

ELEKTRONIKA

dla wszystkich

2/2020 LUTY • CENA 13,90zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

Analogowy konwerter wideo

Automatyczny wyłącznik nadprądowy

- ▶ Kurs Arduino – Wyświetlacze OLED
- ▶ Wokół Arduino – Wyświetlacze graficzne
- ▶ MPPT – Najprostsze sterowniki do paneli 12V
- ▶ Felieton: Powrót duchów...
- ▶ Taki zwyczajny zasilacz – Zakłócenia
- ▶ Regenerator sygnału DMX
- ▶ Infinity – System automatyki domowej
- ▶ Lokalne wyświetlanie danych pomiarowych
- ▶ Miniaturowy przedwzmacniacz audio
- ▶ Samooscylujące wzmacniacze klasy D
- ▶ Tranzystory – Sterowanie MOSFET-ami
- ▶ Warsztatowe patenty – Trzecia ręka
- ▶ Moduły zasilające
- ▶ Fascynująca historia magnetofonu



INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698



Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl

Miejsca dla
specjalistów

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe



FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

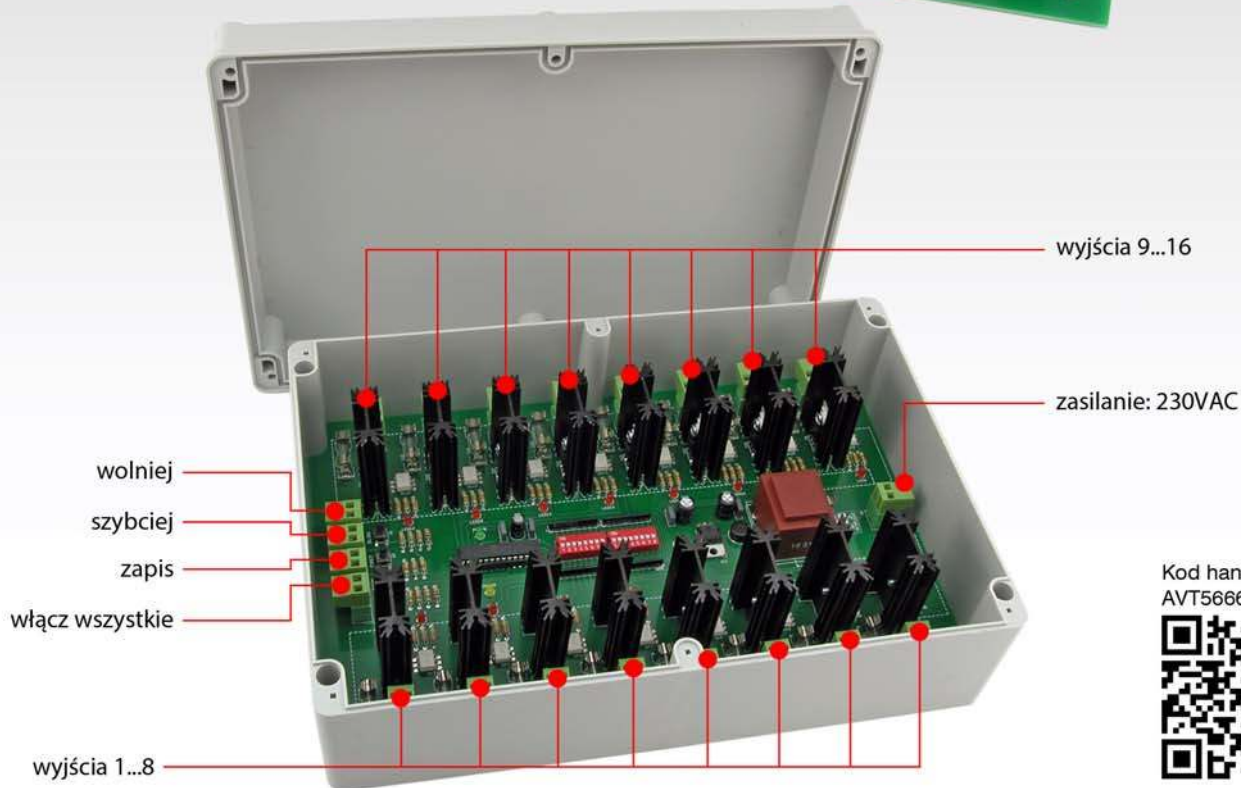
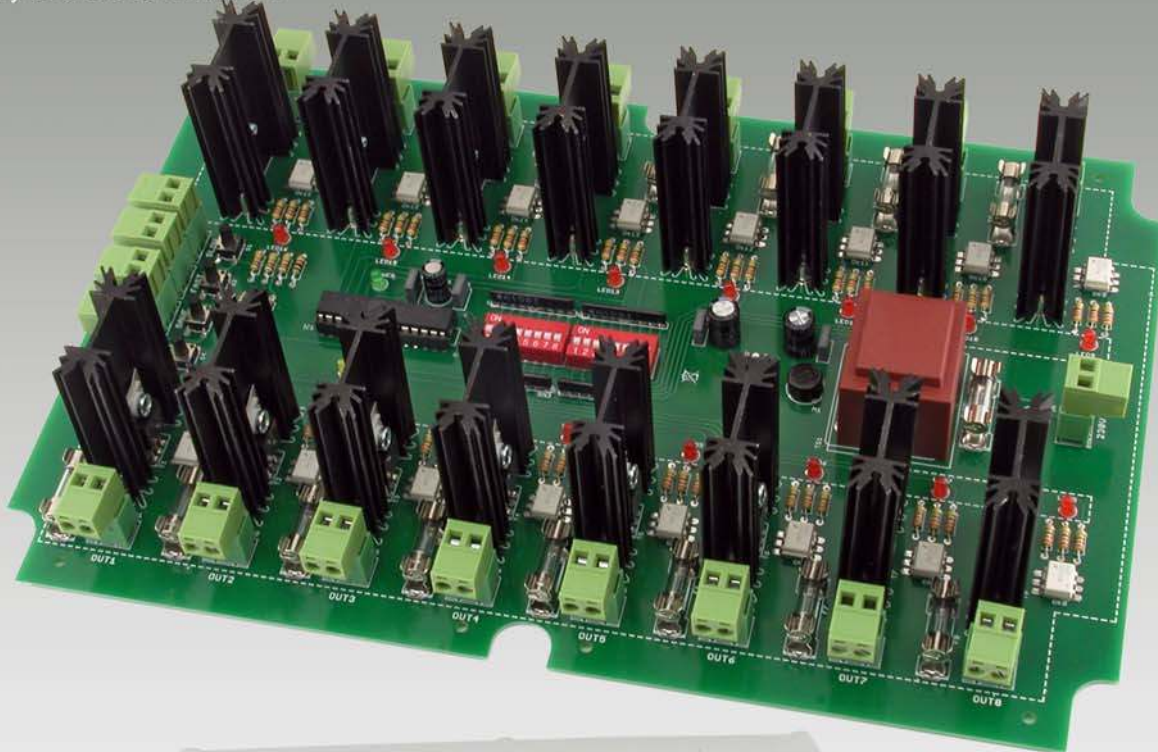
przetworniki
półprzewodniki
złącza
przełączniki
radiatory
obudowy
i wiele więcej...

www.piekarz.pl



AVT 5666 Programowany, 16-kanałowy sterownik 230V

Moduł programowanego sterownika zasilającego 16 niezależnych odbiorników 230V o mocy do 300W na kanał, umożliwiającego uzyskanie dowolnie zaplanowanych efektów świetlnych. Sekwencje świetlne nie są narzucone, każdy użytkownik programuje je samodzielnie. Możliwe jest zaprogramowanie sekwencji składającej się z maksymalnie 254 kroków. Prędkość odtwarzania programu może być regulowana za pomocą przycisków w 27 krokach w czasie od 0,05 sekundy aż do 30 sekund/krok.



Kod handlowy:
AVT5666



sklep.avt.pl

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

Uchwyt montażowy z lupą i podświetleniem tzw „trzecia ręka”

Niezastąpiona pomoc dla elektroników, majsterkowiczów,
serwisantów telefonów, zegarmistrzów itd.

lupa 3x - Ø 75mm

oczko 4.5x - Ø 20mm

włącznik oświetlenia

regulacja nachylenia optyki

47zł

kod:

TRZECIARĘKA Z PODŚW-24

2 ramiona z regulacją
zakończone krokodylkami

miejsce na czyścik (gąbkę)

spiralny uchwyt
na kolbę lutowniczą
(możliwość demontażu)

wymiary podstawy: 13.5 x 8.5cm

podświetlenie LED

opatentowany wzór

zasilanie:
3x bateria AAA
(brak w zestawie)

+ wyjście zasilania
(przewód USB w zestawie)



Sprawdź naszą ofertę uchwytów montażowych z lupą:

sklep.avt.pl/category/uchwyty-montazowe-z-lupa lub: goo.gl/b3NT3J



sklep.avt.pl

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

Firmy
prezentujące swoje oferty
w niniejszym
wydaniu EdW



ARTRONIC 1



ELMAX 77



EX-OR 77



FERYSTER 55



GTB-SOLARIS 77



PIEKARZ 1, 21



PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY 77



SEMICON 17



str. 20

Automatyczny wyłącznik nadprądowy

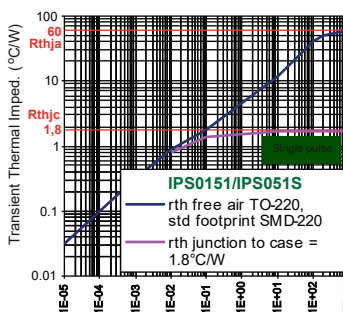
Realizacja dobrego zabezpieczenia przed przeciążeniem wcale nie jest zadaniem łatwym. Autor prezentuje swój przeznaczony do obwodów stałoprądowych, praktycznie wypróbowany układ, który automatycznie odłącza obciążenie po wykryciu nadmiernej wartości prądu obciążenia.



str. 42, 46

Arduino – wyświetlacze graficzne

W odcinku Kursu Arduino wykorzystujemy najpopularniejsze dziś wśród hobbystów wyświetlacze OLED 128 × 64. Natomiast w cyklu „Wokół Arduino” nadal zgłębiany różne aspekty związane ze sterowaniem różnymi wyświetlaczami graficznymi.



str. 15

Analogowy konwerter wideo

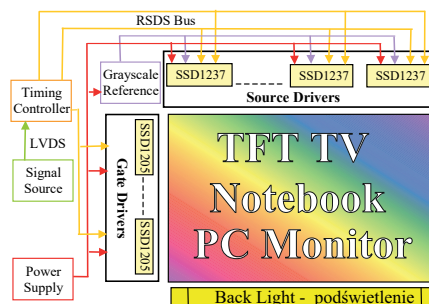
Prosty, wysokiej jakości konwerter, rozwiązujący problem braku wejścia SCART w nowych płaskich telewizorach. Opisywany wszechstronny układ jest w szczególności polecany miłośnikom „pełnoletnich” konsol gier wideo.



str. 35

Taki zwyczajny zasilacz...

Próbujemy zbudować na pozór prosty zasilacz analogowy, a jeszcze przed jego podstawowymi testami w przykry sposób dają o sobie znać dziwne zjawiska i problemy, wynikające z obecności w otoczeniu przetwornic impulsowych.



str. 50

Tranzystory – sterowanie MOSFET-ami

Na rynku jest mnóstwo typów i odmian tranzystorów MOSFET. Jednak wybór typu optymalnego do niektórych zastosowań wcale nie jest taki prosty, nawet jeżeli chodzi o tak znane parametry jak napięcie $U_{(BR)DS}$ czy rezystancja $R_{DS(on)}$.

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

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

Miesięcznik



www.elportal.pl

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

Wydawca:

Wiesław Marciniak

Adres Wydawcy:

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

Redaktor Naczelny:

Piotr Górecki, pg@elportal.pl

Redaktorzy Działów:

Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:

Ewa Górecka-Dudzik

Okladka, zdjęcia, skanowanie:

Piotr Górecki jr

Sekretarz Redakcji

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

Dział Reklamy:

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

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

AVT – EdW

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

Korespondencja elektroniczna:

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

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

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

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:

W Wydawnictwie AVT

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

W RUCH S.A.

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

Stali współpracownicy:

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

Luty

2 (290)

Projekty

Projekty AVT

Analogowy konwerter wideo.....	15
Automatyczny wyłącznik nadprądowy.....	20
Regenerator sygnału DMX.....	24
Infinity – system automatyki domowej.....	
Lokalne wyświetlanie danych pomiarowych, część 1.....	28

Elektronika 2000

Miniaturowy przedwzmacniacz audio.....	66
--	----

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 288

Zaproponuj użyteczny w praktyce elektroniczny sygnalizator spadku temperatury poniżej zera.....	55
---	----

Rozwiązanie zadania głównego 283

Zaproponuj wykorzystanie modułu odtwarzającego pliki dźwiękowe.....	56
---	----

Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 288, 23.....	62
---	----

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 288, 283.....	64
--	----

Artykuły różne

Felieton: Powrót duchów.....	14
Wzmacniacze klasy D, część 7.....	32
Taki zwyczajny zasilacz.....	
Część 5 – zakończenia impulsowe.....	35
MPPT, część 4.....	38
Kurs Arduino, odcinek 21.....	42
Wokół Arduino. Wyświetlacze graficzne, część 4.....	46
Tranzystory. Sterowanie MOSFET-ami, część 2.....	50
Warsztatowe patenty. Trzecia ręka.....	67
Moduły zasilające, część 3.....	68
Magnetofon taśmowy (szpulowy), Trochę historii, część 1.....	70

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki.....	6
Pocztą.....	10
Skrzynka porad.....	12
Prenumerata.....	8
Księgarnia AVT.....	80
Miniankieta.....	76
Reklamy.....	77
Oferta handlowa AVT.....	82

Konkursy

Jak to działa?.....	72
Co to jest?.....	74
Krzyżówka.....	75

Luty



W krótkim miesiącu lutym na okładce mamy projekt bardzo interesujący dla miłośników starszych konsol gier wideo. Młody Autor przystępnie też sygnalizuje i omawia problemy związane z konwersją sygnałów wideo. Z tym projektem i treścią artykułu powinien zapoznać się każdy. Dziś do naszych mieszkań kupujemy coraz większe i mające coraz więcej możliwości inteligentne odbiorniki telewizyjne. Zwykle nie ma problemu, bo zafascynowani dostępnymi opcjami i funkcjami, nie dołączamy do nich źródeł sygnału analogowego. A co zrobić gdy jednak zajdzie taka potrzeba? Właśnie wtedy potrzebne okażą się informacje i wskazówki z artykułu.

W numerze znajdziecie też szereg innych bardzo wartościowych projektów i artykułów edukacyjnych, których chyba polecać i zapowiadać nie muszę. Wspomnę tylko o jednym: w kącie Retro do tej pory zajmowaliśmy się niemal wyłącznie lampowymi radioodbiornikami. Okazuje się, że pomalutka powraca też zainteresowanie magnetofonami i taśmą magnetyczną. Warto w związku z tym bliżej zapoznać się z fascynującą historią pierwszych, lampowych magnetofonów oraz historią zapisu magnetycznego, a na początku wcale nie był to zapis na taśmie! Chciałbym zachęcić do udziału w aktualnych zadaniach *Szkoły Konstruktorów*, ale też przypomnieć, że bardzo liczę na rozwiązania poprzedniego zadania 287, którego tematem są układy i urządzenia, które stworzyliście lub teraz stworzycie **Z potrzeby chwili...**

Śmiało piszcie do nas (edw@elportal.pl) także we wszystkich innych sprawach.

Jak zawsze serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki



**Prenumerata
– naprawdę warto!**

LEICA M10 MONOCHROME

Niemiecka Leica to jedyny producent, który w swojej ofercie ma aparaty z matrycami monochromatycznymi. Korpus, oprócz wzornictwa pozbawionego charakterystycznej czerwonej kropki, nie różni się od modelu M10-P. Możemy liczyć na dotykowy, 3-calowy ekran TFT LCD o rozdzielczości 1 040 000 punktów oraz najcichszy, niemal bezgłośny mechanizm migawki w serii M, który ma być uzupełnieniem minimalistycznego wzornictwa.

Istotną różnicą jest jednak zastąpienie zwykłego 24-megapikselowego sensora matrycą monochromatyczną o niemal dwukrotnie wyższej rozdzielczości wynoszącej 40Mpx. Według producenta nowo opracowany sensor ma oferować bezkompromisową jakość w zakresie reprodukcji szczegółów, kontrastu i dynamiki fotografowanych scen. Dzięki szerokiemu zakresowi czułości (ISO 160–100000) pozwoli też na nieskrępowaną pracę właściwie w dowolnych warunkach oświetleniowych. A jeśli wziąć pod uwagę, jak dobrze z ziarnem i szumami radził sobie poprzedni reprezentant serii Monochrom, po pracy na wysokich czułościach możemy oczekiwać wszystkiego co najlepsze. Nowa matryca pozwoli na drukowanie zdjęć w wysokiej jakości 300dpi w ogromnych rozmiarach, nawet 68 x 42cm.

Dlaczego sensor monochromatyczny? Brak układu filtra barw podstawowych na matrycy sprawia, że do sensora trafia więcej światła, co zapewnia lepszy kontrast i pracę



w gorszym oświetleniu. Na polskim rynku za model Leica M10 Monochrom zapłacimy... 36 900zł za sam korpus.

INTEL ZNOWU NA CZELE

Trzy lata temu, po 24 latach na pozycji lidera, Intel stracił pierwsze miejsce wśród producentów układów scalonych. Wtedy dzięki wielkiej popularności pamięci operacyjnych, dysków SSD i pamięci przenośnych na szczycie pojawił się Samsung. W roku 2020 jednak znowu się to zmienia.

Kto obecnie na półprzewodnikach zarabia najwięcej? Liczby, o których mowa są ekstremalnie wysokie. W ciągu fiskalnego roku 2019 firma Samsung uzyskała 52,2 miliarda dolarów przychodu z samej tylko produkcji półprzewodników. Intel zarobił wtedy aż 65,8 miliarda dolarów.

Zmiana na fotelu lidera wywołana została przez rekordowo niskie ceny nośników do przechowywania danych i pamięci operacyjnych. Tych Samsung produkuje stosunkowo dużo, dlatego też obniżka dotknęła go znacznie bardziej niż Intela. Szacuje się, że dochody Samsunga ze sprzedaży pamięci spadły o 32%, a Intela, dzięki znikomemu udziałowi w rynku, zaledwie o 0,7%. To jest właściwa przyczyna zmiany lidera produkcji układów scalonych. W chwili obecnej ceny pamięci są relatywnie niskie, co przekłada się na zmniejszone dochody ich producentów. Trend ten może się jednak odwrócić, co pozwoliłoby Samsungowi wrócić na pozycję lidera.



ONEPLUS Z FILTREM ND

Na początku stycznia, podczas targów CES 2020, firma OnePlus zaprezentowała interesującą koncepcję telefonu, w którym tylne aparaty przestają być widoczne kiedy nie są używane. Tymczasem Pete Lau – prezes firmy – potwierdził, że od konceptu do realizacji pozostało naprawdę niewiele.

W Las Vegas zaprezentowano smartfon o wymownej nazwie Concept One. Telefon ten zapowiadany był już w jakiś czas temu i na CES można było nawet zobaczyć go na żywo – jest owocem współpracy OnePlus i McLaren, a najciekawszą funkcją okazał się znikający moduł tylnego aparatu. Możliwe jest to dzięki szkłu z warstwą elektrochromatyczną. Tym samym sensory aparatów na tylnym panelu są ukryte dopóki ich nie aktywujemy i przejście z trybu transparentnego na nieprzezroczysty zajmuje zaled-



wie 0,7s. Ale to nie tylko błyskotka – elektrochromatyczne szkło pełni również funkcję filtra ND („filtr szary”) dla aparatów, blokując tym samym światło, które byłoby zbyt mocne do zdjęć, dzięki czemu poziom szczegółów w cieniach i oświetlonych miejscach jest wyższy.

Prezes firmy zapytany o plany odnośnie technologii ściemniania szkła chroniącego ekrany odpowiedział, że jej wdrożenie jest już blisko, jednak w dalszym ciągu wymaga testów i zbierania doświadczenia. OnePlus nie chce bowiem oddawać w ręce odbiorców niesprawdzonej technologii, której ewentualne mankamenty mogą znacząco utrudnić korzystanie ze smartfonów – czego w ostatnich czasach boleśnie doświadczyli Samsung oraz Huawei.

TESLA W NIEMCZACH

Amerykańska Tesla przyspiesza i ma szerokie plany związane z Europą. W Niemczech zostanie wybudowana nowa, duża fabryka, w której zatrudnienie znajdą tysiące osób, w tym również z Polski.

Na początku tego roku firma Elona Muska pochwaliła się wynikami za czwarty kwartał 2019. Tesla w ciągu trzech miesięcy dostarczyła rekordowo 112 tys. elektryków na całym świecie. Producentowi udało się również spełnić roczny cel, który zakładał 360–400 tys. samochodów. Osiągnięty rezultat na poziomie 367,5 tys. aut to imponujący wzrost o 50% względem 2018 roku.

Informacja prasowa donosi, że wybudowanie fabryki w Niemczech będzie kosztowało Teslę ponad 4,4 mld dolarów. Ma ona zatrudniać 7 tys. osób. Pojawiły się już pierwsze ogłoszenia, z których wynika, że obecnie poszukiwani są przede wszystkim członkowie kadry kierowniczej.

Zakład produkcyjny w Niemczech to nie tylko tysiące nowych miejsc pracy ale również sygnał, że Elon Musk coraz bardziej zainteresowany jest rynkiem europejskim. Miejmy nadzieję, że odczujemy to również w Polsce, tzn. że pojawiają się nie tylko salony sprzedaży elektryków, ale też większa liczba szybkich ładowarek Supercharger.



DELL ZE SKŁADANYM EKRANEM

Składane smartfony i tablety powoli stają się faktem. Ponieważ urządzenia z dwoma ekranami coraz częściej pojawiają się w planach produkcyjnych potentatów technologicznych, więc i Dell postanowił pokazać nad czym zastanawiają się projektanci tej firmy. Concept Duet i Concept Ori to konkurencja dla Surface Duo i Neo od Microsoftu, choć w przypadku Della w jednym z modeli zdecydowano się za ekran elastyczny, a nie dwa osobne wyświetlacze.

Pierwsze z urządzeń wykorzystuje jednak klasyczne dwa wyświetlacze, każdy o przekątnej 13,4 cala. Jeden z nich jest typowym dotykowym wyświetlaczem, a drugi może opcjonalnie pełnić rolę klawiatury i touch pada. Coś podobnego widzieliśmy już w Lenovo Yoga Book C930, ale tam zastosowano prostszy wyświetlacz E-Ink.

Concept Ori (skrót od origami) ma 13-calowy ekran, który można złożyć na pół. W ten sposób zmieści się do torebki, a po otwarciu stworzy pełnowymiarowy tablet. Można też użyć go jako małego laptopa – po zgięciu na dwie części pół ekranu zajmie klawiatura lub notatnik.

Podczas targów CES firma zaprezentowała wiele odważnych projektów. M.in. konsolkę, przypominającą wyglądem niepozorny Nintendo Switch, ale umożliwiającą grę w tytuły przeznaczone dla komputerów PC. Czas pokaże, które z tych pomysłów znajdą się w urządzeniach dostępnych na rynku.



VR OD PANASONIC

Panasonic zaprezentował w Las Vegas pierwsze na świecie okulary VR obsługujące technologię HDR w wysokiej rozdzielczości UHD (4K). Dodatkowo ich konstrukcja odbiega od tego, do czego zostaliśmy przyzwyczajeni ze strony gogli rzeczywistości wirtualnej.

Oczekując na mobilną łączność 5G wielu producentów przymierza się do premier urządzeń, w których będzie można skorzystać z szybkiej wymiany danych i przetwarzania ich w chmurze, bez polegania na procesorach w urządzeniu. Ma to wpłynąć na większą dostępność zestawów VR, oferujących wysoką jakość obrazu i nie będących jednocześnie ciężkimi hełmami, powodującymi fizyczne zmęczenie podczas ich używania.



We współpracy z firmą Kopin Corporation, opracowano gogle zawierające w sobie podstawy technologii audio i wideo stosowanych w różnych produktach japońskiego przedsiębiorstwa, takich jak telewizory, zestawy muzyczne Technics czy aparaty Lumix. W ten sposób powstały lekkie okulary wirtualnej rzeczywistości zapewniające znakomite wrażenia i jednocześnie zapewniające wysoki komfort użytkowania.

Ich główne cechy to wyświetlanie obrazu w UHD i HDR dzięki panelom micro OLED, dźwięk wysokiej jakości uzyskany dzięki sterownikowi Technics oraz kompaktowy i lekki korpus z modulem optycznym powstałym przy współpracy Panasonic z Kopin Corporation i 3M Company. Czy rewolucja VR dzieje się na naszych oczach? Jak na razie technologia ta pojawia się na rynku zaskakująco wolno, a jej popularność nie jest jeszcze taka, jak wcześniej planowali producenci.

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.

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

prenumeratę zamówisz:

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

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

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

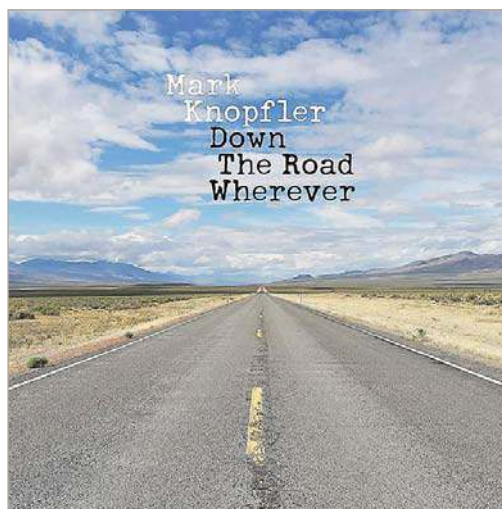
Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która
dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie prześlemy
i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy)
Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom.
Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom

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

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

...i korzystaj Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu



Każdorazowo opłacenie prenumeraty jest premiowane prezentem.

W tym numerze są to (do wyboru):

- koszulka z logo EdW (rozmiar L, XL)

- płyta Marka Knopflera „Down the Road Wherever”
- 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
- bezpłatne czasopisma dla prenumerujących minimum dwa tytuły Wydawnictwa AVT (szczegóły na avt.pl/klub)

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**

***Bardzo dziękujemy
za wszystkie życzenia świąteczno-noworoczne, jakie na
przełomie roku nadesłaliście do naszej redakcji!***

Dzień dobry

Dziesiątego grudnia media podały ogromnie smutną informację o odejściu ŚP Adama Słodowego. Któż nie zna (ach, ta współczesna młodzież) jego publikacji w tym najważniejszej: książki „Lubię majsterkować”. Genialna książka pokazująca, jak z ogólnie dostępnych, wydawać by się mogło, niepotrzebnych rzeczy, można zbudować zabawki i inne użyteczne przedmioty. Pan Adam miał ten niebywały dar, błysk w oku i zarażał swoją pasją do majsterkowania także poprzez program TV. Ilu osobom wtedy otworzył się oczy i zamiast pudełka po kawie zaczęły widzieć w tym właśnie pudełku abażur do lampki nocnej? A trzeba przyznać, że czasy były trudne, wprost nie do wyobrażenia sobie przez obecną młodzież. Nie było niczego, a jeśli już „coś” pojawiło się w Składnicy Harcerskiej, trzeba było brać, jak leci z nadzieją, że uda się wymienić z kolegą na potrzebne rzeczy. Tym bardziej apel do młodych, zamiast narzekać i hejtować tych, co się im jeszcze chce, zobaczcie którykolwiek odcinek „Zrób to sam”, z czym zaczynał się odcinek, a co powstawało na koniec. Panie Adamie, wyrazi szacunku!

Michał Stach

Dzień dobry

Przesyłam propozycję zadania do SzK.

Nieustannie zmienia się nam oblicze elektroniki (widać to chociażby po zawartości EdW). Niestety ze smutkiem zauważyć można zaniedbanie pewnych działów. Jednym z nich są układy cyfrowe. Faktem jest, że typowa „cyfrowka” została wyparta przez układy programowalne, ale wcale nie umarła! Potwierdza to np. linia pojedynczych bramek cyfrowych wydana przez TI (załączam zdjęcia). Genialna innowacja!

Taki układzik znacznie upraszcza PCB. Odpada mozolne prowadzenie ścieżek, wstawiam układ dokładnie tam, gdzie potrzebne jest przetworzenie/zsumowanie sygnału. Trzeba też sobie uświadomić, że wiele prostych zadań logicznych, gdzie na siłę pchany jest uP, rozwiąże kilka bramek. Rozwiąże i to w sposób zdecydowanie bardziej pewny, stabilny i energooszczędny.

Z takich zadań właśnie dla kilku bramek i przełącznika to mam do podłączenia trzy wyłączniki schodowe do jednej żarówki. Oczywiście można by przerobić na wyłączniki krzyżowe, ale wtedy konieczne będzie kucie ściany i wymiana przewodu podtynkowego.

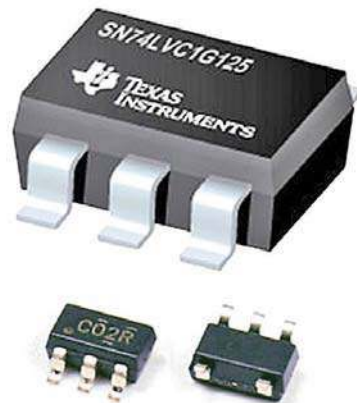
Proszę rozważyć propozycję,

*Pozdrawiam serdecznie
Michał Stach*

Nadesłane zdjęcia pokazują pojedyncze bramki z rodziny 74LVC1G. Znajdują zastosowanie we współczesnych skomplikowanych urządzeniach, ale na pewno nie są głównymi elementami w układzie. Symptomatyczne jest, że takie bramki pojawiły się stosunkowo późno i kojarzone są z określeniem „glue logic”.

Odmiany w większych obudowach SMD (SOT-23, SC-70) rzeczywiście może wlutować w układ nawet niezbyt doświadczony amator. Są jak najbardziej użyteczne dla hobbystów, tym bardziej że mogą być zasilane także napięciem 5V.

Warto o nich wiedzieć, warto je w razie potrzeby wykorzystywać, jednak nie zdobyły one i wszystko wskazuje, że nie zdobędą, dużej popularności.



Witam

Konkurs mógłby być na spostrzegawczość, chociaż myślę, że wielu to zauważyło. Chodzi o zapowiedź artykułu „Moja własna karta audio USB” w rubryce „W najbliższych numerach EdW planujemy:”. Jest to zapowiedź publikacji projektu autorstwa Michała Stacha z zadania 229 SzK z marca 2015. Opis projektu znajduje się na str. 39 EdW 08/2015. Fotografia nr 6 na str. 40 tego numeru, prawa część tego zdjęcia pojawia się w zapowiedziach od numeru jubileuszowego 01/2016r. W 2016 roku pojawia się co miesiąc w innym miejscu, natomiast od 2017 stale na dolnym miejscu.

Łącznie zapowiedź ukazała się 48 razy. Osobiście mi to nie przeszkadza, chociaż czekałem na ten artykuł, przez ten czas zużyłem dwie tanie karty USB.

Do napisania tego listu skłoniła mnie ciekawość oraz opowieść o umowie, gdzie w dalekim punkcie małym drukiem była informacja o odbiorze nagrody po przeczytaniu tego punktu.

Biorąc nowy numer EdW wiem że znajdę ciekawe artykuły oraz... zapowiedź karty audio USB.

Zabrzmiało humorystycznie, ale i tak czekam niecierpliwie na każdy nowy numer EdW.

Pozdrawiam serdecznie
Bogdan Kosiński

Wprawdzie nie było „konkursu napisanego małym druczkiem”, dotyczącego zapowiedzi wspomnianej okładki, jednak Autorowi listu niewątpliwie nagroda, a właściwie upominek z Poczty, jak najbardziej się należy!

A co do zapowiedzi okładki – projekt rzeczywiście leży bardzo długo w poczekalni, ponieważ pierwotne materiały miały zostać uzupełnione. Potem okazało się, że zadanie uzupełnienia tych na pozór drobnych szczegółów jest trudniejsze, niż się z początku wydawało. I tak zostało...

A swoją drogą, być może należałoby z innej strony podejść do „elektronicznego” wykorzystania kart dźwiękowych. Zarówno tych kosztujących kilka złotych, które z powodzeniem mogą służyć do prostszych pomiarów, jak i tych kosztujących kilkaset złotych, które w zakresie pasma akustycznego okazują się znakomitymi urządzeniami pomiarowymi, ponieważ zapewniają rewelacyjną dynamikę oraz znikomo małe szумы i zniekształcenia.

W pierwszej kolejności chcielibyśmy zachęcić Was byście podzielili się swoim doświadczeniem w tym zakresie. Przedstawcie więc, jak „elektronicznie” wykorzystujecie karty dźwiękowe (w razie wątpliwości piszcie: edw@elportal.pl)

Witam (...)

Bardzo proszę o przywrócenie mnie w rankingu „Szkoły Konstruktorów”.

W 2017 r. uległem wypadkowi drogowemu dlatego nie brałem udziału w konkursach ogłaszanych na łamach „Elektroniki dla Wszystkich”.

Pozdrawiam
Marian Caruk

Bardzo aktywnemu dawniej Czytelnikowi życzymy jak najwięcej zdrowia i informujemy, że jest on na liście punktów Szkoły Konstruktorów EdW.

(...) czy Redakcja może jasno i prosto naświetlić, na czym polega problem różnic napięcia zasilania układów scalonych, przede wszystkim cyfrowych, ale i analogowych we współpracy z cyfrowką (...) teraz coraz więcej układów i modułów jest zasilanych z 3,3V (...) żeby to zbadać, zwracałem uwagę jak jest rozwiązywany problem za wysokich napięć wejściowych przy zasilaniu 3,3V (...) szukałem w internecie i zwracałem uwagę na wzmianki u Was w gazecie (...) sporo się nauczyłem, ale wciąż nie mam jasności, na przykład jak to jest z tym „5V tolerant” (...) proszę o wyjaśnienie w **Skrzynce Porad** (...)

Marcin

Pytanie zostało skierowane do rubryki **Skrzynka Porad**.

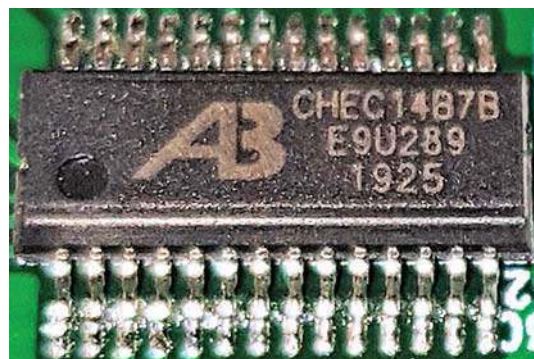
(...) Potrzebuję (...) pomocy. Mam taki scalak.

Wiem że jest to :

1. Radio FM,
2. Odtwarzacz MP3,
3. Odbiornik BT,
4. Selektor wejść audio.

Ale nie ma żadnej noty katalogowej. Może przynajmniej uda się określić producenta.

Pozdrawiam
Leszek



Tak jak piszemy w **Skrzynce Porad**, nie jesteśmy w stanie spełnić wszystkich indywidualnych prób. Mamy tu przykład, że w tanich chińskich urządzeniach stosowane są układy, których dokumentacji nie sposób znaleźć. Ani na podstawie oznaczenia (CHEC14B7B lub CHECI4B7B), ani na podstawie logo (AB lub A3). Zwykle w takich urządzeniach stosowane są specjalizowane mikrokontrolery z jednorazową pamięcią OTP. Może ktoś z Czytelników ma więcej informacji i mógłby pomóc?

Dzień dobry, kilka lat temu publikowałem na łamach Państwa czasopisma układy elektroniczne. Chciałbym zapytać czy istnieje możliwość wznowienia współpracy w tym kierunku?

Pozdrawiam.
Marcin Majewski

Jak najbardziej! Publikujemy wszelkie sensowne projekty, które zostały wykonane i sprawdzone praktycznie. Piszemy o tym obszernie w Elportalu: <https://elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/>.

Szanowni Państwo, wraz z kolegą napisaliśmy artykuł „Aeroduino – czyli lewitacja aerodynamiczna z Arduino”, który chcielibyśmy opublikować w Państwa czasopiśmie. (...)

Z pozdrowieniami i wyrazami szacunku
Adam Buczek, Marcin Wachowiak

Będzie to zaskakujący projekt okładowy w EdW 4/2020.

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu:
Bogdan Kosiński oraz Marian Caruk.

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.

 (...) mam problem z przetwornikiem ADC (...) 7805 zastąpiłem AMS1117 (...) Czy Redakcja może przybliżyć temat stosowania najpopularniejszych [scalonych] stabilizatorów napięcia zasilania (...) rozszerzyć temat LDO (...) i spadku napięcia stabilizatora 5V przy zasilaniu 5V (...)

W związku z tendencją do obniżania napięć zasilających obecnie najczęściej wykorzystywane jest napięcie 3,3V, przynajmniej w układach budowanych przez hobbystów. Nadal bardzo popularne są też układy zasilane napięciem 5V. Jednak coraz rzadziej zachodzi potrzeba redukcji dużych napięć rzędu kilkunastu i więcej woltów do poziomu 3,3V czy 5V. Dziś najczęściej stabilizatory liniowe obniżają napięcie z 5V na 3,3V albo stabilizują napięcie 3,3V pochodzące z pojedynczego akumulatora litowego (Li-Ion, Li-Poly) o napięciu nominalnym 3,7V. Wtedy o sprawności energetycznej stabilizatora (i o wielkości strat) decyduje głównie różnica napięć między wejściem a wyjściem, nazywana Drop Out (DO).

Do redukcji napięcia z 5V na 3,3V od biedy, tylko przy niedużych prądach, można wykorzystać stabilizatory 78xx i LM317, ale ogólnie biorąc, należy je uznać za przestarzałe i zastosować znacznie nowocześniejsze i lepsze stabilizatory LDO. Dla przypomnienia: skrót LDO (Low Drop Out) wskazuje, że stabilizator może poprawnie pracować przy małej różnicy napięć między jego wejściem a wyjściem. Jednak pytanie Czytelnika dotyczy specyficznej sytuacji. Otóż *dziś w układach mikroprocesorowych dość często zdarza się, że na wejście stabilizatora podajemy napięcie praktycznie równe jego napięciu nominalnemu*. Wiedząc, że powszechnie stosowane są stabilizatory LDO, jesteśmy przekonani, że na wyjściu stabilizatora LDO napięcie jest praktycznie równe napięciu wejściowemu. Autor pytania natknął się na problemy w takiej właśnie sytuacji. Dlatego trzeba odpowiedzieć na pytanie: jakie będą napięcia zasilające w przypadku z **rysunku A**?

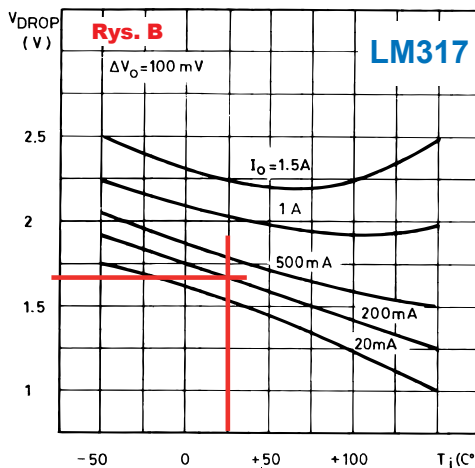
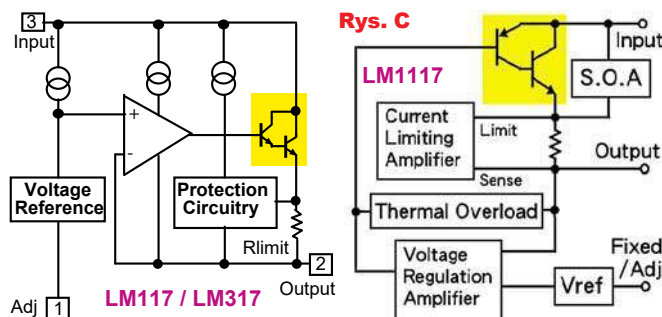
Otóż jeżeli dla napięcia wejściowego 5V byłby to stabilizator 7805 albo LM315

ustawiony na 5V, to napięcie zostanie pomniejszone o ponad 1 wolt, zależnie od poboru prądu i temperatury stabilizatora. Pochodzący z katalogu **rysunek B** pokazuje, że LM317 wymaga między wejściem a wyjściem spadku napięcia znacznie ponad 1V. Czerwone linie pokazują, że zaraz po włączeniu, gdy struktura stabilizatora ma temperaturę otoczenia (+25°C), przy prądzie obciążenia 200mA spadek napięcia wyniesie

ponad 1,6V. Właśnie o tyle pomniejszone byłoby napięcie wyjściowe w układzie z rysunku A.

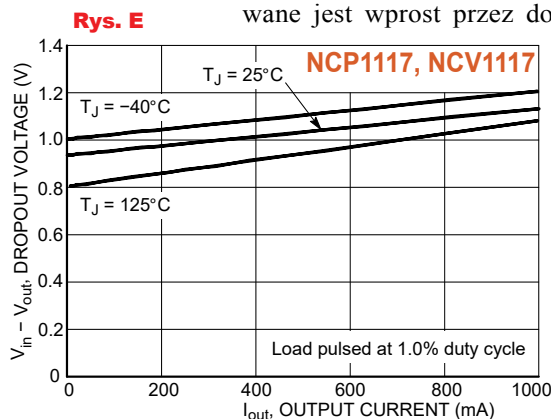
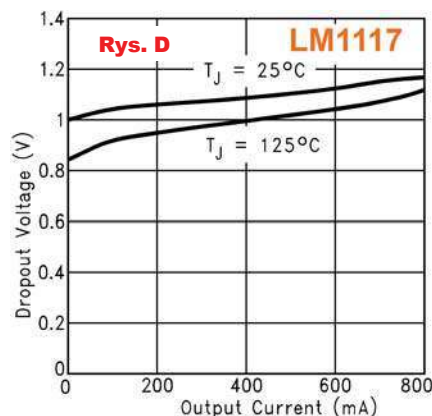
Skutecznym rozwiązaniem problemu wydaje się zastosowanie stabilizatora LDO. Dziś najpopularniejsze są stabilizatory LDO o oznaczeniu cyfrowym 1117, a wśród nich LM1117. Tu przypomnijmy, że LM317 to tańsza wersja LM117. Oznaczenie LM1117 sugeruje, że jest to ulepszona (LDO) wersja LM117 i LM317.

I w zasadzie tak jest, tylko na ile jest ulepszona? Koszty '1117 są dziś bardzo popularne i występują w ofertach wielu producentów z różnymi oznaczeniami literowanymi na początku. Dostępne są w wersji ADJ, gdzie dokładnie tak jak w LM317 napięcie wyjściowe ustalane jest przez dwa zewnętrzne rezystory. Ale częściej stosowane są liczne wersje o ustalonym napięciu (w tym 5V i 3,3V), gdzie te rezystory są wbudowane wewnątrz scalonej struktury. Wśród nich występują także wykorzystane przez Czytelnika AMS1117 – 5V. Wszystkie mają podobną budowę i zbliżone parametry. Są to układy bipolarne, zawierające zwyczajne tranzystory NPN i PNP. Ulepszenie względem LM117/LM317 i pokrewnych polega na tym, że w stopniu mocy klasyczny układ Darlingтона zastąpiono układem Sziklaiego, co ilustruje **rysunek C**, pokazujący schemat blokowe.



Zmniejszyło to minimalne napięcie DO mniej więcej o połowę. Autor pytania napotkał trudności, wykorzystując stabilizator LDO AMS1117-5V. Niestety, w oryginalnej, aktualnej karcie kosztu AMS1117 na stronie producenta (www.advanced-monolithic.com/pdf/ds1117.pdf) nie znajdziemy potrzebnych szczegółów.

Jak jednak pokazuje **rysunek D**, pochodzący z karty LM1117 renomowanego producenta (Texas Instruments), w temperaturze pokojowej nawet przy małych prądach spadek napięcia na stabilizatorze jest większy niż 1V! Należy sądzić, że rysunek ten pokazuje wartości typowe, a wartości skrajne mogą być nieco inne. Nie ma żadnego problemu, jeżeli kostka z rodziny 1117 ma zmniejszyć napięcie z 5V do 3,3V – do tego celu nadaje się bardzo dobrze. Natomiast w układzie z rysunku A z kostką AMS1117 5V napięcie wyjściowe najprawdopodobniej będzie niższe niż 4V!



Rysunek E pokazuje analogiczne, niewiele lepsze, charakterystyki z karty katalogowej OnSemi NCP1117. Inaczej jest w stabilizatorach z tranzystorami regulacyjnymi MOSFET, ale tu mamy tranzystory bipolarne i nawet przy małych prądach minimalny spadek napięcia to prawie 1V!

Taką właśnie sytuację często mamy w płytkach Arduino z tego rodzaju stabilizatorami przy zasilaniu ich napięciem 5V. W Arduino Uno według założeń ma być stosowany NCP1117ST50T3G, jednak przy zasilaniu z łącza USB nie jest on wykorzystywany, bo napięcie na procesor podawane jest wprost przez dodatkowy tranzystor MOSFET.

Jednak w innych płytkach, w tym Arduino Nano, ProMini i innych, w obwodzie zasilania pracuje podobny stabilizator i często napięcie zasilania podawane jest właśnie na jego wejście według rysunku A. Tymczasem mogłoby być podawane na jego wyjście, bowiem stabilizatory takie mogą pracować w takich nietypowych warunkach, bez zasilania wejścia, i nie pobierają wtedy znaczącego prądu.

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1+1=3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika



na www.avt.pl/prenumerata

Powrót duchów

Mogłoby się wydawać, że wraz z rozwojem nauki i technologii skrzaty, dobre duszki oraz złe zjawy odeszły od nas na zawsze i zasiedlają wyłącznie karty książek dla dzieci. Paradoksalnie filozofowie techniki [1] przekonują, że właśnie dzięki dokonującemu się postępowi w dziedzinie elektroniki staną się one bardziej realne, niż były kiedykolwiek w historii. Nie, nie chodzi o to, że ktoś dzięki skonstruowaniu przemysłowej pułapki wyposażonej w czuły system detekcji złapał w końcu krasnoludka zaplatającego koniom warkocze na grzywie. Sprawa jest, jak zwykle, bardziej złożona.

Od pewnego czasu na rynku są dostępni elektroniczni asystenci. Jednym z pierwszych rozwiązań była Siri zainstalowana na smartfonie iPhone 4S sprzedawanym przez firmę Apple. Premiera tego produktu odbyła się już dość dawno, bo w roku 2011. Celem przyświecającym twórcom było dostarczenie kontrolera, obsługiwanego bez użycia rąk, który potrafiłby wykonać kilka prostych czynności, np. wyszukać informację w Internecie, rozpocząć połączenie telefoniczne, odtworzyć piosenkę czy wykonać zdjęcie. Interakcja z asystentem odbywa się w sposób bardzo dla ludzi naturalny – polecenia wydaje się, po prostu mówiąc do urządzenia. Ze strony technicznej realizacja tego typu komunikacji nie jest wcale prosta, wymaga implementacji złożonego algorytmu rozpoznawania mowy i poprawnej artykulacji (ang. *Natural Language Processing*). Do tego dochodzi sprzężenie z technologiami określonymi zwyczajowo jako „sztuczna inteligencja”. W ślad za firmą Apple pośpieszyli inni potentaci: Microsoft, Amazon i Google. Z biegiem czasu funkcjonalność asystentów wzrasta, interakcje są coraz bardziej naturalne, poprawie ulega zdolność do rozpoznania i utrzymania kontekstu rozmowy. Praca z wirtualnym asystentem sprawia wrażenie obcowania z odrębnym bytem. I oto właśnie projektantom chodziło. Zadanie jest o tyle ułatwione, że ludzie mają naturalną tendencję do animizmu. Oznacza to, że w obiektach nieożywionych intuicyjnie doszukujemy się cech istot żywych.

Drugim elementem niezbędnym do powrotu duchów w nowoczesnym wydaniu jest technologia rozszerzonej rzeczywistości (ang. *AR – Augmented Reality*). Głównym jej celem jest nałożenie wygenerowanych w komputerze obiektów na świat rzeczywisty. Brzmi to może dość karkołomnie, ale AR nie jest jakąś absolutnie świeżą nowinką, jest stosowana od pewnego czasu w wojsku czy medycynie.

Wielu z nas zapewne pamięta oczekiwania towarzyszące doniesieniom o pracach nad google glass – okularami wyświetlającymi obraz wprost do oka użytkownika. Z perspektywy czasu widzimy, że produkt ten nie zdobył szerokiej popularności, jest on jednak doskonałym przykładem, jak zrealizować w sposób ciągły nałożenie świata rzeczywistego i cyfrowego. Okazało się, że zdobycie dobrego sprzętu pozwalającego cieszyć się AR jest prostsze, niż początkowo sądzono, w zupełności wystarczy zwykły współczesny smartfon. Jego sensory pozwalają zebrać ogromną ilość danych o otoczeniu, a wyświetlacz nałoży na obraz naszego świata ducha istniejącego w świecie wirtualnym. W tym kontekście rok 2016 trzeba traktować jako rok przełomowy, wtedy to dzięki milionom graczy szczyty popularności osiągnęła gra Pokémon Go. Dla tych, którzy przeoczyli ten fenomen, powiem tylko tyle, że gra polega na przemieszczaniu się po świecie rzeczywistym w poszukiwaniu stworzeń zwanych pokemonami, które istnieją wyłącznie w świecie wirtualnym i są wyświetlane na ekranie smartfona.

Konsekwencje takiego właśnie zespolenia rzeczywistości cyfrowej z naszym realnym światem i nałożenie na niego wirtualnych istot wspomaganych technologiami „sztucznej inteligencji” są dyskutowane w wyżej cytowanej rozprawie filozoficznej [1]. Autor tej pracy, absolutnie poważnie, odczytuje to zjawisko jako ponowne zasiedlenie naszego świata duchami. Obiektywnie rzecz biorąc, trudno nie przyznać mu odrobiny racji.

No bo zastanówmy się przez chwilę – jakie cechy mają duchy? Są one niematerialne, lecz mają cechy istot żywych, działają autonomicznie, bywają zdolne do interakcji oraz mają ponadludzkie zdolności. Te wszystkie atrybuty mogą być przypisane istotom wirtualnym. Zwłaszcza ten ostatni przymiot jest ważny. Wirtualny duch dzięki dostępowi do Internetu będzie miał dostęp do całej wiedzy ludzkości, jego reakcje będą bardzo szybkie. No i nie musi działać zgodnie z prawami fizyki ze świata, którego doświadczamy na co dzień. Oczywiście wyłącznie z tego powodu, że symulowana w smartfonie fizyka będzie mogła mieć inne właściwości.

Nauka odarła świat z jego cech magicznych. Pokazała, że zjawiska przyrodnicze można wytłumaczyć, a potem opisać językiem matematyki. Pozwala przewidzieć konsekwencje naszych poczynań i dzięki temu możliwe jest celowe działanie. Teraz właśnie dzięki niej świat ponownie zasiedlany jest istotami bezcielesnymi. Następuje powrót dualizmu świata, gdzie dwie domeny: materialna i duchowa, sobie współtowarzyszą. Używając żargonu filozofów, można powiedzieć, że bajty, zero-jedynkowe porcje informacji, stają się nową ontologiczną substancją świata.

Mimo pewnych zachwian, korporacje pracują nad udoskonalaniem rzeczywistości rozszerzonej oraz asystentów wirtualnych. Istniejąca na rynku rywalizacja między potentatami branży IT wróży dobrze rozwojowi tych produktów. Impulsem do wprowadzania tych technologii jest zapotrzebowanie płynące z rynku, któż z nas bowiem nie pragnie zaznać odrobiny magii?



Jarosław Wawer
jaroslaw.wawer@pg.edu.pl

Literatura:

[1] Chaudhary M, *Augmented reality, artificial intelligence, and the re-enchantment of the world*. Zygon 2019, 54(2), 454–478

Analogowy konwerter wideo

Prosty, wysokiej jakości układ rozwiązujący problem braku wejścia SCART w nowych telewizorach.

Ten wszechstronny układ jest w szczególności polecany miłośnikom „pełnoletnich” konsol gier wideo.

Przedstawione w artykule urządzenie jest odpowiedzią na własne potrzeby. Nie można było podłączyć pierwszej konsoli marki Playstation po zakupie nowoczesnego telewizora – nie ma on wejścia RGB (eurozłącza/SCART), a wyłącznie HDMI i analogowy YPbPr (component). Aby znów cieszyć się takimi perełkami, jak Worms Armageddon, Tomb Raider czy Resident Evil, niezbędna była odpowiednia przejściówka.

No i tu zaczęły się schody, bo nie wszystkie pochodzące z Chin konwertery SCART-HDMI są kompatybilne z moją konsolą, a i jakość obrazu pozostawia wiele do życzenia. W takiej sytuacji najlepiej wziąć sprawy i lutownicę w swoje ręce i zbudować porządną konwerter sygnału RGB do YPbPr.

Urządzenie z założenia musiało być estetyczne, minimalistyczne, energooszczędne i bezobsługowe. Nie było mowy o zewnętrznym zasilaczu czy manualnym wyłączniku – energię (nie wielką!) „podkrada” z jednego z gniazd USB z tyłu telewizora, a włącza się automatycznie tylko wtedy, gdy pracuje źródło (konsola Playstation).

Mało tego, urządzenie zostało tak zaprojektowane, aby pracowało nie tylko z konsolami japońskiego producenta. Może zostać wyposażone w standardowe gniazdo SCART czy podłączone do starych komputerów telewizyjnych RGB, z których każdy mógł mieć inny format sygnału synchronizacji – zapraszam do lektury o szczegółach, wszakże z analogowym wideo nie spotykamy się na co dzień!



**kit
3269
AVT**

Na koniec wspomnę również o rozbudowie swojego konwertera o możliwość podłączenia drugiej, nowszej konsoli z wyjściem *component*. Rzecz jasna, zachowując przy tym energooszczędność i automatyczność całego systemu – przecież wejście YPbPr jest w telewizorze... aż jedno.

O sygnałach wideo słów kilka...

Zagadnienia dotyczące analogowego sygnału wideo są o wiele bardziej skomplikowane niż audio – do przesłania jest dużo więcej informacji. Wśród nich jest jasność, barwa, synchronizacja, rozmiar i rozdzielczość. Pierwotnie, w czasach telewizji czarno-białej, wprowadzono standard Composite Video Baseband Signal (CVBS, kompozyt). Korzysta on z masy i jednego przewodu o impedancji 75Ω. Możemy go spotkać m.in. w magnetowidach (żółty cinch RCA). Jak na tamte czasy, kompozyt był bardzo praktyczny i wystarczający. Po upowszechnieniu się wizji kolorowej został on rozbudowany o możliwość transmisji barw, lecz niestety każdy region świata zrobił to po swojemu – w Ameryce NTSC, w Europie PAL, Francuzi jeszcze wprowadzili swój SECAM. Podłączenie źródła z odbiornikiem o innym standardzie skutkuje w najlepszym przypadku błędnymi kolorami lub obrazem czarno-białym. W miarę postępu, sygnał kompozytowy zaczął być niewystarczający. Choć matematycznie bezstratne „wpychanie” wszyst-

kich informacji do jednego kabla jest możliwe, to w praktyce jakość obrazu najlepsza nie jest.

Rozwiązaniem jest rozdzielenie sygnału wideo na składowe – więcej kabli, ale każdy o mniejszym paśmie, co pozwala uzyskać lepszą jakość obrazu. Pozwoliło to też rozwiązać problem kompatybilności urządzeń w różnych regionach świata. Pierwszym podejściem był sygnał S-Video, który wprowadzał osobny przewód niosący informację o barwie. Prawdziwą popularność zdobył dopiero sygnał RGB wraz ze wszystkimi wtyczką SCART (popularne eurozłącze). Jak wskazuje nazwa, trzy przewody niosły informację o składowych kolorach podstawowych, a czwarty zawierał sygnał CVBS, używany do synchronizacji odbiornika. We wtyczce SCART przesyłany był też sygnał audio oraz istotna informacja o rodzaju sygnału wideo (RGB lub CVBS), można więc powiedzieć, że był on analogowym protoplastą HDMI.

Wtyczka SCART była masywna, a wraz z pojawianiem się sygnału HD, standard ten zaczął być niewystarczający. Wówczas upowszechnił się *component video* (komponent, YPbPr) – ostatni z analogowych formatów wizyjnych. Wykorzystywał on tylko trzy wtyczki RCA do sygnału wizji oraz dwie do transmisji dźwięku. Składowe sygnały

wideo w YPbPr są liniowym przekształceniem RGB:

$$Y = 0,299R + 0,587G + 0,114B$$

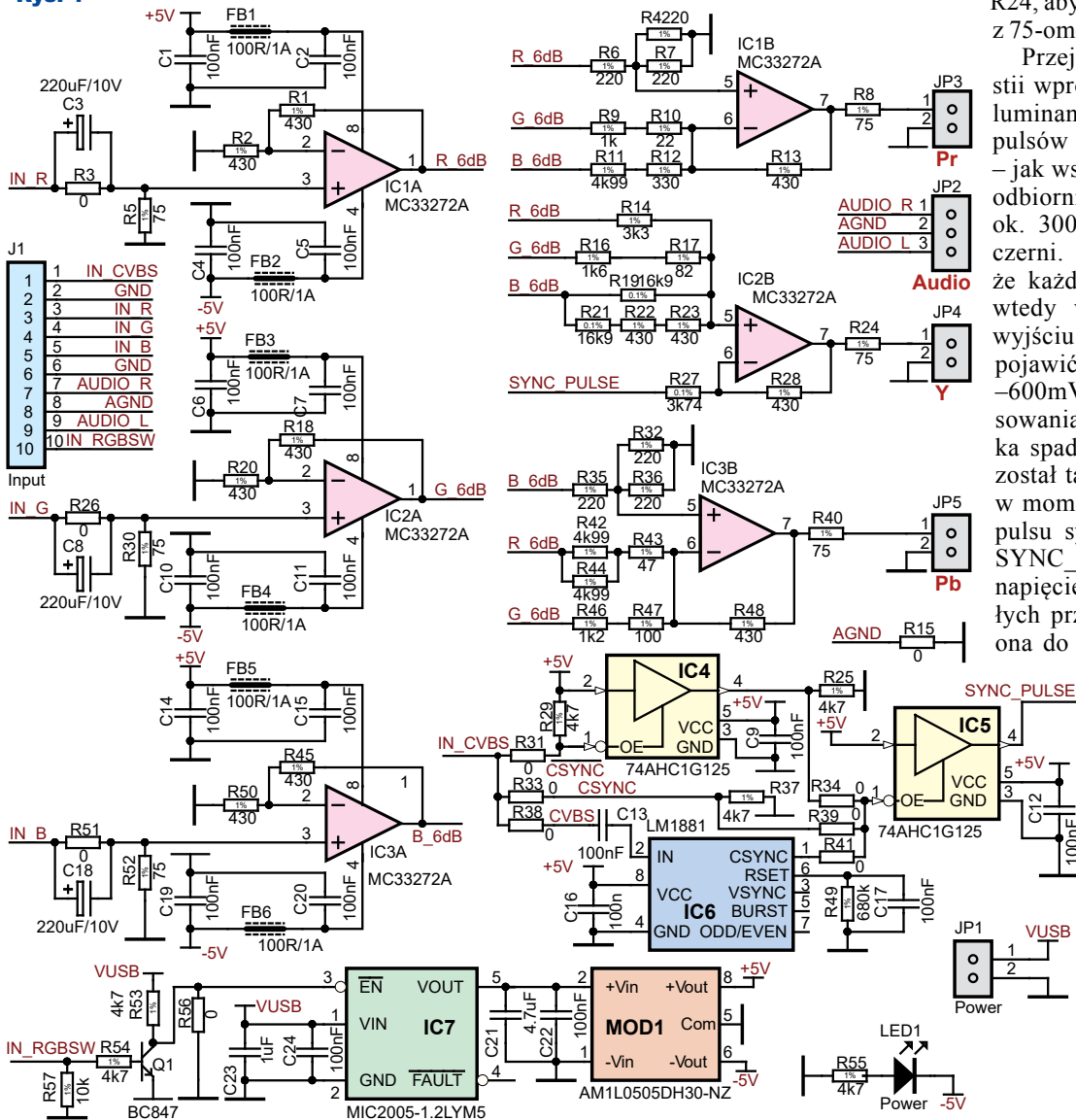
Sygnał luminancji Y niesie informację o jasności (sygnał czarno-biały) i zawiera impulsy synchronizacji, jest więc poniekąd tym samym, co czarno-biały CVBS. Sam sygnał wideo ma amplitudę 1Vpp, a impulsy synchronizacji wykraczają poza ten zakres o wartość ok. 300mV poniżej poziomu czerni. Jest to informacja dla odbiornika, kiedy rozpocząć rysowanie kolejnego wiersza obrazu.

Dwie pozostałe składowe niosą informację o barwach (chrominancji):

$$P_B = 0,565(B - Y) = -0,169R - 0,332G + 0,5B$$

$$P_R = 0,713(R - Y) = 0,5R - 0,4192G - 0,081B$$

Rys. 1



Opis układu

Na podstawie powyższych informacji i wzorów zaprojektowany został konwerter sygnału wideo, którego schemat ideowy jest pokazany na **rysunku 1**. Za transformację sygnału RGB do komponentu odpowiadają obwody z układami scalonymi IC1-IC3. Do transmisji składowych wejściowych używane są linie o impedancji 75Ω, więc przy dopasowaniu (R5, R30, R52) amplituda sygnału spada o połowę. Niezbędne zatem jest 2-krotne wzmocnienie każdej z nich (+6dB), a tę funkcję pełnią wzmacniacze IC(1-3)A w tradycyjnej konfiguracji nieodwracającej. Tak przygotowane sygnały trafiają na wejścia układów IC(1-3)B, działających w konfiguracji wzmacniaczy sumujących-odejmujących.

Układ IC2B generuje sygnał luminancji (Y). Na początek pomińmy wprowadzenie synchronizacji (SYNC_PULSE),

zakładając rozwarcie w miejscu rezystora R27. Sam wzmacniacz operacyjny pracuje wówczas w konfiguracji wtórniaka, sumując z odpowiednimi współczynnikami składowe RGB. Wartość każdego z tych współczynników zależy od proporcji między wartościami rezystancji – im większa rezystancja, tym mniejsza wartość współczynnika. Rezystory można dobrać korzystając z twierdzenia Millmana lub po prostu obliczając odwrotność każdego współczynnika przy R, G i B, otrzymując przy tym proporcje między wartościami trzech rezystancji. Z użyciem rezystorów posiadanych w warsztacie powstały kombinacje szeregowo-równoległe rezystorów, a uzyskane finalnie rezystancje i podziały są bardzo dokładne. Wyjście wzmacniacza jest wyprowadzone na zewnątrz do odbiornika za pośrednictwem rezystora R24, aby prawidłowo pracować z 75-omową linią transmisyjną.

Przejdźmy teraz do kwestii wprowadzania do sygnału luminancji niezbędnych impulsów synchronizacyjnych – jak wspomniano, na wejściu odbiornika mają one wartość ok. 300mV poniżej poziomu czerni. Załóżmy wówczas, że każda składowa RGB ma wtedy wartość 0V, stąd na wyjściu wzmacniacza musi pojawić się impuls o napięciu -600mV (bo na skutek dopasowania na wejściu odbiornika spadnie o połowę). Układ został tak zaprojektowany, że w momencie wystąpienia impulsu synchronizacji na linii SYNC_PULSE pojawia się napięcie +5V, a w pozostałych przypadkach przechodzi ona do stanu wysokiej impedancji (IC2B staje się wtórnikiem). Kiedy pojawia się impuls synchronizacji, na wejściu nieodwracającym występuje napięcie 0V, a na SYNC_PULSE 5V. Wówczas IC2B pracuje w konfiguracji wzmacniacza odwracającego o wzmocnieniu równym (-0,12) V/V (stosunek R28/R27). Na swoim wyjściu odpowie

impulsem o wartości $(-0,12) \cdot 5V = -600mV$, zapewniając prawidłową synchronizację odbiornika.

Wzmacniacze generujące sygnały chrominancji Pb i Pr zostały zrealizowane w nieco inny sposób, który zostanie omówiony na podstawie IC1B (Pr). Założmy, że sygnał R (sumowany z wagą 0,5) ma wartość 0V, wówczas IC1B traktujemy jak w konfiguracji odwracającej. Wartość wzmocnienia wynika ze stosunku R13 oraz zastępczej rezystancji pasywnego sumatora $((R9+R10) \parallel (R11+R12))$ i wynosi ona $(-0,5) V/V$. Stosunek rezystancji R9+R10 do R11+R12 został wyznaczony analogicznie jak w przypadku luminancji. Dobrana wartość wzmocnienia $(-0,5)V/V$ nie jest przypadkowa – warto zwrócić uwagę, że we wzorze na Pr współczynniki przy G i B sumują się właśnie do $-0,5$.

A jak jest z sygnałem barwy czerwonej na wejściu nieodwracającym? Tutaj, do analizy, zakładamy, że sygnały G i B są zerowe – otrzymamy wzmacniacz operacyjny w konfiguracji nieodwracającej. Jego wzmocnienie wynosi $1,5V/V$. A skoro we wzorze na Pr sygnał czerwony musi być dodany z wagą 0,5, w układzie znalazł się dzielnik R6, R4, R7, który tłumi sygnał R 3-krotnie (bo $1/3 \cdot 1,5 = 0,5$). W analogiczny sposób został zaprojektowany układ obliczający chrominancję Pb.

Ważną do poruszenia kwestią jest wybór wzmacniaczy operacyjnych. Mijemy na uwadze, że muszą one przenieść sygnał wideo, który ma znacznie szersze pasmo i bardziej strome zbocza niż sygnały audio. Producenci układów scalonych mają w ofercie wzmacniacze dedykowane do zastosowań w analogowych sygnałach wideo (np. AD8056). Nie są one tanie, więc tym bardziej warto zastanowić się, czy musimy je zastosować w naszym układzie? Oczywiście nie ma przeciwwskazań, ale budując konwerter do pełnoletniego sprzętu, nie spodziewamy się progresywnego sygnału Full-HD, więc stosowanie wzmacniaczy o paśmie 300MHz jest zbędnym narażaniem się na koszty. Decydując się na tańsze, wolniejsze wzmacniacze, musimy liczyć się z tym, że ich parametry będą przekładały się na jakość sygnału wizyjnego (w szczególności ostrych konturów, gdy występują strome zbocza). Przy przeglądaniu ofert niedrogich wzmacniaczy operacyjnych wybór padł na MC33272A o paśmie 24MHz i slew-rate $10V/\mu s$. Kosztowały 3zł za sztukę i w praktyce sprawdzają się wysmienicie – podejrzewam, że NE5532

poradziłby sobie równie dobrze (ma ten sam rozkład wyprowadzeń). Warto wspomnieć, że sygnał telewizyjny PAL ma pasmo nieprzekraczające 5,1MHz, a analogowe wejścia starych telewizorów miały na wejściu filtry dolnoprzepustowe o częstotliwości granicznej ok. 8MHz.

Teraz przejdziemy do bardzo ważnej kwestii, jaką jest generowanie impulsów synchronizacji. Tutaj wszystko zależy od tego, jakie mamy źródło sygnału wideo. Najczęściej, niestety, nie będziemy mieli do dyspozycji sygnału CSYNC, a wszystkoniosący kompozyt (CVBS). Do pozyskania z niego sygnału CSYNC, niezbędny jest układ *video sync separator*, popularny i wciąż dostępny LM1881 (IC6). Zastosowany został w podstawowej aplikacji z noty katalogowej. Logiczny sygnał cyfrowy (zero oznacza impuls synchronizacji) jest podany na wejście Output-Enable bufora 3-stanowego IC5, która steruje linią SYNC_PULSE w sposób opisany wcześniej.

Jak wspomniano na wstępie artykułu, mogą zdarzyć się źródła sygnałów, które zamiast sygnału CVBS wystawią nam gotowy CSYNC (przykładem są dawne komputery Amiga lub Apple). Czasem będzie on zanegowany – w projekcie przewidziano możliwość wystąpienia wszystkich trzech wariantów. Odpowiedni wybieramy, lutując parę zwór SMD (np. R38 i R41 dla CVBS). Dla Czytelników dziwna może wydać się konfiguracja bufora 3-stanowego IC4 – jest to sprytna realizacja inwertera, podyktowana chęcią zastosowania takiego samego układu scalonego jak IC5, co ułatwi kompletowanie elementów.

Uwaga: przy korzystaniu z któregoś z gałęzi CSYNC zwracamy uwagę na poziom napięć logicznych. Układy IC4, IC5 pracują w logice 5V CMOS i w razie konieczności należy zastosować dzielnik lub translator napięć.

Konieczne trzeba omówić układy zasilania – jak wspomniano w założeniach, konwerter miał być zasilany z portu USB telewizora (napięcie pojedyncze 5V). Ponieważ do zasilania wzmacniaczy operacyjnych niezbędne jest napięcie symetryczne, postanowiono posłużyć się gotowym elementem, jakim jest przetwornik DC/DC do montażu na płytce (MOD1). Wybrano model Aimtec AM1L0505DH30-NZ, który na wejściu jest zasilany napięciem pojedynczym 5V, a na wyjściu daje symetryczne $\pm 5V$. Jest to przetwornica izolowana, ale w tym układzie cecha nie ma znaczenia, dlatego masy obu sekcji przetwornika zostały

zwarłe. Kolejnym z założeń było automatyczne włączanie i wyłączanie się konwertera. Do realizacji tego celu wybrano rozwiązanie nowoczesne, oparte na dedykowanym scalonym wyłączniku zasilania dla aplikacji USB. Mowa o układzie IC7 (MIC2005-1.2LYM5), który łączy wewnętrznym tranzystorem swoje wyprowadzenia 1 i 5, jeśli na wejściu /EN (noga 3) występuje logiczne zero. W przeciwnym przypadku pobór prądu z zasilania spada do poziomu mikroamperów.

Wśród sygnałów przesyłanych eurozłączem zawarta jest informacja logiczna TTL o tym, czy odbiornik ma pozyskać obraz z sygnału CVBS (logiczne 0), czy RGB (logiczne 1) – właśnie ten sygnał został wykorzystany do automatycznego włączania się konwertera. Sygnał ten podłączany jest do linii IN_RBSW i pojawienie się logicznej jedynki (źródło włączone i sygnalizujące transmisję sygnału RGB) otwiera i nasycza tranzystor Q1, więc na wejściu /EN układu IC7 pojawia się logiczne zero i uruchamiany jest przetwornik DC/DC. Dioda LED1 sygnalizuje pracę układu. W przypadku gdyby nasze źródło sygnału RGB nie sygnalizowało pracy, wlutowując zworę R56, sprawimy, że konwerter będzie włączony cały czas.

Warto zwrócić uwagę na odpowiednią filtrację i blokowanie napięć zasilających. Tradycyjnie jesteśmy przyzwyczajeni do stosowania setek mikrofaradów, bo im więcej, tym lepiej – tak jest w przypadku tradycyjnych zasilaczy z transformatorem sieciowym. Jednakże standard USB to ogranicza i dopuszcza jedynie, aby pojemność widziana od strony zasilania odbiornika nie przekroczyła $10\mu F$. W innym przypadku może wystąpić zjawisko niestabilności układów zasilających hosta. Stąd wartości C21 i C23 rzędu kilku mikrofaradów. Również producent przetwornika MOD1 ogranicza dopuszczalne wartości pojemności dołączanych do wejścia i wyjść, dlatego do zasilania wzmacniaczy operacyjnych podłączone zostały kondensatory „tylko” $100nF$ i koraliki ferrytowe. Mało tego, istotny jest również minimalny pobór prądu przez obciążenie – nie może on być mniejszy niż $\pm 10mA$, bo w innym przypadku przetwornica może pracować niestabilnie. Należy mieć to na uwadze przy eksperymentach z innymi wzmacniaczami operacyjnymi – w skrajnym przypadku może być konieczne dołączenie obciążenia w postaci rezystorów. Ale przy zastosowaniu elementów jak na schemacie nie ma takiej potrzeby.

Wyjaśnienia wymagają jeszcze pary elementów R3–C3, R26–C8 i R51–C18. Kondensatory te umieszczone zostały z myślą właśnie o konsoli Playstation – producent umieścił je nie wewnątrz konsoli, a wtyczki SCART i są niezbędne do uzyskania prawidłowego obrazu. We wszystkich innych przypadkach kondensatory są zbędne, a na ich miejsce lutujemy zwory SMD. Na schemacie znalazły się też linie do podłączenia sygnału audio – pozwalają łatwiej i estetyczniej poprowadzić przewody wewnątrz konwertera. Opcjonalna zwora R15 pozwala połączyć masę sygnału audio z masą konwertera.

Montaż i uruchomienie

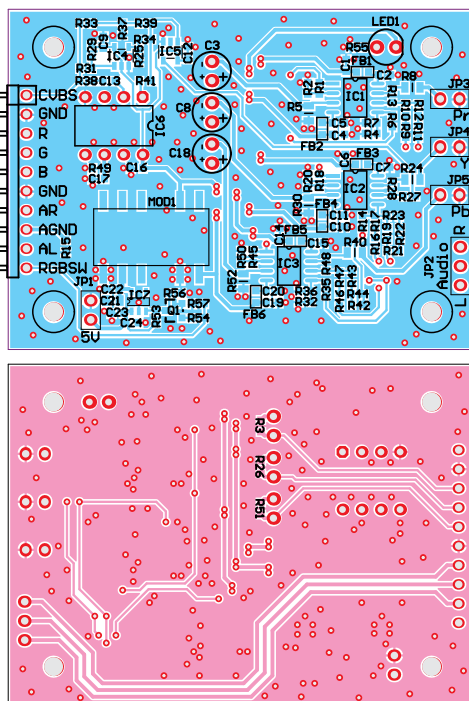
Do wykonania układu została zaprojektowana niewielka, dwustronna płytką drukowaną, pokazana na rysunku 2. Standardowo warto sprawdzić płytkę, czy nie ma zwarc i przerw w ścieżkach (zwłaszcza na liniach zasilających). Montaż najlepiej rozpocząć od układów scalonych SMD, przetwornika MOD1, a następnie elementów biernych SMD. Układ IC6 (LM1881) lutujemy bez podstawki, a kondensatory elektrolityczne (o ile je stosujemy) montujemy poziomo. Kontrolkę zasilania polecam lutować na samym końcu, podczas przygotowywania układu do zamknięcia w obudowie. Do padów wejściowych i wyjściowych konwertera nie przewidziano żadnych złączy, a bezpośrednie wlutowanie przewodów w płytkę drukowaną.

Jak wspomniano, montaż konwertera będzie zależny od tego, z jakim źródłem będzie on współpracować. Podstawową (wyjściową) wersją jest uniwersalny konwerter SCART-YPbPr. Wówczas:

- nie montujemy kondensatorów C3, C8, C18, a montujemy zwory R3, R26, R51. Odwrotnie postępujemy w przypadku, gdy chcemy podłączyć się bezpośrednio pod wyjście konsoli Playstation,

Tabela 1

Płytki	SCART	PS AV
CVBS	20	6
GND	5, 9, 13, 17	8
R	15	11
G	11	12
B	7	9
AR (audio R)	2	4
AGND (audio GND)	4	1, 3
AL (audio L)	6	2
RGBSW	16	10



Rys. 2

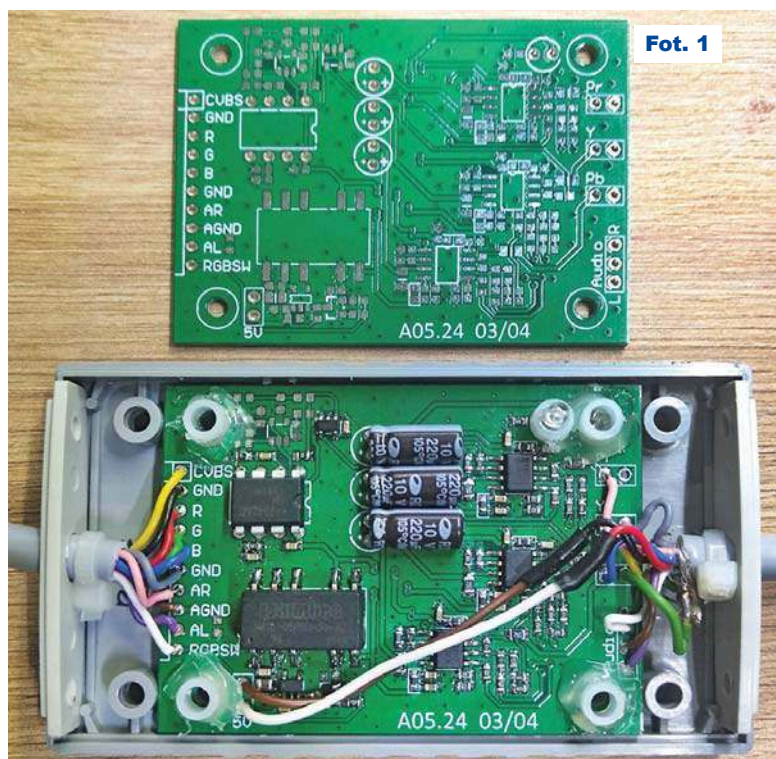
- jako źródło synchronizacji wybieramy LM1881, dlatego montujemy zwory R38, R41. Elementy pozostałych dwóch gałęzi (CSYNC i /CSYNC) nie muszą być montowane – nie montujemy zwór R15 ani R56.

Płytki została zaprojektowana z myślą o zastosowaniu obudowy Gain-ta G401/G403/G404. Wszystkie wymienione mają te same wymiary podstawy, ale różnią się wysokością. Decydując się na minimalistyczny konwerter (jak w autor-skim modelu widocznym na fotografii tytułowej), możemy zastosować najniższą, smukłą obudowę, a wszelkie gniazda i wtyki umieścić na przewodach – urządzenie prezentuje się wówczas naprawdę elegancko. Dodatkową zaletą jest prostota wykonania

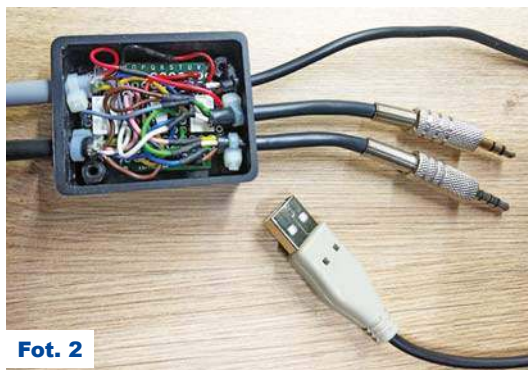
obudowy – dwa otwory na kable i jeden na kontrolkę LED. A jeśli chcemy zbudować uniwersalny konwerter SCART-YPbPr, wybieramy wyższy wariant obudowy, gdzie na dłuższej ścianie zmieści się żeńskie eurozłącze, a na przeciwnej cince RCA (wideo i audio) oraz gniazdo zasilania.

Tabela 1 zawiera schemat podłączenia źródła sygnału RGB w dwóch wariantach – kiedy chcemy podłączyć tradycyjne gniazdo SCART lub konsolę Playstation (dedykowana wtyczka AV). Przygotowując swój model, postawiłem na minimalizm, a smukłą, szara obudowa jest interesującą ozdobą półki RTV. Celowo zastosowałem w rogu zieloną kontrolkę zasilania, aby wyglądem nawiązać do samej konsoli. Do wykonania wszelkich połączeń warto wykorzystać porządne, ekranowane przewody. W modelowym urządzeniu zastosowany jest szary przewód 10×0,14mm² + ekran. Na przewodach związane zostały dwuczęściowe ferryty ograniczające zakłócenia wspólne – warto je stosować w układach wideo.

Urządzenie zmontowane ze sprawnych elementów nie wymaga uruchamiania i przy prawidłowym podłączeniu źródła i odbiornika od razu zacznie pracować prawidłowo. Podczas normalnej pracy konwerter pobiera ok. 400mW mocy, czyli około 80mA przy napięciu wejściowym 5V podanym na JP1. Oczywiście, dotyczy to sytuacji, kiedy



Fot. 1



Fot. 2



Fot. 3

jest ono włączone (logiczna jedynka na RGBSW). W przeciwnym razie pobierany prąd nie przekracza kilku mikroamperów. **Fotografia 1** pokazuje zmontowany układ przed zamknięciem obudowy. Na płycie zastosowane zostały cztery tuleje dystansowe (4,5mm) przmocowane klejem z pistoletu – unieruchamiają one płytkę wewnątrz obudowy G401. Zanim podłączymy konwerter do telewizora, warto uruchomić go za pomocą zasilacza laboratoryjnego (zwieramy pęsetą R56) i sprawdzić pobór prądu oraz skontrolować napięcia na wyjściu przetwornicy MOD1.

Druka konsola?

Niedługo po wykonaniu urządzenia pojawiła się u mnie chęć rozbudowania systemu, abym mógł podłączyć drugą konsolę (PS2) do wejścia YPbPr (co nie wymaga konwertera). Nie było mowy, abym musiał przepinać kabelki przy telewizorze przytwierdzonym do ściany – to musiało być zautomatyzowane, estetyczne i rzecz jasna – energooszczędne. Na szczęście druga generacja konsoli japońskiego producenta również wystawiała na jednej z wyjściowych linii logiczną jedynkę, kiedy była włączona. Zdecydowałem się zatem zbudować prosty układ z przełącznikami, ukryty w obudowie z tyłu telewizora. Wybór padł na trzy subminiaturowe przełączniki Hongfa HFD4-5. Mają one podwójne, przełączne styki (DPDT), co łącznie daje sześć styków: trzy z nich przełącza syg-

nał wideo (Y, Pb, Pr), dwa audio (lewy i prawy), a ostatni rozłącza zasilanie konwertera RGB. Kiedy uruchomiona jest konsola ps2, przełączniki załączają się, wybierając ją jako źródło, a jednocześnie fizycznie odłączają zasilanie od konwertera RGB podłączonego do PS1. Ten prosty układ został zmontowany na kawałku płytki uniwersalnej i umieszczony w obudowie Z47 – można zobaczyć go na **fotografii 2**. Do sterowania cewek przełączników użyty został popularny tranzystor BC817.

Cały system jest widoczny na **fotografii 3**. Zgodnie z założeniami, czarna obudowa (z przełącznikami) jest ukryta z tyłu telewizora i wisi na przewodach. Wyjściowy sygnał wideo dla telewizora nie jest wyprowadzony standardowymi wtykami RCA, a 4-polowym wtykiem jack 3,5mm – w postaci takiego

gniazda często jest realizowane wejście component, aby oszczędzić miejsce w telewizorze. Producenci dołączają wtedy krótkie przejściówki do RCA, ale moim zdaniem najwygodniej jest wykonać sobie bezpośrednie połączenie. Podobnie z sygnałem audio wejścia YPbPr, który jest doprowadzany drugim wtykiem jack.

Na koniec warto wspomnieć o uzyskanych efektach pracy całego systemu. Jeśli chodzi o konsolę PS1 i konwerter RGB, jakości jest bardzo dobra i dotyczy ona zarówno samych barw, jak i konturów w obrazie. Nie występuje również efekt „pływających pręg” na powierzchniach jednolitych barw – często towarzyszy on tanim przejściówkom; pojawił się również, kiedy uruchamiałem konwerter na dużej płycie stykowej. Budując układy pracujące z sygnałami wideo (i wszelkimi innymi o paśmie przekraczającym kiloherce), nie tylko musimy zwracać uwagę na parametry elementów, ale również odpowiedni projekt płytki drukowanej i jakość połączeń. A czy w układzie konwertera warto wymienić wzmacniacze operacyjne na lepsze, dedykowane do zastosowań wideo?

Ja uważam, że nie.

Zdaje sobie również sprawę, że część nowych telewizorów w ogóle nie ma wejścia component YPbPr. Nawet wtedy warto zbudować sobie przedstawiony w artykule konwerter – o niebo łatwiej jest znaleźć na rynku porządną przej-

Wykaz elementów

Rezystory (1%)

R1, R2, R13, R18, R20, R22, R23, R28, R45, R48, R50	430Ω SMD 0805
R3, R15, R26, R31, R33, R34, R38, R39, R41, R51, R56	patrz tekst (zwora 0Ω SMD 0603)
R4, R6, R7, R32, R35, R36	220Ω SMD 0603
R5, R8, R24, R30, R40, R52	75Ω SMD 0805
R9	1kΩ SMD 0603
R10	22Ω SMD 0603
R11, R42, R44	4,99kΩ SMD 0603
R12	330Ω SMD 0603
R14	3,3kΩ SMD 0603
R16	1,6kΩ SMD 0603
R17	82Ω SMD 0603
R19, R21	16,9kΩ SMD 0603
R25, R29, R37, R53-R55	4,7kΩ SMD 0603
R27	3,74kΩ SMD 0603
R43	47Ω SMD 0603
R46	1,2kΩ SMD 0603
R47	100Ω SMD 0603
R49	680kΩ SMD 0603
R57	10k SMD 0603
C1, C2, C4-C7, C9-C17, C19, C20, C22, C24	100nF SMD 0603 16V
C3, C8, C18	*220μF elektrolit 10V
C21	4,7μF SMD 0805 10V
C23	1μF SMD 0603 16V
LED1	dioda LED 3mm zielona
Q1	BC847
IC1-IC3	MC33272A SOIC8
IC4, IC5	74AHC1G125 SOT25
IC6	LM1881 DIP8
IC7	MIC2005A-2YM5 SOT23-5
MOD1	AM1L0505DH30-NZ
FB1-FB6	ferryt 120Ω SMD 0603
*obudowa Gainta G401 lub wyższa	1 szt.

**Płytką drukowaną jest dostępna
w Sklepie AVT jako AVT3269**

ściówkę component-HDMI niż SCART-HDMI. Wertując fora i dyskusje w Internecie zauważyłem, że zdania o jakości i kompatybilności tych drugich były zdecydowanie negatywne. Ja osobiście mam w domu przejściówkę component-HDMI (dedykowaną do konsoli PS2), kosztującą w sieci ok. 30zł. Ta przejściówka działa, kolory ma całkiem dobre, ale występują zniekształcenia barw przy konturach. Moim zdaniem warto dołożyć trochę więcej pieniędzy i kupić sobie lepszą.



Michał Pędzimaz
mpedzimaz@gmail.com

Automatyczny wyłącznik nadprądowy

Układ automatycznie odłączający obciążenie po wykryciu nadmiernego poboru prądu.

Układ monitoruje pobór prądu, gdy przekroczy on ustawiony próg, odłącza obciążenie za pomocą przekaźnika. Co istotne, pomiar prądu odbywa się po „dodatniej” stronie zasilania, natomiast masa wyjściowa jest bezpośrednio połączona z wejściem. Proóg wyłączenia można regulować w zakresie 10mA – 1A, a napięcie wejściowe może wynosić od 5V nawet do 40V. Stan „bezpiecznika” jest sygnalizowany za pomocą dwóch diod LED i może być ręcznie zmieniany przy użyciu przycisków.

Opis układu

Schemat pokazany na rysunku 1 podzielony jest na dwie oddzielnie zasilane sekcje. Miejsce pomiaru prądu nie jest zagadnieniem nad którym wcześniej bym się zastanawiał, ale podczas poszukiwań w Internecie trafił do mnie szczególnie jeden argument: łatwo jest przypadkowo zewrzeć element układu, nad którym pracujemy, do masy zasilacza, co w przypadku pomiaru w obwodzie masy zupełnie pominięłoby zabezpieczenie. Oczywiście możliwa jest

również sytuacja odwrotna, jednak jest ona dużo mniej prawdopodobna. Obciążenie jest podłączone za pośrednictwem normalnie otwartego styku przekaźnika (osobiście jestem wielkim fanem „klikania” przekaźników). Ma to na celu samoczynne odłączenie zasilania w przypadku uszkodzenia układu lub zaniku napięcia wejściowego. Napięcie zasilania przekaźnika musi być dość niskie, na pewno niższe niż minimalne napięcie wejściowe, np. 3V. Problem rodzi się, gdy na wejściu zostanie podłączone dużo wyższe napięcie, np. 24V, co przy poborze 100mA dałoby ponad 2W mocy strat na stabilizatorze liniowym.

Dobrze byłoby do tego celu wykorzystać dużo bardziej ekonomiczną przetwornicę DC-DC. Niestety prawie wszystkie układy przetwornic, które znam lub byłem w stanie znaleźć w internecie, mają wspólną masę między wejściem a wyjściem, więc wejścia wzmacniacza musiałby wtedy pracować dużo powyżej napięcia zasilania. Istnieją wzmacniacze przeznaczone dokładnie do takich zastosowań, w których Common Mode Voltage sięga kilkudziesięciu woltów poza napięcie zasilania. W poszukiwaniach koniecz-

ne jest szczęście, ponieważ wyszukiwarki sklepów zwykle nie wyróżniają szczególnie takich układów, jak również nie prezentują szczegółowo parametrów. Udało mi się znaleźć np. MAX4172 (Maxim). Alternatywą mogłoby być użycie wzmacniacza, który mógłby pracować przy pełnym zakresie napięć zasilania. Znalezienie takiego również nie jest proste, ale mogłoby to być np. LTC6101 (Linear Technology). Tak czy owak byłoby to wydatek rzędu 20zł, a żaden z tego typu układów nie jest dostępny w obudowie do montażu przewlekanego.

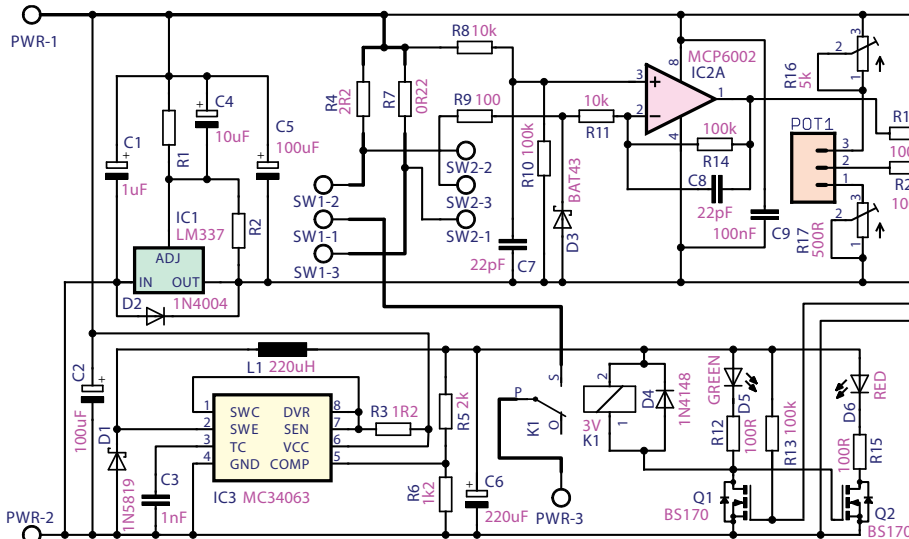
Ostatecznie zdecydowałem się na „swoisty podział w zasilaniu” – część pomiarowa, o znikomym poborze prądu, jest zasilana z liniowego stabilizatora napięcia ujemnego LM337 (IC1). Natomiast część wykonawcza z przekaźnikiem i diodami – z przetwornicy zbudowanej na bazie układu MC34063 (IC3). Sygnał włączenia/wyłączenia bezpiecznika jest przekazywany za pomocą tranzystora PC817 (IC4). Pozwala to na zastosowanie taniego wzmacniacza operacyjnego

Rys. 1

MCP6002, którego kilka sztuk pozostało mi po prototypach VU metra. Może on pracować przy bardzo niskim napięciu zasilania, w tym przypadku 2,5V. Pomiar prądu jest wykony-

wany na rezystorach R4 lub R7. Pierwszy, o wartości 2,2Ω 1%, jest wykorzystywany w zakresie 10mA – 100mA, natomiast drugi, 0,22Ω 1%, w zakresie 100mA – 1A.

Do przełączania między zakresami wykorzystano zwykły przełącz-



nik dwusekcyjny. Jedna sekcja przełącza rezystor, do którego jest podłączone obciążenie (ścieżka oznaczona pogrubioną linią na schemacie), natomiast druga – wejście wzmacniacza. Jest to konieczne, aby nie mierzyć napięcia na rezystancji styków przełącznika. Może ona wynosić kilkadziesiąt mΩ, co wprowadzałaby duży błąd.

Napięcie na rezystorze pomiarowym będzie wynosić 22mV – 220mV. Napięcie to jest wzmacniane ok. 10-krotnie przez wzmacniacz IC2A. Kondensatory C7 i C8 służą filtrowaniu składowych wysokich częstotliwości, które mogą pojawić się w napięciu z zasilacza. Dioda D3 zabezpiecza wejście odwracające układu w przypadku zwarcia obciążenia (napięcie wejściowe może wtedy znaleźć się poniżej dolnej szyny zasilania). Rezystor R9 ogranicza wtedy prąd płynący przez diodę (dioda nie może być podłączona bezpośrednio do wejścia WO, ponieważ jej prąd wsteczny znacząco wpływałby na wynik pomiaru).

Układ trzech potencjometrów, R16, R17 oraz POT1, dostarcza napięcia odniesienia. R16 i R17 to potencjometry montażowe, które służą do kalibracji zakresu dla potencjometru POT1, którym z kolei dokonuje się właściwej regulacji prądu zadziałania.

Wzmacniacz IC2B pracuje w układzie przerzutnika Schmitta (z dodatnim sprzężeniem zwrotnym). Przerzutnik ten zmienia stan wyjścia na wysoki, gdy napięcie na wejściu nieodwracającym przekroczy dwukrotność napięcia odniesienia, podanego na wejście odwracające. To jest – pod warunkiem że napięcie na wyjściu jest równe ujemnemu napięciu zasilania, czyli napięciu masy. Tak oczywiście nie jest, nawet w przypadku wzmacniacza z wyjściem rail-to-rail, jakim jest MCP6002. Napięcie to może być natomiast bardzo bliskie tego limitu pod warunkiem, że wyjście jest bardzo słabo obciążone. Tak właśnie jest w tym przypadku: jedyne obciążenie stanowi bramka tranzystora Q3 oraz rezystory R21 i R19, o wartości 100kΩ.

Po przekroczeniu nastawionej wartości prądu przerzutnik przełącza się ze stanu niskiego na wysoki. Do ponownego przełączenia w stan niski konieczne byłoby podanie na wejście napięcia ujemnego, nie jest więc możliwe samoczynne zresetowanie układu. Służy do tego przycisk, który na krótki czas zwiera wejście odwracające do napięcia zasilania. Analogicznie drugi przycisk, podłączony do wejścia nieodwracającego, pozwala na ręczne odłączenie obciążenia.

Przycisk resetu na pierwotnym schemacie według rysunku 2 zawierał

dotadowy układ składający się z kondensatora i rezystora (C10, R18). Miał on zapobiegać uszkodzeniu obciążenia przez wciśnięcie przycisku na stałe. Pojedyncze wciśnięcie podłącza obciążenie na pewien krótki czas, lecz jeśli po jego upływie prąd nadal przekracza nastawioną wartość, jest ono odłączane. W czasie testów ta część układu była wielokrotnie przeze mnie modyfikowana, po pierwsze przez podłączenie elementów C10 i R18 bezpośrednio do wejścia wzmacniacza (podobnie jak C11), a ostatecznie po prostu usunięta, gdyż nie sprawdzała się w praktyce. Ostateczną wersję prezentuje schemat z rysunku 1.

Pozostała część układu jest już trywialna: tranzystor MOSFET Q1 steruje transoptorem odpowiadającym za translację napięć, natomiast Q2 i Q3 – diodami i przełącznikami.

Ciekawym dla mnie aspektem konstrukcji układów tego typu są źródła błędów pomiaru i sposoby radzenia sobie z nimi. Część z nich można zlikwidować przez kalibrację:

- Błąd wzmacnienia wzmacniacza różnicowego, wynikający z tolerancji rezystorów R8, R9 + R11, R10 oraz R14.
- Wejściowe napięcie niezerównoważenia wzmacniacza.
- Odchylenie napięcia zasilania, wynikające z tolerancji rezystorów R1 i R2.

Inne czynniki, których nie da się łatwo wyeliminować w tak prostym układzie:

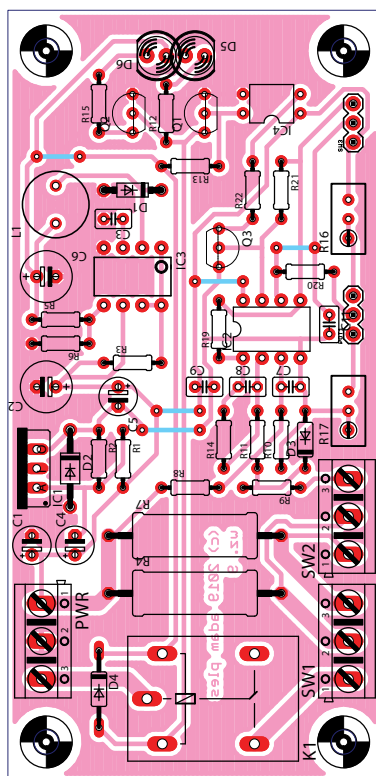
- Tolerancja boczników pomiarowych, w tym przypadku 1% – możliwa jest kalibracja dla jednego z rezystorów, ale nie obydwu. Aby nie pogarszać jeszcze sytuacji, ważne jest, aby pomiar odbywał się jak najbliżej wyprowadzeń rezystorów, w tym sensie, aby nie mierzyć dodatkowo napięcia odkładającego się na ścieżkach do nich prowadzących.
- Współczynniki temperaturowe rezysto-

rów. Będą one miały wpływ przede wszystkim na napięcie odniesienia (R1/R2, wszystkie potencjometry), a w drugiej kolejności na napięcie na rezystorach pomiarowych.

- Współczynnik stabilizacji napięciowej układu LM337 – napięcie odniesienia będzie się zmieniać w zależności od napięcia wejściowego.
- Nieliniowość potencjometru POT1.
- Nierówne wzmocnienie napięcia dodatniego i ujemnego przez wzmacniacz różnicowy, wynikające z tolerancji wykonania rezystorów.
- Współczynnik temperaturowy wejściowego napięcia niezerównoważenia wzmacniacza.
- Dryf parametrów związany ze starzeniem się elementów, obejmujący m.in. wejściowe napięcie niezerównoważenia.

Patrząc na tę litanię, trudno się dziwić, że precyzyjna elektronika musi dużo kosztować :) Wiele parametrów zależy tutaj od temperatury, dlatego dobrze, aby urządzenie samo dla siebie nie było grzejnikiem – na szczęście w tym przypadku tak nie jest i przy używaniu go w temperaturze pokojowej nie powinien być to duży problem. Dodatkowo w praktyce trudno za pomocą jednego potencjometru ustawić jakiegokolwiek parametr z dokładnością większą niż kilka procent – ze względu na ograniczenia mechaniczno-geometryczne (1% z 270° stopni to 2,7°, co na mojej podziאלce o średnicy 2,5cm manifestuje się jako odstęp

Rys. 3



około pół milimetra). W testach, które przeprowadziłem, układ sprawował się zaskakująco dobrze. Próbowalem m.in. uszkodzić tranzystor małej mocy BC547, podłączając emiter bezpośrednio do masy, a bazę i kolektor do napięcia 5V – mimo wielokrotnych prób nie byłem w stanie doprowadzić do jego trwałego uszkodzenia. Oczywiście, trudno jest mi stwierdzić, w jakim stopniu zmieniły się właściwości tranzystora po takim potraktowaniu, natomiast nadal był on w stanie wzmacniać prąd stały. Niewielka dioda LED natomiast takiego testu nie wytrzymała i po ok. 10 cyklach dokonała żywota.

Montaż i uruchomienie

Układ został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej, z wykorzystaniem montażu przewlekane. Układ płytki przedstawiają **rysunek 3** oraz **fotografia 4**. Przy kompletowaniu elementów należy zwrócić uwagę na napięcie znamionowe kondensatorów C1 i C2 – powinno ono wynosić co najmniej 50V, ponieważ są one podłączone bezpośrednio do napięcia wejściowego. Przelicznik i przełącznik powinny cechować się obciążalnością zestyków „z zapasem”, ponieważ muszą one wielokrotnie wytrzymać przepływ dużego prądu podczas zwarcia (nawet jeśli tylko przez krótką chwilę).

Wykaz elementów

R1	120Ω	C5	100uF
R2	120Ω	C6	220uF
R3	1,2Ω	C7	22pF
R4	2,2Ω	C8	22pF
R5	2kΩ	C9	100nF
R6	1,2kΩ	C11	100nF
R7	0,22Ω	D1	1N5819
R8	10kΩ	D2	1N4007
R9	100Ω	D3	BAT43
R10	100kΩ	D4	1N4148
R11	10kΩ	D5	LED zielona
R12	100Ω	D6	LED czerwona
R13	100kΩ	D7	1N4007
R14	100kΩ	D8	1N5819
R15	100Ω	IC1	LM337
R16	5kΩ	IC2	MCP6002
R17	500Ω	IC3	MC34063
R19	100kΩ	IC4	PC817
R20	100kΩ	Q1	BS170
R21	100kΩ	2	BS170
R22	1kΩ	Q3	BS170
C1	1uF	K1	przełącznik 3V
C2	100uF	L1	220uH
C3	1nF	POT1	2kΩ
C4	10uF		

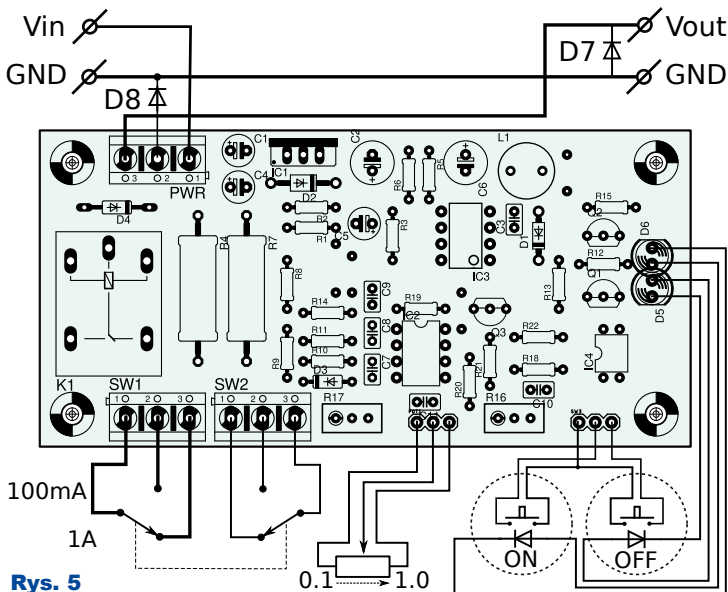
Płytką drukowaną jest dostępna
w Sklepie AVT jako AVT3268

Jako rezystory R4 i R7 najlepiej byłoby wykorzystać dedykowane boczki do pomiaru prądu. Ja takowych nie miałem, zamiast tego zastosowałem rezystory o mocy 5W i tolerancji 1% przeznaczone, jak mi się wydaje, do budowy zwrotnic głośnikowych. Ich wadą jest niska stabilność temperaturowa.

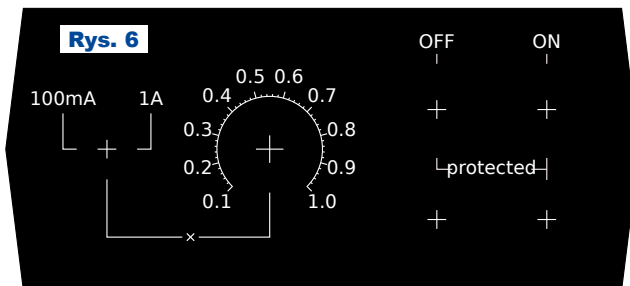
Dwa elementy zostały zamontowane poza płytką – są widoczne na schemacie montażowym na **rysunku 5**. Pomiędzy zaciskami wyjściowymi znajduje się dioda D7, mająca rozładowywać obciążenia indukcyjne po ich odłączeniu – nie mogła ona znaleźć się na płytce, ponieważ omija ją przewód masy prowadzący od zasilania do obciążenia. Druga dioda (D8), w obwodzie masy zasilania płytki, sprawia, że w przypadku zwarcia wyjścia kondensatory C1 i C2 nie rozładują się natychmiastowo, a zamiast tego pozwalają na pracę układu do czasu odłączenia obciążenia. O konieczności jej zastosowania pomyślałem niestety dopiero po zmontowaniu PCB.

Całość zamontowałem w niewielkiej plastikowej obudowie. Na przednim panelu znajdują się przełącznik zakresów, potencjometr nastawy prądu ze skalą, zaciski laboratoryjne do podłączenia obciążenia oraz przyciski włącz/wyłącz, podświetlane za pomocą diod sygnalizacyjnych D5 i D6. Wygląd panelu i wnętrza obudowy przedstawia fotografia tytułowa. **Rysunek 6** pokazuje przykład projektu płyty czołowej.

Po zmontowaniu układu i podłączeniu do zasilania można po pierwsze skontrolować napięcia na wyjściu stabilizatora IC1 (2,5V) oraz przetwornicy (ok. 3,3V). Następnie należy przystąpić do kalibracji. Nie jest to proces zbyt prosty ze względu na fakt, że trzeba się posługiwać dwoma potencjometrami (R16 i R17), które na dodatek nie działają niezależnie. Do kalibracji konieczne jest wybranie dwóch punktów w pobliżu przeciw-



Rys. 5



Rys. 6

głych końców skali, np. przy zasilaniu 12V możemy posłużyć się rezystorami 1,5kΩ oraz 120Ω (o odpowiednich mocach znamionowych). Rzeczywistą wartość prądu płynącego przez obciążenie najlepiej zweryfikować precyzyjnym amperomierzem.

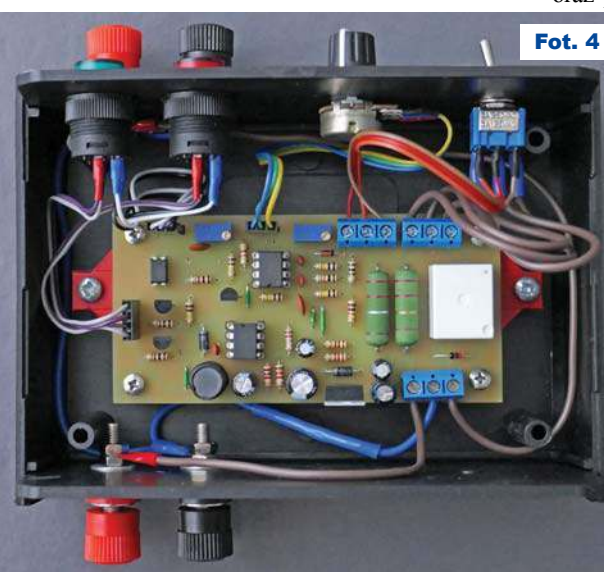
Procedura kalibracji jest następująca: na skali ustawiamy maksymalny prąd, następnie podłączamy obciążenie 1,5kΩ za pomocą przycisku ON. Powoli obracamy potencjometr w lewo, aż do zadziałania bezpiecznika. Jeśli zadziałał za wcześnie, należy zmniejszyć rezystancję R16, jeśli za późno – zwiększyć ją, a następnie powtarzać test, aż do uzyskania poprawnego progu zadziałania. Następnie podłączamy obciążenie 120Ω i wykonujemy te same czynności, ale posługując się potencjometrem R17 i zwiększając rezystancję przy zbyt wczesnym zadziałaniu oraz zmniejszając przy zbyt późnym. Niestety całą procedurę trzeba przeprowadzić kilkakrotnie, zanim oba punkty będą dostatecznie dokładnie skalibrowane.



Adam Ples

ples.adam@gmail.com

Fot. 4



Profesjonalne myjki ultradźwiękowe

Technologia ultradźwiękowa stosowana jest głównie do mycia powierzchni detali o skomplikowanych kształtach.

Energia ultradźwiękowa dociera do trudno dostępnych zakamarków, otworów i szczelin.

Mycie ultradźwiękowe zapobiega powstawaniu uszkodzeń mechanicznych detali, zapewniając najwyższą jakość i precyzję mycia.

Skutecznością przewyższa tradycyjne, ręczne i natryskowe metody mycia.

Przykłady zastosowań technologii ultradźwiękowej:

» Medycyna - mycie narzędzi chirurgicznych i stomatologicznych, w tym osprzęt endoskopowy.

» Laboratoria:

- mycie szkła laboratoryjnego o skomplikowanych kształtach i niewielkich otworach
- mycie kuwet bioanalyzerów, sit, filtrów i pierścieni ceramicznych
- odgazowanie roztworów
- dyspergowanie ciał stałych w cieczach
- przyspieszanie niektórych reakcji chemicznych

» Przemysł:

- oczyszczanie, odtłuszczanie,
- usuwanie rdzy z powierzchni metalowych detali przed malowaniem proszkowym lub nakładaniem powłok galwanicznych
- mycie międzyoperacyjne, usuwanie wiórow, smarów, past polerskich
- mycie podzespołów kompletnych precyzyjnych mechanizmów bez demontażu
- mycie przyrządów i narzędzi pomiarowych
- mycie sit i dysz z osadów i zanieczyszczeń
- mycie form wulkanizacyjnych
- mycie podzespołów samochodowych tj. głowic, gaźników, aparatury wtryskowej itp.

» Poligrafia: usuwanie nie naświetlonych fotopolimerów, mycie wałków rastrowych

» Optyka, produkcja okularów:

- mycie szkła po szlifowaniu i polerowaniu
- mycie szkła przed naparowaniem próżniowym
- mycie opraw okularowych po polerowaniu
- mycie okularów bez konieczności wyjmowania szkieł z oprawek

» Elektronika:

- mycie obwodów drukowanych po montażu,
- mycie złączy,
- mycie modułów telefonów komórkowych,
- mycie podzespołów płyt głównych komputerów



- » wymiary wanny 150x135x100mm
- » pojemność 1,6 litra
- » moc ultradźwiękowa 2x100W
- » częstotliwość 40 kHz
- » moc układu grzania 150W
- » regulator temperatury 30-60°C lub 30-80°C
- » układ czasowy 1-30min
- » wymiary zewnętrzne 175x165x220mm
- » waga 2,8kg

SONIC 2 1510zł



- » wymiary wanny 240x135x100mm
- » pojemność 2,8 litra
- » moc ultradźwiękowa 2x160W
- » częstotliwość 40 kHz
- » moc układu grzania 150W
- » regulator temperatury 30-60°C lub 30-80°C
- » układ czasowy 1-30min
- » wymiary zewnętrzne 265x165x230mm
- » waga 3,7kg

SONIC 3 2130zł



- » wymiary wanny 295x145x150mm
- » pojemność 5,7 litra
- » moc ultradźwiękowa 2x240W
- » częstotliwość 40 kHz
- » moc układu grzania 300W
- » regulator temperatury 30-60°C lub 30-80°C
- » układ czasowy 1-30min
- » wymiary zewnętrzne 325x180x285mm
- » waga 5kg

SONIC 6 2750zł



- » wymiary wanny 150x135x65mm
- » pojemność 1 litr
- » moc ultradźwiękowa 2x80W
- » częstotliwość 40 kHz
- » wymiary zewnętrzne 175x165x185mm
- » waga 2.2kg

SONIC 05 915zł



- » wymiary wanny 295x235x100mm
- » pojemność 6,5 litra
- » moc ultradźwiękowa 2x320W
- » częstotliwość 40 kHz
- » moc układu grzania 300W
- » regulator temperatury 30-60°C lub 30-80°C
- » układ czasowy 1-30min
- » wymiary zewnętrzne 325x265x185mm
- » waga 5.9kg

SONIC 6D 3595zł



sklep.avt.pl

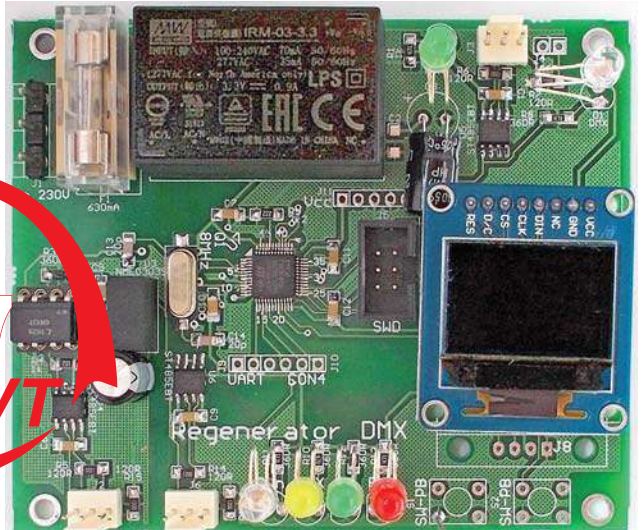
AVT-Korporacja Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50 e-mail: handlowy@avt.pl

Regenerator sygnału DMX

kit

3267

AVT



Niezawodność transmisji łączem RS-485, np. DMX o znacznej długości zależy od wielu czynników. Jednym z nich jest jakość przewodów połączeniowych. Kolejnym czynnikiem wpływającym na transmisję sygnału są splittery, zwłaszcza z izolacją galwaniczną. Rozwiązaniem problemu jest opisany w artykule regenerator, który dodatkowo ma izolację galwaniczną.

Opisywane urządzenie służy do poprawiania pewności transmisji sygnału DMX, który może zostać zniekształcony przez złą jakość okablowania lub urządzenia dołączone do magistrali. Największe zniekształcenia mogą wprowadzić obwody izolacji galwanicznej. Często zawierają one transoptory, co może wydłużyć czas zmiany sygnału, zwłaszcza jednego ze zboczy, przez co czas trwania bitu ulega zmianie. Kilka takich urządzeń połączonych szeregowo może na tyle zmienić czas trwania bitu, że komunikacja będzie niemożliwa. Włączenie opisywanego regeneratora za splitterem rozwiąże problem. Regenerator ma dwa wyjścia, więc pełni także funkcję splittera, przy czym jeden kanał jest izolowany galwanicznie.

Opis układu

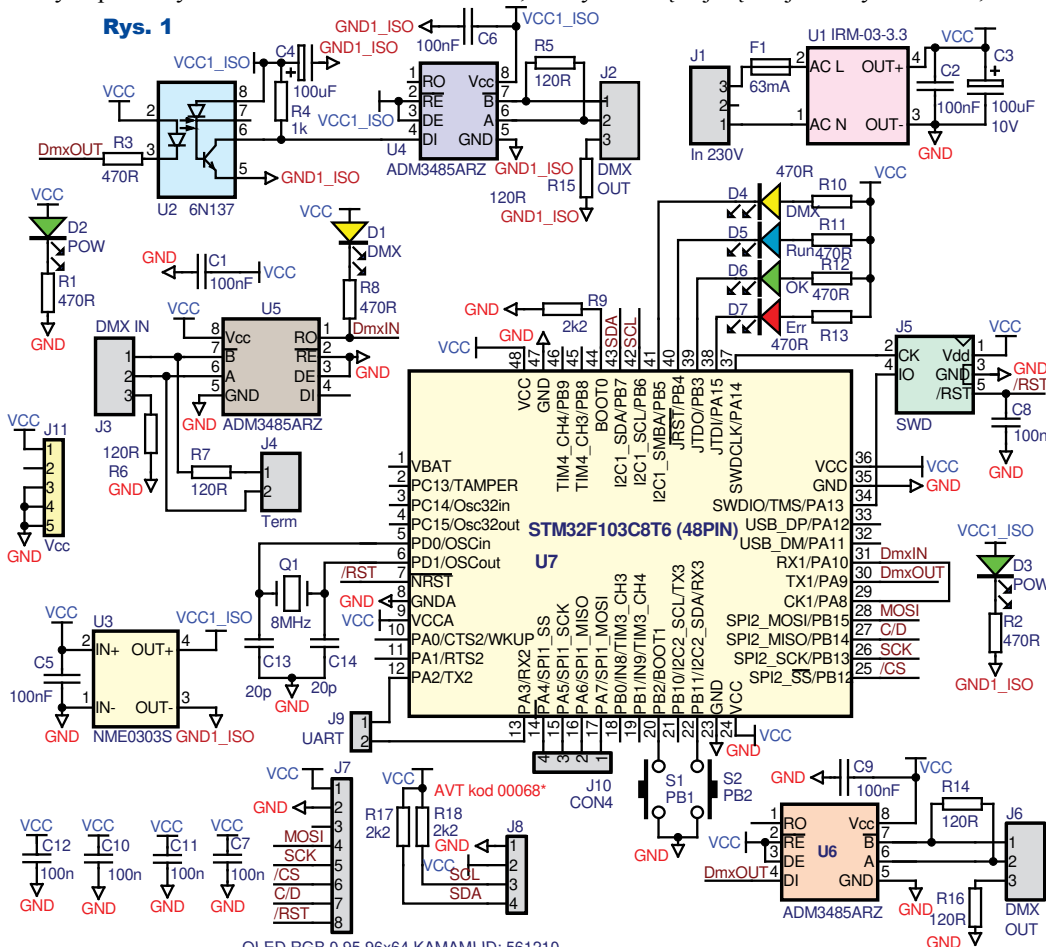
Schemat ideowy pokazany jest na rysunku 1. Układ zasilany jest przetwornicą AC/DC obniżającą napięcie sieciowe do 3,3V, z którego zasilane są wszystkie układy urządzenia. Przetwornica ma wyższą sprawność niż transformator małej mocy, mniejsze wymiary i nie wymaga dodatkowego stabilizatora, często z radiatorem. W konsekwencji koszt przetwornicy porównywalny jest z kosz-

tem zasilacza zbudowanego klasycznie, ale sprawność zdecydowanie wyższa, czasem nawet dwukrotnie. Sygnał wejściowy DMX o poziomach zgodnych z RS485/422, doprowadzony do J3, jest konwertowany na poziomy TTL-LV driverem U5 (ADM3485ARZ). Skonwertowany sygnał trafia na wejście UART mikrokontrolera oraz steruje diodą D1. Mikrokontroler odebrane informacje wysyła na swoje wyjście. Dane wyjściowe są ponownie konwertowane na poziomy RS485/422 w U6. Dodatkowo,

ten sam sygnał steruje transoptorem U2, który przekazuje go dalej do drivera U4. Zasilanie U4 zapewnia U3 – przetwornica DC-DC NE0303S.

Aby zrozumieć zasadę działania urządzenia, trzeba zaznajomić się ze sposobem transmisji sygnału DMX. Sygnał jest przesyłany z prędkością 250kb/s, format ramki 8N2 przy wykorzystaniu poziomów napięć standardu RS485/422. Z tego powodu, w urządzeniach DMX używane są najczęściej drivery MAX485,

Rys. 1



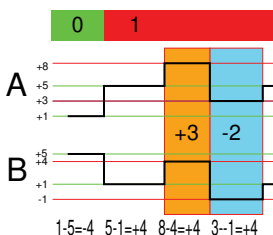
OLED RGB 0,95 96x64 KAMAMI ID: 561210

MAX3485 lub inne, kompatybilne z nimi. W RS485 użyta jest transmisja różnicowa, odporna na zakłócenia.

Z czego wynika ta odporność? Na **rysunku 2** przedstawiono przykładowy przebieg wychodzący z nadajnika różnicowego. Górny przebieg to sygnał prosty, niezanegowany (wyjście A nadajnika), dolny – zanegowany (wyjście B). Przyjęto, że napięcia na wyjściu nadajnika mogą przyjmować poziomy +1 i +5V. Gdy nadawane jest „zero”, na linii A pojawia się napięcie 1V, na B +5V i różnica napięć wynosi -4V. W czasie nadawania „jedynek” na A panuje napięcie 5V, na B 1V i różnica wynosi +4V. Na prawej części rysunku przedstawiono sytuację, gdzie pojawia się impuls zakłócający o wartości +3V. Impuls ten pojawi się na obu liniach, przez co na A wystąpi napięcie 8V (5+3), na B 4V (1+3), jednak nadal różnica napięć wynosi +4V (8-4). Gdy impuls zakłócający ma wartość -2V, na A pojawi się napięcie +3V (5-2), na B -1V (1-2). Także w tym przypadku różnica nadal wynosi +4V.

Napięcia na magistrali RS485/422 zależą od napięcia zasilania driverów, dlatego będą inne w przypadku układów zasilanych z 5V, inne dla 3,3V, a jeszcze inne w pozostałych przypadkach. Dla odbiornika same poziomy sygnałów nie są istotne, ważne by nie przekraczały dopuszczalnych wartości (najczęściej -5V...+12V) względem masy układu. Odbiornikowi wystarczy różnica poziomów 200mV, aby zinterpretować sygnał.

Istotne jest to, by przewód transmitujący dane był skrętką, która niejako „sprzętowo” tłumi zakłócenia w sposób podobny, jak to robi wzmacniacz różnicowy. Warunkiem dużego tłumienia sygnałów wspólnych jest użycie odpowiednich kabli połączeniowych. Kabel do systemów alarmowych/domofonów (YTDY) nie nadaje się, bo żyły nie są ze sobą skręcone, tylko ułożone równolegle. Dużo lepszy będzie kabel telefoniczny (YTKSY), gdzie żyły skręcone są co kilka cm, ale te kable nie zawsze skręcane są parami, tylko czasem czwórkami. Kable czwórkowe przeważnie mają większe pojemności (10 par i więcej) ale na przykład YTKZY1×4×0,5 ma dwie pary, a jest kablem czwórkowym. Trzeba to mieć na uwadze, bo różnica w oznaczeniu YTKSY i YTKZY jest niewielka, ale pełny symbol wszystko wyjaś-



Rys. 2

nia, przykładowo parowy YTKSY2×2×0,5 i czwórkowy YTKZY1×4×0,5. Kable wyglądają praktycznie tak samo. Jeśli nie widać oznaczeń (częsta sytuacja, gdy kabel był używany i podczas wyciągania z koryt kablowych oznaczenia starły się), taki kabel należy rozsząć na odcinku 10...15cm i zobaczyć jak są skręcone przewody.

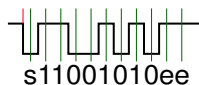
Dlaczego wspominam o kablach czwórkowych? W takim kablu w miarę skutecznie można wykorzystać połowę możliwości (po dwie żyły w czwórce). Jeszcze lepsza jest popularna „skrętka komputerowa” (kabel UTP), która może, ale nie musi być ekranowana. Najlepszy jest dedykowany kabel przeznaczony do transmisji DMX. Ma on najczęściej grubą izolację, czego typowy kabel UTP nie ma. **Nie powinien to być kabel mikrofonowy** z indywidualnie ekranowanymi żyłami, a jego wykorzystanie kusi, bo ma złącza takie same jak DMX. Kabel mikrofonowy i indywidualnie ekranowanymi żyłami nie jest przeznaczony do przesyłania szybkich sygnałów. Spowodowane jest to tym, że ma on stosunkowo dużą pojemność, która wynika z obecności ekranów.

Przy zastosowaniu skrętki może pojawić się problem tłumienia sygnału. Każdy przewód zachowuje się jak dolnoprzepustowy filtr RC. Użycie w urządzeniach DMX rozwiązań, które wprowadzają niesymetrię w narastaniu i opadaniu sygnału (przykładowo transoptory, kable o dużej pojemności), może powodować błędy transmisji. Przykładowy niesymetryczny przebieg pokazano na **rysunku 3**. Żółty przebieg to sygnał wejściowy, niebieski na transoptorze splittera, fioletowy to sygnał wyjściowy. Widać wyraźnie, że czas trwania jedynki logicznej uległ wydłużeniu.

Aby zrozumieć, dlaczego taki sygnał może powodować błędy, należy wiedzieć, jak UART odczytuje dane trafiające na jego wejście. Dla uproszczenia przeana-

lizujemy sytuację, gdy brana jest jedna próbka, jak na przykład w software'owym UART dla Arduino. Na **rysunku 4**

pokazano przykładowy sygnał. Czerwona kreska oznacza miejsce, od którego UART zacznie próbkować sygnał wejściowy, pionowe zielone (pierwsza po połowie czasu trwania bitu) reprezentują kolejne momenty próbkowania. Litera „s” i „e” to bit startu i bity stopu. Dla ułatwienia analizy uwzględniłem próbkowanie w jednym punkcie, jak miało to miejsce w starszych konstrukcjach mikrokontrolerów (np. 8051). W nowszych sygnał próbkowany jest 3 (AVR) a nawet 8 czy 16 (ARM STM32) razy, co zwiększa odporność na błędy, ale ich nie eliminuje. Jak można wywnioskować, gdy sygnał narasta lub opada zbyt wolno, odbierana informacja zostanie sfalszowana. **Rysunek 5** przedstawia sygnał z **rysunku 2** z tym, że czas trwania jedynki jest wydłużony. Zależnie od



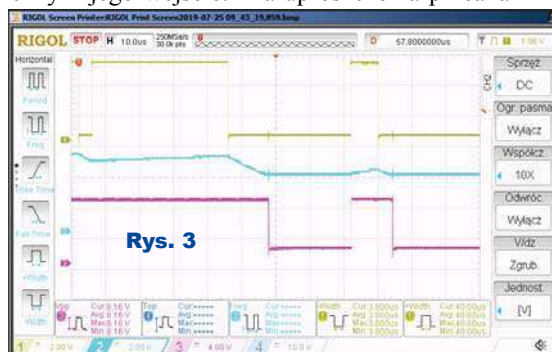
Rys. 4

właściwości UART, pierwszy impuls może nie być zinterpretowany jako bit startu, ale programowa realizacja UART najczęściej uzna go za start. Widać, że interpretacja poszczególnych bitów jest niepoprawna, a w przypadku przedostatniego bitu nie wiadomo, jak UART czy program zinterpretuje dane. Prawdopodobieństwo wystąpienia problemu zwiększa połączenie urządzeń w szereg. Każde z nich wprowadzi niewielkie opóźnienie ale sumaryczne może być na tyle duże, że dojdzie do błędów w komunikacji. W takiej sytuacji regenerator może pomóc, bo błędy transmisji do około 2,5% UART odczyta poprawnie. Dane na wyjściu mają praktycznie 0% odchyłkę (najgorszy kwarc ma tolerancję 50ppm – 0,05%).

W przypadku wystąpienia błędów w systemie DMX regenerator należy włączyć w takim miejscu magistrali, gdzie dioda *Error* nie świeci. Tylko wtedy spełni on swoje zadanie.

Program mikrokontrolera nie jest zbyt skomplikowany. Po zainicjowaniu UART, w przerwaniu dane zapisywane są do bufora „DmxIn”. Obecność sygnału BREAK stwierdza się na podstawie ustawienia bitu błędu ramki (FE). Procedura jest dosyć prosta, więc pozwolę ją sobie pokazać na **listingu 1**.

Procedura analizuje poprawność sygnału CS, mierzy czas trwania ramki, pauzy pomiędzy ramkami, liczbę



Rys. 3

```
void irqUart1(){
    uint8_t static err;

    //----- Czy BREAK ? -----//
    if ( USART1->SR & USART_SR_FE ){
        //USART1->SR &= ~USART_SR_FE; // INFO: HAL skasuje flagę

        //----- Długość ramki (razem z CS )
        lenDmxIn = lenDmxCopy = prtDmxIn; prtDmxIn = 0;

        //----- Sprawdzenie sygnału CS
        if( DmxIn[ 0 ] ){
            dmxErr |= ERR_DMXX_CS;
            err |= ERR_DMXX_CS;
        }
        DmxIn[ 0 ] = 0;

        //----- Pomiar czasu trwania ramki, okresu, przerwy
        TimDmxOkres = TimDmxOkresCnt; TimDmxOkresCnt = 0;
        TimDmxPause = TimDmxPauseCnt; TimDmxPauseCnt = 0;
        TimDmxRamka = TimDmxOkres - TimDmxPause;

        //----- Sprawdzenie czy ramka ma wymagana długość
        if( lenDmxCopy < 24+1 ) {
            dmxErr |= ERR_DMXX_LEN24;
            err |= ERR_DMXX_LEN24;
            lenDmxCopy = 24+1;
        }
        else{
            TimDmxTimeout = TimRestart = 100; // Ramka co najmniej 10 razy na sekundę
        }

        //----- Sprawdzenie ile kanałów w użyciu -----//
        for( int16_t x=lenDmxCopy-1; x>0; x--){
            if( DmxIn[x] ) { uzywaneDmx = x; break; } // jeśli wartość różna od 0
        }

        memcpy( DmxPrev, DmxCopy, lenDmxCopy ); // Zapamiętaj poprzednia ramkę
        memcpy( DmxCopy, DmxIn, lenDmxCopy );
        if( !err ){
            err = 0;
            memcpy( DmxOut, DmxIn, lenDmxCopy ); // Gdy nie ma błędów kopiuje
        }
        uint16_t len = lenDmxIn;
        if( len > (512+1) ) len = 513;
        dmxRoznice = 0;
        for(uint16_t x=0; x<lenDmxIn; x++) if ( DmxPrev[x] != DmxCopy[x] ) dmxRoznice++;

        FL_RamkaComplete = true;
    }
    else if ( USART1->SR & USART_SR_RXNE ){ //----- Czy dana odbiorcza ? -----//
        //USART1->SR &= ~USART_SR_RXNE; // INFO: HAL skasuje flagę

        TimDmxPauseCnt = 0;

        if( prtDmxIn < DMXX_LEN ){
            DmxIn[prtDmxIn++] = USART1->DR;
            err = 0;
        }
        else{
            dmxErr |= ERR_DMXX_LEN512;
            err = ERR_DMXX_LEN512;
        }
    }
}
```

danych, czy zawiera się w dopuszczalnej granicy od 24 do 512 bajtów. Jeśli ramka ma poprawną budowę, zerowany jest timer programowy odliczający *timeout* po czym szacowane jest, ile kanałów jest używanych. Ramka jest następnie kopiowana do bufora „DmxCopy”. Jeśli nie wykryto błędów, dane są kopiowane do bufora „DmxOut”. Prosta funkcja określa, ile z kanałów zmieniło wartość od poprzedniej transmisji. W pętli głównej, co najmniej raz na milisekundę, wykonywany jest fragment programu pokazany na **listingu 2**.

W nim, gdy flaga odebrania całej ramki jest ustawiona, zostanie wygenerowany sygnał BREAK o czasie 88us. Realizowane jest to przez wyłączenie funkcji alternatywnej portu PA9, na którym ustawiony jest stan niski. Ze względu na prostotę programu i krótki czas sygnału BREAK pozwoliłem sobie na

```
if( FL_RamkaComplete ){
    FL_RamkaComplete = false;

    //----- Generowanie BREAK -----//
    // PA9 - TX USART1
    GPIO_InitTypeDef GPIO_InitStructure = {0};
    GPIO_InitStructure.Pin = GPIO_PIN_9; // PA9
    GPIO_InitStructure.Mode = GPIO_MODE_OUTPUT_PP;
    GPIO_InitStructure.Pull = GPIO_NOPULL;
    GPIO_InitStructure.Speed = GPIO_SPEED_FREQ_LOW;
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure); // Port A

    DWT_Delay_us(88);

    GPIO_InitStructure.Mode = GPIO_MODE_AF_PP; // PA9 - funkcja alternatywna - USART1
    HAL_GPIO_Init(GPIOA, &GPIO_InitStructure); // Port A

    //----- Init wysyłania danych -----//
    HAL_UART_Transmit_DMA( &uart1, DmxOut, lenDmxCopy );
}
```

Listing 2

delay, ale w razie potrzeby można zaangażować do tego celu timer. Po 88us przywracana jest funkcja alternatywna i uruchamiana trans-

Listing 1

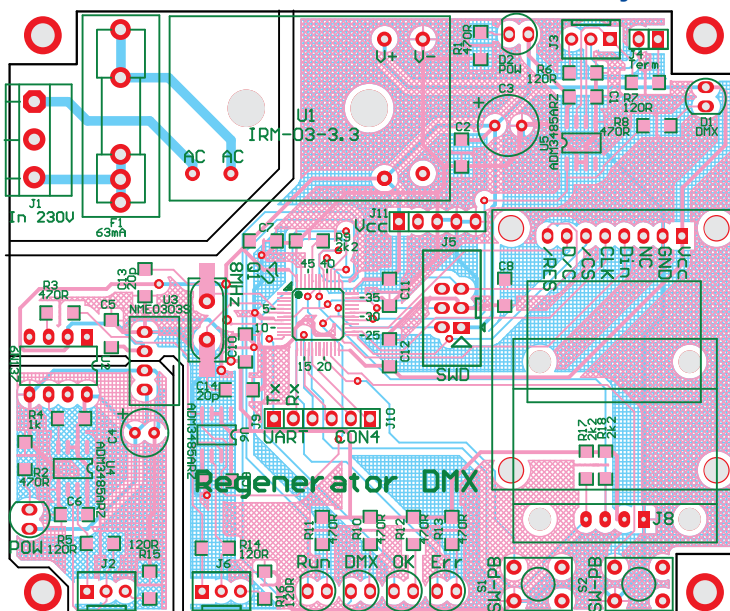
misja jest łatwa do wprowadzenia, ponieważ w zmiennej „uzywaneDmx” przechowywana jest informacja o ostatnim kanale, który zawiera wartość różną od zera. Oczywiście sama zmienna nie wystarczy do tego celu, trzeba jeszcze w inteligentny sposób zapamiętać tę wartość, aby ustawienie ostatnio używanego kanału na 0 nie zmniejszało liczby transmitowanych kanałów.

Pozostałe procedury programu są mniej istotne, bo zajmują się tylko wizualizacją danych na diodach LED i wyświetlaczu. Wysyłaniem danych do wyświetlacza zajmuje się DMA, więc w tym czasie program może bez problemu realizować inne funkcje (głównie spać po rozkazie WFI).

Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 6**. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Jeśli izolacja galwaniczna nie jest potrzebna, elementy z nią związane nie muszą być montowane, co znacznie obniży koszt urządzenia.

Rys. 6



Przyciski S1, S2 oraz złącza CON4, J8, J9 i J11 nie są używane. J9 przewidziano do podłączenia wyświetlacza monochromatycznego, ale program obsługuje tylko wyświetlacz kolorowy. Zworka na J3 pozwala włączyć

terminator linii, gdy regenerator jest ostatnim urządzeniem w łańcuchu DMX. Płytką drukowaną zaprojektowaną jest do obudowy KM-35. Fotografia wstępna pokazuje model. Uruchomienie układu polega na sprawdzeniu napięć zasilających. **Podczas uruchamiania należy zachować ostrożność, ponieważ w urządzeniu występuje napięcie niebezpieczne dla życia.** Jeśli zasilanie jest poprawne, należy wgrać program złączem J5. Do zaprogramowania mikrokontrolera można wykorzystać ST-Link V2. Jeśli program pracuje poprawnie, dioda D5 (Run) będzie migać z częstotliwością 1Hz, na wyświetlaczu pojawi się obraz – **rysunek 7**. Jeśli tak jest, do wejścia regeneratora można doprowadzić sygnał DMX. Na ekranie zobaczymy obraz podobny do tego na **rysunku 8**. W pierwszym wierszu wyświetlona jest liczba transmitowanych kanałów. Następnie po znakach „<” i „>” liczba kanałów, których dane uległy zmianie od poprzedniej transmisji. Jeśli liczba kanałów będzie błędna, to zostanie wyświetlona na czerwono **rysunek 9**, dane jednak zostaną wysłane po dopełnieniu zerami jeśli liczba kanałów jest zbyt mała albo zostaną obcięte jeśli przekroczą 512. Gdy z powodu dużych liczb w wierszu nie zmieszczą się wszystkie teksty, zostanie usunięty znak „=” (**rysunek 10**), lub w razie konieczności ciąg „L=” (**rysunek 11**).

W drugim wierszu wyświetlana jest informacja o okresie powtarzania ramki danych oraz wyliczana częstotliwość jej odświeżania. Zależnie od niej różny jest kolor wiersza. Od zielonego dla odświeżania co najmniej 40Hz, przez cyjan (**rysunek 9**) dla 33Hz, żółty (**rysunek 10**) dla 25Hz, pomarańczowy dla 20Hz, do czerwonego dla odświeżania poniżej 20Hz, którego niechlubnym przykładem jest program „MasterPeace OpenDmx”, a efekt jego pracy widać na **rysunku 12**.

Oznaczenie	Nazwa	Kolor	Funkcja
D2	POW	Zielona	Sygnalizuje obecność napięcia zasilającego
D1	DMX	Żółta	Odwzorowuje sygnał na wejściu DMX
D4	DMX	Żółta	Świeceniem sygnalizuje odbiór ramki DMX (obecność sygnału BREAK)
D5	Run	Niebieska	Miga z częstotliwością 1Hz
D6	OK	Zielona	Świeci gdy nie wykryto błędów w ramce DMX
D7	Err	Czerwona	Świeci gdy wykryto błędy komunikacji lub błąd programu

Tabela 1

Program regeneratora sygnalizuje wiele błędów. Jeden z nich można zobaczyć na **rysunku 13**. Błędów jest kilka, ale nie ma

sensu ich wszystkich tu wymienić, bo oznaczają one poważny błąd w programie urządzenia, którego sygnał jest nieprawidłowy. W przypadku ukazania się błędu należy skontaktować się z autorem takiego programu. Błąd jest wyświetlany przez około 10 sekund, po czym mikrokontroler jest resetowany. W czasie wyświetlania błędu miga napis „Error” oraz dioda D7 „Err”.

Urządzenie może pracować bez wyświetlacza. W takiej sytuacji stan urządzenia można odczytać z diod LED według **tabeli 1**.

W **tabeli 2** podany jest zestaw czasów transmisji danych oraz pauzy pomiędzy transmisjami różnych programów. Pauza pomiędzy transmisjami wynika z niedoskonałości programu (systemu), który generuje sygnał DMX:

Proste programy nie są zbyt dobre, nie można ustawić liczby obsługiwanych kanałów, break jest bardzo długi (od 200us do kilku ms), przerwy pomiędzy paczkami danych są rzędu ms lub dziesiątek ms, co niekorzystnie wpływa na częstotliwość odświeżania danych. Ponadto większość wysyła dane do pierwszego znajdującego się układu FTDL, którym ze względu na jego popularność może być

Nazwa programu / urządzenia	Czas transmisji danych	Czas pauzy między ramkami	Odświeżanie
DMX512 Light Control	25ms	15ms	39ms 25Hz
MasterPeace OpenDmx	25ms	47ms	70ms 14Hz
USB2DMX512DEMO	25ms	2ms	27ms 38Hz
AVT5456 (24kanały)		0...1ms	2ms 500Hz

Tabela 2

inne urządzenie niż konwerter USB-DMX. Ponadto nie sprawdza, czy konwerterem jest układ z UART i mimo że FT22x (USB-SPI) i FT20x (USB-I2C) nie mogą odczytać sygnału break, wysyłają dane do nich. Wyjatek stanowi program „USB2DMX512DEMO”, który pozwala wybrać interfejs, z którym program będzie się komunikował, a dodatkowo pokazuje tak zwane przyjazne nazwy – **rysunek 14**. Przy okazji ten program ma najkrótszy czas pauzy między ramkami spośród testowanych programów dla Windows. Niestety, multitasking Windows jest, jaki jest i gdy komputer jest obciążony, wydajność programu drastycznie spada. Na tyle, że zakłócone jest wysyłanie danych. Inne programy w takiej sytuacji sprawują się lepiej. W przypadku zainteresowania szczegółami proszę o kontakt.

SaS
sas@elportal.pl

L=-1/0<>0
t=0ms 0Hz
D=0ms P=0
Timeout

L=512/12<>0
t=26ms 38Hz
D=25ms P=1

L=12/12<>0
t=26ms 38Hz
D=25ms P=1

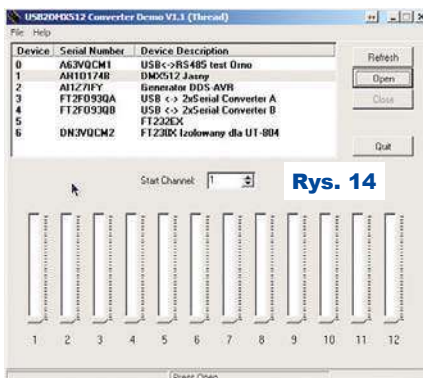
L512/189<>0
t=39ms 25Hz
D=24ms P=15

512/124<>112
t=40ms 25Hz
D=25ms P=15

L=512/0<>0
t=70ms 14Hz
D=24ms P=46

Error
Hard Fault

Rys. 7...13



Rys. 14

Wykaz elementów Rezystory 1206:

R1,R2,R3,R8,R10,R11,R12,R13	470R
R4	1k
R9,R17,R18	2k2
R5,R6,R7,R14,R15 R16	120R
C1,C2,C5-C12	100n kond. ceramiczny 1206
C3,C4	100uF/10V kond. elektrolityczny ce8/35
C13 C14	20p kond. ceramiczny 1206
U1	IRM-03-3.3 przetwornica AC/DC
U2	.6N137
U3	NME0303S
U4 U5 U6	ADM3485ARZ
U7	STM32F103C8T6
D1 D4	Dioda LED 5mm żółta
D2 D3	Dioda LED 5mm zielona
D5	Dioda LED 5mm niebieska
D6	Dioda LED 5mm zielona
D7	Dioda LED 5mm czerwona
Q1	Kwarc 8MHz
F1	Bezpiecznik 63mA z oprawą
J1	ARK3
J2 J3 J6	SN25-W3P
J4	Goldpin 2x1
J5	.T821-1-06-S1
J7	OLED RGB 0,95 96x64 KAMAMI ID: 561210

Płytką drukowaną jest dostępna
w Sklepie AVT jako AVT3267

Infinity – system automatyki domowej

Lokalne wyświetlanie danych pomiarowych

Ostatnim elementem struktury całego systemu automatyki jest zespół, którego zadaniem jest lokalna prezentacja danych pomiarowych. Użyłem sformułowania „zespół”, gdyż nie jest to pojedynczy moduł realizujący wymaganą funkcjonalność. Całość jako system umożliwia prezentację danych za pośrednictwem strony internetowej, ale trudno wymagać, by za każdym razem, by sprawdzić aktualny stan, chodzić do piwnicy z telefonem komórkowym. Z tego powodu została przewidziana możliwość lokalnego prezentowania danych w oparciu o typowe siedmiosegmętowe wyświetlacze LED.

Zanim przejdę do szczegółowego opisu modułów realizujących zakładaną funkcjonalność, przedstawię ideę rozwiązania, którą prezentuje **rysunek 1**.

Do głównej magistrali RS485 przyłączony jest moduł realizujący funkcję specjalizowanego filtra danych. Jego zadaniem jest obserwacja całego ruchu pakietów odbywającego się na głównej magistrali RS485. Specyficzną cechą interfejsu RS485 pracującego w trybie półduplexowym jest to, że każdy element komunikacyjny przyłączony do magistrali odbiera wszystko, co jest tam transmitowane. Oprogramowanie „filtru pakietów” analizuje każdy odebrany pakiet pod kątem jego znaczenia. W przypadku, gdy pakiet niesie w sobie informacje o danych pomiarowych, jest on

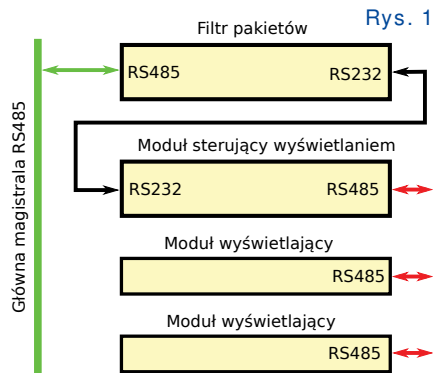
część 1

retransmitowany do interfejsu RS232. Przesyłane dane trafiają do kolejnego modułu, którego zadaniem jest gromadzenie w swojej pamięci RAM aktualnych wartości pomiarowych oraz ewentualnie rozdzielanie odpowiednich danych na poszczególne wyświetlacze. Każdy moduł wyświetlający otrzymuje dane za pośrednictwem łącza szeregowego. Istnieje możliwość przyłączenia wielu modułów wyświetlających, co implikuje zastosowanie interfejsów RS485 tworzących lokalną magistralę komunikacyjną, w której właśnie moduł sterujący jednocześnie pełni funkcję typu MASTER (każdy moduł wyświetlający to SLAVE).

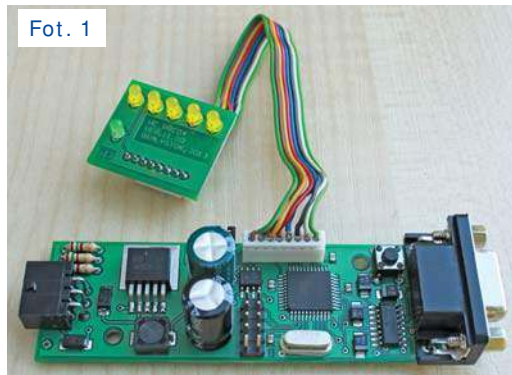
Z punktu widzenia sprzętowego filtra pakietów (**fotografia 1**) bazuje na tym samym rozwiązaniu sprzętowym, które realizuje funkcję procesora komunikacyjnego („Elektronika dla Wszystkich”, 5/2019), toteż obecnie zostanie omówione jedynie oprogramowanie tego modułu. Bazuje ono również na oprogramowaniu procesora komunikacyjnego z tym, że jest znacząco uproszczone. Istotnym elementem w procesorze komunikacyjnym, którego nie znajdziemy w oprogramowaniu filtra pakietu, jest zarządzanie komunikacją na magistrali RS485. Jednym z głównych zadań realizowanych przez procesor komunikacyjny jest zarządzanie komunikacją na magistrali RS485. W przypadku filtra pakietów ta funkcjonalność nie występuje. Z punktu widzenia ogólnej koncepcji komunikacji realizowanej poprzez magistralę RS485 omawiany moduł trudno jest nawet nazwać elementem

typu SLAVE. Moduł nie realizuje aktywnego dostępu do magistrali (nie nadaje danych), jego funkcjonalność sprowadza się jedynie do nasłuchu transmitowanych danych. Z tego wynika dosyć istotna dla procesora komunikacyjnego własność, nie musi on znać identyfikatora przypisanego modułowi pełniącemu funkcję filtra pakietów. W istocie filtr jest jedynie obserwatorem rzeczywistości występującej na magistrali komunikacyjnej.

Łatwo to zauważyć w oprogramowaniu. Zastosowany mikrokontroler (ATMEGA324) nie zawiera obsługi interfejsu szeregowego z konwerterem do standardu RS485 (jest tylko obsługa przerwań, gdyż każde przerwanie musi mieć swoją funkcję obsługi). Brak funkcjonalności związanej z aktywnym dostępem do magistrali komunikacyjnej oznacza, że moduł nie ma własnego identyfikatora, a to prowadzi do braku bloku konfiguracyjnego zapisanego w pamięci nieulotnej (tak jak we wszystkich dotychczasowych programach stosowanych w modułach). Patrząc na filtr pakietów z punktu widzenia całego systemu, moduł ten jest niekonfigurowalny.



Fot. 1



Jedyną czynnością, jaka jest realizowana w oprogramowaniu modułu, jest odebranie kompletnego pakietu z interfejsu RS485 (w mikrokontrolerze jest to UART1). Algorytm odebrania danych z jednoczesną analizą odbieranych treści jest identyczny jak we wszystkich dotychczasowych rozwiązaniach i jest pokazany na **listingu 1**. **Uwaga – wszystkie listingi są dostępne w Elporcie wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.**

Po odebraniu kompletnego pakietu (każdy jest zakończony znakiem sterującym CR) realizowane jest jego przetwarzanie. Polega ono na tym, że sprawdzana jest treść pola zawierającego identyfikator polecenia. W przypadku, gdy polecenie niesie w sobie dane pomiarowe (polecenie RPV), jest ono retransmitowane do interfejsu RS232 (związanego w mikrokontrolerze z UART0). Ze względu na skąpe zasoby pamięci RAM w mikrokontrolerach nie jest przechowywane w pamięci oryginalne odebrane polecenie, a jedynie rozpakowane jego części składowe. Retransmisja sprowadza się do ponownego zbudowania z części składowych nowego kompletnego polecenia. Fragment oprogramowania realizujący przetwarzanie odebranych danych zawiera **listing 2**.

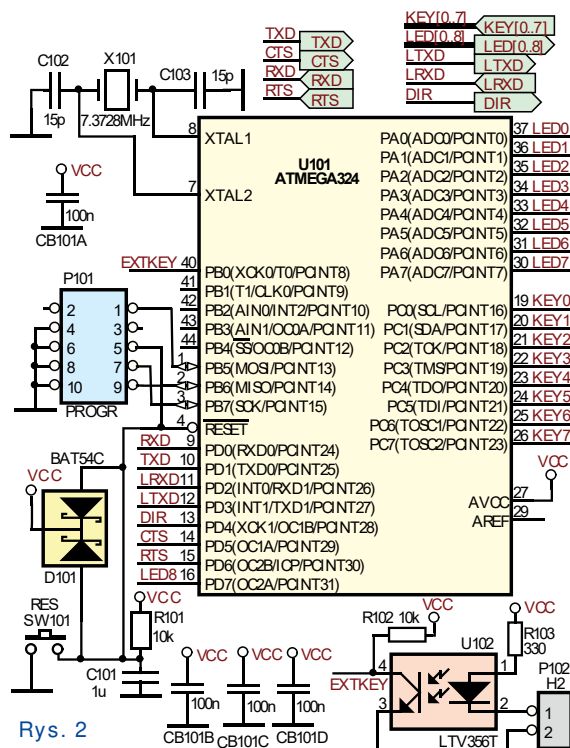
Ze względu na pełnoduplexowy charakter pracy interfejsu RS232 nie zachodzi tu żadne buforowanie ani żadna synchronizacja czasowa związana z fizycznym wytransmitowaniem danych. Finalnie z całego potoku różnych danych krążących na magistrali RS485 na wyjściu w standardzie RS232 pojawiają się jedynie dane zawierające zmierzone wartości wielkości fizycznych.

Bazując na tym samym rozwiązaniu sprzętowym, w systemie jest przewidziany filtr pakietów z inną funkcjonalnością. Zapewne wielu Czytelników zastanowił identyfikator „sieci RS485” o brzmieniu HCS. W wyniku konfiguracji każdego modułu pomiarowego lub wykonawczego, które były opisane wcześniej, generują one informacje adresowane do „mitycznego” miejsca docelowego o nazwie HCS. Wyobraźmy sobie, że w całej instalacji znajduje się komputer PC z zainstalowanym oprogramowaniem bazy danych. W sieci internetowej można odszukać oprogramowanie baz danych przeznaczonych do zastosowań niekomercyjnych (przykładowo MySQL). Oczywiście wymagałoby to w komputerze niewielkiego programu, który odebrałby dane ze swego interfejsu RS232 i dodawał kolejne przy-

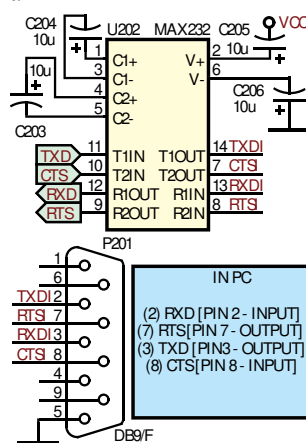
chodzące informacje (wraz ze znacznikiem czasowym) do bazy danych. Wymagany filtr pakietów uzyskuje się również ze sprzętowego rozwiązania przeznaczonego dla procesora komunikacyjnego. Oprogramowanie jest bardzo zbliżone do wyżej opisanego, a jego funkcjonalność sprowadza się do przekierowania danych do interfejsu RS232 jedynie tych pakietów, które jako adresata mają identyfikator HCS. Nie dołączam do materiałów dodatkowych gotowego rozwiązania i liczę, że zainteresowani Czytelnicy sami osiągną cel, bazując na posiadanych informacjach. To nie jest trudne i wymaga jedynie niewielkich przemysłów.

Kolejnym elementem w łańcuchu modułów jest element odpowiedzialny za prezentację danych pomiarowych. Jego schemat ideowy przedstawiają kolejne ilustracje. Jednostka centralna pokazana jest na **rysunku 2**. Jest to klasyczna aplikacja mikrokontrolera z rodziny AVR. Do układu U101 (ATmega324) są przyłączone elementy określające częstotliwość sygnału zegarowego: X101, C102 i C103. Zastosowany rezonator kwarcowy pozwala uzyskać każdą standardową prędkość transmisji szeregowej. Do zaprogramowania wewnętrznej pamięci FLASH przeznaczonej na kod programu przewidziane jest złącze P101 wraz z dodatkowymi elementami, których zadaniem jest wygenerowanie sygnału zerującego mikrokontroler w chwili włączenia napięcia zasilającego (D101, R101 i C101). Dodatkowy mikroprzycisk SW101 pozwala zresetować mikrokontroler w dowolnej chwili. W konstrukcji

została przewidziana możliwość przyłączenia zewnętrznego przycisku, którego stan poprzez transceptor U102 i R102 może być odczytany przez mikrokontroler. Zastosowanie transoptora



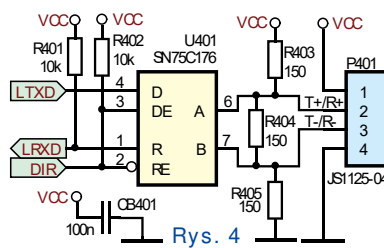
Rys. 2



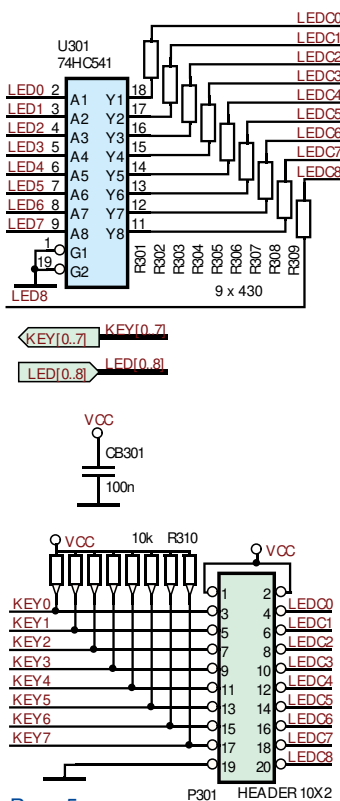
Rys. 3

uodparnia na zakłócenia obsługę przycisku przyłączonego do modułu nawet długim przewodem. Konstrukcja modułu pozwala na realizację różnorodnej funkcjonalności i nie w każdym zastosowaniu jest wykorzystana jego całkowita funkcjonalność sprzętowa (przykładowo w poniżej opisanym programie sterującym nie jest użyty zewnętrzny przycisk wykorzystujący transceptor).

Zastosowany mikrokontroler zawiera w swojej strukturze dwa układy UART. Jeden z nich wyposażony jest w interfejs RS232, którego schemat przedstawia **rysunek 3**. Jest to typowa aplikacja popularnego układu MAX232, który łączy złącze interfejsu (P201) z układem UART0 mikrokontrolera. Do zestawu dołączone są dwie linie modymowe (wyjściowa i wejściowa), które mogą być przetwarzane przez mikrokontroler. Drugi interfejs szeregowy (UART1) jest wyposażony w znany już układ SN75C176. Rozwiązanie jest identyczne jak we wszystkich dotychczasowych modułach, gdzie



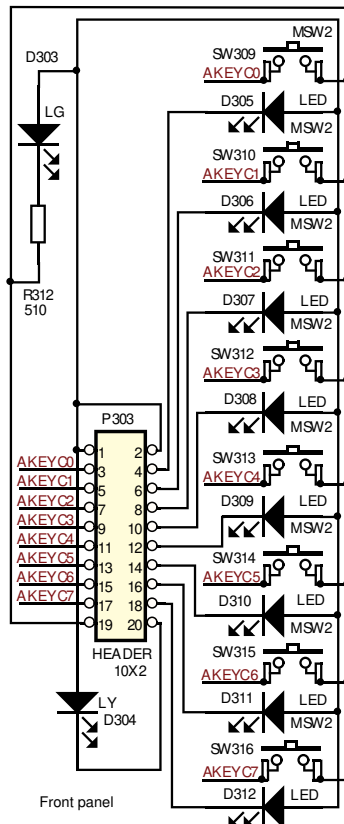
Rys. 4



Rys. 5

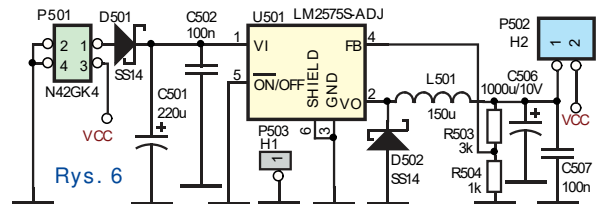
oprócz sygnałów transmisji szeregowej występuje sygnał sterujący kierunkiem transmisji (**rysunek 4**). Sygnały magistrali RS485 doprowadzone są do złącza P401, gdzie oprócz sygnałów transmisji szeregowej występuje napięcie zasilające +5V. Pozwala to wyeliminować z małych modułów wyświetlaczy stabilizator napięcia do zasilania mikrokontrolera zarządzającego obsługą wyświetlania danych. Wydajność prądowa zastosowanego układu stabilizatora napięcia LM2575 (**rysunek 6**) znacząco przekracza zapotrzebowanie modułu na energię, toteż z powodzeniem jako obciążenie mogą być dołączone kolejne moduły wyświetlaczy.

Moduł jest wyposażony w niewielką klawiaturę (osiem przycisków) pozwalającą użytkownikowi na wybór danych prezentowanych na siedmiosegmętowych wyświetlaczach (sam moduł wyświetlacza będzie opisany w dalszej



czoną do PORT C (rysunek 2).

Opis budowy modułu zamyka impulsowy stabilizator napięcia, który



Rys. 6

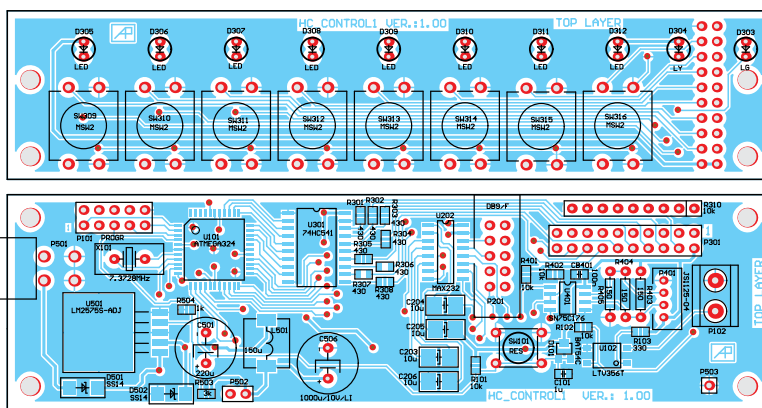
Jej schemat pokazuje **rysunek 5**. Cały PORT A (rysunek 2) poprzez układ U301, pełniący funkcję wzmacniacza oraz złącza P301 i P303 wyprowadzony jest na małą płytkę PCB pełniącą funkcję frontpanelu. Zawiera ona również zespół mikroprecyzjów (SW309-SW316) tworzących lokalną klawiaturę finalnie przylą-

przetwarza wejściowe napięcie zasilające na napięcie wymagane przez użyte układy cyfrowe (**rysunek 6**). Rozwiązanie było już wielokrotnie opisywane przy okazji innych modułów. Wyjście stabilizatora napięcia poprzez zworkę P502 zasilają wszystkie elementy modułu.

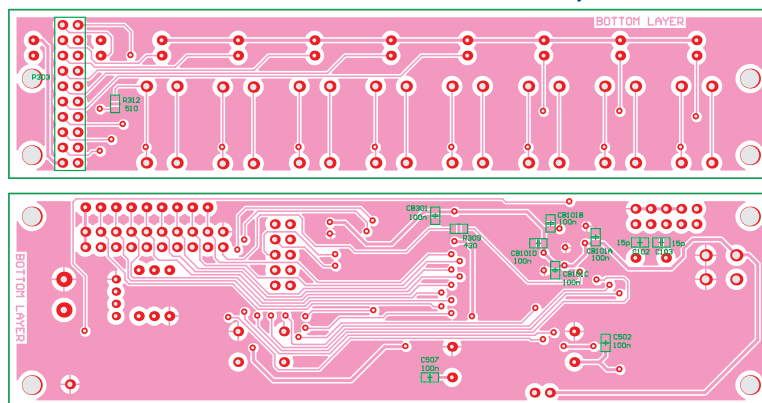
Rysunek płytki drukowanej odzwierciedlającej powyższy schemat ideowy jest na **rysunku 7** (strona TOP) i **rysunku 8** (strona BOTTOM).

Montaż urządzenia nie należy do bardzo trudnych. Zastosowanie układów SMD wymaga pewnej cierpliwości i staranności. To zawsze później owocuje brakiem problemów przy uruchomieniu modułu. Finał pracy montażowej pokazuje **fotografia 2**. Przed pierwszym włączeniem tradycyjnie należy zdjąć zworkę P502 i skontrolować wytwarzane napięcie zasilające. Przy poprawnym montażu napięcie wyjściowe powinno wynosić około 5V. W takiej sytuacji można założyć zworkę P502. W przeciwnym wypadku należy poszukać zimnych lutów (co jest najbardziej prawdopodobne). W dalszej kolejności, przed zaprogramowaniem pamięci FLASH mikrokontrolera, należy odpowiednio ustawić bity konfiguracyjne (fuse) mikrokontrolera. W przypadku korzystania z programu AVR STUDIO 4 wymagany stan bitów fuse pokazuje **rysunek 9**.

W bloku konfiguracyjnym zapisanym w pamięci nieulotnej znajdują się między innymi informacje określające, jakie dane pomiarowe są monitorowane przez moduł oraz gdzie są one wyświetlane w wyniku naciśnięcia odpowiedniego przycisku na klawiaturze. Struktura tego bloku znajduje się w **listingu 3**. Wśród przechowywa-



Rys. 8 Skala 80%



Wzmacniacze klasy D

CZĘŚĆ 7

Zgodnie z zapowiedzią z poprzedniego odcinka zaczniemy omawiać sposoby modulacji inne niż klasyczna PWM.

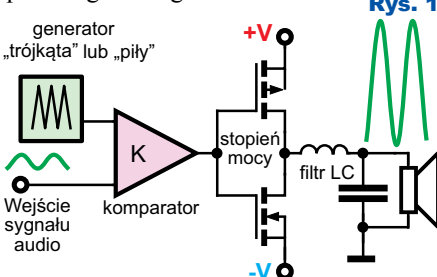
Na początku pierwszego odcinka stwierdziliśmy, że we wzmacniaczu klasy D **wypełnienie impulsów ma być wprost proporcjonalne do amplitudy wzmacnianego sygnału audio**. A można to zrealizować na różne sposoby, niekoniecznie za pomocą stosunkowo prostej, „kanonicznej” modulacji PWM. Podstawowych sposobów jest kilka, a odmian tych kilku sposobów różniących się szczegółami – mnóstwo. Na rynku można znaleźć różne odmiany wzmacniaczy klasy D.

My będziemy omawiać tylko techniczny aspekt tej różnorodności. Ale w rzeczywistości dużą rolę odgrywają inne czynniki, w szczególności aspekty ekonomiczne oraz kwestie patentowe, które też mają ogromny wpływ na oferty poszczególnych producentów i na sytuację rynkową. W te składają się interesujące szczegóły nie będziemy się wgłębiać, a dociekliwi Czytelnicy samodzielnie mogą zbadać te kwestie.

Wzmacniacz samooscylujący

Do tej pory omawialiśmy wzmacniacze klasy D w oparciu o klasyczne rozwiązanie z komparatorem i generatorem „trójkąta” albo „piły” według **rysunku 1**. Ale wzmacniacz klasy D nie musi mieć oddzielnego generatora przebiegu trójkątnego czy piłokształtnego, a wręcz żadnego generatora. Oczywiście musi zawierać jakiś komparator lub pokrewny układ, który da na wyjściu przebiegi impulsowe, prostokątne, potrzebne dla zespołu kluczy – MOSFET-ów. I tu dochodzimy do znanej od lat koncepcji **samooscylującego wzmacniacza klasy D**.

Rozważania zaczniemy od popularnego generatora



Rys. 1

z pojedynczą bramką (inwerterem) Schmitta, czyli obwodem histerezy na wejściu, którego przykład pokazany jest na **rysunku 2a**. Rozpatrzmy działającą dokładnie tak samo wersję zasilaną napięciem symetrycznym według **rysunku 2b**, której działanie jest identyczne. Za

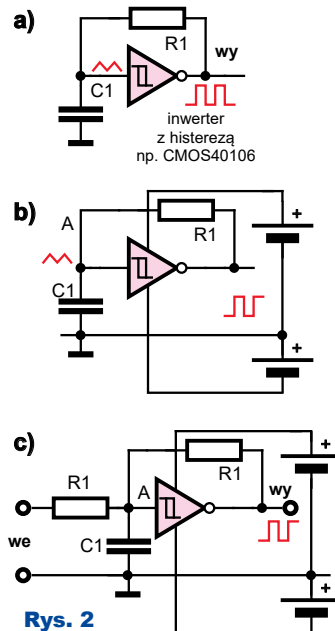
łżeźnie od wartości napięcia wejściowego w punkcie A, na wyjściu mamy jeden z dwóch stanów (napięcia): albo „wysoki”, albo „niski”. To napięcie z wyjścia

podawane jest przez rezystor sprzężenia zwrotnego R1 na wejście odwracające wyposażone w obwód zapewniający histerezę, gdzie włączony jest kondensator C1. Dlatego zmiany napięcia w punkcie A mają kształt zbliżony do trójkąta. Gdy układ jest symetryczny, na wyjściu otrzymujemy przebieg prostokątny o wypełnieniu 50% i o częstotliwości zależnej od stałej czasowej RC i od wielkości histerezy. Gdy do takiego generatora dodamy rezystor wejściowy według **rysunku 2c**, otrzymamy modulator szerokości impulsów, a wręcz gotowy wzmacniacz klasy D! Zmiany napięcia wejściowego na pewno powodują potrzebną nam zmianę współczynnika wypełnienia, ale też nieco zmieniają częstotliwość, co jednak nie jest istotne.

Nie będziemy omawiać szczegółów, ale to kluczowa sprawa, więc jeżeli coś jest tu niejasne, koniecznie poszukaj samodzielnie wyjaśnienia działania takiego prostego generatora o modulowanym wypełnieniu.

I taka koncepcja bywa wykorzystywana w praktyce i to w różnych odmianach. Tylko zamiast bramek z histerezą są wykorzystywane komparatory oraz wzmacniacze operacyjne i transkonduktancyjne.

Możliwych rozwiązań jest mnóstwo. **Rysunek 3** pokazuje przykłady. Wersje z **rysunku 3a, 3b** to ściśle

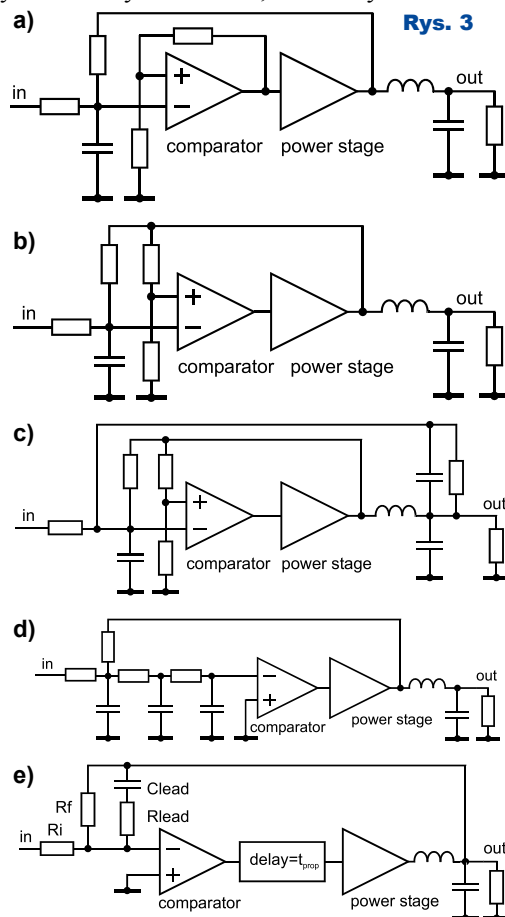


Rys. 2

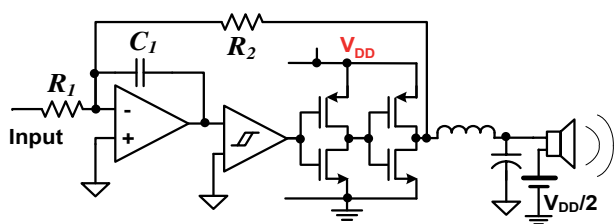
odpowiedniki rozwiązania z **rysunku 2c**, czyli wersji oscylatora z histerezą, realizowaną za pomocą dwóch rezystorów na wejściu „dodatnim” komparatora. **Rysunek 3c** przedstawia układ histerezy z dodatkowym obwodem sprzężenia zwrotnego, zmniejszającym zniekształcenia.

Na **rysunku 3d** widoczna jest wersja bez histerezy, gdzie wykorzystany jest generator z trzystopniowym przesuwnikiem fazowym RC. Z kolei **rysunek 3e** pokazuje rozwiązanie bez histerezy

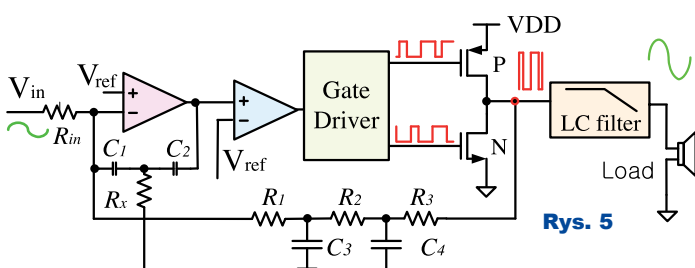
i bez przesuwnika fazowego. Aby generator pracował, sprzężenie zwrotne musi być dodatnie, a tu uzyskiwane



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

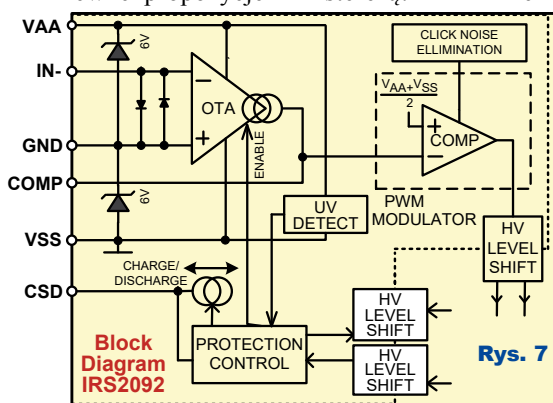
jest ono dla częstotliwości (nośnej) wyznaczonej przez układ opóźniający oraz przez obwody filtru LC i obwodu sprzężenia zwrotnego.

Rysunek 4 przedstawia dwie pokrewne propozycje z histerezą: z fil-

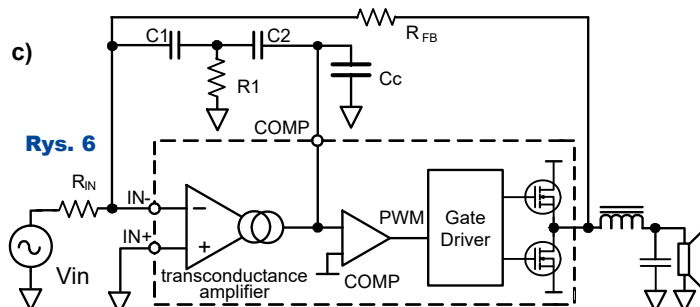
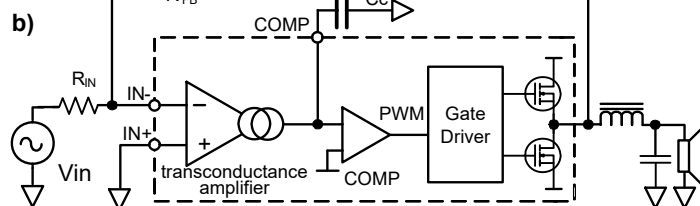
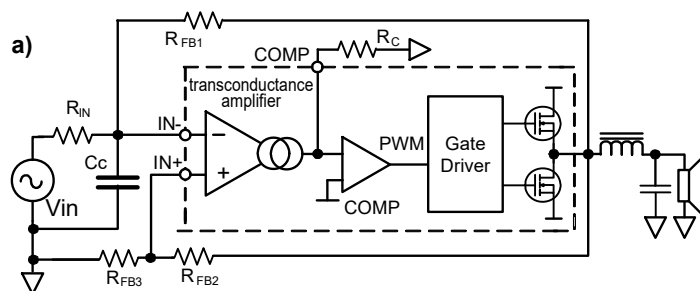
trem pierwszego i drugiego rzędu.

Rysunek 5 pokazuje propozycję z przesuwnikiem fazowym (bez histerezy) i obwodem sprzężenia drugiego rzędu we wzmacniaczu.

Jak widać, samooscyłujący wzmacniacz klasy D nie musi mieć obwodu histerezy. Musi mieć komparator, na którego wyjściu uzyskamy impulsy prostokątne z modulacją PWM, sterujące bramkami wyjściowych tranzystorów MOSFET. A w pierwszym stopniu zamiast klasycznego wzmacniacza operacyjnego można i warto zastosować wzmacniacz transkonduktancyjny, czyli wzmacniacz operacyjny, mający wyjście prądowe, a nie napiściowe.



Rys. 7

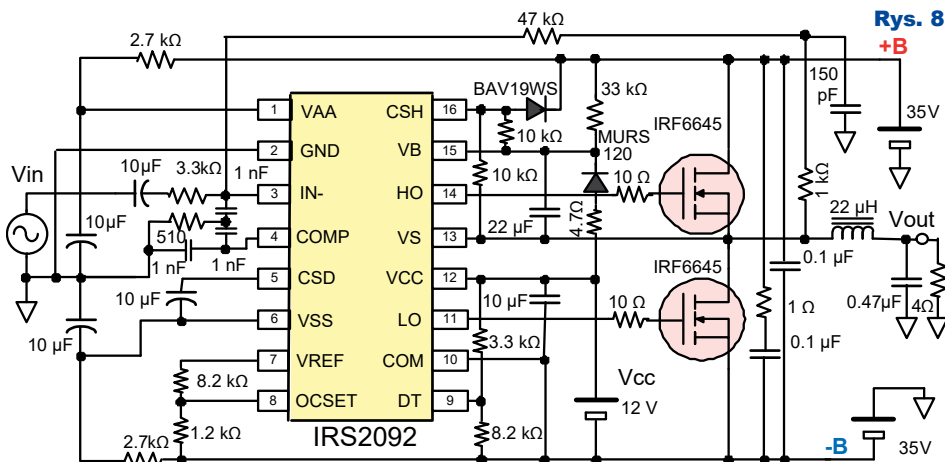


Rys. 6

Na rysunku 6 widoczne są trzy wersje ze wzmacniaczem transkonduktancyjnym (OTA). Ta z rysunku 6a jest dokładnym odpowiednikiem wersji z rysunków 2c i 3a. Wzmacniacz transkonduktancyjny ma wyjście prądowe, więc zgodnie z rysunkiem 6b kondensator można przenieść z jego wejścia na jego wyjście prądowe, czyli dołączyć do końcówki oznaczonej COMP, gdzie też dołączone jest wejście komparatora. Napięcie na tym kondensatorze i wejściu komparatora będzie zmieniać się płynnie (przebieg zbliżony do trójkąta), stosownie do prądu wzmacniacza, który całkowany jest przez kondensator C_c .

Dla znaczącego polepszenia właściwości takiego wzmacniacza warto rozbudować obwód sprzężenia zwrotnego wzmacniacza, na przykład według rysunku 6c, pochodzącego z noty aplikacyjnej Infineon (International Rectifier) dotyczącej kostek IR43xx i systemu PowIRaudio™ Class D Amplifier.

Rysunek 7 pochodzi z katalogu International Rectifier (obecnie Infineon), a konkretnie z karty katalogowej IRS2092. Na schemacie wewnętrznym nie ma tu żadnego generatora/oscyлятора, bo właśnie kostka ta jest scalonym samooscyłującym wzmacniaczem klasy D. Typowy schemat aplikacyjny IRS2092 pokazany jest na rysunku 8.



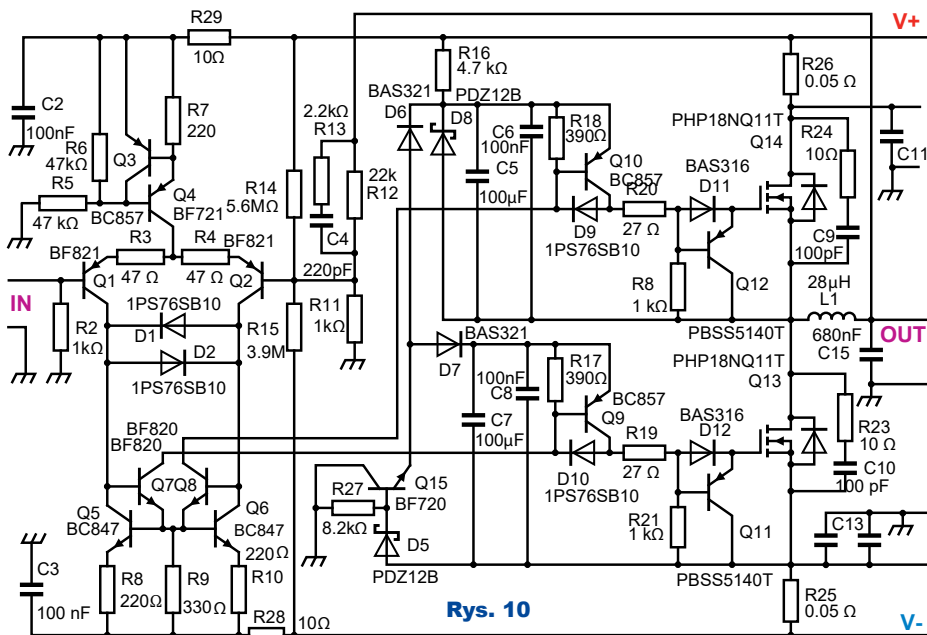
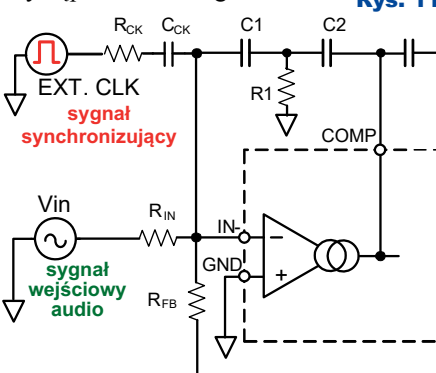
Rys. 8

Rysunek 9 prezentuje fragment wewnętrznego schematu blokowego samochodowego wzmacniacza mocy NXP TFA9810 o mocy $2 \times 12\text{W}$. Kostka zawiera tylko komparator i może pracować albo jako wzmacniacz samooścylujący, albo z otwartą pętlą.

Niektóre schematy wzmacniaczy samooscylicujących zupełnie nie przypominają wzmacniaczy klasy D. Przykładem może być pochodzący z roku 2006 dokument Philipsa *UM10155 Discrete Class D High Power Audio Amplifier*, zgodnie z nazwą opisujący wzmacniacz klasy D zrealizowany z elementów dyskretnych. Schemat niedawno zniknął spod adresu <https://assets.nexperia.com/documents/user-manual/UM10155.pdf>, ale plik PDF można znaleźć w innych miejscach. Zaproponowany tam schemat, pokazany na **rysunku 10**, niewielu elektronikom nasunąłby pomysł, że jest to wzmacniacz klasy D, a nie liniowy wzmacniacz klasy AB.

We wzmacniaczach samooscyłujących częstotliwość impulsów nie jest stała, a czas i wypełnienie impulsów, a nawet ich częstotliwość zmieniają się płynnie.

Ma to pewne zalety, ale też i wady. Dość istotną wadą jest to, że każdy wzmacniacz samooscylicujący pracuje „w swoim własnym rytmie”, zależnym od szeregu czynników. We wzmacniaczu stereo albo wielokanałowym każdy z kanałów będzie miał inną, zmieniającą się w innym rytmie częstotliwość. Wprawdzie chodzi o częstotliwości oscylacji kilka(naście) razy wyższe niż granica pasma akustycznego, czyli absolutnie niesłyszalne. Tak, ale mówimy o częstotliwościach potężnych impulsów. A w takiej sytuacji skutek niewielkich nawet przesłuchów i nielinowości łatwo o zdudnienie, czyli wytworzenie sygnałów, będących sumą i różnicą tych wysokich częstotliwości taktujących. A różnica tych częstotliwości zapewne będzie leżeć w zakresie pasma akustycznego. Oznacza to duże ryzyko wystąpienia w głośniku

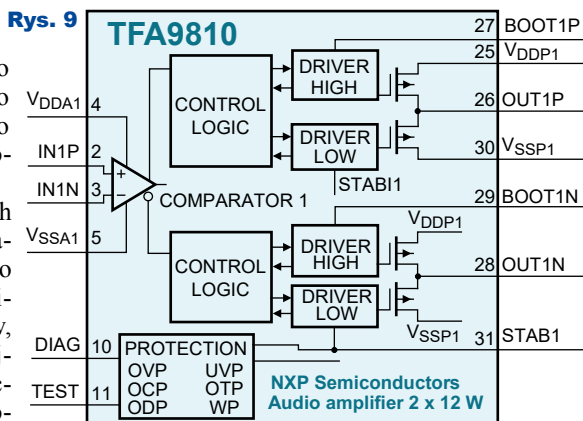


Rys. 10

słyszalnych zakłóceń o zmniejszającej się częstotliwości, co jest niedopuszczalne. Dlatego konstrukcja samooscylicującego wzmacniacza kilkukanalowego stawia przed konstruktorem kolejne trudne wyzwania.

W przypadku klasycznych wzmacniaczy klasy D z modulacją PWM (i PDM) można bardzo łatwo synchronizować częstotliwości pracy wszystkich kanałów, stosując wspólny generator „trójkąta”. Wiele scalonych wzmacniaczy klasy D z klasyczną modulacją PWM ma wejścia/wyjścia pozwalające na taką synchronizację, co umożliwia bezproblemową realizację wzmacniaczy wielokanałowych. Możliwa jest też synchronizacja wzmacniaczy samooscyłujących, co ilustruje przykład z **rysunku 11**.

Odnotujemy na koniec, że samooscy-
lujące wzmacniacze klasy D są dostęp-
ne na rynku. **Fotografia 12** pokazuje
moduł wzmacniacza klasy D z kostką
IRS2092, mający (deklarowaną) moc



wyjściową do 700W/4Ω. Moduł ma rozmiary 17,8×7,6×4,3cm i można go kupić w cenie od 100zł. Na rynku jest wiele wzmacniaczy samooscylicujących, zwłaszcza z kostką IRS2092, o mocach sięgających 2000W. Jednak nie jest to główny nurt rozwoju wzmacniaczy impulsowych.

Piotr Górecki



Taki zwyczajny zasilacz...

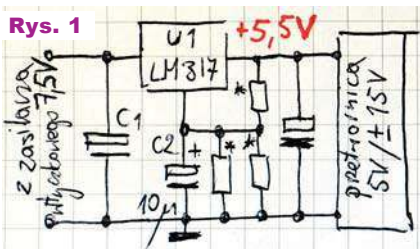
Część 5 – zakócenia impulsowe

W ostatnim odcinku opisane były kłopoty, wynikające z obecności w układzie zasilacza małej przetwornicy. Problem samowzbudzenia został odłożony na bok. Najpierw trzeba dokładnie zbadać kwestie negatywnego wpływu zastosowanej przetwornicy.

Skuteczność stabilizatora

Moje zdziwienie wywołał fakt, że na wyjściu półtoraamperowego stabilizatora LM317, ustawionego na napięcie 5,5V, pojawiły się zaskakująco duże tętnienia, ponad 300mVpp.

Od początku spodziewałem się różnych kłopotów, więc przezornie zrealizowałem moduł zasilacza z przetwornicą na oddzielnej płytce wtykanej w płytkę główną. Po wyjęciu tego modułu zasilacza zmierzyłem tętnienia na wyjściu stabilizatora U1 LM317 według **rysunku 1**. Oczywiście były zaskakująco duże. Pomyślałem, że może przypadkiem trafiłem na



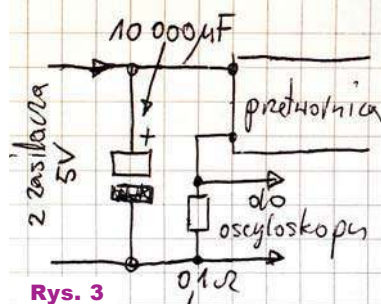
jakiś felerny egzemplarz przetwornicy 5V/±15V. Jednak trzy inne egzemplarze (bez obciążenia ich wyjść) spowodowały podobne tętnienia, co pokazuje **rysunek 2a**. Sprawdziłem też inne posiadane małe przetwornice. **Rysunek 2b** pokazuje przebieg na wyjściu LM317 przy dołączeniu przetwornic produkcji QLT (QDC1S-0524S i QDC1S-0505S). Nieco mniejsze były tętnienia po dołączeniu przetwornicy Aimtec AM1S-0505SZ (**rysunek 2c**).

Przyzwyczajeni jesteśmy do tego, że scalone stabilizatory w katalogowych aplikacjach dają na wyjściu gładkie napięcie bez tętnień. Wobec tego może winę ponosi stabilizator? Może to wina wadliwego egzemplarza LM317?

Aby odpowiedzieć na to pytanie, warto zmierzyć prąd, jaki pobiera mała przetwornica. Ja zrobiłem to w układzie z **rysunku 3**.

Przebieg napięcia na rezystorze 0,1 oma pokazuje **rysunek 4**. Prąd 1mA na rezystancji 0,1 oma daje spadek napięcia 0,1mV. Według oscyloskopu średni spadek napięcia to +4,11mV, co daje średni prąd 41,1mA. W rzeczywistości średni pobór prądu przetwornicy QLT 5V/±15V nieobciążonym wyjściem, zmierzony dobrym woltmierzem RMS, wynosi 54,2mA. To w sumie niezbyt wiele, bo przy napięciu 5V oznacza 271mW mocy pobieranej w stanie jałowym.

Dużym zaskoczeniem są wartości szczytowe prądu pobieranego



Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5

przez przetwornicę. 100mV spadku napięcia na rezystancji 0,1Ω to prąd 1 ampera! Zwróć uwagę na poziom zerowy na rysunku 4: mała przetwornica pobiera impulsy prądowe o amplitudzie około 1 ampera, a potem zwraca energię do źródła zasilania w postaci impulsów o amplitudzie około 1,2 ampera (wygląda

to na tłumioną sinusoidę o częstotliwości około 450kHz). W każdym razie międzyszczytowa amplituda prądu przetwornicy to ponad 2 ampery!

A jaka jest rezystancja wyjściowa stabilizatora LM317? Rezystancja ta, zobrazowana na **rysunku 5** jako R_W , jest znikoma dla prądów stałych. Według katalogów zmiana prądu obciążenia z 10mA do 1A zmniejsza napięcie wyjściowe typowo tylko o 5mV, co daje rezystancję wewnętrzną R_W rzędu pięciu miliomów.



Tak, ale tylko przy prądzie stałym i niewielkich częstotliwościach. Ze wzrostem częstotliwości ta rezystancja wyjściowa znacząco rośnie.

Informuje o tym pochodzący z katalogu **rysunek 6**. Nawet z kondensatorem $C_{ADJ}=10\mu F$, jak w naszym przypadku, przy częstotliwościach ponad 100kHz rezystancja wyjściowa stabilizatora LM317 wynosi ponad 0,2 oma.

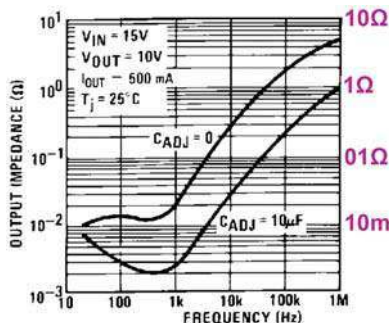
A zmiany prądu 2A na rezystancji 0,2Ω powinny dać wahania napięcia 400mV. Mniej więcej tyle, ile wcześniej zmierzyłem w moim prototypie (rysunek 2a). Tętnienia takie zmniejsza kondensator na wyjściu kostki LM317. Tak, ale pojemność 10μF przy częstotliwości 100kHz ma reaktancję 0,16 oma, a do tego dochodzi nieunikniona rezystancja wewnętrzna ESR.

Nic więc dziwnego, że impulsy prądu jak na rysunku 4 powodują stosunkowo duże wahania napięcia wyjściowego stabilizatora, które to napięcie zasila nie tylko przetwornicę, ale ma zasilać wszystkie kluczowe obwody naszego projektowanego zasilacza.

Trzeba jakoś to napięcie wygładzić. Najprostszym sposobem wydaje się zwieszenie pojemności filtrujących obwód zasilania.

Owszem, to pomaga. Porównaj rysunek 2a z **rysunkiem 7a** pokazującym tętnienia na wyjściu stabilizatora po dołączeniu kondensatora 1000μF (klasycznego elektrolitu aluminium). **Rysunek 7b** przedstawia wpływ kondensatora tantalowego 220μF. A **rysunek 7c** – wpływ kondensatora ceramicznego 3,3μF.

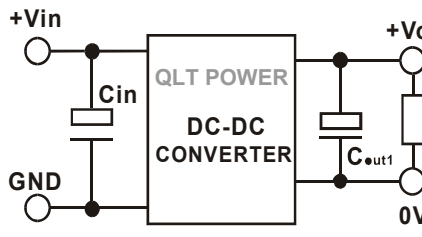
Rys. 7



Rys. 6

W kartach katalogowych omawianych małych przetwornic niewiele uwagi poświęca się poruszonym kwestiom. Tylko w nielicznych można spotkać zalecenia, żeby na wejściu dodać kondensator – przykład na **rysunku 8** nie zawiera jednak proponowanej pojemności i typu (zawiera tylko ostrzeżenie, że za duża pojemność na wyjściu uniemożliwi start przetwornicy).

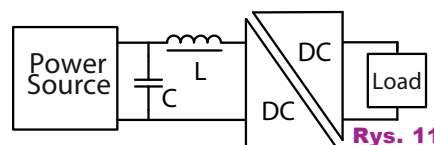
My możemy włączyć dodatkowy kondensator filtrujący **na wejściu**. Powinien on mieć jak najmniejszą rezystancję szeregową ESR. **Rysunek 9** pokazuje przebieg napięcia na wyjściu stabilizatora LM317 przy dołączeniu jak najbliższej wejścia przetwornicy dodatkowego kondensatora. Czarny przebieg to tętnienia bez dodatkowego kondensatora, tylko z elektrolitem 10μF na wyjściu kostki LM317. Małą rezystancję ESR mają kondensatory foliowe. Jak jednak widać na rysunku 9, kondensator MKT (poliestrowy) ma niewielki wpływ na tętnienia. Potężny „elektrolit” aluminium o pojemności 1000μF ma małą rezystancję ESR, ale znaczną indukcyjność, co powoduje silne przerzuty. Podobne efekty daje kondensator tantalowy 220μF. Trochę lepsze wyniki spowoduje włączenie małego ceramicznego kondensatora 10μF. Przerzuty są mniejsze, ale niewiele mniejsze z uwagi na dużą



Rys. 8



Fot. 10



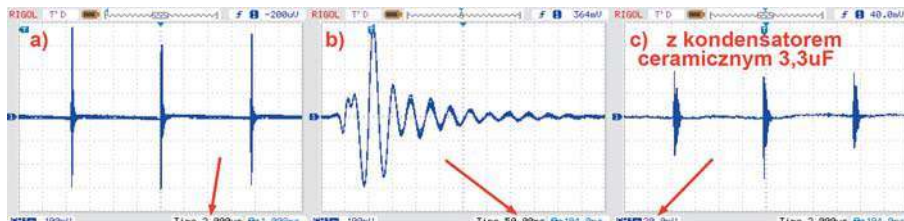
Rys. 11

ale lepiej pójść inną drogą. Trudno znaleźć kartę katalogową małej przetwornicy z filtrem jak na **rysunku 11**. Taki filtr z dławikiem o indukcyjności około 10 mikrohenrów i kondensatorem (0,68...2,2μF) ma zmniejszać przeniesienie zakłóceń do obwodów zasilania, by spełnić wymagania przepisów, dlatego kondensator włączony jest od strony źródła zasilania, a nie przetwornicy.

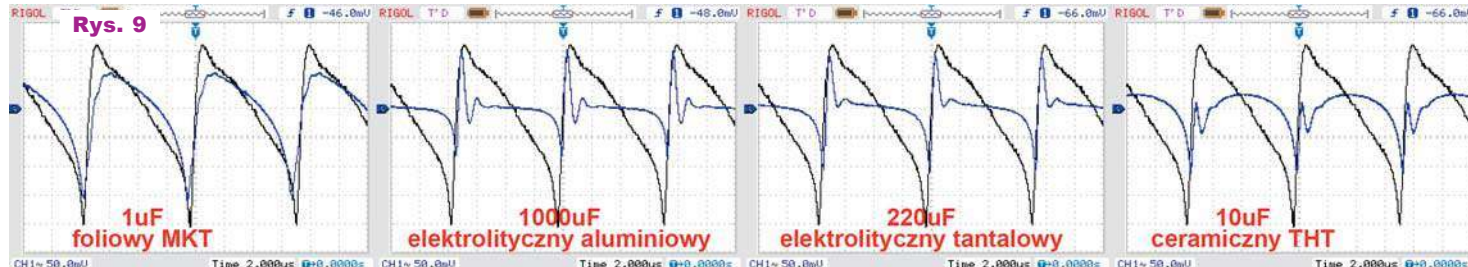
Nasz cel jest pokrewny, dlatego możemy spróbować włączyć na wejściu przetwornicy dławik według rysunku 11. **Rysunek 12** przedstawia napięcie na wyjściu LM317 (zasilające główne obwody naszego zasilacza). Już włączenie separującego dławika o znikomej indukcyjności 1 mikrohenra daje zauważalny efekt. Dławik 10μH (który przy częstotliwości 100kHz ma reaktancję 6,3 oma) tłumi tętnienia więcej niż 20 razy. A przy indukcyjności 100 mikrohenrów tętnienia maleją do znikomej wartości 1 miliwolta (między-szczytowo)!

Rewelacja! Mały dławik skutecznie rozwiązuje problem tętnień!

Nie znamy jednak budowy wewnętrznej przetwornicy. Dodanie na jej wejściu szeregowego dławika o dużej indukcyjności może znacząco



Rys. 9

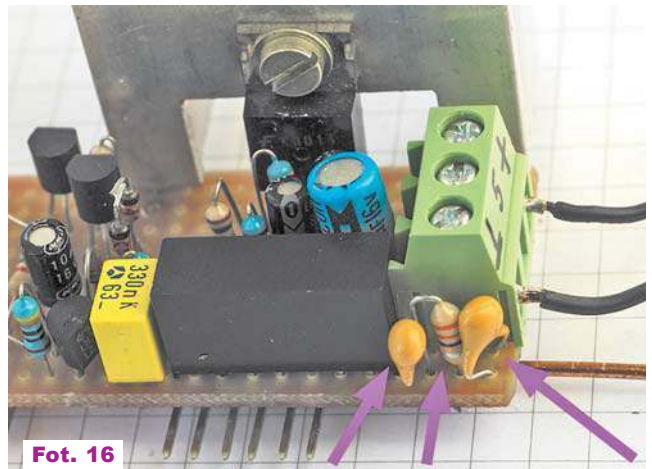




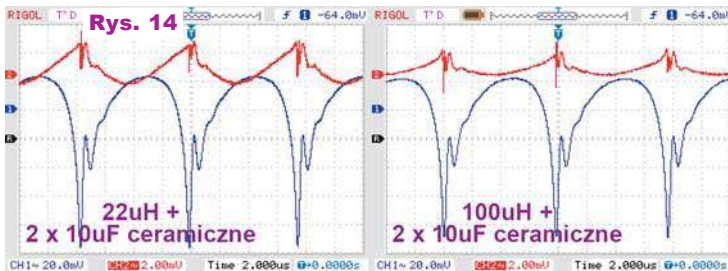
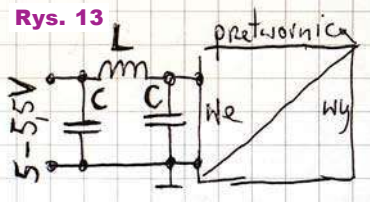
zmienić tryb pracy (tzw. tryb prądowy) i zmienić jej parametry, w tym być może zmniejszyć wydajność wyjścia. Ale nie powinno doprowadzić do uszkodzenia. Małe dławiki o dużej indukcyjności mają też małe prądy maksymalne (nasycenia).

Można więc dodać na wejściu przetwornicy filtr pi według **rysunku 13**. **Rysunek 14** pokazuje przebiegi na zaci-

sprawdzić. Problemu nie będzie z dławikiem 100uH o długości korpusu co najmniej 7mm, bo mają one prądy maksymalne ponad 100mA. Ja jednak takiego większego nie miałem, więc zastosowałem miniaturowy dławik 33uH, jak widać na **fotografii 16**, co dało tętnienia w głównej szynie zasilania około 2mVpp (ok. 140kHz).



Rys. 13



skach wejściowych przetwornicy (kolor niebieski) oraz przebiegi na wyjściu stabilizatora LM317 z filtrem według rysunku 13 z kondensatorami ceramicznymi 2x10uF i dławikiem 22uH oraz miniaturowym 100uH, mniejszym niż wykorzystany do realizacji rysunku 12. Wszystkie testowane dławiki pokazuje **fotografia 15**.

pola elektryczne i magnetyczne małej przetwornicy nie mają wpływu na pozostałe obwody naszego zasilacza.

Nasuwa się prosty, wręcz oczywisty wniosek, że jeśli takie zakłócenia przenikają do układu, to zaobserwujemy je na wyjściu naszego zasilacza, na obciążeniu. Nasza mała przetwornica pracuje z częstotliwością około 140kHz. Interesuje nas teraz w sumie tylko to, czy na wyjściu pojawią się niepożądane napięcia zmienne o częstotliwości około 140kHz lub ich harmoniczne.

Nic prostszego: dołączenie sondy oscyloskopu do wyjścia i do rezystora obciążającego

Inne dziwne zakłócenia

Skutecznie rozwiązałem problem tętnień głównego napięcia zasilania, ale wypadłoby też sprawdzić, czy

(gdzie nie ma kondensatora filtrującego) daje na ekranie obraz, widoczny na **rysunku 17a**. Wyraźnie są to paczki impulsów, powtarzane z częstotliwością pracy przetwornicy. Ich wartość międzyszczytowa to około 700mV – dużo!

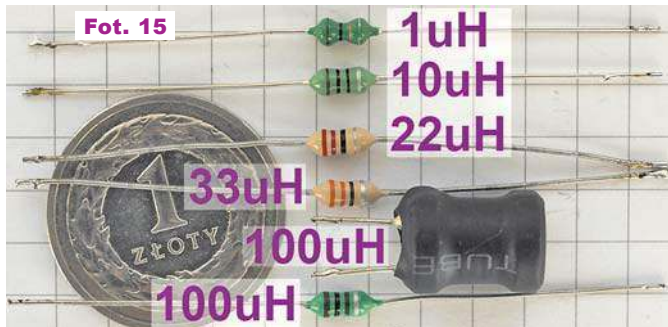
Po rozciągnięciu jednej takiej paczki zobaczymy przebieg jak na **rysunku 17b**. Wygląda, że są to tłumione sinusoidy o częstotliwości około 25 megaherców.

Aż 25 megaherców – dziwne...

Dołączenie kondensatora wyjściowego 3,3uF (dobrej jakości ceramicznego) zmniejsza te śmieci, ale mniej niż 10 razy, jak pokazuje **rysunek 17c**.

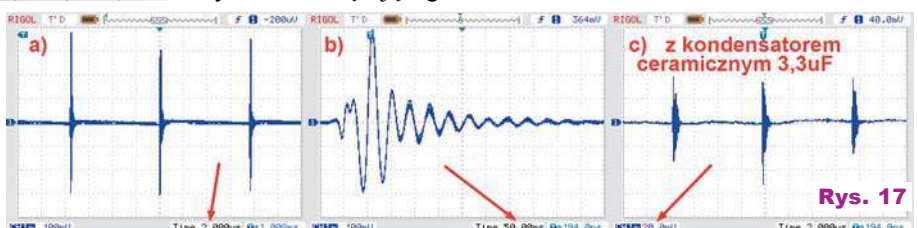
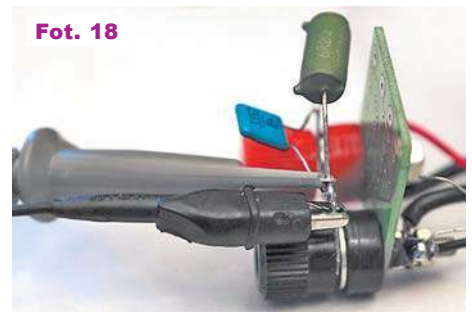
Ciąg dalszy na stronie 41

Fot. 15



Można się zastanawiać, czy mały dławik 100uH ma dostatecznie duży prąd maksymalny (nasycenia). Jeśli byłaby to subminiaturowa wersja o długości korpusu około 5mm, to przy większym obciążeniu przetwornicy mógłby pojawić się problem. Należałoby to

Fot. 18



MPPT

CZĘŚĆ 4

W poprzednim odcinku dość dokładnie omówiliśmy temat diod blokujących „nocne cofanie prądu”. Najlepsze z omówionych rozwiązań pozwalają znacząco zmniejszyć straty. Jednak dużo poważniejszym problemem w kwestii strat jest właściwe ładowanie akumulatora. Ponieważ w praktyce często stosowane są sposoby ładowania proste i nieoptymalne, trzeba je dokładniej omówić, także po to, by do nich zniechęcić.

Najprostszy sposób

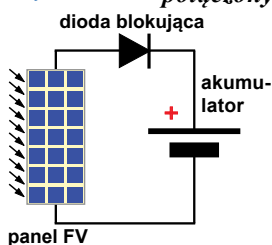
W zasadzie można dobrać panel o liczbie ogniw i napięciu wyjściowym nieco większym od napięcia współpracującego akumulatora i zrealizować bodaj najprostszy system według **rysunku 1**.

1. Problemem jest wtedy ryzyko przeładowania akumulatora. Najmniej wrażliwe pod tym względem są akumulatory niklowo-kadmowe NiCd (które jednak wykazują niepożądany efekt pamięci). Można je ładować „w nieskończoność” niezbyt dużym prądem (określonym przez producenta), a nadmiar doprowadzonej energii nie powoduje uszkodzenia, tylko wydzielą się w postaci ciepła. Oczywiście pojemność akumulatora NiCd musi być odpowiednio duża, dostosowana do maksymalnego spodziewanego prądu ładowania.

Tak jest małych lampkach solarnych i w bardzo nielicznych większych instalacjach z akumulatorami NiCd. Nie ma tam żadnego regulatora czy ogranicznika. Wystarczy panel z odpowiednio dobraną liczbą ogniw, dający prąd, który nie uszkodzi akumulatora NiCd.

W praktyce najpopularniejsze są potężne panele FV o napięciu nominalnym 30V i większym. A w instalacjach solarnych powszechnie stosowane są akumulatory kwasowe 12V. Przy niewielkim wysiłku można też znaleźć „12-woltowe” panele FV. Wbrew pozorom, **panele „12-woltowe” nie mogą współpracować z akumulatorami kwasowymi 12V według rysunku 1!**

Rys. 1



Problem w tym, że „12-woltowe” panele FV wytwarzają napięcie dużo wyższe od 12V, co jest śmiertelnym zagrożeniem dla 12-woltowego akumulatora kwasowego.

Oferta rynkowa tak zwanych paneli 12-woltowych jest bardzo szeroka, ale nie tak łatwo znaleźć karty katalogowe z dokładnymi charakterystykami, jak na rysunku tytułowym. Zazwyczaj dostępne są tylko kluczowe dane przedstawione w tabelkach, które po części analizowaliśmy w odcinku drugim (rysunki 4, 5). Czy już wtedy zauważyłeś zaskakujący szczegół: **panele 12-woltowe mają aż 36 szeregowo połączonych ogniw**. Przez to bez obciążenia ich napięcie jest rzędu 21...22V (co daje około 0,6V/ogniwo). Co ważniejsze, w punkcie największej mocy (MPP) napięcie wynosi około 17...19V (około 0,5 wolta na ogniwo), czyli zdecydowanie

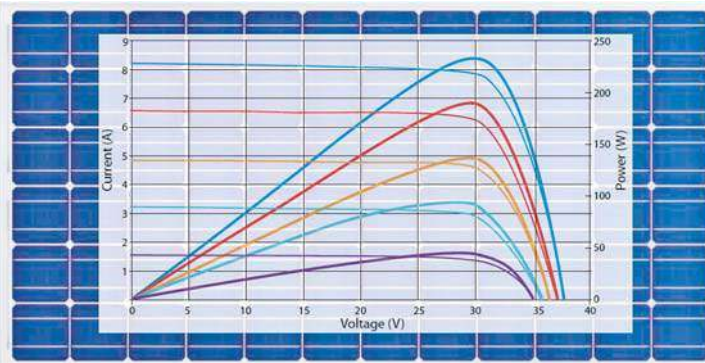
więcej niż dopuszczalne napięcie ładowania 12-woltowego akumulatora!

130 WATT 12V SOLAR PANEL

Electrical Specifications:	OGRE B130-J12
Max Power	130 Watts
Max Power Voltage	19.8 Vmp
Max Power Current	6.55 Imp
Open Circuit Voltage	24.1 Voc
Short Circuit Current	7.11 Isc
Maximum System Voltage	70 V
Series Fuse Rating	15 A
Temperature Co-Efficients	
Power	-0.38%/C
Voltage	-132mV/C
Current	3.5mA/C
Cell Efficiency	19.70%
Number of Cells in Series	36
Cell Type	BC Mono
Number of Strings in Parallel	4
Max Power Tolerance	+/- 5%

25 Year Limited Warranty*

80% power output
10-year limited warranty of 90% power output
5-year limited warranty of materials and workmanship



więcej niż dopuszczalne napięcie ładowania 12-woltowego akumulatora!

Rysunek 2 pokazuje jeszcze inny przykład, dotyczący 12-woltowego panelu 130-watowego. Tu wrażenie może zrobić niemal dwudziestoprocentowa deklarowana sprawność (19,70%), jednak trzeba pamiętać, że są to nierealne, zbyt optymistyczne parametry mierzone według reguł STC. W każdym razie panel jest opisany ewidentnie jako „12-woltowy”, a przy mocy promieniowania 1000W/m² punkt mocy maksymalnej MPP to aż 19,8V (6,55A, 129,7W). Przy mniejszej mocy promieniowania napięcie MPP będzie tylko nieznacznie niższe.

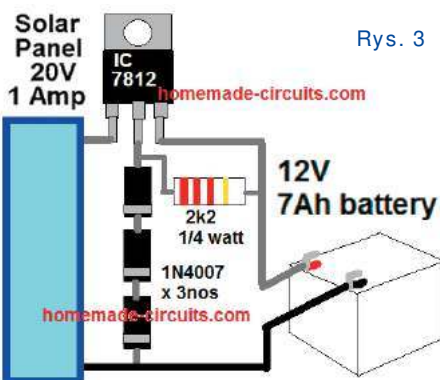
I tu mamy dwa aspekty. Pozytywny jest taki: wprowadzić napięcie MPP bliskie 20V jest znacznie wyższe od napięcia akumulatora, niemniej taki panel mógłby bezpośrednio (przez diodę) ładować akumulator kwasowy według rysunku 1. Taka praca byłaby możliwa, ponieważ panel FV to przecież źródło prądowe i napięcie panelu samoczynnie dostosuje się do napięcia akumulatora. Dlatego akumulator 12-woltowy może też być ładowany przez panel 20-, 30- czy 40-woltowy, ale nie ma to sensu, bo wtedy oczywiście do akumulatora będzie dostarczona tylko niewielka część mocy, jaką dysponuje taki panel.

Jest też bardzo poważny aspekt negatywny: jeśli do wyładowanego akumulatora 12-woltowego dołączymy oświetlony panel solarny, to napięcie ładującego się akumulatora będzie pomału rosło w miarę ładowania. Niestety, w przypadku akumulatora ołowiowego znaczące przekroczenie napięcia ładowania 15V doprowadzi do szybkiej elektrolizy i „wygotowania” wody, co w szczelnych akumulatorach AGM i żelowych oznacza nieodwracalne ich uszkodzenie! I tak byłoby w systemie według rysunku 1. Aby temu zapobiec, wystarczy w jakikolwiek sposób ograniczyć napięcie na akumulatorze.

Proste instalacje 12V

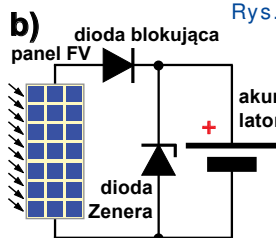
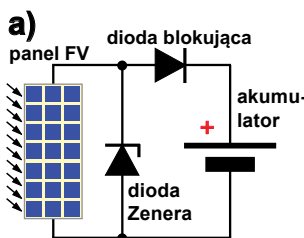
Później wrócimy do pytania, jakie może być / powinno być maksymalne napięcie ładowania, a na razie omówmy sposoby ograniczania napięcia.

Wielu elektroników proponuje szeregowy regulator napięcia, na przykład z trzykondensatorowym stabilizatorem według **rysunku 3**, wzorowanego na schemacie ze strony www.homemade-circuits.com.

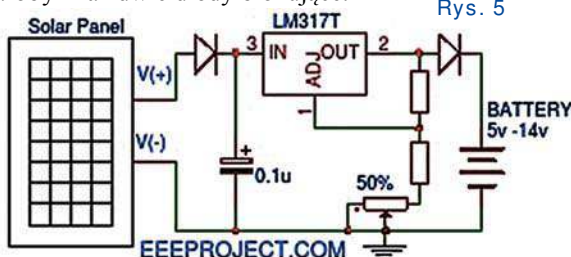


Rys. 3

Mamy tu 12-woltowy stabilizator 7812 i do tego trzy diody, podwyższające napięcie wyjściowe o nieco ponad 2 woltu. Do tego nie bardzo wiadomo dlaczego i po co, rezystor 2,2kΩ. Jeżeli ma zwiększyć napięcie wyjściowe, to z podobnym skutkiem można wykorzystać mniejsze diody 1N4148 zamiast 1N4007. Już teraz chciałbym ostrzec przed rozwiązaniami z tej strony. Jest tam mnóstwo schematów z dziedziny fotowoltaiki, prawie wszystkie niegodne polecenia, niektóre zawierające fatalne błędy i niedoróbki.

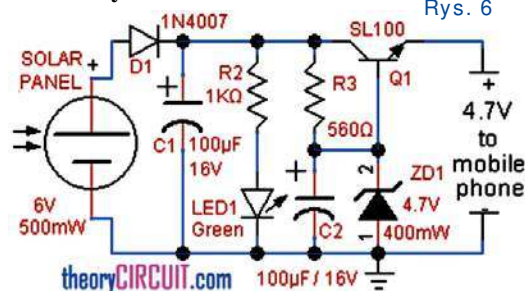


Rys. 4

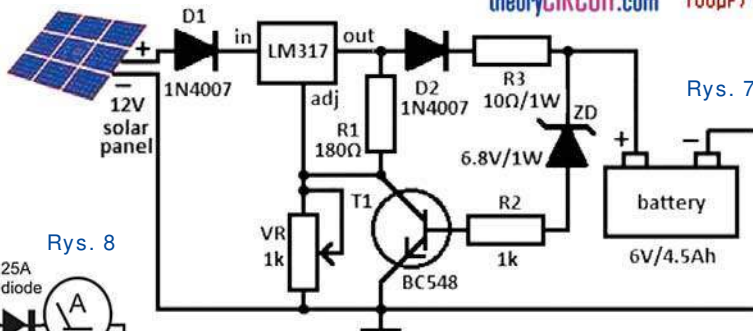


Rys. 5

Kilka innych, niewartych zainteresowania przykładów pokazanych jest na rysunkach 6...10.

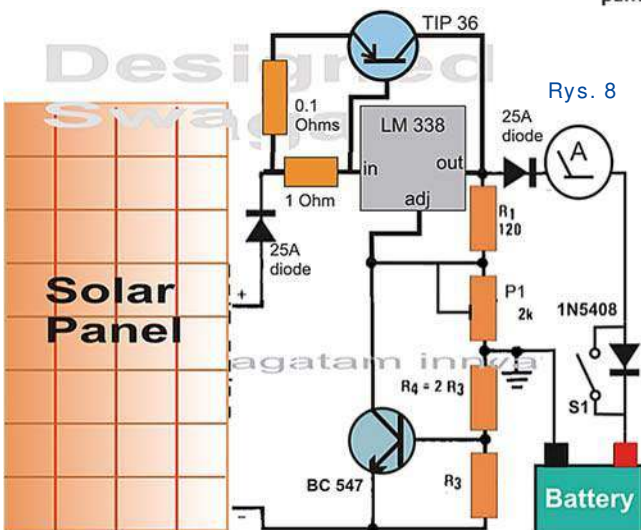


Rys. 6

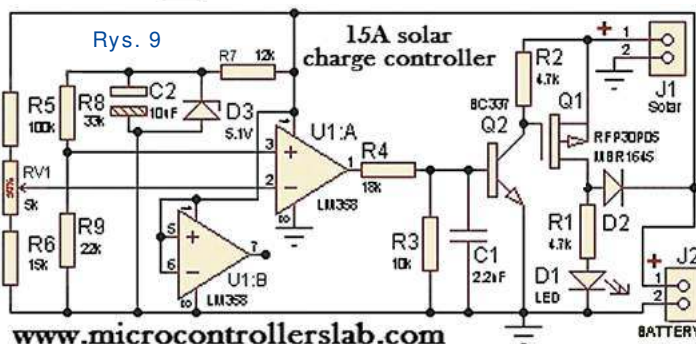


Rys. 7

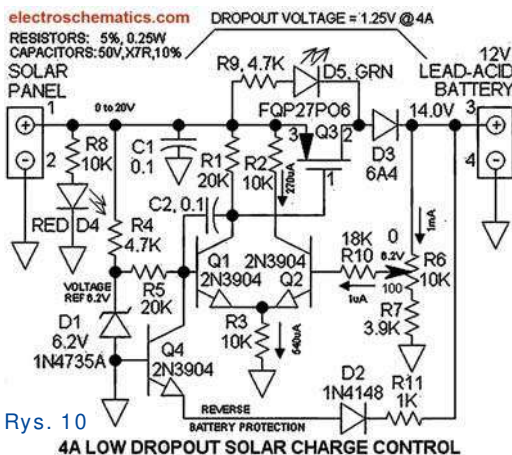
Można też znaleźć jeszcze więcej schematów z różnymi odmianami sterowanych diod Zenera według idei z rysunku 4.



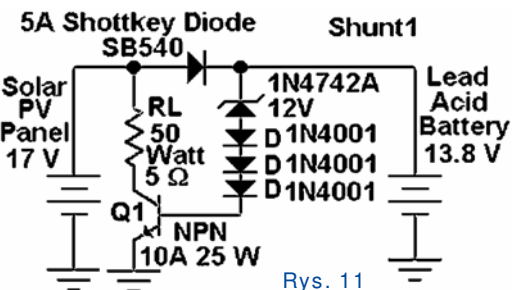
Rys. 8



Rys. 9



Rys. 10

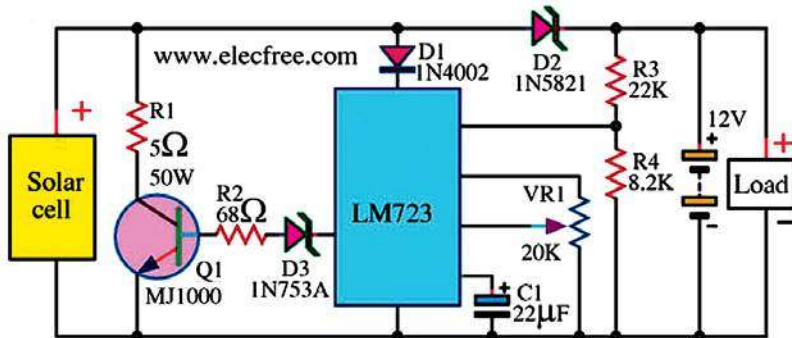


Rys. 11

Większość takich układów działa, ale są to rozwiązania niegodne polecenia, zwłaszcza przy panelach większej mocy. Pracują liniowo i niepotrzebnie wydzielają w nich dużą moc strat. Przykłady pokazane są na rysunkach 11...15. Takie niedoskonałe, a wręcz fatalne rozwiązania zostały stworzone przez elektroników, którzy zupełnie nie czują specyfiki ogni w FV.

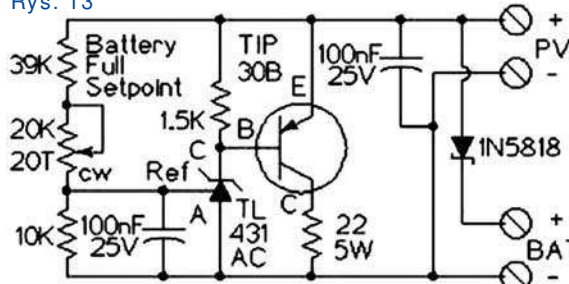
Tymczasem wcale nie trzeba borykać się z problemem dużej mocy strat i chłodzenia, bowiem napięcie na akumulatorze można ograniczyć inaczej: prościej i lepiej. Z powodzeniem można wykorzystać dużo lepsze, a przy tym zaskakująco proste rozwiązania, które będą omówione w następnym odcinku.

A na koniec tego odcinka refleksja na temat podobnych sterowników. Ogólnie biorąc, w Internecie można znaleźć nieprzebrane mnóstwo schematów układów elektronicznych. Oczywiście większość to schematy stare i przestarzałe. Zwykle można jednak znaleźć wersje wartościowe, godne polecenia.



Rys. 12

Rys. 13



12 Volt Analog Shunt-Mode Solar Charge Controller (c)2010 G. Forrest Cook 500mA Max Solar Current www.solarb.com/elect Rev: March 26, 2010

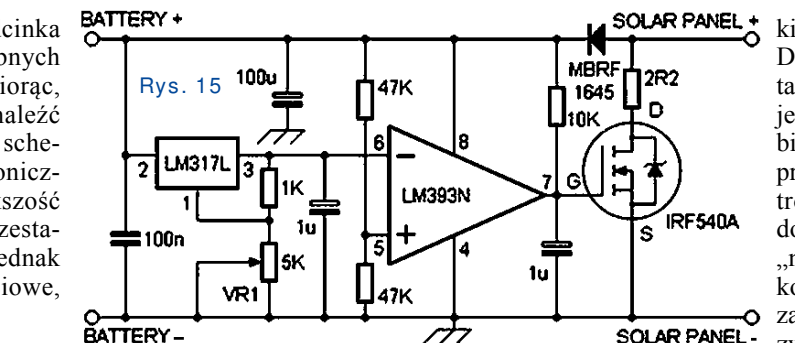
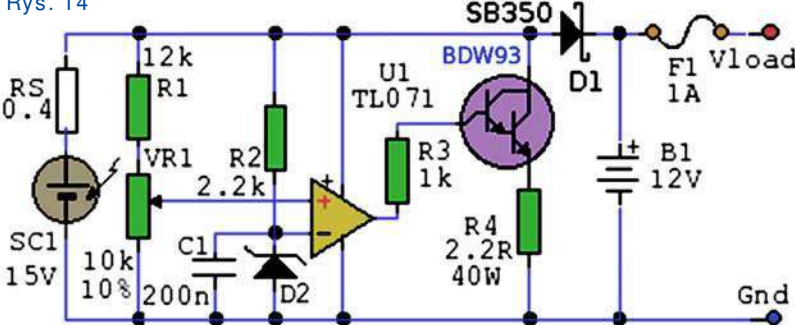
W przypadku sterowników solarnych (solar controllers) sytuacja jest szczególnie, dużo gorsza niż w przypadku innych dziedzin. W sumie schematów „solarnych” jest mnóstwo, ale przytłaczająca większość jest najdelikatniej mówiąc – daleka od doskonałości. Dużą ostrożność trzeba zachować względem wszelkich schematów „solarnych”.

Niektóre strony internetowe zawierają szereg schematów, z których wszystkie są ułomne i niegodne wykorzystania. W Internecie nie ma cenzury, nie ma żadnej kontroli jakości proponowanych schematów. Niektórzy twórcy stron zapewne wierzą, że ich schematy są wartościowe, bo nie znają tematu FV. Inni w ogóle nie przejmują

sie jakością i praktyczną przydatnością swoich propozycji, zainteresowani jedynie zwiększeniem popularności swojej strony internetowej. Jeszcze raz przestrzegam przed obfitującą w niesprawdzone, w przytłaczającej większości bezwartościowe schematy, stronę www.homemade-circuits.com, na której znajduje się podpis „swagatam” – pseudonim jej płodnego Autora – teoretyka.

Szukając inspiracji lub gotowych rozwiązań, trzeba też wyraźnie oddzielić ładowarki solarne (solar chargers), które przeznaczone są tylko do pracy okresowej, od kontrolerów solarnych, które przeznaczone są do pracy ciągłej. Do ładowarki co jakiś czas dołączony zostanie akumulator tylko na czas ładowania, w praktyce na kilka godzin w ciągu dnia. Dlatego w przeznaczonej do takiej pracy ładowarce nie jest niezbędny obwód zapobiegający „nocnemu cofaniu prądu”. Natomiast w kontrolerach przeznaczonych do pracy ciągłej problem „nocnego cofania prądu” konieczne trzeba rozwiązać. Na ten szczegół trzeba zwracać baczną uwagę.

Rys. 14



Rys. 15

Nasuwa się nieodparte wrażenie, że autorzy wielu schematów nie czują tematu i proponują rozwiązania bazujące na „zwykłych ładowarkach” ze stabilizatorami liniowymi. Niekiedy dość sprytnie zaprojektowane, ale mające nieusuwalny błąd: stabilizację liniową i duże straty mocy. Niestety, niektóre schematy zawierają błędy, a bardzo częste są najrozmaitsze niedoróbki: układ może działać, ale po drobnej modyfikacji mógłby działać dużo lepiej. Przykładem jest pytanie: czy obwody regulacyjne są zasilane z akumulatora i pobierają zeń cenny prąd ciągle, czy też są zasilane z ogniwa FV i pracują tylko wtedy, gdy panel wytwarza energię? Dobrze zaprojektowany regulator-kontroler w miarę możliwości nie powinien zużywać cennej energii z akumulatora w czasie, gdy panel nie pracuje. Oczywiście jest też pytanie: ile energii potrzebuje kontroler?

Niestety, autorzy wielu schematów zupełnie nie uwzględnili takich kwestii. Dlatego ogromną większość prostych schematów kontrolerów solarnych można uznać za bezwartościowe

układy tylko do prostych eksperymentów. Ich autorzy zupełnie nie czują specyfiki ogniwa FV, a przy tym niektórzy z zapalem godnym lepszej sprawy wskazują na rzekome zalety swoich analogowych rozwiązań.

Sytuacja jest taka, że szukając schematu prostego kontrolera solarnego, znajdziemy mnóstwo prostych układów ze stabilizatorami liniowymi, szeregowymi lub równoległymi, których nie warto stosować, a już na pewno nie z panelami o mocy większej niż 10 watów.

Z tego mnóstwa rozwiązań słabych naprawdę trudno wyłowić nieliczne rozwiązania proste, a przy tym wartościowe, godne polecenia, które omówimy w następnym odcinku.

Co ciekawe, problem nieznajomości zagadnienia paneli FV widać też w wielu opracowaniach dostępnych na stronach uczelni, gdzie publikowane są prace dyplomowe studentów. Niestety, tylko bardzo nieliczne takie opisy są przydatne dla praktyka.

Niejako na drugim biegunie znajdują się zaawansowane kontrolery FV z funkcją MPPT. Wartościowych

opracowań jest mnóstwo. Jednak tu z kolei straszy stopień skomplikowania zarówno schematów, jak też opisu metod znajdowania punktu MPP i ich realizacji. Dostępne są liczne poważne opracowania naukowe i firmowe, ale one są przydatne tylko dla doświadczonych konstruktorów, dobrze znających zagadnienie, a nie dla hobbystów.

Naprawdę trudno wyszukać wartościowe materiały o kontrolerach solarnych dla mniej zaawansowanych. Rozwiązaniem mogą być materiały firmowe producentów półprzewodników, ale większość „solarnych” not aplikacyjnych (z chlubnym wyjątkiem LT – Analog Devices) dotyczy zaawansowanych sterowników MPPT. A zaczynanie praktycznej przygody z fotowoltaiką od MPPT na pewno nie jest dobrym pomysłem – koniecznie trzeba zacząć od wartościowych rozwiązań dużo prostszych, a też interesujących i efektywnych. Zaczniemy to robić w następnym odcinku.

Piotr Górecki

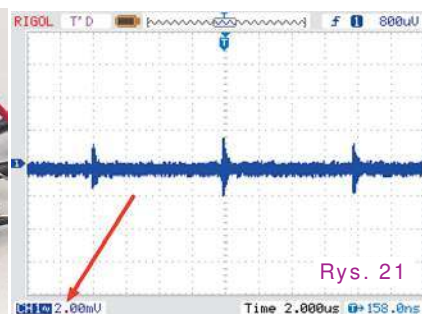
Ciąg dalszy ze strony 37

Dziwne! Ale jeszcze dziwniejsze jest to, że dołączenie sondy oscyloskopu do masy według **fotografii 18** daje na ekranie przebiegi jak na **rysunku 19**. A przecież to nieprawda! Nie powinno tam być żadnego sygnału!

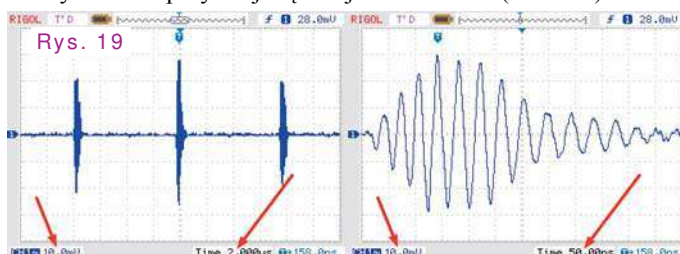
Co istotne, jeżeli odłączymy oscyloskop od masy naszego zasilacza według **fotografii 20**, wtedy nawet przy największej czu-



Fot. 20



Rys. 21



Rys. 19

ści (2mV/dz) na ekranie zobaczymy tylko odrobinę śmieci, jak pokazuje **rysunek 21**.

Mamy kłopot z masami. Zagadnienie jest trudne, bardzo szerokie i będziemy doń wracać, a na

razie zamykamy ten wątek. Jeśli nawet na wyjściu naszego zasilacza są zakłócenia pochodzące od przetwornicy, nie są one duże.

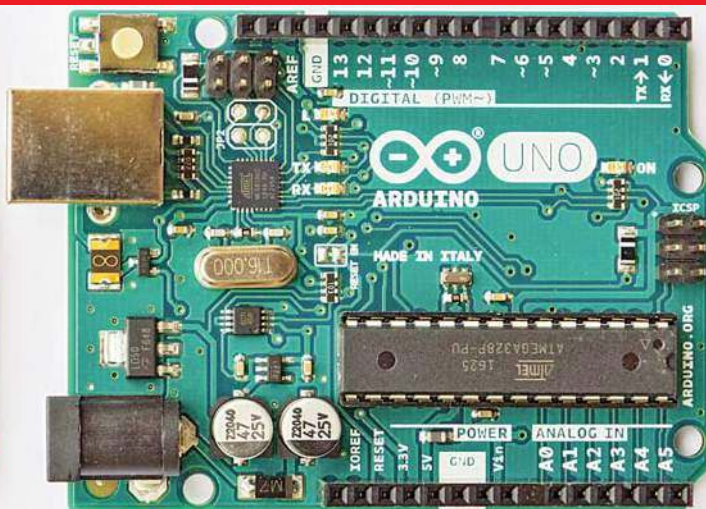
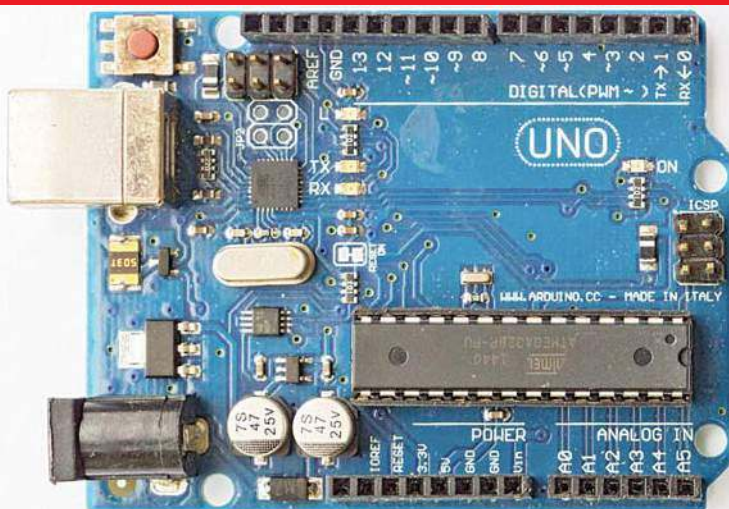
Dlatego w następnym odcinku możemy wrócić do walki z samowzbudzeniem i do optymalizacji parametrów naszego zasilacza.

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!



Kurs Arduino

odcinek 21

W ostatnim odcinku poznaliśmy podstawowe funkcje graficzne uniwersalnej biblioteki Adafruit GFX. Wykorzystaliśmy ją do sterowania matrycowego wyświetlacza LED 32 x 8. Pomocą był szkic *A2007.ino*. Chcieliśmy ten szkic wykorzystać do współpracy z popularnymi wyświetlaczami OLED 128×64 pikseli. I słusznie stwierdziliśmy, że: w szkicu *A2007.ino* trzeba tylko zmienić informacje o wyświetlaczu, a kluczowe fragmenty programu pozostaną te same.

Zainstalujemy więc bibliotekę „sprzętową” dla wyświetlacza OLED i w szkicu zmienimy tylko parę linijek, dotyczących wyświetlacza.

W zasadzie tak, ale jak to jest z Arduino, często napotykałyśmy zupełnie nieoczekiwane problemy, które mogą wiązać się z ogromną stratą czasu na szukanie przyczyn i rozwiązań.

Tak jest i z najpopularniejszymi dziś wyświetlaczami OLED. Są bardzo często stosowane, więc narzuca się wniosek, że ich wykorzystanie jest lekkie, łatwe i przyjemne. Może być, jeśli unikniemy wstępnych pułapek.

Aby ich uniknąć, zaczniemy od przykładowego szkicu, dostarczonego z biblioteką. Ja ćwiczenia odcinka 20 wykonywałem na innym komputerze i wtedy zacząłem także próby z wyświetlaczem OLED, przy czym od SSD1306 doszedłem do SH1106

Jednak nowy odcinek kursu postanowiłem zrealizować od zera na drugim komputerze. Gdy uruchomiłem pakiet ArduinoIDE, wyświetlił się komunikat, że jest dostępna nowa wersja – pobrałem ją i zainstalowałem.

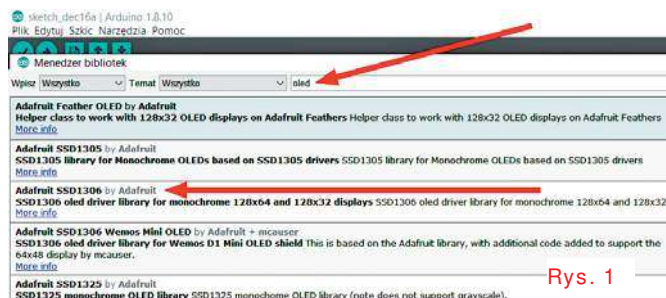
Jednak instalator „nie zauważył” zainstalowanej wcześniej wersji programu (z angielskojęzycznymi ustawieniami) i w innym miejscu na dysku powstała całkiem nowa instalacja 1.8.10... Oczywiście zainstalowałem wspólną bibliotekę Adafruit GFX za pomocą *Menedżera bibliotek*.

Na pierwszy ogień poszedł moduł OLED 128×64 o przekątnej 0,96 cala czyli 24,4mm, który według informacji sprzedawcy ma sterownik SSD1306.

Dlatego w oknie *Menedżera bibliotek* wpisałem OLED i wybrałem Adafruit_SSD1306 według **rysunku 1**. Można znaleźć inne biblioteki dla SSM1306, ale jeśli chcemy korzystać z uniwersalnej i wspólnej Adafruit GFX, to powinniśmy trzymać się bibliotek Adafruit, licząc na zgodną ich współpracę.

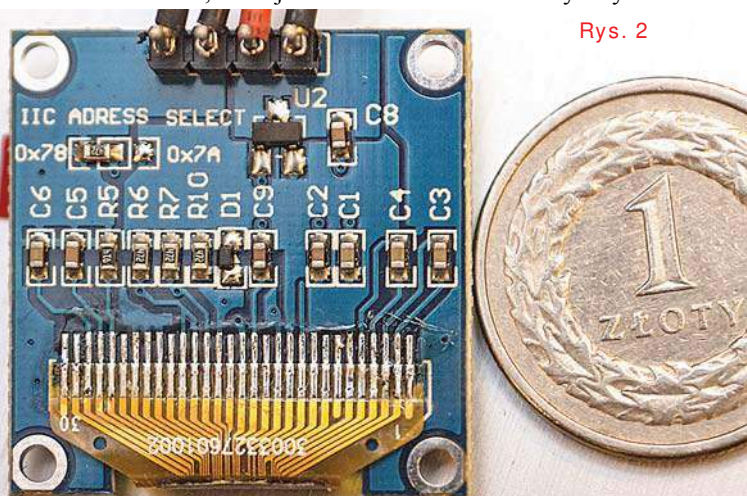
Oczywiście druga instalacja ArduinoIDE zainstalo-
wała biblioteki
w .../Dokumen-
ty/Arduino/
libraries, gdzie
były już wcześ-
niej dodawane
biblioteki

Tylna strona
mojego modułu
pokazana jest na
fotografii 2.



Rys. 1

Scalony sterownik SSD1306, a ściślej jego obwody logiczne, nie mogą być zasilane napięciem wyższym niż 3,3V. Jednak fotografia 2 wskazuje, że układ zawiera stabilizator LDO 3,3V w postaci układu oznaczonego U2, a jeżeli tak jest, to moduł można zasilić napięciem 5V. Na rynku jest wiele podobnych modułów wyświetlaczy OLED o różnej budowie. Sama obecność układu scalonego pozwala wnioskować, że jest to stabilizator LDO 3,3V. Najprawdopodobniej mój moduł ma schemat identyczny lub



Rys. 2

bardzo podobny jak na **rysunku 3**, tylko z innymi wartościami niektórych elementów. Nie wnikając w szczegóły zgodności interfejsu I2C z 5-woltową płytką Arduino, a za to zgodnie z licznymi przykładami

znalezionymi w Internecie, dołączyłem moduł do płytki bez żadnego konwertera poziomów, według **rysunku 4**.

Następnym krokiem jest przygotowanie programu – szkicu. W starszych materiałach można znaleźć wskazówki, że trzeba ingerować w plik biblioteczny *Adafruit_SSD1306.h* i tam ustawić rozdzielczość użytego wyświetlacza. Owszem, kiedyś było to konieczne, ale dziś biblioteka *Adafruit_SSD1306* jest poprawiona i rozdzielczość wyświetlacza zadeklarujemy w szkicu .ino.

Do biblioteki *Adafruit_SSD1306* dołączone są przykłady, a ściślej dwa przykłady, z czego jeden w czterech bardzo podobnych wersjach. Oczywiście do mojego wyświetlacza wykorzystałem szkic *ssd1306_128x64_i2c.ino*. Jego analiza nie jest najłatwiejsza. Myląca jest obecność dyrektywy:

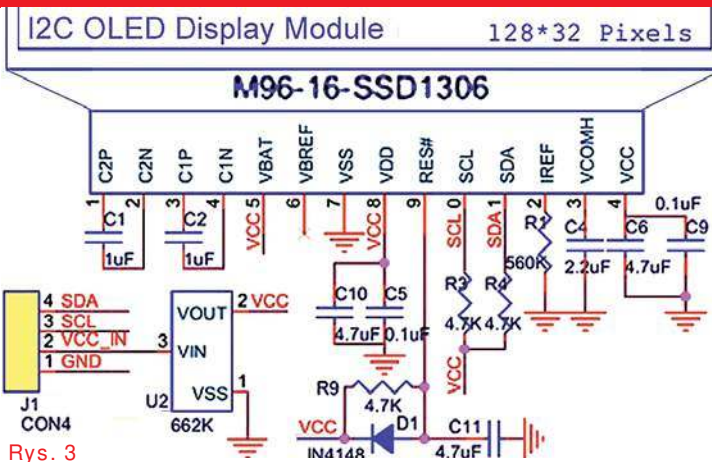
```
#include <SPI.h>
```

która jest niepotrzebna przy wyświetlaniu z interfejsem I2C.

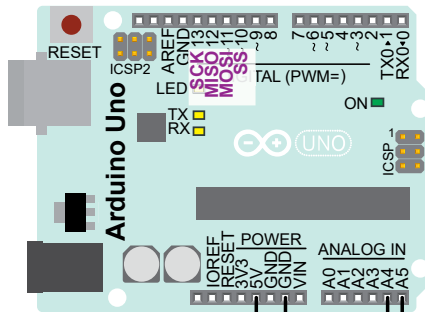
Poważniejsze wątpliwości budzą inne linie. Korzystamy z biblioteki *Adafruit*, a w ofercie handlowej firma ta ma moduły podobnych wyświetlaczy z wyprowadzoną końcówką Reset, co pokazuje **fotografia 5** (z materiałów sklepu *Adafruit*). A mój tani moduł ma tylko cztery wyprowadzenia, więc linia resetu nie jest dostępna. Nasuwa się więc pytanie, czy w szkicu w linii:

```
#define OLED_RESET 4
// Reset pin # (or -1 if sharing Arduino reset pin)
```

pozostawić wartość domyślną 4, czy może wpisać -1 lub coś innego? Nie wchodząc w szczegóły: wyświetlacz powinien działać z wartością domyślną 4. Jednak w niektórych źródłach można znaleźć zalecenie, by w przypadku modułów bez wyprowadzenia Reset, wpisywać w szkicu wartość -1.

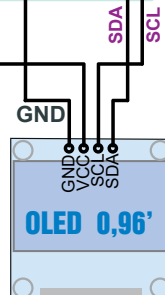


Rys. 3



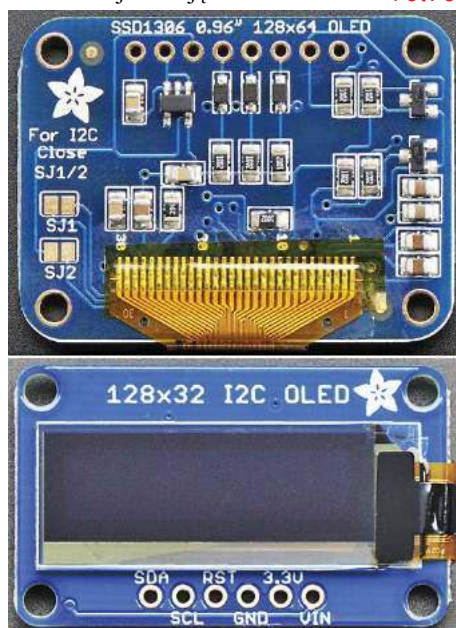
Rys. 4

Moduł wyświetlacza OLED 0,96" ze sterownikiem SSD1306



Drugi problem jest poważniejszy i dotyczy adresu. Mianowicie na początku obowiązkowej funkcji *setup()* mamy sprytną procedurę realizującą inicjalizację modułu:

Fot. 5



```
if(!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3D)) {
    Serial.println(F("SSD1306 allocation failed"));
    for(;;); // Don't proceed, loop forever
}
```

Inicjalizacja polega na wykonaniu funkcji *display.begin()*. Jeżeli inicjalizacja się nie powiedzie, to na konsoli dołączonego kablem USB komputera zostanie wypisany komunikat: *SSD1306 allocation failed* i program nie pójdzie dalej. Problem polega na tym, że do funkcji *display.begin()* przekazujemy dwa argumenty, w tym adres naszego modułu OLED. Według oryginalnego przykładowego szkicu adres ten, zapisany szesnastkowo wynosi 0x3D. Natomiast na tylnej stronie modułu wyświetlacza mamy możliwość wyboru jednego z dwóch adresów, tylko jeden z nich nie wynosi 0x3D. Fotografia 2 pokazuje, że do wyboru mamy: 0x78 oraz 0x7A.

Co więc wpisać w szkicu?

Wyjaśnienie szczegółów znajdziesz w dalszej części artykułu.

Na razie w skrócie: jeżeli w posiadanym przez Ciebie module OLED zworka ustawia adres 0x78 (tak jest w module pokazanym na fotografii 2), to w szkicu trzeba zmienić adres z domyślnego 0x3D na o jeden mniejszy, czyli 0x3C. Po zmianie tego jednego szczegółu kompilujemy szkic i ładujemy do płytki Arduino.

Program najpierw wyświetla logo *Adafruit*, co na moim dwukolorowym wyświetlaczu (16 rzędów żółtych, reszta niebieskie) wyglądało tak, jak na **fotografii 6**. Następnie prezentowany jest szereg efektów graficznych i tekstowych, a potem program przechodzi do „opadów



Fot. 6



śniegu” według fotografii 7, co jest też związane z wyświetleniem na konsoli współpracującego komputera współrzędnych tych dziesięciu zadeklarowanych w szkicu „płatków” i prędkości ich opadania (1...6). U mnie wyglądało to jak na rysunku 8, ale u Ciebie wartości x, y i dy będą inne.

Warto kilkakrotnie obejrzeć na ekranie OLED sekwencję efektów, naciskając w płytce Arduino przycisk RESET, gdy na ekranie zaczyna „opadać płatki śniegu”. Potem trzeba przeanalizować szkic i zidentyfikować, które fragmenty programu są odpowiedzialne za poszczególne efekty. Podczas takiej analizy natknijemy się na niespodzianki.

W szkicu 1 znajdziemy kluczowe fragmenty programu testowego. Na początku oczywiście dołączane są potrzebne biblioteki i tworzony jest obiekt reprezentujący wyświetlacz. Dokładniej mówiąc, w tym przypadku tworzony jest obiekt o nazwie *display*, należący do klasy *Adafruit_SSD1306*. Tworząc obiekt reprezentujący wyświetlacz, podajemy szerokość i wysokość wyświetlacza, określamy, jakim interfejsem będzie obsługiwany (Wire, czyli TwoWire = I2C) oraz określamy pin (nieistniejącego w naszym przypadku) wyprowadzenia Reset.

Dalej w programie zdefiniowana jest jakaś mała bitmapa (16×16), która

okaże się płatkami śniegu. Dyrektywa *PROGMEM* powoduje, że dla tej bitmapy nie będzie tworzona zmienna w pamięci RAM, tylko do wyświetlenia będzie ona pobierana wprost z pamięci programu (FLASH), co oszczędzi ceną pamięć RAM.

Dalej w obowiązkowej funkcji *setup()* dokonywana jest inicjalizacja obiektu wyświetlacza poleceniem *display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3D)* co obejmuje wysłanie do sterownika rozkazu, by podwyższone napięcie dla diod OLED było wytwarzane przez wewnętrzną przetwornicę – wbudowany powielacz pojemnościowy. Podczas inicjalizacji podajemy także adres wyświetlacza w systemie I2C: albo 0x3C, albo 0x3D, bo takie dwa adresy może mieć wyświetlacz, zależnie od ustawienia zworki na płytce.

Obserwując sekwencję zmian treści wyświetlacza, zauważamy zaświecenie pojedynczego piksela o współrzędnych (10, 10), do czego wykorzystywana jest funkcja – metoda *drawPixel()*. Ale wcześniej wyświetlane jest logo firmy Adafruit.

Następuje to po standardowym poleceniu: *display.display()*, a jak wiemy, albo powinniśmy wiedzieć, metoda *display()* powoduje jedynie wyświetlenie na ekranie aktualnej zawartości bufora, do którego wcześniej wpisano jakąś treść lub nie wpisano.

We wcześniejszej części szkicu nie ma żadnych instrukcji ładowania czegokolwiek do bufora. Jest tylko polecenie wyświetlenia zawartości bufora. Nie znaczy to jednak, że

```
#include <Wire.h> // 3 niezbędne biblioteki
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>

// tworzymy obiekt wyświetlacza o nazwie: display
Adafruit_SSD1306 display(128, 64, &Wire, -1);
(...)
//definiujemy jakąś niewielką bitmapę
static const unsigned char PROGMEM logo_bmp[] =
{ B00000000, B11000000,
  B00000001, B11000000,
  ... i tak dalej ....

void setup() {
//inicjalizacja obiektu wyświetlacza:
display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3D)
//ku naszemu zdziwieniu tu wyświetlane jest logo
Adafruit:
  display.display();
  delay(2000); display.clearDisplay();

// zaświecamy na 2 sekundy pojedynczy piksel:
  display.drawPixel(10, 10, SSD1306_WHITE);
  display.display(); delay(2000);
//a potem wyświetlamy kolejne efekty z funkcji:
  testdrawline(); // Draw many lines
  testdrawrect(); // Draw rectangles (outlines)
  testfillrect(); // Draw rectangles (filled)
  testdrawcircle(); // Draw circles (outlines)
  testfillcircle(); // Draw circles (filled)
  testdrawroundrect(); // Draw rounded rectangles (outlines)
  testfillroundrect(); // Draw rounded rectangles (filled)
  testdrawtriangle(); // Draw triangles (outlines)
  testfilltriangle(); // Draw triangles (filled)
  testdrawchar(); // Draw characters of the default font
  testdrawstyles(); // Draw 'stylized' characters
  testscrolltext(); // Draw scrolling text
  testdrawbitmap(); // Draw a small bitmap image
//na 1 sekundę "odwracamy" wyświetlanie:
  display.invertDisplay(true); delay(1000);
  display.invertDisplay(false); delay(1000);
//przechodzimy do pętli animacji: "opady śniegu":
  testanimate(logo_bmp, LOGO_WIDTH, LOGO_HEIGHT);
} // koniec funkcji setup

void loop() { } //program nigdy tu nie dochodzi

//dalej są definicje wykorzystywanych funkcji - efektów:
void testdrawline() { (...) }
void testdrawrect(void) { (...) }
void testfillrect(void) { (...) }
void testdrawcircle(void) { (...) }
... i tak dalej aż do funkcji ...
void testdrawbitmap(void) { (...) }
i na końcu funkcja - animacja "opady śniegu":
(...)
void testanimate(*bitmap, w, h) {
//tworzymy licznik f i tablicę "płatki śniegu"
int8_t f, icons[NUMFLAKES][3];
//inicjalizacja "płatki śniegu" losowymi wartościami:
for(f=0; f< NUMFLAKES; f++) {
  icons[f][XPOS]=random(1-LOGO_WIDTH, display.width());
  icons[f][YPOS] = -LOGO_HEIGHT;
  icons[f][DELTAY] = random(1, 6); //prędkość opadania
//wyświetlamy te współrzędne na konsoli komputera:
  Serial.print(F("x: "));
  Serial.print(icons[f][XPOS], DEC);
  Serial.print(F(" y: "));
  Serial.print(icons[f][YPOS], DEC);
  Serial.print(F(" dy: "));
  Serial.println(icons[f][DELTAY], DEC); }
// a potem nieskończona pętla "opadów śniegu":
for(;;) { // Loop forever...
  // co 200ms aktualizujemy wygląd ekranu:
  for(f=0; f< NUMFLAKES; f++) {display.drawBitmap(...) }
  display.display(); delay(200);
//i realizujemy "opadanie" poszczególnych "płatki":
  for(f=0; f< NUMFLAKES; f++) {
    icons[f][YPOS] += icons[f][DELTAY];
    // a jeżeli płatki opadł do samego dołu ekranu:
    if (icons[f][YPOS] >= display.height()) {
      // to zostanie wyświetlony na górze w losowym miejscu
      //i określona zostanie losowa prędkość jego opadania
      icons[f][XPOS]=random(1-LOGO_WIDTH, display.width());
      icons[f][YPOS] = -LOGO_HEIGHT;
      icons[f][DELTAY] = random(1, 6); (...) }
  }
```

Szkic 1

ssd1306_128x64_i2c | Arduino 1.6.9 (WM

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

ssd1306_128x64_i2c \$

File Edit Sketch Tools Help

Biblioteki	Dokumenty	Dokumenty	Arduino	libraries	Adafruit_SSD1306
Adafruit_MAX31855_library	Nazwa	Rozmiar	Typ	Rys. 9	Data modyf
Adafruit_MAX31865_library	examples		Folder plików		2019-11-27
Adafruit_SHT31_Library	Adafruit_SSD1306.cpp	41 KB	Plik CPP		2019-11-27
Adafruit_Si7021_Library	Adafruit_SSD1306.h	9 KB	Plik H		2019-11-27
Adafruit_SSD1306	library.properties	1 KB	Plik PROPERTIES		2019-11-27
examples	license.txt	2 KB	Plik TXT		2019-05-23
Adafruit_Unified_Sensor	README.md	4 KB	Plik MD		2019-11-27
BlueDot_BME280_Library	splash.h	8 KB	Plik H		2019-11-27
BME280-master					

w moim SSD1306 fabrycznie wpisane jest logo t a n i m firmy Adafruit.

Nie! Jest to przykład dziwnej i niekorzystnej dla użytkownika decyzji autorów biblioteki. Mianowicie wśród plików bibliotecznych znajdziemy plik *splash.h*, co pokazane jest na rysunku 9.

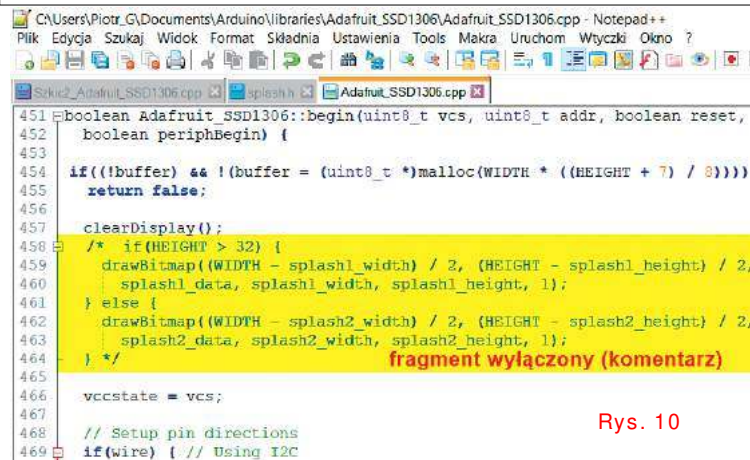
```
(...) fragmenty pliku bibliotecznego Adafruit_SSD1306.cpp
#include <Adafruit_GFX.h>
#include "Adafruit_SSD1306.h"
#include "splash.h"
(...)
inicjalizacja - definicja metody .begin()
boolean Adafruit_SSD1306::begin(vcs, addr, reset, periphBegin) {

    if(!buffer) && !(buffer=(uint8_t *)malloc(WIDTH*((HEIGHT + 7)/8)))
        return false;

    clearDisplay();
    if(HEIGHT > 32) {
        drawBitmap((WIDTH - splash1_width) / 2, (HEIGHT - splash1_height)/2,
            splash1_data, splash1_width, splash1_height, 1);
    } else {
        drawBitmap((WIDTH - splash2_width) / 2, (HEIGHT - splash2_height)/2,
            splash2_data, splash2_width, splash2_height, 1);
    }

    (...) tu dalsza część biblioteki...
```

Szkic 2



Rys. 10

Okaże się, że po pierwsze, w tym pliku zawarte jest wyświetlane na początku prezentacji logo Adafruit. Po drugie, w pliku bibliotecznym *Adafruit_SSD1306.cpp* mamy polecenie dołączenia tego pliku i wykorzystania go z pomocą metody *drawBitmap()*, co jest pokazane na **szkicu 2**.

Bez naszej wiedzy biblioteka podczas inicjalizacji ładowa do bufora wyświetlacza logo Adafruit! W dołączonym przykładowym szkicu tę bitmapę wyświetlamy, ale w innych przypadkach nie tylko jej nie wykorzystamy, ale może ona poważnie przeszkadzać.

Między innymi dlatego, że bez naszej wiedzy w treści programu, a potem w pamięci FLASH procesora umieszczana jest bitmapa, która powiększa objętość programu. Z rysunku 9 wynika, że plik *splash.h* ma aż 8 kilobajtów, jednak w programie umieszczana jest tylko jedna z dwóch zawartych tam wersji i to w postaci bardziej zwartej.

Dla ciekawości najpierw skompilowałem przykładowy szkic z biblioteką oryginalną. Następnie zmodyfikowałem plik bibliotecznym *Adafruit_SSD1306.cpp*, dodając znaczny komentarz, czyli wyłączając wpisywanie bitmapy do bufora według **rysunku 10**. Zamknąłem Arduino IDE, ponownie otworzyłem i jeszcze raz skompilowałem przykładowy szkic. **Rysunek 11** pokazuje różnicę. Dostępna pamięć RAM jest taka sama, bo obrazek – logo pobierany jest wprost z pamięci programu. Zajęta pamięć FLASH w wersji zmodyfikowanej jest mniejsza o niebagatelne 1398 bajtów!

Rys. 11



Warto o tym wiedzieć, bo często taka zmiana objętości programu decyduje o sukcesie lub porażce.

Dalej w szkicu 1 z niewielkim zdziwieniem zauważymy, że program nigdy nie dochodzi do pętli *loop()*, tylko całe działanie zamyka się w funkcji *setup()*. Najogólniej biorąc, po konfiguracji, inicjalizacji i zaświeceniu pojedynczego piksela wykonywanych jest szereg funkcji, zdefiniowanych w dalszej części szkicu, poczynając od funkcji *testdrawline()*.

Warto starannie przeanalizować wszystkie te funkcje i zobaczyć, jak wykorzystywane są poszczególne metody biblioteki Adafruit GFX.

Okaże się, że procedury realizujące te interesujące animacje są zaskakująco proste.

Najbardziej intrygująca i troszkę trudniejsza do zrozumienia jest animacja spadania płatków śniegu, która zawarta jest w funkcji *testanimate()*. Na początku szkicu określamy liczbę widocznych na ekranie płatków (NUMFLAKES). Program tworzy wtedy dwuwymiarową tablicę *icons[NUMFLAKES][3]*, która dla każdego płatka będzie zawierać jego pozycję w osi X, w osi Y oraz prędkość opadania w zakresie 1...6 (DELTAY). Pozycja w osi X i prędkość opadania na początku działania funkcji *testanimate()* są generowane losowo za pomocą funkcji *random()*. Później z upływem czasu zwiększane są współrzędne Y, przez co „płatki opadają w dół”. Gdy opadnie do dolnej krawędzi wyświetlacza, tworzony jest u góry nowy płatki z losowo ustaloną pozycją X i prędkością opadania.

W sumie zrozumienie działania omawianego przykładowego programu nie jest trudne. Ale samo przeczytanie i zrozumienie działania to nie wszystko. Przydałoby się trochę praktyki.

Wcześniej wykorzystywaliśmy wyświetlacz matrycowy LED 32×8 i ostatnio sterowaliśmy nim z wykorzystaniem biblioteki Adafruit GFX. Teraz mamy wyświetlacz OLED 128×64 i też wykorzystujemy bibliotekę Adafruit GFX.

Mam propozycję nie do odrzucenia, żebyś samodzielnie zmodyfikował wcześniejszy szkic *A2007.ino*, by dostosować go do wyświetlacza OLED.

Zadanie nie jest trudne. Trzeba tylko pamiętać o prawidłowym adresie I2C. Wcześniej do przepisywania zawartości bufora na ekran wykorzystywaliśmy metodę *.write()*, teraz trzeba ją zastąpić metodą *.display()*.

Tak prosto przerobiony szkic *A2007.ino* dostępny jest w Elportalu jako plik *A2101.ino*.

Oczywiście teraz na małym wyświetlaczu wcześniejsze figury są prawie nieczytelne. Ale nic nie stoi na przeszkodzie, byś poćwiczył wykorzystanie możliwości biblioteki Adafruit GFX i pozmieniał działanie programu, by uzyskać rozmaite interesujące efekty i animacje. Nie żałuj czasu na tego rodzaju ćwiczenia, ponieważ obecnie małe wyświetlacze OLED są najpopularniejszymi wyświetlaczami graficznymi i zapewne będziesz je wykorzystywał.

W następnym odcinku przedstawię perypetie z podobnym wyświetlaczem OLED o przekątnej 1,3 cala, który jest widoczny z lewej strony fotografii 7. Wyjaśnimy też zagadkę, dlaczego adresy podane na płytce nie zgadzają się z adresami, które trzeba wpisać w szkicu.

Piotr Górecki



Wokół Arduino

Wyświetlacze graficzne cz. 4

Obecnie największe zainteresowanie elektroników budzą małe kolorowe wyświetlacze i ekrany dotykowe. Budzą zainteresowanie, ale też liczne pytania, wątpliwości i obawy. Nic dziwnego, sytuacja rynkowa szybko się zmienia, dostępne są liczne mniejsze i większe wyświetlacze o różnych właściwościach i co ważne, mające różne, często niezbyt wygodne do wykorzystania interfejsy. W niniejszym kilkuczęściowym artykule przedstawione są różne aspekty zagadnienia, które osobom zainteresowanym rozjaśnią obraz sytuacji i pomogą praktycznie wykorzystać różne wyświetlacze i ekrany.

W trzech pierwszych artykułach z cyklu „Wokół Arduino” dotyczących **wyświetlaczy graficznych** dowiedzieliśmy się, że po pierwsze tak naprawdę chodzi o wyświetlacze *matrycowe*, zawierające x kolumn i y linii, co daje $x \cdot y$ pikseli na ekranie. Sterowanie matrycowe pozwala znacząco zmniejszyć liczbę niezbędnych linii sterujących, niemniej w wyświetlaczach o dużej rozdzielczości liczba linii sterujących matrycą jest duża, równa sumie $x+y$. Przykładowo malutki jak na dzisiejsze czasy wyświetlacz monochromatyczny 128×64 , zawierający 8192 pikseli, musi mieć $128 + 64$, czyli 192 linie sterujące. Jakiś układ scalony lub kilka układów scalonych musi podać na te 192 linie odpowiednie napięcia. Na pewno potrzebne są 192 wyprowadzenia układu scalonego lub układów scalonych. Tak wygląda sytuacja od strony matrycy, ekranu.

Po drugie, wiemy już, że wyświetlacze graficzne są dołączane do mikrokontrolera za pomocą standardowych interfejsów, bardziej lub mniej popularnych, zawierających niewiele linii. Niewielkie wyświetlacze mogą być sterowane za pomocą powolnego, dwuliniowego interfejsu I2C. Szybszą transmisję zapewnia szeregowy, 3- albo 4-liniowy interfejs SPI. Bardzo szybkie są interfejsy z linią różnicową rodziny LVDS, zawierające kilka linii. Nawet równoległy interfejs 24-bitowy ma liczbę linii nieporównanie mniejszą, niż wynosi liczba linii sterujących matrycą.

Dwa podstawowe zadania

Oczywiste jest, że moduł wyświetlacza musi mieć wbudowany układ scalony lub kilka układów scalonych, które po pierwsze obsługują linie i kolumny matrycy, a po drugie będą współpracować z interfejsem, dostarczającym informacje z mikrokontrolera. W największym uproszczeniu można to zobrazować jak

na **rysunku 1a**. Ta podstawowa idea jest prosta i jasna. Jednak pomalutko wkraczamy w zagadnienia obszerne i skomplikowane, gdzie napotkamy najróżniejsze rozwiązania, a liczba tych rozwiązań, związanych z nimi opcji i innych szczegółów może spowodować zawrót głowy. Nie sposób tego wszystkiego przedstawić krótko i zwięźle, dlatego musimy podchodzić do zagadnienia kilkakrotnie, z różnych stron.

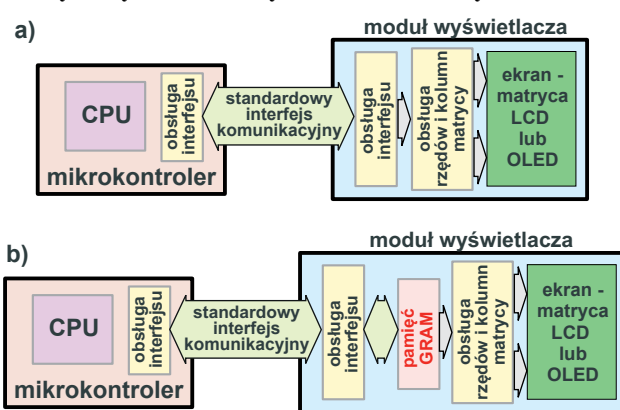
Rysunek 1a pokazuje, że obwody sterujące w module wyświetlacza muszą zrealizować przynajmniej dwa podstawowe zadania:

- dogadać się z mikroprocesorem,
- obsłużyć matrycę.

Do tego powinny zawierać pamięć grafiki (GRAM) do zapamiętania co najmniej treści jednego obrazu. Można więc byłoby przypuszczać, że w module wyświetlacza zgodnie z **rysunkiem 1b** montowanych jest kilka układów scalonych:

- dedykowany sterownik takiego czy innego interfejsu,
- pamięć (G)RAM,
- dedykowany sterownik matrycy (LCD, OLED albo LED).

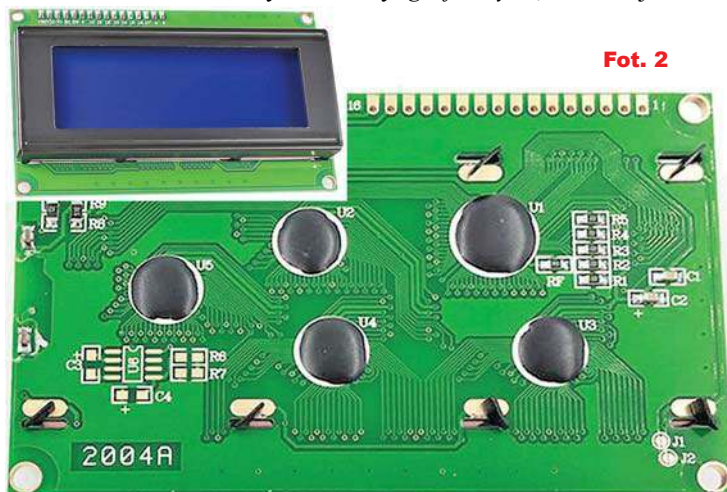
Mogłoby tak być, ale zwykle jest inaczej. Przegląd rozwiązań zaczniemy od przypomnienia budowy starszych odmian wyświetlaczy.



Rys. 1

Budowa modułu wyświetlacza

Wiemy, że w małych popularnych modułach wyświetlaczy *znakowych* (nie graficznych), zawierających jedną lub dwie linie po 16 znaków, wykorzystywany jest układ scalony Hitachi HD44780 lub jego odpowiedniki. Większe wyświetlacze *znakowe* wymagają większej liczby takich scalonych sterowników, jak widać na **fotografii 2**, pokazującej wyświetlacz *znakowy* 20×4 , zawierający aż pięć zalanych czarną masą układów scalonych (zgodnych z) HD44780. Być może już coś słyszałeś o scalonych sterownikach wyświetlaczy *graficznych*, takich jak



Fot. 2

KS0108/0107B, SED1520 KS0713 M66004, T6963C PCD8544 (Nokia 3310) czy SID15G14 (Nokia 3510i). **Fotografia 3** pokazuje tylną stronę wyświetlacza graficznego 128×64 z trzema sterownikami KS0108/0107.

Analogicznie można się spodziewać, że wyświetlacze graficzne o większej rozdzielczości oraz kolorowe będą zawierać jeszcze większą liczbę układów scalonych.

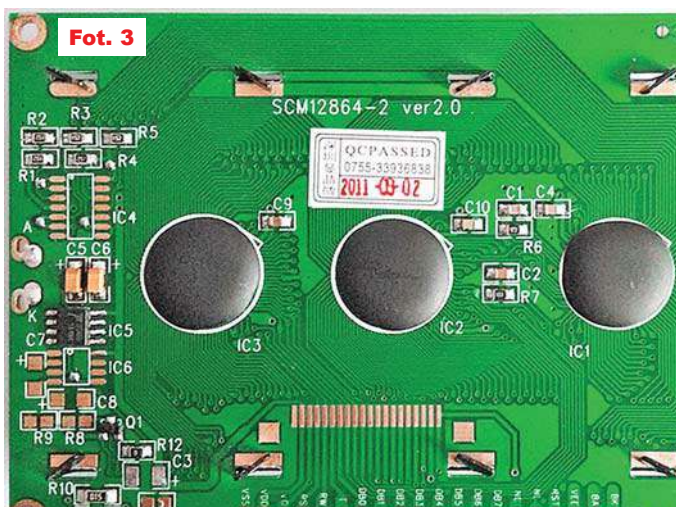
NIE! Wymienione sterowniki graficzne, poczynając od KS0108, są już mocno przestarzałe. Dziś wszystkie obwody sterujące i zasilające najczęściej zintegrowane są w jednym układzie scalonym. Taki pojedynczy układ scalony po pierwsze przeznaczony jest do konkretnego typu matrycy: albo OLED, albo LCD. Warto też nadmienić, że matryce klasycznych diod LED zwykle są obsługiwane nieco inaczej i z uwagi na niewielką popularność graficznych wyświetlaczy LED nie będziemy tego omawiać.

Po drugie, konkretny scalony sterownik przeznaczony jest do obsługi matrycy o określonej liczbie linii i kolumn. Co prawda zdarza się, że matryca ma nieco mniej linii lub kolumn, niż mógłby obsłużyć współpracujący scalony sterownik (co jest wspomniane w Kursie Arduino w kontekście SH1106), jednak generalnie dany sterownik jest przeznaczony do konkretnego wyświetlacza o określonej liczbie pikseli (linii i kolumn), ewentualnie dla rodziny wyświetlaczy o bardzo zbliżonych parametrach, albo LCD, albo OLED.

Układ sterujący musi mieć wiele linii wyjściowych, sterujących matrycą. Abyysterować monochromatyczną matrycę zawierającą x kolumn oraz y rzędów, czyli zawierającą x*y pikseli, sterownik musi mieć x+y przewodów przeznaczonych do tego wyjść – wyprowadzeń. Natomiast doysterowania kolorowego ekranu RGB takich wyjść - wyprowadzeń sterownik musi mieć 3 razy więcej, bo każdy piksel składa się z trzech subpikseli RGB.

Mówimy tu o układach scalonych, ale trzeba podkreślić, że są to bardzo specyficzne układy scalone, które są małe, mają co najmniej setki wyprowadzeń, nie mają obudowy i są w zaskakujący sposób montowane.

Współczesne moduły wyświetlaczy graficznych nie zawierają tyłu części, co starsze moduły z fotografii 2 i 3. Oto szczegóły.



Obwody wyjściowe sterownika

Dla popularnych małych wyświetlaczy OLED 128×64 potrzebny jest scalony sterownik lub sterowniki z 192 wyjściami. Do obsługi najpopularniejszych dziś wyświetlaczy OLED 128×64 służy pojedynczy układ scalony SSD1306 albo SH1106, który możeysterować matrycę 132×64.

Dla małego kolorowego wyświetlacza RGB 128×128 potrzebnych jest 512 wyjść ($3 \times 128 + 128$)!

Tak! Ponad 500 końcówek wyjściowych! I scalony sterownik SSD1351 dla wyświetlaczy OLED RGB 128×128 ma 595 wyprowadzeń!

Dla niewielkiego kolorowego wyświetlacza RGB 240×320 potrzeba 1040 ($3 \times 240 + 320$) wyprowadzeń! Popularny scalony sterownik ILI9341 dedykowany do małych wyświetlaczy LCD RGB 240×320 ma w sumie 1278 wyprowadzeń!

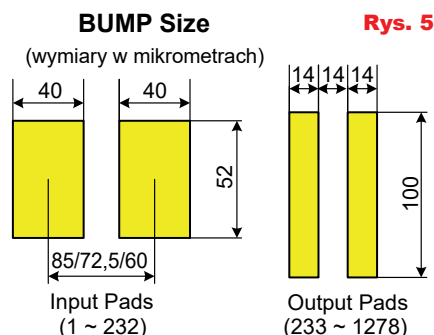
Często jednak nawet po rozebraniu modułu wyświetlacza jest kłopot ze znalezieniem scalonego sterownika!

Nie dziwnego! Układ scalony SSD1306 ma 281 wyprowadzeń i wymiary 6,76mm×0,86×0,3mm. Wspomniany SSD1351 ma 595 wyprowadzeń i wymiary 10,7×1,5×0,3mm. A 1278-wyprowadzeniowy ILI9341 ma rozmiary 15,56×0,65×0,28mm.

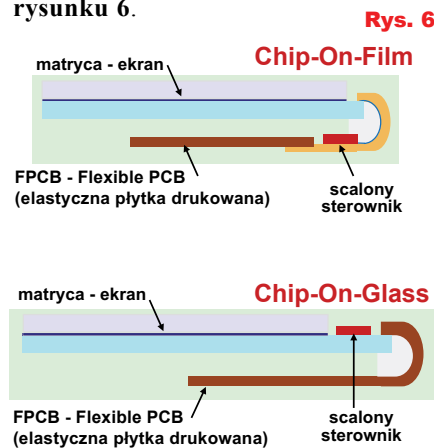
Sterowniki te nie mają obudów, a wszystkie wyprowadzenie umieszczone są na jednej stronie płytki krzemowej. **Rysunek 4** pokazuje rozmieszczenie wyprowadzeń scalonego sterownika SSD1306. Te wyprowadzenia to nie są typowe końcówki lutownicze,

nazywane *pads*, co można przetłumaczyć jako punkty lutownicze. Po angielsku *pad* to podkładka, wkładka, poduszka. Wyprowadzenia te nazywane są też *bumps*, co oznacza wybrzuszenia, pagórki, guzy, wyboje. **Rysunek 5** wzorowany na karcie katalogowej ILI9341 pokazuje szczegóły. Ponieważ wymiary i przerwy między wyprowadzeniami (pads, bumps) są tu

rzędu 0,014...0,085mm (14–85 mikrometrów), wymagana jest ogromna dokładność, a ścieżki na płytce czy szkle mogą mieć jeszcze mniejsze szerokości.



Ta „strona czynna” sterownika scalonego (chip) jest bowiem montowana albo na płytce drukowanej, zwykle elastycznej, albo wprost na szkle wyświetlacza. Dwa przykłady zamontowania scalonego sterownika pokazane są na rysunku 6.



Najbardziej dociekliwi Czytelnicy mogą dokładniej zbadać fascynujące zagadnienia związane z montażem takich układów, a właściwie gołych scalonych struktur na różnych podłożach. W tym celu można wpisać w wyszukiwarce takie hasła jak: COF (Chip-On-Film, Chip On Flexible), COP (Chip-On-Plastic), COG (Chip-On-Glass) czy dotyczący „montażu z dziurą” TCP (tape carrier package).

W każdym razie współczesne wyświetlacze zawierają specjalizowane, dedykowane, małe scalone sterowniki, montowane bez obudowy, ewentualnie zalewane klejem. Sterowniki te mają setki, a nawet ponad tysiąc wyprowadzeń.

W wyświetlaczach o większej rozdzielczości sumaryczna liczba wyjść sterujących matrycą musi być dużo większa niż 1000. Przykładowo sterownik OTM8009A przeznaczony dla wyświetlaczy 480RGB×864, o rozmiarach 24,0×1,38×0,2mm, ma 2075 wyprowadzeń. Sterownik ILI9881C przeznaczony do wyświetlaczy 800RGB×1280, o rozmiarach 27,84×0,86mm, ma 3094 wyprowadzenia! Ponad trzy tysiące!

Rozmiary padów i przerw między nimi są w nim rzędu 0,015mm (15 mikrometrów), co stwarza bardzo wysokie wymagania przy montażu na płytkach. Dla porównania grubość (średnica) ludzkiego włosa to przeciętnie 0,06...0,08mm, czyli 60...80 mikrometrów.

Dlatego w przypadku wyświetlaczy o większej rozdzielczości stosuje się więcej niż jeden układ scalonego sterownika. Współczesne telewizory, monitory i smartfony mają ekrany zawierające ponad 2...4 tysiące kolumn i rzędów, a wymagana liczba wyjść do sterowania ich subpikselami RGB przekracza 10 tysięcy. Realizacja układu scalonego z kilkunastoma tysiącami wypro-

wadzeń, nawet jeśli możliwa, to jest z kilku powodów niepraktyczna. Stąd podział i zastosowanie kilku układów scalonych. Wsparciem dla głównego, bardzo skomplikowanego sterownika mogą być prostsze układy pomocnicze, służące tylko do sterowania elektrodami wspólnymi (w wyświetlaczach TFT LCD nazywane są one Gate Drivers). W dużych wyświetlaczach LCD stosuje się kilka głównych sterowników (tzw. Source Drivers) i kilka pomocniczych (Gate Drivers) według **rysunku 7** (wg materiałów Solomon Systech). Nazwy Source/Gate Drivers związane są z budową ekranów LCD z aktywną matrycą. Otóż ekrany OLED i LCD o niezbyt dużej liczbie linii, powiedzmy do 64, mogą być i są realizowane jako proste matryce *pasywne*. I właśnie najpopularniejsze dziś wyświetlacze OLED 128×64 mają zwyczajną matrycę *pasywną*. Pasywne mogą być też małe matryce LCD.

Ważne znaczenie ma tam współczynnik wypełnienia (Duty Cycle), wyznaczony przez liczbę rzędów wyświetlacza. Jeśli rzędów jest 8, to współczynnik Duty Cycle, czyli wypełnienie impulsów, wynosi co najwyżej 1/8. W matrycy *pasywnej* każda z 64 linii jest pobudzana tylko przez co najwyżej 1/64 czasu/okresu/cyklu odświeżania, a w przypadku LED i OLED impuls prądu musi mieć wartość 64 razy większą niż średnia wartość prądu tego segmentu. Mała wartość wypełnienia rodzi problemy zarówno związane z wydajnością prądową sterownika, jak też właściwościami diod OLED, które muszą pracować przy silnych impulsach prądu.

Podobny problem jest z pasywnymi matrycami LCD (PM LCD). Dlatego w wyświetlaczach o większej rozdzielczości wręcz konieczne jest stosowanie matryc aktywnych (Active

Matrix). Aktywne matryce LCD zawierają z reguły jeden tranzystor polowy na każdy (sub)pixel, jak pokazuje **rysunek 8**.

Nie wchodząc w szczegóły, można powiedzieć, że w danej chwili krótki impuls pobudza jeden cały poziomy rząd (row) przez podanie impulsu na poziome linie połączone z bramkami (gates) tranzystorów, więc służy do tego „sterownik bramek”, czyli Gate Driver. W tym czasie, gdy pobudzane są bramki tranzystorów danego rzędu, na pionowe linie połączone ze źródłami (sources) tranzystorów podawane są napięcia, które najprościej biorąc, zadczydują o jasności poszczególnych pikseli tego aktywnego w danej chwili rzędu. Sterowane są tu źródła (sources) tranzystorów matrycy, stąd nazwa Source Drivers. Obwody Source Drivers są wielokrotnie bardziej skomplikowane niż obwody Gate Drivers, ponieważ muszą nie tylko sterować jasnością, ale też dodatkowo zrealizować tak zwaną korekcję gamma. Korekcja gamma jest wymagana z uwagi na nieliniowość ludzkiego wzroku i nieliniowość wyświetlacza, a celem jest to, żeby przesyłane z procesora cyferki od 0 do wartości maksymalnej, powodowały wrażenie liniowej zmiany jasności.

Większe matryce OLED też są aktywne (AMOLED), tylko zawierają co najmniej dwa tranzystory na każdy (sub)pixel – szczegóły na rysunku 12 w EdW 9/2019 str 39.

W matrycach aktywnych: AMOLED i AM LCD (TFT LCD) nie ma problemu współczynnika wypełnienia, który może wynosić 0,1% lub jeszcze mniej. Nie ma, ponieważ nawet tak wąski impuls wystarczy, by naładować pojemność (sub)pixela, która poniekąd pełni funkcję pamięci stanu tego (sub)pixela.

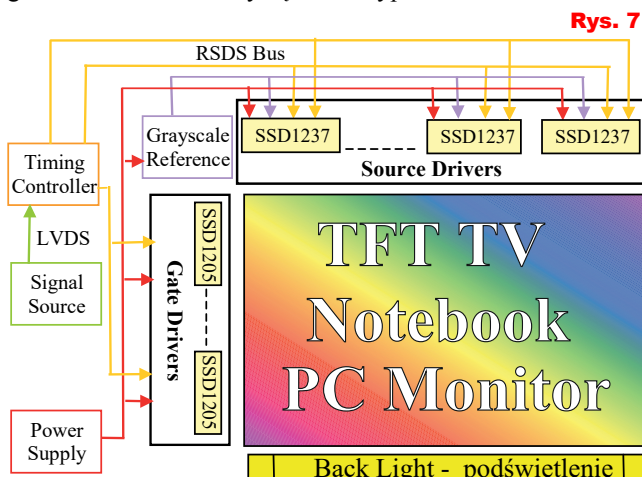
W każdym razie jeden układ scalonego sterownika lub kilka układów,

muszą mieć taką liczbę wyjść, jaka jest sumaryczna liczba rzędów i kolumn matrycy obsługiwane go wyświetlacza.

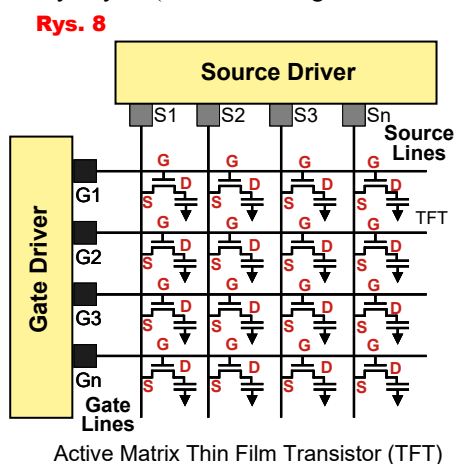
O m ó w i ł ś m y z grubsza obwody wyjściowe sterujące matrycą. A jak wyglądają pozostałe obwody?

Omówimy je w następnym odcinku.

Piotr Górecki



Rys. 7

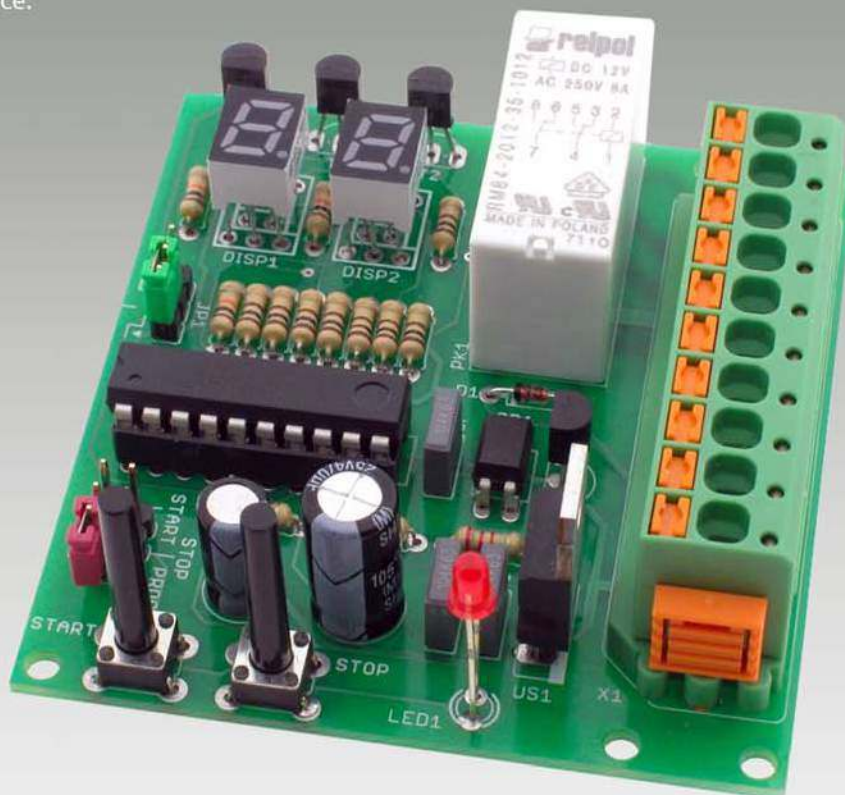


Rys. 8

Active Matrix Thin Film Transistor (TFT)

AVT 5610 Uniwersalny przełącznik czasowy ze złączem SKEDD

Prezentowana „czasówka” to jednofunkcyjny przełącznik z programowanym czasem załączenia, wyzwalany przyciskiem lub optoizolowanym wejściem napięciowym, mający możliwość wyłączenia przed upływem odmierzonego czasu. Dwa wyświetlacze 7-segmentowe LED ułatwiają programowanie czasu, a także pokazują jego upływ w stanie aktywnym. Wielkim atutem tego przełącznika czasowego jest zastosowanie innowacyjnego złącza wtykowego niewymagającego lutowania w płytce.



Zwora wyboru wyzwalania
zbocze narastające lub opadające

Złącze konfiguracyjne
odliczania czasu

Innowacyjne złącze
beznarzędziowe

Sygnalizacja odliczania czasu

Kod handlowy:
AVT5610



sklep.avt.pl

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

Tranzystory

Sterowanie MOSFET-ami

część 2

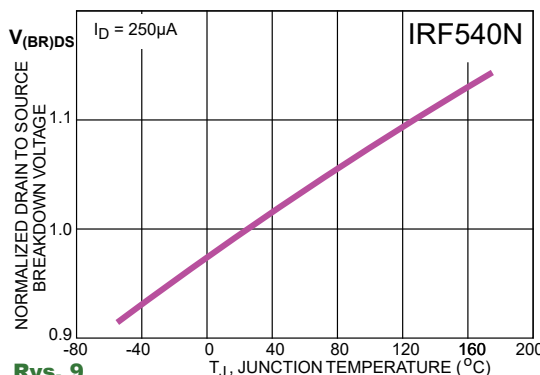
Pierwszą część artykułu zakończyliśmy rozważaniami dotyczącymi doboru MOSFET-ów. Były to jedynie elementarne informacje, ponieważ zagadnienie ma wiele aspektów, które będziemy omawiać po kolei. Najpierw kwestia napięcia.

Wybór $U_{(BR)DS}$

Dla porządku trzeba wspomnieć, że podane w katalogu napięcie przebicia $U_{(BR)DS}$ dotyczy temperatury struktury $+25^{\circ}\text{C}$ i (korzystnie) zwiększa się nieco ze wzrostem temperatury, jak pokazuje rysunek 9, dotyczący IRF540. W innych katalogach podany jest współczynnik cieplny napięcia $U_{(BR)DS}$ w (mili)woltach na stopień Celsjusza. Zmiany w pełnym zakresie temperatur są niewielkie, poniżej 15% i w praktyce nie ma to znaczenia.

Dziś nie jest problemem znalezienie MOSFET-ów o dużym napięciu dopuszczalnym $U_{(BR)DS}$ i jednocześnie o małej rezystancji R_{DSon} . Jednak warto zachować umiar. I nie kopiować zwyczajów, związanych z tranzystorami bipolarnymi, których dopuszczalne napięcie pracy (U_{CE0} , U_{CES}) dużo mniej wpływa na parametry i cenę niż w MOSFET-ach. Przykładem mogą być popularne BC546, BC547, BC548, różniące się praktycznie tylko napięciem pracy, gdzie napięcie U_{CE0} wynosi odpowiednio: 65V, 45V, 25V. Przy ponad 2,5-krotnej różnicy napięć ($65\text{V}/25\text{V} = 2,6$) pozostałe parametry są bardzo podobne, niemal identyczne.

W przypadku MOSFET-ów jest inaczej: jeżeli tranzystory miałyby mieć taką samą wartość rezystancji R_{DSon} , to typ o 2,6 razy wyższym dopuszczalnym napięciu U_{DS} na pewno musi mieć „grubszą” i większą strukturę, a więc będzie miał większe szkodliwe pojemności (a jeżeli miałby mieć podobną pojemność, to na pewno będzie miał znacznie większą rezystancję R_{DSon}). Najprawdopodobniej będzie też znacząco droższy, choć to nie musi być prawdą z uwagi na konkurencję, zwłaszcza między mniej i bardziej renomowanymi wytwórcami.



Rys. 9

Dlatego **dobierając tranzystor MOSFET do danego zastosowania, warto wybrać typ o katalogowym maksymalnym napięciu U_{DS} niewiele większym niż spodziewane najwyższe napięcie w pracującym układzie.**

W niektórych zastosowaniach, gdzie obciążenie jest rezystancyjne i nie są spodziewane przepięcia, wystarczy MOSFET o katalogowym napięciu U_{DS} tylko o 10...20% wyższym od napięcia zasilania (o ile nie będzie pracował w temperaturach ujemnych, co obniża $U_{(BR)DS}$). Jednak w wielu układach, gdzie MOSFET steruje obciążeniem o charakterze indukcyjnym, czyli na przykład w większości przetwornic, napięcie U_{DS} musi być znacznie wyższe od napięcia zasilania, często ponad dwa razy większe, zależnie od wykorzystanej konfiguracji układowej i spodziewanych przepięć.

Zapamiętaj raz na zawsze: **nie warto stosować MOSFET-ów o napięciu U_{DS} dużo wyższym, niż wynika to z realnych potrzeb.**

Wybór R_{DSon}

Zależnie od prądu i innych warunków należy rozsądnie wybrać tranzystor – klucz o odpowiedniej rezystancji R_{DSon} .

Prąd pracy, płynąc przez w pełni otwarty tranzystor, spowoduje wydzielanie mocy strat, tak zwanych strat statycznych, strat przewodzenia (*conduction losses*), o wielkości wyrażonej przez powszechnie znany wzór Joule'a: $P_S = I^2 R_{DSon}$

W zastosowaniach, gdzie MOSFET – klucz jest (szybko) włączany na dłuższy czas, są to jedyne znaczące straty mocy.

Nawet gdy dokładnie znana jest wartość prądu pracy I , nie ma ścisłej reguły, jaka powinna być moc strat i jak mała musi być powodująca je rezystancja R_{DSon} .

Warto pamiętać, że MOSFET w klasycznej, przewlekanej obudowie TO-220 *bez radiatora* może rozprzyszczyć do dwóch watów mocy strat – oczywiście jego obudowa będzie wtedy mieć aż około $+150$ stopni Celsjusza.

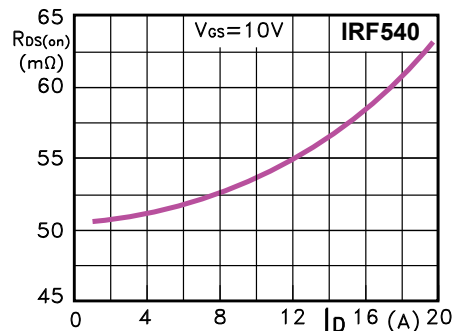
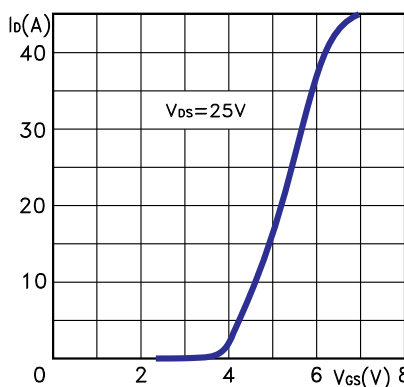
Dziś łatwo można wybrać MOSFET o bardzo małej R_{DSon} . Przykładowo przy rezystancji $R_{DSon} = 1\text{m}\Omega$ moc strat 2W wydzieli się w otwartym tranzystorze dopiero przy ciągłym prądzie o wartości 45A! A bardzo rzadko trzeba przełączać tak ogromne prądy (które zresztą podgrzewać będą przewody i styki silniej niż MOSFET). Przy dużym jak dla elektronika prądzie 5A moc strat w takim tranzystorze wyniosłaby tylko znikome 25 miliwatów, a spadek napięcia na otwartym tranzystorze jedynie pomijalne 5mV. Oczywiście można taki tranzystor zastosować, ale czy nie wystarczy tańszy typ o większej rezystancji R_{DSon} , na przykład 10m Ω ? Przy prądzie 5A da spadek napięcia 0,05V i moc strat tylko 0,25 wata, co podgrzeje obudowę o jakieś 15°C ...

Wybór jest bardzo szeroki i zależy tylko od Ciebie!

Tylko ważna przestroga: Wcześniej mówiliśmy, że maksymalne napięcie drenu $U_{(BR)DS}$ w niewielkim stopniu zależy od temperatury. Inaczej jest z rezystancją R_{DSon} .

Po pierwsze, w ofertach handlowych (a także na pierwszej stronie kart katalogowych) może być podawana albo typowa, średnia wartość R_{DSon} , albo wartość maksymalna, gwarantowana dla wszystkich egzemplarzy. Warto na to zwracać uwagę.

Po drugie, katalogowa wartość R_{DSon} zawsze jest mierzona przy użyciu krótkich impulsów i zawsze dotyczy nierealnej temperatury struktury $+25^{\circ}\text{C}$, a przecież w ogromnej większości zastosowań temperatura struktury jest dużo wyższa, nawet do $+175^{\circ}\text{C}$. A wzrost temperatury znacząco zwiększa rezystancję R_{DSon} . Przykład

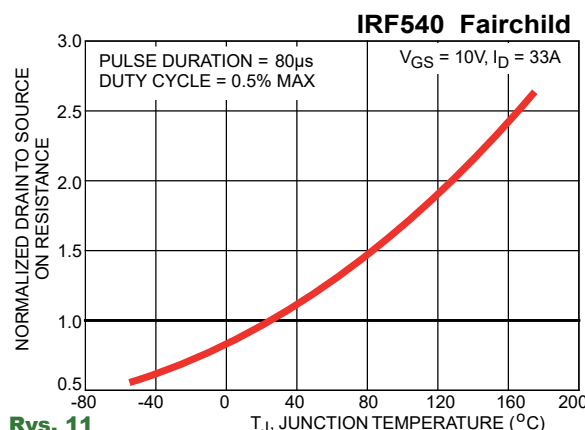
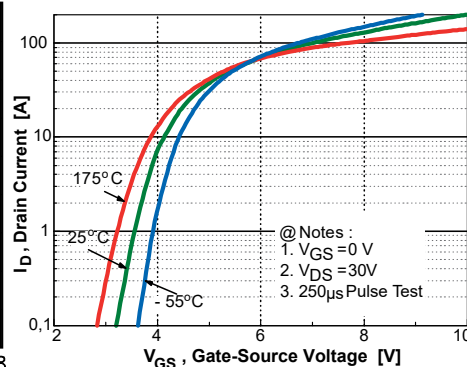


Rys. 10 pokazany jest na **rysunku 10**. Katalogi innych producentów podają nieco mniejsze wzrosty rezystancji $R_{DS(on)}$, ale rzeczywista rezystancja $R_{DS(on)}$ przy maksymalnej temperaturze złącza może stać się nawet 2,5 razy większa od katalogowej. A to proporcjonalnie wpłynie na moc strat ($P = I^2 R$).

Wpływ temperatury jest dość duży, nie można go pominąć, a wartość rezystancji R_{DS} włączonego tranzystora zależy też zauważalnie od prądu drenu oraz od napięcia bramki.

Przykład zależności rezystancji R_{DS} od prądu drenu pokazany jest na **rysunku 11**. Jak widać, tego rodzaju zmiany są niezbyt duże, różnice nie powinny przekraczać 20%.

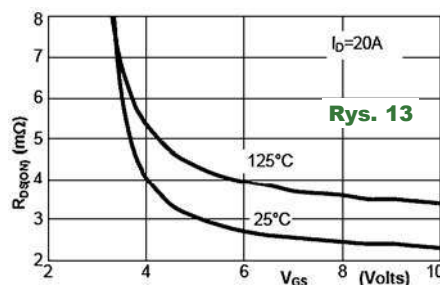
Problem zależności rezystancji R_{DS} ($R_{DS(on)}$) od napięcia bramki U_{GS} jest bardziej złożony. Zaczniemy od tego, że najważniejsze jest tu napięcie progowe U_{GSth} , czyli wartość napięcia U_{GS} , przy którym MOSFET zaczyna się otwierać. Zazwyczaj „zaczyna” oznacza przepływ prądu drenu 0,25mA albo 1mA.



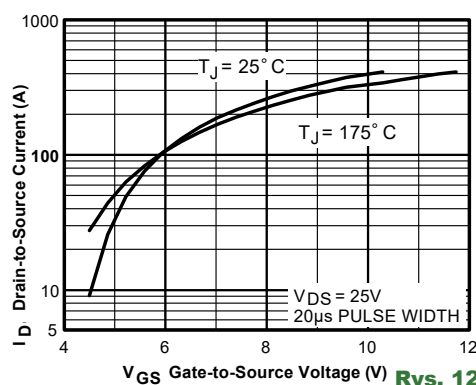
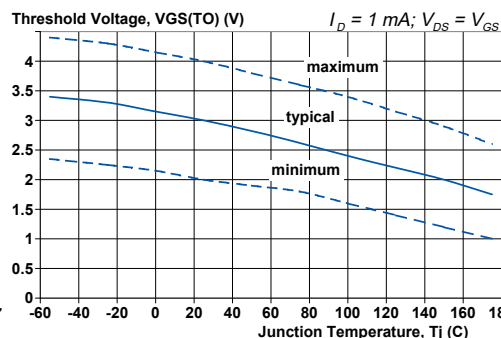
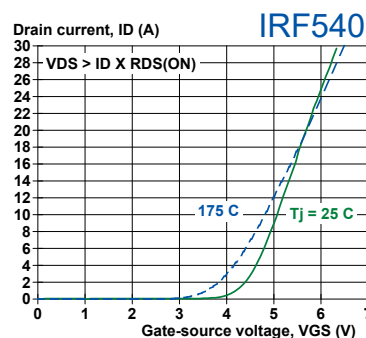
Rys. 11

Przy napięciu U_{GS} mniejszym od progowego U_{GSth} MOSFET jest zatkany i jego rezystancja jest ogromna.

Już napięcia bramki niewiele większe od U_{GSth} silnie zwiększają prąd drenu. Występuje tu „kwadratowa” zależność $I_D \sim (U_{GS} - U_{GSth})^2$. Przykład przebiegu charakterystyki IRF540 (ST) widoczny jest na **rysunku 12a**. Częściej jednak krzywe są rysowane przy logarytmicznej skali prądu, ale rzadko obejmują małe prądy jak na **rysunku 12b**,



Rys. 13



Rys. 12

dotyczącym IRFZ44. Częściej krzywe dotyczą tylko bardzo dużych prądów, jak na **rysunku 12c** z karty katalogowej IRF3205.

Z takich charakterystyk wynika niedwuznacznie, że w praktyce do skutecznego otwarcia MOSFET-a wystarczyłoby napięcie tylko o 0,5...1V wyższe od progowego napięcia U_{GSth} .

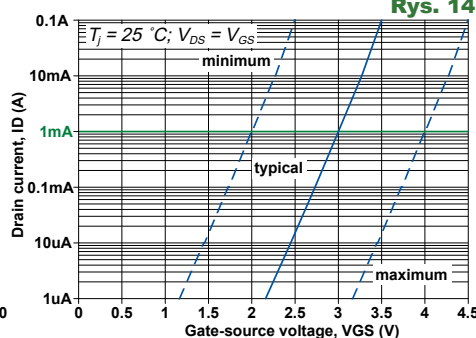
W zasadzie tak, ale są

dwa problemy. Jeden taki, że rezystancja otwartego tranzystora zauważalnie maleje przy dalszym wzroście napięcia U_{GS} , co ilustruje **rysunek 13**. Z tego powodu korzystniej jest podać na bramkę wyższe napięcie otwierające.

Drugi problem jest taki: niestety, występuje duży rozrzut napięć U_{GSth} między poszczególnymi egzemplarzami MOSFET-ów. **Rysunek 14** pokazuje dotyczące tej kwestii charakterystyki popularnego IRF540. W przypadku innych typów rozrzuty są podobne.

Ponadto do niedawna wykorzystywano przede wszystkim „klasyczne” MOSFET-y dużej mocy, w których napięcie progowe leży w zakresie 2...4V, a do pełnego ich otwarcia wykorzystywano napięcie 10...15V. Obecnie coraz popularniejsze są tranzystory MOSFET o obniżonym napięciu progowym bramki ($U_{GSth} = 1...3V$),

Rys. 14



przeznaczone też do sterowania napięciem 5V. Takie MOSFET-y często mają w oznaczeniu literkę L. Do ich pełnego otwarcia wystarczy napięcie bramki od 4,5 do 5V, ale często rezystancję R_{DSon} określa się dla nich także przy wyższym napięciu U_{GS} rzędu 10V.

Bardzo często w katalogach podaje się tylko zakres, w którym mieści się napięcie progowe U_{Gsth} w temperaturze pokojowej. Nie ma więc pewności, jakie będzie napięcie progowe i jak będzie przebiegać charakterystyka przejściowa konkretnego egzemplarza.

Podane informacje wskazują, że rzeczywiście do skutecznego otwarcia MOSFET-a wystarczyłoby napięcie bramki wyższe tylko o 0,5...1V od napięcia progowego użytego egzemplarza. Jednak z reguły nie znamy wartości U_{Gsth} konkretnego egzemplarza, a po drugie większe napięcie U_{GS} zauważalnie zmniejsza rezystancję R_{DSon} .

Ogólny wniosek jest prosty: **przy pracy w roli przełącznika – klucza napięcie otwierające podawane na bramkę powinno być możliwe dużo większe niż napięcie progowe U_{Gsth} .**

Nie może jednak być większe od dopuszczalnego napięcia bramki U_{GSmax} , które dla większości MOSFET-ów mocy wnosi $\pm 20V$, ale dla wielu nowocześniejszych jest mniejsze. Ten szczegół zawsze trzeba sprawdzić w katalogu.

Pamiętaj: **rzeczywista wartość rezystancji w stanie otwarcia R_{DSon} w tranzystorze mocno nagrzanym podczas pracy może być 2...2,5 razy większa od wartości R_{DSon} podanej w katalogu, zmierzanej w warunkach laboratoryjnych.**

Przyjmując do obliczeń taką zwiększoną wartość R_{DSon} i znając prąd pracy, policzymy, ile ciepła wydzieli się w tranzystorze: $P = I^2 \cdot R_{DSon}$. A znając wartość mocy strat, możemy oszacować, o ile zwiększy się temperatura struktury MOSFET-a. Hobbyści nadal najczęściej wykorzystują MOSFET-y mocy w obudowie TO-220, która bez radiatora ma rezystancję termiczną R_{thja} około $62^\circ C/W$. Oznacza to, że 1 wat mocy strat podwyższy temperaturę złącza (i w praktyce także obudowy TO-220) o 62 stopnie. Tranzystor może pracować bez radiatora przy 2 watach mocy strat, ale będzie wtedy dużo gorętszy niż gotująca się woda, co przy dotknięciu spowoduje oparzenie.

Sposobów na zmniejszenie temperatury struktury jest kilka:

- zastosowanie MOSFET-a o mniejszej rezystancji R_{DSon} ,
- zastosowanie MOSFET-a w większej obudowie (np. TO-247, TOP-3) o rezystancji R_{thja} około $50^\circ C/W$,

- dodanie radiatora.

Kwestia temperatury złącza jest o tyle ważna, że przekroczenie dopuszczalnej temperatury złącza (zwykle $+175^\circ C$) zwiększa prawdopodobieństwo uszkodzenia. Dość istotny jest też aspekt „oszczędnościowy”: zazwyczaj nie chcemy, żeby układ sterujący mocno się grzał, co obniża sprawność i rodzi kłopoty z odprowadzaniem ciepła do otoczenia. Dlatego trzeba rozsądnie dobrać typ MOSFET-a o sensownej wartości R_{DSon} .

Uśrednione straty

Przedstawione uwagi dotyczą najprostszych zastosowań i pracy ciągłej. W przypadku pracy impulsowej sprawa jest bardziej skomplikowana. Ale na razie pomijamy wpływ pojemności wewnętrznych i zajmujemy się tylko stratami przewodzenia w rezystancji ($P_S = I^2 \cdot R_{DSon}$).

Otóż przy pracy impulsowej tranzystor nie przewodzi prądu przez cały czas, a więc uśredniona moc strat przewodzenia będzie korzystnie mniejsza, ponieważ obliczoną dla prądu ciągłego moc strat statycznych P_S trzeba pomnożyć przez współczynnik wypełnienia impulsów D (0...1), co jest zilustrowane na **rysunku 15**. To dobra wiadomość, bo widać możliwość zmniejszenia ewentualnego radiatora.

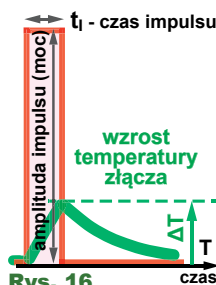
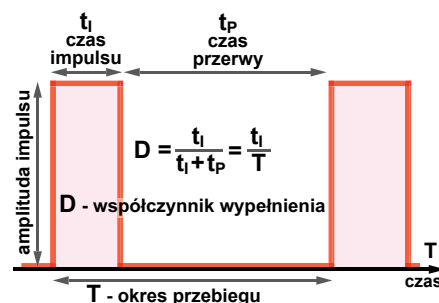
Tak, ale... Trzeba pamiętać, że zawsze najważniejszym ograniczeniem jest maksymalna temperatura złącza, której przekraczanie zwiększa prawdopodobieństwo uszkodzenia tranzystora. Ewentualny radiator można zmniejszyć przy niezbyt dużych czasach impulsu. A przy bardzo długich impulsach prawdopodobnie nie, a to z uwagi na niezbyt dużą bezwładność termiczną tranzystora. Przy bardzo długich impulsach w chwilach przepływu prądu struktura zdąży się bowiem rozgrzać do wysokiej temperatury. Dwa przypadki są zilustrowane na **rysunku 16**. Wszystko zależy od szybkości nagrzewania się złącza, czyli od bezwładności cieplnej danego MOSFET-a.

Rysunek 17 pokazuje charakterystyki tak zwanej przejściowej rezystancji termicznej.

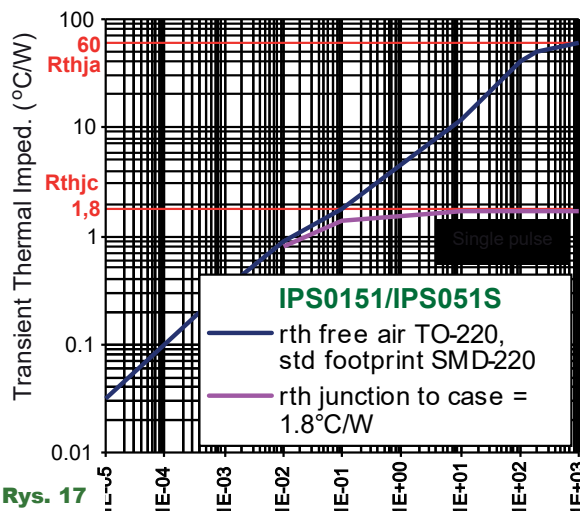
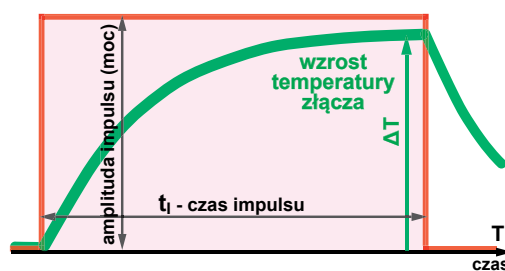
Są to trudne i obszerne zagadnienia, ale już tu można się zorientować, że w praktyce nie jest wcale tak źle. Krzemowa struktura elementu w obudowie TO-220 bez radiatora osiągnie finalną temperaturę (według rysunku 16b) dopiero przy impulsach trwających setki sekund, czyli ponad minutę. Przy krótszych impulsach mamy korzystniejszą sytuację z rysunku 16a. W prostych zastosowaniach, gdzie MOSFET jest włączany na dłuższy czas, jedynym problemem są straty przewodzenia, wynikające z przepływu prądu przez rezystancję R_{DSon} . Natomiast w zastosowaniach, gdzie przełączanie jest bardzo częste, dodatkowo trzeba też uwzględnić straty związane z procesem przełączania, na co ma wpływ szereg czynników i co będziemy dokładniej omawiać w dalszej części cyklu.

Piotr Górecki

Rys. 15



Rys. 16



Rys. 17

AVT HOBBY BOX Pakiet Elektronika Hobbysty

Zestaw specjalnie przygotowany dla hobbystów elektroników!

Wyjątkowość zestawu 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.



kod handlowy:
AVT HOBBY BOX
145 zł

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

E-prenumerata to:

- najszybszy dostęp do nowego wydania magazynu
- wygodne archiwum na www.avt.pl
- hipertekstowy spis treści i wyszukiwarka
- wbudowane linki – klikasz i jesteś na odpowiedniej stronie WWW

Zamów e-prenumeratę (.pdf) na
www.avt.pl/prenumerata/elektroniczne

e-prenumerata
roczna

111,00 zł
2 e-wydania gratis

e-prenumerata
dwuletnia

199,80 zł
6 e-wydań gratis

Prenumeratorzy
wersji drukowanej
za równoległe e-wydania
płacą tylko 20% ceny:
26,60 zł/rok
i 53,20 zł/2 lata



Wolisz wersję papierową? Zamów prenumeratę na www.avt.pl/prenumerata/drukowane



Zadanie główne 288

Podstawą zadania jest e-mail, jak kilka miesięcy temu przysłał **Marcin** z Wrocławia (który oprosił, by nie podawać nazwiska). Napisał on między innymi:

(...) druga propozycja zadania ma związek z moją sytuacją. W budynku gospodarczym przechowujemy różne rzeczy. (...) nie mamy piwnicy, co okazuje się niewygodne. Jak przychodzi zima, to trzeba sprawdzać temperaturę [w budynku gospodarczym], żeby nie zamrzły przechowywane tam owoce i warzywa. Zero to im jeszcze nie zaszkodzi, ale to znak, że trzeba coś z nimi zrobić, żeby nie zmarzły. (...) można włączyć grzejnik elektryczny (...) ale trochę szkoda, bo prąd jest drogi (...) zwykle kończy się przeniesieniem (...) żeby nie zamrzły i się nie zmarnowały (...) tak sobie pomyślałem, że potrzebny by mi był sygnalizator dźwiękowy albo jakiś inny, żeby zasignalizował spadek temperatury poniżej zera (...) [ale] dokładnie, bo kiedyś już próbowałem (...) ale się rozjeżdżał. (...) ja trochę znam układy cyfrowe, trochę mniej analogowe, ostatnio zachęciłem się do Arduino (...) dla mnie może być każde rozwiązanie, tylko żeby nie było bardzo skomplikowane i drogie (...) najważniejsze, układ sygnalizatora musi być dokładny (...) dokładność pół stopnia (...) z [budynku] gospodarczego mam pociągnięty przewód alarmowy – znajdzie się ze dwie wolne żyły (...) 230V jest na miejscu (...)

Marcin poruszył bardzo praktyczny problem ochrony owoców i warzyw przed zamarznięciem.

Można dyskutować o tym, czy próg sygnalizacji ma być ustawiony na zero, bo przecież warzywom zaszkodzi dopiero kilkustopniowy mróz.

Można byłoby się też zastanawiać, czy nie można rozwiązać problemu inaczej, na przykład wykonując dwie izolowane styropianem skrzynie: jedną na owoce, drugą solidniejszą na warzywa (w piasku), które byłyby podgrzewane grzejnikiem niedużej mocy lub na przykład jedną żarówką. Czy wtedy należałoby uwzględnić kwestię przyspieszonego dojrzewania i szybszego psucia?

To całkiem odrębne zagadnienia, którymi nie będziemy się zajmować w ramach tego zadania. My chcemy zwrócić uwagę na coś zupełnie innego niż przechowywanie owoców i warzyw. Dlatego temat zadania 288 brzmi:

Zaproponuj użyteczny w praktyce elektroniczny sygnalizator spadku temperatury poniżej zera.

W zasadzie sam układ elektroniczny można wykonać na najróżniejsze sposoby, o czym pisał Autor propozycji. Może być analogowy, może być cyfrowy. Zwracam jednak uwagę na bardzo ważny szczegół: ma to być układ **użyteczny w praktyce!**

Na pewno układ ma być stabilny. To akurat niezbyt trudny warunek: w praktyce wystarczy, żeby napięcie zasilania było stabilne i żeby wszystkie elementy mogły pracować także w niedużych temperaturach ujemnych.

Uwaga!

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

Na pewno trzeba wziąć pod uwagę precyzję, a tym samym kwestię kalibracji. Należy przewidzieć możliwość kalibracji oraz regulacji progu zadziałania czujnika, nawet jeżeli będzie nim uchodzący za precyzyjny DS18B20.

Zakładamy, że sygnalizator powinien mieć możliwość regulacji progu zadziałania w zakresie $-3...+3^{\circ}\text{C}$.

Jeżeli przyrząd ma być **użyteczny w praktyce**, to trzeba się zastanowić, czy ma on obudzić domowników głośnym dźwiękiem w środku nocy, czy poczekać do rana? A może wykorzystać inny sposób sygnalizacji?

Zachęcam do przeanalizowania zagadnienia i do nadsyłania rozwiązań zarówno praktycznych, jak i teoretycznych!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

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

www.sklep.avt.pl

Koszty przesyłki pokrywa AVT.

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

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

Zachęcam do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

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

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

opublikował swoją realizację projektu lub artykułu związanego z platformą Arduino.

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

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

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



Rozwiązanie zadania głównego 283

Temat wrześnieowego zadania 283 brzmiał:

Zaproponuj wykorzystanie modułu odtwarzającego pliki dźwiękowe.

To nietypowe zadanie wzbudziło duże zainteresowanie. Oto przegląd nadesłanych prac. Najpierw rozwiązania teoretyczne.

Paweł Marchewka z Pionek napisał: *Dzień dobry, domownicy kilka razy do roku wyjeżdżają z domu na wakacje, ferie zimowe, majówkę itp. Duża grupa osób pozostawia swoich pupili na podwórku lub w domu pod czyjąś opieką, np. sąsiada. Czasami nawet przemieszczają swoje zwierzęta w nowe miejsca do kogoś obcego na czas wyjazdu. Takie zwierzę tęskni za właścicielami, dlatego można mu podarować zabawkę na czas wyjazdu, pluszaka z modulem lub gdzieś przymocować np. w budzie moduł do odtwarzania plików dźwiękowych z nagraniem naszym głosem. Pomysł przyszedł mi do głowy, ponieważ osobiście znam rodziny, które dzwonią z wakacji do opiekunów, aby porozmawiać ze swoimi pupilami, bo zwierzątko od kilku dni nie je i chodzi z opuszczonymi uszami.*

Korzystając jeszcze z okazji, chciałbym wyrazić swoją krótką opinię dot. cykli „Taki zwyczajny zasilacz...” oraz „Wyświetlaczy graficznych”. Przyznam szczerze, do tej pory nie uważałem wyświetlaczy i zasilaczy za interesujące tematy. Po przeczytaniu obydwu artykułów aż nie mogę się doczekać następnego wydania i kontynuacji. Aż prosi się, aby połączyć wiedzę z obydwu artykułów i stworzyć własny, laboratoryjny zasilacz na kształt drogiego i profesjonalnego. Podsumowując, obydwa teksty czytało się bardzo lekko i są bardzo merytoryczne.

Okazja do realizacji zasilacza z zawierającym wiele informacji wyświetlaczem jak najbardziej będzie możliwa po zakończeniu cyklu „Taki zwyczajny zasilacz...”. A na razie warto zastanowić się nad wykorzystaniem modułów do rejestracji dźwięku.

Janusz Pańczyk z Poręby napisał do mnie bardzo krótko: Witam, tak podzucam w temacie tego Pańskiego Elektrita Presto: www.raspberrypi.org/blog/listen-to-world-war-ii-radio-recordings-with-a-raspberry-pi-zero/

Chociaż wg mnie trzeba pomiędzy wstawić nadajnik AM. Pozdrawiam.

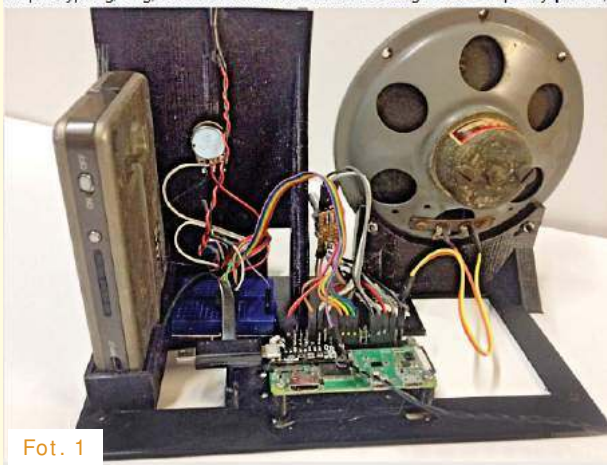
Gdy wszedłem na podaną stronę (w skrócie: <https://bit.ly/2txIRq0>), znalazłem opis zastąpienia wnętrza starego lampowego radia nowoczesną elektroniką – **fotografia 1**. Sama idea niezbyt dobra, chyba że „wnętrznosci” są całkowicie zniszczone. Następnym moim krokiem było odsłuchanie kilku starych nagrań Wolnej Europy ze strony: www.polskieradio.pl/68.Radia-Wolnosci. Można też znaleźć inne nagrania, więc realizacja „magicznego radia z dawnymi audycjami” jest jak najbardziej realna.

Szymon Wójtowicz z Warszawy poinformował: *W drugiej połowie 2016 roku zrealizowałem na potrzeby samorozwoju „projekt” wzorowany na projekcie „Cyfrowa i radiowa transmisja dźwięku” z książki „Język C. Pasma programowania mikrokontrolerów 8-bitowych” Mirosława Kardasia. Wykorzystałem inne zespoły niż wyżej wymieniony Autor (np. mikrokontrolery STM32F446 na płytce Nucleo, transceivery RFM75 2,4GHz), dodałem obsługę czujnika temperatury i wilgotności (DHT11) dla układu po „jednej stronie transmisji” i interfejs graficzny w postaci wyświetlaczy LCD TFT z panelem dotykowym.*

Budowa bezprzewodowego domofonu (Warszawa 06/2016 – 12/2016). Wykorzystane zespoły: płytka STM32F446 NUCLEO, transceiver RFM75, płytka z wyświetlaczem LCD TFT i panelem dotykowym, płytka z mikrofonem elektretowym, płytka ze wzmacniaczem audio PAM8403, głośnik 2W, czujnik temperatury i wilgotności, zasilacz sieciowy 5V DC. Zakres prac: programowanie mikrokontrolera STM32F446 w języku C z wykorzystaniem Eclipse i Git.

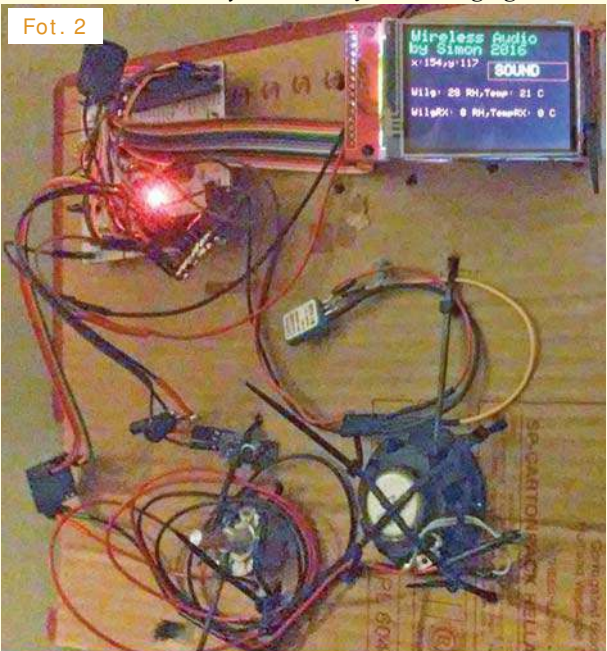
Zbudowana „linia radiowa” działa do dziś i składa się z dwóch prawie takich samych układów (jeden układ ma wspomniany wyżej czujnik temperatury i wilgotności) – jeden znajduje się w domu, drugi w gara-

raspberrypi.org/blog/listen-to-world-war-ii-radio-recordings-with-a-raspberry-pi-zero/



Fot. 1

żu. W stanie „spoczynkowym” układ znajdujący się w garażu transmituje „na żywo” temperaturę i wilgotność do układu znajdującego się w domu. Po naciśnięciu przycisku „SOUND TX” na ekranie dotykowym jednego z układów, dany układ zaczyna transmitować „na żywo” dźwięk do drugiego



Fot. 2



układu (próbkowanie wzmocnionego przez wzmacniacz operacyjny sygnału mikrofonu za pomocą wbudowanego w mikrokontroler ADC). Drugi układ odtwarza dźwięk za pomocą głośnika poprzez wbudowany w mikrokontroler DAC i wzmacniacz klasy D. Można więc powiedzieć/zaśpiewać/zagrać coś „z domu do garażu” albo „z garażu do domu”. Testowany zasięg transmisji wynosi niestety tylko kilkanaście metrów w otwartej przestrzeni, a w obecnym położeniu układy są oddalone od siebie o kilka metrów, ale przez grubą ścianę. Niestety transmisja jest jednokierunkowa (simpleksowa) – gdy jeden układ nadaje, to drugi odbiera i odwrotnie (transceiver w danej chwili jest albo nadajnikiem, albo odbiornikiem). Jakość dźwięku jest zadowalająca – częstotliwość próbkowania sygnału audio ustawiono na wartość 10,6kHz, gdyż dla większej jej wartości transceivery RFM75 „nie nadążały” z przesyłaniem próbek. Zbudowane układy nie zostały umieszczone w obudowie (...) Model z modulem radiowym RFM75 można zobaczyć na **fotografii 2**.

Adam Ples z Jaworzna napisał: *Dzień dobry (...)* Tym razem dosyć późno wpadłem na może nieco oczywisty pomysł, jakim jest... **mówiący multimetr**. Nieraz zdarzało mi się przeklinać, kiedy sonda pomiarowa „zjechała” z właściwej pozycji, kiedy tylko na sekundę odwróciłem się, żeby spojrzeć na wyświetlacz. Pomyślałem, że takie urządzenie mogłoby być tutaj wybawieniem. Ponieważ czasu było już mało, musiałem ograniczyć

swoje zapędy i zadowolić się projektem mówiącego woltomierza, co i tak było dla mnie sporym wyzwaniem. I muszę powiedzieć, że tym razem (co zdarza się rzadko) udało mi się stworzyć coś, czego sam chętnie będę używał w przyszłości.

Korzystając z okazji, chciałem jeszcze podziękować za publikację mojego projektu (od razu na okładce!) i miłe słowa we wstępie. Zobaczenie swojego dzieła na półce w sklepie z prasą było dla mnie naprawdę wielkim przeżyciem :) Dziękuję również za wszystkie przyznane nagrody. (...) pozdrawiam serdecznie

Mówiący woltomierz! Tego jeszcze nie było! Szykuje się kolejny projekt okładkowy (prawdopodobnie w maju lub czerwcu)! Na razie na **fotografii 3** można zobaczyć model mówiącego multimetru.

Teodor Woźniak z Łodzi zaczął tak: *Dzień dobry (...)* O wykonaniu „transmitera AM” myślę od dłuższego czasu w celach artystycznych (muzyka eksperymentalna). Chciałem do tego wykorzystać DSP. Prototypowe rozwiązanie to komputer z programem napisanym w C++, przejściówka USB->VGA z układem FL2000 (działa jako DAC) i radioodbiornik nastrojony na fale średnie lub krótkie. Film https://ams3.digitaloceanspaces.com/akceptacja/ee/Szko283Wozniak_film.mp4 w skrócie: <https://bit.ly/2sIeVaw> pokazuje działanie z 4 emulowanymi stacjami radiowymi odtwarzającymi różne pliki muzyczne. Słychać dużo szumu ze względu na zakłócenia EM z laptopa.

Fot. 3



CZYSTY ATOM

Bać się, czy nie bać – oto jest prawdziwie atomowe pytanie. O energię jądrową oczywiście. Czy bowiem szlachetniejszym jest zmniejszyć do zera ryzyko związane z ujarzmianiem reakcji atomowej i po prostu zamknąć wszystkie siłownie jądrowe, a badania naukowe ograniczyć do eksperymentów, czy może jednak warto spróbować iść za tym, kto „stawia opór morzu nieszczęść i w walce kładzie im kres”? Czyli: rozwijać atomowe technologie, wiedząc, że odpowiedzialnie stosowane i odpowiednio zabezpieczane są niezwykle efektywne, ekologiczne i – poza przypadkami losowymi, w rodzaju tsunami – bezpieczne?

Z drugiej strony, nie da się ukryć, że powierzenie tak potężnej mocy tak rozchwianej w sobie istocie, jak człowiek, w dodatku tak niepanującej wciąż nad siłami natury i kataklizmami, zakrawa nieco na szaleństwo. „Tak oto świadomość czyni nas tchórzami”...

Może jednak być i tak, że kryzys klimatyczny i energetyczny zmusi nas w końcu do postawienia na tę kartę. Oczywiście o ile wymyślimy, co robić z radioaktywnymi odpadami, bo na to rzeczywiście wciąż mądrych nie ma.

Nowy numer już w sprzedaży
www.ulubionykiosk.pl

Konieczne odwiedź mobilny serwis na smartfony i tablety MT NEWS 24/7:
m.młodytechnik.pl



Więcej informacji o użyciu układu FL2000 do SDR na stronie: <https://osmocom.org/projects/osmo-fl2k/wiki>.

Program został zoptymalizowany pod kątem „nadawania” wielu stacji bez nadmiernego obciążania procesora, i do modulacji wykorzystuje operacje w dziedzinie częstotliwości. Na pewno nie jest idealny i jak się popatrzy na falę dźwiękową, to widać artefakty wynikające prawdopodobnie z granic między blokami FFT. (...)

Jak wykorzystać tę technikę w urządzeniu wbudowanym w radioodbiornik? Można nagrać na karcie SD surowe sample widma radiowego i wykorzystując nawet mało wydajny mikrokontroler, wysłać je na szybki DAC. Przy 8-bitowych próbkach i częstotliwości próbkowania 3,2MHz (zgodnie z twierdzeniem Nyquista-Shannona pasmo 0–1,6MHz czyli LW i MW) 1 minuta zajmie 192MB. Pozdrawiam

Fotografia 4 to zrzut ze wspomnianej strony z filmem. EdW jest czasopismem dla „praktykujących elektroników”, omawia głównie aspekty sprzętowe, a nie programowe. Tutaj ze sprzętu mamy tylko gotowy (zapewne) moduł USB-VGA. Niemniej rozwiązanie jest interesujące i (po podkreśleniu aspektów sprzętowych) mogłoby być króciutko przedstawione w Forum Czytelników.

Jarosław Węgliński z Warszawy napisał: *Dzień dobry! Przesyłam rozwiązanie zadania głównego 283 – niestety na ostatnią chwilę. Na szczęście doczytałem oficjalny temat zadania, bo w planach były dwie wersje nadajnika – druga z użyciem Arduino, DAC08 i bezpośredniej syntezy sygnału radiowego. Bardzo wstępnie wydawało się to możliwe do realiza-*

cji – niestety zabrakło czasu, a samo opracowanie byłoby – jak się okazuje – niezgodne z tematem zadania.

Z kolei temat „wykorzystania modułu odtwarzającego pliki dźwiękowe” może być dobrą okazją do implementacji np. różnego rodzaju odstraszaczy zwierząt (odtwarzając dźwięki drapieżników), w tym nawet oficjalnego sposobu odstraszania bobrów:

http://www.fort-gerharda.pl/artukul_w-forcie-maja-sposob-na-gryzonia--doda-straszy-bobra_212.html w skrócie: <https://bit.ly/2Qlkg0A> z przebojami piosenkarki Doroty Rabczewskiej (problemem może być tylko kwestia praw autorskich i zgody na publiczne odtwarzanie utworów)...

Na **fotografii 5** pokazany jest model odtwarzacza z nadajnikiem zmontowany na płytce stykowej. Jest to praktyczna realizacja wspomnianej idei słuchania dawnych stacji radiowych, w „magiczny sposób” odbieranych na starych odbiornikach. W artykule Autor opisał kłopoty, jakie napotkał podczas realizacji i ich

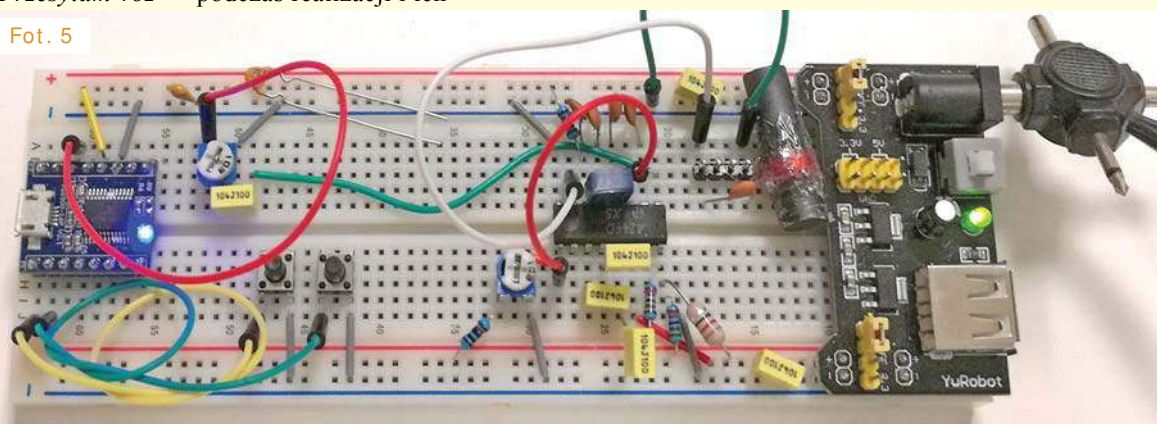
rozwiązanie – ten wartościowy materiał ukaże się w *Forum Czytelników*.

Interesujący jest też pomysł odstraszania zwierząt z wykorzystaniem piosenek – przebojów.

Praktyczną realizację tego pomysłu przedstawił **Marian Gabrowski** z Polkowic: *Dzień dobry! Chciałbym przedstawić swoją propozycję wykorzystania modułu odtwarzającego pliki dźwiękowe. Otóż jakiś czas temu w moim przydomowym ogródku po raz kolejny pojawił się kret i zaczął czynić ogromne spustoszenia. Miałem już pewne doświadczenie z próbami odstraszania kreta za pomocą dźwięków, przykładem niech będzie opisany w EdW 7/2012*



Fot. 5



układ „Antykreta”. Jednak nigdy nie wiadomo do końca, czy takowe urządzenie jest cokolwiek skuteczne, a na podstawie pojedynczych obserwacji nie sposób wyciągać ogólnych wniosków. Jednak sama zasada działania opisywanego antykreta wydawała mi się sensowna, bo skoro kret słyszy nawet ultraciche odgłosy żyjących w ziemi zwierzątek, to zapewne nie będzie lubił przebywać w głośnych miejscach. Dlatego po raz kolejny spróbowałem zaważyć z kretem za pomocą dźwięku, lecz tym razem z nieco większą ilością decybeli. Na (...) **fotografii 6** widać podzespoły użyte przeze mnie do zbudowanej naprędce instalacji odstraszającej kreta: wygrzebany wśród staroci wzmacniacz od wieży Unitra, tonsilowski głośnik o mocy 80W oraz chiński moduł mp3 z zasilaczem i dyskiem USB. Odtwarzacz miał na pendrivie wgrane kilka utworów muzycznych przeznaczonych do testowania zestawów dźwiękowych z subwooferami, „piosenki” te zawierały w swoich tytułach określenia „ultra-bass” i „hiper-bass”. Co do samej instalacji zestawu w ogrodzie to zdecydowałem się na rozwiązanie mieszane, nadziemno-podziemne. W wykopanym dolku umieściłem jedynie sam głośnik, membranę w dół, zabezpieczony przed wilgocią za pomocą worków foliowych i zasypany sporą ilością ziemi; z kolei wzmacniacz umieszczony został w pobliskiej szopce gospodarczej. W normalnych warunkach moc muzyczna opisywanego zestawu niemalże uniemożliwiała przebywanie w bezpośrednim sąsiedztwie głośnika, jednakże po jego umieszczeniu pod ziemią dźwięk muzyki był prawie niesłyszalny, jedynie osypujące się ziarenka psianki i drżenie gruntu pod nogami świadczyło o tym, że całość działała zgodnie z planem. Zapętlone

odtwarzanie basowych utworów, zawierających wszelkie możliwe częstotliwości, z mocą powodującą niemalże miniaturowe trzęsienie ziemi – czy to skutecznie zniechęci kreta do przebywania w ogródku? Byłem niemal całkowicie pewien, że niechciany lokator wyprowadzi się w te pędy! Niestety, po kilku dniach ujrzałem kolejny kopczyk kreta, bodajże dwa metry od głośnika, a cały mój misterny plan okazał się wielką porażką.

Jednakże sama idea jest ciekawym pomysłem, a moduły odtwarzające pliki dźwiękowe mogą być dobrym punktem wyjściowym do systemów odstraszających zwierzęta. Warto zwrócić uwagę, że w Polsce stosowane są tego typu instalacje, dla przykładu Urządzenie Ochrony Zwierząt UOZ-1, stosowane na kolei. Przy czym wspomniane urządzenie nie odstrasza jedynie decybelami, lecz odtwarza specjalnie opracowaną przez zoopsychologów atrapę bodźców kluczowych, czyli sekwencję naturalnych alarmująco-informacyjnych sygnałów dźwiękowych (między innymi ostrzegawczy krzyk sójki, ujadanie psów w nagonce czy też głos przerażonego zająca).

Pozdrawiam.

PS. Jednocześnie proszę o nieprzynawanie mi jakichkolwiek nagród rzeczowych. Zgodnie z życzeniem, przydzielam tylko punkty. Autor przedstawionego materiału podzielił się z nami bardzo cennymi doświadczeniami! Jednocześnie

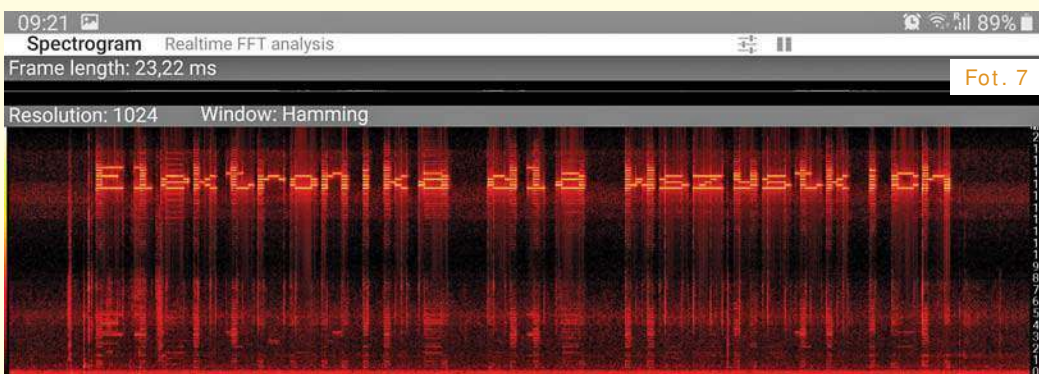
nie wskazał na bardziej skuteczne sposoby. Jeżeli ktoś z Czytelników osiągnął lepsze efekty lub mógłby jeszcze bardziej przybliżyć zagadnienie – chętnie udostępniemy łamy EdW.

Łukasz Nowak z Gdańska napisał: (...) Jako rozwiązanie zadania głównego 283 chciałbym zgłosić dość nietypowy projekt, który opracowałem już jakiś czas temu i o którym przypomniałem sobie właśnie podczas lektury EdW. Projekt dotyczy umieszczania ukrytych wiadomości w plikach audio za pomocą kodowania spektralnego.

Ciąg znaków zapisanych w postaci symboli 5x8 (lub podobnej) przekształcany jest na zbiór składowych harmonicznych odpowiadający rozmieszczeniu punktów w symbolach. Taki sygnał zapisywany jest w postaci pliku audio, który może zostać odtworzony na dowolnym urządzeniu. W szczególności nadadzą się tutaj wspomniane w temacie zadania tanie moduły odtwarzaczy.

Wiadomość można odczytać na ekranie smartfona lub tabletu po uruchomieniu dowolnej aplikacji wyświetlającej spektrogram, tj. widmo amplitudowe dźwięku w funkcji czasu, z kodowaniem amplitudy w postaci kolorów. Najlepiej zilustruje to zamieszczony zrzut ekranu [zrzut – **fotografia 7**].

W zależności od wybranego zakresu częstotliwości, w którym kodowane są znaki, sygnał może być np. słyszalny w postaci pisków lub niesłyszalny w ogóle. Plik taki można też zmiksować



R E K L A M A

AVT 1995 Precyzyjny timer 1 sekunda...99 minut

Timer przeznaczony do precyzyjnego odliczania „w dół” zadanych odcinków czasu z zakresu 1 sekunda...99 minut. Ma przy tym możliwość wprowadzenia czasu odliczania w formacie minut i sekund. Rozdzielczość w zakresie od 1 sekundy do 9 minut i 59 sekund wynosi 1 sekunda, natomiast w zakresie 10...99 minut zwiększa się do 10 sekund. Wbudowany przekaźnik oraz łatwa, intuicyjna obsługa kwalifikuje układ do realizacji funkcji czasowych w nieskomplikowanych układach automatyki.

Znajdź nas na





z dowolnym innym dźwiękiem, np. muzyką, zapewniając odpowiednią separację pasm.

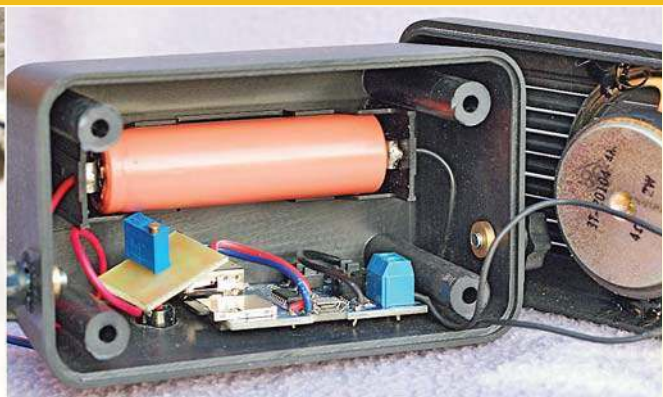
Plik audio z wiadomością zakodowaną w paśmie 16–18kHz i odtwarzany z małego głośnika dołączonego do modułu odtwarzacza może zostać z łatwością odczytany na spektrogramie przez osoby znajdujące się w promieniu kilku metrów od źródła. Moduł odtwarzacza, po umieszczeniu w wyznaczonym miejscu, będzie nadawał wiadomość dostępną tylko dla wtajemniczonych, którzy będą wiedzieli, gdzie i w jaki sposób można ją odczytać.

Do czego takie coś może się przydać? Do zabawy, w celach edukacyjnych lub jakichkolwiek innych, jakie przyjdą nam do głowy ;)

Kod programu do generowania ukrytych wiadomości w plikach audio dostępny jest na moim githubie: <https://github.com/drukasz/spectre>.



Fot. 8



Zamieszczone są tam także przykładowe wyniki jego działania. Program napisany został w języku Python, dostępny kod źródłowy należy uruchomić w tym środowisku, odpowiednio zmieniając parametry wejściowe i dostosowując je do swoich potrzeb. Szczegółowe instrukcje użycia zawarte są w załączonych plikach tekstowych w archiwum. Pozdrawiam serdecznie. Także i w tym przypadku mamy do czynienia z bardzo interesującym rozwiązaniem, którego aspekty sprzętowe są szczątkowe. Zachęcam do wypróbowania opisanego programu!

Michał Stach z Kamionki Małej tym razem napisał: *Dzień dobry Przysyłam rozwiązanie SzK283 – MP3 dzwonek do drzwi. Układ wykonałem na Dzień Matki w br. Układ działa bezawaryjnie od tamtej pory i cieszy się sporą sympatią, odtwarzając „Marsz Radeckiego” w miejsce, gdzie (widoczny częściowo na fotografii 8) stary dzwonek robił tylko „ding...ding...”.* Pozdrawiam serdecznie.

Jak widać, konstrukcja jest prosta: oprócz modułu odtwarzacza plików dźwiękowych i akumulatora, potrzebnych jest tylko kilka elementów. Układ zostanie przedstawiony w Forum Czytelników.

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 (wrzucając do koszyka pod adresem www.sklep.avt.pl) towary za przydzieloną sumę, a w uwagach piszą, że jest to kupon ze Szkoły Konstruktorów. Kupon za zadania z kolejnych miesięcy można sumować, by kupić sprzęt o większej wartości. Istnieje też możliwość dopłaty różnicy cen w przypadku zamówienia na sumę większą niż przydzielony w Szkole kupon.

Ale uwaga: kupon ważny jest tylko 12 miesięcy – po tym terminie traci ważność i przepada.

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 288, 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

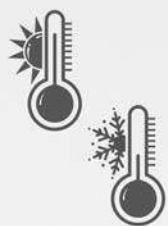
Punktacja Szkoły Konstruktorów



Sławomir Węgrzyn Dziekanówce.....	92	48Lukasz Olszok Tarnowskie Góry.....	45	Marian Caruk Lubią.....	17
Daniel Turbasa Kraków.....	88	Krzysztof Kawa Lubęza.....	44	Roman Braumberger Bytom.....	16
Lukasz Dachowski Cymbark.....	72	Adam Ples Jaworzno.....	43	Lukasz Kojro Gdańsk.....	15
Aleksander Bernacki Magnuszowice.....	69	Szymon Czepiel Piszczowice.....	43	Rafał Orodziński Białystok.....	15
Szymon Trygar Szczecin.....	66	Piotr Gajdosz Grybów.....	41	Jacek Rączka Polonia.....	14
Radosław Smalec Zabrze.....	64	Dawid Placha Rdzawa.....	38	Marcin Malich Wodzisław Śl.....	13
Krzysztof Smoliński Poznań.....	63	Maciej Zieliński Kraków.....	33	Paweł Sablik Piszczowice.....	13
62Artur Bereit Barcin.....	60	Rafał Rówiak Ślabosów.....	26	Andrzej Adamczyk Ostrowiec Św.....	11
Robert Szolc Bytom.....	58	Michał Stach Kamionka.....	29	Paweł Mysłowice.....	10
Andrzej Herbut Siekierzyn.....	52	Lukasz Nowak Warszawa.....	25	Leszek Galos Oleśnica.....	8
Paweł Hoffmann Wrocław.....	51	Marian Gabrowski Polkowice.....	23	Mateusz Racyński Warszawa.....	8
Adam Sobczyk Warszawa.....	50	Teodor Woźniak Łódź.....	23	Oskar Stepien Wrocław.....	8
Sebastian Jarmosiewicz Motwica.....	50	Tomasz Zaorski Kalinówka.....	21	Piotr Taton Kęty.....	8
Michał Pędzimaż Stara Słupia.....	49	Jakub Gajda Kraków.....	20	Jarosław Węgliński Warszawa.....	7

R E K L A M A

AVT 1830 Sygnalizator temperatury do pieca CO



- pomiar temperatury w zakresie -55...+125 °C,
- sygnalizacja przekroczenia ustawionej temperatury granicznej
- sygnalizacja optyczna i dźwiękowa oraz wyjście przekaźnikowe
- doskonale sprawdzi się jako wskaźnik temperatury pieca C.O.
- w zestawie komplet elementów wraz z obudową z panelem frontowym oraz wodoodpornym czujnikiem
- zasilanie: 9...14VDC, 200mA;



Temperatura zmierzona	28.6°C	± 80°C	Górna wartość graniczna
Zarejestrowana wartość skrajna	! 87.0°C	± -10°C	Dolna wartość graniczna

AVT 3129 Zamek elektroniczny / immobilizer

Zamek elektroniczny o licznych właściwościach funkcjonalnych, który można zastosować w sejfach, komputerach, samochodach, a także jako zamek przy drzwiach wejściowych do różnego rodzaju pomieszczeń.

- możliwość zapamiętania do 15 kluczy (2 klucze w zestawie)
- praca w trzech trybach:
 - monostabilnym,
 - bistabilnym,
 - czasowym (z regulowanym czasem załączenia)
- świetlna sygnalizacja stanu pracy zamka
- wbudowany przekaźnik 230 V / 10 A
- zasilanie: 9...15 VDC / 100 mA
- pobór prądu w stanie czuwania: 6 mA



Kod handlowy:
AVT3129



sklep.avt.pl

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

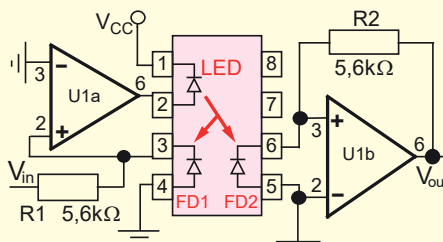


Co tu nie gra? Zadanie 288

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat wzmacniacza izolacyjnego.

Jak zwykle pytanie brzmi:
Co tu nie gra?

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



Rys. A

Odpowiedź oznacz **NieGra288** 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 innymi wybranymi czasopismami AVT.

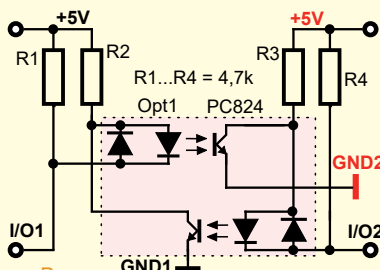
Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 283

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 9/2019 schemat uproszczonego obwodu izolacji galwanicznej linii danych z dwukierunkowym transferem danych.

Jak zwykle, także i w tym schemacie (przygotowanym specjalnie na potrzeby tego zadania) doszukaliście się więcej niż jednego błędu.

Aby odpowiedzieć na pytanie *Co tu nie gra?*, najpierw trzeba było dobrze zrozumieć zasadę działania tego układu. Znakomitą pomocą w rozwiązaniu było niedawne zadanie *Jak to działa?* rozwiązane w numerze 4/2019. Analizowany tam był układ izolacji galwanicznej (jednej linii) łączą I2C, pokazany na **rysunku C**. Ma on przekazywać dane w dwóch kierunkach, nie ulegając przy tym zatrzaśnięciu. Pomysł układu z rysunku C pojawił się już około roku 1998 w jednej z not aplikacyjnych National Semiconductor. Schemat jest popularny i można go znaleźć w wielu miejscach w Internecie. W układzie z rysunku C w spoczynku oba punkty oznaczone SDA1, SDA2 „wiszą w powietrzu”, a to znaczy, że żaden z transoptorów nie przewodzi i układ nie pobiera prądu.

Jeżeli w układzie z rysunku C punkt B (SDA1) potraktujemy jako wejście i zewrzymy do masy, wtedy sytuacja będzie wyglądać jak na **rysunku D**. Prąd popłynie przez rezystor R1, ale co ważniejsze, także przez R2



Rys. B

i diodę LED transoptora Opt1. Otworzy to tranzystor wyjściowy transoptora Opt1. W punkcie F napięcie będzie bliskie zeru. Napięcie w punkcie D będzie wyższe o spadek napięcia na diodzie Schottky'ego D2, ale i tak będzie niższe niż 1V, więc w punkcie D, będącym teraz wyjściem, będzie panował stan niski.

Jeżeli natomiast punkt D potraktujemy jako wejście i zewrzymy do masy, to sytuacja będzie taka, jak pokazuje **rysunek E**. Prąd popłynie przez rezystor R4, ale też przez połączone w szereg rezystor R3 i diodę transoptora Opt2. Przewodzący tranzystor wyjściowy transoptora Opt2 spowoduje, że w punkcie E napięcie będzie bliskie potencjałowi masy. W punkcie B napięcie będzie wyższe o spadek napięcia na diodzie Schottky'ego D1,

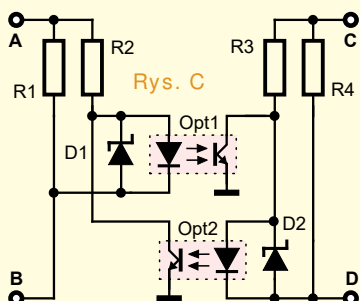
ale zapewne będzie mniejsze od 1 wolta. W punkcie B, które teraz jest wyjściem, będzie panował stan niski.

Dzięki obecności diod (Schottky'ego) D1, D2 nie ma dodatniego sprzężenia zwrotnego, dzięki czemu układ nie zatrzaśnie się.

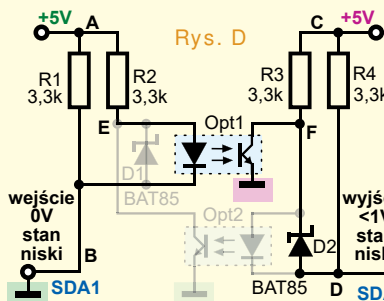
Działanie tylko na pozór jest proste i oczywiste. Jednym z problemów jest współczynnik CTR, czyli „przekładnia prądowa” transoptorów. Drugim ich szybkość. A w analizowanym układzie z rysunku B jeszcze jedna okoliczność.

Po omówieniu w EdW 4/2019 działania takiego pożytecznego rozwiązania celowo postawiłem rozwiązywane teraz zadanie NieGra283, żeby zwrócić uwagę na niebezpieczeństwa. Otóż na rysunku B przedstawiłem schemat na pozór bardzo sprytnie zmodyfikowany. Ta sprytna i oszczędna modyfikacja miałaby polegać na zastosowaniu tylko jednego, podwójnego transoptora PC824 z wbudowanymi diodami, co miałyby zastąpić dwa transoptory i dwie oddzielne diody z rysunku C.

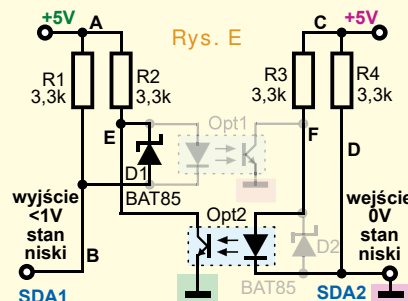
Niestety, takie oszczędne rozwiązanie wcale nie jest sprytnie, tylko jest z gruntu błędne i to z kilku powodów, które zgłosiliście. Powody te stają się



Rys. C



Rys. D



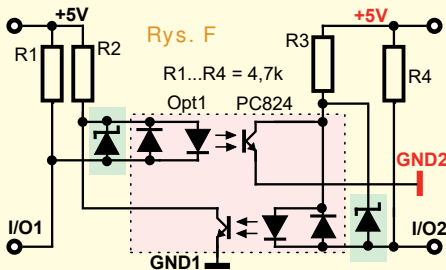
Rys. E

jasne po przeanalizowaniu karty katalogowej PC824.

Po pierwsze trzeba odnotować, że najpopularniejsze są transoptory PC817 i ich liczne odpowiedniki. PC817 to transoptor pojedynczy, a jego wersją podwójną jest PC827.

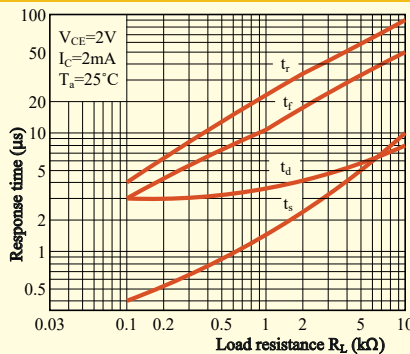
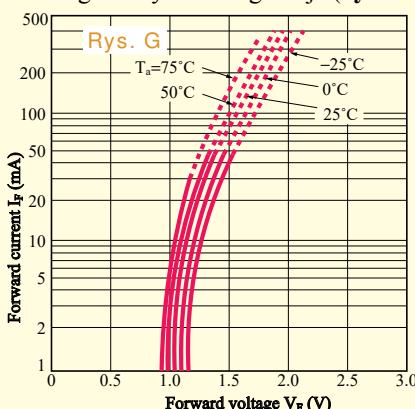
A my mamy w układzie PC824, który zawiera dodatkową diodę. Nie jest to dioda krzemowa, tylko druga dioda LED, a ściślej druga dioda podczerwona IRED. Transoptory PC824 nazywane są zmiennoprądowymi (AC Input). A to poważnie zmienia działanie układu z rysunku B! Wprowadza dodatnie sprzężenie zwrotne i wręcz uniemożliwia działanie konwertera!

Ten problem można wyeliminować, dodając w układzie diody (Schottky'ego) według **rysunku F**.



Ale to nie zagwarantuje, że układ będzie działał! Kolejnym problemem, który zgłosiliście, jest przekładnia CTR. W układzie występują cztery rezystory o wartości 4,7kΩ. Taka wartość często spotykana jest w obwodach łącza I2C, więc nie budzi czujności. Ale tu mamy w układzie transoptory.

Jak słusznie wyliczyliście, prąd diod LED będzie mniejszy niż 1mA. Przy takim prądzie spadek napięcia na diodzie IRED wynosi około 1 volta (**rysunek G**), więc na rezystorze 4,7kΩ wystąpi 4V, co daje prąd około 0,85mA. Według karty katalogowej (**rysunek**

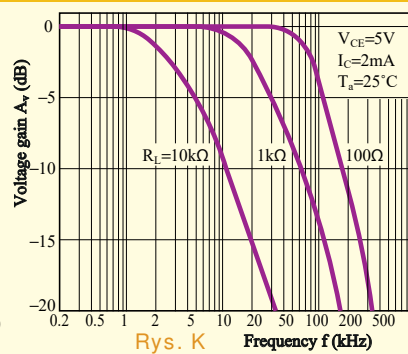
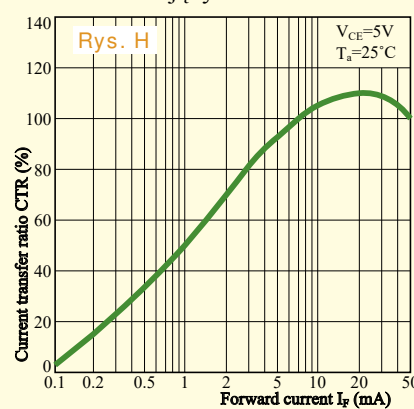


H) typowa wartość przekładni CTR przy prądzie 1mA to około 50%. Niekorzystnie zmniejsza się jednak ona ze wzrostem temperatury (**rysunek J**). Ponadto na początku karty katalogowej jest wyraźnie powiedziane, że gwarantowana dla wszystkich egzemplarzy wartość CTR przy prądzie 1mA to tylko 20%.

Nawet gdyby przekładnia wynosiła 50%, daje to prąd wyjściowy fototranzystora tylko 0,425mA, co na rezystancji 4,7 kilooma da spadek napięcia 2V, a więc przy zasilaniu 5V napięcie wyjściowe miałyby +3V, czyli byłby to stan wysoki, a nie niski. W rzeczywistości obciążeniem fototranzystora jest równoległe połączenie dwóch rezystorów 4,7kΩ (jeden z diodą Schottky'ego w szereg, co niewiele zmienia sytuację).

Przekładnia jest ewidentnie za mała i powinna wynosić co najmniej 200% w najgorszych warunkach. Transoptor PC824 na pewno tego nie zrealizuje!

Ogólnie biorąc, w tym zastosowaniu nie powinny być użyte transoptory z pojedynczym (foto)tranzystorem wyjściowym, bo mają za małą przekładnię. Aby jednak uniknąć problemów z napięciem nasycenia, na wyjściu nie może pracować klasyczny układ Darlingtona, ponieważ nie może on ściągnąć kolektora do potencjału masy. Trzeba zastosować albo transoptor z dwoma tranzystorami wyjściowymi, np. 6N139, albo „pojedyncze” transoptory z dodatkowym tranzystorem wzmacniającym.



Szereg przydatnych wskaźników można znaleźć na wspomnianej stronie: www.esacademy.com/en/library/technical-articles-and-documents/miscellaneous/i2c-bus/frequently-asked-questions/i2c-faq.html w skrócie: <https://bit.ly/1JBF5GQ>

To jeszcze nie wszystko, jeżeli chodzi o błędy, usterki i problemy.

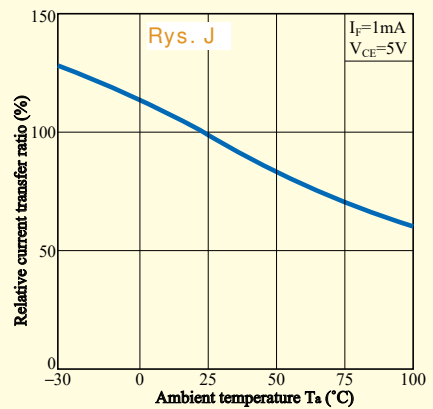
Część uczestników zwróciła też uwagę na szybkość transoptorów. Jak wskazują charakterystyki z **rysunku K**, nie ma szans na osiągnięcie typowej dla łącza I2C podstawowej częstotliwości taktowania równej 100kHz.

Jest jeszcze jeden szczegół. Otóż układ ma zapewniać izolację galwaniczną. Najogólniej biorąc, o skuteczności tej izolacji decyduje odległość pinów wejściowych i wyjściowych, czyli szerokość układu scalonego. Wynosi ona standardowo ponad 5mm (a w niektórych zastosowaniach wymagany jest odstęp po izolacji 7,5mm) Zastosowanie podwójnego klasycznego transoptora zmusza do połączenia „na krzyż”, co dramatycznie zmniejsza odstęp izolacyjny i odporność na przebicie. W niektórych zastosowaniach takie wykorzystanie nie złamałoby przepisów, ale na pewno pogorszy jakość izolacji galwanicznej.

Wszystkie nadesłane rozwiązania były prawidłowe. Nagrody-upominki za zadanie **NieGra283** otrzymują:

Adam Lach – Marcinkowice,
Edward Ciechanowicz – Biała Podlaska,
Kamil Lewandowski – Poznań.
Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki





Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

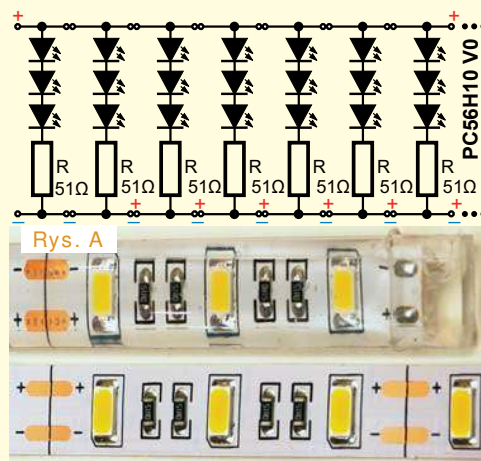
Policz – zadanie 288

Rozwiązane dalej zadanie *Policz283* pokazało, że procentowe zmiany prądu są dużo większe niż powodujące je procentowe zwiększenie napięcia zasilania ponad normę. Chcemy dokładniej zbadać te zależności. Przyjmujemy, że w taśmie według **rysunku A** rezystancja ograniczająca R to 51Ω , a diody LED to Lextar PC56H10 V0 z oferty Maritex: <https://bit.ly/2N5c0j5>.

W ramach zadania *Policz288* należy:

- oszacować, jak podwyższenie napięcia zasilania z 12,0V na 13,8V wpłynie na pobór prądu przez taśmę.

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



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 (**Policz288_Nazwisko**). *Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy.* Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz287* z poprzedniego miesiąca.

Policz – rozwiązanie zadania 283

W EdW 9/2019 przedstawione było zadanie *Policz283*, które brzmiało: *Jesteśmy szczęśliwymi posiadaczami 12-woltowych taśm LED według rysunku B. Chcemy zasilać je napięciem 13,8V z akumulatora.*

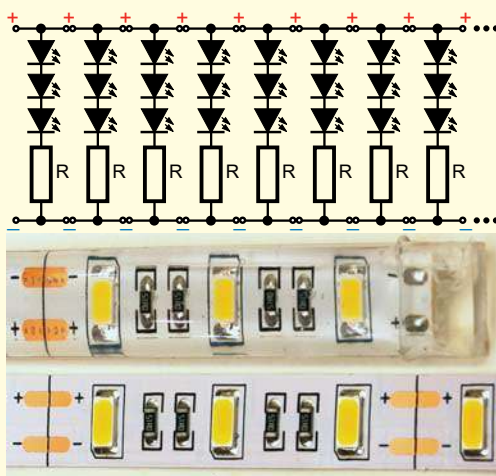
W ramach zadania *Policz283* należy:

- oszacować, jak podwyższenie napięcia zasilania z 12,0V na 13,8V wpłynie na pobór prądu przez taśmę.

Zadanie do łatwych nie należało! Jak słusznie zauważyli niektórzy uczestnicy, w treści zadania nie było szczegółów, jaka to jest taśma, jakiej mocy, jaki daje kolor światła i jaki jest typ pracujących w niej diod?

Owszem, tych szczegółów nie było, ale dwóch dociekliwych uczestników dopatrzyło się, że fotografia taśm pojawiła się już w artykule o białych taśmach LED służących do oświetlenia pomieszczeń. Większość uczestników słusznie przyjęła, że chodzi o diody białe (które budowane są na strukturach diod niebieskich z zastosowaniem luminoforu).

Celem zadania nie były szczegółowe obliczenia, tylko wskazanie na ważne właściwości diod LED, ich specyfikę oraz pewne realne niebezpieczeństwo. Zadanie to jest też po części przygotowaniem do planowanego artykułu, omawiającego sterowniki diod LED. W związku z tym informacje w treści zadania były skąpe i nie był to wcale przypadek. To zadanie miało bowiem skłonić do bardziej ogólnych rozważań, a nie tylko do samych rachunków.



Rys. B Brak szczegółowych danych miał skłonić do bardziej wnikliwego spojrzenia na problem i na ogólne zależności występujące w różnych taśmach LED.

Generalnie to się udało, choć nieliczni uczestnicy stwierdzili, że danych jest za mało i zrezygnowali z dalszej analizy.

Dodajmy, że w tym zadaniu podanie mocy taśmy w watach na metr nie by nie dało i absolutnie nie było potrzebne.

Aby przeprowadzić dokładniejsze obliczenia, potrzebne byłyby charakterystyki napięcia przewodzenia w funkcji prądu dla zastosowanych w konkretnej taśmie diod LED. Ale aby takie obliczenia były naprawdę wiarygodne, należałoby też uwzględnić grupę selekcyjną (bin) zastosowanych diod oraz problem grzania struktur i związanego z tym zmniejszania się napięcia przewodzenia. A takich informacji nie sposób uzyskać. Nie tylko nie sposób stwierdzić, z jakiego binu (koszyka) pochodzą diody w danej taśmie. Z reguły nie ma wiarygodnych informacji nawet o producencie i typie diod LED. Często sprzedawca twierdzi, że są to diody Epistar, ale przeważająca większość tak przedstawianych taśm jest zdecydowanie zbyt tania, żeby zawierała diody znanej firmy Epistar czy innej podobnie cenionej. Natomiast kwestie termiczne zależą od warunków chłodzenia, a tym samym od budowy taśmy (głównie grubości miedzianego podłoża) i warunków jej pracy.

Choćby tylko dlatego nie można było dokładnie obliczyć, jak takie podwyższenie napięcia wpłynie na pobór prądu. Można było jedynie przeprowadzić obliczenia dla przyjętych skrajnych przypadków.

Na początek na pewno warto, wręcz trzeba obliczyć, że **zmiana napięcia zasilania z 12,0V na 13,8V to wzrost o dokładnie 15%.**

Na początek rozważmy jeden przypadek skrajny: otóż **gdyby taśma LED miała charakter liniowej (niezmiennej) rezystancji, to zwiększenie napięcia o 15% spowodowałoby wzrost prądu też o dokładnie 15%.**

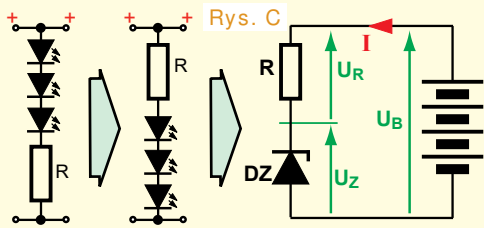
Dwóch uczestników podało takie właśnie bardzo optymistyczne rozwiązanie.

Niestety, na pewno nie jest ono prawdziwe. Diody LED nie są elementami liniowymi, ich rezystancja, czyli stosunek napięcia przewodzenia i prądu przewodzenia, zmienia się – maleje ze wzrostem prądu i napięcia.

A oto drugi skrajny przypadek: wiadomo, że napięcie przewodzenia diod niewiele zmienia się przy zmianach prądu. Często przyjmuje się, że napięcie przewodzenia diod niebieskich i białych wynosi 3 wolt. Jest to rozsądne przybliżenie. A dla zbadania skrajnego przypadku można przyjąć, że napięcie przewodzenia wcale nie zależy od prądu i jest stałe. Czyli możemy przyjąć, że biała dioda LED jest diodą Zenera o napięciu 3V.

Znaczna część uczestników rozważała taki skrajny przypadek, zresztą z różnym skutkiem, to znaczy z różnymi wnioskami końcowymi.

Na **rysunku C** pokazany jest schemat zastępczy dla takiej idealizowanej sytuacji, wprawdzie nierealnej, ale bardzo pouczającej. Rozważamy tu tylko jedną trójkę diod z jednym rezystorem.



Zakładamy tu, że napięcie „diody Zenera” jest niezmiennie. Oczywiście niezmienna jest też wartość rezystancji R. Chcielibyśmy się dowiedzieć, jak zmieni się prąd, gdy zmieni się napięcie zasilające U_B . Mogłoby się wydawać, że zależy to od rezystancji R i ustalonego prądu diod. W rzeczywistych taśmach tak jest, ale tu mamy idealizowany, uproszczony schemat przy założeniu, że napięcie U_Z jest niezmiennie.

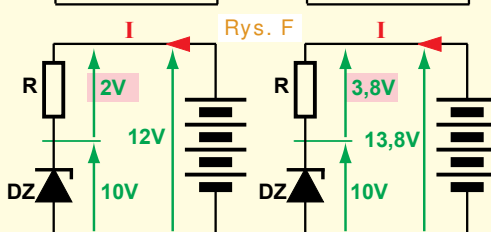
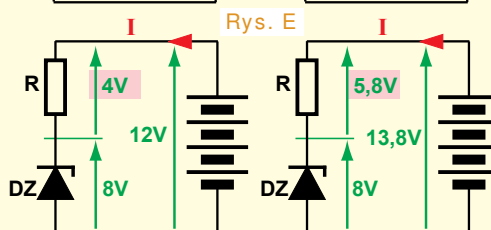
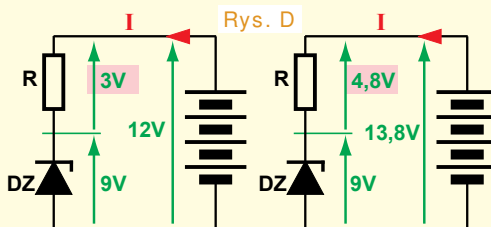
Na rezystancji R występuje jakieś napięcie, które zawsze jest różnicą między napięciem zasilania U_B i napięciem U_Z :

$$U_R = U_B - U_Z$$

Zwróć uwagę, że prąd jest zawsze wprost proporcjonalny do napięcia na rezystorze:

$$I = U_R / R = (U_B - U_Z) / R$$

A to znaczy, że prąd jest wprost proporcjonalny do różnicy napięć ($U_B -$



U_Z) i tak samo zmiany tego prądu będą zależne od różnicy napięć ($U_B - U_Z$).

Możemy to „łopatologicznie” zobrazować na **rysunkach D...F**. Przyjmujemy, że prąd przy napięciu zasilania 12 to 100%. I tak jeżeli napięcie Zenera wynosiłoby 9V, to przy wzroście napięcia U_B z 12V do 13,8V (o 15%) napięcie U_R (i prąd I) wzrośnie z 3V do 4,8V, czyli ze 100% do 160% – o 60%.

Gdyby napięcie Zenera wynosiło 8V, to napięcie U_R wzrośnie z 4V do 5,8V, czyli ze 100% do 145% – o 45%.

Albo gdyby napięcie Zenera wynosiło 10V, wtedy napięcie U_R wzrośnie z 2V do 3,8V, czyli ze 100% do 190%, czyli o 90 procent!

Niektórzy z uczestników w swoich rozwiązaniach podali wartości tego rzędu.

Oczywiście moglibyśmy wyprowadzić stosowny prościutki wzór:

$I_{(13,8)} / I_{(12)} = (13,8V - U_Z) / (12V - U_Z)$ jednak wydaje mi się, że konkretnie, w miarę realne przykłady liczbowe lepiej pokazują sedno sprawy niż zależność matematyczna.

W każdym razie okazuje się, iż przy napięciu Zenera niewiele ponad 10V wzrost prądu byłby dwukrotny!

Zgodnie z przedstawionym wzorem możemy podstawić:

$$I_{(13,8)} / I_{(12)} = 2 = (13,8V - U_Z) / (12V - U_Z)$$

$$\begin{aligned} 2 &= (13,8V - U_Z) / (12V - U_Z) \\ 2 * (12V - U_Z) &= (13,8V - U_Z) \\ 24V - 2 * U_Z &= 13,8V - U_Z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 24V - 2 * U_Z &= 13,8V - U_Z \\ 24V - 13,8V &= 2 * U_Z - U_Z \\ 10,2V &= U_Z \end{aligned}$$

Napięcie 10,2V na trzech diodach daje dokładnie 3,4V na jednej diodzie, co wydaje się jak najbardziej realne...

Czy tak będzie naprawdę?

Nie! Ostatnie rozważania dotyczą skrajnej, nierealnej sytuacji: założenia, że napięcie przewodzenia diod LED jest niezmiennie, co nie jest do końca prawdą. Napięcie diod będzie w jakimś znaczącym stopniu rosnąć ze wzrostem prądu, to zmniejszy napięcie na rezystorze R, a to spowoduje, że wypadkowy wzrost prądu będzie mniejszy, niż właśnie policzyliśmy.

O ile mniejszy? Niestety, tego nie jesteśmy w stanie policzyć z kilku powodów.

W każdym razie przeanalizowaliśmy przypadki skrajne. Z uwagi na nieliniowość diod, na pewno przy 15-procentowym wzroście napięcia zasilania prąd wzrośnie znacznie więcej niż o 15%. Zapewne jednak wzrośnie mniej niż o właśnie wyliczone 100%.

Można więc śmiało powiedzieć, że **przy wzroście napięcia zasilania z 12V na 13,8V, prąd taśmy LED wzrośnie o kilkadziesiąt procent**, ale nie ma sposobu, żeby obliczyć to dokładniej, bo nie znamy charakterystyki użytych diod LED. Intuicja nam śmiało podpowiada, że może to być około 50...60%, ale z podanych informacji nie sposób tego policzyć (ale można zmierzyć).

Wynika z tego jednak ważny wniosek praktyczny: **wzrost napięcia zasilania taśm LED powoduje nieproporcjonalnie większy wzrost prądu, a tym samym duży wzrost mocy strat! A taki wzrost mocy strat może poważnie skrócić żywotność diod LED!**

Jeżeli ktoś chce uzyskać więcej światła, niech zastосуje dłuższą taśmę, a nie próbuje „wycisnąć” z niej więcej, niż przewidział producent.

Gratulacje należą się wszystkim uczestnikom, którzy w ogóle podjęli się rozwiązania tego trudnego problemu!

Nagrody-upominki za zadanie **Policz283** otrzymują:

Damian Szetlak – Dębowiec,
Czesław Sieroń – Ruda Śląska oraz
Dariusz Sobczak – Sanok.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

Miniaturowy przedwzmacniacz audio

Współczesne systemy audio, pomimo wysokiego stopnia cyfryzacji, niekiedy wymagają niewielkiego wspomnienia od strony analogowej. Przykładem może być niedobór wzmocnienia, wywołany zbyt niską amplitudą sygnału wychodzącego z przetwornika C/A. Opisany układ może rozwiązać ten problem.

Do czego to służy?

Opisywany układ jest dwukanałowym wzmacniaczem nieodwracającym o wzmocnieniu napięciowym wynoszącym ok. 4,3V/V (12,7dB). Cechuje się wysoką impedancją wejściową, niską impedancją wyjściową, szerokim pasmem przenoszenia oraz gładką charakterystyką amplitudową w paśmie przepustowym. Jest przystosowany do zasilania pojedynczym napięciem, tj. asymetrycznym. Zmiana wzmocnienia układu jest możliwa poprzez wymianę dwóch rezystorów.

Jak to działa?

Schemat układu można zobaczyć na rysunku 1. Elementem aktywnym jest podwójny, szybki wzmacniacz operacyjny z wejściami na tranzystorach JFET, czyli dobrze znany i popularny TL082. Dzięki zastosowaniu na wejściach tranzystorów polowych można nie przejmować się koniecznością kompensacji prądów polaryzujących wejścia. Istotną zaletą jest również niska cena.

Oba wzmacniacze operacyjne zostały skonfigurowane w taki sam sposób: jako wzmacniacze nieodwracające o wzmocnieniu 4,3V/V ($G = 1 + 3,3k\Omega/1k\Omega$), ponieważ taki układ cechuje się wysoką impedancją wejściową oraz zachowaniem fazy sygnału wejściowego względem wyjściowego w szerokim zakresie częstotliwości, co jest istotne w zastosowaniach audio.

Wejścia nieodwracające wzmacniaczy polaryzowane są napięciem równym połowie napięcia zasilającego, co jest klasyczną realizacją tzw. sztucznej masy – wzmacniaczowi operacyjnemu „wydaje się”, że zasilany jest napięciem symetrycznym. Do podziału służą dwa

rezystory R11 i R12, które wraz z kondensatorem C11, tworzą rodzaj filtru dolnoprzepustowego o częstotliwości odcięcia ok. 4Hz. Redukuje to nieco przenikanie do sygnału niepożądanego składowej 50Hz (lub 60Hz), która może pochodzić ze źródła zasilania.

Górną częstotliwość graniczną pracy układu ustalają na ok. 480kHz przede wszystkim kondensatory 100pF. Dzięki temu układ nie zniekształca fazy sygnału w całym paśmie przepustowym.

Wyznaczenie dolnej częstotliwości pracy jest bardziej złożone, ponieważ ograniczają ją aż trzy obwody.

- Na wejściu: kondensator C1/C5 i rezystor polaryzujący R2/R7, co daje częstotliwość graniczną sporo poniżej 1Hz.
- W pętli sprzężenia zwrotnego: kondensator C3/C7 i rezystor R3/R8, co ustala częstotliwość graniczną równą ok. 7Hz.
- Na wyjściu: kondensator C4/C8 i rezystor R5/R10, co daje częstotliwość graniczną ok. 2Hz. Jeżeli następny człon

znacząco obciąża wyjście układu, częstotliwość ta może okazać się wyższa.

Można więc uznać, że dominuje drugi obwód, a wypadkowa dolna częstotliwość graniczna układu leży poniżej granicy wymaganej dla układów Hi-Fi (która wynosi 20Hz wg normy DIN 45500).

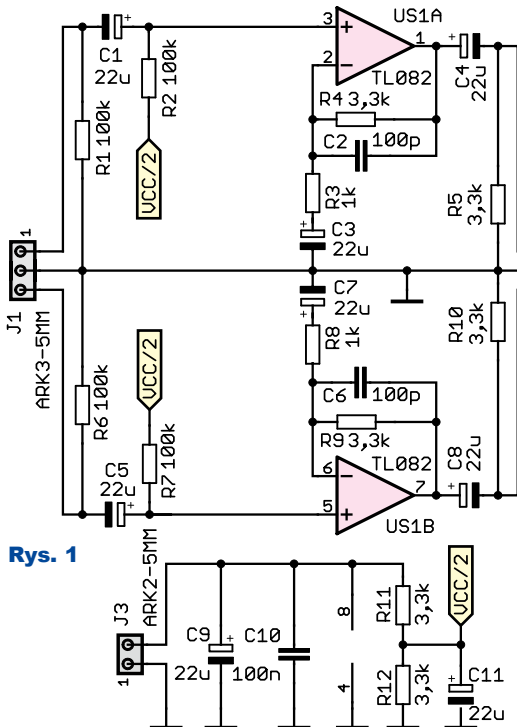
Odcięcie składowej stałej na wejściu i wyjściu powoduje, że nie trzeba się martwić o jej wpływ zarówno na następny człon toru audio, jak i na sam przedwzmacniacz.

Montaż i uruchomienie

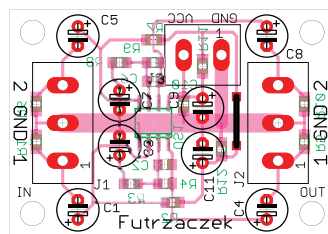
Układ prototypowy został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 43×30mm, którą przedstawia rysunek 2. W odległości 3mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Montaż proponuję rozpocząć od przylutowania elementów SMD, czyli rezystorów, kondensatorów ceramicznych i układu scalonego US1. Następnie należy pamiętać o jednej zworze z cienkiego drutu, którą należy przewlec przez odpowiednie otwory. Na koniec pozostają złącza ARK i kondensatory elektrolityczne. Obasadzoną podspółami płytkę można zobaczyć na fotografii 1 (od góry), a na fotografii 2 od spodu.

Rys. 2



Rys. 1



Trzecia ręka

Simplicity is the ultimate sophistication. Przedstawiony gadżet jest egzemplifikacją słynnego powiedzenia Leonarda. Jest to po prostu drewniany spinacz do bielizny z zeszlifowanymi końcami przyklejony

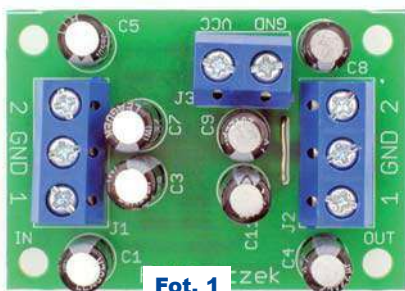
do pięciocentymetrowego odcinka mosiężnego pręta 35×35mm. Używać go można na kilka sposobów, fotografie przedstawiają dwa przykłady.



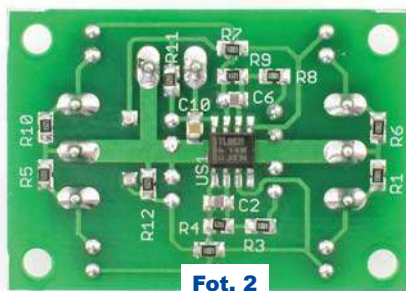
Kluczową zaletą tego typu pomocników jest ich ciężar.

Niestety, uchwyty projektowane przez księgowego nastawionego na minimalizację zużycia materiałów okazują się mało użyteczne w praktyce.

Paweł Pawłowicz
pawel.pawlowicz@upwr.edu.pl



Fot. 1



Fot. 2

Prawidłowo zmontowany układ zaczyna działać od razu po podłączeniu zasilania do zacisków GND i VCC, a jego wartość może wynosić od ok. 9V do ok. 30V. Napięcie to nie musi być stabilizowane, ale na pewno powinno być dobrze odfiltrowane z zakłóceń. Pobór prądu zależy od napięcia:

- przy 9V – 4mA,
- przy 15V – 5mA,
- przy 24V – 6,5mA.

Wartość napięcia zasilającego ma wpływ na maksymalną amplitudę napięcia wyjściowego. Wyjście układu typu TL082 nie osiąga potencjałów linii zasilających i musi mieć pewien margines do uzyskania liniowej pracy. I tak oto, przy częstotliwości 1kHz, maksymalna amplituda wyjściowego sygnału sinusoidalnego, przy której nie ma widocznych zniekształceń, wynosi:

- przy 9V – 2,5V
- przy 15V – 5V
- przy 24V – 9V

Na **rysunku 3** widać wykreśloną charakterystykę amplitudową w funkcji

częstotliwości: $ku_{[dB]} = f(f)$. Została wykonana przy napięciu zasilania 15V i amplitudzie napięcia wejściowego 100mV. Linia pomarańczową zaznaczono umowny koniec pasma przenoszenia, czyli wartość o 3dB niższą od maksymalnej, która wyniosła ok. 13,2dB.

Z tego wykresu można odczytać, że dolna częstotliwość graniczna to ok. 7Hz, górna ok. 300kHz, a pasmo przepustowe jest gładkie w przedziale od ok. 30Hz do ok. 100kHz.

Wzmocnienie układu można zmodyfikować poprzez wymianę rezystorów R4 i R9 na egzemplarze o innych rezystancjach. Uzyskane wzmocnienie napięciowe wyniesie $ku_{[V/V]} = 1 + R_x/1k\Omega$, gdzie R_x to nowa wartość rezystancji R4/R9.

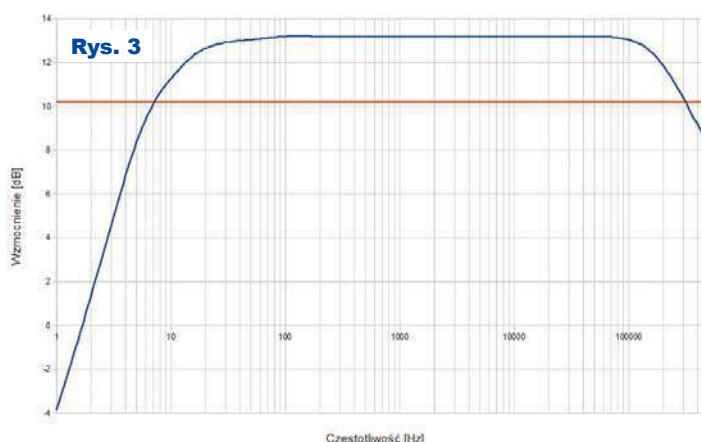
Wykaz elementów

R1,R2,R6,R7	100kΩ SMD0805
R3,R8	1kΩ SMD0805
R4,R5,R9-R12	3,3kΩ SMD0805
C1,C3-C5,C7-C9,C11	22μF/35V THT
	raster 2,5mm
C2,C6	100pF SMD0805
C10	100nF SMD0805
US1	TL082 S08
J1,J2	ARK3 5mm
J3	ARK2 5mm

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3266

Zamiast standardowego układu TL082 można wykorzystać niskoszumową wersję TL072 albo inny podobny podwójny wzmacniacz operacyjny o lepszych parametrach.

Michał Kurzela
michal.kurzela@ep.com.pl



Moduły zasilające

W sklepach internetowych i na portalach aukcyjnych można kupić wiele różnych modułów elektronicznych. Oto kolejne.

Przetwornice

Kupując przetwornicę, należy kierować się jej wydajnością prądową oraz typem: czy podwyższa ona napięcie zasilające (step up, boost), obniża (step down, buck), czy daje stałe napięcie wyjściowe niezależnie od wartości napięcia wejściowego (step up – step down, buck-boost, sepic). Przetwornice SEPIC są bardzo wygodne do zasilania układów, których napięcia zasilającego nie znamy; łatwo je rozpoznać, gdyż mają dwie cewki na płycie. Przykładowe przetwornice pokazano na **fotografii 15**.

Przetwornice podłączone do zewnętrznych zasilaczy warto zabezpieczyć przed odwrotnym podłączeniem napięcia zasilającego za pomocą diody lub lepiej tranzystora MOSFET – **rysunek 16**. Dioda Zenera (10...12V) zabezpiecza przed zbyt wysokim napięciem bramka-źródło. Autor poleca stosowanie tranzystora ze względu na bardzo małe straty mocy występujące na takim zabezpieczeniu.

Większość przetwornic SEPIC większej mocy wykonywana jest na układzie XL6009. Sprzedawcy bardzo często podają jako znamionowy prąd przetwornicy dopuszczalny prąd tranzystora kluczującego. Problem pojawia się w przypadku przetwornic podwyższających, w których maksymalny prąd wyjściowy jest zawsze mniejszy od prądu klucza przetwornicy w przybliżeniu n-krotnie, gdzie n jest stosunkiem napięcia wyjściowego przetwornicy do jej napięcia wejściowego. Większą sprawność uzyskują przetwornice transformatorowe – **fotografia 17**.

Przed wykorzystaniem przetwornicy w układzie należy sprawdzić ją w pełnym zakresie obciążeń, kontrolując napięcie na wyjściu przetwornicy za

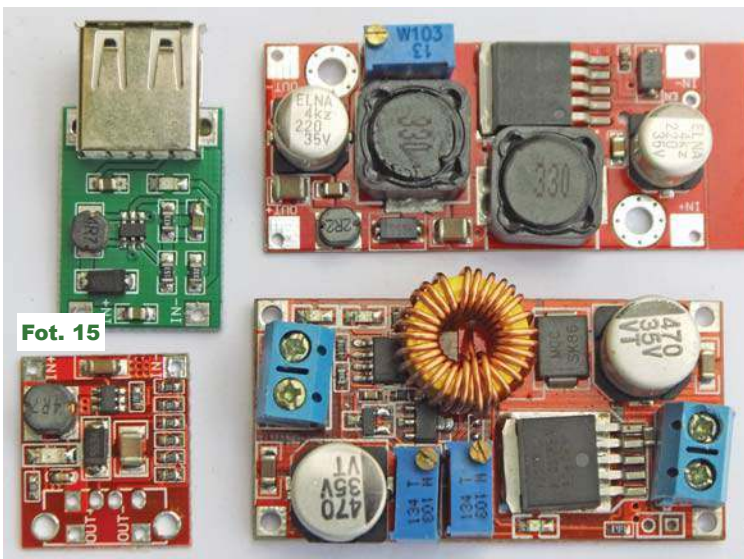
pomocą oscyloskopu. W przypadku gdy tętnienia przekraczają kilkadziesiąt mV, trzeba na wyjściu przetwornicy zamontować kondensatory niskoimpedancyjne. Wartość pojemności kondensatorów zależy od częstotliwości pracy przetwornicy i prądu wyjściowego. Dla przetwornic pracujących powyżej kilkuset kHz stosuje się równolegle podłączone

ceramiczne 10uF z ceramiki X7R, X5R lub rzadziej kondensatory tantalowe, kondensatorów z ceramiki YU5V nie należy stosować, gdyż mają one większe straty, co powoduje ich nagrzewanie. Dla przetwornic pracujących na częstotliwościach kilkudziesięciu kHz autor stosuje elektrolityczne kondensatory aluminiowe niskoimpedancyjne o pojemności kilkuset mikrofardów. Gdy kondensator przetwornicy nagrzewa się przy obciążeniu jej prądem nominalnym (jest to częsta wada chińskich modułów), to należy wymienić go na kondensator niskoimpedancyjny. Analogicznie trzeba postąpić,

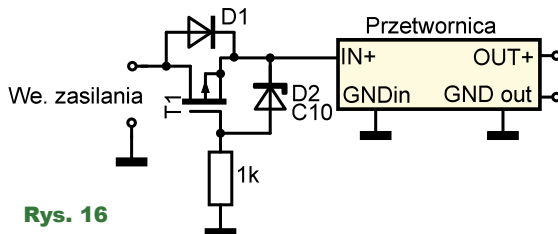
gdy wykryjemy przegrzewanie się rdzenia przetwornicy. Należy wtedy zastosować dławik tego samego typu i tej samej indukcyjności, ale o większych gabarytach, większym prądzie nasycenia. Temperatura elementów przetwornicy nie powinna być zbyt wysoka, ma się dać je bezpiecznie dotknąć ręką. Wyjście przetwornicy dobrze jest zabezpieczyć za pomocą diody transil, która zredukuje szpilki napięcia na wyjściu przetwornicy w stanach nieustalonych.

Poziom zakłóceń na wyjściu przetwornicy można zmniejszyć, stosując dławik różnicowy wraz z kondensatorami – **rysunek 18**. Kondensatory elektrolityczne muszą być kondensatorami niskoimpedancyjnymi o napięciu pracy dobranym do napięcia zasilającego. Cewka nawinięta jest na rdzeniu pier-

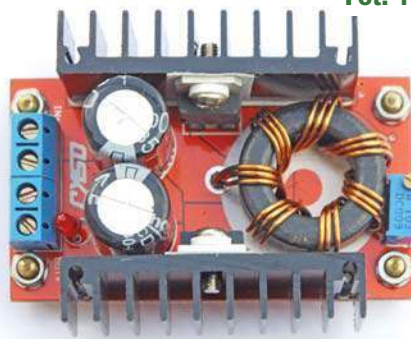
część 3



Fot. 15



Rys. 16

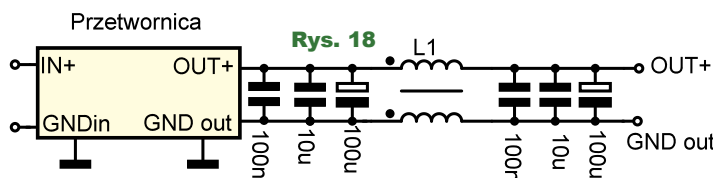


Fot. 17

ściennym o odpowiednich rozmiarach, kropki oznaczają początki uzwojeń cewki. Zamiast rdzenia pierścieniowego można zastosować specjalne rdzenie zatrzaskiwane na przewodzie. Indukcyjność cewki wynosi zwykle od kilku do 100uH w zależności od częstotliwości pracy przetwornicy. Wiele z dostępnych na rynku przetwornic mogłoby oddać większą moc, gdyby ich konstruktorzy przewidzieli możliwość zastosowania radiatora. W wielu konstrukcjach przetwornic dołożenie go jest mocno problematyczne, a funkcję radiatora pełni najczęściej laminat pokryty soldermaską. Chłodzenie takiej przetwornicy można poprawić, zdrapując soldermaskę i cynując ścieżki przetwornicy, ewentualnie przylutowując do niej kawałek blaszki.

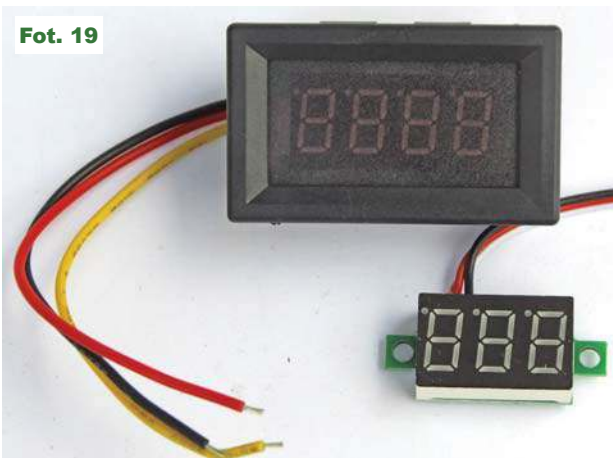
Moduły pomiarowe – woltomierze

Układy woltomierzy występują w wersji dwu- i trójprzewodowej. W wersji dwuprzewodowej układ mierzy napięcie zasilające. Wadą tego rozwiązania są znaczne straty mocy przy wyższym napięciu mierzonym w stabilizatorze zasilającym układ pomiarowy oraz możliwość pomiaru napięć dopiero powyżej kilku V (zwykle powyżej 3,3...3,5V). W wersji trójprzewodowej przewód zasilający moduł miernika oddzielony jest od przewodu pomiarowego. Takie rozwiązanie pozwala uzyskać zakres pomiarowy od 0V oraz niskie straty mocy w stabilizatorze zasilającym miernik dzięki zasilaniu układu pomiarowego z napięcia o odpowiednio niskiej wartości – fo-

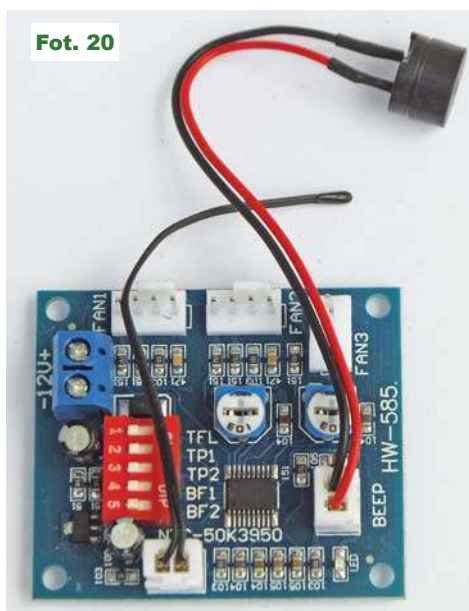


Rys. 18

Fot. 19



Fot. 20



tografia 19. Moduły te stosują multipleksowanie wyświetlaczy, w związku

z czym nie ma możliwości zmiany położenia kropki dziesiętnej, aby uzyskać więcej niż jeden zakres pomiarowy. Kupując miernik, warto wybrać moduł z maskownicami wyświetlacza, co ułatwi jego estetyczny montaż w obudowie. Nie ma wtedy konieczności bardzo precyzyjnego wykonywania otworu pod wyświetlacz. Na portalach aukcyjnych dostępne są również moduły zawierające woltomierz zintegrowany z amperomierzem.

Sterowniki wentylatorów

W wielu zastosowaniach sprawdzają się również układy kontrolujące obroty wentylatora w zależności od temperatury radiatora. Przykład takiego układu pokazany jest na **fotografii 20**. Układ ten może sterować prędkością trzech wentylatorów. Prędkość pierwszego wentylatora zależna jest od temperatury mierzonej przez czujnik temperatury, prędkość obrotowa pozostałych dwóch wentylatorów regulowana jest za pomocą potencjometrów montażowych. Przełącznikami TFL, TP1, TP2 ustawia się wydajność wentylatora pierwszego dla określonych temperatur mierzonych przez czujnik temperatury. Przełącznikami BF1 i BF2 określa się zachowanie układu w razie wykrycia uszkodzenia wentylatora 1 lub 2.

W materiałach dodatkowych do artykułu są zawarte karty katalogowe elementów wymienionych w tym artykule. Na zakończenie artykułu autor chciałby podziękować Waldkowi 3Z6AEF za cenne uwagi do tego tekstu.

Rafał Orodziński, SQ4AVS
sq4avs@gmail.com

R E K L A M A

AVT 1925 Centralka alarmowa współpracująca z czujnikiem ruchu

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



Znajdź nas na



Magnetofon taśmowy (szpulowy)

Trochę historii – część 1

Historia wynalezienia i skonstruowania magnetofonu taśmowego trochę przypomina historię powstania radia. Najpierw były opracowania teoretyczne, a później krok po kroku próbowano zrealizować w praktyce technikę zapisu magnetycznego. Była to długa droga, bo trwająca ok. 50 lat, zanim udało się zbudować magnetofon wysokiej jakości. Najpierw były różne próby dokonania zapisu magnetycznego, nawet próby połączenia go z zapisem optycznym, lecz ja postaram się przybliżyć te, które bezpośrednio przyczyniły się do skonstruowania magnetofonu taśmowego.

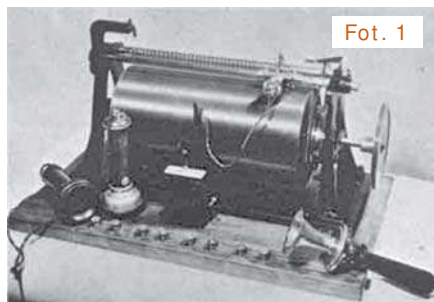
Próby nagrywania dźwięku na **drucie stalowym** jako pierwszy przeprowadził w 1887 r. Francuz Janet. Niestety próby te nie przyniosły żadnych rezultatów, dlatego mało kto o nich wspomina.

Oficjalnie za pierwszego w tej dziedzinie uznawany jest Anglik Oberlin Smith, który w roku 1888 opracował i opublikował teoretyczne podstawy zapisu dźwięku na nośniku magnetycznym. Swoje doświadczenia przeprowadzał na... sznurze bawełnianym lub jedwabnym nasyconym opiłkami lub proszkiem żelaznym, a później na drucie stalowym. Eksperymenty Smitha skończyły się niepowodzeniem m.in. ze względu na stosowanie olbrzymich, wynoszących kilkanaście metrów na sekundę, prędkości przesuwu oraz przez zastosowanie jako „głowicy” elektromagnesu o dużym polu rozproszenia. Teraz już wiadomo, że do dobrego zapisu potrzebne jest bardzo skupione i wąskie pole magnetyczne, lecz wtedy nie było jeszcze takiej wiedzy ani przede wszystkim techniki. To była technika zaledwie raczkująca. Należy zaznaczyć, że nie od razu stosowano elektromagnesy w zamkniętym obiegu ze szczeliną, lecz długo stosowano elektromagnesy z rdzeniem w kształcie pręta lub podkowy.

Następnym pasjonatem tego typu zapisu był duński inżynier Valdemar Poulsen, który po wielu latach prób nad doбором odpowiedniego nośnika magnetycznego opracował, a w 1898 r. opatentował i opublikował sposób zapisu magnetycznego. W 1900 r. Poulsen zbudował w Berlinie aparat do nagrywa-

nia dźwięku, który nazwał telegraphonem – **rysunek 1**. Było to urządzenie ze szpulą z drutem oraz mechanizmem utrzymującym napięciem drutu.

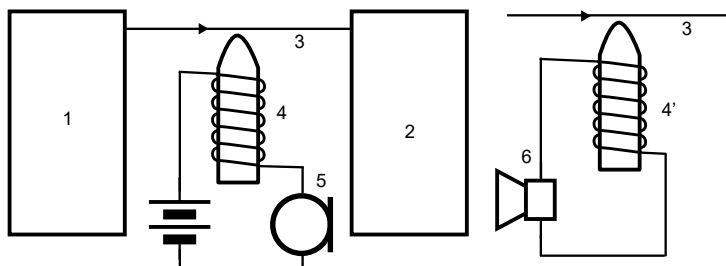
Po zapisaniu na drucie sygnału akustycznego, drut przewijano z powrotem na pierwszą szpulę i odczytywano za pomocą słuchawek na takim samym, lub tym samym, elektromagnecie. W telegraphonie Poulsen stosował na przemian cienki drut stalowy lub cienką stalową taśmę. Jakość zapisu na tym aparacie mimo stosowania dużej prędkości przesuwu, wynoszącej kilka m/s, była kiepska. Dźwięk był słaby i zniekształcony oraz zawierał dużo szumów. **Fotografia 1** pokazuje Telegraphon Poulsena.



Następnymi, którzy podjęli próby w tej dziedzinie, byli: Anglik T. H. West oraz Niemiec Ludwig Rellstab. Bazując na doświadczeniach Poulsena, zbudowali w 1901 r. kilka urządzeń do praktycznego (w zamyśle) zastosowania.

Urządzenia te jednak nie wzbudziły zainteresowania. Głównie z powodu płątania drutu spowodowanego dużą prędkością przesuwu oraz korozją zwiększającą szumy.

R. Girulski i J. Różycki w książce *Magnetofon taśmowy* właśnie Westowi i Rellstabowi przypisują zastosowanie wstępnego magnesowania nośnika magnetycznego prądem stałym już w 1901 r.



- 1 - urządzenie ze szpulą z drutem i mechanizmem utrzymującym napięcie drutu
2 - urządzenie ze sprężynowym mechanizmem zwijającym
3 - drut stalowy jako nośnik magnetyczny
4 - elektromagnes zapisujący
5 - mikrofon węglowy
6 - słuchawki
4' - elektromagnes odczytujący

Rys. 1

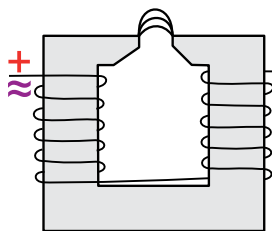
Roman Wajdowicz, który jest znawcą historii zapisu, w książce *Maszyny mówiące* podaje, że magnesowanie wstępne nośnika, inaczej nazwane zapisem z podkładem prądu stałego, wynaleźli w roku 1907 Poulsen i Pedersen.

Duże zasługi w dziedzinie magnetycznego zapisu miał niemiecki elektrotechnik Curt Stille, który korzystał z doświadczeń innych naukowców, głównie duńskiego specjalisty P.O. Pedersena i w roku 1903 rozpoczął prace nad maszyną dyktującą – dyktafonem. W 1906 r. skonstruował dwa prototypy ulepszonych dyktafonów, w których prędkość przesuwu zmniejszył do 2m/s. Jego prace wniosły wiele ulepszeń i spowodowały wzrost zainteresowania i większą intensywność prowadzenia dalszych prac nad zapisem magnetycznym.

Valdemar Poulsen, który nie przestawał pracować nad udoskonalaniem swego urządzenia, przystąpił do współpracy z P.O. Pedersenem i w roku 1907 wspólnie opracowali sposób zapisu dźwięku z podkładem prądu stałego.

Magnesowanie wstępne nośnika, czyli zapis z podkładem prądu stałego, polega na dostarczeniu do elektromagnesu zapisującego (głowicy) odpowiednio dobranego natężenia prądu stałego równoległego do zmiennego sygnału zapisywanego. Moim zdaniem magnesowanie wstępne można w pewnym uproszczeniu porównać do stosowania magnesu w słuchawce. W jednym i w drugim przypadku stałe pole magnetyczne umożliwia uzyskanie silniejszego i niezskażonego sygnału.

Pierwsze przemysłowe dyktafony zaczęto produkować w okresie pierwszej wojny światowej. Najlepszy okazał się dyktafon z roku 1917 firmy American Telegraphone współpracującej z Poulsonem. Dyktafon nazywano również telegraphonem, a zapis dokonywany był na bardzo cienkim drucie stalowym przy zastosowaniu ulepszonego i odpowiednio ustawionego w stosunku do drutu elektromagnesu (głowicy) – **rysunek 2**. W tym dyktafonie po raz pierwszy zastosowano kasowanie zapisu za pomocą silnego elektromagnesu.



Rys. 2

Równolegle z ulepszeniem samego urządzenia prowadzono prace nad stworzeniem lepszego nośnika magnetycznego. Początkowo próbowano stosować *taśmę papierową* pokrytą z jednej strony opiłkami stalowymi lub proszkiem żelaznym, zmieszanymi z odpowiednią masą klejącą. Słabe wyniki w nagrywaniu były spowodowane także tym, że do roku 1918 nie było jeszcze dobrych wzmacniaczy lampowych, gdyż technika lampowa była wtedy w powijakach. Nagrywanie dźwięku przeprowadzano głównie z mikrofonu węglowego dołączonego wprost do elektromagnesu.

Fotografie 2...4 pochodzą ze strony: <https://de.wikipedia.org/wiki/Drahttonger%C3%A4t> i pokazują magnetofony drutowe, produkowane w Niemczech w latach 1945...1950.



Fot. 2



Fot. 3



Fot. 4

Duże zasługi w dziedzinie ulepszenia nośników magnetycznych położył austriacki inżynier Fritz Pfleumer współpracujący z niemiecką firmą AEG, która z kolei w pewnym okresie współpracowała z koncernem I.G. Farben. Pfleumer początkowo jako podłoże stosował taśmę papierową lub pergaminową z naniesioną na niej za pomocą specjalnego lepiszcza cienką warstwą opiłków lub proszków żelaznych. W 1929 r. opracował technologię produkcji nośnika magnetycznego, a w 1930 nośnik magnetyczny dwuwarstwowy, w którym jako podłoże zastosowano *taśmę celuloidową*. W roku 1932 wyprodukowano taśmę o podłożu celofanowym i aż do roku 1936 trwały prace nad jej ulepszeniem. Ponieważ dotychczas stosowane taśmy były dość łatwopalne, w 1936 firma AEG wyprodukowała taśmę o nazwie „magnetophon”, w której jako podłoże zastosowano trudnopalne tworzywo sztuczne.

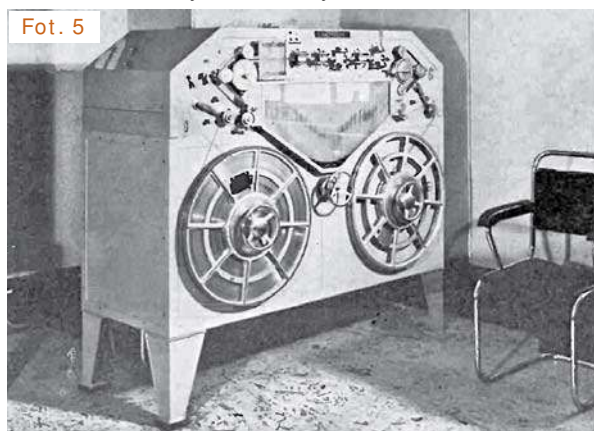
Taśmy według pomysłu Pflaumera umożliwiały łatwe cięcie, klejenie i montowanie w całość wybranych odcinków bez zauważalnych śladów dźwiękowych w miejscu łączenia. Z tego powodu studia niemieckich rozgłośni radiowych już w latach 30. ubiegłego wieku stosowały aparaty do nagrywania dźwięku z tymi właśnie taśmami.

Wśród wielu osób, zajmujących się techniką zapisu magnetycznego, bardzo ciekawą postacią, która również dużo wniosła do tej dziedziny, był Rosjanin A. Nasariszwili. W roku 1921 jako nośnik dwuwarstwowy wykorzystał on drut miedzia-

ny pokryty bardzo cienką warstwą niklu. Do głowicy doprowadzał sygnał wzmacniony we wzmacniaczu lampowym, co w połączeniu z użytym nośnikiem pozwoliło uzyskać zapis wysokiej jakości. Innym jego pomysłem było wykorzystanie szyn kolejowych jako nośnika dźwięku do przekazywania informacji maszynistom podczas prowadzenia pociągu (podobno z dobrym skutkiem). Nasariszwili był także wynalazcą gramofonu magnetycznego, w którym do zapisu dźwięku miały być używane cienkie płyty stalowe. Ten pomysł został wykorzystany po II wojnie światowej do skonstruowania magnetofonu płytowego.

Pomysł Nasariszwilego z drutem miedzianym jako nośnikiem dźwięku ulepszył w roku 1923 amerykański fizyk P.O. Neil. Zamiast drutu miedzianego wykorzystał wąską taśmę papierową stosowaną w telegrafach Morse'a, którą z jednej strony pokrył cienką warstwą niklu i w ten sposób otrzymał dobrą taśmę magnetyczną. Dobrą jako nośnik magnetyczny, natomiast niezbyt wytrzymałą mechanicznie.

Warto również wspomnieć o pewnym angielskim przedsiębiorcy: Ludwig Blattner na przełomie 1929/1930 r. skonstruował aparat do nagrywania muzyki i nazwał go „Blattnerphon” (**fotografia 5**). Zastosowano w nim cienką taśmę stalową i dużą prędkość przesuwu – 1,5m/s, więc ze względów bezpieczeństwa osób obsługujących musiał być sterowany zdalnie.



Fot. 5



W drugiej części artykułu będzie omówiony dalszy rozwój sposobów magnetycznego zapisu dźwięku.

Jerzy Szymański
j.szymanski@wp.eu

Jak to działa

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

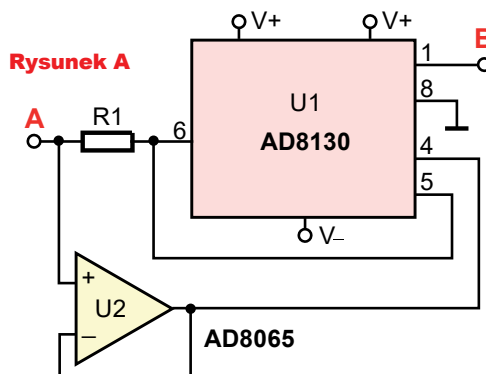
Jak działa i do czego służy taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem

Jak2,

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

Nagrodami w konkursie będą 3 kity AVT



Rozwiązanie zadania Jak to działa z EdW 10/2019

W numerze 10/2019 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany układ elektroniczny.

Jest to... obwód filtru napięcia zasilania o znikomych szumach.

Zadanie było trudne, ponieważ na pierwszy rzut oka powinien to być wzmacniacz, ale na rysunku nie widać wejścia. Dodatkowym utrudnieniem była obecność elementów R5 i C2.

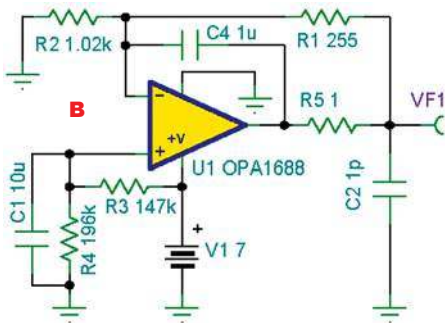
Układ nie ma wejścia, a na wyjściu VF1 występuje napięcie stałe o wartości wyznaczonej przez precyzyjne rezystory R1 ... R4 (tolerancji co najmniej 1%, sądząc z wartości R1, R2). Układ zasilany jest pojedynczym napięciem ze źródła oznaczonego V1 o wartości 7V. Rezystory R3, R4 ustalają napięcie na wejściu nieodwracającym wzmacniacza. Przy wartościach R3 = 147kΩ i R4 = 196kΩ i zasilaniu 7V powinno to być dokładnie 4 woltu:

$$U_+ = U_{zas} [R4 / (R4 + R3)]$$
$$U_+ = 7V [196k / (196k + 147k)]$$
$$U_+ = 7V [196k / 343k]$$
$$U_+ = 7V [0,57142857...]$$
$$U_+ = 4V$$

Podczas normalnej pracy takie samo napięcie występuje na wejściu odwracającym – aby tak było, na wyjściu musi wystąpić napięcie równe 5V:

$$U_{wy} = U_+ [(R2 + R1) / R2]$$
$$U_{wy} = 4V [(1,02k + 0,255k) / 1,02k]$$
$$U_{wy} = 4V [1,272k / 1,02k]$$
$$U_{wy} = 4V [1,25]$$
$$U_{wy} = 5V$$

Prądy wejść wzmacniacza operacyjnego można spokojnie pominąć, ponieważ typowo wynoszą one do 10 pikoamperów, maksymalnie 1,5nA.



Kondensatory C4, a zwłaszcza C1 pełnią funkcję filtrów. Obecność rezystora szeregowego R5 o małej wartości nie dziwi – taki rezystor jest dość często stosowany, gdy wyjście jest obciążone pojemnością.

Wątpliwości może budzić tylko obecność C2 o znikomej pojemności 1 pikofarada. Taka pojemność w zakresie pasma akustycznego nie ma praktycznego znaczenia. Nie ma wpływu na działanie układu. Tym bardziej że nie wiadomo, jakie będzie obciążenie wyjścia. Można się domyślać, że kondensator C2 i jego wartość podana na schemacie to pozostałość po próbach symulacji. Schemat wygląda bowiem, jakby był przygotowany do symulacji.

Analizowany schemat nie dostarcza odpowiedzi, do czego miałby służyć taki dziwny układ. Wskazówką do poszukiwań prawidłowego rozwiązania był podany typ wzmacniacza operacyjnego: OPA1688 produkcji Texas Instruments.

Jeden ze stałych uczestników przysłał obszerny opis. Oto jego fragmenty: Schemat przedstawia zasilacz napięcia

odniesienia i jednocześnie napięcia zasilania dla przetwornika AD w układach Hi-Fi. Zasilaczom takim stawia się ekstremalnie wysokie wymagania co do poziomu szumów, PSRR i CMRR. Szumy zasilacza poniżej 3uV w zakresie 20Hz do 20kHz. PSRR i CMRR powyżej 80dB w ww. zakresie. Zaleca się stosowanie niskoszumowych LDO (...) i napięciu wyjściowym 5V. (...) W zasilaczu przedstawionym na schemacie projektant zastosował kilka bardzo ciekawych rozwiązań,

1. Zamiast stabilizatora LDO użył wzmacniacza operacyjnego OPA1688 o ekstremalnie niskich szumach 0,966uV w paśmie od 20Hz do 20kHz.

2. Do wytworzenia napięcia odniesienia użył napięcia zasilania V1 = 7V (...) Podłączony do nich dzielnik napięcia R3, R4 obniża to napięcie do 4V (...) Kondensator 10uF niepolarny odfiltruje nawet dość niskie częstotliwości, obniżając w ten sposób szumy precyzyjnych oporników dzielnika. Wysokiej jakości kondensatory niepolarne mają bardzo niskie szumy. (...) Na wejściu nieodwracającym OPA1688 pojawi się napięcie 4V o bardzo niskich szumach. (...) na wyjściu (...) 5V.

3. Problemem zasilaczy tego typu jest praca na obciążenie pojemnościowe. (...) Najprostszym rozwiązaniem jest zastosowanie opornika izolacyjnego RISO, włączonego szeregowo pomiędzy wyjście W.O. a obciążenie. Opornik taki skutecznie kompensuje pojemność obciążenia (...) W układach precyzyjnych stosuje się opornik izolacyjny z podwójną pętlą sprzężenia

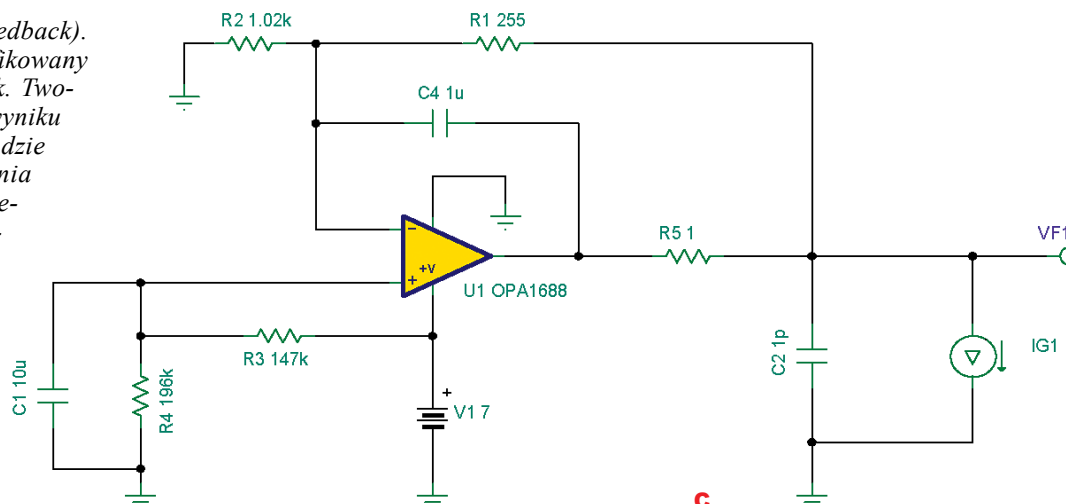
zwrotnego (RISO + Dual Feedback). (...) Autor zastosował zmodyfikowany obwód RISO + Dual Feedback. Tworzą go C4, R5 i R1, oraz w wyniku modyfikacji R2. (...) Przy prądzie stałym kondensator sprzężenia zwrotnego C4 działa jako przerwa, a R1 zamyka pętlę sprzężenia zwrotnego (...) napięcie wyjściowe Vload zostanie skompensowane do napięcia wzorcowego 5V.

Przy (...) [wysokich częstotliwościach] C4 działa jak zwora, a R1 jak przerwa, ponieważ impedancja C4 będzie znacząco mniejsza niż impedancja R1. (...) Modyfikacja w stosunku do klasycznego RISO + Dual Feedback polega na zastąpieniu opornika RF, w tym wypadku R1, przez dzielnik oporowy R1 R2. (...) Opornik izolacyjny R5 izoluje wyjście wzmacniacza od wyjścia stabilizatora, co również zmniejsza skłonność do oscylacji zasilacza. (...) Autor doskonale rozumiał, że zastosowanie wzmacniacza operacyjnego o ekstremalnie niskich szumach niewiele da, jeśli dołączy elementy pasywne o wysokich szumach. Sprawdza się stara prawda, że wzmacniacze operacyjne osiągnęły doskonałość, której konstruktor z trudem może sprostać. (...) Układ RISO + Dual Feedback ma również wady. Działa stabilnie przy stałej pojemności obciążenia, przy skokowych zmianach tej pojemności staje się niestabilny. Również odpowiedź przejściowa, przy skokowej zmianie V sterującego, wyrażana w % przekroczenia, jest nieakceptowalna. Na wykresie, odnoszącym się do typowego układu RISO + Dual Feedback, sięga 30%. W odniesieniu do przedstawionego stabilizatora nie ma to jednak znaczenia, warunki pracy są stabilne.

Droga do rozwiązania

Aby rozwiązać zadanie **Jak10**, należało zainteresować się wzmacniaczem operacyjnym OPA1688, produkcji TI, a konkretnie wejść na stronę produktu: <http://www.ti.com/product/OPA1688?qgpn=opa1688>. Aby znaleźć informacje, że jest to wysokiej jakości podwójny wzmacniacz operacyjny przeznaczony do układów audio (36V, 10MHz, Low Distortion High Drive Rail-to-Rail Output Audio Operational Amplifiers).

Niżej na tej stronie znajduje się odnośnik do niedawno wydanej noty



aplikacyjnej **HiFi Audio Circuit Design**, pochodzącej z sierpnia 2017

Link ten kieruje do pliku PDF: <http://www.ti.com/lit/an/sboa237/sboa237.pdf>.

Ta nota aplikacyjna, a raczej raport aplikacyjny (Application Report) dotyczy projektowania współczesnych urządzeń audio najwyższej jakości. Dziś transmisja i rejestracja dźwięku odbywa się wyłącznie w sposób cyfrowy. Natomiast ostatnie stopnie systemu: przedwzmacniacze i wzmacniacze, nadal są analogowe. Zawsze potrzebny jest więc przetwornik analogowy (DAC). Obwody cyfrowe są stosunkowo odporne na szумы i zakłócenia. Gorzej z obwodami analogowymi. W sprzęcie audio najwyższej jakości trzeba zwracać uwagę i dopracować każdy szczegół w torze analogowym i w obwodach przetwornika DC. Zagadnienie jest szerokie, dotyczy zniekształceń, szumów oraz zakłóceń.

We wspomnianym raporcie aplikacyjnym omawiane są poszczególne aspekty zagadnienia i poszczególne obwody. Zwrócona jest uwaga na fakt, że wysoka jakość to nie tylko niskie zniekształcenia i niskie szумы własne obwodów wzmacniających. W sprzęcie najwyższej jakości duże znaczenie ma też „jakość” napięcia zasilania oraz napięcia referencyjnego dla przetwornika DAC. Kwestia „czystości” napięcia referencyjnego jest oczywista. Słabiej rozumiane są problemy przenikania do toru audio szumów i zakłóceń z napięć zasilania.

I właśnie analizowany rysunek B pochodzi z ósmej strony tego

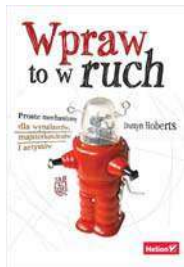
dokumentu z rozdziału zatytułowanego **Power Supply Design**, gdzie omawiane są wymagania dotyczące „czystości” napięć zasilania. Oryginalna postać rysunku pokazana jest na **rysunku C**. Zawiera dodatkowo źródło prądowe oznaczone IG1, które reprezentuje obciążenie.

Właśnie obecność tego elementu sugeruje, że schemat pierwotnie przeznaczony był do symulacji. I wtedy sens ma obecność pojemności C2, tylko nie o tak małej wartości. Jeżeli układ ma być zasilaczem, to jego obciążeniem będą układy przetwornika ADC i przedwzmacniaczy. A jak wiadomo, ich obwody zasilania obowiązkowo są odsprężane kondensatorami o dużej pojemności, rzędu mikrofaradów, a nie pikofaradów. Dlatego podana wartość 1pF na pewno jest myląca, bo nie ma żadnego związku z rzeczywistością.

Podsumowanie

W nadesłanych rozwiązaniach słusznie stwierdziliście, że jest to **zasilacz lub filtr bardzo wysokiej jakości**. Odpowiedzi było trochę mniej niż zwykle, ale praktycznie wszystkie były prawidłowe. Tylko jedno rozwiązanie było nietrafione: (...) *wydaje mi się, że sygnał wyjściowy o wolnym zboczu narastającym służy do badania napięcia progowego do przełączenia się testowanych układów cyfrowych (logicznych)*.

Nagrody-upominki za zadanie **JakDziała10** w postaci książek **Dustyn Roberts, Wpraw to w ruch** otrzymują: **Dariusz Leśnikowski** – Dąbrowka, **Jacek Strzelecki** – Żnin oraz **Szymon Wójtowicz** – Warszawa. Wszyscy uczestnicy tego zadania zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.



Stały konkurs: Co to jest?

Zadanie CoTo2002

Zadanie konkursowe brzmi:
Co przedstawia zamieszczona obok fotografia?

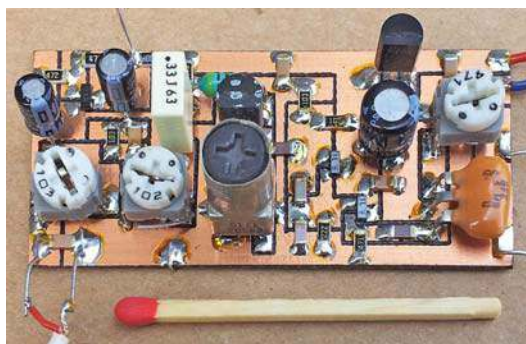
Prosimy o krótkie odpowiedzi. Można jednak dołączyć związane uzasadnienie lub potwierdzenie (dowód) albo też króciutki opis analizy zadania i poszukiwań. E-maile z odpowiedziami należy nadsyłać w ciągu miesiąca od ukazania się numeru na adres:

konkursy@elportal.pl,

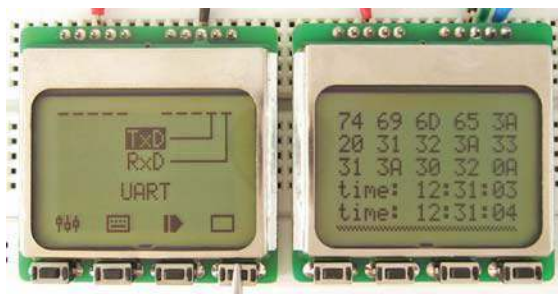
nie zapominając o podaniu adresu niezbędnego do wysyłki upominku.

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *CoTo2002Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.



Rozwiązanie zadania CoTo1911



Fotografia z zadania *CoTo1911* przedstawia „MiniMeter” z EdW 6/2019 str. 17.

Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Wojciech Soltan – Łódź,
Radosław Rongers – Warszawa,
Paweł Sobótka – Szydłowiec.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 3/2020

Solarna ładowarka akumulatorów

Bardzo starannie wykonany układ ładowarki solarnej, sterowanej przez mikroprocesor, działającej według koncepcji szeregowego regulatora PWM, może być wzorem i inspiracją do budowy podobnych ładowarek histerezowych i PWM o jeszcze lepszych właściwościach.



EdW 4/2020

Aeroduino –

lewitacja aerodynamiczna z Arduino

Nie! To nie jest żart primaaprilisowy! Dla wielu osób dużym zaskoczeniem może być fakt, że lewitujący obiekt utrzymuje się w strumieniu powietrza i z niego „nie ucieka”.

Interesujący przykład wykorzystania Arduino oraz miniaturowych dmuchaw.



EdW 5/2020

Moja własna karta audio USB

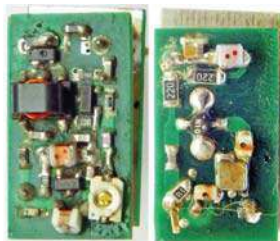
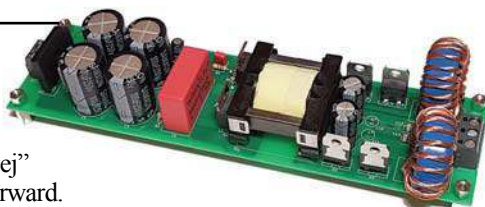
Przekonaj się, że dzięki kostce CM119 budowa komputerowej karty dźwiękowej wcale nie jest tak trudna, jak mogłoby się wydawać. Przy okazji poznaj pokrewne układy scalone C-Media, przydatne także w mniej tradycyjnych zastosowaniach.



W kolejce na publikację czekają m.in.:

Simple half-bridge SMPS

Przykład prostej „dwukierunkowej” przetwornicy forward.



Wzorzec DDS

Układ generatora sygnału zegarowego 400MHz dla nadal bardzo popularnych syntezerów DDS serii AD9951...AD9954.



Lampka rowerowa

Tanie i popularne fabryczne lampki rowerowe mają istotne wady. Wersja samodzielnie wykonana może być skrojona na miarę oczekiwań właściciela.



STM32L011K4T6 w sprzęcie retro

Interesujący przykład, jak nowoczesne podzespoły pozwalają przywrócić do pierwotnej świetności kultowe urządzenia retro.

UWAGA!

Skończył nam się
zapas krzyżówek

Zostań
autorem
krzyżówki!

Zachęcamy do nadsyłania krzyżówek – prostych a także bardziej skomplikowanych (edw@elportal.pl).

Mogą to być krzyżówki panoramiczne, jolki, kwadraty magiczne, łamigłówki, szarady i inne.

Nagrodą dla Autora będzie 6...18 miesięcy bezpłatnej prenumeraty EdW (dla dotychczasowych prenumeratorów możliwość zamiany na inne pisma AVT).

WYKREŚLANKA

W diagramie należy odnaleźć i wykreślić 26 haseł (poziomo oraz pionowo). Pozostałe litery utworzą rozwiązanie.

S	E	P	P	L	U	T	O	W	A	N	I	E	O
L	T	R	A	N	Z	Y	S	T	O	R	I	T	E
H	E	N	R	I	N	W	E	R	T	E	R	C	H
K	O	E	G	Z	Y	S	T	E	N	C	J	A	N
W	T	R	A	M	W	A	J	K	A	T	O	D	A
E	I	P	R	A	D	F	A	R	A	D	A	Y	N
B	K	M	O	S	T	E	K	A	W	A	T	Ł	E
E	O	H	M	C	E	W	K	A	D	R	U	T	U
R	T	Y	R	Y	S	T	O	R	Z	W	Ó	J	T
A	P	R	Z	E	W	Ó	D	A	M	P	E	R	R
N	Ó	P	A	M	I	Ę	Ć	C	Y	N	A	D	A
O	S	I	L	N	I	K	S	T	R	A	T	A	L
D	M	U	L	T	I	M	E	T	R	Z	K	A	N
A	I	N	D	U	K	C	J	A	V	O	L	T	Y

Autorem wykreślanki jest **Dominik Węclewski** z Solca.

Autor w nagrodę otrzymuje 6-miesięczną 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 120 zł pozwala zaoszczędzić kwotę równą cenie jednego numeru EdW.**

Uwaga!

Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.

Kupon
rabatowy
EdW
2/2020

Kupon
rabatowy
EdW
2/2020

Kupon
rabatowy
EdW
2/2020

Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 11/2019 jest hasło: **ELEKTRONIK**.

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Adam Dudek – Katowice, **Szczepan Jakim** – Turośń Kościelna, **Rafał Ulanowski** – Witkowo.

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. **Krzyżówka2002Kowalski**. Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

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

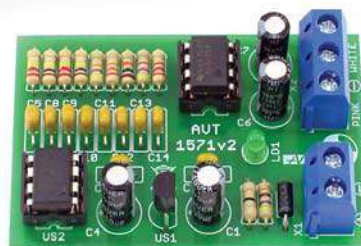
Natomiast przysyłając propozycję zagadki napiszcie: **Krzyżówka – propozycja** (żeby nie myliło się z rozwiązaniami). Wraz z propozycją nowej krzyżówki należy przysłać oświadczenie, że krzyżówka jest oryginalnym dziełem podpisanego i że nie była nigdzie publikowana. Redakcja nie ingeruje w treść merytoryczną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

AVT 1571 Generator szumu białego i różowego

W elektroakustyce do ustawienia parametrów audio używa się generatora szumu. Podany na wejście urządzenia szum bada się na wyjściu analizatorem widma. Podobne badanie przy użyciu przestrajanego generatora i miernika poziomu sygnału trwa dość długo.

Generator szumu i analizator dają wynik w ułamku sekundy. Dzięki temu na bieżąco możemy widzieć zmiany wnoszone przez np. korektor barwy dźwięku.

Znajdź nas na 



EdW 2/2020 – lista osób nagrodzonych:

Marian Caruk Lubią
Edward Ciechanowicz Białą Podlaską
Adam Dudek Katowice
Szczepan Jakim Turośń Kościelną
Bogdan Kosiński Szczecin
Adam Lach Marcinkowice
Dariusz Leśnikowski Dąbrowka
Kamil Lewandowski Poznań
Marcin M. Wrocław

Paweł Marchewka Pionki
Grzegorz Niemirowski Warszawa
Łukasz Nowak Gdańsk
Janusz Pańczyk Poręba
Adam Ples Jaworzno
Radosław Rongers Warszawa
Czesław Sieroń Ruda Śląska
Dariusz Sobczak Sanok
Paweł Sobótka Szydłowiec

Wojciech Sołtan Łódź
Michał Stach Kamionka Mała
Jacek Strzelecki Żnin
Damian Szetlak Majscowa
Rafał Ulanowski Witkowo
Dominik Węclewski Solec
Jarosław Węgliński Warszawa
Teodor Woźniak Łódź
Szymon Wójciszewski Warszawa

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

**Przysyłając rozwiązanie dowolnego konkursu,
NIE ZAPOMINAJCIE o podaniu w e-mailu pełnych danych adresowych.
Ich brak uniemożliwia wysłanie, a więc także przyznanie Czytelnikowi nagrody/upominku.**

Zajrzyj do interesujących materiałów
„Świat Radio” 2/20

SAnteny PUK 2019

Podczas ubiegłorocznego konkursu PUK w grupie B (anteny i urządzenia antenowe) znalazły się następujące projekty: ultralekka antena W3DZZ (Andrzej SQ1GU), antena pojemnościowa i MiniVert (Kuba SQ7OVV), antena Yagi na pasmo 23cm (Janusz SP2CNW), zdalny przełącznik antenowy (Bartosz SP2Z).

W ŚR 2/2020 zaprezentowano prace na bazie zgłoszonych przez autorów opisów.



Dwa cyfrowe generatory VFO

Problemy związane ze stabilnością częstotliwości generator VFO są od wielu lat rozwiązywane na wiele różnych sposobów.

W pierwszym opisywanym rozwiązaniu SP2FP jest zastosowany generator DDS z serii AD 9850, a w drugiej konstrukcji EA3GCV układ SI5351, który w ostatnim czasie cieszy się dużą popularnością w tego typu urządzeniach.



Errare Humanum Est

W EdW 1/2020, na stronie 35, w artykule „Wyświetlacz graficzny, cz. 3” napisano, że USB jest łączem internetowym, związanym z TCP/IP i występują w nim kapsułki TCP/IP. Domyślałem się, że to miał być skrót myślowy. Moim zdaniem zbyt duży. USB nie ma nic wspólnego z Internetem i nie wykorzystuje pro-

kołu TCP/IP. Pewnie chodziło o to, że USB jest protokołem pakietowym i w związku z tym ma pewien narzut, podobnie jak inne protokoły pakietowe.

Grzegorz Niemirowski

Czytelnik w nagrodę otrzymuje upominek – kit AVT.

R E K L A M A

AVT 1755 Detektor hałasu

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



Znajdź nas na 



Jesteś zainteresowany
zamieszczeniem ogłoszenia
w rubryce Market?
Skontaktuj się:

reklama@elportal.pl
tel. 22 257 84 64



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



Seria przedłużaczy HUGO!



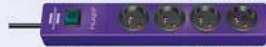
antracyt: 1150614114



zielony: 1150614194



niebieski: 1150614184



fioletowy: 1150614134



rubinowy: 1150614174



żółty: 1150614164



biały: 1150614124



biało/czarny: 1150614104

Kolorowe, solidnie wykonane listwy zasilające hugo! Brennenstuhl

- przewód 2m
- 4 gniazda
- długość listwy ok 35cm
- podświetlany wyłącznik
- zabezpieczenie przed dziećmi
- odporna obudowa z polikarbonatu
- uchwyty do montażu na ścianie

cena za 1szt:
40zł

sklep.avt.pl/search/search?query=11506141

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



PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWOCZEJ

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

pwkey@onet.pl

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

z wbudowanym termostatem pokojowym
zapewniającym komfort i oszczędność

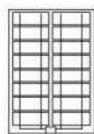


REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

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

Zestaw wkrętek HSET20

Zestaw najczęściej używanych wkrętek w domu i warsztacie

- wkrętki płaskie: 3mm x 7,5cm; 5mm x 10cm; 6mm x 10cm
- wkrętki krzyżakowe: PH0 x 7,5cm; PH1 x 10cm; PH2 x 10cm
- końcówki magnetyczne
- ergonomiczne uchwyty z twardego plastiku
- wykonane ze stali Cr - V

12.50zł



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

Stacja lutownicza na gorące powietrze

Lutownica Hotair

- Regulacja temperatury od 100-480°C
- Moc 650W
- Tryb pracy: Ręczny/Automatyczny
- Rozmiar głowicy wylotu gorącego powietrza 22mm
- Płynna regulacja nadmuchu powietrza
- Typ nadmuchu: wentylator
- Przepływ powietrza do 120 litrów/minutę [max]

Lutownica Grotowa

- Regulacja temperatury od 200-480°C
- Moc 60W
- ESD SAFE

W zestawie

- Stacja lutownicza WEP 899D-II
- 4 dysze
- Podstawka pod kolbę grotową wraz z gąbką czyszczącą
- Kolba grotowa z grotem T-I
- Chwytek do podnoszenia układów

YH-899D-II 350zł

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



Profesjonalny zaciskacz końcówek kablowych
10mm²-95mm², model 8PK-CT120 Heavy Duty



Pro'sKit®
293zł



- przeznaczony do zaciskania końcówek przewodów elektrycznych sieciowych oraz zasilających samochodowych
- masa 3.15kg

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

Lampki ostrzegawcze do montażu na drzwiach samochodowych

- pasują niemal do wszystkich modeli aut
- emitują rozproszone światło które nie oślepia
- odporne na warunki atmosferyczne
- minimalistyczny design
- wymiary: 50x25x8mm
- źródło światła: 6 LED
- zasilanie: baterie litowe

W zestawie: 2 lampki,
2 magnesy i baterie

CRFZD-01
20zł (za komplet 2szt)



Baseus

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

Żarówka LED z mikrofalowym czujnikiem ruchu

- Temperatura barwowa: 4000K
- Strumień świetlny: 600lm
- Kształt: klasyczny, kłosa matowy
- Mocowanie: E27 (duży gwint)
- Pobór mocy: 7W
- Napięcie zasilania: 230V
- Czujnik mikrofalowy
- Kąt widzenia: 360st.
- Zasięg detekcji: 10m



kod: OR-SW-6106LM4
cena: 41zł

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

Motor napędzany słoną wodą

H2O MOTOR
36zł



Edukacyjna zabawka dla dzieci.
Zabawa polega na złożeniu samodzielnie motocykla i uruchomieniu go za pomocą wody z solą.



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

Magazynek szufladkowy Allit VarioPlus Original 75



kod: 465130
cena: 135zł

- praktyczne miejsce na drobne elementy na górze pojemnika
- duża stabilność i wytrzymałość
- profil wzmacniający półki
- zmienne przedziały szuflad
- zabezpieczenie przed wysunięciem szufladki
- możliwość montażu na ścianie lub stawianie regalików jeden na drugim
- wymiary: 300x135x525mm [szerokość x głębokość x wysokość]

W zestawie 50 szufladek i 25 przegródek
+ gratis etykiety (szablon do samodzielnego wycięcia)

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

HUB USB z gniazdami 2x USB i USB-C + kabel USB 3w1 (USB-C, micro USB i Lightning)

Niezbędnik, doskonałe akcesorium dla wszystkich urządzeń z portami USB-C, micro USB i Lightning.

- max natężenie 3A
- technologia Quick Charge 3.0
- błyskawiczne i bezpieczne ładowanie
- przesył danych (tylko Lightning)
- nylonowy opłot przewodów

Inteligentny układ zarządzania:
Dopasowuje odpowiednie napięcie do konkretnego urządzenia

Rozdzielacz zaprojektowano tak, aby służył również jako pojemnik na kabel USB.

Prąd roboczy gniazd:

- USB Typ C: 2.4A
- USB-1: 1A
- USB-2: 2.4A



CAHUB-FX09
47zł

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

Precyzyjne cążki boczne Velleman VT301



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

Profesjonalny czyścik ECOBRA 760300

Nadaje się do usuwania powłok ze skorodowanych styków, złączy, zaśniedziałych powierzchni metalowych, itp

- wymienny wkład z włókna szklanego
- wygodny uchwyt w kształcie otwórka
- średnica końcówki 4mm
- długość 120mm



Przykładowe zastosowania:
polerowanie, wymazywanie,
czyszczenie, szlifowanie zgrubne,
usuwanie zadziorów, rdzy...

kod: VT760300 SZT

cena: 28,50zł

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



Zestaw bitów precyzyjnych Proskit SD-9826

- uchwyt do bitów 105 mm
- przedłużka Ø4 x 60mm
- pęseta 114mm
- bity Ø4mm 30 szt:
 - Phillips: PH00, PH0, PH1, PH2
 - płaski: 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 3.5; 4.0
 - Torx: T4; T5; T6; T7; T8; T10; T15; T20
 - Hex: 0.9; 1.3; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0; 4.0
 - Spanner: 2.6
 - Igła: 1.0
 - Star: 2.0
 - Tri-wing: 3.0
 - Triangle: 3.0
- pudełko - organizer



kod: SD-9826

cena: 36zł

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

Uniwersalny 100-elementowy zestaw akcesoriów DREMEL (723-100)



Uniwersalny zestaw akcesoriów Dremel zawiera 100 wysokiej jakości oryginalnych akcesoriów Dremel, w tym akcesoria EZ SpeedClic, które można szybko i łatwo wymieniać. Całość zapakowana w praktyczne i trwałe plastikowe etui.



DREMEL

2615S723JA
140,20 zł

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



Robot 5 w 1 **KSR19**

do kodowania mechanicznego
Zestaw do samodzielnego montażu bez lutowania

Nowość!

- rozwija umiejętności STEM przez zabawę
 - nowa koncepcja kodowania bez komputera lub aplikacji
 - rekomendowany wiek: 14+
 - 238 elementów
 - zasilanie: 4 x bateria AAA LR03 (brak w zestawie)
- Wymiary:
- robot z podnośnikiem widłowym: 263 x 116 x 210 mm
 - robot piłkarz: 231 x 116 x 210 mm
 - robot rysownik: 243 x 116 x 210 mm
 - robot chwytak: 253 x 116 x 210 mm
 - robot strzelający: 172 x 116 x 260 mm



122,50zł

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



KS-151002

Arduino. 36 projektów dla pasjonatów elektroniki

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

Spełnij swoje marzenia o własnym układzie elektronicznym!

Simon Monk, strona 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, strona 392, cena 69 zł

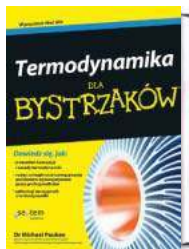


KS-170500

Elektronika dla małych i dużych

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

Oyvind Nydal Dahl, strona 292, cena 39 zł



KS-170903

Termodynamika dla bystrzaków

Dzięki temu praktycznemu przewodnikowi zabłyśniesz na zajęciach z termodynamiki za sprawą łatwych do zrozumienia i opisanych przystępnym językiem wyjaśnień sposobów wykorzystywania energii w takich urządzeniach, jak samochody, samoloty, klimatyzatory i elektrorownie.

W książce znajdziesz: zasady termodynamiki, istotne parametry i ich relacje, informacje o substancjach stałych, cieczach i gazach, zasady współdziałania pracy i ciepła, cykle zasilające procesy termodynamiczne, związki i reakcje chemiczne, pionierów termodynamiki, rzeczywiste zastosowania zasad i koncepcji termodynamicznych

Michael Pauken, strona 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, strona 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, strona 104, cena 25 zł



KS-161102

Drony dla bystrzaków

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

Mark Lafay, strona 256, cena 40 zł



KS-150802

Arduino. Automatyzacja domowa dla każdego

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

Marco Schwartz, strona 112, cena 33 zł

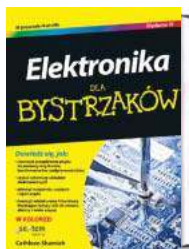


KS-170405

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 chiał się go używać i aby było to czystą przyjemnością!

Tomasz Francuz, strona 496, cena 89 zł

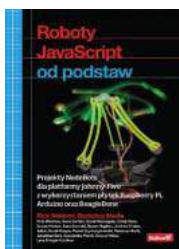


KS-161103

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, strona 368, cena 49 zł

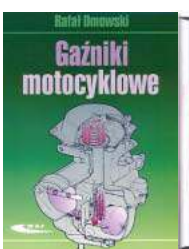


KS-160400

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, strona 256, cena 59 zł



KS-170904

Gazniki motocyklowe

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

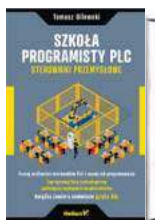
Rafał Dmowski, strona 104, cena 45 zł



kod KS-150302
Drony
Wprowadzenie,
Ty Audronisi
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

Polecamy



KS-180300

Paul Horowitz,
Winfield Hill
stron 1644
cena 225zł

Sztuka elektroniki, część 1 i 2 wydanie: 12 zmienione

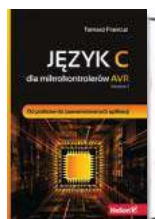
Po dwudziestu pięciu latach nowe, gruntownie zmienione polskie wydanie cieszącej się ogromnym powodzeniem „Sztuki elektroniki”, powszechnie uznanej za najlepszy podręcznik, a zarazem vademecum projektowania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Poprzednie wydania tej książki, przetłumaczone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



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



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



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

Ostatnio dodane pozycje w ofercie AVT

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



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



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



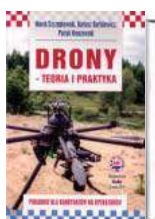
kod KS-140600
Gadżety szpiegowskie.
Szalony Geniusz,
Brad Graham,
Kathy McGowan
stron 384, cena 59 zł



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



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



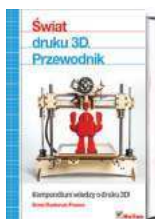
kod KS-170012
Drony - teoria
i praktyka,
praca zbiorowa
stron 165, cena 39 zł



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



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



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

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



sklep.avt.pl

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

W sklepie internetowym sklep.avt.pl

Zamówienia o wartości powyżej 100zł

złożone w sklepie internetowym premiuje bonusem!

Aktualna lista bonusów dostępna jest na stronie głównej sklepu.

W sklepie firmowym AVT:

Warszawa - Żerań

ul. Leszczynowa 11



Leszczynowa 11

U dystrybutorów:

Lista dystrybutorów dostępna jest na stronie sklepu:

sklep.avt.pl/webpage/dystrybutorzy.html

Wypełniając poniższy formularz zamówienia

Formularz można 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 12/2019

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 1/2020

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 2/2020

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] płytki drukowane PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytki PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytki PCB (lub płytki), UK (jeśli występuje) i komplet elementów elektronicznych wymienionych w dokumentacji zestawu.
- [C] zestaw zmontowany

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod – Nazwa	Ilość

Nadawca:

imię i nazwisko

mój numer prenumeraty

Adres:

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł



nr telefonu

e-mail

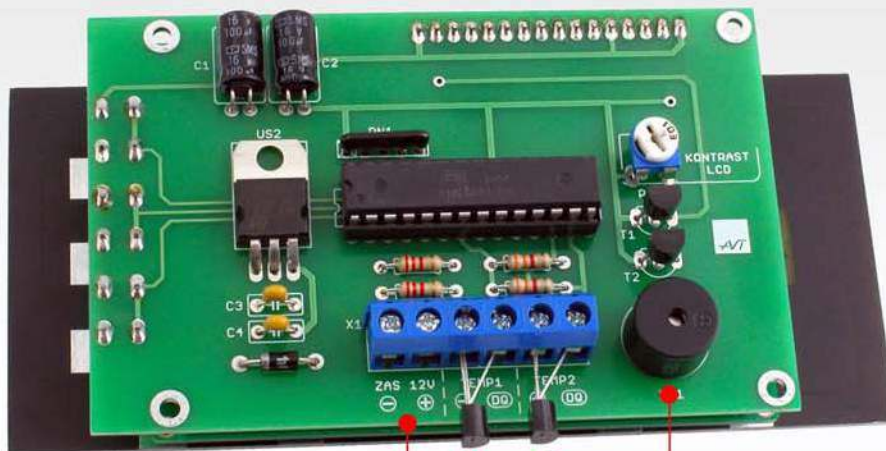
data

podpis

AVT 1999 2-kanalowy termometr MIN-MAX z alarmem

Termometr służy do monitorowania temperatury w dwóch punktach za pomocą czujników temperatury typu DS18B20 z interfejsem 1-Wire.

Dla każdego czujnika można zadeklarować zakres temperatury normalnej, a o jego przekroczeniu poinformuje sygnalizator akustyczny (sygnał rozlega się w odstępach czasowych tak długo, jak długo temperatura pozostaje wyższa lub niższa od temperatury ustawionej) oraz stosowny komunikat na wyświetlaczu. Termometr posiada pamięć wartości minimalnej i maksymalnej z możliwością jej zerowania w dowolnym momencie. Dodatkową funkcjonalnością termometru jest możliwość przypisania indywidualnej nazwy dla każdego z dwóch punktów pomiarowych.



Zasilanie 12VDC

Czujniki temperatury

Sygnalizator akustyczny

Kod handlowy:
AVT1999



sklep.avt.pl

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

Przenośna stacja lutownicza KD862 na gorące powietrze



Cyfrowa stacja Hot Air KD 862 umieszczona w kolbie.

Kompaktowa forma, łatwa do przenoszenia i transportu - wygodne rozwiązanie dla mobilnych serwisantów. Oprócz typowych zastosowań, nadaje się również do spawania tworzyw sztucznych, obkurczania, usuwania starych powłok z farb, itp.



Sterowanie umieszczone w kolbie:
pokrętko do regulacji przepływu powietrza (**max 120l/min**) i przyciski do regulacji temperatury (**od 100°C do 480°C**)

- wyświetlacz LED
- zasilanie 230V
- pobór prądu 650W
- długość całkowita 30.5cm
- system schładzania grzałki
- mocna grzałka wykonana z grubego drutu (większa wytrzymałość i trwałość)
- źródło przepływu powietrza: wentylator z silnikiem bezszczotkowym

150zł

W zestawie:

- kolba
- uchwyt
- instrukcja
- 3 dysze okrągłe
- 1 dysza kwadratowa

kod handlowy: KD862



sklep.avt.pl



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