu Exynosowi towarzyszy procesor ekranu Cortex-M55 o niskim poborze mocy, który ma wydłużyć czas działania z włączonym *always on display*. Galaxy Watch 4 ma być sztandarowym urządzeniem wykorzystującym ten układ, a jego cenę poznamy już niedługo podczas konferencji Unpacked.



MIEJSKI ELEKTRYK OD VW

Mimo że auta elektryczne coraz lepiej czują się nie tylko w miastach, nie powinno dziwić, że Volkswagen ID.2 ma być autem miejskim, bo właśnie na ten segment jest największy popyt. Oczywiście, zgodnie z bieżącymi trendami, otrzyma stylistykę zbliżoną do SUV-a, choć będzie trochę mniejszy od aut tej klasy.

Jeden z największych koncernów motoryzacyjnych coraz wyraźniej stawia na rozwój samochodów elektrycznych. Volkswagen już wcześniej wyraźnie zaznaczył, że jego przyszłość ma być przede wszystkim skupiona na elektrykach, a także na oprogramowaniu i różnych usługach, również tych związanych z transportem osób. Obecna oferta składa się już z dwóch elektrycznych modeli, będących częścią zupełnie nowej rodziny. Klienci mogą sięgnąć po ID.3 i ID.4, ale to dopiero początek zbliżających się zmian, które producent nazywa rewolucją.

Volkswagen ID.2 ma być niewielkim i miejskim autem. Jak z zasięgiem? Podobnie jak inne modele z rodziny ID, także ten będzie wyposażony w akumulatory o różnej pojemności. Podstawowy wariant zapewni skromne 30kWh, co w optymalnym warunkach ma przełożyć się na około 190km zasięgu. Niewiele, ale wystarczająco do poruszania się po mieście.

Dowiedziano się też, że Volkswagen ID.2 może trafić do sprzedaży nie wcześniej niż w 2023 roku. Co więcej, opracowane rozwiązania mają zostać wykorzystane w całej grupie Volkswagena. Oznacza to, że ID.2 doczeka się brata bliźniaka w ofercie Skody i Seata. Ten pierwszy najpewniej będzie tym najtańszym.



KARTY GRAFICZNE INTELA?

Jakiś czas temu w sieci pojawiły się informacje, że pewien model z rodziny Intel DG2 dorównuje wydajnością takim układom jak Radeon RX 550 czy GTX 660 Ti. Do sieci trafiła kolejna dawka benchmarków, która sugeruje, że karty graficzne Intela będą w stanie bezpośrednio konkurować z układami produkcji NVIDIA.

Intel jest znany głównie z procesorów desktopowych, laptopowych i serwerowych. Producent ma jednak pewne doświadczenie w projektowaniu układów graficznych, bowiem od lat procesory amerykańskie oferowały zintegrowane GPU. Jednak już pierwsza generacja dedykowanych kart graficznych Intel DG1, które trafiły do nielicznych



komputerów OEM, cechowała się podobną wydajnością do Radeon RX 550.

Intel, aby zaznaczyć swoją obecność na rynku, musi powalczyć z konkurencją, która w tym momencie oferuje bardzo zaawansowane karty graficzne – NVIDIA i ich seria GeForce RTX może być ogromnym problemem dla firmy

i jego przyszłych dedykowanych GPU. Przykładowo, AMD dopiero w ostatniej generacji zdecydowało się na implementację rdzeni Ray Tracing, a narzędzie super-skalowania FSR jest obecnie na poziomie DLSS 1.0 ponadto, funkcja Fidelity FX jest dostępna w niewielu grach komputerowych, w porównaniu do DLSS. Aby skutecznie powalczyć o rynek, Intel musi wprowadzić podobne narzędzie i nadrobić zaległości.

PRENUMERUJ

prenumerata roczna
1 wydanie gratis
152,90 zł

prenumerata dwuletnia
6 wydań gratis
250,20 zł

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

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

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

do 50% zniżki
za lojalność

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

prenumerata	roczna	dwuletnia
jeśli jeszcze nie jesteś Prenumeratorem	152,90 zł 1 wydanie gratis	
jeśli prenumerujesz nieprzerwanie od:	roku	139,00 zł 2 wydania gratis
	2 lat	125,10 zł 3 wydania gratis
	3 lat	111,20 zł 4 wydania gratis
	5 lat	
		250,20 zł 6 wydań gratis
		208,50 zł 9 wydań gratis
		166,80 zł 12 wydań gratis

prenumeratę zamówisz:

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

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

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

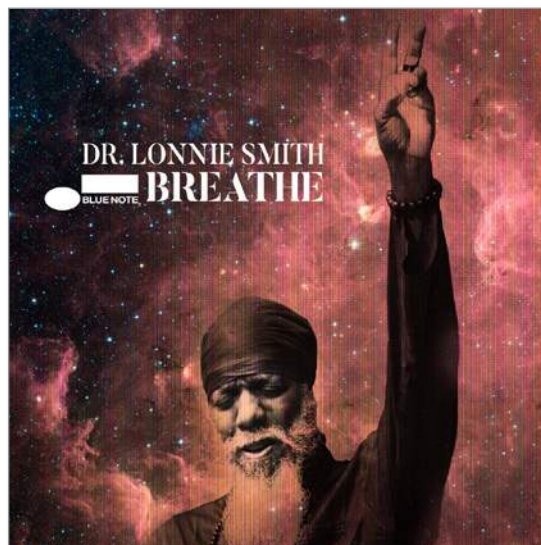
Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie przekazemy i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy) Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom. Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom

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

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

...i korzystaj Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu



Każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem.

W tym numerze są do wyboru dwie płyty:

- Avishai Cohen „Big Vicious”
- Lonnie Smith „Breathe”

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

Jeśli zamawiasz prenumeratę drukowaną po raz pierwszy lub jeśli zamówisz ją po zalogowaniu na www.UlubionyKiosk.pl, otrzymasz

kody na bezpłatne e-wydania

dowolnych naszych czasopism:

rabaty i gratisy

w Klubie AVT Elektronika

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

W rubryce „Poczta” zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi i komentarze. Prosimy o listy dotyczące bieżących wydań EdW, a także o listy z Waszymi komentarzami, propozycjami, problemami, pytaniami, oczekiwaniami względem nas,

z propozycjami tematów do opracowania, itp. Autorzy najciekawszych, wartościowych listów otrzymują upominki, najczęściej w postaci drobnych kitów AVT. Piszcie do nas, bardzo cenimy Wasze listy, choć nie wszystkie prośby możemy zrealizować.

UWAGA! UWAGA!

Potwierdzamy otrzymanie każdego e-maila. Zachęcamy do wykorzystywania opcji: *Żądaj potwierdzenia doręczenia*. Jeśli ktoś nie otrzyma potwierdzenia w ciągu tygodnia, proszony jest o wysłanie swojej wiadomości jeszcze raz – do skutku. A gdyby przypuszczalnym powodem skasowania e-maila przez serwery poczty były potencjalnie groźne załączniki (np. typu .exe, bas, itp.), bardzo prosimy wysłać informację o tym bez żadnych załączników.

Do części projektów publikowanych w EdW firma AVT proponuje kompletne zestawy elementów albo tylko płytki drukowane. Na początku i końcu takich artykułów-projektów podana jest informacja o numerze kitu AVT. Jeżeli w artykule numeru kitu nie ma, a Czytelnicy byliby zainteresowani nabyciem zestawów albo samych płytek, jest to możliwe.

AVT uruchomi realizację kitów/płytek, o ile tylko gotowość zakupu wyrazi przynajmniej kilku chętnych. Zgłoszenia i pytania w tej sprawie należy nadsyłać wprost na adres: kity@avt.pl

Witam!

Pozdrawiam całą Redakcję. Jestem już emerytem, EdW czytuję prawie zawsze, nieraz zamiennie z EP. Z wykształcenia nie jestem elektronikiem (jestem technologiem hutnictwa miedzi), ale elektronika jest mi bliska, często wykonuję różne układy. Chciałbym zabrać głos w dyskusji o tematach przyszłych publikacji w EdW. Pojawienie się Szkoły Konstruktorów jest dla mnie najdonioślejszym wydarzeniem w historii EdW, równie wysoko cenię Radiową Oślę Łączkę, która niestety nie ma już kontynuacji. Przykro mi, ponieważ zakończył się cykl wspaniałych wykładów o przetwornicach, który mnie szczególnie interesuje, chciałbym kontynuacji wykładów nie tyle w kierunku poznawania nowych rodzajów przetwornic, ile w kierunku wykonania jakiegoś gotowego projektu działającej przetwornicy. Uważam, że niekoniecznie musi to być urządzenie idealne o 99% sprawności, ważniejsze, aby prawidłowo działało i dawało satysfakcję z wykonania takiej konstrukcji, która przy okazji ma praktyczne zastosowanie. Własne wykonanie to dużo więcej niż kupienie i wlutowanie gotowej płytki. Myślę, że to ma właśnie teraz istotne znaczenie, gdy większość młodzieży spędza czas na wpatrywaniu się w smartfona. Ile to może być tematów w Szkole Konstruktorów. Cykl o przetwornicach powtarza się dwa razy w historii EdW. Ten z 1997r. również zakończył się w takim momencie, że brak w nim choć jednego projektu gotowego. Szczególnie unika Redaktor zaprojektowania elementu indukcyjnego przetwornicy, a to jest chyba kluczowy element.

Bardzo wysoko cenię wszystkie artykuły Jerzego Szymańskiego, zachęcam Go do kontynuacji, może by coś więcej o technice lampowej, gdyż notuje się renesans tej dziedziny elektroniki. Ponadto chciałbym z dużym uznaniem wyrazić się o następujących tematach, które są kontynuowane: cykl o silnikach prądu stałego, droga do RRIO, MPPT, cykl o wzmacniaczach akustycznych.

Myślę, że mało jest konstrukcji z zakresu elektroniki analogowej, zaś te cyfrowe nie wszystkie muszą być oparte na platformie Arduino, jak ten ploter z ostatniego numeru. Chciałbym też wrzucić kamyczek do redakcyjnego ogródka. Jest w planie taki projekt „Moja własna karta audio USB”, ja pierwszy raz zobaczyłem anons w EdW z 11/2016, pewno był i wcześniej, ale wtedy kupowałem EP, teraz jest zaplanowana na 9/2021 i co miesiąc się przesuwa o miesiąc. Uważam, że to nie jest poważne traktowanie czytelników. Należałoby raczej anonować, gdy projekt będzie już gotowy. Tak na marginesie, to w EdW był już taki projekt, który wykonałem i służy mi do dziś, ale USB 1,1 to raczej archaiczne i przydałby się już szybszy. Podobna jest sprawa z projektem obrabiarki CNC, czekamy na niego od 3/2020 i co miesiąc umyka na miesiąc. Czy też będzie oparty na platformie Arduino?

*Z wyrazami szacunku
Bogusław Kuleba*

Stworzenie przystępnej wersji Radiowej Oślej Łączki okazuje się ogromnie trudnym zadaniem, ponieważ chodzi o bardzo specyficzną dziedzinę elektroniki. Elementy Radiowej Oślej Łączki będą, a właściwie są zawarte w artykule o NanoVNA, a temat będzie kontynuowany, także w cyklu Wróbelek. Podobnie trudne jest zagadnienie projektowania przetwornic, zwłaszcza sieciowych. Przedstawienie wzorów do obliczeń to zdecydowanie za mało. Najpierw trzeba przystępnie omówić właściwości dostępnych materiałów magnetycznych i konsekwencje ich niedoskonałości. Materiał taki jest już częściowo przygotowany, jednak jego publikacja jest wstrzymywana z uwagi na artykuły dotyczące przerabiania fabrycznych zasilaczy komputerowych, co jest zdecydowanie łatwiejsze niż projektowanie od zera. Dobra wiadomość jest taka, że jednym z najbliższych projektów okładkowych będzie przetwornica konstruowana od zera.

Cykle o silnikach DC, wzmacniaczach operacyjnych, wzmacniaczach klasy D i o MPPT będą kontynuowane. Jerzy Szymański już nadesłał kolejne materiały do publikacji. Treść powyższego e-maila została też przekazana Autorom planowanych od dawna projektów karty audio i obrabiarki CNC – niech ich zmobilizuje do dokończenia artykułów i ich publikacji.

Witam serdecznie.
W nawiązaniu do zapytania Pana Piotra odnośnie do propozycji testów inwertera chciałbym „zmobilizować” Naczelnego do wykonania wspomnianych testów;-)

Pozdrawiam,
Maciej Zimniak

Dzień dobry.
Czy ktoś z Redakcji na łamach EdW mógłby mnie i innym Czytelnikom przybliżyć temat detektorów złączy półprzewodnikowych?
https://en.wikipedia.org/wiki/Nonlinear_junction_detector
Wydaje mi się, że tego typu urządzenie w warunkach amatorskich dałoby się zbudować na bazie nanoVNA.

Pozdrawiam Redakcję
Adam

Pytanie zostaje skierowane do Skrzynki Porad.

Odwracanie charakterystyki RIAA
Było kiedyś takie pytanie w EdW, może to rozwiązać problem?
<https://www.youtube.com/watch?v=q64E7V3RnZ0>

Pozdrawiam
Sławomir

Czy będą dalsze artykuły na temat F-metra?

Michał

Tak, ale raczej nie w EdW. Artykuły na temat F-metra ukazywały się i w EdW, i w „Elektronice Praktycznej”, i w „Świecie Radio”. Obwody wejściowe zostaną opisane w EP.

Dzień dobry.
Zastanawiałem się, jaki powinien być dobry projekt do EdW. Myślę, że powinien spełniać następujące założenia:

1. Nie może być zbyt obszerne, żeby dało się go skończyć w przewidywalnym czasie.
2. Powinien mieć aspekt dydaktyczny.
3. Powinien być przygotowany w taki sposób, żeby dało się go połączyć z np. Arduino albo innymi platformami.
4. Powinien być fajny, mieć jakiś „twist”.
5. Powinien podobać się Panu Redaktorowi.

Chciałbym spróbować przygotować projekt anemometru typu „hot wire”. Można tu przemyścić trochę informacji, jak działają samochodowe przepływomierze powietrza (MAF). Przygotowałbym taki układ z wyjściem 0 do około 5V, żeby można było go połączyć z tak popularnym dziś Arduino. Zapewne niełatwo przygotować taki czujnik z liniową charakterystyką, więc w razie czego można przewidzieć drugą część o linearyzacji takiego czujnika w mikrokontrolerze. Zamierzam korzystać z dostępnych źródeł i oczywiście podam je. Nie zamierzam wywarzać otwartych drzwi, zresztą nie mam na to czasu. Mam nadzieję, że taka adaptacja istniejącego projektu lub kompilacja kilku tak, żeby dało się go zbudować ze standardowych części ze sklepu AVT, jest akceptowalną formą projektu do EdW.

Zanim zabiorę się za poważniejszą pracę nad takim układem, proszę o opinię, czy temat jest wart uwagi (...)

Pozdrawiam
Arkadiusz Kocowicz

Temat jest wart uwagi! Z przyjemnością zaprezentowaliśmy projekt tego rodzaju przepływomierza na okładce jednego z następnych numerów EdW! I pokrewny mejl:

Dzień dobry.
(...) Jestem czytelnikiem Waszego pisma od kilku lat. Gazetę kupuję, aby być na bieżąco. Chciałbym dorzucić swoje trzy grosze do działu „Z potrzeby chwili”. Mianowicie podczas serwisu wzmacniaczy audio pojawiła się potrzeba rozładowania do zera kondensatorów elektrolitycznych zasilacza. Zamiast zwierać je wkrętakiem, zrobiłem układzik, który składa się z opornika 10Ω 5W; następnie jest mostek prostowniczy, stabilizator równoległy 12V i buzzer.

Pozdrawiam
Tomasz Frankowski

Taki materiał też może się pojawić na łamach EdW. Przy okazji ważne przypomnienie dla wszystkich publikujących w EdW: materiały mają być przygotowane z wykorzystaniem Szablону dostępnego na stronie: <https://elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/>

Szanowni Państwo,
w nawiązaniu do rozwiązania zadania „Jak to działa?” z EdW4/2021, tj. analizy luster prądowych, chciałbym wspomnieć o tranzystorach BCM61B (NPN) oraz BCM62B (PNP). Są to stosunkowo tanie pary tranzystorów dobranych przez producenta właśnie pod kątem podobnego współczynnika wzmocnienia prądowego i o doskonałym sprzężeniu termicznym. Pozwala to uzyskać bardzo przyzwoite parametry lustra za pomocą pojedynczego elementu w obudowie SOT143. Przypomina ona czterońcówkową wersję obudowy SOT23, a więc jest możliwa do przyłutowania bez większych problemów w warunkach amatorskich. Przypuszczam, że wielu Czytelników znajdzie dla nich ciekawe zastosowania, więc sądzę, że warto wspomnieć o istnieniu tych elementów.

Pozdrawiam
Piotr Wyderski

Odkrywamy schematy – Zasilacze komputerowe, część 9

Witam, zainteresował mnie cykl o zasilaczach impulsowych komputerowych autorstwa Karola Świerca w numerze czerwowym 2021 roku. Zamiast podwójnego LM358 można zastosować popularny pojedynczy wzmacniacz operacyjny LM741, wiem, że archaiczny, ale niejedyn elektronik pewnie ma taką kostkę w swoich zasobach. Przystawka do pomiaru prądu musi mieć wtedy zasilanie symetryczne, co akurat to powinno stanowić problemu, gdyż każdy zasilacz do komputera ma wyjścia napięć ujemnych. Piszę o tym, gdyż jestem w trakcie przerabiania takiego zasilacza na prostownik do ładowania akumulatorów o regulowanej wartości prądu wyjściowego.

Sławek

Można użyć przestarzałej kostki 741, jednak jeżeli już wykorzystane będzie zasilanie symetryczne, to być może w obwodzie pomiaru prądu warto byłoby zastosować znacznie bardziej precyzyjny wzmacniacz operacyjny, choćby bardzo dziś tani OP07 lub lepszy.

Ciąg dalszy na stronie 47

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.

 (...) *czym różni się radioodbiornik SDR od zwykłego radia? (...) czy nowe radia są typu SDR? (...)*

SDR to Software Defined Radio, czyli radio definiowane programowo. Trzeba jednak rozróżnić SDR jako **konceptę** realizacji odbioru i nadawania transmisji radiowych od **sprzętu**, który też można nazwać SDR.

Temat jest bardzo szeroki i nie sposób wszystkiego wyjaśnić w ramach *Skrzynki Porad*. Krótkie wprowadzenie należałoby zacząć od **konceptji** SDR.

Otóż jeżeli mówimy o radiu, to chodzi w sumie o przekazywanie na odległość głosu, dźwięku. Dźwięki słyszane przez człowieka to mechaniczne drgania o częstotliwościach co najwyżej z zakresu od 20Hz do 20kHz. Informacje o takich drganiach należy przesyłać na odległość za pomocą fal elektromagnetycznych. Owszem, jak najbardziej istnieją fale elektromagnetyczne o częstotliwościach 20Hz...20kHz, jednak z wielu względów do przekazywania dźwięków na odległość wykorzystywane są fale radiowe (elektromagnetyczne) o częstotliwościach dużo większych niż 20kHz.

Jeżeli fala elektromagnetyczna o wysokiej częstotliwości ma przenieść na odległość informacje o dźwiękach (o niedużych częstotliwościach akustycznych), to przy nadawaniu na tę falę trzeba jakoś nałożyć informacje o dźwiękach, a przy odbiorze trzeba jakoś te nałożone informacje odzyskać i zamienić na przebiegi o częstotliwościach akustycznych.

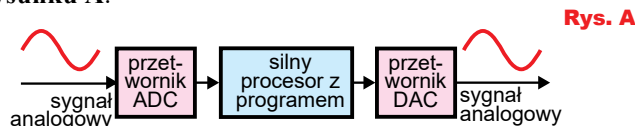
To nakładanie nazywa się **modulacją**, a odzyskiwanie – **demodulacją**. Najprostszym i najwcześniej stosowanym sposobem modulacji jest **modulacja amplitudy** (AM) fali elektromagnetycznej przez sygnał dźwiękowy. Zaletą jest i łatwa modulacja, i bardzo prosta demodulacja, sprowadzająca się do wyprostowania przebiegu wysokiej częstotliwości.

Z czasem postęp techniczny pozwolił wykorzystać **modulację częstotliwości** (FM), która zapewniła dużo lepszą jakość transmitowanego dźwięku. Obok podstawowych rodzajów modulacji AM i FM od dawna wykorzystywano też ich różne odmiany, np amplitudową modulację DSB ze stłumioną falą nośną czy modulację jednowstęgową SSB. Odmianą modulacji FM jest modulacja fazy (PM), która w mnóstwie odmian stosowana jest obecnie do przesyłania sygnałów cyfrowych, w tym dźwięków w postaci cyfrowej. W każdym razie jest mnóstwo sposobów modulacji i demodulacji. Do niedawna różne rodzaje modulacji i demodulacji realizowano w sposób analogowy. Dla każdego rodzaju modulacji/demodulacji potrzebne były odpowiednie układy modulatorów i demodulatorów.

I tu zbliżamy się do SDR: koncepcja SDR polega na tym, żeby modulację i demodulację przeprowadzić nie na drodze analogowej i nie za pomocą specjalizowanych

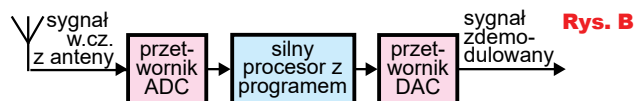
układów i urządzeń, tylko w sposób cyfrowy, za pomocą odpowiednich programów.

Podstawowa zasada, obejmująca nie tylko modulację i demodulację, jest bardzo prosta: **wszystko, co można zrobić w sposób analogowy za pomocą dedykowanego sprzętu, można też zrealizować na drodze programowej z wykorzystaniem przetworników ADC i DAC według rysunku A.**

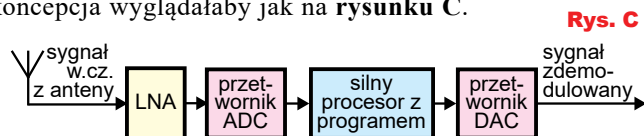


Potrzebne są do tego odpowiednie przetworniki ADC, DAC oraz stosowny program, realizowany przez odpowiednio wydajny procesor. Zaletą rozwiązania programowego jest łatwość zmiany wykonywanych zadań, np. zmiana rodzaju (de)modulacji. Wystarczy zmienić oprogramowanie, a sprzęt pozostaje taki sam.

Podstawowa zasada z rysunku A może być wykorzystana do realizacji nadajnika i odbiornika radiowego o właściwościach definiowanych przez oprogramowanie, czyli radia SDR. Dawałoby to schemat według **rysunku B**.



W praktyce z uwagi na to, że sygnał odbierany z anteny jest bardzo mały, a sygnał, który ma być nadawany, musi mieć dużą amplitudę i moc, nieco bardziej praktyczna koncepcja wyglądałaby jak na **rysunku C**.

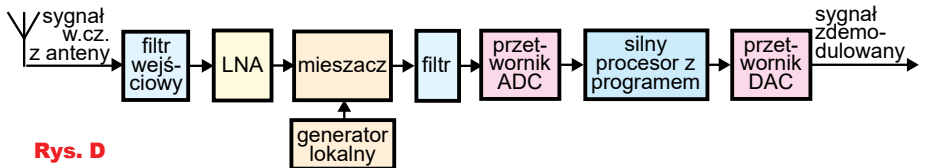


Dokładnie tak samo można zrealizować nadajnik, odwracając kierunek sygnału i zastępując wejściowy wzmacniacz LNA wyjściowym wzmacniaczem mocy w.cz. Potrzebną modulację zrealizuje program w procesorze.

W takich rozwiązaniach nie ma żadnych filtrów, obwodów strojonych, układów przemiany częstotliwości, bo wszystko, łącznie z filtrami jest realizowane programowo. W szczególności taki odbiornik SDR z anteny otrzymuje mieszaninę wszystkich odbieranych sygnałów o różnych częstotliwościach. Jest ona wzmacniana w niskoszumnym wzmacniaczu i cała ta mieszanina zostaje podana na przetwornik ADC. Dopiero po zamianie na sygnał cyfrowy następuje (cyfrowa) filtracja, czyli wydzielenie potrzebn-

go jednego sygnału o wąskim pasmie. Dla osób choć trochę znających technikę radiową takie rozwiązanie bez filtrów może wydać się niemożliwe do realizacji.

Wbrew pozorom koncepcja jest prawidłowa! Problemem są tylko wymagania, dotyczące szybkości i dokładności (rozdzielczości bitowej) przetwornika ADC. Aby słaby sygnał użyteczny nie zniknął w obecności silnego sygnału lokalnego nadajnika, przetwornik ADC musi być bardzo dobrą rozdzielczość i jednocześnie być ogromnie szybki. Dodatkowo procesor przetwarzający dane też musiałby być niesamowicie wydajny. Dziś istnieją szybkie i dość precyzyjne przetworniki ADC. Na przykład Analog Devices AD9208 to podwójny 14-bitowy przetwornik ADC o częstotliwości próbkowania 3GHz. Problemem jest nadal niezbyt duża rozdzielczość oraz cena, prawie 1200 dolarów za sztukę! Właśnie z uwagi na ceny i rozdzielczość przetworników oraz wymaganą wydajność pro-



Rys. D

cesora rozwiązanie z rysunku C jest wykorzystywane bardzo rzadko.

Aktualnie powszechnie stosowane są różne odmiany koncepcji według rysunku D zawierające generator lokalny i mieszacz, które obniżają częstotliwość sygnału analogowego, podawanego na przetwornik ADC. Dodatkowo obecność filtrów pozwala usunąć silne sygnały niepożądane, a przez to z powodzeniem wykorzystać przetwornik ADC o niezbyt dużej rozdzielczości. Stosuje się rozmaite rozwiązania według uproszczonej idei z rysunku D, także takie, gdzie częstotliwość generatora lokalnego jest równa częstotliwości odbieranego sygnału. Daje to tak zwany odbiornik homodynowy o zerowej częstotliwości pośredniej. Wtedy można zastosować przetwornik ADC o paśmie prze-

tworzenia równym pasmu odbieranego sygnału. Takie rozwiązanie wykorzystują między innymi krótkofalowcy, bowiem wtedy w roli przetwornika ADC można wykorzystać komputerową kartę audio. Dziś wśród hobbyistów jeszcze popularniejsze są małe moduły USB, z których najtańsze są tzw. RTL-SDR, które pierwotnie wyprodukowano jako tunery cyfrowej telewizji. Umożliwiają odbiór najróżniejszych sygnałów radiowych, nie tylko audio. Trzeba też wiedzieć, że odbiorniki i nadajniki (transceivery) SDR są częścią telefonów komórkowych oraz współczesnych modułów radiowych Wi-Fi i Bluetooth.

Temat radia SDR jest bardzo szeroki. Na życzenie Czytelników mogą powstać dalsze artykuły na ten temat. Piszcie: edw@elportal.pl.

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1+1=3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika



na www.avt.pl/prenumerata

Jubileusz 25-lecia EdW

Moja przygoda z elektroniką i EdW

Moja przygoda z elektroniką?

Pewnie u każdego czasowo wygląda to inaczej. U mnie, jak to się mówi, zostało to wyssane z mlekiem matki. A tak poważnie, to mój ojciec był elektrotechnikiem. Więc od najmłodszych lat miałem w ręce lutownicę. Ojciec bardzo często zabierał mnie do swojej pracy, gdzie był elektrykiem, konserwatorem, etc. Aby mu się nie plątał pod nogami, dostawałem stare radia, telewizory, moduły jakiejś automatyki. Moim zadaniem było rozlutować to wszystko. Kilka transformatorów udało mi się skutecznie przegrzać i spalić.

Lata mijały i zaczął się czas 100 pytań do... Będąc uczniem podstawówki, już brałem udział w pracach typu instalacja elektryczna budynku, nawijanie spawarek transformatorowych, itd. Ojciec, tak jak umiał, wytłumaczył mi podstawy elektrotechniki. W szkole podstawowej natomiast nasz pedagog od fizyki i matematyki prowadził kółko dla zainteresowanych mikrokomputerami.

Tu pierwszy raz spotkaliśmy się z ZX spectrum, atari. Targi dla uczniów 8 klasy (prezentacja szkół ponadpodstawowych) przekonały mnie, aby dalszą edukację prowadzić w kierunku elektroniki. Dostać się wówczas do klasy o profilu elektronicznym było ciężko. Przypadało wówczas 20 uczniów na 1 miejsce. Mnie się udało :). Pięć lat nauki na profilu elektryczna i elektroniczna automatyka przemysłowa były ciężkie. Za dużo było teorii (źle przekazywanej), a za mało praktyki. Wielu moich kolegów w dzisiejszych czasach w ogóle nic nie ma wspólnego z elektroniką. Skutecznie ich szkoła zniechęciła. Koniec edukacji to oczywiście praca dyplomowa i matura. Mój ambitny projekt na tamte czasy, a był to rok 1995, to oscyloskop analogowy. Prace trwały 2 lata. Problemy z częściami, problemy z obudową, wykończeniem itd. Tak wspominam tamte czasy.

Potem pierwsza praca i znów uśmiechnęło się do mnie szczęście. Znalazłem pracę w dobrze rozwijającej się firmie komputerowej (czasy PC w architekturze Intel 386 i pierwsze 486). Najpierw magazyn, potem serwis komputerowy, aby w końcu wylądować na dziale kas fiskalnych. Tu po wielu szkoleniach i egzaminach wraz z kolegą ze szkoły prowadziliśmy sprzedaż i serwis kas, wag, wdrożenia rozwiązań sieci logicznych. Był to okres montowania bardzo dużej liczby kas fiskalnych. Pod względem elektroniki poszedłem w kierunku przetworników, zasilaczy impulsowych, serwisu sprzętu IT.

A teraz mój kontakt z EdW. W czasach szkoły kupowaliśmy „Elektronik Hobby”, „Elektronika Praktyczna”, „Radioelektronik”. Jak wtedy wyglądały te wydawnictwa, chyba każdy wie. W roku 1996 kupiłem pierwszy egzemplarz „Elektroniki dla Wszystkich”. I tu na starcie ówczesny redaktor naczelny wita mnie – czytelnika słowami: „Witaj, żółtodziobie”. We wstępie określa, jaką tematyką będzie się zajmowało EdW i do kogo skierowane jest wydawnictwo. Od początku spodobało mi się nowe podejście do czytelnika. Gwiazdki trudności. Wiedza wykładana w taki sposób, że nawet amator może to zrozumieć, choć nie za-



wsze... Z perspektywy czasu zapewnienie, że nie będzie to kierunek w mikroprocesory, programowanie, itd. dziś wygląda ciekawie. Wiemy już, jak rozwój elektroniki wymógł zmianę kierunku czasopisma. Oczywiście na plus, gdyż nadal EdW w sposób przystępny stara się przedstawiać nowe technologie, rozwiązania.

Ja po długim czasie pracy zawodowej, związanej oczywiście z elektroniką, pracą, która zabiera sporo czasu, wracam do lat mojej fascynacji elektroniką. Wracam do czasów, gdy jako uczeń stałem pod klubem techniki i podziwiałem produkty Unityry, Diory, w późniejszych czasach Technicsa. Wracam do sprzętów, które tylko mogłem oglądać na półkach sklepowych. Dziś stać mnie na wszystkie te cuda techniki. Oczywiście dziś wszystkie te sprzęty potrzebują, z racji wieku i eksploatacji, trochę wkładu czasu na naprawy, modyfikacje, itd.

Cały czas, do dnia dzisiejszego jestem fanem EdW i mam wszystkie numery, nie tylko PDF. Dbam też o wersję papierową. Jakoś lepiej mi się czyta czasopismo. Cieszę się, że w erze cyfrowej pojawiają się takie tematy, jak wzmacniacze lampowe, że są powtórki tzw. osłe łączki. Że są tematy poruszane przez specjalistów, zajmujących się tematem od wielu, wielu lat. Przedstawiają oni historię sprzętu, zasadę działania, porady serwisowe. Sprzętu, który można powiedzieć, że jest już historią.

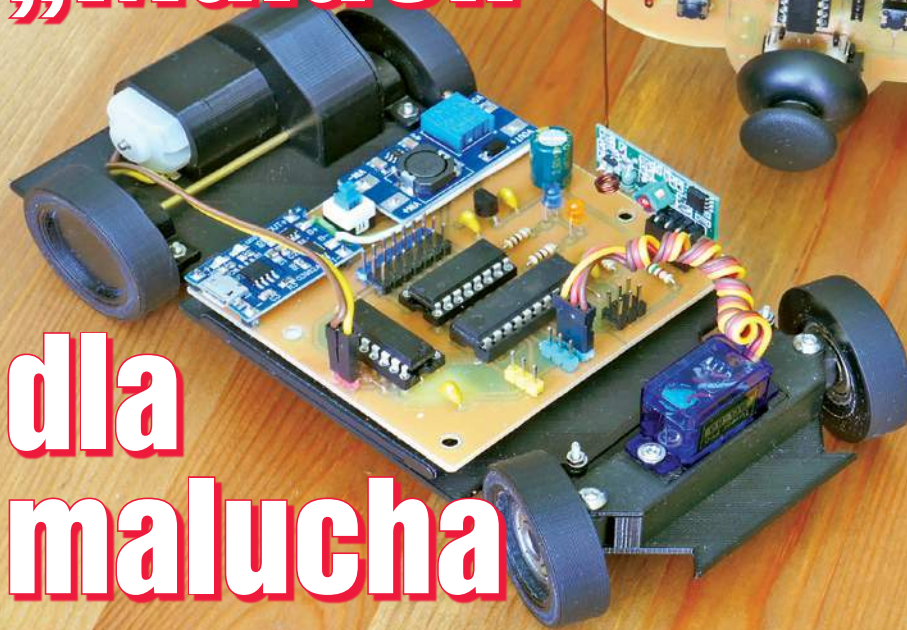
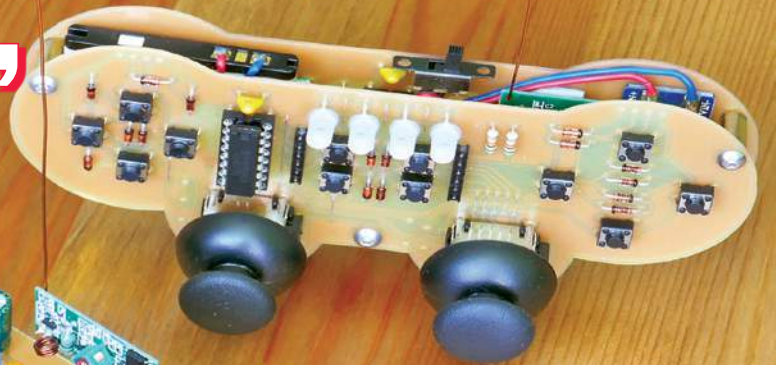
Zauważam też, że dzisiejszy serwis sprzętu sprowadza się do wymiany całych pakietów np. w TV, AGD itd. Producenci tak utrudniają naprawę, aby tylko po określonym ekonomicznie czasie kupować nowy sprzęt. Brak dokumentacji, brak wsparcia technicznego. Do tego to się sprowadza. Ja mam sentyment do lat 80.–90. Do serwisówek. Dlatego zostaję z EdW. Gdzie oprócz nowinek jest miejsce dla tematyki minionych lat. Gdzie fachowcy dzielą się swoją wiedzą.

Gratuluje, że przetrwaliście te wszystkie lata. Gratuluje z okazji rocznicy profesjonalizmu i pasji, z jaką prowadzicie EdW. Życzę powodzenia i kolejnych 25 lat na takim poziomie.

Robert Rygiel
uziel2@poczta.onet.pl

„Maluch”

dla malucha



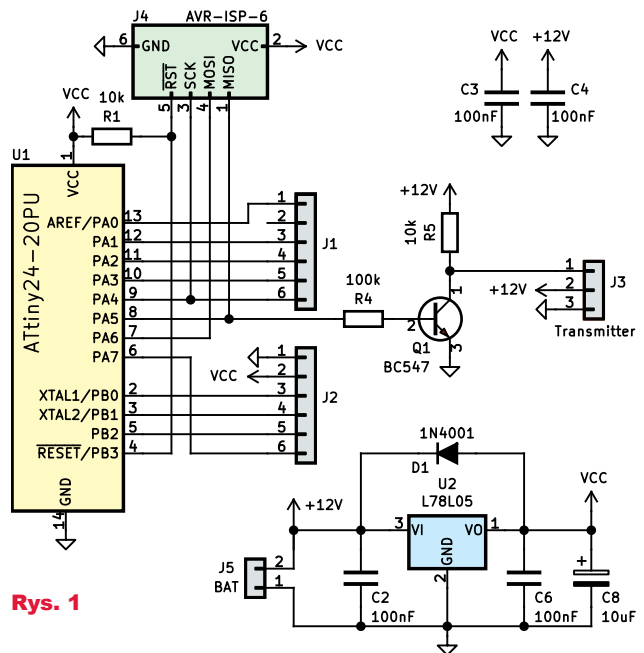
Prosta zabawka dla dzieci i rodziców stworzona, aby dać drugie życie bateriom z telefonów.

Przedstawione urządzenie to bardzo nieskomplikowany system zdalnego sterowania, który można wykorzystać do wielu celów, natomiast zaprojektowany został jako serce zabawkowego modelu samochodu Fiat 126p. Pilot, wzorowany na kontrolerach do konsol znanej japońskiej firmy, wyposażony jest w dwa dwuosiowe joystyki, maksymalnie osiemnaście przycisków oraz cztery diody adresowalne. Odbiornik pozwala na podłączenie dwóch serwo mechanizmów, jednego silnika DC (z możliwością zmiany kierunku oraz regulacją mocy sygnałem PWM) oraz siedmiu innych odbiorników za pomocą wyjść typu OC (np. oświetlenia modelu). Wygląd zrealizowanego prototypu przedstawia fotografia tytułowa.

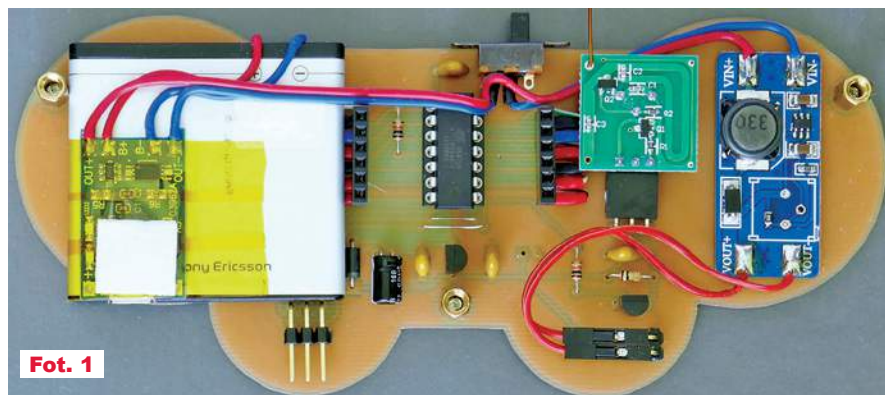
Opis układu

Pilot-nadajnik składa się z dwóch płytek drukowanych, których schematy ideowe pokazują **rysunek 1** oraz **rysunek 2**. Płytki są połączone za pomocą listew J1 oraz J2, i ułożone jedna na drugiej, co widać na fotografiach.

Płytką dolną (schemat z rysunku 1) zawiera mikrokontroler U1 typu ATtiny24, stabilizator napięcia U2 oraz moduł nadajnika radiowego wpięty do złącza J3. Złącze J4 służy do programowania mikrokontrolera. Za pomocą złącza J5 doprowadzone jest napięcie 12V, które zasila moduł radiowy, natomiast reszta układu zasilana jest napięciem 5V ze stabilizatora U2. Rolą tranzystora Q1 jest translacja poziomów napięć między mikrokontrolerem a modulem radiowym. Dioda D1 została dodana w fazie testów, aby możliwe było zasilanie modułu radiowego z programatora. Wygląd dolnej płytki przedstawiono na **fotografii 1**. Jak widać, dodatkowo znajdują się



Rys. 1



Fot. 1

na niej akumulator litowo-jonowy, moduł ładowarki z układem TP4056 oraz moduł przetwornicy podwyższającej napięcie z układem MT3608. Główny wyłącznik zasilania znajduje się między modułem ładowarki a przetwornicą. Na zdjęciu widać również skutki błędu, jaki został popełniony przy projektowaniu pierwotnej płytki, a mianowicie złącza J1/J2 były przesunięte o jedno „oczko” i konieczne było ratowanie się krótkimi odcinkami przewodów. Oryginalnie do równolegle do złącza J5 był również podłączony kondensator elektrolityczny, jednak jego obecność sprawiała, że przetwornica nie zawsze się włączała. Ostatecznie okazało się, że nie jest on potrzebny, więc został po prostu usunięty.

Na płytce górnej (schemat z rysunku 2) znajdują się adresowalne diody LED D19-22, dwa analogowe joysticki A1/A2 (opcjonalnie z przyciskami) oraz 16 przycisków, co widać na **fotografii 2**.

Zasada działania adresowalnych diod LED typu APA-106-F5 jest taka sama jak popularnych WS2812; różnice sprowadzają się do zależności czasowych w przebiegach sterujących.

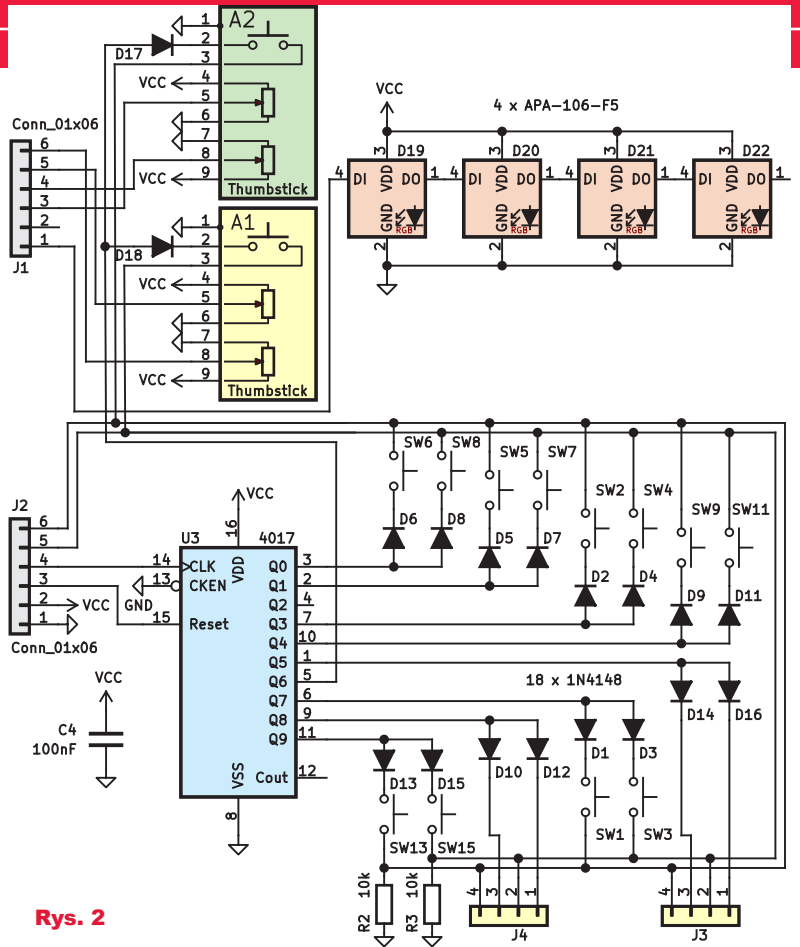
Wszystkie przyciski są multipleksowane za pomocą układu CD4017. Każdy z nich podłączony jest za pomocą diody, dzięki czemu są od siebie zupełnie niezależne. Rezystory R2 i R3 podciągają linie wyjściowe do masy. Układ ten pozwala na skanowanie klawiatury złożonej z maksymalnie 20 przycisków za pomocą czterech linii sygnałowych (reset, zegar oraz dwie linie wyjściowe). 12 przycisków znajduje się bezpośrednio na płytce, dwa są wbudowane w joysticki, a kolejne cztery mogą być podłączone za pomocą złączy J3 i J4.

Schemat odbiornika pokazuje **rysunek 3**. Układ oparty jest na mikrokontrolerze U1 typu ATtiny2313. Złącza J4 i J5 służą do podłączenia serwomechanizmów, układ U3 natomiast to bufor dla układów wykonawczych, takich jak oświetlenie.

Do złącza J1 podłączony jest moduł odbiornika radiowego. Sygnał z niego trafia do mikrokontrolera za pośrednictwem rezystora R2 o wartości 1kΩ – służy to ochronie wyjścia modułu podczas programowania układu poprzez łącze J3.

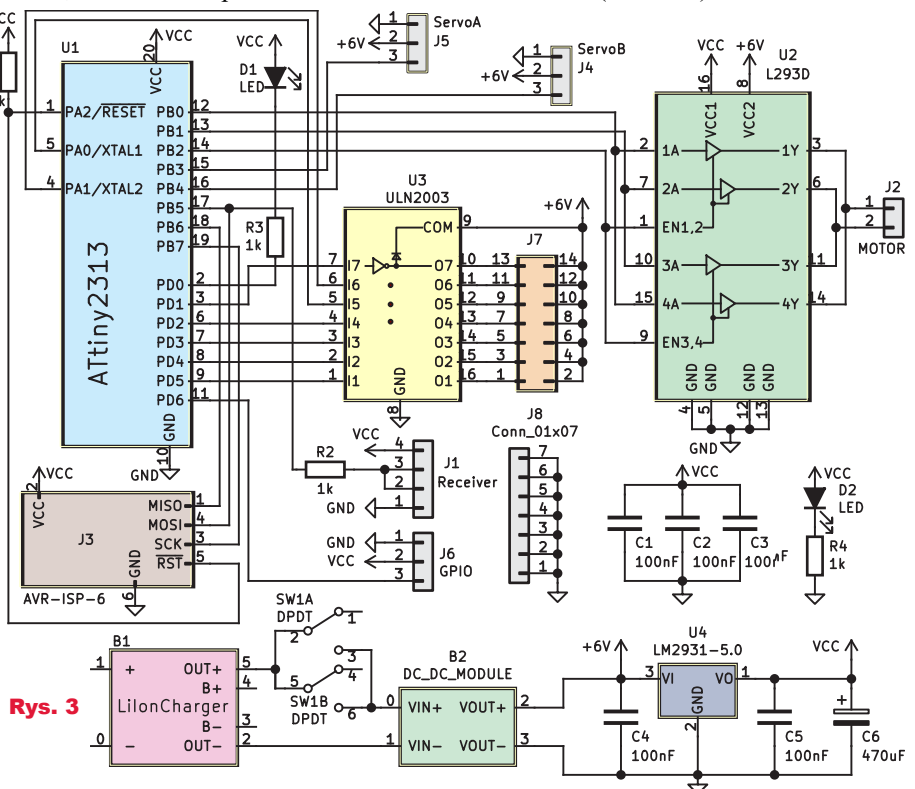
Układ U2 (L293D) to sterownik silników DC i zawiera w swojej strukturze cztery trójstanowe bufony z wyjściami typu push-pull. W tym przypadku dwie pary buforów zostały połączone równoległe, tworząc jeden mostek H o maksymalnym obciążeniu prądowym 1,2A (oczywiście pod warunkiem zapewnienia odpowiedniego chłodzenia). Wyjścia buforów podłączone są do złącza J2, z którego zasilany jest główny silnik napędzający model.

Urządzenie ma dwie diody: D2 informuje o zasilaniu urządzenia, natomiast D1 jest podłączona do pinu mikrokontrolera i została wykorzystana do sygnalizacji odbioru sygnału radiowego.



Rys. 2

Również odbiornik jest zasilany z akumulatora litowo-jonowego i wykorzystuje te same moduły do uzyskania stałego napięcia zasilającego wynoszącego 6V. Tym napięciem zasilane są serwomechanizmy, silnik oraz odbiorniki podłączone do złącza J7. Napięcie 5V dla pozostałej części układu pochodzi ze stabilizatora LDO U4 (LM2931).



Rys. 3

Wygląd płytki odbiornika zamontowanej w prototypie modelu widać na fotografii 3.

Montaż i uruchomienie

Przy tworzeniu prezentowanego projektu wykorzystano akumulatory pochodzące ze starych telefonów komórkowych. Biorąc pod uwagę, jak często wymieniamy nasze smartfony na nowe, ich baterie często nie są całkowicie wyeksploatowane i można je wykorzystać do zasilania różnych urządzeń. Jeśli się na to zdecydujemy, trzeba pamiętać o kilku kluczowych kwestiach.

Po pierwsze powinniśmy upewnić się (na tyle, na ile to możliwe), że akumulator jest sprawny, np. czy nie ma widocznych wybrzuszeń. Należy też zmierzyć jego napięcie – jeśli po latach leżenia w szufladzie spadło poniżej 2,5V, to akumulator prawdopodobnie nie nadaje się już do użytku.

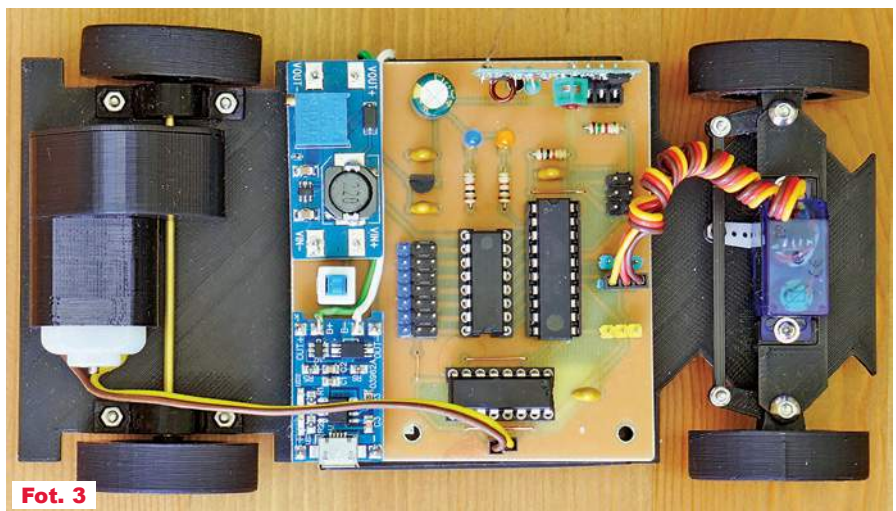
Drugą ważną kwestią jest fakt, że akumulator z telefonu nie ma wbudowanych praktycznie żadnych zabezpieczeń – jest to „gołe” ogniwo Li-Ion. Tymczasem aby bezpiecznie podłączyć go do odbiornika, potrzebne są co najmniej zabezpieczenie przeciwzwarciowe oraz zabezpieczenie przed nadmiernym rozładowaniem. Tutaj można wykorzystać tanie chińskie moduły ładowarek Li-Ion z układem TP4056. Zawierają one wszystkie konieczne obwody zabezpieczające oraz pozwalają na ładowanie ogniw ze standardowych niegdyś ładowarek micro USB. Konieczne może być skorygowanie prądu ładującego poprzez wymianę rezystora R3 w module (fabrycznie prąd jest ustawiony na maksymalną wartość 1A). Zaleca się, aby prąd ładujący wynosił połowę pojemności akumulatora wyrażonej w mAh.

Użycie niższej wartości wydłuża czas ładowania, ale zwiększa również żywotność ogniwa.

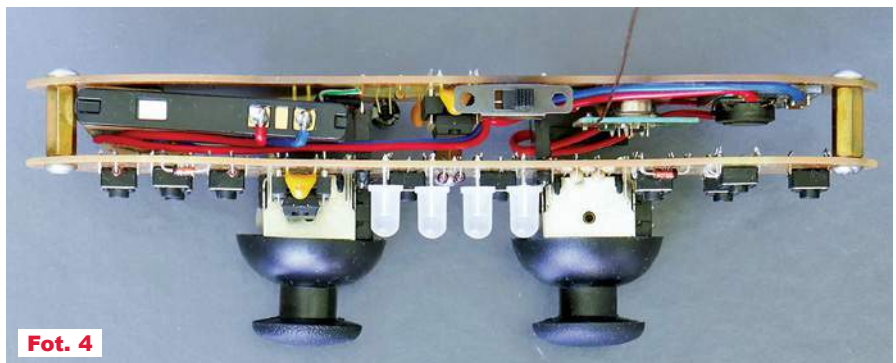
Rysunki 5, 6, 7 przedstawiają projekty płytek drukowanych. Wszystkie płytki prototypu zostały wykonane na laminacie jednostronnym, z wykorzystaniem kilku zworek po stronie elementów. W związku z tym listwy J1/J2 z rysunku 1 musiały zostać zamontowane w nieco nietypowy sposób: goldpiny zostały włożone w laminat do góry nogami i przylutowane po stronie druku.



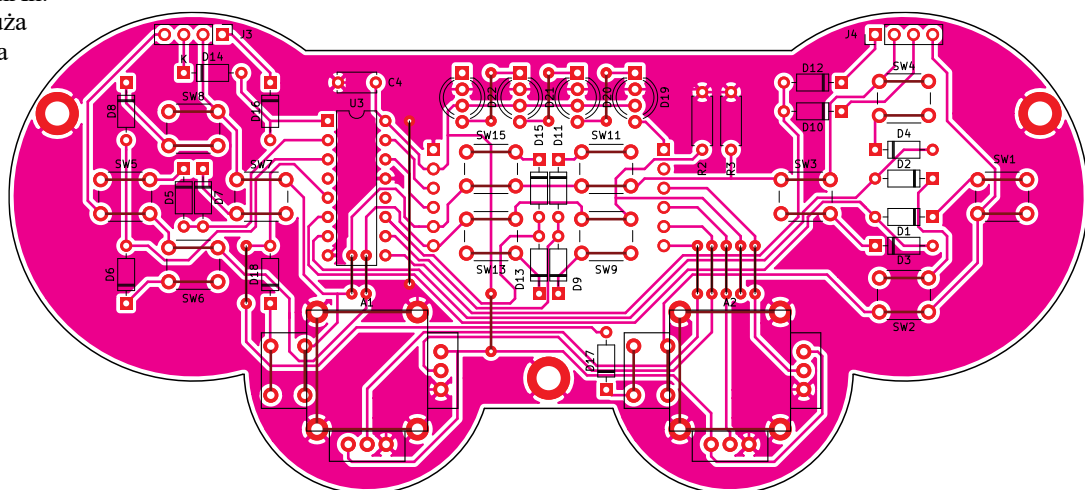
Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4



W Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru można znaleźć pełną dokumentację produkcyjną i oprogramowanie. W zawartych tam materiałach znajduje się również projekt programu FreeCAD (rysunek 4), który został wykorzystany do wykonania prototypowego modelu w technice druku 3D.

W przypadku kontrolera akumulator wraz z modułami oraz włącznikiem zasilania zostały umieszczone w wolnej przestrzeni między dwoma płytkami PCB, co widać też na fotografii 4. W odbiorniku moduły te wlotowane są bezpośrednio w płytkę. W obu przypadkach przed wlotowaniem prze-

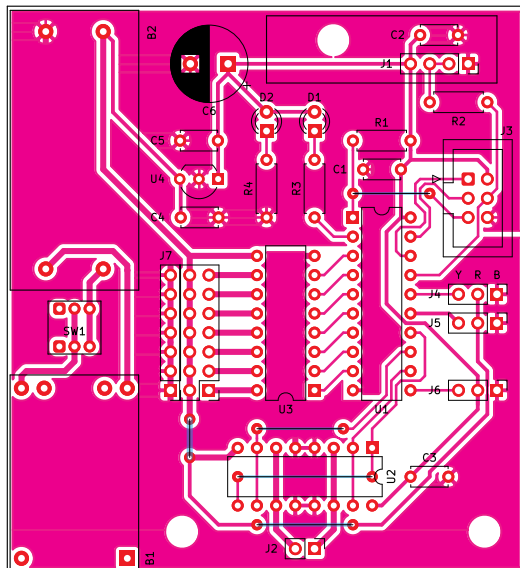
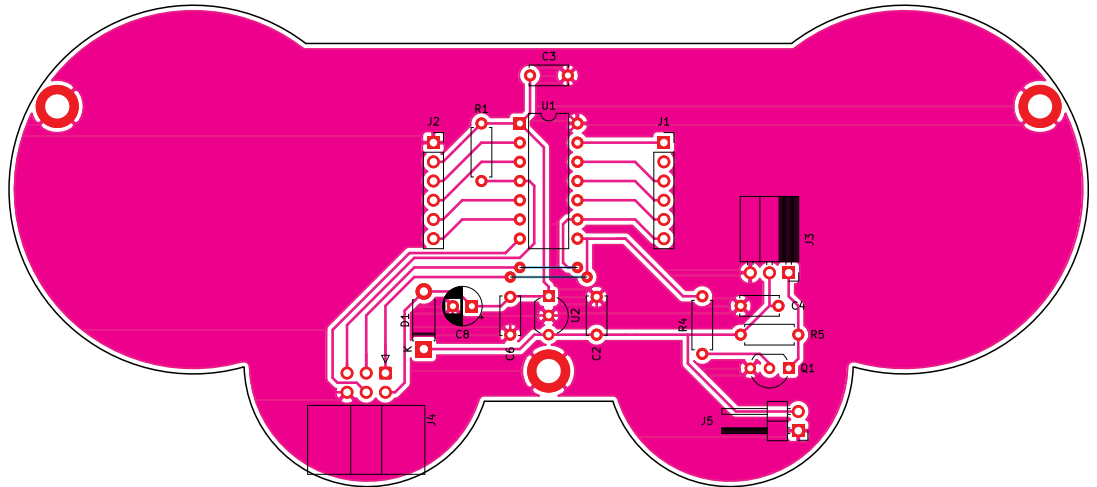
twornic na stałe należy ustawić ich napięcie wyjściowe. Można to zrobić za pomocą potencjometru montażowego lub zamienić potencjometr na odpowiedni rezystor.

Pozostałe kwestie montażowe nie

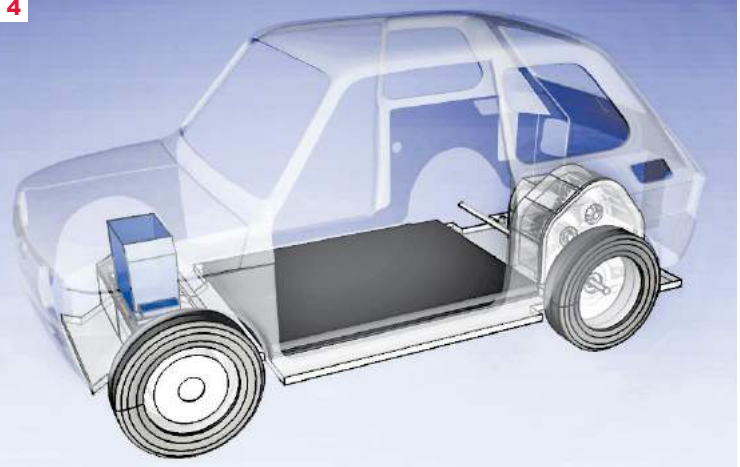
powinny sprawić większych trudności. Po złożeniu układu możemy zaprogramować mikrokontrolery za pomocą odpowiednich plików hex i od tego momentu już wszystko powinno działać.

Adam Ples

ples.adam@gmail.com



Rys. 4



Wykaz elementów

Pilot, płytka dolna (rysunek 1)

C2-C4,C6	.....	100nF
C8	.....	10uF
D1	.....	1N4001
J1,J2	.....	Złącze goldpin żeńskie, 6 pinów
J3	.....	Złącze goldpin żeńskie, kątowe, 3 piny
J4	.....	Złącze goldpin męskie, 3x2 piny
J5	.....	Złącze goldpin męskie, 2 piny
Q1	.....	BC547
R1,R5	.....	10k
R4	.....	100k
U1	.....	ATtiny24
U2	.....	L78L05
Moduł nadajnika 433MHz		
Moduł ładowarki z układem TP4056		

Moduł przetwornicy z układem MT3608

Pilot, płytka górna (rysunek 2)

A1,A2	.....	Joystick analogowy z przyciskiem
C4	.....	100nF
D1-D18	.....	1N4148
D19-D22	.....	APA-106-F5
J1,J2	.....	Złącze goldpin męskie, 6 pinów
J3,J4	.....	Złącze goldpin męskie, 4 piny
R2,R3	.....	10k
SW1-SW11,SW13,SW15	.....	Przycisk tact switch
U3	.....	CD4017
Odbiornik (rysunek 3)		
B1	.....	Moduł ładowarki z układem TP4056
B2	.....	Moduł przetwornicy z układem MT3608
C1-C5	.....	100nF
C6	.....	470uF

D1	.....	Dioda LED niebieska
D2	.....	Dioda LED pomarańczowa
J1	.....	Złącze goldpin żeńskie, 4 piny
J2	.....	Złącze goldpin męskie, 2 piny
J3	.....	Złącze goldpin męskie, 3x2 piny
J4-J6	.....	Złącze goldpin męskie, 3 piny
J7	.....	Złącze goldpin męskie, 2x7 pinów
J8	.....	Złącze goldpin męskie, 7 pinów
R1	.....	10k
R2-R4	.....	1k
SW1	.....	Przełącznik bistabilny DPDT
U1	.....	ATtiny2313
U2	.....	L293D
U3	.....	ULN2003
U4	.....	LM2931-5.0
Moduł odbiornika 433MHz		

NanoVNA czyli superultra... omomierz

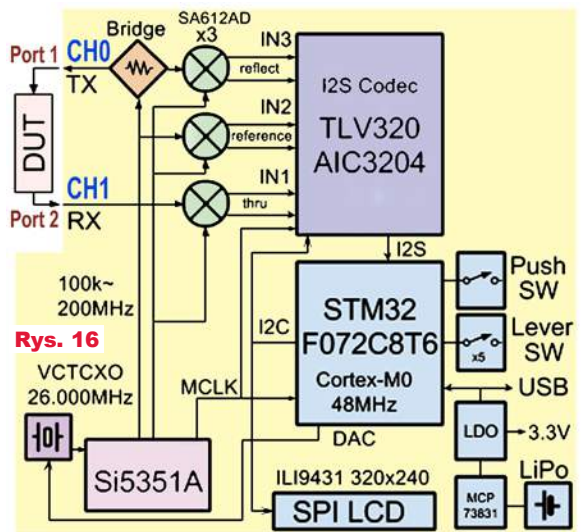


W pierwszej części artykułu podane było, że pomiar parametrów S_{11} , S_{21} to w istocie pomiar dopasowania (falowego), a dopasowanie zależy od stosunku oporności, więc przyrządy zwane VNA, w tym NanoVNA, są też omomierzami prądu zmiennego. Można też powiedzieć, że są to co najmniej dwukanałowe woltomierze napięć zmiennych, które mierzą nie tylko wielkości napięć, ale też zależności fazowe między nimi, czyli wielkości wektorowe. Wyniki pomiarów można przedstawić w bardzo różny sposób. Są to narzędzia do pomiaru różnych elementów i obwodów – sieci, stąd też nazwa VNA, skrót od *Vector Network Analyzer*.

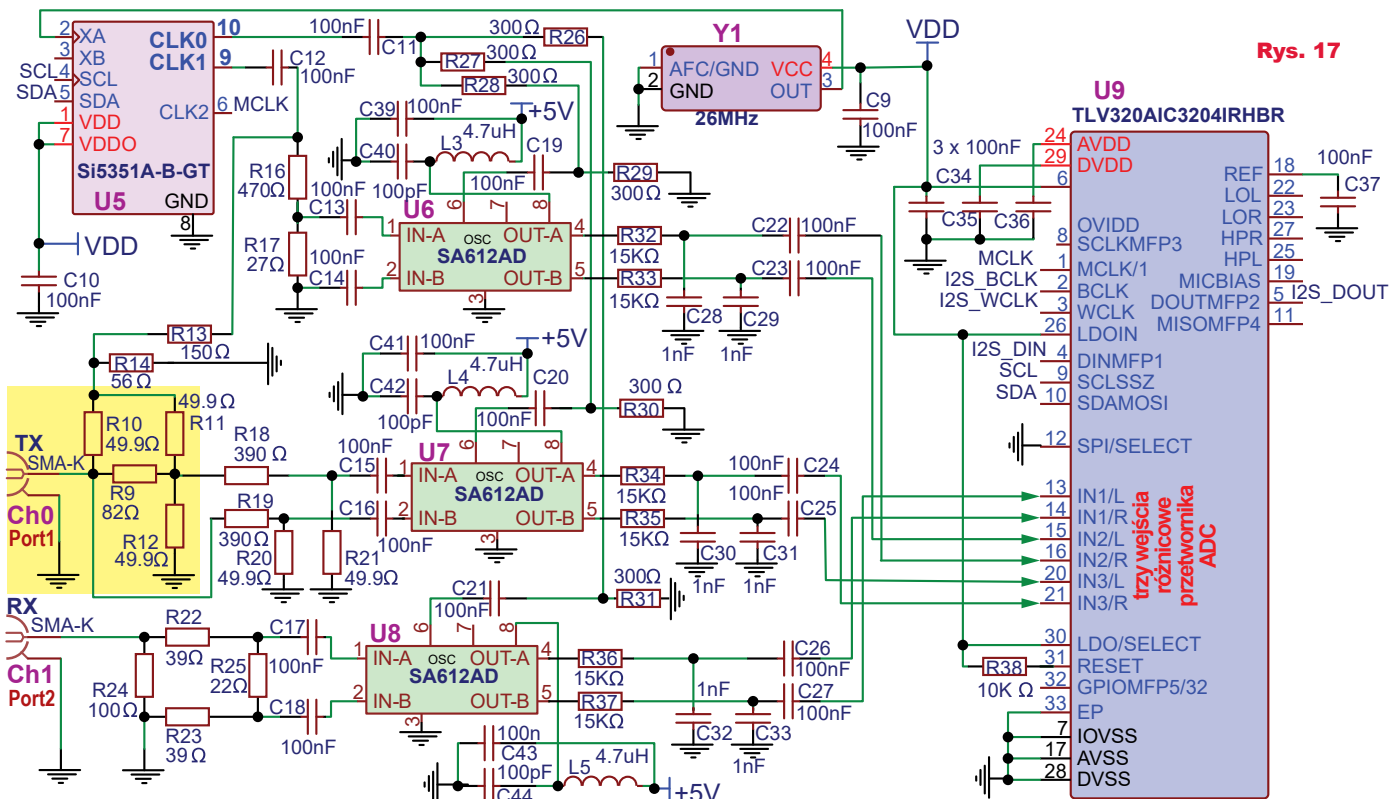
Budowa NanoVNA

Rysunek 16 pokazuje uproszczony schemat blokowy klasycznej, podstawowej wersji NanoVNA.

Mamy tu przestrajany generator w.cz. zrealizowany z wykorzystaniem kostki Si5351A, która ma kilka niezależnych wyjść. Kluczową rolę w przyrządzie odgrywają trzy mieszacze zrealizowane na trzech kostkach SA612. Do pomiaru parametru S_{11} wykorzystany jest mostek rezystorowy, oznaczony Bridge.



Rys. 16



Rys. 17

Główny sygnał pomiarowy z generatora Si5351A podawany jest na ten mostek, z niego na gniazdo Ch0 i ewentualnie dalej przez DUT na wejście Ch1. Co ważne, ten główny sygnał podawany jest też na jeden z mieszaczy i służy jako sygnał odniesienia (*reference*). Sygnał niedopasowania-odbicia z mostka podawany jest na mieszacz oznaczony *reflect*. Na trzeci mieszacz podawane jest napięcie z wejścia Ch1, czyli w istocie napięcie przechodzące przez DUT (*thru*). Trzy te sygnały podawane są na mieszacze SA612, a na drugie wejście każdego z mieszaczy z generatora Si5351A podawany jest sygnał, który można nazwać sygnałem heterodyny. Jest to sygnał o nieco innej częstotliwości, różniący się o 5kHz od sygnału głównego. Mieszacze, czyli miksery, dają więc na swych wyjściach trzy przebiegi o częstotliwości 5kHz, które zachowują zależności amplitudowe i fazowe trzech badanych sygnałów w.cz. Z wyjść mieszaczy te sygnały o małej częstotliwości 5kHz podane są na trzy (różnicowe) wejścia układu TLV320AIC3204, który jest przeznaczony do komputerowych kart dźwiękowych jako zespół przetworników ADC i DAC (kodek = koder + dekoder).

Schemat obwodów analogowych miernika NanoVNA pokazany jest na **rysunku 17**. U góry z lewej strony widać taktowany generatorem kwarcowym 26MHz (Y1) generator, układ scalony Si5351A (U5), wytwarzający sygnał główny (CLK1) i sygnał heterodyny dla mieszaczy (CLK0). Żółtą podkładką wyróżniony jest rezystorowy mostek pomiarowy (*Bridge*), współpracujący z gniazdem Ch0 (Port 1). Sygnał z przekątnej tego mostka pomiarowego doprowadzony jest do mieszacza U7. Do mieszacza U8 doprowadzony jest sygnał z wejścia Ch1 (Port 2). Należy pamiętać, że masa gniazd Ch0, Ch1 jest wspólna, a wyjście Ch0 i wejście Ch1 mają rezystancje 50Ω.

Zielonym kolorem wyróżnione są mieszacze SA612. Sygnały z symetrycznych wyjść tych mieszaczy podane są na trzy różnicowe wejścia przetwornika ADC w kodeku TLV320AIC3204. Wykorzystywane są wszystkie trzy dostępne kanały pomiarowe przetwornika analogowo-cyfrowego. Jest to przetwornik sigma-delta, który ma dynamikę do 93dB. Przetwarza on

sygnały z trzech mikserów SA612, mierzy zarówno ich amplitudy, jak też określa fazy względem głównego sygnału odniesienia. Daje to dokładną informację o amplitudach i fazach mierzonych napięć w.cz. występujących na gniazdach Ch0, Ch1. Informacja ta w postaci cyfrowej jest przekazywana za pomocą popularnego interfejsu I2S do niewidocznego na rysunku 17 dość silnego mikroprocesora STM32, a ten wykorzystując różne matematyczne zależności, może wyliczyć i zobrazować na ekranie nie tylko stosunek napięć, nie tylko stosunek oporności, ale też wiele innych, jak właśnie parametry S_{11} , S_{21} oraz interesujące radiowców impedancje, admitancje, współczynnik WFS (SWR) i inne.

Wyniki pomiarów i obliczeń w pierwszej kolejności mogą być w różnej formie zaprezentowane na kolorowym wyświetlaczu dotykowym 320×240 pikseli ze sterownikiem ILI9431. Mogą też być przesłane łączem USB do współpracującego komputera. Obsługa przyrządu jest możliwa dzięki przełącznikowi kołyskowemu (*Lever SW*) zintegrowanemu z przyciskiem (*Push SW*) oraz ekranowi dotykowemu. NanoVNA ma wbudowany akumulator z obwodami zasilania i kontroli ładowania przez USB.

Dla wielu Czytelników EdW bardzo ważne jest to, że **NanoVNA może też pełnić funkcję miernika RLC**. A dzięki temu, że ma dwa gniazda pomiarowe, powiedzmy wyjściowe i wejściowe, zakres zastosowań genialnie się rozszerza – przyrząd może też pełnić funkcję wobulatora – wobuloskopu, a poniekąd też analizatora widma.

Analizatory VNA są wyjątkowo uniwersalne, ponieważ po pierwsze mierzą zarówno amplitudy jak i fazy, a po drugie, wyniki pomiarów mogą przedstawiać na ekranie w najróżniejszy sposób, wygodny dla osoby obsługującej.

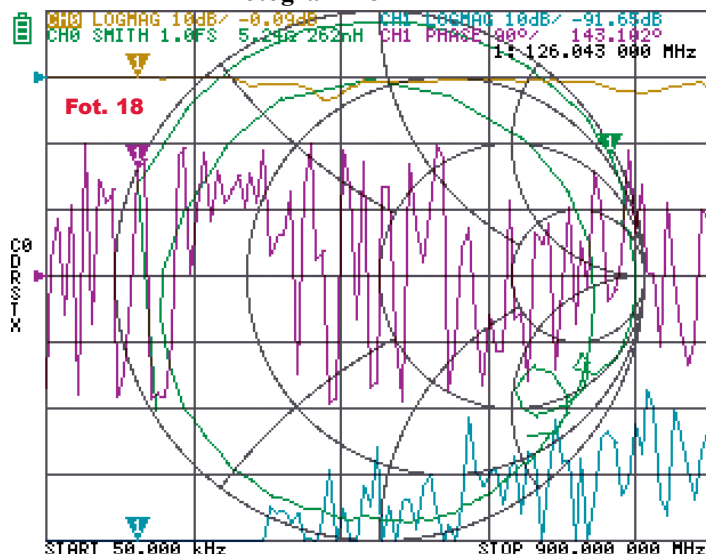
Co zaskakujące, na podstawie pomiarów amplitudy i fazy przy

różnych częstotliwościach, przyrząd może przeliczyć dane z wykorzystaniem transformacji Fouriera, przejść z dziedziny częstotliwości do dziedziny czasu i zobrazować wyniki takich przeliczeń w sposób jak klasyczny TDR, czyli jak przyrząd działający na zupełnie innej zasadzie, najprościej biorąc, jako radar badający odbicie sygnałów wysokiej częstotliwości.

Ponieważ dotychczas VNA były kosztownymi przyrządami mało znanymi wśród hobbystów, a ich pierwotnym przeznaczeniem były pomiary w obwodach wysokiej częstotliwości, najwcześniej tanimi wersjami VNA zainteresowali się radioamatorzy, którzy zastosowali je przede wszystkim do pomiaru dopasowania anten. Właśnie dlatego VNA są powszechnie nazywane *analizatorami anten*, choć zakres ich zastosowań jest dużo szerszy. Mogą mierzyć oporności, ściślej impedancje w szerokim zakresie częstotliwości i takim zastosowaniem VNA zajmujemy się w EdW szerzej. Ale najpierw kilka innych istotnych informacji.

Rzeczywiste i urojone... wady NanoVNA

Dla elektroników, którzy nie zajmują się techniką w.cz., czynnikiem odstraszającym od NanoVNA są domyślne ustawienia, powodujące wyświetlanie na ekranie tajemniczego wykresu Smitha, na który nałożone są inne charakterystyki. Gdy do gniazd nie jest dołączone, przyrząd pokazuje na ekranie przypadkowe „śmieci” – szumy, które rzeczywiście zachęcająco nie wyglądają – przykład na **fotografii 18**.



Aktualnie produkowane wersje NanoVNA domyślnie wyświetlają na ekranie cztery przebiegi, ale można łatwo zmienić sposób zobrazowania na zdecydowanie bardziej przyjazny dla zwykłego elektronika, przede wszystkim przez wyłączenie najbardziej straszącego wykresu Smitha.

Dla wielu czynnikiem odstrasającym jest konieczność częstej kalibracji, w praktyce po każdej zmianie zakresu pomiarowego. Ale tak samo jest z profesjonalnymi VNA. Konieczność częstej kalibracji to i wada, i zaleta, bo po precyzyjnej kalibracji wyniki pomiarów są zaskakująco dokładne. A zgrubne, wstępne badania można przeprowadzać bez kalibracji.

NanoVNA w porównaniu z profesjonalnymi VNA ma wąski zakres częstotliwości pracy oraz słabą dynamikę, czyli w sumie mały zakres mierzonych wartości. Owszem, to prawda, ale większość elektroników nie mierzy w zakresie mikrofalowym, czyli powyżej 300MHz. A NanoVNA zaskakująco dobrze radzi sobie w zakresie podstawowym, do właśnie 300MHz, gdzie dynamika pomiarów wynosi co najmniej 60...70dB. Przy wyższych częstotliwościach dynamika jest mniejsza, ponieważ NanoVNA, zawierając Si5351 i SA612, układy przeznaczone do pracy z sygnałami do 300MHz, sprytnie wykorzystuje wtedy wyższe harmoniczne sygnałów.

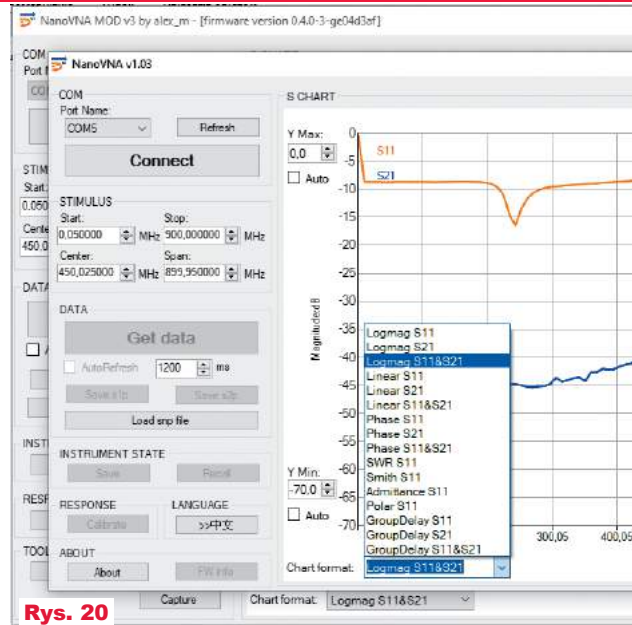
Dynamika 60dB w zakresie do 300MHz oznacza z grubsza, że przyrząd prawidłowo mierzy sygnały, których amplitudy różnią się 1000-krotnie. Bardzo małych nie może zmierzyć ze względu na szumy. W porównaniu ze sprzętem profesjonalnym to żałośnie mało, ale dla hobbysty te 60...70dB zwykle z powodzeniem wystarcza. Przez uśrednienie większej liczby pomiarów, czyli wydłużając czas pomiaru, można zredukować

szumy i znacząco poprawić możliwości pomiarowe.

Poważnym realnym ograniczeniem NanoVNA jest fakt, że cykl pomiarowy zawsze obejmuje tylko 101 częstotliwości. Przyrząd dokonuje pomiarów przy 101 częstotliwościach, liniowo rozmieszczonych w wybranym przez użytkownika zakresie pomiarowym. Dla zakresu 50kHz...900MHz daje to skok co około 9MHz, przez co nie jest badane to, co dzieje się między tymi wybranymi częstotliwościami i można przegapić ważne szczegóły. Na szczęście generator z kostką Si5351A pozwala dowolnie zmniejszyć zakres mierzonych częstotliwości i nawet bardzo wąski zakres zbadać za pomocą 101 częstotliwości. Są też inne możliwości, o czym za chwilę.

Według informacji z Internetu, wielu użytkowników za poważną wadę uznaje mały ekran o przekątnej 2,8 cala (7cm). Dla praktyka nie ma to istotnego znaczenia, ponieważ i tak może odczytać precyzyjne wartości z wykorzystaniem kursorów. Częściowym rozwiązaniem może być zakup wersji NanoVNA z ekranem 4,3" (11cm), ale większy ekran ma tę samą rozdzielczość, co mały (320x240), a elektryczne właściwości pomiarowe są te same, co w wersji mniejszej. Dyskusyjny jest więc sens kupowania wersji z większym ekranem (ale najnowsze wersje NanoVNA mają nieco lepszy ekran).

Problem wielkości i czytelności treści ekranu dotyczy tak naprawdę tylko pomiarów w warunkach polowych, co jest możliwe, ponieważ prawie wszystkie wersje NanoVNA mają wbudowany akumulator Li-Ion. Problem w tym, że w przyrządzie wykorzystywane są taniutkie wyświetlacze, wprawdzie z ekranem dotykowym (rezystancyjnym), ale słabo czytelnym przy silnym świetle otoczenia. Aby w warunkach polowych podczas słonecznego dnia odczytać informacje z ekranu, zwykle trzeba wręcz wejść pod ciemną płachtę (koc). Dostępne są też aplikacje (fotografia 19), pozwalające na ekranie smartfona dołączonego za pomocą kabelka USB-C () zobrazować wyniki pomiarów (NanoVNA WebApp). W warunkach warsztatowych, w pomieszczeniu problem czytelności



Rys. 20

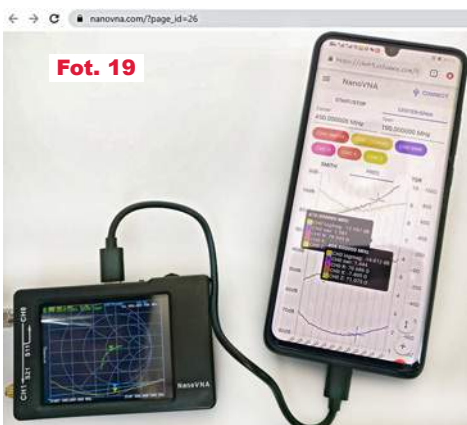
ekranu znika całkowicie przede wszystkim dlatego, że wtedy można, a wręcz konieczne trzeba podłączyć NanoVNA do komputera, najlepiej laptopa i wykorzystać oddzielny program.

Prawie wszystko, co jest związane z NanoVNA, udostępniane jest na zasadzie open source. Z sieci można pobrać zarówno różne ulepszone wersje programu dla procesora w przyrządzie, jak też programy dla komputera albo smartfona współpracującego z NanoVNA. Dostępne są różne programy dla komputera. Część to modyfikacje prostego i małego (ok.100...150kB) programu NanoVNA.exe obrazującego tylko wyniki pomiarów (https://groups.io/g/nanovna-users/attachment/5406/0/nanovna_mod_v3.zip, w skrócie: <https://bit.ly/3c36E4I>). Wygląd okna takich programów pokazany jest na rysunku 20. Warto się z nim zapoznać, ale od początku trzeba też zainteresować się innym programem, znacznie potężniejszym...

NanoVNA – Saver

Ten program komputerowy (właściwie skrypt Pythona) nie tylko na wiele interesujących sposobów obrazuje wyniki pomiarów odczytane z przyrządu, ale też całkowicie przejmuje kontrolę nad NanoVNA, dołączonym do komputera kabelkiem USB (zawartym w zestawie). Program NanoVNA – Saver pobiera się ze strony: <https://github.com/NanoVNA-Saver/nanovna-saver/releases/> w skrócie: <https://bit.ly/3uxEZii>.

Gdy pisałem ten artykuł, dostępna była wersja v0.3.8 NanoVNASaver.x64 (73.9 MB). Po ściągnięciu pliku .zip trzeba go rozpakować, a program



Fot. 19

nanovna-saver.exe nie wymaga instalacji i można go uruchomić np. z pamięci USB, bo tak naprawdę jest to skrypt w języku Python (dlatego wymaga obecności w komputerze odpowiedniego środowiska – Pythona). Dlatego też po uruchomieniu **nanovna-saver.exe** najpierw na ekranie pojawia się czarne okno DOS i otwieranie programu może potrwać kilkanaście sekund, a nawet więcej.

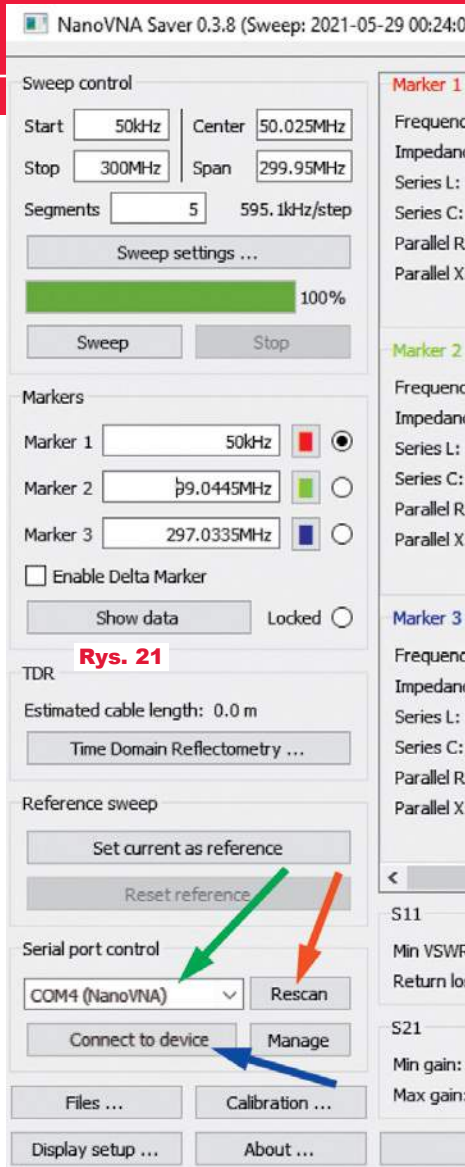
Najlepiej jest najpierw podłączyć NanoVNA do komputera kabelkiem USB-C i włączyć przyrząd, a dopiero potem uruchomić na komputerze program **nanovna-saver.exe**. Wtedy po kilkunastu sekundach na ekranie komputera ukaże się duże okno, którego fragment pokazany jest na **rysunku 21**, w którym będzie informacja, do którego portu COM dołączony jest analizator NanoVNA, jak pokazuje zielona strzałka. Jeżeli dołączymy lub włączymy NanoVNA dopiero po uruchomieniu programu na komputerze, trzeba kliknąć *Refresh*, jak pokazuje czerwona strzałka. W każdym przypadku następnym krokiem jest połączenie z analizatorem przez kliknięcie *Connect to device*, jak pokazuje strzałka niebieska. Wtedy ekran się ożywi i można przeprowadzać pomiary. W pierwszej kolejności warto zmniejszyć zakres pomiarowy do 300MHz, zmieniając w okienku *Stop* z dziesiątki na trójkę.

Co ważniejsze, dla wybranego w programie zakresu pomiarowego program ten potrafi zmusić NanoVNA do przeprowadzenia pomiarów dla więcej niż 101 częstotliwości. Nie mogąc ominąć kluczowego ograniczenia 101 punktów, zadany zakres częstotliwości dzieli na mniejsze zakresy. Pozwala to wielokrotnie zwiększyć liczbę punktów pomiarowych, ale niestety taki dokładniejszy pomiar trwa zdecydowanie dłużej. Przy szerokopasmowych pomiarach w okienku *Segments* zamiast 1 warto wpisać liczbę 3...20, zależnie od potrzebnej gęstości punktów pomiarowych. Zasadniczo wybór tych częstotliwości pomiarowych jest liniowy, ale w ustawieniach przemieszczania (*Sweep settings...*) warto zaznaczyć okienko *Logarithmic sweep*. Potem można też wybrać logarytmiczną skalę częstotliwości przy zobrazowaniu wyników na wykresach. Można też wstępnie zmienić częstotliwości markerów 2 i 3 na chociażby 100MHz i 200MHz, a potem podczas pomiarów przeciągać je według potrzeb myszką po zaznaczeniu okienka odpowiedniego kursora.

Koniecznym jest też przeprowadzić kalibrację.

Kalibracja

Uwierz mi na razie na słowo, że maleńki NanoVNA to zaskakująco precyzyjny przyrząd. Jak się przekonaliśmy, układ elektroniczny jest bardzo prosty, ale wysoką precyzję można uzyskać po pierwsze dzięki zastosowanemu precyzyjnemu przetwornikowi ADC, po drugie dzięki wyrafinowanym procedurom programowym zawartym



Rys. 21

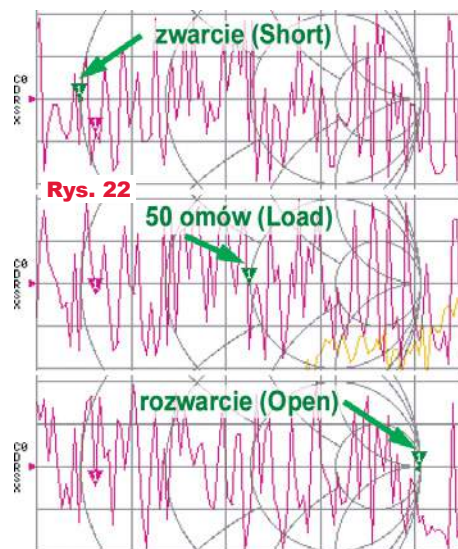
w dość silnym procesorze STM32. Jednak dokładność pomiarów zależy od indywidualnej kalibracji. I nie wystarczy jednorazowa kalibracja! **Ponowną kalibrację zawsze trzeba przeprowadzać po każdej zmianie badanego zakresu częstotliwości i po zastosowaniu innych złączy lub kabli pomiarowych.**

Kalibracja jest bardzo łatwa. W zakupionym zestawie NanoVNA zawsze oprócz kabelków zawarte są trzy „nakrętki kalibracyjne”. Jedną z nich to wzorcowy rezystor 50-omowy (*Load*), jedną to zwora (*Short*), a jedną realizuje rozwarcie (*Open*). Dość często mówi się o kalibracji SOLT, ale jeżeli korzystamy tylko z portu 1 (Ch0) do pomiaru S11, to wystarczy kalibracja trzystopniowa SOL (Short, Open, Load), a przy korzystaniu z obu gniazd (Ch0, Ch1) trzeba przeprowadzić pięciostopniową kalibrację SOLIT.

Gdy nie podłączamy NanoVNA do komputera, to po włączeniu zasilania przyrządu trzeba delikatnie stuknąć paznokciem w jego dotykowy ekran (rezystancyjny, który obsługuje się dużo gorzej niż pojemnościowe w smartfonach), a wtedy pojawi się z prawej strony kilka przycisków. Trzeba stuknąć czwarty CAL, potem trzeci RESET, pierwszy CALIBRATE, a potem po kolei trzeba na gniazdko S11 kolejno nakręcać „nakrętki kalibracyjne” i wybierać: OPEN, SHORT, LOAD, pomijając ISOLN, THRU, a na koniec zapisać w pamięci jako C0, co będzie widać z lewej strony ekranu, bo mała literka c zmieni się na dużą C i wyświetli się oznaczenie C0. W razie wątpliwości można poszukać w Internecie dokładniejszych wskazówek co do kalibracji NanoVNA przy pracy autonomicznej.

Rysunek 22 pokazuje, jak sprawdzić prawidłowość kalibracji: otóż podczas pomiarów nakręcenie na gniazdo CH0 nakrętki Load (50 omów) ustawi zielony kursor dokładnie na środku okrągłego wykresu Smitha. Rozwarcie – Open (teoretycznie nieskończenie wielka impedancja) ustawi kursor po prawej krawędzi wykresu Smitha. Zawora – Short (0 omów) ustawi kursor po lewej stronie okręgu Smitha.

Ja przy takiej autonomicznej pracy

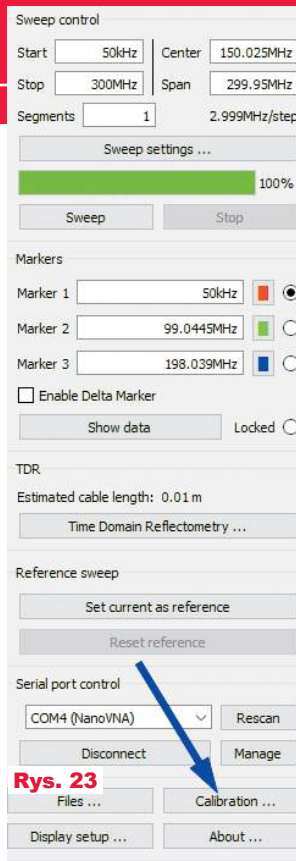


Rys. 22

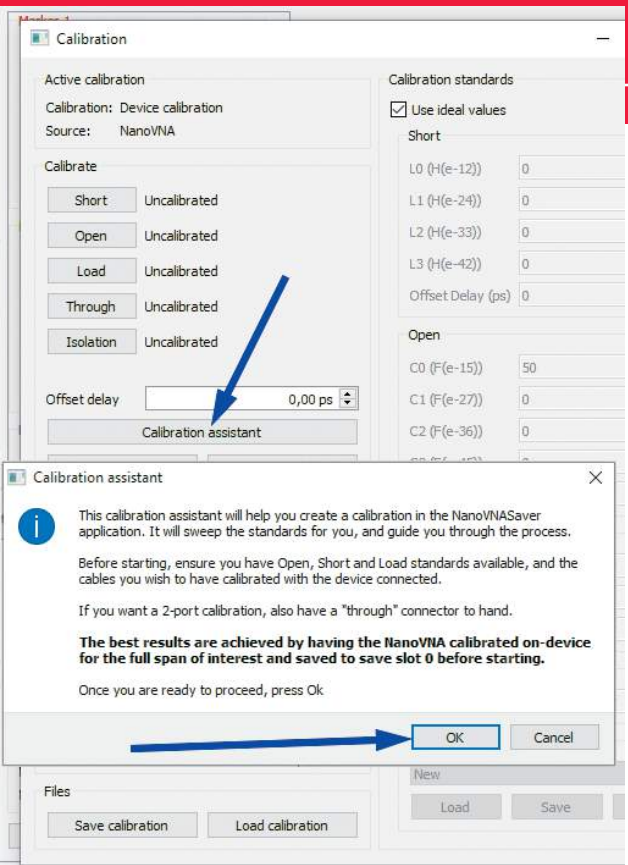
z początku nie mogłem skalibrować przyrządu. Cały czas ustawione były jakieś niepasujące ustawienia fabryczne i przy rozwarciu punktu nie leżał na obrzeżu wykresu Smitha, tylko niedaleko od środka. Okazało się, że przed kalibracją nie przeprowadziłem *resetu*.

Taka kalibracja samego przyrządu NanoVNA nie jest konieczna, choć jest zalecana, gdy korzystamy z programu **nanovna-saver.exe**. Program ten bowiem przejmuje kontrolę nad przyrządem. Jeżeli chcemy uzyskać przyzwoite wyniki, to po wybraniu zakresu częstotliwości i liczby jego segmentów, obowiązkowo należy przeprowadzić kalibrację, klikając przycisk *Calibration...* Otworzy się okno *Calibration*, gdzie należy kliknąć *Calibration assistant*, a następnie kliknąć OK, jak pokazuje niebieskie strzałki na **rysunku 23**.

Pokażą się komunikaty, pokazane z **rysunku 24**. Po pierwszym komunikacie trzeba zewrzeć zaciski pomiarowe (*Short*) i kliknąć OK. Gdy pojawi się następny komunikat, należy rozewrzeć zaciski (*Open*) i kliknąć OK, a potem należy dołączyć nominalne obciążenie (*Load*) 50 omów i kliknąć OK. Wtedy otworzy się okno z pytaniem o kalibrację drugiego portu Ch1. My na razie tego nie potrzebujemy i w ostatnim okienku z **rysunku 24** należy kliknąć *Apply*, z nie *Yes*. Po takiej obowiązkowej kalibracji można wybrać, co chcemy mierzyć, a właściwie, co i jak chcemy przedstawić na ekranie. Klikamy *Display setup...*



Rys. 23



W sześciu oknach (*Displayed Charts*), wskazanych zielonymi strzałkami na **rysunku 25**, możemy wyświetlić wykresy według **rysunku 26**. Możemy też dobrać rozmaite inne ustawienia. Wychodzimy bez zatwierdzania, po prostu zamykając okno *Display setup...*

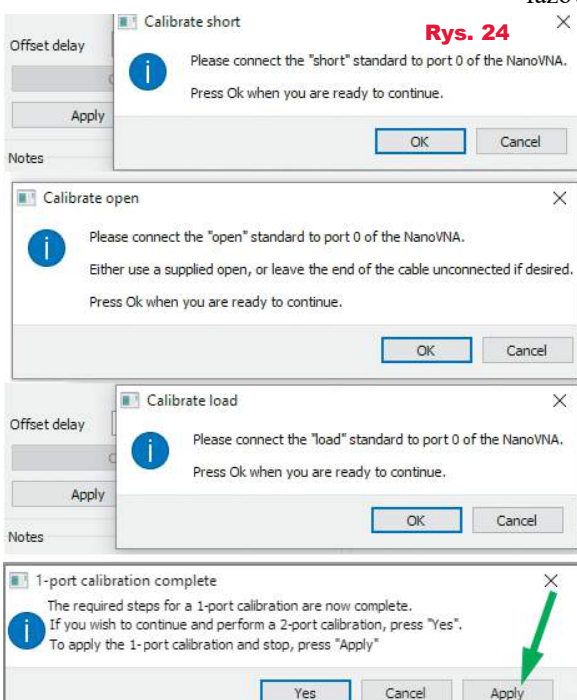
Na początek chcemy mierzyć impedancję dołączoną do portu 1 (Ch0) z wykorzystaniem parametru S11, więc wystarczy w dwóch oknach wyświetlić informacje o przebiegu modułu impedancji ($S11|Z$) oraz przesunięciu fazowym ($S11 \text{ Phase}$). Możesz też eksperymentować z innymi.

Jeżeli na wykresie klikniesz „prawą myszką”, możesz ustawić wygodną skalę logarytmiczną na osi częstotliwości (*Frequency axis – Logarithmic*) oraz zmienić zakres na skali pionowej.

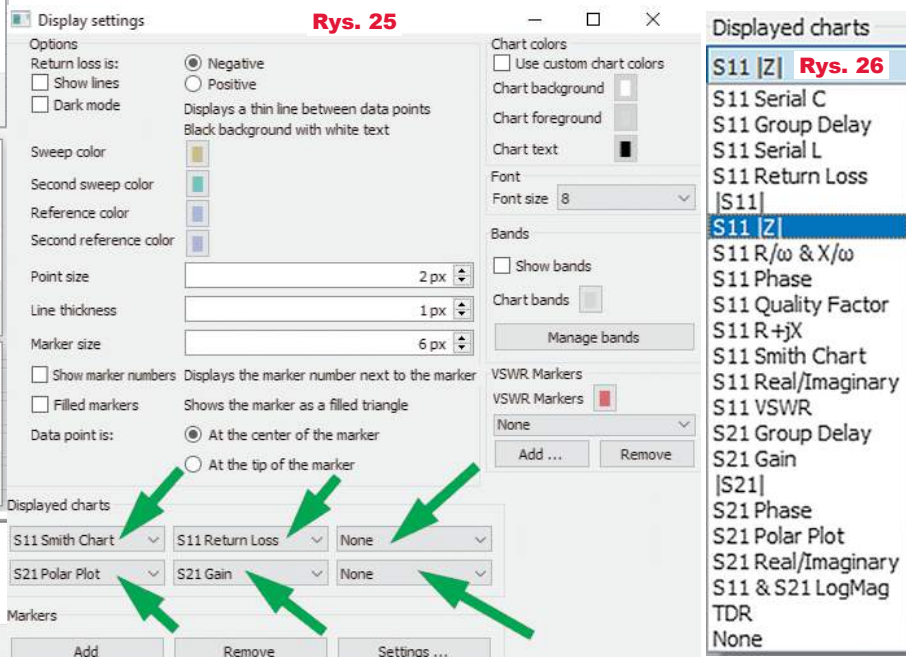
Zawracaj uwagę na kolorowe markety i parametry podane w ich okienkach – znajdziesz tam dodatkowe informacje.

Zachęcam do eksperymentów – najłatwiej zacząć od pomiaru elementów RLC. A my w następnej kolejności dokładniej przyjrzymy się dokładności oraz pomiarom, także z użyciem portu Ch1 i parametru S21.

Piotr Górecki



Rys. 24



Rys. 25



Filozofia sieci. Protokół TCP

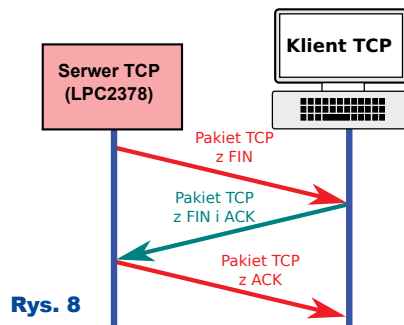
CZĘŚĆ 2

Poprzedni odcinek zakończyliśmy informacją, że istniejące połączenie można zamknąć. Zamknięcie połączenia jest bardzo podobne do nawiązania połączenia. Również składa się z transmisji trzech pakietów TCP, jednak przy zamykaniu połączenia wykorzystany jest wskaźnik FIN (przy otwieraniu połączenia występuje wskaźnik SYN). Ten proces może zostać zainicjowany przez dowolną stronę. Przykładowy przebieg pokazuje **rysunek 8** i składa się on z:

- wysłania pakietu TCP zawierającego ustawiony wskaźnik FIN, przy czym często może się zdarzyć tak, że przesłanie sygnału FIN może być połączone przykładowo z pakietem potwierdzającym ostatnie odebranie danych i w takiej sytuacji wystąpią wskaźniki FIN i ACK,
- strona przeciwna potwierdza otrzymanie sygnału FIN (wysyłając ACK) i również wysła sygnał FIN (pakiet TCP będzie zawierał ustawione wskaźniki FIN i ACK),
- strona inicjująca zamknięcie połączenia wysła potwierdzenie, czyli jedynie ustawiony wskaźnik ACK.

Od tej chwili połączenie jest zamknięte i można zwolnić w pamięci operacyjnej wszystkie przechowywane informacje – są już nieistotne.

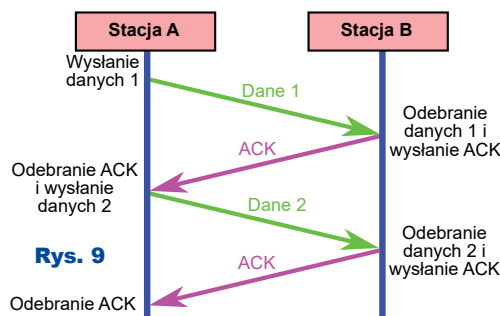
Połączenie TCP jest więc *kanalem komunikacyjnym pracującym dwukierunkowo*, jednak w pewnych sytuacjach dla lepszego zrozumienia idei warto rozpatrywać jako *dwa kanały pracujące jednokierunkowo*. Właśnie czynność zamknięcia połączenia jest doskonałym tego przykładem. Wysłanie sygnału FIN przez którąkolwiek stację oznacza, że ta strona nie będzie już wysłać żadnych danych, jednak może dane odbierać. Odbieranie danych pociąga za sobą konieczność wysłania potwierdzeń, więc stacja, która wysłała sygnał FIN, nadal przez jakiś czas będzie generować i wysłać pakiety TCP, jednak nie będą one już zawierały danych użytkowych. Wystąpienie sygnału FIN w pakiecie TCP wysłanym przez drugą stronę oznacza, że ona również już nie ma nic do powiedzenia. Pozostał jeszcze



Rys. 8

ruch oznaczający akceptację zaistniałego stanu. W takiej sytuacji, gdzie obie strony nie będą już przysyłać żadnych danych, zostało zakończyć współpracę między stronami, zwolnić zajęte zasoby w pamięci operacyjnej – połączenie zostaje zamknięte.

W protokole TCP występuje pojęcie *okna*. To dotychczas trochę tajemnicze pojęcie zostanie teraz rozwinięte. Otóż chodzi tutaj o przesuwające się *okno na tle wysyłanego strumienia danych*. Ma ono istotny wpływ na efektywność. Po nawiązaniu połączenia przy transmisji danych ze stacji A do stacji B zachodzą zdarzenia, jak pokazuje **rysunek 9**. Występuje tu oczekiwanie na sygnał potwierdzenia ACK po każdym wysłaniu danych użytkowych. To działanie nie powinno budzić żadnych wątpliwości. W sieciach rozległych mogą wystąpić pewne opóźnienia i czas transmisji (plus zwrotnego potwierdzenia) może się wydłużać. To znacząco wpłynie na efektywność transmisji danych. Technika wykorzystania *przesuwającego się okna* pozwala na lepsze wykorzystanie przepustowości sieci, gdyż umożliwia nadawcy wysłanie kilku pakietów danych (o wielkości nieprzekraczającej wielkości



Rys. 9

okna) przed otrzymaniem potwierdzenia. Mówiąc w uproszczeniu, zanim strona nadająca otrzyma potwierdzenie „pierwszej paczki” danych, w drodze znajdzie się już kilka innych pakietów z danymi, z których finalnie i tak każdy musi zostać potwierdzony. W sieciach rozległych zwiększa to logiczną, realną przepustowość sieci, a techniczna przepustowość nie ulega oczywiście zmianom, nadal jest to sieć typowo 100Mb. W sieciach lokalnych to zjawisko jest niezauważalne, gdyż praktycznie każdy pakiet jest natychmiast dostarczony do adresata. Na jego drodze może wystąpić jeden switch, ewentualnie dodatkowo switch plus router do sieci Wi-Fi. Wniesione opóźnienie nie ma żadnego znaczenia. Co innego w przypadku sieci rozległych, gdzie transmisja danych na drugą ziemską półkulę musi przejść przez całe mnóstwo urządzeń pośredniczących. Niemniej taki mechanizm jest zaimplementowany w protokole TCP i nasz maleńki systemik pracujący tylko w sieci lokalnej też musi obsługiwać mechanizm okna.

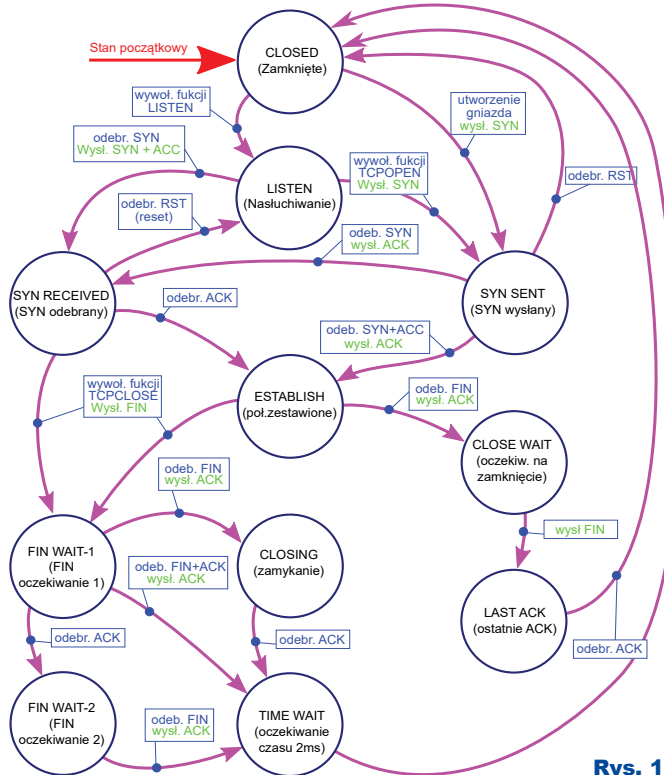
Opisana koncepcja działania połączeń TCP nie wyczerpuje całości zagadnienia. W algorytmie występują jeszcze zdarzenia uwarunkowane wpływem czasu. Po wysłanym pakiecie TCP mierzony jest upływający czas. Jeżeli upłynął dopuszczalny interwał czasu i nie wystąpiło żadne zdarzenie sieciowe, czyli nie odebrano i nie nadano żadnych pakietów TCP związanych z parą portów występujących w połączeniu, to może oznaczać zaginięcie jakiegoś pakietu. Wyobraźmy sobie, że stacja A wysłała pakiet danych, na który nie otrzymała potwierdzenia odebrania. Stacja A „myśli sobie”, że:

- zaginął pakiet z danymi, więc wyśle go jeszcze raz (stacja B ucieszy się z nowych danych),
- zaginął pakiet z potwierdzeniem, ale jak wyśle dane jeszcze raz, to stacja B zorientuje się, że jest to duplikat i zignoruje dane, jednak wyśle potwierdzenie odbioru.

W każdym przypadku stan połączenia wróci do normalności, a obie stacje zaktualizują sobie stany

wskaźników *Sequence number* i *Acknowledgment Number* do właściwego stanu. Zaistniałe zachwianie unormuje się. Protokół TCP został tak skonstruowany, by wykrywać i naprawiać problemy, które potencjalnie mają charakter losowy, nie wiadomo gdzie i kiedy wystąpią. Nie ma gwarancji, że w ogóle wystąpią, to działanie w stanie chaosu. Jak sobie z tym poradzić? Nie należy wymyślać żadnych „genialnych” rozwiązań, one już zostały opracowane i wystarczy się do nich dostosować. Twórcy protokołu TCP stworzyli algorytm postępowania, który jest znany pod postacią automatu TCP. Automat taki zawiera określoną liczbę stanów, a zmiany stanów są ściśle uwarunkowane zachodzącymi zdarzeniami (pokazuje to rysunek 10).

Pojęcie automatu może być kłopotliwe dla osób, które mają niewielkie doświadczenie z układami cyfrowymi, takimi bez mikrokontrolera. Każde urządzenie realizujące funkcję bardziej złożoną niż układ kombinacyjny, zawiera w sobie automat sterujący. Najprostszym przykładem zespołu zbudowanego w oparciu o automat sterujący jest licznik binarny. Rozpatrzmy taki 2-bitowy licznik. Maksymalnie mogą wystąpić 4 stany, które nazwę S00, S01, S10 i S11. Mamy tu automat synchroniczny, czyli taki, który jest „napędzany” sygnałem zegarowym, może reagować na zbocze dodatnie lub ujemne w sygnale zegarowym i jest to uzależnione od jego konstrukcji. Każde wystąpienie ustalonego zbocza sygnału zegarowego bezwarunkowo zmienia stan automatu na kolejny: S00 → S01 → S10 → S11, a stany są identyfikowane przez różne kombinacje na wyjściu licznika. Okazuje się, że



Rys. 10

ta filozofia rodem z rzeczywistych rozwiązań cyfrowych daje się łatwo przenieść do oprogramowania. Tak jak w systemach zbudowanych z układów cyfrowych, zmiana stanu występuje w wyniku określonego zbocza sygnału zegarowego – automat jest aktywowany do działania wystąpieniem zbocza, tak w oprogramowaniu tę funkcję może pełnić fakt wywołania funkcji realizującej działanie automatu. Ta funkcja może być wywołana w wyniku reakcji na przerwanie generowane przez układ czasowy. Działa to jak układ cyfrowy taktowany sygnałem z generatora. Funkcja ta może być aktywowana określonym zdarzeniem, jak przykładowo odebranie pakietu TCP; możliwości jest wiele.

Posiłkując się rysunkiem 10 opisującym zachowanie się automatu sterującego, można prześledzić działanie automatu dla początkowej fazy, jaką jest nawiązanie połączenia. Oznacza to, że w stacji serwera utworzone jest gniazdo nasłuchowe i znajduje

się ono w stanie LISTEN, przy czym wcześniej dla tego gniazda wymagana jest operacja BIND: nadania gniazdu TCP ściśle określonego numeru portu, takie operacje również występują w protokole UDP. W stacji klienta zostaje utworzone gniazdo do komunikacji TCP – uzyskuje ono numer portu wylosowany przez Windows, co można uznać za numer przydzielony losowo, a z utworzonego gniazda wysłany jest sygnał SYN, automat strony klienta pozostaje w stanie SYN-SENT. Po stronie serwera, gdzie automat znajduje się w stanie LISTEN, odebranie sygnału SYN powoduje przejście automatu sterującego do stanu SYN-RECEIVED i jednocześnie wysłanie do strony przeciwnej sygnału SYN i ACK. Strona kliencka, będąca w stanie SYN-SENT, odbierając sygnał

SYN i ACK, przechodzi do stanu ESTABLISH i wysyła sygnał ACK – z punktu widzenia stacji klienta połączenie zostaje nawiązane. Po stronie serwerowej automat, będący w stanie SYN-RECEIVED, odbierając sygnał ACK przechodzi do stanu ESTABLISH – z punktu widzenia stacji serwera połączenie jest nawiązane. Graf działania automatu sterującego w protokole TCP ujmuje każdą sytuację, jaka występuje w komunikacji TCP.

W następnej odsłonie filozofii sieci będzie kontynuacja rozważań dotyczących działania protokołu sieciowego TCP. Nie da się ukryć, że jego działanie jest trochę złożone. Może nie każdy z Czytelników ma ochotę angażować się w pełne zrozumienie idei działania tego protokołu, jednak gorąco zapraszam do lektury kolejnej części, poświęconej wyjaśnieniu działania protokołu TCP.

Andrzej Pawluczuk
apawluczuk@vp.pl

Sieci energetyczne dla elektroników

Niejednemu młodemu elektronikowi i informatykowi domowa instalacja energetyczna wydaje się prosta, a wręcz prymitywna w porównaniu z układami elektronicznymi, zarówno analogowymi, jak i cyfrowymi, nie mówiąc już o informatyce. **Niesłusznie!**

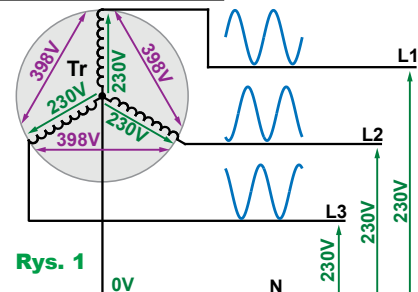
CZĘŚĆ 4

W pierwszym odcinku cyklu przypomnieliśmy ważny fakt, że w sieciach energetycznych występują napięcia względem ziemi, groźne dla zdrowia i życia. Dowiedzieliśmy się, że na podstawie wieloletnich doświadczeń w poszczególnych krajach przyjęto oparte na normach technicznych przepisy prawne, według których każde urządzenie powszechnego użytku dołączone do sieci elektrycznej musi być bezpieczne dla użytkownika. W szczególności podczas normalnej pracy przy dotknięciu dostępnych elementów przewodzących, w tym metalowej obudowy, ewentualne prądy upływu płynące do ziemi nie powinny przekraczać 0,5...1mA. Natomiast przy (pojedynczym) uszkodzeniu prąd rażenia płynący przez ciało człowieka do ziemi powinien być ograniczony do wartości co najwyżej 30mA. Mówiliśmy o czterech klasach ochronności (0, I, II, III). Ustaliliśmy w uproszczeniu, że w urządzeniach I klasy ochronności metalowe obudowy dla bezpieczeństwa mają być połączone z ziemią – uziemione. Każdy elektronik powinien wiedzieć, przynajmniej z grubsza, dlaczego i na ile ochrona przeciwporażeniowa wiąże się z na pozór mało znaczącym sposobem połączenia bolców w domowych gniazdkach. Dlatego trzeba wiedzieć, co w praktyce znaczą określenia sieci energetycznych takie jak: TN-C, TN-S, TN-C-S, TT, a nawet IT.

Sieci energetyczne

Pomijamy dziwne dla nas amerykańskie sieci „dwufazowe” (*split-phase*) o stosunkowo niewielkim napięciu 2×120V wspomniane na samym początku cyklu. W Polsce i w Europie w domach obecnie mamy do czynienia z sieciami trójfazowymi nazywanymi sieciami niskiego napięcia (NN) o napięciu fazowym o wartości skutecznej 230V i częstotliwości 50Hz. Transformator trójfazowy z tak zwanego średniego napięcia (15000V) wytwarza tak zwa-

ne niskie napięcie 230V. **Rysunek 1** pokazuje tylko uzwojenia wyjściowe takiego trójfazowego transformatora. Napięcie każdej fazy względem przewodu neutralnego to 230V, ale z uwagi na wzajemne przesunięcie fazy o 120 stopni, napięcie międzyfazowe jest w nich pierwiastek z trzech razy większe i wynosi 400V, czyli 0,4kV (dokładniej biorąc $230V \cdot \sqrt{3} = 398V$). Dlatego w energetyce mówi się o *sieciach niskiego napięcia 0,4kV*. Na razie pomijamy kwestię uziemienia. Mało interesują nas też możliwości połączeń uzwojeń transformatora trójfazowego w gwiazdę, trójkąt czy zygzak – możemy przyjąć bodaj najprostsze połączenie, gdzie uzwojenia wyjściowe połączone są w gwiazdkę według rysunku 1. Do takiego transformatora za pośrednictwem sieci przewodów przyłączone są rozmaite odbiorniki jednofazowe i trójfazowe, co można przedstawić jak na **rysunku 2**. Szkicowo przedstawiono tu typowe odbiorniki jednofazowe: żarówki, silniki, grzałki, odbiornik wykorzystujący napięcie międzyfazowe 398V (np. niektóre spawarki), odbiornik trójfazowy wykorzystujący przewód neutralny sieci (np. przepływowo ogrzewacz wody) oraz odbiornik trójfazowy, zasilany napięciem międzyfazowym, który nie wykorzystuje przewodu neutralnego (np. silnik trój-



Rys. 1

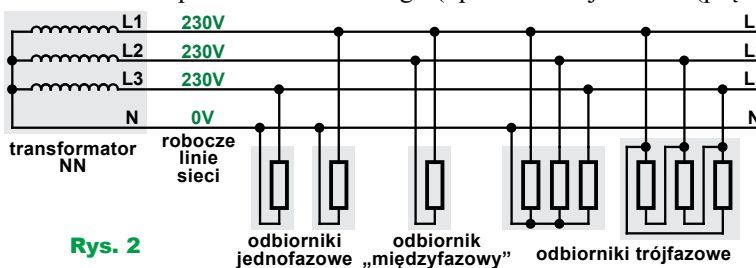
fazowy z uzwojeniami połączonymi w trójkąt).

Na rysunkach 1, 2 nie widać żadnego połączenia sieci czy odbiorników z ziemią. Ale w praktycznie wszystkich sieciach mamy jakieś połączenie z ziemią, gruntem. Ziemia, grunt (z wyjątkiem powiedzmy suchego piasku) przewodzi prąd z uwagi na zawartość wilgoci – wody i różnych związków chemicznych. Co ważne, uznajemy, że na całej ziemi przewodzący prąd grunt ma neutralny, zerowy potencjał elektryczny.

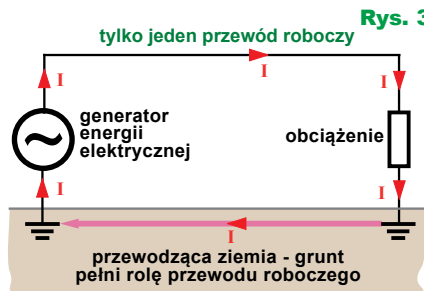
Teoretycznie przewodząca ziemia mogłaby pełnić funkcję jednego z przewodów roboczych według oszczędnościowej idei z **rysunku 3**. Jako ciekawostkę można przypomnieć fakt, że pierwsze linie telegraficzne dla oszczędności wykorzystywały tylko jeden przewód oraz właśnie ziemię w roli drugiego jak na rysunku 3. Także pierwsze sieci oświetleniowe Edisona (prądu stałego 110V) z roku 1880 miały być jedнопроводowe, z ziemią jako przewodem powrotnym. Jednak po wypadkach porażenia zwierząt pomysł odrzucono i zastosowano wspomnianą na początku cyklu symetryczną „amerykańską” konfigurację z trzema przewodami (L+, M, L-) izolowanymi od ziemi.

W energetyce z kilku ważnych względów **nie wykorzystuje się rozwiązań z ziemią jako przewodem roboczym!** Przewodząca ziemia, grunt ze swoim zerowym potencjałem pełni jedynie funkcję ochronną.

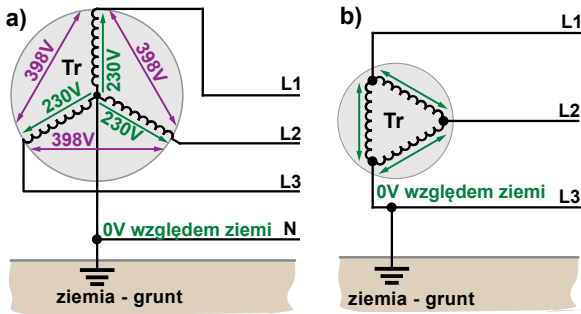
W zdecydowanej większości sieci uzwojenie wtórne transformatora NN ma w sumie konfigurację gwiazdy



Rys. 2



Rys. 3



Rys. 4

i z ziemią łączony jest punkt środkowy transformatora trójfazowego, czyli na rysunkach 1, 2 punkt N, zwykle za pomocą metalowych taśm (bednarki) zakopanych dość głęboko w ziemi wokół transformatora – **rysunek 4a**. Tak, ale można też dołączyć do ziemi jeden z przewodów fazowych. Mniej zorientowanych może to bardzo dziwić, bo określenie „faza” nieodłącznie kojarzą oni z groźnym dla życia napięciem. Uziemienie jednej z faz może być jedynym sensownym rozwiązaniem wtedy, gdy uzwojenie transformatora nie ma „punktu środkowego”, tylko ma konfigurację trójkąta (delta) według **rysunku 4b**. Bardzo rzadko spotyka się takie sieci – tylko ewentualnie w przemyśle.

Na pewno **nie ma domowych sieci energetycznych niepołączonych z ziemią** – w nich zawsze punkt środkowy transformatora (N) jest uzziemiony według rysunku 4a. Istnieją jednak takie sieci energetyczne, gdzie żaden z punktów transformatora nie jest połączony z ziemią, przez co sieć ponieważ „wisi w powietrzu”.

A po co uziemiać?!

Poprzednią część artykułu zakończyliśmy stwierdzeniem: *przepisy bezpieczeństwa przede wszystkim dotyczą przepływu prądu przez ciało człowieka do ziemi*.

A jeśli tak, to aż prosi się zlikwidować problem jednym genialnym pociągnięciem: jeżeli przyczyną większości porażań jest przepływ prądu przez ciało z sieci **do ziemi**, to **nie należy sieci energetycznej uziemiać!** Jeżeli sieć energetyczna nie będzie uzziemiona, to zniknie nie tylko problem przepływu prądu do ziemi, ale też problem obecności w sieci przewodu uzziemiającego i problem uzziemięcia obudów!

Taki genialny w swojej prostocie pomysł ma pewien sens!

Tak, ale też pomija pewne bardzo ważne kwestie.

Owszem, istnieją sieci energetyczne 230V, gdzie żaden z punktów zasilającego transformatora energetycznego nie jest połączony z ziemią. Jednak w sieciach tych występuje oddzielny przewód uzziemiający, połączony z bolcami w gniazdkach. Dlaczego?

Zacznijmy od tego, że w nieuziemionych sieciach, które jak potocznie mówimy „wiszą w powietrzu”, napięcie między przewodem neutralnym N i każdym przewodem fazowym wynosiłoby 230V, ale między ziemią i przewodami sieci mogłyby występować niekontrolowane, przypadkowe napięcia, przede wszystkim *stałe*, rzędu nawet tysięcy woltów. Odizolowana od ziemi duża i rozległa sieć miałaby dużą pojemność względem ziemi, jak ilustruje to **rysunek 5** (pomijając pojemności doziemne wszystkich dołączonych odbiorników). Mogłyby w niej zachodzić zjawiska, jakie obserwujemy przy elektryzowaniu się ubrań, tylko na wielokrotnie większą skalę, śmiertelnie groźną. Otóż napięcia takie mogłyby wynikać z elektryzowania, czyli ładowania pojemności ładunkami statycznymi. A gdyby w taką nieuziemioną sieć uderzył piorun, to niewątpliwie w pierwszej kolejności naładowałby pokazane na rysunku 5 pojemności doziemne do ogromnego napięcia, rzędu wielu kilowoltów, co przebiłoby izolację na drodze sieć–ziemia, zwłaszcza w dołączonych urządzeniach – odbiornikach. Jeśli nawet nie spowodowałoby to przebicia i uszkodzenia izolacji, utrzymujące się tam wysokie napięcie byłoby śmiertelnie groźne dla użytkowników sieci, ponieważ w naszym otoczeniu, także w mieszkaniach, jest wiele przedmiotów połączonych z ziemią, np. instalacje gazowe czy (meta-

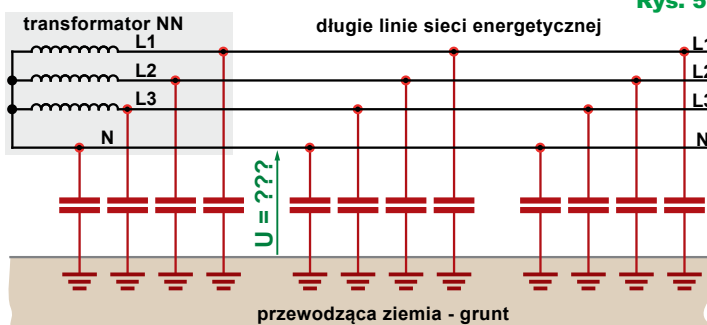
lowe) wodociągowe. W każdym razie między ziemią i przewodami nieuziemionej sieci mogłyby występować ogromne, śmiertelnie groźne napięcia stałe. I to jest wystarczający powód, by nie pozostawiać dużych sieci energetycznych „wiszących w powietrzu”, tylko je uziemiać.

Sprawa pojemności między siecią energetyczną a ziemią ma też inny, mniej groźny aspekt: nie wchodząc w szczegóły dotyczące symetrii i rozprzyszczenia prądów, możemy stwierdzić, że przez takie pojemności w pewnych warunkach mogłyby płynąć prądy zmienne 50Hz. Wprawdzie pojemności są niezbyt duże, a częstotliwość 50Hz jest niska, niemniej trzeba pamiętać i o takiej możliwości.

W domowych sieciach energetycznych w transformatorze niskiego napięcia uzziemiony jest punkt środkowy N według rysunku 4a, więc napięcie 230V 50Hz występuje między każdym z przewodów fazowych a ziemią. Nie tylko ziemią – gruntem na zewnątrz pomieszczeń, ale też przewodzącymi prąd elementami dołączonymi elektrycznie do ziemi, takimi jak instalacja gazowa, metalowa instalacja wodna, mokra podłoga betonowa w piwnicy, metalowe zbrojenie w stropach i ścianach, i tym podobne.

W każdym razie **między przewodami fazowymi sieci energetycznej a różnymi lepiej lub gorzej uzziemionymi elementami naszych domów występuje pełne napięcie sieci 230V**. Problemu nie ma, jeśli nie ma tam drogi przepływu prądu, a nie powinno takowej być. Skuteczna izolacja linii fazowych likwiduje problem. Tak, ale wieloletnia praktyka pokazała, że zdarzają się uszkodzenia izolacji, w szczególności awarie polegające na zwarciu między liniami fazowymi a metalową obudową. Gdy wskutek jakiegoś błędu lub zaniedbania nastąpi takie zwarcie, to na metalowej obudowie urządzenia pojawi się napięcie fazowe 230V.

Rys. 5



Sieci niskiego napięcia (230V) są trójfazowe, ale omawiane zwarcia z reguły dotyczą jednej z faz, więc dla uproszczenia rozważań i rysunków, w dalszej analizie możemy też wykorzystywać uproszczony przykład jednej fazy, gdzie mamy pokazane tylko jedno z uzwojeń transformatora (NN), którego dwie końcówki uzwojenia wtórnego

oznaczone są L (live), N (neutral) i gdzie punkt N jest uziemiony, czyli elektrycznie dołączony do ziemi, gruntu.

Dotknięcie takiej obudowy będącej pod napięciem

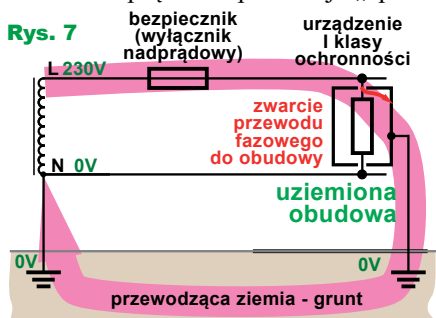
sieci nie oznacza jeszcze tragedii, bowiem nie spowoduje porażenia, jeżeli dotykający człowiek nie będzie miał połączenia elektrycznego z ziemią, co jest zilustrowane na **rysunku 6a**. Tak, nie tylko elektrycy wiedzą, że można bezkarnie dotknąć przewodu fazowego będącego pod napięciem, byleby tylko nie zamknąć obwodu, w którym mógłby popłynąć prąd.

Jednak omawiana sytuacja z rysunku 6a, czyli pojawienie się na metalowej obudowie napięcia sieci, często słusznie nazywana jest **pułapką czyhającego skorpiona**.

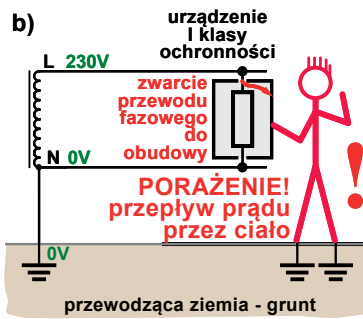
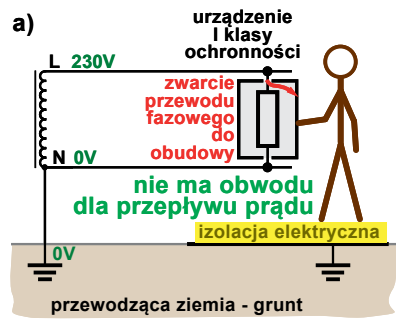
Porażenie nastąpi wtedy, gdy użytkownik dotykający obudowy pod napięciem będzie miał połączenie z ziemią, co w uproszczony sposób jest pokazane na **rysunku 6b**. Prąd popłynie od przewodu fazowego L przez zwarcie do obudowy, przez ciało człowieka do ziemi i ziemią wróci do punktu N transformatora.

Najprościej biorąc, przepisy bezpieczeństwa przeciwporażeniowego dotyczą głównie właśnie takiego uszkodzenia/błędu, jak pokazuje rysunek 6b. Przepisy wymagają, żeby metalowe obudowy urządzeń (I klasy ochronności) były uziemione.

Gdyby metalowa obudowa była uziemiona, to nie dojdzie do żadnej z sytuacji pokazanych na rysunku 6. Nie pojawi się **czyhający skorpion**. Ideę pokazuje uproszczony **rysunek 7**: już w chwili zwarcia obwodu fazowego do obudowy popłynie duży prąd do ziemi i prąd ten spowoduje „spale-

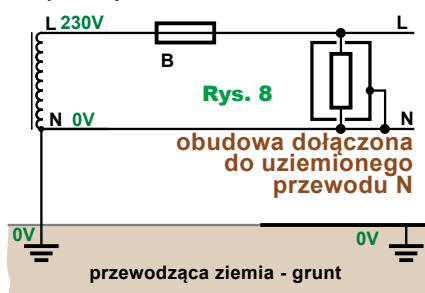


Rys. 6



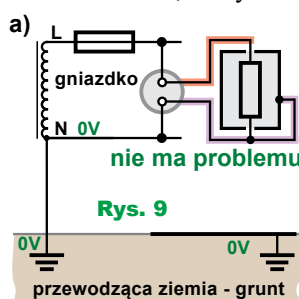
nie bezpiecznika”, a ściślej biorąc, reakcję zabezpieczenia przeciążeniowego (nadprądowego) i rozłączenie obwodu fazowego. To najprostszy argument, że metalowe obudowy dla bezpieczeństwa trzeba uziemiać.

Tylko jak? Możliwości jest sporo. Najprostszy wydaje się sposób pokazany na **rysunku 8**.

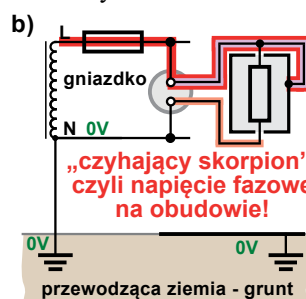


Rys. 8

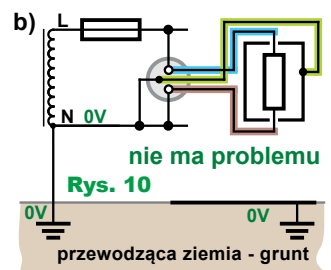
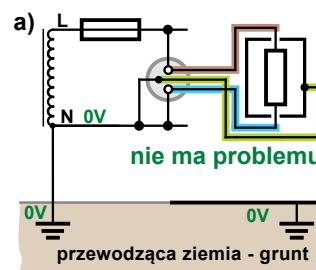
Podstawowa idea nie jest tu błędna, ale to schemat czysto teoretyczny, ponieważ w praktyce po drodze mamy wtyczkę i gniazdko, w tym przypadku z dwoma tylko stykami. Jak pokazuje **rysunek 9**, dwubolcową wtyczkę można włożyć w gniazdko na dwa sposoby i... w przypadku z rysunku 9b bez dodatkowego zwarcia do obudowy sami sobie zafundowalibyśmy **czyhającego skorpiona**! Teoretycznie taki sposób można byłoby wykorzystać, gdyby zastosować gniazdko i wtyczki, gdzie zawsze umieszczenie przewodów fazowego i neutralnego byłoby jednoznacznie określone, żeby nie można było



Rys. 9



włożyć wtyczki w sposób pokazany na rysunku 9b. W praktyce tak jednak nie jest i w przypadku obudów metalowych trzeba raz na zawsze odrzucić takie rozwiązanie z dwoma przewodami prowadzącymi od urządzenia do wtyczki. Problem rozwiązuje trzyżyłowy przewód połączeniowy i wtyczka „z bolcem uziemiającym” według **rysunku 10**.



Rys. 10

We wtyczce i w gniazdku musimy mieć trzy styki i trzy przewody, ale do gniazdka dochodzą z sieci tylko dwa przewody. W gniazdku bolc uziemiający jest połączony z neutralnym przewodem sieci, który jest gdzieś uziemiony. W wielu naszych domach mamy takie właśnie rozwiązanie – przykład na **fotografii 11**, gdzie czerwone strzałki pokazują zwórkę między przewodem neutralnym i bolcem uziemiającym.



Fot. 11

Nie jest to jedyny sposób uziemienia bolców uziemiających w gniazdkach. I oto doszliśmy do rodzajów sieci energetycznych, określanych skrótowo za pomocą kodu literowego, gdzie pierwsza litera to T lub I, a druga to N lub T. Sieci IT, TT oraz odmiany sieci TN zaczniemy omawiać w następnym odcinku.

Piotr Górecki

Wybrane książki dla Czytelników „Elektroniki dla Wszystkich”

Encyklopedia elementów elektronicznych. Tom 1. Rezystory, kondensatory, cewki indukcyjne, przełączniki, enkodery, przekaźniki i tranzystory

Autor: Charles Platt; Stron: 296; Oprawa: miękka; Kod: KS-210200

To książka przeznaczona dla początkujących i zaawansowanych elektroników, zarówno inżynierów, jak i hobbystów. Zawiera starannie zebrane, skompletowane, uporządkowane, a co najważniejsze, sprawdzone i potwierdzone informacje o elementach elektronicznych. Pierwszy z trzech tomów obejmuje informacje o podstawowych elementach, wykorzystywanych chyba we wszystkich projektach.

Rezystory, kondensatory, cewki indukcyjne, przełączniki, enkodery, przekaźniki i tranzystory. Dokładne informacje o każdym komponencie: funkcja, działanie, rodzaje, wartości, stosowanie, możliwe błędy.

Absolutny niezbędnik każdego elektronika: wiarygodny, kompletny, wyczerpujący!



Encyklopedia elementów elektronicznych. Tom 2. Tyrystory, układy scalone, układy logiczne, wyświetlacze, LED-y i przetworniki akustyczne

Autor: Charles Platt i Fredrik Jansson; Stron: 304; Oprawa miękka; Kod: KS-210202

Drugi tom niezwyklej encyklopedii przeznaczonej dla praktyków elektroniki. Podobnie jak w pierwszym, tak i tutaj znalazły się skompletowane, uporządkowane, a co najważniejsze - sprawdzone i potwierdzone informacje o elementach elektronicznych. Drugi z trzech tomów jest poświęcony układom scalonym, tyrystorom, źródłom światła i dźwięku, wskaźnikom oraz wyświetlaczom - ich opisy zostały uzupełnione licznymi fotografiami, schematami i wykresami. Dowiesz się, do czego służy każdy z prezentowanych podzespołów, jak działa, kiedy jest najbardziej przydatny i w jakich odmianach występuje. Oto prawdziwa pomoc dla praktyków, którzy chcą szybko uzyskać wskazówki potrzebne do pracy!

Absolutny niezbędnik każdego elektronika: wiarygodny, kompletny, wyczerpujący!



Lutowanie od podstaw

Autor: Witold Wrotek; Stron: 160; Oprawa miękka; Kod: KS-201000

Jeśli chcesz poznać technikę lutowania i nauczyć się prawidłowo stosować ją w praktyce, sięgnij po odpowiednie źródło wiedzy! Książka Lutowanie od podstaw krok po kroku wprowadzi Cię w tajniki sztuki lączenia elementów, przedstawi niezbędne narzędzia i dobre praktyki, nauczy unikać typowych błędów popełnianych przez początkujących oraz pokaże najlepsze sposoby lutowania różnych elementów elektrycznych i elektronicznych.

Nauczysz się też dzięki niej, jak wykonać proste prace elektryczne w swoim domu, a nawet jak naprawić typowe usterki występujące w urządzeniach AGD.

Zostań prawdziwym mistrzem lutownicy!

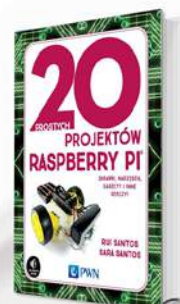


20 prostych projektów Raspberry Pi

Autorzy: Rui Santos, Sara Santos; Stron: 276; Oprawa miękka; Kod: KS-210401

Książka krok po kroku uczy, jak realizować interaktywne projekty z wykorzystaniem Raspberry Pi – małego i niedrogiego komputera – takie jak np. cyfrowy zestaw perkusyjny, robot kontrolowany przez WiFi, gra Pong, alarm antywłamaniowy wysyłający powiadomienia e-mail, domowa kamera do monitoringu, detektor wycieku gazu, stacja pogodowa czy gadżety Internetu Rzeczy (IoT) sterujące elektroniką w całym domu. W trakcie lektury czytelnik pracuje z podstawowymi komponentami, takimi jak diody LED, ekrany LCD, kamery i czujniki oraz gry i zabawki. Uczy się, jak skonfigurować własny serwer WWW, stworzyć pierwszą stronę internetową czy napisać prostą grę komputerową.

Każdy projekt zawiera instrukcje krok po kroku, kolorowe zdjęcia i diagramy, a także kompletny kod, dzięki któremu czytelnik ożywi swoje projekty.

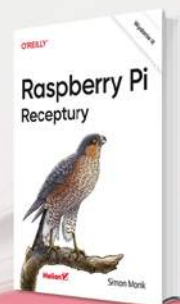


Raspberry Pi. Receptury. Wydanie III

Autor: Simon Monk; Stron: 528; Oprawa miękka; Kod: KS-200901

Zaktualizowane wydanie znakomitego zbioru receptur ułatwiających wykorzystanie potencjału Raspberry Pi. Uwzględniono tu nowe modele tego komputera, a także zmiany i ulepszenia systemu operacyjnego Raspbian. Dodano rozdziały traktujące o dźwięku i automatyce domowej. Te receptury bez trudu wykorzystasz dla zwiększenia wygody we własnym domu. Dzięki lekturze poznasz podstawowe reguły tej technologii, aby łatwiej zrozumieć zagadnienia dotyczące konkretnej płytki czy kodu. Z tej pozycji możesz korzystać podobnie jak z książki kucharskiej: przeczytać od deski do deski albo skupić się na rozwiązaniu jednego, konkretnego problemu. Być może docenisz, że w recepturach dotyczących sprzętu uwzględniono przede wszystkim rozwiązania niewymagające lutowania obwodów.

Raspberry Pi: morze możliwości dla inżyniera z pasją!



sklep.avt.pl

AVT SPV Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Sprzedaż wysyłkowa, tel: 22 257 84 51 e-mail: handlowy@avt.pl

Panorama audio

Co to jest DAC?

Czy przetwarzanie cyfrowe jest lepsze, czy gorsze od analogowego? Czy MP3 to skrót od MPEG-3? Jaki związek ma „empetrójka 192k” z przetwarzaniem 192kHz 32bit? Czy warto przekonwertować posiadany zbiór ulubionych empetrójek na FLAC? Czym tak naprawdę różni się PCM od PDM? O co chodzi, jakie są zalety i wady przetwarzania „sigma-delta”? Co to jest kodek? Czy to układ scalony, czy jakiś program, aplikacja? Czym się różni I2C od I2S?

Czy I2S i SPDIF można wykorzystać zamiennie? Czy istnieją cyfrowe wzmacniacze mocy? Jak połączyć urządzenie z interfejsem I2S przez HDMI albo USB? Na ile DAC 32-bitowy jest lepszy od 24-bitowego? Jak przesyła się sygnał audio przez Internet? Co to jest kontener? Co to jest Ogg, a co Vorbis? Czy to to samo? Co to jest SBC, aptX, AAC, LDAC, LHDC, LLAC? Jakie są rodzaje kompresji sygnałów analogowych i cyfrowych? Czy cyfrowe kodowanie i kompresja to to samo?

W numerze czerwcowym przedstawiona była idea Panoramy audio. Z kolei w numerach lipcowym i sierpniowym przedstawiony był przykład pokazujący, że próba zajęcia się bardzo aktualnym i modnym dziś tematem zewnętrznych przetworników DAC obejmuje tak wiele zagadnień i szczegółów, że łatwo się w tym zgubić. Próba wnikięcia w szczegóły doprowadza nas do różnych aspektów obszernej panoramy audio, związanych nie tylko z aspektami elektronicznymi.

Zniekształcenia w komputerze?

Najprościej mówiąc, problem w tym, że każdy klasyczny komputer to bardzo skomplikowany system realizujący rozmaite zadania, z których przetwarzanie sygnałów audio od zawsze było i jest zadaniem drugorzędym, żeby nie powiedzieć – marginalnym.

Mówiąc opisowo, standardowe komputerowe procedury związane z sygnałami audio od początku istnienia komputerów traktowano niezbyt poważnie. Postęp techniczny w zakresie sprzętu i oprogramowania przyniósł oczywiście polepszenie jakości „dźwięku komputerowego”, ale nadal standardowo jest to dalekie od doskonałości. Najprościej biorąc, w przeciętnym komputerze oryginalne sygnały audio są niepotrzebnie przetwarzane. Przetwarzane cyfrowo, co obejmuje zmianę częstotliwości próbkowania i rozdzielczości bitowej, ale też inne operacje matematyczne.

To niepotrzebne przetwarzanie cyfrowe też w jakimś stopniu wpływa na sygnał audio, w jakiś sposób go deformując. To znów bardzo szeroki temat, tym razem z dziedziny informatyki.

W każdym razie komputer standardowo przetwarza cyfrowe sygnały audio w sobie znany sposób. Prostym przykładem jest obecność kasacyjnego miksera w systemie Windows. Zwiększa on wygodę użytkownika, ale oznacza dodatkową obróbkę i wprowadza pewne zniekształcenia – „zniekształcenia cyfrowe”. Aby zmniejszyć lub rozwiązać ten problem niepotrzebnego przetwarzania, stosuje się różne programowe metody obsługi cyfrowych sygnałów audio. Nie wchodząc w szczegóły, tego problemu dotyczą takie określenia i skróty jak **Direct Sound**, **bit-perfect**, **ASIO** (*Audio Stream Input/Output*) czy **WASAPI** (*Windows Audio Session API*).

Kompresja stratna

Kwestia zniekształcenia cyfrowych sygnałów audio przez ich niepotrzebną dodatkową obróbkę to jedno. A coś wielokrotnie gorszego to fakt, że dziś, nie tylko w systemach z komputerem, wykorzystujemy cyfrowe sygnały audio, które celowo zostały zubożone. Płytę CD z jej taktowaniem 44,1kHz i rozdzielczością 16 bitów należy przyjąć jako punkt odniesienia. Wymagana **przepływność bitowa** (**bitrate**) wynosi tu 1411 kilobitów na sekundę (1411kbit/s), co wynika z przemnożenia: 2 kanały razy 44100 próbek na sekundę razy 16 bitów.

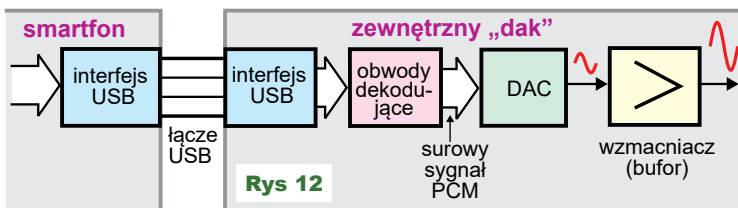
Teoretycznie bardziej wierne odwzorowanie analogowego sygnału dają systemy DVD-Audio oraz SACD z 1-bitowym sygnałem DSD, gdzie przepływność bitowa jest dużo większa. Żaden z nich nie zdobył jednak znaczącej popularności.

Natomiast ogromną popularność zdobyły empetrójki. Powszechnie wiadomo, że empetrójka wykorzystuje kodowanie stratne, nieodwracalnie usuwające część oryginalnej informacji dźwiękowej. Tak samo wiele innych formatów wykorzystujących kompresję stratną. W rezultacie takiego sprytnego kodowania przepływność bitowa jest dużo mniejsza, rzędu 100...300kbit/s, co jest dużą oszczędnością objętości pliku i wymaganej przepływności przy transmisji, w porównaniu z przepływnością CD, równą 1411kbit/s. W Internecie rozpowszechnione są nie tylko empetrójki, ale też liczne inne formaty, wykorzystujące nieco inne sposoby kompresji stratnej. Istnieją też formaty wykorzystujące kompresję bezstratną, choćby popularny obecnie FLAC. Nie znaczy to wcale, że FLAC zapewnia doskonałą wierność, ponieważ po pierwsze należy zapytać, czy oryginalny sygnał przed kompresją był liniowym sygnałem PCM (.WAV) o wysokiej jakości i jakie miał parametry (częstotliwość próbkowania i głębię bitową). Także w serwisach streamingowych nawet wtedy gdy, jak w przypadku płatnych subskrypcji Tidal czy Spotify, jest mowa o wersjach najwyższej jakości, należy starannie sprawdzić, na ile

wysoka jest ta jakość. To też temat na oddzielną dyskusję. A my wracamy do „zniekształceń cyfrowych”.

Zniekształcenia w smartfonie?

Od pewnego czasu dla wielu osób centralnym urządzeniem technicznym stał się smartfon. Wcześniej, w przypadku poprzedniej generacji telefonów i pierwszych smartfonów, do obsługi sygnałów audio nie przykładano zbyt wiele wagi. Smartfony zachwycały czymś innym. Obwody do odtwarzania dźwięku często były traktowane po macoszemu, i to zarówno jeśli chodzi o część analogową, jak i cyfrową (sprzętową i programową). Dla niektórych użytkowników dobra jakość sygnału audio w słuchawkach była jednak ważna. I może się wydawać, że właśnie w przypadku smartfonów zastosowanie zewnętrznego „daka”, dołączonego do smartfona przez jego gniazdo USB według rysunku 12 jest jak najbardziej uzasadnione różnicą efektów uzyskiwanych w słuchawkach.



Rys 12

W pewnych przypadkach rzeczywiście tak może być, ale zależy to od kilku czynników. A przy okazji trzeba wspomnieć o jeszcze innej możliwości. Otóż dawniej standardowym wyjściem audio w smartfonach było popularne gniazdko zwane minijack 3,5mm. Od pewnego czasu gniazdzka takie znikają ze smartfonów, a jedynym złączem jest gniazdko w wersji USB-C, a nie jak wcześniej USB-micro. I tu może być haczyk. Wcześniej

złącza USB miały cztery styki (dwa sygnałowe i dwa zasilające 5V). Złącze USB-C ma 24 styki i co teraz istotne, dwa z nich alternatywnie mogą być wykorzystane jako... analogowe wyjście suchawkowe. Sygnalizuje to pochodzący z materiałów Texas Instruments **rysunek 13**. Słuchawki dołączone do gniazdka USB-C niekoniecznie wykorzystują „zewnętrzny dak”, choć taka wersja jest bardziej prawdopodobna i dostępnych jest szereg tego rodzaju „daków” ze wzmacniaczem słuchawkowym – patrz fotografia 1 w numerze lipcowym.

Dzisiaj w wielu smartfonach obwody związane z audio są już zrealizowane co najmniej przyzwoicie, a wtedy dodatkowy „zewnętrzny dak” niewiele poprawi lub zupełnie nie da, co potwierdzają liczne opinie użytkowników. I druga, jeszcze ważniejsza kwestia: jakie cyfrowe pliki czy strumienie audio będą odtwarzane przez słuchawki dołączone do najlepszego nawet „daka”?

Jeżeli byłyby to pliki lub strumienie z kompresją stratną, czyli nieodwracalnie okaleczone już u źródła, to naprawdę nie ma racjonalnego sensu stosowanie kosztownych zewnętrznych „daków” do ich odtwarzania!

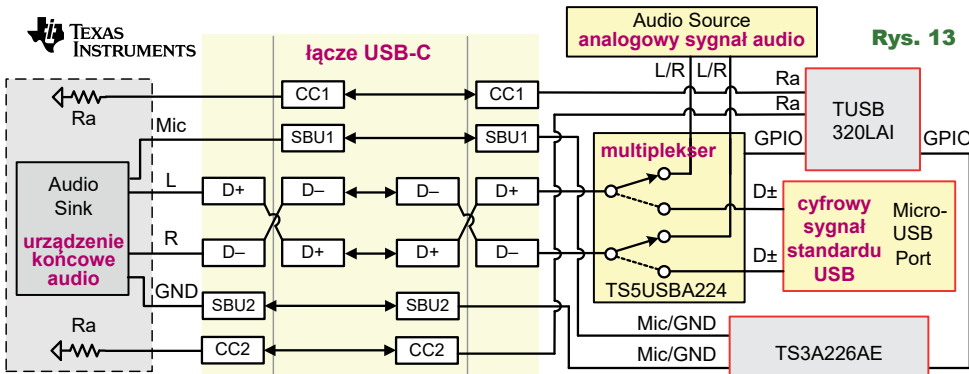
To znów kolejny temat do zastanowienia i dyskusji, w której nie obyde się bez dokładniejszego zapoznania się z kompresją stratną i jej efektami. Po co 32-bitowy „dak” z próbkowaniem 384kHz dla sygnałów, które w nienaprawialny sposób zostały okaleczone, już *in statu nascendi*, których jakość od początku jest ewidentnie gorsza niż sygnału z płyty CD?

Nie dla wszystkich jest jasne, w czym lepszy ma być „dak” 32 bity 384kHz lub choćby 24 bity 192kHz od przetwornika 16 bitów 44,1kHz?

Na pewno nie będzie lepszy przy odtwarzaniu okaleczonych, stratnie skompresowanych sygnałów cyfrowych. Może okazać się nieznacznie lepszy, ale nie z powodu większej liczby bitów i wyższej częstotliwości, tylko z innych mało znanych względów technicznych, które też należałoby omówić. Wyściąg w liczbie bitów i częstotliwości próbkowania ma silny wymiar komercyjny, a nie techniczno-jakościowy. Tu też należałoby dokładniej przeanalizować szczegóły.

Kończymy temat „zewnętrznych daków”. Nie znaleźliśmy prostej odpowiedzi na pytanie: czy i jaki „zewnętrzny dak” warto wykorzystać? Przedstawiony materiał pokazał natomiast, jak szeroka jest „Panorama audio” i jak wiele czynników trzeba uwzględnić, żeby podjąć optymalną decyzję dotyczącą zakupu.

Piotr Górecki



Rys. 13

R E K L A M A

AVT 1996 Bedlight – sterownik oświetlenia nocnego z czujką ruchu

Proponowany moduł to włącznik czasowy z czujnikiem ruchu, który ma możliwość elastycznego konfigurowania parametrów pracy. Pełni funkcję automatycznie włączanego oświetlenia nocnego i jest przeznaczony do współpracy z taśmami LED. Wykrycie ruchu w pomieszczeniu ze słabymi warunkami oświetleniowymi uruchamia układ czasowy, płynnie rozjaśniając dołączone do wyjścia źródło światła LED. Po upływie czasu ustawionego potencjometrem następuje jego płynne, powolne wygaszenie.



Znajdź nas na      

KITY AVT

Wzmacniacze klasy D

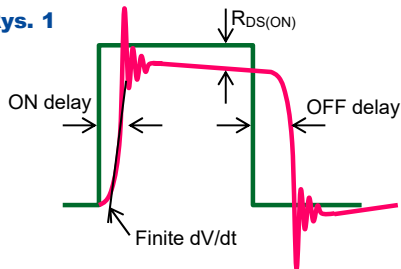
część 14

Podane w ostatnich odcinkach informacje wcale nie wyczerpią tematu różnych odmian modulacji PWM. Na przykład w niektórych opracowaniach zwraca się uwagę, że niejako najczystsza jest modulacja AD, która najbardziej przypomina analogową klasę A. Trochę gorzej jest przy modulacji BD.

Problem w tym, że pewną nieliniowość wprowadza każdy impuls. Różnica między teorią i rzeczywistością zilustrowana jest na **rysunku 1**.

W idealnym przypadku impuls napięcia powinien być prostokątny, jak pokazuje zielona linia. Tymczasem z kilku względów rzeczywisty impuls jest zdeformowany, jak pokazuje czerwona linia na rysunku 1.

Rys. 1



Mamy tu zaznaczone przynajmniej cztery szkodliwe czynniki. Opóźnienie (*delay*) podczas włączania i wyłączenia (*on/off*). Wszystko byłoby dobrze, gdyby te czasy opóźnienia były jednakowe, ale tak

zwykle nie jest. Następną sprawą to wpływ rezystancji $R_{DS(on)}$ otwartego tranzystora. Na rysunku 1 zasygnalizowana jest też kwestia skończonej szybkości narastania napięcia (stromości dU/dt). Do tego jeszcze należałoby doliczyć problem tłumionych oscylacji po każdym przełączeniu.

Wprawdzie wzmacniacze klasy D też mają pętlę ujemnego sprzężenia zwrotnego, a jak wiadomo ujemne sprzężenie zwrotne redukuje zniekształcenia nieliniowe. Tak, redukuje, ale nie jest w stanie całkowicie wyeliminować zniekształceń.

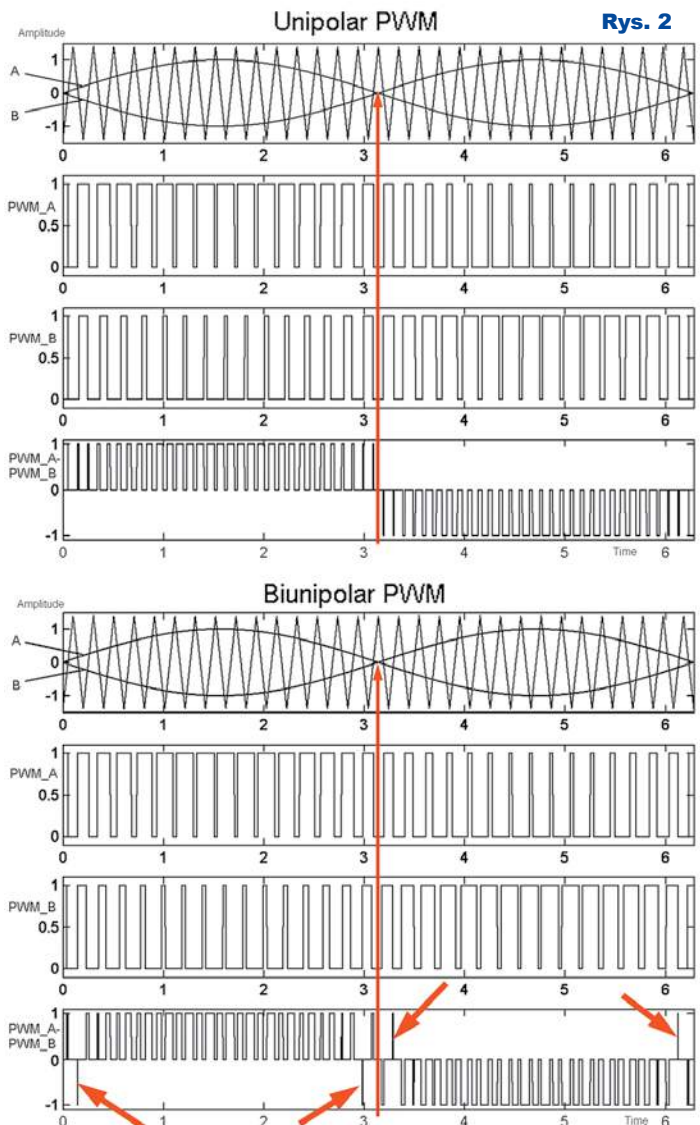
Przed laty, na początku ery wzmacniaczy impulsowych uznawano, że muszą mieć one większe zniekształcenia niż wzmacniacze liniowe, a podstawową zaletą była wieszka sprawność energetyczna. Postęp spowodował, że dziś dostępne są impulsowe wzmacniacze mocy klasy D o znikomym zniekształceniu, porównywalnym z dobrymi wzmacniaczami liniowymi klasy AB. Zniekształcenia nieliniowe rzędu 0,01% to standard w wielu wzmacniaczach klasy D. Warto tu mieć świadomość skali. 0,01% to jedna dziesięciotysięczna (0,0001). Jedna dziesięciotysięczna napięcia zasilającego 20V to 2 miliwołty. Choć kwestia zniekształceń nieliniowych jest bardziej złożona, niech ten przykład pokaże, że już drobne czynniki, choćby pokazane na rysunku 1, utrudniają eliminację zniekształceń.

Najlepiej jest przy klasycznej modulacji AD, gdzie wypełnienie impulsów zmienia się płynnie, a skrajne wypełnienie bliskie 0% i 100% występuje w szczytach sygnału. Łatwo domyślić się, że przy takiej płynnej regulacji część błędów się kompensuje, znosi, zwłaszcza we wzmacniaczach mostkowych z dwoma jednakowymi torami.

Gorzej jest przy ekonomiczniejszej modulacji BD, ponieważ tam przy braku sygnału audio teoretycznie między torami wyjściowymi nie powinno być żadnych impulsów. W rzeczywistości pojawiają się tam króciutkie impulsy, na przykład pod wpływem wszechobecnych szumów. Problem dotyczy nie tylko i nie

tylko przerw, gdy w nagraniu audio występują fragmenty cisy. Problem króciutkich, nie do końca kontrolowanych impulsów występuje też podczas odtwarzania nagrania, za każdym razem, gdy amplituda sygnału audio z ujemnej wartości zmienia się na dodatnią (i na odwrót). Można powiedzieć, że w przypadku modulacji BD przy każdym przejściu sygnału audio przez zero powstają zniekształcenia skrośne (*crossover distortion*). Ma to znaczenie we wzmacniaczach klasy D o najwyższych parametrach. Aby przy modulacji BD zredukować takie zniekształcenia skrośne, stosuje się różne metody. Jedną z nich jest niewielkie opóźnienie ciągu impulsów prostokątnych. Rysunek 2 pokazuje porównanie klasycznej modulacji unipolarnej (BD) z modyfikacją biunipolarną, gdzie wskutek opóźnienia impulsów prostokątnych pojawiają się dodatkowe impulsy przy przejściu sygnału audio przez zero, co zmniejsza zniekształcenia skrośne. Było to też wstępnie zasygnalizowane w odcinku

Rys. 2



12 na rysunku 2, który pochodzi z katalogu nowoczesnej kostki TAS 5558. Nie jest to kompletny wzmacniacz klasy D, tylko ośmiokanałowy procesor dźwięku, który wytwarza impulsy PWM do sterowania wyjściowymi mostkami mocy. Te impulsy PWM mogą być modulowane według schematów AD, BD, a także tajemniczego schematu nazwanego *Ternary modulation*.

(Qua)Ternary modulation

Ternary modulation to modulacja potrójna. Natomiast *Quaternary modulation* – to modulacja poczwórna.

Jak już wcześniej wykazaliśmy, modulacja BD jest w pewnym sensie modulacją potrójną, ponieważ na wyjściu wzmacniacza uzyskujemy trzy stany.

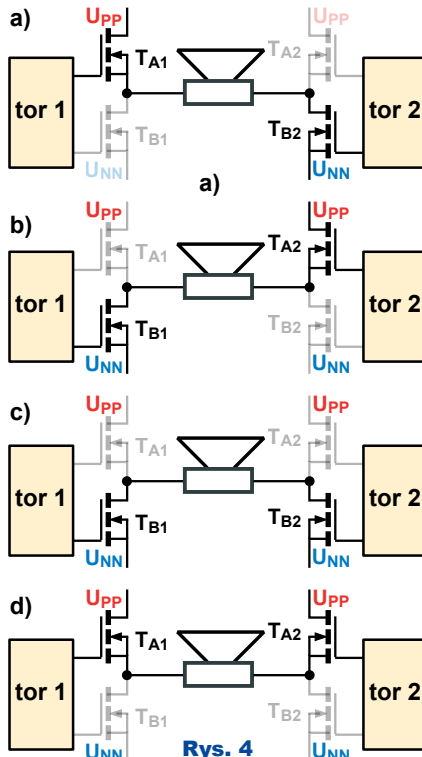
W literaturze określenie *ternary modulation* może mieć różne znaczenia i między innymi określać właśnie modulację BD, ale także różne jej odmiany i to ewidentnie jest mylące. W części źródeł oznacza sposób modulacji w dwutorowym, mostkowym wzmacniaczu BTL inny niż w klasycznej modulacji BD.

Sprawa jest jasna tylko w przypadku modulacji AD, a dziś dominują schematy modulacji inne niż AD.

Dlatego przypomnijmy jeszcze raz na **rysunku 3** budowę wzmacniacza mostkowego. Mamy dwa jednakowe tory i cztery wyjściowe tranzystory mocy. Na rysunku 3 pokazane są komplementarne MOSFET-y z kanałem N i kanałem P, ale w większości wzmacniaczy większej mocy wszystkie cztery tranzystory są MOSFET-ami N. To akurat teraz jest zupełnie nieistotne.

Najważniejszy jest teraz powszechnie znany fakt, że we wzmacniaczu klasy D tranzystory mocy nie pracują liniowo. Są albo w pełni otwarte, albo w pełni zatknięte (pomijamy krótkie chwile przełączania). No tak, tylko na rysunku 3 mamy cztery tranzystory mocy. Mogą być włączane i wyłączane w różny sposób. Ilustruje to **rysunek 4**.

Opis klasy D zaczęliśmy od wzmacniacza pojedynczego (Single Ended),



Rys. 4

a gdy przeszliśmy do wzmacniaczy mostkowych, na zasadzie analogii z mostkowymi wzmacniaczami za naturalne i oczywiste uznaliśmy, że tranzystory przewodzą prąd niejako „na krzyż”.

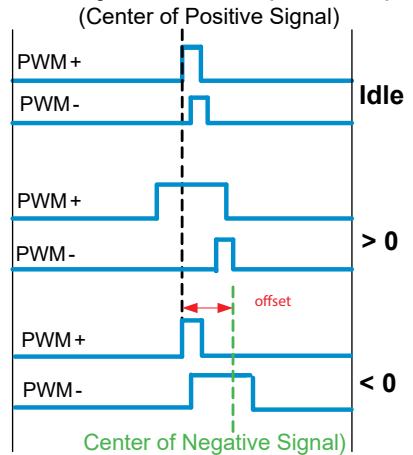
I tak właśnie pracują przy modulacji AD, czyli wtedy wykorzystywane są tylko stany z rysunków 4a i 4b.

W przypadku modulacji BD i pokrewnych w pewnych chwilach występują też sytuacje z rysunków 4c i 4d. Wspomniemy także o jeszcze jednej.

Otóż można też sobie wyobrazić sytuację, że przy trójstanowej modulacji BD oprócz stanów z rysunków 4a, 4b, trzeci, neutralny, zerowy stan, mógłby polegać na... zatknięciu wszystkich tranzystorów.

Teoretycznie tak, w praktyce nie jest to możliwe z uwagi choćby tylko na to, że głośnik nie jest czystą rezystancją, lecz po części jest indukcyjnością. Do tego dochodzi wyjściowy filtr LC. Jak wiadomo „cewki nie lubią nagłych zmian prądu” i reagują wytwarzaniem napięcia samoindukcji – przepięć, by podtrzymać przepływ prądu w dotychczasowym kierunku. Zatknięcie wszystkich tranzystorów spowodowałoby pewne trudności. Co prawda takie działanie wykorzystuje się w przetwornicach rezonansowych, ale można po-

Ternary Modulation (TAS5558)



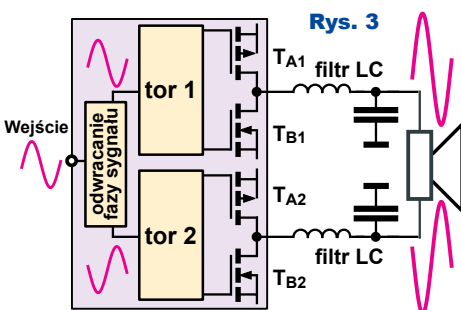
Rys. 5

wiedzieć, że we wzmacniaczach klasy D nie wyłącza się wszystkich tranzystorów mostka i „stan zerowy” realizowany jest albo według rysunku 4c, albo 4d. Jeżeli podczas pracy wykorzystane zostaną wszystkie cztery stany z rysunku 4, to możemy mówić o modulacji poczwórnej (*quaternary modulation*). Gdy wykorzystane zostaną stany z rysunków 4a i 4b oraz tylko jeden z pozostałych dwóch, to możemy mówić o modulacji potrójnej (*ternary modulation*).

Takie odmiany modulacji można realizować na wiele sposobów. Niektóre są proste do zrozumienia, inne mniej. Na przykład w materiałach TI trudno doszukać się opisu *ternary modulation*, a jedynie jej wyjaśnienie to **rysunek 5** pochodzący z karty katalogowej TAS5558.

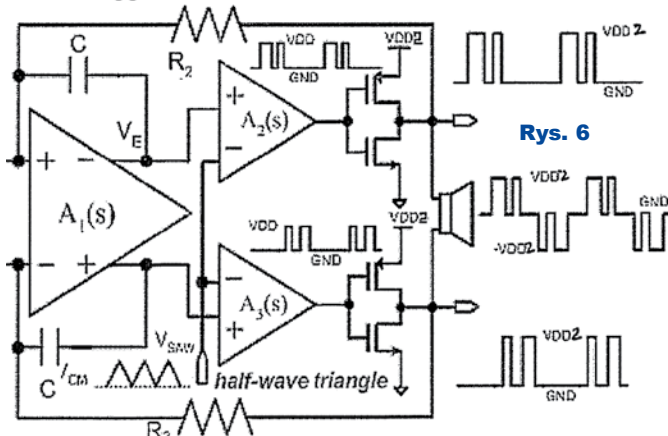
Nieco informacji o różnych sposobach modulacji impulsów we wzmacniaczach mocy klasy D można znaleźć w opisach patentowych. I tak **rysunek 6** pochodzi z amerykańskiego patentu US20080030267A1 udzielonego tajwańskiej firmie Elite.

Ciąg dalszy na stronie 36



Rys. 3

Patent Application Publication US 2008/0030267 A1



Rys. 6

Inteligentny dom także dla Ciebie, czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie Część 3 – Smart home – trochę historii

Każdy, kto zainteresowany jest tematyką *Smart home*, koniecznie powinien choć trochę poznać historię inteligentnych domów.

Trochę historii

Warto, a wręcz trzeba wiedzieć, że pierwsze udane rozwiązania z zakresu realizacji inteligentnego domu pojawiły się... w połowie lat 70. XX wieku, gdy nie było Internetu i jeszcze nie było na świecie większości Czytelników EdW. Otóż w roku 1975 niewielka szkocka firma *PICO Electronics* wprowadziła system X10 (podobno jako kolejną, dziesiątą, nareszcie udaną próbę). Pochodząca z Wikipedii **fotografia 1** (Atlant CC BY 2.5) pokazuje przykłady takich urządzeń. System X10 pozwalał z jednego miejsca w domu zdalnie sterować różnymi urządzeniami. Dostępnych było 256 adresów, nastawianych obrotowymi 16-pozycyjnymi przełącznikami. Proste cyfrowe informacje przekazywane były przez przewody domowej sieci energetycznej w postaci paczek niewielkich impulsów o częstotliwości 120kHz. Niedługo później standard został ulepszony i m.in. wprowadzono też możliwość komunikacji dwukierunkowej. System X10 zdobył dość dużą popularność i do dziś można spotkać oferty sprzedaży takich urządzeń. Wystarczy wpisać w wyszukiwarkę coś w rodzaju: *X10 automation price*.

Nie był i nie jest to jednak prawdziwy system inteligentnego domu, a jedynie sprytny system zdalnego sterowania niektórymi prostszymi urządzeniami domowymi przez sieć energetyczną.

Już na początku lat 80., najpierw w Japonii, potem w USA i Europie, próbowano stworzyć bardziej kompletne, całościowe systemy inteligentnego (jak na owe czasy) domu. Trzeba jednak

pamiętać, że wtedy najnowocześniejszymi urządzeniami domowymi były telewizory. Była telewizja naziemna, kablowa i pomału rozwijała się telewizja satelitarna. Wykorzystywano magnetowidy taśmowe (VHS) i zaczęto stosować kamery wideo w systemach nadzoru i ochrony. Kluczowe znaczenie komunikacyjne miały wtedy zwykłe, klasyczne telefony (telefonacja komórkowa pomału zaczęła się rozwijać dopiero na początku lat 90.). Dlatego systemy proponowane i opracowywane w latach 80. koncentrowały się na integracji telefonii, telewizji i sterowaniu urządzeniami domowymi. Nic dziwnego, że jeden z pierwszych systemów tego typu, w roli medium transmisyjnego w obrębie domu wykorzystywał koncentryki, czyli antenowe kable współosiowe. Wtedy kable te były bardzo popularne w systemach antenowych (nic dziwnego też, że kabel koncentryczny wykorzystano w pierwszych sieciach Ethernet). W górnym zakresie przenoszonego pasma tym samym kablem przesyłane miałyby być sygnały wideo, a niżej rozmowy telefoniczne i sygnały sterujące urządzeniami domowymi.

Nie były to już eksperymentalne propozycje opracowane przez hobbyistów czy niezależnych naukowców. Działanie współczesnego świata opiera się na chęci zysku. Zarówno system X10, jak i wiele innych powstało w firmach amerykańskich, europejskich i japońskich, które chciały na tym zarabiać. Oczy-

wicie systemy były wzajemnie niekompatybilne, większość praw/patentów pozostawała własnością firm, które je opracowały, wprowadziły i próbowały z tego czerpać zyski. Ta różnorodność nie sprzyjała rozwojowi, a wręcz była przyczyną upadku zajmujących się tym firm z powodu zbyt wielu systemów z jednej strony, a z drugiej z powodu zbyt małego zapotrzebowania ze strony ówczesnego rynku.

Różnice między poszczególnymi systemami polegały i na kwestiach sprzętowych, i programowych. W grę wchodziła transmisja sygnałów sterujących i innych danych, głównie w rozmaitych liniach przewodowych oraz za pomocą fal radiowych, ale także w klasycznej przewodowej sieci telefonicznej. Proponowano najróżniejsze rozwiązania i patentowano je.

Różnice sprzętowe i związane z tym ograniczenia patentowe to jedno. Druga kwestia to pytanie, jakie informacje i jak miały być przesyłane w systemie. Oczy-



wiecie szybko okazało się, że mają to być tylko dane cyfrowe, ale pozostawała kwestia, co mają zawierać i jak mają być uporządkowane bity i bajty cyfrowych komunikatów przesyłanych pomiędzy różnymi urządzeniami systemu.

W Ameryce dłużej trwała „wolna amerykanka” w zakresie systemów automatyki domowej. Ale gdzie indziej, przede wszystkim w Japonii i Europie, dostrzeżono sens i potrzebę ujednoczenia, w tym przyjęcia wspólnych standardów, najlepiej otwartych, czyli niebędących czyjąś własnością, niewymagających kupna licencji.

W każdy razie z czasem podjęto próby wprowadzania standardów automatyki domowej, tworzonych przez grupy firm, a także przez niezależne międzynarodowe instytucje normujące. Jednak ani w latach 80., ani przez następne dwadzieścia lat nie powstał jednolity system/standard automatyki domowej, który zostałby zaakceptowany przez większość wiodących światowych producentów. Niemniej efektem takiego myślenia było powołanie w roku 1990 stowarzyszenia firm producentów: European Installation Bus Association (EIBA), którego celem było stworzenie tego rodzaju otwartego standardu. Powstał on i obecnie znany jest jako KNX, wcześniej jako EIB. Podstawową specyfikację systemu opublikowano w roku 2002, niedługo później KNX stał się normą europejską (EN 50090), potem światową (ISO/IEC 14543-3). Pierwotnie przewidywano transmisje potrzebnych danych cyfrowych przewodowo za pomocą skrętki (TP – *twisted pair*) oraz po liniach sieci energetycznej (PL – *power line*). Potem dodano możliwość transmisji radiowej (KNX-RF 868,3MHz) oraz przez sieci internetowe (EIBnet/IP lub KNXnet/IP).

Urządzenia systemu KNX zaczęło wytwarzać wielu producentów (kilkaset firm), jednak system KNX nie zdominował rynku, zwłaszcza rynku inteligentnych domów jednorodzinnych, i nie uporządkował sytuacji. Między innymi dlatego, że urządzenia KNX były i są bardzo drogie, natomiast inni producenci oferowali rozwiązania niekompatybilne, ale zdecydowanie tańsze. Tańsze i często pod różnymi względami gorsze. Niekiedy nie gorsze, tylko inne i nowocześniejsze, ale w każdym razie zupełnie niekompatybilne ze standardem KNX. Mogło się wydawać, że w dziedzinie automaty-

ki domowej wytworzy się niemożliwa do ogarnięcia i uporządkowania istna wieża Babel, gdzie poszczególni producenci i grupy producentów będą oferować niekompatybilne ze sobą pozycje. I być może by tak było, ale rozwiązanie, przynajmniej częściowe, nieoczekiwanie przyszło z innego kierunku. Wynikło z niebywałego rozwoju w dziedzinie komputerów i Internetu. Już dość dawno temu dostrzeżono możliwość wykorzystania sieci internetowej w systemach automatyki, także automatyki domowej. Ma to związek ze skrótem IoT.

IoT – Internet of Things

IoT to skrót Internet of Things, co jest tłumaczone jako *Internet Rzeczy*.

Idea jest genialnie prosta: każde urządzenie IoT, w naszym przypadku element inteligentnego domu, ma przydzielony własny internetowy adres IP. Jest połączone z Internetem w dowolny sposób. Ale jeżeli już jest połączone, czyli jeżeli jest elementem ogólnosiwiatowego Internetu, to można się z nim skontaktować z dowolnego punktu ziemskiego globu.

Ogromna zaletą tej idei jest wykorzystanie standardów internetowych. Dla urządzeń inteligentnego domu (automatyki domowej) nie trzeba opracowywać nowych sposobów komunikacji – wystarczy wykorzystać to, co jest: co jest powszechne i tanie. W praktyce głównie sieci przewodowe (Ethernet) oraz coraz powszechniejsze bezprzewodowe (Wi-Fi).

Idea IoT jest rzeczywiście niesamowicie wręcz atrakcyjna, ale w praktyce obraz wcale nie jest taki jasny, jak mogłoby się wydawać. Główne problemy są dwa.

Jeden to **bezpieczeństwo**. Jeżeli urządzenia inteligentnego domu będą częścią ogólnosiwiatowego Internetu, czyli będzie się można z nimi kontaktować z dowolnego miejsca na świecie, wtedy pojawia się ryzyko, że ktoś o nieczystych zamiarach albo choćby tylko dla żartu, przejmie pełną kontrolę nad naszym inteligentnym domem.

Drugi poważny problem związany jest z internetowymi adresami IP.

Rozwój sieci komputerowych

Na samym początku ery informatycznej komputery łączono w sieć (czyli po angielski *net*) tylko w systemach

wojskowych oraz na wyższych uczelniach, w instytutach badawczych oraz w dużych firmach. Rozwój sieci komputerowych i sposobów niezawodnej transmisji danych między nimi najpierw nastąpił w związku z potrzebami wojska. Jeśli chodzi o zastosowania cywilne, to pierwsze sieci komputerowe powstały w placówkach badawczych i edukacyjnych, i stopniowo łączono ze sobą coraz więcej komputerów niewojskowych. Szybko powstała i zaczęła się gwałtownie rozrastać nazywana Internetem ogólnosiwiatowa sieć obejmująca wiele mniejszych, lokalnych sieci.

Dla celów tego artykułu istotne jest, że według podstawowych, pierwotnych założeń, w tej ogólnosiwiatowej sieci każdy komputer miał mieć swój własny unikalny adres, ściślej tak zwany numer IP (aj-pi), który jest liczbą z zakresu od 0 do nieco ponad 4 mld. Ściślej biorąc, nie musiał to być klasyczny komputer, tylko najogólniej mówiąc, tak zwany *host*, który miał własny adres – numer IP i po tym numerze można go było w tej ogólnosiwiatowej sieci odnaleźć i wymienić z nim informacje. Szczegóły nie są istotne, ważne, że *Internet to globalna sieć, pozwalająca na przesyłanie informacji cyfrowych między urządzeniami – hostami, z których każdy ma własny, unikalny adres – numer IP*.

Z czasem komputery pojawiły się i upowszechniły w domach prywatnych. Stopniowo te domowe komputery zaczęto w różny sposób podłączać do Internetu, czyli do nieprawdopodobnie wielkiej międzynarodowej sieci komputerowej.

Później, na naszych oczach potrzeby zdecydowanie wzrosły: okazało się, że nie tylko jeden komputer w domu, ale i inne komputery stacjonarne, laptopy, tablety, smartfony, też powinny mieć połączenie z Internetem.

W naszych domach zaczęły się pojawiać *sieci komputerowe*. Dokładniej mówiąc, lokalne sieci komputerowe, czyli LAN (*Local Area Network*).

Z początku były to lokalne sieci przewodowe, wykorzystujące opracowany do celów profesjonalnych system/standard Ethernet, gdzie informacje przynosi „kabel komputerowy”, a konkretnie w obecnych wersjach popularna czteroparowa skrętka (UTP). Stopniowo zyskiwały też popularność bezprzewodowe sieci komputerowe, często nazywane Wireless LAN, w skrócie WLAN.

Dziś w domowych sieciach zamiast przewodowego Ethernetu powszechnie wykorzystuje się łącza bezprzewodowe, działające według internetowego systemu/standardu zwanego Wi-Fi (co w Polsce czytane jest albo jako *wifi*, albo rzadziej *łajfaj*), gdzie cyfrowe informacje przekazywane są przez odpowiednio modulowane fale radiowe. W związku z głównym tematem artykułu ważne jest to, że dziś prawie w każdym domu mamy szereg urządzeń podłączonych do Internetu: komputery stacjonarne, laptopy, smartfony i tablety. Mniej niż cztery miliardy dostępnych adresów IP absolutnie nie pozwala, by każde takie urządzenie otrzymało indywidualny adres „ogólnoswiatowy”, tak zwany *publiczny adres IP*.

IP to skrót od Internet Protocol. Obecnie powszechnie wykorzystywana jest czwarta wersja tego protokołu (IPv4) i właśnie ona przewiduje tylko nieco ponad 4 miliardy adresów hostów w Internecie, ponieważ adres jest liczbą dwójkową 32-bitową. Już dość dawno temu zaproponowano

szóstą wersję protokołu (IPv6), gdzie przewidziano adres w postaci liczby dwójkowej 128-bitowej, co daje miliardy miliardów miliardów adresów ($3,4 \cdot 10^{38}$) i skutecznie usuwa problem ich braku.

I tu wracamy do głównego wątku: wielu osobom idea IoT w naturalny sposób kojarzy się właśnie z adresowaniem IPv6. Przy wykorzystaniu IPv6 każde urządzenie inteligentnego domu bez problemu mogłoby mieć indywidualny, niepowtarzalny w całym Internecie adres IP.

Mogłoby, ale po pierwsze jak na razie protokół IPv6 praktycznie nie jest wykorzystywany. Dominuje IPv4 i tak będzie w najbliższej przyszłości.

Nawet gdyby był wykorzystany, trzeba byłoby rozwiązać liczne kwestie, w tym dotyczące bezpieczeństwa.

Jak na razie zdani jesteśmy na IPv4, co pod różnymi względami komplikuje sytuację. W poprzednim odcinku w ogromnym uproszczeniu podane były niektóre przejawy takich komplikacji.

Sieci komputerowe w dużym stopniu, choć nie do końca uporządkowały, a już na pewno zmieniły sytuację w zakresie automatyki domowej i realizacji inteligentnego domu. Jedno jest pewne: urządzenia współczesnego inteligentnego domu tworzą sieć komputerową.

Dobra wiadomość jest taka, że otwiera to nieprawdopodobnie szerokie możliwości oraz porządkuje problemy sprzętowe, a w dużej części także programowe. Niezbyt dobra wiadomość jest taka, że aby to wykorzystywać, trzeba mieć niemałą wiedzę o sieciach komputerowych i protokołach internetowych. Trzeba być bardziej informatykiem, a mniej elektronikiem w klasycznym, dotychczasowym znaczeniu tego określenia. Ważnie dlatego w EdW od dłuższego czasu dużo miejsca poświęcamy protokołom internetowym. Będziemy o tym też pisać w następnych odcinkach tego cyklu.

Piotr Górecki

Ciąg dalszy ze strony 33

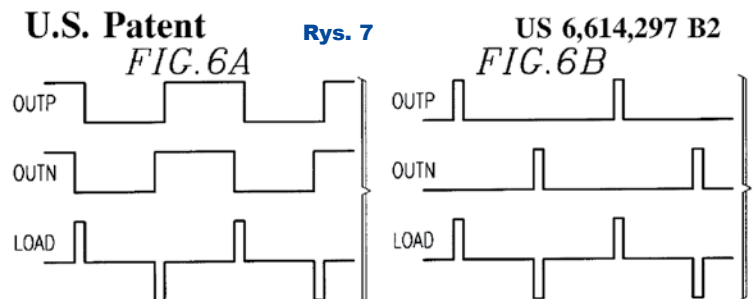
Z kolei **rysunek 7** pochodzi z opisu patentowego Texas Instruments US6614297B2, gdzie widzimy dwa różne sposoby uzyskania na głośniku takich samych impulsów. Szczegóły nie są jasne. W grę wchodzi nie tylko pomysł, czyli aspekt techniczny, ale też, a raczej przede wszystkim, właśnie kwestie patentowe, które decydują o pozycji na rynku.

Koniecznym jest też podkreślić, że w ostatnich odcinkach dość dokładnie omówiliśmy odmiany „półanalogowej” modulacji PWM. Nie zajmowaliśmy się modulacją PDM i modulatorami sigma-delta, gdzie też we wzmacniaczach mostkowych można wykorzystać rozmaite sposoby modulacji, w tym także trzy- lub czterostanowej. Jak już wiemy, wzmacniacze klasy D z modulatorami sigma-delta ($\Sigma\Delta$) produkuje Analog Devices. Informacje o ewentualnych zaawansowanych odmianach modulacji są skąpe. W kartach katalogowych można znaleźć przykład przebiegów we wzmacniaczu mostkowym, na przykład SSM2375, co jest pokazane na **rysunku 8**.

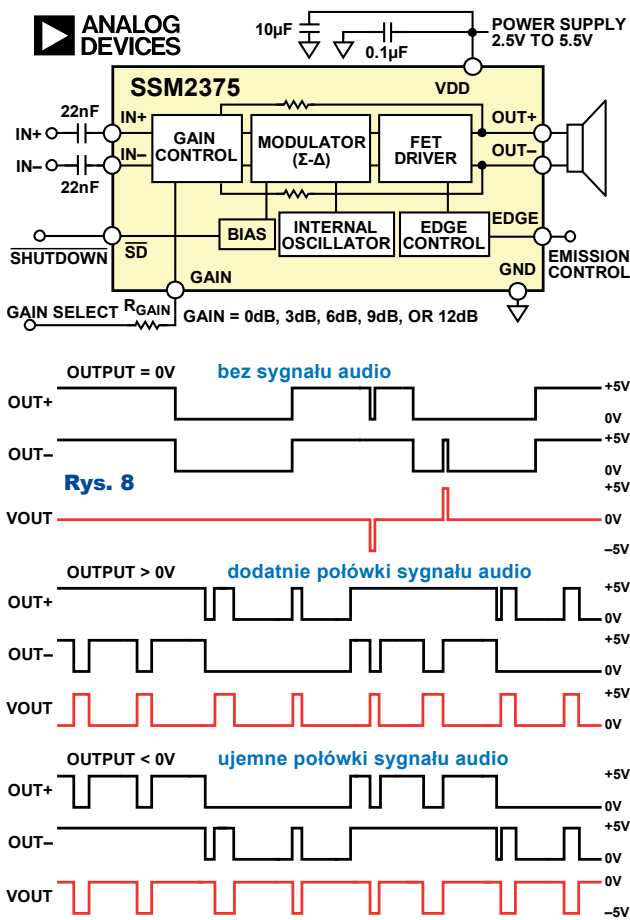
Najbardziej zainteresowani mogą dodatkowych informacji poszukać samodzielnie, wpisując w wyszukiwarkę określenia takie jak *ternary quaternary modulation „class D”*.

A w następnym odcinku zajmiemy się ważnym problemem zakłóceń i filtrów.

Piotr Górecki



Rys. 7



Rys. 8

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących – część 8

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

W ostatnim odcinku omawialiśmy problem napięcia niezrównoważenia. Wiemy, że wynika ono z niedoskonałej symetrii tranzystorów pracujących w obwodach wejściowych. Sam fakt, że podczas pracy napięcie stałe między wejściami nie jest dokładnie równe zeru, mógłby być nieznaczącą ciekawostką. Niestety, problem polega na tym, że napięcie niezrównoważenia jest wzmacniane, podobnie jak użyteczne stałe napięcia wejściowe. W efekcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego spoczynkowe napięcie stałe jest przesunięte o wartość napięcia niezrównoważenia pomnożoną przez wartość wzmocnienia stałoprądowego.

Istnieje szereg sposobów korekcji napięcia niezrównoważenia – w poprzednim odcinku przedstawione były stosowne schematy. W pojedynczych wzmacniaczach operacyjnych przewidziane są dwie końcówki do dołączenia potencjometru, który pozwala nie tyle skorygować, ale nawet usunąć napięcie niezrównoważenia.

Niestety, żaden z takich sposobów nie rozwiązuje do końca problemu napięcia niezrównoważenia.

Dryft napięcia niezrównoważenia

Kłopot w tym, że *napięcie niezrównoważenia nie jest ściśle ustalone, niezmienne, tylko zależy od temperatury, a ponadto zmienia się nieco z upływem czasu. Po pierwsze, nawet jeżeli w jakiejś temperaturze je skorygujemy, to zmiana temperatury spowoduje pojawienie się napięcia niezrównoważenia o jakiejś biegunowości.* Po drugie, nawet gdy wzmacniacz pozostanie w jednakowej temperaturze, z upływem czasu napięcie niezrównoważenia będzie się w jakimś niewielkim stopniu zmieniać.

Jeżeli chodzi o wpływ temperatury, poszczególne wzmacniacze operacyjne bardzo różnią się wartością cieplnego współczynnika napięcia niezrównoważenia, często oznaczany TCV_{OS} , czasami dV_{OS}/dt , wyrażony w mikrowoltach na stopień Celsjusza ($\mu V/^\circ C$). Najmniejsze wartości w najlepszych wzmacniaczach operacyjnych są rzędu $0,002\mu V/^\circ C$. Niestety, wiele popularnych i tanich wzmacniaczy operacyjnych wykazuje dryft termiczny nawet tysiące razy większy, typowo $7...10\mu V/^\circ C$, maksymalnie do kilkudziesięciu $\mu V/^\circ C$.

Typowa wartość TCV_{OS} równa $10\mu V/^\circ C$ to w zasadzie niewiele, ale oznacza, że przy zmianie temperatury o 20 stopni napięcie niezrównoważenia wzmacniacza zmieni się o $200\mu V = 0,2mV$. Co ważne, *nawet jeśli wcześniej wzmacniacz został skorygowany „do zera”, po zmianie temperatury o te 20 stopni pojawi się napięcie niezrównoważenia $0,2mV$* , które zostanie wzmocnione tak samo, jak stały sygnał użyteczny. Dlatego jeżeli wzmocnienie stałoprądowe jest małe, kłopotu praktycznie nie ma. W praktyce *problem dryftu cieplnego napięcia niezrównoważenia dotyczy precyzyjnych wzmacniaczy pomiarowych o dużym wzmocnieniu stałoprądowym.* Jest to poważny kłopot przy wzmacnianiu bardzo małych napięć stałych, na przykład z termopar, sensorów PT100 czy innych precyzyjnych czujników.

W takich zastosowaniach kluczowym parametrem wzmacniacza będzie nie tyle samo napięcie niezrównoważenia (V_{OS}), które można tak czy inaczej skorygować, tylko właśnie jego dryft termiczny (TCV_{OS}). Warto dodać, że nawet niektóre wzmacniacze, dawniej uznawane za precyzyjne,

mają stosunkowo duży współczynnik TCV_{OS} . Przykładowo kostki TL071/TL072 są uznawane za ulepszone wersje zwykłych TL081/TL082, ale mają tak samo zły, bardzo duży współczynnik cieplny, typowo $10\mu V/^\circ C$.

Ale to jeszcze nie wszystko. Napięcie niezrównoważenia V_{OS} (U_O) może w jakimś stopniu zmieniać się i zmienia się z upływem czasu (starzenie). Starzenie generalnie nie jest duże, ma charakter logarytmiczny, to znaczy jest szybsze na początku pracy wzmacniacza i coraz wolniejsze z upływem czasu. W katalogach popularnych wzmacniaczy informacji na ten temat nie ma. Tylko w katalogach precyzyjnych wzmacniaczy operacyjnych można znaleźć informacje o starzeniu (*aging, ageing*), które zwykle jest oznaczane *Long Term V_{OS} Stability* i wyrażane albo w mikrowoltach na miesiąc ($\mu V/Mo$, $\mu V/Month$), albo w mikrowoltach na rok ($\mu V/yr$), albo w mikrowoltach na 100 godzin ($\mu V/kh$).

Dla popularnego dawniej precyzyjnego wzmacniacza OP07 katalog Analog Devices podaje $V_{OS}/Time$ typowo $0,3\mu V/Month$, maksymalnie $1,5\mu V/Month$. Ogólnie biorąc, starzenie trzeba uwzględniać tylko w najbardziej precyzyjnych zastosowaniach.

Trzeba też wspomnieć, że napięcie niezrównoważenia może zmieniać się, i to szybko, z powodu specyficznego rodzaju szumów, nazywanych $1/f$, których amplituda maleje ze wzrostem częstotliwości. Informacje na ten temat zawarte są w katalogach, w postaci wykresów gęstości szumów.

Problem napięcia niezrównoważenia i jego dryftu jest naprawdę bardzo poważny, i to w na pozór prostych zastosowaniach. W następnym odcinku rozważymy prosty przykład.

Piotr Górecki

Silniki prądu stałego część 13

W poprzednim odcinku z dużą radością odkryliśmy, że dwa odpowiednio sterowane MOSFET-y pozwalają zrealizować i płynne napędzanie, i hamowanie odzyskowe silnika. Tworzy się bowiem układ przetwornicy synchronicznej, mogącej przekazywać energię w dwóch kierunkach. Nadal nie mamy jednak pełnej jasności odnośnie do hamowania.

Aby lepiej zrozumieć zagadnienie, musimy powrócić do właściwości silnika, i to nie tylko elektrycznych.

Hamowanie?

Jak na razie, nie sprecyzowaliśmy tak ważnego pojęcia jak „hamowanie”.

Słowo to przede wszystkim kojarzy się ze zmniejszaniem prędkości i zatrzymaniem. Jednak przykład zjazdu z góry pokazał, że **hamowanie nie musi wiązać się ze zmniejszaniem prędkości**. Podczas zjazdu ze stromej góry hamowanie jest niezbędne, żeby utrzymać niezmienną prędkość, a przy słabszym hamowaniu pojazd może nawet lekko przyspieszać. Tak, przyspieszać pomimo hamowania. Dlatego hamowania nie powinniśmy utożsamiać ze zmniejszaniem prędkości, a raczej z powstrzymywaniem, utrudnianiem, przeciwstawianiem, z działaniem przeciwnym, odwrotnym.

Na łamach EdW staram się przekazać trudne zagadnienia jak najbardziej przystępnie, co wiąże się z nietypowym podejściem oraz skutkuje różnymi uproszczeniami. Zbytne uproszczenia są pułapką. Dlatego musimy poruszyć też trudniejsze aspekty zagadnienia.

Podręczniki akademickie proponują studentom zgłębiającym tematykę silników elektrycznych zupełnie inne podejście, dużo trudniejsze niż w naszym kursie. W dokładniejszych rozważaniach praktycznie nie mówi się o hamowaniu, tylko o momencie obrotowym. Przy omawianiu silników elektrycznych powszechnie spotyka się też rysunki czterech ćwiartek układu współrzędnych, gdzie i poszczególne ćwiart-

ki, i osie są rozmaicie oznaczone. Przykłady na **rysunku 1**.

Ich podstawowy sens jest dość prosty: silnik (wirnik silnika) może pozostawać w spoczynku albo obracać się w jednym z dwóch kierunków, umownie w kierunku dodatnim i ujemnym (obroty prawe/lewe). I pokazuje to jedna z osi oznaczona **Speed** – prędkość, wyrażana albo w obrotach na minutę (rpm – revolutions per minute), albo jako prędkość kątowna ω .

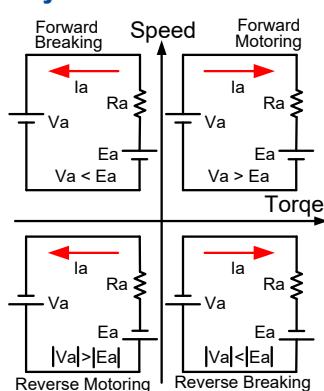
Gorzej z drugą osią wykresu, gdzie mamy **moment siły (torque)**. Praktyk może się załamać, jeżeli sprawdzi hasło *Moment siły* w polskiej Wikipedii. Zrozumienie zagadnienia utrudniają błędy językowe w opisach (przykłady z lewej strony rysunku 1) oraz błędy merytoryczne, a także różne niekonsekwencje. Przykładem może być wykres z **rysunku 2** analogiczny jak na rysunku 1, tylko z odwrotnie oznaczonymi osiami. Można to też przedstawić obrazowo na czteroćwiartkowym wykresie, jak pokazuje **rysunek 3**.

Nie dajmy się załamać: najprościej biorąc, **torque (moment siły)** to po prostu siła, ale nie w ruchu liniowym, tylko w ruchu obrotowym.

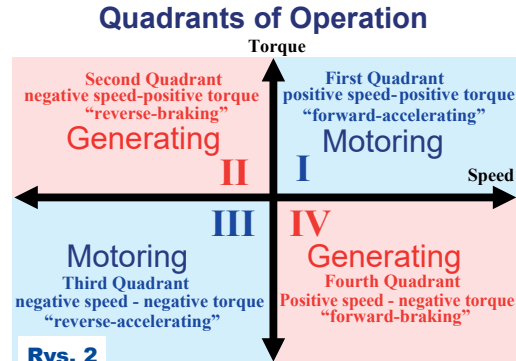
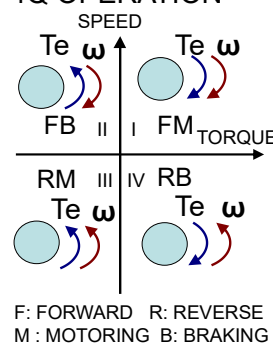
Zamiana osi prędkości i momentu wprowadza pewne zamieszanie, trzeba uważać na oznaczenia, ale w sumie numeracja ćwiartek (*quadrants*) nie jest istotna, bo liczy się sens wykresów i pokazanych zależności – związek między siłą i prędkością obrotową.

Nie bójmy się też związków z napięciem i prądem. W literaturze znajdziesz wiele podobnych wykresów, gdzie poszczególne osie są osiami napięcia i prądu. Przypomnijmy: w silniku PMDC **prędkość obrotowa jest nierozzerwalnie związana z napięciem elektrycznym**, bo w su-

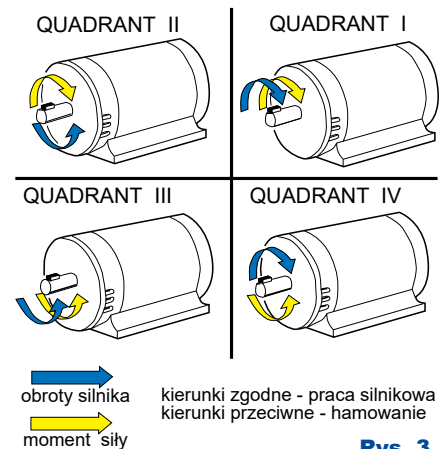
Rys. 1



4Q OPERATION



Rys. 2



Rys. 3

mie chodzi o napięcie wytwarzane przez „prądnicę”. Z grubsza biorąc, pionowa oś obrotów jest więc też osią napięcia na zaciskach silnika.

Obroty i napięcie zasadniczo nie mają nic wspólnego z prądem. W idealnym przypadku, gdyby nie było tarcia, można byloby jednorazowo rozkręcić silnik (wirnik silnika) do jakiejś prędkości obrotowej, odłączyć go od źródła zasilania, a potem on kręciłby się wiecznie. Na zaciskach silnika występowałoby wytwarzane przez prądnicę napięcie proporcjonalne do prędkości obrotowej, a żaden prąd by oczywiście nie płynął.

Prąd silnika ma nierozzerwalny związek z siłą (momentem). Nawet nie zaglądając do żadnych wzorów, czujemy intuicyjnie, że czym większy prąd, tym większa siła. Oczywiście i jasne jest to przy pracy w roli silnika: czym większy prąd pobiera silnik z akumulatora, tym większa jest, powiedzmy „siła napędzająca”. Silnik pobiera więcej energii elektrycznej i zamienia ją na energię mechaniczną. Mniej intuicyjne jest to przy pracy w roli

prądnicy, gdy energia mechaniczna zamieniana jest na elektryczną.

Ale zasada pozostaje ta sama: czym większy prąd, tym większa jest siła. Tylko jest to niejako *siła odwrotna* i możemy ją nazwać *siłą hamującą*. I tak oto wróciliśmy do hamowania. Hamowanie to nie tyle *zmniejszanie prędkości*, tylko występowanie *siły hamującej*. Jak najbardziej zgadza się to z doświadczeniem, o ile ktoś ma już jakieś doświadczenia z prądnicami. Mianowicie jeżeli silnik-prądnica jest niepodłączona, to bardzo łatwo wprawić wirnik w ruch. Gdy jednak do prądnicy dołączymy obciążenie (np. rezystor), to wprawienie w ruch wirnika wymaga większej siły. Zależność jest prosta: czym większy prąd będzie płynął z prądnicy do obciążenia, tym więcej siły wymaga kręcenie wirnikiem.

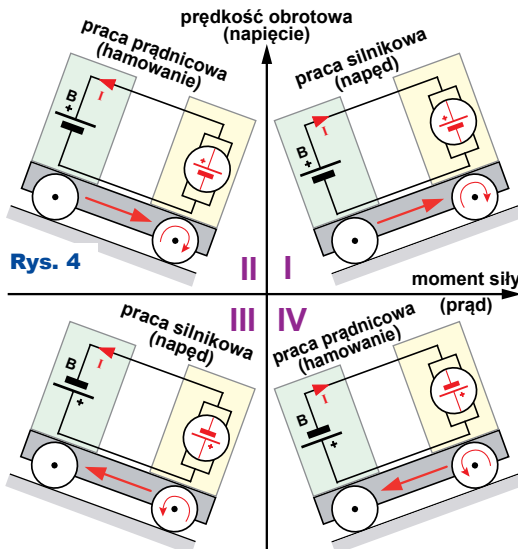
I tu widzimy, jaki jest sens *ujemnego momentu siły*, czyli *siły hamującej*: odczuwamy ją jako opór, który stawia wirnik prądnicy, gdy chcemy go rozkręcić. Niewątpliwie mamy tu jakieś przeciwstawianie się, pewnego rodzaju przeciwieństwo, odwrotność. Ta „siła hamująca” to moment siły w jakimś sensie przeciwny, odwrotny niż kierunek obrotów. Natomiast przy klasycznej pracy silnika w roli napędu moment siły będzie zgodny z kierunkiem obrotów.

Jeżeli do silnika dołączymy źródło napięcia, powiedzmy dodatniego, to będzie się on obracał w kierunku, powiedzmy dodatnim. Wytworzy on moment siły, powiedzmy dodatni, zgodny z kierunkiem obrotów. Silnik będzie pracował w I ćwiartce naszego wykresu. Dokładnie tak samo będzie, gdy do silnika dołączymy źródło napięcia ujemnego – kierunek obrotów i moment siły będą niejako zgodne. To praca w III ćwiartce wykresu.

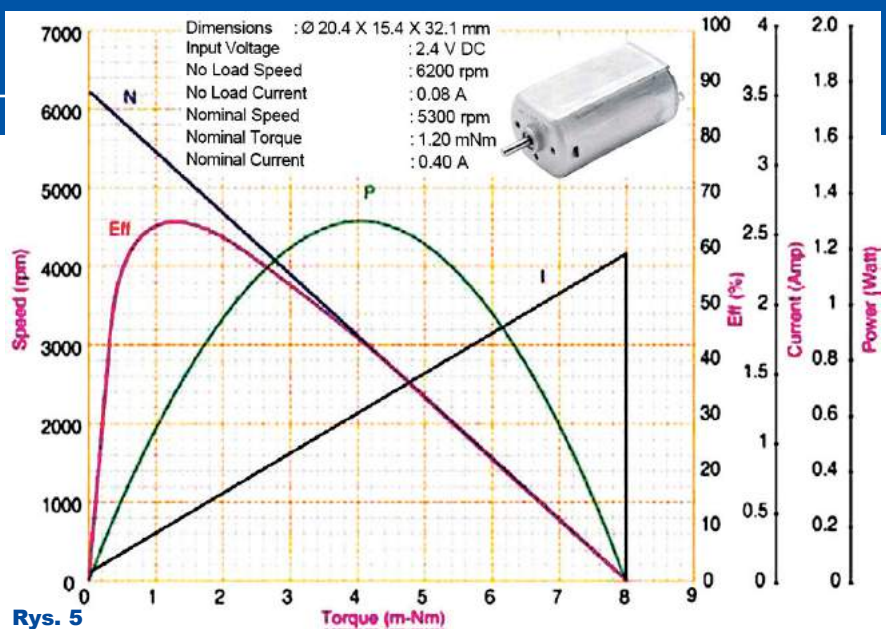
Dwie pozostałe ćwiartki dotyczą pracy w roli prądnicy. Moment siły jest niejako przeciwny do kierunku obrotów i mówimy o pracy w II i IV ćwiartce układu. W takich przypadkach mówimy o hamowaniu, ale nie jako o zmniejszaniu prędkości, tylko o niezgodności momentu siły i kierunku obrotów.

Można to też zobrazować jak na **rysunku 4**.

W katalogach znajdziemy ściśle z tym związane informacje, ale tylko dotyczące pracy silnikowej, czyli dotyczące pierwszej i trzeciej ćwiartki takiego poczwórnego wykresu. Charakterystyk „prądnicowych”, czyli dotyczących dru-



Rys. 4



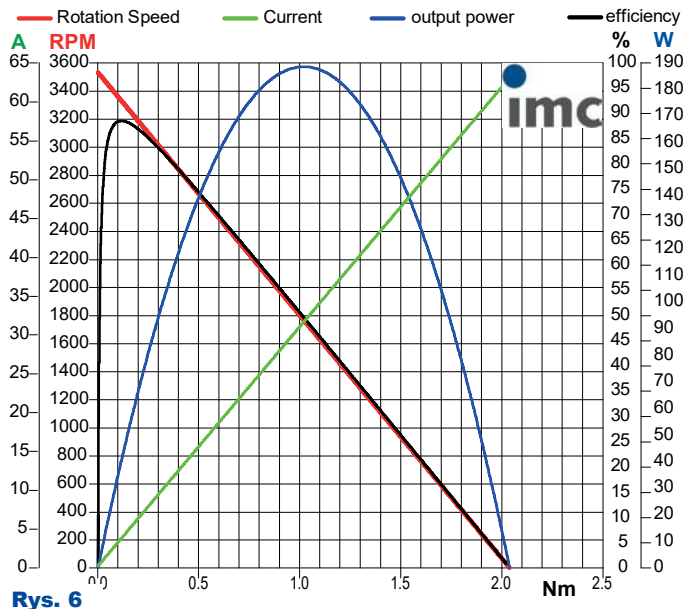
Rys. 5

giej i czwartej ćwiartki, w katalogach silników nie znajdziesz.

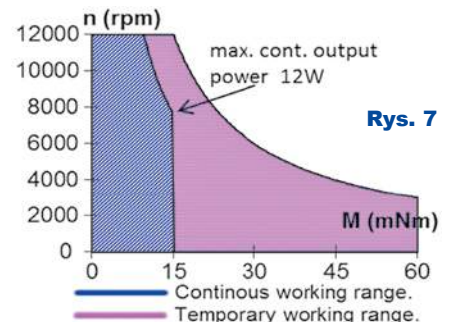
Rysunek 5 pokazuje kilka wykresów, gdzie oś pozioma to oś momentu siły. Główna oś pionowa to oś prędkości, więc jest to pierwsza ćwiartka wykresów z poprzednich rysunków. Z prawej strony mamy dodatkowe osie i charakterystyki malutkiego około 1-watowego silniczka o napięciu zasilania 2,4V.

Inny przykład z materiałów IMC, dotyczący dużo większego silnika, pokazany jest na **rysunku 6**.

Kolejny przykład dotyczący rodziny 12-watowych silników 22N78 Athlonix masz na **rysunku 7**. Tu mamy osie momentu i prędkości, a kolorami zaznaczone są dopuszczalne zakresy pracy ciągłej i przerywanej (z uwagi na przegrzanie).



Rys. 6



Rys. 7

W ten sposób przynajmniej trochę uściśliliśmy (a przynajmniej mam taką nadzieję) kwestię hamowania oraz przybliżyliśmy parametry silnika. Absolutnie nie wyczerpuje to jednak zagadnienia. W praktyce często interesuje nas hamowanie w potocznym sensie, czyli wymuszone zmniejszenie obrotów silnika nawet do zera. Żeby w pełni zrozumieć, co się wtedy dzieje, trzeba jeszcze raz powrócić do modelu silnika PMDC. Zrobimy to w następnym odcinku.

Piotr Górecki

Szkoła Konstruktorów



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

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

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

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

Bardzo proszę: dla ułatwienia segregacji niech tytuł Twojego e-maila (i nazwa każdego ewentualnego załącznika), oprócz *nazwy konkursu* oraz *numeru zadania*, zawiera też *Twoje nazwisko* (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko306Kowalski*, *Policz306Zielinski*, *NieGra306Malinowski*, *Jak09Krzyzanowski*. Chodzi o to, żeby w tytule e-maila i w nazwach wszystkich załączników była zarówno informacja o zadaniu, jak i o Autorze. Bardzo też proszę, żeby jeden Twój e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co znacznie mi ułatwi segregowanie poczty.

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

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

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

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

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

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

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

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



Zadanie główne 306

Jako podstawę wrześnieowego zadania naszej Szkoły Konstruktorów wybrałem list, nadesłany dość dawno, mianowicie ponad rok temu przez bardzo młodego Czytelnika EdW:

*Witam. Mam na imię Gracjan, mieszkam w Krakowie i jestem początkującym elektronikiem. Czytając gazetę, wpadł mi do głowy pomysł, by zaproponować zadanie. Temat zadania brzmi: **Zaproponuj inne zastosowanie diody LED.** Moją propozycją jest ciekawe, inne zastosowanie diody LED. Przeważnie diody LED wykorzystujemy do oświetlenia całego domu, ale też miejsca pracy. Przede wszystkim chodzi mi o to, że w szufladach i schowkach mam różne diody LED i nie wiem, jak mógłbym je wykorzystać, żeby się nie zmarnowały. (...) projekt może być zasilany z baterii, ale też może być to prosty układ bezprzewodowy wykorzystujący drogę radiową. Jestem ciekaw, czy mając niewielką kwotę, można zrobić coś fajnego? (...)*

Dodam jeszcze, że dopiero chodzę do szkoły podstawowej i nie wszystko jest dla mnie zrozumiałe, ale mimo to robię dużo fajnych lampek i prototypów urządzeń, dlatego właśnie ciekawi mnie inne zastosowanie diod LED.

Pozdrawiam serdecznie

Ja, jak to zwykle bywa, rozszerzam zakres zaproponowany przez młodziutkiego Autora listu.

Oto temat zadania 306:

Zaproponuj interesujące, najlepiej nietypowe zastosowanie diod LED.

Rozwiązaniem zadania rzeczywiście może być zagospodarowanie zalegających w szufladach pojedynczych diod LED. Wielu z nas ma spore zapasy takich diod. Często są to dziesiątki i setki sztuk. Zmienia się oblicze elektroniki i zgodnie z opinią Gracjana, jest duża szansa, że takie diody zmarzną się – pozostaną niewykorzystane.

Warto temu zapobiec? Zachęcam do przemyślenia, jak można byłoby je zagospodarować?

Może nie chodzi o te ledy najstarsze, które mają bardzo małą skuteczność w porównaniu z współczesnymi wersjami. Skuteczność najnowszych diod może wynosić nawet 100lm/W, więc jasno będą one świecić już przy prądach dużo mniejszych od 1 miliampera. Natomiast stare diody porównywalną ilość światła wytworzą dopiero przy prądzie rzędu 10mA. Ten szczegół warto wziąć pod uwagę

Ale zadanie główne 306 nie ogranicza się tylko do wykorzystania pojedynczych diod, które już mamy w swoich zapasach.

Uwaga!

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

Rozwiązaniami zadania 306 mogą być propozycje wykorzystania dowolnych diod LED, czy to pojedynczych, białych, kolorowych, czy też ich zestawów, w tym diod RGB.

Byle były to propozycje interesujące. Oczywiście najlepiej byłoby, gdyby chodziło o propozycje nietypowe.

Wystarczy, że propozycja jest interesująca dla pomysłodawcy – upodobania są różne i zapewne innym się też spodoba. Jak zwykle, czekam i na propozycje praktyczne, jak też teoretyczne – za dobry pomysł można otrzymać punkty, upominki i kupony do sklepu AVT. Zachęcam do udziału w zadaniu!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

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

www.sklep.avt.pl

Koszty przesyłki pokrywa AVT.

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

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

Zachęcam do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

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

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

opublikował swoją realizację projektu lub artykułu związanego z platformą Arduino.

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

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

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

Rozwiązanie zadania głównego 301

Temat kwietniowego zadania 301 brzmiał: **Zaproponuj, jak wdrażać dzieci i wnuki w arkana techniki, w szczególności elektroniki, logiki oraz programowania.**

Temat zadania oparty był na liście **Andrzeja Kamińskiego**, który po ogłoszeniu zadania napisał między innymi: (...) *dziękuję, że mój list spowodował reakcję (...) chciałbym jeszcze dodać, że z nauką elektroniki można sobie poradzić najłatwiej (...) głównie dzięki Waszemu czasopismu (...) [oraz ofercie] sklepu internetowego AVT, gdzie po chwili poszukiwań można znaleźć bardzo liczne pozycje dla początkujących. Są i książki, i różne zestawy, zarówno do lutowania, jak i bez lutowania - z płytką stykową (...)* Dla mnie najtrudniejsze są nauka podstaw logiki, a przede wszystkim nauka programowania, czego sam nie znam (...) *Myślałem o jakiejś tablicy z przelącznikami i lampkami do nauki podstaw logiki (...) wadą jest to, że byłaby to konstrukcja stałą, jednorazowa, bez możliwości zmian (...) dużo roboty mechanicznej (...) ja w bloku nie mam warsztatu. (...) [zaletą] byłoby tylko to, że najpierw byłaby obsługa przelączników, a z czasem dziecko zainteresowałoby się: jak to jest zrobione, czyli drugą stroną tablicy (...)* Może jakaś taka plansza jest dostępna (ja nie znalazłem) albo mogłaby ukazać się jako kit AVT, czy to w wersji gotowej, czy do złożenia (...) *poddaję pod rozważenie - chętnie bym kupił (...)*

Największy mój problem to nauka programowania (...) musiałbym uczyć się razem z wnuczką/wnuczkiem. Arduino wygląda bardzo ciekawie, ale ja nie chcę kopiować programów od kogoś, tylko rozumieć wszystko co robię (...) Szukałem w Internecie kursów, ale wszystko jest bardzo trudne i nie wiadomo co wybrać i od czego zacząć (...) *wiem, że Elektronika dla Wszystkich nie jest dla programistów, ale może zamieścilibyście najprostszy kurs programowania? (...) albo jakieś wskazówki - od czego zacząć? (...)*

Rzeczywiście, dużym problemem jest to, od czego zacząć naukę programowania. Wcześniej, przed rozpoczęciem kodowania, należałoby podjąć próby nauczania dziecka myślenia

algorytmicznego i opanowania sztuki rozkładania złożonych zadań na prostsze składniki i działania elementarne. Ja jako dziadek od dawna próbowałem zasygnalizować to przez zabawę: gdy nosiłem wnuczkę „na barana” to ona na podobieństwo programu komputerowego miała decydować o klejnych posunięciach: czy mam wykonać krok prosto, czy skręcić w prawo lub w lewo. Przy okazji była to próba bardzo trudnego nie tylko dla dziecka zmierzania się z abstrakcyjnymi pojęciami „prawo, lewo”.

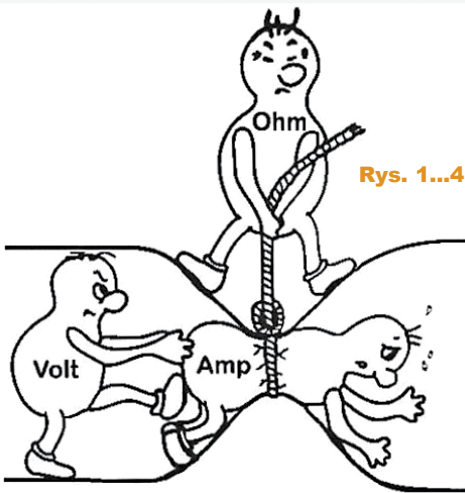
Być może rozsądnym krokiem byłoby skorzystanie z czasopisma **Programista Junior** (<https://programistajr.pl>).

Z przedstawionymi rozważaniami pewien związek ma propozycja z następnego rozwiązania. Otóż znany od lat Czytelnikom EdW **Jacek Konieczny** z Poznania napisał: (...) *Początkowo zamierzałem zrealizować inny pomysł, a mianowicie zrealizować sprzętową namiastkę (sprzętową „implementację”) tzw. „macierzy wypląt”, znanej w teorii gier. Chodzi o teorię gier w postaci tzw. „normalnej”, czyli w ujęciu macierzowym. Wartości poszczególnych „wypląt” (zysków i strat) miałyby być regulowane potencjometrami umieszczonymi zarówno wzdłuż wierszy, jak i wzdłuż kolumn tablicy połączeń, będącej implementacją macierzy wypląt. Realizacją kryterium „minimalnego” miała być realizowana poprzez zaświecenie się diody LED na skrzyżowaniu odpowiedniego wiersza z odpowiednią kolumną tej sprzętowej macierzy wypląt. Niestety nie potrafiłem dopracować się elektrycznej (elektronicznej) realizacji tego pomysłu. Dlatego przesyłam inny pomysł - pomysł sprzętowej (elektronicznej) ilustracji pewnego ważnego elementu „logicznego” języka programowania, czyli języka Prolog. Chodzi o element zwany klauzulą, a dokładniej – „klauzulą Horna” (https://pl.wikipedia.org/wiki/Klauzula_Horna) Pozdrawiam*

Do e-maila dołączony był plik .doc, który w całości dostępny jest w Elportalu w materiałach dodatkowych do tego numeru. A oto jego fragmenty: *Propozycja sprzętowej implementacji systemu klauzul języka Prolog*

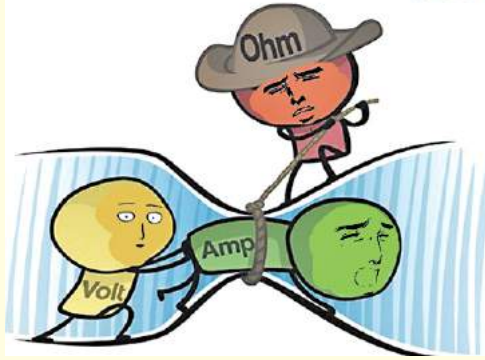
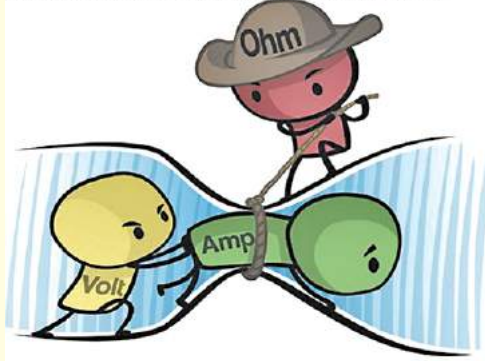
(...) Kilkadziesiąt lat temu popularną zabawką dla dzieci był tzw. „mózg elektronowy”, który służył do uczenia poprawnych skojarzeń (...) stanowił on ilustrację koniunkcji logicznej (iloczynu w algebrze Boole (...)) kiedy oba jej składniki są prawdziwe. (...) poprawne skojarzenie odpowiada z pytaniem było sygnalizowane zaświeceniem się żarówki, bo wówczas obwód był zamknięty (...) [moja] propozycja odnosi się nie tyle do dzieci, ale do (...) studentów, którym przyszło uczyć się języka (...) Prolog (...) nauka była dość trudna, ponieważ Prolog był zupełnie niepodobny do innych, typowych języków programowania (...) znajomość innych języków programowania bardzo przeszkadza (...) należy zapomnieć o pętłach czy tablicach; w Prologu myśli się zupełnie inaczej. Być może ułatwieniem tej nauki może być „sprzętowa implementacja” najbardziej charakterystycznego elementu tego języka, jakim są tzw. klauzule. (...) Jaki to wszystko ma związek z elektroniką?

(...) Istnieje pewna analogia do wspomnianego wcześniej mózgu elektronowego; moja definicja języka Prolog jest taka, że jest to język do „inteligentnego kojarzenia danych” (...) Podczas nauki języka Prolog klauzule kojarzyły mi się nie tyle z rachunkiem predykatów, ale raczej z... elektroniką, a konkretnie – z baterią wyłączników – izostatów zależnych (...) powinny to być izostaty szczególnego rodzaju – takie, w których wciśnięcie prawie wszystkich klawiszy poza jednym powoduje „wypchnięcie” tego klawisza pozostałego. Tak mniej więcej działają klauzule Prologu (...) według schematu logicznego zwanego modus ponendo tollens (...) Elektroniczną namiastkę pojedynczej klauzuli może stanowić [rezystor ograniczający oraz] rząd diod LED połączonych szeregowo (...) Każda z tych diod powinna być zbocznikowana wyłącznikiem (...) Jeżeli zewrzymy wyłączniki bocznikujące przy prawie wszystkich diodach LED (...), to ta jedna „niezbocznikowana” zacznie świecić. Odpowiada to „wypchnięciu” wybranego elementu klauzuli w języku Prolog. (...)

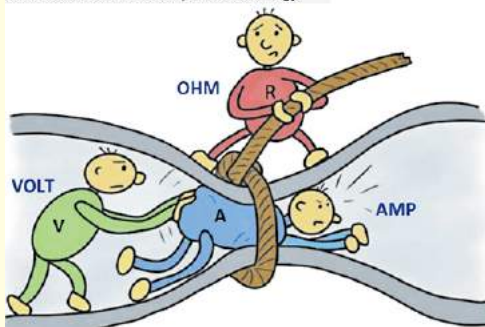


Rys. 1...4

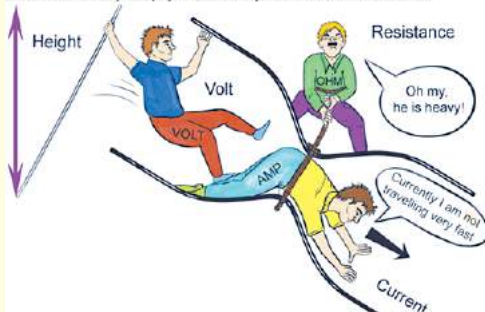
memecenter.com/fun/7212703/ohm-amp-039-s-law-has-a-few-issues



circuitbasics.com/ohms-law-power-and-energy/



mammothmemory.net/physics/electricity/ohms-law/ohms-law.html



Jakub Jakubczyk z Kluczborka zaczął tak: *Dzień dobry, za miesiąc będę mieć 12 lat i chodzę do 6 klasy szkoły podstawowej im. Emilii Plater w Kluczborku, bardzo interesuję się elektroniką. Niedawno uczyłem moją 7-letnią siostrę Julkę prawa oma (bez wzoru, ponieważ nie umie dzielić) w taki sposób:*

– Prąd jest jak chomik w rurze, który ucieka przed kotem, im silniejszy i szybszy kot, tym chomik szybciej ucieka, a na zewnątrz rury stoi pies ściskający rurę. Im mocniej ściska, tym wolniejszy chomik. Kot to napięcie, chomik to prąd, a pies to opór. Wynika z tego, że dzieci trzeba uczyć w taki sposób, jaki one lubią, czyli jeśli lubią zwierzęta, to tłumaczyć trzeba na zwierzętach. Najlepiej też stosować porównanie do wody np. rezystor to żwir na drodze wody, bateria/źródło zasilania to pompa, kondensator to gumowa błona na drodze wody.

Jednostki też tak można przemieniać np. 1 kulomb to 1 wiadro wody, 1 wat to siła, z jaką ta woda działa na rurę, żwir i inne rzeczy, napięcie to ciśnienie, a prąd to szybkość wody. Gdy dziecko jest starsze, to według mnie najlepiej jest kupić płytkę stykową i różne elementy, w taki właśnie sposób ja polubiłem elektronikę. Z programowaniem to chyba najlepiej jest pokazać dziecku stronę internetową Scratch, ponieważ tam się bardzo łatwo programuje. A co do logiki, to można po prostu powiedzieć np. bramka logiczna AND działa w taki sposób: jeśli wszystkie wejścia są „włączone”, to wyjście też jest włączone i pokazać układ dwóch włączników, rezystora, diody i baterii połączonych szeregowo.

Gratulacje należą się nie tylko młodemu Jakubowi i jego podopiecznej, ale też osobie, która wdraża go w arkanę elektroniki!

Uczenie na przykładach/analogiach (chomik w rurze) ma duże zalety. W Internecie można znaleźć rozmaite wersje podobnej analogii. Kilka popularnych przykładów na rysunkach 1...5. Do zrozumienia elementarnych podstaw jest to dobre. Gorzej z analogiami w przypadku trudniejszych aspektów elektroniki. Tu proste analogie mogą zaszkodzić, ponieważ w skrajnym przypadku, gdy ukierunkują proces myślowy



Międzyplanetarny sen

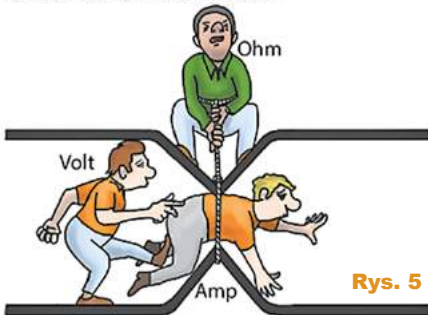
Projekt Mars

NASA pragnie wysłać astronautów na Marsa w pierwszej połowie lat trzydziestych XXI wieku. Również Chiny mają plany załogowej wyprawy na Czerwoną Planetę. W ostatniej dekadzie pojawiło się sporo innych pozarządowych projektów eksploracji, a nawet kolonizacji Marsa. Niestety warunki podróży i pobytu na Marsie są dalekie od przyjaznych. Z drugiej strony, choć ma słabe pole magnetyczne, Mars ma dla nas ogromną siłę przyciągania...

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



teknobos.com/tips-memilih-charger-volt-ampert/



Rys. 5

w niewłaściwą stronę, mogą wręcz zablokować drogę do dalszej nauki i jej aspektów matematycznych, ale to odrębny szeroki temat.

Według moich doświadczeń, najlepsza jest hydrauliczna analogia, która najlepiej pokazuje aspekty związane z prądem – przepływem wody. Nieco gorzej jest z rezystancją i impedancją. A w praktyce największy kłopot jest z napięciem. Hydraulicznym odpowiednikiem napięcia jest ciśnienie, ale dzieci tego nie rozumieją. Znacznie lepszą ilustracją jest wysokość słupa wody, co potem może się przydać do bardziej przejrzystego rysowania schematów ideowych.

Zastanawiam się, czy takiego zupełnie elementarnego kursu elektryczno-hydraulicznego nie należałoby przedstawić w EdW, a może także w innej postaci elektronicznej online, także w postaci filmów. Co o tym sądzicie? Piszcie: edw@elportal.pl

Piotr Graffstein z Warszawy zaczął następująco: **O wdrażaniu dzieci w świat techniki słów kilka**

Przeglądając kwietniowy numer EdW, zainteresowałem się treścią zadania głównego Szkoły Konstruktorów, dotyczącą wdrażania dzieci w arkanę techniki. Przypomniałem sobie, jak sam byłem dzieckiem i mój tata zachęcał mnie do nauki elektroniki. Bawiłem się m.in. minisilnikami DC – uruchamiałem je, ale też rozkładałem je na części, żeby zobaczyć, jak są zbudowane. Ponadto czytałem książki w tematyce elektroniki – jedna z nich nosiła tytuł: „Radio... Ależ to bardzo proste!” autorstwa Eugene Aisberg. Kolejnym krokiem była nauka lutowania. Na urodziny dostałem pierwszy kit – NE009 Gong, firmy Nord Elektronik – prosty układ brzęczyka, bazujący na układzie scalonym M995. Później zlutowałem NE010 Migające diody (....) Następnie przy-

Punktacja Szkoły Konstruktorów



Sławomir Węgrzyn Dziekanowice.....	92	Sebastian Jarmosiewicz Motwica.....	50	Marian Gabrowski Polkowice.....	23
Daniel Turbasa Kraków.....	88	Michał Pędzimaż Stara Słupia.....	48	Jacek Konieczny Poznań.....	22
Lukasz Dachowski Cymbark.....	72	Lukasz Olszok Tarnowskie Góry.....	45	Roman Braumberger Bytom.....	21
Artur Bereit Barcin.....	69	Krzysztof Kawa Lubcza.....	44	Jakub Gajda Kraków.....	20
Aleksander Bernaczek Magnuszowice.....	69	David Placha Rdzawa.....	44	Jacek Rączka Polomia.....	20
Michał Stach Kamionka.....	69	Szymon Czepiel Pisarzowice.....	43	Rafał Orodziński Białystok.....	19
Krzysztof Smoliński Poznań.....	68	Piotr Gajdosz Grybów.....	41	Marian Caruk Luban.....	17
Szymon Trygar Szczecin.....	66	Maciej Zieliński Kraków.....	41	Lukasz Kojro Gdańsk.....	15
Radosław Śmalec Zabrze.....	64	Rafał Rówiak Słaboszów.....	40	Marcin Malich Wodzisław Śl.....	13
Robert Szole Bytom.....	58	Circuit Chaos Warszawa.....	36	Paweł Sablík Pisarzowice.....	13
Paweł Hoffmann Wrocław.....	58	Teodor Woźniak Łódź.....	35	Piotr Wyderski Wrocław.....	13
Andrzej Herbut Siekierzyn.....	52	Tomasz Zaorski Kalinówka.....	34	Michał Zięba Poznań.....	13
Adam Ples Jaworzno.....	51	Lukasz Nowak Warszawa.....	33	Andrzej Nowicki Warszawa.....	13
Adam Sobczyk Warszawa.....	50	Jarosław Węgliński Warszawa.....	28	Piotr Grzegorzcyk Siedlce.....	13

szedł czas na bardziej skomplikowane kity firmy AVT: Odbiornik UKF FM (kit AVT2469) oraz Regulator temperatury (kit AVT1428). Przywołanie wspomnień z dzieciństwa zachęciło mnie do podjęcia tego ciekawego i ważnego zarazem tematu, jakim jest inspirowanie i nauczanie dzieci.

Pierwszy pomysł, jaki przychodzi mi do głowy, to częściowo już wspomniane wykorzystanie dostępnych „rekwizytów” elektronicznych: baterii, małych silników DC, żarówki, kabli i innych, powszechnie dostępnych elementów, które w bezpieczny sposób pozwolą wprowadzić dziecko w świat elektroniki. Tutaj podkreślam słowo „bezpieczny”. Jeśli chodzi np. o zasilanie – to na początek wykorzystywałbym wyłącznie powszechnie stosowane baterie.

Kolejny pomysł, dla trochę większych dzieci, to wykorzystanie **Praktycznego Kursu Elektroniki**, dostępnego w sklepie AVT (link: <https://bit.ly/3wkwoot>), który umożliwia naukę elektroniki bez konieczności lutowania elementów (...)

Zapewni to przystępny i bezpieczny start w nauce budowania obwodów elektronicznych.

Gdy dziecko trochę podrośnie i zaznajomi się z elektroniką do pewnego stopnia, można zachęcić je do nauki lutowania. Tutaj z pomocą przychodzi kity AVT – np. Czterolistna koniczyzna LED AVTEDU623 (link: <https://sklep.avt.pl/avtedu623.html>) lub Lampka LED reagująca na klasknięcie: klaskacz, włącznik dźwiękowy AVT788 (link: <https://sklep.avt.pl/avt788.html>). Są to stosunkowo proste układy, ale głównym celem byłoby nauczenie dziecka nauki lutowania – na bardziej skomplikowane obwody przyjdzie jeszcze czas.

Jak wiadomo, dobrym źródłem wiedzy są książki. Tutaj poleciłbym następujące tytuły: „Przygoda z elektroniką” Pawła Borkowskiego oraz

sklep.avt.pl/drukowane-wydanie-pke-praktyczny-kurs-elektroniki-zestaw-elementow-edw-a09.html

Rys. 6



Publika-cja	Nag-roda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Gracjan		Kraków	-
-	-	-	Andrzej	Kamiński	Gaj	-
-	-	-	Jacek	Konieczny	Poznań	3
-	-	150	Jakub	Jakubczyk	Kluczbork	5
		150	Piotr	Graffstein	Warszawa	5
-	-	150	Tomasz	Zygmunt	Szczecin	5
-	-	-	Sławomir	-	-	-

„Elektronika dla bystrzaków” Gordona McComb i Cathleen Shamieh. Szczególnie wartościową pozycją jest pierwsza z wymienionych przeze mnie książek. Tłumaczy ona podstawy elektroniki w bardzo przystępny sposób. Jest, moim zdaniem, dobrą książką pomagającą zacząć przygodę z elektroniką.

Coś, co z pewnością zainspiruje dzieci do poznawania świata techniki, w tym elektroniki, są wystawy, takie jak te, które można obejrzeć w Centrum Nauki Kopernik (link: <https://www.kopernik.org.pl/>). Jest tam wiele eksponatów, które potrafią pokazać, jak fascynujący jest świat techniki. Ponadto, warto rozważyć wybranie się na pikniki naukowe: Piknik Naukowy Polskiego Radia i Centrum Nauki Kopernik (link: <https://pikniknaukowy.pl/Opikniku24.aspx>) oraz Festiwal Nauki w Jabłoncej (link: <https://bit.ly/3hJj0ko>). Na ostatnim, z wymienionych pikników naukowych można spotkać na stoisku Koło Naukowe Mikrosystemów „Onyks” (link: <https://pl-pl.facebook.com/k.n.onyks>), funkcjonujące na Wydziale Elektroniki i Technik Informatycznych Politechniki Warszawskiej. Prezentuje ono układy, wykonane w ramach pracy w kole oraz prowadzi szkółkę lutowania.

Więszym problemem jest wdrożenie dzieci w świat programowania. Jednym z rozwiązań może być wykorzystanie Lego Mindstorms: Robot Inventor (link: <https://www.lego.com/pl-pl/kids/mindstorms>), który umożliwia programowanie w postaci bloczków, zbudowanych układów – programowanie w postaci bloków komend może być ciekawym wstępem do świata programowania. Wiem, że pan Redaktor Naczelny odradzał naukę mikrokontrolerów we wczesnym etapie rozwoju dziecka, ale myślę, że dla dzieci kończących szkołę podstawową wartościowa byłaby nauka progra-

owania mikrokontrolerów, korzystając z platformy Arduino – jest wiele kursów w np. Forobot (link: <https://forobot.pl/blog//kurs-arduino-podstawy-programowania-spis-tresci-kursu-id5290>). Kursy tego typu mają przystępne opisy poszczególnych zagadnień, bogate ilustracje, a także fora internetowe zreszając pasjonatów mikrokontrolerów. Można także skorzystać z darmowego symulatora TinkerCAD (link: <https://www.tinkercad.com/>). Umożliwia on programowanie układów bez obaw o uszkodzenie podzespołów i, jak już wspomniałem, bez konieczności wydawania pieniędzy – sam symulator jest darmowy, a podzespołów oczywiście kupować nie musimy.

Podsumowując: (...) Na pewno należy uwzględnić wiek dziecka – niektóre z przedstawionych przeze mnie pomysłów są odpowiednie przede wszystkim dla większych dzieci i, oczywiście, ich bezpieczeństwo w trakcie nauki elektroniki. Część z zaprezentowanych pomysłów może zainspirować przyszłego konstruktora do zdobywania wiedzy i poszukiwania rozwiązań danego problemu. Na zakończenie dodam jeszcze, że najważniejsze jest, żeby dziecko zainspirować, pokazać mu, jak ciekawy jest świat techniki. Dziecko, które zainspirujemy, z ciekawym uczeniem się dziedzin technicznych, może w przyszłości zacząć samo odkrywać wiedzę, tym chętniej, im bardziej zostanie przez nas zachęcane. Na pewno wielu ojców i dziadków skorzysta z tych praktycznych sugestii!

Tomasz Zygmunt ze Szczecina zwrócił

się do pomysłodawcy tego zadania: Droga Redakcjo, Szanowny Panie Andrzeju! Jestem od Pana o pokolenie młodszy i sam od pewnego czasu borykam się z podobnym zagadnieniem – jak wprowadzić własne dzieci w arkana techniki, elektroniki i programowania (...) Wychodząc z podobnych do Pańskich założeń, stopniowo wprowadzam starszą córkę (16) w tajniki wspomnianych powyżej zagadnień, młodszy syn (8 lat) stopniowo przejmuję zabawki od córki.

Ale od początku: podstawy techniki opanowywaliśmy w wieku 3–4 lat, poczynając od klocków Lego, zabawki magnetyczne, następnie (Mały/Młody) Konstruktor – zabawka składająca się z wielu rozmaitych metalowych formatek z rzędami otworów, śrubkami, nakrętkami, osie, kółka. I Gravitrax – nowy nabytek dla syna (choć bawimy się świetnie wszyscy) – to zabawka, gdzie buduje się tory, równie pochyłe, spirale, itp. dla metalowych kulek – zestaw startowy ok. 160–200zł, rozszerzenia 40–100zł.

W podstawy elektrotechniki (i elektroniki) w wieku około 6 lat zaczęliśmy wkraczać z zabawką „Sekrety Elektroniki”, seria zestawów gdzie elementy (żarówka, wyłącznik, silnik, dioda LED, koszyk na baterie, szyny zasilające, głośnik, modulator, radio, wzmacniacz) umieszczone są na plastikowych podstawkach, a zaciski łączeniowe są w postaci zatrzasków takich jak w ubraniach, co jest przyjazne dzieciom, a zapewniając pewne połączenie, unika się zniechęcenia z powodu części pierwszych porażek.

R E K L A M A

ELMAX 1988
Certyfikat Underwriters Laboratories
SHV-0 E400148 TYPE 1

Zakład produkcyjny:
05-260 Mądrki ul. Dąb 1
tel. 22 781 63 95 22 761 95 80
fax. 22 781 63 95 w 23
www.elmax.waw.pl
elmax@elmax.waw.pl

OBWODY DRUKOWANE
Produkcja, Projektowanie, Montaż

Płytki jednostronne	Serie dowolne	Dokumentacja technologiczna	Montaż elektroniki
Płytki dwustronne	Prototypy	Dokumentacja konstrukcyjna	Ilości modelowe produkcyjne
Płytki na podłożu aluminium	Maksymalny wymiar płytek 1w 630 mm	Płyty czołowe FR4	Krótkie terminy
Aktywny kalkulator prototypów na stronie internetowej	Pokrycie Sn lub SnPb inne na życzenie	Trawione szablony SMD	Wykonania super expresowe
	Maski, opisy montażowe w różnych kolorach		



Cena najprostszego zestawu ok. 30 zł, najdroższego i najbardziej rozbudowanego ponad 150 zł. Zestawy można łączyć.

Podstawy programowania proponuję zacząć od zabawy ze Scratchem – to język programowania, gdzie kolejne polecenia łączy się jak pionowe puzzle. Można zainstalować na telefonie czy tablecie; jest kilka witryn internetowych do programowania on-line, jest też dostępny w repozytoriach systemów linux-owych oraz Rasbiana na Raspberry-Pi. Mimo prostoty możliwości ograniczone niemalże tylko wyobraźnią użytkownika.

Dalsze przygody z elektroniką sugerowałbym zacząć od nauki lutowania – jest wiele prostych, lecz efektywnych (migających, itp.) kitów AVT i nie tylko – tutaj jednak ważna uwaga – jeśli ma to być przyjemne dla dzieci, konieczny jest odpowiedni warsztat – przyzwoita stacja lutownicza 100–120 zł, dobra kalafonia i cienka cyna z topnikiem to podstawa do nauki lutowania. Szkło powiększające ze statywem/podstawą, odsysacz do cyny lub taśma do rozlutowywania i wentylator odciągający opary również wskazane. Córka jako 15-latką pierwsze luty ćwiczyła na płytkach uniwersalnych, podstawkach od scalaków i goldpinach. 3 miesiące później w nowej szkole uczyła kolegów, jak lutować... ;-) Kilka miesięcy później ma zlutowane i uruchomione kilka kitów AVT (zegar, termometr), a pierwsze „migadelka” uszczęśliwiają syna... Jeśli ktoś nie potrafi lutować, sugeruję poszukanie na Youtube odpowiednich filmików. Jest wiele w języku polskim i do tych bym się ograniczył. Sugeruję właśnie je wykorzystać – jakoś dzieci lepiej słuchają obcych niż rodziny...

Kolejne etapy programowania opanowywaliśmy za pomocą Raspberry Pi i języka Python. Mimo iż cenowo kusząca jest wersja PI zero, na początek sugeruję wersję 3 lub 4 i to z Wi-Fi i BT – zestaw startowy (komputer Raspberry Pi, obudowa, zasilacz, jeśli nie mamy klawiatura USB i mysz USB, kabel HDMI, karta pamięci micro SD) można poskładać za ok. 300 zł, pełne wersje mają jednak 4 zwykle porty USB, port LAN. Wersja zero ma tylko jeden port micro USB i micro HDMI, jest natomiast fajną alternatywą dla gotowego pro-

jektu, szczególnie gdy ten nie wymaga telewizora i peryferiów USB.

Kolejne etapy programowania: sugeruję C/C++ jako wstęp do dalszego poznawania języków programowania i różnic między nimi (składni) oraz podobieństw. Niezależnie warto poznać i pobawić się z HTML i PHP, tworząc własne strony internetowe – można to robić zarówno w notatniku, jak i w edytorach wspomagających np. KED.

W dziedzinach, w których ktoś nie czuje się na siłach lub nie jest pewien, polecam wspólne z dzieckiem szukanie po Internecie informacji i wspólne studiowanie zagadnienia, dzięki czemu również nauczymy młodego człowieka metod poszukiwania i weryfikowania wiedzy w internecie. Bardzo cenny zestaw przemyśleń i wskazówek! Oto następne.

Sławomir (nazwisko i adres znane redakcji) podszedł do sprawy z innej, też jak najbardziej praktycznej strony:

(...) Na początek **jak nie zachęcać:**

- **Nie** przez fora internetowe.
- **Nie** przez grupy dyskusyjne.
- **Nie** przez Arduino.
- **Nie** przez chińskie KIT-y.

Generalnie Internet to zbiór nierzetelnych informacji. Trzeba być dobrym fachowcem, aby odfiltrować te złe i znaleźć kilka procent użytecznych informacji. Kiedyś tak nie było: Internet był dostępny dla nielicznych, w przeważającej większości fachowców. Teraz Internet jest dostępny praktycznie dla każdego, każdy może napisać największą nawet głupotę. Gdy taka osoba staje się popularna, to zaczynają się rodzić mity. [Według mnie] szacunkowo, mniej niż 10% informacji z Internetu jest rzetelnych. Co do Arduino, problemem jest Internet. Ogrom bibliotek z wieloma błędami, co Pan Górecki wykazał w kursach na łamach EdW.

Takie nierzetelne informacje mogą i pewnie zniechęcać do elektroniki.

Jak więc zachęcić?

Polecam książki i czasopisma. Tam błędy zdarzają się rzadko.

Polecam zestawy (KIT-y) do samodzielnego montażu. W tej chwili, to chyba tylko z AVT lub produkcji AVT, sprzedawane przez dystrybutorów. Jakkolwiek znalazłem wiele ciekawych zestawów oferowanych przez różnych producentów, to niestety

brak do nich dokumentacji, a co gorsza WSPARCIA w razie problemów.

Pozdrawiam (...)

Autor tych wskazówek, Sławomir, jest zaawansowanym elektronikiem i wielokrotnie już pisał do redakcji. Często zwraca uwagę na zawarte na licznych stronach internetowych i forach rozmaite błędy i nieprecyzyjne, a wręcz wprowadzające w błąd wskazówki. Naprawdę trzeba na to zwracać uwagę, ponieważ większość publikacji internetowych z praktycznie wszystkich dziedzin to informacje kopiowane z innych stron, które absolutnie nie są sprawdzane pod względem merytorycznym, a tym bardziej pod względem ich praktycznej użyteczności. Rzeczywiście, przytłaczającą większość informacji z Internetu ma wartość ładnie opakowanych śmieci i niełatwo na tym składowisku odpadów znaleźć materiały naprawę wartościowe.

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

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 306, a także w drugiej i trzeciej klasie naszej Szkoły Konstruktorów! Zachęcam uczestników, żeby praktyczne rozwiązania zadań Szkoły przygotowywali według Szablonu ze strony <http://elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/>

Piotr Górecki

Ciąg dalszy ze strony 11

(...) nie daje mi spokoju woltomierz i amperomierz w jednym. Jeżeli to „coś” można nazwać przyrządem, to na woltomierzu jest 0.000 i na amperomierzu 0.000. Woltomierz wskazuje prawidłowo. Natomiast jeżeli chodzi o amperomierz, to ponieważ ma zakres 10A, finalnie powinien wyświetlać 9.999A, czyli najmniejsza wartość mierzonego prądu to 0.001A.

Idąc tym tropem, zasymulowałem prąd 1mA i okazuje się, iż amperomierz nie widzi takiego prądu. Natomiast jeżeli zasymuluję prąd wynikający z obciążenia żarówką samochodową, to wyświetlana jest jakaś wartość prądu np. 1.653A. (...) o co w tym chodzi, byłbym bardzo wdzięczny, bo może ja mam jakieś dziwne oczekiwania. Uważam, że skoro producent daje trzecie miejsce po przecinku, to wskazania powinny się zaczynać od 0.001. Nadmieniam, że w szereg z tym amperomierzem połączyłem kontrolnie inny amperomierz i ten [prawidłowo] pokazał prąd 1mA.

Pozdrawiam serdecznie ☺ ☺ ☺
Ryszard

Po części problem był już opisywany w EdW. Rozdzielczość i dokładność przyrządu to dwie odrębne zagadnienia. Jeżeli układ pomiarowy amperomierza zawiera tani wzmacniacz operacyjny o znacznym napięciu niezrównoważenia, często LM358 lub odpowiednik, to właśnie napięcie niezrównoważenia powoduje błędy. Zależnie od biegunowości i wielkości napięcia niezrównoważenia może być tak, że przyrząd w ogóle nie widzi prądów najmniejszych, poniżej pewnej granicy. Ale może też przy zerowym przepływie prądu pokazywać na wyświetlaczu jakąś niezerową wartość prądu.

Do tego dochodzi niedoskonałość (nieliniowość) przetwornika ADC – te zawarte w procesorach są ogólnie kiepskie. Producenci o tym wiedzą i niektórzy w programie procesora stosują sztuczki programowe, żeby przy zerowym prądzie wskazanie na wyświetlaczu było zerowe.

Tak czy inaczej – w większości tanich modułów amperomierzy wskazania przy najmniejszych prądach są błędne. Pisaliśmy o tym niedawno w czteroodcinkowym artykule o takich miernikach panelowych. Pisaliśmy tam też, że dostępne są też wersje dokładniejsze, bez wzmacniacza operacyjnego, a za to zawierające zewnętrzny przetwornik ADC (najlepiej MCP3421). Problem tylko w tym, żeby rozróżnić takie wersje i zakupić model precyzyjny. Właśnie dlatego we wspomnianym artykule były liczne fotografie. Problem błędnych wskazań amperomierzy jest ważny oraz jak widać, aktualny – zostanie też omówiony w jednym z najbliższych odcinków „Drogi do RRIO”.

Dzień dobry.

Tak wspominam „stare dobre czasy”, więc dlaczego by jeszcze nie miały powrócić? Przecież na retro jest teraz moda „gdzie się podziały tamte marzenia, gdzie te maszyny z tamtych lat”, takie jak ZX81 ATARI CA80 :))

Może by wskrzesić w obudowie retro, i powiedzmy z płytą główną Arduino, coś na wzór CA80, ale z wyświetlaczem LCD kilkunastu wierszowym (...) może to być obudowa Atari 65xe, CA80 lub inna, bo przecież każdy lubi coś innego. Z wejściem na 2 joysticki (i tak jak w ATARI 1 gniazdo

joysticka ma 2 wejścia potencjometryczne), cartridge, multi I/O z transoptorami, MIDI, Bluetooth, z wyjściem video i RGB i koniecznie wyjście SVGA (aby można było zwykłym potencjometrem regulować sobie proporcję kolorów i wyczarować kolor „bursztynowy, zielony, czerwony, niebieski”). Można kupić gotowy konwerter z svga do hdmi.

Chodzi mi chociażby o „zrzut może kilku wierszy LCD” lub kilku wyświetlaczy LCD, na wyjście video czy svga (taki „rozszerzony pulpit” :))

<https://sklep.avt.pl/modul-shield-lcd-keypad-kompatybilny-z-arduino.html>

<https://sklep.avt.pl/avt5636.html>

<https://sklep.avt.pl/avt2550.html>

<https://sklep.avt.pl/avtkurs-c.html>

<https://sklep.avt.pl/avt5311.html>

Dodawac można by było „rozszerzenia audio” AVT3049 AVRSYN2 lub podobne 8-bitowe audio, video, I/O, i inne rozszerzenia. Kilka innych linków:

<https://www.youtube.com/watch?v=OHFVzqxGO3k>

https://www.youtube.com/watch?v=SZQz_Tl65MA

<https://bit.ly/3f7fFuG>

<https://engt.co/3iVzKVZ>

<https://bit.ly/3iZX8BR>

<https://bit.ly/3rFoAIV>

<https://bit.ly/3BLSyQ9>

<https://bit.ly/3x46Jg1>

<https://bit.ly/3y9zPvP>

Albo jakaś „inna płyta główna” i budowa modułowa płyty głównej, jak w PC AT. Może też z emulatorami komputerów 8-bitowych. Nie jest chyba problem w dzisiejszych czasach zrobić z plastiku obudowę retro komputera, a każdy zaprogramuje, poskłada, napisze sobie swój ulubiony program lub komputer, „taki superemulator”.

Dla kolekcjonerów, hobbystów, muzyków, automatyków, nauczycieli, uczniów, naukowców, początkujących informatyków, automatyków, samouków, dla starszych i młodzieży, dla kochających retro, i dla świrów takich jak ja.

Pozdrawiam
M.K.

P.S. Przepraszam za błędy ale sam nie wiem, jak zmusiłem się do napisania tego, a już o tym myślę długi czas, pewnie nic z tego nie będzie, ale przynajmniej próbowałem.

Co o tym sądzicie?

Upominki za listy do Poczty otrzymują: **Bogusław Kuleba** i **Piotr Wyderski**.

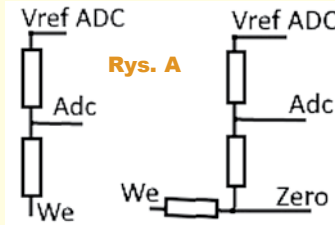


Co tu nie gra? Zadanie 306

Po artykułach o modułowych miernikach napięcia stałego jeden z Czytelników napisał: (...) *Zastanawia mnie, dlaczego nie jest stosowane proste rozwiązanie [według rysunku A]: nie ma problemu z pomiarem napięć bliskich zero, a dodatkowo można mierzyć napięcia ujemne. Można też prosto zrobić autokalibrację zera przez zwarcie wyprowadzenia ZERO do masy. Wystarczy, aby ZERO było podłączone do wyjścia uP typu OpenDrain (...)*

Jak zwykle pytanie brzmi: **Co tu nie gra?**

Możesz napisać, dlaczego Twoim zdaniem w prostych cyfrowych woltomierzach DC z mikroprocesorem (STM) nie jest stosowane rozwiązanie według rysunku A?



Odpowiedź oznacz **NieGra306** i nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Od razu podaj też swój adres pocztowy, żebym nie musiał pytać, gdy przydzielę upominek. Możesz jeszcze przysłać rozwiązania zadania *NieGra* z poprzedniego miesiąca. Uczestnicy konkursu otrzymują upominki, a najaktywniejsi uczestnicy są co rok nagradzani bezpłatnymi prenumeratami EdW lub innego wybranego czasopisma AVT.

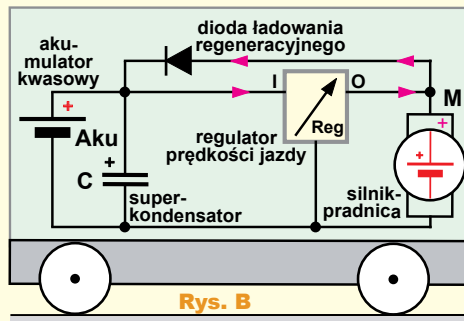
Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 301

Na **rysunku B** pokazany jest, zamieszczony w EdW 4/2021, schemat systemu regeneracyjnego hamowania oraz zasilania o dużej energii (akumulator) i jednocześnie o dużej mocy i prądzie (superkondensator).

Zadanie *NieGra301* było podchwytliwe i trudne. Miało zwrócić uwagę na niedoskonałości zarówno akumulatorów, jak i superkondensatorów. Przypomnijmy więc podstawy.

W poprzednich zadaniach Szkoły dotyczących hamowania regeneracyjnego odzyskowego okazało się, że występują wtedy bardzo duże moce i ogromne prądy. Problem w tym, że żadne z popularnych akumulatorów nie mogą przyjąć aż tak dużych prądów ładowania. Przykładowo w przypadku akumulatorów kwasowych zaleca się ładowanie ich prądem $C/5 \dots C/3$ ($0,2C \dots 0,33C$), natomiast najogólniej biorąc, podczas hamowania regeneracyjnego prąd ładowania musiałby być wielokrotnie większy. Akumulator, który jest chemicznym magazynem energii, po prostu nie może przyjąć tak dużej energii (prądu) w krótkim czasie, czyli moc ładowania jest ograniczona, w praktyce szybkością reakcji chemicznych, które wiążą energię.

Jak pokazuje rysunek B, skutecznym rozwiązaniem wydaje się równoległe dołączenie do akumulatora superkondensatora. Jak wiadomo, kondensatory można ładować szybko, dużymi prądami, a dotyczy to też większości superkondensatorów.



Akumulatory mają trwałość od kilkuset do najwyżej kilku tysięcy cykli ładowania/rozładowania, a (super)kondensatory mają żywotność setek tysięcy i milionów takich cykli. Akumulatory gromadzą dużo energii, ale nie mogą jej szybko przyjąć ani oddać, czyli mają stosunkowo małą moc. Natomiast superkondensatory gromadzą wprawdzie zdecydowanie mniej energii, natomiast mogą ją bardzo szybko gromadzić i oddawać – czyli mają dużą moc (na jednostkę masy czy objętości). Dlatego superkondensatory mogą prawidłowo pracować przy dużych mocach, czyli przy dużych prądach ładowania i rozładowania, na przykład właśnie przy hamowaniu odzyskowym.

Propozycja z rysunku B wydaje się rozwiązywać problem małego dopuszczalnego prądu ładowania akumulatorów: w krótkich chwilach hamowania ładowany będzie superkondensator, który bez problemu może przyjąć duży prąd hamowania odzyskowego, a potem energia z superkondensatora zostanie przekazana do akumulatora.

Taka podstawowa koncepcja jest prawidłowa, dobra, ale w praktyce rozwiązanie z rysunku B jest zbyt proste, żeby taką ideę zrealizować prawidłowo i w sposób ekonomiczny. Część problemów znika, gdy superkondensator ma odpowiednio dużą pojemność. Jednak w praktyce, choćby tylko z uwagi na koszty i masę, nie można dowolnie zwiększać pojemności zastosowanego superkondensatora. A jeżeli pojemność ma być umiarkowana, pojawiają się dodatkowe problemy.

Zanim omówimy szczegóły, konieczne są pewne wyjaśnienia. Na pewno rysunek B jest uproszczony i ani na nim, ani w treści zadania nie ma wyczerpujących informacji o proponowanym rozwiązaniu. Niektórzy uczestnicy słusznie zwrócili uwagę, że nie było podane, jaki dokładnie silnik zastosowany jest w pojeździe, jakie jest napięcie akumulatora i superkondensatora, i jak zbudowany jest regulator prędkości jazdy.

Rzeczywiście, jednak brak tych informacji wcale nie przeszkadzał w rozwiązaniu tego zadania, które miało zwrócić uwagę na różnice właściwości akumulatorów i superkondensatorów.

Można było przyjąć, że zastosowano najprostsze rozwiązanie: komutatorowy silnik prądu stałego z magnesami trwałymi (PMDC). Napięcie zasilania nie ma znaczenia. Z uwagi na wielkość prądu pracy, na pewno nie powinno być mniejsze od 12V, a lepiej, żeby było znacznie wyższe. Konstrukcja regulatora prędkości jazdy nie ma znaczenia,

przynajmniej w pokazanej konfiguracji. Można przyjąć, że jest to przetwornica impulsowa, ponieważ trudno sobie wyobrazić regulator liniowy w takim zastosowaniu. Warto dodać, że wbrew wyobrażeniom dwóch uczestników, hamowanie odzyskowe można zrealizować z praktycznie każdym rodzajem silnika elektrycznego, czy to prądu stałego, czy zmiennego, tylko trzeba odpowiednio dostosować obwody sterowania i hamowania. W szczególności mogłoby to być popularny już dziś silnik BLDC, który jest w rzeczywistości trójfazowym silnikiem prądu zmiennego.

Wszystko to nie ma znaczenia w porównaniu z podstawowymi błędami, dotyczącymi współpracy akumulatora oraz superkondensatora z silnikiem.

Co istotne, problem związany z koncepcją z rysunku B dotyczy pojazdów o dowolnej masie, ponieważ wielkość akumulatora i superkondensatora musi być dostosowana do wielkości i masy pojazdu. Trzeba było więc pamiętać, że to masa pojazdu (obok różnicy prędkości przed i po hamowaniu) decyduje o ilości energii, jaką trzeba zagospodarować podczas hamowania. Jeden z uczestników przyjął pewne założenia i przeprowadził obliczenia: (...) *Proste przeliczenie prądów/mocy, jakie mogą pojawić się w układzie: zakładam (...) masa wózka 500kg, hamowanie ma miejsce od prędkości 36km/h do 18km/h (10m/s i 5m/s), czas hamowania 3 sekundy*

$$E = m \cdot (V1^2 - V2^2) / 2$$
$$E = 500 \cdot (10^2 - 5^2) / 2 = 18750J$$
$$E = 18750Ws$$

Jeśli cała powyższa praca [energia] miałaby zostać przetworzona na prąd, to $P = I \cdot U \cdot t \implies I = P / (U \cdot t)$ dla $U = 24V$ $I = 18750 / (24 \cdot 3) = 260A$ dla $U = 48V$ $I = 130A$ więc [bez superkondensatora,] aby nie zniszczyć akumulatora i wykorzystać ten prąd, należałoby mieć baterię rzędu 24V/1000Ah...2500Ah (cięższa niż wózek...?).

I właśnie obecność superkondensatora ma rozwiązać ten problem, ponieważ może on być błyskawicznie ładowany ogromnym prądem i to on ma przyjąć całą energię hamowania.

Opierając się na przedstawionym właśnie przykładzie, można przeprowadzić dalsze obliczenia. Mianowicie

obliczyliśmy, że podczas hamowania wydzielili się 18750Ws energii. I superkondensator ma ją przyjąć.

Proste, ale jak się okaże, zdecydowanie zbyt proste rozumowanie mówi, że wzór na energię zgromadzoną w kondensatorze to $E = C \cdot U^2 / 2$, więc można wyliczyć:

$$C = 2 \cdot E / U^2$$

dla 12V: $C = 2 \cdot 18750Ws / (12V)^2$
 $C = 37500 / 144$
 $C = 260,42F \sim 260F$

dla 24V: $C = 2 \cdot 18750 / 24^2$
 $C = 37500 / 576$
 $C = 65,1F$

Takie wartości wydają się jak najbardziej realne, ponieważ na rynku są dostępne superkondensatory o pojemnościach nawet do 3000 faradów!

Niektórzy uczestnicy przedstawili podobne szacunki. Na pozór wszystko tu pasuje i nie rzuca się w oczy żaden błąd. Jednak tak dobrze nie jest. I to z dwóch powodów.

Oto pierwszy: znaczna liczba uczestników słusznie przypominała, że pojedynczy superkondensator ma napięcie maksymalne rzędu 2,5...3V. Z uwagi na pobór prądu, nawet w pojazdach modelarskich napięcie akumulatora musi być wyższe. Dlatego nie można zastosować pojedynczego superkondensatora. Ale jak podkreślaliście, może to być zestaw pojedynczych superkondensatorów połączonych szeregowo.

Tak, jak najbardziej, tylko wtedy trzeba pamiętać o dwóch istotnych kwestiach: przy szeregowym połączeniu superkondensatorów wymagane są balansery, wyrównujące napięcia na poszczególnych ogniwach, które to ogniwa nie mają przecież idealnie jednakowych parametrów (pojemności i upływności). Bez balansera napięcia na poszczególnych ogniwach będą różne – najwyższe będzie w tym o najmniejszej pojemności (najmniejszej upływności), co grozi jego przebieciem, uszkodzeniem.

O tym nieliczni uczestnicy wspomnieli. Ale tylko jeden Kolega przypomniał inny ważny w tym przypadku szczegół: otóż przy szeregowym połączeniu N (super)kondensatorów pojemność zestawu jest N-krotnie mniejsza od pojemności jednego ogniwa. W przypadku akumulatorów jest inaczej, co w tym przypadku nie jest istotne.

W każdym razie przedstawione wcześniej proste obliczenia uspokajają, bo przecież dostępne są superkondensa-

tory 3000F. Obliczenia te nie sygnalizują kluczowego błędu logicznego, który przekreśla całe rozumowanie. Otóż problem w tym, że my obliczyliśmy, jaka jest pojemność superkondensatora potrzebna do zgromadzenia 18750Ws energii. Taką energię rzeczywiście będzie zawierał kondensator 260F naładowany do napięcia 12V lub kondensator 65,1F naładowany do 24V.

Tak, ale aby zgromadzić taką energię, ten kondensator musi być ładowany od zera do napięcia 12V lub 24V. Dopiero podczas takiego ładowania od zera do pełnego napięcia zgromadzi podaną ilość energii (18750Ws).

I właśnie tu jest poważny błąd! Na rysunku B widać, że superkondensator jest dołączony równolegle do akumulatora, więc podczas hamowania odzyskowego **na pewno nie będzie się ładował od zera!**

Podczas normalnej pracy, gdy silnik jest napędzany przez akumulator, na superkondensatorze będzie występować napięcie pracującego akumulatora (mniej więcej 12V lub 24V, zależnie od wersji). A nas interesuje hamowanie odzyskowe, gdy w krótkim czasie do tego superkondensatora zostanie przekazane 18750Ws energii!

Obliczmy to najpierw dla omawianego przykładu energii hamowania 18750Ws. Energia zawarta w kondensatorze wyraża się wzorem $E = C \cdot U^2 / 2$.

Mając energię E i pojemność C, napięcie na kondensatorze możemy wyliczyć z zależności: $U = \sqrt{2 \cdot E / C}$

Jak już obliczyliśmy, przy zasilaniu 12V i superkondensatorze 260F podczas normalnej jazdy będzie w nim zgromadzona energia

$$E = 260,42F \cdot (12V)^2 / 2$$
$$E = 18750Ws = 18750J$$

Jeżeli normalnie napięcie na superkondensatorze wynosi około 12V, to podczas hamowania regeneracyjnego odzyskiwana energia spowoduje znaczący wzrost napięcia. Na ile znaczący?

Otóż podczas hamowania silnik-prądnica dostarczy dodatkowo następne 18750Ws, czyli na koniec hamowania w superkondensatorze ma być 2 * 18750Ws, czyli 37500Ws. Taką ilość energii kondensator 260,42F zgromadzi, gdy wystąpi na nim napięcie

$$U = \sqrt{2 \cdot 37500Ws / 260,42F}$$
$$U = \sqrt{288}$$

$$U = 16,97V \sim 17V$$

A to oznacza, że takie napięcie pojawi się nie tylko na superkondensatorze,

ale też na połączonym z nim akumulatore! I utrzyma się nie tylko przez krótki czas hamowania, ale też dłużej, dopóki nie zmniejszy się pod wpływem prądu ładowania akumulatora i prądu pobieranego przez normalnie pracujący silnik.

Najprościej biorąc, napięcie 17V podane na 12-woltowy akumulator kwasowy byłoby dla niego zabójcze. Spowodowałoby jego zbyt szybkie ładowanie, ale też silne gazowanie. Na pewno poważnie zmniejszyłoby to trwałość tego akumulatora.

Ten sam problem wystąpiłby, gdyby w układzie według rysunku B zastosowany był inny akumulator, na przykład litowo-jonowy.

Aby zmniejszyć opisywany problem, wystarczy zwiększyć pojemność superkondensatora. Jak się za chwilę okaże, już dwukrotne zwiększenie pojemności C superkondensatora rozwiązuje omawiany problem, ponieważ wzrost napięcia podczas hamowania staje się wtedy akceptowalnie mniejszy.

Nie znaczy to, że koncepcja z rysunku B jest prawidłowa. Według warunków zadania miałaby to być *system regeneracyjnego hamowania*

Jak rozumieć słowo „hamowania”? Otóż hamowanie pojazdu nieodłącznie wiążemy ze zmniejszaniem prędkości. Natomiast koncepcja z rysunku B nie daje możliwości zmniejszenia prędkości. Ona w najlepszym przypadku zapobiega tylko nadmiernemu rozpędzeniu przy zjeździe z górki! Jeden z uczestników napisał jasno: (...) *Poprzez przedstawioną diodę ładowania regeneracyjnego w takim połączeniu prąd popłynie jedynie wtedy, gdy silnik będzie się obracał z prędkością większą niż nominalna. Dopiero wtedy zacznie wytwarzać napięcie większe od napięcia (...) [akumulatora], a to może nastąpić tylko wtedy, gdy siły zewnętrzne działające na pojazd nadadzą mu prędkość większą od nominalnej lub jeśli jest wyposażony w wielostopniową skrzynię biegów, a biegi te będą odpowiednio zredukowane.*

Inny Kolega ujął to tak: (...) *działanie silnika prądu stałego w charakterze prądnicy (...) SEM jest proporcjonalna (w przybliżeniu) do prędkości obrotów rotora. Jeśli w czasie jazdy „zdejmujemy” zasilanie z silnika, to SEM na jego zaciskach będzie nieznacznie niższa od napięcia, którym był napędzany. Silnik-prądnica nie*

dostarczy napięcia potrzebnego, by rozpocząć ładowanie akumulatora (...)

I oto mamy poważny błąd: trudno w koncepcji z rysunku B mówić o prawdziwym hamowaniu. Okazuje się, że **prosta wersja z diodą „odzyskową” jest bezużyteczna w praktyce.**

I jeszcze kwestia samej diody: jak pokazuje przedstawiony przykład liczbowy, przy cięższych pojazdach i niskim napięciu zasilania, prądy są ogromne, rzędu setek amperów, co oznaczałoby konieczność stosowania potężnych diod i występowania na nich dużej mocy strat, rzędu setek watów. Choć w praktyce takie diody nie są stosowane, właśnie dla zmniejszenia prądów roboczych, w samochodach elektrycznych stosuje się wysokie napięcia zasilania, rzędu 400V i więcej. To odrębny temat.

Wracamy do hamowania. Jeden z uczestników napisał: (...) *Drugim istotnym aspektem jest spadek SEM ze spadkiem prędkości wózka. Skuteczność hamowania silnikiem jest uzależniona od poboru prądu z jego uzwojeń. Więc warunkiem niezbędnym dla wykorzystania takiego układu jest dodanie obwodu, który pozwoli na podniesienie pobieranego napięcia w sposób regulowany – np. zwiększenie/regulacja prądu wzbudzającego w silniku lub poza silnikiem przetwornicą step-up. Napięcie musi być w miarę spadku prędkości wózka odpowiednio coraz mocniej podnoszone, by prąd był pobierany z silnik-prądnicy do ładowania akumulatora.*

Tak, nie obędzie się bez przetwornicy, która podczas hamowania odpowiednio podwyższy napięcie ze słabnącej prądnicy, żeby ładować superkondensator. A gdy superkondensator zostanie naładowany, trzeba zgromadzoną w nim energię przenieść do akumulatora lub wykorzystać do napędzania silnika. A to też wymaga odpowiedniej przetwornicy.

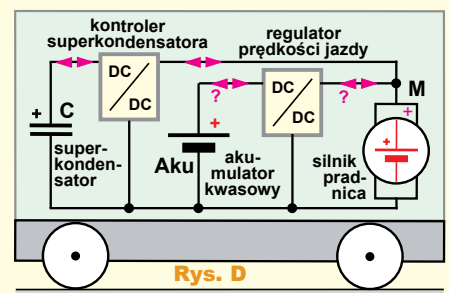
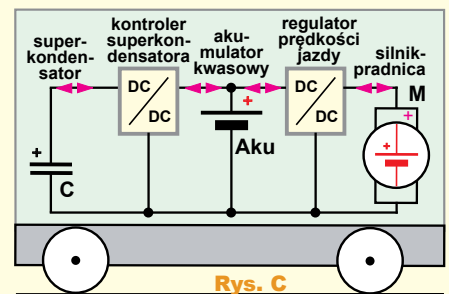
Trzeba jeszcze raz bardzo mocno podkreślić, że zupełnie inaczej ładowany jest kondensator, a inaczej akumulator. Podczas ładowania napięcie akumulatora wzrasta niewiele. Nie wolno rozładowywać akumulatorów kwasowych i litowych „do zera”. Przykładowo za całkowicie rozładowany uważa się akumulator kwasowy 12-woltowy, którego napięcie wynosi 10,5V. Natomiast po naładowaniu do pełna jego napięcie wyniesie około 14 woltów.

Inaczej jest w kondensatorach: prąd ładowania powoduje liniowy wzrost

napięcia od zera. Całkowicie rozładowany kondensator ma napięcie równe zero. W pełni naładowany – ma na zaciskach napięcie nominalne. Dlatego w praktyce trudne, a wręcz niemożliwe, jest wykorzystanie całej energii zawartej w (super)kondensatorze, gdy napięcie na kondensatorze jest niskie. W grę bowiem wchodzi wtedy przetwornice, a te z zasady nie mogą efektywnie pracować przy bardzo niskich napięciach zasilania.

Dobra wiadomość jest taka, że energia zgromadzona w kondensatorze jest wprost proporcjonalna do kwadratu, czyli drugiej potęgi napięcia ($E = CU^2/2$). Dlatego przy niskich napięciach energii w kondensatorze jest niewiele. Warto zapamiętać, że jeżeli przy napięciu nominalnym (super)kondensator zgromadzi jakąś ilość (E) energii, to przy połowie napięcia nominalnego zawiera on tylko 1/4 tej ilości. A to oznacza, że **rozładowując (super)kondensator od napięcia nominalnego do połowy tego napięcia, wykorzystamy 75% dostępnej w nim energii.** A współpracująca przetwornica dobrze poradzi sobie w zakresie napięć $0,5U_N...U_N$.

Na pewno koncepcja z rysunku B nie nadaje się do prawdziwego hamowania, czyli zmniejszania prędkości pojazdu, ale gdyby dodać odpowiednią przetwornicę dwukierunkową i dobrać pojemność superkondensatora według **rysunku C** lub raczej według **rysunku D**, układ może okazać się przydatny. W tym kontekście przeanalizujemy mocno uproszczony przykład dotyczący naszych wcześniejszych obliczeń.





ELECTRICAL

BCAP2000 BCAP3000

Rated Capacitance	2,000 F	3,000 F
Minimum Capacitance, initial	2,000 F	3,000 F
Maximum Capacitance, initial	2,400 F	3,600 F
Maximum ESR _{DC} , initial	0.35 mΩ	0.29 mΩ
Test Current for Capacitance and ESR _{DC}	100 A	100 A
Rated Voltage	Rys. E 2.70 V	2.70 V
Absolute Maximum Voltage	2.85 V	2.85 V
Absolute Maximum Current	1500 A	1900 A
Leakage Current at 25°C, maximum	4.2 mA	5.2 mA

Otóż znane superkondensatory Maxwell 3000F mają napięcie nominalne 2,7V, maksymalne dopuszczalne 2,85V (rysunek E), więc pięć takich ogniw maksymalnie może mieć napięcie 14,25V. Tymczasem akumulator kwasowy 12-woltowy przy pracy cyklicznej ładujemy do napięcia 14...15V. Wszystkie wskazują, że dla akumulatora kwasowego 12V należałoby zastosować nie pięć, tylko sześć szeregowo połączonych ogniw 3000F 2,7V. Realny, handlowy przykład na rysunku F. Pojem-



Rys. F

ność takiego zestawu wynosi 500 faradów, czyli prawie dwa razy więcej niż wyszło z wcześniej przedstawionych rachunków, gdzie próbowaliśmy wykorzystać superkondensator 260F. Wtedy wyliczyliśmy, że przy hamowaniu odyskującym 18750Ws energii napięcie na superkondensatorze 260F wzrosłoby do 17 woltów. Gdyby jednak pojemność wynosiła 500F, to wzrost napięcia będzie akceptowalnie mniejszy. Podczas normalnej jazdy będzie w nim zgromadzona energia:

$$E = 500F * (12V)^2 / 2$$

$$E = 36000Ws$$

Podczas hamowania silnik-prądnica dostarczy dodatkowo 18750Ws, czyli na koniec hamowania w superkondensatorze ma być 54750Ws.

Taką ilość energii kondensator 500F zgromadzi, gdy wystąpi na nim napięcie

$$U = \sqrt{2 * 54750Ws / 500F}$$

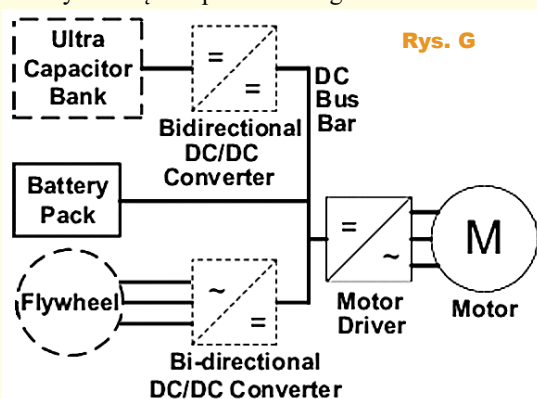
$$U = \sqrt{219}$$

$$U = 14,8V$$

Wzrost napięcia do 14,8V na jakiś niezbyt długi czas jest jak najbardziej akceptowalny dla akumulatora kwasowego 12V. Jeszcze lepiej byłoby w systemie z akumulatorem 24-woltowym oraz zestawem 12 superkondensatorów, co w przypadku ogniw 3000F dałoby wypadkową pojemność 250F, czyli prawie cztery razy więcej, niż wyszło z wcześniejszych obliczeń (65,1F). Wtedy względny wzrost napięcia byłby jeszcze mniejszy! Policzcie sami!

Warto odnotować, że w literaturze można znaleźć schematy, gdzie bateria lub akumulator są bezpośrednio połączone równolegle jak na rysunku B. Tak, ale nie są to układy do hamowania regeneracyjnego w pojazdach. Superkondensator dołączony do akumulatora znakomicie zwiększa chwilową wydajność prądową. Może też znaleźć zastosowanie na przykład w turbinach wiatrowych – superkondensator przejmie duży prąd dostarczany podczas silnych porywów wiatru.

Spotyka się też rozwiązania jeszcze bardziej skomplikowane. Interesującym przykładem jest schemat z rysunku G, gdzie dodatkowo wykorzystano akumulator mechaniczny, w postaci koła zamachowego o dużej bezwładności, który współpracuje z systemem elektrycznym przez dodatkowy silnik/prądnicę i odpowiedni regulator.



Rys. G

Wracając do rozwiązań trudnego zadania NieGra301, mogę stwierdzić, że prawie wszystkie rozwiązania były prawidłowe. Niektórzy uczestnicy doskonale zlokalizowali główne problemy i zwrócili też uwagę na dodatkowe szczegóły. Nieliczni zaproponowali modyfikacje, polegające na zmianie obwodów zasilająco-regenerujących.

Kilku Kolegów zwróciło uwagę, że w takim zastosowaniu akumulator kwasowy nie jest dobrym rozwiązaniem. Między innymi z uwagi na małą sprawność energetyczną. Rzeczywiście, z kilku względów lepszy byłby zestaw akumulatorów litowych. Jednak to nie jest błąd, a zastosowanie nawet najnowocześniejszego akumulatora litowego nie rozwiązuje omawianych problemów. Wszystkie akumulatory, także akumulatory litowe, jako chemiczne magazyny energii mają mały maksymalny prąd ładowania. Tylko superkondensatory mogą być szybko ładowane dużymi prądami.

Jeżeli chodzi o uwagi nietrafne, to jeden z młodych uczestników napisał, że: *brakuje diody włączonej równolegle z silnikiem, zabezpieczającej przed napięciami samoindukcji*. Owszem, takie diody mogą być stosowane, gdy silnik obraca się w jednym kierunku. A w pojeździe zapewne przewidziany jest też ruch do tyłu.

W dwóch rozwiązaniach pojawiła się opinia, że prąd regeneracyjnego ładowania może stać się ogromny, ponieważ zależy od ESR superkondensatora. W pewnym niewielkim stopniu tak, ale generalnie prąd ładowania regeneracyjnego nie jest ilorazem napięcia prądnicy i rezystancji ESR. Zamiast skupiać się na wartości prądu ładowania, należałoby zacząć od próby określenia, w jakim tempie przebiega hamowanie, czyli zamiana energii mechanicznej (kinetycznej) na elektryczną. Właśnie „skuteczność hamowania” określi moc i prąd ładowania odzyskowego.

Nagrody-upominki za zadanie *NieGra301* otrzymują:

- Maciej Siwkowski** – Gdańsk,
- Tomasz Zygmunt** – Szczecin
- Milosz Zdun** – Janowiec.

Wszystkich uczestników dopisują do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

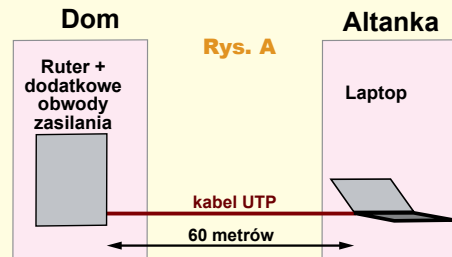
Piotr Górecki

Policz – zadanie 306

Z uwagi na nieskuteczność Wi-Fi, między budynkiem mieszkalnym a altanką w ogrodzie, gdzie nie ma zasilania 230V, położony został kabel UTP o długości 60m według rysunku A. W kablu są dwie wolne pary (cztery żyły).

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

W ramach zadania *Policz306* należy:
– wstępnie oszacować możliwość zasilania laptopa przez te wolne żyły kabla UTP.



Odpowiedź nadesłuj w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Tytuł e-maila powinien zawierać nazwę konkursu i numer zadania oraz Twoje nazwisko (**Policz306_Nazwisko**). *Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy.* Możesz też jeszcze przysłać rozwiązanie zadania *Policz* z poprzedniego miesiąca.

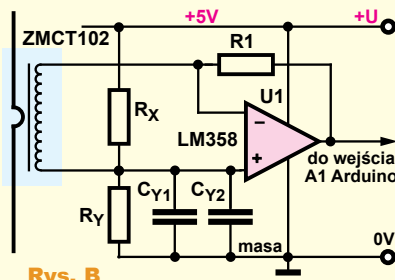
Policz – rozwiązanie zadania 301

W EdW 4/2021 przedstawione było zadanie *Policz301*, które brzmiało: *Chcemy z wykorzystaniem Arduino i dostępnych gotowych szkiców zrobić prosty monitor prądu w domowym gniazdku sieci 230V według rysunku B.*

W ramach zadania *Policz301* należy:
– zaproponować wartości rezystorów oraz kondensatorów w tym układzie.

Zadanie do najłatwiejszych nie należało, ale też nie było bardzo trudne, ponieważ praktycznie wszystkie potrzebne informacje podane były w poprzednich zadaniach Szkoły dotyczących przekładników i ich wykorzystania.

Trzeba było jednak dokładniej zastanowić się nad pewnymi szczegółami. Przede wszystkim należało uwzględnić prosty, ale jak się okazało, niezbyt oczywisty dla wielu fakt, że parametry przekładnika ZMCT102, podobnie jak innych przekładników, są określone dla wartości skutecznych prądu sinusoidalnie zmiennego. Natomiast rozważając aplikację wzmacniacza operacyjnego, powinniśmy, a wręcz musimy brać pod uwagę nie wartości skuteczne, tylko amplitudy, a raczej wartości międzyszczytowe, co przypomina rysunek C.



Niestety, okazało się, że znaczna część uczestników ani słowem nie wspomniała o tej istotnej kwestii. A miało to poważny wpływ na wyniki przeprowadzonych wyliczeń.

W każdym razie na początek należało przyjąć, jaki ma być maksymalny mierzony prąd. W specyfikacji ZMCT102 jest podane, że przekładnia wynosi 2000:1 i przy prądzie mierzonym 5A na wyjściu mamy prąd 2,5mA - zasadniczo chodzi o wartości

Według warunków zadania ma to być monitor prądu w domowym gniazdku 230V. A typowo takie obwody są chronione bezpiecznikami 16-ampereowymi, co daje maksymalną moc 3,68kW.

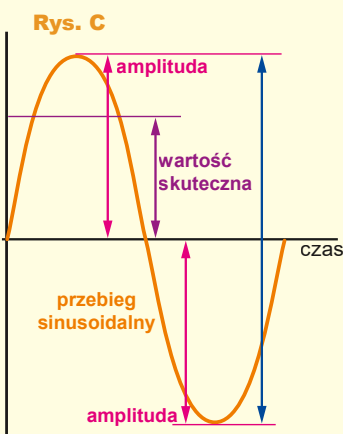
Można więc było przyjąć zakres pomiarowy do 16A, jednak w praktyce bardzo rzadko spotykamy obciążenia o mocy większej niż 2000W, a taką mogą mieć popularne czajniki oraz elektryczne grzejniki.

Dlatego można było racjonalnie przyjąć zakres pomiarowy do 10 amperów, co daje pomiar mocy do 2300W.

Przyjęcie zakresu do 10A daje prądy przekładnika do 5mA_{sk} (5mA_{RMS}), czyli amplitudy do 7,07mA i międzyszczytowo do 14,1mA.

W praktyce najbardziej sensowny byłby właśnie zakres pomiarowy monitora 10A, ale w naszym rozwiązaniu rozpatrzmy trudniejszy przypadek, z zakresem 16A, gdy na wyjściu przekładnika będziemy mieć prąd do 8mA wartości skutecznej, co dla sinusoidy daje amplitudę 11,3mA i wartość międzyszczytową 22,6mA.

Wzmacniacz operacyjny U1 pracuje tu jako przetwornik prąd-napięcie ze współczynnikiem przetwarzania równym R1 ($U = I \cdot R1$), więc na wyjściu wzmacniacza otrzymamy przebieg napięcia o kształcie mniej więcej sinusoidalnym (przebieg sieci zwykle jest trochę odkształcony).



Według rysunku B pojedyncze napięcie zasilania to 5V, więc na pewno przy maksymalnym prądzie międzyszczytowa wartość napięcia wyjściowego musi być mniejsza niż 5Vpp.

Byłaby niewiele mniejsza niż 5Vpp, gdyby U1 był wzmacniaczem z wyjściem rail-to-rail. Jednak stara kostka LM358 nie jest wzmacniaczem RRO i zakres realnie uzyskiwanych napięć wyjściowych jest znacząco mniejszy od napięcia zasilania, i to znacznie więcej niż tylko o 1V.

Jeżeli, jak zrobiła to część uczestników, przyjmiemy spodziewany maksymalny zakres napięć wyjściowych równy 3,5V, to dopiero wtedy możemy wyliczyć wartość R1: przy prądzie mierzonym 16A, czyli międzyszczytowym prądzie przekładnika 22,6mA na wyjściu mamy uzyskać sinusoidę o międzyszczytowej wartości 3,5V. Nastąpi to, gdy R1 będzie miał wartość: $R1 = 3,5V / 22,6mA$

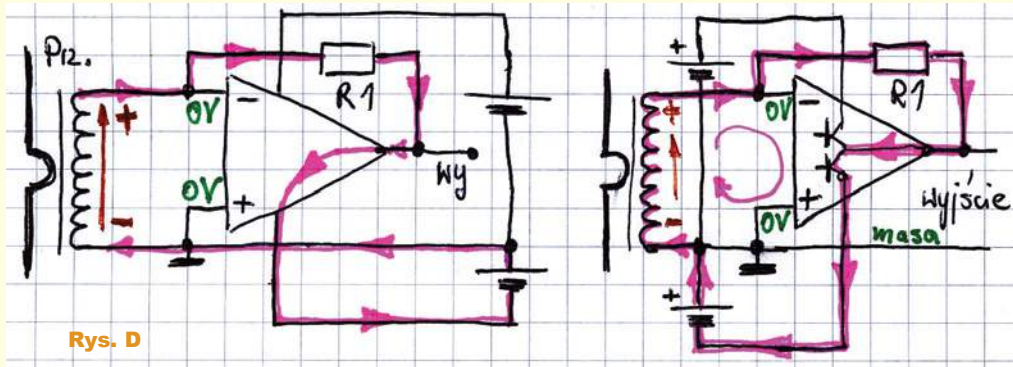
$$R1 = 155\Omega$$

więc dla zakresu pomiarowego 16A zastosujemy najbliższy niższy nominal: **R1 = 150Ω**

Jeżeli wartość rezystora R1 będzie większa, a takie propozycje znalazłem w większości rozwiązań, wtedy zakres pomiaru prądu będzie odpowiednio mniejszy. Dla zakresu 10A należałoby zastosować rezystor $R1 = 248\Omega$, w praktyce zapewne 240Ω.

Na razie zamknijmy sprawę rezystora skalującego R1. Idźmy dalej: stosunek rezystorów R_X , R_Y określi spoczynkowe napięcie stałe na wszystkich końcówkach wzmacniacza. We wzmacniaczu RRO powinno ono być równe połowie napięcia zasilania, czyli +2,5V. Charakterystyki wyjściowe starej kostki LM358 nie są symetryczne, dlatego część uczestników słusznie zaproponowała obniżenie tego napięcia poniżej 2,5V. Sugestie były różne, najczęściej przyjmowano zakres napięć wyjściowych 0...3,5V i proponowano spoczynkowe napięcie stałe 1,75V, co nie zawsze okazuje się optymalnym rozwiązaniem. O tym za chwilę.

A na razie kwestia wartości pozostałych elementów. Niektórzy uczestnicy uznali, że wartość R_X , R_Y może być bardzo duża, ponieważ mają one tylko dostarczać prąd polaryzacji wejścia nieodwracającego U1, który to prąd



Rys. D

dla LM358 typowo wynosi 0,045uA, maksymalnie 0,25uA. Uczestnicy ci zaproponowali małe wartości kondensatorów C_{Y1} , C_{Y2} , traktując je jako elementy odsprężające, filtrujące jedynie jakieś śmieci wysokiej częstotliwości. I tu jest problem.

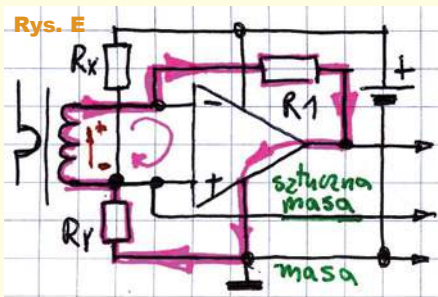
Należało bowiem rozważyć: którądy ma płynąć prąd uzwojenia wyjściowego przekładnika?

Wcześniej ustaliliśmy, że przy prądzie mierzonym 16A szczytowa wartość prądu przekładnika może wynieść +11,3mA lub -11,3mA. W jakim obwodzie popłynie ten prąd?

Wiadomo, że prądy zawsze płyną w zamkniętych obwodach. Zgodnie z prądowym prawem Kirchhoffa, prąd nie może „zginąć po drodze”. Problemu nie byłoby przy symetrycznym zasilaniu wzmacniacza operacyjnego.

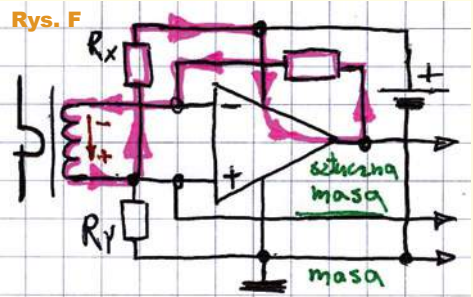
Rysunek D na dwa sposoby pokazuje tę samą sytuację prądu, powiedzmy dodatniego. Sposób narysowania schematu z lewej strony nie ułatwia analizy. Lepiej pokazuje przepływ prądu sposób narysowania w wersji z prawej strony rysunku D - tu wyraźnie widać pętle przepływu prądu przekładnika. Analogicznie jest przy prądzie, powiedzmy, ujemnym.

Przy zasilaniu wzmacniacza napięciem pojedynczym według rysunku B dodajemy obwód sztucznej masy. Wtedy prąd uzwojenia wtórnego przekładnika będzie płynął przez obwód tej sztucznej masy. Przy prądzie, powiedzmy, dodatnim, sytuacja będzie jak na **rysunku E** - prąd



Rys. E

przekładnika popłynie przez rezystor R_Y . Wywoła na nim spadek napięcia, a przy dużych wartościach rezystancja ta (ściślej równoległe połączenie R_X , R_Y) stanie się ogranicznikiem prądu przekładnika, uniemożliwiającym pomiar. **Rysunek F** pokazuje przepływ prądu, powiedzmy ujemnego, w przypadku braku kondensatorów C_{Y1} , C_{Y2} . Znowu stosunkowo duży prąd, rzędu kilku, a nawet kilkunastu miliamperów ma popłynąć przez obwód sztucznej masy.



Rys. F

I oto mamy dość poważny problem: aby w takiej sytuacji potencjał sztucznej masy nie zmieniał się znacząco pod wpływem prądu przekładnika, trzeba byłoby zastosować rezystory R_X , R_Y o bardzo małej wartości, by ich prąd spoczynkowy był wielokrotnie większy od prądu szczytowego wtórnego uzwojenia przekładnika!

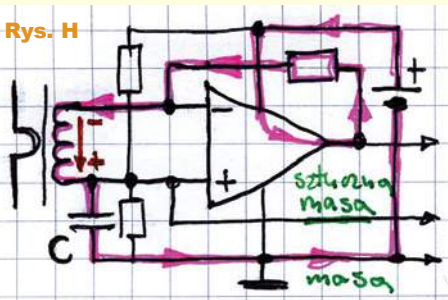
Jeżeli szczytowa wartość prądu przekładnika ma wynosić 11,3mA, dla zmniejszenia tętnień w takim obwodzie sztucznej masy, przez rezystory R_X , R_Y musiałby płynąć prąd spoczynkowy dużo większy od 100mA, co nie jest dobrym rozwiązaniem z kilku względów, a przy korzystaniu z Arduino rozwiązaniem wręcz całkowicie niedopuszczalnym.

Na szczęście jest inna możliwość. Otóż **należy zastosować stosunkowo duże wartości R_X , R_Y , ale zwiększyć sumę pojemności C_{Y1} , C_{Y2}** , by prąd przemienny przekładnika nie powodował znaczących spadków napięcia na ich reaktancji X_C .



Wtedy bowiem prąd dodatni przekładnika będzie płynął głównie według **rysunku G**. Kondensator C będzie się rozładowywał. Rozładowanie oznacza, że napięcie na kondensatorze będzie maleć, a od pojemności kondensatora będzie zależeć, o ile zmaleje w jednej połowie sinusoidy.

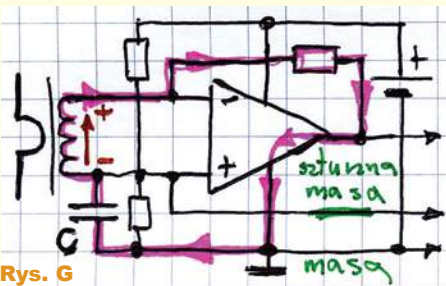
Z kolei umownie biorąc, ujemny prąd przekładnika będzie płynął głównie według **rysunku H**. Kondensator C będzie się ładował prądem przekładnika, a prąd ten w tym przypadku będzie płynął pokretną trasą, także przez źródło zasilania.



Przy obecności pojemności C też w obwodzie sztucznej masy wystąpią tętnienia, ale w praktyce ich wielkość będzie zależeć nie od wartości rezystorów R_X , R_Y , tylko przede wszystkim od reaktancji pojemnościowej X_C , czyli od pojemności C.

Możemy tu śmiało rozpatrywać reaktancję X_C , ponieważ mamy do czynienia z przebiegiem sinusoidalnym 50Hz z przekładnika, a reaktancja jest wielkością określoną tylko dla przebiegów sinusoidalnych.

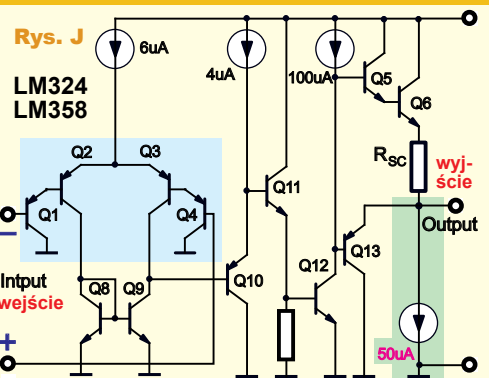
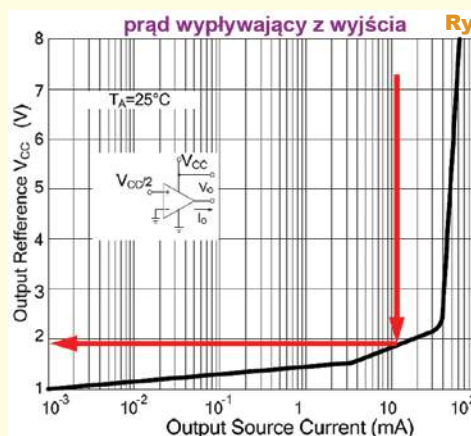
Aby tętnienia napięcia w obwodzie sztucznej masy były akceptowalnie małe, reaktancja pojemnościowa kondensatorów C_{Y1} , C_{Y2} przy częstotliwości 50Hz musi być mała, w praktyce rzędu pojedynczych omów. Nie jest to problem, ponieważ przykładowo pojemność 1000uF przy częstotliwości 50Hz ma reaktancję około 3,2Ω. A prąd 11,3mA na takiej reaktancji wywoła tętnienia o amplitudzie tylko 36mV, międzyszczytowo 72mV. A pamiętamy, że zakładaliśmy międzyszczytową amplitudę na wyjściu wzmacniacza operacyjnego 3,5V, czyli około 50 razy większą. Zresztą omawiane tętnienia nie będą niezależnym błędem, tylko nieco zmienią współczynnik konwersji prądu na napięcie. O tym, czy takie małe tętnienia w ogóle będą problemem, zdecyduje sposób wykorzystania przetwornika ADC i zastosowany program. W przypadku



Arduino i wykorzystania bardzo kiepskiego przetwornika ADC z procesora ATmega328P wysokich parametrów i tak nie osiągniemy. Dobry monitor wymagałby zastosowania zewnętrznego przetwornika ADC, ale wtedy, zależnie od jego budowy, być może sensowna byłaby inna konfiguracja obwodu przekładnika. Te szczegóły pominiemy.

Na koniec chciałbym zwrócić uwagę na jeszcze jedną kwestię. Otóż część uczestników nie analizowała, jaka może być maksymalna międzyszczytowa amplituda sygnału 50Hz na wyjściu wzmacniacza operacyjnego. Niektórzy przyjęli 3,5V, co jest wartością prawidłową w wielu zastosowaniach. Tylko jeden Kolega nieśmiało zwrócił uwagę, że (...) przy dość dużym prądzie wyjściowym, zakres napięć wyjściowych LM358 może być zawężony poniżej 3Vpp (...).

Słusznie! Wzmacniacz LM358 jest pierwszym w historii wzmacniaczem typu *single supply*, gdzie masą jest ujemna szyna (pojedynczego) zasilania. Wyjście wzmacniacza *single supply* musi prawidłowo pracować także przy napięciach wyjściowych bliskich zera, czyli bliskich potencjałowi masy. Można to wymusić, włączając rezystor między wyjście a masę. LM358 jest znakomity między innymi dlatego, że w wielu zastosowaniach nie wymaga takiego rezystora, ponieważ na wyjściu ma wbudowane źródło prądowe 50uA, które ściąga wyjście do masy i umożliwia uzyskanie na wyjściu napięć bar-



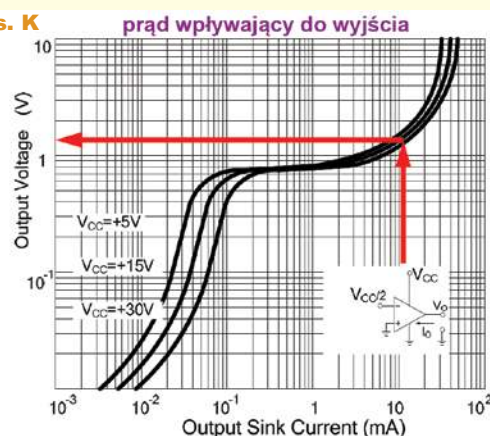
dzo bliskich ujemnemu napięciu zasilania – jest to pokazane na **rysunku J**.

Tak ale przy większych prądach wpływających do wyjścia źródło to nie pomaga i prąd ten musi popłynąć przez tranzystor Q13, który nie może ściągnąć wyjścia na poziom bliski ujemnemu napięciu zasilania – masy. Podobnie problem jest przy dużym prądzie wypływającym. Odzwierciedlają to lekceważone przez większość elektroników charakterystyki wyjściowe LM358, pokazane na **rysunku K**, gdzie czerwonymi strzałkami zaznaczone są punkty pracy dla prądu około 11,3mA. Z tego wynikałoby, że suma napięć nasycenia wyjścia może sięgnąć 3V, więc na zmienny sygnał wyjściowy 50Hz pozostanie tylko 2Vpp.

Uczestnicy tego zadania bardziej czy mniej świadomie przyjęli różne wartości maksymalnego prądu mierzonego, co dało różne wartości R1. Także proponowane oporności R_X , R_Y oraz C_{Y1} , C_{Y2} były rozmaite. Gratulacje należą się wszystkim tym, którzy uwzględnili problem przepływu prądu przekładnika w obwodzie sztucznej masy! Nagrody-upominki za zadanie **Policz301** otrzymują:

Adam Nowak – Kępno,
Krzysztof Szymborski – Katowice,
Jakub Jakubczyk – Kluczbork.
 Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki



Stały konkurs: Co to jest?

Zadanie CoTo2109

Zadanie konkursowe brzmi:
Co przedstawia zamieszczona niżej fotografia?

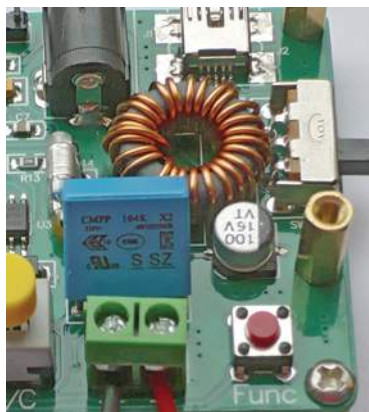
Prosimy o krótkie odpowiedzi.
E-maile z odpowiedziami należy przysyłać w ciągu miesiąca od ukazania się numeru, na adres:

konkursy@elportal.pl,
nie zapominając
o podaniu adresu

niezbędnego do wysyłki upominku.

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. **CoTo2109Kowalski**.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.



Rozwiązanie zadania CoTo2106

Fotografia pochodzi z artykułu „Akustyczny sygnalizator włączonego oświetlenia”, którego autorem jest Michał Kurzela.



Artykuł ukazał się w EdW 12/2020, na stronie 50.

Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Michał Lis – Gdynia,
Marek Kowal – Chorzów,
Andrzej Lencznerowicz – Poznań.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 10/2021

Mój SMPS

Projektowanie przetwornic impulsowych, jest ogromnie trudnym zadaniem. Młody Autor na początek swojej przygody z zasilaczami impulsowymi przedstawia prosty zasilacz o mocy 100W, obniżający napięcie 60V o połowę, zrealizowany w topologii half-bridge push-pull.



EdW 11/2021

CNC

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



EdW 12/2021

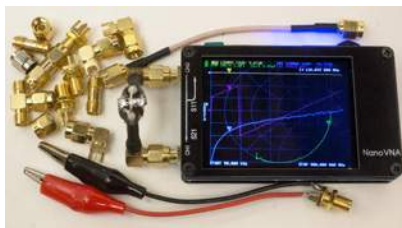
Moja własna karta audio USB

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



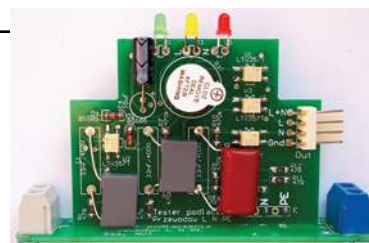
W kolejce na publikację czekają m.in.:

Różne projekty i artykuły edukacyjne przygotowywane przez Piotra Góreckiego przedstawiane są na stronie: <https://bit.ly/3aj0ixL> osiągalnej także za pomocą QR-kodu: gdzie możesz zdecydować o kolejności ich publikacji.



Tester poprawności dołączenia przewodów sieciowych L, N, PE

Omyłkowe błędne połączenie przewodów w domowej instalacji energetycznej może mieć bardzo przykre skutki.



New Kid in Town czyli odkrywanie „nowego ESP8266”

W wielu modułach przeznaczonych do inteligentnego domu zawarte są popularne od lat moduły WiFi typu ESP8266.

Współczesne neony, czyli znów lampy EL

W redakcyjnej poczcie pojawiają się pytania o różnego rodzaju diody LED, w tym o tak zwane „neony LED”. Na rynku jest spory wybór różnych „neonów”, jednak nie wszystkie zawierają diody LED. Poniższe informacje i wskazówki dotyczą odmiany *lamp elektroluminescencyjnych (EL)*, które na pewno NIE zawierają diod LED. W ofertach handlowych czasem są nieprawidłowo nazywane „neonami LED”, a czasem stosuje się określenie *EL wire*, co należałoby rozwinąć i przetłumaczyć jako „elektroluminescencyjne przewody”. W EdW już dawno zajmowaliśmy się takimi lampami. W roku 1999 omawiane były w ramach Klubu Konstruktorów i chętni mogli otrzymać bezpłatne próbki. Artykuł z EdW 11/1999 „Lampy EL – świecące kondensatory” cały czas dostępny jest w Elportalu: https://elportal.pl/pdf/k01/47_17.pdf dlatego nie ma potrzeby powtarzania zawartych tam informacji.

Dawniej takie lampy wytwarzano głównie w postaci płaskich arkuszy, a dziś na rynku dostępne są właśnie świecące przewody, wytwarzające światło o kilku kolorach (**fotografia 1**),



Fot. 2

zależnie od składu chemicznego użytego luminoforu, który jest też dielektrykiem kondensatora.

Niektórzy zakupili takie „neony LED” i nie potrafili ich zaświecić. Nic dziwnego, ponieważ takie gadżety, w tym na zielono świecący zwoj pokazany na fotografii tytułowej, to odmiana lampy EL, czyli po prostu *świecący kondensator*.

A jeżeli kondensator, to prąd stały przezeń nie popłynie!

Do zaświecenia takiego przewodu potrzebne jest napięcie zmienne, i to o dość dużej wartości. **Z kilku powodów, przede wszystkim ze względów bezpieczeństwa, nie wolno zasilac takich „neonów” napięciem wprost z sieci 230V!**

Niezbędny jest odpowiedni, bezpieczny w użyciu zasilacz–przetwornica, która wytworzy

potrzebne napięcie *zmienne*. W handlu dostępne są różne sterowniki lamp EL, zwane często inwerterami. Przy wyborze koniecznie należy uwzględnić wielkość powierzchni świecącej, w tym przypadku długość „neonu”. Przetwornice najmniejsze, jak poka-



Fot. 3

zana z lewej strony **fotografii 2**, mogą zasilić świecące przewody o długości do 5 metrów. Pokazany na fotografii tytułowej zwoj ma długość 10 metrów i do jego zasilania potrzebna jest nieco większa przetwornica, pokazana z prawej strony **fotografii 2**. Dostępne są też przetwornice o dużo większej mocy. Kilkunastowatowa przetwornica z **fotografii 3** zasilę przewód o długości do 120 metrów, a ta jeszcze większa (35W) z **fotografii 4** – do 220 metrów. Warto zauważyć, że na tych przetwornicach podana jest nie maksymalna długość „neonu”, tylko świecąca powierzchnia.

Pokazane przetwornice zasilane są napięciem stałym 12V. Ale są też przetwornice zasilane napięciem 5V z USB.



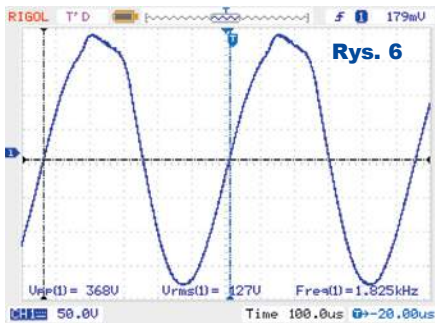
Fot. 4

Fot. 1



Czytelników EdW interesują różne szczegóły techniczne. Pomiarów elementów z fotografii tytułowej pokazały, że w przetwornicy na wyjściu pracuje transformator. Jego uzwojenie wyjściowe nie jest odizolowane („wiszące w powietrzu”), tylko jeden z czarnych przewodów wyjściowych jest połączony z masą, czyli z czarnym przewodem zasilania, jak pokazuje rysunek 5.

Rysunek 6 pokazuje przebieg napięcia wyjściowego na „neonie” przy zasilaniu napięciem 12,0V. Jak widać, wartość międzyszczytowa to 386V, wartość skuteczna (RMS) 127V, a częstotliwość przebiegu to prawie 2kHz.

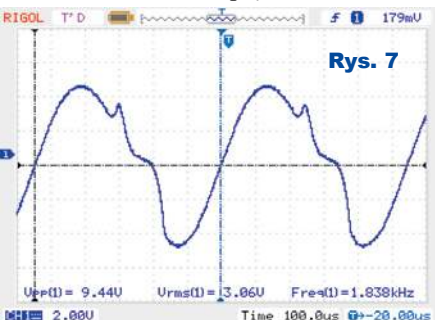


Jak pokazuje rysunek 5, pobór prądu podczas takiej normalnej pracy wyniósł 135mA, czyli przetwornica pobierała tylko 1,62W.

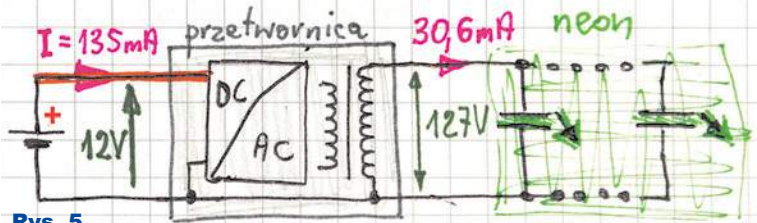
Bez obciążenia (i przy bardzo krótkich odcinkach „neonu”) napięcie przetwornicy wzrosło do 154V_{RMS}, a pobór prądu z zasilacza 12V przy takiej jałowej pracy wyniósł 31mA.

Przy obniżeniu napięcia zasilania świecenie jest coraz słabsze. Minimalnie napięcie zasilania, przy którym neon zaczyna świecić, to około 4,9...5,0V. Przetwornica pobiera wtedy z zasilacza 55mA prądu – do takiego leciutkiego świecenia potrzebne jest napięcie na wyjściu przetwornicy 48V_{RMS} (142V_{pp}).

Rysunek 5 pokazuje przebieg napięcia na lampie EL. Dodatkowo dla ciekawości został też zmierzony prąd. Na rysunku 7 pokazany jest przebieg prądu. Właściwie jest to spadek napięcia na włączonej w szereg rezystancji 100Ω. Jak widać, wartość skuteczna napięcia na 100-om-



wym rezystorze to 3,06V, a to daje zaskakująco duży prąd lampy równy 30,6mA. Taką samą wartość prądu pokazał



Rys. 5

włączony między przetwornicę i lampę.

Pomnożenie wartości skutecznych napięcia i prądu daje w wyniku:

$$127V \cdot 30,6mA = 3,88...$$

a przecież przetwornica pobiera z zasilacza 1,62 wata mocy. Czy to błąd, czy Chińczycy wyprodukowali *perpetuum mobile*? Ani jedno, ani drugie!

Gdyby na wyjściu przetwornicy DC/AC o napięciu 127V dołączony był wysokiej jakości kondensator o reaktancji $X_C = 4,15k\Omega$, przez ten kondensator popłynąłby prąd o wartości 30,6mA. Tak, ale kondensator taki wcale nie pobierałby z przetwornicy mocy równej 3,88 wata. Nie! Owszem, w grę wchodziłaby moc bierna Q, wyrażana w varach, a nie w watach. Moc taka krążyłaby między przetwornicą i kondensatorem z częstotliwością pracy przetwornicy.

Lampa EL jest kondensatorem o dużej rezystancji strat ESR. Obliczony właśnie iloczyn napięcia i prądu na wyjściu przetwornicy (3,88...) jest mocą pozorną S, wyrażoną w woltamperach. Między prądem i napięciem występuje duże przesunięcie fazy (czego nie widać na rysunkach 6, 7). Lampa EL pobiera z przetwornicy tyle mocy czynnej, ile wynosi iloczyn prądu i jej rezystancji ESR. Reszta mocy krąży tylko między pojemnością lampy i wyjściem przetwornicy. Stąd pozorna sprzeczność.

Dla elektroników interesujące jest też pytanie, czy taki świecący przewód można zasilić bez dedykowanej, fabrycznej przetwornicy?

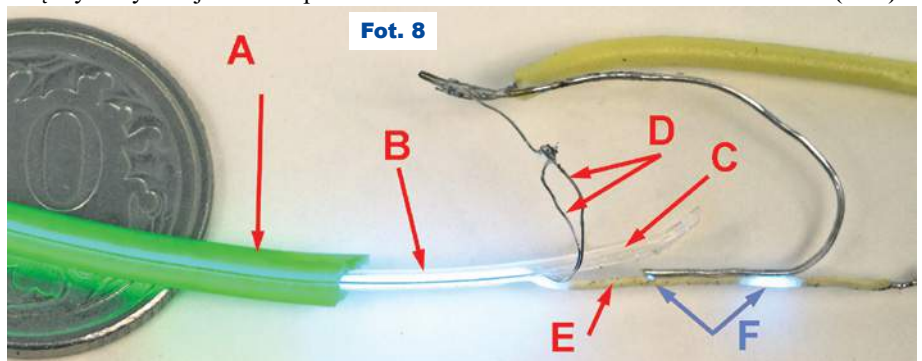
Zapewne można, tylko trzeba wytworzyć odpowiednio duże napięcie zmienne. Prosty test wykazał, że zasilanie przebiegiem prostokątnym o amplitudzie międzyszczytowej 30V nie powodowało

zaświecenia lampy EL. Na podstawie wcześniejszego testu oraz fragmentarycznych informacji z Internetu można przypuszczać, że minimalne wymagane napięcie musi być rzędu 50V_{RMS}, czyli potrzebny jest przebieg o międzyszczytowej amplitudzie ponad 100V. Trudno to uzyskać bez transformatora podwyższającego. Częstotliwość nie może być za mała, bo prąd płynący przez pojemność lampy będzie znikomy. Sensowne wartości częstotliwości są rzędu pojedynczych kiloherców. Taka stosunkowo mała częstotliwość narzuca też wymagania na transformator w przetwornicy. W sumie zakup gotowej przetwornicy okazuje się najprostszym i najtańszym rozwiązaniem.

Sprzedawca podaje, że świecący przewód można ciąć w dowolnym miejscu. Ale jak wykorzystywać odcięte kawałki?

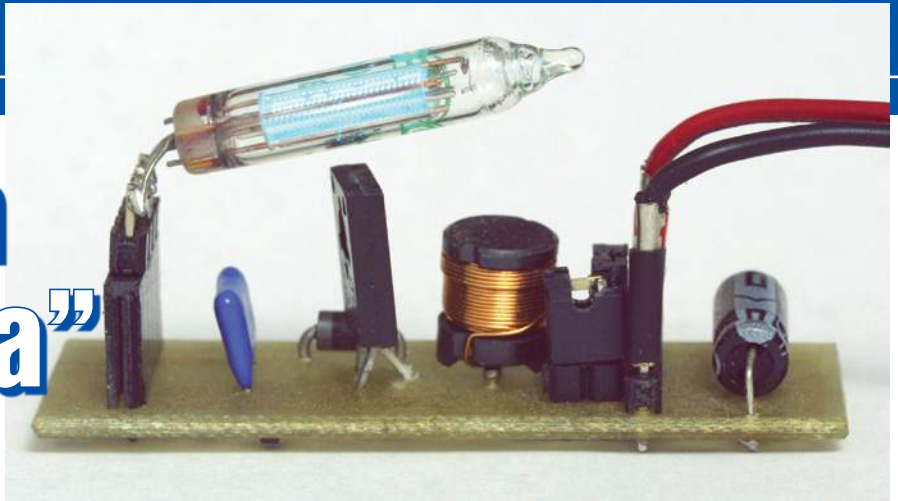
Ponadto każdy elektronik zastanawia się, jak taki świecący przewód jest zbudowany. Jeśli to kondensator, to oprócz środkowej żyły musi być jakaś druga okładka kondensatora. Czyżby była nią przewodząca kolorowa osłonka? Odpowiedź daje **fotografia 8**. Zewnętrzna, nieprzewodząca kolorowa rurka (A) ma średnicę 2,3mm. Wewnętrzny świecący rdzeń (B) to przezroczysta, też nieprzewodząca rurka o średnicy 1mm (C), w której wnętrzu umieszczone są dwa cieniutkie druciki (D) i właściwy świecący rdzeń o średnicy około 0,4mm (E). Ten świecący rdzeń to drucik – linka pokryta izolującym luminoforem. Ten luminofor świeci w polu elektrycznym, gdy między połączone druciki (D) i drucik rdzenia podamy napięcie zmienne, na co wskazują też niebieskie strzałki i literka F.

(red.)



Fot. 8

Lampowa „mrygalka”



Od dawna ciekawi mnie technika lampowa, ale nigdy jeszcze nie zaprojektowałem żadnego układu, który wykorzystywałby lampę elektronową. Pewnego dnia, przeglądając znany portal aukcyjny, trafiłem na lampę DM 160. Spodobał mi się jej wygląd, więc kupiłem ją i postanowiłem jąysterować. W ten sposób powstał opisywany układ.

Lampa w tym układzie wytwarza przyjemne dla oka, płynnie rozjaśniające się i gasnące błyski, a nazwa – lampowa mrygalka – nawiązuje do projektu „Intrygująca mrygalka”, opisanego w EdW ponad ćwierć wieku temu (nr 4/1996).

Film z działania układu można obejrzeć na YouTube:

<https://youtu.be/OoFZTOJesa8>

Pracą układu steruje mikrokontroler ATtiny13, wytwarzając przebiegi sterujące napięciem siatki oraz przetwornicą step-up, podwyższającą napięcie zasilające (5V) do wartości wymaganego przez lampę napięcia anodowego.

Czym jest trioda? Od strony elektrycznej użyta lampa jest bezpośrednio żarzoną triodą. Osoby, które zrozumiały poprzednie zdanie, mogą pominąć ten fragment. Innym postaram się przystępnie wytłumaczyć, co to oznacza.

Żeby zrozumieć działanie triody, zacznę od omówienia diody. Dioda półprzewodnikowa, jak wiemy, ma dwie elektrody (anodę i katodę) i pozwala na przepływ prądu tylko w jednym kierunku – od anody do katody. Są oczywiście różne rodzaje diod o różnych ciekawych właściwościach, ale podstawowa zasada zostaje ta sama. Idealna dioda całkowicie blokuje przepływ prądu od kato-

dy do anody (w kierunku zaporowym) i całkowicie przepuszcza prąd od anody do katody (w kierunku przewodzenia). Rzeczywiste diody nie są oczywiście idealne i mają niezerowe prądy wsteczne i niezerowe spadki napięcia w kierunku przewodzenia.

Dioda półprzewodnikowa nie jest jednak jedynym rodzajem diody. Innym rodzajem jest lampa elektronowa, również zwana diodą. Ma ona, podobnie do diody półprzewodnikowej, dwie elektrody – anodę i katodę – i pozwala na przepływ prądu tylko w jednym kierunku.

W którym jednak kierunku prąd tak naprawdę płynie?

W elektrotechnice przyjmujemy, że prąd płynie od miejsca o wyższym potencjale (plusa baterii, anody diody) do miejsca o potencjale niższym (minusa, katody), ale jest to jedynie pewna konwencja – powszechnie przyjęty sposób opisu zjawiska przepływu prądu oraz założenie odnośnie do tego, który potencjał jest wyższy, a który niższy. Gdy przyjrzymy się temu bliżej i zjedziemy z wysokopoziomowego opisu niżej – do poziomu elektronów – to okaże się, że jest odwrotnie. Elektrony, czyli ładunki elektryczne, płyną w kierunku przeciwnym niż przyjęty podczas opisu przepływu prądu, czyli od katody w stronę anody. Różnica ta wynika stąd, że elektrony zostały odkryte dopiero po ustaleniu umownego kierunku przepływu prądu.

Dlaczego jednak katoda emituje elektrony, a anoda je przyciąga? Otóż w diodzie (cały czas mówimy o lampie) zachodzi zjawisko, zwane emisją termoelektronową, czyli – jak sugeruje nazwa – emisją elektronów przez rozgrzane ciało. Dostarczone do katody ciepło dostarcza obecnym w jej materiale elektronom energię większą niż ich tzw. praca wyjścia, czyli najmniejsza energia, jaką należy dostarczyć elektronowi w danym materiale, żeby opuścił

on ten materiał i stał się elektronem swobodnym.

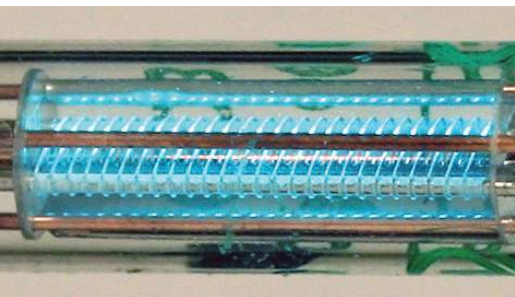
Przyłożenie do diody napięcia w taki sposób, że dodatni biegun źródła zasilania podłączamy do anody a ujemny do katody, powoduje powstanie między anodą i katodą pola elektrycznego, które przyspiesza elektrony, a same elektrony, uwalniane przecież z katody, są uzupełniane przez elektrony dostarczane przez źródło prądu. Powoduje to przepływ elektronów od katody do anody, czyli – zgodnie z przyjętą konwencją – przepływ prądu elektrycznego od anody do katody.

Niejako przy okazji zrobiliśmy ważne spostrzeżenie. Katoda musi być ogrzewana.

Katodę można ogrzewać na dwa sposoby. Jednym z nich jest umieszczenie blisko niej osobnego włókna, przez które przepuszczamy prąd. Gdy włókno się nagrzewa, to emitowane przez nie ciepło jest przekazywane umieszczonej w jego pobliżu katodzie. Taki sposób ogrzewania katody nazywa się **żarzeniem pośrednim**.

Inny sposób ogrzewania katody polega na połączeniu ze sobą funkcji grzejnika i katody. Włókno żarzenia pełni wtedy jednocześnie funkcję grzejnika oraz samej katody. Takie rozwiązanie nazywamy **żarzeniem bezpośrednim** i takie jest zastosowane w omawianej przez nas lampie. Z elektrycznego punktu widzenia ważne jest to, że katoda nie jest w takim przypadku wyprowadzona z lampy osobno, jako osobna elektroda. Wyprowadzone są jedynie końcówki włókna żarzenia.

Po rozgrzaniu katody i przyłożeniu napięcia między anodą a katodę diody prąd zaczyna płynąć i nie mamy już na niego wielkiego wpływu. Możemy najwyżej zmieniać jego wartość, modulując napięcie anody. Z tego powodu dioda została udoskonalona – między anodą i katodą umieszczono dodatkową elektrodę, nazywaną **siatką**. Zmienia-



jąc napięcie siatki względem katody, jesteśmy w stanie wpłynąć na przepływ elektronów od katody do anody – jeśli siatka będzie miała potencjał ujemny względem katody, to będzie ona hamowała, blokowała elektrony i zawracała je w stronę katody. Z tego powodu siatka nazywana jest **siatką sterującą**. Napięcie przyłożone między siatkę a katodę wpływa na wartość prądu płynącego między anodą a katodą.

Lampa, która zawiera anodę, katodę i jedną siatkę, nazywana jest **triodą**.

Warto dodać, że siatek w lampie może być więcej i pełni one wtedy różne inne funkcje (np. często stosowana jest lampa z trzema siatkami, tzw. pentoda, a istnieją nawet lampy z siedmioma siatkami – ennody, zwane też nonodami), ale opis innych rodzajów lamp wykracza poza ramy tego krótkiego artykułu.

Lampa DM 160, która – jak już wiemy – od strony elektrycznej jest bezpośrednio żarzoną triodą, została zaprojektowana jako miniaturowy wskaźnik napięcia. Stosowana była jako wskaźnik m.in. w zbudowanym ok. 1959 r. komputerze Marconi TAC (Transistorised Automatic Computer). Anoda tej lampy pokryta jest luminoforem, który – bombardowany emitowanymi przez katodę, przepuszczanymi przez siatkę i przyciąganymi przez anodę elektronami – świeci na zielono.

Lampa ma zatem cztery wyprowadzenia: dwa wyprowadzenia żarnika (z niejako wirtualną, utworzoną z jego pomocą i niewyprowadzoną osobno katodą), wyprowadzenie anody i wyprowadzenie siatki.

Najważniejsze parametry elektryczne lampy DM 160 znajdują się w **tabeli 1**.

Opis układu

Schemat układu przedstawiony jest na **rysunku 1**. Dla czytelności zrezygnowałem z umieszczenia na nim pinów programujących mikrokontroler, ale umieściłem jumpery (JP1 i JP2), które pełniły również funkcję punktów testo-

Parametr	Wartość	Opis
Vf	1 V	Napięcie żarzenia
If	30 mA	Prąd żarzenia (pobierany przez żarnik przy napięciu Vf)
Va	50 V	Napięcie anody względem katody
Rg	100 kΩ	Wartość rezystora siatki (do włączenia szeregowo z siatką)
Vbg (B = max)	0 V	Napięcie siatki (względem katody) przy maksymalnej jasności świecenia
Ia (B = max)	585 ± 155 μA	Prąd anody (płynący od anody do siatki) przy maksymalnej jasności świecenia
Vbg (B = 0)	-3 V	Napięcie siatki przy braku świecenia
Ia (B = 0)	5 μA	Prąd anody przy braku świecenia

Tabela 1

wych. Na czas programowania należy zdjąć jumper JP1, żeby nie uszkodzić układu. JP2 też można zdjąć i podłączyć do niego osobny układ sterujący siatką.

Układ składa się z kilku części, które zostaną omówione osobno.

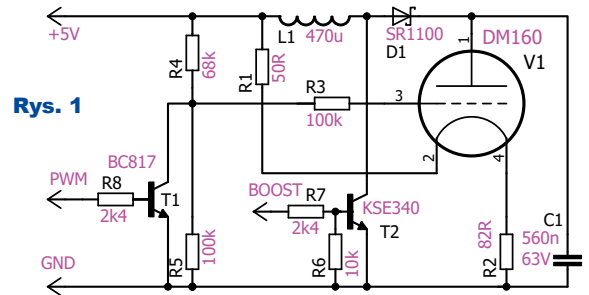
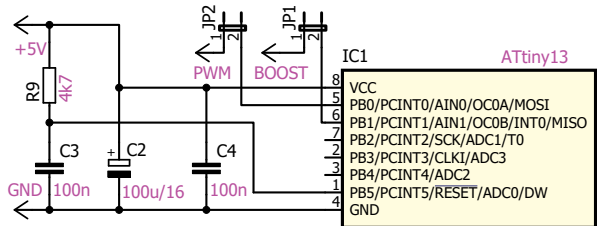
- Obwody pomocnicze dla mikrokontrolera (obwód resetu na elementach C3 i R9, filtrowanie zasilania na C2 i C4) – te są typowe i nie zostaną omówione
- Obwód żarzenia na elementach R1 i R2
- Obwód zasilania anody na elementach L1, D1, C1, T2, R6, R7
- Obwód sterowania siatką na elementach R3, R4, R5, T1, R8.

Żarnik lampy podłączony jest do zasilania 5V przez dwa rezystory: 50Ω od strony zasilania (nazwijmy go górnym, na schemacie R1) oraz 82Ω od strony masy (nazwijmy go dolnym, na schemacie R2). Taki dobór rezystorów podnosi napięcie katody do wartości ok. 3V w celu uzyskania ujemnego (względem katody) napięcia siatki – gdy na siatce pojawi się 0V, to napięcie między siatką a katodą wyniesie -3V.

Wartości rezystorów zostały wyliczone w następujący sposób. Najpierw wyliczyłem rezystancję żarnika:

$$R_f = V_f / I_f = 1V / 30mA = 33,3\Omega$$

Później wyliczyłem sumaryczną wartość rezystorów (górny, dolny oraz żarnik, który można uznać za trzeci rezystor), na których przy 30 mA musi



odłożyć się 5 V (napięcie zasilające):

$$R1 + R_f + R2 = 5V / 30mA = 166,7\Omega$$

Ustaliłem – nie jestem pewien, czy słusznie, bo nigdzie nie znalazłem takiej informacji – że za katodę powinienem uważać środek żarnika (czyli połowę rezystancji żarnika). Można uznać, że rezystor górny wraz z górną połową żarnika oraz dolna połowa żarnika wraz z rezystorem dolnym tworzą dzielnik, który z 5 V ma wytworzyć (na dolnej połowie żarnika oraz na rezystorze dolnym) napięcie 3 V.

$$R2 + R_f / 2 = (R1 + R_f + R2) * 3V / 5V$$

Po podstawieniu wartości Rf otrzymujemy układ równań:

$$R1 + 33,3\Omega + R2 = 166,7\Omega$$

$$R2 + 16,7\Omega = (R1 + 33,3\Omega + R2) * 3V / 5V$$

Zatem:

$$R2 + 16,7\Omega = 166,7\Omega * 3V / 5V$$

$$R2 = 166,7\Omega * 3V / 5V - 16,7\Omega$$

$$R2 = 83,32\Omega$$

$$R1 = 166,7\Omega - (83,32\Omega + 33,3\Omega)$$

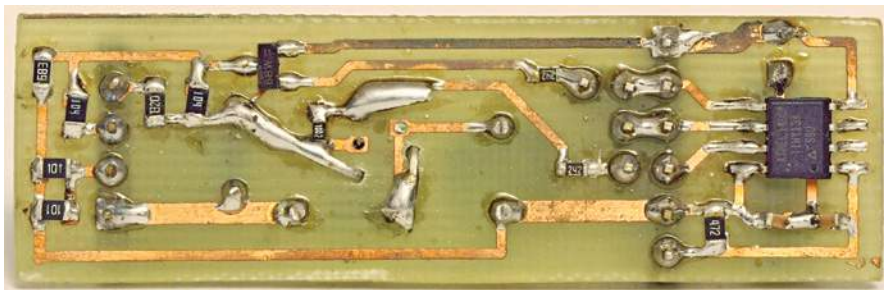
$$R1 = 50,08\Omega$$

Na koniec dobrałem najbliższe wartości z szeregu, otrzymując:

$$R1 = 50\Omega \text{ (2} \times 100\Omega \text{ połączone równoległe)}$$

$$R2 = 82\Omega.$$

Anoda zasilana jest z przetwornicy step-up (boost), zbudowanej na elementach L1, D1, T2 oraz C1 i sterowanej przez



mikrokontroler. Dodatkowo, rezystor R7 ogranicza prąd bazy tranzystora T2, a R6 zwiększa pewność jego zatkania w momencie wystąpienia stanu wysokiej impedancji na jego bazie (np. po zdjęciu jumpera JP1 lub przed uruchomieniem programu).

Działanie przetwornicy jest typowe. Gdy tranzystor przewodzi, to prąd z zasilania płynie przez dławik i tranzystor do masy, magnesując rdzeń dławika. Gdy tranzystor przestaje przewodzić (zostaje otwarty), to zgromadzone w rdzeniu pole magnetyczne indukuje na dławiku napięcie o polaryzacji przeciwnej do tego, które chwilę temu było do niego przyłożone – można powiedzieć, że dławik próbuje w ten sposób przeciwstawić się nagłemu spadkowi prądu. Napięcie to dodaje się do napięcia zasilającego i powoduje przepływ prądu przez diodę D1, ładując kondensator C1.

Ważne jest, że dławik w moim układzie oddaje całą zgromadzoną energię. Jego pole magnetyczne wyczerpuje się, a prąd spada do zera. Oznacza to, że dławik pracuje w trybie DCM (w przeciwieństwie do trybu CCM, gdy prąd dławika nigdy nie spada do zera).

Nie dodawałem do tej przetwornicy sprzężenia zwrotnego ani nie wyliczałem wypełnienia, tym bardziej że przy pracy w trybie DCM i przy zmiennym obciążeniu nie byłoby to tak proste, jak w przypadku trybu CCM. Zamiast tego dobrałem je eksperymentalnie, zwiększając wypełnienie w programie i obserwując napięcie.

Parametry przebiegu sterującego przetwornicą:

- Częstotliwość: **37,5kHz**
- Wypełnienie: **7,8%**

Przy takim przebiegu napięcie anody waha się między 35,0V a 47,6V względem masy (czyli 32,0V a 44,6V względem katody) w zależności od prądu anody – gdy lampa świeci, to prąd jest większy, a napięcie mniejsze. Widać to na **rysunku 2**. Są to stosunkowo duże wahania, wynikające z pracy przetwor-

nicy w trybie DCM oraz niewielkiej pojemności kondensatora C1, ale nie przeszkadzają w świeceniu lampy.

Potencjał siatki ustalany jest przez elementy T1, R4, R5 i R3 wraz z rezystorem R8, ograniczającym prąd bazy tranzystora T1.

Gdy tranzystor T1 przewodzi, to siatka przez rezystor R3 zwierana jest do masy, przez co jej potencjał względem masy wynosi ok. 0V. Potencjał siatki względem katody utrzymywany jest wtedy na poziomie -3V, bo – jak pamiętamy – potencjał katody utrzymuje się na poziomie ok. 3V (z niewielkimi wahaniami, wywołanymi przepływem zmiennego w czasie prądu anody, który jednak jest na tyle niewielki, że można pominąć jego wpływ). Siatka, ze względu na swój ujemny potencjał, odbija emitowane przez katodę elektrony i nie trafiają one do anody.

Gdy tranzystor T1 nie przewodzi, to siatka – znów przez rezystor R3 – zasilana jest z dzielnika zbudowanego z rezystorów R4 i R5. Obniża on napięcie siatki do wartości 3V, przez co potencjał siatki względem katody jest bliski 0V. W tym momencie siatka nie jest w stanie odbijać emitowanych przez katodę elektronów i umieszczony na anodzie luminofor świeci.

Mikrokontroler wysyła na tranzystor T1 przebieg o zmiennej szerokości impulsów (PWM). Parametry tego przebiegu:

- Częstotliwość sygnału PWM: **37,5kHz**
- Częstotliwość sygnału modulującego (0% – 100% – 0%): **0,5Hz**



Rys. 2

Program sterujący

Program jest bardzo prosty (**rysunek 3**). Jego działanie sprowadza się do odpowiedniego skonfigurowania timera 0 tak, żeby pracował w trybie „Fast PWM”, ustawiając wyjścia OC0A (sterujące siatką) i OC0B (sterujące przetwornicą) w stan wysoki przy początku zliczania i w stan niski po osiągnięciu przez licznik wartości ustawionej w rejestrze OCR0A (dla sterowania siatką) oraz OCR0B (dla sterowania przetwornicą). Następnie rejestr OCR0A ustawiany jest na wartość zero, a OCR0B na eksperymentalnie dobraną wartość 20.

W momencie przepelnienia licznika, z częstotliwością 37,5kHz (9,6MHz / 256) generowane jest przerwanie. Co 146 jego wystąpień (czyli z częstotliwością ok. 256Hz) wartość rejestru OCR0A jest zwiększana lub zmniejszana o 1 w zależności od aktualnego kierunku zmian. Dzięki temu lampa w ciągu sekundy jest powoli rozjaśniana, a w ciągu kolejnej sekundy powoli gaszona.

W Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru można znaleźć program oraz schemat.

Circuit Chaos
circuitchaos@interia.com

```

dm160.c x|
#include <avr/interrupt.h>
#include <avr/sleep.h>
#include <avr/io.h>
#include <avr/wdt.h>
#include <stdbool.h>

/* ISR occurring at 9.6 MHz/256 = 37.5kHz
 * OC0A: grid PWM drive
 * OC0B: boost drive
 */

ISR(TIM0_OVF_vect)
{
    static uint8_t div = 0;
    static uint16_t value = 0;

    /* 37.5 kHz / 146 = 256 Hz */
    if (++div < 146)
        return;

    div = 0;
    ++value;
    value ^= 0x1fff;

    if (value & 0x100)
        OCR0A = (value & 0xfff) ^ 0xfff;
    else
        OCR0A = value;
}

int main(void)
{
    int main(void)
    {
        PORTB = 0x0FC;
        DDRB = 0x03;

        wdt_enable(WDTO_15MS);

        /* Timer 0:
         * - clear OC0A and OC0B on compare match, set on top
         * - fast PWM mode
         * - no prescaling (9.6 MHz)
         */
        TCCR0A =
            _BV(COM0A1) | _BV(COM0B1) | _BV(WGM01) | _BV(WGM00);
        TCCR0B = _BV(CS00);
        OCR0A = 0;
        OCR0B = 20;
        TIMSK0 = _BV(TOIE0);

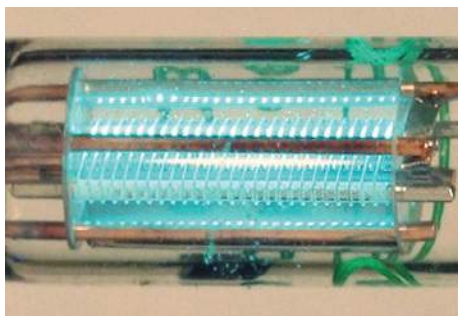
        set_sleep_mode(SLEEP_MODE_IDLE);
        sei();

        for (;;)
        {
            sleep_mode();
            wdt_reset();
        }

        /* NOTREACHED */
        return 0;
    }
}

```

Rys. 3



UWAGA! UWAGA!

Kończy nam się zapas krzyżówek

Zostań autorem krzyżówki!

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

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

1. Stopień zgodności z wartością rzeczywistą.
2. Omomierz wysokiej częstotliwości.
3. Wskaźnik synchronizacji w protokole TCP.
4. Sterowniki śledzące punkt maksymalnej mocy.
5. Regulator indukcyjny do uzyskania stałej prędkości w pojeździe z silnikiem prądu stałego.
6. Robotyka domowa.
7. Inaczej napięcie nierównoważenia (pisane bez spacji).
8. Błąd podstawy czasu w systemach audio.

Hasło należy odczytać z ponumerowanych pól.

Autorem zagadki jest **Marcin Rzewucki** z Warszawy.
Autor w nagrodę otrzymuje 6-miesięczną e-prenumeratę EdW.

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

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

Uwaga!
Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.

✂

Kupon rabatowy

EdW

9/2021

✂

Kupon rabatowy

EdW

9/2021

✂

Kupon rabatowy

EdW

9/2021

Rozwiązanie zagadki z EdW 6/2021:

- Miejsce 1. Ania – światełka choinkowe,**
- Miejsce 2. Piotr – zegar na Arduino,**
- Miejsce 3. Tomasz – wzmacniacz gitarowy,**
- Miejsce 4. Adam – termometr elektroniczny.**

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują: **Andrzej Kubiak** – Rumia, **Rafał Daniel** – Gliwice, **Rafał Burszewski** – Tzew. Rozwiązania z tego numeru (tylko hasło) należy nadsyłać w ciągu 45 dni od ukazania się tego numeru EdW.

E-maile z rozwiązaniami powinny w tytule zawierać nazwę konkursu, numer zadania i nazwisko Czytelnika, np. **Krzyżówka2109Kowalski**. Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

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

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

R E K L A M A

AVT 1755 Detektor hałasu

Wykrywanie przekroczenia natężenia dźwięku powyżej ustalonego poziomu jest pożyteczną, a jednocześnie prostą do zinterpretowania informacją. Korzystają z niej systemy alarmowe, elektroniczne nianie i nie tylko. Ten układ niskim kosztem daje taką możliwość.

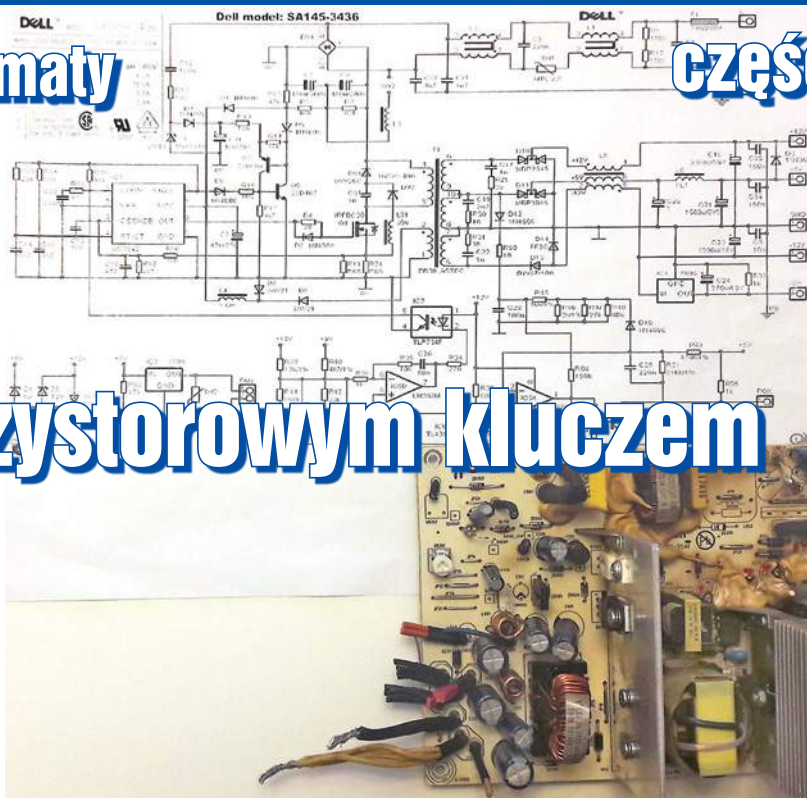


Odkrywamy schematy

CZĘŚĆ 2

Klasyczny
forward

z jednotranzystorowym kluczem



W tej części kontynuujemy analizę schematu **ZasilaczPC-nr19** (dostępny w Elportalu). Opis trywialnych fragmentów schematu pomijamy. Niektórym fragmentom należy się więcej uwagi. Jak powiedziano wcześniej, czasem ważniejsze od tego, co na schemacie występuje, jest to, czego tam brak. Tak samo ważniejsze od tego, co na schemacie widać, jest to, czego wprost nie widać.

Jedną z konsekwencji braku symetrii przebiegów w transformatorze głównym jest także sposób pozyskania napięcia ujemnego $-12V$. Tutaj nie można tego zrobić w sposób, jaki powszechnie spotykaliśmy w zasilaczach kategorii pierwszej. Trzeba albo zaangażować oddzielne uzwojenie w transformatorze głównym, albo skorzystać z cewki magazynującej energię w trybie transformatora flyback. Taki wybieg jest możliwy dzięki temu, że źródło napięcia $-12V$ czerpie niewiele energii. Należy ją pobrać w fazie, gdy energia z tej cewki jest oddawana do wyjścia przez diody podłączone do masy. Ta faza napięcia na indukcyjności gromadzącej energię podlega stabilizacji i odpowiada fazie wyłączenia klucza przetwornicy. Jednakowa liczba zwojów w uzwojeniach $+12V$ i $-12V$ zapewni także równość bezwzględnej wartości tych napięć. Ważne jest także to, że uzwojenie napięcia ujemnego może być nawinięte cienkim drutem. W tej kwestii można wyrazić się obrazowo, iż napięcie ujemne podkrada energię z cewki, która nie jest przewidziana dla tego celu. Czasem spotykamy tu rozwiązania będące mutacją tej koncepcji. Zwojów napięcia ujemnego jest więcej aniżeli w gałęzi $+12V$, a dodatkową stabilizację zapewnia

liniowy postregulator 7912. Napięcia $-5V$ z reguły te zasilacze nie mają, a jeśli tak, to pozyskują je także postregulatorem pracującym liniowo. Znajdziemy wtedy z reguły układ scalony 7905, dla którego wejściem jest $-12V$. Rozwiązanie takie jest usprawiedliwione niewielkim poborem prądu z napięć ujemnych. Dane zasilacza z reguły deklarują do 0,5A dla $-12V$ i 0,3A dla $-5V$.

Na schemacie nr 19 napięcie $-12V$ pozyskano pełnym obwodem, należnym konfiguracji forward. Bez żadnych uproszczeń, nic na skróty. Mamy dodatkowe uzwojenie transformatora głównego, dodatkowe diody i dodatkowe uzwojenie na cewce magazynującej energię. Co więcej, dodatkowy stabilizator liniowy 7912, a to oznacza, że pozyskane techniką zasilacza forward napięcie jest nieco wyższe od 12V. Zanim przejdziemy do kolejnego schematu zasilacza komputerowego, zwrócimy jeszcze uwagę na fragment często ignorowany jako bardzo prosty. Na napięciach $+12V$, $+5V$ i $+3,3V$ widzimy dodatkowe obwody filtrujące. Można powiedzieć, że na każdym z tych napięć pojemność wyjściowa podzielona jest na dwa kondensatory, rozdzielone niewielką ceweczką.

Dodatkowy filtr LC jest pożądanym i bardzo skutecznym w celu usunię-

cia pozostałości kluczowania przedostających się na wyjście zasilacza. Choć ten fragment może wydawać się prozaicznie prosty, może stwarzać poważne problemy. Filtr LC daje załamanie charakterystyki częstotliwościowej od razu ze spadkiem $-40dB/dek$, a przesunięcie fazy do -180° . Ten niepożądany obraz dodatkowo się komplikuje, jeśli dobrze obwodu LC jest duża. Skoro ma on filtrować składową o częstotliwości kluczowania, punkt załamania charakterystyki filtra $1/2\pi\sqrt{LC}$ (w tym punkcie $\omega L=1/\omega C$) musi znajdować się wcześniej, bliżej na osi częstotliwości, najlepiej dekadę, co najmniej o $1/5$. Równocześnie pożądanym jest, aby znajdował się jak najdalej od częstotliwości przecięcia wypadkowej charakterystyki całej pętli regulacji, tzn. tego, co wnosi sam obwód zasilacza w ramach pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego, plus celowo wniesiona kompensacja, praktycznie zawsze w obrębie wzmacniacza błędów, tu TL431. Ale tę częstotliwość, czyli pasmo obwodu regulacji chcemy wyciągnąć jak najdalej. Praktycznie akceptowalna jest relacja między tymi charakterystycznymi punktami ok. 3:1.

Dobry projekt zasilacza to nie tylko wybór odpowiedniej konfiguracji, kontrolera, trybu pracy (*voltage-*

-mode – current-mode, DCM-CCM) i poprawne obliczenie wszystkich jego elementów. To przede wszystkim sztuka kompromisów, lawirowania między tym, co lepsze z różnych punktów widzenia. Tematu nie rozwijamy, ale właściwy dobór częstotliwości kluczowania, kompensacji charakterystyki i filtracji jest zadaniem trudnym, a potrzeba kompromisów wyraźnie widoczna. Wydaje się, że zawsze pożądane jest zwiększanie częstotliwości pracy. Ale i tu szybko dojdziemy do punktu, gdzie kolejne kompromisy dają o sobie znać: właściwości magnetyków, prądy wirowe, właściwości dynamiczne diod, tranzystorów, a nawet zwykłych kondensatorów. Największy urok elektroniki ujawnia się wtedy, gdy dla pokonania i przewyciężenia narastających trudności rodzą się nowe pomysły, nowe konfiguracje układowe. W przypadku zasilaczy będą to konfiguracje rezonansowe, zasady soft-switching miękkiego włączania kluczy, co wydaje się sprzeczne z pierwotnym zamierzeniem pracy zasilacza impulsowego. W przypadku zasilaczy PC wprowadzone w życie tylko w rozwiązaniach najnowszych.

Ale wracamy do naszego schematu-zasilacza. Będąc przy elementach L4-C36, L5-C38, L8-C34 filtru wyjściowego, zauważymy, że ceweczka jest zwykle mała i o bardzo niskiej indukcyjności. Wydaje się, że to element mało ważny i dobrany bez należytej staranności. Tymczasem właśnie taka ma być! Także jeśli równolegle do indukcyjności włączony jest rezystor, to jest to uzasadniona kosmetyka. Uzasadnione jest również, jeśli filtr wyjściowy wyrzucony jest poza pętlę stabilizacji ujemnego sprzężenia zwrotnego. To znaczy, gdy kontrolowane jest napięcie przed tym filtrem, co należy rozumieć jako miejsce zamknięcia pętli. Ignorowanie tych zasad, jak również np. zasad masy jednopunktowej obwodu płytki drukowanej, czy w przypadku zasilacza w komputerze właściwego ekranowania, często bywa bezkarne. Ale często bywa też źródłem poważnych kłopotów, gdy trudno jest skojarzyć, w czym tkwi błąd.

Na schemacie nr 19 pozostała jeszcze nieomówiona przetworniczka standby i obwód supervisor. Przetwornicę standby darujemy sobie,

a obwody kontroli napięć po stronie wtórnej omówimy tylko krótko. Porównując przetwornicę standby ze schematu 19 z opisywanymi w części 4 i 5, zauważamy moc układu scalonego. Tam dwa tranzystory, tu prawdopodobnie kilka tysięcy w układzie scalonym. Aż dziwne, że tak skrajne rozwiązania są użytkowo wzajemnie konkurencyjne. ICE3B0365 to układ stosunkowo młody. Zamknięty w obudowie ośmionóżkowej wykorzystuje faktycznie tylko 6 wyprowadzeń. Mimo to, integruje w sobie, oprócz sterownika, także wysokonapięciowy tranzystor kluczujący. A sterownik zawiera takie cechy i bloki jak: obwód startowy, oscylator z jitterem i ograniczeniem PWM, pracę w trybie burst mode – bez obciążenia pobiera moc poniżej 0,1 wata, obwód miękkiego startu, możliwość pracy w szerokim zakresie napięcia zasilania, zabezpieczenia pod- i nadnapięciowe, ograniczenie prądowe, zabezpieczenie przed rozwarciem pętli sprzężenia zwrotnego, przeciążeniowe i termiczne. Szybko się budzi, gdy ustaną warunki przeciążenia, a także z trybu

normalnej. Pracuje w trybie prądowym current mode, i mimo tak niewielkiej liczby wyprowadzeń pozwala na zewnętrzne podłączenie rezystora pomiarowego w źródle MOSFET-a, co w znaczący sposób rozszerza elastyczność aplikacji. Jak widać na schemacie, liczba potrzebnych elementów zewnętrznych jest ograniczona do minimum. Tego typu rozwiązania zasługują

na odrębne opracowanie. Tu tylko dopowiemy, że to oczywiście konfiguracja flyback.

Supervisor wykonany jest w oparciu o układ scalony WT7525. Obok szerokiej gamy zabezpieczeń integruje on w sobie obwody generacji sygnału Power_Good, i co powiedziano wyżej – Power_ON. Realizuje on doskonale to, co w schematach zasilaczy PC starszej generacji wykonane było na piechotę z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych.

Wszystkie napięcia sprawdzane są na under- i over-voltage. Napięcie 12V sprawdzane jest dwa razy. W zasilaczach PC o dużej wydajności prądowej gałęzi +12V jest ono rozdzielone na 12V1 i 12V2. To to samo napięcie rozdzielone jest jedynie niskoomowymi rezystorami pozwalającymi oddzielnie kontrolować prąd w linii 12V1 i 12V2. Zwykle w komputerze 12V2 zasilą procesor CPU, a 12V1 prądożerną grafikę i pozostałe obwody. W najnowszych zasilaczach znajdziemy 12V1, 12V2 i 12V3.

R E K L A M A

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ11-200 Bartoszyce ul. Bohaterów Warszawy 67 pwkey@onet.pl
tel. (89)7635050 fax (89)7635051

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

z wbudowanym termostatem pokojowym
zapewniającym komfort i oszczędność

REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

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

www.pwkey.pl

Oczywiście na płycie głównej komputera napięcia te są obniżane wysokosprawnymi przetwornicami step-down.

W prosty i pomysłowy sposób realizowane jest zabezpieczenie nadprądowe. Nie są wymagane niemal żadne elementy zewnętrzne dla pozyskania informacji o prądzie. Tu, w analizowanym schemacie, co prawda służą do tego celu 2-miliomowe rezystory w liniach 12V1 i 12V2 oraz 1,2mΩ w linii +5V i +3,3V. Jednak w podobnych zasilaczach do tego celu wykorzystana jest rezystancja cewki filtru wyjściowego. Można tak zrobić, gdyż w zastosowanym tu sposobie pomiaru łatwo się pozbyć składowej zmiennej napięcia z cewki. Zabezpieczenia pod- i nadnapięciowe ustalone są wewnętrznymi obwodami układu scalonego WT7525. Progi zabezpieczenia nadprądowego można programować zewnętrznymi rezystorami. W wersji 14-nóżkowej WT7525 (są też 16- i 18-nóżkowe) próg ograniczenia nadprądowego linii 12V1 i 12V2 programowany jest wspólnie, a w wersjach o większej liczbie wyprowadzeń – oddzielnie.

Jak to działa? Przyjrzyjmy się linii, powiedzmy 12V1. Pozostałe rozwiązane są tak samo. 12V doprowadzone jest do układu scalonego dwa razy. Do wyprowadzenia 5 przez rezystor R80 sprzed niskoomowego R61, oznaczone jako 12VC, oraz do wyprowadzenia 10 – tu szeregowy rezystor jest mało istotny. Napięcie z wyprowadzenia 10 trafia wprost, a ściślej po podzieleniu wewnętrznymi rezystorami, na komparatory under- i over-voltage. Ale doprowadzone jest też bez podziału do trzeciego komparatora, porównującego je z potencjałem wyprowadzenia 5. Ale z wyprowadzenia 5 zasysany jest określony prąd. To prąd, który wraz z zewnętrznym rezystorem R80 i R61 ustala, na jakim poziomie zadziała ograniczenie prądowe linii 12V1. Obwód zabezpieczenia zareaguje, gdy spadek napięcia na R61 ($3\text{m}\Omega \times \text{prąd}$ czerpany z linii 12V1) zrówna się ze spadkiem na R80 – wartość rezystora przemnożona przez prąd wewnętrznego źródła prądowego. To źródło programowane jest jako ośmiokrotna wartość referencyjnego, ustalonego zewnętrznym oporem na nóżce 6 układu scalonego, tu R79. Łatwo policzyć wartość prądu wpływającego z n.6, gdyż ustalone jest tu napięcie 1,2V. Dla R79=30kΩ daje to wartość 40uA

(można programować od 10 do 65uA). Razy 8 to 320uA prądu wpływającego do wyprowadzenia 5. 320uA przemnożone przez R80=620Ω daje wartość ok. 0,2V. A R61, na schemacie odczytujemy = 3 miliomy. $0,2\text{V} : 3\text{m}\Omega = 66\text{A}$?

I tu znak zapytania, gdyż wartość 66A wydaje się zbyt wysoka. Czy R80 nie powinien mieć wartości mniejszej? Jeśli zamiast dodatkowego niskoomowego oporu wykorzystana jest rezystancja cewki filtru wyjściowego, którą należy nawinąć nie tylko ze względu na zadaną indukcyjność, ale i oporność, składową zmienną łatwo odfiltrować kondensatorem włączonym między wyprowadzenia 5 i 10 WT7525. Na analizowanym schemacie jest tu pojemność 22uF. Tu co prawda nie wykorzystuje się rezystancji cewki. Ale gdyby zamiast z R61, pobrać informację o prądzie z L4, czy filtracja byłaby skuteczna? Już przy indukcyjności na poziomie kilku mikrohenrów częstotliwość graniczna z pojemnością 22uF wypada w okolicy 10kHz do kilkunastu kHz. A to bardzo dobra filtracja częstotliwości kluczkowania na poziomie 50...100kHz. Układ scalony WT7525 nie ma jedynie wbudowanej kontroli napięcia ujemnego -12V. W analizowanym schemacie, za cenę dodatkowego tranzystora Q12, kontrolowane jest też -12V, choć praktycznie tylko na jego obecność. W IC4 wykorzystana jest wspólna linia z napięciem +5V. Analizę tego fragmentu schematu pozostawiamy Czytelnikowi. WT7525 nie tylko wypracowuje sygnał Power_Good, ale ma też wejście Power_Good Input – wyprowadzenie 1. Co ono kontroluje? W analizowanym schemacie pośrednio kontroluje napięcie wejściowe przetwornicy. Komputer startuje po ustabilizowaniu się wszystkich napięć. Tu informacja o Uwe pozyskana jest z 5-woltowego wtórnego uzwojenia transformatora. Takie rozwiązanie jest możliwe tylko w przetwornicy przepustowej. Faza włączenia klucza oddaje na wyjściu przetransformowane Uwe. Analizę i przeliczenie obwodu pozostawiamy Czytelnikowi, a jedyną niewiadomą, którą trzeba przyjąć orientacyjnie, jest przekładnia transformatora, a próg napięcia na PGI to 1,2V. Supervisor WT7525 z dużą starannością wypełnia swoje zadania. W każdą z linii zabezpieczeń, a także w PG i PS_ON wbudowane są rozsądnie dobrane obwody czasowe. Wej-

ście PS_ON (włącz/wyłącz zasilacz) ma dodatkowo wbudowaną histerezę i opóźnienie w celu zabezpieczenia przed drganiem styków, potrzebne, gdy wykorzystany jest mikroswitch ręczny. Układ ten zasilany jest wstępnie napięciem +5V z przetwornicy standby, aby potrafił przenieść sygnał włącz-zasilacz, a po wystartowaniu zasilanie przejmuje +12V z przetwornicy głównej (suma z diod D24 i D25). Pełą kartę katalogową układu scalonego WT7525 zamieszczamy także w Elportalu.

Na schemacie nr 19 widzimy też prosty obwód sterowania wentylatorem. W taki obwód wyposażonych jest większość zasilaczy PC lepszej klasy. Wentylator nie szumi, kiedy nie trzeba. Rozwiązań jest wiele, z reguły ze wzmacniaczem operacyjnym. Tu widzimy obwód z dwoma tranzystorami, diodą Zenera i termistorem, który z reguły jest przyklejony, dociśnięty do radiatora odprowadzającego ciepło z diod po izolowanej stronie zasilacza. Dopóki nie stosowano prostowników synchronicznych, tu strat mocy jest najwięcej. Układ zastosowany na analizowanym schemacie jest prosty, dlatego opis działania sobie darujemy. Warto tylko zwrócić uwagę na dwa szczegóły. Na zimno wentylator nie jest całkowicie wyłączony. Podłączony jest do 12V przez rezystor R92. Wartość 47Ω odpowiada mniej więcej rezystancji samego wentylatora, czyli kręci się on przy napięciu ok. 6V. Wtedy jeszcze szumu wydawanego przez wentylator praktycznie nie słychać. Po przekroczeniu zadanej temperatury rezystor R92 zwierany jest przez tranzystor Q13. Ale układ nie pracuje progowo, co jest drugą cechą, na którą warto zwrócić uwagę. Wentylator stopniowo zwiększa obroty, co sprawia, że jest wąski przedział, w którym Q13 pracuje w aktywnej części swojej charakterystyki. To tranzystor pnp 2SA928 30V/2A, mogący w obudowie TO-92 (bez radiatora) rozpraszać do 1W mocy.



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

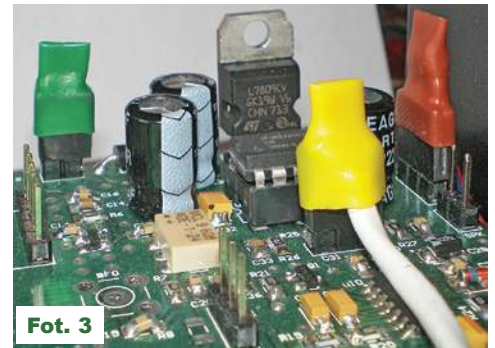
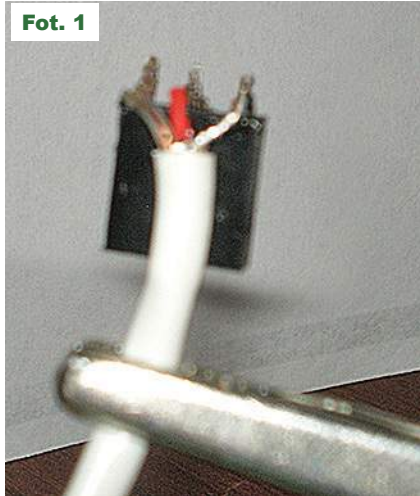
Dołączanie przewodów do złączy kołkowych

Tytułowe zadanie realizujemy tak:

1. Do fragmentu gniazda kołkowego, nazywanego też „nasadką goldpinową”, o odpowiedniej liczbie pinów – otworów na szpilki, dolutowujemy przewód niejako „od dołu pod górę”, odginając go nieco przy podstawie gniazda (**fotografia 1**).

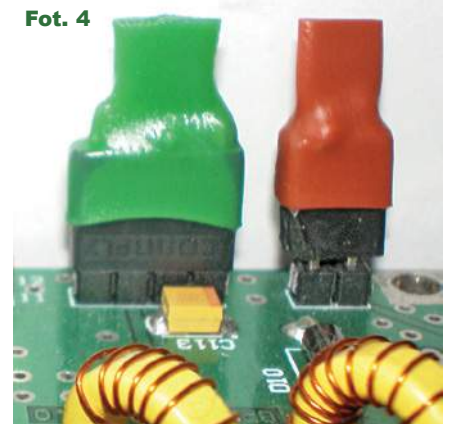
2. Koszulkę termokurczliwą uciętą z nadmiarem obkurczamy, ściskając i formując w końcowej fazie palcami swego rodzaju „chwyt”. Wysokość „chwytu” ustalamy według uznania, przycinając np. nożyczkami, jak pokazuje **fotografia 2**.

Fot. 1

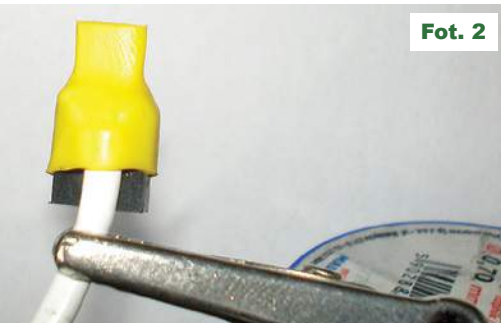


Fot. 3

Fot. 4



Fot. 2



3. Pozostałe dwie fotografie ilustrują praktyczne zastosowanie. W Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru umieszczone są też kolejne fotografie tych elementów.

Marek Tomczyk
marektomczyk@interia.pl

R E K L A M A

Kabel USB 3w1 Baseus Bright Mirror

Baseus

złącza: micro USB / USB-C / Lightning
przesył danych: tylko Lightning
kabel: płaski, zwijany 120cm
max. prąd: 3.5 A



Kabel umożliwia ładowanie
3 urządzeń jednocześnie

CAMLT-MJ03
32zł

sklep.avt.pl handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 51

EdW 9/2021 – lista osób nagrodzonych:

Aleksander Borysiuk	Hajnówka	Bogusław Kuleba	Legnica	Krzysztof Szymborski	Katowice
Rafał Burszewski	Tczew	Andrzej Lencznerowicz	Poznań	Robert Woźniak	Wiśniewo
Rafał Daniel	Gliwice	Michał Lis	Gdynia	Piotr Wyderski	Wrocław
Gracjan	Kraków	Andrzej Kubiak	Rumia	Milosz Zdun	Janowiec
Piotr Graffstein	Warszawa	Adam Nowak	Kępno	Tomasz Zygmunt	Szczecin
Jakub Jakubczyk	Kluczbork	Marcin Rzewucki	Warszawa		
Marek Kowal	Chorzów	Maciej Siwkowski	Gdańsk		

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

Zajrzyj do interesujących materiałów
„Świat Radio” 9–10/2021

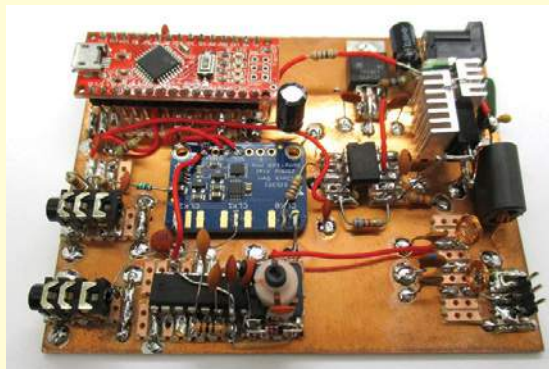


Transceiver MILLIONS SP3ABG

Transceiver MILLIONS to najnowsze opracowanie SP3ABG. Podobny układ, ale z tranzystorem bipolarnym był zastosowany w pierwszym Traperze z 1983 r. – TRAPER 83. MILLIONS powstał w tym roku i spełnia inne wymagania oraz ma zastosowane aktualnie dostępne elementy. TRX pomimo swej prostoty umożliwia dwustronne łączności CW/SSB w paśmie 80m. Moc nadajnika wynosi ponad 10W, czułość odbiornika około 1uV

Transceiver QRP FT8

Od momentu pojawienia się w połowie 2017 r. nowej emisji cyfrowej FT8, zyskała ona tak wielką popularność, że aktualnie blisko połowa łączności na pasmach amatorskich odbywa się właśnie na FT8. Nic dziwnego, konstruktorzy zaczęli budować proste transceivery QRP do pracy tą emisją. W eksperymentalnym układzie DK7JB zostały użyte gotowe moduły Arduino-Nano-Clone oraz SI5351-Board z Adafruit. W torze RX pracuje CD2003, a w TX MCP14E8-E/P i IRF720.



Errare Humanum Est

EdW 8/2021

Strona 27 (MPPT) – ostatni akapit prawej kolumny: jest U_{REF1} , powinno być U_{REF2} .

Uwagę przysłał Marian Gabrowski z Polkowic.

R E K L A M A

AVT 1925 Centralka alarmowa współpracująca z czujnikiem ruchu

Gdy zajdzie potrzeba zabezpieczenia pomieszczenia alarmem, to zamiast stosowania czujników otwarcia, kontaktronów czy barier optycznych, łatwiej użyć popularnego czujnika ruchu ogarniającego zasięgiem całe pomieszczenie. Jednak, aby powstał system alarmowy, potrzebna jest jeszcze centralka, która umożliwi uzbrajanie alarmu, rozbrajanie i zapewni odpowiednią sygnalizację.



Znajdź nas na 



Redukcja napięcia sieci z 240 na 220V

W EdW 10/2012 pisałem o redukowaniu napięcia sieci w odbiornikach lampowych z 230V na 220V. Wracam do tego tematu, ponieważ napięcie sieci energetycznej w wielu miejscach Polski na wartość 240V, a nie 230V.

Jak ważne jest utrzymanie właściwego napięcia w odbiorniku lampowym, niech pokaże przykład. Na początku ubiegłego roku naprawiałem znajomemu radio „Venus Luxus”. które dostosowałem do istniejącego wtedy napięcia 230V, co szczegółowo opisałem w EdW 1/2020. Odbiornik miał wszystkie napięcia w normie, a zastosowany autotransformatorek do zasilania żarzenia PABC80 po kilku godzinach pracy był tylko lekko ciepły, co jest normalne.

W listopadzie tego roku odbiornik przestał działać. Po sprawdzeniu okazało się, że oprócz spalonego bezpiecznika, spaleniemu uległy żarówki skalowe 7V/0,3A. Autotransformatorek do żarzenia PABC80 był tak przegrzany, że aż zaczął się topić karkas. Po wymianie uszkodzonych części włączyłem odbiornik do sieci i pomierzyłem napięcia. Przy napięciu sieci 240V napięcie żarzenia wynosiło 7,2V, a anodowe 310V zamiast 280V.

Opisuję ten przypadek po to, żeby uzmysłowić Czytelnikom, jakie skutki powoduje używanie odbiornika nieprzystosowanego do aktualnego napięcia sieci. O ile do zredukowania nadwyżki napięcia sieci 10V wystarczył niewielki dławik lub odpowiednio dobrany opornik, o tyle do zredukowania nadwyżki 20V ta metoda nie zdaje egzaminu. Po pierwsze, moc tracona na opornikach (6–8W) niepotrzebnie podgrzewałyby aparat, a po drugie – zastosowanie dławika też nie ma sensu, gdyż o wiele lepiej sprawdzi się niewielki (niewiele większy od dławika) autotransformator. Przeliczyłem kilka przypadków i okazało się, że do zasilania odbiornika o mocy 65–80W wystarczy reduktor (autotransformator) o mocy 15W. Można do tego celu wykorzystać każdy transformator, który zasilany napięciem 220V da po stronie wtórnej napięcie 20V (18...22V).

W moich zapasach znalazłem trafko, dający po stronie wtórnej 28V/0,4A. Bez rozbierania rdzenia odwinąłem liczbę zwojów równoważną ośmiu woltom i uzyskane uzwojenie 20-woltowe połączyłem w szereg z uzwojeniem pierwot-

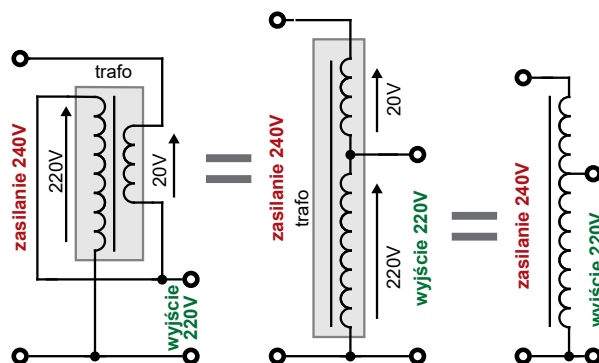
nym tego transformatora. W ten dość prosty sposób z 12-watowego transformatora otrzymałem autotransformatorek 240/220V, wytrzymały obciążeniu 65W.

Ważne jest, aby uzwojenie wtórne 20V przyłączyć do końca uzwojenia pierwotnego według **rysunku 1**, tak aby napięcia się dodawały.

W odbiorniku lampowym zawsze znajdzie się miejsce na umieszczenie takiego niewielkiego reduktora. Na **fotografii 2** widać taki reduktor, umocowany obok trafa sieciowego w odbiorniku Venus Luxus. Po zamontowaniu reduktora odbiornik ma wszystkie napięcia w normie (napięcie żarzenia 6,35V i anodowe 283V). Dodatkowym plusem jest większa odporność na chwilowe zmiany obciążenia niż przy redukcji oporowej. Taki reduktor może wykonać każdy, kto orientuje się w zagadnieniach elektrotechniki, ma podstawowe narzędzia i multimetr.

Kto ma do dyspozycji uszkodzony transformator o mocy 10–20W albo rdzeń i karkas od takiego transformatora i trochę doświadczenia, może taki autotransformator nawinąć samodzielnie. Nawija się tyle zwojów, ile wyszło z obliczenia bez dodawania i odejmowania zwojów w poszczególnych uzwojeniach, co jest potrzebne w innych transformatorach. Prostszy i łatwiejszy sposobem jest dostosowanie transformatora mającego po stronie wtórnej napięcie 20V (18...22V)/0,4–0,5A mierzone bez obciążenia. Ponieważ w autotransformatorze prądy zasilający i obciążenia w uzwojeniu wspólnym się znoszą, uzwojenie może być nawinięte cieńszym drutem niż w transformatorze w uzwojeniu pierwotnym. Z tego względu również rdzeń może mieć znacznie mniejszy przekrój.

W omawianych przypadkach prąd w uzwojeniu wspólnym mieści się w granicach 20...50mA, więc wykorzystując gotowy transformator, kierujemy się tylko tym, czy wystarczająca jest wydajność prądowa uzwojenia 20V. Warto zwró-



Rys. 1 transformatorowy reduktor 240/220V

cić uwagę na fakt, że transformatory sieciowe o tej samej mocy, stosowane w odbiornikach lampowych mogą mieć różne prądy jałowe. Dlatego np. jedna Stolica lub Aga pobiera prąd odpowiadający 55W (ściślej biorąc, w grę wchodzi moc pozorna), a inna 65W, a podobnie jest z Syrenami, Poematami, itd.

Prawidłowo wykonany transformator o mocy 40...80W stosowany w odbiornikach lampowych powinien mieć prąd jałowy w granicach 30...50mA. Niestety w latach 50. i 60. błędnie i głupio pojmowana idea oszczędzania miedzi powodowała, że do nawijania transformatorów używano mniej drutu. Efektem tego był pobór prądu jałowego w granicach 120...160mA, a to powodowało zwiększone zużycie prądu przez jeden odbiornik odpowiadające mocy 15...22W. Nawet tak nieduże radio jak Promyk Lux miało 40-watowy transformator o prądzie jałowym 150mA. Próbowano również drut miedziany zastępować drutem aluminiowym, którym uznawano dynamo do rowerów, transformatory oraz używano w instalacji elektrycznej. Jeszcze niedawno spotkałem 200-watowy transformator do prostownika nawinięty drutem aluminiowym.

Ciąg dalszy na stronie 69



Jak to działa

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

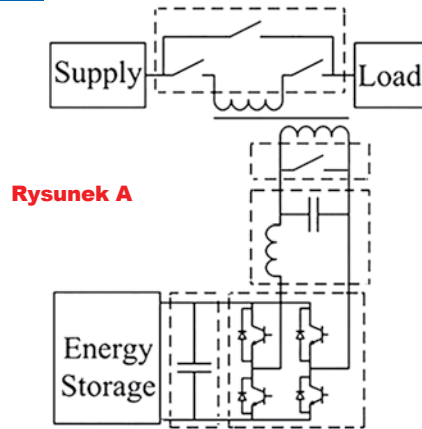
Jak działa i do czego służy taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem

Jak9,

należy nadsyłać w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW.

Nagrodami w konkursie będą 3 kity AVT



Rysunek A

Rozwiązanie zadania *Jak to działa* z EdW 5/2021

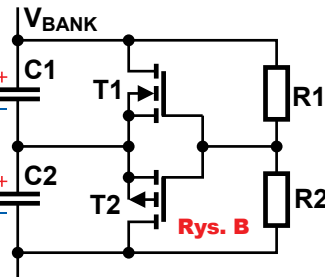
W numerze 5/2021 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany układ elektroniczny.

Jest to... *energooszczędny układ do wyrównywania napięć na połączonych szeregowo kondensatorach elektrolitycznych.*

Schemat, zaproponowany do konkursu *Jak to działa?* przez jednego z Czytelników EdW, pochodzi z materiałów TDK, a konkretnie z dokumentu: *Aluminum Electrolytic Capacitors General technical information*. **Rysunek C** pokazuje oryginalną wersję.

Znajduje się tam informacja, że kondensatory elektrolityczne mogą być łączone szeregowo lub równoległe, między innymi do zwiększenia dopuszczalnego napięcia, prądu czy pojemności. Zamieszczony jest schemat, pokazany na **rysunku D**.

Istotną okolicznością jest fakt, że przy połączeniu szeregowym wypadkowa pojemność się zmniejsza: dwa połączone szeregowo jednakowe kondensatory mają pojemność równą połowie pojemności każdego z nich. Kondensatory elektrolityczne z natury nie są precyzyjne. Producent zaleca, żeby w tego rodzaju bankach kondensatorów stosować egzemplarze z tej samej serii produkcyjnej, co zapewni zbliżone warunki i szybkość ich starzenia. Jednak nawet egzemplarze z jednej serii produkcyjnej mogą mieć znacząco różną pojemność i różne prądy upływu. A wtedy podczas pracy na poszczególnych kondensatorach wystąpią napięcia stale o różnej wartości. Przy



Rys. B

dużych różnicach pojemności, a zwłaszcza upływności, może to doprowadzić do nadmiernego wzrostu napięcia na kondensatorach o najmniejszej pojemności i najmniejszej upływności.

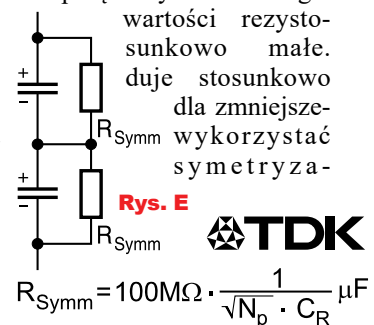
Według wspomnianych materiałów TDK, przy połączeniu szeregowym nie grozi to uszkodzeniem, jeżeli całkowite napięcie U_{BANK} na zestawie szeregowo połączonych kondensatorów będzie mniejsze niż:

$$U_{BANK} < 0,8 \cdot N_S \cdot U_{NOM}$$

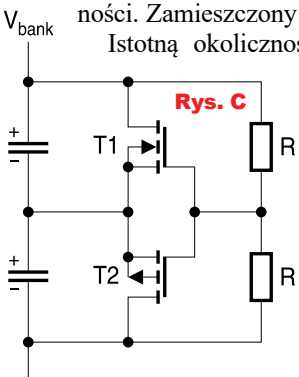
gdzie N_S to liczba szeregowo połączonych kondensatorów, a U_{NOM} to napięcie nominalne każdego z użytych kondensatorów. Wynika to między innymi z faktu, że przy szeregowym połączeniu następuje przynajmniej częściowe samowyrównanie napięć. Mianowicie gdy napięcie na kondensatorze rośnie do wartości bliskiej napięciu nominalnemu, wtedy prąd upływu rośnie nieproporcjonalnie więcej niż przy niższych napięciach. Ta nieliniowa charakterystyka upływności pomaga wyrównywać napięcia na szeregowo połączonych kondensatorach, ale tylko częściowo, na co wskazuje przedstawiony powyżej wzór.

Przy wyższych napięciach całkowitych konieczne są zewnętrzne obwody wyrównywania napięć na kondensatorach. **Rysunek E** pokazuje najprostsze rozwiązanie z dwoma rezystorami symetryzującymi. Na rysunku podany jest wzór na rezystancję symetryzującą R_{Symm} , gdzie N_P to liczba jednakowych kondensatorów połączonych równoległe (*parallel*), a C_R to pojemność nominalna każdego kondensatora.

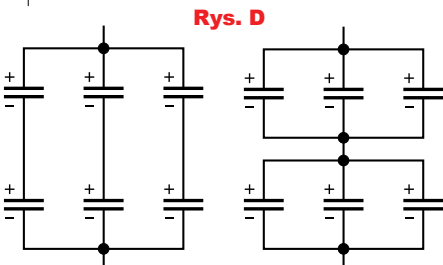
Problem w tym, że w przypadku dużych banków z kondensatorami o dużej pojemności i połączonymi równoległe według rysunku D potrzebne wartości rezystorsunkowo małe. Płynący przez nie prąd spowoduje duże straty mocy. I właśnie dla zmniejszenia tych strat mocy można nieco bardziej rozbudowany tor według rysunków B, C z dwoma jednakowymi rezystorami i dwoma jednakowymi tranzystorami.



$$R_{Symm} = 100M\Omega \cdot \frac{1}{\sqrt{N_P} \cdot C_R} \mu F$$



Rys. C



Rys. D

Ma on kilka zalet. Zastosowanie tranzystorów MOSFET powoduje, że prądy bramek można zaniedbać, a więc wartość rezystorów (R1, R2) może być bardzo duża, co zmniejszy straty mocy do znikomej wartości.

Gdy napięcia na kondensatorach są jednakowe, oba MOSFET-y są zatkanie, a więc nie ma problemu strat.

Jeden z tranzystorów (nigdy oba) zostanie otwarty wtedy, gdy napięcie w punkcie połączenia kondensatorów będzie się różnić od połowy napięcia całkowitego o wartość napięcia progowego MOSFET-u (U_{GSth}). Wtedy przez jeden z MOSFET-ów popłynie mały prąd, który zapobiegnie większej niesymetrii napięć na kondensatorach. Ten prąd będzie miał znikomą wartość – będzie to różnica prądów upływu obu kondensatorów.

Wszystkie nadesłane rozwiązania były prawidłowe. Jeden z uczestników napisał: (...) [Jest to] schemat układu

balancera napięcia na kondensatorach C1 i C2. (...) układ działa w ten sposób, że w przypadku obniżenia się napięcia na kondensatorze C2 (np. wskutek jego samorozładowania) obniża się potencjał źródeł tranzystorów T1 i T2. Tym samym wzrasta napięcie U_{GS} tranzystora T1 (bramki obu tranzystorów mają stały potencjał ustalony przez dzielnik rezystorowy R1/R2). Jest to tranzystor MOSFET z wzbogacanym kanałem typu n. Przy zerowym napięciu U_{GS} tranzystor ten jest zamknięty. Wzrastające napięcie U_{GS} powoduje stopniowe otwieranie się tego tranzystora i przepływ prądu ładowania kondensatora C2. Napięcie na ładowanym kondensatorze C2 stopniowo narasta, powodując podnoszenie się potencjału źródeł tranzystorów T1 i T2, a tym samym obniżanie się napięcia U_{GS} tranzystora T1 i stopniowe jego wyłączenie. W tym samym czasie bramka tranzystora T2 ma stale potencjał wyższy niż jego źród-

ło i tranzystor ten jest wyłączony (...) Analogicznie, w przypadku obniżenia się napięcia na kondensatorze C1 (...)

Układ [z MOSFET-ami o bardzo małym napięciu U_{GSth}] (...) może służyć do ładowania dwóch szeregowo połączonych superkondensatorów. Zazwyczaj w tego typu układzie oba kondensatory C1 i C2 są tego samego typu i na każdym (...) jest utrzymywane napięcie równe połowie napięcia V_{BANK} . Bez układu balancera, wskutek rozrzuca pojemności kondensatorów C1 i C2, różnica napięć na obu kondensatorach byłaby równa:

$$U_{C1}-U_{C2}=U_{BANK}*(C2-C1)/(C2+C1)$$

Nagrody-upominki za zadanie **Jak Działa?** otrzymują:

Aleksander Borysiuk – Hajnówka,

Maciej Siwkowski – Gdańsk,

Robert Woźniak – Wiśniewo.

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

Ciąg dalszy ze strony 67

Ta błędna polityka przyniosła więcej strat niż korzyści i w latach 70. zaczęto się wycofywać ze stosowania drutów aluminiowych.

Dla osób, które zechcą wykonać taki reduktor napięcia, podaję przykłady wykorzystania gotowych transformatorów.

1) Do odbiornika o mocy 45...60W (Aga, Stolica, Syrena, Boston, Kalipso, Bolero) wystarczy transformator TS10/13. Ma on dwa uzwojenia wtórne, które po połączeniu w szereg dają napięcie 20V/0,3A. To uzwojenie przyłączyć do końca uzwojenia pierwotnego tak, aby napięcia się dodawały według rysunku 1 i otrzymamy autotransformator 240/220V.

2) Do odbiorników o mocy 65...80W (Eroica, Undine, Etiuda, Podhale, Symfonia, Sonata) dobry będzie transformator TS15/18, który ma również uzwojenie wtórne, dające 20V/0,4A i moc wystarczającą do zasilania wymienionych odbiorników.

3) Do zasilania magnetofonów szpulowych, takich jak Wilga, Melodia, Piosenka, Szmaragd BG-20-6 czy Tonette, należy użyć transformatora TS20/3, TS20/10 lub TS20/11. **Zuwagi na pole rozproszenia i brum sieciowy, reduktor do zasilania magnetofonów**

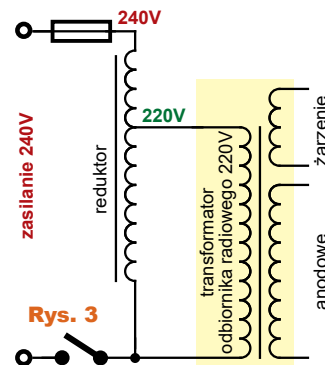
należy wykonać jako oddzielne urządzenie umieszczone w odległości min. 1 m od magnetofonu.

Budując osobny reduktor, warto użyć transformatora 60–100W i uzyskać możliwość zasilania większej liczby urządzeń 220-woltowych o łącznej mocy do 400W. Dość łatwo można zdobyć trafo sieciowe od starych odbiorników lampowych, np. do Agi, Stolicy czy Bolera. Jeśli trafi się spalony, to spaleni ulega najczęściej uzwojenie anodowe, a sieciowe pozostaje dobre. Mając takie trafo zdejmujemy rdzeń i liczymy liczbę zwojów żarzenia oraz obliczamy liczbę zwojów na wolt. Następnie usuwamy uzwojenia żarzenia oraz anodowe i jeśli uzwojenie sieciowe jest dobre, nawijamy uzwojenie 20V drutem ϕ 0,8–1mm. Początek nawijanego drutu łączymy z końcem uzwojenia sieciowego i nawijamy w tym samym kierunku. Nawijamy jednak ok. 6...8 zwojów mniej niż wynika z obliczenia, ponieważ uzwojenie żarzenia bez obciążenia daje napięcie ok. 7,2V zamiast 6,3V. Taki reduktor wykonany z trafo od Stolicy mam umieszczony pod stołem warsztatowym i zasilam z niego urządzenia na napięcie 220V. Reduktor spisuje się świetnie i nie wykazuje spadku napięcia pod wpływem obciążenia. Jeśli reduktor chcemy zainstalo-

wać wewnątrz odbiornika, wtedy należy:

- początek uzwojenia reduktora (punkt 0) przyłączyć za włącznikiem sieciowym
- odłączyć przewód trafo sieciowego od bezpiecznika i połączyć go z odczepem 220V reduktora
- uzwojenie 240V reduktora przyłączyć do bezpiecznika sieciowego, jak pokazuje **rysunek 3**.

To były wskazówki dotyczące klasycznych radioodbiorników zawierających transformator sieciowy. Aby zredukować nadwyżkę 20V w odbiornikach uniwersalnych typu Pionier U, Sonatina, Talizman, należy w szereg z istniejącym opornikiem redukcijnym włączyć dodatkowy opornik drutowy 200 Ω /4–6W.



Rys. 3



Jerzy Szymański
j.szymanski@wp.eu



sklep.avt.pl

Produkty z oferty i wyroby AVT można nabyć na kilka sposobów:

W sklepie internetowym:

sklep.avt.pl

W sklepie firmowym AVT:

Warszawa - Żerań
ul. Leszczyńska 11



Wypełniając poniższy formularz zamówienia

Formularz należy wysłać na adres:

AVT SPV Sp. z o. o.
03-197 Warszawa
ul. Leszczyńska 11



prześlij na adres:

AVT SPV Sp. z o.o.
03-197 Warszawa
ul. Leszczyńska 11

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 7/2021

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW8/2021

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 9/2021

Tu wklej kupony z ostatnich 3 numerów EdW
a uzyskasz **zniżkę 10%** dla stałych czytelników.
(szczegóły na stronie 7-3).
Prenumeratory nie muszą wklejać kuponów,
wystarczy, że podadzą nr prenumeraty!

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kity

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

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod – Nazwa	Ilość

Nadawca: imię i nazwisko nr/numer prenumeraty

Adres:

wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

UlubionyKiosk.pl

Tutaj przejrzysz online i kupisz ulubione czasopisma – bieżące oraz archiwalne

Przesyłka GRATIS!

Ulubiony Kiosk to:

- 19 regularnych tytułów
- wiele wydań specjalnych
- wydania papierowe
- e-wydania
- prenumerata
- obszerne archiwum
- natychmiastowa wysyłka!

Przejrzyj i zamów wygodnie na www.ulubionykiosk.pl

Uniwersalny multimetr UT139S to nowoczesne urządzenie pomiarowe z praktycznymi funkcjami, np.: pomiar wartości skutecznej True RMS czy bezkontaktowy detektor napięcia zmiennego (NCV).

Czytelny wyświetlacz LED typu EBTN z 31 segmentowym bargrafem ułatwia odczyt pomiarów.

Pomiary:

- napięcie DC: $600V \pm(0.5\% + 2)$
- napięcie AC: $600V \pm(0.8\% + 3)$
- prąd DC: $10A \pm(0.7\% + 2)$
- prąd AC: $10A \pm(1\% + 3)$
- rezystancja: $60M\Omega \pm(0.8\% + 2)$
- pojemność: $99.99mF \pm(4\% + 5)$
- częstotliwość: $10Hz \sim 10MHz \pm(0.1\% + 4)$
- temperatura: $-40^{\circ}C \sim 1000^{\circ}C \pm(1\% + 4)$

Wyświetlacz:

- LCD (Black EBTN)
- maksymalne wskazanie: 5999
- wymiary 58 x 36mm
- podświetlenie
- bargraf 31 segmentów

Funkcje, cechy:

- True RMS
- NCV - bezkontaktowy detektor napięcia AC
- wybór zakresu: automatyczny; ręczny
- funkcja REL (pomiar wartości względnej)
- Data Hold
- test ciągłości obwodu
- test diody
- filtr LPF/LoZ (ACV)
- współczynnik wypełnienia [Duty Cycle]: 0.1% - 99.9%
- zasilanie: 2x bateria AA 1.5V
- masa: 345g
- wymiary: 170 x 80 x 48mm

W zestawie:

- miernik,
- przewody pomiarowe,
- baterie,
- sonda temperatury typu K



UT-139S
225zł



sklep.avt.pl

AVT SPV Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: (22) 257 84 51 e-mail: handlowy@avt.pl