Szkoła Konstruktorów – Układ elektroniczny związany z koronawirusem

ELEKTRONIKA dla wszystkich

10/2020 PAŹDZIERNIK • CENA 13,90 zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

Miernik cewek

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tyko) dla początkujących

- Sentymentalna podróż, czyli AVTduinoMEGA w akcji
- F-meter – Modułowy licznik częstotliwości i czasu
- Diody LED w praktyce
- Z potrzeby chwili... Sterownik nawadniania
- Kurs Arduino – Polonizujemy fonty
- Czym się różni wróbelek? Czyli o niedoskonałości kondensatorów
- Odkrywamy schematy – Zasilacze komputerowe
- Wzmacniacze klasy D typu sigma-delta
- Protel99SE – wydruki schematów
- Lampowy magnetofon szpulowy – Wzmacniacz i generator w.cz.

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl
Miejsca dla specjalistów

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe
sklep.avt.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE
przełączniki
półprzewodniki
złącza
przekaźniki
radiatory
obudowy
i wiele więcej...
www.piekarz.pl

OLED
artronic
OPTOELEKTRONIKA

IRE 2021

Nowa edycja

Konto Premium

PORTAL BRANŻOWY
ElektronikaB2B

Zgłoś swoją firmę!

www.ElektronikaB2B.pl/IRE

eprasa.pl 4d63438b09

Pakiet Elektronika Hobbysty AVT HOBBY BOX

AVT HOBBY! Zestaw specjalnie przygotowany dla hobbystów elektroników!
Wyjątkowość zestawu AVT HOBBY polega na jego zawartości. Panel ekspertów wraz z grupą elektroników praktyków przygotował zestaw podstawowych, najczęściej wykorzystywanych elementów elektronicznych, na bazie których początkujący elektronik bez trudu skonstruuje wiele ciekawych układów, a także pozna sposoby ich działania.
Jak wiadomo, każdy elektronik z czasem tworzy swój własny magazyn części i podzespołów elektronicznych a niniejszy zestaw stanowi doskonałą bazę do zapoczątkowania takiego magazynu.
Całość zapakowana w organizer z systemem ruchomych przegród i przezroczystym wieczkiem.

AVT sklep

sklep.avt.pl

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

eprasa.pl 4d63438b09

Firmy prezentujące swoje oferty w niniejszym wydaniu EdW

ARTRONIC 1

ELMAX 70

EX-OR 70

FERYSTER 51

GTB-SOLARIS 70

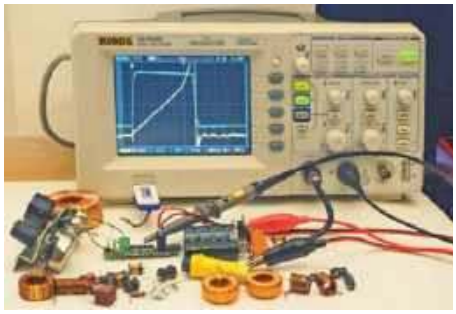
msalamon.pl 35

PIEKARZ 1, 27

PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY 70

SEMICON 19



str. 15

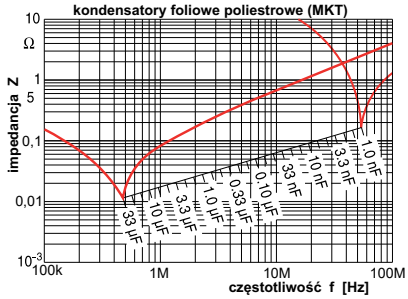
Miernik cewek

Cykl dotyczący różnego rodzaju przetwornic wskazał jak ważne są parametry cewek oraz transformatorów. Opisywany zaskakująco prosty przyrząd pozwoli je łatwo zmierzyć.

str. 26

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

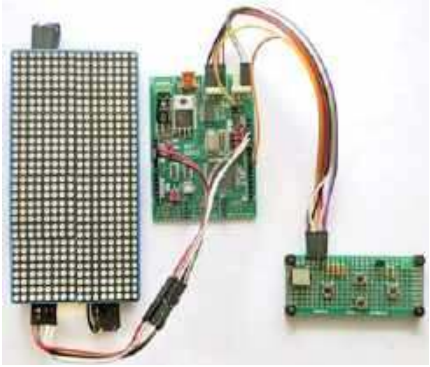
Większość współczesnych najmłodszych elektroników wręcz boi się techniki analogowej. Czas najwyższy powrócić do tematu wzmacniaczy operacyjnych.



str. 33

Czym się różni wróbelek? Czyli o niedoskonałości kondensatorów

Czy wiesz, że każdy bez wyjątku kondensator w rzeczywistości jest obwodem rezonansowym?



str. 54

Sentymentalna podróż, czyli AVTduinoMega w akcji

Interesujące połączenie nowoczesności z zamierzchłą dla wielu Czytelników, ale fascynującą przeszłością. I kolejny interesujący przykład wykorzystania platformy Arduino.

str. 56

Diody LED w praktyce

„Żarówki LED” to elementy nadal mało poznane. Wiele z nich ma słabą jakość, co, jak pokazuje interesujący artykuł, można zmienić we własnym zakresie.

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

Miesięcznik

www.elportal.pl

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

Wydawca:
Wiesław Marciniak

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

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

Redaktorzy Działów:
Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:
Ewa Górecka-Dudzik

Okładka, zdjęcia, skanowanie:
Piotr Górecki jr

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

Dział Reklamy:
Katarzyna Gugała
katarzyna.gugala@elportal.pl
tel.: (22) 257 84 64

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

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

Korespondencja elektroniczna:

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

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

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

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:
W Wydawnictwie AVT
tel: (22) 257 84 22
e-mail: prenumerata@avt.pl
W RUCH S.A.
tel: 801 800 803, (22) 717 59 59
e-mail:prenumerata@ruch.com.pl
www.prenumerata.ruch.com.pl

Stali współpracownicy:

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

eprasa.pl 4d63438b09

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Październik *10 (298)*

Projekty

Projekty AVT

Miernik cewek 15
F-meter. Modułowy licznik częstotliwości i czasu, część 2 21

Forum Czytelników

Sentymentalna podróż, czyli AVTduinoMEGA w akcji 54
Diody LED w praktyce 56
Z potrzeby chwili... Sterownik nawadniania, część 2 58

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 296
Zaproponuj elektroniczny sposób pomiaru lub regulacji poziomu wody w dowolnym zbiorniku 41
Rozwiązanie zadania głównego 291
Zaproponuj układ elektroniczny związany z koronawirusem lub z szeroko pojętą ochroną zdrowia, z profilaktyką prozdrowotną 42
Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 296, 291 47
Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 296, 291 50

Artykuły różne

Droga do RRIO, czyli wzmacniacze operacyjne (nie tylko) dla początkujących, część 1 26
Kurs Arduino, odcinek 28 29
Czym się różni wróbelek? Czyli o niedoskonałości elementów. Część 2 – Kondensatory 33
Odkrywamy schematy. Zasilacze komputerowe, część 4 36
Wzmacniacze klasy D, część 9 39
Lampowy magnetofon szpulowy. Wzmacniacz zapisu, wzmacniacz odczytu i generator w.cz., część 2 60
Protel99SE – wydruki schematów 62

Rubryki stałe

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

Konkursy

Co to jest? 63
Jak to działa? 64
Krzyżówka 68

Październik

Na początek chciałbym poinformować, że ***skończył się nam zapas felietonów***, które od długiego czasu publikujemy w każdym numerze na stronie 14. W tym numerze felietonu nie ma. Przypuszczam, że jest to jeden z kolejnych skutków ubocznych koronawirusa, który wpłynął nie tylko na sytuację ekonomiczną czasopisma. Ja ze swej strony bardzo się cieszę, że wspólnym wysiłkiem udało się nam przez wiele miesięcy zamieszczać felieton w każdym numerze czasopisma. To były przecież felietony Czytelników EdW. Nie zamykamy tej interesującej rubryki, w której każdy nadal może napisać „co mu w duszy gra”. ***Mam nadzieję, że nadeślecie interesujące felietony do kolejnych numerów czasopisma***. Także losy krzyżówki leżą w Waszych rękach.

Jeżeli chodzi o to, co w tym numerze jest, to wreszcie projektem okładkowym jest jakże prosty, a niezmiernie pożyteczny ***Miernik cewek***. Także w tym numerze wreszcie zmieścił się długo zapowiadany artykuł o wzmacniaczach operacyjnych, który będzie wprowadzeniem do bardzo pożytecznego projektu Miernika wzmacniaczy operacyjnych, który już od jakiegoś czasu czeka na publikację.

W kursie Arduino bieżący i następny odcinek dotyczą polonizacji fontów. A jakie tematy chcielibyście później zobaczyć w tym kursie?

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

Serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki

Prenumerata – naprawdę warto!

eprasa.pl 4d63438b09

NOWE BEZLUSTROWE NIKONY

Prawie dwa lata po premierze pierwszych bezlusterkowców z serii Nikon Z doczekaliśmy się ich następców. Jakie są zmiany względem modeli Z6 i Z7? Głównie ewolucyjne, nie rewolucyjne. Wyeliminowano między innymi wady, takie jak pojedynczy slot na karty pamięci, zastąpiony teraz podwójnym, w tym jednym na karty SD. Pojawił się też nowy akumulator, który pozwala na zasilanie aparatów przez port USB typu C i ma pojemność większą niż wcześniejsze wersje.

W trybie wideo najważniejszą nowością jest dołączenie trybu rejestracji HLG oraz wideo 4K przy 60 klatkach na sekundę. Ten tryb trafi do modelu Z7 II od razu, a w Z6 II, który już w pierwszej generacji stał się ulubieńcem osób filmujących bezlusterkowcami, dopiero w lutym 2021 roku jako aktualizacja oprogramowania.

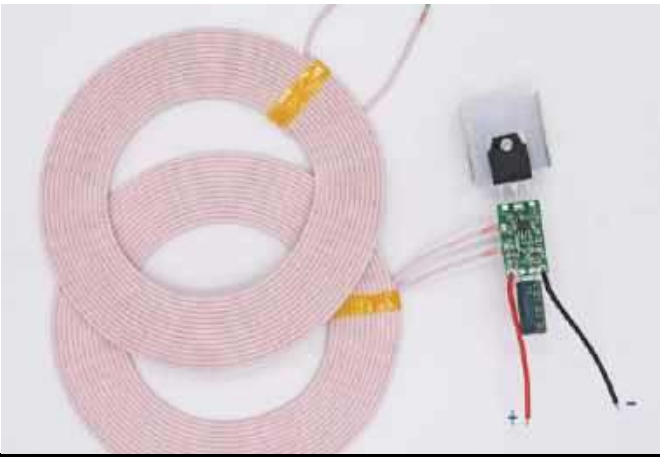
To najprawdopodobniej zbyt mała zmiana, żeby zachęcić użytkowników pierwszej generacji do wymiany sprzętu, ale to chyba ten moment, kiedy właściciele lustrzanek mogą poważnie myśleć o przejściu na bezlusterkowce Nikona. Na razie jednak zarówno ceny, jak i dostępność dedykowanych obiektywów nie napawają optymizmem. Wybór jest mały a ceny zauważalnie wyższe niż w przypadku obiektywów – odpowiedników do tradycyjnych korpusów DSLR.

ŁADOWANIE BEZPRZEWODOWE 100W

Szybkość ładowania urządzeń mobilnych w ostatnich latach bardzo się zwiększyła. Jeszcze nie tak dawno było nie do pomyślenia, żeby naładować smartfon w mniej niż 30 minut. Na popularności zyskuje także bezprzewodowe ładowanie, ale obecnie jego efektywność także pozostawia wiele do życzenia. Niedługo jednak na liście smartfonów z przewodowym ładowaniem o mocy 100W i więcej pojawią się nowe urządzenia. Wszystko za sprawą Qualcomm i wprowadzenia technologii Quick Charge 5.0.

Jak się okazuje taka wartość jest też możliwa do uzyskania podczas ładowania bezprzewodowego, a duże koncerny już testują bezprzewodowe ładowanie o mocy sięgającej 100W. Doniesienia te brzmią bardzo interesująco, jednak na pewno pojawi się wiele pytań o żywotność baterii w przypadku takiego ładowania. Xiaomi już teraz ma w ofercie ładowarkę bezprzewodową 55W i to najprawdopodobniej właśnie ta firma przekroczy magiczną trzycyfrową barierę jako pierwsza.

Smartfony ładują się coraz szybciej, ale wciąż czekamy na przełom w technologii produkcji baterii. Rozwój w tej dziedzinie niemal się zatrzymał i gęstość energii ogniw zwiększa się bardzo powoli, nie nadążając za coraz większym zapotrzebowaniem ze strony szybkich procesorów czy jasnych ekranów urządzeń mobilnych.



IPHONE 12

Apple wreszcie zaprezentowało nowe iPhone'y. W tym roku są to aż cztery modele, a mianowicie: 12, 12 Mini, 12 Pro i 12 Pro Max.

iPhone 12 ma 6,1-calowy wyświetlacz i modem 5G. Sercem modelu jest procesor Apple A14 wykonany w architekturze ARM. Do jego produkcji wykorzystywany jest 5-nm proces technologiczny – chip ma aż 11,8 mld tranzystorów oraz składa się z 6 rdzeni CPU i 4 rdzeni GPU. Dodatkowo jego pracę wspiera 16-rdzeniowy Neural Engine. iPhone 12 ma z tyłu aparat podwójny główny 12Mpix (f/1.6) + 12Mpix (f/2.4) z obiektywem szerokokątnym. Odmiana Mini jest identyczna w podstawowej wersji i różni się jedynie ekranem (5,4 cala). Apple poinformowało również, że nie będzie dodawało w pudełku do smartfona słuchawek i zasilacza, dzięki czemu zmniejszy swój negatywny wpływ na środowisko.

Apple prezentuje też dwa modele z najwyższej półki. iPhone 12 Pro ma 6,1-calowy, natomiast iPhone 12 Pro Max 6,8-calowy wyświetlacz. Rozdzielczość ekranu to natomiast – odpowiednio – 2532×1170 pikseli i 2778×1284 pikseli. W obu przypadkach jest to matryca OLED. iPhone 12 Pro (Max) ma potrójny aparat na panelu tylnym: 12Mpix (f/1.6) z OIS + 12Mpix (szerokokątny 120°) + 12Mpix teleobiektyw z OIS. Dodatkowo jego pracę wspiera LiDAR.

Ceny? Wysokie, co nie jest zaskoczeniem w przypadku produktów Apple.

SURFACE LAPTOP GO

O najbardziej przystępnym cenowo laptopie od Microsoftu mówiło się już od jakiegoś czasu, a zadebiutował on w końcu na początku października. Laptop wyposażono w dotykowy wyświetlacz PixelSense o przekątnej 12,4 cala i rozdzielczości 1536×1024. Microsoft nic jednak nie wspomina o tym, żeby ekran dało się obsługiwać również rysikiem Surface Pen.

Na pokładzie znajduje się procesor Intel Core i5-1035G1 dziesiątej generacji, a ponadto użytkownicy dostaną do dyspozycji 4GB lub 8GB LPDDR4x RAM i pamięć eMMC o pojemności 64GB lub dysk SSD 128GB albo 256GB.

Laptop obsługuje też WiFi 6 i pracuje pod kontrolą systemu Windows 10, a zamontowana bateria ma zapewnić do 13 godzin działania na pojedynczym ładowaniu. Co ciekawe, wersja dla osób prywatnych będzie wyjściowo miała Windowsa 10 w trybie S (S mode), w którym można instalować aplikacje jedynie ze sklepu Windows Store. Firma z Redmond umożliwia jednak jednorazowy darmowy upgrade do wersji 10 Home. Model „dla biznesu" wyjściowo wyposażono w Windowsa 10 Pro.

Wraz z nowym laptopem Microsoft zaanonsował także nowe konfiguracje Surface Pro X z procesorem Microsoft SQ 2 opartym na architekturze ARM, bazującej na jednostkach Qualcomm Snapdragon. Fragmentacja Windowsa postępuje w najlepsze – za sprawą dwóch różnych architektur (ARM i x32/64) i podejść do sposobu instalowania aplikacji.

RYZEN 5000

Podczas październikowej konferencji AMD zapowiedziało nową serię swoich CPU (Ryzen 5000) opartą na architekturze Zen 3, czyli kolejną generację tej technologii. Zdaniem producenta procesory te oferować będą poprawioną wydajność jednowątkową w stosunku do poprzedników, a najwyższe modele mają pokonać topową konkurencję od Intela, czyli Core i9-10900K, odbierając mu koronę nawet w kontekście gier, czyli ostatnim bastionie tej firmy. AMD zamierza wypuścić na rynek już w listopadzie cztery nowe modele: 6-rdzeniowy Ryzen 5 5600X, 8-rdzeniowy Ryzen 7 5800X, 12-rdzeniowy Ryzen 9 5900X i 16-rdzeniowy Ryzen 9 5950X. Te, podobnie jak poprzednicy, wciąż bazować będą na projekcie chipletu, gdzie jeden moduł zawiera 6 lub 8 rdzeni. Układy Ryzen 5 i Ryzen 7 mieć będą jeden chiplet, a Ryzen 9 dwa.

Kolejna generacja procesorów korzysta wprawdzie z nowej architektury Zen 3, ale do produkcji układów nadal wykorzystano 7-nanometrową litografię od producenta TSMC. W praktyce różnica względem poprzedniej generacji jest jednak ogromna. Producent chwali się, że zmiany przekładają się średnio na 19% wzrostu współczynnika IPC (instructions per cycle – instrukcji wykonywanych w jednym cyklu zegara) i 24% wzrostu efektywności energetycznej.

Czy rok 2020 będzie tym, w którym AMD wreszcie wyprzedzi Intela?

TESLA W PEŁNI AUTONOMICZNA?

Elon Musk ogłosił, że Tesla zamierza jeszcze w tym miesiącu udostępnić wersję testową pakietu „Pełna Zdolność do Samodzielnej Jazdy". W odpowiedzi na post serwisu CleanTechnica poinformował on, że wybrani kierowcy będą mogli sprawdzić funkcje oferowane w ramach Full Self-Driving już 20 października. Musk zaznaczył, że pakiet zapewniający dodatkowe możliwości Autopilota zostanie początkowo udostępniony ograniczonej liczbie osób – ekspertom i ostrożnym kierowcom. Nie doprecyzował jednak, kto dokładnie może liczyć na zaproszenie do beta testów.

Warto mieć na uwadze fakt, że samochody elektryczne nie staną są nagle pojazdami oferującymi w pełni autonomiczną jazdę. Jak zaznacza sama Tesla, pakiet zapewnia następujące funkcje: automatyczna jazda od wjazdu do zjazdu z autostrady, w tym kierowanie na węzłach komunikacyjnych i wyprzedzanie wolniejszych samochodów, automatyczna zmiana pasa ruchu podczas jazdy na autostradzie, automatyczne parkowanie zarówno równoległe jak i prostopadłe, rozpoznawanie oraz reagowanie na sygnalizację świetlną i znaki stopu (w planach) oraz automatyczna jazda po ulicach miasta (w planach).

Czy technologia kiedykolwiek będzie w stanie zastąpić żywego kierowcę?

PRENUMERUJ

prenumerata roczna
1 wydanie gratis
152,90 zł

prenumerata dwuletnia
6 wydań gratis
250,20 zł

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

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

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

do 50% zniżki
za lojalność

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

<table>
<tr><th colspan="2">prenumerata</th><th>roczna</th><th>dwuletnia</th></tr>
<tr><td colspan="2">jeśli jeszcze nie jesteś Prenumeratorem</td><td>152,90 zł
1 wydanie gratis</td><td rowspan="4">250,20 zł
6 wydań gratis</td></tr>
<tr><td rowspan="4">jeśli prenumerujesz nieprzerwanie od:</td><td>roku</td><td>139,00 zł
2 wydania gratis</td></tr>
<tr><td>2 lat</td><td>125,10 zł
3 wydania gratis</td></tr>
<tr><td>3 lat</td><td rowspan="2">111,20 zł
4 wydania gratis</td><td>208,50 zł
9 wydań gratis</td></tr>
<tr><td>5 lat</td><td>166,80 zł
12 wydań gratis</td></tr>
</table>

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

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

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

Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie przekażemy 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.

eprasa.pl 4d63438b09

...i korzystaj
Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu

Każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem.
W tym numerze są do wyboru dwie płyty:

- Roberto Alagna, Aleksandra Kurzak „Puccini in Love"
- Greta Van Fleet „Anthem of the Peaceful Army"

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

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

kody na bezpłatne e-wydania

dowolnych naszych czasopism:

	jeśli przedłużasz prenumeratę	jeśli jesteś nowym Prenumeratorem
krok 1:	zaloguj się na www.avt.pl	zamów prenumeratę drukowaną EdW na www.avt.pl
krok 2:	przedłuż swoją prenumeratę	utworzymy Twoje konto Prenumeratora
krok 3:	po odnotowaniu wpłaty przyznamy Ci pulę kodów na darmowe e-wydania do wykorzystania na www.UlubionyKiosk.pl (kody będą dostępne po zalogowaniu na www.avt.pl)	

rabaty i gratisy

w Klubie AVT Elektronika

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

eprasa.pl 4d63438b09

Poczta

edw@elportal.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

Szanowna Redakcjo!
Kilka miesięcy temu pisałem do Was o konieczności jednoznaczności w nazewnictwie, szczególnie w technice.
Kupując kilka dni temu nowy numer EdW 9/2020, na okładce widzę „F-meter...". Pierwsze skojarzenie jest, że to miernik szumów, ale dalej jest napisane, że to miernik częstotliwości.
W elektronice przez „F" (duże F) oznacza się współczynnik szumów, natomiast przez „f" (małe f) oznaczana jest częstotliwość. Pismo o aspiracjach dydaktycznych powinno przestrzegać prawidłowego nazewnictwa. Brak jednoznaczności często prowadzi do kosztownych pomyłek.

Pozdrawiam.
Wiesław Gronowski

Od Autora projektu okładkowego w numerze lipcowym EdW (Kalkulator TTL) otrzymaliśmy taki e-mail:
Witam wszystkich Czytelników!
Publikując mój projekt na łamach EdW, byłem wręcz pewien, że wywoła on różne emocje i będzie dużo pytań dotyczących sensu budowy, czasu, kosztów itd...
Zdecydowałem się też opublikować ten projekt na Elektrodzie, gdyż można tam wymienić swoje poglądy i aktywnie uczestniczyć w dyskusji, zresztą jak się później okazało, wielu czytelników EdW też ma swoje konta na tym wortalu i było już zaznajomionych z moim artykułem.
Żeby nie marnować cennego miejsca w czasopiśmie odsyłam do linka:
https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic3723318.html
Tam znajdziecie odpowiedzi na nurtujące Was pytania.
Nawiązując jeszcze do listu Kolegi Sebastiana Owsiaka, chciałbym wyjaśnić, iż koszty, które poniosłem na PCB i podzespoły, są dla mnie nieistotne z racji tego, że nie budowałem komercyjnego urządzenia. Zbudowałem urządzenie, które jest podsumowaniem aktualnych moich umiejętności, które nabywałem poprzez ciężką pracę pomieszaną z samodzielnym zdobywaniem wiedzy przez ostanie prawie 6 lat.
Nie planuję budowy poprawionego kalkulatora dlatego, że ten działa w 100% prawidłowo, a wszystkie poprawki są sprytnie ukryte, planuję natomiast zaprojektować i skonstruować kolejne bardzo skomplikowane urządzenie na układach TTL i wolę ten czas poświęcić właśnie na ten cel.
Wracając jeszcze do setki szlifowanych układów scalonych – bez problemu mogę je wyjmować z precyzyjnych podstawek, podważając dwoma szpikulcami od strony rzędów z nóżkami.
Dziękuję wszystkim za uwagi, wyciągnięte wnioski i budujące słowa. Z mojej strony życzę Każdemu odnalezienia własnej drogi w elektronice i wielkiej determinacji w tworzeniu swoich projektów, niezrażania się niepowodzeniami, dążeniu uparcie do zadanych celów, a przede wszystkim do osiągnięcia stanu, który pozwoli na dostrzeżenie piękna elektroniki.
Ten kalkulator jest tylko symbolem, wyrazem mojego indywidualnego pojmowania elektroniki, chciałbym opierając się na własnym przykładzie, przekazać pozytywną energię wszystkim Czytelnikom, aby osiągnęli jak najwięcej sukcesów w swoich elektronicznych światach... Być może mój projekt stanie się dla kogoś inspiracją i pozwoli mu przenosić elektroniczne góry – tego życzę z całego serca.

Pozdrawiam serdecznie
Rafał Wiśniewski

Michał Stach w e-mailu zatytułowanym ***Humor branżowy*** przysłał następujące teksty:
Z kategorii pytań, po których trudno kontynuować rozmowę bez śmiechu:
1. Zauważyliście, że wiatr wieje tylko wtedy, kiedy kręcą się wiatraki? Domontujcie jeszcze trochę i będzie u nas duć jak w Holandii.
2. Czy ja mieszkając na końcu linii mogę zamontować instalację PV? I gdzie podzieje się mój prąd, kiedy dalej nie ma już domów?
3. Szwagier ma sposób na superwydajność instalacji PV. W dzień korzysta ze słońca, a w nocy doświetla halogenami i już podobno wyprodukował energii co dwie takie instalacje, co wy na to?

eprasa.pl 4d63438b09

Do naszego Naczelnego skierowane zostały cytowane poniżej e-maile:

Brakuje mi Pana książek wydawanych przez BTC, których potencjał był nie do przecenienia. Samo wydawnictwo sobie odpuściło, ale Pan niech tego nie robi, błagam. Brakuje książek pisanych tak ciekawie i prostym językiem. Mam nadzieję, że przemyśli Pan sprawę i coś Pan napisze jednak. Nawet dla Heliona.

Z poważaniem
Pana sympatyk Andrzej

Szanowny Panie Redaktorze
Chciałbym się dowiedzieć, czy istnieje możliwość zakupu od Pana cyklu artykułów o przetwornicach indukcyjnych. Od lat jesteśmy prenumeratorem czasopisma EdW i EP w formie papierowej oraz od niedawna również w wersji elektronicznej.
W związku z dużym zainteresowaniem Pana kursem o przetwornicach indukcyjnych chciałbym zapytać, czy istnieje możliwość wykupu/dostępu bezpośrednio do całego cyklu?
Dział prenumeraty (p. Dorota) z powyższym zapytaniem w tej kwestii odesłała nas bezpośrednio do Pana.

Pozdrawiam
Adam

Sytuacja na rynku wydawniczym jest skomplikowana. Może jednak niektóre cykle z EdW powinny zostać wydane w postaci książek? Czy zainteresowanie będzie wystarczające, by inicjatywa się udała? Co o tym sądzicie?

Dotyczy „brzydkich" schematów.

Czasy „ładnych" skończyły się w epoce ręcznego rysowania schematów. Może zamiast dużo pisać, lepiej dać przykład „ładnego" schematu sytemu mikroprocesorowego 32-bit z tysiącami połączeń i „brzydkiego" z netami?
Warto też wspomnieć o pośrednim rozwiązaniu z magistralami. Może warto byłoby przygotować kilka przykładowych rysunków?

Sławomir

Nadszedł e-mail związany z artykułami o miernikach LC.
Dzień dobry
(...) [Oto] dalsze szczegóły rozwiązania (...) problemu z miernikiem LC (...) Oczywiście droga była dobra.
Rdzenie można kupić tutaj:
http://csg.neostrada.pl/rdzenie/cores-pl.pdf
W tym przypadku trzeba użyć rdzenia proszkowego z materiału T50-1, to są dobre rdzenie o dużej stabilności, rdzenie proszkowe. Rdzenie ferrytowe pozwalają uzyskać niższą dobroć i mniejszą stabilność temperaturową. Dzięki temu, że są toroidalne, są mniej podatne na wpływ czynników zewnętrznych. Oczywiście w układzie nie można stosować kondensatorów z ceramiki X7R [i gorszych]. Jako kondensatora sprzęgającego obwód rezonansowy należy użyć kondensatora tantalowego typu Low ESR. W przypadku gdy oscylator ma tendencję do wzbudzania się na znacznie wyższych częstotliwościach, w pętli sprzężenia zwrotnego należy dodać kondensator 4,7pF by zmniejszyć wzmocnienie układu dla wyższych częstotliwości.

Rafał Orodziński

Dzień dobry
Ostatnio w „EdW" pojawił się projekt pracy grupowej. Nie chciałbym być pesymistą, ale w ubiegłym roku w portalu elektroda.pl pojawił się pomysł wspólnego projektu generatora DDS i oscyloskopu i niestety obydwa projekty upadły. Poniżej linki do tych tematów:
https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic3551116-150.html
https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic3548578.html

Pozdrawiam
Krzysztof Kawa

Dzień dobry,
czy jest w sprzedaży zestaw Maglev, płytka lub komplet?

Z poważaniem
Jacek Gaj

Pytanie zostało przekierowane do Działu Handlowego AVT. A swoją drogą – dawno nie mieliśmy w EdW projektu lewitacji magnetycznej. Czy ktoś chciałby przedstawić w czasopiśmie swoje rozwiązanie, związane z lewitacją magnetyczną lub pokrewne?

Dzień dobry (...)
Właśnie „odłożyłem słuchawkę" telefonu, dzwonił rekruter:
- Witaj Januszu, byłaby fajna praca, w centrum Oksfordu, blisko stacji kolejowej. (...) Świetny młody startup, który wymyślił urządzenie... Z tym że wymagają certyfikacji IPC- J i IPC-610A.
- Przykro mi, Jerry... Tak, trochę potrafię lutować, ale nie posiadam tych certyfikatów, bo są drogie, a żaden pracodawca nie wysłał mnie na szkolenie.
Dojadając 15 minut temu obiad i popijając kawą, podczas przerwy w pracy pomyślałem sobie, że może nie jestem jedynym, któremu brak wiedzy i certyfikacji stoi na drodze do tzw. kariery? A może by tak zrobić w EdW konkurs, w którym takie szkolenie byłoby do wygrania, albo dogadać się np. z firmą Renex i jakiś rabat dla zainteresowanych czytelników – coś na kształt „Klubu aplikantów próbek"?
No cóż, na razie wychodzi na to, że ponoszę sobie jeszcze trochę bojlery, takie na ciepłą wodę – bagatela 40kg! (...)

Pozdrawiam Całą Redakcję
Janusz Pańczyk

Dzień dobry
W załączniku przesyłam rozwiązanie zadania konkursu (...) Temat zadania przypadł mi do gustu, bo jakiś czas temu (...) Nie chcę w EdW podawać prawdziwego imienia i nazwiska oraz miejsca zamieszkania, bo (...) jakiś osobnik pisał do mnie maile z zapytaniami (...) nakłaniał mnie do łamania praw autorskich. Jeden z otrzymanych od niego e-maili okazał się zainfekowany. (...) [Potem] osobnik [ten] mnie oczerniał.

Pozdrawiam
Czytelnik

Niestety, społeczeństwo składa się z osób o najróżniejszych cechach charakteru, nie tylko pozytywnych. Trzeba uważać.

Ciąg dalszy na stronie 14

eprasa.pl 4d63438b09

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.

(...) chciałbym prosić o pomoc w wyjaśnieniu (...) po co i dlaczego wprowadza się PoE (...) [i] jak działa zasilanie i sygnalizacja w PoE (...) standardu 802.3 (...) w internecie jest mnóstwo informacji o sposobie negocjacji zasilania, opisy tych standardów itp., lecz nie mogę nigdzie znaleźć zrozumiałych informacji, w jaki sposób zasilanie DC jest puszczane razem z danymi tymi samymi przewodami i nie wprowadza zakłóceń (...) [i] drugie, co to jest i po co jest ta negocjacja i jak urządzenia wymieniają cyfrowo dane w czasie negocjacji (...) wszędzie są tylko informacje, że tak po prostu jest robione, jednak właśnie JAK to jest robione, najbardziej mnie interesuje :) (...) Jak by to wyglądało na oscyloskopie? W jaki sposób są odseparowywane dane od zasilania? Bardzo proszę o pomoc. Pozdrawiam!

Czytelnik pyta o dwa różne zagadnienia: zasilanie oraz wymianę informacji w czasie negocjacji. Poniższy opis jest uproszczony i nie uwzględnia wszystkich szczegółów, wariantów i możliwości.

Kwestia zasilania ma kilka aspektów. Pierwsza kwestia: po co i dlaczego wprowadza się PoE? To akurat jest bardzo proste: w bardziej skomplikowanych sieciach ethernetowych pracuje wiele urządzeń, które musza być zasilane. Prowadzenie oddzielnych obwodów zasilania do każdego z wielu urządzeń, często oddalonych, jest kłopotliwe i kosztowne. Dużo prościej i taniej jest wykorzystać do zasilania kabel ethernetowy, który musi być doprowadzony do każdego takiego urządzenia.

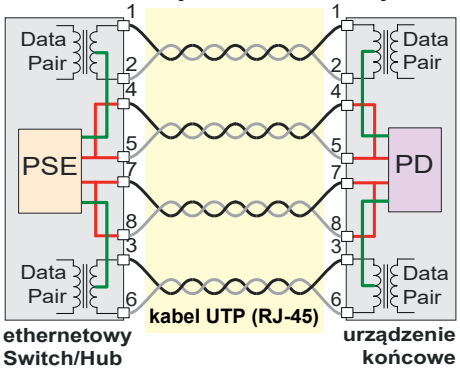
Po pierwsze nadal bardzo często skrót PoE (Power over Ethernet) dotyczy najprostszych rozwiązań, gdzie nie ma żadnego połączenia między liniami zasilania i liniami danych i gdzie nie ma też żadnej negocjacji. W najpopularniejszych obecnie wersjach Ethernetu (10/100 BaseT) wykorzystywane są dwie pary (cztery żyły) czteroparowej skrętki UTP, a dwie pary, czyli cztery pozostałe żyły są wolne i można je wykorzystać do zasilania. Przykład na **rysunku A** pochodzi z karty katalogowej pewnego adaptera PoE.

Mamy tu niewątpliwie PoE, czyli przekazywanie energii zasilania przez żyły kabla ethernetowego, ale nie ma to nic wspólnego ze standardem PoE 802.3, ponieważ wykorzystany może być dowolny zasilacz, np. o napieciu 12V czy 5V.

W standardzie PoE przewiduje się różne możliwości, także bardzo podobne jak na rysunku A, jednak standard 803.3 stawia szereg wymagań obwodom zasilania.

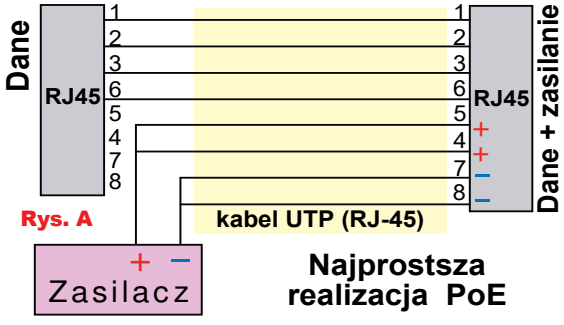
Na przykład w najprostszych zastosowaniach według rysunku A jeden duży zasilacz mógłby zasilać wiele urządzeń, które będą do niego bezpośrednio połączone równolegle. W standardzie 802.3 przewiduje się, że każdy kabel UTP będzie zasilany oddzielnie: z jednej strony kabla mają być umieszczone obwody zwane PSE (Power Sourcing Equipment) – rodzaj inteligentnego zasilacza, a w urządzeniu końcowym na drugim końcu kabla inteligentny obwód zasilający w odbiorniku, zwany PD (Powered Device). Pokazuje to **rysunek B**.

Rys. B Standard 802.3at Połaczenia: zielone = wersja A, czerwone = wersja B



Po co taka komplikacja?

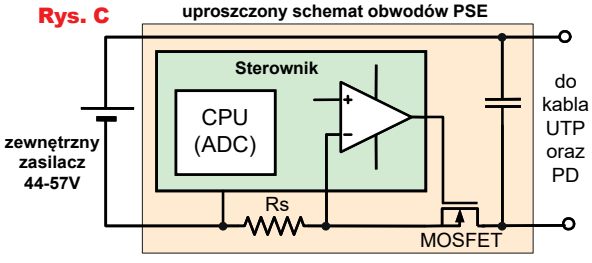
Najprościej biorąc, zapobiega to poważnym problemom, na przykład podczas zwarcia lub przy nadmiernym poborze prądu, co mogłoby przegrzać izolację drutu w kablu UTP. W praktyce jeden duży zasilacz dostarcza energię do urządzeń dołączonych do wielu kabli UTP. Przy najprostszym połączeniu według rysunku A, zwarcie w jednym z kabli (zasilanych urządzeń) wyłączy ten jedyny główny zasilacz i uniemożliwi pracę wszystkich innych zasilanych przezeń urządzeń. W systemie według 802.3 i rysunku B zwarcie jednej linii spowoduje reakcję tylko jednego współpracującego obwodu PSE i obwód ten po prostu odłączy zasilanie tylko tej jednej uszkodzonej linii. Potem będzie inteligentnie sprawdzał, czy zwarcie ustąpiło i czy dołączone jest prawidłowe obciążenie. Obwód zasilający PSE musi więc być dość rozbudowany. Musi mieć obwód pomiaru prądu linii oraz wyłącznik lub ogranicznik prądu, co w uproszczeniu pokazane jest na **rysunku C**. Musi mieć też obwód płynnej



Rys. A

Najprostsza realizacja PoE

Rys. C



eprasa.pl 4d63438b09

regulacji napięcia wyjściowego od zera w niezbyt szybkim tempie.

System według standardu 802.3 ma być nie tylko odporny na zwarcia. Musi być znacznie bardziej inteligentny i bezpieczny. I tak zasilanie NIE ma być podawane na linię ciągle, a tylko wtedy, gdy na końcu linii zostanie wykryte obciążenie – urządzenie, ale nie jakiekolwiek, tylko spełniające wymagania standardu 802.3. Chodzi o to, żeby nie podać zbyt wysokiego napięcia na jakieś inne dołączone tam niestandardowe urządzenie starego typu, które mogłoby zostać uszkodzone zbyt wysokim napięciem zasilania.

Tu dochodzimy do kolejnej ważnej sprawy: niektóre zasilane urządzenia końcowe potrzebują stosunkowo dużej mocy zasilania. Przykładowo jeżeli urządzenie zasilane napięciem 5V zużywa 30 watów mocy, to potrzebny prąd zasilania musiałby wynosić 6 amperów. A takiego prądu na pewno nie można przesłać przez kabel UTP, którego żyły mają średnicę 0,5mm, czyli przekrój około 0,2mm^2. Owszem, tak dużą moc można przesłać, ale przy wyższym napięciu, na przykład 60V, co oznacza prąd 0,5A. Dlatego w standardzie 802.3 przewdziano pracę przy napięciu zasilającym co najmniej 44V. Jednak napięcie to nie może być zbyt wysokie ze względów bezpieczeństwa. W pierwszej wersji standardu (802.3af) przewidywano napiecie 44...57V i prąd maksymalny 350mA, co w najgorszym przypadku po uwzględnieniu strat gwarantowało 12,95W mocy do zasilania urządzenia końcowego. W grę wchodzi sprawność urządzeń PSE i przetwornicy obniżającej w obwodach PD oraz długość linii ethernetowej do 100m, a 2×100m drutu 0,5mm może mieć rezystancję do 20 omów.

W następnych wersjach standardu (np. PoE 802.3bt) przewidziano wykorzystanie do zasilania wszystkich 4 par kabla UTP, zwiększono maksymalny dopuszczalny prąd, co pozwala uzyskać do 51W, a nawet 60W mocy dla zasilanych urządzeń końcowych (do 100W pobieranych przez obwody PSE).

Powstaje kolejny problem: jeśli w jakiejś serwerowni byłoby na przykład 100 linii PoE, każda o mocy maksymalnej do 100W, to potrzebny byłby jakiś potężny zasilacz o napięciu nieco niższym od 60V i mocy 10 kilowatów! Jednak tylko niektóre urządzenia końcowe potrzebują mocy zasilania rzędu kilkudziesięciu watów – większości wystarczy kilka do kilkunastu watów. Aby zracjonalizować zapotrzebowanie na moc, od początku przewidziano podział urządzeń końcowych na klasy według mocy, która jest im potrzebna. I tu dochodzimy do kwestii negocjacji, o czym za chwilę.

Ciąg dalszy na stronie 24

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?
Skorzystaj z promocji
1 + 1 = 3
i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika

na www.avt.pl/prenumerata

eprasa.pl 4d63438b09

Ciąg dalszy ze strony 11

Witam
W EdW 9/2020 str. 59 rys. 2 jest błąd. Brakuje tam diod włączonych antyrównolegle do cewek przekaźników w elektrozaworach.
Pozdrawiam
Andrzej S(...)

Zachęcamy do nadsyłania uwag do rubryki *Errare humanum est*! Jak widzicie w kolejnych numerach EdW, tych uwag jest niewiele. Nie wszystkie są też trafne, jak pokazuje zacytowany powyżej przykład. Autor e-maila zapewne nie do końca wczytał się w treść artykułu, gdzie właśnie opisywane jest nietypowe rozwiązanie z rezonansowym rozładowaniem energii zgromadzonej w elektromagnesach elektrozaworów.

Szanowny Panie Redaktorze
Dziękuję za (...) przesyłam propozycję rozwiązania zadania (...) Jednocześnie proponuję bądź to w „Szkole", bądź w odrębnym cyklu [podobne jak w Szkole Konstruktorów] zadania związane z obecnością epidemii koronawirusa. Mam tu na myśli na przykład licznik obecności osób w jakimś pomieszczeniu (...) Może dla tego rodzaju zadań „epidemicznych" („koronalnych") warto byłoby stworzyć krótszy cykl od czteromiesięcznej „Szkoły Konstruktorów"? Może w tym specjalnym cyklu zrezygnować z prac konstrukcyjnych i oczekiwać samych teoretycznych projektów czy pomysłów, przez co ów cykl mógłby być krótszy?
Pozdrawiam
Jacek Konieczny

Co o tym sądzicie?

W redakcyjnej skrzynce EdW pojawił się taki e-mail:
Dzień dobry,
firma AVT poleciła mi skontaktować się z państwem, z prośbą o kontakt do konstruktora Piotra Góreckiego... Temat dotyczy modyfikacji jego konstrukcji przedwzmacniacza RIAA, czy byłaby szansa? Dziękuję :)
Jędrzej

W następnym e-mailu Autor pytania napisał:
Dzień dobry, dziękuję za odzew :)
(...) wpisywałem nawet w Google, ale nie wyskoczyło, możliwie, że szukałem niezbyt cierpliwie.
Najpierw się przedstawię: żyję z muzyki, serwisowania gramofonów Fonica „Daniel", to od „zawsze"... ALE, od niedawna, co nawet dla mnie jest zaskoczeniem, z renowacji zabytkowych maszyn nagrywających płyty winylowe (Presto, Rek-O-Kut). One są sprzed ery krzywej RIAA i część uroku ich brzmienia na tym też polega.
Ale klient sobie zażyczył, by nagrywać na żywo, w pełni analogowo z RIAA. Moje pytanie więc brzmi: czy jesteśmy w stanie tak zmodyfikować tę, lub podobną, konstrukcję, by uzyskać odwrotne, potrzebne przy nagrywaniu płyty, RIAA?
https://sklep.avt.pl/avt2680.html
Pozdrowienia
Jędrzej

W każdym numerze EdW podane są adresy e-mailowe, także do Naczelnego. Trudniej znaleźć adres do kontaktu w Internecie. W każdym razie okazało się, że pytanie dotyczy projektów publikowanych dawno temu w EP oraz w EdW w roku 2003. Projektów przedwzmacniaczy korekcyjnych o charakterystyce RIAA. Pytanie i prośba Czytelnika dotyczyła możliwości przeróbki takiej konstrukcji, żeby zamiast charakterystyki RIAA uzyskać charakterystyką dokładnie odwrotną.
Jest to możliwe. Bardzo łatwo można uzyskać charakterystykę dokładnie odwrotną, jeżeli układ zawiera wzmacniacz operacyjny w konfiguracji odwracającej. Wystarczy zamienić miejscami elementy w pętli sprzężenia zwrotnego. Przykład na stronie:
https://www.lathetrolls.com/viewtopic.php?t=5848
Trudniej, gdy wzmacniacz operacyjny ma konfigurację nieodwracającą, a tak jest w zastawie AVT-2680. Wtedy uzyskanie „dokładnie odwrotnej" charakterystyki jest trudniejsze i wymaga sporo pracy projektowej. A zapotrzebowanie na tego typu układy jest znikome i zainteresowałoby nielicznych Czytelników. Dlatego powszechnie wykorzystywane są proste obwody pasywne mające odwrotną charakterystykę RIAA. Oto szereg linków z tego rodzaju rozwiązaniami:
http://hifisonix.com/wordpress/wp-content/uploads/2016/12/Accurate-Inverse-RIAA.pdf
http://hifisonix.com/wordpress/wp-content/uploads/2015/01/RIAA-Equalization-Amplifiers-V2.0.pdf
https://www.analog.com/media/en/training-seminars/design-handbooks/Op-Amp-Applications/Section6.pdf
http://www-f9.ijs.si/~margan/Audio/Ironing_RIAA.pdf
https://sound-au.com/project80.htm
https://sound-au.com/p80-Inverse-RIAA.pdf
http://www.hagtech.com/pdf/riaa.pdf
Inne materiały można znaleźć, na przykład wpisując w wyszukiwarkę: *inverse OR reverse RIAA filter.*

Przechodziłem w pobliżu lampy z włącznikiem zmierzchowym. Pochmurny dzień i lampa świeci. Czy Czytelnicy znajdą dobre rozwiązanie tego problemu?
Miałem kiedyś robić, nigdy nie zrobiłem, taki mądry włącznik, połączenie wykrywania światła z kalendarzem. W necie jest tabela wschodów i zachodów słońca. Gdy połączyć to z warunkami:
- Włącz, gdy kalendarz wskazuje zachód słońca i jest ciemno.
- Wyłącz, gdy jasno lub wschód słońca.
Oczywiście potrzebne timeout i nauka, kiedy jasno, kiedy ciemno. Nawet fajny temat na projekt, ale mam ich sporo, a ten banalny nie jest, bo jakoś RTC trzeba ustawić, współrzędne geograficzne też. Tablicy wschód/zachód raczej nie należy robić, tylko obliczyć. Zmiana lato zima niby prosta. Niby, bo trzeba założyć, że zegar nie będzie działał w momencie zmiany czasu. Kiedyś, jeszcze w czasach 8051 rozwiązałem ten problem. Warto dodać opcję NTP i DCF77. Gdy tego nie ma, to DS3231M (8-pin, trochę mniej dokładny ±5ppm niż DS w większej obudowie ±2ppm). Opcja budżetowa RTC w mikrokontrolerze.
W sumie temat ciekawy.
Pozdrawiam
SS

Co o tym sądzicie?

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu: ***Wiesław Gronowski*** i ***Andrzej S(...)***.

eprasa.pl 4d63438b09

Miernik cewek

Bardzo prosty układ, który za pomocą oscyloskopu pozwoli określić nie tylko indukcyjność, ale też maksymalny prąd pracy najróżniejszych elementów indukcyjnych.

W EdW już ponad 20 lat temu przedstawiliśmy miernik cewek:
https://elportal.pl/pdf/k04/45_05.pdf
https://elportal.pl/pdf/k04/46_15.pdf
A w niedawnych numerach EdW w ramach konkursu *Jak to działa?* przeanalizowaliśmy szereg układów służących do pomiaru indukcyjności.

Przy pomiarach indukcyjności, zależnie od przeznaczenia elementu indukcyjnego, wykorzystuje się różne metody pomiarowe. Dlaczego?

Problem między innymi w tym, że indukcyjność cewki z rdzeniem ferromagnetycznym nie jest stała, tylko zależy od szeregu czynników. W każdej cewce oprócz jej indukcyjności L, bardzo ważnym parametrem, a właściwie ograniczeniem, są też straty, które na schemacie zastępczym cewki są reprezentowane przez zastępczą szeregową rezystancję strat, oznaczaną ESR (Equivalent Series Resistance). Na szkodliwą rezystancję ESR składa się rezystancja drutu uzwojenia, którą można zmierzyć omomierzem, ale też straty w rdzeniu, które silnie rosną ze wzrostem częstotliwości i których opisywany tu przyrząd nie mierzy.

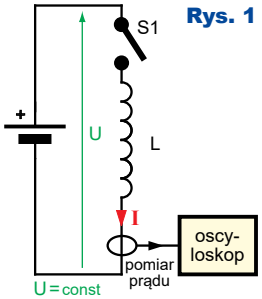
W wielu zastosowaniach drugim najważniejszym, obok ***indukcyjności L***, parametrem realnej cewki z rdzeniem jest ***maksymalny prąd pracy***. Zbyt duży prąd płynący w cewce spowoduje nasycenie rdzenia, co oznacza zmniejszenie indukcyjności i może mieć katastrofalne skutki. ***W artykule opisany jest zaskakująco prosty przyrząd, który łatwo pozwala określić indukcyjność cewki. Może służyć nie tylko do identyfikacji nieoznaczonych cewek – dławików, ale pozwala też określić drugi bardzo ważny parametr – ich maksymalny prąd pracy.***

Opis układu

Uproszczony schemat układu pomiarowego pokazany jest na **rysunku 1**. Pomiar polega na podaniu na cewkę napięcia stałego o niezmiennej wartości i na obserwacji na ekranie oscyloskopu przebiegu prądu płynącego przez cewkę po zwarciu klucza S1. Kształt prądu cewki niesie informację o jej indukcyjności, o maksymalnym prądzie pracy, który jeszcze nie zaczyna nasycać jej rdzenia oraz o rezystancji uzwojenia. Zwarcie klucza oznacza podanie na cewkę impulsu napięcia stałego U. W przypadku idealnej cewki prąd w cewce narastałby liniowo od zera do nieskończoności według **rysunku 2a**. Szybkość narastania prądu ($\Delta I/\Delta t = U/L$) jest określona przez podstawowy wzór: $U = L(\Delta I/\Delta t)$, będący wersją podstawowej zależności ogólnej: $u = L(di/dt)$. Indukcyjność cewki można obliczyć ze wzoru: $L = U * \Delta t/\Delta I$.

W cewce z rdzeniem ferromagnetycznym po przekroczeniu pewnej wartości prądu rdzeń się nasyca, indukcyjność cewki maleje do maleńkiej wartości takiej jak w cewce bez rdzenia (powietrznej), a to powoduje gwałtowny wzrost płynącego prądu. W uproszczonym, idealizowanym przypadku wyglądałoby to jak na **rysunku 2b**, gdzie wyraźnie zaznaczony jest I_{SAT} – prąd nasycenia (maksymalny prąd, przy którym mogłaby pracować ta cewka).

Rzeczywista cewka ma też jakąś niezerową rezystancję uzwojenia R (miedzianego drutu).

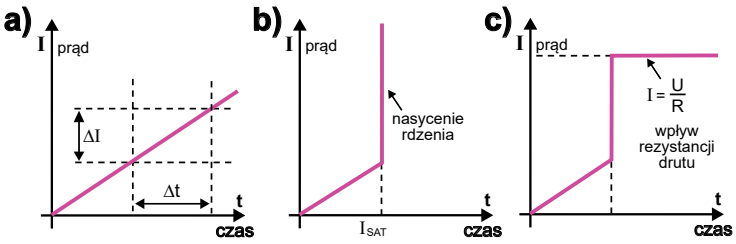


Rys. 1

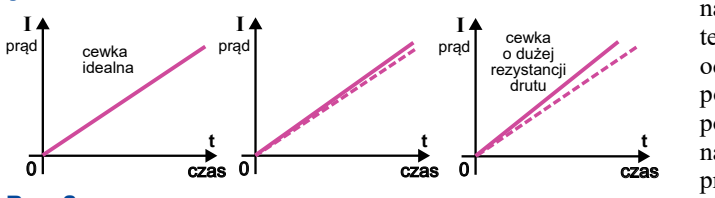
eprasa.pl 4d63438b09

Płynący prąd spowoduje spadek napięcia na tej rezystancji.

W szczególności gdy ta rezystancja drutu jest mała, to daje o sobie znać dopiero podczas nasycenia, przy dużym prądzie. Rezystancja drutu nie pozwoli, by prąd wzrósł powyżej wartości I = U/R, co pokazane jest w dużym uproszczeniu na **rysunku 2c**.



Rys. 2



Rys. 3

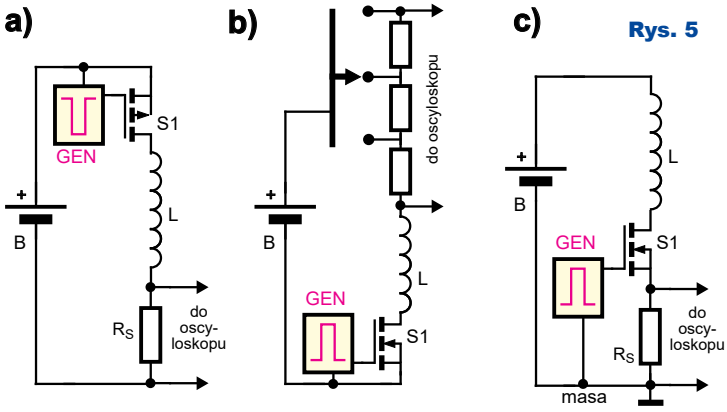
Ściślej biorąc, jeżeli prąd narasta liniowo, jak na rysunku 1, to i spadek napięcia na rezystancji drutu R rośnie liniowo. Wprowadza to pewien błąd, co ilustruje **rysunek 3**, pokazujący przebiegi prądu w cewkach o różnej rezystancji drutu. Jeżeli jednak rezystancja drutu R jest mała, a często tak jest, to przy niedużych prądach jej wpływ można pominąć.

Wracamy do rysunku 2c. W rzeczywistości przebieg zmian prądu cewki w czasie nie składa się z prostoliniowych odcinków. Kształt przebiegu prądu odzwierciedla charakterystykę magnesowania materiału magnetycznego, która wprawdzie jest nieliniowa, ale jest gładka. Wchodzenie rdzenia w nasycenie zawsze jest płynne i nie tak gwałtowne jak na rysunku 2b, a to powoduje zaokrąglenie przejścia między pracą liniową i nasyceniem, przez co trudniej określić wartość prądu nasycenia I_{SAT}.

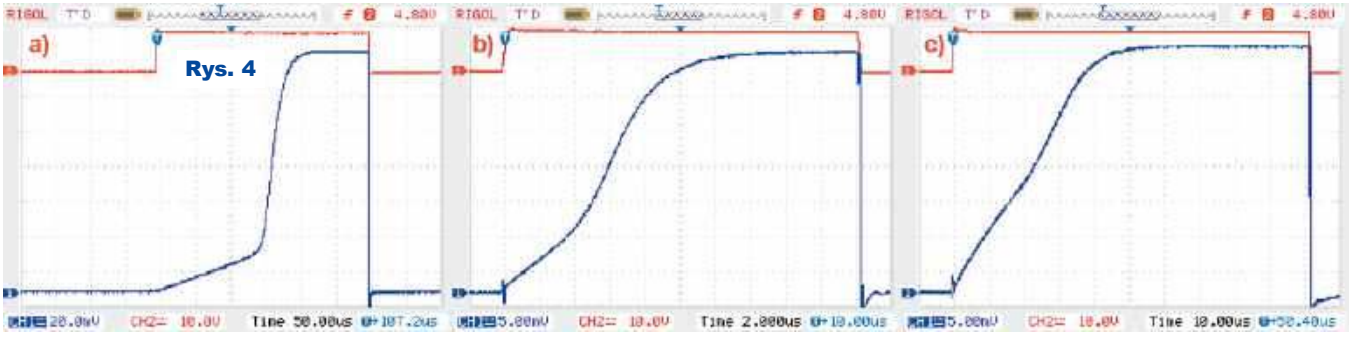
Także przejście między nasyceniem i fazą niezmiennego prądu I = U/R zawsze jest zaokrąglone z uwagi na liniowo rosnący spadek napięcia na rezystancji drutu. Kształt realnych przebiegów prądu w cewce zależy nie tylko od jej indukcyjności, ale głównie od charakterystyki magnesowania materiału rdzenia oraz w znacznym stopniu od rezystancji uzwojenia R. Trzy realne przykłady pokazuje **rysunek 4**. Przebieg z rysunku 4a jest zbliżony do rysunku 2c. Natomiast na rysunkach 4b, 4c pokazane są przebiegi w cewkach o większej rezystancji drutu, gdzie dodatkowo rdzeń nie nasyca się gwałtownie, tylko płynnie. Szczegółowa analiza w dalszej części artykułu.

Koncepcję z rysunku 1 można w praktyce zrealizować na wiele sposobów. Układ zrealizowany według rysunku 1 o jednorazowym działaniu z mechanicznym stykiem S1 wymagałby wykorzystania oscyloskopu z pamięcią. Wygodniejsze jest wykorzystanie przełącznika elektronicznego i generatora impulsów o małym wypełnieniu. Przykłady pokazane są na **rysunku 5**. Funkcję klucza S1 pełni tu tranzystor MOSFET. Chwilowa wartość prądu cewki mierzona jest jako spadek napięcia na małej rezystancji pomiarowej Rs. Aby pomiary były dokładne, napięcie na cewce powinno być niezmienne. Wprawdzie na rezystorze pomiarowym Rs występuje jakiś rosnący spadek napięcia, co zmniejsza napięcie na cewce, jednak gdy spadek ten jest wielokrotnie mniejszy od napięcia na cewce, błąd jest pomijalnie mały (podobnie pomijalnie mały jest spadek napięcia na rezystancji R_{DSon} przewodzącego MOSFET-a). Wersja z rysunku 5a wymaga użycia MOSFET-a P i ujemnych impulsów sterujących, co powoduje pewne kłopoty z obwodem masy. Wersja z rysunku 5b jest ciekawa, pozwala w interesujący sposób zrealizować pomiar kilkuzakresowy, ale nadal jest kłopot z masami. Z uwagi na mały spadek napięcia na rezystorze pomiarowym Rs o małej wartości, można go włączyć w obwodzie źródła MOSFET-a według rysunku 5c. Wtedy masa jest wspólna dla oscyloskopu, generatora i układu miernika cewek.

Mój układ modelowy został zrealizowany według **rysunku 6**. Jest to prościutka przystawka do niemal dowolnego generatora. Do generatora impulsów prostokątnych o amplitudzie co najmniej 6V, o regulowanej częstotliwości i małym wypełnieniu 1% lub mniej. Sama przystawka pomiarowa jest zasilana napięciem 1V…25V, podawanym na punkty P, N. MOSFET – klucz T1 jest sterowany króciutkimi impulsami o bardzo małym wypełnieniu około 0,001...0,01 (0,1...1%). W czasie impulsu, gdy MOSFET przewodzi, przez cewkę Lx i rezystor pomiarowy Rs płynie narastający prąd, którego szczytowa wartość może być duża: kilka amperów,

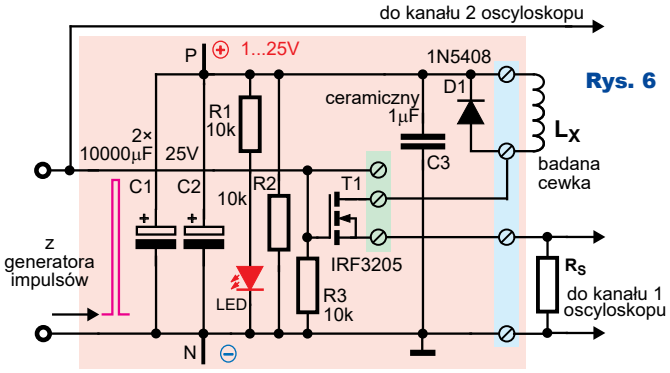


Rys. 5



Rys. 4

eprasa.pl 4d63438b09



Rys. 6

a nawet więcej. I wtedy bardzo ważną funkcję pełnią kondensatory C1, C2 (2×10000uF) oraz ceramiczny C3 (1uF), które są rezerwuarem energii i podstawowym źródłem zasilania w czasie pomiaru. Dzięki ich dużej sumarycznej pojemności maksymalny prąd pomiarowy podczas krótkich impulsów może sięgać nawet 10A, a z uwagi na ich znikome wypełnienie średni prąd pobierany z zasilacza jest malutki. Dzięki temu do testów wystarczy zasilacz o wydajności prądowej 100mA...200mA.

Trzeci kondensator, ceramiczny C3 ma małą indukcyjność wewnętrzną ESL, co pozwala na gwałtowne zmiany prądu i zapobiega oscylacjom. Po zakończeniu pomiarów rezystor R2 pomalutku rozładuje potężne kondensatory C2, C3, co może uchronić przed przykrymi niespodziankami przy następnych testach. Trzeba jednak pamiętać, że takie rozładowanie trwa kilka minut! Świecenie czerwonej kontrolki LED wskazuje, że w kondensatorach zgromadzona jest znaczna energia.

Z kolei rezystor R3 zapewnia wyłączenie MOSFET-a T1, gdy zewnętrzny generator impulsów zostanie odłączony. W sumie wszystkie rezystory chronią przed przypadkowym uszkodzeniem tranzystora T1.

W układzie przewidziana jest dioda D1, która rozładowuje badaną cewkę Lx po wyłączeniu klucza T1. Podczas impulsu narastający prąd powoduje gromadzenie w cewce porcji energii. Gdy impuls pomiarowy się skończy i gdy MOSFET T1 zostanie wyłączony, cewka, która nie lubi zmian prądu, wytwarza napięcie samoindukcji o przeciwnej biegunowości i podtrzymuje przepływ prądu w tym samym kierunku przez cewkę i właśnie przez diodę D1.

Obecność diody D1 tworzy odmianę przetwornicy odwracającej, ale... ze zwartym obciążeniem. Dlatego po zatkaniu T1 napięcie wytwarzane przez cewkę jest małe, równe napięciu przewodzenia diody D1, więc prąd cewki zanika w tempie kilka do kilkadziesiąt razy mniejszym, niż narastał w czasie impulsu pomiarowego. Rozładowanie cewki trwa nawet kilkadziesiąt razy dłużej niż jej ładowanie podczas impulsu roboczego. Nie jest to jednak problemem z uwagi na znikome wypełnienie impulsów testowych, nie większe niż 0,01 (1%) i wynikający stąd długi czas wyłączenia T1. Z uwagi na małe wypełnienie impulsów nie jest też problemem fakt, że porcja energii zgromadzona w cewce zostaje zamieniona na ciepło właśnie w diodzie D1. A teraz...

Informacje tylko dla dociekliwych. Według rysunku 6, D1 to zwykła 3-amperowa dioda prostownicza 1N5408 (1N5400...1N5408). Dioda zwykła, czyli powolna. Tymczasem w przetwornicach impulsowych stosujemy diody szybkie, albo Schottky'ego, albo krzemowe typu *fast recovery*. Jednak nie ma potrzeby, by w opisywanym układzie stosować 3-amperową diodę Schottky'ego w rodzaju 1N5822.

Mogłaby to być nawet dioda o mniejszym prądzie nominalnym i paradoksalnie, wcale nie musi to być dioda szybka (Schottky'ego albo *fast recovery*). Mogłaby to być popularna powolna 1-amperowa 1N4004...7, bo impulsy są krótkie i średnia moc strat jest mała. Co najważniejsze, z uwagi na malutkie wypełnienie impulsów prąd rozładowania cewki przestaje płynąć przez diodę D1 na długo przed rozpoczęciem następnego impulsu. Gdy zacznie się nowy impuls, dioda D1 zostanie spolaryzowana zaporowo. Ale nie ma w niej już wtedy aktywnych nośników prądu, występujących tam podczas przewodzenia. Nie ma więc szybkiego przechodzenia od przewodzenia do zatkania diody D1 i nie ma problemu z odzyskiwaniem zdolności zaworowej i ładunkiem przejściowym Qrr. Następny cykl pracy zaczyna się, gdy prąd diody zaniknie i dioda wtedy przedstawia sobą tylko pojemność – a pojemność zwykłej diody 1N5408 jest mniej więcej o rząd wielkości mniejsza od pojemności diody Schottky'ego o podobnym prądzie.

I jeszcze jeden szczegół: w zasadzie dioda D1 nie jest niezbędna – można byłoby jej nie montować! Bez diody D1 energia zgromadzona w cewce po zakończeniu impulsu spowodowałaby odwracalne, niedestrukcyjne przebicie MOSFET-a T1. Można sprawdzić w katalogu, jaka jest dopuszczalna energia takiego przebicia i dobrać odpowiedni tranzystor. Aby jednak nie narażać MOSFET-a T1 na taki stres, zastosowana jest dioda D1.

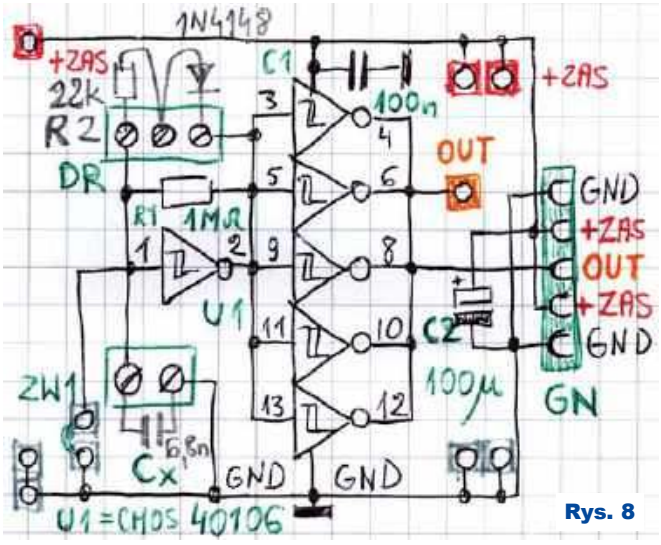
Montaż i uruchomienie

Właściwa przystawka pomiarowa. Ja samą przystawkę do pomiaru indukcyjności zmontowałem na bazie kawałka listwy zaciskowej o rozstawie 10mm, przeznaczonej do przewodów o przekroju do 6mm^2. Można też wykorzystać mniejszą. Podstawą są cztery zaciski śrubowe, wyróżnione na rysunku 6 kolorem niebieskim. Do dwóch dołączona jest badana cewka Lx, a do dwóch pozostałych – rezystor pomiarowy Rs, który przy większości pomiarów będzie miał wartość 0,01 oma (10mΩ). Należy też przygotować drugi rezystor Rs o rezystancji 0,1Ω, który przyda się do pomiarów miniaturowych cewek o indukcyjności powyżej 1mH, które mają mały prąd maksymalny i dużą rezystancję uzwojenia. **Fotografia 7** pokazuje dwa ujęcia mojej przystawki.

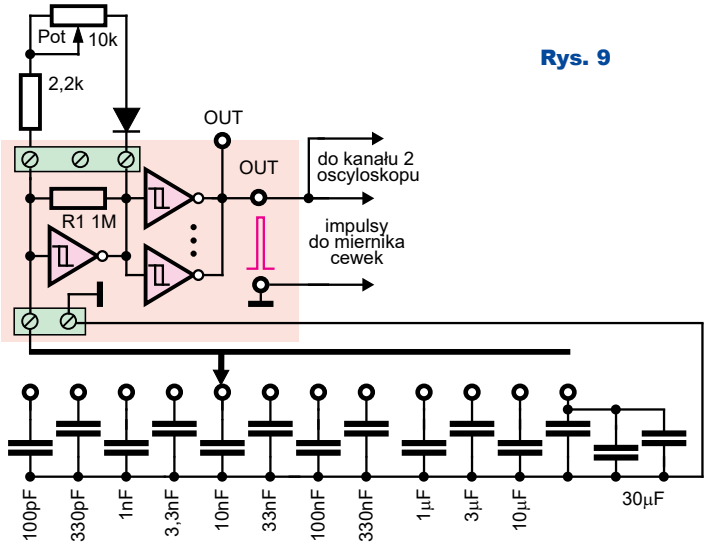
Jest ona przewidziana do współpracy z oscyloskopem o maksymalnej czułości wejściowej (bez sondy) 2mV/dz. Przy Rs = 0,1Ω da to jedną działkę na ekranie już przy prądzie 20mA, a nawet najmniejsze

Fot. 7

eprasa.pl 4d63438b09



Rys. 8



Rys. 9

dławiki mają dopuszczalny prąd pracy powyżej 20mA. Jeśli ktoś ma oscyloskop o mniejszej czułości, do pomiaru takich najmniejszych cewek może też przygotować trzeci rezystor pomiarowy o wartości 1Ω.

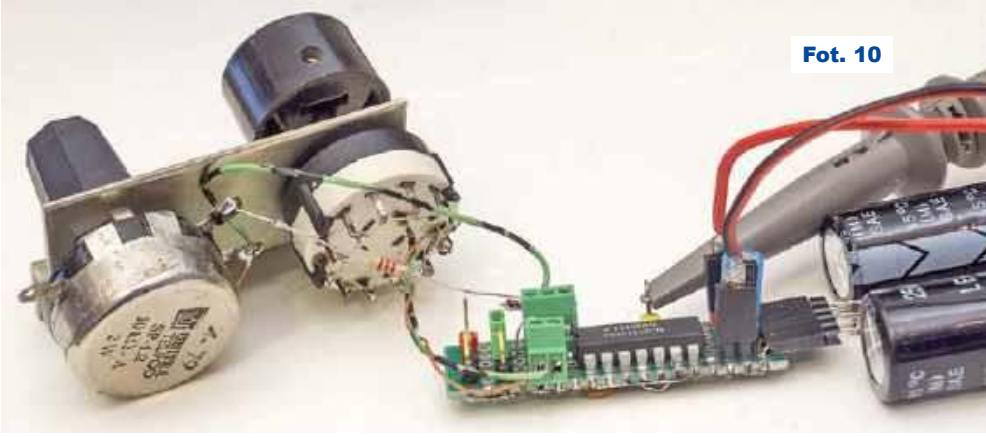
W zasadzie prawie wszystkie pomiary można byłoby wykonywać z rezystorem Rs = 0,1Ω, bo nawet przy dużym prądzie rzędu 10A wystąpiłby na nim spadek napięcia tylko 1V, co przy zasilaniu przystawki napięciem 10V byłoby dopuszczalne, ale zauważalnie zniekształciłoby pomiar, bo obniżyłoby napięcie na cewce o ten 1V. Dlatego do większości pomiarów w roli Rs warto zastosować rezystor 0,01Ω (10mΩ). Przy prądzie 10A wystąpi na nim spadek napięcia tylko 0,1V. Podobnie na przewodzącym tranzystorze MOSFET typu IRF3205, dla którego karta katalogowa podaje maksymalną rezystancje R_{DSon} = 8mΩ. Przy prądzie 10A sumaryczny spadek napięcia na Rs i T1 wyniesie nie więcej niż 0,18V, co przy zasilaniu napięciem 10V oznacza zmniejszenie napięcia na cewce o niecałe 2%. Z uwagi na małą wartość rezystancji Rs (0,1Ω oraz 0,01Ω) i mały spadek napięcia na niej, dla uniknięcia błędów na wejście oscyloskopu należy podać napięcie bezpośrednio z rezystora pomiarowego Rs. Nie należy stosować sondy 1:10, tylko albo sondę 1:1, albo jak w modelu wykorzystać krótki kawałek kabla. Jak widać, zastosowane jest tam połączenie rozłączne (goldpin i gniazdo), co ułatwia zmianę wartości Rs.

Pierwotny model miał nieco inny wygląd. Jednak w trakcie wstępnych testów sprawdzałem działanie w różnych warunkach i z różnymi cewkami, co doprowadziło do uszkodzenia najpierw jednego, potem drugiego egzemplarza T1. Głównie dlatego dodałem potem złączkę zaciskową jako gniazdo dla MOSFET-a T1 (co na rysunku 6 pokazuje zielona podkładka). Były to agresywne testy prototypu, natomiast wykorzystanie przyrządu według podanych dalej wskazówek nie grozi uszkodzeniem MOSFET-a.

Generator impulsów. Oprócz samej przystawki pomiarowej potrzebny jest jakiś generator, który potrafi wytworzyć dodatnie impulsy prostokątne o amplitudzie ponad 6V, o wypełnieniu co najwyżej 1% i regulowanym czasie trwania od 1 mikrosekundy do kilkudziesięciu milisekund. W zasadzie można wykorzystać niemal dowolny generator. Przykłady podobnych układów można znaleźć w literaturze (linki w dalszej części artykułu). Do wytworzenia krótkich impulsów wykorzystywane są układy 555, bramki CMOS, a nawet odpowiednio zaprogramowane uniwersalne fabryczne generatory przebiegów.

W moim modelu wykorzystałem uniwersalny moduł generatora impulsów prostokątnych z kostką CMOS40106, zrobiony wcześniej na potrzeby cyklu Kuchnia Konstruktora według **rysunku 8**. Jednak malutka płytka generatora nie zawiera elementów pozwalających w wygodny sposób regulować czas trwania impulsu. A do opisywanego miernika indukcyjności bardzo pożądana jest płynna regulacja długości impulsów i to w bardzo szerokim zakresie. Aby zwiększyć łatwość obsługi miernika cewek, dodałem do tego modułu generatora 12-pozycyjny przełącznik zakresów i potencjometr według **rysunku 9**. Taki generator z zespołem regulacyjnym pokazany jest na **fotografii 10**. Jak widać, wprost do końcówek przełącznika przylutowałem maleńkie kondensatory SMD (0805) o pojemności od 100pF do 10uF (największą pojemność 30uF tworzą 3 kondensatory 10uF X7R). Dowolną wartość czasu impulsu ustawia się, najpierw skokowo wybierając przełącznikiem jeden z dwunastu zakresów, potem płynnie regulując potencjometr Pot.

Podczas pomiarów bezpiecznie jest na początek ustawić jak najkrótszy czas impulsu, poniżej 1 mikrosekundy, a potem zwiększać czas, obserwując ekran oscyloskopu.


Fot. 10

eprasa.pl 4d63438b09

sklep.semicon.com.pl
■ Montaż elektroniki ■ Konwerting materiałów ■ Komponenty elektroniczne
■ Szablony SMT ■ Chemia dla elektroniki
■ Moduły laserowe ■ Podzespoły ■ Narzędzia
SEMICON®

U mnie ten generator impulsów zasilany jest oddzielnym napięciem 12V (nie więcej z uwagi na maksymalne napięcie 10V dołączanych maleńkich kondensatorów SMD o dużej pojemności). Natomiast napięcie zasilające samą przystawkę do pomiaru cewek można regulować niezależnie, nawet w zakresie 1...25V, gdzie górna granica wyznaczona jest przez napięcie maksymalne użytych kondensatorów (MOSFET IRF3205 wytrzyma napięcie 55V). Teoretycznie i generator, i przystawkę można byłoby zasilać z tego samego źródła, jednak z kilku istotnych powodów nie jest to zalecane.

W większości pomiarów samą przystawkę pomiarową należy zasilić napięciem o „okrągłej" wartości 10V z zasilacza o wydajności 100...200mA, najlepiej z zasilacza laboratoryjnego. Ograniczenie prądu nie jest niezbędne, ale pozwoli uniknąć uszkodzenia, na przykład w przypadku zwarcia, czyli próby badania cewki o zerowej (znikomej) indukcyjności. Ograniczenie poboru prądu do 0,1...0,2A ograniczy moc ciągłą do 1...2W, a to uniemożliwi uszkodzenie MOSFET-a T1, rezystora Rs lub diody D1. Ale pod warunkiem, że przed włączeniem zasilania kondensatory będą rozładowane. Naładowane kondensatory C2, C3 gromadzą bowiem duży ładunek, który w pewnych warunkach może uszkodzić T1.

Nie każdy ma jednak zasilacz laboratoryjny z płynną regulacją napięcia i ogranicznikiem prądu. Do pomiarów z powodzeniem wystarczyłby mały zasilacz wtyczkowy, najlepiej stary, transformatorowy, o małej wydajności prądowej 100...200mA. Jednak mało który zasilacz wtyczkowy daje napięcie 10V. Taka okrągła wartość jest wygodna do obliczeń indukcyjności, ale nie jest niezbędna. Można wykorzystać zasilacz 12V, a uzyskany wynik podzielić przez 1,2 lub pomnożyć przez 0,83. Można też wykorzystać zasilacz 9V i wynik albo pomnożyć przez 1,11, albo podzielić przez 0,9.

Pomiary

Pomiary polegają na obserwacji kształtu przebiegu na ekranie oscyloskopu. **Aby uniknąć kłopotów z synchronizacją obrazu na ekranie, należy wykorzystać drugi kanał oscyloskopu do synchronizacji i obserwacji impulsu na bramce T1 według *rysunków 6, 9*.** Generator może być zasilany stale (12V), więc na ekranie ciągle będzie widoczny impuls pomiarowy, także przy braku cewki Lx i przy wyłączonym zasilaniu przystawki. Jest to pożądane, bo od razu widać, jaka jest długość impulsu.

Zalecana kolejność czynności podczas pomiarów jest następująca.

1. Przy wyłączonym napięciu zasilania przystawki (10V) i rozładowanych kondensatorach (dioda LED nie świeci) dołączyć badaną cewkę Lx.
2. W generatorze przełącznikiem i potencjometrem ustawić najkrótszy czas impulsu (najlepiej poniżej 1 mikrosekundy).
3. Ustawić maksymalną czułość oscyloskopu (2mV/dz).
4. Włączyć zasilanie przystawki (10V), co da na ekranie trójkątny impuls prądu, gdzie szybkość narastania prądu pozwala obliczyć jej indukcyjność.
5. Potencjometrem i przełącznikiem w generatorze zwiększać czas impulsu i obserwować na ekranie oscyloskopu, czy przyrost prądu jest liniowy.
6. Gdy linia przyrostu prądu zaczyna się lekko zaginać do góry, rdzeń cewki zaczyna się nasycać. Taki obraz pozwala określić indukcyjność oraz prąd maksymalny tej cewki.

W przykładzie na **rysunku 11** przebieg czerwony to impuls napięcia, podany na cewkę (otwarcie MOSFET-a). W tym czasie prąd rośnie od zera, co pokazuje przebieg niebieski. Z ekranu oscyloskopu odczytamy nie prąd, tylko wartość spadku napięcia (U_{RS}) na rezystorze pomiarowym Rs. Prąd cewki wynosi $I = U_{RS} / Rs$.

Szybkość narastania początkowej, prostoliniowej części wykresu pozwala obliczyć indukcyjność. Precyzja nie jest potrzebna, więc w większości przypadków możemy pominąć rezystancję drutu i przeprowadzić obliczenia przybliżone.

W tym celu trzeba wybrać jakikolwiek odcinek początkowej prostoliniowej charakterystyki, zmierzyć jego czas trwania Δt i przyrost prądu ΔI. Można je podstawić do wzoru:

$$L = U * \Delta t / \Delta I$$

gdzie U = 10V, $\Delta I = \Delta U_{RS} / Rs$.

W praktyce z ekranu oscyloskopu bezpośrednio odczytamy Δt w mikrosekundach oraz ΔU_{RS} w miliwoltach. W oscyloskopach cyfrowych można wykorzystać do tego kursory. A zamiast pełnych obliczeń, możemy uwzględnić wartości U=10V oraz Rs i liczyć prościej. Przy Rs = 10mΩ:

$$L\,[uH] = 100 * \Delta t\,[us] / \Delta U_{RS}\,[mV]$$

A gdyby rezystor Rs miał wartość 0,1Ω, wykorzystamy zależność:

$$L\,[uH] = 1000 * \Delta t\,[us] / \Delta U_{RS}[mV]$$

Rys. 11

Dla przypadku z rysunku 11 odczytujemy wartości Δt = 2us (2 działki) oraz ΔU_{RS} = 36mV (1,8 działki), co jest zaznaczone fioletowymi liniami. Po podstawieniu do wzoru obliczymy indukcyjność:

$$L\,[uH] = 100 * 2\,[us] / 36\,[mV]$$

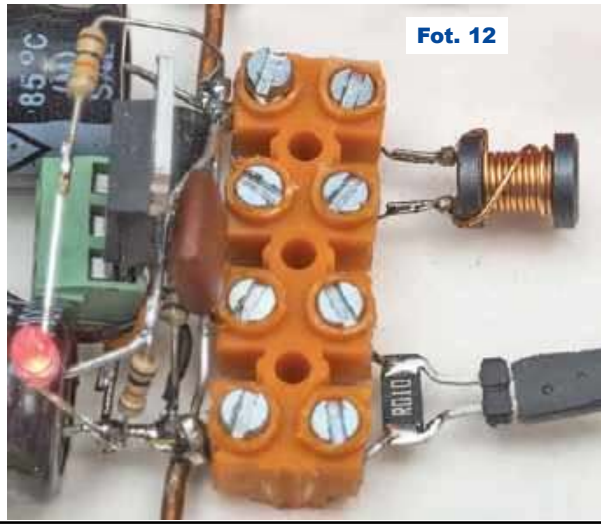
$$L\,[uH] = 5{,}55$$

czyli około 5,5 mikrohenra. Nic dziwnego – jest to mała cewka na rdzeniu szpulkowym mająca niewiele ponad 10 zwojów, pokazana na **fotografii 12** i na fotografii tytułowej.

Taka prosta procedura obliczania indukcyjności zazwyczaj okaże się wystarczająca. Ściślej biorąc, na wynik pomiaru ma też wpływ rezystancja drutu i spadek napięcia na niej, co sygnalizował rysunek 3. Można byłoby to uwzględniać, ale w praktyce błąd wynikający z rezystancji drutu śmiało można pominąć.

A teraz kwestia nasycenia. W idealnej cewce o tej indukcyjności prąd powinien narastać liniowo, co pokazuje szara podkładka. Jednak po przekroczeniu pewnej wartości, prąd zaczyna rosnąć szybciej, co znaczy, że indukcyjność L maleje, bo rdzeń zaczyna się nasycać.

Maksymalny prąd, z jakim mogłaby pracować badana cewka, leży poniżej tego załamania, co na rysunku 11 zaznacza różowa linia odpowiadająca wartości prądu około 9,2A. W uproszczeniu można byłoby przyjąć, że ta cewka może


Fot. 12

eprasa.pl 4d63438b09

pracować z prądami do około 9 amperów, co sygnalizuje zielona podkładka.

Teoretycznie tak, ale ***z uwagi na niekorzystny wpływ na rdzeń temperatury i innych czynników, bezpieczny zakres prądów pracy jest mniejszy o kilkanaście do kilkudziesięciu procent***. Nie ma tu prostych reguł, ponieważ wielkość takiego marginesu zależy od kilku czynników, między innymi od maksymalnej temperatury rdzenia podczas pracy i od częstotliwości pracy w finalnym zastosowaniu. Niemniej uzyskana z rysunku 11 informacja o wartości prądu, przy której rdzeń zaczyna się nasycać, jest bardzo cenna.

W praktyce najważniejsza jest właśnie informacja o początku nasycania rdzenia, co poznajemy po zakrzywianiu linii prądu w górę. Dalszy przebieg prądu w obszarze nasycenia niesie niewiele informacji. Zwykle nie ma potrzeby badania cewki przy maksymalnym prądzie, ponieważ jej indukcyjność jest wtedy znikoma (jak cewki powietrznej), a prąd jest ograniczany tylko przez rezystancję drutu uzwojenia. Wartość rezystancji drutu uzwojenia cewki (R_{DC}) można przecież zmierzyć omomierzem.

Przy większości pomiarów należy stopniowo zwiększać czas impulsu, by rdzeń zaczynał się lekko nasycać. W ogromnej większości przypadków nie ma potrzeby dalszego zwiększania czasu impulsu i prądu, by rdzeń wchodził w silniejsze nasycenie, a prąd wzrastał nieproporcjonalnie szybko. Zwykle nie ma też potrzeby uzyskania na ekranie kompletnej krzywej jak na **rysunku 13**, która pokazuje przebiegi dla tej samej cewki co rysunek 11, tylko przy trochę dłuższym impulsie – w nieco innej skali czasu (2us/dz.) oraz zdecydowanie innej skali napięcia i prądu 200mV/dz. Przy Rs = 10mΩ daje to 20 amperów na działkę!

Gdyby jednak zaszła taka potrzeba, należy bardzo ostrożnie zwiększać czas impulsu i jednocześnie sprawdzać też pobór prądu z zasilacza. Do wykonania rysunku 13 trzeba było ogranicznik prądowy ustawić na 0,5A. Przy cewkach o małej rezystancji uzwojenia, przy braku ogranicznika w zasilaczu, zbyt duży prąd może uszkodzić tranzystor T1. Jak widać na rysunku 13, ten maksymalny prąd sięgnął aż 80 amperów. Przy tak ogromnym prądzie, jak pokazuje zielona krzywa na rysunku 13, napięcie zasilające „przysiadło" z 10V do około 9V. Ten przykład wyjaśnia też, dlaczego w modelu w obwodzie zasilania zastosowane są dwa potężne elektrolity C1, C2 mające po 10000uF. To właśnie one sa źródłem zasilania w czasie impulsów i od ich rezystancji wewnętrznej zależą możliwości pomiaru przy tak dużych prądach.

Fot. 14

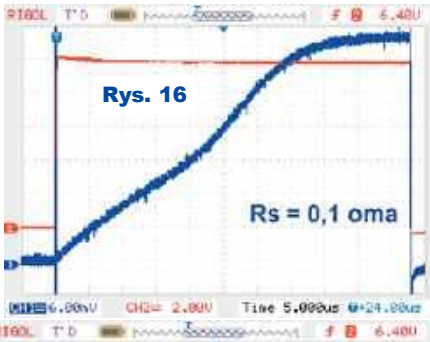
Tylko w przypadku małych cewek o dużej rezystancji drutu sensowne i bezpieczne może być obserwowanie na ekranie całego zakresu zmian prądu, bo wchodzenie w nasycenie jest wtedy zdecydowanie słabiej widoczne na ekranie. **Fotografia 14** pokazuje maleńką cewkę – dławik o indukcyjności 1mH (1000uH). Ma on średnicę 2,4mm, długość 7mm i z uwagi na cieniutki drut jego uzwojenie ma aż 25Ω. **Rysunek 15a** pokazuje przebieg prądu. Czułość jest maksymalna (2mV/dz.) i przeszkadzają szumy własne oscyloskopu. W takich przypadkach w oscyloskopie cyfrowym warto włączyć uśrednianie (Acquire/Average/8...64), co usunie przypadkowe szumy, jak pokazuje **rysunek 15b**. Nadal jednak ledwo widać przegięcie, bo wchodzenie w nasycenie jest słabe, a rezystancja drutu – bardzo duża. Przy takich najmniejszych dławikach o znacznej indukcyjności warto zastosować rezystor Rs o wartości 0,1 oma, jak pokazuje fotografia 14. Wtedy nawet przy małych prądach przebieg prądu jest wyraźny bez uśredniania, jak pokazuje **rysunek 16**. Można obliczyć indukcyjność: na początku przez 20 mikrosekund prąd wzrasta o trzy działki. Skala na ekranie to 6mV/dz., a Rs = 0,1Ω, więc nawet bez uwzględnienia wpływu wyjątkowo dużej w tym przypadku rezystancji drutu otrzymujemy:

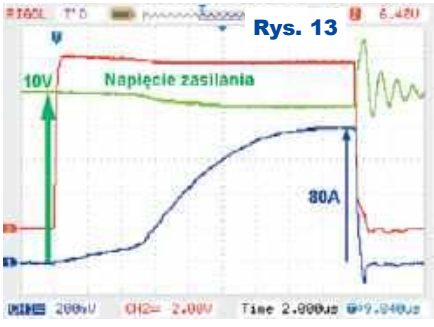
L [uH] = 1000 * Δt [us] / ΔU_{RS} [mV]
L [uH] = 1000 * 20 [us] / 18 [mV]
L [uH] = 1111 uH ~ 1mH

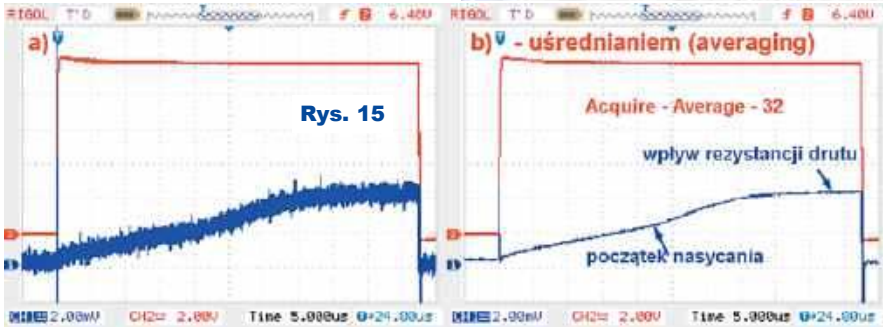
co zgadza się z nominałem dławika, który jak widać na fotografii, ma tolerancję 10% (pasek srebrny).

To były najprostsze przykłady. Czytelnicy mogą szybko zmontować układ i zbadać parametry posiadanych cewek. W szczególności interesujące jest badanie cewek o skrajnych parametrach, co może być przedstawione w oddzielnym artykule.

Piotr Górecki







eprasa.pl 4d63438b09

F-meter
Modułowy licznik częstotliwości i czasu

część 2

Montaż i uruchomienie

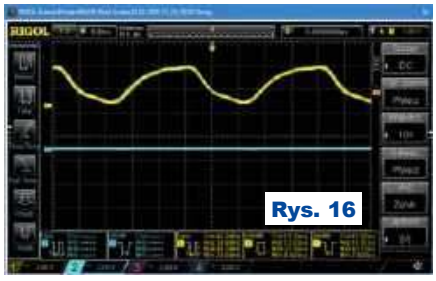
Układ opisany szczegółowo w poprzednim numerze EdW można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 15**. Fotografia wstępna oraz **fotografia 2** pokazują model. Układ zmontowany prawidłowo ze sprawnych elementów powinien od razu pracować. Podczas montażu należy wybrać, czy wyświetlacze montowane są na złączach i podstawkach, czy wlutowane w płytkę, bo od tego zależy wysokość przycisków i długość gałki enkodera. Montując urządzenie w obudowie, trzeba pamiętać o filtrze – **fotografia 3**. Zmniejsza on nieco jasność wyświetlacza, ale bez niego treść jest nieczytelna (**fotografia 4**), zwłaszcza przy silnym oświetleniu zewnętrznym. Jeśli filtr miałby obejmować także diody LED (na przykład filtr na całej obudowie), należy użyć filtru neutralnego, w kolorze szarym (srebrnym), czarnym lub brązowym. Zwiększa on kontrast, nie tak skutecznie, jak filtr w tej samej barwie jak kolor wyświetlacza (**fotografia 5**), ale w tym wypadku spełnia swoje zadanie lepiej od niebieskiego, gdzie widać (**fotografia 6**), że tam, gdzie filtr zakrywa część żółtej diody, nie widać jej świecenia. W roli filtru nie sprawdzają się folie do przyciemniania szyb samochodowych, ponieważ odbijają światło i zamiast wyświetlacza uzyskamy lusterko.

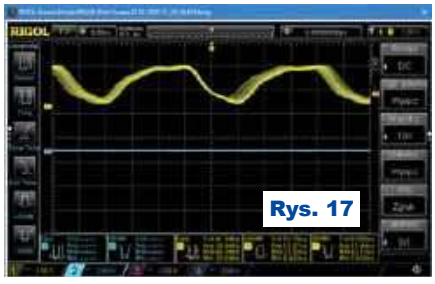
Fot. 3

Fot. 4

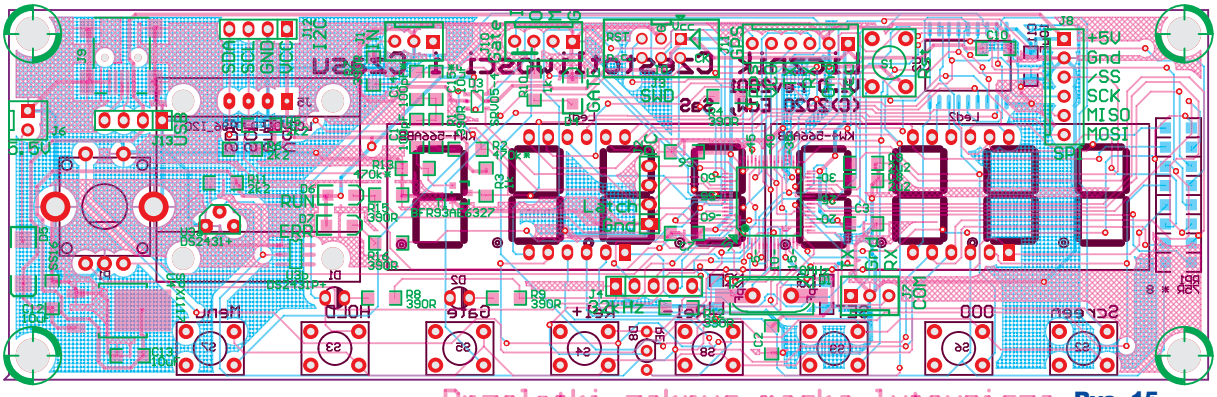
Fot. 5

Fot. 2


Rys. 16


Rys. 17

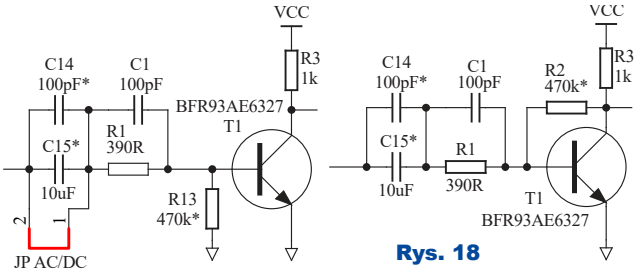
W moim modelu uzyskałam pomiar częstotliwości 40MHz na wejściu cyfrowym A i B. Niestety nie miałam możliwości sprawdzić wyższych częstotliwości. To, czy pomiar był poprawny, zależało od jakości badanego sygnału, gdy był w miarę dobrej jakości (**rysunek 16**), pomiar był poprawny. Wszelkie zniekształcenia (**rysunek 17**) powodowały jego fałszowanie. Zbadałam właściwości wzmacniacza w dwóch konfiguracjach pokazanych na **rysunku 18**. Rozwiązanie drugie pracowało lepiej niż pierwsze między innymi dlatego, że pozwala na pomiar bardzo niskich częstotliwości (sprzężenie DC – stałoprądowe), dlatego dalsze próby skupiłam na nim. Zbadałam jego właściwości. Do 1MHz jest całkiem dobrze, choć pomiar czasu impulsu będzie już



Rys. 15

Fot. 6

eprasa.pl 4d63438b09



Rys. 18

obarczony błędem ze względu na powolne narastanie sygnału mierzonego – **rysunek 19**. Żółty przebieg (kanał 1) pokazuje sygnał wejściowy, niebieski (kanał 2) na kolektorze T1. Kolejne ekrany przedstawiają przebieg 5MHz 800mV – **rysunek 20**, 10MHz 800mV – **rysunek 21** i 15MHz 1V – **rysunek 22**. Na tym niestety kończą się możliwości mojego generatora, ale widać, że tak prosty wzmacniacz nadaje się do częstotliwości 10...15MHz. Wzmacniacz można pominąć, nie montując T1 i R3, R13, C1, C14, a C15 zastępując zworą. Wtedy to można zastosować wzmacniacz o lepszych parametrach, na przykład przygotowywany do publikacji AVT3277. Wzmacniacz musi udostępniać sygnał cyfrowy w logice 3,3V. STM32F401 akceptuje sygnał o amplitudzie 5V na wejściu, ale D3 ogranicza go. Gdy dostępny jest sygnał o amplitudzie 5V, należy zastosować konwerter na przykład z rodziny 74LVC albo usunąć D3, rezygnując jednocześnie z ochrony, jaką zapewnia.

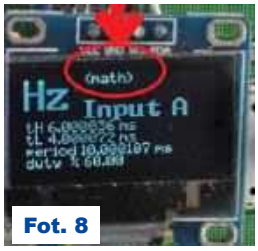
Obsługa miernika

Przycisk S2 „Screen" pozwala przełączać się pomiędzy ekranami tak samo jak kręcenie gałką enkodera. Numer ekranu jest widoczny w prawym górnym rogu wyświetlacza OLED. Numer ekranu znika po dwóch sekundach po jego zmianie przyciskiem S2. Pierwszy ekran (**fotografia 7**) wyświetla zmierzoną częstotliwość. Gdy jest ona mniejsza od 50kHz, mierzony jest czas, który przed wyświetleniem jest przeliczany na częstotliwość. W takiej sytuacji na wyświetlaczu pojawia się napis „(math)" – **fotografia 8**. Dzięki temu można uzyskać wysoką rozdzielczość pomiaru, który wykonuje się szybko. Przy pomiarze częstotliwosci 10Hz pomiar trwa tylko 100ms, a rozdzielczość wynosi 10mHz. Gdy częstotliwość przekracza 50kHz, na wyświetlaczu pokazuje się liczba impulsów zliczonych w ciągu sekundy. W tym przypadku wyświetlany jest napis „(cnt)". Ponadto na wyświetlaczu OLED pokazana jest informacja o czasie bramkowania (**fotografia 9**), wybranym wejściu, w tym wypadku „Input A", czasie trwania stanu wysokiego (6ms), niskiego (5ms), okresie (period 10ms) i współczynniku wypełnienia. Drugi ekran pokazuje zmierzony okres sygnału (**fotografia 10**) oraz dodatkowo częstotliwość. Podobnie jak w przypadku częstotliwości, granicą jest 50kHz. Kolejne ekrany pokazują zmierzony czas stanu wysokiego – **fotografia 11** i niskiego – **fotografia 12**. Piąty ekran wyświetla współczynnik wypełnienia sygnału w procentach – **fotografia 13**. W przypadku ekranów 3, 4 i 5, tak jak w przypadku ekranu 2, wyświetlana jest dodatkowo zmierzona częstotliwość. Następny ekran pokazuje wskazanie licznika częstotliwości – **fotografia 14**. Jest to faktycznie zliczona liczba impulsów, więc nie ma tu granicy 50kHz, do której wyświetlany był wynik przeliczenia okresu sygnału na częstotliwość. Ekran szósty (**fotografia 15**) pokazuje częstotliwość wyliczoną z okresu sygnału. Siódmy – **fotografia 16** – zmierzony czas trwania okresu. Kolejny ekran, **fotografia 17**, pokazuje wartość licznika wejścia B. Wejście to może pełnić funkcję licznika zdarzeń. Ostatni ekran (**fotografia 18**) pokazuje odchyłkę generatora od precyzyjnego wzorca, ale ze względu na to, że aby ta funkcjonalność działała, potrzebny jest dodatkowy moduł, pominę jej opis.

Przycisk S6 „000" zmienia sposób wygaszania zer nieznaczących z prawej strony. Możliwe są trzy opcje: wyświetlanie zer – **fotografia 19**, zastąpienie ich spacjami – **fotografia 20** lub dosunięcia wyniku do prawej strony – **fotografia 21.** Na ostatniej fotografii widać cały miernik i okno na wyświetlaczu, które pojawi się na trzy sekundy, informując, jaki sposób wyświetlania został wybrany. Cóż, nie tylko systemy operacyjne mogą używać okienek :-)

Przycisk S3 „Hold" zatrzymuje wyświetlanie, co jest sygnalizowane świeceniem czerwonej diody D1 i miganiem napisu „HOLD". W tym czasie pomiar jest cały czas dokonywany, co widać w oknie terminala, tylko wartość na wyświetlaczu jest zamrożona. S8 „Rel-" zapamiętuje częstotliwość, po czym odejmuje ją od mierzonej. Fakt pomiaru relatywnego jest sygnalizowany świeceniem diody LED D8 „REL" na zielono. Pozwala to na pomiary „radiowe" z uwzględnieniem częstotliwości pośredniej. S4 „Rel+" działa podob-

Fot. 7


Fot. 8

Fot. 9

Fot. 10

Fot. 11

Fot. 12

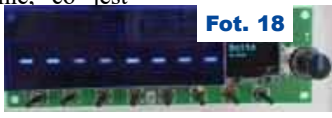
Fot. 13

Fot. 14

Fot. 15

Fot. 16

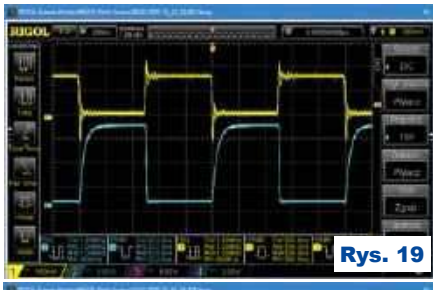
Fot. 17


Fot. 18

Fot. 19

Fot. 20

Fot. 21


Rys. 19

Rys. 21

Rys. 20

Rys. 22

eprasa.pl 4d63438b09

Fot. 22

Fot. 23

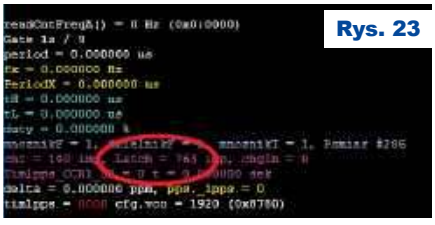
nie, z tym że zapamiętana częstotliwość jest dodawana do wyniku pomiaru. W tej sytuacji dioda „REL” świeci na czerwono. Trzeba wiedzieć, że funkcja ta działa tylko, gdy wyświetlany jest bezpośredni pomiar z licznika. Gdy częstotliwość jest zbyt niska, dioda „REL” miga. W takiej sytuacji należy przełączyć się na ekran 5 (fotografia 14). Pomiar relatywny można włączyć tylko na ekranie zero (pomiar częstotliwości wejścia A), pięć (zliczone impulsy na wejściu A w ciągu sekundy) i dziewięć (wejście B). Ostatni przypadek nie zadziała, gdy wejście B będzie użyte do zliczania impulsów, a nie pomiaru częstotliwości.

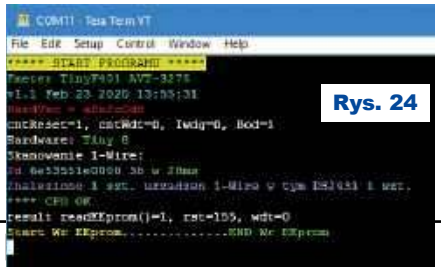
Funkcję licznika na wejściu B uruchamia się po naciśnięciu przycisku S9 „SET”, gdy wyświetlany jest ekran pokazujący częstotliwość zmierzoną na wejściu B (fotografia 17). Wygląd wyświetlacza OLED zmieni się – **fotografia 22**. Powrót do pomiaru częstotliwości nastąpi po ponownym naciśnięciu „SEL”. W czasie gdy miernik pracuje w roli licznika, naciśnięcie przycisku enkodera zapamiętuje stan licznika i zeruje go. Zapamiętana wartość jest wyświetlana na wyświetlaczu OLED za napisem „LATCH”. Tę samą funkcjonalność uzyska się w czasie opadającego zbocza sygnału na wejściu PC12. Przechwyconą wartość można sprawdzić w programie terminalu – **rysunek 23**. Przekroczenie wartości 99999999 licznika powoduje wyświetlenie napisu „OVER”, ale stan licznika nadal można sprawdzić w terminalu. Licznik jest 32-bitowy i po przekroczeniu wartości 4294967296 zacznie liczyć od zera. Gdy wejście B pracuje w trybie licznika częstotliwości, przyciskiem S7 „MENU” można przełączać się pomiędzy pomiarem z wejścia A i B. Jest to tymczasowa funkcjonalność, ponieważ po dołączeniu modułu przełącznika wejść AVAT3277, przycisk będzie pełnił inną funkcję.

S5 „GATE” pozwala wybrać czas bramkowania podczas zliczania częstotliwości. Do wyboru są czasy 10, 100ms oraz sekunda, 10 i 100 sekund. Zmianie czasu towarzyszy pojawienie się okienka z informacją o aktualnym wyborze – **rysunek 23**. Okienko znika po trzech sekundach od naciśnięcia przycisku „GATE”.

Ustawienia miernika zapamiętywane są w EEPROM po dziesięciu sekundach od naciśnięciu dowolnego przycisku. Podczas startu programu, w terminalu wyświetlane są informacje o odczytaniu pamięci EEPROM – **rysunek 24**. Ponadto pojawiają się informacje o liczbie resetów mikrokontrolera i zadziałania watchdoga. W tym czasie na wyświetlaczu pojawi się logo (fotografia 3) albo informacje o inicjalizacji EEPROM lub odzyskaniu jej zawartości z backupu. Jeśli w mierniku nie ma zamontowanej pamięci, wszystkie kropki na wyświetlaczu LED są zaświecone, a program przyjmie standardową konfigurację.

Uwagi końcowe. Opracowanie urządzenia o tak dużej funkcjonalności nie jest zadaniem łatwym. Opracowanie miernika zajęło wiele godzin. Powstały dwa prototypy i jedna użyteczna konstrukcja. W materiałach dodatkowych, oprócz rysunków i fotografii z artykułu, znajdują się fotografie i filmy z kolejnych etapów prac. Widać tam część potrzebnego sprzętu. Poza oscyloskopem i generatorem używany był analizator logiczny oraz skaner 1-Wire zbudowany tylko i wyłącznie do analizowania tej magistrali. Potrzeba używania skanera wynikała z tego, że uniwersalne analizatory (na przykład SaleAE) przedstawiają informację w niezbyt czytelny sposób, ale są przydatne, aby wykryć nieprawidłowości w zależnościach czasowych, czego skaner nie zrobi. Chwilami pracę prowadzono na trzech monitorach. Nie zarejestrowałam tego etapu prac i na rysunkach 13 i 14 widać obrazy z dwóch monitorów, gdzie ekran analizatora LA2016 jest przykryty oknem terminalu wyświetlającym dane z emulatora-skanera 1-Wire, a wcześniej ekrany te były na osobnych monitorach. Nie ma jednego przyrządu, który wystarczyłby do pracy elektronika. W tym przypadku, skaner, analizator, oscyloskop generator i debugger, a także program terminalu, co pokazałam na rysunku 13 i 14, dopełniały się funkcjonalnością. Bez debuggera prace pewnie trwałyby dziesięć razy dłużej. Debugger wielokrotnie uświadamiał mi, jak niezwykle zoptymalizowany kod potrafi stworzyć kompilator GCC-ARM. Na przykład potrafi przenieść poszukiwany ciąg bajtów z FLASH do RAM, mimo że został zadeklarowany we FLASH (const). Robi tak, aby zwiększyć szybkość działania wyszukiwania ciągu, ponieważ dostęp do RAM jest szybszy niż do FLASH. Opcja ta przydaje się, gdy baza danych znajduje się w pamięci FLASH. Przedstawiony moduł nie jest jeszcze kompletnym miernikiem. Będzie nim po dodaniu TXCO AVT3276 i obwodów wejściowych AVT3277. Miernik wraz z dodatkowymi modułami można umieścić w obudowie aparaturowej CP15-34. Do obudowy zaprojektowano atrakcyjny panel, którego dokumentację można znaleźć w materiałach dodatkowych.


Rys. 23


Rys. 24

Najnowsze wersje softu dostępne są na *http://sa-s.prv.pl/fw/*. Na Youtube *https://www.youtube.com/playlist?list=PLdtkbzWTUVMl67a8ouZUBjK8GDIzT1naZ* znajdują się relacje z prac nad opisywanym miernikiem oraz jego bardzie zaawansowaną wersją AVT3278

Propozycje modyfikacji oprogramowania i sprzętu najlepiej kierować do redakcji.

SaS
sas@elportal.pl

Wykaz elementów

Rezystory 1206

R1 R4 R7 R8 R9 R12 R15 R16	390Ω
R2 R13	470kΩ *– opis w tekście
R3 R10	1kΩ
R5 R6 R11	2,2kΩ
RP1	8 * 75Ω

Kondensatory ceramiczne 1206

C2 C3 C6 C7 C10	100nF
C14	100pF *– opis w tekście
C1	100pF
C11 C12 C15	10uF
C15	10uF *– opis w tekście
C4 C5	22pF
C8 C9	2u2
U1	STM32F401RCT6
U2	UDN2983 (A2982 od pinu 1)
U3a	DS2431+
U3b	DS2431P+
U4	SPX1117
T1	BFR93AE6327
Led1 Led2	KW4-566ABB
D1	Dioda led czerwona THT
D2	Dioda LED Żółta THT
D3	SRV05-4
D4	Dioda LED Żółta 1206
D5	SS16
D6	Dioda LED Niebieska 1206
D7	Dioda LED czerwona 1206
D8	Dioda LED 2-kolory wspólna katoda THT
Q1	Rezonator kwarcowy SMD/THT 8MHz
J1 J7	NS25-W3P
J2 J12	NS25-W4P
J3	T821-1-06-S1
J5	Wyświetlacz OLED_0.96_I2C
J4	nie używane
J6	NS25-W2P
J8 J11	NS25-W6P
J9	Gniazdo USB-B Mini: MUSB/AVT Kod: USB B MINI USB
J10	NS25-W4P
J13	nie używane
S1..S8	Micro switch 5x7
P1	Enkoder impulsowy z przyciskiem

Płytka drukowana jest dostępna w Sklepie AVT jako AVT3275

eprasa.pl 4d63438b09

Ciąg dalszy ze strony 13

Po pierwsze, inteligentny obwód PSE nie ma podawać napięcia na linię ethernetową ciągle, a jedynie wtedy, gdy wykryje, że z drugiej strony zostało dołączone urządzenie standardu 802.3. Aby to miało sens, musi też odłączyć napięcie, gdy pracujące urządzenie przestanie pobierać prąd (albo zostanie odłączone, albo samo sie wyłączy). W stanie spoczynku obwody PSU wykrywają obecność standardowego urządzenia dołączonego na końcu linii przez sprawdzanie, czy do linii dołączona jest rezystancja 25kΩ ± 1,25kΩ. Sprawdzanie to musi następować przy bezpiecznym, niskim napięciu, żeby nie uszkodzić ewentualnych urządzeń niestandardowych.

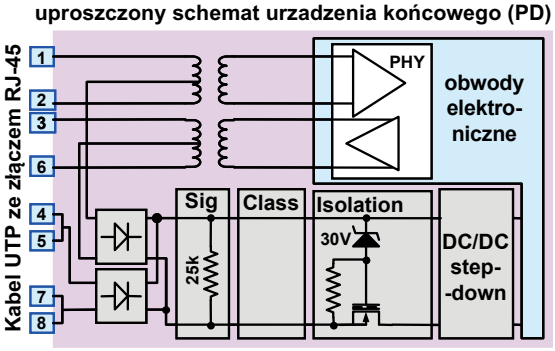
Przy niskich napięciach (stałych) obwody PD w urządzeniu końcowym muszą mieć rezystancję 25kΩ i to jest informacja, że do linii dołączone jest urządzenie standardu 802.3.

Dlatego po drugiej stronie linii zasilany obwód PD na pewno musi mieć przetwornicę obniżającą, ale też włączony na stałe rezystor 25kΩ oraz obwody kontrolno-sterujące potrzebne do negocjacji. **Rysunek D** pokazuje uproszczony schemat urządzenia końcowego standardu 802.3. Możliwe jest przekazywanie zasilania przez niewykorzystane żyły (4, 5, 7, 8) lub przez żyły wykorzystywane do przesyłania danych (1, 2, 3, 6). W obwodach zasilania umieszczone są dwa diodowe mostki prostownicze, a to oznacza, że przy małych napięciach na linii 0...1,4V prąd nie będzie tam płynął. Tymczasem detekcja, czy urządzenie końcowe spełnia wymagania standardu 802.3, polega na sprawdzeniu, czy przy małych, bezpiecznych napięciach ma ono rezystancję 25kΩ. Obecność mostków diodowych zniekształciłaby wynik najprostszego pomiaru (R = U/I), dlatego rezystancja 25kΩ mierzona jest metoda przyrostową. Pokazuje to **rysunek E**, przedstawiający przebiegi podczas detekcji i negocjacji. Otóż urządzenie PSE w fazie detekcji podaje na linię najpierw napięcie (U1) nieco wyższe niż 2,8V i mierzy prąd (I1). Potem podwyższa napięcie do wartości nieco ponad 10V (U2) i znów mierzy prąd (I2). Trwa to mniej niż pół sekundy. Urządzenie PSE oblicza rezystancję jako stosunek różnicy napięć i prądów:

$R = \Delta U / \Delta I = (U2 - U1) / (I2 - I1)$

Jeżeli rezystancja nie jest równa 25kΩ ±5%, wtedy PSU stwierdza, że na końcu linii nie ma urządzenia PD standardu 802.3 i nie podaje na linię napięcia. Ale jeżeli zmierzona rezystancja jest prawidłowa, następuje faza klasyfikacji. Warto dodać, że w fazie detekcji urządzenie PD w ogóle nie pracuje i nie jest zasilane – mierzona jest tylko wartość rezystora, włączonego na wejściu, zaraz za mostkami. Ale urządzenie PD musi być tak zbudowane, że dalsze zwiększanie napięcia do co najmniej 15V spowoduje albo pracę całego tego urządzenia, albo częściej tylko obwodów klasyfikacji. W fazie klasyfikacji urządzenie PSU podaje na linię napięcie 15,5V...20,5V, urządzenie PD wykrywa to napięcie i traktuje je jako zapytanie o to, ile mocy potrzebuje dane urządzenie PD. PD odpowiada, ustalając określoną wartość prądu w linii. Nie jest do tego niezbedny mikroprocesor. Jak sugeruje rysunek D, napięcie klasyfikacji nie większe niż 20,5V nie powoduje jeszcze włączenia całej elektroniki w urządzeniu PD. Klasyfikację, czyli ustalenie wartości prądu w linii przy napięciu 15,5V...20,5V, może zrealizować jakiś prosty analogowy układ źródła prądowego.

Rys. D



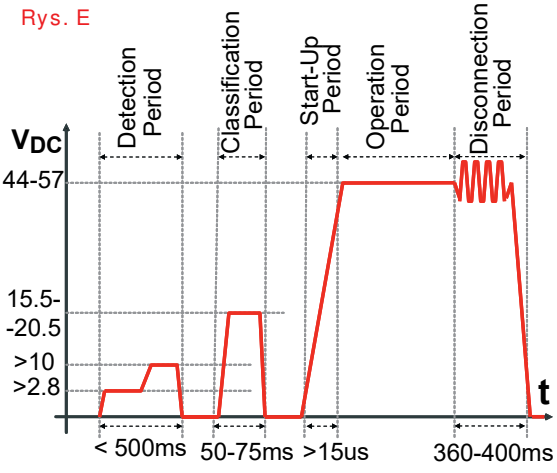
W tym czasie urządzenie PSU mierzy ten prąd i z jego wartości dowiaduje się, jakie jest maksymalne zapotrzebowanie tego urządzenia końcowego na moc zasilania. Podkreślmy, że wtedy w linii nie płynie finalny prąd zasilania (bo elektronika jest jeszcze wyłączona), tylko prąd w linii ma wartość określająca klasę zapotrzebowania na moc. Stosowne informacje zawiera powyższa **tabela 1**. Jeżeli przy napięciu linii prąd nie przekracza wartości 5mA, to znaczy, że urządzenie PD nie ma zaimplementowanych obwodów klasyfikacji mocy i według pierwotnej specyfikacji 802.3 pobór mocy może sięgnąć 13W. Ale jeżeli prąd klasyfikacji wynosi 16mA ... 21ma, to urządzenie PD pobierze z obwodu zasilania maksymalnie 3,84W...6,49W mocy.

Class	Classification current (mA)	Power range at PD (W)	Max power (W)	Class description
0	0–5	0.44–12.94	15.4	Classification unimplemented
1	8–13	0.44–3.84	4.00	Very Low power
2	16–21	3.84–6.49	7.00	Low power
3	25–31	6.49–12.95	15.4	Mid power
4	35–45	12.95–25.50	30	High power
5	36–44 & 1–4	40 (4-pair)	45	
6	36-44 & 9–12	51 (4-pair)	60	
7	36–44 & 17–20	62 (4-pair)	75	
8	36–44 & 26–30	71.3 (4-pair)	99	

Tab. 1

Klasy mocy oznaczone 0...4 zdefiniowane były już w pierwszej wersji standardu, czyli IEEE 802.3af z roku 2003. Od początku wadą była stosunkowo mała moc maksymalna dostarczana do urządzeń końcowych (niecałe 13W). W roku 2009 wprowadzono „mocniejszą" wersję standardu IEEE 802.3at-2009, oznaczaną często PoE+ z mocą maksymalną około 51W, gdzie większą moc można przesłać m.in. dzięki wykorzystaniu wszystkich czterech par skrętki UTP. Natomiast klasy mocy 7, 8 (do 100W) dotyczą urządzeń nowszego standardu 802.3bt z roku 2018. Na marginesie warto przypomnieć, że nowa wersja standardu (802.3bt) ukazała się stosunkowo późno, a już wcześniej niektóre wiodące firmy

Rys. E



eprasa.pl 4d63438b09

zaoferowały układy scalone sterowników PSE i PD nie tylko do 13-watowego standardu 802.3af i 51-watowego PoE+, ale też pokrewne własne rozwiązania o mocach nawet ponad 100W.
W każdym razie urządzenie PSU w trwającej 50...75ms fazie klasyfikacji dowiaduje się o zapotrzebowaniu mocy i może tę informację wysłać do procesora zarządzającego zasilaniem całego systemu, żeby optymalizować zasoby. Gdyby na przykład później to urządzenie chciało pobrać więcej mocy – oznacza to, że nastąpiła jakaś awaria.

Dopiero po detekcji i klasyfikacji następuje podanie na linię właściwego napięcia zasilającego o wartości 44V ... 57V. Jak wskazuje rysunek E, nie następuje to gwałtownie, tylko napięcie zasilające narasta płynnie w ciągu co najmniej 15us. I jak wskazuje obecność diody Zenera (30V) na rysunku D, dopiero wtedy włączana jest przetwornica obniżająca DC/DC i dopiero wtedy zaczyna pracować cała elektronika w urządzeniu końcowym. I dopiero wtedy możliwe jest przekazywanie danych cyfrowych przez łącze ethernetowe. Można tu dodać, że po wstępnej analogowej klasyfikacji i negocjacji, precyzyjny przydział mocy dla PD z dokładnością do 0,1W może nastąpić po wymianie cyfrowych informacji z wykorzystaniem protokołu LLDP (albo CDP). Protokół LLDP (IEEE 802.1AB i IEEE 802.3-2012 sekcja 6 klauzula 79) został zasadniczo opracowany do innych celów, do określenia aktualnej budowy sieci, ale pozwala też przesyłać informacje o zapotrzebowaniu na moc.

W standardzie PoE 802.3 jest też określone, że jeżeli urządzenie końcowe (PD) przestanie pobierać energię (prąd zasilania zmniejszy się poniżej 7,5mA (5mA...10mA), wtedy urządzenie PSE musi wyłączyć napięcie zasilające. Gdy urządzenie standardu 802.3 zostanie odłączone, później mogłoby tam zostać dołączone inne urządzenie, albo standardu 802.3 o innym zapotrzebowaniu na moc, albo co gorsze, niestandardowe, w którym podanie wysokiego napięcia do 57V spowodowałoby jakieś uszkodzenia. Dlatego wymagane jest odłączenie napięcia po zmniejszeniu poboru prądu poniżej 5mA...10mA.

Wracamy do pytań zadanych przez Czytelnika: po pierwsze podczas negocjacji, czyli ***w fazie analogowej detekcji i klasyfikacji NIE następuje wymiana danych cyfrowych***. Elektronika urządzenia końcowego nie jest wtedy jeszcze zasilana. *Negocjacja jest wymianą informacji, ale nie danych cyfrowych, tylko przeprowadzana jest w sposób analogowy*.

Po drugie ma to związek z zakłóceniami. Otóż standard 802.3 określa, że opisywane zmiany napięć i prądów nie mogą następować gwałtownie. Zgodnie z ustaleniami Fouriera, ostre zbocza oznaczają pojawienie się w linii sygnałów o wysokiej częstotliwości, w praktyce silnych kilkudziesięciowoltowych i co najmniej kilkudziesieciomiliamperowych impulsów szpilkowych. Różnymi drogami mogłyby one zakłócać przesyłanie danych ethernetowych, w tym przenikać do innych kabli. Jeżeli zbocza impulsów zasilania będą łagodne, takiego zakłócania nie będzie.

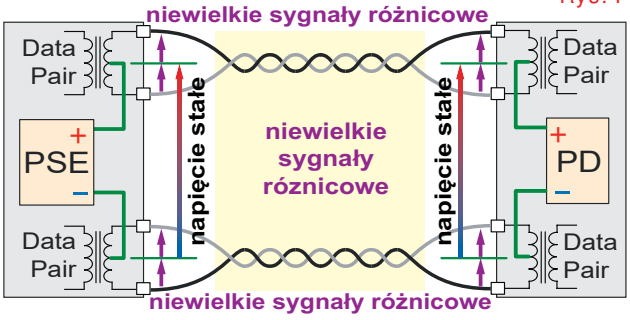
Czytelnik pytał: *w jaki sposób zasilanie DC jest puszczane razem z danymi tymi samymi przewodami*?

Nie ma żadnego problemu przy użyciu dwóch niewykorzystanych żył kabla UTP, co przewidziano w standardzie 802.3af jako wersję B. Wtedy połączenia są takie, jak pokazują na rysunku B linie czerwone (a połączeń według linii zielonych nie ma). Ale już w pierwotnym standardzie przewidziano też wersję A z połączeniami pokazanymi przez linie zielone. Tam też nie ma żadnego problemu ze współistnieniem w jednej żyle impulsowych sygnałów ethernetowych i przebiegów zasilających.

Tylko w pierwszych sieciach LAN wykorzystywano kable współosiowe, natomiast standard PoE 802.3 dotyczy skrętki czteroparowej (UTP i pokrewnych). A w takich skrętkach dane są przesłane za pomocą impulsów o amplitudzie rzędu pojedynczych woltów. Co bardzo ważne, zawsze są przesyłane symetrycznie. W tych systemach symetrycznych nie ma linii masy, tylko dwie żyły „gorące", a odbiornik reaguje na sygnał różnicowy. Tym bardziej że wymagania „ethernetowe" wymuszają zastosowanie transformatorków izolacyjnych, które zapewniają oddzielenie galwaniczne między każdym urządzeniem a linią i to na obu stronach łącza ethernetowego, co jest pokazane na rysunkach B, D.

Gdyby łącze ethernetowe miało linię masy, byłby problem z PoE. Jednak dzięki zastosowaniu transformatorków zapewniających izolację galwaniczną możliwe są różne wersje PoE, między innymi pokazana na **rysunku F** wersja A standardu 802.3af, gdzie plus i minus napięcia zasilania przekazywane są przez dwie pary skrętki UTP.

Rys. F



Między żyłami skrętki występują impulsy danych. W 10-megabitowej wersji 10BASE-T nadajnik wysyła impulsy o amplitudach +2,5V i −2,5V. W najpopularniejszej obecnie wersji Ethernetu 100BASE-TX sygnały z nadajnika mogą mieć amplitudę: +1V, 0V lub −1V. W gigabitowym Ethernecie 1000BASE-T wykorzystuje się wszystkie cztery pary skrętki, a impulsy z modulatora 4D-PAM5 mogą mieć amplitudy −2V, −1V, 0 V, +1V, +2V. Zawsze jednak są to impulsy symetryczne, więc średnie napięcie między żyłami danej pary jest równe zeru, więc nie ma znaczenia, jaki jest potencjał wspólny tych dwóch żył.

Patrząc z innej strony, można powiedzieć, że w dwóch żyłach skrętki współistnieją impulsy danych, których widmo to sygnały o dużej częstotliwości oraz napięcie i prąd stały, czyli sygnały o częstotliwości równej zeru. Są one w naturalny sposób odseparowane, bo transformatory nie przenoszą sygnałów o częstotliwości zero i sygnałów o małych częstotliwościach. I właśnie zbocza impulsów napięcia i prądu związanych z PoE muszą być łagodne, żeby nie zawierały składowych o wysokiej częstotliwości, leżącej w zakresie widma impulsów danych.

Dla Autora pytania intrygujące jest to, jak zasilanie współistnieje z przesyłanymi danymi. Najprostsza odpowiedź jest taka: zasilanie dotyczy prądu stałego i składowych małej częstotliwości podczas powolnych zmian napięć i prądów, natomiast dane są transmitowane z wykorzystaniem dużo wyższych częstotliwości, nawet wielu megaherców. Współistnienie jest możliwe i łatwe dzięki temu, że sieciowy standard Ethernet wymaga obecności transformatorków separujących na dwukierunkowych wyjściach/wejściach. I to w sumie te malutkie transformatorki impulsowe z odczepem w środku izolują galwanicznie tor przesyłania informacji od żył linii, co umożliwia zasilanie prądem stałym przez dwie albo wszystkie cztery pary skrętki UTP.

eprasa.pl 4d63438b09

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

część 1

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 podstawowych informacji.

Technika cyfrowa zdominowała elektronikę. Współczesny młody elektronik jest bardziej informatykiem niż elektronikiem w dawnym rozumieniu tego słowa. Praktyka pokazuje, że młodzi elektronicy słabo rozumieją technikę analogową. Dużo lepiej radzą sobie z programowaniem mikroprocesorów. Jednak we współczesnych urządzeniach nadal niezbędne są różne obwody i układy analogowe. A w nich najpopularniejszymi elementami są ***wzmacniacze operacyjne***.

Historia tych jakże ważnych elementów zaczęła się jeszcze przed II wojną światową. Wtedy oczywiście były to kosztowne układy lampowe i znajdowały zastosowanie wyłącznie w zastosowaniach profesjonalnych, a konkretnie wojskowych. Takie lampowe wzmacniacze operacyjne były wykorzystywane w analogowych komputerach (były takie!) do obliczania torów pocisków i rakiet. A konkretnie służyły *do przeprowadzania* ***operacji*** *matematycznych*, takich jak dodawanie, odejmowanie, mnożenie, dzielenie, pierwiastkowanie, potęgowanie i (a)logarytmowanie. I stąd wzięła się ich nazwa.

Dziś ***wzmacniacz operacyjny*** to maleńki układ scalony, mający zwykle 8 nóżek (co najmniej 5, czasem 14 lub więcej). Dziś wzmacniacze operacyjne to podstawowe elementy większości układów analogowych. Oprócz wzmacniania, element ten może realizować mnóstwo innych pożytecznych zadań. Aktualnie produkowanych jest niezliczone mnóstwo typów i odmian wzmacniaczy operacyjnych. Podstawowa zasada ich działania jest identyczna, a różnią się parametrami, związanymi głównie z precyzją i szybkością. W kilkuczęściowym artykule omówimy:

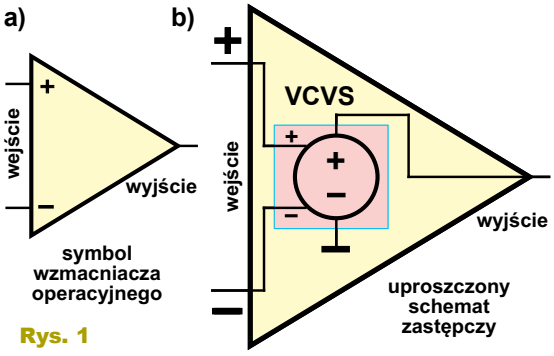
- zasadę działania i budowę wewnętrzną,
- popularne układy pracy,
- parametry (zalety, wady i ograniczenia).

Zasada działania

Na **rysunku 1a** pokazany jest symbol wzmacniacza operacyjnego. Wzmacniacz taki ma dwa wejścia, ściślej jedno wejście różnicowe (I – input) i jedno pojedyncze wyjście (O – output). Najprościej biorąc, ***wzmacniacz operacyjny wzmacnia różnicę napięć między swoimi wejściami***. W rozmaity sposób jest to przedstawiane w podręcznikach i na schematach. Jeden z przykładów pokazany jest na **rysunku 1b**. Mamy tu tak zwane *źródło napięciowe sterowane napięciem*, po angielsku *Voltage Controlled Voltage Source*, stąd skrót VCVS. Napięcie wyjściowe zależy od różnicy napięć między wejściami według zależności:

$$U_O = A * \Delta U_I$$

gdzie **A** to wzmocnienie napięciowe, ΔU_I to różnicowe napięcie wejściowe. Idea jest dziecinnie prosta i oczywista: napięcie wyjściowe jest **A** razy większe niż napięcie wejściowe (napięcie między końcówkami wejściowymi).



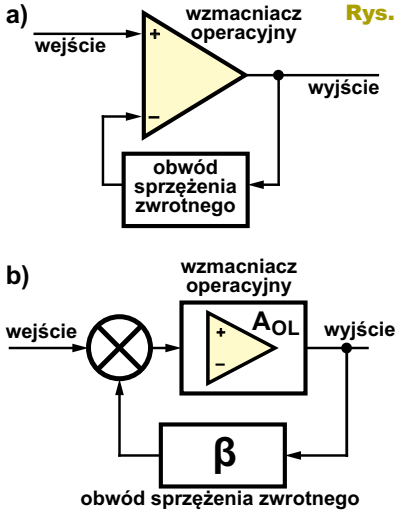
Rys. 1

Nie byłoby tu nic dziwnego, gdyby nie fakt, że wzmocnienie napięciowe **A** wzmacniacza operacyjnego ma być... nieskończenie wielkie.

A po co komu taki straszny dziwoląg: wzmacniacz o nieskończenie wielkim wzmocnieniu?

Wbrew pozorom, taki wzmacniacz, gdyby istniał, byłby niezmiernie przydatny i pożyteczny. Otóż nieskończenie wielkie ma być tylko „wzmocnienie własne gołego wzmacniacza", zwane ***wzmocnieniem z otwartą pętlą***, oznaczane A_{OL} (OL – *open loop* – otwarta pętla). A w rzeczywistości wzmacniacz prawie nigdy nie pracuje z otwartą pętlą, tylko między wyjściem a wejściem umieszczony jest obwód ***sprzężenia zwrotnego*** (*feedback* – sprzężenie zwrotne). I właśnie to obwód sprzężenia zwrotnego w danym układzie pracy wyznacza wypadkowe wzmocnienie i inne parametry.

Obrazowo i nieprecyzyjnie można to przedstawić jak na **rysunku 2a**: sygnał z wyjścia podany jest przez obwód sprzężenia zwrotnego na końcówkę wejściową oznaczoną „minus", co oznacza wprowadzenie ujemnego sprzężenia zwrotnego. W podręcznikach także przy analizie wzmacniaczy operacyjnych bardzo często wykorzystuje się ogólny schemat układu regulacji z ujemnym sprzężeniem zwrotnym, pokazany na **rysunku 2b**.



Rys. 2

eprasa.pl 4d63438b09

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

W układzie użytkowym wypadkowe wzmocnienie i inne właściwości wyznacza obwód sprzężenia zwrotnego (**β**), a nie wzmocnienie własne $\mathbf{A_{OL}}$. Co ciekawe, gdyby wzmacniacz operacyjny był idealny i miał nieskończenie wielkie wzmocnienie własne $\mathbf{A_{OL}}$, wtedy właściwości byłyby wyznaczone tylko przez obwód sprzężenia zwrotnego (**β**). Jeżeli wzmocnienie wzmacniacza $\mathbf{A_{OL}}$ jest ograniczone, wtedy ono też ma jakiś, większy lub mniejszy, a w praktyce niezbyt duży wpływ na właściwości systemu.

Ogólnie biorąc, pętla (ujemnego) sprzężenia zwrotnego redukuje, zmniejsza wzmocnienie systemu do wartości potrzebnej użytkownikowi.

Redukcja wzmocnienia, czyli swego rodzaju obcięcie, utrata wzmocnienia, wcale nie jest niepotrzebną stratą. W praktyce na zasadzie „coś za coś" redukcja wzmocnienia powoduje bowiem polepszenie innych parametrów, na przykład zmniejszenie zniekształceń. Czym bardziej redukujemy wzmocnienie, tym bardziej możemy poprawić niektóre inne parametry.

I jeszcze jedna ważna uwaga dla rozszerzenia horyzontów: otóż w naszym cyklu **Droga do RRIO** omawiamy tylko klasyczne wzmacniacze operacyjne, z tak zwanym *napięciowym sprzężeniem zwrotnym*, nazywane ***VFB*** (*Voltage Feedback*). Ale od razu trzeba też wspomnieć, że istnieją także na pozór takie same wzmacniacze operacyjne ze sprzężeniem prądowym – ***CFB*** (*Current Feedback*). Symbol jest ten sam. W katalogach wyraźnie opisane są jako CFB (*Current Feedback Amplifiers*). Są to wzmacniacze bardzo szybkie i pomimo pewnych podobieństw do VFB (takie same są podstawowe układy aplikacyjne) działają na innej zasadzie i nie są teraz przedmiotem naszych rozważań.

Warto też dodać, że w podręcznikach akademickich można znaleźć jeszcze inne koncepcje wzmacniaczy i inne koncepcje sprzężenia zwrotnego. A na rynku można znaleźć nieliczne scalone wzmacniacze operacyjne zrealizowane według takich innych koncepcji, między innymi oznaczane ***OTA*** (*Operational Transconductance Amplifier*), gdzie sygnałem wyjściowym nie jest napięcie, tylko prąd – są to więc odmiany źródła prądowego sterowanego napięciem. Pierwszymi takimi scalonymi wzmacniaczami transkonduktacyjnymi były CA3080 i LM13700 (NE5517).

Przed laty duże nadzieję budziły operacyjne wzmacniacze transrezystancyjne, gdzie sygnałem wejściowym jest prąd, a dokładniej różnica malutkich prądów wejściowych, a sygnałem wyjściowym było napięcie. Nazywane bywają też transimpedancyjnymi, a na rynku pojawiły się jako tzw. wzmacniacze Nortona (LM359, LM3900). Dziś nie mają praktycznego znaczenia.

Trzeba też nadmienić, że oprócz klasycznych *wzmacniaczy operacyjnych*, istnieją też różne scalone *wzmacniacze pomiarowe*. Polskie określenie *wzmacniacz pomiarowy*, będące tłumaczeniem angielskiego *instrumentation amplifier*, odnosi się nie do precyzyjnego wzmacniacza operacyjnego, tylko do innego rodzaju wzmacniacza, który z reguły zawiera dwa lub trzy wzmacniacze operacyjne i sieć rezystorów. To odrębny temat.

My koncentrujemy się na klasycznych, absolutnie najpopularniejszych napięciowych wzmacniaczach operacyjnych, nazywanych VFB.

Nieskończenie wielkie wzmocnienie?

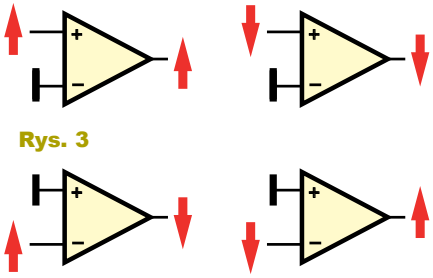
Dość przekonujące jest uzasadnienie sensu istnienia wzmacniacza o nieskończenie wielkim wzmocnieniu, gdzie redukcja wzmocnienia może poprawić inne parametry i gdzie finalne właściwości ustala pętla sprzężenia zwrotnego. Ale koniecznie trzeba też spojrzeć na sprawę niejako z innego punktu widzenia: przy nieskończenie wielkim wzmocnieniu A_{OL} *do dowolnie dużej zmiany napięcia wyjściowego potrzebna byłaby nieskończenie mała zmiana napięcia wejściowego!*

A to oznacza, że ***podczas normalnej pracy (idealnego) wzmacniacza operacyjnego obie końcówki wejściowe mają ten sam potencjał – różnica napięć między nimi jest równa zeru***.

Oczywiście w rzeczywistości wzmocnienie napięciowe jest skończone, niemniej jest bardzo wielkie, rzędu setek tysięcy, a często milionów razy. Jeżeli przykładowo wzmocnienie jest równe 1 milion, to do zmiany napięcia wyjściowego o 1 wolt potrzebna jest zmiana napięcia wejściowego o... 1 mikrowolt. Tak, o jeden mikrowolt, czego nie sposób zmierzyć za pomocą większości multimetrów.

Zapamiętaj, że ***podczas normalnej pracy wzmacniacza zmiany napięcia między jego wejściami są znikomo małe, możemy przyjąć, że równe zeru***.

Tak, ale zawsze trzeba pamiętać, że nawet znikomy wzrost napięcia na wejściu oznaczonym „+" powoduje wzrost napięcia wyjściowego, dlatego mówimy, że jest to ***wejście nieodwracające***. Z kolei wzrost napięcia na wejściu oznaczonym „–" powoduje zmniejszanie napięcia wyjściowego. Mówimy, że to jest ***wejście odwracające***. Ilustruje to **rysunek 3**. Raz na zawsze zapamiętaj te proste zależności.



Rys. 3

Idealna nieskończoność...

Wierz mi, że pojęcie hipotetycznego, idealnego wzmacniacza operacyjnego jest bardzo pożyteczne, ponieważ znakomicie ułatwia zrozumienie kluczowych zależności. A w wielu przypadkach ułatwia też praktyczny dobór elementów współpracujących ze wzmacniaczem operacyjnym.

Dlatego trzeba podkreślić, że hipotetyczny, idealny wzmacniacz operacyjny ma doskonałe *wszystkie* parametry.

Jego ***wejścia zupełnie nie pobierają prądu***, czyli mają nieskończenie wielką rezystancję.

Z kolei ***wyjście ma nieskończenie małą, zerową rezystancję***, czyli można z niego pobrać dowolnie duży prąd obciążenia. Idealny wzmacniacz operacyjny w spoczynku nie pobiera prądu ze źródła zasilania i oczywiście zarówno napięcia zasilające, jak i sygnały wyjściowe mogą być dowolnie duże.

Idealny wzmacniacz operacyjny ***jest też nieskończenie szybki***, czyli ma pasmo przenoszenia od zera (prąd stały) do nieskończenie wielkiej częstotliwości.

Taki doskonały wzmacniacz ani nie zniekształca wzmacnianego sygnału, ani nie dodaje do niego żadnych szumów.

Rzeczywiste wzmacniacze operacyjne są zbudowane z tranzystorów i na pewno idealne nie są. Jednak współczesne wzmacniacze mają niektóre parametry naprawdę bliskie ideału. Tak, ale tylko niektóre. Z uwagi na niedoskonałości tranzystorów nie można zbudować wzmacniacza operacyjnego o bliskich ideału wszystkich parametrach. Dlatego do poszczególnych zastosowań trzeba wybierać odpowiednie wzmacniacze, optymalizowane do określonych celów. To bardzo ważne w praktyce i będziemy jeszcze o tym mówić.

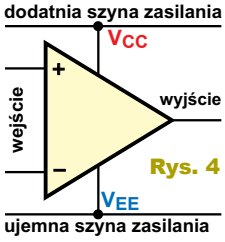
eprasa.pl 4d63438b09

A gdzie masa?

Kwestie masy oraz roboczych napięć wejściowych i wyjściowych we wzmacniaczach operacyjnych są bardzo ważne, ale słabo rozumiane, co jest bardzo częstą przyczyną błędów i niepowodzeń.

Od początku istnienia elektroniki bardzo ważne jest pojęcie masy. W układach lampowych była to *masa o dużej masie*. Masą był solidny kawał blachy, na której mocowane były wszystkie elementy urządzenia. Ta blacha – masa, była dołączona do ujemnego bieguna głównego napięcia anodowego. Dziś masa to obwód wspólny, obwód o umownym potencjale równym 0V. To obwód i punkt odniesienia, względem którego mierzymy wszystkie napięcia (sygnały). W prawie każdym współczesnym układzie elektronicznym wyróżniamy obwód masy, „obwód zerowy".

Zapamiętaj: ***wzmacniacz operacyjny z założenia nie ma końcówki masy***. Realny wzmacniacz operacyjny oprócz różnicowego wejścia i pojedynczego wyjścia na pewno ma też dwie końcówki zasilania, jak na **rysunku 4**, ale żadna nie jest (nie powinna być) oznaczona jako masa – zwykle oznaczane są V_{CC} i V_{EE} albo V_{DD}, V_{SS}. Owszem, we wszystkich wzmacniaczach operacyjnych jedna z końcówek wejściowych, a w niektórych także jedna z końcówek zasilających może być dołączona do masy urządzenia. Ale żadna z końcówek wzmacniacza nie jest opisana jako masa.

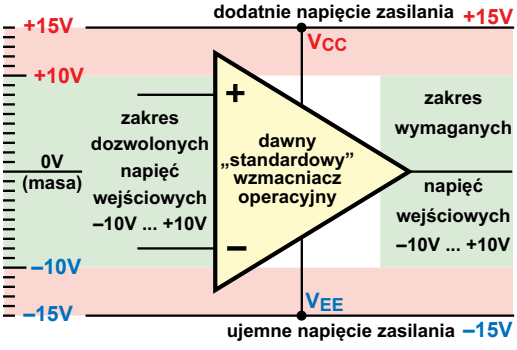


Rys. 4

Koniecznie trzeba przypomnieć, że z początku półprzewodnikowe scalone monolityczne wzmacniacze operacyjne były zasilane napięciem podwójnym (*dual supply*), symetrycznym ±15V, co daje w sumie aż 30V, a sygnały przetwarzane miały wartości w zakresie od –10V do +10V, co jest zilustrowane na **rysunku 5**.

Wzmacniacze operacyjne musiały więc prawidłowo wytworzyć napięcia wyjściowe w zakresie ±10V, co było łatwe do zrealizowania nawet kilkadziesiąt lat temu. Mniej oczywiste jest to w odniesieniu do końcówek wejściowych. Otóż wiemy już, że podczas normalnej pracy obie końcówki wejściowe mają praktycznie ten sam potencjał i na pewno może to być potencjał masy. To jasne. Ale może być inaczej. Najprościej biorąc, zgodnie z założeniem, że przetwarzane sygnały mogą mieć wartości ±10V względem masy, wejścia wzmacniaczy na pewno powinny prawidłowo pracować przy wspólnych napięciach wejściowych w tym właśnie zakresie.

Rys. 5

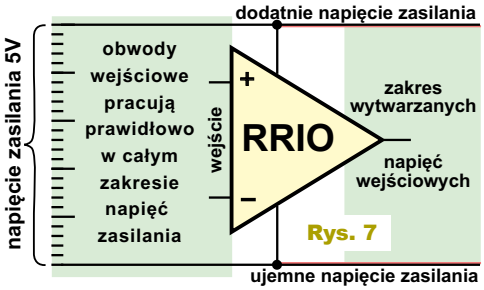


Zwróć uwagę, że według tych dawnych założeń, ani wyjścia, ani wejścia nie musiały prawidłowo pracować przy napięciach różniących się o 5V od napięć zasilania, co jest zaznaczone różowym kolorem na rysunku 5.

Z czasem coraz częściej wzmacniacze operacyjne próbowano wykorzystać na wiele najróżniejszych sposobów i powszechnie zasilano je napięciem niższym niż kanoniczne 30V (±15V). Wejścia i wyjścia rzeczywistych wzmacniaczy operacyjnych mogły pracować przy napięciach różniących się od napięć zasilania o znacznie mniej niż 5V.

Większość układów elektronicznych jest zasilanych nie napięciem symetrycznym, tylko napięciem pojedynczym, gdzie jako masę uznaje się ujemny biegun zasilania. Większość wejść dawnych wzmacniaczy operacyjnych nie mogła pracować na poziomie takiej masy, a ściślej na poziomie ujemnego napięcia zasilania. Chlubnym wyjątkiem był opracowany w roku 1972 układ scalony LM324 i jego wersja LM358, która głównie dzięki tej właśnie właściwości nie straciła popularności przez prawie 50 lat! Układ LM358 zawdzięcza swą niebywałą popularność przede wszystkim temu, że jego wejścia mogą pracować nie tylko na poziomie ujemnego napięcia zasilania (a w praktyce nawet do 0,3V poniżej)! Także obwody wyjściowe zostały tak zaprojektowane, że mogą wytworzyć na wyjściu napięcia bardzo bliskie ujemnej szynie zasilania. Dużą zaletą jest też fakt, że wzmacniacze operacyjne LM358 mogą pracować w szerokim zakresie całkowitego napięcia zasilania 3...32V (±1,5V...±16V), z szerokim zakresem napięć wejściowych i wyjściowych, co jest zilustrowane na **rysunku 6**.

Dziś tego rodzaju wzmacniaczy jest dużo więcej i w ich opisach znajdziemy określenie *single supply* (*pojedyncze zasilanie*). Ale z upływem lat układy elektroniczne zasilano coraz niższymi napięciami. Do niedawna standardem w układach cyfrowych było pojedyncze napięcie +5V, dziś coraz częściej jest to 3,3V, a nawet mniej. I coraz więcej współczesnych



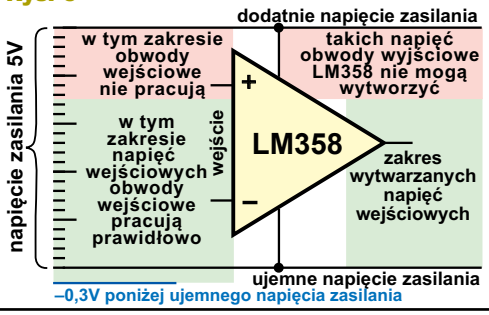
Rys. 7

wzmacniaczy operacyjnych przeznaczonych jest do pracy przy napięciu zasilającym 1,8V...5,5V. Niskie napięcie zasilania wręcz wymusza konieczność poszerzania zakresu roboczych napięć wejściowych i wyjściowych – dlatego powstały wzmacniacze operacyjne, których wejścia i wyjścia mogą pracować w pełnym zakresie napiec zasilania, a zwykle też nieco poniżej ujemnego napięcia zasilana oraz powyżej dodatniego, co jest zilustrowane na **rysunku 7**. Są to wzmacniacze oznaczane **rail-to-rail** (od szyny do szyny, bo *rail* to szyna zasilająca). W opisach można znaleźć też skrót RR, co ma także związek z tytułowym RRIO. Poszczególne typy dostępnych dziś nowoczesnych wzmacniaczy operacyjnych różnią się między innymi dozwolonym zakresem napięć zasilania oraz roboczym zakresem napięć wejściowych. Coraz mniej produkuje się i używa wzmacniaczy, które mogą być zasilane dużymi napięciami rzędu 30V. W wielu maksymalnym napięciem zasilania jest 12V...16V, a coraz więcej jest wzmacniaczy operacyjnych o maksymalnym napięciu zasilania 5,5V...7V. Nie wszystkie nowoczesne wzmacniacze są typu *rail-to-rail*, dość dużo jest wzmacniaczy typu *single supply*, ale nadal wykorzystujemy wiele wzmacniaczy typu *dual supply*, których wejścia nie mogą pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania (masy).

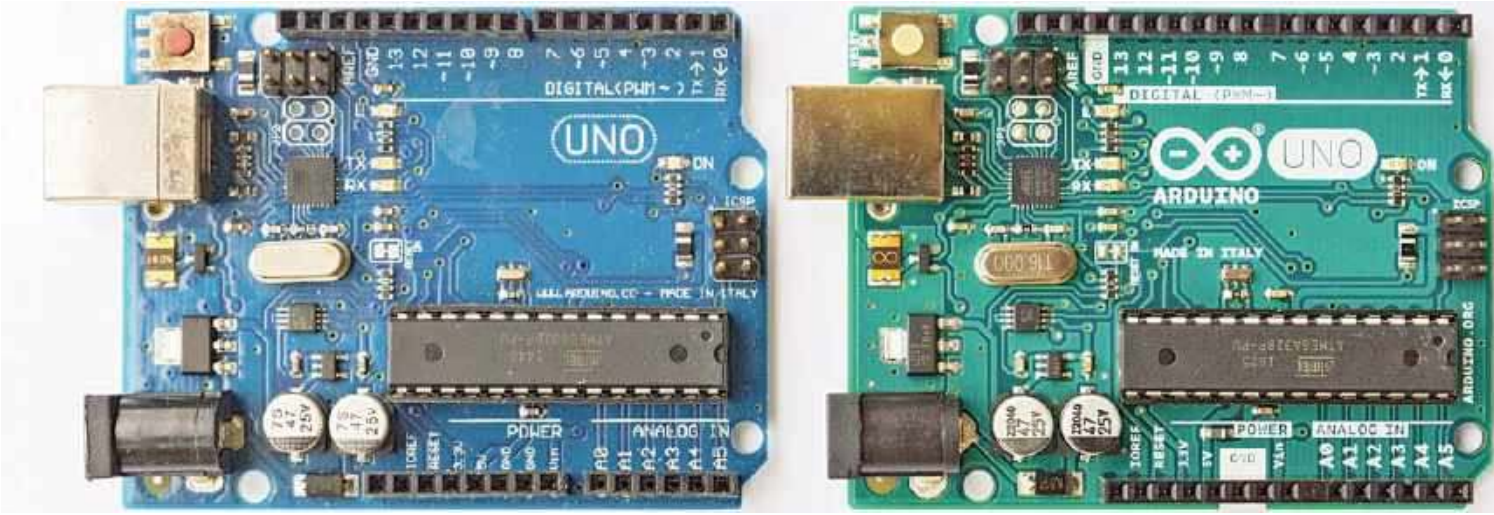
Każdy wzmacniacz operacyjny może pracować prawidłowo tylko w zakresie napięć wejściowych i wyjściowych, zależnym od jego budowy wewnętrznej. Aby uniknąć błędów, zanim przejdziemy do omówienia podstawowych układów aplikacyjnych, musimy omówić budowę wewnętrzną wzmacniaczy operacyjnych. Przy okazji zapoznamy się trochę z ich historią.

Piotr Górecki

Rys. 6



eprasa.pl 4d63438b09



Kurs Arduino

odcinek 28

Zgodnie z zapowiedzią podejmiemy próbę spolonizowania ulepszonych fontów GFX, które omawiane były we wcześniejszych numerach EdW.

Musimy przypomnieć, że aby wyświetlić na ekranie literę, cyfrę lub inny symbol, podajemy jej numer – liczbę 8-bitową. Jest to albo kod ASCII (liczba 1...127), albo kod znaku z zestawu rozszerzonego (128...255). W przypadku Arduino liczba – kod z zakresu 1...255, powinna wyświetlić malutki obrazek – literkę, cyferkę lub inny symbol według strony kodowej CP437. Zawartość tych malutkich obrazków brana jest z zapisanej w pamięci procesora tabeli, definiującej taki czy inny font. W przypadku podstawowego kroju 5×7 z pliku *glcdfont.c*, każde kolejne 5 bajtów tabeli definiuje wygląd kolejnego znaku. Chcąc wyświetlić symbol o kodzie – numerze N, po prostu sięgamy do pięciu kolejnych bajtów. Nie ma problemu, bo najprościej biorąc, pierwszy z tych bajtów ma numer N*5.

W fontach GFX zasada jest znacząco inna. Wiemy już, że szerokość poszczególnych znaków w krojach *Serif* oraz *Sans* nie jest jednakowa. Przykładowo do opisania mniejszego znaku, choćby chudziutkiej literki ***i***, potrzeba mniej bitów niż do opisania szerokiej literki ***w*** lub ***m***. Jeszcze mniej potrzeba do opisania wyglądu cudzysłowów, przecinka lub kropki.

W związku z tym sposób definiowania poszczególnych znaków jest zdecydowanie inny niż w foncie podstawowym.

Problem w tym, że w pliku definiującym dowolny font GFX obrazeczki – bitmapy poszczególnych znaków mają różne wielkości i nie są rozdzielone. Bez dodatkowych informacji nie sposób się zorientować, w którym bajcie kończy się opis bitmapy jednego znaku i zaczyna opis następnej. Dlatego w plikach definiujących fonty GFX zawarte są dwie tabele: jedna (***Bitmaps***) opisuje wygląd kolejnych obrazeczków, a druga (***Glyphs*** – *glify*) określa między innymi numery bajtów, gdzie zaczyna się opis kolejnych symboli. W bibliotece */Dokumenty/Arduino/libraries/ Adafruit--GFX-Library-master* znajdziemy plik ***gfxfont.h*** określający strukturę takiego opisu za pomocą sześciu liczb. Spolonizowaną wersję pokazuje **szkic 1**.

Gdy chcemy wyświetlić jakiś znak z użyciem fontu GFX, oczywiście podajemy numer znaku, czyli jego kod ASCII. Program w tablicy ***Glyphs*** tego fontu najpierw znajduje opis danego symbolu – sześć liczb według szkicu 1. Pierwsza liczba to numer bajtu w tabeli ***Bitmaps***, gdzie zaczyna się opis bitmapy tego symbolu. Dwie następne określają wielkość bitmapy, co pozwala też obliczyć liczbę bajtów tego symbolu. Czwarta liczba pokazuje, o ile pikseli należy przesunąć w poziomie kursor po wyświetleniu bitmapy.

Jak wiadomo, zasadniczo kursor określa, gdzie będzie górny lewy róg bitmapy. Wiemy, że jest to przyczyną kłopotów w foncie podstawowym (*glcdfont.c*), dlatego w fontach GFX mamy dwie dodatkowe liczby, pokazujące przesunięcie dolnego lewego rogu obrazka w stosunku do pozycji kursora. Mając takie informacje, program pobiera z tabeli ***Bitmaps*** potrzebne bajty i wyświetla symbol na ekranie.

Problem z fontami GFX

Opisana zasada jest dość prosta, ale pewne szczegóły mocno utrudniają wyświetlanie polskich liter.

Otóż takie definicje ulepszonych, ładniejszych fontów GFX zajmują dużo więcej miejsca niż prymitywny font *glcdfont.c*. Aby oszczędnie gospodarować małą pamięcią programu w Arduino, definicje fontów GFX z reguły obejmują tylko znaki ASCII o kodach od 32 do 126, czyli szesnastkowo 0x20...0x7E. Jest to podane na końcu pliku definiującego font. Na przykład w pliku ***FreeSerif9pt7b.h*** mamy:

```
const GFXfont FreeSerif9pt7b PROGMEM={
  (uint8_t  *)FreeSerif9pt7bBitmaps,
  (GFXglyph *)FreeSerif9pt7bGlyphs,
  0x20, 0x7E, 22 };
```

gdzie **22** to odstęp między liniami tekstu.

Gdy więc podany zostaje numer – kod ASCII do wyświetlenia, wtedy najpierw od tego numeru odejmowana jest liczba 32 (0x20) i tak uzyskana liczba określa numer znaku najpierw z tablicy ***Glyphs***, potem w tablicy ***Bitmaps***.

Szkic 1

```
//Struktura fontów wersji Adafruit_GFX (v.1.1 i nowszych)
(...)
// dla każdego symbolu zawartego w foncie zostaje określone:
typedef struct {
 uint16_t bitmapOffset; //numer bajtu, gdzie zaczyna się opis bitmapy
 uint8_t width;          //szerokość bitmapy w pikselach
 uint8_t height;         //wysokość bitmapy w pikselach
 uint8_t xAdvance;      //skok kursora po narysowaniu bitmapy
 int8_t xOffset;        //przesunięcie w poziomie lewego dolnego rogu
 int8_t yOffset;        //przesunięcie w pionie lewego dolnego rogu
} GFXglyph;
(...)
```


eprasa.pl 4d63438b09

Poważnie utrudnia to umieszczenie polskich liter poniżej kodu 32. Wymagałoby to bowiem żmudnej zmiany pierwszej liczby we wszystkich liniach tabeli ***Glyphs***.

Dużo prościej jest umieścić polskie litery tuż powyżej kodów ASCII, czyli na pozycjach 128...145. Aby się więcej nauczyć, zróbmy własny font.

Generowanie fontu GFX

Fonty GFX Arduino są bitmapowe, a w komputerach wykorzystujemy o wiele lepsze fonty wektorowe w najróżniejszych odmianach. Opracowano sposoby zamiany fontów wektorowych na bitmapowe GFX, na przykład na stronie:

http://oleddisplay.squix.ch/

Dla przykładu wybierzemy font ***Open Sans Condensed***. Znaki na ekranie będą miały wielkość 10 (później przekonamy się jakich jednostek), będą skondensowane, wąskie, więc w linii zmieści się sporo znaków. Chcemy wykorzystać odmianę *Plain*, czyli *Normal*. (ale okaże sie, że otrzymamy wersję pogrubioną *Bold*). Format wyjściowy ma być fontem GFX według **rysunku 1**. Po kliknięciu ***Create*** zobaczymy tabelkę z kodem, który skopiujemy do pliku tekstowego (ja do tego wykorzystuję *Notepad++)*. Plik zapiszemy pod nazwą ***Open_Sans_Condensed_Bold_10.h*** i będzie to oryginalna wersja kontrolna. Ten sam plik zapiszemy też drugi raz pod nazwą ***FontEdW.h*** i tak się będzie nazywał nasz font, który spróbujemy spolonizować. Kluczowe fragmenty pokazane są w **szkicu 2**.

Wersja kontrolna w pliku ***Open_Sans_Condensed_Bold_10.h*** zapewne okaże się przydatna, bo nie tylko powoli sprawdzić, jak wyglądają znaki, ale też posłuży do poszukiwania błędów w modyfikowanym pliku ***FontEdW.h***. A o takie błędy nietrudno, choć w sumie przeróbka jest prosta, tylko nieco żmudna i czasochłonna.

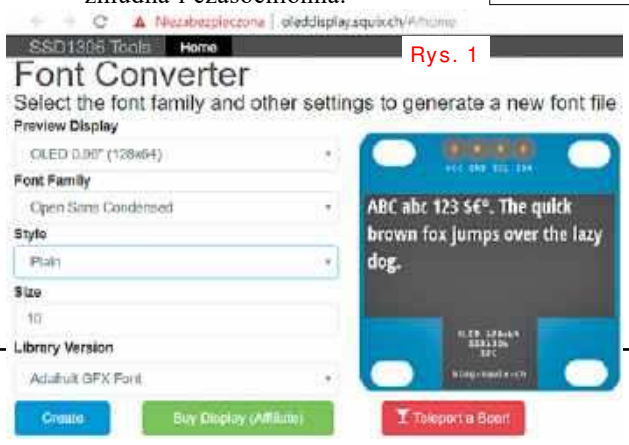
```
(...)
const uint8_t FontEdWBitmaps[] PROGMEM = {
 // Bitmap Data:
 0x00, // ' '
 0xAA,0x88, // '!'
 0xEE,0xC0, // '"'
(...)
 0xE0, // '-'
 0x80, // '.'
 0x11,0x08,0xC4,0x23,0x00, // '/'
 0x71,0x4D,0xB6,0xD9,0x47,0x00, // '0'
(...)
 0x71,0x45,0x14,0x73,0x68,0x80, // 'A'
 0xE5,0x29,0xCB,0x5B,0x80, // 'B'
 0x39,0x04,0x30,0x41,0x03,0x80, // 'C'
 0xE2,0x49,0x26,0x92,0x4E,0x00, // 'D'
 0xE8,0x8C,0x88,0xE0, // 'E'
(...)
 0xF1,0x18,0x8F,0x00, // 'z'
 0x31,0x08,0xCC,0x30,0x84,0x30, // '{'
 0xAA,0xAA,0x80,                // '|'
 0xC2,0x10,0xC3,0x31,0x08,0xC0 // '}'

 //       ' ' spacja - kod 127         0 bajtów

// poniżej dodane bitmapy kodów 128 ... 145:
0x71,0x45,0x14,0x73,0x68,0x80,//'A' 128 6 bajtów
0x39,0x04,0x30,0x41,0x03,0x80, // 'C'   6 bajtów
0xE8,0x8C,0x88,0xE0, // 'E'           4 bajty
0x88,0x88,0x88,0xE0, // 'L'           4 bajty
0x96,0xB5,0x6B,0x5A,0x40, // 'N'       5 bajtów
0x78,0x93,0x36,0x6C,0xC9,0x1E,0x00,//'O' 7 bajtów
0x76,0x30,0xC3,0x1B,0x80, // 'S'      5 bajtów
0xF1,0x08,0xC4,0x63,0xC0, // 'Z'      5 bajtów
0xF1,0x08,0xC4,0x63,0xC0, // 'Z'      5 bajtów
0x70,0x9D,0xA7,0x00, // 'a'           4 bajty
0x76,0x31,0x87,0x00, // 'c'           4 bajty
0x71,0x6F,0x90,0x70, // 'e'           4 bajty
0xDB,0x6D,0xB0, // 'l'               3 bajty
0xE5,0xAD,0x6B,0x00, // 'n'           4 bajty
0x73,0x6D,0x96,0x70, // 'o'           4 bajty
0x76,0x18,0x6E,0x00, // 's'           4 bajty
0xF1,0x18,0x8F,0x00, // 'z'           4 bajty
0xF1,0x18,0x8F,0x00, // 'z' kod 145    4 bajty
};
const GFXglyph FontEdWGlyphs[] PROGMEM = {
//bitmapOffset, width, height, xAdvance, xOffset, yOffset
 {   0, 1, 1, 3, 0, 0 }, // ' '
 {   1, 2, 7, 4, 1, -7 }, // '!'
 {   3, 4, 3, 5, 1, -7 }, // '"'
(...)
 { 411, 5, 5, 5, 0, -5 }, // 'z'
 { 415, 5, 9, 5, 0, -7 }, // '{'
 { 421, 2, 9, 6, 2, -7 }, // '|'
 { 424, 5, 9, 5, 0, -7 } // '}'
// poniżej kod 127 - skopiowana spacja
 {   0, 1, 1, 3, 0, 0 }, // ' '  0 bajtów
// poniżej dodane opisy glifów kodów 128...145:
 { 145, 6, 7, 6, 0, -7 }, // 'A' 6 bajtów
 { 156, 6, 7, 6, 0, -7 }, // 'C' 6 bajtów
 { 168, 4, 7, 5, 1, -7 }, // 'E' 4 bajty
 { 199, 4, 7, 5, 1, -7 }, // 'L' 4 bajty
 { 210, 5, 7, 7, 1, -7 }, // 'N' 5 bajtów
 { 215, 7, 7, 7, 0, -7 }, // 'O' 7 bajtów
 { 240, 5, 7, 5, 0, -7 }, // 'S' 5 bajtów
 { 281, 5, 7, 5, 0, -7 }, // 'Z' 5 bajtów
 { 411, 5, 5, 5, 0, -5 }, // 'z' 5 bajtów
 { 304, 5, 5, 6, 0, -5 }, // 'a' 4 bajty
 { 313, 5, 5, 5, 0, -5 }, // 'c' 4 bajty
 { 322, 6, 5, 6, 0, -5 }, // 'e' 4 bajty
 { 353, 3, 7, 3, 0, -7 }, // 'l' 3 bajty
 { 361, 5, 5, 6, 1, -5 }, // 'n' 4 bajty
 { 365, 6, 5, 6, 0, -5 }, // 'o' 4 bajty
 { 382, 5, 5, 5, 0, -5 }, // 's' 4 bajty
 { 411, 5, 5, 5, 0, -5 }, // 'z' 4 bajty
 { 411, 5, 5, 5, 0, -5 }, // 'z' 4 bajty
};

const GFXfont FontEdW PROGMEM = {
(uint8_t  *)FontEdWBitmaps,
(GFXglyph *)FontEdWGlyphs,0x20, 0x7E, 14};
```

Szkic 2



Rys. 1

Jeżeli zmieniamy nazwę pliku na ***FontEdW.h***, zmieniamy też nazwy dwóch zawartych w nim tablic:

`FontEdWBitmaps[]`

`FontEdWGlyphs[]`

a na samym dole pliku także:

```
const GFXfont FontEdW
PROGMEM = { (uint8_t  *)
FontEdWBitmaps,(GFXglyph *)
FontEdWGlyphs,0x20, 0x7E,14};
```

czyli w miejscu, gdzie deklarujemy te tablice i gdzie zawarta jest informacja, że nasz font obejmuje znaki o kodach od 0x20 (32) do 0x7E (126) i że odległość między kolejnymi wierszami tekstu wynosi 14 pikseli. Miłą cechą tego konwertera ze strony ***http://oleddisplay.squix.ch/*** jest fakt, że definicje bitmap w tablicy – znaków są rozdzielone i opisane, co znacząco ułatwi nam polonizowanie.

Dodawanie znaków

Na końcu pierwszej tablicy `FontEdWBitmap[]` dodamy definicje bitmap polskich liter (na razie „zwykłych" liter). A na końcu drugiej tablicy `FontEdWGlyphs[]` dodamy opisy glifów tych polskich liter. Jeżeli zgodnie z deklaracją font obejmuje symbole o kodach 32...126, to uzupełnimy go, dla kodu 127 (0xF7) kopiując spację. Na kolejne pozycje, czyli kody/znaki 128...145 skopiujemy „zwyczajne" litery **A**, **C**, **E**, **L**, **N**, **O**, **S**, **Z**, **Z**, **a**, **c**, **e**, **l**, **n**, **o**, **s**, **z**, **z**, które chcemy polonizować. Trzeba skopiować zarówno definicje bitmap w pierwszej tablicy `FontEdWBitmap[]`, jak i opisy w drugiej tablicy `FontEdWGlyphs[]`.

Takie kopiowanie można wykonać bardzo szybko, ale nie uzyskujemy jeszcze prawidłowego pliku fontu. Otóż w „dolnej" tablicy `FontEdWGlyphs[]` mamy informacje o poszczególnych glifach. W pierwszym polu (*bitmapOffset*) zawsze mamy numer kolejny bajtu, gdzie zaczyna się definicja tego znaku w tablicy `FontEdWBitmap[]`. Na razie liczby w tych pierwszych polach dodanych, a właściwie skopiowanych liter wskazują na „zwykłe" litery w tablicy `FontEdWBitmap[]`. A docelowo ma być inaczej! Za chwilę zmodyfikujemy wygląd dodanych polskich liter w pliku `FontEdWBitmap[]`. Ale najpierw musimy spowodować, by opisy w tablicy `FontEdWGlyphs[]` wskazywały pierwsze bajty definicji tych dodanych liter. To ręczna i dość żmudna robota. Aby prawidłowo zmodyfikować numery bajtów w pierwszym polu (*bitmapOffset*) tablicy `FontEdWGlyphs[]`, musimy wiedzieć, ile bajtów opisuje dany znak.

eprasa.pl 4d63438b09

W tym celu w tablicy `FontEdWBitmap[]` musimy to policzyć i zapisać. Ten wstępny etap polonizowania zawarty jest w dostępnym w Elportalu pliku ***FontEdW_A.h***.

Potem liczbę bajtów każdego znaku trzeba dodać jako komentarz w tablicy `FontEdWGlyphs[]`. Ten etap polonizowania zawarty jest w pliku ***FontEdW_B.h***, dostępnym w Elportalu. Pokazany jest też w . Kolorem granatowym zaznaczone są dodane fragmenty, a żółte podkładki pokazują, które pola (*bitmapOffset*) mają na razie błędną zawartość, bo wskazują bitmapy „starych, zwykłych liter". I właśnie to trzeba poprawić w kolejnym etapie pracy.

Poprawianie tablicy glifów

Poprawianie szkicu 2 trzeba zacząć od zielonych podkładek, dotyczących ostatniego znaku/symbolu pierwotnego fontu –klamry zamykającej **}**. W dolnej tablicy `FontEdWGlyphs[]` widzimy, że definicja tego znaku w tablicy `FontEdWBitmap[]` zaczyna się od bajtu o numerze kolejnym 424. Wyżej druga zielona podkładka pokazuje ten bajt, który ma wartość 0xC2. Ten bajt ma numer kolejny 424 (dziesiętnie) i widzimy, że znak ten definiuje sześć bajtów:

0xC2,0x10,0xC3,0x31,0x08,0xC0

Jeżeli sześć, to opis następnego znaku w tablicy `FontEdWBitmap[]` będzie się rozpoczynał w bajcie o numerze kolejnym **430** (424+6). Następnym znakiem o kodzie 127 jest spacja (w zasadzie powinna to być spacja niełamiąca NBSP, ale tym się absolutnie nie przejmujemy). W pole (*bitmapOffset*) tej spacji zamiast zera wpisujemy 430. Spacja jest znakiem „pustym" i nie musi mieć opisującej ją bitmapy – wtedy jej opis zajmuje 0 bajtów. A to znaczy, że w polu (*bitmapOffset*) następnego znaku też wpiszemy **430** (430+0). Ten następny znak ma być wyświetlany przez kod 128. Na razie mamy skopiowaną literę **A** i wskazanie, że jej opis zaczyna się od 145 bajtu tablicy `FontEdWBitmap[]`.

Docelowo będzie to literka **Ą**, czyli A „z ogonkiem" i jej symbol będzie zdefiniowany w 6 kolejnych bajtach, zaczynających się od bajtu 430.

A to oznacza, że następny znak/symbol będzie opisany w tablicy `FontEdWBitmap[]` w kilku bajtach, zaczynających się od bajtu 436 (430+6). Docelowo będzie to litera **Ć**, której opis też zajmie 6 bajtów.

Opis kolejnej litery **Ę** zacznie się więc w tablicy `FontEdWBitmap[]` w bajcie numer 442 (436+6) i zajmie nie 6, tylko 4 bajty. Dlatego kolejny opis literki **Ł** zacznie się w bajcie 446 (442+4). I tak dalej...

W ten sposób dodane kody o numerach 128...145 (rozszerzone kody ASCII) spowodują wyświetlenie „miniobrazków", zdefiniowanych w tablicy `FontEdWBitmap[]` w bajtach zaczynających się od 430 do 512 (508+4).

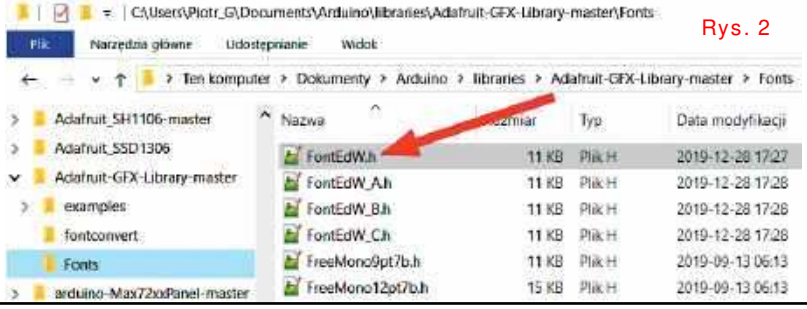
Trzeba jeszcze tylko zmienić w pliku informację, jaki numer ma ostatni (*last*), największy kod tego fontu. Wcześniej miał to być ostatni drukowalny kod ASCII o numerze 126, czyli szesnastkowo ***07E***, a teraz jest to mała literka **ź**, którą w naszym foncie ma wyświetlać kod numer 145, czyli szesnastkowo ***0x91***. Dlatego na samym dole pliku trzeba zmienić wartość pola *last*, z ***0x7E*** na ***0x91*** w linii:

```
(GFXglyph *)FontEdWGlyphs,0x20, 0x91, 14};
```

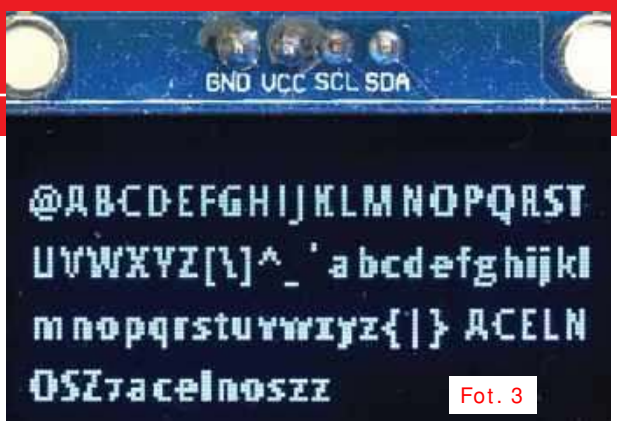
Stan prac po tej operacji zawarty jest w dostępnym w Elportalu pliku ***FontEdW_C.h***.

Pierwsze testy

Jak na razie zmieniliśmy tylko treść tablicy `FontEdWGlyphs[]`, natomiast tablicy `FontEdWBitmap[]` nie ruszaliśmy, więc na nowych, dodanych miejscach nadal zawiera ona oryginalne definicje „zwykłych" liter. Niemniej w pracowicie przygotowanym pliku ***FontEdW_C.h*** mamy kompletną definicję fontu i możemy sprawdzić, czy nasz font działa. W tym celu w bibliotece Adafruit GFX w katalogu ***/Fonts*** należałoby skopiować plik ***FontEdW_C.h*** i zapisać w pliku ***FontEdW.h*** – **rysunek 2**.



Rys. 2



Fot. 3

To pozwoli wykorzystać go w szkicu ***A2601.ino***, który jest dostępny w Elportalu, gdzie dyrektywa kompilatora dołącza nasz font, a potem już po inicjalizacji instrukcja przełącza z fontu podstawowego 5×7 na nasz świeżo zrobiony ***FontEdW***.

Wszystkie znaki – glify naszego fontu nie zmieściłyby się na ekraniku OLED 128×64, dlatego w szkicu ***A2601.ino*** wyświetlimy na ekranie tylko te o kodach od 64 do 145. **Fotografia 3** pokazuje efekt.

Szału nie ma! Ale cieszymy się, że nasz font działa! Dodane przez nas 18 znaków grzecznie wyświetliło się po klasycznych kodach ASCII.

Zaskoczeni jesteśmy wielkością symboli: zgodnie z rysunkiem 1 przy generowaniu fontu ustawiliśmy wielkość równą 10. Mogliśmy się spodziewać, że będzie to 10 pikseli. Niestety jest to 10 tak zwanych ***punktów typograficznych*** (1pt = 1/72 cala przy przyjęciu rozdzielczości ekranika OLED 0,96 cala). Wysokość znaków w naszym foncie to tylko 7 pikseli, czyli podobnie jak w foncie standardowym 5×7. Przez to literki nie wyglądają ładnie, i trudno byłoby je polonizować, ale jeśli chcesz – spróbuj.

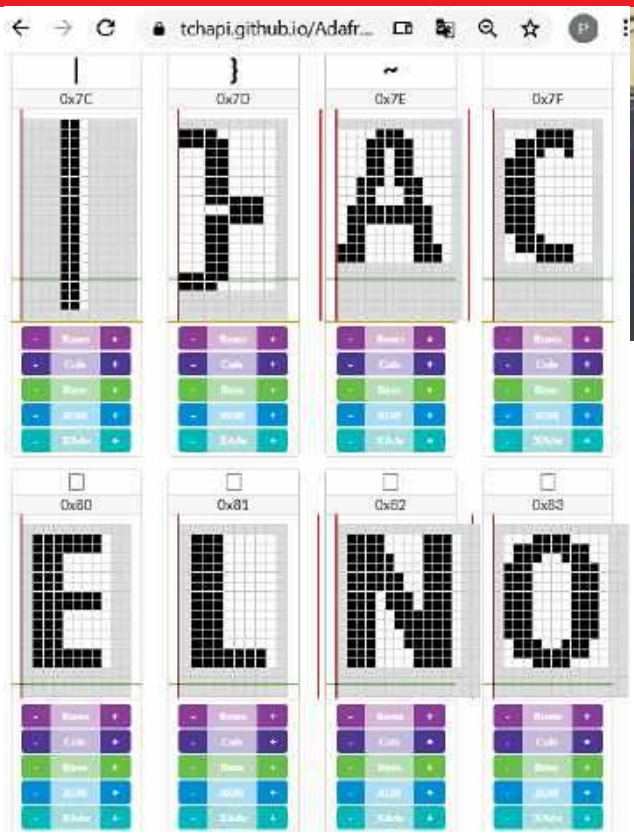
Ja na stronie ***http://oleddisplay.squix.ch/*** jeszcze raz przekonwertowałem font ***Open Sans Condensed***, tym razem o wielkości 20 punktów, a wynik zapisałem w pliku ***FontEdW20.h***. Skopiowanie 18 liter, które przerobimy na polskie, i zaktualizowanie tablic bez zmiany bitmap zajęło mi nieco ponad 20 minut. Po skompilowaniu szkicu ***A2602.ino*** z plikiem ***FontEdW20.h*** ekran wyglądał jak na **fotografii 4**.

Fot. 4

eprasa.pl 4d63438b09

Edytowanie bitmap znaków

Mamy już wstępnie przygotowany, działający font i w kolejnym kroku trzeba zmienić wygląd dodanych glifów, żeby przypominały polskie litery. Wiemy, że w tabeli `FontEdWBitmap[]` zawarte są „małe obrazeczki”, które ustalają wygląd poszczególnych znaków. Wcześniej ustaliliśmy, że każdy „obrazeczek” podstawowego fontu 5×7 (*glcdfont.c*) definiowany jest za pomocą pięciu bajtów, co daje matrycę 5 kolumn po 8 pikseli. Kolumny skanowane są od strony lewej do prawej i każda kolumna od dołu do góry – najniższy piksel to najstarszy bit (MSB) bajtu.



Rys. 6

Wiemy też, że biblioteka Adafruit GFX wyświetla „zwyczajne obrazki“ skanowane poziomo, przy czym jedna linia pozioma, niezależnie od liczby pikseli w linii, zapisywana jest w całkowitej liczbie bajtów.

I jedne, i drugie bitmapy potrafimy „ręcznie zdekodować” na kartce papieru w kratkę. Teraz jednak mamy do czynienia z ulepszonymi fontami GFX, gdzie dla oszczędności pamięci skanowanie jest inne od tych dwóch opisanych. Niemniej „ręczne dekodowanie” na kartce też jest możliwe. W przypadku osiemnastu liter o małych rozmiarach można byłoby podjąć się takiego zadania. Ale przy fontach o większych rozmiarach, jak nasz ***FontEdW20.h***, „ręczne dekodowanie”, choć możliwe, byłoby bardzo czasochłonne, męczące, wymagające ogromnego skupienia, żeby nie popełnić błędów. A dla każdego pliku zawierającego font danego rodzaju, kroju i wielkości trzeba to robić oddzielnie.

Zapowiada się istny koszmar! Niekoniecznie, ponieważ w Internecie można znaleźć narzędzia, które to ułatwią, na przykład: ***https://tchapi.github.io/Adafruit-GFX-Font-Customiser/***

Zawartość pliku fontu (***FontEdW20.h***) trzeba skopiować do lewego okna *Original font file* (**rysunek 5**) i kliknąć ***Extract***.

Rys. 5

Wtedy skrypt przeanalizuje plik fontu i niżej na stronie wyświetli jego wszystkie symbole. Moje pierwsze dodane symbole pokazane są na **rysunku 6**.

Teraz klikając na poszczególne piksele, można łatwo zmieniać wygląd symboli. Można też za pomocą kolorowych przycisków w prosty sposób dodawać do poszczególnych symboli wiersze i kolumny, przesuwać linię bazową i skok kursora po wyświetleniu symbolu. Zachęcam do takiej zabawy!

W sumie taka przeróbka wyglądu bitmap jest łatwa i przyjemna – mnie zajęła około 20 minut.

Jedynym problemem dla mnie było to, że jeśli klikniemy znak plus na fioletowej podkładce ***Rows***, to nowa linia zostaje dodana na dole znaku. Jest to wygodne w przypadku liter z dolnymi ogonkami, ale dla większości polskich liter, gdzie trzeba dodać co najmniej jedną nową linię od góry, jest to pewien kłopot. Nie potrafiłem dodać nowej linii na górze obrazka (nie wiem, czy jest to możliwe), więc dodawałem na dole, modyfikowałem stan pikseli i zmieniałem linię bazową (***Base –***) – kolor zielony.

Fot. 7

Gdy po takiej zabawie polskie litery są gotowe, trzeba na górze strony kliknąć przycisk ***Process and create file*** i z prawego okna skopiować zmodyfikowany font do pliku .h (u mnie do nowej wersji ***FontEdW20.h***).

Po podstawieniu w bibliotece tak przerobionego pliku ***FontEdW20.h*** i po skompilowaniu szkicu ***A2602.ino*** ekran wyglądał jak na **fotografii 7**. SUKCES! Mamy w zasięgu reki wszystkie polskie litery!

Nie jest to arcydzieło, literki niewątpliwie mogłyby być ładniejsze. Jeżeli będziesz dokonywał podobnej przeróbki, zapewne zrobisz to lepiej i ładniej niż ja, na przykład dodając nie po jednej, tylko po dwie lub trzy nowe linie do każdej polskiej literki.

Cieszymy się z dotychczasowych sukcesów, jednak próba wyświetlenia napisu ZAŻÓŁĆ GĘŚLĄ JAŹŃ ze szkicu *A2603.ino* dała fatalny skutek, pokazany na **fotografii 8**.

Spróbuj samodzielnie znaleźć drobny w sumie błąd, a raczej dwa „sąsiednie“ błędy i poprawić plik ***FontEdW20.h***. W następnym odcinku zrobimy to wspólnie, bo musimy się jeszcze sporo nauczyć o fontach.

Piotr Górecki

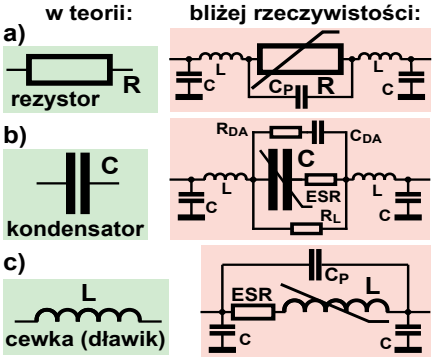
Rys. 8

eprasa.pl 4d63438b09

Czym się różni wróbelek?
Czyli o niedoskonałości elementów
Część 2 – Kondensatory

Tytuł artykułu nawiązuje do starego surrealistycznego dowcipu, jaki pamiętam ze swoich czasów szkolnych. Mianowicie na pytanie: *czym się różni wróbelek?*, należało odpowiedzieć: *tym, że ma jedną nóżkę bardziej i skrzydełko mu trochę*. Nieco mniej surrealistyczne, podobne pytanie zawierało słowo „*zwłaszcza*", aż w nadmiarze występujące w opisach i zastrzeżeniach patentowych. W każdym razie dziwny tytuł artykułu wprowadza do bardzo ważnego tematu: **czym tak naprawdę różnią się elementy elektroniczne o jednakowej wartości?**

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



W praktyce wykorzystujemy kondensatory o pojemności od 0,5pF do 100000uF (0,1F), ale dostępne są też tak zwane superkondensatory, które mogą mieć setki i tysiące faradów. Podstawowe i oczywiste parametry kondensatorów to **pojemność** oraz **napięcie maksymalne**. Trzecim też dość oczywistym jest **tolerancja**.

Jak wiadomo, dla prądu stałego kondensator stanowi przerwę. Inaczej mówiąc, dla częstotliwości równej zeru oporność kondensatora jest nieskończenie wielka. Przepływ prądu przez kondensator jest nierozłącznie związany ze zmianami napięcia na jego wyprowadzeniach: czym szybsze zmiany napięcia, tym większy prąd i na odwrót, co wyraża ogólna zależność różniczkowa **i = C (du/dt)** i co dla liniowych zmian napięcia w uproszczeniu można zapisać: $I = C(\Delta U/\Delta t)$.

Prąd jest proporcjonalny nie do *wartości* napięcia, tylko do *szybkości zmian napięcia*, ale co dość zaskakujące i bardzo istotne, w przypadku przebiegu sinusoidalnego (i tylko sinusoidalnego) możemy wyznaczyć oporność, czyli zależność między napięciem na kondensatorze i prądem przezeń płynącym (U/I), czyli analogicznie jak w rezystorze. Jest to reaktancja pojemnościowa X_C, która zmniejsza się ze wzrostem częstotliwości: $X_C = 1/2\pi fC$

Choć nie zawsze pracujemy z przebiegami sinusoidalnymi, oporność kondensatora okazuje się bardzo ważnym parametrem. Także w kontekście niedoskonałości kondensatorów.

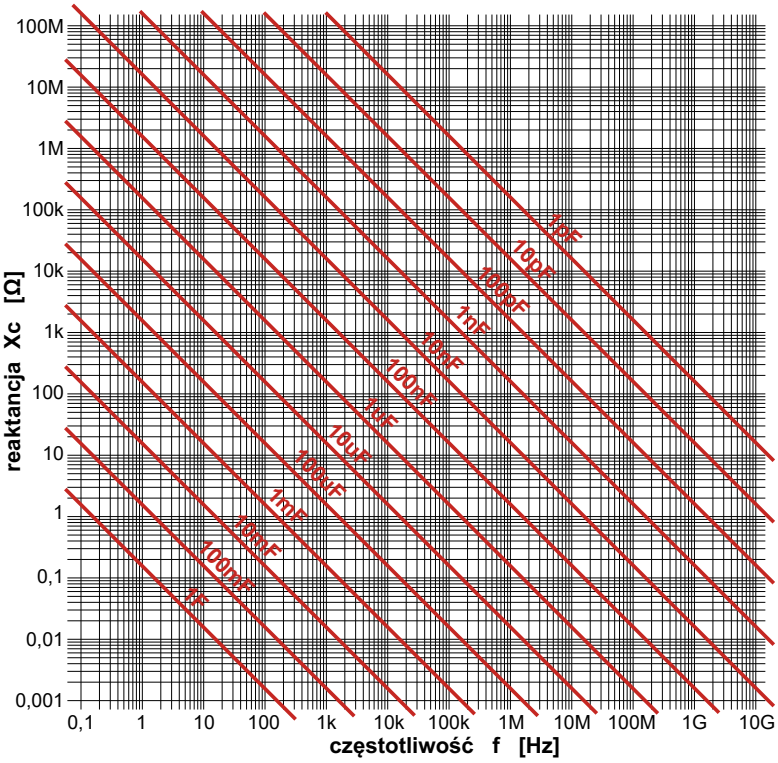
Na wykresie w skali podwójnie logarytmicznej zależność reaktancji X_C od częstotliwości jest linią prostą. Na **rysunku 1** zaznaczona jest zależność reaktancji X_C od częstotliwości dla kilku różnych pojemności C.

Warto intuicyjnie powiązać wartość pojemności z reaktancją X_C. Przyda się to nie tylko w związku z niedoskonałością elementów.

W tym celu można przyjąć, że w elektronice przeciętną, ani dużą, ani małą wartością rezystancji jest 1kΩ. Reaktancję 1 kilooma kondensator o pojemności 1 mikrofarada ma przy częstotliwości 160Hz i właśnie te wartości (***1kΩ, 1uF, 160Hz***) warto zapamiętać jako punkt wyjścia do szybkich obliczeń. I tak kondensator 1**n**F ma reaktancję 1kΩ przy częstotliwości 160**k**Hz. Przy częstotliwości 100Hz kondensator 10uF filtrujący zasilanie ma reaktancję X_C = 160Ω omów, a 1000uF – 1,6Ω.

W wielu układach radiowych mamy do czynienia z rezystancją charakterystyczną 50 omów. Reaktancję X_C = 50Ω kondensator 100pF ma przy częstotliwości 32MHz. Przy takiej wysokiej częstotliwości kondensator 100nF

Rys. 1



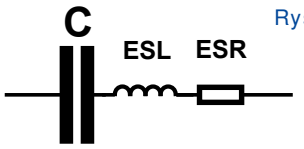
eprasa.pl 4d63438b09

powinien mieć znikomą reaktancję X_C = 0,05Ω. Analogicznie może się wydawać, że przy częstotliwości 32MHz kondensator 100uF będzie miał pomijanie małą, wręcz niemierzalną reaktancję 0,00005Ω, czyli 0,05 milioma.

NIE!

Dochodzimy tu do głównego wątku artykułu: oporność kondensatora 100uF przy częstotliwości 32MHz nie tylko będzie większa, ale też zapewne wcale nie będzie to reaktancja pojemnościowa X_C, tylko połączenie rezystancji (!) i reaktancji indukcyjnej X_L! Tak!

Każdy rzeczywisty kondensator jest bowiem niedoskonały, a szczególnie niedoskonałe są bardzo popularne kondensatory elektrolityczne. Mianowicie każdy kondensator oprócz swojej pojemności C ma też szkodliwą rezystancję i szkodliwą indukcyjność, często oznaczane ESR i ESL, co w dużym uproszczeniu pokazuje **rysunek 2**.



Rys. 2

I tu zaskakujący wniosek: ***każdy kondensator w rzeczywistości jest... szeregowym obwodem rezonansowym***. **Rysunek 3a** pokazuje przykładowe zmiany rezystancji w funkcji częstotliwosci pojedynczych elementów R, L, C. Wartość pojemności C oraz indukcyjności ESL wyznacza częstotliwość rezonansową: rezonans zawsze występuje przy takiej częstotliwości, przy której równe sa wartości X_C i X_L. W takim obwodzie rezonansowym reaktancje pojemnościowa X_C i indukcyjna X_L po prostu się odejmują. Jak pokazuje rysunek 3b, idealny szeregowy obwód LC przy częstotliwości rezonansowej ma impedancję – rezystancję równą zeru. Przy częstotliwościach wyższych jego impedancja ma charakter indukcyjny. Realny obwód rezonasowy z rezystancją R (ESR), a więc także każdy rzeczywisty kondensator przy swojej częstotliwości rezonansowej ma impedancję równą rezystancji ESR. Ilustruje to **rysunek 3c**. Indukcyjność L rzeczywistego kondensatora, oznaczana czasem ESL (*Equivalent Serial Inductance*) wynika z obecności wszelkich przewodników, w których płynie prąd, w szczególności doprowadzeń, a także okładek kondensatora. Właśnie ta szkodliwa indukcyjność tworzy z pojemnością szeregowy obwód rezonansowy. Powyżej częstotliwości rezonansowej element przestaje być kondensatorem i zachowuje się jak cewka. Dlatego przy dalszym wzroście częstotliwości wypadkowa oporność – impedancja rośnie, bo rośnie reaktancja X_L według zależności $X_L = 2\pi fL$.

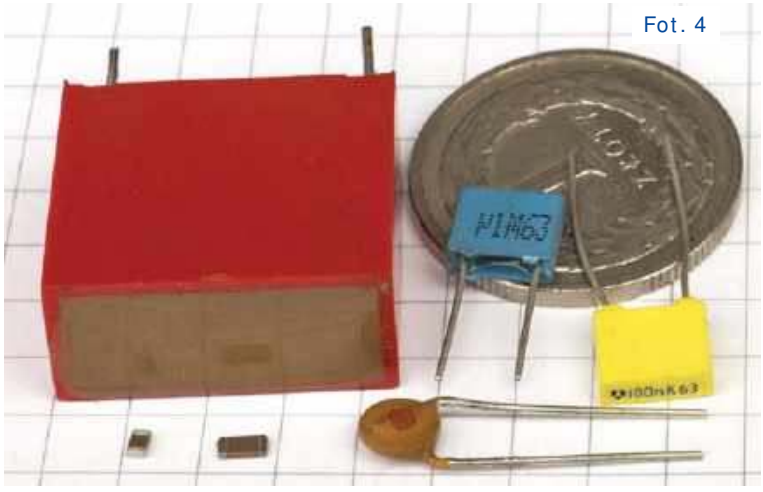
Zapamiętaj: ***kondensator pełni właściwą funkcję tylko poniżej swojej częstotliwości rezonansowej***.

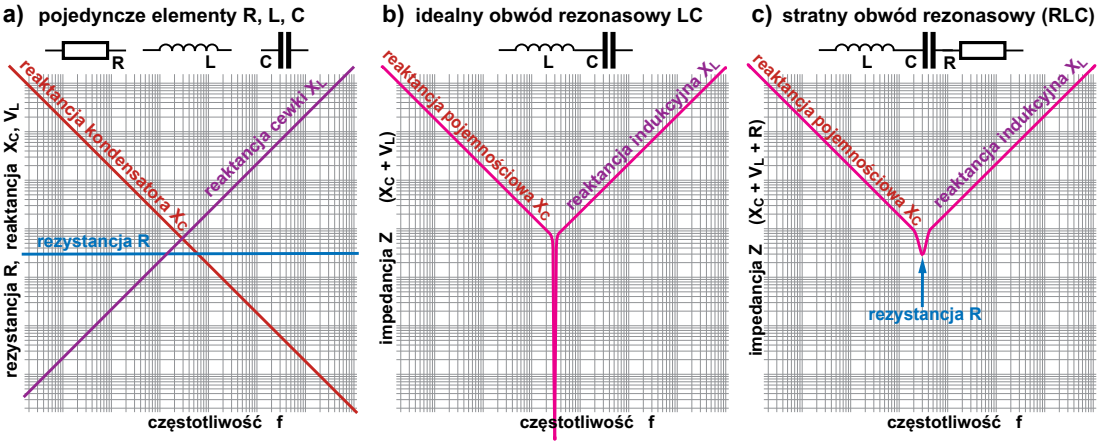
Rezystancja zastępcza ESR nie jest rezystancją doprowadzeń i okładek kondensatora (mającą zwykle drobne ułamki oma), choć też ją obejmuje. Zastępcza rezystancja ESR w wielu kondensatorach na stosunkowo dużą wartość około, a nawet powyżej 1 oma. ***ESR reprezentuje przede wszystkim straty energii i wydzielanie ciepła w niedoskonałym dielektryku pracującego kondensatora***. Najprościej biorąc, te straty energii to wydzielanie ciepła podczas zmian wartości pola elektrycznego, czyli zmian napięcia na okładkach kondensatora. Dlatego wielkość tych strat zależy od częstotliwości, a to znaczy, że szkodliwa rezystancja ESR nie jest stała, tylko zależy od częstotliwości.

Idealnym dielektrykiem jest próżnia, a właściwości bliskie ideału mają niektóre materiały, choćby powietrze, teflon czy dwutlenek krzemu (SiO_2).

W praktyce bardzo ważna i stosunkowo prosta jest zależność dopuszczalnego maksymalnego napięcia od grubości dielektryka: czym grubsza warstwa dielektryka, tym wyższe napięcie wytrzyma ten kondensator bez przebicia (uszkodzenia). Jednak czym grubszy dielektryk, tym mniejsza jest pojemność przy tej samej powierzchni okładzin. Tak, ale pojemność jest też wprost proporcjonalna do przenikalności dielektrycznej izolatora (ε). Próżnia ma przenikalność względną $\varepsilon_r = 1$, najlepsze dielektryki podobnie. Ale są też dielektryki – izolatory o wartości ε_r wielokrotnie większej, co pozwala budować kondensatory o mniejszych rozmiarach. Najogólniej biorąc: ***kondensatory o dobrych parametrach mają duże rozmiary, a kondensatory miniaturowe z konieczności mają niektóre parametry znacznie gorsze***.

Na **fotografii 4** pokazane są kondensatory o pojemności około 100nF i napięciu maksymalnym 50...60V.


Fot. 4



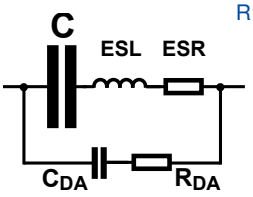
Rys. 3

eprasa.pl 4d63438b09

Wydaje się, że najlepiej byłoby stosować kondensatory jak najmniejsze, w których zastosowano izolator o jak największej przenikalności dielektrycznej.

Pojemność i napięcie maksymalne są podobne, a ogromne różnice rozmiarów sygnalizują istotny, a niedoceniany przez wielu aspekt problemu. Niestety, wysoka przenikalność ε zawsze okupiona jest pogorszeniem innych parametrów dielektryka. Po pierwsze wartość przenikalności ε zmienia się pod wpływem różnych czynników, a to zmienia pojemność kondensatora. Po drugie, duża wartość przenikalności ε może też oznaczać (choć niekoniecznie) duże straty, co przełoży się na dużą wartość ESR. Dielektryki mają też inne wady. Większość z nich w mniejszym lub większym stopniu wykazuje swego rodzaju *pamięć naelektryzowania*, co nazywane jest *Dielectric Absorption* (DA). Zjawisko takie na schematach zastępczych jest reprezentowane w sposób uproszczony przez dodatkową pojemność i dużą rezystancję jak na **rysunku 5**.

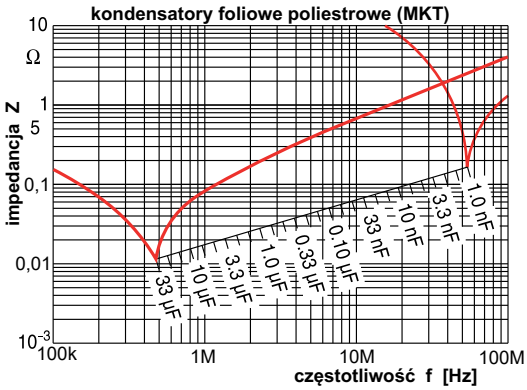
Rys. 5



Szczegóły mogą zostać omówione w oddzielnym artykule. W praktyce dziś absorpcja dielektryczna ma niewielkie znaczenie. Natomiast kluczowe zagadnienia ważne dla praktyka to:

- zmiany pojemności C kondensatorów pod wpływem różnych czynników, nie tylko temperatury,
- częstotliwość rezonansu własnego, powyżej której kondensator nie pełni już swojej funkcji,
- straty w dielektryku reprezentowane przez rezystancję ESR.

Konkrety zależą od właściwości dielektryka oraz konstrukcji mechanicznej. Pochodzący z firmowego katalogu **rysunek 6** pokazuje zależność impedancji od częstotliwości dla pewnej odmiany popularnych foliowych kondensatorów poliestrowych (MKT). W rysunku można odczytać, że kondensator MKT 1nF ma częstotliwość rezonansową ponad 50MHz, a jego rezystancja ESR wynosi blisko 0,2 oma. Z kolei dużo większy kondensator MKT o pojemności 33uF ma dużo niższą częstotliwość rezonansową, nieco



Rys. 6

poniżej 500kHz i niedużą rezystancję ESR około 0,01 oma. Z wykresu można określić parametry kondensaotrów o innych wartościach. Wersja MKT 1uF przy częstotliwości nieco ponad 2MHz ma najmniejszą impedancję, około 0,03Ω i to jest jego rezystancja ESR. Przy częstotliwościach powyżej rezonansowej kondensator będzie zachowywał się jak cewka, bo dominować będzie reaktancja X_L szkodliwej indukcyjności ESL.

Wykres z rysunku 6 nie jest uniwersalny, dotyczy jednej odmiany kondensatorów o określonym napięciu pracy jednego producenta. Dla innych rodzajów kondensatorów tego rodzaju wykresy są podobne, ale będą przesunięte w lewo lub w prawo oraz w dół lub w górę. Do szczegółów będziemy wracać, a na razie tylko podstawowy wniosek: ***czym większe rozmiary, tym większa pojemność i indukcyjność, a tym samym niższa częstotliwość rezonansowa***.

Podobnie jak w przypadku rezystorów, ogólnie biorąc, beznóżkowe kondensatory SMD mają mniejszą indukcyjność, a więc wyższą częstotliwość rezonansową. Kwestia ta ma znaczenie we wszelkich układach i obwodach szerokopasmowych, w szczególności w obwodach filtracji – odsprzęgania zasilania, o czym później. Ogólnie biorąc: pojedynczy kondensator o dużej pojemności ma niską częstotliwość rezonansową, więc okaże się nieskuteczny przy wysokich częstotliwościach, a paradoksalnie zwiększanie pojemności filtrującej może pogorszyć sytuację. Dlatego niezbędne w każdym układzie obwody filtracji zasilania bardzo często zawierają równoległe połączenie kondensatora elektrolitycznego 10...100uF i ceramicznego 100nF, a w nowszych szybkich układach nie stosuje się kondensatorów elektrolitycznych, tylko kondensatory ceramiczne SMD, albo dwa: 10...100nF + 1uF...100uF (tak, są dostępne kondensatory ceramiczne 100uF!), albo do tego dodatkowo trzeci 1nF...10nF. Kwestia filtracji, czy jak mówimy, odsprzęgania obwodów zasilania współczesnych szybkich układów to szeroki temat, godny oddzielnego artykułu. Tu zgodnie z tytułem artykułu tylko zasygnalizowane są problemy i różnice między różnymi kondensatorami.

Wpływ wartości rezystancji zastępczej ESR może być różny. Też nie sposób omówić tego w kilku zdaniach. Tym bardziej że choć generalnie lepsze są kondensatory o jak najmniejszej wartości ESR, to jednak w pewnych nielicznych zastosowaniach potrzebne są kondensatory o stosunkowo dużej wartości ESR. Ten intrygujący wątek też wykracza poza ramy tego artykułu, który ma tylko zasygnalizować najważniejsze kwestie. W następnym odcinku omówimy kolejne właściwości, wady i ograniczenia kondensatorów.

Piotr Górecki

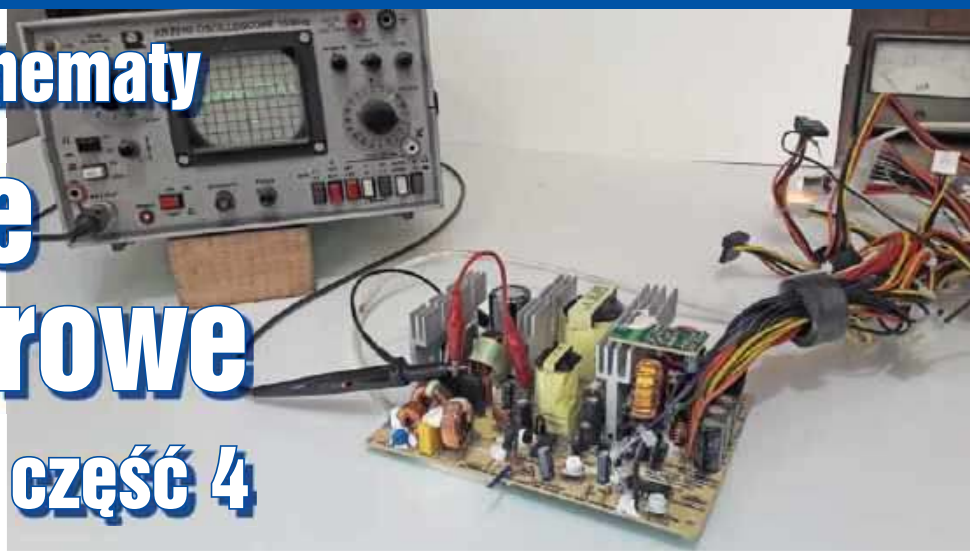
R E K L A M A

eprasa.pl 4d63438b09

Odkrywamy schematy

Zasilacze komputerowe

część 4

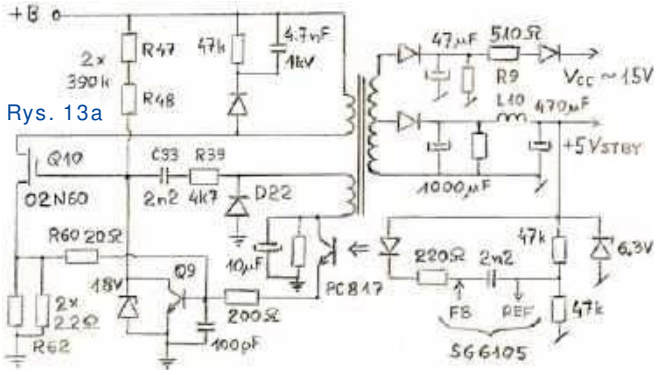


Kolejną część artykułu poświęcamy stale pracującej przetwornicy *standby*. Zasilacze te na schematach Schemat-nr1 i Schemat-nr2 wykonane są odmiennie. W przebadanym przez autora zasilaczu komputerowym (z SG6105) przetwornicę standby wykonano jeszcze inaczej. Chcąc pokazać oscylogramy dające pełniejszy wgląd w pracę układu, odrysowano również tę trzecią przetworniczkę, stąd opis trzech rozwiązań zasilacza *standby*. Wszystkie trzy to rozwiązania bardzo proste, oszczędne. Zawierają raptem kilkanaście tanich elementów dyskretnych. Równie często w zasilaczach komputerowych w stopniu przetwornicy *standby* znajdziemy rozwiązania bazujące na układach scalonych do przetwornic małej mocy. Zadziwiające jednak jest to, że tak pomysłowe i oszczędne rozwiązania na elementach dyskretnych mogą funkcjonalnością konkurować z rozwiązaniami angażującymi często mnóstwo tranzystorów zamkniętych w obudowie układu scalonego (*cleverness* kontra *brute force*). I należy podkreślić, że praktycznie wszystkie zasilacze *standby* to przetwornice konfiguracji *flyback*.

Przetwornica standby ze schematu nr 1

Ponieważ zasilacz *standby* nie zawiera wielu elementów, dla wygody (śledzenia opisu) odrysowano go ze schematu i pokazano na **rysunku 13a**. Działanie układu opiera się na współpracy dwóch pętli: dodatniego i ujemnego sprzężenia zwrotnego. Wszystko wykonane jest bardzo pomysłowo, dlatego elementów jest niewiele. Dodatnie sprzężenie zwrotne pozyskano z dodatkowego uzwojenia transformatora. Układ potrzebuje obwodu startu i realizują go dwa szeregowe rezystory R47 i R48 (2×390kΩ). Dzięki temu, że kluczem jest MOSFET, mogą to być rezystory o tak dużej wartości. Łączna moc wydzielana w tych rezystorach to niewiele ponad 0,1W. Dobrą praktyką jest stosowanie w tym miejscu dwóch rezystorów połączonych szeregowo, mimo że ze względu na moc nie jest to potrzebne. Wysokoomowe rezystory podłączone do wysokiego napięcia są bardzo awaryjne. Nawet gdy są dwa, jest to najczęstsza przyczyna awarii całego zasilacza. Rozwiązanie z dwoma rezystorami nie tylko zwiększa niezawodność pracy zasilacza, ale też bardzo ułatwia znalezienie przyczyny awarii: pomiar napięcia w węźle łączącym te opory daje natychmiastową odpowiedź, czy i który rezystor jest uszkodzony. W przypadku jednego rezystora pomiar jego wartości bez wylutowania z płytki jest często problematyczny i mylący. Ale skupmy się na działaniu tej przetworniczki. Spolaryzowanie dodatnim potencjałem bramki MOSFET-a skutkuje jego włączeniem. Obecność diody Zenera D23 zagwarantuje, aby w stanach przejściowych potencjał ten nie wyszedł poza dopuszczalne napięcie bramka-źródło tranzystora polowego. To dioda 18-woltowa, aczkolwiek ważniejszą funkcję pełni na swoim kolanie charakterystyki polaryzowana od anody do katody, czyli w kierunku przewodzenia. Ale o tym za chwilę.

Włączenie klucza (MOSFET-a) Q10 uruchamia natychmiast dodatnie sprzężenie zwrotne, przyśpieszające proces włączania MOSFET-a. Kierunek uzwojeń transformatora jest taki, że niski poziom na wyprowadzeniu 8 skutkuje dodatnim napięciem na wyprowadzeniu 6. Dodatnie sprzężenie zwrotne podawane jest na bramkę tranzystora Q10 przez niewielki kondensator C33 2,2nF. Mimo tak niewielkiej pojemności, czas włączenia klucza może być długi, dłuższy od wymaganego, gdyż impedancja wejściowa bramki MOSFET-a jest bardzo duża. Ujemne sprzężenie zwrotne ma zadbać, aby ten czas był taki, jak potrzeba. To znaczy, aby ilość pobranej i przekazanej do wyjścia energii była dokładnie taka, jakiej żąda obciążenie i aby napięcie U_{WY} utrzymywać cały czas na poziomie +5V. To zadanie wykonano bardzo pomysłowo. W pierwszym przybliżeniu można powiedzieć, że tranzystor Q9 2N2222 jest sterowaną rezystancją. Sterowaną tak, aby stała czasowa z C33 była odpowiednia na potrzeby chwili. To dobre założenie jako pierwsza przymiarka dla zrozumienia pracy obwodu, lecz nie do końca jest to prawdą. Centralnym elementem pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego w obrębie jej gorącej części jest (foto)tranzystor w transoptorze. To on steruje bazą Q9, aby punkt pracy całości układu był taki, jak żąda w danym momencie obciążenie. W emiterze fototranzystora widzimy R50 plus R60. Gdyż jako rezystor emiterowy R62 i R62A nie ma znaczenia ze względu na małą wartość. Ale R50 i R60 też stanowią dzielnik 1:10. C25 ma wartość zaledwie 100pF, jego działanie jest czyszczące, lecz dla dalszej analizy można go zaniedbać. Dzielnik



Rys. 13a

eprasa.pl 4d63438b09

R50/R60 wstępnie polaryzuje bazę Q9. Komparatorem napięcia w tym miejscu jest właśnie napięcie progowe baza-emiter tego tranzystorka. Tak nieprecyzyjny poziom porównywania w tak odpowiedzialnym miejscu?

Nic nie szkodzi, bo ujemne sprzężenie zwrotne zadba, aby ustalić punkt pracy na charakterystyce tego tranzystorka zgodnie z aktualnym zapotrzebowaniem na moc. W źródle Q10 występuje rezystancja 1,1 oma (równolegle R62 i R62A) i istotne jest to, że występuje ona w szeregu z R50/R60. Na oporze źródłowym R62/R62A odkłada się całe napięcie uzwojenia pierwotnego transformatora. A ponieważ od momentu włączenia klucza prąd narasta liniowo, przebieg napięcia w źródle MOSFET-a będzie piłokształtny. Jest on w momencie włączenia klucza zawsze zakłócony krótką szpilką, która nieuchronnie występuje ze względu na pojemności pasożytnicze transformatora, na czas odzyskiwania zdolności zaporowych przez diodę (diody) po zimnej, wtórnej stronie zasilacza. I właśnie tylko tę szpilkę ma wyczyścić (wyciąć) obwód R60-C25. R62/R62A występuje w szeregu rezystorów i rezystancji emiterowej tranzystora w transoptorze. Wyżej powiedziano, iż nie ma to znaczenia. Nie ma znaczenia dla prądu płynącego z emitera fototranzystora ustalającego wstępną polaryzację bazy Q9. Ale ma bardzo ważne znaczenie dla prądu płynącego ze źródła Q10. Czy takie połączenie przenosi wprost przebieg piłozębny ze źródła Q10 na bazę Q9. Czy Q9 jest komparatorem? Czy na niego przenosi się przebieg odzwierciedlający prąd klucza? Czy upodabnia to pracę do trybu *current mode*?

Tak. Aczkolwiek słowo upodabnia jest tu istotne, gdyż stwierdzenie, że przetwornica pracuje w trybie prądowym *current-mode*, byłoby tu lekkim nadużyciem. Q9 nie do końca poprawnie nazwaliśmy *sterowaną rezystancją* lub *sterowanym źródłem prądowym*, co jest dobre tylko na pierwsze przybliżenie.

Tor ujemnego sprzężenia zwrotnego wstępnie polaryzuje bazę i ustala punkt pracy na charakterystyce Q9. Lecz ten punkt pracy przesuwa się, gdy rośnie prąd klucza i uzwojenia pierwotnego transformatora przetwornicy. Mimo że współpraca obwodów dodatniego i ujemnego sprzężenia zwrotnego wydaje się mało precyzyjna, to jednak bardzo precyzyjnie wypracowuje czas włączenia klucza, co przekłada się na współczynnik wypełnienia kluczowania tak, aby U_{WY} utrzymywało się cały czas przy zmiennym obciążeniu na zadanym poziomie +5V. W tym zadaniu nie mniej ważny jest obwód pętli po stronie izolowanej. Tu obwód jest standardowy i prosty, dlatego pominiemy jego analizę. Warto jedynie zwrócić uwagę, że wg schematu wykorzystano stabilizator ’431 umieszczony w SG6105. Lecz w praktyce, także w zasilaczu poddanym badaniom na potrzeby niniejszego opracowania, często stosuje się dyskretny ’431, zostawiając niewykorzystany ten element w strukturze kostki SG6105. Bo raczej nie warto komplikować obwodu drukowanego płytki PCB, ażeby zaoszczędzić mały, trzynóżkowy element. Ale to kwestie mało istotne dla elektronika. Warto natomiast zwrócić uwagę, iż niemal cały ciężar wzmocnienia w pętli sprzężenia spoczywa właśnie na ’431. Niewyszukany jest także zabieg ustalający dynamikę i stabilność pętli regulacji: pojedynczy kondensatorek między katodą i REF układu ’431.

Podany właśnie opis nie wyczerpał pracy przetwornicy po jej gorącej stronie. Należy dopowiedzieć, że obwód pętli dodatniego sprzężenia zwrotnego nie tylko przyśpiesza proces włączania, ale i wyłączania klucza – MOSFET-a Q10. Ale dodatkowe uzwojenie 5–6 pełni więcej funkcji. Potrzebne jest przecież napięcie dodatnie polaryzujące kolektor tranzystora w transoptorze. To realizuje uzwojenie 5–6 za cenę diody (D22) po jednej stronie uzwojenia i C34 po drugiej stronie. Dla polaryzacji bramki Q10, głównego celu istnienia uzwojenia 5–6, ten zabieg jest bezbolesny, gdyż składową stałą i tak blokuje kondensator C33.

Na tym nie koniec zadań pełnionych przez dodatkowe uzwojenie 5–6. Otóż w każdym cyklu kluczowania należy zadbać o odbudowę ładunku na C33. W przeciwnym razie układ nie popracuje długo, nawet gdyby odbiorcą prądu (C33) była tylko ogromna impedancja wejściowa bramki tranzystora polowego. To zadanie wykona uzwojenie 5–6 w fazie wyłączenia klucza, we współpracy z diodą Zenera D23, tym razem na jej kolanie diody zwykłej w kierunku jej przewodzenia.

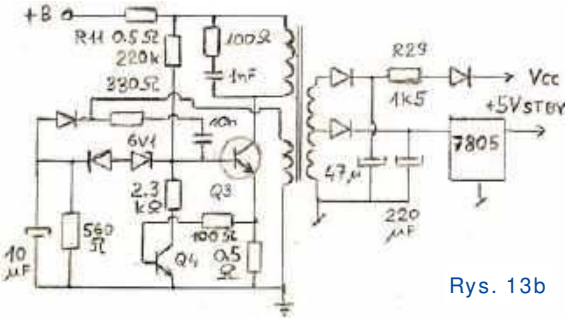
Mamy tu trzy funkcje jednej małej diody. Trzy, bo trzecią jest ograniczenie potencjału ujemnego bramki MOSFET-a w fazie t_{OFF}, czyli jego wyłączenia. Genialne są układy, gdzie mało jest elementów, a dużo myśli technicznej!

Do kompletu opisu działania tej przetworniczki należy jeszcze wspomnieć o gasiku *snubber*, obowiązkowym w każdej przetwornicy flyback. To obwód R40-C22-D21.

Przetwornica standby ze schematu nr 2

Nie zalecamy analizy tego fragmentu wprost ze schematu nr 2. Można się zastanawiać, analizować, a zawiera on błędy, co niestety nie jest rzadkością. Błędów jest sporo, mimo to nie zniechęcamy się! Praktyka pokazuje, że często trzeba się wspomagać schematem z błędami, schematem podobnym, a nawet radzić sobie zupełnie bez niego. Autor przerysował schemat z niezbędnymi poprawkami, aby go uzdrowić. Należało obrócić diody D6 i D7, a także kondensator elektrolityczny C11. Kondensator C9 trzeba odciąć od kolektora i podłączyć do bazy Q3. Taką wersję mamy na **rysunku 13b**. Na początek jednak kilka uwag charakteryzujących tego typu rozwiązania.

Tutaj elementem kluczującym jest wysokonapięciowy tranzystor bipolarny. Brak jest sprzężenia z zimnej strony zasilacza. Układ kontroluje pomocnicze napięcie po stronie gorącej. Zaoszczędzono transoptor, lecz stabilizacja jest zdecydowanie gorsza. Nie wystarczy, aby wprost z uzwojenia wtórnego transformatora wytworzyć napięcie *+5Vstandby*. Wyjściowe napięcie przetwornicy jest tu nieco wyższe, a stabilizacji dokona liniowy postregulator 7805. Wtedy wypadkowa stabilizacja jest jeszcze lepsza, ale ucierpi sprawność. Pod względem pomysłowości i prostoty po stronie gorącej układ może konkurować z omówionym w poprzednim punkcie. Sama idea, bo cóż tu nowego wymyślać – jest podobna. Przetwornice z tranzystorem bipolarnym i postregulatorem liniowym były charakterystyczne dla pierwszych zasilaczy do komputerów ATX. Były one dość awaryjne, a zmorą była jedna kwestia: Wzmocnienie prądowe (β) wysokonapięciowego tranzystora bipolarnego jest niewielkie, z reguły kilka, dobrze, gdy kilkanaście.



Rys. 13b

eprasa.pl 4d63438b09

Zatem prądy bazy muszą być duże. I tak naprawdę to jedynie ta cecha wskazuje na wyższość MOSFET-ów. W tych, już historycznych, rozwiązaniach przetwornic *standby* stosowano w obwodzie bazy szeregowy kondensator elektrolityczny. Specyfika układu była zaś taka, że gdy tracił on pojemność, wtedy przetwornica podwyższała napięcie wyjściowe. Sytuacji nie ratował nawet postregulator liniowy. W najlepszym przypadku to on się przegrzał i uszkodził. Choć zwykle spustoszenia robiło drugie napięcie niebuforowane postregulatorem. Równocześnie po stronie pierwotnej dochodziło niemal do wypalenia płytki, a zasilacz kończył żywot w momencie uszkodzenia klucza – wysokonapięciowego BJT.

Przyjrzyjmy się jednak bliżej, co mamy na schemacie – rysunku 13b. Tu też widzimy jeden elektrolit. Co prawda, nie w bazie klucza, ale wraz z utratą jego pojemności należy się spodziewać podobnych efektów. W tym przypadku układ nie rozpozna poprawnie pomocniczego napięcia, w oparciu o które ma stabilizować U_{WY}. U_{WY} będzie wyższe i wkrótce nastąpi katastrofa. Wygląda na to, że faktycznie nie da się zaprojektować przetwornicy z tranzystorem bipolarnym, nie wykorzystując kondensatora elektrolitycznego. Ściślej, kondensatora dużej pojemności, co najmniej kilku mikrofaradów. Bo oczywiście, jeśli nie baczyć na gabaryty, nie musi to być elektrolit.

Czas przyjrzeć się układowi z rysunku 13b. Dodatnie sprzężenie zwrotne, polaryzacja bazy Q3 włączająca tranzystor, pochodzi oczywiście... z uzwojenia dodatkowego. Wątpliwa jest także wartość tego kondensatora. Na schemacie podano 10nF, lecz lepiej, gdyby był on większy. Może to zresztą być kolejny błąd na schemacie. Kondensator ten przepięliśmy z kolektora (schemat) do bazy (rysunek 13b). Oprócz tego przydałaby się dioda zwrotna między emiter a bazę (lub masę i bazę Q3), ułatwiająca pracę obwodowi odbudowy ładunku na C9. Ale układ może bez tego działać ze względu na zwrotne przebicie złącza baza-emiter Q3. Na to się często zezwala. Układ startuje za sprawą prądu rezystora R14. Dalszy proces włączania klucza musi przejąć obwód R16, C9 i uzwojenie dodatkowe. Taki obwód zarówno przyspiesza włączanie, jak i wyłączanie klucza (co jest bardzo ważne ze względu na straty dynamiczne w kluczu). W fazie t_{OFF} dioda D7 rozładowuje C11 do napięcia ujemnego. W tej fazie napięcie na uzwojeniu dodatkowym jest proporcjonalne do uzwojeń wtórnych. Zatem napięcie na C11 odzwierciedla wartość napięć wtórnych. Można krótko uzasadnić, iż to cecha konfiguracji *flyback*. Ujemne napięcie na C11 należy widzieć względem progu diody Zenera Z1, a D6 jest dodana, aby zniwelować kolano diody Zenera pracującej jako zwykła dioda. Jeśli będzie ono za wysokie, oczywiście przy takim kierunku diody D6 jak na rysunku 13b, nie jak na schemacie nr 2, to przez Z1 popłynie prąd, rozładowując C9, co wpłynie na zmniejszenie prądu bazy Q3. Wcześniej wystąpi moment, w którym tranzystor ten zacznie wychodzić z nasycenia. Proces wyłączania klucza powinien być szybki, a także i tu można liczyć na udział dodatniego sprzężenia zwrotnego. Konsekwencja jest taka, że napięcie na C11 wpłynie na czas włączenia klucza, a więc na współczynnik wypełnienia kluczowania i ilość pompowanej do wyjścia energii. Układ pod względem liczby elementów jest prosty, a pętla regulacji jeszcze prostsza. Jednak takie pośrednie kontrolowanie napięcia wyjściowego, nawet przy ciasno nawiniętym transformatorze, nie może konkurować ze sprzężeniem pobranym ze strony wtórnej. Stosowane jest w wielu prostych ładowarkach, gdzie nie zależy nam na zbytniej stabilności U_{WY}. Albo gdy zastosowany jest postregulator, niekoniecznie liniowy. Przy dobrym projekcie sprawność nie musi być zła. Należy mieć świadomość, iż w takim przypadku stabilizator-postregulator zawiera swoją niezależną pętlę regulacji, np. w samym 7805. Schemat przetworniczki pokazanej na rysunku 13b można widzieć jako jednotranzystorowy, gdyż Q4 nie jest konieczny. Stanowi on ograniczenie prądu klucza i tym samym mocy, jaką może przetwarzać ta prosta przetwornica. O wartości ograniczenia stanowi wartość rezystora w emiterze klucza – R12. I mimo obecności tego rezystora, układ pozbawiony jest cech trybu prądowego *current mode*, na co trzeba zwrócić uwagę, badając rozwiązania z **rysunków** 13a oraz 13c, który będzie analizowany w następnym odcinku. Analizując przetwornicę omawianą w tym punkcie, nie można przegapić jeszcze jednego szczegółu: bardzo prosty gasik przepięć na kolektorze klucza. Jedynie RC, podobnie do rozwiązań, jakie stosuje się na wyjściowych diodach. W układach małej mocy, przy założeniu dobrze wykonanego transformatora, tak prosty obwód zdaje egzamin. Można jeszcze zapytać, po co rezystor R11? To po prostu bezpiecznik – rezystor bezpiecznikowy.

W następnej części artykułu przeanalizujemy jeszcze jeden zasilacz *standby* z zasilacza PC, wgłębiając się w oscylogramy zdjęte z jego pracy.

Karol Świerc
rtv@silnet.pl

R E K L A M A

AVTMOD06 Uniwersalny moduł portów I/O na USB
- 8 programowanych linii we/wy
- możliwość łatwego dołączenia elementów wykonawczych (np. przekaźników)
- operacje na liniach I/O przebiegają z wykorzystaniem komend ASCII
- dołączona aplikacja dla Windows
- zasilanie z portu USB

KITy AVT
Znajdź nas na

eprasa.pl 4d63438b09

Wzmacniacze klasy D

część 9

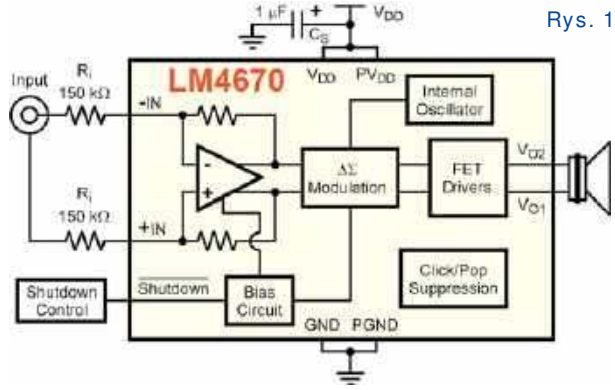
Zgodnie z zapowiedzią mamy krótko omówić praktyczne realizacje wzmacniaczy klasy D z modulatorem sigma-delta.

Sigma-delta w klasie D

Co ciekawe, scalone wzmacniacze z modulatorem sigma-delta wcale nie są wynalazkami z ostatnich kilku lat. Starszymi przykładami wzmacniaczy klasy D o modulacji PDM (dokładniej sigma-delta) mogą być kostki LM4670 i AD1992. Wzmacniacz LM4670 o mocy wyjściowej do 3 watów zawiera w stopniu wyjściowym małe, szybkie MOSFET-y o krótkich czasach przełączania około 16 nanosekund, a impulsy PDM mają czas trwania 350ns, co daje częstotliwość taktowania prawie 3MHz – ponad 100 razy większą niż górna granica pasma akustycznego. Układ aplikacyjny i wewnętrzny schemat blokowy pokazany na **rysunku 1** jest wzięty z karty katalogowej z roku 2004.

Z kolei kostka AD1992 o mocy wyjściowej 2×10W i schemacie pokazanym na **rysunku 2** (z karty katalogowej datowanej na rok 2006) taktowana jest sygnałem około 12MHz, ale wygląda na to, że wyjściowe impulsy PDM są wytwarzane za pomocą sygnału zegarowego 6MHz.

Rys. 1



W pochodzącym z tego samego okresu bardzo podobnym wzmacniaczu AD1994 (2×25W, 1×50W), dziś już też przestarzałym i nieprodukowanym, zastosowano modulator sigma-delta aż siódmego rzędu, co jak wiadomo, jest korzystne z uwagi na szumy i zniekształcenia, ale wiąże się z ryzykiem niestabilności. Modulator siódmego rzędu pracuje, gdy modulacja nie przekracza 90%. Aby zapobiec oscylacjom, przy najsilniejszych sygnałach modulator zostaje przełączony z trybu siódmego rzędu do trybu drugiego rzędu, a wtedy jest bezwzględnie stabilny i nawet w szczytach sygnału zapewnia przyzwoite właściwości. Zastosowane rozwiązania, w tym obwód sprzężenia zwrotnego, dbają o to, żeby pomimo kłopotów z wytworzeniem króciutkich impulsów o regularnych parametrach i stromych zboczach, uzyskiwane parametry audio były bardzo dobre.

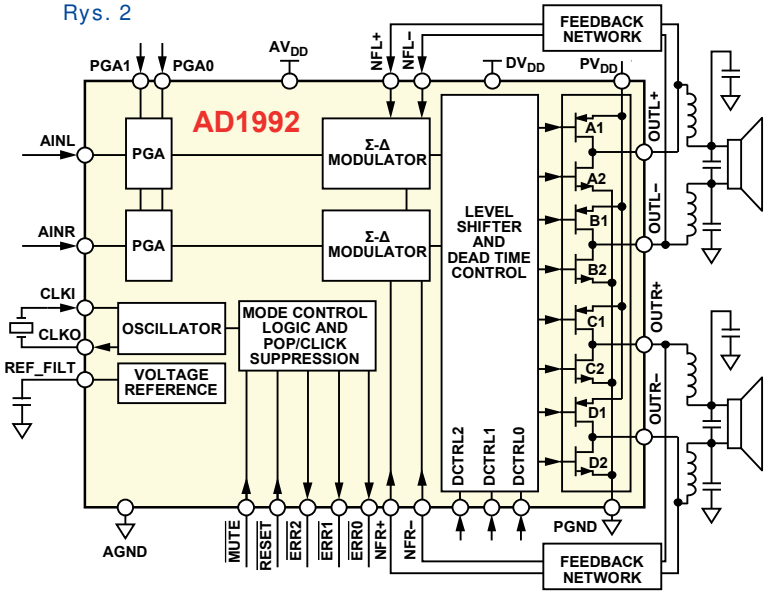
Powszechnie wiadomo, że problemy z bardzo szybkim przełączaniem poważnie rosną we wzmacniaczach większej mocy, z większymi MOSFET-ami mocy o większej pojemności wejściowej i o dłuższych czasach przełączania. Dlatego po pierwsze trudno znaleźć wzmacniacz dużej mocy klasy D o modulacji PDM, a po drugie nawet wzmacniacze PDM małej mocy nie wyparły wzmacniaczy z modulacją PWM. W ofercie Analog Devices: ***www.analog.com/en/products/audio-video/audio-amplifiers/class-d-audio-amplifiers.html*** w chwili pisania artykułu można znaleźć szereg wzmacniaczy mocy klasy D z modulatorem sigma-delta, większość o mocach do 3W, a najsilniejsze wersje (dwukanałowe SSM3582 i SSM3582A) mają moc do 32W na kanał. Większość najnowszych nie ma wejścia analogowego, tylko cyfrowe – tym wątkiem zajmiemy się oddzielnie.

Rysunek 3 pokazuje układ aplikacyjny kostki SSM3302 o mocy 2×10W z klasycznym analogowym wejściem różnicowym w konfiguracji mono (1×20W).

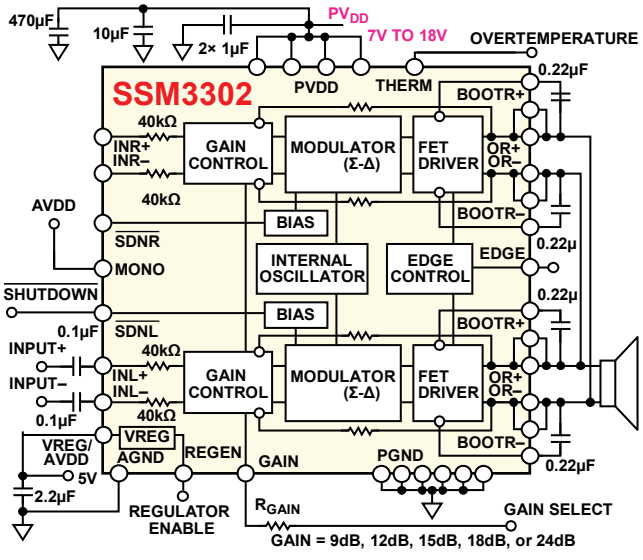
W następnym odcinku zajmiemy się wzmacniaczami, które na wyjściu mogą mieć więcej niż dwa stany.

Piotr Górecki

Rys. 2



Rys. 3



eprasa.pl 4d63438b09

Szkoła Konstruktorów

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

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

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

Potwierdzam otrzymanie rozwiązań, nadsyłanych e-mailem. Jeśli w terminie dwóch tygodni nie otrzymasz mojego potwierdzenia, prześlij rozwiązanie jeszcze raz (o przyczynach ewentualnych kłopotów przeczytasz na początku rubryki *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: *Szko296Kowalski, Policz296Zielinski, NieGra296Malinowski, Jak10Krzyzanowski*. 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 wystarczą 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*.

eprasa.pl 4d63438b09

Zadanie główne 296

Tak się przypadkiem złożyło, że zadanie 296 można też potraktować jako dalszą część zadania 295. Ale od początku. Otóż **Krzysztof Jochym** ze Zgorzelca niedawno napisał tak:

Witam. Z racji planów budowy zbiornika na wodę deszczową jako indywidualnego rozwiązania pod mój dom oraz chęci wykorzystania wody do podlewania ogrodu jako bufor do wody sieciowej, mam pomysł na zadanie do Szkoły Konstruktorów. ***Zaproponuj układ pomiaru poziomu wody w zbiorniku ogrodowym****. Realizacje można wykonać od najprostszego układu kilkupoziomowego pomiaru do bardzo precyzyjnego układu pomiarowego, na podstawie którego będzie można określić chwilową wartość opadów na podstawie przyrostu poziomu. A może przepływu w rurze? Podstawowym zadaniem układu będzie zabezpieczenie przed przepełnieniem zbiornika i suchobiegiem pompy, jednak precyzyjny pomiar będzie po prostu fajnie wyglądał.*

Propozycja dotyczy pomiaru poziomu wody w zbiorniku ogrodowym, ale warto ją rozszerzyć. W życiu codziennym występują różne sytuacje, gdy warto byłoby kontrolować poziom wody.

Ja sam mogę przytoczyć dwa dalsze przykłady. Pierwszy to umieszczony w dużej przyczepie campingowej plastikowy zbiornik o pojemności ponad 100 litrów, który trzeba okresowo napełniać. Wody zabraknie, gdy zostaje odkręcony kran, wtedy pompka (12V z regulatorem ciśnieniowym) włącza się na stałe, ale wody już nie ma. Zbiornik jest półprzezroczysty i widać poziom wody, gdy się z boku zaświeci latarką. Problem w tym, że jest on umieszczony pod łóżkiem. Dobrze byłoby mieć sygnalizację, że wody zostało niewiele, a jeszcze lepiej dodatkową podczas napełniania (za pomocą zewnętrznego węża), że zbiornik jest prawie pełny.

Drugi przykład: przed miesiącem zadanie 295 zaproponowane przez Andrzeja z Poznania dotyczyło wanny na tarasie. Przyznam się, że pomysł Andrzeja bardzo mi się spodobał i ja aktualnie właśnie taką wannę buduję. Podstawowe elementy już zrealizowałem, co widać na **fotografii A**. Jak na razie wanna ma pompę i grzałkę, ale jeszcze nie ma żadnej automatyki. Oczywiście grzałka nie może pracować bez wody. Co prawda ma wbudowany wyłącznik termiczny, ale przydałby się też czujnik, a może nawet miernik poziomu wody. Na pewno powinien wyłączać grzałkę przy braku (za małym poziomie) wody, a mógłby też pokazywać ilość wody w wannie (trudne) lub wysokość napełnienia (łatwiejsze).

Oto temat zadania 296:

Zaproponuj elektroniczny sposób pomiaru lub regulacji poziomu wody w dowolnym zbiorniku.

Fot. A

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

W grę wchodzą różne pływaki, ale warto pomyśleć o rozwiązaniach bardziej elektronicznych, wykorzystujący np. ultradźwięki lub zmiany pojemności. I bardzo ważny szczegół: dziś coraz częściej zamiast realizować układ elektroniczny od zera, wykorzystujemy różne gotowe moduły i czujniki. Czy można takowych użyć i w tym zadaniu? Jakich?

Jak zawsze czekam na rozwiązania teoretyczne i praktyczne. Zapraszam do udziału!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

Autorzy propozycji zadań, które zostaną wykorzystane w Szkole, otrzymują jako nagrodę kupon 100zł na zakupy w sklepie AVT:
www.sklep.avt.pl.
Koszty przesyłki pokrywa AVT.
Dobra propozycja nie powinna być ani zbyt trudna, ani zbyt ogólna, ani zbyt wąsko ukierunkowana.
Dobre zadanie Szkoły powinno mieć na tyle szeroki zakres, żeby mogli w nim wziąć udział zarówno doświadczeni elektronicy, jak i początkujący, w tym najmłodsi.
Zachęcam do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

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

Zachęcamy także Ciebie, drogi Czytelniku, żebyś w ramach działu

„Wokół Arduino”

opublikował swoją realizację projektu lub artykułu związanego z platformą Arduino.

Chętnie zaprezentujemy na łamach EdW Twój własny projekt albo Twoją realizację projektu z Internetu, wykorzystującego dowolne moduły lub moduły rozszerzeń Arduino, a także wartościowe artykuły, pokazujące rozmaite aspekty korzystania z tej interesującej platformy.
Bliższe informacje: *www.elportal.pl/arduino*, a w razie pytań i wątpliwości śmiało pisz: *edw@elportal.pl*

eprasa.pl 4d63438b09

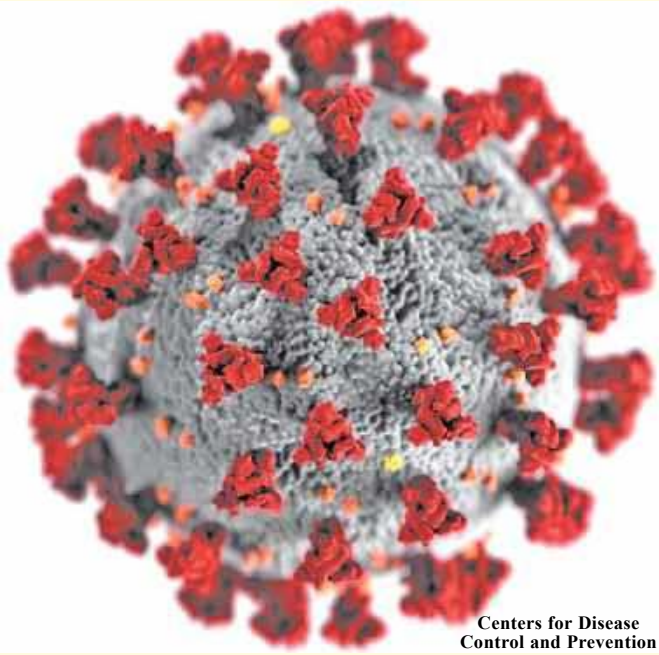
Rozwiązanie zadania głównego 291

Temat majowego zadania 291 brzmiał: ***Zaproponuj układ elektroniczny związany z koronawirusem lub z szeroko pojętą ochroną zdrowia, z profilaktyką prozdrowotną.***

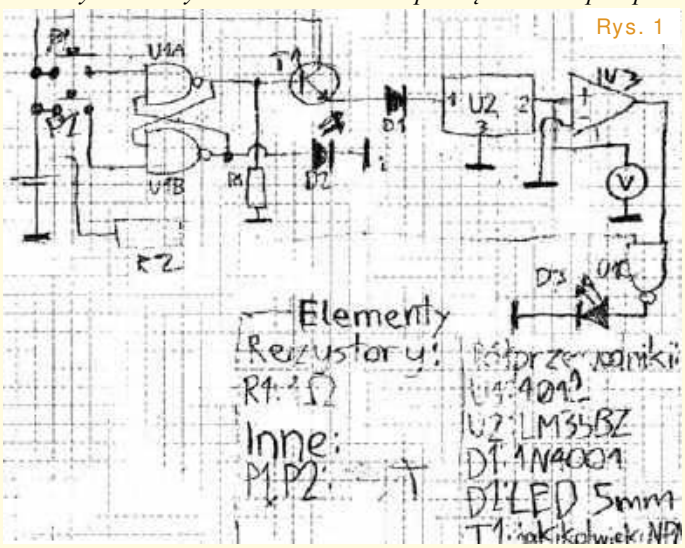
Zadanie wzbudziło duże zainteresowanie. Oto przegląd nadesłanych prac.

14-letni **Michał Lis** z Gdyni zaczął tak: *Dzień dobry. (...) Dosyć długo myślałem nad tym, co zrobić, aż w końcu doszedłem do wniosku, że zaprojektuję układ elektronicznego termometru cielesnego, który oprócz pokazywania temperatury badanej osoby dodatkowo pokazuje, czy dana osoba ma gorączkę, poprzez zaświecenie LED. Przepraszam za wszystkie błędy w schemacie i liście, schemat wysłany jest w ostatniej chwili i został wymyślony w ciągu ok. 30 minut. (...)*

W drugim e-mailu napisał: *Dzień dobry, ok. dwa tygodnie temu wysłałem swoje rozwiązanie do Szkoły Konstruktorów 291. (...) wysyłam sprostowanie. Niestety, gdy popatrzyłem na schemat, okazało się, że nie ma on prawa działać i popełniłem wiele błędów (m.in. ustawienie zbyt niskiego kontrastu przy skanowaniu, co powoduje, że nie widać niektórych części schematu a także kawałków listy elementów). Od czasu kiedy dotarł do mnie numer 5/2020, zaprojektowałem 3 układy (z których jeden zrealizowałem) związane z wirusem. Uznałem jednak, że ich konstruowanie nie ma sensu, gdyż funkcje wykonywane przez nie można było o wiele łatwiej wykonać ręcznie. Wtedy do końca terminu zostało już tylko 7 dni. Myślałem o tym, jaki układ mógłbym zaprojektować, który rzeczywiście by się do czegoś przydał, a nie był tylko bezsensownym gadżetem. W końcu wpadłem na pomysł, żeby zaprojektować elektroniczny termometr. Gdy na to wpadłem, do końca terminu zostały 4 dni. Chciałem wieczorem tego dnia zacząć pracę nad schematem, ale gdy już nadszedł wieczór, byłem tak zmęczony, że zasnąłem. Przez następne 2 dni nie pamiętałem o zadaniu 291 i przypomniałem sobie o nim dopiero ok. godz. 22. Miałem wtedy niecałe dwie godziny na zaprojektowanie układu i narysowanie schematu. Ukończyłem schemat kilka minut przed terminem, szybko go zeskanowałem, nie zwracając uwagi na to, czy zeskanowany obraz jest wyraźny, a przede wszystkim czy taki obwód rzeczywiście by działał. Jak teraz patrzę na to z perspektywy czasu, to myślę, że lepiej byłoby wysłać któryś z tych „bezsensownych gadżetów", które przynajmniej działały. Chciałbym więc przeprosić za niepotrzebne marnowanie czasu redaktora.*



Centers for Disease Control and Prevention



Rys. 1

Wspomniany, mocno niedoskonały schemat pokazany jest na **rysunku 1**. Oczywiście taki układ nie spełniłby przewidzianej funkcji. Biorąc jednak pod uwagę wiek Autora, należy mu się pochwała za próby rozwiązania zadania! W dość długiej już historii EdW mieliśmy wiele przykładów kilkunastolatków, którzy zaczynali podobnie, od nieudanych prób, a z czasem ich wysiłki dawały coraz lepsze rezultaty. Tego samego życzę Michałowi, a na razie dla zachęty przyznaję punkty i kupon do sklepu AVT.

Dominik Badura z Ustronia napisał: *Szanowna Redakcjo, (...) Czasami najlepszą formą obrony jest... atak. Układ zaproponowany w niniejszej publikacji to urządzenie, które wykonać może nawet średnio zaawansowany elektronik –mówiąc wprost amator. Sercem oraz najważniejszym elementem i co za tym idzie najdroższym, tego urządzenia jest lampa UV-C. Charakteryzuje się długością fali rzędu 100–280nm, ponadto ultrafiolet typu C ma właściwości bakterio- oraz wirusobójcze. Żarówka (lampa) im dłuższa, tym lepiej, a dlaczego, to zaraz wyjaśnię. Do lampy tej trzeba przytwierdzić przewód zasilający, np. poprzez lutowanie lub kostki WAGO, a następnie umieścić w polimerowej rurze np. z PVC stosowanej do kanalizacji. Na obu końcach należy przytwierdzić wentylatory (mogą być ze starych zasilaczy komputerowych ATX) w taki sposób, aby jeden wdmuchiwał (zasysał) powietrze wewnątrz rury, a drugi wentylator na przeciwnym końcu, aby wydmuchiwał*

Dominik Badura

eprasa.pl 4d63438b09

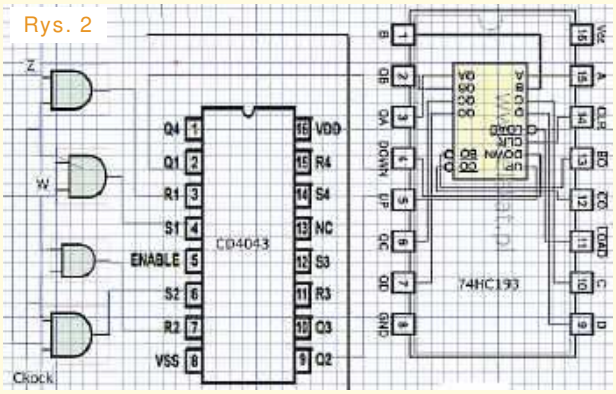
powietrze z wnętrza rury. Oczywiście tak podłączony układ już działa, można oczywiście się pokusić o niezależną regulację obrotów tych wentylatorów, stosując np. układ AVT 478, lub jakiś inny całkiem prosty na jednym tranzystorze. Wspominając poprzednie zdanie, im dłuższa lampa, tym lepiej, ponieważ droga, przez którą potencjalny koronawirus będzie się przemieszczał, będzie dłuższa, a więc tym dłużej będzie on narażony na napromieniowanie i destrukcję. Układ można rozbudować, np. dodając funkcję ozonatora, lecz zbyt długie ozonowanie pomieszczenia oddziałuje niekorzystnie na zdrowie. Oczywiście można również wykonać bezprzewodowe urządzenie, które można zabierać do samochodu, garażu itp., lecz układ taki należy już skomplikować poprzez dodanie przetwornicy dla lampy. Można oczywiście kupić gotową, zrobić (mało opłacalne) lub pozyskać z elektrośmieci, np. ze świetlówki kompaktowej – zawierają w sobie przetwornicę 12VDC/230VAC. Niewątpliwą zaletą takiego układu jest jego prostota oraz fakt, że działa. Wiele szpitali oraz miejsc szczególnie narażonych na kontakt z bakteriami, wirusami, a nawet grzybami, stosuje podobnego typu rozwiązania, lecz są one relatywnie drogie, a można to wykonać samemu. Oczywiście kieruję ostrzeżenie, że mamy tutaj do czynienia z napięciem z sieci 230VAC 50Hz, więc należy uważać podczas podłączania. Jak podają źródła wiedzy: promieniowanie UV-C, a także UV-B, może prowadzić do uszkodzenia łańcuchów DNA, w wyniku czego dochodzi do mutacji. W warunkach prawidłowych większość uszkodzeń DNA jest usuwana przez systemy naprawcze. Osoby obarczone wadami tych systemów naprawy bardzo często chorują na nowotwory skóry. Parafrazując to zdanie: nie można patrzeć na taką lampę bez specjalnych okularów ani mieć z nią bezpośredniego kontaktu. Zaleca się, by to urządzenie pracowało maksymalnie parę godzin dziennie, bo jałowe, pozbawione wszelkiego życia powietrze też nie jest wskazane. Urządzenia takie są komercyjnie dostępne w wysokich cenach, dlatego nie wiem, czy mogę napisać, że oświadczam, że nigdzie to nie występuje, może raczej, że w tej formie nigdzie to nie występuje. Pozdrawiam,

Za tę teoretyczną propozycję przydzielam punkty i nagrodę. Wykorzystanie promieniowania UV to bardzo interesujące, godne uwagi rozwiązanie. Może znaleźć także inne zastosowania, nie tylko do walki z koronawirusem. Tym bardziej że obecnie dostępne są diody LED wytwarzające promieniowanie UV, także to krótkofalowe. Jest tylko kwestia bezpieczeństwa. Odmiany promieniowania UV o krótszej długości fali (UVB, a zwłaszcza UVC) są oczywiście niewidoczne, ale mają dużą energię i są bardzo niebezpieczne także dla człowieka. Dlatego ***na pewno eksperymentów z promieniowaniem UVB, UVC nie powinny przeprowadzać osoby niedoświadczone i młode***. A i bardziej doświadczeni powinni zachować daleko posuniętą ostrożność.

Jacek Konieczny z Poznania napisał: *(...) Moją propozycją jest układ zliczający liczbę osób w zamkniętym pomieszczeniu (np. w sklepie, w pojeździe komunikacji miejskiej lub w kościele). Skorzystałem z (...) sugestii i schemat proponowanego układu sporządziłem za pomocą programu Inkscape. W przysłanych przez Pana Redaktora szablonach nie było interesujących mnie układów scalonych, ale wpadłem na pomysł, aby poszukać tych układów na stronach WWW, które zawierają tzw. datasheet (tego rodzaju strony zazwyczaj pokazują schemat aplikacyjny omawianego układu). Jak widać na załączonym schemacie [**rysunek 2**], nie do końca opanowałem „synchronizowanie" zastosowanych bramek AND z węzłami siatki. Zatem sporo jeszcze przede mną. Pozdrawiam*

W drugim e-mailu dodał: *(...) wczoraj przesłałem propozycję rozwiązania (...) Niestety dopiero po wysłaniu zorientowałem się, że zaproponowane przeze mnie rozwiązanie zawiera dość istotny błąd dotyczący zasady jego*

Rys. 2



NOWA FIZYKA

Wszelkie możliwe zmiany, które chcielibyśmy wprowadzić Modelu Standardowego fizyki lub ogólnej teorii względności, naszych dwu najlepszych, choć niekompatybilnych ze sobą, teorii opisujących Wszechświat, są już bardzo ograniczone. A mówiąc inaczej – nie da się wiele zmienić, nie podważając całości. Fizycy jednak bardzo chcą podważyć całość. Raz po raz w badaniach i eksperymentach osiągają wyniki i obserwują zjawiska nie dające się wyjaśnić na gruncie znanych nam modeli. Problem w tym, że gdy się chce rewolucjonizować fizykę, ciężar dowodu jest ogromny. Nic dziwnego, że nikomu się jeszcze nie udało. Próby jednak nie ustają…

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

REKLAMA

eprasa.pl 4d63438b09

działania. Układ zbudowany według wczorajszej propozycji po prostu nie działałby, tzn. niczego nie zliczałby, ponieważ zaraz po nadejściu impulsu zwiększającego stan licznika nadchodziłby impuls drugi, zmniejszający jego stan. Tym razem przesyłam rozwiązanie poprawione, w którym zamiast pary przerzutników bistabilnych RS stosuję parę przerzutników monostabilnych. Pozdrawiam

Ten drugi, zmieniony schemat oraz opis działania można znaleźć w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW. Oto początek tego opisu: *Osoba wchodząca do pomieszczenia przechodzi przez dwie bramki fotoelektryczne lub popycha kolejno dwie uchylne barierki. Ta, przez którą przechodzi wpierw, nazywa się bramką lub barierką „zewnętrzną". Ta, przez którą przechodzi w drugiej kolejności, nazywa się bramką lub barierką „wewnętrzną". Sygnał z bramki „zewnętrznej" uruchamia przerzutnik monostabilny (...)*

Zainteresowani mogą przeanalizować szczegóły samodzielnie. A jeżeli chodzi o rysowanie schematów, to być może rysunek 2 nie wygląda zbyt zachęcająco, niemniej jest to pierwsza, bardzo nietypowa próba wykorzystania darmowego programu Inkscape. W roku 2012 w EdW przedstawiliśmy dwuczęściowy artykuł i udostępniliśmy stosowne biblioteki. Zastosowanie kolorowych pomocniczych podkładek oraz właściwe ustawienie rastra – siatki powoduje, że elementy schematu wręcz wskakują na swoje miejsca i nie ma problemów z dopasowaniem i skalą. Komplet materiałów cały czas dostępny jest w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do numeru 7/2012, spakowany w pliku **201207_Inkscape.zip**. Obecnie dostępna jest już dojrzała wersja 1.0 Inkscape, więc może byłaby dobra okazja, żeby odświeżyć temat? Co o tym sądzicie?

Czytelnik podpisujący się **Circuit Chaos** napisał: *(...) Mój pomysł polega na wykonaniu urządzenia, które pomogłoby niedosłyszącym kierowcom zorientować się, że muszą ustąpić drogę karetce pogotowia lub innemu pojazdowi uprzywilejowanemu.*

Pojazd uprzywilejowany emituje sygnały świetlne i jeden z kilku rodzajów sygnału dźwiękowego. Z informacji w Internecie można się dowiedzieć o planach wyposażenia karetek w nadajnik sygnału radiowego (https://sopot.naszemiasto.pl/o-nadjezdzajacej-karetce-kierowcy-dowiedza-sie-z-radia/ar/c4-5082491), ale z tego, co wiem, pomysł nie został jeszcze wdrożony, nie wiem też, jak dokładnie miałby działać. Czy szerokopasmowa emisja w każdym z kanałów FM, a może jeden kanał, ale z TP (RDS)?

Proponowane przeze mnie urządzenie w najprostszej postaci mogłoby mieć mikrofon zamontowany na zewnątrz pojazdu i reagować na ton karetki pogotowia. Można byłoby go zrealizować przez szereg filtrów środkowoprzepustowych, wykrywaczy tonów na układach LM567 lub programowo, za pomocą algorytmów DSP. Po wykryciu sekwencji tonów o określonych zakresach częstotliwości i następujących po sobie w danym oknie czasowym, urządzenie mogłoby po prostu sygnalizować obecność karetki.

Istnieją urządzenia, które wykrywają sygnały karetek i automatycznie otwierają szlabany, ale po pierwsze, działają tylko z bliskiej odległości (choć może można to skalibrować lub wzmocnić sygnał), a po drugie ich cena wydaje mi się mocno zawyżona (ok. 3000 zł).

Rozbudowując ten pomysł i, niestety oddalając się od elektroniki, można pomyśleć o urządzeniu, które zbierałoby sygnały z kilku mikrofonów (np. 4 w każdym rogu pojazdu) i wykorzystywało wszelkie dostępne informacje do oszacowania położenia karetki. W najprostszej wersji mogłoby to być nawet Raspberry Pi z odpowiednią kartą dźwiękową. Cała magia działaby się w oprogramowaniu.

Po odfiltrowaniu echa i odbić, odległość karetki mogłaby być oszacowana na podstawie różnic w amplitudach sygnałów, bazując na fakcie, że im bliższa karetka, tym większa różnica amplitud między mikrofonami.

Położenie karetki w przestrzeni mogłoby być szacowane na podstawie różnicy faz pomiędzy poszczególnymi sygnałami, osobno dla osi poziomej i pionowej. Im różnica większa, tym kąt między karetką a linią poprowadzoną między czujnikami mniejszy, do tego wyprzedzenie lub opóźnienie fazy dałyby informację o kierunku.

Prędkość karetki oraz fakt jej oddalania się lub przybliżania mogłyby być szacowane z efektu Dopplera.

Odrębną kwestią jest prezentacja takich danych. Widziałbym tu ekran podobny do radarowego, pokazujący położenie karetki w odniesieniu do naszego pojazdu. Można też wykorzystać kolory, a nawet głośny dźwięk (na tyle głośny, żeby osoba niedosłysząca go usłyszała), którego częstotliwość lub wypełnienie zależałyby od obliczonej odległości od karetki.

Zdaję sobie sprawę ze skomplikowania takiego urządzenia, z ilości badań i eksperymentów, jakie należałoby wykonać w świecie rzeczywistym (biorąc pod uwagę przeszkody w postaci innych samochodów, odbicia od budynków, itd.) oraz z wiedzy na temat cyfrowego przetwarzania sygnałów (a może nawet z sieci neuronowych?), której mi brakuje, dlatego nawet nie podejmuję się [praktycznego] podejścia do tego tematu, ale na pewno jest to jakiś pomysł do rozwinięcia lub uproszczenia. Pozdrawiam.

Temat analizy dźwięków jest ogromnie interesujący! Względnie łatwa, zwłaszcza przy wykorzystaniu gotowych algorytmów DSP, jest analiza składu widmowego. Znacznie bardziej fascynująca, ale zdecydowanie trudniejsza, jest próba określenia położenia oraz kierunku poruszania się źródła dźwięku. Do takich celów wykorzystywane są zestawy jednakowych mikrofonów (*microphone array*). Poszczególne mikrofony w zestawie są umieszczone na wyznaczonych pozycjach w określonych odległościach. Analiza polega przede wszystkim na badaniu zależności fazowych. Różnice faz dają zdecydowanie bardziej miarodajne informacje niż różnice amplitud sygnału uzyskiwanego z mikrofonów. Od dawna duże zainteresowanie wzbudzają informacje o wojskowych auto-

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice	92	**Michał Pędzimąż** Stara Słupia	48	**Circuit Chaos** Warszawa	22
Daniel Turbasa Kraków	88	**Łukasz Olszok** Tarnowskie Góry	45	**Roman Braumberger** Bytom	21
Łukasz Dachowski Cymbark	72	**Krzysztof Kawa** Lubcza	44	**Jakub Gajda** Kraków	20
Artur Bereit Barcin	69	**Dawid Placha** Rdzawa	44	**Rafał Orodziński** Białystok	19
Aleksander Bernaczek Magnuszowice	69	**Szymon Czepiel** Pisarzowice	43	**Marian Caruk** Lubań	17
Szymon Trygar Szczecin	66	**Adam Ples** Jaworzno	43	**Łukasz Kojro** Gdańsk	15
Krzysztof Smoliński Poznań	66	**Piotr Gajdosz** Grybów	41	**Jacek Rączka** Połomia	14
Radosław Smalec Zabrze	64	**Rafał Rówiak** Słaboszów	40	**Marcin Malich** Wodzisław Śl.	13
Robert Szolc Bytom	58	**Maciej Zieliński** Kraków	37	**Paweł Sablik** Pisarzowice	13
Andrzej Herbut Siekierczyn	52	**Tomasz Zaorski** Kalinówka	34	**Piotr Wyderski** Wrocław	13
Paweł Hoffmann Wrocław	51	**Łukasz Nowak** Warszawa	33	**Michał Zięba** Poznań	13
Adam Sobczyk Warszawa	50	**Teodor Woźniak** Łódź	29	**Andrzej Adamczyk** Ostrowiec Św.	11
Sebastian Jarmosiewicz Motwica	50	**Jarosław Węgliński** Warszawa	28	**Jacek Konieczny** Poznań	11
Michał Stach Kamionka	49	**Marian Gabrowski** Polkowice	23	**Piotr Świerczek** Bielsko-Biała	11

eprasa.pl 4d63438b09

matycznych systemach precyzyjnej lokalizacji źródła wystrzału właśnie z wykorzystaniem zestawu mikrofonów. Niestety, szczegóły są bardzo trudne. Szczegóły realizacji systemów wojskowych są oczywiście niedostępne, niemniej w Internecie można znaleźć sporo opracowań naukowych na ten fascynujący temat.

Dla hobbystów interesująca jest znacznie prostsza możliwość wykorzystania zależności fazowych w zestawie jednakowych mikrofonów. Otóż stosując wiele odpowiednio rozmieszczonych tanich mikrofonów, np. elektretowych, można uzyskać mikrofon kierunkowy o bardzo wąskiej charakterystyce przestrzennej i bardzo małych szumach. Informacji o takich kierunkowych mikrofonach można szukać na stronach internetowych poświęconych podsłuchiwaniu... odgłosów przyrody, przede wszystkim ptaków. Choć ma to znikomy (lub żaden) związek z tematem zadania 291, zachęcam do zainteresowania się tematem wykorzystania zestawów jednakowych mikrofonów (*microphone array*). Możliwości wykorzystania są różnorodne – ja zainteresowałem się nimi kilka lat temu właśnie w związku z próbami podsłuchiwania śpiewu ptaków i innych odgłosów przyrody.

Wracamy do zadania 291. **Łukasz Nowak** z Gdańska przedstawił takie oto rozwiązanie: *(...) przesyłam (...) układ elektroniczny związany z koronawirusem i z szeroko pojętą ochroną zdrowia – jest to* ***projekt prostego, analogowego stetoskopu elektronicznego*** *wykorzystującego dysk piezo jako mikrofon kontaktowy. W załączniku przesyłam schemat i zdjęcie przykładowych, zrealizowanych układów. Przetwornik piezo dołączony jest do niskoszumowego wzmacniacza operacyjnego, za którym znajduje się filtr dolnoprzepustowy, układ regulacji głośności Bandaxalla oraz wzmacniacz słuchawkowy. Układ zasilany jest z baterii 9 V. Zastosowany dysk PZT jest bardzo czuły w swojej funkcji mikrofonu kontaktowego – jako ciekawostkę można wspomnieć, iż podobne rozwiązania można spotkać w niektórych komercyjnych stetoskopach elektronicznych z górnej półki. Ponieważ energia akustyczna sygnałów osłuchowych skoncentrowana jest w zakresie niskich częstotliwości (tj. do około 200–400 Hz), należy dostosować odpowiednio charakterystykę układu. Przede wszystkim rezystor R1, tworzący z pojemnością przetwornika filtr górnoprzepustowy musi mieć odpowiednio dużą wartość, aby nie usunąć istotnych składowych z widma. Po drugie, należy ograniczyć pasmo od góry, gdyż wyższe składowe, lepiej wpasowujące się w charakterystykę słuchu, z łatwością zamaskują użyteczny sygnał.*

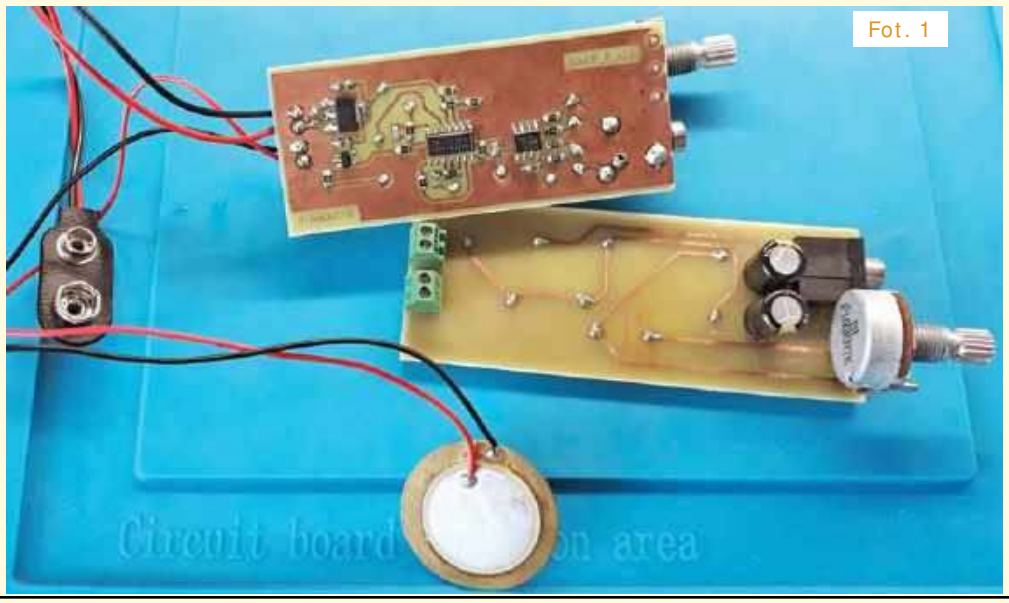
Ze względu na wysoką czułość przetwornika konieczne jest także jego odpowiednie obudowanie – z wytłumieniem wibroakustycznym i izolacją elektryczną od strony z naniesioną ceramiką PZT.

Stetoskop służy do osłuchiwania – jest to element badania fizykalnego pacjenta i prawdopodobnie jedna z najczęściej wykonywanych procedur diagnostycznych. Historia stetoskopów sięga roku 1816, kiedy to opracowane zostało pierwsze tego typu urządzenie w formie wydrążonego drewnianego cylindra. Pierwsze stetoskopy elektroniczne zaprezentowano kilkadziesiąt lat temu, ale do tej pory nie można powiedzieć, aby zdobyły dużą popularność. W placówkach klinicznych wciąż dominują tradycyjne stetoskopy akustyczne. Tym niemniej możliwość elektronicznego wzmocnienia dźwięku często okazuje się bezcenna m.in. dla osób z ubytkami słuchu. Wsłuchiwanie się w odgłosy rozchodzące się wewnątrz ciała może być także bardzo ciekawym i pouczającym doświadczeniem, chociaż prawidłowa diagnostyka na tej podstawie jest sztuką trudną, wymagającą odpowiedniego treningu i praktyki. Objawy osłuchowe towarzyszą też – przynajmniej w niektórych przypadkach – infekcjom powiązanym z koronawirusem, stąd też nawiązanie do tematu zadania. Pozdrawiam!

Publikacja	Nagroda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Krzysztof	Jochym	Zgorzelec	-
-	-	200	Michał	Lis	Gdynia	5
?	U	-	Dominik	Badura	Ustroń	4
-	-	-	Jacek	Konieczny	Poznań	3
?	U	-	Circuit	Chaos	Warszawa	6
-		200	Łukasz	Nowak	Gdańsk	8
P	U	-	Jarosław	Węgliński	Warszawa	7

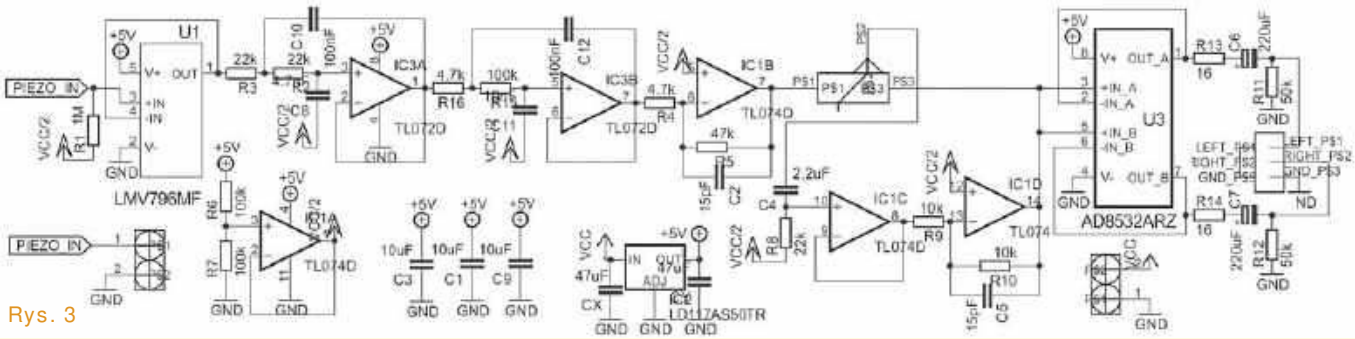
Fotografia 1 pokazuje model, a **rysunek 3** – jego schemat. Przedstawiony przykład niech będzie zachętą do realizacji podobnych układów z różnymi mikrofonami.

Dla mniej zorientowanych krótkie wyjaśnienie: PZT to skrót określający skład materiału: P to plumbum (ang. lead) – ołów, Z to zirconium – cyrkon, T to titanium – tytan. W literaturze są nazywane *lead zirconate titanate*, a dokładniej chodzi o związki o wzorze $Pb[Zr_{(x)}Ti_{(1-x)}]O_3$. PZT to najbardziej popularne, najczęściej wykorzystywane materiały piezoelektryczne. Hobbysta może do podobnych eksperymentów wykorzystać dowolne posiadane krążki/membrany piezo. Jeżeli chodzi o wzmacnianie sygnałów, to przetworniki piezo mają bardzo dużą rezystancję wewnętrzną, więc pierwszy stopień wzmacniacza powinien mieć jak najmniejsze szumy prądowe.



Fot. 1

eprasa.pl 4d63438b09



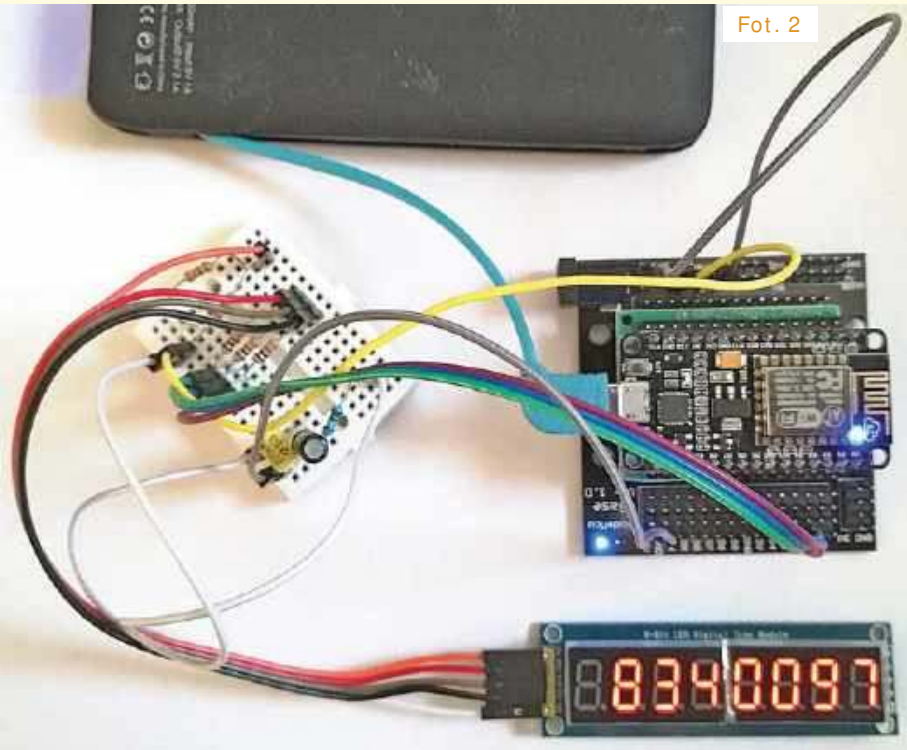
Rys. 3

Czyli najlepiej wzmacniacz operacyjny z wejściami CMOS, ewentualnie JFET. Fatalnym błędem byłoby zastosowanie tak zwanego ultraszumowego wzmacniacza audio, z tranzystorami bipolarnymi na wejściu. Na rysunku 3 na wejściu pracuje wysokiej jakości wzmacniacz CMOS LMV796, który ma nie tylko małą gęstość szumów prądowych, ale i napięciowych. Można też przeprowadzić eksperymenty z innymi mikrofonami, uwzględniając ich rezystancję wewnętrzną.

Jarosław Węgliński z Warszawy zaproponował coś takiego: *(...) Technicznie jest to licznik z wyświetlaczem pobierający dane z Internetu, a logicznie moduł mający wpływać na poprawę samopoczucia oglądających poprzez uzmysławianie im, że stan pandemii to nie tylko zachorowania i zgony, a większość zarażonych dochodzi do zdrowia – co może mieć znaczenie np. w szpitalach czy w przypadku pojawienia się stanów obniżonego nastroju w następstwie ciągłego śledzenia negatywnych przekazów medialnych (zjawisko podkreślane ostatnio w wielu badaniach psychologicznych). Czyli proponuję „licznik koronaozdrowień”.*

Jak przystało na współczesną konstrukcję, jest to SDC (Software Defined Counter), gdzie strona sprzętowa jest generyczna, a cała funkcjonalność zawarta jest w kodzie programu – tutaj jednak chciałbym się trochę usprawiedliwić, gdyż wymaganie na dostęp do Internetu i pobieranie danych przy użyciu szyfrowanych protokołów mogłoby być trudniejsze w implementacji – i chyba dużo bardziej kosztowne – w przypadku użycia prostszych komponentów.

„Licznik koronaozdrowień” widoczny jest na **fotografii 2**. Co jakiś czas pobiera on dane z pewnej rządowej strony internetowej i wyświetla aktualną liczbę osób wyleczonych. Więcej szczegółów w oddzielnym artykule w jednym z najbliższych numerów EdW.


Fot. 2

Na koniec pytanie, dołączone do jednego z e-maili: *(...) czy cały czas istnieje możliwość nadsyłania rozwiązań do Szkoły Konstruktorów, listów, krzyżówek itp. za pośrednictwem Poczty Polskiej? Nie zawsze mam możliwość połączenia się z siecią Internet (...) W podobnej sytuacji może być wiele osób mieszkających w małych miastach i wsiach, gdzie nie ma infrastruktury telefonicznej. Jeśli tak, to na jaki adres? (...)*

Można, choć nie zachęcamy. Bardzo prosimy o e-maile, a zwykłe listy przysyłajcie tylko w ostateczności, Adres:

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

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. Kupony 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 296, 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

eprasa.pl 4d63438b09

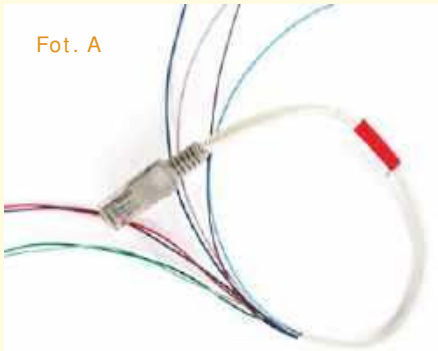
Druga klasa Szkoły Konstruktorów

Co tu nie gra? Zadanie 296

Jeden ze współpracowników EdW w e-mailu przysłał obrazek, pokazany na **fotografii A**.

Jak zwykle pytanie brzmi:
Co tu nie gra?

Nawet gdy dostrzeżesz kilka usterek, możesz zgłosić tylko jedną. Bardzo proszę o możliwie krótkie odpowiedzi.


Fot. A

Odpowiedź oznacz **NieGra296** i nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Podaj też od razu swój adres pocztowy, żebym nie musiał pytać, gdy przydzielę upominek. Możesz jeszcze przysłać rozwiązania zadania *NieGra* z poprzedniego miesiąca. Uczestnicy konkursu otrzymują upominki, a najaktywniejsi uczestnicy są co rok nagradzani bezpłatnymi prenumeratami EdW lub innego wybranego czasopisma AVT.

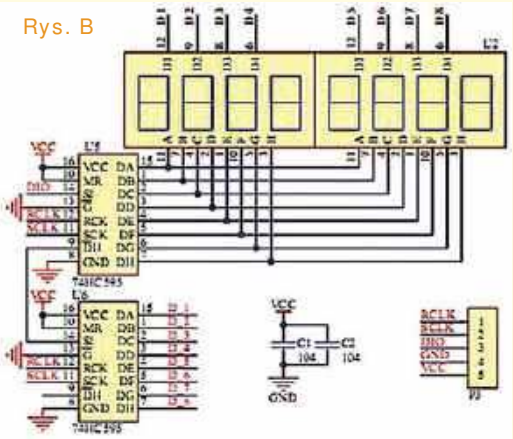
Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 291

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 5/2019 *znaleziony w Internecie schemat jakiegoś modułu wyświetlacza*.

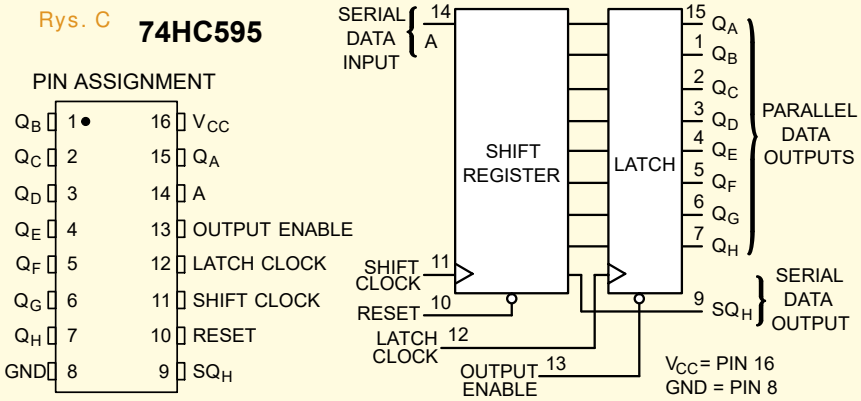
Większość schematów do zadań *Co tu nie gra?* przygotowuję osobiście. Tym razem wykorzystałem pochodzący z Internetu schemat podesłany mi przez jednego ze współpracowników EdW.

Jest to schemat tanich modułów, które są dostępne w sprzedaży. Są dostępne i są wykorzystywane przez hobbystów. Zawierają dwa układy scalone 74HC595 – 8-bitowe rejestry przesuwne z szeregowym wejściem i równoległym wyjściem, wyposażone w pamięć – zatrzask (latch) i wyjście trzystanowe. Budowę wewnętrzną kostki HC595 pokazują **rysunki C, D**. Są to bardzo pożyteczne układy scalone, chętnie stosowane w systemach mikroprocesorowych.

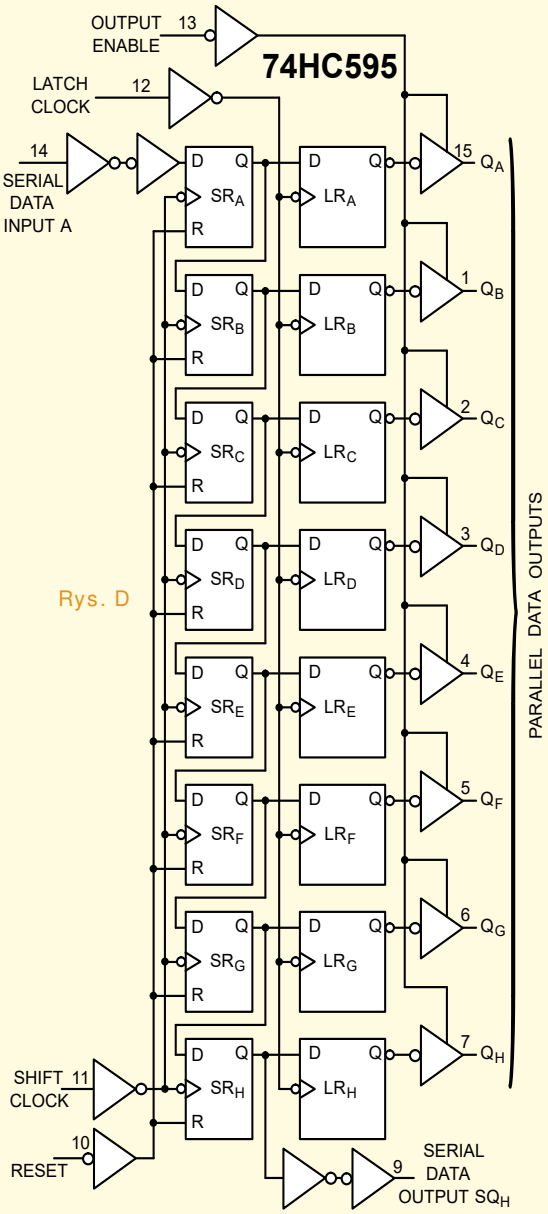
Co może nie grać w układzie według rysunku B, który jest sprzedawany na całym świecie w tysiącach sztuk?


Rys. B

Jeden z uczestników konkursu napisał: *(...) Według mnie koncepcja pokazana na rysunku jest słuszna (...) po analizie kart katalogowych układów U5 i U6 nie znalazłem problemów natury logicznej. Natomiast według mnie problemem jest wydajność wyjść sterujących anodami/katodami wyświetlaczy. Według karty wyjście może wydać prąd na poziomie 35mA, a pochłonąć*



Rys. C



Rys. D

eprasa.pl 4d63438b09

prąd na poziomie 20mA, co jest moim zdaniem za mało na wysterowanie całego wyświetlacza siedmiosegmentowego przy zaświeconych wszystkich segmentach (...) poszczególne cyfry mogą mieć różną jasność(...) problemem jest też brak rezystorów ograniczających prąd dla poszczególnych segmentów – układ U5. Chyba że są one wbudowane w wyświetlacze i można bezpośrednio przyłączać do pinów wyświetlaczy napięcie 5V. Pozdrawiam.

A oto fragmenty rozwiązań innych uczestników:

(...) nie gra to, że wyświetlacze zasilane są bezpośrednio z wyjść rejestrów. Datasheet układu 74HC595 od TI mówi, że maksymalny prąd pobierany przez układ może wynosić 70 mA, a z pojedynczego pinu można pobrać/wtłoczyć 35mA (choć zalecane jest ograniczenie prądu do 6mA na pin).

Ze schematu nie wynika jasno, jaki wyświetlacz jest zastosowany (...) sugeruje, że są to gołe LED-y zapakowane we wspólną obudowę, a więc należałoby dodać co najmniej rezystory ograniczające prąd na wyjściach układu U5. (...) Pozdrawiam.

(...) na schemacie nie podano wartości napięcia zasilającego (VCC) ani typu wyświetlacza. Nie wiadomo też, czy wyświetlacz ma wspólną anodę, czy wspólną katodę (...) Może się zatem zdarzyć (...) że zastosowane napięcie zasilające będzie niższe niż napięcie przewodzenia (VF) diody wyświetlacza. Dla diod (...) niebieskich i białych VF zwykle przekracza 3,3V. (...) Na schemacie brakuje oporników pomiędzy wyjściami rejestru a wyprowadzeniami poszczególnych segmentów. (...)Należałoby zatem wyposażyć układ w bufory zwiększające prąd wspólnych elektrod i dodać oporniki ograniczające prąd segmentów. Pozdrawiam.

Witam, Rejestr przesuwny 74HC595 jest bardzo popularny w świecie Arduino (...) [na] schemacie brakuje po prostu rezystorów ograniczających prąd dla każdego z segmentów wyświetlacza LED (...) rezystory (osiem sztuk), typowo 330R (0,125W) (...)

Na koniec jeszcze dwa rozwiązania: *Dzień dobry! To mój pierwszy raz, gdy biorę udział w konkursie Szkoły Konstruktorów. Mam jednak nadzieję, że nie ostatni ! :) Nieśmiało przesyłam znaleziony błąd w zadaniu Nie Gra 291. Po analizie noty katalogowej rejestru przesuwnego 74HC595 uważam, że błędem jest brak rezystorów ograniczających prąd diod LED wyświetlacza 7-segmentowego. (...) W załączniku wycinek z noty STMicroelectronics Z pozdrowieniami.*

I rozwiązanie na poły praktyczne: *(...) W układzie – który zresztą można zakupić (...) da się zaobserwować kilka problemów:*
- po pierwsze nie ma ograniczenia płynącego przez diody wyświetlacza prądu (...),
- druga kwestia to zależność jasności świecenia od liczby świecących segmentów – im mniej segmentów świeci, tym jaśniej one świecą,
- kolejna kwestia dotyczy polaryzacji diod w kierunku zaporowym – diody LED mają niskie napięcie zaporowe, a segmenty cyfr „wyłączonych" bywają polaryzowane w ten właśnie sposób, co nie jest rekomendowane (...)
- czwarta kwestia to brak zabezpieczenia przed aktywowaniem na raz więcej niż jednej cyfry (...),

Autor w drugim e-mailu napisał: *(...) z ciekawości zakupiłem sobie taki moduł, miałem możliwość weryfikacji „na żywo" działania. W sytuacji prawidłowej pracy multipleksacji, gdy wysyłane są po kolei wszystkie liczby, a następnie ekran jest wygaszany, żeby ostatnia nie świeciła wyraźnie jaśniej (przez czas obrotu głównej pętli programu), pobór prądu wynosi około 10mA (dla zasilania 3,3V i czerwonego wyświetlacza). Jednak w sytuacji zatrzymania programu (gdy świeci jedna lub więcej cyfr z podwyższoną jasnością), pobór prądu przewyższa 60mA (nawet dla tak niskiego napięcia zasilania), co znacznie przekracza dopuszczalne parametry układów (...) i może prowadzić do awarii i/lub skrócenia żywotności... Pozdrawiam.*

W ten sposób wychwyciliście niedostatki schematu z rysunku B. Na **rysunku E** pokazany jest fragment karty katalogowej układu 74HC595 i różowym kolorem zaznaczone są krytyczne w tym przypadku parametry.

Omawiany układ przy zasilaniu napięciem 3,3V działa, ale prąd wyświetlaczy zależy od kilku niekontrolowanych czynników.

Mamy ostrzegawczy przykład rozwiązania, które działa „jako tako".

Wśród rozwiązań pojawiły się też uwagi niesłuszne. Oto przykłady:

(...) Układ rejestru U5 (74HC595) na wyjściu ma impulsy dodatnie, zatem jego wyjścia QA do QH wysterują 8 anod diod LED w wyświetlaczu, które mają wspólną katodę. Układ U6 sterując katodami wyświetlacza, nie jest w stanie wysterować ich w sposób sekwencyjny, gdyż na wyjściach mają impulsy dodatnie, zaś dla sterowania katod wyświetlacza musiałyby być impulsami „ziemi". Czyli wejścia wyświetlacza D1...D8 nie mogą być wysterowane z wyjść układu 74HC595.

I drugi przykład:
(...) Wyjścia układów serii 74 są typu otwarty kolektor (nie są sztywno połączone do szyn zasilania) i nie nadają się do sterowania diodami wyświetlacza w sposób przedstawiony na rysunku.

Kwestia polega na tym, czy kostka '595 może podać na matryce LED albo napięcie dodatnie (plus zasilania), albo ujemne (masę). Otóż jest to możliwe.

Układ '595 ma wyjście trzystanowe (i końcówkę sterującą OE), a nie wyjście typu otwarty kolektor (otwarty dren). Nawet wersja TTL (74595) na tranzystorach bipolarnych mogłaby dostarczyć napięć dodatnich i ujemnych. Co prawda w przypadku klasycznych wyjść bipolarnych TTL napięcie stanu wysokiego jest rzędu 3,5V, co skomplikowałoby nieco sytuację, niemniej nawet taka wersja bipolarna mogłaby od biedy pracować. W przypadku wersji CMOS (74HC595) napięcia wyjściowe bez obciążenia będą dokładnie równe potencjałom szyn zasilania (VCC i masa), a ograniczeniem prądu segmentów LED będzie rezystancja R_{DSon} tranzystorów wyjściowych. Jest ona silnie zależna od napięcia zasilania, a wzrost tego napięcia ponad 3,3V będzie powodował znaczący wzrost prądu i jasności wyświetlaczy.

Rys. E

MAXIMUM RATINGS **74HC595**

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	DC Supply Voltage (Referenced to GND)	– 0.5 to + 7.0	V
V_{in}	DC Input Voltage (Referenced to GND)	– 0.5 to V_{CC} + 0.5	V
V_{out}	DC Output Voltage (Referenced to GND)	– 0.5 to V_{CC} + 0.5	V
I_{in}	DC Input Current, per Pin	±20	mA
I_{out}	DC Output Current, per Pin	±35	mA
I_{CC}	DC Supply Current, V_{CC} and GND Pins	±75	mA
P_D	Power Dissipation in Still Air SOIC Package† TSSOP Package†	500 450	mW
T_{stg}	Storage Temperature	– 65 to + 150	°C
T_L	Lead Temperature, 1 mm from Case for 10 Seconds (SOIC or TSSOP Package)	260	°C

eprasa.pl 4d63438b09

Fot. F

Fotografia F pokazuje przykłady różnej realizacji tego rodzaju modułów z dwiema kostkami HC595. Wszystkie mają taki sam schemat, jak pokazuje rysunek B. Dostępne są też czterocyfrowe moduły o takim samym schemacie. Nie jest to niestety pojedynczy, odosobniony przykład, taniego chińskiego modułu, który w niektórych amatorskich zastosowaniach spełni oczekiwaną funkcję. Jednak w innych zastosowaniach może przysporzyć poważnych kłopotów.

W tym przypadku podstawową, a wręcz jedyną zaletą jest niska cena modułu. Często właśnie cena jest wyznacznikiem jakości.

Jeśli ktoś buduje prototypowy układ i cieszy się, że takowy w ogóle działa, nawet nie zauważy wad tego modułu. Jeśli kto inny ma wyższe wymagania, nie powinien wykorzystywać takich prymitywnych wyświetlaczy ze skądinąd bardzo pożytecznymi kostkami 74HC595. Powinien wykorzystać podobne z wyglądu moduły, ale zawierające dedykowane sterowniki, na przykład MAX7219 albo TM1638. Nie ma problemu z bibliotekami do ich obsługi, a zapewniają one zdecydowanie lepsze właściwości modułu, przy czym wcale nie są znacząco droższe.

Fot. G

Dostępne są też ulepszone moduły z HC595 i rezystorami, jak pokazuje **fotografia G**, na której widać tani moduł bez rezystorów oraz znacznie lepszy pod marką RobotDyn.

Nagrody-upominki za zadanie ***Nie-Gra291*** otrzymują:
Jarosław Węgliński – Warszawa,
Michał Świtalski – Nakło n/Notecią,
Radosław Jasiński – Topolnica.
Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

R E K L A M A

Kompletny kurs podstaw elektroniki
OŚLA ŁĄCZKA MAXI

Elektroniczny zestaw edukacyjny dla początkujących - wersja maxi

Komplet obejmuje lekcje podstaw elektroniki wraz z zestawami elementów niezbędnych do przeprowadzenia ćwiczeń. Wszystkie układy można zmontować bez konieczności lutowania, na specjalnej płytce stykowej.

Skład kompletu:
- komplet lekcji elektroniki do przeprowadzenia ćwiczeń
- sześć zestawów A01-A06 z kompletem elementów do wszystkich lekcji
- prototypowa płytka stykowa SD12N
- komplet łączówek SD JUMPER

AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11,
tel. 022 257 84 50, fax 022 257 84 55, e-mail: handlowy@avt.pl

sklep.avt.pl

eprasa.pl 4d63438b09

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

Policz – zadanie 296

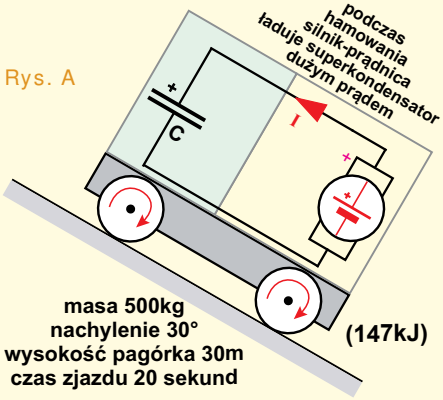
Rozwiązania zadań, dotyczących odzyskiwania energii przy hamowaniu, wykazały, że dostępne akumulatory nie są w stanie przyjąć tak dużego prądu ładowania. Rozwiązaniem mogłyby być wspomagające ten proces superkondensatory, które mogą był ładowane bardzo szybko. Nie wnikając w szczegóły, chcemy oszacować, jaka powinna być pojemność C superkondensatora według bardzo uproszczonego **rysunku A**, żeby w rozważanym przypadku zgromadził on energię hamowania odzyskowego, która jak obliczyliśmy, mogłaby sięgnąć 147kJ.

W ramach zadania *Policz296* należy:

- oszacować parametry superkondensatora gromadzącego taką energię.

Zapraszam do udziału zarówno elektroników doświadczonych, jak i początkujących, którzy jeszcze nie potrafią przeanalizować wszystkich subtelności układu.

Rys. A



Odpowiedź nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Tytuł e-maila powinien zawierać nazwę konkursu i numer zadania oraz Twoje nazwisko (**Policz296_Nazwisko**). ***Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy***. Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz295* z poprzedniego miesiąca.

Policz – rozwiązanie zadania 291

W EdW 5/2020 przedstawione było zadanie Policz291, które brzmiało: *Temat odzyskowego ładowania akumulatorów jest interesujący i tajemniczy, a ma związek także z aktualnymi telewizyjnymi reklamami samochodów hybrydowych. Wciąż słabo rozumiane są związane z tym problemy. My chcemy rozważyć przykładową sytuację z wózkiem golfowym o całkowitej masie 500kg zjeżdżającego jednostajnie z dość stromego pagórka według* ***rysunku B****. Dla uproszczenia możemy pominąć opory tarcia.*

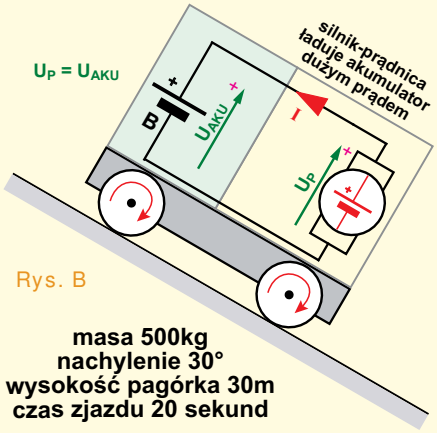
W ramach zadania Policz291 należy:

- oszacować, jaki może być prąd ładowania przy zjeździe z takiego wzniesienia.

Zadanie można było rozwiązać w różny sposób. Jeden ze stałych uczestników zrobił to tak:

Ep = Ek + W (energia potencjalna = energia kinetyczna + praca ładowania)
*S = h/sin(alfa) = h/sin(30st) = h*2 (droga = 2 * wysokość pagórka)*
*V = S/t = 2*h/t (stała prędkość zjazdu z pagorka)*
*W = U*I*t*
*Ep = m*g*h*
Ek = m(V^2)/2*
Przekształcając powyższe wzory:
*I = m*h*(g-2*h/(t^2))/(U*t)*
Podstawiając wartości liczbowe: m=500kg, h=30m, g=10m/(s^2), t=20s, U=48V (http://www.karbon2sklep.pl/yamaha-drive-2-wozek-golfowy-elektryczny-z-silnikiem-dc-p-42.html)
I = ok. 154A

Rys. B



Słusznie przyjął, że akumulator z wózku golfowym może mieć napięcie 48V i prąd ładowania wyszedł około 150 amperów.

Inne rozwiązanie:

(...) Przesyłam rozwiązanie zadania „Policz 291"; rozwiązanie to zawiera dołączony plik „Policz_291.doc". Obliczenia do tego zadania zamieszczam w dołączonym pliku o nazwie „Wozek_1.txt"; obliczenia zostały przeprowadzone przy wykorzystaniu programu Octave. Jednocześnie chciałbym zwrócić się z uprzejmą prośbą o wskazanie jakiegoś programu do edycji schematów elektronicznych. (...) Pozdrawiam

Rozwiązanie przedstawione jest w tabeli obok.

```
>> h = 30
h =  30
>> alfa = pi / 6
alfa =  0.52360
>> s = h / sin ( alfa )
s =  60.000
>> g = 9.81
g =  9.8100
>> a = g * sin ( alfa )
a =  4.9050
>> t0 = sqrt ( 2 * s / a )
t0 =  4.9462
>> t2 = 20
t2 =  20
>> a2 = 2 * s / t2^2
a2 =  0.30000
>> m = 500
m =  500
>> F = m * a - m * a2
F =  2302.5
>> vk = a2 * t2
vk =  6.0000
>> P = F * vk / 2
P =  6907.5
>> U = 48
U =  48
>> I = P / U
I =  143.91
>> clear all
>> diary off
```

Inny stały uczestnik napisał:

Dzień dobry. Ostatnio fatalnie się pomyliłem, odczytując nachylenie stoku jako stopnie, a to były procenty. Tym razem wielokrotnie sprawdziłem – są stopnie. Równe 30 stopni.

Za to jest inna niejasność – brak jest napięcia akumulatora (baterii akumulatorów). Dlatego założę, że jest to bateria akumulatorów z ciężarówki o napięciu 24V.

Ponieważ w zadaniu podano masę wózka (chyba całkowitą), wysokość pagórka i czas zjazdu, to nachylenie stoku jest NIEISTOTNE.

Różnica energii potencjalnej na początku i na końcu zjazdu wynosi (wózek na początku i na końcu zjazdu ma tę samą prędkość – ruch jednostajny – czyli nie ma zmiany energii kinetycznej):

*ΔE = m * h *g*
*ΔE = 500kg * 30m * 9,81m/(s^2)*
ΔE = 147150 J = 147,15 kJ

Praca podzielona przez czas jej wykonania daje moc:
P = E / t
P = 147,15kJ / 20s
P = 7,358kW

I na koniec natężenie prądu:
I = P / U

eprasa.pl 4d63438b09

I = 7,358 kW/ U
w domyśle: 7,358kW / 24V = ***307A***
Z najlepszymi pozdrowieniami

Istotnie, w treści zadania i na rysunku B podanych było szereg parametrów, przy czym nie wszystkie trzeba było wykorzystywać. I celowo nie było podane napięcie akumulatora. To zresztą był jeden z haczyków i szczegół, który miał odwrócić uwagę od podstawowego problemu, co muszę stwierdzić, niestety, znakomicie się udało.

A oto inne proste i jasne rozwiązanie:
(...) Na początek obliczam energię, jaką wózek może przekazać do akumulatora: m = 500kg, g = 9,81m/s², h = 30m, t = 20s. Energia potencjalna na początku
*E = m * g * h = 500 * 9,81 * 30*
E = 147150J
Energia potencjalna na końcu = 0
ΔE = 147150J = 147kJ = 147kWs
Czyli na początku rozważanego okresu wózek ma energię potencjalną ok. 147kJ, którą odda w ciągu 20 sekund na koła, a więc także na prądnicę.
Moc ładowania (przy sprawności 100%) wyniesie:
P = ΔE / Δt = 147150 / 20 = 7357,5W
Przy założeniu, że wózek golfowy ma akumulator 36V, prąd ładowania będzie wynosił:
7357,5 / 36 = 204,375A ~ ***200A***
Teraz należałoby uwzględnić jeszcze sprawność silnika w roli prądnicy oraz straty na podgrzewanie przetwornicy, kabli i samego akumulatora.
Jeśli założymy, że silnik przetwarza energię mechaniczną w elektryczną ze sprawnością 60% i dalej jest przetwornica ładująca akumulator o sprawności 80%, to ostatecznie do akumulatora będzie pompowany prąd o natężeniu:
*204,375 * 0,6 * 0,8 = 98,1 A ~* ***100A***

Zależnie od przyjętego napięcia akumulatora, w granicach od 24V do 48V, jako rozwiązanie podaliście prądy w granicach od 100 do 300 amperów.

Bardzo słusznie nikt z uczestników nie przyjął napięcia akumulatora 12V, choć najprawdopodobniej w wózku golfowym zastosowane byłyby akumulatory 12-woltowe, tylko 2 do 4 takie akumulatory połączone w szereg, żeby zwiększyć napięcie i zmniejszyć prąd silnika. Prąd, który będzie powodował spadki napięć na przewodach.

Czy problem polega tylko na spadku napięcia na przewodach? W przypadku ładowania odzyskowego najpoważniejszy problem jest inny. Otóż jak wiadomo od bardzo dawna, papier jest cierpliwy. Można napisać 100A, 200A, 300A...

Tylko co tak naprawdę oznacza prąd 200 amperów? Ilu elektroników było świadkiem przepływu prądu 200A?

Niezbędny przekrój przewodów to jedno, a w tym przypadku problemem jest czy akumulator przyjmie taki prąd ładowania?

NIE PRZYJMIE!!!

Rozważmy typowe, popularne akumulatory kwasowe w wersji szczelnej. Na **rysunku C** mamy fragment karty katalogowej akumulatora YUASA 100Ah 12V. Pojemność 100 amperogodzin wydaje się sensowna dla wózka golfowego, gdzie zapewne będziemy mieć trzy albo cztery takie akumulatory połączone w szereg. Wartości dopuszczalnego prądu rozładowania wręcz zachwycają: przez 1 minutę prąd może sięgnąć aż 500 amperów!

Niestety, maksymalny prąd ładowania to tylko 25 amperów, czyli przy pojemności akumulatora C = 100Ah tylko prąd C/4.

Niech nas tutaj nie zwiedzie napis **No limit**, bowiem dotyczy on ładowania przy pracy buforowej, gdy na zaciskach akumulatora występuje napięcie 13,85V. Przy tak niskim napięciu na zaciskach nie ma potrzeby ograniczania prądu, ale nas praca buforowa nie interesuje.

A jeżeli prąd ładowania musi być ograniczony do wartości C/4, a my mamy prąd ładowania w granicach od 100A do 300A, to musielibyśmy zastosować akumulatory o pojemności odpowiednio od C = 400Ah do C = 1200Ah!

Uff!

Jeżeli mielibyśmy prąd ładowania 100A i napięcie 48V (4×12V), to potrzebujemy pojemności 400Ah (4×100Ah), a to oznaczałoby użycie 16 akumulatorów 100Ah. Jak pokazuje rysunek C, jeden akumulator 100Ah ma masę 39kg, więc pakiet szesnastu miałby masę 624kg!

Gdybyśmy chcieli zastosować zestaw 36- albo 24-woltowy, prąd ładowania będzie większy. Gdyby miał wynosić 200A, to musilibyśmy mieć zestaw o pojemności 800Ah, co dałoby tyle samo albo nawet jeszcze więcej akumulatorów i jeszcze większą masę.

Rys. C

Yuasa NPL100-12 Industrial VRLA Battery

Nominal voltage (V)	**12**
20-hr rate Capacity to 10.5V at 20°C (Ah)	**100**
10-hr rate Capacity to 10.8V at 20°C (Ah)	**88**
Dimensions	
Length (mm)	**407 (±0.7)**
Width (mm)	**172 (±0.5)**
Height (mm)	**240 (±0.7)**
Mass (kg)	**39**
Storage (in fully charged condition)	**-20°C to +50°C**
Charge	**-15°C to +50°C**
Discharge	**-20°C to +60°C**
Capacity loss per month at 20°C (% approx.)	**3**
Charge Voltage	
Float charge voltage at 20°C (V)/Block	**13.65 (±1%)**
Float charge voltage at 20°C (V)/Cell	**2.275 (±1%)**
Float Chg voltage tmp correction factor (mV)	**-3**
Cyclic (or Boost) charge Voltage at 20°C (V)/Block	**14.5 (±3%)**
Cyclic (or Boost) charge Voltage at 20°C (V)/Cell	**2.42 (±3%)**
Cyclic Chg voltage tmp correction factor (mV)	**-4**
Charge Current	
Float charge current limit (A)	**No limit**
Cyclic (or Boost) charge current limit (A)	**25**
Maximum Discharge Current	
1 second (A)	**1000**
1 minute (A)	**500**
Impedance measured at 1 kHz (mΩ)	**4**
EUROBAT Classification: Long life (yrs)	**10 to 12**
Yuasa design life at 20°C (yrs)	**up to 10**

A cały nasz wózek ma ważyć 500 kilogramów!

Co prawda przyjęliśmy tu ostrożnie katalogową wartość prądu ładowania ciągłego (C/4), a prawdopodobnie w krótkich odcinkach czasu można byłoby ładować taki akumulator większym prądem. Ale na pewno nie wielokrotnie większym. I zapewne bardzo silne, „ponadwymiarowe" impulsy ładowania odzyskowego będą zmniejszać trwałość akumulatora.

Wszystko wskazuje, że z akumulatorami kwasowymi nie uda się zrealizować dobrego ładowania odzyskowego (hamowania regeneracyjnego) podczas zjazdu z podobnego pagórka. Inna sprawa, czy przyjęte w zadaniu założenia są realne – jakie jest prawdopodobieństwo, że wózek golfowy będzie „zjeżdżał na krechę" po zboczu mającym nachylenie aż 30 stopni?

Okoliczności podane w zadaniu są może niezbyt realne, niemniej dają wyobrażenie o możliwościach oraz o ograniczeniach i skali problemu.

eprasa.pl 4d63438b09

Otóż przy hamowaniu moglibyśmy odzyskiwać duże ilości energii, ale problemem jest duża moc i ogromny prąd ładowania. Prąd o tak dużej wartości, którego nie mogą przyjąć akumulatory.

A jeszcze trudniej byłoby odzyskiwać energię kinetyczną przy zwyczajnym hamowaniu pojazdu, gdy hamowanie trwa krótko i prąd jest jeszcze większy. To temat na odrębne zadanie, a my wróćmy do ładowania podczas hamowania odzyskowego.

Z akumulatorami kwasowymi dobrego hamowania regeneracyjnego zrealizować się nie da z uwagi na mały dopuszczalny prąd ładowania. W przypadku akumulatorów litowych sytuacja „prądowa" byłaby lepsza. Ale niestety ich koszt byłby zdecydowanie wyższy.

Popularne akumulatory litowo-jonowe, zwłaszcza najpopularniejsze ogniwa 18650 („duże paluszki" Φ=18mm L=650mm) mają zalecany prąd ładowania 0,25C...0,5C, czyli C/4...C/2. Przykład na **rysunku D** pochodzi z karty katalogowej dobrego akumulatora Panasonic 18650 o pojemności 3400mAh.

Rys. D

Panasonic NCR18650B - 340PCM-T

Napięcie nominalne	3,60V
Pojemność nominalna	3400mAh
Napięcie ładowania (max.)	4,20V
Napięcie rozładowania (min.)	2,50V
Standardowy prąd ładowania	1700mA
Prąd rozładowania max.	4,5A
Wymiary	Φ19,3×69,5mm

Jak widać, zalecany dla niego prąd ładowania to 1700mA, czyli C/2.

Przy użyciu tego rodzaju akumulatorów o prądzie ładowania C/2, przy spodziewanym w wózku prądzie 100A potrzebny byłby zestaw o pojemności C = 200Ah i napięciu około 48V. Najlepsze dziś ogniwa Li-Ion 18650 mają pojemność do 3,5Ah, napięcie nominalne 3,6V lub 3,7V. Dlatego zestaw 48,1V (13×3,7V) o pojemności 199,5Ah (57×3,5Ah) musiałby składać się z (13×57 =) 741 ogniw. Przy cenie 15zł/ogniwo dawałoby to ponad 11 tysięcy złotych i jest to bardzo optymistyczne, raczej nierealne założenie ekonomiczne.

Na rysunku D podany jest „Standardowy prąd ładowania", równy 1700mA, czyli 0,5C. W zasadzie prąd mógłby być większy, ale problem w tym, że czym wyższy jest prąd ładowania, tym wyższa temperatura, a wzrost temperatury znacząco zmniejsza żywotność ogniw. Nadmierny prąd po prostu spowoduje zapalenie akumulatorów, czego przykłady można znaleźć w Internecie.

Rys. E

Gens Ace 5000mAh 11.1V 50C 3S1P LiPo Battery with EC5 Connector

Gens Ace lithium batteries deliver high performance and reliability for radio control airplanes, helic film oriented drones. Gens ace 5000mAh 3S 11.1V 50C LiPo battery has the best price, high quality, suited to work with 1/8th and some 1/10th RC car models. Please check the measurements before

Specification:

Capacity - 5000mAh
Voltage - 11.1V (3S)
Max Continuous Discharge - 50C (290A)
Max Burst Discharge - 100C (580A)
Charge Rate - 1-3C Recommended, 5C Max
Balance Plug - JST-XHR
Connector Type - EC5
Length - 137mm Width - 44mm Depth - 24mm Weight - 300g

Na rynku pojawi się coraz więcej akumulatorów Li-Ion 18650 o maksymalnym prądzie szybkiego ładowania (rapid charge) sięgającym 1C. Zwykle jednak mają one pojemność znacząco mniejszą od tych najlepszych. Problemem jest stworzenie akumulatora litowo-jonowego, który jednocześnie miałby dużą pojemność, duży prąd ładowania i długą trwałość.

Zdecydowanie większe maksymalne prądy ładowania mają akumulatory litowo-polimerowe, które też są akumulatorami litowo-jonowymi, ale inny jest w nich skład elektrolitu i inna budowa wewnętrzna. Akumulatory litowo-polimerowe, zwane najczęściej Li-Po (lub Li-Poly) mają formę poduszek. Są stosowane m.in. w modelarstwie i niektóre wykorzystywane tam wersje mają nie tylko ogromny dopuszczalny prąd rozładowania, ale też zaskakująco duży maksymalny prąd ładowania. Zalecany prąd ładowania to co najmniej 1C (czyli ładowanie trwa około 1 godziny) lub nawet więcej, a maksymalny prąd ładowania w dobrych akumulatorach Li-Po może sięgać 5C, a nawet więcej. W Internecie można znaleźć informacje o eksperymentach z ładowaniem prądem 7C...12C, na przykład na stronie: *www.pdbattery.com/fast-charge-battery.html*

Przykład pakietu modelarskiego z akumulatorami Li-Po o dopuszczalnym prądzie ładowania 5C znajdziesz na **rysunku E**. Warto pamiętać, że maksymalny prąd ładowania równy 5C oznacza, że akumulator można naładować prawie do pełna w czasie tylko 12...15 minut. To imponujące osiągnięcie, ale zadanie *Policz291* dotyczy hamowania regeneracyjnego i bardzo dużych prądów ładowania. Przy prądzie ładowania 100A minimalna pojemność akumulatora to 20Ah, co z kolei budzi pytania, czy nie byłaby ona za mała dla wózka golfowego. W grę wchodziłaby też bardzo wysoka cena takich akumulatorów.

Takie rozszerzone rozważania wskazują, że znakomita w swej prostocie idea odzyskiwania energii przy zjeździe z górki czy przy hamowaniu w praktyce okazuje się trudna do zrealizowania z uwagi na mały dopuszczalny prąd ładowania i cenę akumulatorów. Rozwiązaniem może być zastosowanie superkondensatorów, które można ładować bardzo szybko.

Zadanie *Policz291* polegało na określeniu spodziewanego prądu ładowania. Wszyscy uczestnicy dobrze poradzili sobie z obliczeniami.

Nagrody-upominki za zadanie ***Policz291*** otrzymują:
Andrzej Nowicki – Warszawa,
Leszek Sowa – Zatory,
Mikołaj Duch – Wrocław.
Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

eprasa.pl 4d63438b09

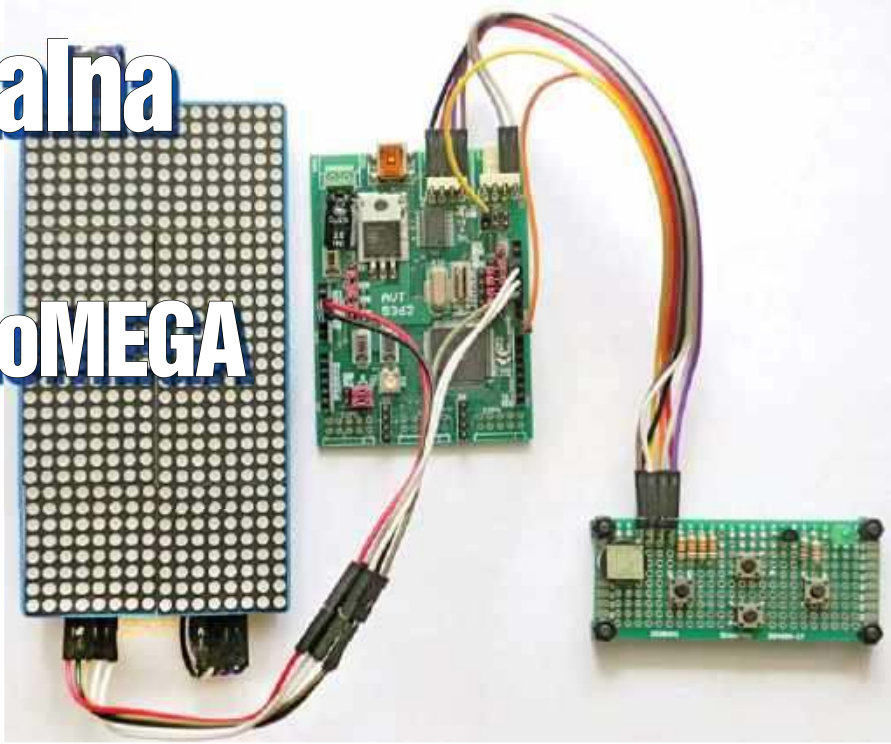
INTERESUJESZ SIĘ **ELEKTRONIKĄ** LUB **TECHNIKĄ?**

SIĘGNIJ PO DUŻĄ DAWKĘ SPECJALISTYCZNEJ WIEDZY

NA **WWW.ULUBIONYKIOSK.PL** - PRZESYŁKA GRATIS

eprasa.pl 4d63438b09

Sentymentalna podróż, czyli AVTduinoMEGA w akcji

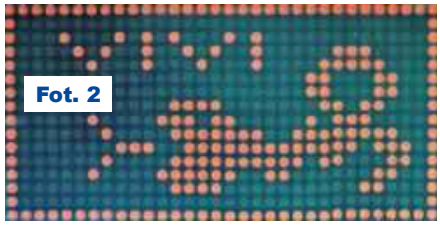


Dynamiczny rozwój świata mikrokontrolerów jest zadziwiający. Nie ma miesiąca, aby nie pojawił się nowy produkt o nowych właściwościach, mających skłonić potencjalnych klientów do zakupu: energooszczędność, liczba rdzeni, zegar, funkcje szyfrujące i AI, liczba bitów stanowiących architekturę, rodzaj i liczba interfejsów do komunikacji ze światem zewnętrznym, jednostka zmiennoprzecinkowa i wiele innych. Niezmiernie ważne jest również oprogramowanie: przyjazne otwarte licencje i prostota obsługi, a także olbrzymia, łatwo dostępna baza pomysłów i rozwiązań. Można wybierać. Przypominają mi się czasy z epoki komputerów XT/AT. Modernizacja poprzez wymianę podzespołów i żonglowanie jumperami dostarczała podobnych emocji co dzisiaj poznawanie i testowanie rozwiązań zastosowanych w mikrokontrolerach. Tylko dostęp do wiedzy był w tamtej epoce mocno utrudniony. Idąc z duchem czasu, firma AVT przygotowała szereg zestawów do samodzielnego montażu (lutowania) opartych na mikroprocesorach. Po montażu zawsze występuje dreszczyk emocji, czy zmontowany układ zadziała. Sprawdzenie zestawów opartych na mikroprocesorach zajmuje zazwyczaj znacznie więcej czasu niż w przypadku prostych kitów, których efektem działania ma być np. migotanie diod czy generowanie dźwięku.

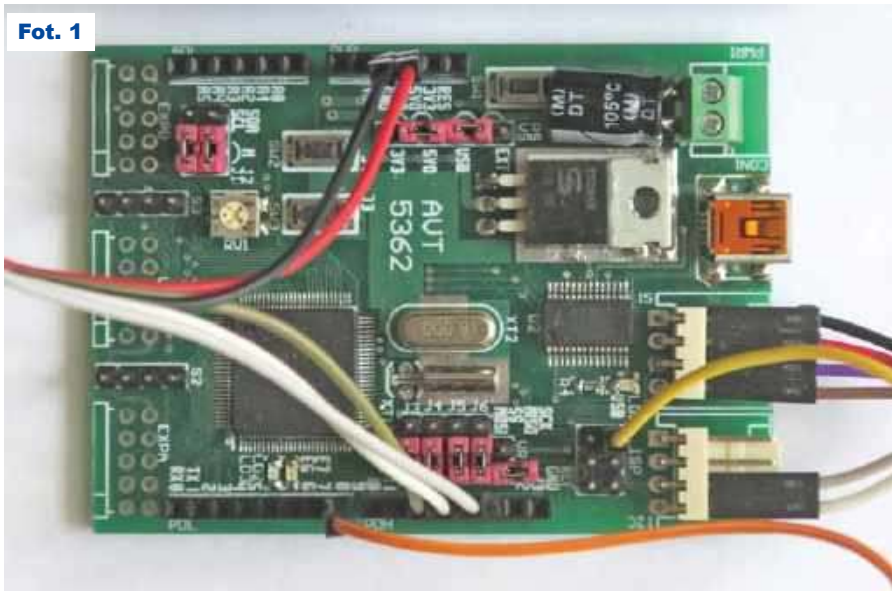
Opis układu

Jednym z najbardziej zaawansowanych zestawów w ofercie AVT jest z pewnością AVT5362 (AVTduinoMEGA), oparty na mikroprocesorze ATmega2560. Projektantowi udało się zmieścić komplet podzespołów na znacznie mniejszej powierzchni, niż ma to miejsce w przypadku oryginalnej płytki Arduino MEGA 2560 R3 (**fotografia 1**). Dlatego montaż wymaga szczególnej staranności i cierpliwości. Nagrodą, poza satysfakcją, może być funkcjonalna płytka, która możliwościami zdecydowanie przewyższa Arduino UNO z ATMEGA328 na pokładzie.

Aby się o tym przekonać, postanowiłem napisać prostą, a jednak dynamiczną, działającą w czasie rzeczywistym grę VIVI (ekran powitalny na **fotografii 2**). Pomysł nie jest nowy. Nawiązuje do jednej z wielu odmian gry z epoki DOS-a i monitorów EGA. Przypomina także popularną znaną z telefonów komórkowych grę Snake jednak wszystkie kamienie (diamenty), które należy zebrać na danym poziomie, są od razu widoczne. Na planszy są również mury, które należy omijać. Zderzenie z nimi, jak również natrafienie na własny ogon, spowoduje zmniejszenie liczby dostępnych żyć o jeden i konieczność powtarzania poziomu. Melodyjka wykorzystana w grze będąca sekwencją kilku nut pochodzi z domeny publicznej. Jest dostępna również na platformie Arduino IDE: plik→przykłady→digital →toneMelody.

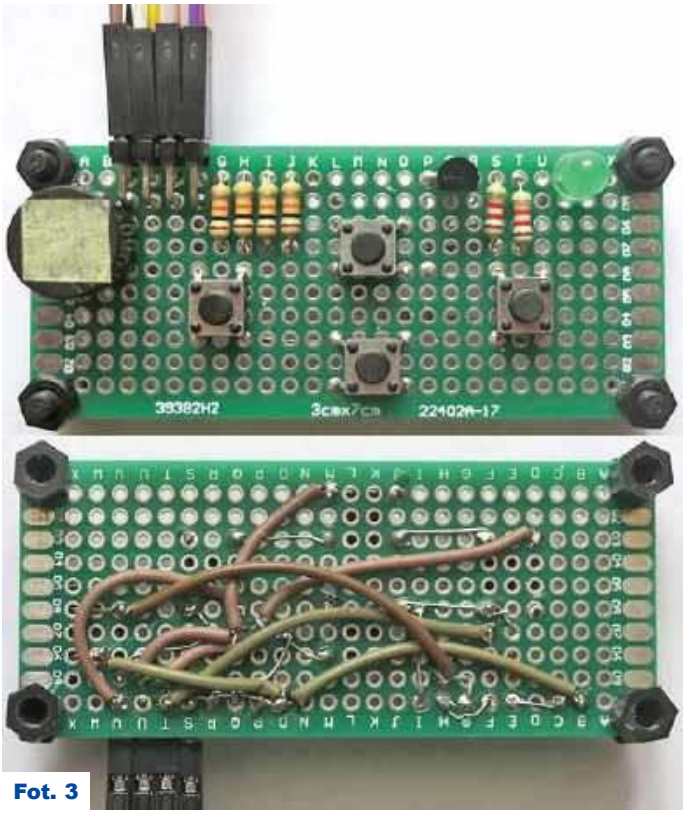


Fot. 2

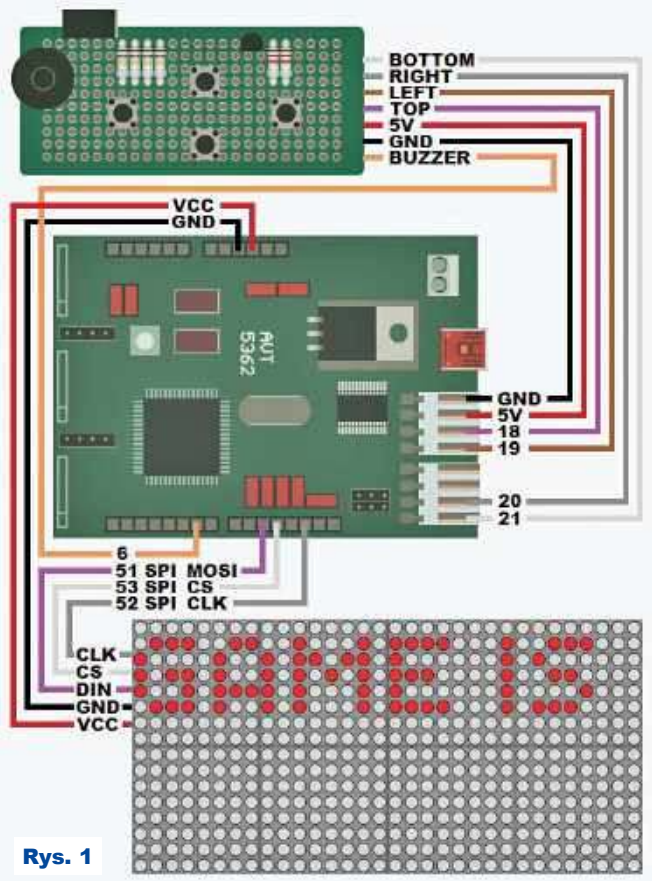


Fot. 1

eprasa.pl 4d63438b09



Fot. 3



Rys. 1

Elementy użyte w projekcie:
- płytka AVT5362;
- dwie matryce LED typu 8X8X4 bazujące na układach MAX7219 opisane w numerze 10/2019 „Elektroniki dla Wszystkich". Razem stanowią one ekranik 32×16 pikseli – diod LED RED;
- własnoręcznie przygotowana prosta 4-klawiszowa klawiatura wraz z brzęczykiem i diodą zasilania LED, pokazana na **fotografii 3**. Schemat połączeń całości pokazany jest na **rysunku 1**, a na **rysunku 2** przedstawiony jest schemat klawiatury.

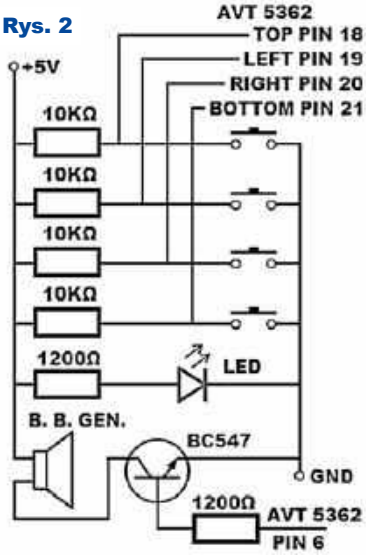
Projekt został napisany w środowisku Arduino IDE. Plik vivi.ino dostępny jest w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru. Projekt można podzielić na kilka części:

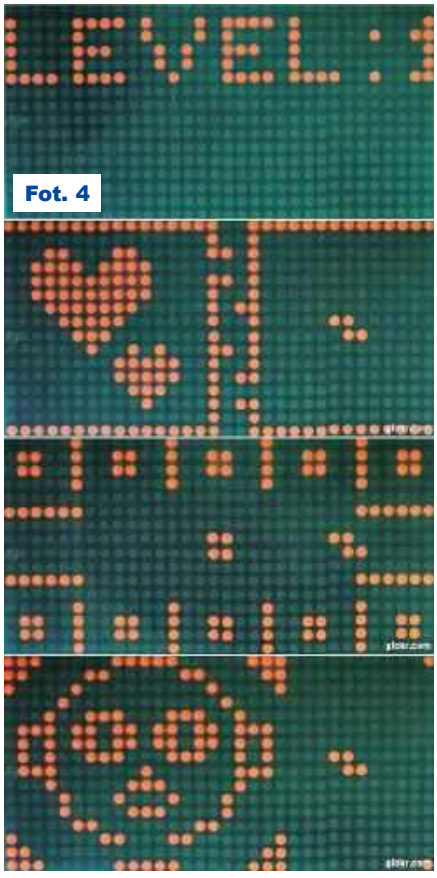
1. Obsługa ekranu – z racji, że ekran ma tylko 32 piksele szerokości oraz 16 pikseli wysokości i jest dwukolorowy, każda dioda może być zgaszona lub włączona, odwzorowanie ekranu w pamięci narzuca się samo: 16-elementowa tablica 32-bitowych liczb typu unsigned long.

Przed cyklicznym kopiowaniem zawartości powyższej tablicy na ekran magistralą SPI należy ją uprzednio wypełnić aktualną sytuacją i dlatego dla każdego poziomu trudności zostały przygotowane tablice z układem murów i diamentów. Aby odróżnić jedne od drugich, konieczne było wprowadzenie „trzeciego koloru" – diamenty migoczą na planszy ze stałą częstotliwością. Ostatnim elementem składającym się na bieżącą sytuację jest sam wąż, którego położenie zmienia się dynamicznie w zależności od naciskanych przez gracza klawiszy. W celu detekcji zderzenia z murem lub natrafienia na diament wykorzystywane są operacje bitowe.

2. Fonty – w sieci dostępne są gotowe rozwiązania, jednak są one dosyć nadmiarowe, a funkcje „zoptymalizowane" pod kątem czytelności, dlatego na potrzeby projektu został przygotowany zestaw niezbędnych bitmap wraz z funkcją obsługującą przewijanie wyświetlanego tekstu.

Rys. 2





Fot. 4

Ciąg dalszy na stronie 57

eprasa.pl 4d63438b09

Diody LED w praktyce

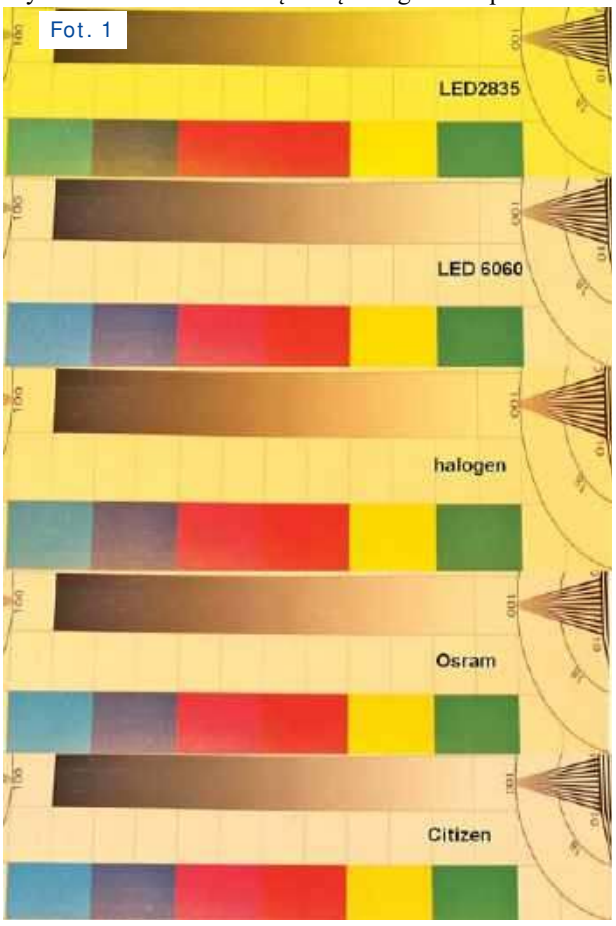
Materiały w EdW dotyczące wykorzystania diod LED były kolejnym argumentem do zbudowania oświetlacza LED dobrej jakości. Od pewnego czasu na rynku dostępne są LED-owe źródła światła o wysokim współczynniku oddawania barw; tj. z CRI>90. Szerokie spektrum światła powstaje na bazie mieszaniny barw pochodzącej z wielu różnokolorowych diod lub częściej pochodzi z diod białych z zaawansowanym technologicznie luminoforem. Prezentowany oświetlacz opiera się na tej drugiej zasadzie. Wykorzystana została biała dioda znanego producenta Citizen Electronics.

Do budowy oświetlacza wykorzystane zostały gotowe komponenty widoczne na fotografii tytułowej, przez co pozostaje jedynie omówić montaż oświetlacza. Źródłem światła jest dioda Citizen CLU028-1203C4-303H7. Nie jest to pojedyncza dioda, tylko zestaw diod COB, a kartę katalogowa łatwo znaleźć, wpisując w wyszukiwarkę: Citizen CLU028-1203C4 pdf.

Dla nas najważniejsze parametry ukryte są w nazwie po drugim myślniku: „30" – to barwa produkowanego światła, 30 oznacza 3000K. Natomiast „H7" informuje o współczynniku oddawania barw, który dla tej diody wynosi aż 97. Taki zestaw diod COB będziemy zasilać tak, jak powinno zasilać się LED-y, dlatego też na środku fotografii tytułowej widzimy zasilacz stałoprądowy o wydajności 300mA. 300mA to nieco więcej niż nominalny prąd diody (270mA), ale i tak bezpieczny i daleki od maksymalnego prądu, który wynosi 690mA. Ponieważ budujemy urządzenie zasilane wprost z sieci 230V, konieczne jest zastosowanie odpowiedniej obudowy. Mnie do tego celu posłużyła obudowa z taniej „żarówki" LED. Z obudowy należy usunąć wszystko, pozostawiając korpus oraz metalowy gwint. W przypadku tej „żarówki" w środku poprowadzone były przewody do górnej płytki, która zawierała elektronikę i jednocześnie była radiatorem. Fakt ten umożliwił wycięcie identycznego z oryginałem krążka aluminiowego, do którego przyklejona została dioda LED. Jako sposób montażu nieprzypadkowo wybrany został silikonowy klej przewodzący ciepło. Wg specyfikacji jego przewodnictwo cieplne niewiele ustępuje dobrej paście termoprzewodzącej. Całość po niewielkim oszlifowaniu płytki zasilacza udało się zmieścić w korpusie po „żarówce". Aluminiowy krążek został wklejony na tym samym kleju do korpusu, ponieważ jego ścianki okazały się zbudowane z materiału kompozytowego dobrze przewodzącego ciepło.

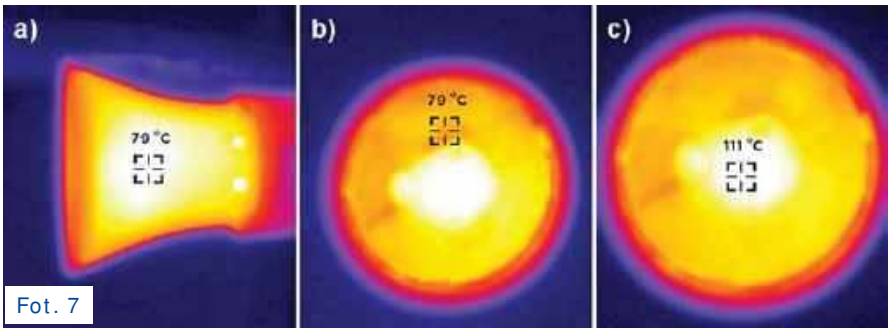
Podsumowanie budowy oświetlacza nie może obejść się bez porównania jakości światła do innych źródeł. W warunkach amatorskich jest to bardzo trudne, wręcz niemożliwe, jednak **fotografia 1** jest próbą takiego porównania pięciu źródeł światła. Dokładne zobrazowanie różnic w druku na papierze jest absolutnie niemożliwe z kilku powodów, nieco lepsze porównanie daje obraz oryginalnych plików z aparatu na ekranie monitora, ale są to pliki JPG, więc też zostały zniekształcone przez automatykę aparatu (najlepsze byłyby pliki RAW z wysokiej klasy aparatu). W Elportalu można znaleźć fotografie od 2 do 6, które pokazują tablicę testową oświetloną przez inne „żarówki" LED oraz halogen. Dla wszystkich zdjęć balans bieli w aparacie zablokowany został na 4000K. Jedyną korektą był czas ekspozycji dobierany tak, aby zdjęcia były właściwie naświetlone.

Na fotografii 1 od dołu mamy: opisywany oświetlacz, następnie oświetlacz Osram z wyższej półki cenowej. Potem halogenowe źródło światła, które charakteryzuje się wysokim CRI. Następnie (spore zaskoczenie) tanią „żarówkę" LED, a u samej góry „mrygałkę" LED z supermarketu. Światło produkowane przez ostatnie dwie „żarówki" ma jeszcze jedną nieznośną wadę – migotanie spowodowa-

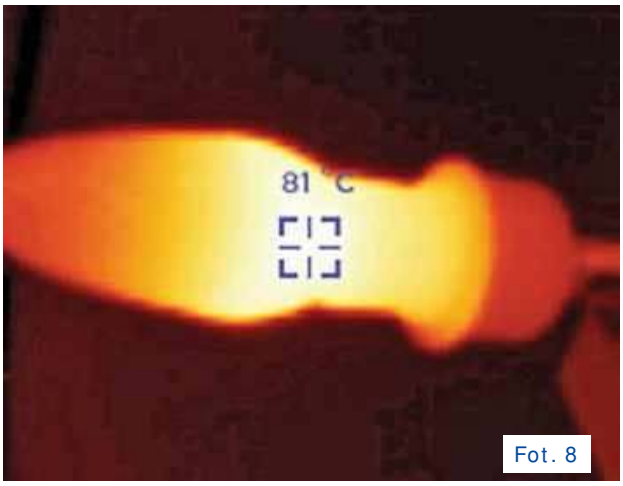


Fot. 1

eprasa.pl 4d63438b09



Fot. 7



Fot. 8

ne najtańszym układem zasilania. Należy pokreślić, że fotografie są niedoskonałe i znacznie zmniejszają różnicę pomiędzy przetestowanymi oświetlaczami. W grę wchodzą ograniczone możliwości rejestracji matrycy w aparacie, a potem możliwości reprodukcji kolorów przez monitor, nie mówiąc o druku na papierze. Drugi fakt wart zauważenia, a niewidoczny na zdjęciach, to wielkość strumienia świetlnego produkowany przez oświetlacze. Pośrednio możemy określić go na podstawie czasu przysłony. I tak dla opisywanego oświetlacza jest to ¼ sekundy. Dla Osram oraz halogena 1/1,6 sekundy, a dla „żarówek" LED ponad 1s. Wynika z tego że samodzielnie zbudowany oświetlacz produkuje dwukrotnie więcej światła a do tego wszystkie przedmioty oświetlone nim mają żywe i soczyste barwy.

Ostatnim analizowanym parametrem oświetlacza są straty cieplne oraz rozkład temperatury. Jak możemy przeczytać w specyfikacji diody, temperatura jej obudowy nie może przekroczyć 120°C (a struktury 150°C). **Fotografia 7** prezentuje rozkład temperatury po kilku godzinach pracy omawianego oświetlacza. Temperatura rzeczywiście jest wysoka. Przekracza 110°C w obszarze struktury diody. Ze zdjęć możemy próbować oszacować rezystancję termiczną. Dla zastosowanej diody COB LED dokumentacje podają 2,4K/W (starsza wersja) i 1,5K/W (nowsza). Przyjmując mniej optymistyczną wersję pomiędzy strukturą diody a górnym krążkiem, mamy około 3,2K/W (32C/34V*300mA). Wartość ta zgadza się z oczekiwaniami: rezystancja diody 2,4K/W + 0,9K/W kleju. Natomiast rezystancja obudowy oświetlacza (temperatura na fotografii 7a, a temperatura otoczenia 26°C) wynosi 5,3K/W. Otrzymane wyniki możemy porównać do **fotografii 8,** zbudowany oświetlacz nie nagrzewa się bardziej niż komercyjnie oferowane źródła światła.

Z perspektywy dwóch lat eksploatacji oświetlacza nie zauważono utraty strumienia świetlnego czy zmiany barw, a biorąc pod uwagę że koszt części był porównywalny do ceny „żarówki" – dawczyni korpusu, nie powinien dziwić fakt, że jeszcze kilka innych uszkodzonych żarówek zostało uratowanych w opisywany sposób.

Michał Stach
michal.stach@elportal.pl

Ciąg dalszy ze strony 55

3. Obsługa klawiatury – gra jest dynamiczna, wąż przemieszcza się coraz szybciej wraz ze zdobywanymi kolejnymi poziomami i aby możliwe było niezawodne sterowanie, każdy klawisz generuje niezależne przerwanie, którego obsługa polega na wpisaniu czasu ostatniego naciśnięcia do odpowiedniej zmiennej. Z racji niedoskonałości styków podczas jednego przyciśnięcia klawisza może zostać wygenerowanych kilka przerwań. Nie jest to jednak groźne, gdyż ostatnie z nich nadpisze w pamięci te niepożądane. W celu umożliwienia szybkich manewrów zawracania lub uskoku węża został przygotowany bufor pamiętający dwa ostatnio naciśnięte i powodujące zmianę kierunku ruchu węża klawisze.

4. Obsługa pamięci EEPROM – układ ATMEGA2560 ma wbudowaną pamięć EEPROM. W grze została ona użyta do zapamiętania i wyświetlania najlepszego uzyskanego przez gracza wyniku.
5. Brzęczyk bez generatora – stanowi element klawiatury, chociaż może powinien znajdować się w pobliżu sytuacji, czyli ekranu. Każdy pojedynczy ruch węża jest sygnalizowany niskim tonem. Gdy wąż natrafi na diament, ton zostaje podwyższony. Po każdym ukończeniu planszy odgrywana jest kilkudźwiękowa melodia.

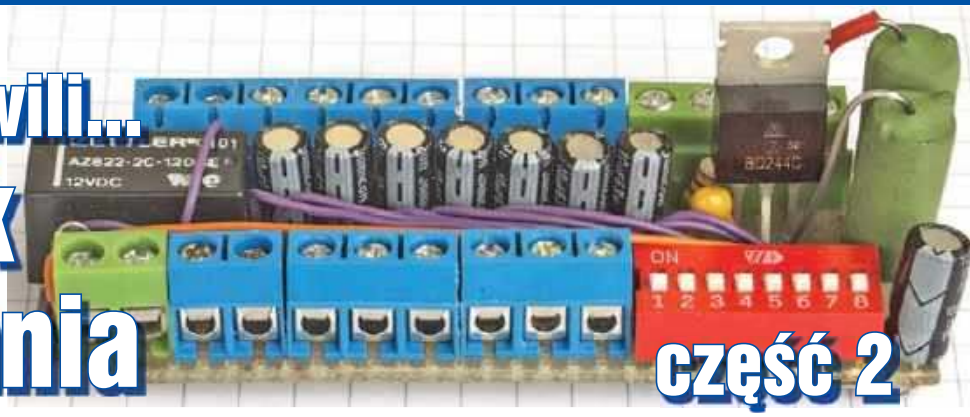
Fotografia 4 przedstawia przykładowy komunikat przewijany na ekranie oraz kilka początkowych sytuacji dla wybranych poziomów. Zielone zabarwienie pochodzi z trzech warstw folii przezroczysto-zielonej wyciętej z okładki do notatnika akademickiego. Chodzi o to aby patrzenie na ekranik pełen migających diod nie męczyło oczu.

Myślę, że płytka AVT5362 została w ten sposób wstępnie przetestowana. Opisany projekt jest rozwojowy. Ekran można zastąpić kolorowym złożonym z diod LED RGB, klawiaturę można zintegrować z ekranem, tworząc coś na kształt podręcznej konsoli do gier. Obudowę można wydrukować na drukarce 3D.

Piotr Chodnicki
piotrchodnicki@akademia.warszawa.pl

eprasa.pl 4d63438b09

Z potrzeby chwili... Sterownik nawadniania część 2



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

W pierwszej części artykułu opisany był nietypowy sposób sterowania elektrozaworami nawodnieniowymi 24VAC za pomocą napięcia stałego 13,7V. Oto dalszy opis prowizorycznego systemu.

Obwody kontrolne

Przy zdalnym sterowaniu SMS-ami za pośrednictwem centralki Ropam Optima i smartfonowej aplikacji Ropam Droid, najpierw trzeba otworzyć zawór kulowy, potem indywidualnie włączać kolejne elektrozawory nawodnieniowe na potrzebny czas. Z uwagi na wspólny obwód zasilania (rysunek 2), ***między wyłączeniem jednego elektrozaworu a włączeniem drugiego niezbędna jest krótka przerwa, co najmniej kilkadziesiąt milisekund***, potrzebna do rozładowania kondensatora C8 przez rezystor R9 (można ją trochę skrócić przez dodanie diody). Na koniec trzeba zamknąć elektrozawór kulowy.

Długość czasu nawadniania można ustawić w centralce: albo w konfiguracji indywidualnie dla wykorzystanych wyjść, albo napisać skrypt, który zrealizuje cały cykl nawadniania. Centralka Ropam Optima okazuje się znakomita także i w tym zakresie.

Instalacja z dodatkowym elektrozaworem kulowym zapobiegnie najgorszym problemom, ale przedstawiony prosty sterownik nie ma żadnych obwodów kontroli poprawności nawadniania. Gdyby nastąpiła jakaś awaria, na przykład za mały albo za duży pobór wody, nie zostałaby ona nijak zgłoszona. Aż prosiło się dodać jakiś obwód kontroli zbyt dużego zużycia wody podczas podlewania, co mogłoby być wynikiem jakiejś awarii (np. pęknięcia).

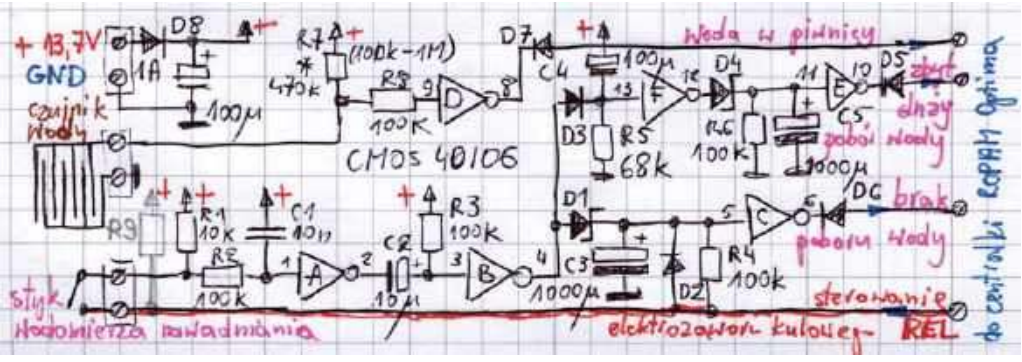
Taki układ sygnalizacyjny trzeba było zrealizować z potrzeby chwili, szybko, za pomocą posiadanych prostych podzespołów. Najpierw powstał wstępny schemat wersji z dwoma timerami z kostki CMOS4538, który miał kontrolować tylko nadmierny wypływ wody. Dalsza analiza wykazała, że wszystkie postawione zadania kontrolne można zrealizować prościej, bo przecież duża dokładność nie jest potrzebna. Dodany został więc obwód sygnalizacyjny braku poboru wody, co też ma głęboki sens, a także ciągle pracujący czujnik obecności wody na podłodze piwnicy.

Fot. 10

Rysunek 9 pokazuje schemat takiego dodatkowego modułu kontrolnego, a **fotografia 10** przedstawia zrealizowany w ekspresowym tempie model. Ten moduł kontrolny ma trzy wyjścia, gdzie stanem aktywnym jest stan wysoki. Wyjścia tego modułu podłączone są do trzech wejść centralki alarmowej Ropam, dlatego w spoczynku wejścia te są zwarte do masy (mają stan niski), tak jak to jest typowo w centralkach alarmowych, gdzie naruszenie linii oznacza odłączenie wejścia od masy. Takie rozwiązanie pozwala też wykryć przerwę w linii prowadzącej do centralki.

W konfiguracji centralki jest ustawione, że po naruszeniu danego wejścia kontrolnego na wybrane numery telefonów wysyłane są SMS-y z informacją o problemie. Także i tu centrala Ropam oferuje proste i skuteczne rozwiązanie.

Rys. 9



W chwili realizacji opisywanego prostego sterownika i modułu kontrolnego miały być wykorzystane tylko trzy linie kroplujące o zużyciu około: 5,5l/min, 4,5l/min oraz 1l/min, czyli o niedużej szybkości wypływu wody. Początkowo nie były wykorzystywane (trzy) obwody podlewania trawnika, gdzie zużycie wody jest dużo większe.

eprasa.pl 4d63438b09

Fot. 11

Obwody zbyt małego i zbyt dużego poboru wody wykorzystują sygnał z podlicznika nawadniania, czyli wodomierza z dodatkowym impulsatorem kontaktronowym, który daje impuls po pobraniu każdego litra wody. Linie kroplujące pobierają wodę pomału. Przy pracy krótkiej linii o poborze około litra na minutę, kontaktron daje impuls co około 60 sekund. Można więc bezpiecznie przyjąć, że brak impulsu przez 120 sekund oznacza brak poboru wody.

Natomiast praca najdłuższej linii kroplującej o poborze 5,5l/min jest sygnalizowana impulsami z wodomierza pojawiającymi się co około 11 sekund. Tu z zapasem można bezpiecznie przyjąć, że jeśli impulsy będą pojawiać się częściej niż co 6 sekund, to wypływ wody jest nadmierny, co świadczy o jakimś uszkodzeniu. Realizuje to układ z rysunku 9.

Zwróć uwagę, że kostka CMOS 40106 stale zasilana jest napięciem około 13V z akumulatora. Jednak obwody za małego i za dużego zużycia pracują tylko w czasie podlewania, a ściślej wtedy, gdy włączony jest przekaźnik Rel1 i elektrozawór kulowy, czyli gdy wyróżniona czerwonym kolorem linia REL jest zwarta do masy przez wyjście centralki. Zapobiega to nie tylko ewentualnym fałszywym alarmom, ale pozwala uzyskać zerowy pobór prądu w spoczynku. A tak by nie było, gdyby obwód z rezystorem R1 był zasilany stale: mianowicie wodomierz może zatrzymać się w momencie, gdy styk kontaktronu jest zwarty. Wykorzystanie linii REL uniemożliwia przepływ prądu przez R1 w spoczynku. Ewentualny rezystor R9 dodatkowo podciąga linię REL do plusa zasilania (jest ona podciągana głównie przez cewkę przekaźnika Rel1 w module sterującym). Natomiast czujnik „woda w piwnicy" stale monitoruje sytuację, bowiem woda w piwnicy może pojawić się nie tylko podczas nawadniania. W spoczynku wszystkie kondensatory elektrolityczne są naładowane, co jest wręcz konieczne do ich prawidłowej pracy w takim zastosowaniu. W spoczynku pobór prądu może być zerowy, choć w modelu rezystor R6 omyłkowo nie został podłączony do linii REL, tylko do masy, co daje spoczynkowy pobór około 0,13mA.

Kontrola przepływu wody jest prosta: bramka U1A formuje impulsy z kontaktronu. Na wyjściu bramki U1B przy każdym rozwarciu kontaktronu pojawia się dodatni impuls. Impulsy te podawane przez diodę D1 ładują kondensator C3 i utrzymują na wejściu bramki U1C stan logiczny wysoki. Kondensator C3 jest pomału rozładowywany przez R4 (stała czasowa około 120s). Jeżeli impulsy z kontaktronu nie przychodzą przez czas dłuższy niż 120 sekund, to C3 się rozładuje, a to da na wyjściu bramki U1C stan wysoki, czyli przekaże do centralki informację o braku poboru wody.

Gdy impulsy przychodzą częściej, przez diodę D3 rozładowują też kondensator C4 (wymuszają stan wysoki na wejściu bramki U1F). Stała czasowa C4R5 wynosi około 5 sekund, więc jeśli przerwy między impulsami są dłuższe, to po każdym impulsie kondensator C4 zdąży się naładować, co na wyjściu bramki U1F da stan wysoki, a to naładuje kondensator C5, który pomału rozładowuje się przez R6. Gdy impulsy przychodzące przez diodę D3 są zbyt częste, wtedy w krótkich przerwach między impulsami C4 nie zdąży się naładować i na wyjściu bramki U1F nie będą się pojawiać dodatnie impulsy. Kondensator C5 pomału się rozładuje i jeśli duży pobór wody się utrzymuje odpowiednio długo, nastąpi zmiana stanu bramki U1E i przekazanie do centralki sygnału o zbyt dużym zużyciu wody.

Ze względu na pracę w piwnicy i brak lakieru ochronnego w modelu zastosowane są rezystory o nominałach nie większych niż 100kΩ, co dało duże pojemności obwodów czasowych, do 1000uF.

Opisywany prosty kontroler został zaprojektowany i zrealizowany szybko, z potrzeby chwili z założeniem, że jest to rozwiązanie tymczasowe, przeznaczone tylko dla linii kroplujących. Na pewno tymczasowa i nieakceptowalna na dłuższy czas jest szybko zrealizowana instalacja, pokazana na **fotografii 11**. Docelowo ma zostać zrealizowany inny układ sterownika i mikroprocesorowego kontrolera z rozbudowanymi funkcjami kontrolnymi. Jednak w międzyczasie założony został też trawnik i uruchomione zostały trzy nawadniające go obwody ze zraszaczami wynurzalnymi o dużo większym poborze wody. W centralce Ropam na razie nie został napisany skrypt dla całego cyklu nawadniania, tylko dodatkowo skonfigurowane zostały trzy kolejne wyjścia dla trzech sekcji trawnika. Za pomocą aplikacji Ropam Droid w smartfonie linie kroplujące są kolejno, pojedynczo włączane na 50 minut, a sekcje zraszaczy trawnika na 12, 16 i 18 minut.

Ciąg dalszy na stronie 61

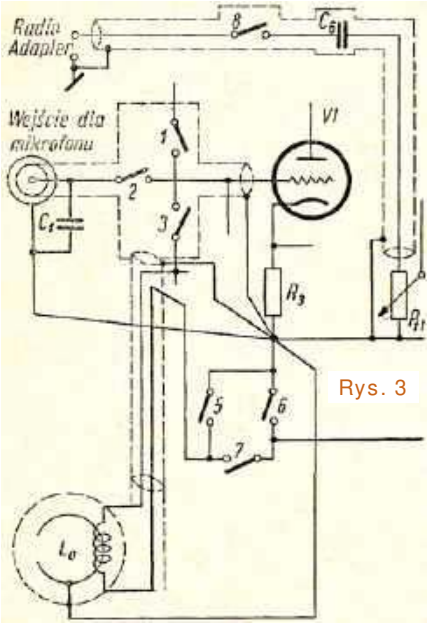
eprasa.pl 4d63438b09

Lampowy magnetofon szpulowy

Wzmacniacz zapisu, wzmacniacz odczytu i generator w.cz.

część 2

W poprzedniej części na rysunku 2 pokazany był schemat magnetofonu lampowego. Podstawowy tor wzmacniacza jest wspólny dla obydwu funkcji, a różnica polega na dołączeniu innych elementów korekcyjnych przy nagrywaniu, a innych przy odtwarzaniu. Stopień wejściowy wzmacniacza odznacza się wysoką czułością, nie mniejszą niż 2mV. Lampa stosowana w stopniu wejściowym musi być tak zwaną lampą bezszumną, odporną na mikrofonowanie i mieć możliwie duże wzmocnienie. Do takich lamp należy EF86, która jest najczęściej stosowana w układach magnetofonowych, choć używane są również ECC83 i ECC85. Podstawka tej lampy musi być umocowana na miękkim amortyzatorze gumowym, a lampa umieszczona w metalowym ekranie, wytłumionym miękką gąbką od wewnątrz. Wszystkie przewody łączące podstawkę lampy z elementami wzmacniacza muszą być wykonane z miękkiej licy, niepogarszającej amortyzacji lampy. **Rysunek 3** przedstawia sposób połączenia i ekranowania kluczowych obwodów wejściowych. Stopień wejściowy i napięciowy powinny być montowane w pudełku z blachy żelaznej (skuteczny ekran), a lampy, które są na zewnątrz, muszą mieć nałożone metalowe ekrany. Lampy pierwsza i druga powinny mieć punkty dołączenia do masy skupione w jednym miejscu. Przewody i elementy w siatkach sterujących lamp muszą być starannie ekranowane, podobnie jak przewody łączące wzmacniacz z przełącznikiem zapis-odczyt. Wzmacniacz mający tak dużą czułość ma skłonność do wzbudzeń i sprzężeń i dlatego tak wielką wagę przywiązuje się do starannego montażu i ekranowania.



Rys. 3

W pozycji „odczyt” do wejścia wzmacniacza zostaje przyłączona głowica uniwersalna (lub odczytująca) i zostają przyłączone elementy korekcji odczytu. Sygnał ze stopnia wejściowego przechodzi do stopnia napięciowego, a z niego do stopnia końcowego i do głośnika.

Po stopniu napięciowym stosowana jest dodatkowa korekcja w postaci regulacji barwy dźwięku.

W pozycji „zapis” głowica zostaje odłączona od stopnia wejściowego a przyłączona przez układ RC do wyjścia stopnia napięciowego. Do stopnia wejściowego zostaje przyłączony mikrofon lub sygnał z innego źródła, np. z radia. Przy zapisie i przy odczycie głowica jest połączona jednym końcem z masą wzmacniacza. Dodatkowo między masę a głowicę włączona jest cewka kompensacyjna. Przez odpowiednie jej ukierunkowanie można wyeliminować (skompensować) resztki przydźwięku pochodzącego od silnika i transformatora sieciowego.

Do głowicy jest też doprowadzony prąd podkładu z generatora o częstotliwości 30–120kHz, który jest włączany tylko w pozycji „zapis”. Prąd podkładu doprowadza się do głowicy zapisującej (uniwersalnej) przez szeregowo połączony opornik i trymer, którym ustala się wielkość prądu podkładu. Z generatora doprowadzony zostaje również prąd do głowicy kasującej przez kondensator, który ustala wielkość tego prądu (100–150mA).

W głowicach, które są częścią obwodu generatora, prąd może być mniejszy niż 100mA. Stosowanie innej korekcji zapisu i innej odczytu wymuszone jest tym, że inne zniekształcenia wprowadza głowica przy zapisie, a inne przy odczycie. Dlatego korekcje są tak dobrane, aby wypadkowa obydwu pozwalała uzyskać taką charakterystykę, jaką miał sygnał przed zapisem.

Celowo pomijam szczegółowy opis korekcji, gdyż jest dość obszerny i potrzebny przede wszystkim przy projektowaniu wzmacniaczy.

Szerokość szczeliny roboczej głowicy powinna być dostosowana do prędkości przesuwy taśmy. Dla prędkości przesuwu 19,05cm/s szczelina może mieć szerokość 8–10µm, dla 9,53cm/s: 5–8µm, a dla 4,76cm/s: 3–5µm. Szczelina poniżej 3µm nie poprawia znacząco parametrów, więc tak małych szczelin w magnetofonach lampowych nie stosowano.

Bardzo ważne jest dokładne ustawienie głowicy odczytującej oraz nagrywającej – ich szczeliny muszą być równoległe, gdyż nawet małe odchyłki powodują pogorszenie jakości odczytu. Ten problem nie występuje przy stosowaniu głowicy uniwersalnej. Jednak gdy zachodzi konieczność jej wymiany, to nowa głowica musi być ustawiona dokładnie tak jak poprzednia, by nie pogorszyć odczytu taśm nagranych wcześniej. Pozwala to uzyskać najlepszą jakość i dynamikę dźwięku. Do utrzymania równego przebiegu taśmy służą kołki prowadzące, które ustalają również wysokość przebiegu taśmy względem głowicy. Kołki muszą być wykonane z twardego materiału niemagnetycznego, np. z brązu lub brązu fosforowego. Wysokość wcięcia w kołku powinna być tylko o 0,02–0,05mm większa od szerokości taśmy. Do prawidłowego prowadzenia taśmy wystarczą dwa kołki prowadzące, ustawione tak, aby taśma przebiegała dokładanie równolegle do płyty nośnej. Rolka dociskowa musi być ustawiona dokładnie w pionie i równolegle do osi rolki przesuwu i mieć dokładnie wyregulowaną siłę docisku. Słabo dociśnięta rolka nie zapewni równego przesuwu, a zbyt mocno dociśnięta lub niepokrywająca się z osią rolki przesuwu może deformować taśmę lub wypychać ją poza rolkę.

Ważnym zespołem niezbędnym do dokonania prawidłowego zapisu jest generator prądu kasowania i podkładu w.cz. W magnetofonach lampowych najczęściej stosowano generator w klasycznym układzie Meissnera, układ z głowicą kasującą, będącą elementem indukcyjnym obwodu generatora oraz sporadycz-

eprasa.pl 4d63438b09

nie układ trzypunktowy. Generator taki musi cechować stałość częstotliwości i amplitudy oraz powinien on mieć jak najmniej częstotliwości harmonicznych. Musi być zasilany bardzo dobrze wyfiltrowanym napięciem, aby wytworzona przez niego częstotliwość nie była zakłócona resztkami sinusoidy sieci. Aby jak najbardziej ograniczyć harmoniczne i poprawić kształt krzywej prądu w.cz., należy stosować możliwie małe sprzężenie zwrotne oraz nie blokować kondensatorem opornika w katodzie generatora.

Generatorem, który wytwarza najmniej harmonicznych, jest oscylator w układzie multiwibratora symetrycznego. Taki generator jest zastosowany w czechosłowackim magnetofonie Sonet B 3.

Generatory w układzie Meissnera były stosowane w Szmaragdach, Melodii, BG23 i KBII. Generatory z głowicą jako obwodem generatora były stosowane w magnetofonach Sonet, Tonette, Piosenka i Wilga.

Magnetofon zbudowany z dużą dokładnością i należycie konserwowany zapewnia niemal idealne dokonanie zapisu, a następnie jego odczytu.

Jerzy Szymański
j.szymanski@wp.eu

Zdjęcia / rysunki pochodzą z książki „Magnetofon taśmowy". R. Girulski i J. Różycki.

Ciąg dalszy ze strony 59

Zupełnie przypadkowo właściwości prymitywnego kontrolera z rysunku 9 okazały się pożyteczne także przy podlewaniu trawnika za pomocą SMS-ów i aplikacji Ropam Droid (**rysunek 12**). Mianowicie po rozpoczęciu podlewania trawnika kontroler po czasie wyznaczonym przez C5R6 wykrywa nadmierny pobór wody, co skutkuje przysłaniem SMS-a o treści: *Zbyt duży pobór wody*.

Pobór jest zbyt duży jak na linie kroplujące, ale jest dowodem, że trawnik jest rzeczywiście podlewany. Gdy centralka po zaprogramowanych kilkunastu minutach wyłączy daną sekcję, kontroler wykrywa brak poboru wody i przychodzący SMS *Brak poboru wody* jest potwierdzeniem, że podlewanie danej sekcji się zakończyło – **rysunek 13**.

Rys. 12

Co dalej? Pierwszą planowaną modyfikacją jest napisanie skryptu dla centralki, realizującego pełny cykl podlewania po wydaniu jednego rozkazu, a docelową zmianą ma być realizacja innego sterownika z dodatkowymi opcjami i kontrolą poboru wody także dla części mieszkaniowej. Jak widać na fotografii 1, w systemie jest też drugi elektrozawór kulowy w obwodzie wody doprowadzanej do mieszkania. Docelowo ma on automatycznie odcinać część mieszkaniową instalacji na czas nieobecności domowników. W części nawodnieniowej precyzyjną kontrolę zużycia zapewnia certyfikowany podlicznik z kontaktronem dającym impuls po pobraniu każdego litra wody. W części mieszkaniowej do mniej dokładnej kontroli zużycia został zamontowany prostszy turbinowy czujnik przepływu z hallotronem.

Całością może sterować centralka Ropam Optima z dodatkowymi modułami wejść/wyjść dwustanowych, a jedynym niedostatkiem jest obecność tylko jednego wejścia „niedwustanowego": analogowego wejścia AI mierzącego napięcie w zakresie 0...10V. W każdym razie możliwości i plany są szerokie.

Rys. 13

Piotr Górecki

ULUBIONYKIOSK.PL
Tu zawsze przejrzysz i kupisz aktualne oraz archiwalne numery „Elektroniki dla Wszystkich" zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej.
PRZESYŁKA GRATIS!

eprasa.pl 4d63438b09

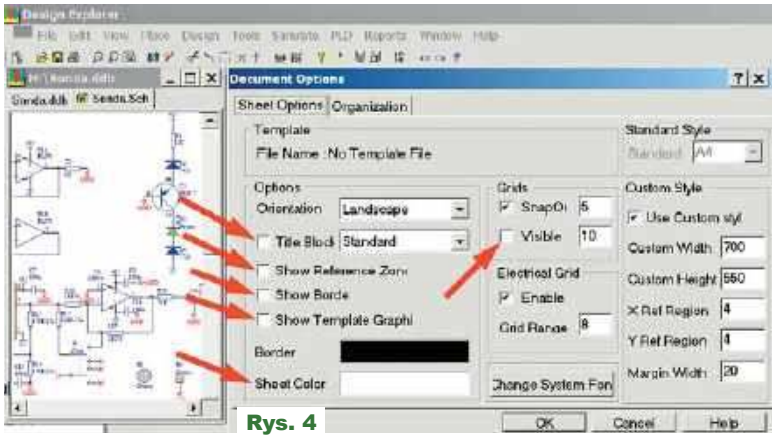
Protel99SE – wydruki schematów

Niniejszy artykuł przeznaczony jest dla autorów projektów realizowanych za pomocą wciąż popularnego pakietu Protel99SE, którzy muszą stworzyć rysunki wektorowe schematu i płytki do artykułu, a ponadto chcieliby samodzielnie wygenerować dokumentację do Elportalu. Będzie też przydatny wszystkim, którzy chcą w kontrolowany sposób tworzyć schematy czy rysunki płytek do dowolnych celów.

Rozwlekłe schematy

Naprawdę duży problem w tym, że znaczna część elektroników rysuje schematy bardzo rozwlekle. W oryginalnej postaci nie zmieściłyby się nawet na dwóch stronach EdW. W dobrze pojętym interesie Czytelników, nie można dopuścić do „nadmuchania" czasopisma rozwlekłymi schematami. Schemat musi zająć rozsądną ilość miejsca na stronie, żeby zachować harmonię między tekstem, rysunkami i ilustracjami. Wielkość schematu musi też być proporcjonalna do liczby zawartych na nim elementów. Przykład na **rysunku 1** przedstawia schemat nieskomplikowanego urządzenia i pokazuje, że gdyby taki schemat miał zająć niedużo miejsca na stronie, trzeba go pomniejszyć, a wtedy będzie zupełnie nieczytelny. Tak być nie może i dlatego my potem w redakcji tracimy mnóstwo czasu, żeby takie rozwlekłe schematy „skompaktować". Chodzi o to, żeby zachować rozsądną wielkość napisów (w mierze drukarskiej około 7 punktów) i odpowiednią grubość linii (0,012 cala). Wierzcie, że takie „kompaktowanie schematu" zajmuje mnóstwo czasu. Więcej niż narysowanie schematu od nowa (czego jednak unikamy, ponieważ wiąże się z ryzykiem poważnych pomyłek). Przykład schematu z rysunku 1 po pracochłonnym „skompaktowaniu" znajdziesz na **rysunku 2**. Oba schematy zajmują w artykule taką samą powierzchnię (po około 60cm²).

Ogromna prośba: **przygotowując schematy do publikacji, od razu rysujcie je „zwięźle i gęsto"**. Jeżeli ktoś przyśle projekt do publikacji z wyjątkowo rozwlekłym schematem, będziemy zmuszeni odesłać go do poprawki – do „skompaktowania".



Rys. 4

Wydruki do publikacji

Jeżeli już mamy rozsądnie narysowany, „zwięzły" schemat, jego wydruk do celów publikacji w postaci dobrej jakości wektorowego pliku wykonamy za pomocą wirtualnej drukarki – sterownika PDF.

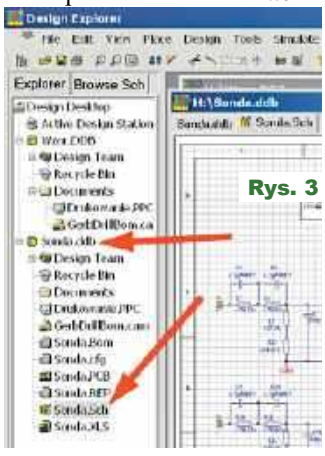
W tym celu w programie Protel99SE otwieramy w prawym oknie plik schematu .sch (najczęściej zawarty w pliku .ddb), co może wyglądać jak na **rysunku 3**.

Podczas rysowania schematu można włączyć siatkę (*Grid*), ale do wydruku do publikacji w EdW trzeba siatkę wyłączyć i nie drukować ani obrysu (*Border*), ani kolorowego tła. Można to ustawić, wybierając z menu ***Design – Options...***

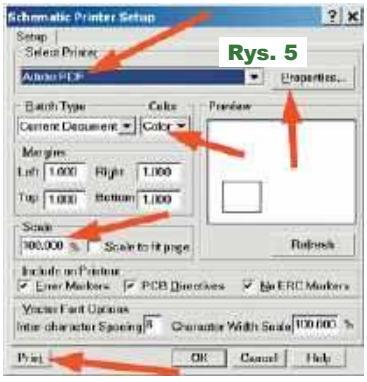
Jak pokazuje **rysunek 4**, trzeba odznaczyć okienka, wskazane czerwonymi strzałkami i ewentualnie w oknie *Sheet Color* ustawić „pusty" biały kolor.

Następnie w oknie z **rysunku 5** trzeba sprawdzić ustawienia wirtualnej drukarki: ***File – Setup Printer...*** (trzeba wybrać jakiś porządny sterownik – „drukarkę PDF") oraz ustawić skalę 100% i ewentualnie wielkość arkusza w *Properties*. Można od razu z tego okna wydrukować, klikając ***Print***, albo zamknąć okno *OK* i z menu wybrać ***File – Print***. W drugiej części artykułu zajmiemy się płytkami.

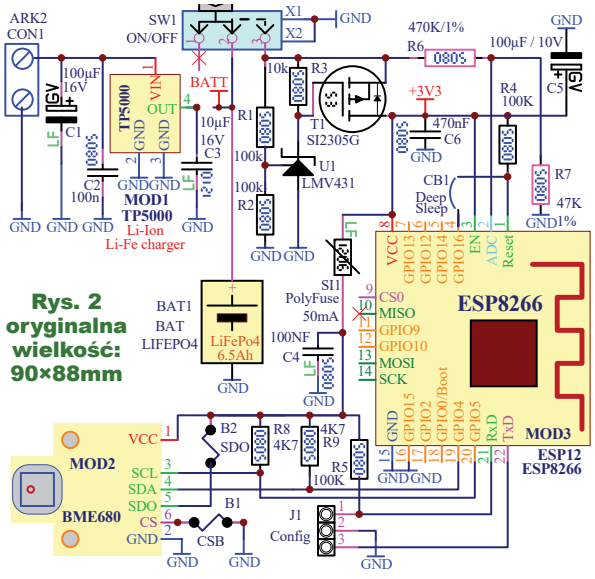
(red)



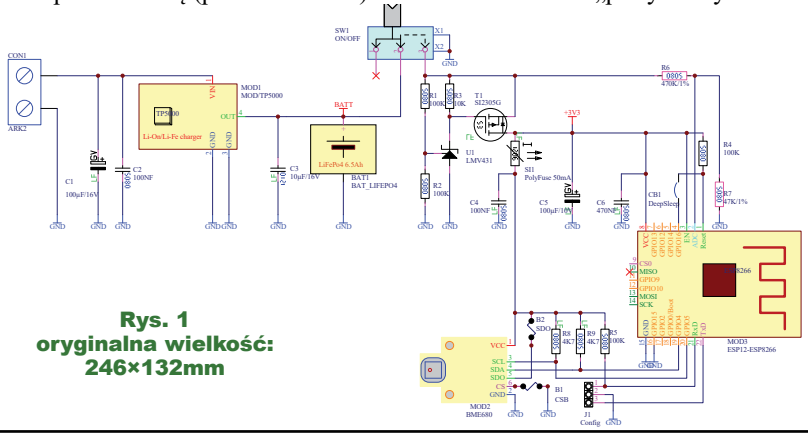
Rys. 3



Rys. 5



Rys. 2
oryginalna
wielkość:
90×88mm


Rys. 1
oryginalna wielkość:
246×132mm

eprasa.pl 4d63438b09

Zadanie CoTo2010

Zadanie konkursowe brzmi:
Co przedstawia zamieszczona niżej fotografia?

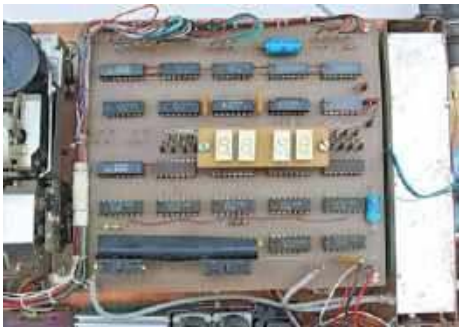
Prosimy o krótkie odpowiedzi. Można jednak dołączyć zwięzłe uzasadnienie lub potwierdzenie (dowód) albo też króciutki opis analizy zadania i poszukiwań. E-maile z odpowiedziami należy przysyłać w ciągu miesiąca od ukazania się numeru, na adres: ***konkursy@elportal.pl***, **nie zapominając o podaniu adresu** niezbędnego do wysyłki upominku.

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *CoTo2010Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.

Rozwiązanie zadania CoTo2007

Fotografia pochodzi z artykułu „Rejestrator retro", zamieszczonego w EdW 1/2019 na stronie 61.



Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Andrzej Szulda – Olsztyn
Zygmunt Flisak – Opole,
Dariusz Mirosław – Puławy.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 11/2020

Akwarystyczny mikroUPS z baterią Li-ion

Znakomity przykład, jak współcześnie dostepne podzespoły i moduły pozwalają zapobiec istnej katastrofie w akwarium, spowodowanej brakiem napiecia w sieci. Krótko mówiąc czysty: sinus 230V 50Hz z zestawu popularnych akumulatorów.

EdW 12/2020

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.

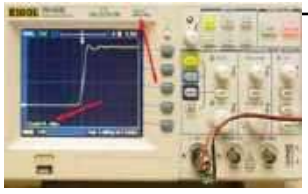
EdW 1/2021

Moja własna karta audio USB

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

W kolejce na publikację czekają m.in.:

Simple half-bridge SMPS
Przykład prostej „dwukierunkowej" przetwornicy forward.



(Sub-?) Nanosekundowy generator
Poznaj zadziwiające fakty, które ujawniły się podczas realizacji prostego generatora impulsów.

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

Z potrzeby chwili... TZTMK – transmisja sygnałów myszki i klawiatury
Skuteczne rozwiązanie w przypadkach, gdy stanowisko pracy składa się z dwóch lub trzech komputerów i monitorów.

eprasa.pl 4d63438b09

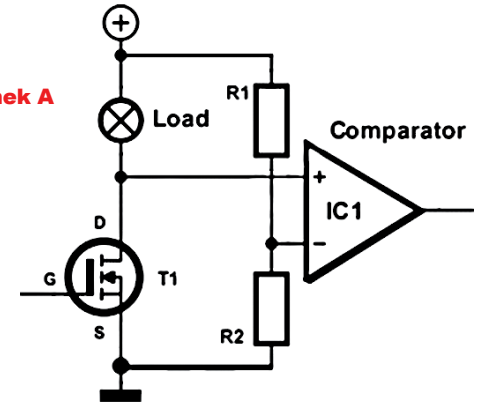
Jak to działa

Na **rysunku A** przedstawiony jest fragment schematu. Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu:

Jak działa i do czego może służyć taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem **Jak10**, należy nadsyłać w terminie 45 dni od ukazania się tego numeru EdW. Nagrodami w konkursie będą 3 kity AVT

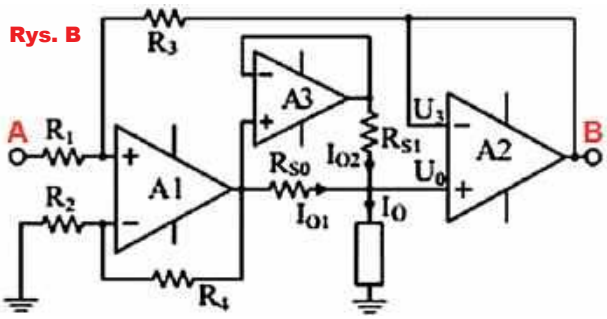
Rysunek A



Rozwiązanie zadania *Jak to działa* z EdW 6/2020

W numerze 6/2020 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, niezbyt skomplikowany układ elektroniczny z trzema wzmacniaczami operacyjnymi.

Rys. B



To także jest... ***sterowane napięciem źródło prądowe***, podobnie jak analizowany właśnie w numerze 6/2020 układ z kostką AD8130 i wzmacniaczem AD8065. Zasada działania jest dokładnie taka sama, wręcz identyczna, jak w analizowanym wcześniej układzie z kostką AD8130. Jednak zadanie było w sumie trudne, ponieważ pomimo takiej samej funkcji i zasady działania, szczegóły znacząco różnią się od wcześnej omawianego rozwiązania. Utrudnieniem jest też sposób narysowania schematu. Na schemacie zostało też wprowadzone dodatkowe utrudnienie. Na **rysunku C** pokazany jest znaleziony gdzieś w Internecie oryginalny schemat źródła prądowego. I jak widać, na schemacie dodany jest punkt B, który mógł sugerować, że jest to wyjście. Tymczasem wcale nie jest to wyjście, bowiem kluczowe znaczenie ma płynący przez obciążenie (Load) prąd I_O.

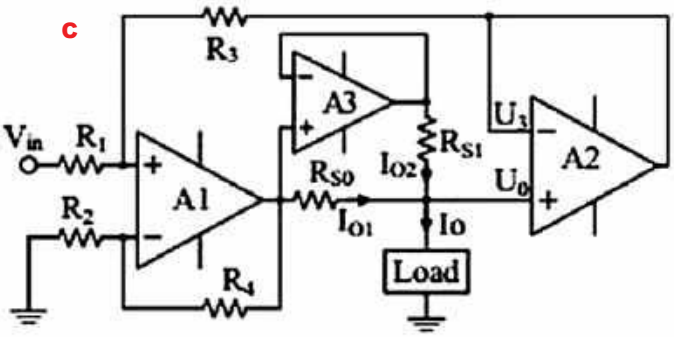
Wszystkie te utrudnienia nie przeszkodziły jednak zdecydowanej większości uczestników konkursu *JakDziała*, za co należą się im gratulacje!

Szukając odpowiedzi na pytanie *Jak to działa?*, należało zwrócić uwagę na fakt, że na schemacie z rysunku B występują amerykańskie symbole rezystorów, a do tego jest coś, co wygląda na symbol rezystora europejskiego. To powinno wzbudzić czujność. Druga wskazówka to oznaczenia prądów, gdzie można było doszukać się oznaczenia I_O z literką O – output = wyjście. Wprawdzie mogła powstać wątpliwość, czy jest to literka O, czy cyfra 0, ale to na pewno był trop do zbadania.

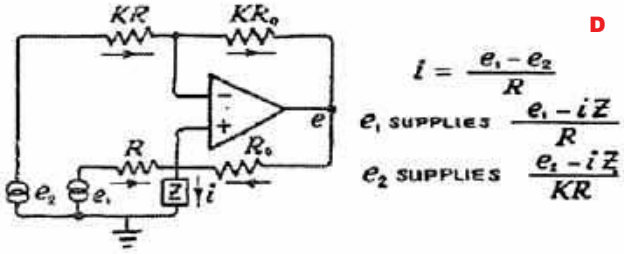
Rozwiązanie konkursu i analizę układu z rysunku B należałoby zacząć od prostszych sterowanych źródeł prądowych z wykorzystaniem wzmacniaczy operacyjnych.

W podręcznikach akademickich omawia się tak zwany układ Howlanda, który jest sterowanym napięciowo źródłem prądowym (prądu stałego i zmiennego, bo kierunek prądu zależy od napięcia na wejściu sterującym), ale niezbyt dobrym do praktycznych zastosowań. Autorem zupełnie nieintuicyjnej koncepcji prostego źródła prądowego z jednym wzmacniaczem operacyjnym jest profesor Bradford Howland z MIT, współpracownik George'a A. Philbricka, pioniera w dziedzinie komputerów analogowych. Układ był wynaleziony około roku 1962 i nie został przez wynalazcę opatentowany. **Rysunek D** pochodzi z pierwszej publikacji z roku 1964.

C



D



Differential Voltage to Current Transducer (Grounded sources, grounded load, differential amplifier)

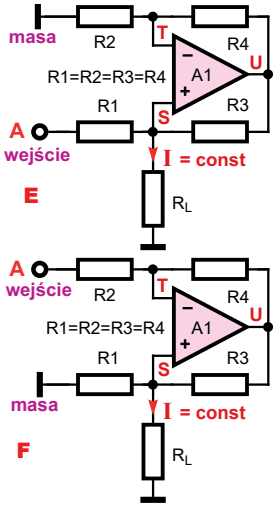
eprasa.pl 4d63438b09

Już na tym rysunku widać, że prąd wyjściowy, oznaczony **i**, zależy od różnicy napięć wejściowych ($e_1 - e_2$) oraz od rezystancji R:

$i = (e_1 - e_2) / R$

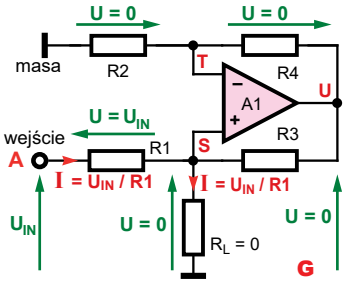
Do elementarnej analizy zwykle się przyjmuje, że w układzie wszystkie cztery rezystancje są jednakowe. Ale już rysunek D wskazuje wyraźnie, że wcale nie musi tak być.

Działanie takiego źródła prądowego jest trudne do intuicyjnego pojęcia, a jego podstawowe cechy można określić, rozwiązując nieskomplikowany układ równań, który go opisuje. W zasadzie prąd wyjściowy zależy od różnicy napięć, czyli układ ma wejście różnicowe. Jednak zwykle przyjmuje się, że jedna z końcówek wejściowych jest dołączona do masy. Daje to albo układ nieodwracający, jak pokazuje **rysunek E**, albo odwracający według **rysunku F**. Intuicyjnie można łatwiej opisać działanie wersji nieodwracającej z rysunku E. Przy zerowym napięciu wejściowym we wszystkich punktach układu napięcia też są równe zeru, a i w układzie nie płyną żadne prądy.



Gdy na wejście A podajemy napięcie, spodziewamy się, że przez obciążenie R_L zacznie płynąć prąd o wartości U_{IN}/R, niezależnie od wartości obciążenia R_L.

Najpierw załóżmy na chwilę, że obciążenie R_L ma rezystancję równą zeru. Wprawdzie oznacza to zwarcie wejścia nieodwracającego wzmacniacza do masy, co może budzić niepokój. Nie bójmy się, zaakceptujmy to i pamiętajmy tylko, że $R_L = 0$. A jeżeli tak, to cały prąd płynący z wejścia przez rezystor R1 popłynie dalej do masy właśnie przez R_L. Napięcie w punkcie S będzie równe zeru, więc i na drugim wejściu wzmacniacza operacyjnego i na jego wyjściu (punkty T, U) też będzie równe zeru. Przez pozostałe rezystory prąd nie będzie płynął, jak pokazuje to **rysunek G**.



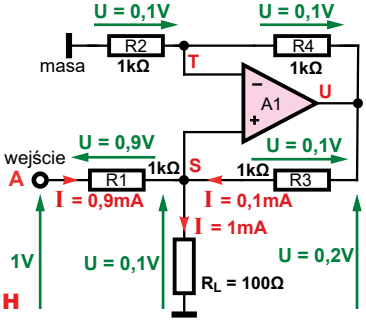
Załóżmy teraz, że rezystancja R_L wzrosła i ma jakąś niewielką wartość. Prąd płynący przez R1 wywoła teraz na niewielkiej rezystancji R_L jakiś mały spadek napięcia. A to znaczy, że na rezystorze R1 napięcie będzie teraz mniejsze o spadek napięcia na R_L. Ponadto na pewno zmniejszy się prąd płynący przez R1. Ale my przecież chcemy otrzymać źródło prądowe, gdzie prąd płynący przez R_L jest niezmienny.

A na razie widzimy, że na pewno zmniejszy się prąd płynący przez R1.

Tak, zmniejszy się, ale pojawi się prąd płynący przez R3 i to właśnie on zapewni niezmienną wartość prądu płynącego przez R_L.

To oczywiste, że przy wzroście rezystancji R_L wzrośnie napięcie na wejściu „dodatnim" wzmacniacza operacyjnego, a więc wzrośnie też na jego wyjściu. Podczas normalnej pracy oba wejścia wzmacniacza operacyjnego mają ten sam potencjał. To znaczy, że napięcie wyjściowe wzrośnie na tyle, żeby na wejściu odwracającym napięcie było równe napięciu na wejściu nieodwracającym. Łatwo się domyślić, że z uwagi na równość R2 = R4, napięcie na wyjściu będzie dwa razy większe niż jednakowe napięcie na obu wejściach.

A to oznacza, że wzrost napięcia wyjściowego spowoduje też przepływ prądu przez rezystor R3. Jak wcześniej ustaliliśmy, przy wzroście R_L zmniejszy się prąd płynący przy R1, ale pojawi się dodatkowy prąd płynący przez R3. Uwierz na słowo, że prąd ten dokładnie skompensuje wcześniej wspomniany ubytek prądu i nadal przez R_L będzie płynął prąd o niezmiennej wartości U_{IN} / R_L. Jeżeli nie chcesz wierzyć na słowo, możesz sam sprawdzić, że to prawda, choćby na kilku przykładowych wartościach napięcia wejściowego. Jeden przykład masz na **rysunku H**.

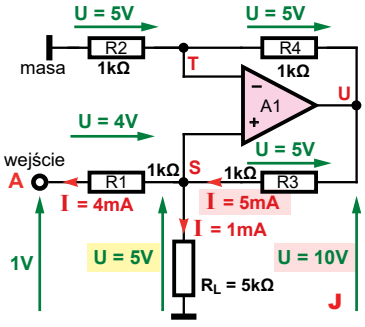


Możesz też poszukać w podręcznikach lub w Internecie układu równań, które taki układ opisują. Taka podstawowa analiza jest dość prosta i prowadzi do wniosku, że analizowany układ ma wzmocnienie, a ściślej transkonduktancję równą 1/R1, czyli prąd obciążenia ma wartość U_{IN} / R1.

Taka prosta analiza nie pokazuje jednak, że właściwości, a konkretnie rezystancja dynamiczna takiego źródła prądowego (teoretycznie) jest równa nieskończoności tylko wtedy, gdy rezystory są idealnie dobrane. Zastosowanie rezystorów o tolerancji 1%, powszechnie nazywanych precyzyjnymi, redukuje rezystancję dynamiczną do wartości nieakceptowalnej w wielu zastosowaniach. W praktycznym układzie rezystory muszą być bardzo starannie dobrane, a także muszą mieć dobrą stabilność cieplną i długoczasową. W praktyce znaczenie, choć nie aż tak duże, ma też współczynnik tłumienia napięcia wspólnego CMRR wzmacniacza operacyjnego.

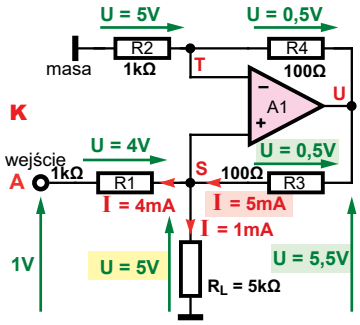
Klasyczny, podstawowy układ źródła prądowego Howlanda ma też inne wady. Zwróć uwagę na przykład z **rysunku J**. Gdy rezystancja obciążenia R_L jest duża, prąd w rezystancji R1 zmienia kierunek. Rośnie też jego wartość: w tym przykładzie dla uzyskania wyjściowego prądu 1mA przez rezystor R3 płynie prąd aż 5mA. Ponadto już w ramach wcześniejszej uproszczonej analizy ustaliliśmy, że napięcie na wyjściu wzmacniacza operacyjnego jest dwa razy większe niż napięcie na obciążeniu R_L. Czyli w rzeczywistym wzmacniaczu maksymalne napięcie na R_L będzie mniejsze niż połowa napięcia zasilania, co na pewno zaletą nie jest. Sam wzmacniacz operacyjny ma wydajność prądową wyjścia rzędu kilkunastu do kilkudziesięciu miliamperów. Natomiast omawiany układ źródła prądowego ma wydajność prądową (maksymalny prąd) ograniczoną też przez rezystancję zastosowanych rezystorów. Ich wartość można zmniejszyć. Możemy zmniejszyć wartość R3 i R4, ale tak, żeby zachować proporcję:

R3/R1 = R4/R2



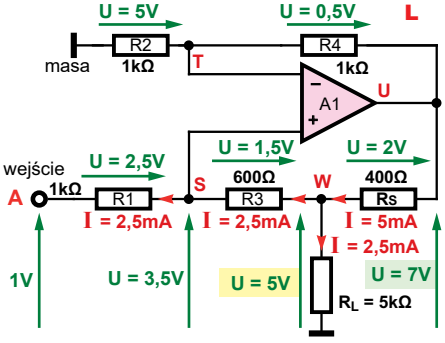
eprasa.pl 4d63438b09

Wtedy korzystnie zmniejszymy spadek napięcia na R3, co zmniejszy straty w rezystancji R3. Przykład pokazany jest na **rysunku K**. Nadal jednak prąd płynący przez R3 jest dużo większy od prądu płynącego przez obciążenie R_L. Nadal mamy problem mocy strat i sprawności energetycznej takiego źródła prądowego.



Sterowane napięciem źródło prądowe (Voltage Controlled Current Source – VCCS) to układ potrzebny praktykom. Jednak z omówionych względów podstawowy układ źródła prądowego Howlanda ma jedynie znaczenie dydaktyczne, a nie praktyczne. Do zastosowań praktycznych znacznie bardziej nadaje się ulepszony układ Howlanda, nazywany *enhanced Howland current source* (EHCS)

Schemat ulepszonego źródła z przykładowymi prądami i napięciami jest pokazany na **rysunku L**.



Rezystancja obciążenia R_L jest teraz włączona inaczej: pomiędzy rezystory R3 i dodatkowy rezystor R_S. Znów intuicyjne podejście napotyka poważne problemy. Bez wchodzenia w szczegóły podkreślmy tylko to, co najważniejsze: układ zachowa właściwości źródła prądowego, jeżeli suma rezystancji R3 + R_S spełni zależności wcześniej omawiane dla wersji podstawowej. Zauważamy też, że prąd wyjściowy nie jest już równy U_{IN} / R1, tylko $\mathbf{U_{IN} / R_S}$.

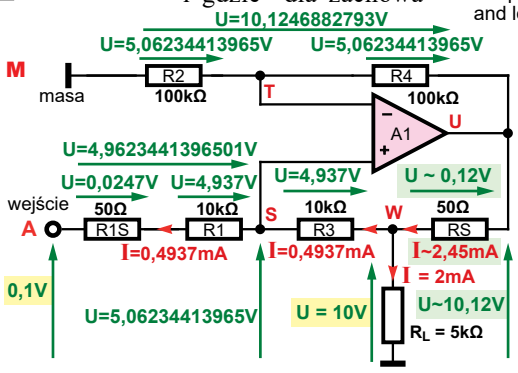
W praktyce ważne jest to, że można zastosować małą rezystancję R_S, dużo mniejszą od R1, a wtedy i maksymalne napięcie na obciążeniu R_L będzie bliskie maksymalnemu napięciu na wyjściu wzmacniacza, i sprawność energetyczna będzie przyzwoita.

W przypadku najprostszym i bodaj najczęściej wykorzystywanym w praktyce wszystkie cztery rezystancje składowe mają być równe, a stosunek R3/R_S może być wielokrotnie większy od jedności. Ale cztery rezystancje nie muszą być równe, byle tylko zachować proporcję:

$(R3+R_S)/R1 = R4/R2$

Przykład masz na **rysunku M**, gdzie mamy R3/R1 = R4/R2, i gdzie dla zachowania symetrii dodany jest rezystor R1S w szereg z R1, tak aby

$(R3+R_S)/(R1+R1S) = R4/R2$.



Doskonałość uzyskanego źródła prądowego silnie zależy od dokładności doboru stosunków rezystancji. Zasadniczo powinien być spełniony warunek: $(R3+R_S)/R1 = R4/R2$, ale idealne dobranie rezystorów jest po prostu niemożliwe, choćby ze względu na zmiany rezystancji pod wpływem zmian temperatury. W praktyce dobrą współbieżność uzyskuje się, stosując cztery jednakowe rezystory R1...R4. Zgodnie z rysunkiem M, w szereg z R1 należałoby dodać rezystor R1S = R_S, jednak nie zawsze wymagania są bardzo wysokie. Przykładowo rezystory R1...R4 mogą mieć wartość powiedzmy 100 kiloomów, a R_S tylko 100Ω, co przy idealnych wartościach rezystancji oznacza błąd gałęzi z R3, R_S tylko 0,1% względem pozostałych.

A to prowadzi nas do wzmacniacza różnicowego (*difference amplifier*) z jednakowymi rezystorami, którego wzmocnienie jest równe jedności.

W praktyce można go zrealizować z klasycznym wzmacniaczem operacyjnym i czterema identycznymi rezystorami, na przykład zawartymi we wspólnej obudowie. Wielu producentów oferuje takie zestawy rezystorów, a umieszczenie ich we wspólnej obudowie powala uzyskać jednakowe parametry, w tym istotną w tym przypadku współbieżność ewentualnych zmian.

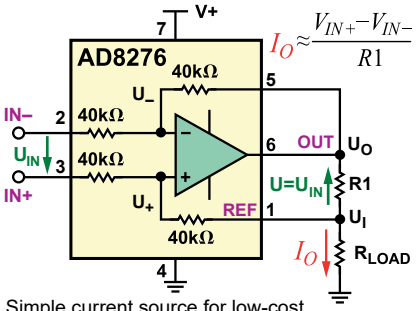
Znacznie wygodniej i taniej wykorzystać gotowy scalony wzmacniacz różnicowy, gdzie stabilne i jednakowe rezystory wbudowane są w scaloną strukturę i zapewniają znakomitą symetrię i współbieżność zmian termicznych. **Rysunek N** pochodzi z materiałów Analog Devices (Analog Dialogue 45-05), a żółtą podkładką wyróżniony jest właśnie wzmacniacz różnicowy AD8276. Końcówki oznaczone IN+, IN– to różnicowe wejście. Końcówka oznaczona REF to punkt odniesienia (*reference*). Jeżeli wszystkie wewnętrzne rezystory są jednakowe, to podczas pracy pomiędzy wyjściem OUT i punktem odniesienia REF występuje napięcie równe różnicy napięć między końcówkami IN+, IN–. W innych aplikacjach punkt odniesienia REF najczęściej jest dołączany do masy, ale wcale nie musi tak być. W podręcznikach jest też zalecenie, żeby punkt REF był dołączony do obwodu o jak najmniejszej rezystancji. Generalnie tak powinno być, ale w typowych zastosowaniach. Jednak w analizowanym modyfikowanym układzie Howlanda wykorzystanie wzmacniacza różnicowego jest nietypowe i nie ma problemu, jaką rezystancję wewnętrzną ma obwód, do którego dołączony jest punkt REF wzmacniacza różnicowego. Ważne jest tylko to, że w układzie z rysunku N z jednakowymi czterema rezystorami, między wyjściem OUT i końcówką REF występuje napięcie równe wartości różnicowego napięcia wejściowego. Prąd płynący przez rezystancję R1 (R_S) jest dokładnie równy

$I_O = U_{IN} / R1$ ($I_O = U_{IN} / R_S$).

Jednak prąd wyjściowy I_O nie jest idealnie równy prądowi płynącemu przez R1 (R_S), ponieważ jakiś prąd płynie też w obwodzie końcówki REF.

Wcześniej przy omawianiu rysunku M mówiliśmy, że dla uzyskania symetrii i optymalnych parametrów należałoby dodać na wejściu „dodatnim" rezystor (R1S = R_S).

Można tak zrobić, ale w praktyce jest to niewygodne z co najmniej dwóch



Simple current source for low-cost and low-current applications.

N

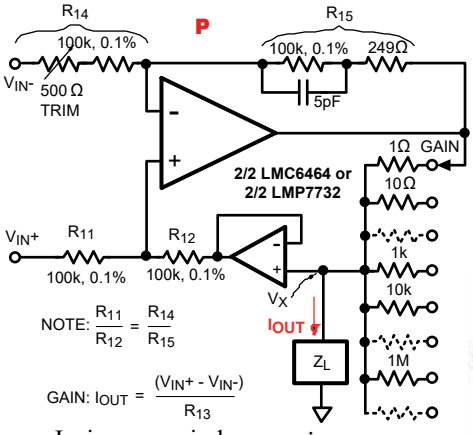
eprasa.pl 4d63438b09

względów. Znacznie lepsze jest inne rozwiązanie: otóż można wykorzystać scalony wzmacniacz różnicowy o wzmocnieniu 1, czyli z jednakowymi rezystorami, a wspomniany błąd zlikwidować przez dodanie bufora, wtórnika według **rysunku O**.

Dzięki obecności bufora nie musimy dodawać rezystancji R1S. Teraz patrzymy też na układ z zupełnie innego punktu widzenia: mamy wzmacniacz różnicowy o wzmocnieniu 1, podajemy na jego wejście jakieś napięcie U_{IN}, więc na rezystancji R_S utrzymuje on napięcie równe U_{IN}. Na pewno przez rezystor R_S płynie prąd o wartości $I = U_{IN} / R_S$

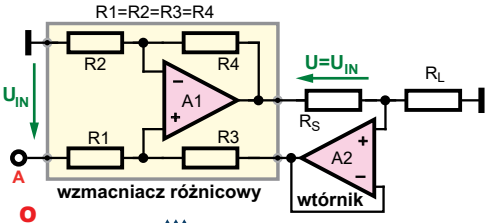
Cały ten prąd płynie dalej przez obciążenie R_L, bo możemy przyjąć, iż wejście bufora nie pobiera prądu.

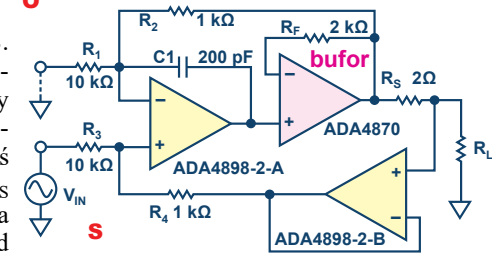
Rysunek P pochodzi z noty aplikacyjnej TI AN-1515 i pokazuje wielozakresowe źródło prądowe tego rodzaju zrealizowane na podwójnym zwykłym wzmacniaczu operacyjnym.



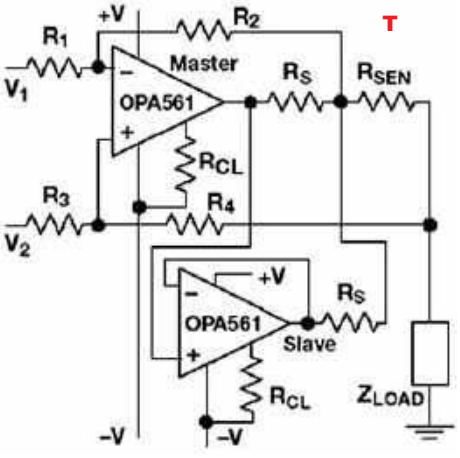
I jeszcze jedna ważna sprawa: w omawianych właśnie układach praktycznie cały prąd wyjściowy wzmacniacza operacyjnego płynie przez obciążenie R_L. To dobrze, tylko wydajność prądowa wyjść typowych wzmacniaczy operacyjnych i scalonych różnicowych z reguły wynosi od kilkunastu do najwyżej kilkudziesięciu miliamperów. Powstaje problem, gdy konstruowane źródło prądowe ma dać prąd o większej wartości. Rozwiązaniem jest... kolejny bufor, wtórnik. Tym razem bufor zwiększający prąd.

Szereg propozycji znajdziemy w materiałach Analog Devices (Analog Dialogue 43-09). I tak proponowane rozwiązanie z pojedynczym tranzystorem według **rysunku R** może być dobre, ale tylko przy jednokierunkowym przepływie prądu. Lepszym rozwiązaniem może być wzmacniacz hybrydowy z jakimś specjalizowanym wzmacniaczem – buforem o dużym prądzie wyjściowym, na przykład według **rysunku S**.

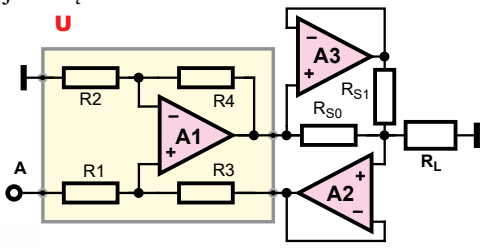




Ale jeżeli wystarczy dwukrotne zwiększenie prądu wyjściowego, to prostym rozwiązaniem jest zastosowanie wzmacniacza operacyjnego takiego samego jak U1, pracującego w roli wtórnika, obciążonego rezystancją taką samą jak R_S. Otrzymujemy wtedy układ dwukrotnie zwiększający prąd wyjściowy według **rysunku T**. W nieco uproszczonej wersji wygląda to jak na **rysunku U**. I oto okrężną drogą doszliśmy, a właściwie wróciliśmy do rysunku B! Układ z rysunku U to przecież schemat z rysunku B, tylko nieco inaczej narysowany!



Działanie na pozór dziwnego układu z rysunku B okazuje się zaskakująco proste. W praktyce, realizując podobne źródła prądowe, trzeba też brać pod uwagę ich właściwości dynamiczne. A z uwagi na parametry wzmacniaczy operacyjnych ograniczone jest pasmo częstotliwości i ograniczona jest szybkość zmian napięcia i prądu na wyjściu. Sterowane źródła prądowe ze wzmacniaczami operacyjnymi mają parametry bliskie ideału tylko w zakresie prądu stałego i niedużych częstotliwości. A jeżeli potrzebne jest źródło prądowe o szerokim paśmie częstotliwości, trzeba zastosować szybki wzmacniacz operacyjny lub scalony gotowy wzmacniacz różnicowy, który oprócz dużej szybkości powinien mieć jak najlepsze tłumienie sygnału wspólnego (CMRR), bliskie zeru prądy wejściowe i nieskończenie wielką impedancję wejściową. Realizacja sterowanego źródła prądowego o dużej szybkości i szerokim paśmie zawsze jest kompromisem, a ideału osiągnąć się nie da.

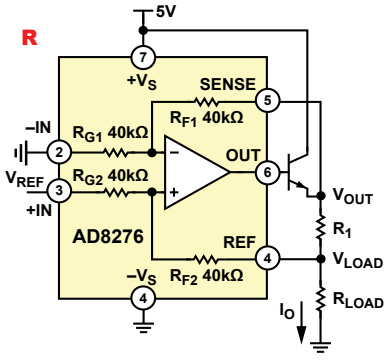


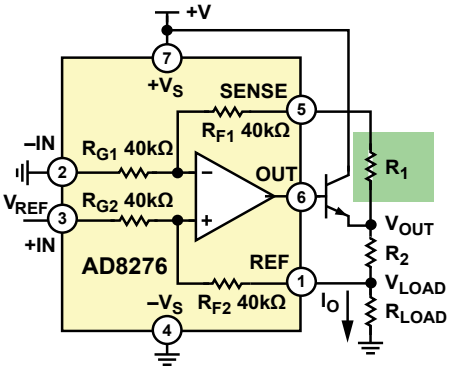
Zadanie okazało się wyjątkowo trudne. Napłynęło bardzo mało rozwiązań, a konkretnie pięć (od najaktywniejszych uczestników) i do tego wszystkie zawierały odpowiedzi nie do końca trafne.

Nagrody-upominki za udział w zadaniu ***JakDziałaó*** otrzymują:

Mateusz Ostrycharz – Siemkowice,
Ryszard Magdycz – Wrocław,
Szymon Wójtowicz – Warszawa.

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





eprasa.pl 4d63438b09

UWAGA! UWAGA!

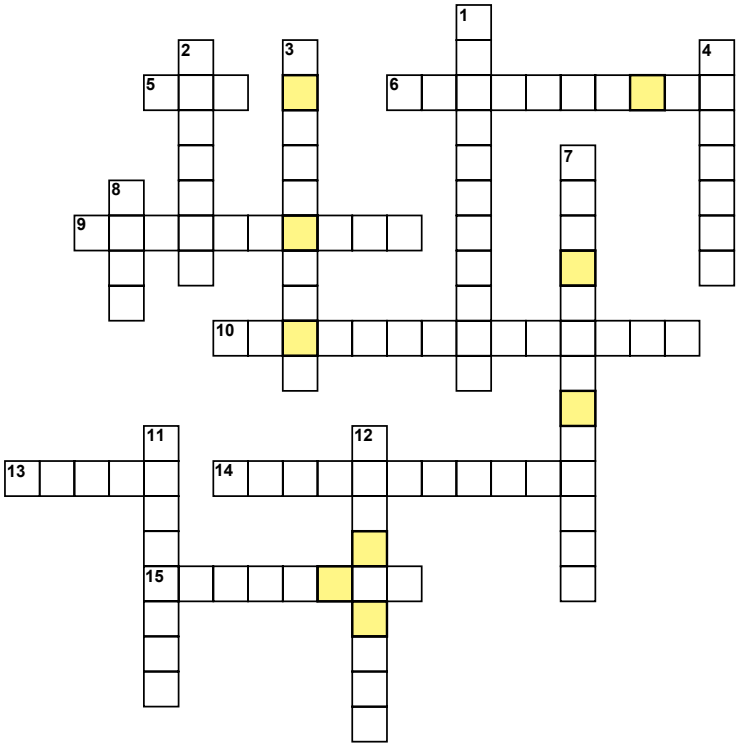
Kończy nam się zapas krzyżówek
Zostań autorem krzyżówki!

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.

Poziomo:
5. Krótka nazwa zestawu do samodzielnego montażu AVT.
6. Sygnał najwyższego priorytetu dla mikrokontrolera.
9. Inaczej szyna danych.
10. Jeden z jego typów zatrzyma kartka papieru.
13. Elektroniczna zmora.
14. Konieczna do zachowania przy montażu kondensatora.
15. Wykorzystywany jako zabezpieczenie na wypadek zawieszenia się programu.

Pionowo:
1. JK jest jego stosunkowo słabo kojarzonym typem.
2. Niezbędny element pętli FOR.
3. Na wyposażeniu mikrokontrolera, pozwala porównywać ze sobą dwie wartości napięcia.
4. Przechowuje flagi (bity kontrolne) mikrokontrolera.
7. Inaczej optymalizacja funkcji logicznej.
8. Uniwersalny asynchroniczny nadajnik-odbiornik.
11. Opisał tzw. transformator bezrdzeniowy.
12. Niezbędne narzędzie posiadacza dedykowanego magnetofonu do Commodore 64 lub Atari.



Litery z zaznaczonych pól, ułożone w odpowiedniej kolejności utworza hasło.

Autorem krzyżówki jest **Radosław Kukuła** z Wrocławia.
Autor w nagrodę otrzymuje 12-miesięczną e-prenumeratę EdW.

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

Uwaga!
Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.

Kupon rabatowy EdW 10/2020

Kupon rabatowy EdW 10/2020

Kupon rabatowy EdW 10/2020

Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 7/2020 jest hasło:
ŚWIĘTA.

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:
Piotr Graffstein – Warszawa, **Andrzej Kubiak** – Rumia, **Krzysztof Baczyński** – Lipce Reymontowskie.

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. ***Krzyżówka2010Kowalski.*** Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

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

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

eprasa.pl 4d63438b09

EdW 10/2020 – lista osób nagrodzonych:

Krzysztof Baczyński . . Lipce Reymontowskie
Dominik Badura . . . . . Ustroń
Circuit Chaos. . . . . Warszawa
Mikołaj Duch. . . . . Wrocław
Zygmunt Flisak. . . . . Opole
Piotr Graffstein . . . . . Warszawa
Wiesław Gronowski . . . . . Częstochowa
Radosław Jasiński. . . . . Topolnica
Krzysztof Jochym . . . . . Zgorzelec
Andrzej Kubiak . . . . . Rumia
Radosław Kukuła . . . . . Wrocław
Michał Lis . . . . . Gdynia
Ryszard Magdycz . . . . . Wrocław
Dariusz Mirosław . . . . . Puławy
Łukasz Nowak. . . . . Gdańsk
Andrzej Nowicki . . . . . Warszawa
Mateusz Ostrycharz . . . . . Siemkowice
Andrzej S.. . . . . Kraków
Leszek Sowa. . . . . Zatory
Michał Świtalski . . . . . Nakło nad Notecią
Andrzej Szulda . . . . . Olsztyn
Jarosław Węgliński. . . . . Warszawa
Szymon Wójtowicz . . . . . Warszawa

Uwaga! Jeśli do końca listopada 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" 10/2020

Repliki radiostacji TPAX i Paraset
Wśród wielu eksponatów historycznego sprzętu nadawczo-odbiorczego przygotowanych na wystawę „90 lat Krótkofalarstwa Polskiego", która trwa od 5 października do końca grudnia 2020 r. w Muzeum Techniki w Opatówku k/Kalisza, są różne repliki pierwszych radiostacji krótkofalarskich. Prezentujemy repliki nadajnika i odbiornika wg TPAX o Paraset wykonane przez SP4ANN.

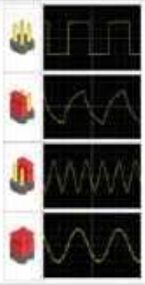
F-meter 42 MHz/mini – praca z p.cz. i preskalerem
Mierniki częstotliwości prezentowane w ŚR 7-8/20 i 9/20 nie miały możliwości pracy z uwzględnieniem częstotliwości p.cz. Od wersji v1.2 software taka możliwość istnieje. Dodatkowo F-meter mini zyskał możliwości pracy z preskalerem.

Errare Humanum Est

EdW 8/2020
Strona 15 (Zegarek motocyklowy), kolumna 3, wiersz 5 – jest dzielnik rezystorowy R4/R5, powinno być: **R6/R5**.
Strona 15, kolumna 3, wiersz 7 – jest: rezystor R6, powinno być: **R7**.
Strona 16, kolumna 1, przedostatni wiersz – jest: kondensator wyjściowy C2, powinno być: **C1**.
*Informację nadesłał **Marian Gabrowski** z Polkowic.*

R E K L A M A

AVT 1327 Mini generator funkcyjny
• częstotliwość: około 1kHz
• sygnały wyjściowe: prostokąt, piła, trójkąt lub sinus
• przebieg prostokątny o wypełnieniu około 50%
• płynnie regulowane napięcie wyjściowe
• zasilanie: 5...10 VDC / 10 mA
• wymiary płytki: 41×64 mm
Znajdź nas na
KITy AVT



eprasa.pl 4d63438b09

Jesteś zainteresowany zamieszczeniem ogłoszenia w rubryce Market? Skontaktuj się:

reklama@elportal.pl
tel. 22 257 84 64

EXOR modushop.pl

OBUDOWY DO URZĄDZEŃ AUDIO

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

- aluminiowy panel - szeroki wybór wielkości - personalizacja -

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

www.modushop.pl

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

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

Absolutny niezbędnik w warsztacie majsterkowicza!

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

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

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

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

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

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

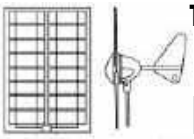
z wbudowanym termostatem pokojowym zapewniającym komfort i oszczędność

REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

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

www.pwkey.pl



Turbiny wiatrowe, baterie słoneczne, regulatory ładowania, wentylatory solarne, lampy solarne LED

www.gtb-solaris.pl

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

PowerBank 10000mAh mobilna bateria everActive Energy Bank

- szybkie ładowanie 2 urządzeń naraz - do 2.4A na każde gniazdo USB
- pojemność 10000mAh - gwarantowane realne parametry!
- wysokiej jakości akumulator litowo-polimerowy
- technologia iQ Smart Charging
- wymiary: 160 x 82mm
- grubość zalewie 13mm
- waga tylko 235g

kod: EB-10K
cena: 52zł

everActive

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

Latarka ręczna wielofunkcyjna Rebel Light

- 3 tryby świecenia
- Zoom
- Nóż do przecinania pasów
- Młotek bezpieczeństwa
- Narzędzie wielofunkcyjne (multitool 8 funkcji)
- Strumień świetlny: 120 lm
- Zasilanie: 3 baterie AAA
- Wymiary: 45 x 45 x 150 mm

URZ0919
29zł

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

eprasa.pl 4d63438b09

Latarka HL-250 z sensorem zbliżeniowym

Bezdotykowa obsługa latarki

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

kod: **HL-250 COBRA**
cena: **50zł**

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

Mysz gamingowa Havit GAMENOTE MS837 RGB

- Rozdzielczość: 1000-7000 dpi
- 7 przycisków
- Złącze USB

MS837
69zł

Tester diod LED

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

Prosta obsługa:

1. umieść diodę w testerze

2. naciśnij przycisk

TESTER LED
17.10zł

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

Klucze nastawne typu 'żabka' 8cali i 12 cali

ProsKit

kod: **PN-P008**
- 5 stopni rozwarcia szczęk
- rozwarcie szczęki max 30mm, głębokość 27mm
- długość całkowita 204mm (8 cali)

cena: **29,90zł**

kod: **PN-P012**
- 7 stopni rozwarcia szczęk
- rozwarcie szczęki max 51mm, głębokość 42mm
- długość całkowita 317mm (12 cali)

cena: **47zł**

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

Dwustronna linijka PCB o długości 15 cm, wypełniona wieloma wzorami elementów PCB i innych.

NAR10167 9,50zł

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

Słuchawki bezprzewodowe Bluetooth SN-BT1001

SLU0056
79zł

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

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

Miniaturowa, przenośna lutownica USB

Sposoby zasilnia:
- z portu USB w laptopie, komputerze itp
- z ładowarki sieciowej USB (adapter USB do gniazdka)
- w samochodzie: z adaptera USB do gniazda zapalniczki
- w terenie: z zasilacza awaryjnego PowerBank

- zasilanie 5V USB (natężenie min. 1A)
- moc 8W
- czas nagrzewania grota 15s

kod: ZD-20U
cena: 20zł

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

eprasa.pl 4d63438b09

wybrane książki z oferty AVT

KS-151002

Arduino. 36 projektów dla pasjonatów elektroniki

Arduino to płytka, która zmieniła świat elektroniki. Dzięki niej ten magiczny świat stanął otworem przed wszystkimi chętnymi. Jeżeli marzysz o zbudowaniu własnego układu elektronicznego, realizującego ciekawe zadania, trafiłeś na doskonałą książkę. Znajdziesz w niej szczegółowe omówienie 36 niezwykłych projektów!
Dzięki tej książce: przygotujesz swoje środowisko pracy; zbudujesz własny laserowy alarm; opracujesz licznik Geigera.

Spełnij swoje marzenia o własnym układzie elektronicznym!

Simon Monk, stron 376, cena 67 zł

KS-160500

Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II

Książka „Elektronika. Od praktyki do teorii" to nietuzinkowy podręcznik podstaw elektroniki. Nauka następuje głównie dzięki eksperymentom, a podstawy teoretyczne są przedstawiane nieco później. Świat elektroniki staje się fantastycznym polem do własnych badań, prób i odkryć. Książka ma tę samodzielną drogę Czytelnikowi wskazać i ułatwić. Zawiera przy tym mnóstwo cennych wskazówek, począwszy od listy niezbędnych przyrządów, na instrukcjach rozwiązywania problemów skończywszy. Autor zachęca do prawdziwego eksperymentowania, w którym ewentualne pomyłki będą istotnym elementem procesu nauki!

Charles Platt, stron 392, cena 69 zł

KS-170500

Elektronika dla małych i dużych

Większość dzieciaków interesuje się fascynującym światem urządzeń elektrycznych. Obserwują, jak działa żarówka, zdalnie sterowany samochód czy odtwarzacz muzyki. Kiedy mały odkrywca postanawia sprawdzić, co one kryją w środku, często ofiarą tej niepohamowanej ciekawości pada jakiś gadżet. Warto pokazać najmłodszym, że elektronika najwięcej radości (i wiedzy!) daje wtedy, gdy zbuduje się coś własnymi rękoma!
W książce przedstawiono spory zbiór praktycznych projektów do samodzielnego wykonania, które uzupełniono wyjaśnieniami zagadnień teoretycznych.

Oyvind Nydal Dahl, stron 292, cena 39 zł

KS-170903

Termodynamika dla bystrzaków

Dzięki temu praktycznemu przewodnikowi zabłyśniesz na zajęciach z termodynamiki za sprawą łatwych do zrozumienia i opisanych przystępnym językiem wyjaśnień sposobów wykorzystywania energii w takich urządzeniach, jak samochody, samoloty, klimatyzatory i elektrownie.
W książce znajdziesz: zasady termodynamiki, istotne parametry i ich relacje, informacje o substancjach stałych, cieczach i gazach, zasady współdziałania pracy i ciepła, cykle zasilające procesy termodynamiczne, związki i reakcje chemiczne, pionierów termodynamiki, rzeczywiste zastosowania zasad i koncepcji termodynamicznych

Michael Pauken , stron 352, cena 49 zł

KS-171212

Zrób to sam. Generowanie ruchu, światła i dźwięku za pomocą Arduino i Raspberry Pi

Książka jest przewodnikiem po elektronice dla początkujących. Szczegółowe i praktyczne instrukcje przeprowadzą Cię krok po kroku przez wiele projektów, dzięki czemu mimochodem przyswoisz sobie podstawy elektroniki i równocześnie odkryjesz potencjał płytek Arduino i Raspberry Pi. Szybko nauczysz się sterować pracą diod LED, różnych silników, cewek, urządzeń zasilanych prądem przemiennym, grzejników, urządzeń chłodniczych, wyświetlaczy i generatorów dźwięku. Dowiesz się, jak możesz monitorować pracę tych urządzeń i kierować nimi poprzez internet.

Simon Monk, stron 312, cena 49 zł

KS-160100

Zabawa w programowanie. Język C dla nastolatków

W książce znajdziesz wszystko, czego potrzebuje początkujący programista — od wskazówek w kwestii instalacji odpowiednich programów, przez omówienie niezbędnych komend, stałych i zmiennych, aż do tablic i funkcji. Dowiesz się, jak działają pętle i operatory, do czego służą struktury i unie, jak działają kompilator, preprocesor i linker. Wreszcie zrozumiesz, o co chodzi z operacjami wyjścia i wejścia, a także nauczysz się zapewniać bezawaryjne działanie Twojego programu. I nagle okaże się, że odkrywasz całkiem nowy, fascynujący świat, a porozumienie z Twoim komputerem jest w gruncie rzeczy dziecinnie proste! Sprawdź to!

Michał Wiszniewski, stron 104, cena 25 zł

KS-161102

Drony dla bystrzaków

Dowiedz się, jak: dobierać drony do swoich potrzeb; właściwie konfigurować, obsługiwać i serwisować swojego drona; wykonywać zdjęcia i rejestrować materiały wideo za pomocą najnowszych technologii a także jak korzystać z dronów zgodnie z prawem lotniczym. Ten zabawny i przystępny poradnik zawiera całą wiedzę niezbędną do rozpoczęcia przygody z dronami. Znajdziesz w nim profesjonalne porady dotyczące zakupu drona dostosowanego do swoich potrzeb, sposobów korzystania z bezzałogowych statków powietrznych i zachowywania się zgodnie z etykietą przyjętą przez społeczność użytkowników dronów, a także wielu innych spraw

Mark LaFay, stron 256, cena 40 zł

KS-150802

Arduino. Automatyka domowa dla każdego

Z tej książki nauczysz się między innymi: łączyć czujniki z płytką Arduino; budować energooszczędne czujniki ruchu z użyciem technologii XBee; sprzęgać przekaźniki z płytką Arduino w celu sterowania urządzeniami elektrycznymi; korzystać z łączności Wi-Fi do sterowania oświetleniem domowym; wysyłać dane o zużyciu energii elektrycznej do chmury obliczeniowej
Jeśli chcesz konstruować własne systemy automatyki domowej przy użyciu platformy Arduino, ta książka jest dla Ciebie. Aby zrozumieć opisane w niej projekty, musisz już mieć pewną wiedzę na temat Arduino i znać zasady programowania w takich językach, jak C i C++.

Marco Schwartz, stron 112, cena 33 zł

KS-170405

Mikrokontrolery AVR i ARM. Sterowanie wyświetlaczami LCD
Jeśli dostrzegasz konieczność opracowywania lepszych interfejsów graficznych dla swoich projektów, chcesz pełnym garściami korzystać z możliwości oferowanych przez nowoczesne mikrokontrolery oraz wyświetlacze lub po prostu interesuje Cię ten temat i pragniesz poszerzyć swoje umiejętności projektowania atrakcyjnych i użytecznych rozwiązań, sięgnij po tę książkę. Wprowadzi Cię ona w świat kontrolerów LCD i nauczy technik programistycznych, dzięki którym będziesz w stanie zaprojektować, opracować i zoptymalizować GUI w taki sposób, aby chciało się go używać i aby było to czystą przyjemnością!.

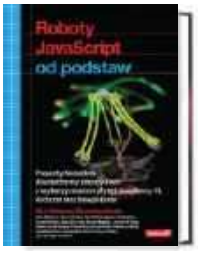
Tomasz Francuz, stron 496, cena 89 zł

KS-161103

Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III

Ta bogato ilustrowana kolorowymi schematami i zdjęciami książka zawiera szczegółowe instrukcje, jak przeprowadzać eksperymenty objaśniające zasadę działania różnych elementów elektronicznych, porady na temat sposobu posługiwania się podstawowymi narzędziami oraz ciekawe projekty, które można wykonać w pół godziny. Rozdział po rozdziale będziesz czuć przypływ energii, dzięki której przetworzysz teorię w praktykę!

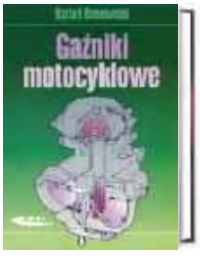
Cathleen Shamieh, stron 368, cena 49 zł



KS-160400

Roboty JavaScript od podstaw. Projekty NodeBots dla platformy Johnny-Five z wykorzystaniem płytek Raspberry Pi, Arduino oraz BeagleBone
Powszechnie JavaScript uważa się za doskonałe narzędzie do programowania aplikacji internetowych. To jednak nie wszystko: ten język świetnie nadaje się również do programowania robotów. Umożliwia zaprojektowanie zachowania robota, określenie, w jaki sposób będzie on zmierzał do celu, reagował na sygnały z otoczenia, oczekiwał na instrukcje czy omijał przeszkody. Bardzo wygodnym narzędziem do programowania robotów jest platforma Johnny-Five. Umożliwia ona programowanie robotów zbudowanych z płytek Arduino, Raspberry Pi i BeagleBone.

Rick Waldron, stron 256, cena 59 zł



KS-170904

Gaźniki motocyklowe

W książce opisano budowę, obsługę i użytkowanie gaźnikowych układów zasilania we współczesnych i klasycznych motocyklach. Podano informacje o gaźnikach motocyklowych z uwzględnieniem ich budowy, opisu działania poszczególnych elementów i układów oraz czynności obsługowo-naprawczych możliwych do wykonania przez indywidualnego użytkownika motocykla. Zamieszczono liczne fotografie i rysunki, ułatwiające zrozumienie zasad działania zespołów i układów, a także regulację, demontaż, naprawę i montaż.

Rafał Dmowski, stron 104, cena 45 zł

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

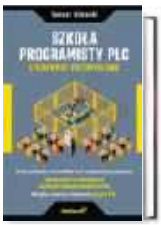
eprasa.pl 4d63438b09

księgarnia wysyłkowa – sklep.avt.pl

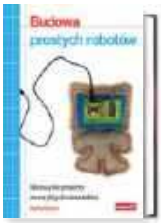
RABAT 10% dla prenumeratorów czasopism AVT

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

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



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



kod KS-160000
Budowa prostych robotów,
Kathy Ceceri
stron 208, cena 40 zł

kod KS-170402
Podstawy konstrukcji maszyn,
Praca zbiorowa
stron 612, cena 73 zł

kod KS-150100
Język C dla mikrokontrolerów AVR,
Tomasz Francuz
stron 712, cena 99 zł

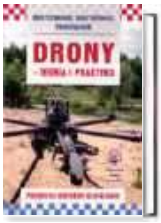
kod KS-170200
English 4 IT. Praktyczny kurs języka angielskiego dla specjalistów IT i nie tylko,
stron 288, cena 39 zł

kod KS-161101
Proste projekty dla młodych majsterkowiczów,
Autorzy: Redaktorzy magazynu Make
stron 150, cena 30 zł

kod KS-140600
Gadżety szpiegowskie. Szalony Geniusz,
Brad Graham, Kathy McGowan
stron 384, cena 59 zł

kod KS-150800
Fascynujący świat robotów
John Baichtal
stron 384, cena 67 zł

kod KS-141001
Programowanie układów AVR dla praktyków
Elliot Williams
stron 432, cena 89 zł



kod KS-170012
Drony - teoria i praktyka,
praca zbiorowa
stron 165, cena 39 zł

kod KS-160700
Domowe laboratorium naukowe. Zrób to sam,
Windell Oskay, Raymond Barrett
stron 344, cena 44 zł

kod KS-110207
Egzamin kwalifikacyjny elektryka w pytaniach i odpowiedziach,
Władysław Orlik
stron 456, cena 78 zł

kod KS-140888
Świat druku 3D. Przewodnik,
Anna Kaziunas France
stron 224, cena 49 zł

Polecamy

KS-180300

Paul Horowitz, Winfield Hill
stron 1644
cena 225zł

Sztuka elektroniki, część 1 i 2
wydanie: 12 zmienione

Po dwudziestu pięciu latach nowe, gruntownie zmienione polskie wydanie cieszącej się ogromnym powodzeniem „Sztuki elektroniki", powszechnie uznanej za najlepszy podręcznik, a zarazem vademecum projektowania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Poprzednie wydania tej książki, przetłumaczono na osiem języków i trafiły do ponad miliona nabywców na całym świecie. Sztuki elektroniki autorzy uczą, pokazując metody stosowane w praktyce przez inżynierów projektantów układów elektronicznych. Połączenie podstawowych praw, zasad opartych na doświadczeniu oraz niematematycznego ujęcia tematu ułatwia Czytelnikom zrozumienie, dlaczego i jak dany układ działa.

Ostatnio dodane pozycje w ofercie AVT

KS-160500	Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II	69,00
KS-160501	Nauka robotyki z językiem Python	49,00
KS-160700	Domowe laboratorium naukowe. Zrób to sam	44,00
KS-160701	Budowa robotów dla początkujących. Wydanie III	69,00
KS-161100	Apokalipsa zombie nadchodzi! Obroń swoją bazę za pomocą prostych obwodów, Arduino i Raspberry Pi	49,00
KS-161101	Proste projekty dla młodych majsterkowiczów	30,00
KS-161102	Drony dla bystrzaków	40,00
KS-161103	Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III	49,00
KS-170004	Łączenie tworzyw sztucznych metodami spawania, zgrzewania, klejenia i laminowania	41,00
KS-170005	Obsługa i programowanie obrabiarek CNC Podręcznik operatora	64,00
KS-170006	Praktyczne podstawy eksploatacji obrabiarek CNC z wykorzystaniem komputerowego systemu vszkoleniowego MTS	54,00
KS-170007	Nawigacja satelitarna w praktyce	57,00
KS-170008	Automatyka przemysłowa w praktyce	58,00
KS-170012	Drony-teoria i praktyka	39,00
KS-170200	English 4 IT. Praktyczny kurs języka angielskiego dla specjalistów IT i nie tylko	39,00
KS-170201	Szkoła programisty PLC. Sterowniki Przemysłowe	59,00
KS-170400	Montaż i konserwacja instalacji elektrycznych	75,00
KS-170401	Naprawa podzespołów i zespołów pojazdów samochodowych	75,00
KS-170402	Podstawy konstrukcji maszyn	73,00
KS-170403	Podwozia i nadwozia pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy	79,00
KS-170404	Silniki pojazdów samochodowych. Podstawy budowy, diagnozowania i naprawy	75,00
KS-170405	Mikrokontrolery AVR i ARM. Sterowanie wyświetlaczami LCD	89,00
KS-170500	Elektronika dla małych i dużych. Od przewodu do obwodu	39,00
KS-170600	Internet rzeczy. Budowa sieci z wykorzystaniem technologii webowych i Raspberry Pi	67,00
KS-170601	Instalacje elektryczne do zasilania urządzeń elektrycznych, których funkcjonowanie jest niezbędne w czasie pożaru. Zagadnienia wybrane Vademecum elektro.info	45,00
KS-170900	LEGO. Księga przygód. Wydanie II. Kosmiczne podróże, piraci, smoki i jeszcze więcej!	39,00
KS-170901	Drony. Tajniki zdjęć i filmów lotniczych	59,00
KS-170902	Lego Mindstorms EV3. Programowanie robotów	69,00
KS-170903	Termodynamika dla bystrzaków	49,00
KS-171212	Zrób to sam. Generowanie ruchu, światła i dźwięku za pomocą Arduino i Raspberry Pi	49,00
KS-180100	Elektronika z wykorzystaniem Arduino i Rapsberry Pi. Receptury	77,00
KS-180300	Sztuka elektroniki, cz. 1 i 2. Nowe wydanie	225,00
KS-180400	Mikrokontrolery STM32 w systemach sterowania i regulacji	89,00

Książki można zamówić w sklepie internetowym AVT
lub wypełnić zamówienie (formularz na stronie 81) i wysłać na adres:
AVT – Księgarnia Wysyłkowa, ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa
tel. (+48) 22 257 84 50 do 53, faks (+48) 22 257 84 55
e-mail: handlowy@avt.pl

Niniejsze ogłoszenie jest informacją handlową i nie stanowi oferty w myśl art. 66, § 1 Kodeksu Cywilnego. Ceny mogą ulec zmianie.

eprasa.pl 4d63438b09

oferta, formularz zamówienia

AVT sklep

sklep.avt.pl

Produkty z oferty i wyroby AVT
można nabyć na kilka sposobów:

W sklepie internetowym sklep.avt.pl
Zamówienia o wartości powyżej 100zł
złożone w sklepie internetowym premiujemy bonusem!
Aktualna lista bonusów dostępna jest na stronie głównej sklepu.

W sklepie firmowym AVT:
Warszawa - Żerań
ul. Leszczynowa 11

U dystrybutorów:
Lista dystrybutorów dostępna jest na stronie sklepu:
sklep.avt.pl/webpage/dystrybutorzy.html

Wypełniając poniższy formularz zamówienia
Formularz można wyłać faksem nr: *22 257 84 55*,
lub pocztą tradycyjną na adres:
AVT-Korporacja Sp. z o. o.
Dział Handlowy
03-197 Warszawa
ul. Leszczynowa 11

prześlij faksem: **22 257 84 55**
lub pocztą na adres:
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
Dział Handlowy
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 8/2020

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 9/2020

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 10/2020

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

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kity

Oznaczenia wersji kitów:
- [A] płytka drukowana PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytka PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytka 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 ..... twój numer prenumeraty

Adres: .....

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

..... nr telefonu ..... e-mail ..... data ..... podpis

eprasa.pl 4d63438b09

Jeszcze nie wiesz, czy elektronika jest twoją pasją?

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

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

Elektroniczny zestaw edukacyjny

EDW A09

47zł

Ucz się elektroniki bez konieczności lutowania!

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

Rozszerzony elektroniczny zestaw edukacyjny

EDW A09 KPL

80zł

Organizer w zestawie

Przejdź na wyższy poziom i zacznij lutować.

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

Pakiet Startowy Elektronika

AVTPSE

80zł

Organizer w zestawie

A gdy złapiesz bakcyla...

Dobrze jest mieć zawsze pod ręką zestaw niezbędnych podzespołów.

150zł

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

Pakiet Elektronika Hobbysty

AVT HOBBY BOX

Organizer w zestawie

sklep.avt.pl

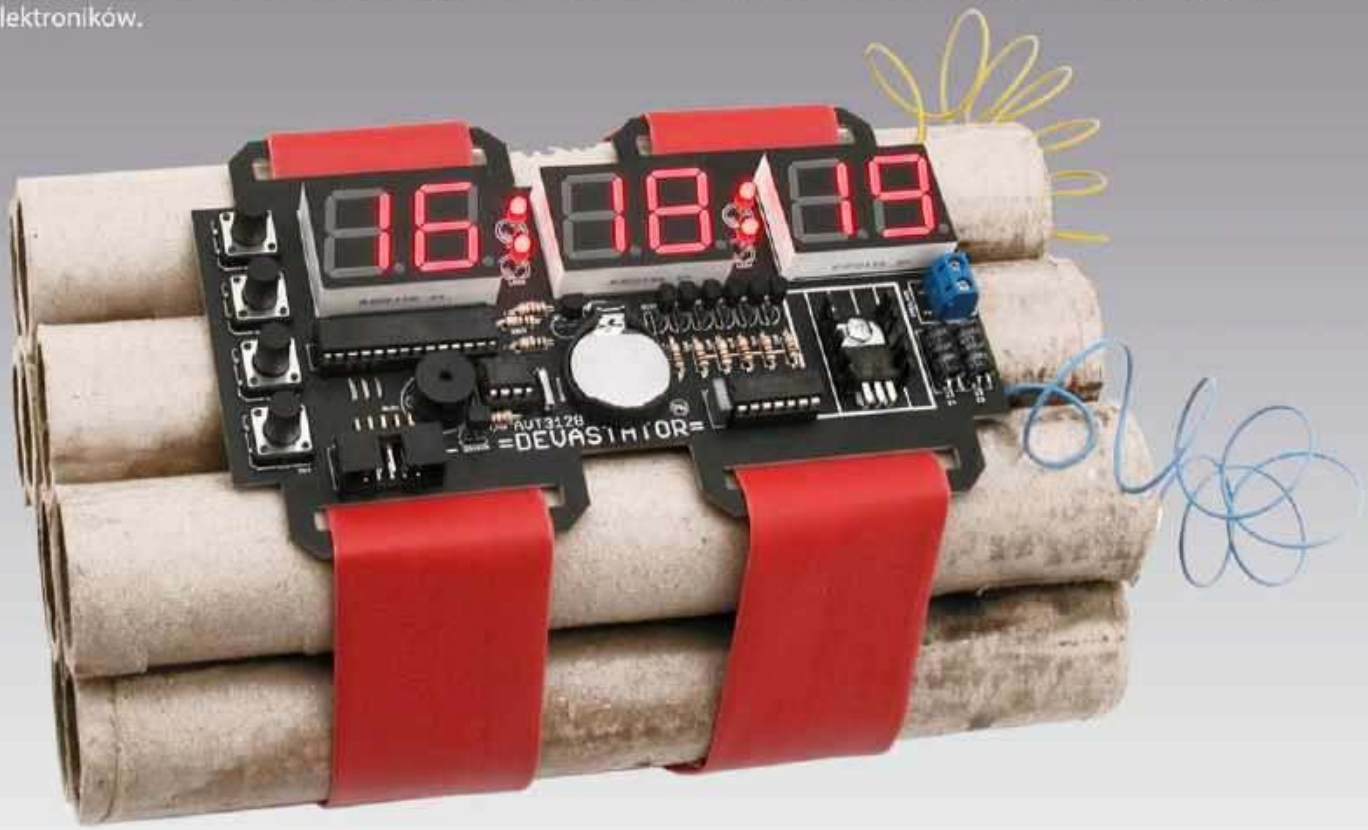
AVT SPV Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50
e-mail: handlowy@avt.pl

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

eprasa.pl 4d63438b09

AVT 3128 DEVASTATOR, czyli bombowy zegarek

Estetyczny, praktyczny, efektowny, niezwykle pomysłowy zegar bomba, który zawsze wywołuje efekt WOW wśród rodziny i znajomych. Ponadto DEVASTATOR to pierwszy naprawdę uniwersalny projekt DIY.
Jest odbierany równie entuzjastycznie przez osoby zupełnie niezwiązane z techniką, jak i przez doświadczonych elektroników.



pokaż datę (start/pauza)

pokaż temperaturę (reset)

budzik ON/OFF (hold)

następny tryb (save)

zasilanie: 7...12VDC

sygnalizator akustyczny

bateria podtrzymująca

Kod handlowy: AVT3128

sklep.avt.pl

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

eprasa.pl 4d63438b09