

ELEKTRONIKA

dla wszystkich

12/2019 GRUDZIEŃ • CENA 12zł (w tym 8% VAT) •

www.elportal.pl

Piłka kąpielowa

Nowy cykl: Z potrzeby chwili...

- ▶ WS2811 – Uniwersalny sterownik taśm LED
- ▶ Generator impulsów prostokątnych
- ▶ Elektroniczny bezpiecznik
- ▶ Komparator okienkowy
- ▶ Z potrzeby chwili...
 - Antyzamrozeniowy termostat
- ▶ Prosty tester baterii i akumulatorów
- ▶ Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku
- ▶ Moduły zasilające
- ▶ Felieton – Telemetria
- ▶ Kurs Arduino – Matrycowe wyświetlacze LED
- ▶ Automatyka –
 - Elektronika w wentylacji i rekuperacji
- ▶ MPPT – Problemy i ograniczenia
- ▶ Kuchnia konstruktora –
 - Taki zwyczajny zasilacz...
- ▶ Wzmacniacze klasy D – BTL i PBT



Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl

**Miejsca dla
specjalistów**

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe



sklep.avt.pl

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

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

www.piekarz.pl





HOBBY

velleman®

Model robota
o wysokich
walorach
edukacyjnych.



TOBBIE THE ROBOT



Tobbie jest inteligentnym robotem o sześciu nogach i zapewnia doskonałą interakcję z dziećmi.

Zestaw składa się ze 107 elementów.
Wymiary Tobbi'ego: 12,6x13,8x16,5cm.
Zasilanie: 4 baterie AAA (brak w zestawie)

Spróbuj rzucić wyzwanie Tobbiemu i sprawdź co potrafi. Stwórz dla niego labirynt lub pozwól mu podążać za Tobą. Przede wszystkim nie traktuj go jak normalnego robota, ale jako uroczego inteligentnego przyjaciela.



W trybie „**Follow Me**” Tobbie śledzi dowolny obiekt który do niego podejdzie i będzie podążał za nim jak posłuszny zwierzak.



W trybie „**Eksploruj**” Tobbie omija przeszkody i odnajduje trasę między nimi.

kod: **KSR18** cena: **129,00zł**

Świetny pomysł na prezent dla starszego i młodszego!

Uczy, bawi, rozwija inteligencję i poszerza wiedzę z zakresu robotyki i mechatroniki!
Opakowanie: pudełko kartonowe o wymiarach 37x23x7.5cm



14+ REKOMENDOWANY
WIEK

sklep.avt.pl

AVT Korporacja sp. z o.o.

03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11

Sprzedaż wysyłkowa: handlowy@avt.pl tel.: 22 257 84 50

Pakiet Startowy Elektronika



Elementy pakietu:

- Wysokiej jakości lutownica elektryczna kolbowa 25W/230V
- Podstawka pod lutownicę z gąbką czyszczącą
- Kalafonia aktywna ułatwiająca lutowanie
- Cyna 1mm we fiolce
- Szczypce tnące boczne ze stali narzędziowej nierdzewnej
- 3 zestawy do samodzielnego montażu:
 - AVT720 Błękitno biały mrygacz
 - AVT721 Klaskacz - akustyczne zdalne sterowanie
 - AVT793 Generator dźwięków alarmowych
- Pudełko zbiorcze



kod: AVTPSE
cena: 80zł

*Pomysł
na prezent!*



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..... 45



GTB-SOLARIS..... 77



PIEKARZ..... 1, 17



PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWczej

PW KEY..... 77



SEMICON..... 37



str. 15

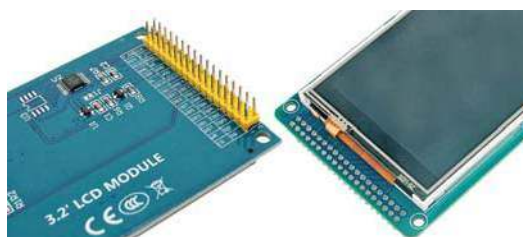
Piłka kąpielowa, czyli termometr dla dziecka

Wspaniały pomysł, a do tego wyjątkowo interesująca, niezwykła realizacja! Autonomiczny termometr w hermetycznej obudowie, zasilany akumulatorem ładowanym bezprzewodowo – indukcyjnie!

str. 19

WS2811 – Uniwersalny sterownik taśm LED dużej mocy

Coraz popularniejsze są diody WS2812. Bardzo interesujący projekt pokazuje, że warto też zainteresować się układami scalonymi WS2811, które pozwalają zrealizować imponujące efekty świetlne.



str. 36

Kuchnia Konstruktora Taki zwyczajny zasilacz...

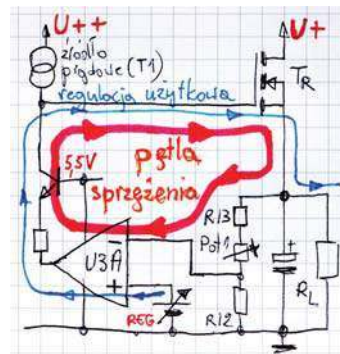
W tym odcinku zaczynamy walkę z samowzbudzeniem i wyjaśniamy podstawową przyczynę tego niepożądanego zjawiska



str. 27

Wokół Arduino – wyświetlacze graficzne

Różnorodne mniejsze i większe wyświetlacze graficzne są bardzo interesującymi elementami. Cykl artykułów przybliża ich właściwości i ograniczenia.



str. 66, 67

Z potrzeby chwili...

W cyklu „Z potrzeby chwili...” będziemy przedstawiać opisy układów, urządzeń oraz instalacji elektronicznych, które powstały szybko, dla zaspokojenia konkretnych potrzeb i te potrzeby zaspokoiliśmy. Zachęcamy do współtworzenia cyklu!

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

Grudzień

12 (288)

Projekty

Projekty AVT

Piłka kąpielowa.....	15
WS2811. Uniwersalny sterownik taśm LED dużej mocy.....	19

Elektronika 2000

Generator impulsów prostokątnych.....	52
Elektroniczny bezpiecznik.....	56
Komparator okienkowy.....	58

Forum Czytelników

Prosty tester baterii i akumulatorów.....	60
Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku, część 2.....	62
Z potrzeby chwili... Antyzamrozeniowy termostat.....	67

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 286

Zaproponuj nietypowy sposób sterowania oświetleniem.....	45
--	----

Rozwiązanie zadania głównego 281

Zaproponuj urządzenie elektroniczne, związane z potrzebami dzieci w dowolnym wieku.....	46
---	----

Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 286, 281.....	49
--	----

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 286, 281.....	51
--	----

Artykuły różne

Telemetria.....	14
Kurs Arduino, odcinek 20b.....	24
Wokół Arduino. Wyświetlacze graficzne, część 2.....	27
Automatyka – elektronika w wentylacji i rekuperacji, część 2.....	32
MPPT, część 2.....	36
Kuchnia konstruktora. Taki zwyczajny zasilacz... Część 4 – przyczyny samowzbudzenia.....	38
Wzmacniacze klasy D, część 6.....	42
Moduły zasilające, 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



Grudzień

W tym miesiącu mamy na okładce fantastyczny projekt, będący plonem jednego z wcześniejszych zadań głównych *Szkoły Konstruktorów*. W numerze znajdziecie też wiele innych wartościowych projektów i artykułów edukacyjnych. Ale ja chciałbym napisać przede wszystkim o nowej inicjatywie, w której i Ty możesz uczestniczyć.

Zacznę od oczywistego faktu: w ciągu ponad dwudziestu lat istnienia naszego czasopisma ogromnie zmieniło się oblicze elektroniki. Niektóre aspekty tych zmian budzą niekłamaną radość. Inne, najdelikatniej mówiąc, niekoniecznie. Jednym z przykładów jest coraz szersze wykorzystanie gotowych modułów, co zresztą dla hobbysty często jest wręcz koniecznością. Na naszych oczach upowszechnia się Arduino, które wykorzystują też ludzie dalecy od zagadnień technicznych. Wynikiem ich twórczości jest wiele interesujących rozwiązań, ale niestety często zrealizowanych na płytkach stykowych w sposób fatalny, urągający wszelkim zasadom elektroniki. Arduino ma zalety, warto korzystać z płytek uniwersalnych, na których bardzo szybko, ale i porządnie można polutować moduły. Trzeba zaakceptować zachodzące zmiany, lecz także zachować równowagę. Między innymi dlatego wprowadzamy nowy cykl *Z potrzeby chwili...*, żeby prezentować najróżniejsze rozwiązania, które powstały szybko. Szczegóły na stronach 66–69.

W tym cyklu mają być przedstawiane Wasze rozwiązania, być może także Twoje. Los cyklu leży w Waszych rękach, dlatego zachęcam do publikacji.

Piszcie też we wszystkich innych sprawach i rozwiązujcie konkursy!

Jak zawsze serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki



**Prenumerata
– naprawdę warto!**

LEICA SL2

Leica kojarzy się przede wszystkim z drogimi aparatami fotograficznymi, obiektywami i lornetkami. Wiele popularnych modeli tej firmy nawiązuje wzornictwem do stylu retro i skupia się na prostocie użytkowania oraz jakości wykonania. Linia SL była jednak swojego rodzaju przełomem i sprawiła, że Niemcy zaczęli walczyć też o segment profesjonalistów szukających uniwersalnego aparatu do fotografii i wideo. Leica SL2 to już druga generacja, która wprowadza między innymi nową matrycę 47 Mpx i szybszy procesor Maestro III. Urządzenie korzysta z bagnetu L, który od niedawna współdzielony jest z pełnoklatkowymi aparatami od Panasonic (Lumix) i Sigmę. Ten sojusz sprawił, że dostępność obiektywów jest znacznie większa a ceny stały się bardziej przystępne.

Mimo tego że SL2 ma konkurować z najlepszymi nie zastosowano w niej autofokusa z wykrywaniem fazy, co sprawia, że urządzeniu będzie trudno rywalizować z najnowszymi modelami od Canona czy Sony.

Leica to jednak przede wszystkim optyka. To nowe szkła z serii L mają sprawić, że SL2 stanie się atrakcyjną pozycją dla profesjonalistów wymagających świetnej ostrości, dobrego kontrastu i niemal całkowitej eliminacji błędów optycznych. W urządzeniu po raz pierwszy w historii firmy zastosowano matrycę z pięcioosiową stabilizacją obrazu. Sprawdzi się to nie tylko w sytuacjach ze słabym oświetleniem, ale przede wszystkim przy nagrywaniu wideo „z ręki”,

bez dodatkowych zewnętrznych akcesoriów stabilizujących. Pierwsze testy pokazują, że stabilizacja działa na poziomie najlepszych rozwiązań spotykanych u konkurencji.

O d s t r a s z a ć może cena – za sam korpus zapłacimy... ponad 26 000 zł.



MOTOROLA RAZR

Nostalgia bywa skutecznym motorem zakupowym, ale czy w przypadku słynnej serii Razr od Motoroli ten pomysł się sprawdzi? Amerykańska firma zaskoczyła wszystkich prezentując nową odsłonę modelu Razr ze zginanym („foldable”) ekranem. Rozwiązanie jest o tyle ciekawe, że różni się zasadniczo od tego co pokazał Samsung czy Huawei. Smartfon od Motoroli nie otwiera się jak książka, a jak... telefon z klapką typowy dla rozwiązań z ubiegłej dekady.

Po otwarciu urządzenia użytkownikowi ukazuje się szerokokątny 6,2-calowy ekran pOLED o proporcjach 21:9, niestety w rozdzielczości zaledwie HD (2142x876 pikseli). Nad ekranem znajduje się oczko aparatu przedniego z matrycą 5 Mpx i o świetle f/2.0. Ciekawostką jest to, że duży ekran ma tryb „Retro Razr”, który imituje wygląd metalicznego panelu alfanumerycznego z klasycznego Razra.

Po złożeniu smartfona widoczny jest 2,7-calowy ekranik gOLED o proporcjach 4:3 i rozdzielczości 600x800 pikseli. Na nim wyświetlane są powiadomienia i komunikaty, z jego poziomu wywołamy Asystenta Google, a może też służyć także za ekran pomocniczy przy robieniu zdjęć selfie. Pojedyncza, 16-megapikselowa kamera, obsługuje zarówno zdjęcia autoportretowe jak i tradycyjne. Matryca o wielkości pikseli 1,22um, ze światłem f/1.7, laserowym autofokusem i elektroniczną stabilizacją obrazu ma być wystarczająca do wykonywania ładnych zdjęć nawet w gorszych warunkach oświetleniowych.



Czy to wystarczy, żeby znów przyciągnąć użytkowników, którzy już dawno zapomnieli o Motoroli? Wiele zależy od ceny, bo podzespoły w tym urządzeniu zdecydowanie nie są na równi z innymi flagowymi smartfonami od konkurencji.

NOWY MACBOOK 16

Apple pokazało niedawno 16-calowego MacBooka Pro, który skierowany jest do najbardziej wymagających profesjonalistów. Firma z Cupertino w informacji prasowej zwraca uwagę, że nowy MacBook Pro 16" został stworzony z myślą programistów, fotografach, filmowcach, naukowcach, producentach muzycznych i innych osobach, którym laptop służy jako jedno z głównych narzędzi pracy.

Mamy do czynienia z laptopem z największym wyświetlaczem w ofercie Apple – w ciągu ostatnich lat najwyższy model miał ekran o przekątnej 15,4 cala. Dzięki zastosowaniu mniejszych ramek wokół ekranu, cała konstrukcja zachowała wymiary zbliżone do wspomnianej 15,4-calowej wersji. Rozdzielczość wynosi

3072x1920 pikseli, co przekłada się na gęstość pikseli na poziomie 226 ppi.

16-calowy MacBook Pro może być wyposażony w 6- i 8-rdzeniowe procesory Intel Core 9. generacji, do 64GB RAM, kartę graficzną AMD Radeon Pro z serii 5000M z 8GB pamięci, a także dysk SSD o maksymalnej pojemności 8TB. Nie zabrakło też paska Touch Bar, czytnika linii papilarnych Touch ID, gładzika z technologią Force Touch, oraz autorskiego układu bezpieczeństwa Apple T2.

Należy zaznaczyć, że 16-calowy MacBook Pro zastąpił w ofercie model 15,4-calowy. Ceny startują od 11999 złotych za sześciordzeniowy procesor Intel Core i7 2,6GHz 9. generacji, grafikę AMD Radeon Pro 5300M z 4GB pamięci, 16GB RAM oraz dysk SSD o pojemności 512GB.



FORD... MUSTANG?

Ford Mustang Mach-E ujrzał światło dzienne. Tym samym amerykańska legenda raz pierwszy od 55 lat „wjeżdża” w erę elektryczną i pierwszy raz robi to jako SUV, co już na samym początku spotkało się z falą krytyki. Zarzuty dotyczyły głównie samego nazewnictwa – do tej pory marka Mustang kojarzyła się przede wszystkim z pojazdami sportowymi o dużej mocy i pojemności silnika.

Wnikliwi zauważają jednak, że Mustang Mach-E pod względem stylistyki pełnymi garściami czerpie z pierwowzoru. Długa maska, zdecydowane ukształtowane reflektory i charakterystyczne lampy tylne, złożone z trzech świecących pasków – mnóstwo w nim elementów znanych z najpopularniejszego coupe koncernu Forda.

Nowy Mach-E będzie dostępny ze standardowym akumulatorem o pojemności 75,7kWh i większą baterią (98,8kWh). Te moduły zasilające wyposażone są w 288 ogniw litowo-jonowych w specyfikacji Standard Range i 376 ogniw litowo-jonowych w specyfikacji Extended Range. Chłodzone lub ogrzewane cieczą baterie umieszczono w podłodze między osiami i w wodoodpornej obudowie otoczonej strukturą absorbującą siłę uderzenia w razie wypadku. Korzyścią z zamknięcia akumulatorów pod nogami jest obniżony środek ciężkości oraz lepsze rozłożenie masy – oba te czynniki mają duże znaczenie dla właściwości jezdnych.

Największy zasięg, bo nawet do 600 km, zapewni Mach E wyposażony w powiększony akumulator. Taki model w kon-

figuracji z napędem 4x4 osiąga moc 337 KM i moment obrotowy 565 Nm. Nowy Mustang zadebiutuje w Polsce w 2021 roku.



XIAOMI Z CZYTNIKIEM EBOOK?

Na rynku czytników e-booków od dłuższego czasu nie działo się nic znaczącego. Dominacja Amazona ze swoim Kindle jest tak duża, że trudno jednym tchem wymienić inne liczące się marki. Do grona producentów tych urządzeń dołącza jednak Xiaomi, a to oznacza agresywne ceny i dobrą promocję.

Zgodnie z informacjami opublikowanymi na chińskim serwisie społecznościowym Weibo, sprzęt będzie współfinansowany przez społeczność. Niewykluczone, że jeśli pomysł na czytnik e-booków chwyci, firma zdecyduje się na jego regularną sprzedaż. Grafiki, które Xiaomi opublikowało na Weibo nie zdradzają zbyt wielu szczegółów poza wyglądem. Na pierwszy rzut oka, nawet jak na czytnik e-booków, ma bardzo duże ramki wokół ekranu. Z jednej strony to powoduje, że urządzenie jest większe i mniej poręczne, a z drugiej – ramki wokół ekranu pozwalają na wygodniejsze trzymanie urządzenia.

Czytniki e-booków odniosły zaskakujący sukces, mimo

że nawet sam Steve Jobs żartował sobie z tego pomysłu i nie wróżył mu powodzenia. Ekrany e-ink i łatwość w dostępie do najnowszych tytułów sprawiły, że codziennie w komunikacji miejskiej można spotkać dziesiątki osób korzystających z tego typu urządzeń.

Czy na rynku jest miejsce dla kolejnego dużego gracza? Czekamy na ceny i dostępność, bo te dwa czynniki będą decydowały o sukcesie lub jego braku. Do tej pory produkty Xiaomi cieszą się dużą popularnością na całym świecie i wiele wskazuje na to, że podobnie będzie w przypadku tego czytnika.



SURFACE POCHWALONY W IFIXIT

Do niedawna urządzenia mobilne były albo ładne, albo łatwo naprawialne. iPady oraz tablety z rodziny Surface otrzymywały bardzo niskie noty na portalu iFixit, który w skali od 0 do 10 określa łatwość wykonania naprawy danego urządzenia.

Wielu producentów stara się tworzyć tablety, które są piękne i świetnie wyposażone. Często odbywa się to kosztem ergonomii czy przyjazności produktu w kontekście jego naprawy. Inżynierowie Microsoftu tym razem na etapie tworzenia projektu Surface'a Pro X myśleli o użytkowniku. Ekipa iFixit zwraca uwagę między innymi na bardzo łatwy demontaż dysku SSD. Wystarczy podważyć go jakimś cienkim narzędziem, i to bez otwierania obudowy. Wyświetlacz bazuje na kleju piankowym. To nadal klej, ale ten rodzaj można łatwo demontować na wybranych powierzchniach. Doceniono też zastosowanie standardowych śrub Torx, dzięki

którym montaż i demontaż zdecydowanej większości modułów nie wymaga zestawu specjalistycznych śrubokrętów.

Dzięki temu Surface Pro X zgarnął zaskakująco wysoką notę na poziomie 6/10. Zarówno konkurencja, jak i inne urządzenia z logo Microsoftu do tego wyniku nawet się nie zbliżyły. iPad Pro, jak i Surface Pro 6, dostały notę 3/10. Pokazuje to dość dobrze, jak duży progres na tym polu wykonał producent.

Ale na pochwałę zasługuje też Surface Laptop, w którym odkręcając kilka śrub bez problemu wymienimy panel klawiatury czy podstawowe podzespoły. Łatwość naprawy jednak nie jest bezinteresowna – Microsoft tym gestem robi ułkon w stronę klienta korporacyjnego, dla którego naprawialność jest jednym z najważniejszych czynników przy wyborze urządzeń.



PRENUMERUJ

W PRENUMERACIE:

- ▶ wygodna dostawa (wprost do skrzynki pocztowej)
- ▶ przesyłka gratis!

do 50% zniżki
za lojalność

Prenumerujesz nieprzerwanie od minimum roku? Przedłużaj prenumeratę ze zniżką lojalnościową (po zalogowaniu na www.avt.pl)

prenumerata		roczna	dwuletnia
jeśli jeszcze nie jesteś Prenumeratorem		132 zł zniżka 8%	
jeśli prenumerujesz nieprzerwanie od:	roku	120 zł zniżka 16%	192 zł zniżka 33%
	2 lat	108 zł zniżka 25%	
	3 lat	96 zł zniżka 33%	168 zł zniżka 41%
	5 lat		144 zł zniżka 50%

Ceny prenumerat standardowych:

prenumerata roczna
1 wydanie gratis
132 zł

prenumerata dwuletnia
8 wydań gratis
192 zł

e-prenumerata roczna
zniżka 15%
87,70 zł

e-prenumerata dwuletnia
zniżka 30%
144,40 zł

prenumerata łączona:
prenumerata papierowa (standardowa lub ze zniżką lojalnościową) + równoległa e-prenumerata EdW **ze zniżką 80%**
roczna e-prenumerata równoległa 20,60 zł
dwuletnia e-prenumerata równoległa 41,20 zł

prenumeratę zamówisz:

- na www.avt.pl • mailowo - prenumerata@avt.pl • telefonicznie - 22 257 84 22
- wpłacając na konto: AVT Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, ING Bank Śląski 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013

Szanowny Kliencie, od 25 maja 2018 roku w krajach Unii Europejskiej obowiązuje Ogólne rozporządzenie o ochronie danych osobowych (RODO). Zachęcamy do zapoznania się z poniższą klauzulą informacyjną.

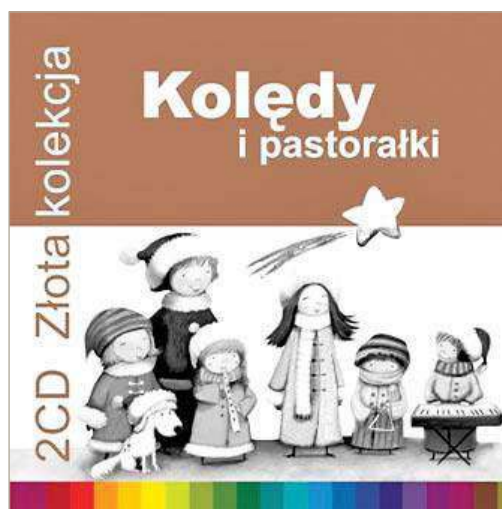
Administratorem Twoich danych jest AVT-Korporacja sp. z o.o. z siedzibą ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa, e-mail: prenumerata@avt.pl. Chodzi o dane osobowe, które zbieramy, aby móc wysłać Ci nasze czasopisma w formie drukowanej lub elektronicznej oraz inne towary (np. prezenty), a także w innych prawnie 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 mogą być przekazane Poczcie Polskiej, która będzie dostarczać 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 obrotowego, w którym wystąpiła ostatnia płatność. Dane osobowe do celów marketingowych będziemy przetwarzać do czasu wycofania przez Ciebie zgody na przetwarzanie lub do czasu usunięcia danych.

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

...i korzystaj Z PRZYWILEJÓW

prezent za zaprenumerowanie magazynu



Każdorazowo opłacenie prenumeraty
jest premiowane prezentem.

W tym numerze są to:

- koszulka z logo „Elektronika dla Wszystkich”
(rozmiar L, XL)
- płyta „Kolędy i pastorałki” (różni wykonawcy)

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

jeśli zamawiasz prenumeratę 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 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 na www.sklep.avt.pl
- 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**

Drobna uwaga do projektów płytek drukowanych

Witam, jestem stałym czytelnikiem EdW (również EP). Z racji moich zainteresowań cenię sobie całą ideę propagowania dziedziny elektroniki szczególnie w formie, jaką prezentują wymienione czasopisma. Wszystkie projekty są na swój sposób ciekawe, wszystko zależy od tego, czego kto w danym momencie potrzebuje – podoba mi się uniwersalność wielu układów. Jednak poruszając pojęcie uniwersalności – dlaczego płytki drukowane w znakomitej większości są projektowane ściśle pod dany typ elementów?

Przykładowo – zasilanie realizowane jest albo za pomocą gniazda DC, albo dzięki złączom śrubowym. Dlaczego i tu nie zastosować rozwiązania uniwersalnego, będącego zastosowaniem i tego, i tego rozwiązania?

Albo montaż rezystorów / kondensatorów / cewek – jeśli jest to możliwe, dlaczego nie projektować płytek z możliwością montażu elementów z różnym rastrem (rozstawem nóżek) albo najlepiej dodatkowo z możliwością zastąpienia elementu THT elementem SMD? Przypuszczam, że dane urządzenie nie straci na estetyce, a przy okazji w niektórych układach zwiększa możliwości eksperymentowania. Przykład praktyczny: elektroniczna kostka do gry – <https://sklep.avt.pl/avt1661.html>. W górnej płytce zamiast elementów THD można by od spodu przylutować SMD bez szkody dla układu. Albo uniwersalny moduł regulacji mocy AC – <https://sklep.avt.pl/avt5664.html>.

Wielu czytelników ma elementy z odzysku. Nowoczesne elementy mają mniejszy raster wyprowadzeń – tu mogłaby się przydać możliwość wlutowania elementów o innym rozstawie nóżek albo połączenie, czyli możliwość wmontowania dwóch (np. zamiast jednego C3), itd.

Celem tego e-maila nie jest moje wymądrzanie się - pragnę tylko wnieść dodatkową nutę uniwersalności i tak świetnym układom. Chylę czoła przed wszystkimi, którzy bez względu na poruszony przeze mnie temat robią i wdrażają swoje układy. To dzięki nim możemy cieszyć się ogólnie pojętą elektroniką.

*Pozdrawiam
Mariusz Witoń*

Spostrzeżenia i propozycje są bardzo interesujące. W praktyce często w grę wchodzi sprawa bibliotek „płytkowych” (footprintów) i właściwości programów projektowych, które sygnalizują błędy przy próbie umieszczenia na sobie dwóch lub więcej elementów, które byłyby montowane opcjonalnie. Skutecznym rozwiązaniem jest stworzenie uniwersalnych elementów bibliotecznych, które pozwalają montować elementy w różnych obudowach. Aktualnie coraz częściej wykorzystujemy płytki tzw. dwustronne, a wtedy możliwości tworzenia i wykorzystywania uniwersalnych elementów bibliotecznych są jeszcze szersze.

Co o tym problemie i propozycji sądzicie?

(...) W nawiązaniu do pytania Kolegi Szymona: Falownik sieciowy wpompowuje energię do sieci, nieznacznie podnosząc napięcie po swojej stronie. Sieć energetyczna jest „sztywna” i obciążona wieloma odbiornikami nie tylko u nas w domu, ale także z okolicy. Próba symulowania sieci przetwornicą 12/230V nie da obrotu o wystarczająco stabilnym napięciu. Falownik, próbując wpompować energię, będzie podnosić napięcie, co doprowadzi do awaryjnego wyłączenia falownika.

W przypadku awarii/wyłączenia sieci falownik musi obojętnie wyłączyć się, co pozwoli m.in. na bezpieczne usunięcie awarii. W przypadku częstych wyłączeń warto poszukać falownika hybrydowego lub UPS-a z doładowaniem solarnym np. z serii SinuPro.

*Pozdrawiam
Michał*

Dzień dobry.

Na wstępie zacytuję fragment listu, który pojawił się w 12/2015 EdW: „(...) pojawiają się konstrukcje dla techniki motoryzacyjnej, a warto stworzyć osobny dział dla fanów tej dziedziny. W tym momencie nie dla budowania nowych konstrukcji, ale dla omówienia tego, co już jest. Czujniki,

zawory, przepustnice, EGR, filtry cząstek stałych itd. Testery diagnostyczne i ich możliwości, analiza ich wskazań ...” Minęło od tamtej pory już trochę czasu. Myślę, że temat zainteresowałby wielu czytelników.

Pozdrawiam Redakcję
Piotr

Chętnie zamieścilibyśmy materiały na ten niewątpliwie interesujący temat. Ponieważ wśród współpracowników redakcji nie ma nikogo znającego temat, zapraszamy Czytelników, którzy mogliby podzielić się swoją wiedzą (edw@elportal.pl).

Dział Humor

1. Pytanie: Jakie tranzystory najczęściej kupuje rolnik?
- Polowe
2. Czy wszystkie diody są świecące?
- Tak, to tylko kwestia odpowiedniego dobrania prądu!
3. Przychodzi informatyk do apteki:
- Proszę pani, bierze mnie przeziębienie, co pani może zaproponować?
- Hm... witaminę C.
- Zwykle C? Może chociaż C++.
- To niech pan bierze po dwie.

Pozdrawiam
Michał Stach

W skrzynce Pocztovej Naczelnego pojawił się taki list:

Witam serdecznie Panie Piotrze,
tak jak po zamajstrowaniu mojego debiutanckiego tudora (okładka EdW 12/2012) dziękowałem Panu za wiedzę i inspirację w dziedzinie elektroniki (w szczególności w zastosowaniach audio), tak teraz chciałbym się lekko pochwalić, że przekazana przez Pana i całą EdW wiedza poszła po przeróżnych wzmacniaczach „piętro dalej”, na kolejne obszary techniki audio...i została pochwalona przez kultowego ScanSpeaka ;-)

www.facebook.com/ScanSpeakDenmark/posts/2506658336081984

www.facebook.com/ScanSpeakDenmark/posts/2508775739203577

Pozdrawiam
Maciej Zimniak

Dzień dobry,
natknąłem się w internecie na projekt AVT-2659 „Cyfrowy generator programowalny”. Czy są jeszcze dostępne płytki do tego projektu?

Widziałem wykaz płytek do archiwalnych projektów i tam były, ale nie wiem, czy ta strona jest jeszcze aktualna.

Piotr

Redakcja EdW nie ma związku z kwestiami handlowymi. Tego rodzaju pytania lepiej od razu kierować do Działu Handlowego / do sklepu AVT, gdzie przekazaliśmy e-mail.

Witam, poszukuję pliku wsadu mikrokontrolera oraz płytki drukowanej tegoż projektu AVT-2623.

Na stronie <https://elportal.pl/kopalnia-skarbow/plytki-programy-sprzed-roku-2005/> tego projektu nie znalazłem.

Dziękuję za pomoc.

Pozdrawiam
Andrzej

Sprawa jest interesująca. Rzeczywiście, w Elportalu nie ma pełnej dokumentacji tego pochodzącego sprzed siedemnastu lat, ostatniego projektu Z. Raabe. Co ciekawe, po czternastu latach w „Elektronice Praktycznej” 12/2016 też pojawił się projekt AVT2623, zapewne bardziej współczesna wersja:

<https://serwis.avt.pl/manuals/AVT2623.pdf>.

Dlatego pytanie Czytelnika przekazaliśmy do Działu Serwisu AVT (serwis@avt.pl) z nadzieją, że dostępny tam jest program starszej lub przynajmniej nowszej wersji.

Uczymy się przez całe życie...

(...) W „Elektronice dla Wszystkich” nr 10/2019 pojawił się mój artykuł, co sprawiło mi dużą radość, dziękuję. Również w tym numerze w Skrzynce Porad ukazał się artykuł dotyczący sterowania tranzystorami MOSFET. No i okazało się, że dla liniowej pracy tychże tranzystorów przy ich równoległym połączeniu trzeba stosować rezystory wyrównawcze. A w moim układzie ich nie ma. Człowiek uczy się przez całe życie.

Pozdrawiam serdecznie
Jarosław Tarnawa

Budowa komputera

(...) Ostatni raz pisałem do Was kilka lat temu. Dostałem wtedy małą płyteczkę do lutowania w SMD. Od tamtego momentu wiele się nauczyłem, moje umiejętności wzrosły, zacząłem więcej czytać i projektować.

Teraz powoli spełniam swoje najskrytsze marzenie: zbudować własnoręcznie komputer i napisać do niego system.

Rynek jest dziś wręcz zalany Raspberry, Arduino czy STM32. Nie jest to to, czego ja szukam. Tak oto powstały pierwsze prototypy na AVR (ATmega328p) z zegarem 16MHz, obsługą przerwań dla klawiatury czy kartą graficzną na VGA 120×60px.

Szukałem nadal jednak czegoś, co pozwoli na wyświetlenie dużej liczby znaków i nie będzie wymagało stosowania tak złożonego mikrokontrolera, że na nim samym można by oprzeć komputer, a nawet odpalić Linuksa (jakoś nie umiem przekonać się do STM32). Na początku skorzystałem z gotowych rozwiązań (np. tinnyBasic), które jako tako się sprawdzały. Dziś już planuję zrobić coś całkowicie własnoręcznie, od podstaw.

Swoją pracę rozpocząłem od budowania karty graficznej, gdyż najszybciej można zobaczyć efekty pracy. Frustrującą mnie myślą jest to, że większość kart, które były lub mogłyby być w tym projekcie, ma dużo większą moc obliczeniową niż sam w sobie komputer. Wynika to oczywiście z samego faktu generowania i przechowywania obrazu.

Rozwiązanie przyszło jak z nieba!

Odkopałem numer 2008/02, gdzie na łamach EdW ładnie była opisana karta graficzna na ATmega8. Płytki metodą termotransferu robię już długo, jednak ten projekt zrobił mi psikusa. Nie mogąc znaleźć materiałów dodatkowych, przerobiłem płytkę pokazaną w artykule.

Dokładnie, ścieżka po ścieżce usunąłem czarne napisy, poprawiłem krawędzie, dokładnie zmierzyłem, szybkie drukowanie w punkcie ksero i...problem! Piny się nie zgadzają. W sumie wydrukowałem jeszcze 4 wersje, dopóki nie zorientowałem się, że pani z ksero włącza losowo jakieś szalone ustawienia. Potem okazało się, że płytka ma za cienkie ścieżki, a ja za grube wiertła.

Ciąg dalszy na stronie 30

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.



(...) chodzi o fotowoltaiczne panele słoneczne (...) ile trzeba paneli na 800W? (...) informacje z internetu wydają się aż za dobre (...) kiedy realnie zwróci się zakup (...)?) (...)

Jak to w życiu często bywa, także na pytanie: *Czy instalacja paneli fotowoltaicznych (FV) jest opłacalna?* nie ma jednoznacznej odpowiedzi. Słońce w środku bezchmurnego dnia dostarcza bardzo duże ilości energii, około 1000W/m², ale niestety sprawność energetyczna ogniw FV jest niewysoka: 10...20%, co daje 100...200W/m². Teoretycznie by uzyskać moc 800 watów potrzeba więc 4...8 metrów kwadratowych paneli. Dlatego przy wyborze trzeba kierować się nie tyle powierzchnią paneli, co ich mocą. W praktyce trzeba też uwzględnić szereg innych czynników, ale omówienie ich daleko wykracza poza ramy *Skrzynki porad*.

Ponadto, podaną moc nominalną panele uzyskają jedynie w ciągu słonecznego, bezchmurnego dnia. Tylko w ciągu dnia, i tylko w optymalnych warunkach. Po pierwsze podawana w katalogach i materiałach reklamowych moc nominalna paneli fotowoltaicznych, wyrażana w kWp (kilowatów mocy szczytowej), wyznaczana jest w umownych warunkach laboratoryjnych. Praca w innych warunkach oznacza w praktyce, że uzyskiwana moc jest mniejsza.

Moc chwilowa ogniw to jedno, a całkowita ilość produkowanej energii to coś jeszcze innego i też zależy od warunków. Moc maksymalną bliską nominalnej panel oddaje rzadko. Nawet w ciągu dnia przez większość czasu oddawana moc jest dużo mniejsza od nominalnej, a w nocy oczywiście zerowa. Ten sam panel pracujący w słonecznej Kalifornii czy Hiszpanii da sumarycznie w ciągu roku więcej energii, niż pracując w Polsce czy deszczowej Wielkiej Brytanii.

O ilości uzyskanej energii decyduje nie tylko podana w katalogu sprawność i moc, ale też klimat i warunki geograficzne. W grę wchodzi kilka czynników, ale w pierwszym przybliżeniu można przyjąć, że z ogniw słonecznych o mocy „laboratoryjnej” 1kWp można uzyskać w ciągu roku 1000kWh energii.

Liczba 1000kWh robi wrażenie. I tu przechodzimy do wpisów w Internecie. Mnóstwo optymistycznych opinii umieszczanych jest na stronach i forach firm, handlujących i instalujących „fotowoltaikę”. Niewątpliwie firmy te dbają o swój interes i na pewno umieszczają w Internecie materiały mające zachęcić klienta.

Często materiały te są zbyt optymistyczne i pokazują tylko jasną stronę zagadnienia, nie wspominając o wadach.

Wydawać by się mogło, że na niezależnych forach internetowych można znaleźć rzetelnie i miarodajne informacje. Niestety nie. Na wielu forach panuje bałagan, mnóstwo wpisów pochodzi od osób, które nie mają podejścia technicznego i nie rozumieją nawet kluczowych aspektów zagadnienia. Stąd częste kłótnie, sprzeczne opinie oraz tendencyjne, a nawet ewidentnie fałszywe wpisy.

Zdecydowana większość wpisów dotyczących paneli fotowoltaicznych to wpisy pozytywne, a nawet entuzjastyczne. Niestety, bardzo często mają mniej więcej taką postać:

Kupiłam zestaw w firmie XXXXX i jestem bardzo zadowolona!

Po zakupie zestawu w firmie www.xxxx.pl bardzo obniżyły mi się rachunki za prąd!

Można się domyślać, że duża część takich wpisów, prawdopodobnie większość, jest robiona przez osoby związane z tymi firmami lub przez samych pracowników. Tego rodzaju niekonkretnie opinie są nie tylko niewiarygodne, ale wręcz wprowadzają w błąd.

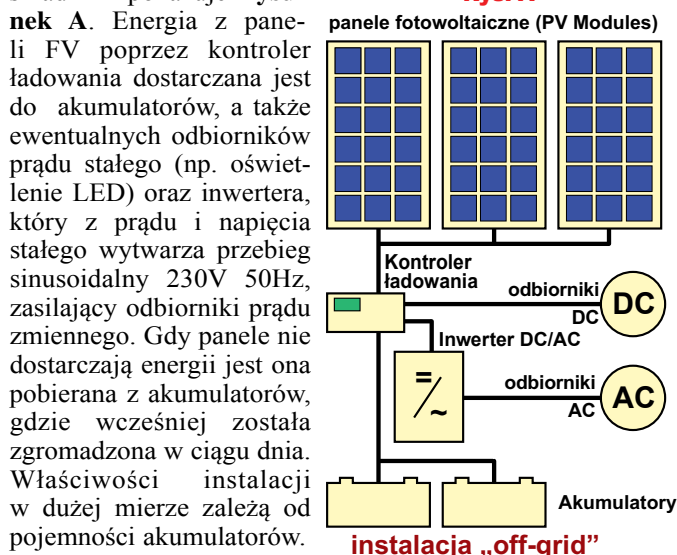
Łatwo ulec często spotykanej zonglerce liczbami. Ponieważ w popularnych taryfach za 1kWh płacimy w sumie razem z dodatkowymi opłatami około 60...70gr, więc teoretycznie w ciągu roku panele o mocy 1kWp, o powierzchni 5...10m², które wytworzą 1000kWh, pozwolą zaoszczędzić 600...700zł.

Niejedną słabo zorientowany elektronik po takiej informacji zacznie przeglądać portale aukcyjne i oferty sprzedaży tanich, używanych paneli, by sprawdzić, ile będą go kosztować panele o mocy kilku kilowatów. Niestety, zakup używanych paneli niewiadomego pochodzenia może okazać się fatalną, kosztowną pomyłką.

Owszem, w Internecie można znaleźć nieliczne konkretne, precyzyjne informacje, ale wyszukanie ich i „oddzielenie ziarna od plew” to spory wysiłek. Nie wszystkie są optymistyczne, o czym dalej.

Aby w ogóle dyskutować o fotowoltaice trzeba na początek rozróżnić instalacje „on-grid” oraz „off-grid”.

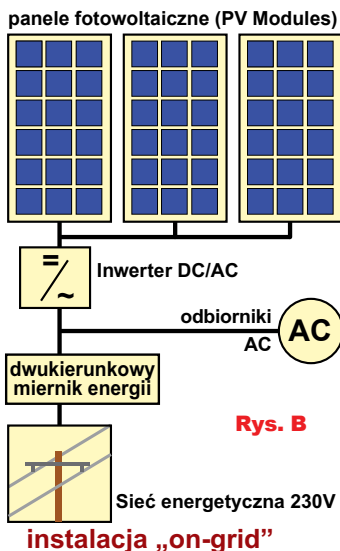
Zgodnie z nazwą, instalacja „off-grid”, czyli wyspowa, nie jest dołączona do sieci energetycznej 230V. Kluczowe składniki pokazuje **rysunek A**.



Rysunek B pokazuje uproszczony schemat instalacji „on-grid”. Energia z paneli podawana jest do inwertera, który wytwarza napięcie 230V 50Hz, które zasila odbiorniki w domu, a ewentualny nadmiar energii jest przez dwukierunkowy licznik energii dostarczany do sieci energetycznej, pełniąc rolę akumulatora nadwyżek energii. Gdy panele nie dają energii, całe zapotrzebowanie pokrywane jest z sieci energetycznej.

Instalacje wyspowe (off-grid) są nieopłacalne ekonomicznie i nie widac perspektyw, żeby się to w przewidywalnej przyszłości zmieniło. Przyczyną są koszty akumulatorów. Takie instalacje mają sens tylko tam, gdzie nie ma szansy dołączenia do sieci energetycznej.

Opłacalnie ekonomicznie mogą być jedynie instalacje „on-grid”, gdzie rolę akumulatora o nieograniczonej pojemności pełni krajowa sieć energetyczna. Mogą być, ale nie zawsze tak jest. Po pierwsze w umowie prosumenckiej z zakładem energetycznym musi być zagwarantowany roczny, a nie półroczny okres rozliczeniowy nadwyżek energii dostarczanych latem do sieci.



Rys. B

Po drugie, opłacalność zależy od kosztów, jakości i trwałości wszystkich składników instalacji, nie tylko paneli, ale też inwertera i składników pomocniczych. Ponadto instalacji „on-grid” nie można zrobić we własnym zakresie – musi ją wykonać autoryzowana firma. Oczywiście jest, że po założeniu instalacji FV „on-grid” rachunki za prąd będą mniejsze. O ile mniejsze? A jaki jest koszt instalacji? I jakie będą przyszłe koszty utrzymania/serwisowania? Dopiero rzetelne przeanalizowanie tego rodzaju szczegółowych danych pozwoli oszacować czy w ogóle inwestycja się zwróci, a jeżeli tak, to po jakim czasie?

Niestety, często klientowi przedstawiane są kalkulacje uproszczone, zbyt optymistyczne, pomijające część kosztów. Jednak generalnie dobrze zaprojektowane, dobrej jakości systemy „on-grid” powinny być opłacalne, tyle że ich koszt zwraca się po minimum dziesięciu latach. I to tylko przy mocy zainstalowanej co najmniej kilku kilowatów. Instalacja o mocy rzędu kilowata nie zwróci się nigdy. Temat jest trudny, w grę wchodzi szereg czynników, nie tylko technicznych, ale też ekonomicznych oraz prawno-administracyjnych. Sytuacja dynamicznie się zmienia na korzyść osób instalujących systemy „on-grid”, niemniej należy liczyć się długim okresem zwrotu tego rodzaju inwestycji.

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji

1+1=3

i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika



na www.avt.pl/prenumerata

Telemetria

Telemetria, jak nazwa wskazuje, to przesyłanie na odległość wartości mierzonych. Przykładem takiej wartości mierzonej na odległość może być temperatura mierzona w mieszkaniu, którą odczytamy zdalnie na smartfonie. Wraz z pojawieniem się systemu operacyjnego Windows 10 słowo „telemetria” nabrało nowego znaczenia. O wdrożeniu telemetrii możemy mówić znacznie wcześniej niż od czasu premiery Windows 10. Wraz z pojawieniem się systemu Windows XP telemetria stała się faktem za sprawą aktualizacji, która sprawdzała autentyczność licencji używanego systemu operacyjnego. Również inni producenci oprogramowania od dawna sprawdzają „online” autentyczność licencji swojego oprogramowania. Prawdopodobnie już w czasach systemu Windows 95 pojawiły się w tym systemie tylne drzwi dla służb¹. Obecnie określenie „telemetria” kojarzy się głównie ze zbieraniem przez system operacyjny danych o użytkowniku komputera, jego różnych preferencjach i zachowaniach. Dane te są następnie przysyłane na serwery twórcy wspomnianego systemu operacyjnego. Nie jest wykluczone, że dane te udostępniane są także różnym podmiotom, jak firmy reklamowe, duże sklepy internetowe, a nawet służby specjalne. Dane te rzekomo nie zawierają wrażliwych danych o użytkownikach komputera i wykorzystywane są do ulepszenia systemu operacyjnego. Czy jednak na pewno? Przy okazji zbierania niewrażliwych danych można zgromadzić wiele innych informacji o użytkowniku i danych zapisanych na jego komputerze. Dane te stanowią łakomy kąsek dla firm reklamowych, sklepów internetowych oraz służb. Wiele osób mówi: „nie mam nic do ukrycia”. Czy aby na pewno? Nawet jeśli tak, to czy chcielibyśmy, aby nasze prywatne dane przeglądał ktoś obcy? Co w przypadku instytucji badawczych, firm i instytucji rządowych? Przetwarzane tam dane stanowią łakomy kąsek dla wywiadów innych państw. Kiedyś trzeba było mieć fizyczny dostęp do wrażliwych danych, aby móc je skopiować na mikrofilmie, ryzykując zdemaskowanie takich działań. Dziś można to

zrobić zdalnie, prawdopodobnie nie pozostawiając żadnych śladów.

Niestety wiele wskazuje, że od telemetrii łatwo nie uciekniemy. Wręcz w przyszłości należy oczekiwać, iż stosowanie telemetrii w różnych aplikacjach ulegnie zwiększeniu. Nie tylko w komputerach osobistych, ale i innych urządzeniach mających dostęp do internetu. Nie jest tajemnicą, że odbiorniki telewizji z funkcją smart, podłączone do internetu, również monitorują zachowania użytkownika i przysyłają zgromadzone dane na serwery producentów tych odbiorników. Obecnie mało kto wie, że narzędzia telemetryczne znajdziemy nie tylko w komercyjnych systemach operacyjnych. Narzędzia te zostały wbudowane w najnowszych sterownikach kart graficznych Nvidia czy niektórych popularnych przeglądarek internetowych. Nie chodzi tu o przeglądarkę Google Chrome, która nie kojarzy się z prywatnością. Narzędzia telemetryczne zostały wbudowane w przeglądarkę Mozilla Firefox, która do niedawna postrzegana była jako ostoja prywatności! Również coraz częściej różne wtyczki do przeglądarek internetowych mają dostęp do wielu danych użytkownika w przeglądarce internetowej. Powoduje to, że również system operacyjny Linux jest pośrednio zagrożony telemetrią. Zagrożenie telemetrią dla systemu Linux jest szczególnie realne od czasu, kiedy narzędzie telemetryczne zostało wbudowane w dystrybucję Ubuntu 18.04 LTS. Oczywiście w celu doskonalenia oferowanej dystrybucji. Telemetrię w dystrybucji Ubuntu prawdopodobnie można całkowicie wyłączyć w porównaniu do systemu Windows. Czy aby jednak na pewno?

Wraz z pojawieniem się telemetrii pojawiły się programy narzędziowe do jej blokowania i ograniczania, bo całkowite jej wyłączenie w systemie Windows 10 jest prawdopodobnie niemożliwe. skutkiem ubocznym tych narzędzi może być częściowe lub całkowite uszkodzenie systemów operacyjnych Windows, ponieważ narzędzia te często przeznaczone są również dla starszych wersji tego systemu operacyjnego. W internecie znajdziemy też wskazówki, jak wyłączyć telemetrię w przypadku przeglądarek internetowych i sterowników kart graficznych Nvidia. Niewielu użytkowników komputera wie, że firma Microsoft wydała „zwykły” sy-

stem Windows 10 bez „zbędnych” aplikacji zawartych w standardowej wersji tego systemu oraz z możliwością wyłączenia telemetrii. Mowa o Windows 10 LTSC (Long Term Servicing Branch). Niestety jest to wersja przeznaczona dla klientów biznesowych i nabycie licencji przez zwykłego użytkownika może być niemożliwe, a sama licencja jest znacznie droższa od licencji domowych. Czy jednak wersja LTSC systemu Windows 10 całkowicie nie monitoruje działania użytkownika komputera i jego plików? Takiej pewności mieć nie można. Ponadto prawdopodobnie istnieją rozwiązania sprzętowe, „tylne drzwi” wbudowane na przykład w procesor komputera (Intel Management Engine²), które będzie trudno zablokować bez względu na używany system operacyjny³. Nie dziwi więc zachowanie rządów niektórych państw, które opracowują własne procesory⁴ i systemy operacyjne⁵ bazujące na Linuksie na potrzeby swoich instytucji rządowych. Rozważane jest nawet odcięcie się od światowego internetu⁶. W mediach przedstawiane jest to jako próba cenzury internetu, ale zapewne chodzi też o ograniczenie możliwości inwigilacji nie tylko państwowych komputerów.

Wraz z rozwojem oprogramowania i nowymi generacjami sprzętu należy się spodziewać, że coraz więcej urządzeń domowych, w tym również sprzęt AGD, będzie miało dostęp do internetu. Będzie on monitorował nasze zachowanie i przysyłał dane do producenta sprzętu w celu „poprawy jakości” tych urządzeń. W przyszłości zachowanie prywatności może wymagać rezygnacji z dostępu do internetu. Lecz wraz z upowszechnieniem sieci 5G i internetu rzeczy prawdopodobnie będzie to niemożliwe. Czy zatem po zakupie lodówki, aby odłączyć ją od internetu, trzeba będzie wymienić oryginalny termostat z dostępem do internetu na zwykły sterownik własnej konstrukcji?

Krzysztof Kawa
kaawa@wp.pl

1. <https://tiny.pl/t9ppn>
2. <https://tiny.pl/t9p8k>
3. <https://tiny.pl/t9pkf>
4. <https://tiny.pl/twd24>
5. <https://tiny.pl/twd8s>
6. <https://tiny.pl/twd8z>



Zachęcamy do nadsyłania podobnych tekstów!

Podziel się z innymi Czytelnikami swoimi wspomnieniami albo przemyśleniami, dotyczącymi historii, współczesności czy spodziewanego rozwoju elektroniki!

Pomyśl, napisz (powyższy materiał ma około 750 słów) i przyślij zwykłym listem lub na adres edw@elportal.pl!

Materiał może dotyczyć „elektronicznych wspomnień”, ale też dowolnego innego aspektu elektroniki.

Piłka kąpielowa

Prezentowane urządzenie to termometr kąpielowy dla mojego synka, któremu dedykuję ten artykuł. Obecnie na rynku jest cała gama termometrów do waniek, a i same wanieki wyposażone są w termometr – naklejkę. Mają one wspólną cechę: nie są kalibrowane. Zmierzony rozrzut dla trzech takich samych sztuk wyniósł aż około 5°C. Jest to zdecydowanie zbyt duży rozrzut pomiarowy, biorąc pod uwagę, że optymalna temperatura wody do kąpieli niemowląt wynosi 37–39°C. Niestety na rynku dominują termometry o niskiej jakości wykonania. Głównym mankamentem jest niedopasowanie kapilary do skali, które bywa niestabilne – przykład na **fotografii 1**. Takie były impulsy do budowy całkowicie wodoodpornego termometru z czytelnym wyświetlaczem, który w odróżnieniu od komercyjnych rozwiązań umożliwia precyzyjną kalibrację czujnika temperatury.

Efekt finalny można zobaczyć na okładce oraz tutaj <https://youtu.be/fTW-SM2122g>.

Zanim jednak powstała ostateczna wersja termometru prezentowanego na **fotografii tytułowej**, należało przejść drogę od idei do schematu. W tym celu przyjąłem trzy założenia, które stały się fundamentem do opracowywania projektu.

Termometr kąpielowy powinien cechować się:

- bezpieczeństwem użytkownika,
- dokładnością pomiarową,
- atrakcyjnością wizualną.

Zgodnie z założeniem dotyczącym bezpieczeństwa dziecka, jako kształt termometru została wybrana kula, gdyż pozbawiona jest ostrych krawędzi. Eliminuje to ryzyko skaleczenia dziecka. W kontekście bezpieczeństwa trzeba również pamiętać o zabezpieczeniu elektroniki przed szkodliwym działaniem wody. Z tego względu elektronika została zalana w transparentnej żywicy, czyniąc układ całkowicie wodoodpornym, o klasie szczelności IP68. Dodatkowo żywica spaja wszystkie elementy w odporny na upa-



Fot. 1

dek termometr. Aby osiągnąć założony kształt, wykorzystano kuchenną formę do lodów (o średnicy 50mm), która posłużyła jako forma do odlewu. Przedstawia ją **fotografia 2**. Nie stanowiła ona części składowej obudowy produktu finalnego. Urządzenie nie ma żadnych złączy ani przycisków. Jest zasilane z wbudowanego akumulatora, a ten ładowany jest bezprzewodowo (indukcyjnie).

Kolejnym założeniem jest dokładność pomiarowa. Pierwszą możliwością był często prezentowany na łamach gazety analogowo-cyfrowy DS18B20, niewymagający kalibracji. Jednak zastosowanie go wiązałoby się z bardziej skomplikowanym oprogramowaniem niż w przypadku obsługi równie popularnego LM35D. LM35 jest czujnikiem analogowym, umożliwiającym dokładny pomiar temperatury do 100°C, co w tym przypadku jest więcej niż wystarczające. Czujnik ten charakteryzuje się współczynnikiem przetwarzania na poziomie 10mV/°C. Dla przykładu przy temperaturze 25°C napięcie wyjściowe wynosi 0,25V i to napięcie podawane jest bezpośrednio do przetwornika ADC mikrokontrolera. Kolejną zaletą czujnika jest pożądana dokładność na poziomie 0,5°C i szybki czas reakcji na zmiany temperatury. Ze względu na omówione zalety w opisywanym termetrze kąpielowym został wykorzystany układ LM35.

Zgodnie z ostatnim punktem założeń istotne jest, aby urządzenie przyciągało uwagę nie tylko dziecka, lecz wszystkich osób potencjalnie korzystających z urządzenia, np. rodziców. W tym celu elementy elektroniczne przed przystąpieniem do ich łączenia zostały odpowiednio spreparo-



Fot. 2

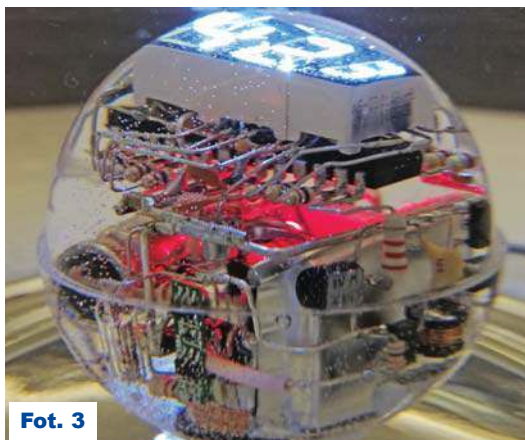
wane. Kondensator elektrolityczny został pozbawiony etykiety tak, aby metaliczny kolor komponował się ze srebrzanką. Wszystkie elementy układu zostały luźno rozłokowane w przestrzeni kuli. W połączeniu z transparentną żywicą, w której zostały umieszczone, umożliwiają identyfikację każdego z nich każdemu ciekawskiemu obserwatorowi. Dodatkowo termometr został wyposażony w diodę RGB, która swoim zmieniającym się w zależności od temperatury kolorem może informować użytkownika o potencjalnym zagrożeniu, co prezentuje **fotografia 3**. Diody rozświetlają transparentną kulę, eksponując znajdujące się wewnątrz komponenty.

Opis układu

Dla lepszej przejrzystości schemat ideowy został podzielony. Wyodrębnić można część zasilania – **rysunek 1** i **fotografia 4**, oraz część odczytu i prezentacji wyniku – **rysunek 2**. Sercem układu zasilania

(rysunek 1) jest akumulator (LIP 501745) Li-Pol 3,7V o pojemności 360mAh z zabezpieczeniem napięciowym. **Fotografia 5** prezentuje akumulator ładowany za pomocą ładowarki indukcyjnej, stosowanej do ładowania szczoteczki elektrycznej.

Ponieważ układ termometru musi być i jest hermetyczny, wymusiło to zastosowania ładowania indukcyjnego. Inspiracją, a zarazem układem testowym była stara szczoteczka elektryczna. Szybko okazało się niemożliwe wykorzystanie oryginalnego modułu ładowania. Otóż oryginalna ładowarka została zaprojektowana do



Fot. 3

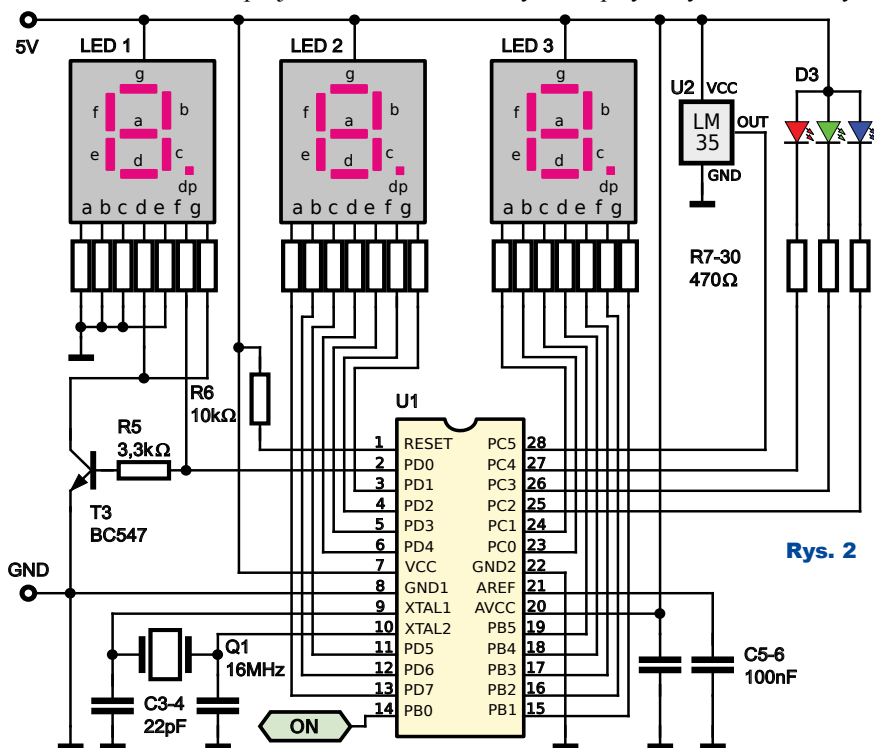


Fot. 4

ogniwi Ni-MH o napięciu 1,2V. W związku z tym w opisywanym układzie wyko-



Fot. 5

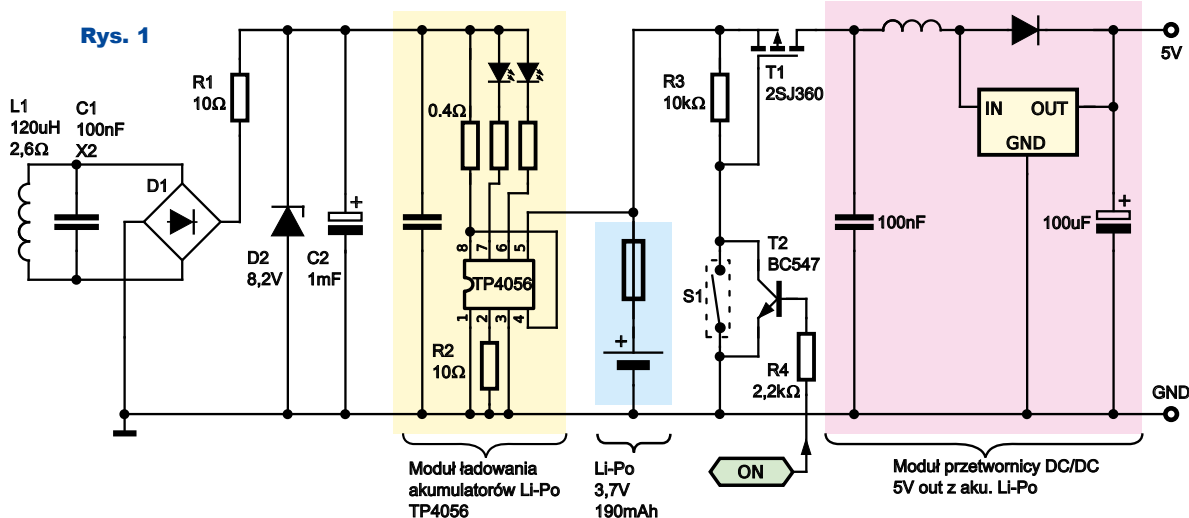


Rys. 2

zystano samą cewkę ze szczoteczki, która jest częścią wtórną transformatora powietrznego (odbiornik). Częścią pierwotną transformatora jest fabryczna stacja dokująca (nadajnik). Pozyskana cewka ze wspomnianej szczoteczki to element L1 ($H = 0,12\text{mH}$ i $R = 2,6\Omega$). Do prawidłowej pracy transformatorów powietrznych konieczne jest dodanie kondensatora w celu zbudowania obwodu rezonansowego. Oryginalna ładowarka została zaprojektowana do ogniwi Ni-MH o napięciu 1,2V. Z kolei aby napięcie było wystarczające do ładowania ogniwa

Li-Pol należało dobrać pojemność C1 w celu zwiększenia napięcia wyjściowego.

Zmierzone napięcie na mostku D1 przy nieobciążonym wyjściu wyniosło 13,2V, dlatego dodano rezystor R2 oraz diodę Zenera D2. Podczas ładowania rozładowanego akumulatora napięcie spada do 5,4V. Za mostkiem tętnięce



Rys. 1

napięcie jest magazynowane w kondensatorze C1, gwarantując poprawną pracę modułu ładowania ogniwa M1. TP4056 to ładowarka Li-Pol o wydajności do 1A. W prezentowanym układzie prąd ładowania jest ograniczony i nie przekracza 38mA. Tym samym nie występuje efekt nagrzewania się ogniwa, co jest bardzo ważne w szczelnej obudowie. Czas ładowania Li-Pol to około 20h, a czas pracy termometru po pełnym naładowaniu to 35min. Czas pracy jest w zupełności wystarczający. Złożona część zasilania przedstawiona jest na fotografii 2, gdzie widać również diody LED sygnalizujące proces ładowania.

Uruchomienie termometru odbywa się poprzez obrót kuli, przez co aktywowany jest wbudowany mechaniczny czujnik przechyli S1. Powstały spadek napięcia na R3 otwiera tranzystor T1. Wskutek tego startuje przetwornica StepUp zasilająca peryferia. Wzbudzony procesor wystawia stan wysoki, otwierając T2 dla dalszego podtrzymania zasilania. Termometr wyłącza się po 10 sekundach od momentu, gdy temperatura spadnie poniżej 28°C. Zastosowanie scalonego kontrolera napięcia baterii nie tylko chroni ogniwo, odcinając zasilanie w przypadku rozładowania, dodatkowo spowoduje też reset procesora w przypadku utraty funkcjonalności.

Schemat ideowy części logicznej pokazany jest na rysunku 2. Sercem układu jest ATmega328P zaprogramowana w środowisku Arduino IDE na płytce UNO, z której został wyciągnięty mikrokontroler U1, a następnie wlutowany do termometru.

Program to zmodyfikowana wersja kodu z „kursu Arduino” odcinek 2 (kwiecień 2018). Aby nie dublować informacji, gorąco polecam wspomniany kurs dla początkujących autorstwa Piotra Góreckiego.

Wykorzystana w projekcie ATmega328 musiała być wcześniej przygotowana wspomnianym środowiskiem Arduino, ponieważ nowa „czysta” ATmega nie przyjmie programu po liniach Rx/Tx. W tym celu należy wgrać bootloader na nowy procesor, wykorzystując płytkę Arduino UNO w roli programatora ISP. Pierwszym krokiem będzie załadowanie programu o nazwie *ArduinoISP* do Arduino. Dzięki temu Arduino stanie się programatorem. Następnie w środowisku Arduino IDE wybrać zakładkę *Plik / Przykłady / ArduinoISP* i kliknąć wgrać. Kolejnym krokiem jest połączenie nowej ATmegi328 z płytką Arduino według tabeli 1.

Tabela 1

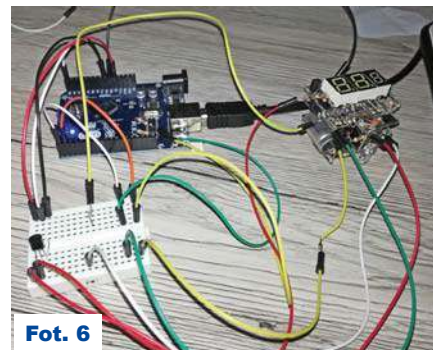
ATmega 328	Arduino
MOSI	11
MISO	12
SCK	13
RESET	10

Warto dwukrotnie sprawdzić połączenia elektryczne, gdyż jest to najczęstsza przyczyna problemów z zaprogramowaniem. Trzeba pamiętać o podłączeniu zasilania i podłączeniu rezonatora kwarcowego 16MHz, ponieważ platforma wykorzystuje zewnętrzne taktowanie. Zanim zostanie wypalony bootloader, trzeba zmienić typ programatora. Aby tego dokonać, należy w środowisku Arduino IDE wybrać zakładkę *Narzędzia / Programator* i zaznaczyć *Arduino as ISP*. Tak przygotowana ATmega jest gotowa do wypalania bootloadera, którego ikona znajduje się w zakładce *Narzędzia*. Po poprawnym wypalaniu mamy procesor, który w razie potrzeby możemy dowolnie wykorzystać. Do jego poprawnej pracy wymagany jest zewnętrzny kwarc, a program wgrywamy przez linię sygnałową Rx i Tx, co pokazuje **fotografia 6**.

Na etapie projektowania należało przede wszystkim uwzględnić aspekt termodynamiki, ponieważ energia cieplna wody oddziałuje na wszystkie elementy układu, a one wzajemnie na siebie. Zakładając, że temperatura ciepłej wody użytkowej w momencie nalewania może osiągnąć 50°C, to taką samą temperaturę będą miały elementy. W związku z tym nasuwają się pytania, czy nie uszkodzi się akumulator albo czy procesor nie będzie się zawieszał? Czy nagrzewanie obudowy przez elementy nie zaburzy odczytu temperatury? Jak wpływ dużej masy żywicy przełoży się na tempo odczytu temperatury wody oraz co najważniejsze, czy gwałtowne zmiany temperatury elementów takich jak ogniwo i przetwornica podczas ładowania-rozładowywania mogłyby doprowadzić do eksplozji?

Z elementów wrażliwych na temperaturę najważniejsze są półprzewodniki w tym procesor, który według producenta stabilnie pracuje w temperaturze <120°C. Niewiele mniejszą wartość graniczną mają elektrolity, bo 105°C. Gorzej wygląda sytuacja ogniwa Li-Pol. Według specyfikacji żywotność ogniwa jest o 15% krótsza podczas pracy w temperaturze 40°C niż w temperaturze pokojowej 25°C. Niemniej jednak producent zezwala na pracę (rozładowywanie) w temperaturze do 60°C. Tymczasem dla Li-Pol istotniejsza jest temperatura w procesie ładowania i przechowywania, która w prezentowanym projekcie jest optymalna i wynosi 25°C.

W omawianym przypadku stosunkowo wyso-



kie ciepło właściwe wody wynoszące 4190J/Kg*K korzystnie wpływa na możliwość odczytu temperatury. Żywica i czujnik temperatury mają niższe ciepło właściwe niż woda, przez co proces konwekcji jest ułatwiony. Odczyt temperatury odbywa się poprzez czujnik LM35, który jest częściowo wysunięty poza obrys kuli. Sensor LM35 podaje napięcie proporcjonalne do temperatury na wejście przetwornika ADC. Odczytana wartość jest uśredniana przez program i prezentowana na trzech wyświetlaczach 7-segmentowych. Dla lepszej czytelności dwa pierwsze znaki mają wysokość 0,39 cala, a części dziesiąte 0,3 cala. Dodatkowo diody wyświetlaczy sterowane są osobno, dzięki czemu wyeliminowano problem migotania cyfr występujący w przypadku sterowania multipleksowego. Taki zabieg pozwolił też uprościć kod programu. Największą korzyścią płynącą z tego rozwiązania jest uproszczenie połączenia procesora do wyświetlacza. Wadą tego typu metody jest konieczność gospodarowania większą liczbą wyprowadzeń niż ma ATmega. Rozwiązaniem było zastosowanie jednego pinu do sterowania dziesiątkami. Ponieważ termometr mierzy temperaturę w zakresie 30÷49,9°C, tym samym liczbę 3 wyzwała stanem wysokim, a 4 niskim. Odbywa się to poprzez załączenie segmentów A i D dla cyfry 3 i aktywację segmentu F dla cyfry 4, z kolei B, C i G są stale zaświecone. W przypadku wartości spoza zakresu: dla wartości <30°C jest wyświetlane [3,-] a dla >=50°C [4,-].

Dla oszczędności energii wartość prądu ustawiono na 5mA dla jednej diody wyświetlacza, co okazało się wystarczające, nawet w przypadku silnej ekspozycji świetlnej.

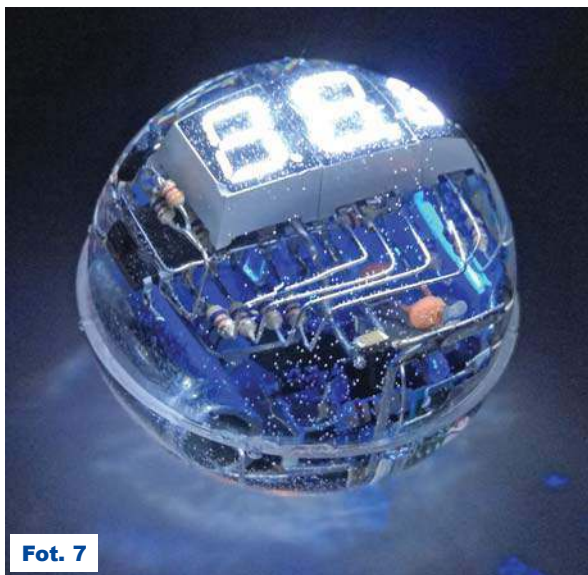
Dodatkowa dioda RGB pełni funkcję wielobarwnego wskaźnika i alarmu. Ulokowana pod wyświetlaczem daje poświatę, której kolor ściśle odpowiada zaprogramowanym przedziałom temperatury. Przykładowo kolor niebieski oznacza

zbyt zimną wodę, a mocna czerwień alarmuje o gorącej wodzie zagrażającej dziecku.

Kalibracja. Kalibracja czujnika jest istotnym etapem prac w celu uzyskania jak najlepszej dokładności. W omawianym projekcie z uwagi na wąski zakres pomiarowy zastosowano kalibrację jednopunktową. Czujnik został zanurzony w mieszaninie wody z lodem w plastikowym woreczku. Za pomocą drugiego termometru wzorcowego skalibrowano termometr kąpielowy poprzez dodanie w kodzie programu mnożnika wartości wynikowej.

Montaż i uruchomienie

W prezentowanym projekcie sztuka nowoczesna wdarła się na dobre do elektroniki, co prezentuje **fotografia 7**. W kulistej bryle połączenia należy wykonywać przestrzennie, aby najoszczędniej zagospodarować miejsce. Tym samym połączenia elektroniczne zostały wykonane bez użycia PCB, metodą na pająka czyli w powietrzu. Zanim jednak powstały pierwsze połączenia lutowane, należało dobrać wielkość elementów i rozplanować ich położenie oraz ustalić kolejność połączeń. Konieczne było posilkowanie się formą. Równolegle testowano różne formy do odlewów. Na pierwszy ogień sprawdzana była forma do świec. Niestety była wykonana z twardego plastiku, a żywica trwale przywarła do tego tworzywa. Ostatecznie sprawdziła się forma na lód, która ma otwór wlewowy i jest otwierana, co ułatwia wyciągnięcie odlewu. Do odlewu idealnie sprawdziła się żywica epoksydowa Crystalline® 940. Jest transparentna i po utwardzeniu bezzapachowa, co jak się okazało, nie jest oczywiste dla żywic. Podczas prób z innymi typami żywic ich nieprzyjemny zapach utrzymywał się długo po stwardnieniu odlewu.



Fot. 7

W tym miejscu należy przestrzec osoby, które planują wykonać podobne odlewy z żywicy. Należy pamiętać, że podczas wiązania żywicy dochodzi do reakcji egzotermicznej, w której wydzielą się ciepło. Temperatura w zależności od zastosowanej żywicy może nawet przekraczać 100°C! Dlatego przed przystąpieniem do prac należy obowiązkowo zapoznać się z instrukcją i kartą charakterystyki. W prezentowanym projekcie twardniejąca żywica była utrzymywana w niższej temperaturze, co wydłużyło czas twardnienia, ale podniosło bezpieczeństwo.

Lutowanie na pająka warto rozpocząć od elementu największego, który będzie stanowił trzymak i bazę dla kolejnych mniejszych komponentów.

Do połączeń wykorzystano srebrzankę o trzech średnicach 1; 0,7; 0,4 mm. Grubsza srebrzanka stanowi szkielet i wzmacnia całość podczas odlewu, ale konieczne było użycie cieńszych do prowadzenia sygnałów. Cewka została umieszczona współosiowo na wysokości dobranej eksperymentalnie tak, aby

rdzeń stacji dokującej umożliwił skuteczne przekazywanie energii. Wokół cewki umieszczono elementy zasilania, w tym akumulator, wypełniając przestrzeń dolnej półkuli. Przeciwna półkula została wykonana osobno. Zaprogramowany i przetestowany mikrokontroler z wyświetlaczem został umieszczony blisko sklepienia.

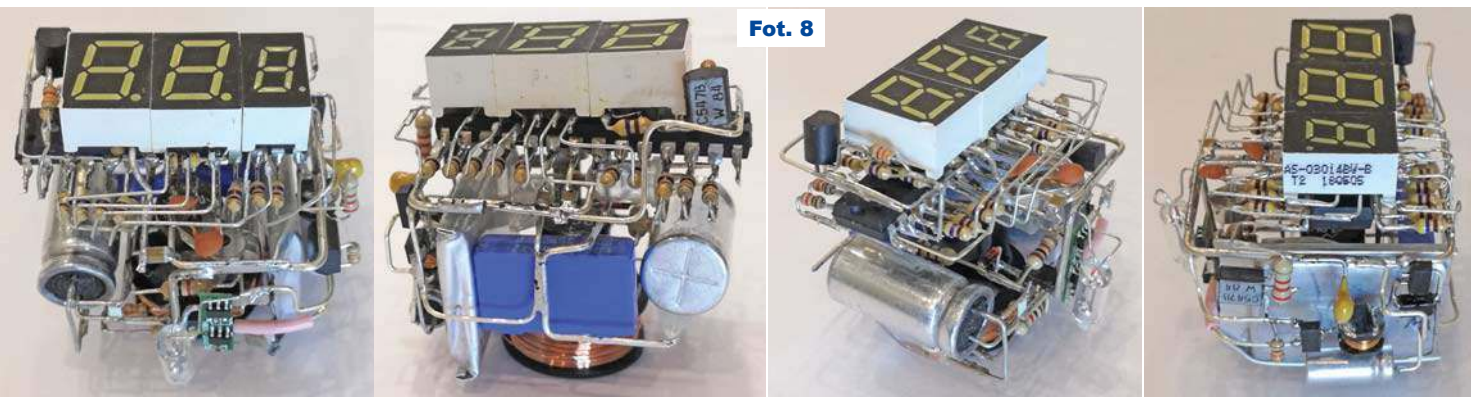
Podczas tworzenia takiej budowli należy każdorazowo przymierzać szkielet do formy, dzięki czemu oszczędzimy czas w przypadku poprawek. **Fotografie 8 i 9** przedstawiają końcowy etap po połączeniu obydwóch sfer i sprawdzeniu jakości połączeń. Na tym etapie należy ostatecznie wykręcić ewentualne błędy oraz sprawdzić funkcjonalność. Po zalaniu formy zmiany będą niemożliwe.

Ciąg dalszy na stronie 23

Wykaz elementów

R1,R2	.....	10kΩ
R3,R6	.....	10kΩ
R4	.....	2,2kΩ
R5	.....	3,3kΩ
R7-R30	.....	470Ω
C1	.....	100nF X2 foliowy
C2	.....	1000uF/25V
C3,C4	.....	22pF ceramiczny
C5,C6	.....	100nF foliowy
D1	.....	Mostek Graetza
D2	.....	Zenera 8,2V
D3	.....	LED RGB 5mm (Anoda)
T1	.....	2SJ360
U1	.....	ATmega328p
U2	.....	LM35
LED1,LED2	.....	AS-03911BW-B (0,39")
LED3	.....	AS-03014BW-B (0,3")
M1	.....	Moduł ładowania TP4056
M2	.....	Przetwornica DC/DC 5V
L1	.....	Cewka 120uH 2,6Ω
Q1	.....	Kwarc 16MHz
S1	.....	Czujnik przechyłu

Fot. 8



WS2811

Uniwersalny sterownik taśm LED dużej mocy

Taśmy LED są używane do oświetlenia użytecznego i efektowego. Ostatnio popularne stało się podświetlanie nimi schodów w różnorodny atrakcyjny sposób z wykorzystaniem diod o różnych kolorach. Gdy niezależnie sterowanych segmentów taśm jest dużo, problemem staje się zarówno liczba przewodów, jak i wielkość prądu zasilającego. Skutecznym rozwiązaniem jest sterownik – driver oparty na układzie WS2811 i tranzystorach MOSFET. Moduł jest więc wersją turbo popularnych diod WS2812 i ma być sterowany jak WS2812, na przykład za pomocą Arduino.

Do czego to służy?

Opisywany moduł służy do sterowania za pomocą praktycznie dowolnego mikrokontrolera 12-woltowych taśm LED o dowolnych kolorach, w tym taśm RGB i RGBW. Pojedynczy moduł ma 12 kanałów – wyjść, więc może wystawiać 12 jednokolorowych taśm LED, cztery RGB lub 3 RGBW. Liczbę kanałów można niemal dowolnie zwiększać, teoretycznie nawet do tysiąca niezależnych odcinków taśm LED, dołączając szeregowo kolejne takie same moduły. A wszystko za pomocą układu scalonego WS2811, blisko spokrewnionego z popularnymi diodami LED WS2812.

Wszystkie drivery są sterowane za pomocą tylko jednego wyprowadzenia mikrokontrolera, co znakomicie upraszcza okablowanie. Przykładowo co 3...4 schody umieszczamy płytkę driverów, a od niej krótkie przewody połączeniowe do taśm LED. Do modułu prowadzą tylko trzy przewody: masa, sygnał sterujący z mikrokontrolera i zasilanie +12V. W proponowanym systemie moduły łączone są pomiędzy sobą popularną taśmą FLAT10 z żyłami połączonymi równolegle, a gdyby prąd zasilania miał być bardzo duży, ponad 10 amperów, taśma będzie się nadmiernie grzać i należy poprowadzić grube przewody zasilające LED-y.

Przedstawiona koncepcja polega więc w sumie na zastąpieniu małych

diod WS2812(B) opisywanym sterownikiem i taśmami LED, dającymi nieporównanie więcej światła. A sterowanie całością jest takie same, jak popularnymi diodami WS2812.

Jak to działa?

Warto poznać rodzinę układów WS28xx. Obecnie najpopularniejsze są WS2812B – diody zintegrowane ze sterownikiem, które zdobyły dużą popularność za sprawą niskiej ceny, dużych możliwości oraz prostego interfejsu komunikacyjnego. Zaletą WS2812 jest zintegrowanie sterownika z diodą w niewielkiej obudowie SMD5050, co czasem jest jej wadą, bo niemożliwe jest sterowanie innymi diodami (zestawem diod połączonych szeregowo) i napięciem innym niż 5V $\pm 10\%$. W handlu dostępne są diody PL8923 o średnicy 5 i 8mm, ale na razie większych nie ma.

Protoplastą WS2812 był układ WS2801 dostępny w obudowie DIP-14 oraz SO-14. Ma on 3 wyjścia PWM o rozdzielczości 8-bit, których prąd ustala rezystor (osobny dla każdego wyjścia). Prąd można ustawić w zakresie 5...150mA. Napięcie zasilania układu może wahać się od 3,3V do 5,5V. Interfejs układu jest synchroniczny, 2-przewodowy (zegar i dane), maksymalna częstotliwość taktująca to 25MHz.

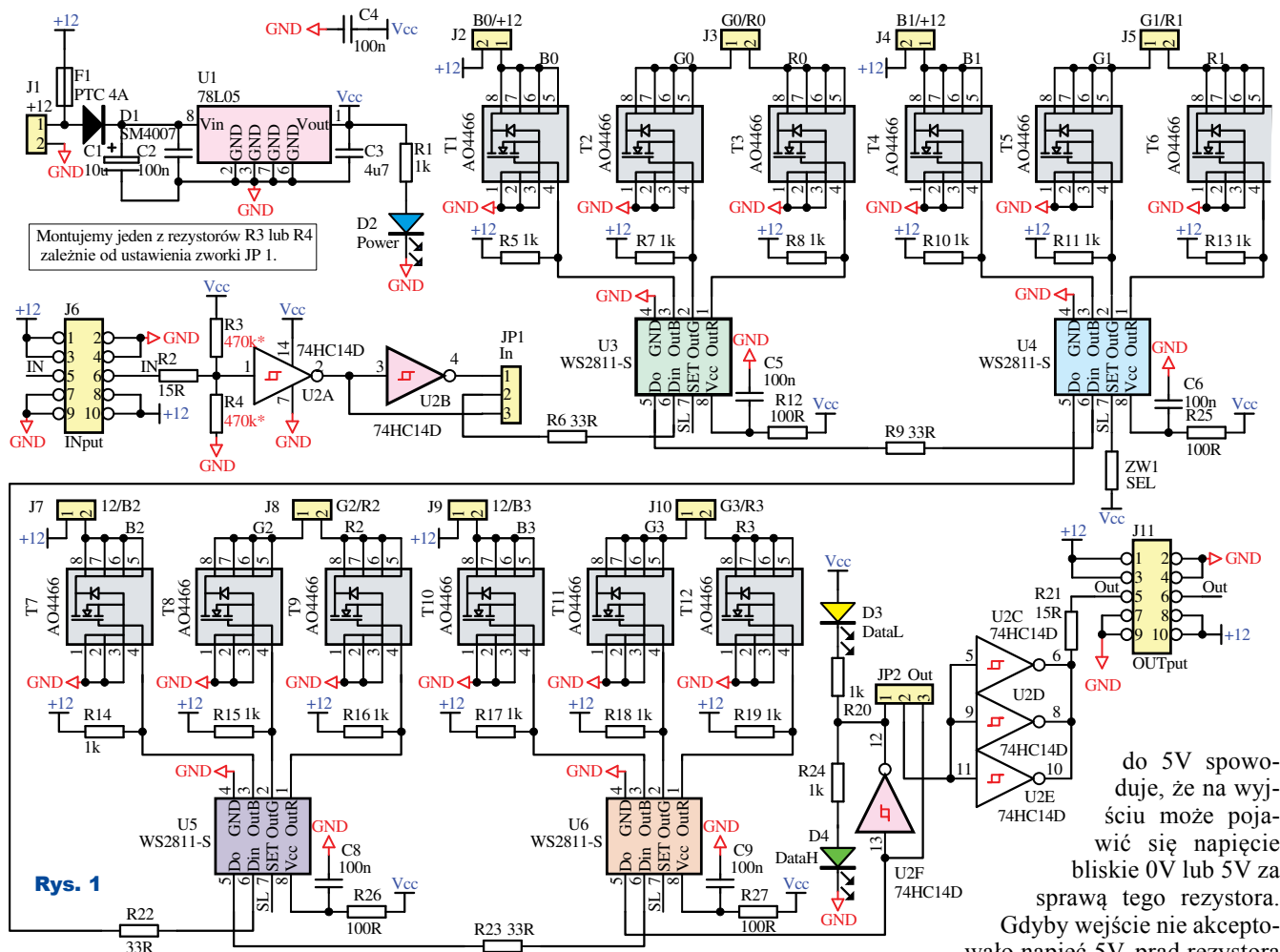
WS2812 zawiera w swej strukturze zintegrowany sterownik i diodę LED. Nie ma źródeł prądowych, dlatego powinien być zasilany napięciem 5V $\pm 10\%$. W Internecie, na forach, pojawiają się dyskusje na temat tego, czy WS2812 ma źródła prądowe, czy nie ma. Moim zdaniem nie ma, ponieważ gdyby były, to zmiana napięcia zasilania w dopuszczanym zakresie 4,5...5,5V nie powodowałaby zmiany jasności świecenia LED, a powoduje. WS2812B jest zmodyfikowaną wersją WS2812. Główne modyfikacje to zabezpieczenie przed odwrotnym podłączeniem zasilania



oraz zasilenie LED i sterownika jednym wyprowadzeniem układu, dzięki czemu WS2812B umieszczono w obudowie PLCC4, a nie PLCC6, jak WS2812. Warto wspomnieć o WS2813, które potrafią „pomijać” uszkodzone piksele.

Wracając do tematu, aby sterować prawie dowolnymi zewnętrznymi LED-ami czy zespołem LED, należałoby użyć układu WS2801. Ma on niestety inny interfejs niż popularne WS2812 i jest montowany w stosunkowo dużej obudowie 14 pin. **Problem rozwiązuje WS2811, do którego można podłączyć różnorodne diody LED. Ma on trzy wyjścia PWM z otwartym drenem. Prąd wypływający z pojedynczego wyjścia może osiągnąć wartość 18,5mA. Napięcie zasilania WS2811 może mieć wartość do 12V.** W takiej sytuacji szeregowy rezystor na linii Vdd powinien mieć wartość 2,7k Ω (100 Ω przy zasilaniu 5V). Niewątpliwą zaletą WS2811 jest możliwość pracy z sygnałem zegarowym 400kHz i 800kHz. Praca z częstotliwością 400kHz może być ułatwieniem przy pisaniu oprogramowania na wolne mikrokontrolery, zwłaszcza gdy nie wykorzystuje się ich sprzętowych możliwości (sterowanie WS2812 przez UART, SPI lub I2C), tylko bezpośrednio steruje pinem GPIO – tak zwane „machanie pinem”.

Schemat ideowy proponowanego modułu pokazany jest na **rysunku 1**. Układ zasilany jest ze złącza J1 lub JP1, ewentualnie JP2. Zasilanie układów scalonych zapewnia stabilizator U1. D1 zabezpiecza stabilizator przed skutkami odwrotnego podłączenia zasilania. Tranzystory wykonawcze są zabezpieczone bezpiecznikami polimerowymi



F1. Sygnał sterujący diodami trafia na bramkę Schmitta U2A. Rezystor R3 lub R4 zapobiega odbieraniu zakłóceń, gdy wejście bramki U2A „wisi” w powietrzu, co może mieć miejsce, gdy nie jest ono podłączone lub gdy wyjście mikrokontrolera nie jest skonfigurowane, przez co znajduje się w stanie trzecim, na przykład w czasie resetu, który może trwać bardzo długo, gdy mikrokontroler jest w trybie debugowania. To, czy montowany jest R3, czy R4, zależy od ustawienia zworki na JP1. Gdy sygnał z mikrokontrolera nie jest negowany (na JP1 zwarte piny 2–3), montowany jest R4, gdy musi zostać zanegowany (na JP1 zwarte piny 1–2), montujemy R3. Negowanie sygnału jest konieczne, gdy korzystamy z UART lub I2C do sterowania driverami WS2811, a mikrokontroler nie ma możliwości zanegowania sygnału, co ma miejsce na przykład w przypadku popularnych AVRmega/tiny czy też starszych rodzin STM32. Negowanie sygnału nie jest jedyną funkcją układu U2. Poprawia on zbocza sygnału, który może być doprowadzony długimi przewodami. Inną jego funkcją może być konwertowanie

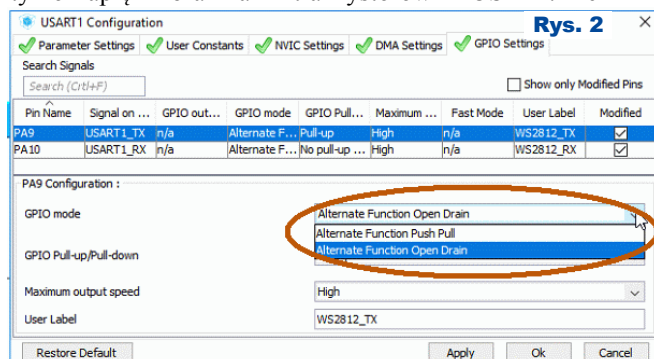
sygnału ze standardu 3,3V na 5V, choć w tej roli, ze względu na gwarantowane poziomy napięcie, lepiej sprawdziłby się układ 74HCT04 o rozkładzie wyprowadzeń zgodnym z 74HC14. Przy okazji konwersji napięcie z 3,3V na 5V warto wiedzieć, że wiele mikrokontrolerów ma możliwość prawie sprzętowej konwersji poziomów. W tym celu należy skonfigurować wyjście jako otwarty dren – **rysunek 2**. Ważne, aby wyjście to, gdy pracuje w roli wejścia, mogło pracować z napięciami 5V (5V tolerant I/O pin). W przypadku STM32 wejścia takie są oznaczone jako FT. Wejście takie ma nieco inną budowę (**rysunek 3**) niż wejście akceptujące tylko napięcie zasilania (**rysunek 4**). Drobnią różnicę zaznaczono na rysunkach 3, 4 czerwoną elipsą. W wejściach akceptujących 5V diody zabezpieczające nie są podłączone do linii zasilania (Vdd), tylko do napięcia V_{DD FT} (w uproszczeniu do diody Zenera 5V). Dodanie zewnętrznego rezystora podciągającego

zostałby skierowany przez diodę zabezpieczającą (**rysunek 5**) do linii zasilania Vdd. W takiej sytuacji rezystor podciągający pozwalałby uzyskać napięcie Vdd + 0,6V, co w przypadku WS281x byłoby wystarczające, gdy mikrokontroler jest zasilany z 3,3V, a WS281x z 5V. Według katalogu, gwarantowany poziom wysoki WS2811 przy zasilaniu 5V to 3,5V. 3,3V zasilające mikrokontroler + 0,6V daje 3,9V. Nawet zasilenie mikrokontrolera napięciem 3V daje 100mV rezerwy.

Wyjścia PWM z otwartym drenem układów WS2811 są podciągane do +12V rezystorami 1kΩ, które sterują bramkami tranzystorów MOSFET. Ze

do 5V spowoduje, że na wyjściu może pojawić się napięcie bliskie 0V lub 5V za sprawą tego rezystora.

Gdyby wejście nie akceptowało napięć 5V, prąd rezystora



względem to, że częstotliwość pracy PWM wynosi tylko około 2kHz, nie zdecydowano się na dodatkowe drivery, pozostawiając jedynie rezystor. Dodatkowe drivery MOSFET-ów byłyby konieczne, gdyby zastosować tranzystory bardzo dużej mocy, które mają dużą pojemność wejściową bramki. Niekorzystnym efektem ubocznym braku driverów jest zanegowanie składowych RGB, gdzie minimalna wartość PWM to wyjście rozwarne, maksymalna – zwarcie z masą. Zanegowanie danych w programie nie stanowi kłopotu. To, że po włączeniu zasilania wszystkie wyjścia będą ustawione na 100% mocy, może, ale nie musi być problemem. W przypadku awarii sterownika, oświetlenie można załączyć przez podanie napięcia zasilającego. Wszystko zależy od tego, do czego urządzenie będzie wykorzystywane. Jeśli zanegowanie sygnału jest wymagane, konieczna jest zmiana konstrukcji urządzenia i dodanie driverów dla tranzystorów MOS lub, w najprostszej, niezbyt doskonałej wersji, dwóch układów 74HC(LS)07.

Sygnał z ostatniego układu WS2811 jest transmitowany na wyjście dostępne na złączu JP2. Dodatkowo jedna z bramek układu U2 steruje diodami LED D3, D4. Dzięki nim można łatwo ocenić, czy polaryzacja sygnału ustawiona na JP1 jest poprawna i czy transmisja danych ma miejsce. JP2 umożliwia udostępnienie na wyjściu JP2 sygnału prostego lub zanegowanego. Rezystory R2, R21, podobnie jak R6, R9, R22, R23, poprawiają dopasowanie wejść i wyjść. Częstotliwość pracy układów cyfrowych 800kHz nie jest (w dzisiejszych czasach) duża. Rezystory te nie zaszkodzą, a w razie problemów można dobrać ich wartość do warunków pracy.

Montaż i uruchomienie

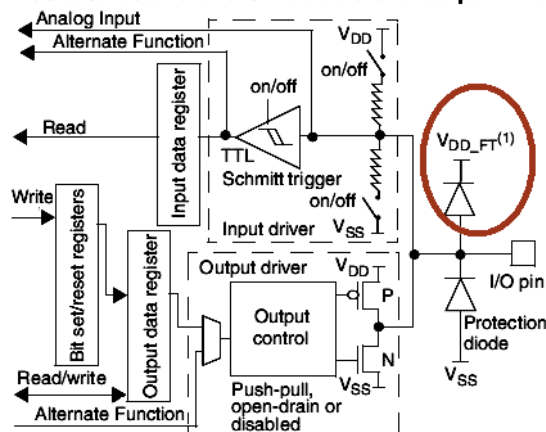
Układ można zamontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 6**. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. Zaleca się jednak, w pierwszej kolejności, uruchomić stabilizator 5V. Warto zdecydować, czy sygnał do WS2811 będzie prosty, czy zanegowany i wlotować odpowiednio R4 lub R3. Gdy stabilizator pracuje poprawnie, można zamontować pozostałe elementy. Zależnie od tego, czy układy mają pracować z częstotliwością 400kHz, czy 800kHz, wlu-

tujemy ZW1 (400kHz) lub nie (800kHz). ZW1 to rezystor 0R w obu budowie 1206. Podczas montażu należy zwrócić uwagę na poprawne przyłutowanie tranzystorów. Ze względu na grube ścieżki, które skutecznie odprowadzają ciepło od grotu, podobnie jak i wyprowadzenia tranzystorów, lutowanie najlepiej wykonać lutownicą na gorące powietrze. Gdy lutowanie wykonywane jest lutownicą z grotom, należy chwilę grzać wyprowadzenie tranzystora i ścieżkę, po czym przyłożyć stop lutowniczy, koniecznie z topnikiem. Stop po chwili rozplynie się, skutecznie łącząc nóżkę tranzystora z miedzianą ścieżką. Pierwsza nóżka, zwłaszcza drenu, który jest podłożem, będzie sprawiała największe kłopoty, z kolejnymi będzie łatwiej, bo zarówno ścieżka, jak i tranzystor będzie już rozgrzany. Ze względu na to, że trudno opisać ten proces, w materiałach dodatkowych można znaleźć filmy z poprawnego, jak i niepoprawnego lutowania. Niepoprawne przyłutowanie wyprowadzeń może uszkodzić tranzystory przy dużym prądzie, ponieważ obudowa nie będzie w stanie rozproszyć wymaganej mocy. Układ zmontowany poprawnie nie wymaga uruchamiania. Jedyną czynnością jest założenie lub wlutowanie zworek JP1 i JP2 zależnie od potrzeb.

Prąd pojedynczego wyjścia może osiągnąć wartość 1...2A. Duży prąd może wymagać dolutowania dodatkowego drutu do ścieżek zasilających LED-y, ponieważ przy prądzie 2A na jedno wyjście sumaryczny prąd może osiągnąć 24A. Jeszcze większe prądy wyjść (do 7A) wymagałyby zmodyfikowania rysunku płytki, aby wyposażyć tranzystory w radiatory na warstwie miedzi.

Na koniec wspomnę o zastosowanych złączach. Można użyć złączki ARK, ale wygodniejsze są TB-5.0-PP-2P wraz z listwami TB-5.0-PIN24. Dzięki temu, płytkę można szybko odłączyć, np. w celu wymiany. Nie ma konieczności odkręcania dziesiątek zacisków, a co ważne, luźne przewody zasilające nie spowodują zwarcia.

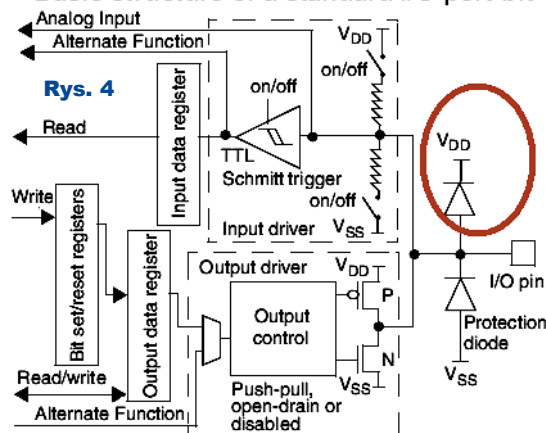
Basic structure of a 5-Volt tolerant I/O port bit



1. V_{DD_FT} is a potential specific to 5-Volt tolerant I/Os, and different from V_{DD} .

Rys. 3

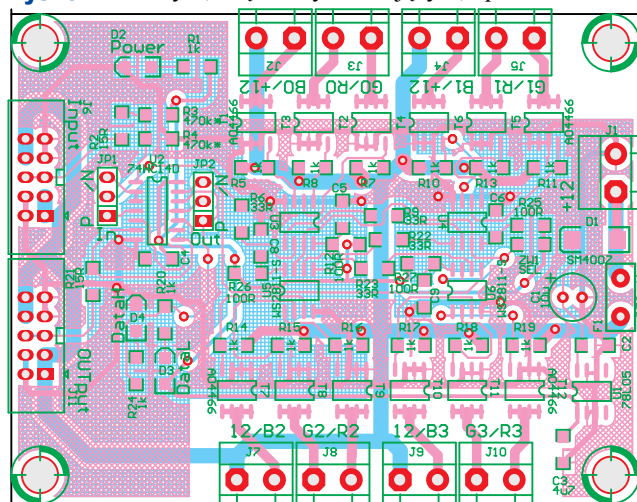
Basic structure of a standard I/O port bit



Tylko dla dociekliwych

Opisany moduł nie zawiera mikrokontrolera czy układu programowalnego, a jest jedynie układem wykonawczym dużej mocy („TurboWS2812”), dlatego musi być sterowany tak samo, jak diody WS2812(B). To sterowanie można zrealizować w różny sposób, nawet za pomocą Arduino. Chciałbym jednak przekazać bardziej dociekliwym trochę informacji na temat sterowania WS281x. Najczęstszym, często wystarczającym, sposobem

Rys. 6



jest programowe sterowanie układami. Nie jest ono zalecane, ponieważ w tym czasie muszą być zawieszane przerwania. Jeśli nawet mikrokontroler jest bardzo szybki i przerwań nie trzeba zawieszać, to nie da się skorzystać z dobrodziejstw przerwań czy DMA. CPU jest absorbowany przez cały czas transmisji danych do LED, co przy 1000 diod LED trwa ok. 30ms, a 60ms w przypadku taktowania 400kHz. Jeśli konieczna jest płynna animacja, LED trzeba odświeżać ok. 30 razy na sekundę. W takiej sytuacji CPU nie robi nic poza ciągłą transmisją danych i na obliczenia związane z animacją nie ma już czasu. Ponadto łatwo policzyć, ile znaków może przyjąć UART w czasie 30ms czy tym bardziej 60ms przy dużych prędkościach, co wymusza stosowanie dużych buforów, a w przypadku AVR, gdzie trzeba zawiesić przerwania, ile znaków przypadnie? Przy popularnej prędkości 115200 8N1, w ciągu 30ms UART może odebrać blisko 450 znaków, przy 921600 – ponad 2,7kB, przy dość niskiej prędkości 9600 w ciągu 30ms transmitowane może być prawie 29 znaków. Ta sama sytuacja ma miejsce w przypadku sprzętowego interfejsu USB, tyle że tu w ciągu 1ms może zostać przesłane 1500 bajtów lub więcej. Należy też odrzucić mechanizm sterowania GPIO w przerwaniach. Nawet dla ARM, przełączanie GPIO co ok. 420ns (2,4MHz) jest dużym wyzwaniem. Jeśli nawet się uda, to CPU będzie bardzo obciążony. Problem utraty znaków rozwiązuje wykorzystanie sprzętowego interfejsu, np. UART. Jest on o tyle wygodny, że aby wysłać 24 bity danych do WS2812, wystarczy osiem bajtów w pamięci RAM, jeśli danych nie transkodujemy „w locie”, na co w przypadku AVR przeważnie zabraknie czasu CPU, a w przypadku DMA możliwości transkodowania danych nie ma.

W przypadku SPI na jedną diodę potrzeba dziewięciu bajtów. Kolejną zaletą USART jest to, że WS281x są bardziej liberalne na przedłużenie poziomu niskiego pomiędzy bitami (dane z UART muszą być negowane!) niż wysokiego. W przypadku SPI wymagane jest, aby pomiędzy transmisjami nie było przerw, bo transmisja może skończyć się zarówno poziomem H, jak i L. O ile używa się DMA, to nie problem, ale w przypadku AVRmega/tiny bez DMA, przerwania wywoływane ok. 300000 razy na sekundę są dużym obciążeniem. W przypadku UART transmisja zawsze kończy się (po zanegowaniu) poziomem niskim. Kolejną zaletą, ujawniającą się w przypadku AVR, jest możliwość wykorzystania

2-bajtowego FIFO. Dzięki temu można w jednym przerwaniu wysłać dwa znaki, co zmniejszy częstotliwość przerwań do ok. 150000 razy na sekundę.

To, że użycie DMA nie jest trudne, pokażę na przykładzie ARM STM32F072. W pierwszej kolejności należy skonfigurować UART do pracy z częstotliwością 2,4...2,5MHz 7N1. W przypadku F072 można zanegować sygnał TX – **rysunek 7**. Ponadto można ustawić wyjście w konfiguracji otwarty dren (rysunek 3).

Program wysyłający dane jest banalnie prosty, gdy dane są gotowe do wysłania, wystarczy wywołać funkcję:

```
HAL_UART_Transmit_DMA(&huart1, scr, WSLED*8);
```

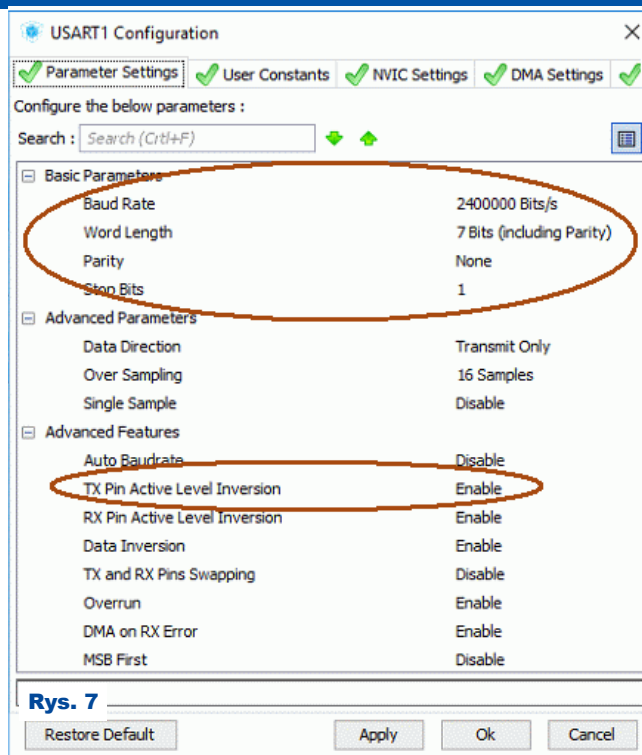
gdzie „WSLED” to liczba LED w łańcuchu. Prawda, że proste?

Jeśli dane mają być wysyłane z maksymalnym odświeżaniem, trzeba określić, kiedy DMA skończyło transmisję. W tym celu w pliku „stm32f0xx_it.c” w funkcji „DMA1_Channel2_3_IRQHandler(void)”, należy pomiędzy:

```
/* USER CODE BEGIN DMA1_Channel2_3_IRQn 0 */
```

```
/* USER CODE END DMA1_Channel2_3_IRQn 0 */
```

dopisać funkcję określającą źródło przerwania, która za pomocą timera wygeneruje pauzę co najmniej 50µs, po czym zainicjuje kolejną transmisję. Opis, jak określić, czy przerwanie pochodzi od DMA, które wysyła dane, czy też przerwanie dotyczy wysłania wszystkich danych, czy tylko ich części, wykracza poza ramy tego artykułu. Opis zajęłoby pewnie kilka stron, ponieważ trzeba wiedzieć, który kanał DMA odpowiada za wysyłanie, który za odbieranie danych, jakie kanały przypisane są do poszczególnych układów peryferyjnych. W tym pomocna może być analiza funkcji „HAL_DMA_IRQHandler”. Naturalnie, jeśli będzie zainteresowanie Czytelników, napiszę artykuł szczegółowo opisujący transmisję przez DMA z wykorzystaniem przerwań od tego jakże pożytecznego układu (proszę o e-maile w tej sprawie).



Rys. 7

Wracając do głównego tematu, jak stworzyć „surowe” dane do wysłania? WS281x mają interfejs synchroniczny, w którym zero reprezentuje sekwencja bitów HLL, jedynie HHL (odsyłam do noty katalogowej WS281x). Wymaga to, aby pojedynczy bit danych koloru rozbić na trzy bity dla UART. Wykorzystany jest fakt, że transmisja 7N1 zawiera dziewięć bitów, na które składają się: 1 bit startu = 0
7 bitów danych

Wykaz elementów

Rezystory 1206:

R1,R5,R7,R8,R10,R11,R13,R14,R15,R16,R17,R18,R19,R20,R24	1kΩ
R2,R21	15Ω
R6,R9,R22,R23	33Ω
R3,R4	470kΩ (patrz tekst)
R12,R25,R26,R27	100Ω
C1	10uF ce6.3/2.5
C3	4u7 ceram. 1206
C2,C4,C5,C6,C8,C9	100nF ceram. 1206
U1	78L05 SO-08
U2	74HC14D SO-14
U3,U4,U5,U6	WS2811-S SO-08
T1-T12	A04466 SO-08
D1	SM4007
D2	Dioda LED niebieska 1206
D3	Dioda LED żółta 1206
D4	Dioda LED zielona 1206
J1-J5,J7,J9	TB-5.0-PP-2P + TB-5.0-PIN24
J6,J11	ZL231-10PG (KG) + AVP-10 + taśma FLAT10
JP1,JP2	Goldpin 3×1 2,54mm + jumper
F1	PTC 4A

Komplet podzespołów z płytą jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3262

1 bit stopu = 1

Można to zapisać tak:

0ddddd1

Po zanegowaniu sekwencja wygląda jak poniżej:

1ddddd0

Wysłanie trzech bitów zero:

100100100

Wysłanie trzech bitów jeden:

110110110

Można więc zauważyć, że sekwencja:

1x01x01x0

jest stała. Wystarczy w miejsca „x” wstawić kolejno transmitowane bity. Realizuje to funkcja pokazana w następującym listingu:

```
void WS2812B_transcodeRGB(uint8_t red, uint8_t green,
uint8_t blue, byte *buffer) //Przekonwertuj podany
kolor w formacie GRB na ciąg 8 bajtów dla USART
{
    for (byte x = 0; x < 8; x++) *(buffer + x) = b00100100;
// Czyścimy bufor
    if ( green & 0x80 ) *(buffer + 0) |= ~(b01111110);
    if ( green & 0x40 ) *(buffer + 0) |= ~(b01110011);
    if ( green & 0x20 ) *(buffer + 0) |= ~(b00011111);
    if ( green & 0x10 ) *(buffer + 1) |= ~(b01111110);
    if ( green & 0x08 ) *(buffer + 1) |= ~(b01110011);
    if ( green & 0x04 ) *(buffer + 1) |= ~(b00011111);
    if ( green & 0x02 ) *(buffer + 2) |= ~(b01111110);
    if ( green & 0x01 ) *(buffer + 2) |= ~(b01110011);
    if ( red & 0x80 ) *(buffer + 2) |= ~(b00011111);
    if ( red & 0x40 ) *(buffer + 3) |= ~(b01111110);
    if ( red & 0x20 ) *(buffer + 3) |= ~(b01110011);
    if ( red & 0x10 ) *(buffer + 3) |= ~(b00011111);
    if ( red & 0x08 ) *(buffer + 4) |= ~(b01111110);
    if ( red & 0x04 ) *(buffer + 4) |= ~(b01110011);
    if ( red & 0x02 ) *(buffer + 4) |= ~(b00011111);
    if ( red & 0x01 ) *(buffer + 5) |= ~(b01111110);
    if ( blue & 0x80 ) *(buffer + 5) |= ~(b01110011);
    if ( blue & 0x40 ) *(buffer + 5) |= ~(b00011111);
    if ( blue & 0x20 ) *(buffer + 6) |= ~(b01111110);
    if ( blue & 0x10 ) *(buffer + 6) |= ~(b01110011);
    if ( blue & 0x08 ) *(buffer + 6) |= ~(b00011111);
    if ( blue & 0x04 ) *(buffer + 7) |= ~(b01111110);
    if ( blue & 0x02 ) *(buffer + 7) |= ~(b01110011);
    if ( blue & 0x01 ) *(buffer + 7) |= ~(b00011111);
}
```

```
if ( red & 0x80 ) *(buffer + 2) |= ~(b00011111);
if ( red & 0x40 ) *(buffer + 3) |= ~(b01111110);
if ( red & 0x20 ) *(buffer + 3) |= ~(b01110011);
if ( red & 0x10 ) *(buffer + 3) |= ~(b00011111);
if ( red & 0x08 ) *(buffer + 4) |= ~(b01111110);
if ( red & 0x04 ) *(buffer + 4) |= ~(b01110011);
if ( red & 0x02 ) *(buffer + 4) |= ~(b00011111);
if ( red & 0x01 ) *(buffer + 5) |= ~(b01111110);

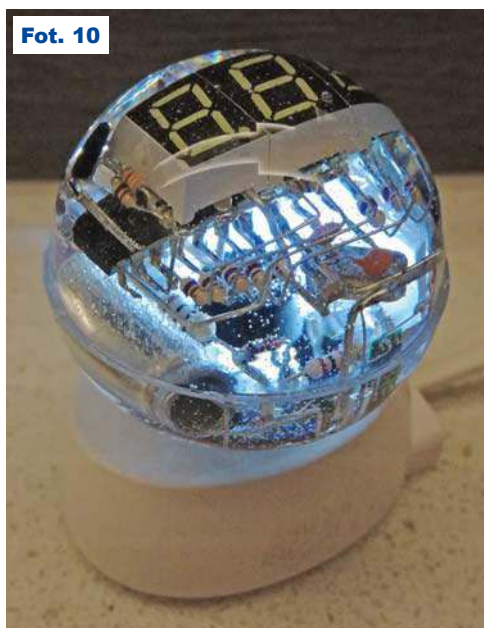
if ( blue & 0x80 ) *(buffer + 5) |= ~(b01110011);
if ( blue & 0x40 ) *(buffer + 5) |= ~(b00011111);
if ( blue & 0x20 ) *(buffer + 6) |= ~(b01111110);
if ( blue & 0x10 ) *(buffer + 6) |= ~(b01110011);
if ( blue & 0x08 ) *(buffer + 6) |= ~(b00011111);
if ( blue & 0x04 ) *(buffer + 7) |= ~(b01111110);
if ( blue & 0x02 ) *(buffer + 7) |= ~(b01110011);
if ( blue & 0x01 ) *(buffer + 7) |= ~(b00011111);
}
```

Tak naprawdę to nie są jeszcze wszystkie funkcje potrzebne do poprawnej obsługi LED. Charakterystyka świecenia diody LED i oka ludzkiego nie jest liniowa. Aż prosi się zastosowanie odpowiedniej korekty. Kolejną przydatną funkcją jest interpolacja, umożliwiająca płynne przejście z jednej barwy w drugą. Tak jak w przypadku DMA i przerwań, tak i w przypadku korekty i interpolacji jest to temat na osobny artykuł. Jeśli Czytelnicy wykażą zainteresowanie poparte e-mailami, stosowny artykuł pojawi się na łamach EdW.

SaS
sas@elportal.pl

Ciąg dalszy ze strony 18

Na **fotografii 10** widać efekt końcowy. Aby edytować program po zalaniu, konieczne będzie wcześniejsze dodanie modułu komunikacji bezprzewodowej, na przykład Bluetooth.



W Elportalu wśród materiałów dodatkowych są umieszczone trzy dodatkowe fotografie.

Gorąco zachęcam do budowania ciekawych układów, nawet prostych, ponieważ rozwijają umiejętności manualne i kreatywne myślenie, co jest cenione na rynku pracy. Doskonałą bazą do działania jest udział w Szkole Konstruktorów.



Dawid Placha
PlachaDawid@gmail.com

R E K L A M A

AVT 2722 Uniwersalny odstraszacz ultradźwiękowy

W porównaniu z podobnymi układami dostępnymi w handlu, urządzenie cechuje możliwość płynnej zmiany częstotliwości pracy i przerywane działanie (czas przerwa/praca można regulować). Dzięki temu układ jest znacznie skuteczniejszy w działaniu.

Przyjęty tryb pracy powoduje, że działający układ pobiera znikomy prąd. Oznacza to dłuższy czas działania bez konieczności zmiany źródła zasilania (bateria).

Znajdź nas na





W poprzednim miesiącu wykorzystaliśmy biblioteki stworzone przez Marco Colli (MajicDesigns) z Australii, dostępne w Githubie (<https://github.com/MajicDesigns>). Oprócz **MD_MAX72xx**, biblioteki do obsługi sprzętu, używaliśmy też biblioteki **MD_Parola**, która jest swego rodzaju rozszerzeniem, nakładką i pozwala w prosty sposób uzyskać najróżniejsze efekty tekstowe. Zmodyfikowane przykładowe szkice z tej biblioteki dostępne są w Elportalu jako szkice **2003.ino** oraz **2004.ino**.

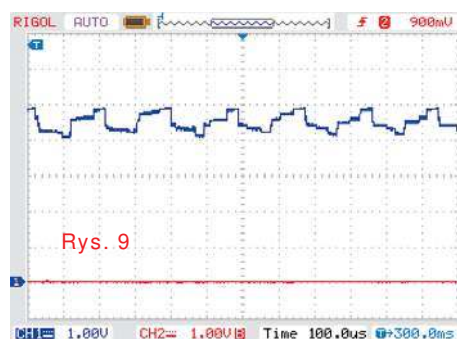
Jak już wiemy, szkice pracowały w modelu pokazanym na **fotografii 8**, ale podczas pracy szkicu **2004.ino** działanie klawiszy zmieniających ustawienia było dziwne, niepewne. Teoretycznie bez powodu program sygnalizował na ekranie komputera nieustanne zmiany napięcia na nóżce A5. Tani chiński potencjometr aż tak dużych szumów na pewno nie miał. Podejrzanie padło na obwody zasilania.

W większości dotychczasowych eksperymentów z Arduino Uno zasilamy

system przez kabel z gniazda USB komputera. Wyświetlacz przy pełnej jasności pobiera duży prąd, co może powodować fluktuacje zasilania. Wprawdzie napięcie zasilające potencjometr jest jednocześnie napięciem odniesienia dla przetwornika ADC, więc teoretycznie fluktuacje napięcia zasilającego nie powinny zmieniać pomiaru napięcia z dzielnika – potencjometru. Owszem, ale tylko przy powolnych zmianach napięcia zasilania. Natomiast szybkie zmiany – skoki napięcia zasilania mogą wpływać na wyniki pomiaru napięcia. Nie mierzyłem, ile prądu pobiera wyświetlacz, natomiast zbadałem oscyloskopem zmiany napięcia zasilania.

Rysunek 9 pokazuje, jakie były te zmiany w moim układzie po naciśnięciu S6 (negatyw). Jak widać, napięcie zasilające zmieniało się skokowo od około 4,1V do około 4,9V, czyli skoki miały amplitudę międzyszczytową około 0,8V, co stanowi aż 16% napięcia zasilania. Nic dziwnego, że powodowało to problemy.

Skutecznym rozwiązaniem zapewne byłoby zastosowanie zewnętrznego „sztywnego” zasilacza stabilizowanego. Ja jednak go nie zastosowałem. Problem nie tyle rozwiązałem, co ominąłem programowo: autor szkicu przytom-



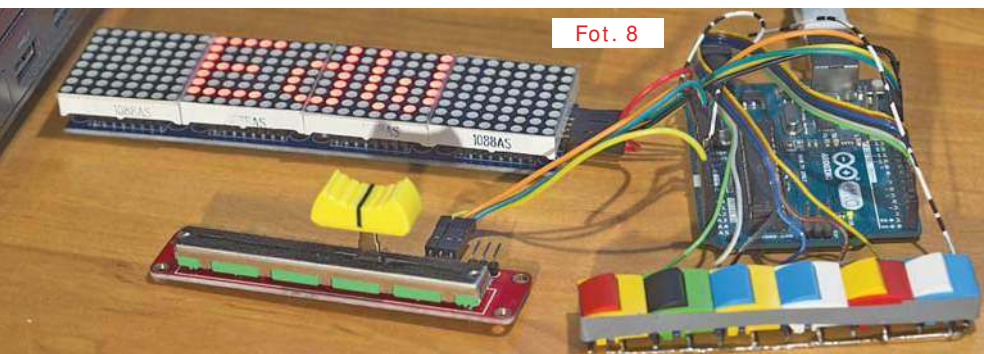
nie wprowadził procedurę, która za zmianę stanu suwaka uznaje znaczącą zmianę napięcia. Jak pokazuje **szkic 8**, wartość z przetwornika ADC z zakresu 0...1024 zostaje zmapowana na wartości z zakresu 0...100. W zmiennej *speed* (prędkość) mamy więc wartość z wcześniejszego pomiaru z zakresu 0...100. Następnie sprawdzane jest, czy świeżo odczytana prędkość jest większa lub mniejsza od wcześniejszej o więcej niż wynosi zadeklarowana wcześniejsza wartość **SPEED_DEADBAND**, która określa zakres nieczułości. W oryginale wartość **SPEED_DEADBAND** wynosiła 5, co daje $\pm 5\%$ pełnego zakresu. Zmieniłem ją na 10 i problem stał się nieznaczący (ale nie został rozwiązany).

Nadal reakcja przycisków była nieco dziwna, ale to oddzielna kwestia. W każdym razie naciskając przyciski oraz obserwując konsolę monitora i zmiany na wyświetlaczu LED, można było przetestować 27 dostępnych efektów, zmienianych przez naciskanie S5. Jeżeli przeprowadzisz takie testy, zwróć uwagę na problem obcinania dłuższych napisów. Rozwiązaniem są efekty numer 3 i numer 4, gdzie wykonywane jest przewijanie napisów.

Naciśnięcie S6 wyświetla obraz w negatywie, gdy prawie wszystkie diody świecą. Właśnie wtedy pobór prądu jest największy i prawdopodobieństwo zakłóceń też największe. Zanim naciśniesz S6, naciśnij i przytrzymaj S4, co zmienia jasność. Proponuję ustawić

```
(...)  
const uint16_t PAUSE_TIME = 1000; // in milliseconds  
// const uint8_t SPEED_DEADBAND = 5; // in analog units  
const uint8_t SPEED_DEADBAND = 10; //były problemy podczas pracy  
(...)  
void doUI(void) { // najpierw zbadaj napięcie z potencjometru  
  // set the speed if it has changed - Analog read  
  { // uzyskujemy wynik pomiaru z zakresu 0...100:  
    int16_t speed = map(analogRead(SPEED_IN), 0, 1023, 0, 100);  
    if ((speed >= ((int16_t)P.getSpeed() + SPEED_DEADBAND)) ||  
        (speed <= ((int16_t)P.getSpeed() - SPEED_DEADBAND)))  
    {  
      P.setSpeed(speed);  
      DEBUG("\nChanged speed to ", P.getSpeed()); } } (...)
```

Szkic 8



Fot. 8

jasność = 1, jak widać na **rysunku 10**.

Przy jasności 0 wyświetlacz jest całkowicie wygaszony (*shutdown*).

Niezależnie od tego, czy zrealizujesz układ według rysunku 7, koniecznie obejrzyj następujące autorskie filmy:

<https://www.youtube.com/watch?v=JgzVCSFaz3I>

<https://www.youtube.com/watch?v=uliELyROjW8>

<https://www.youtube.com/watch?v=tfwAHx0MTxU>

<https://www.youtube.com/watch?v=DUwtmrIVH58>.

Możliwości opisanych w bibliotece i przykładowych programów są ogromne. Nic dziwnego, że w Internecie jest wiele przykładów wykorzystania biblioteki **MD_Parola**, zawsze współpracującej z **MD_MAX72xx**. Być może i Ty zechcesz wykorzystać dostępne w niej efekty.

Możliwości jest mnóstwo, jednak opisanie zasad działania, dostępnych funkcji, ich argumentów i innych szczegółów byłoby zbyt obszerne, jak na jeden odcinek kursu Arduino. Jeżeli chcesz użyć tych bibliotek, poszukaj przykładowych szkiców najbliższych Twoim potrzebom i zmodyfikuj je według potrzeb.

Znajdziesz różne, w tym bardzo oryginalne i interesujące rozwiązania. Sam autor tych bibliotek na stronie: <https://github.com/MajicDesigns/WordClock-MAX7219>

prezentuje zegar pokazujący czas słowami (*WordClock*). Na jedną jedyną matrycę LED 8x8 naklejona jest maska z literami, które odpowiednio zaświecane informują o aktualnym czasie. **Fotografia 11** pochodzi ze strony <https://raw.githubusercontent.com/MajicDesigns/WordClock-MAX7219/master/media/photo/WordClock%20Prototype.JPG>, w skrócie <https://bit.ly/357foBr>.

Trzeba podkreślić, że omawiane biblioteki, jak na Arduino, są wyjątkowo dobrze udokumentowane. W samych bibliotekach i przykładach

Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)

Plik Edytuj Szkic Narzędzia Pomoc

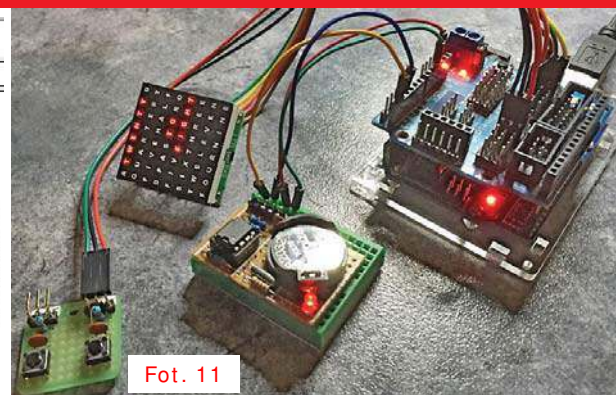
Rys. 10

```
const uint8_t INVERSE_SET = 7;
uint8_t uiPins[] = { PAUSE_SET, FLIP,
const uint16_t PAUSE_TIME = 1000; //
// const uint8_t SPEED_DEADBAND = 5;
const uint8_t SPEED_DEADBAND = 10; //

// Sprite Definition
const uint8_t F_ROCKET = 2;
const uint8_t W_ROCKET = 11;
static const uint8_t PROGMEM rocket[16] = {
```

COM3

[Parola Test]
Changed speed to 100
Changed intensity to 7
Changed intensity to 8
Changed intensity to 9
Changed intensity to 10
Changed intensity to 11
Changed intensity to 12
Changed intensity to 13
Changed intensity to 14
Changed intensity to 15
Display shutdown 0
Changed intensity to 1



Fot. 11

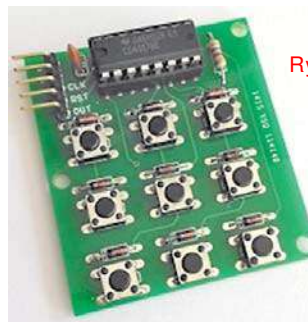
są obszerne komentarze i wyjaśnienia. Jeszcze szersze opisy dostępne są na blogu:

<https://arduinoplusplus.wordpress.com/>

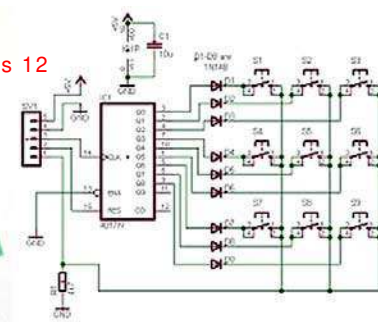
Zapewne w związku z opisanymi ćwiczeniami zainstalujesz też wymaganą w niektórych przykładach kolejną bibliotekę **MD_UISwitch**. Warto wiedzieć, że może się ona okazać bardzo przydatna w licznych zastosowaniach. Oprócz pojedynczych przycisków dołączanych do pinów Arduino, biblioteka obsługuje klawiatury matrycowe, a także można ją wykorzystać w przypadku przycisków nietypowo dołączonych, na przykład za pośrednictwem kostki CMOS 4017 według **rysunku 12**.

Zawarty w tej bibliotece **rysunek 13** pokazuje sprytny i oszczędny sposób dołączenia pięciu przycisków do jednego wejścia analogowego. Biblioteka zawiera też przykładowy szkic dotyczący kalibracji takiego zestawu. Takie rozwiązanie stosowane jest w dość popularnym szyldzie z wyświetlaczem LCD i pięcioma przyciskami (**fotografia 14**).

W Internecie można znaleźć podobne propozycje dołączenia znacznie większej liczby przycisków i klawiatur, ale wtedy rośnie ryzyko błędów interpretacji, wynikających z tolerancji



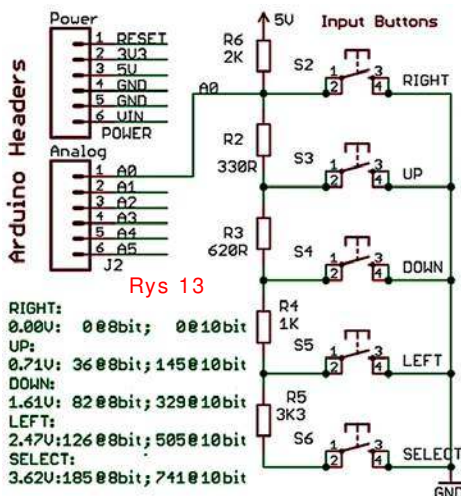
Rys 12



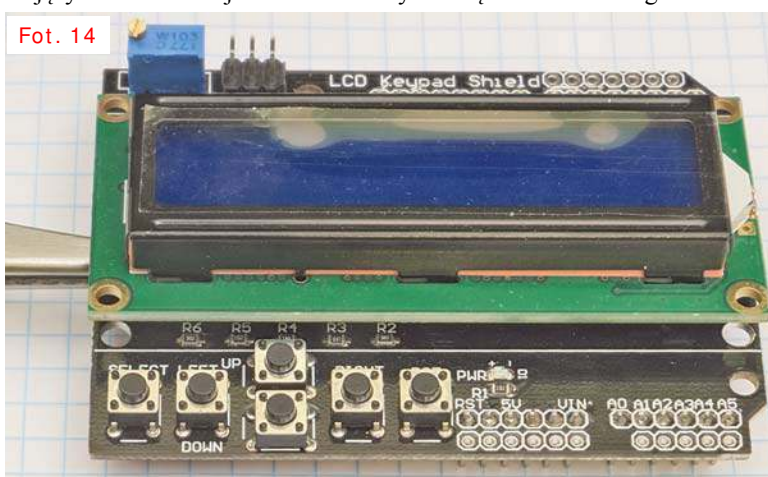
rezystorów oraz zmian termicznych i długoczasowych. Pięć przycisków według rysunku 13 plus indywidualna kalibracja zapewnią niezawodność i brak błędów.

Obsługując przyciski, biblioteka pozwala rozróżniać naciśnięcie zwykłe, długie oraz podwójne (dwuklik), a można też ustawić opcję *auto repeat*. W zasadzie badamy temat wyświetlaczy matrycowych i graficznych, ale jeśli mamy już zestawiony układ według rysunku 7 i fotografii 8, wykorzystajmy zawarte w niej bardzo pouczające przykłady. Możesz też odłączyć wyświetlacz według **rysunku 15**.

Ja w pliku **MD_UISwitch_Multi_Digital.ino** dokonałem zmian według **szkicu 9** i zapisałem jako **A2005.ino**. Po skompilowaniu i wgraniu szkicu trzeba otworzyć na komputerze *Monitor portu szeregowego* (Ctrl+Shift+M), gdzie pojawiają się komunikaty dotyczące naciskania klawiszy (B0...B5). Działanie może wydać się dziwne z uwagi na



Fot. 14



ustawienia w bibliotece, a konkretnie w pliku `.../src/MD_UISwitch.h`, gdzie domyślne czasy są ustawione wbrew zaleceniom podanym w opisie tejże biblioteki, co może być mylące.

Otóż w tej bibliotece przewidziano skuteczną, ale dość skomplikowaną procedurę likwidowania skutków drgań styków (*debounce*), a dodatkowo określono także czasy:

`KEY_PRESS_TIME`,
`KEY_DPRESS_TIME`,
`KEY_LONGPRESS_TIME`,
`KEY_REPEAT_TIME`,
które decydują o interpretacji naciśnięcia klawisza czy klawiszy.

Rozszyfrowanie znaczenia tych czasów na podstawie oryginalnego opisu ze strony <https://bit.ly/3330IXF> nie jest łatwe. Wątpliwości możesz wyjaśnić sam podczas testów. W bibliotece klasie przewidziane są funkcje-metody do ustawiania tych czasów, ale znacznie łatwiej ustawić je właśnie w pliku `MD_UISwitch.h` według **szkicu 10**. Proponuję, żebyś otworzył w edytorze (ja używam Notepad++) plik `MD_UISwitch.h` i zmienił ustawienia tych czasów. Zmień długości czasów, zapisz plik nagłówkowy (a nie plik szkicu) `MD_UISwitch.h`, a potem od nowa skompiluj szkic `A2005.ino` z tymi nowymi czasami i obserwuj, jak są interpretowane naciśnięcia przycisku (lub kilku przycisków naraz).

Mamy cztery przypadki (i wyniki):

- krótkie naciśnięcie,
- długie naciśnięcie,
- „dwuklik”, czyli szybkie dwukrotne naciśnięcie,
- bardzo długie naciskanie, które w efekcie daje ciąg „impulsów” – wyników przez cały czas naciskania.

Według moich ustaleń czas `KEY_PRESS_TIME` to granica między zwykłym i długim naciśnięciem. Czas `KEY_LONGPRESS_TIME` to czas, po którym następuje interpretacja i uzyskanie wyniku także przy ciągłym naciskaniu klawisza. Przy naciśnięciach krótszych od czasu `KEY_LONGPRESS_TIME`, zwolnienie klawisza powoduje zinterpretowanie pomiaru (krótkie lub długie naciśnięcie) i wyświetlenie na konsoli monitora).

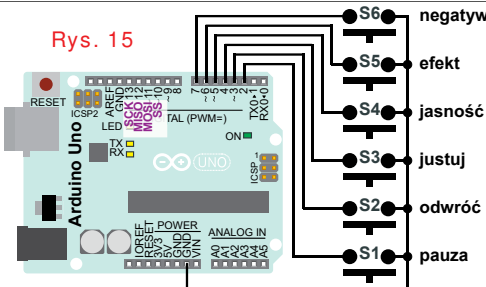
Gdy w czasie `KEY_DPRESS_TIME` po naciśnięciu przycisku nastąpi jego ponowne naciśnięcie, wtedy wynikiem interpretacji będzie „dwuklik”. A jeżeli dwa kliknięcia

```
// define pin numbers for individual switches
// const uint8_t SW_PIN[] = { 4, 5, 6, 7 }; // tak było
const uint8_t SW_PIN[] = { 2, 3, 4, 5, 6, 7 }; //mamy 6 przycisków , dołączonych do pinów 2...7
(...)
switch (state)
{ /* tak było w oryginale -
case MD_UISwitch::KEY_NULL: //Serial.print("KEY_NULL");*/ /* break;
case MD_UISwitch::KEY_UP: Serial.print("KEY_UP"); break;
case MD_UISwitch::KEY_DOWN: Serial.print("KEY_DOWN"); break;
case MD_UISwitch::KEY_PRESS: Serial.print("KEY_PRESS"); break;
case MD_UISwitch::KEY_DPRESS: Serial.print("KEY_DPRESS"); break;
case MD_UISwitch::KEY_LONGPRESS: Serial.print("KEY_LONGPRESS"); break;
case MD_UISwitch::KEY_RTPRESS: Serial.print("KEY_RTPRESS"); break;
default: Serial.print("KEY_UNKNWN"); break; */

// zmieniamy opisy na polskie:
case MD_UISwitch::KEY_NULL: /*Serial.print("brak naciśnięcia");*/ break; /*możesz odkomentować
case MD_UISwitch::KEY_UP: Serial.print("zwolnienie"); break;
case MD_UISwitch::KEY_DOWN: Serial.print("naciśnięcie"); break;
case MD_UISwitch::KEY_PRESS: Serial.print("interpretacja = normalne naciśnięcie"); break;
case MD_UISwitch::KEY_DPRESS: Serial.print("interpretacja = \"dwuklik\""); break;
case MD_UISwitch::KEY_LONGPRESS: Serial.print("interpretacja = długie naciśnięcie"); break;
case MD_UISwitch::KEY_RTPRESS: Serial.print("interpretacja = autopowtarzanie (auto repeat)"); break;
default: Serial.print("błąd - nierozpoznane działanie"); break; (...)
```

Szkic 9

Rys. 15



pojawiają się w odległości czasowej większej niż `KEY_DPRESS_TIME`, wtedy wynikiem interpretacji będą dwa naciśnięcia: zwykłe lub długie, zależnie od ustawień `KEY_PRESS_TIME` i `KEY_LONGPRESS_TIME`.

Gdy przycisk jest długo (ciagle, stale) naciskany, to po czasie `KEY_LONGPRESS_TIME` następuje interpretacja. Wynikiem interpretacji jest „normalne naciśnięcie” (a nie długie!), a potem co czas `KEY_REPEAT_TIME` pojawiają się kolejne „normalne naciśnięcia”. Można to nieco zmienić: jeśli w pliku `.../src/MD_UISwitch.cpp` zmienimy ustawienie:

`enableRepeatResult(false)` na `enableRepeatResult(true)` wtedy po czasie `KEY_LONGPRESS_TIME` też pojawi się wynik „pojedyncze naciśnięcie”, ale następne występujące co `KEY_REPEAT_TIME` impulsy – wyniki nie będą „zwykłymi naciśnięciami”, tylko „autopowtarzaniem”, co czasem może być przydatne.

We własnym zakresie zmodyfikuj i skompiluj przykładowy szkic `MD_UISwitch_Example.ino`. Masz tam warunkową kompilację i do naszego zestawu 6 przycisków (digital array) musisz zmodyfikować dwie linie:

```
#define TEST_DIGITAL_SIMPLE 0
#define TEST_DIGITAL_ARRAY 1
#define TEST_ANALOG 0
#define TEST_MATRIX_4b4 0
#define TEST_MATRIX_1b6 0
#define TEST_MATRIX_4017KM 0
```

i dalej w szkicu dodać numery pinów, do których dołączone są przyciski. Program testowania zestawu „digital array” działa podobnie jak `A2005.ino`, tylko wyświetla na konsoli inne napisy.

Zależnie od potrzeb można wykorzystać wszystkie albo tylko niektóre z tych czterech możliwości (krótkie, długie, dwuklik i ciągle), które domyślnie są włączone i dostosować do tego ustawienia wspomnianych czasów.

W omawianym szkicu znajdziesz trzy następujące zakomentowane linie:

```
(...)
S.begin();
//S.enableDoublePress(false);
//S.enableLongPress(false);
//S.enableRepeat(false);
S.enableRepeatResult(true);
(...)
```

Domyślnie dwuklik (DoublePress), długie naciśnięcie (LongPress) i powtarzanie (Repeat) są włączone. Odkomentowanie ich (z atrybutem `false`) wyłączy je.

Jeżeli z kolei w ostatniej linii zmienisz `true` na `false`, ciągle naciskanie da wyniki „normalne naciśnięcie”, a nie „autopowtarzanie”.

Poćwicz! A w następnym odcinku wreszcie przejdziemy do biblioteki Adafruit GFX.

Piotr Górecki

```
(...) /* // poniżej oryginalne wartości domyślne:
const uint16_t KEY_PRESS_TIME = 150; //Default key press time in milliseconds
const uint16_t KEY_DPRESS_TIME = 250; //Default double press time between presses in milliseconds
const uint16_t KEY_LONGPRESS_TIME = 600; //Default long press detection time in milliseconds
const uint16_t KEY_REPEAT_TIME = 300; //Default time between repeats in milliseconds
const uint8_t KEY_ACTIVE_STATE = LOW; //Default key is active low - transition high to low detection */

// nowe wartości czasów w milisekundach:
const uint16_t KEY_PRESS_TIME = 300; //maksymalny czas zwykłego = minimalny czas długiego naciśnięcia
const uint16_t KEY_DPRESS_TIME = 350; //maksymalny czas pojawienia się "dwukliku" (nie za długo)
const uint16_t KEY_LONGPRESS_TIME = 1200; //maksymalny czas długiego naciśnięcia = moment interpretacji
const uint16_t KEY_REPEAT_TIME = 300; //czas między powtórzeniami przy ciągłym naciskaniu klawisza
const uint8_t KEY_ACTIVE_STATE = LOW; //naciśnięcie = stan niski na pinie Arduino (...)
```

Szkic 10



Wokół Arduino

Wyświetlacze graficzne cz. 2

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 pierwszym odcinku omówiliśmy szereg podstawowych zagadnień, dotyczących wyświetlaczy graficznych (matrycowych). Absolutnie nie wyczerpały one zagadnienia, ponieważ jest ono bardzo obszerne i ma szereg aspektów, które trudno objąć jednocześnie. Spróbujemy je omówić po kolei, co w końcu wyjaśni tematykę wyświetlaczy graficznych i znakomicie ułatwi ich praktyczne wykorzystanie.

Jednolity standard?

Zapewne można byłoby opracować uniwersalne wytyczne, a wręcz ogólnosiwiatowy standard sterowania dla dowolnych wyświetlaczy monochromatycznych i kolorowych. I jedno powszechnie przyjęte, standardowe łącze transmisyjne między mikroprocesorem a sterownikiem.

Dane z reguły są przesyłane w bajtach, więc naturalnym rozwiązaniem wydaje się 8-liniowa równoległa szyna danych. Ale można byłoby albo zwiększyć liczbę linii danych, np. do 16 czy nawet 24, albo odwrotnie – liczbę linii poważnie zredukować. W skrajnym przypadku można sobie wyobrazić, że między mikroprocesorem a sterownikiem wyświetlacza graficznego wystarczałaby tylko jedna linia danych! Każde z rozwiązań miałoby zalety i wady.

Niestety, kilkadziesiąt lat temu, w czasach gdy pojawiły się wyświetlacze graficzne, NIE POWSTAŁ uniwersalny ogólnosiwiatowy standard!

Z kilku powodów mamy dziś do czynienia z różnymi sposobami przesyłania danych z mikroprocesora do modułu wyświetlacza. Owszem, od kilkunastu lat podjęto próby wprowadzenia jednolitych ogólnosiwiatowych zaleceń (MIPI), ale w zakresie małych wyświetlaczy było to przede wszystkim porządkowanie istniejącej sytuacji. Poszczególne współczesne wyświetlacze mają rozmaite interfejsy. Aby poznać przyczyny i rozjaśnić obraz sytuacji, musimy powrócić do zasygnalizowanej wcześniej kwestii szybkości transferu

Szybkość transferu – coraz szybsze interfejsy

Mówiąc najprościej, po pierwsze chcemy stosować coraz większe, kolorowe wyświetlacze graficzne. Po drugie, chcemy dołączać te wyświetlacze za pomocą jak najmniejszej liczby przewodów, najlepiej od dwóch do czterech.

Przyjmuje się, że aby uniknąć migotania i innych niepożądanych artefaktów, zawartość wyświetlacza trzeba odświeżać co najmniej 50 razy na sekundę, czyli cykl odświeżania nie powinien być dłuższy niż 1/50 sekundy, czyli 20 milisekund. Otóż możemy teraz w dużym uproszczeniu przyjąć, że transfer kompletu informacji z procesora do wyświetlacza nie powinien trwać dłużej niż te 20 milisekund.

Nie ma problemu, gdy chodzi o mały wyświetlacz monochromatyczny. Przykładowo treść popularnego dziś wyświetlacza OLED, zawierającego 128×64 (8192) zaświecanych i gaszonych, czyli dwustanowych pikseli, jest opisana za pomocą 8192 bitów.

Jeżeli te 8 kilobitów trzeba przesłać jakimś łączem szeregowym w ciągu 20 milisekund, czyli 20000 mikrosekund, na

każdy bit przypada prawie 2,5 mikrosekundy, co daje wymaganą prędkość transmisji około 400 kilobitów na sekundę. Wymaganie to jest dość łatwe do spełnienia, nawet w najprostszych mikroprocesorach.

Owszem, ale gdybyśmy chcieli analogicznie w ciągu 20ms przesłać łączem szeregowym dane do pokazanego na **fotografii 1** małego kolorowego wyświetlacza 128×128 (16384 pikseli), gdzie kolor każdego piksela określa liczba 18-bitowa, to musielibyśmy w tym czasie przesłać 294912 bitów. Na jeden bit przypadnie wtedy 0,068 mikrosekundy (68 nanosekund), co w przypadku łącza szeregowego dawałoby częstotliwość taktowania prawie 15MHz. A jak pamiętamy, niektóre płytki Arduino mają procesor taktowany zegarem 16MHz lub 20MHz, ale niektóre tylko 8MHz... Jest problem...

Weźmy kolejny, niewielki kolorowy wyświetlacz QVGA o rozdzielczości 320×240 (76800 pikseli) z kolorem 18-bitowym. Treść ekranu opisana jest za pomocą 1382400 bitów. Znowu chcemy je przesłać łączem szeregowym w ciągu 20 milisekund: na jeden bit wypada czas tylko 15 nanosekund, co daje częstotliwość taktowania około 70 megaherców. To jest zupełnie nieosiągalne dla Arduino.

Tak, ale gdybyśmy wykorzystali nie łącze szeregowe, tylko jakieś 8-bitowe łącze równoległe, to można byłoby 8-bitowe paczki danych przesyłać z częstotliwością taktowania około 8,7 megaherca. A gdyby zastosować łącze równoległe z 24 liniami (trzy porty 8-bitowe), wymagana częstotliwość taktowania wynosiłaby niecałe 3MHz.

Wyświetlacze kolorowe stają się coraz tańsze i bez problemu kupimy wyświetlacz z ponad milionem pikseli, na przykład WXGA 1280×800 z 1024000 pikseli (**fotografia 2**), gdzie kolor każdego piksela określają 24 bity, czyli trzy bajty. Na takim ekranie można z powodzeniem wyświetlać filmy. Do opisanie zawartości ekranu potrzebne są 24576000 bity. Gdybyśmy



Fot. 1



Fot. 2

chcieli przesłać je szeregowo w ciągu 20ms, to na jeden bit mamy tylko około 0,8 nanosekundy, a potrzebna częstotliwość taktowania przekraczałaby 1GHz.

Trochę pomogłoby zastosowanie łącza równoległego. Przy łączu równoległym 8-bitowym częstotliwość taktowania musiałaby wynosić około 154MHz, a przy łączu 24-bitowym ponad 51MHz. Wszystko to jest absolutnie nieosiągalne w Arduino!

A co najmniej taka szybkość przepływu danych byłaby konieczna w przypadku filmów i szybkich animacji.

W przypadku obrazów nieruchomych i powolnych animacji pod pewnymi warunkami można byłoby zdecydowanie obniżyć prędkość transmisji. Ale bez przesady: jeżeli treść pełnokolorowego ekranu WXGA 1280×800 (×24), czyli 24192000 bitów, chcielibyśmy przesłać z procesora do wyświetlacza łączem szeregowym w ciągu powiedzmy czterech sekund, to na jeden bit mamy 0,17 mikrosekundy, co wymaga częstotliwości taktowania ponad 6MHz. Teoretycznie można to od biedy zrealizować w Arduino. Ale w ilu zastosowaniach można zaakceptować system, w którym odświeżanie ekranu trwa cztery sekundy?

Mamy tu dwa **bardzo ważne wnioski**. *Po pierwsze Arduino nie nadaje się do obsługi wyświetlaczy o dużej rozdzielczości. Po drugie, nawet gdybyśmy zastosowali dużo szybszy procesor, większe wyświetlacze wymagają szybkiej transmisji dużej ilości danych.* Potrzebny jest i odpowiednio szybki procesor, i odpowiednio szybkie łącze.

Różne interfejsy

Nie ulega wątpliwości, że najwygodniejsze są interfejsy szeregowy, bowiem zawierają niewiele linii – przewodów. Dlatego o ile to możliwe, wykorzystujemy różne interfejsy szeregowy. Skrajnym przypadkiem jest jednożyłowy, dwukierunkowy interfejs 1-Wire (1W), jednak z kilku powodów nie jest on wykorzystywany do współpracy z wyświetlaczami.

I2C

Znanym i lubianym interfejsem jest I2C oraz jego odmiany. Zaletą jest to, że dwukierunkową komunikację zapewniają tylko dwie linie (SCL, SDA). Do jednego interfejsu – do tych dwóch linii, można podłączyć ponad setkę urządzeń o różnych adresach. W kontekście wyświetlaczy graficznych kluczowym ograniczeniem jest mała szybkość transmisji. W wersji podstawowej częstotliwość sygnału zegarowego to tylko 100kHz i to niezależnie od wykorzystywanego procesora, w wersji szybszej 400kHz, a bardzo szybkiej 3,4MHz. Dlatego tylko wyświetlacze o najmniejszej rozdzielczości mogą mieć interfejs I2C. Przykładem są najpopularniejsze dziś wyświetlacze OLED 128×64 – wiele z nich ma właśnie interfejs I2C – **fotografia 3**. Ale takie wyświetlacze mogą też mieć interfejs...

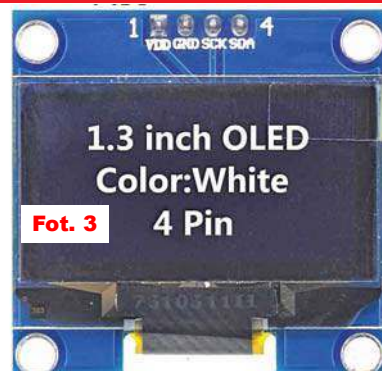
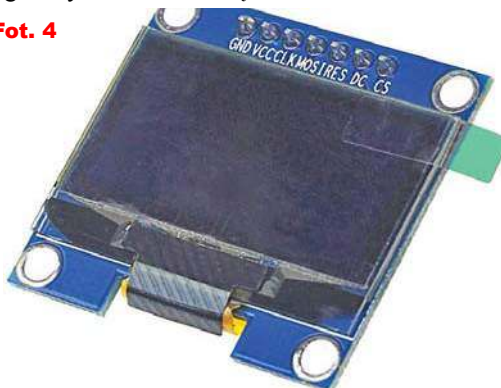
SPI

Fotografia 4 pokazuje taki sam wyświetlacz OLED 128×64 z typowym interfejsem SPI, gdzie transmisja danych może być szybsza oraz wersję, która może mieć interfejs SPI lub I2C.

W różnych odmianach interfejsu szeregowego, nazywanych SPI (Serial Peripheral Interface), podstawą są dwie linie: zegarowa i danych. Mikroprocesor wysyła kolejne bity danych do wyświetlacza w takt sygnału zegarowego. Częstotliwość sygnału zegarowego nie jest określona, może być teoretycznie bardzo duża, rzędu setek megaherców, a nawet więcej. W praktyce ograniczeniem są możliwości obwodów odbiorczych i przy sterowaniu małymi wyświetlaczami częstotliwość zegarowa sięga kilku megaherców.

W zasadzie transmisję danych realizują tylko dwie linie, ale z reguły interfejs szeregowy, nazywany SPI, zawiera 3 albo 4 linie. Nie wchodząc w szczegóły: prosty w realizacji i elastyczny interfejs SPI pozwala uzyskać szybkość transferu zdecydowanie większą niż I2C. W Arduino przy taktowaniu procesora 20MHz sygnał zegarowy może mieć częstotliwość kilku

Fot. 4



Fot. 3

megaherców. A przy innych procesorach mógłby mieć częstotliwość wielokrotnie większą, byle tylko wyświetlacz nadążył odbierać dane.

Zwiększanie częstotliwości zegarowej związane jest jednak z różnymi kłopotami. Przy dużych częstotliwościach rośnie problem generowania zakłóceń. Częściowym rozwiązaniem problemu jest wykorzystanie łącza równoległego, gdzie podczas jednego taktu zegara przekazywanych jest tyle bitów, ile linii ma ten równoległy interfejs.

MCU, MPU, M6800, I8080, RGB

Czym większa liczba linii w łączu równoległym, tym szybszy może być transfer danych. Już cztery linie zdecydowanie (czterokrotnie) zwiększają prędkość, a standardowe wydaje się łącze z ośmioma liniami. Wykorzystywane są też łącza 16-bitowe. A do współpracy z wyświetlaczami dość często także 24-bitowe (3×8 bitów), które wraz z linią zegarową i pomocniczymi zawierają do 29 linii.

Tu koniecznie trzeba wspomnieć, że na początku epoki informatycznej procesory „głównego nurtu” były „małe i słabe” i wtedy byliśmy świadkami walki konkurencyjnej głównie między mikroprocesorami Intel i Motorola (tak, Motorola, a nie AMD, a o Samsungu nikt wtedy jeszcze nie słyszał). Ówczesne pierwsze bardzo popularne mikroprocesory: M6800 Motorola oraz 8080 Intel były „gołe”, współpracowały z zewnętrznymi pamięciami i układami peryferyjnymi. Syste-



my M6800 oraz I8080 wykorzystywały podobne, ale nie jednakowe interfejsy, zawierające 8-bitową szynę danych oraz kilka linii sterujących. Gdy już wtedy pojawiło się zapotrzebowanie na wyświetlacze graficzne i ich sterowniki, wręcz oczywiste było, że powinny one nadawać się do bezpośredniego dołączenia do magistrali M6800 i/lub I8080.

Warto przypomnieć, że w tamtych zamierzalnych czasach dominowały monitory i telewizory z lampą kineskopową. Ówczesna telewizja analogowa dawała obraz, gdzie na ekranie widocznych było mniej niż 600 linii: maksymalnie 486 w amerykańskim systemie NTSC i do 576 w nieco nowocześniejszym europejskim PAL. O rozdzielczości obrazu w poziomie decydowało pasmo toru analogowego. Nie było tam pikseli, tylko linia, którą od biedy można potraktować jako składającą się z 600...700 pikseli. Nic dziwnego, że pod koniec lat 80. jako standard dla monitorów komputerowych przyjęto rozdzielczość 640×480, co na kineskopowym ekranie dawało 480 linii, tyle co w amerykańskim obrazie telewizyjnym. Tak było we wprowadzonym w roku 1987 przez IBM standardzie komputerowych kart graficznych, zwanych VGA (Video Graphic Array). VGA to absolutnie przestarzały dziś standard kart graficznych wprowadzony przez IBM, poprzedzony przez standardy CGA (320...640×200) i EGA (640×350). Ale nadal często używamy skrótu VGA, który dziś oznacza stosowane w tych kartach łącze analogowe i charakterystyczne 15-pinowe złącza. Jednak przede wszystkim skrót VGA oznacza dziś właśnie rozdzielczość 640×480, a skróty pokrewne wskazują na większą lub mniejszą rozdzielczość. Na przykład QVGA to Quarter VGA – ćwiartka VGA, czyli rozdzielczość 320×240. A SVGA (SuperVGA) 800×600.

Temat analogowego łącza VGA (D-SUB) do dziś powszechnie stosowanego w monitorach to oddzielna sprawa. My koncentrujemy się na wyświetlaczach dołączanych do mikroprocesorów. I wiemy, że już kilkadziesiąt lat temu

pojawiły się dwa główne rozwiązania, dwa interfejsy równoległe, promowane przez najpopularniejsze wtedy firmy.

Interfejs M6800 (M68) oprócz 8 (albo 4, albo 16) dwukierunkowych linii danych zawiera cztery linie sterujące: D/C\ (Data/Control\), R/W\ (Read/Write\), E (Enable) oraz CS\ (Chip Select).

Interfejs Intel 8080 (I80) oprócz dwukierunkowej szyny danych zawiera linie sterujące D/C\, WR\, RD\ oraz CS\.

Działanie interfejsów M68 i I80 nie jest identyczne, jednak dziś nie ma problemu, żeby programowo przeprowadzić emulację linii sterujących z wykorzystaniem dowolnych pinów I/O. Dla użytkownika różnice M6800/I8080 nie są więc istotne, bo można je bardzo łatwo zniwelować programowo.

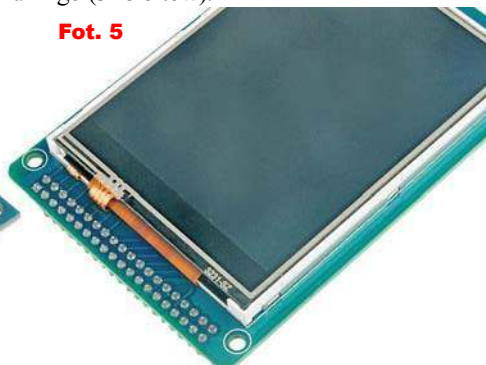
Co ciekawe, gwałtowny rozwój w dziedzinie procesorów spowodował zniknięcie mikroprocesorów i systemów M6800 i I8080, jednak do dziś dostępne są sterowniki wyświetlaczy znakowych i graficznych z takimi 8-bitowymi równoległymi interfejsami.

Przykładem może być popularny moduł wyświetlacza znakowego z HD4780, który ma interfejs M6800 z liniami pomocniczymi zazwyczaj oznaczanymi RS, RW, En. Jak pamiętamy, można pracować z 8 liniami danych, ale częściej pracujemy z 4 liniami danych, żeby zmniejszyć liczbę linii i zajętych portów procesora.

Przypomnieliśmy tu początki i ośmio-bitowe procesory M6800, I8080. Błyskawiczny postęp spowodował wprowadzenie procesorów 16-, 32- a nawet 64-bitowych. Także wyświetlacze stawały się coraz większe i miały coraz większą rozdzielczość. Aby wykorzystać takie większe wyświetlacze, wymagające szybszego transferu danych, najprostszym sposobem było zastosowanie łącza równoległego o większej liczbie linii.

Fotografia 5 pokazuje moduły wyświetlaczy z interfejsem o dużej liczbie linii. W przypadku wyświetlaczy kolorowych, gdzie mamy kolory RGB, naturalne wydaje się zastosowanie łącza 24-bitowego (3×8 bitów).

Fot. 5



I rzeczywiście, tak szerokie łącza równoległe są dość często stosowane. Tylko znów dochodzimy do pewnych niejasności. A wyjaśnienie zależy od tego, co tak naprawdę jest przez takie 24-bitowe łącze transmitowane (a łącze może mieć mniej linii niż 24).

Jeśli spotkamy w opisie, że wyświetlacz ma interfejs RGB, to najczęściej łącze ma 24 linie, niejako trzy tory (3×8 bitów), transmitujące w ustalony sposób informacje o kolorach RGB kolejnych pikseli. Jeśli natomiast spotkamy opis MCU albo MPU, to wskazuje on tylko ogólnie, że łącze służy do transmisji danych z mikroprocesora. Nawet gdy szerokość interfejsu wynosi 24 bity (a może być inna), nie muszą to być informacje o kolorach RGB poszczególnych pikseli, a mogą to być odmienne dane, na przykład rozkazy, w zupełnie inny sposób przekazujące informacje, co ma zostać pokazane na ekranie. Do tych szczegółów jeszcze wrócimy.

A na razie dokończmy temat interfejsów. Otóż nawet zastosowanie równoległego 24-bitowego interfejsu w przypadku wyświetlaczy o najwyższej rozdzielczości, zawierających kilka milionów pikseli (ponad 4 miliony w Samsung Galaxy S10), oznaczałoby konieczność taktowania z bardzo wysoką częstotliwością. Generalnie zwiększanie częstotliwości zegarowej nie jest problemem, ale niestety wiąże się z wytwarzaniem coraz silniejszych zakłóceń, które w skrajnym przypadku uniemożliwiłyby prace sąsiednich obwodów i układów. Zakłócenia są tym większe, im większa jest częstotliwość i im większa jest amplituda sygnałów zegara i danych.

Dawniej w układach logicznych standardem były sygnały o amplitudzie bliskiej 5V. Później standardem zasilania układów cyfrowych stało się napięcie 3,3V. Z czasem wprowadzono układy zasilane niższymi napięciami: 3,0V, 2,7V i jeszcze mniejszymi, nawet 1,5V. Zmniejszenie amplitudy nieco zmniejsza zakłócenia, ale kolejnym problemem jest to, że sygnały są niesymetryczne, dodatnie względem masy.

Przy dłuższych liniach dochodzi problem odbić szybkiego sygnału od końców linii, co oznacza dodatkowe błędy i wymusza minimalizację odbić przez dodawanie na końcach linii rezystancji dopasowującej do oporności falowej toru przesyłowego.

Problem odbić, wytwarzania zakłóceń i wrażliwości na zewnętrzne zakłócenia jest bardzo poważny. Już we wczesnych latach 90. zaproponowano rozwiązanie skutecznie minimalizujące problem zakłóceń. Omówimy je w następnym odcinku.

Piotr Górecki

Ciąg dalszy ze strony 11

Dopiero własne przeprojektowanie płytki dało porządną rezultaty. Zworki zamieniłem na dip-switch i kilka innych drobiazgów. Walczyłem z tym projektem kilka godzin: brak obrazu. Dolutowałem kabelek jako brakującą ścieżkę sygnału synchronizacji. Obraz jest, ale wyświetla krzaczkę. Różnych ustawień szukałem, ale nic nie pomagało. Ostatecznie wygrała prędkość transmisji 4800. Po dłuższej obserwacji dostrzegłem, że wokół literki pojawiają się szumy: kolorowe plamki.

Po przeszukaniu wielu artykułów doszedłem do wniosku, że wypadłoby zbudować filtr. Trzeba usunąć szumy odbierane jako chrominacja. Pojawiło się hasło „filtr grzebienny”, lecz to przerost formy nad treścią. (...) Zbudowałem pasywny filtr dolnoprzepustowy RL (ze względu na łatwe przestrajanie za pomocą potencjometru). Jak się okazało, to był strzał w dziesiątkę. Co prawda jasność znaków trochę się zmniejszyła, lecz za to całkowicie usunąłem szumy. Po chwili namysłu zapragnąłem dodawać własnoręcznie sygnał chrominacji, niekoniecznie dla każdego znaku czy nawet linijki, dla całości po prostu.

W czasie wolnym zajmę się tym i dodam trochę koloru do smutnego białego (szczerze mówiąc, to wolę dodać drugi mały mikrokontroler odpowiedzialny za chrominację, zamiast morderstwa poprzedniego mikrokontrolera dodatkowymi funkcjami). Sercem płyty głównej będzie ATmega1284, gdyż jest to chyba jedyna tak duża ATmega w obudowie do montażu THT.

Jeśli tylko skończę wszystko, postaram się podesłać ten projekt jako artykuł do EdW. Już dziś mogę zdradzić, że projekt będzie mocno rozbudowany, ale w stylu retro. Najfajniejszym pomysłem, jaki przy tym miałem, było przerobienie magnetofonu na całkiem przyzwoity napęd pamięci taśmowej. Informacje przechowywane by były jako HEX w DTMF albo na wzór SSTV. Kusząca byłaby też przeróbka magnetowidu. Choć dużo prostsze byłoby zastosowanie SD, to jednak bardziej pasjonujące jest wgranie programu z kasy, na wzór starych komputerów.

Przedemną jeszcze mnóstwo pracy: obsługa DRAM, przerwanie sprzętowe... (...)



Zanim wysłałem tę wiadomość, zdążyłem zbudować prosty generator na bramkach NOT i odpowiednim kwarcu (4,43MHz), by sprawdzić swoją teorię o „kolorowaniu” składni. Kilka pomiarów, szybkie lutowanie, mieszanie sygnału i... sukces! Użyłem zmianę koloru z białego na żółty. By uzyskać inne, trzeba byłoby pójść w innym kierunku. Niemniej, cieszę się, że moje założenia potwierdziły się.

Na koniec chciałbym pozdrowić całą Redakcję, podziękować za odpowiedź na poprzedni list, dzięki któremu moje zamilowanie do elektroniki wzrosło jeszcze bardziej. Z wyrazami szacunku,

Adam z Częstochowy

Dzień dobry.

Nazywam się Dariusz Iwanoczko. Jako młody 16-letni chłopak uczestniczyłem kiedyś w Szkole Konstruktorów. Moje pierwsze przesłane rozwiązania Szkoły opublikowane było chyba w numerze 02/2005.

Teraz jako już prawie 30-letni facet ciepło i sentymentalnie wracam do tamtych początków, chwil fascynacji, odkrywania i poznawania fenomenalnego świata elektroniki. Można nawet śmiało powiedzieć, że wychowałem się na tej szkole, a ludzie, których napotkałem wówczas na swojej drodze, dali mi tak dużo możliwości, wsparcia i pomocy, że na tamte czasy graniczyło to wręcz z marzeniami. Wielki wkład w ten rozwój i wsparcie uzyskałem również od redakcji EdW, za co chciałbym dzisiaj z całego serca podziękować.

Po kilkunastu latach przerwy od elektroniki postanowiłem powrócić do tego pięknego hobby.

I mógłbym pisać o tym długo i długo, gdyby nie fakt, że do napisania tego mejla popchnęły mnie zupełnie inne powody.

Od zawsze lubowałem się w przeglądaniu schematów ideowych, a im starsze lub bardziej zawile, tym wydawały się bardziej tajemnicze i mające magiczną moc. Z uwagi na brak odpowiedniego oprogramowania za młodu schematy rysowałem sam, za pomocą znanego i popularnego edytora grafiki. Pamiętam, jak namalowanie zwykłego przerzutnika na tranzystorach zabierało mi długie godziny, a ponieważ byłem (i jestem) cholernym perfekcjonistą, to wszystko musiało do siebie pasować idealnie, co do piksela.

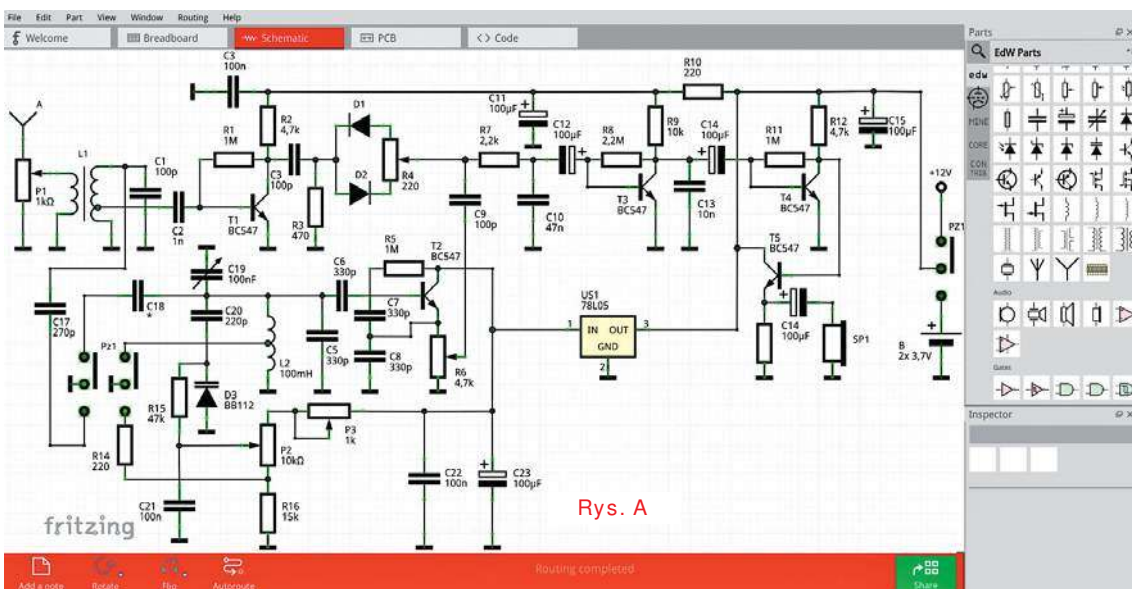
Pewnego dnia opublikowaliście Państwo bibliotekę elementów elektronicznych w formacie SVG dla programów CorelDRAW i Inkscape, co umożliwiło każdemu zainteresowanemu narysować schludne i zrozumiałe schematy ideowe. Wystarczyło się nauczyć obsługi jednego lub drugiego programu i już można było rysować własne projekty. Zawsze uważałem, że od strony estetycznej i użytkowej grafiki te wspaniałe wyglądają i fantastycznie do siebie razem pasują.

Jakiś już czas temu natknąłem się na pewien program wspomagający projektowanie i prototypownie układów elektronicznych. **Fritzing** [<https://fritzing.org/home/>], bo o nim mowa, to aplikacja na licencji GNU GPLv3 z otwartym kodem źródłowym, przeznaczona do rysowania schematów, projektowania prototypowych płytek drukowanych oraz obrazowania montażu na płytce stykowej. Program nie jest idealny i wydaje się, że z czasem stracił wsparcie społeczności developerskiego. Ostatnia wersja stabilna pojawiła się w czerwcu 2016 roku. Moim zdaniem program jest użyteczny, ale ma pewne drobne niedociągnięcia, które można naprawić (a że jest to projekt open source, nic nie stoi na drodze, by tego nie zrobić).

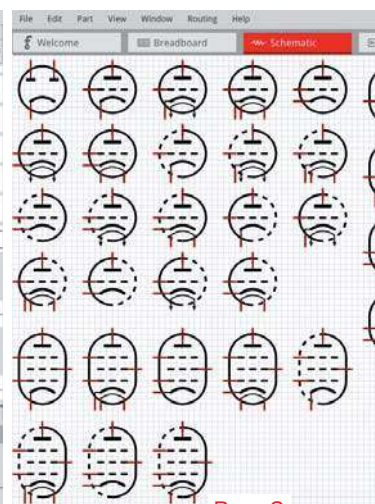
Ale nie o tym chciałem ...

Zaletą programu Fritzing jest niewątpliwie prosty w obsłudze edytor schematów ideowych. Za pomocą metody przeciągnij/upuść, kliknij i połącz można w bardzo prosty sposób narysować dosyć skomplikowane schematy ideowe. Niewątpliwą zaletą jest to, że wszystkie elementy składające się na finalny schemat są produkowane z małych klocków, które są niczym innym jak osobnymi grafikami wektorowymi w formacie SVG. Więc zabrałem się do pracy i połączyłem schematy z EdW z Fritzing i wyszło mi... jak widać na **rysunku A**.

Wzorując się na udostępnionych przez redakcję EdW grafikach SVG, dostosowałem je do programu Fritzing, dzięki czemu mogłem uzyskać bardzo wydajne narzędzie do tworzenia schematów ideowych, które wyglądem niczym nie ustę-



Rys. A



Rys. C

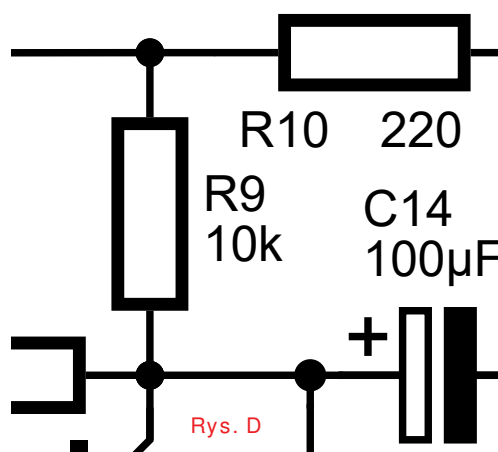
pują tym, nazwijmy je „oryginałami EdW”.

Na zaprezentowanym przykładzie jest schemat układu z 06/2016 str. 23 z projektu „Prosty odbiornik nasłuchowy 80m i 40m”. Samo tworzenie schematu zajęło mi około jednej godziny, ale należy wziąć pod uwagę stopień skomplikowania układu oraz koniecznością ciągłego sprawdzania z oryginalnym rysunkiem.

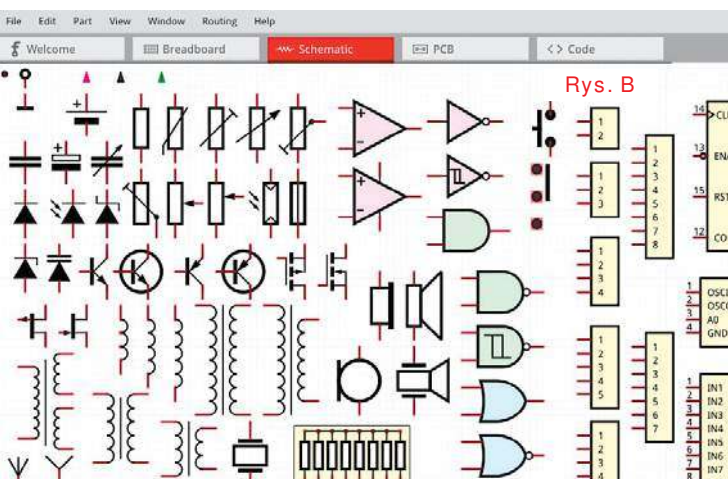
Kolejną zaletą jest możliwość eksportowania danego schematu do formatu SVG. [Rysunek B udowadnia, że jest to obraz wektorowy, a nie bitmapa].

Są pewne drobne kosmetyczne poprawki, które należy wprowadzić po eksporcie do pliku SVG, ale nie są one tak trudne. Jedna to zmiana koloru z #404040 na #000000 dla linii pomiędzy elementami, druga to wyrównanie grubości tych linii. Kolejnym problemem, jaki może przeszkadzać, to fakt, że końcowy obraz jest zapisany w DPI 75, zamiast 90, jak to jest w oryginalnych plikach z elementami, ale koniec końców jest to obraz wektorowy, można go skalować do woli.

I tutaj powoli dochodzę do sedna. Ponieważ włożyłem w to trochę pracy, nie chcę tego trzymać tylko dla siebie. Chciałbym podzielić się wynikami z szerszym gronem odbiorców. „A nóż widelec” komuś się przyda. Chciałbym udostępnić



Rys. D



Rys. B

równy pod Linuxem jak i pod Windowsem) oraz przedstawić krótki samouczek, może nawet w formie video na YouTube, pokazujący sposób pracy w programie.

Jak szanowna Redakcja zapatruje się na ten pomysł? Wszystkie rzeczy wykonałbym sam, potrzebuję tylko błogosławieństwa od Redakcji i zgody na publiczne użycie Państwa elementów SVG do tego projektu.

W ramach krótkiej prezentacji, jak to działa i wygląda, służę swoim czasem, mogę albo nakręcić krótki film demo z komentarzem, albo zaprezentować działanie programu na żywo (Skype). W załączniku przesyłam kilka zrzutów ekranu z elementami, które udało mi się do tej pory dostosować. (...)

Pozdrawiam serdecznie (...)

Dariusz Iwanoczko

Oprócz udostępnienia na stronie Github, chętnie przedstawilibyśmy na łamach EdW artykuł(-y) z opisem szczegółów. Ustalimy te szczegóły z Autorem propozycji.

Upominki za listy do wyjątkowo obszernej w tym miesiącu Poczty otrzymują:

Mariusz Witoń, Michał Stach, Adam
oraz **Dariusz Iwanoczko**.

Elektronika na Święta

Pakiet świątecznych ozdób



Elementy pakietu:

- Minilutownica 12V
- Zasilacz do lutownicy
- Kalafonia ułatwiająca lutowanie
- Cyna 1mm
- Precyzyjne cążki tnące
- 4 zestawy do samodzielnego montażu:
 - **AVT1653** Gwiazdka LED
 - **AVT1844** Świąteczna Choinka LED
 - **AVT3150** Bałwanek LED
 - **AVT3250** Bombka LED
- Praktyczny organizer

kod: **AVT XMAS**

cena: **120zł**



*Pomysł
na prezent!*



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

Automatyka – elektronika w wentylacji i rekuperacji

część 2

W pierwszej części artykułu o rekuperacji omówiono podstawowe pojęcia związane z techniką wentylacyjną, wykazano zasadność stosowania rekuperacji oraz zostały omówione elementy wchodzące w skład centrali rekuperacyjnej. Zagadnienia związane z rekuperacją są szczególnie istotne, gdyż już obecnie budynki o większej kubaturze muszą obowiązkowo być wyposażone w system wentylacji mechanicznej z odzyskiem ciepła nie mniejszym niż 50%, a w niedalekiej przyszłości nowe rozporządzenia zapewne wymuszą obowiązek stosowania opisywanego systemu we wszystkich budowanych obiektach mieszkalnych i użyteczności publicznej. W tej części artykułu skupimy się na algorytmach pracy centrali rekuperacyjnej oraz pokazane zostaną możliwości wizualizacji procesów sterowania z wykorzystaniem paneli, stron internetowych, aplikacji mobilnych i zewnętrznych central automatyzacyjnych. Artykuł ten kończy część teoretyczną cyklu o wentylacji.

Budowa instalacji

Do **wejść** sterownika podłączonych jest szereg czujników, np.: pomiaru temperatury, odczytu stanów presostatów, termostatów mechanicznych, a w bardziej zaawansowanych konstrukcjach, czujników otwarcia okien i drzwi, czujników poziomu pyłu zawieszonego w powietrzu, stężenia dwutlenku węgla czy wilgotności. Czujniki te wykorzystywane są do dostosowania pracy centrali do aktualnie panujących warunków oraz realizacji zadanych programów temperaturowych. Z kolei **wyjścia** centrali rekuperacyjnej sterują pracą nagrzewnic, chłodnic, pomp obiegowych, przepustnic i wentylatorów (wyjścia potencjałowe). Wyjścia bezpotencjałowe służą do sterowania zewnętrznymi elementami odczytującymi stan styku, takimi jak np. pompy ciepła. Moc, z jaką ma pracować dane urządzenie, zadaje się na różne sposoby, np. za pomocą sygnału napięciowego (0–10V), sygnału PWM, sygnałów prądowych (np. 4–20mA) czy cyfrowo z wykorzystaniem protokołów transmisji danych – najczęściej z wykorzystaniem standardu ModBUS RTU. Sterowniki do central

rekuperacyjnych często są dodatkowo wyposażone w wejście dwustanowe pozwalające na dostosowanie pracy do sygnałów pochodzących od centrali przeciwpożarowej. Zazwyczaj przyjmuje się, że wykrycie pożaru powinno spowodować zatrzymanie działania centrali rekuperacyjnej – jej funkcjonowanie mogłoby bowiem przyczynić się do rozprzestrzenienia się ognia.

Sterownik

Możliwości sterowania pracą centrali rekuperacyjnej omówione zostaną na przykładzie sterownika ecoVENT MIDI firmy PLUM – **fotografia 1**. Regulator ma wiele trybów pracy, które można uszeregować pod względem ich zastosowania: **Tryby główne** realizowane przez cały czas pracy centrali, **tryby czasowe** realizowane na żądanie użytkownika przez określony czas, **harmonogramy** pozwalające usystematyzować pracę centrali oraz zewnętrznie wymuszany za pomocą przełącznika – **tryb urlopowy** (zwany też trybem ECO).

Pośród trybów głównych można wyróżnić cztery **tryby użytkownika**, z których każdy pozwala na zadanie określonej temperatury i prędkości przepływu powietrza oraz **tryb postoju** wykorzystywany najczęściej w sytuacjach wymagających chwilowego unieruchomienia centrali: w czasie oczekiwania na przyjazd serwisu bądź w sytuacji przewietrzania pomieszczeń z wykorzystaniem okien i drzwi.

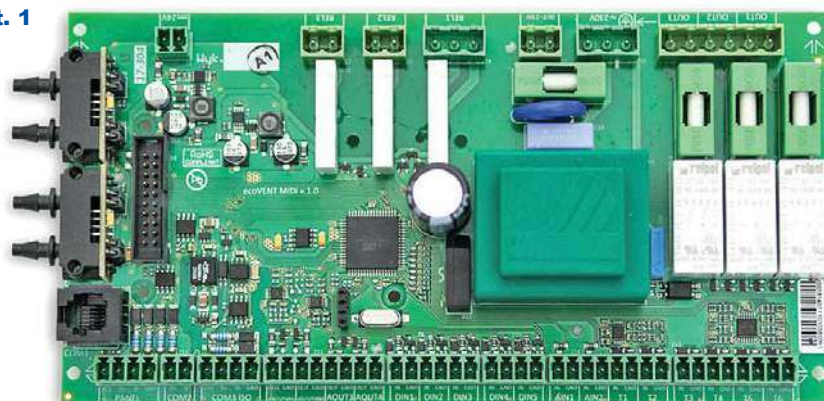
W przypadku trybów czasowych wyróżnić można: **tryb party**, **tryb wie-**

trzenie oraz **tryb wyjścia**. W pierwszym z opisywanych trybów czasowych centrala pracuje z większą wydajnością i obniżoną temperaturą zadaną. Tryb ten stosuje się, gdy w pomieszczeniach przebywa większa liczba osób. W trybie **wietrzenia** wydajność wentylatora wywiewnego jest większa niż nawiewowego. Tryb ten stosujemy podczas wietrzenia pomieszczeń. W trybie **wyjście** wentylatory nawiewne i wywiewne pracują z mocą minimalną. Tryb ten stosujemy, gdy opuszczamy pomieszczenie i nie ma potrzeby zapewnienia dopływu dużej ilości świeżego powietrza.

Harmonogramy czasowe pozwalają na dostosowanie pracy centrali do dobowego cyklu życia mieszkańców. Przykładowo, jeśli jesteśmy pewni, że w godzinach od 10 do 15 nie będzie w domu przebywała ani jedna osoba, możemy uruchomić harmonogram obniżający na ten czas prędkość wentylatorów, co powoduje oszczędności energii elektrycznej oraz zmniejsza zapotrzebowanie na ciepło w budynku. Dla każdego dnia istnieje możliwość zdefiniowania pięciu stref czasowych oraz kopiowania zdefiniowanych przez użytkownika harmonogramów na pozostałe dni tygodnia.

Tryb ekonomiczny, zwany również urlopowym, może być realizowany na dwa sposoby: przez uruchamianie cyklicznego przewietrzania albo przez zmniejszenie prędkości obrotowej wentylatorów. W przypadku procedury cyklicznego

Fot. 1



przewietrzania użytkownik może zdefiniować zarówno prędkości wentylatorów w czasie jego trwania, czas trwania pojedynczego cyklu jak i odstępy między kolejnymi cyklami.

Najważniejsze algorytmy

Ze względu na stopień komplikacji typowej centrali rekuperacyjnej użytkownikowi końcowemu udostępnione są zazwyczaj tylko ustawieniaysterowania wentylatorów oraz temperatury zadanej (wyjątkiem jest wcześniej opisana procedura cyklicznego przewietrzania). Sterownik realizuje algorytmy pracy w oparciu o nie oraz sygnały zewnętrzne z czujników. Do sterowania prędkością wentylatorów stosuje się jedną z trzech strategii: regulację stałowartościową, regulację z utrzymywaniem stałego ciśnienia, regulację z utrzymywaniem stałego wydatku wentylatorów. Pierwsza z opisywanych strategii jest strategią najprostszą: nie wymaga ona żadnych sygnałów zwrotnych – zadane przez użytkownikaysterowanie wentylatorów jest wprost przekładane na prędkość obrotową wentylatorów. Algorytm ten jest prosty do zaimplementowania, ma jednak bardzo dużą wadę – nie zapewnia kompensacji zmieniających się oporów kanałowych, wynikających choćby z zabrudzenia filtrów czy różnic temperatur. Właśnie ze względu na zmienne opory opracowane zostały pozostałe dwie strategie sterowania wentylatorami: ze stałym ciśnieniem i stałym wydatkiem. W przypadku tych dwóch algorytmów użytkownik ustawia tylko żądane ciśnienie lub wydatek wentylatorów. Sterownik mierząc te wartości (za pomocą przetworników ciśnienia; w przypadku trybu stałego wydatku dodatkowo przeliczając ciśnienie na przepływ) oraz porównując je z wartościami zadanymi, dostosowuje dynamicznie prędkość obrotową wentylatorów. Algorytmy te są zdecydowanie bardziej dokładne od regulacji stałowartościowej, mają jednak jeden poważny mankament: wymagają wykorzystania dodatkowych przetworników, których zastosowanie wydatnie podwyższa koszt całej instalacji.

Zapotrzebowanie budynku na grzanie / chłodzenie określone jest na podstawie różnicy tempe-

ratury zadanej i z czujnika wiodącego przy uwzględnieniu temperatury źródła powietrza (zewnętrznej) determinującej tryb sezonowy (lato, zima). Czujnik wiodący umieszcza się zwykle w kanale nawiewnym bądź w kanale wyciągowym w mieszkaniu. W zależności od potrzeb załączane są chłodnice, nagrzewnice, przepustnice GWC, bypass i komory mieszania (o ile takie występują). Przykładowo, jeśli temperatura zmierzona przez czujnik wiodący jest wyższa od temperatury zadanej, sterownik powinien przejść w tryb chłodzenia, wymuszając (w zależności od spełnionych warunków czasowych i temperaturowych) otwarcie przepustnicy bypass (o ile możliwe jest pobranie powietrza zewnętrznego o niższej temperaturze, tzw. tryb freecooling) bądź załączenie chłodnicy. Z kolei jeśli temperatura zmierzona przez czujnik wiodący jest niższa od temperatury zadanej, to sterownik powinien przejść w tryb grzania, wymuszając otwarcie przepustnicy GWC (o ile powietrze z niego ma wyższą temperaturę niż powietrze zewnętrzne) oraz uruchamiając nagrzewnicę wtórną.

Następnymi niezwykle ważnymi algorytmami pracy centrali rekuperacyjnej są algorytmy antyzamrożeniowe, pozwalające uniknąć oblodzenia wymiennika w przypadku ujemnych temperatur zewnętrznych. Wyróżnia się dwa zestawy algorytmów antyzamrożeniowych: z płynnym ograniczaniem odzysku oraz z wykorzystaniem nagrzewnicy pierwotnej. Pierwszy algorytm polega na zmianieysterowania wentylatorów i otwarciu przepustnicy bypass, co kosztuje zmniejszenia komfortu cieplnego w pomieszczeniu umożliwia ogrzanie wymiennika. Drugi algorytm, zdecydowanie częściej polecany i stosowany, polega na zastosowaniu dodatkowego źródła ciepła – pierwotnej nagrzewnicy elektrycznej lub glikolowej – która dodatkowo dogrzewa powietrze pobierane z zewnątrz. Moc nagrzewnicy elektrycznej

regulowana jest przez zmianę stosunku czasu włączenia / wyłączenia nagrzewnicy elektrycznej za pomocą przełącznika półprzewodnikowego. Bardzo ważną sprawą jest prawidłowe ustawienie algorytmów pracy nagrzewnicy elektrycznej. Zdaniem autora nagrzewnica elektryczna powinna być używana jedynie do działania algorytmów antyzamrożeniowych ze względu na wysokie koszty ogrzewania za pomocą energii elektrycznej. Niższe koszty eksploatacji zapewnia droższa nagrzewnica glikolowa. Nagrzewnica ta umożliwi dodatkowo ogrzewanie powietrza wewnątrz budynku. Nie ulegnie uszkodzeniu nawet wtedy, gdy nie będziemy dostarczać do niej energii np. na skutek zaniku zasilania lub uszkodzenia sterownika, co mogłoby się zdarzyć przy ujemnych temperaturach zewnętrznych, gdybyśmy jako czynnik przekazujący ciepło zastosowali wodę. Sterownik ecoVENT MIDI został wyposażony w oba algorytmy antyzamrożeniowe, ich stosowanie i nastawy początkowe są zależne od ustawień producenta centrali wynikających z zaleceń i wskazówek firm produkujących wymienniki.

Ostatnim niezwykle ważnym algorytmem są algorytmy monitorowania stanu filtrów. Zabrudzone filtry obniżają przepływ powietrza, a tym samym zmniejszają komfort przebywania w tak wentylowanych pomieszczeniach. Stosuje się dwa typy algorytmów: algorytm czasowy, który po zadanej liczbie dni zgłasza potrzebę wymiany filtrów oraz algorytmy bazujące na pomiarze ciśnienia: wykorzystujące odczyty stanu presostatów różnicowych (mechanicznych czujników różnicy ciśnień) bądź bazujące na wskazaniach elektronicznych czujników różnicy ciśnień.

Przedstawione wyżej zestawy algorytmów są najważniejsze z punktu widzenia zadań stawianych centralom rekuperacyjnym. Poza nimi można wyróżnić także mniejsze algorytmy sterujące podzespołami centrali (pochodne

Rys. 2



algorytmu zapotrzebowania na grzanie i chłodzenia), algorytmy serwisowe związane z monitorowaniem czasu pracy centrali (wymuszające przegląd bądź blokujące pracę centrali po upływie zdefiniowanej przez serwis instalatorski liczby dni), algorytmy czyszczenia i odwadniania wymiennika oraz algorytmy uzależniające pracę centrali od wskazań zewnętrznych czujników dwutlenku węgla, wilgotności i/lub zawartości cząstek stałych w powietrzu.

Wizualizacja stanu pracy

Producent sterowników z rodziny eco-VENT daje nam możliwość wizualizacji stanu pracy centrali na cztery sposoby: poprzez panele dotykowe, poprzez stronę internetową, z wykorzystaniem aplikacji na urządzenia mobilne, dostępnej na platformy Android i iOS oraz przez system zarządzania budynkiem (Building Management System, BMS) – **rysunek 2**.

Zdalne sterowanie przez aplikacje mobilne jest niezwykle wygodne dla użytkowników – w aplikacji zostały zawarte tylko najważniejsze informacje i parametry związane z aktualnym stanem pracy sterownika centrali wentylacyjnej z odzyskiem ciepła.

Sterowanie przez panel i stronę internetową jest już zdecydowanie bardziej rozbudowane w stosunku do możliwości sterowania z wykorzystaniem aplikacji. Użytkownik ma dostęp do wszystkich interesujących go parametrów pracy centrali rekuperacyjnej. Dodatkowo, zarówno w oprogramowaniu panelu, jak i wizualizacji urządzenia na stronie internetowej, ukryto dodatkowe menu, zawierające nastawy instalatorskie i producenckie, co wydatnie skraca czas konfiguracji sterownika w czasie uruchamiania centrali oraz pozwala na szybkie akcje serwisowe. Bardzo ważną funkcją regulatora, dostępną po podłączeniu urządzenia do Internetu, jest możliwość tworzenia wykresów obrazujących stan pracy centrali rekuperacyjnej. Zarówno w regulatorze jak i na stronie internetowej zapisywane są informacje na temat wszystkich stanów alarmowych, jakie wystąpiły w czasie pracy centrali rekuperacyjnej. Dodatkowo, w zależności od ustawień użytkownika, możliwe jest wysyłanie bieżących stanów alarmowych w formie powiadomienia na wskazane konto e-mailowe.

W oparciu o udostępniany przez producenta wykaz rejestrów Modbus możliwe jest skonfigurowanie części systemu BMS wizualizującego stan pracy centrali oraz umożliwiającego jego zmiany – w sterowniku zaimplementowane zostały zarówno polecenia odczytu wartości rejestrów (ramka 0x03) jak i polecenia modyfikacji wartości rejestrów (ramki: 0x06 do modyfikacji wartości pojedynczych rejestrów oraz ramka 0x10 do modyfikacji wartości ciągu rejestrów)..

Na zakończenie tego cyklu artykułów autor chciałby zwrócić uwagę na potrzebę, a wręcz konieczność zapoznania się z instrukcją sterownika, przynajmniej w podstawowym stopniu. Pozwoli to na uniknięcie szeregu problemów, a także na odkrycie możliwości sterowników, których często nawet byśmy się nie spodziewali. Ważną cechą odpowiedzialnych producentów elektroniki jest zapewnienie wsparcia i serwisu dla jej użytkowników, dzięki czemu unikniemy wielu stresujących sytuacji.

Przemysław Sulewski
przemo.sulewski@gmail.com

R E K L A M A

Kompletny kurs podstaw elektroniki OŚLA ŁĄCZKA MAXI

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

sklep.avt.pl

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

Więcej informacji:

MPPT

Część 2

W pierwszej części artykułu omówiliśmy podstawowe parametry paneli solarnych (fotowoltaicznych). Wiemy, że aby uzyskać całą dostępną w danej chwili moc, trzeba tak obciążyć panel, żeby iloczyn prądu i napięcia odpowiadał wierzchołkowi charakterystyki mocy w danych warunkach. Zanim przejdziemy do takich rozwiązań, najpierw musimy dokładniej omówić problemy, bariery oraz prostsze, bardzo popularne rozwiązania.

Problemy i ograniczenia...

Moc promieniowania słonecznego, docierającego do panelu solarnego, jest zaskakująco duża. Nie wdając się w szczegółowe rozważania, można przyjąć, że około południa w letni dzień wynosi 1000 watów na każdy metr kwadratowy powierzchni. Kilkaset watów z tej energii można uzyskać w tzw. solarnych podgrzewaczach wody, ale one nie produkują energii elektrycznej. Parametry paneli fotowoltaicznych są określane właśnie przy natężeniu promieniowania 1000W/m². Niestety, z jednego metra kwadratowego panelu fotowoltaicznego uzyskamy dużo mniej energii elektrycznej. Owszem, są doniesienia o panelach o sprawności bliskiej 40%, ale chodzi o laboratoryjne prototypy z różnych kosztownych materiałów. Niektórzy na podstawie informacji prasowych wierzą, że dostępne są krzemowe panele o sprawności powyżej 20%. Praktyka pokazuje, że należy raczej liczyć na kilkanaście procent. Ale nawet moc 100...200W z metra kwadratowego jest duża! Ogólnie biorąc, parametry nominalne, podane na panelu i w karcie katalogowej, są bardzo zachęcające, nawet przy uwzględnieniu ceny. Niestety, rzeczywistość z wielu powodów jest bardzo odległa od oczekiwań i wyobrażeń. Zaczniemy od mocy.

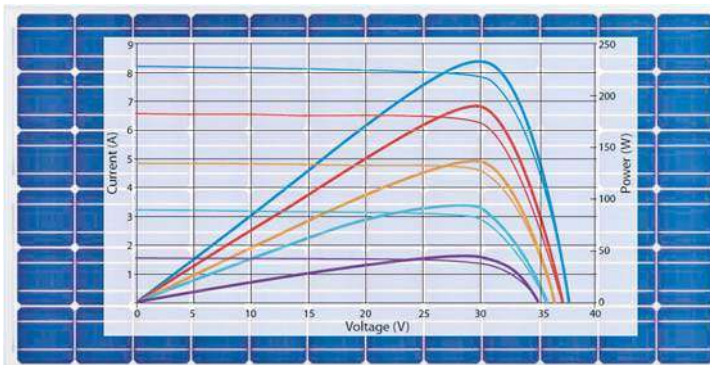
Otóż podana w katalogu **moc nominalna** panelu jest optymistycznie duża, ale niestety **moc nominalna dotyczy sztucznych warunków laboratoryjnych**. Na wielu panelach znajdziemy naklejki zawierające informacje o mocy i warunkach jej pomiaru. Określa je skrót STC, oznaczający *Standard Test Conditions*,

czyli standardowe warunki testowe: 1000W/m², +25°C i AM1.5 przy określonym normą standardowym spektrum światła. AM to skrót od Air Mass, a wartość 1,5 wskazuje na drogę i filtrowanie światła słonecznego w atmosferze charakterystyczne dla średnich szerokości geograficznych.

Laboratoryjne warunki STC są zdecydowanie nierealne. Choć rzeczywiście moc promieniowania słonecznego latem w średnich szerokościach geograficznych (AM1.5) może wynosić 1000W/m², jednak absolutnie niemożliwe jest wtedy utrzymanie temperatury paneli +25°C. Temperatura ogniw w takich warunkach jest dużo wyższa, a to powoduje spadek wytwarzanej mocy elektrycznej.

Dlatego w połowie lat 90. w USA opracowano pokrewną, nieco bliższą rzeczywistości normę: PTC (PVUSA Test Conditions), gdzie przy mocy promieniowania 1000W/m² zasadniczo przyjęto, że panel będzie pracował w temperaturze otoczenia +20°C i że będzie chłodzony wiatrem o prędkości 1m/s z założeniem, że temperatura pracującego panelu wzrośnie do około 45°C. Moc elektryczna mierzona w warunkach PTC jest około 15% mniejsza, niż zmierzona w warunkach STC.

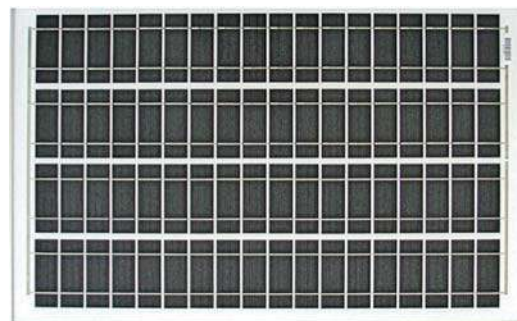
Okazało się, że i pomiar wg PTC daje wyniki lepsze niż w rzeczywistości, dlatego dziś definiuje się też moc paneli według NOCT (Nominal Operating Cell Temperature). Tu jest pewien drobny kłopot z definicją, ponieważ zasadniczo NOCT określa temperaturę (nieobciążonego!) panelu przy promieniowaniu 800W/m², w temperaturze otoczenia +20°C i przy chłodzącym wietrze 1m/s. Czym niższa temperatura NOCT, tym lepszy panel, bo mówiąc skrótowo „lepiej radzi sobie z ciepłem”. Jednak w wielu kartach katalogowych oprócz temperatury podawane są też parametry według NOCT,



takie jak moc, napięcie i prąd, mierzone pod obciążeniem w punkcie MPP oraz prąd zwarcia i napięcie w stanie jałowym. Dla tego samego panelu moc zmierzona w realnych warunkach według NOCT zwykle jest mniejsza od mocy nominalnej (STC) o około 25%!

Weźmy teraz panel 50-watowy E-450J oferowany przez Solar Electric Supply, Inc. (**fotografia 1**).

Fot. 1



Karta katalogowa dostępna jest pod adresem: <https://bit.ly/2C2Hb9r>. Kluczowe parametry podane są na **rysunku 2**.

Rys. 2

50W Photovoltaic module – 450J

Electrical characteristics	(1) STC 1000W/m ²	(2) NOCT 800W/m ²
Maximum power (P _{max})	50W	36W
Voltage at Pmax (V _{mpp})	17.5V	15.6V
Current at Pmax (I _{mpp})	2.90A	2.32A
Short circuit current (I _{sc})	3.20A	2.59A
Open circuit voltage (V _{oc})	21.8V	19.8V
Module efficiency	11.1%	
Tolerance Pmax	± 10%	
Nominal voltage	12V	
Efficiency reduction at 200W/m ²	<5% reduction (efficiency 10.5%)	
Limiting reverse current	3.20A	
Temperature coefficient of I _{sc}	0.105%/ °C	
Temperature coefficient of V _{oc}	-0.360%/ °C	
Temperature coefficient of P _{max}	-0.45%/ °C	
(3) NOCT	47 ± 2 °C	

- Values at Standard Test Conditions (STC): 1000W/m² irradiance, AM1.5 solar spectrum and 25°C module temperature
- Values at 800W/m² irradiance, Nominal Operation Cell Temperature (NOCT) and AM1.5 solar spectrum
- Nominal Operation Cell Temperature: Module operation temperature at 800W/m² irradiance, 20°C air temperature, 1m/s wind speed

Według STC przy mocy promieniowania 1000W/m² punkt mocy maksymalnej MPP to 17,5V, 2,9A (50,75W), stąd moc nominalna 50W. Tak, ale te 50 watów to „laboratoryjna”, nierealna moc STC. Moc maksymalna bliższa rzeczywistości, zmierzona według NOCT, to 36W, czyli dla tego panelu około 30% mniej!

Ten 50-watowy panel ma wymiary 84×54cm czyli powierzchnię 0,45m², co z 1 metra kwadratowego dawałoby 110W, czyli sprawność około 11%. Taką sprawność podaje tabela (11,1%). Można też policzyć, że w realnych warunkach NOCT moc 36W daje 80W/m², a to przy mocy promieniowania 800W/m² daje w miarę realną sprawność przy silnym świetle dokładnie 10%. Na rysunku 2 jest informacja, że przy promieniowaniu 200W/m² sprawność jest mniejsza o 5%. Nie znaczy, że spadnie z 11% do 6% (z 10% do 5%), tylko z 11,1% do 10,5% (z 10% do 9,5%). Ostatnia pozycja w tabeli z rysunku 2 to temperatura NOCT, mająca przyzwoitą wartość 47°C±2°C (dla słabszych paneli wynosi powyżej 50°C).

Kolejny problem z mocą dotyczy tolerancji. Nawet panele z tej samej serii produkcyjnej nie mają idealnie tych samych parametrów. Dobry producent będzie je selekcjonować na grupy o wąskiej tolerancji, a w katalogu pojawi się tolerancja 0...+3%. Oznacza to, że panel na pewno ma podaną moc, ewentualnie nawet nieco większą. Innym, niewiele gorszym zapisem będzie tolerancja ±3%.

Można sztucznie zawyżyć moc katalogową, podając tolerancję ±10% ze świadomością, że wszystkie dostarczane panele mieszczą się blisko dolnej granicy tolerancji. Nie wiadomo, czy tak jest w analizowanym przypadku.

Inny przykład masz na **rysunku 3**. Dane dotyczą 120-watowego panelu z oferty Centsys (www.centsys.com.au).

Tutaj tolerancja mocy to tylko ±3%, wyższa jest deklarowana sprawność (14,8%), jednak są to tylko parametry laboratoryjne według STC.

Uważni Czytelnicy zapewne zauważą informacje o wpływie temperatury. Otóż przy wzroście temperatury nieco zwiększa się prąd, ale tylko około 0,1% na stopień Celsjusza. Niekorzystnie zmniejsza się napięcie, około 0,35%/°C, a co najważniejsze, znacząco zmniejsza się moc, bo około pół procent na każdy stopień! Według STC moc nominalna dotycząca temperatury +25°C, ale w upalne lato temperatura może wzrosnąć do +75°C. Temperatura wyższa od nominalnej o 50 stopni spowoduje zmniejszenie mocy elektrycznej o około 23%.

Na rysunku 3 podana jest też deklarowana trwałość: po 12 latach moc nie powinna być mniejsza niż 90% mocy nowego ogniwa, a po 25 latach nie mniejsza niż 80% mocy początkowej. Często podaje się też 2...5 lat gwarantowanej trwałości „mechanicznej”. Warto się zastanowić, na ile wiarygodne są warunki gwarancji i czy po latach uda się wyegzekwować gwarancję u sprzedawcy i producenta. Okazyjnie tanie moduły z niepewnych źródeł mogą w sumie okazać się fatalną inwestycją, w przeciwieństwie do sprawdzonych dostawców i producentów.

Wracamy do głównego wątku: podczas sezonu letniego w ciągu niewielu godzin około południa i tylko przy bezchmurnym niebie można uzyskać moc niewiele mniejszą od nominalnej. Jednak każda chmurka zasłaniająca słońce powoduje poważne obniżenie produkcji energii. Mówimy o mocy, czyli o wartościach chwilowych, uzyskiwanych przy najlepszych warunkach. A przecież w sumie, przez większość czasu (noc, zachmurzenie) dostępna moc jest albo bardzo mała, albo wręcz zerowa.

Fatalne jest to, że jesienią, zimą i wiosną jest o wiele gorzej, a właśnie wtedy najbardziej potrzebujemy ciepła i energii elektrycznej. Jest wtedy wiele dni pochmurnych, a słońce nawet w południe wędruje po niebie nisko, przez co uzyskiwana moc jest zdecydowanie mniejsza. Dlatego w naszych warun-

kach geograficznych realnie pozyskiwane ilości energii są dużo mniejsze, niż można byłoby oczekiwać na podstawie mocy nominalnej paneli. I dlatego każda watogodzina jest tak cenna, zwłaszcza w sezonie jesienno-zimowym. Warto się więc postarać, żeby z panelu „wyciągnąć” całą dostępną w danej chwili energię. To słusznie kieruje uwagę na MPPT, ale okazuje się, że korzyści z MPPT też nie są tak duże, jak można byłoby przypuszczać. Do tego aspektu wrócimy, a na razie omówmy inne szczegóły.

Otóż jeśli nawet z pomocą regulatora MPPT „wyciągniemy” z panelu 100% dostępnej w danej chwili energii, to jej część stracimy w impulsowej przetwornicy MPPT, która na pewno nie ma sprawności 100%, a w tańszych wykonaniach może mieć sprawność tylko 70%.

Do tego dojdą straty akumulatora. Dla popularnych akumulatorów kwasowo-ołowiowych, w tym AGM i żelowych, sprawność energetyczna wynosi nieco ponad 50%. Podobnie lub nawet gorzej jest w przypadku akumulatorów NiCd, które jednak stosowane są tylko w lampkach solarnych. Znacząco lepsza jest sprawność energetyczna akumulatorów Li-Ion, jednak jak na razie są one dużo droższe od ołowiowych.

W systemie solarnym oprócz właściwej przetwornicy MPPT zazwyczaj mamy też jakieś dodatkowe elektroniczne urządzenia sterujące, pomiarowe czy zabezpieczające. Niewątpliwie pobierają one jakieś ilości energii (zwłaszcza jeśli zawierają przekładniki) i też obniżają wypadkowy bilans energetyczny. Te straty „w elektronice” mają znaczenie szczególnie w małych instalacjach, ale posiadając odpowiednie umiejętności, elektronik może zastosować bardzo energooszczędne rozwiązania układowe.

W niniejszym odcinku bardzo pobieżnie omówiliśmy ciemniejszą stronę instalacji fotowoltaicznych. Niestety, w naszych szerokościach geograficznych uzyskana energia netto jest znikomym ułamkiem tego, co wynika z pomnożenia katalogowej mocy paneli słonecznych przez spodziewany czas pracy instalacji.

Pozyskiwanie energii z promieniowania słonecznego jest godne uwagi, ale należy być realistą. Jak na razie wysokie ceny paneli, akumulatorów i elektroniki powodują, że planując mniejszy czy większy system fotowoltaiczny, trzeba starannie dobrać elementy i warunki pracy wszystkich jego składników.

Będziemy się tym zajmować w kolejnych odcinkach cyklu.

Piotr Górecki

Type Of Module	Rys. 3	120W
Maximum Power		120W
Tolerance		± 3%
Open Circuit Voltage		22V
Short Circuit Current		7,06A
Maximum Power Voltage		18V
Maximum Power Current		6,67A
Module Efficiency		14,8%
Solar Cell Efficiency		17,05%
Series Fuse Rating		15A
Terminal Box		IP65
Maximum system voltage		1000V DC
Operating Temperature		-40°C - 85°C
Dimensions		1210 x 670 x 35mm
Weight		10kg
Current Temperature Coefficient %/°C		+0.06
Voltage Temperature Coefficient %/°C		-0.34
Power Temperature Coefficient %/°C		-0.47
Performance Warranty:		90%output, 12 year 80%output, 25 years

Taki zwyczajny zasilacz...

Część 4 – przyczyny samowzbudzenia

Zgodnie z zapowiedzią, w tym odcinku rozpoczynamy opis walki z samowzbudzeniem. Okazało się bowiem, że opisywany układ zasilacza wzbudza się. Nie jest to nic dziwnego; dziwne byłoby, gdyby się nie wzbudzał! W układzie mamy bowiem wzmacniacz operacyjny (U3A) o bardzo dużym wzmocnieniu i do tego tranzystor (T3) w układzie wspólnej bazy ze źródłem prądowym w kolektorze, co też daje bardzo duże wzmocnienie napięciowe.

Z samowzbudzeniem układu można walczyć na różne sposoby. Często taka walka okazuje się bardzo trudna, zależnie od przyczyn samowzbudzenia, od wymagań stawianych finalnemu układowi i od częstotliwości oscylacji. A pełne zrozumienie wszystkich przyczyn samowzbudzenia wcale nie jest łatwe.

Zagadnienie ma kilka aspektów. Na razie mówimy o likwidacji samowzbudzenia w zasilaczu prądu stałego. Zasilacz o możliwie dobrych parametrach. Przede wszystkim powinien on zapewniać dobrą stabilizację napięcia. Napięcie wyjściowe nie powinno zmieniać się ze wzrostem poboru prądu. Łatwo to osiągnąć w stanie ustalonym i przy powolnych zmianach. Ale napięcie wyjściowe jak najmniej powinno się zmieniać także podczas skokowych, impulsowych zmian prądu obciążenia. Osiągnięcie dobrych parametrów dynamicznych okazuje się dużo trudniejsze do uzyskania. Nie tylko trudniejsze, ale też ściśle związane z problemem samowzbudzenia. Dla większości hobbystów rozpaczliwa walka z samowzbudzeniem to dodawanie w układzie kolejnych kondensatorów w najróżniejszych miejscach układu. Zadaniem takich kondensatorów jest zwykle „obcięcie pasma” na tyle, żeby układ przestał się wzbudzać. Niestety, usunięcie samowzbudzenia w przypadkowy sposób może fatal-

nie pogorszyć parametry dynamiczne zasilacza.

Do walki z samowzbudzeniem warto podejść kompleksowo, a nie sposobem na chybił trafił. Dlatego musimy przypomnieć kluczowe zagadnienia związane z samowzbudzeniem.

Przyczyny samowzbudzenia

Podstawowa przyczyna samowzbudzenia to obecność wzmacniacza o ogromnym wzmocnieniu i pętli ujemnego sprzężenia zwrotnego, które z ujemnego staje się dodatnie. Najprościej biorąc, **powodem samowzbudzenia jest zmiana sprzężenia zwrotnego z ujemnego na dodatnie**. Ale różne mogą być przyczyny takiej zmiany.

To, że stabilizator (albo jakikolwiek inny układ) staje się generatorem, jest nieuchronną konsekwencją kilku faktów. Co najważniejsze, w sumie **nasz stabilizator jest wzmacniaczem z pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego**. Tę pętlę widać bardzo wyraźnie na mocno uproszczonym rysunku 1.

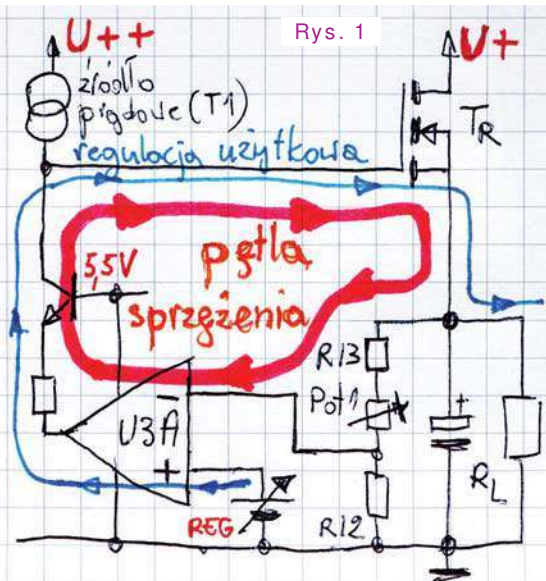
Nas zasadniczo najbardziej interesuje zaznaczony kolorem niebieskim obwód regulacji użytkowej napięcia wyjściowego. Zgodnie z przyjętymi założeniami na wejście „dodatnie” wzmacniacza U3A podajemy niewielkie napięcie stałe, a wtedy na wyjściu i na obciążeniu ma wystąpić napięcie 10 razy większe. 10 razy (20dB), bo takie jest tłumienie dzielnika R13, Pot1, R12.

W takim rozwiązaniu tworzy się też zaznaczona czerwonym kolorem pętla sprzężenia (*feedback loop*), w skład której wchodzi też wspomniany dzielnik napięcia.

Zasadniczo sprzężenie zwrotne jest ujemne. Jednak prawie każdy wzmacniacz z ujemnym sprzężeniem zwrotnym może zamienić się w generator, gdy najprościej biorąc, to sprzężenie zwrotne z ujemnego zrobi się dodatnie. A następuje to nieuchronnie wskutek przesunięcia fazy sygnałów we wszystkich elementach pętli sprzężenia w związku z występowaniem tam różnych niepożądanych pojemności.

Tylko nie mów, że w zasilaczu prądu stałego nie ma sygnałów zmiennych. Jak najbardziej tam występują, zarówno w postaci (szerokopasmowych) szumów, jak też jako składowe impulsowych zmian napięć i prądów (rozkład Fouriera).

Dla prądu (napięcia) stałego, czyli dla częstotliwości równej zeru, sprzężenie zwrotne jest zawsze ujemne, wręcz „idealnie ujemne”. Ale czym większa częstotliwość, tym większy wpływ pojemności i większe przesunięcie fazy. Najprościej biorąc, różne rezystancje i różne pojemności tworzą obwody RC.



A obwody RC są filtrami z uwagi na zależność reaktancji pojemnościowych X_C od częstotliwości. Ze wzrostem częstotliwości zwiększa się przesunięcie fazy sygnału sprzężenia zwrotnego i sprzężenie staje się „mniej ujemne”. Gdy sumaryczne przesunięcie fazy w całej pętli sprzężenia wzrośnie do 180 stopni, sprzężenie z ujemnego stanie się dodatnie. Jednocześnie ze wzrostem częstotliwości zmniejsza się też wzmocnienie.

Zmiana sprzężenia zwrotnego z ujemnego na dodatnie jest nieunikniona, następuje w każdym wzmacniaczu ze sprzężeniem zwrotnym, ponieważ przy jakiejś większej czy mniejszej częstotliwości faza zostaje przesunięta o 180 stopni. Jednak nie każdy taki wzmacniacz staje się generatorem, ponieważ decyduje o tym jeszcze jeden czynnik: przy częstotliwości, przy której przesunięcie fazy osiągnie 180 stopni, wzmocnienie musi być większe od jedności. A jeżeli przy tej częstotliwości wzmocnienie jest mniejsze od jedności, to oscylacje nie wystąpią. To znany ze szkoły warunek fazy i amplitudy (wzmocnienia).

Przejdźmy do praktyki. Porównajmy cenione i popularne jeszcze do niedawna wzmacniacze operacyjne: OP27 i szybszą wersję OP37. W sumie różnią się one pojemnością jednego wewnętrznego kondensatora. Jak pokazuje **rysunek 2a**, OP37 ma większe wzmocnienie przy wysokich częstotliwościach – generalnie jest znacząco lepszy, szybszy od OP27.

Dla prądu stałego kostki te mają jednakowe parametry. Przy prądzie stałym i przy bardzo małych częstotliwościach przesunięcia fazy nie ma (0 stopni). **Rysunki 2b, 2c** pokazują tak zwane charakterystyki Bodego, czyli zależność wzmocnienia i przesunięcia fazy dla wyższych częstotliwości. W przypadku OP27 (rysunek 2b) wspomniany kondensator jest większy (120pF), dlatego wzmacniacz ma mniejsze wzmocnienie

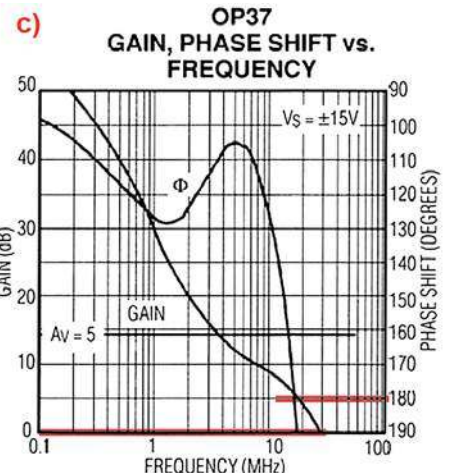
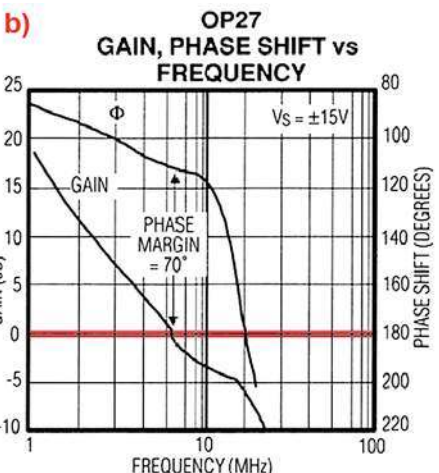
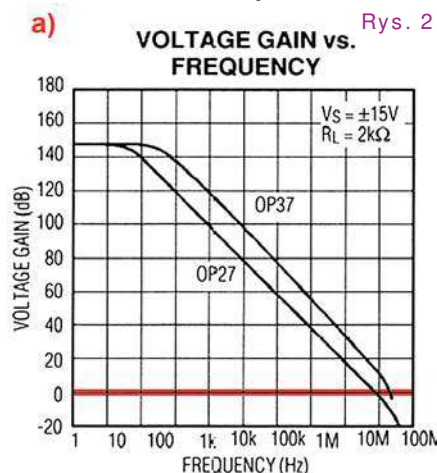
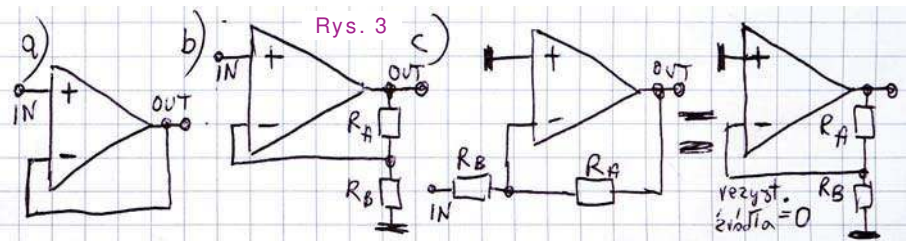
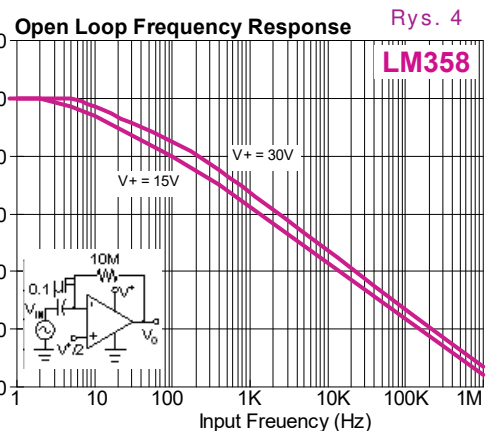
nie przy dużych częstotliwościach niż OP37. Wzmocnienie staje się równe jedności (0dB) przy częstotliwości nieco ponad 5MHz, a wtedy przesunięcie fazy wynosi tylko około 110 stopni. Do odwrócenia fazy, czyli do 180 stopni brakuje 70 stopni – mówimy, że margines fazy (*phase margin*) dla tego wzmacniacza wynosi 70 stopni.

Wspomniany kondensator we wzmacniaczu OP37 ma tylko 15pF, co jest korzystne, bo daje większą szybkość i większe wzmocnienie przy wysokich częstotliwościach. Jak pokazuje rysunek 2b, wzmocnienie spada do jedności (0dB) przy częstotliwości około 30MHz, co cieszy. Tak, ale wtedy przesunięcie fazy jest znacznie większe od 180 stopni!

Patrząc na tę samą sytuację inaczej, powiemy: przesunięcie fazy równe 180 stopni (odwrócenie) następuje przy częstotliwości rzędu kilkunastu megaherców, a wtedy wzmocnienie jest większe od jedności. Jeśli nie ma obwodu sprzężenia zwrotnego, nie ma problemu. Ale podanie sygnału z wyjścia na wejście odwracające, na przykład w układzie wtórnika według **rysunku 3a**, spowoduje samowzbudzenie kostki OP37 na częstotliwości kilkunastu megaherców. Aby nie dopuścić do samowzbudzenia, trzeba stłumić sygnał w pętli sprzężenia, co następuje przy zastosowaniu tam dzielnika, zarówno we wzmacniaczu nieodwracającym (**rysunek 3b**), jak i odwracającym (**rysunek 3c**).

W przypadku OP37 wystarczy stłumić sygnał w pętli sprzężenia 5-krotnie, a samowzbudzenie nie nastąpi. Inaczej mówiąc, kostka OP37 nie może pracować w układzie wtórnika, a może prawidłowo pracować we wzmacniaczach o wzmocnieniu co najmniej $5 \times$ (14dB). Natomiast kostka OP27 bez problemu może pracować jako wtórnik. Podobnie LM358.

W katalogach nie sposób znaleźć dla wykorzystanego przez nas wzmacniacza LM358 (LM324) charakterystyk Bodego jak na rysunku 2. Można znaleźć tylko zależność wzmocnienia od częstotliwości, jak pokazuje **rysunek 4** (z katalogu Diodes), a w niektórych też informację, że margines fazy wynosi typowo 60 stopni (przy częstotliwości około 1MHz). Rysunek 4 wskazuje, że w zakresie częstotliwości 3...12kHz, na których wzbudzał się nasz zasilacz, wzmocnienie LM358 jest rzędu 100...1000



(40dB...60dB) i margines fazy zapewne jest duży, prawdopodobnie bliski 180 stopni, jak może sugerować **rysunek 5**, dotyczący pokrewnej, ale nowocześniejszej kostki LMV358 przy różnej pojemności obciążającej wyjście.

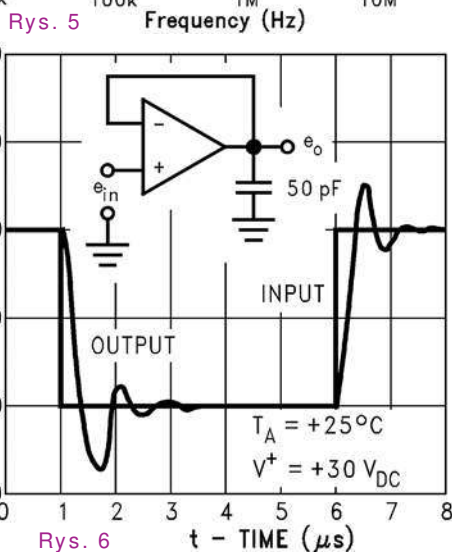
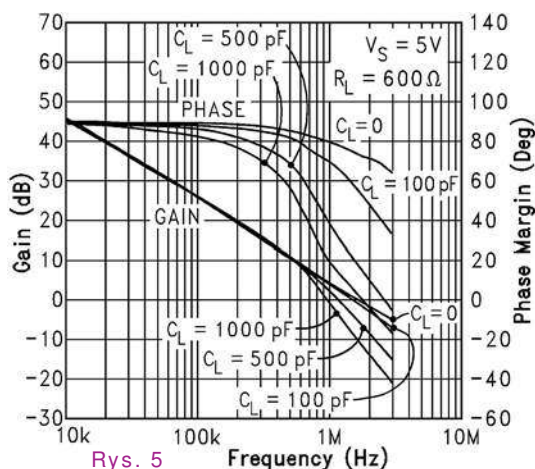
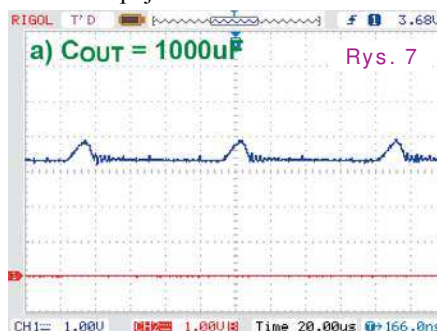
A dlaczego tak dużo mówimy o marginesie fazy? Otóż jeżeli margines (zapas) fazy będzie mały, to układ wprawdzie się nie wzbudzi, ale po każdej skokowej zmianie napięcia czy prądu będzie „dzwonił” – na wyjściu pojawią się tłumione drgania. Czym mniejszy margines (zapas) fazy, tym dłużej będą się utrzymywać takie gasnące drgania.

Zazwyczaj przyjmuje się, że margines fazy powinien być większy niż 45 stopni, by gasnące drgania były bardzo szybko tłumione. Pochodzący z karty katalogowej **rysunek 6** pokazuje takie oscylacje, a właściwie tylko przeryty dla naszego wzmacniacza LM358 pracującego w roli wtórnika przy zanikającym obciążeniu pojemnościowym wyjścia. Przy większym wzmocnieniu przeryty powinny być mniejsze.

Podane właśnie informacje to elementarne, szkolne podstawy. A w przypadku naszego zasilacza sytuacja jest bardziej skomplikowana: sygnały w pętli wzmacnia zarówno wzmacniacz operacyjny U3A typu LM358, jak i tranzystor T3, a tłumić je dzielnik R13, Pot1, R12. Także i główny MOSFET regulacyjny zapewne ma też jakiś wpływ, choć nie wzmacnia napięcia.

W każdym razie mamy podstawy sądzić, że to nie kostka LM358 wprowadza największe przesunięcie fazy.

Na pewno faza jest w jakimś stopniu przesuwana także w obwodzie kolektorowym tranzystora T3, gdzie występują niezaznaczone na schemacie różne szkodliwe pojemności.



Zapewne faza sygnałów jest też zmieniana przez kondensator wyjściowy 10uF. Tu słusznie się domyślamy, że przesunięcie fazy będzie się zmieniać zależnie od rezystancji obciążenia, czyli od prądu wyjściowego.

Łatwo sprawdzić, że najbardziej przesuwają fazę kondensator wyjściowy. **Rysunek 7** pokazuje samowzbudzenie przy obciążeniu wyjścia rezystorem 6,8Ω (0,45A), gdy ma on 1000uF, 10uF i gdy zostanie odłączony (0uF). Widzimy tu, że zwiększanie pojemności kondensatora wyjściowego pomaga, ale tylko zmniejszyć samowzbudzenie, a nie pozbyć się go całkowicie.

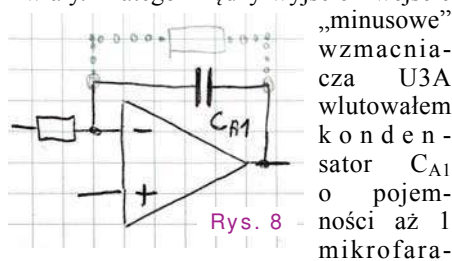
Prawdopodobnie dobrze byłoby jakoś pozbyć się samowzbudzenia bez obecno-

ści kondensatora wyjściowego, a potem go dodać, co przypuszczalnie powinno polepszyć i tak dobrą sytuację oraz polepszyć właściwości dynamiczne. Ale czy tak będzie – zobaczymy później.

Możemy więc teraz odłączyć kondensator wyjściowy i...

Najprostszą, popularną metodą walki z samowzbudzeniem jest włączenie kondensatora między wyjście i wejście „ujemne” wzmacniacza operacyjnego według **rysunku 8**. Bardziej zorientowani nazwą to metodą dominującego bieguna.

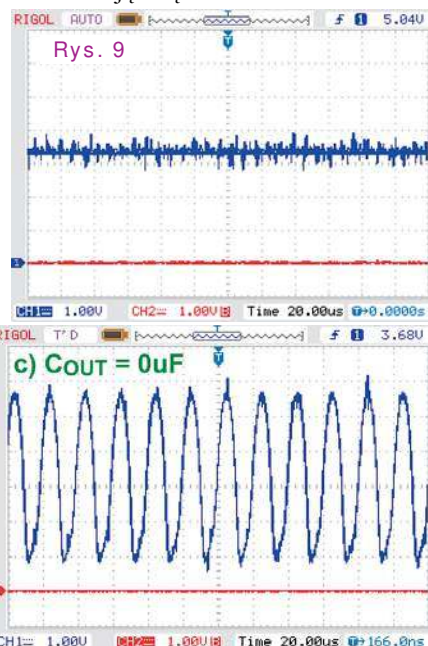
W moim prototypie do usunięcia samowzbudzenia potrzebna była pojemność co najmniej 40 nanofaradów, ale wtedy po dołączeniu kondensatora wyjściowego COUT oscylacje niestety znów się pojawiały. Dlatego między wyjście i wejście

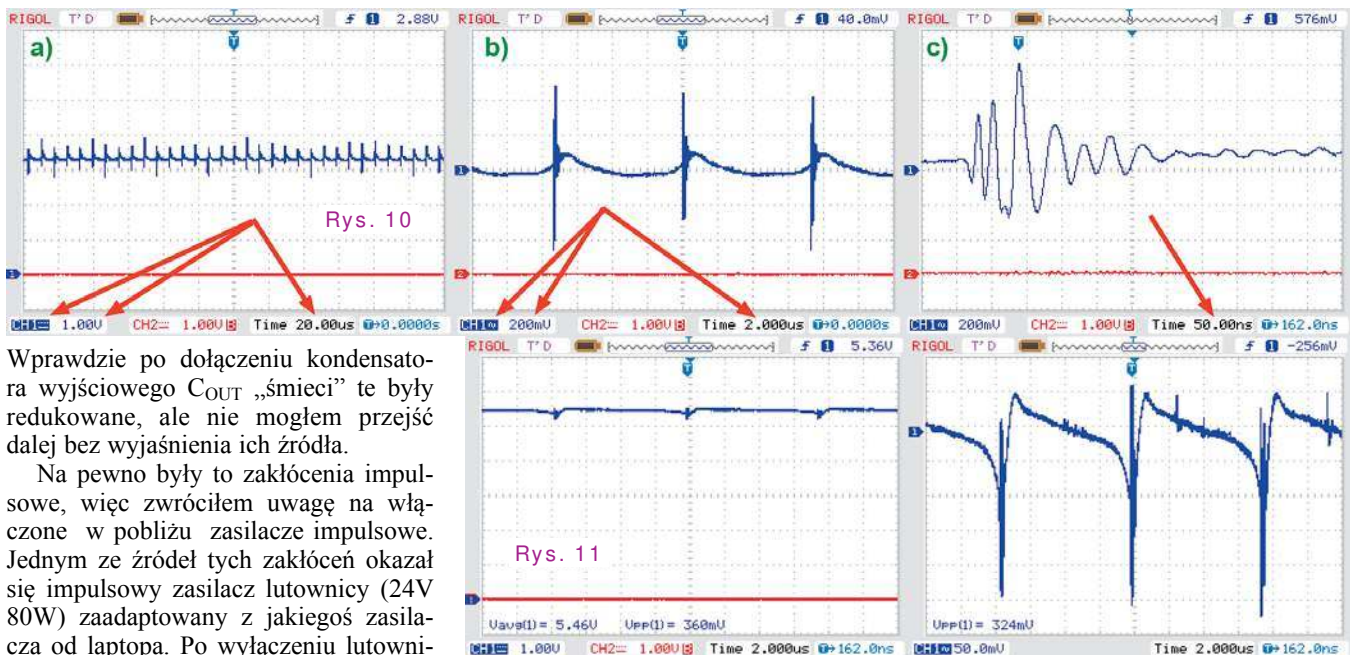


„minusowe” wzmacniacza U3A wlotowałem kondensator CA1 o pojemności aż 1 mikrofara-

da, który zapewniał stabilność także przy dużej pojemności włączonej na wyjściu.

Po dodaniu „antywzbudzeniowego” kondensatora CA1 (1uF) według **rysunku 8** napięcie wyjściowe zasilacza nadal nie było gładkie, jak pokazuje **rysunek 9**. Występowały tam jakieś „śmieci” o wartości międzyszczytowej aż kilkaset miliwoltów. Już wcześniej widziałem na przebiegach dodatkowe niewielkie zakłócenia, ale wtedy je ignorowałem, koncentrując się na samowzbudzeniu.





Wprawdzie po dołączeniu kondensatora wyjściowego C_{OUT} „śmiec” te były redukowane, ale nie mogłem przejść dalej bez wyjaśnienia ich źródła.

Na pewno były to zakłócenia impulsowe, więc zwróciłem uwagę na włączone w pobliżu zasilacze impulsowe. Jednym ze źródeł tych zakłóceń okazał się impulsowy zasilacz lutownicy (24V 80W) zaadaptowany z jakiegoś zasilacza od laptopa. Po wyłączeniu lutownicy „śmiec” nadal występowały, tylko w regularnym rytmie. **Rysunek 10a** pokazuje wyjściowe napięcie stałe ze składową zmienną. **Rysunek 10b** pokazuje tylko składową zmienną – zakłócenia w powiększeniu, a **rysunek 10c** – po ich rozciągnięciu.

Regularne impulsy o częstotliwości około 140kHz zapewne pochodziły z jakiegoś przetwornicy.

Sprawdziłem, czy przyczyną nie jest wtyczkowy zasilacz impulsowy 7,5V, wykorzystany do zasilania części sterującej. Nie był!

Sprawdziłem, czy przyczyną nie jest świetlówka kompaktowa albo któraś z „żarówek LED” pracujących w sąsiednich pomieszczeniach. Nie były!

Dużym, bardzo nieprzyjemnym zaskoczeniem był fakt, że podczas pracy układu napięcie zasilające część sterującą nie jest gładkie. Napięcie zasilające ważny dla nas wzmacniacz U3A miało średnią wartość 5,46V, ale też niedopuszczalnie duże tętnienia ponad 300mV, jak pokazuje **rysunek 11**. Przyczyną tych tętnień okazała się zastosowana w zasilaczu maleńka 1-watowa przetwornica 5V/±15V, służąca do wytwarzania pomocniczego napięcia w naszym zasilaczu.

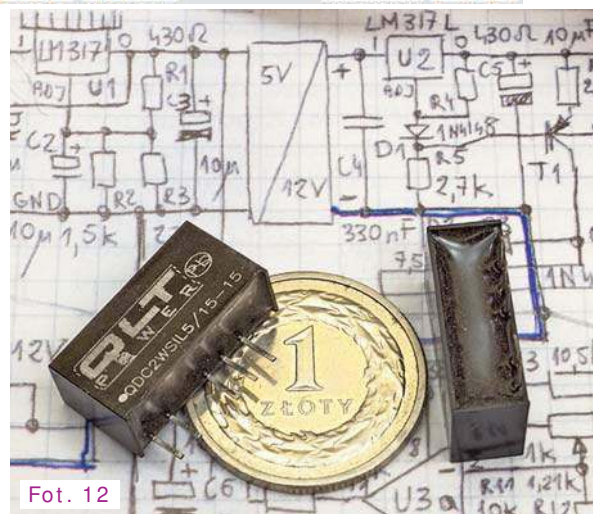
Trzeba było dokładniej zbadać sytuację! Wcześniej planowałem wykorzystanie w zasilaczu małej przetwornicy izolowanej 5V/12V,

ale w prototypie zastosowałem posiadaną w zapasach 5V/±15V (**fotografia 12**). Teraz zamówiłem dwie wersje przetwornicy 5V/12V, dostępne w ofercie AVT:

<https://bit.ly/2M6mNcH>
<https://bit.ly/35qATNW>

w cenach odpowiednio 18zł i 10zł – zobaczymy, czy cena ma związek z parametrami.

Prowizorycznie rozwiązany, a właściwie tylko ominięty problem samowzbudzenia został odłożony na bok. Najpierw należało dokładnie zbadać kwestie wpływu zastosowanej przetwornicy. Zarówno w aspekcie tętnień napięcia zasilania na wyjściu, jakkolwiek by nie było półtoraamperowego LM317, jak też spodziewanych zakłóceń przenoszonych do umieszczonych niedaleko (jak pokazuje **fotografia 13**) innych części



układu przez pole elektryczne, magnetyczne i elektromagnetyczne. Zbadamy to w następnym odcinku.

Piotr Górecki



Wzmacniacze klasy D

część 6

Dotychczas omówiliśmy podstawy budowy wzmacniaczy klasy D oraz główne problemy, występujące we wzmacniaczach klasy D. Jak na razie wnioski z przeprowadzonej analizy nie są zbyt optymistyczne. Wprawdzie na początku cieszyliśmy się, że teoretycznie wzmacniacz klasy D mógłby mieć sprawność 100%, ale czym bliżej poznawaliśmy ograniczenia, tym obraz sprawy stawał się mniej przyjemny. Część Czytelników zapewne będzie się słusznie zastanawiać: czy aby nie można tu czegoś znacząco zmienić i poprawić? Otóż można! I to na wiele sposobów.

Modulacja

Na razie tylko wstępnie zasygnalizuję temat: wiele można zmienić oraz poprawić, stosując modulację impulsów inną niż klasyczna PWM. Szczegóły będziemy dość dokładnie omawiać w następnych odcinkach, a teraz tylko jeden ważny fakt: *stosując ulepszone, sprytne metody modulacji, można zrealizować wzmacniacz klasy D bez wyjściowego filtru LC, zachowując wysoką sprawność energetyczną*. W praktyce wiąże się to z kolejną modyfikacją:

BTL

Trzeba podkreślić, że jednym ze sposobów na uzyskanie lepszych rezultatów jest budowa mostkowych wzmacniaczy klasy D, czyli wzmacniaczy BTL (Bridge Tied Load).

Wiadomo, że *wzmacniacz mostkowy BTL przy danym napięciu zasilania i danym obciążeniu może dostarczyć nie dwa, tylko cztery razy więcej mocy wyjściowej*. Możliwość uzyskania stosunkowo dużej mocy wyjściowej przy niedużym napięciu zasilania pozwala na wykorzystanie w takich wzmacniaczach niskonapięciowych MOSFET-ów mocy o dobrych parametrach. We wzmacniaczach BTL na głośniku występuje różnica sygnałów wyjściowych obu kanałów BTL, dlatego jeżeli we wzmacniaczu mostkowym w obu kanałach występują jednakowe zniekształcenia czy zakłócenia, to następuje ich redukcja, kompensacja. Zmniejsza to zawartość nieparzystych harmonicznych.

Wcześniej mówiliśmy też, że wzmacniacz klasy D to rodzaj przetwornicy synchronicznej, w której następuje naprzemienne pompowanie porcji energii z jednej szyny zasilania do drugiej. W (dwutorowym) wzmacniaczu mostkowym łatwo zapewnić, by energia pompowana w danej połowie cyklu do jednej szyny zasilania była na bieżąco pochłaniana przez drugi tor wzmacniacza, który będzie od razu przekazywał ją w drugim kierunku. Czyli we wzmacniaczu mostkowym w ogóle nie ma (może nie być) problemu pompowania energii.

Rysunek 1 sygnalizuje dwie sprawy: we wszystkich wzmacniaczach BTL fazy sygnałów audio na obu wyjściach są przeciwne, co jest istotą koncepcji mostka. Ale we wzmacniaczach klasy D w obu torach wzmacniacza występują też przebiegi impulsowe i zależnie od rozwiązania i od potrzeb, różne mogą być zależności fazowe dotyczące właśnie tych przebiegów impulsowych, a nie sygnału audio. Już intuicja podpowiada, że fazy impulsów powinny być przeciwne, choćby dla uniknięcia zjawiska pompowania. Ale nawet rysunek 1 sugeruje, że schematy modulacji

mogą być różne. W jego dolnej części przedstawione są dwa przykłady opisane jako *zgodne* i *przeciwne fazy impulsów*. Zielone przebiegi mają tylko ilustrować zasadę, ale w rzeczywistości możliwych jest wiele sposobów realizacji *zgodnej* i *przeciwnej fazy*. A jak się jeszcze okaże, w „dwutorowych” wzmacniaczach BTL po prostu łatwiej jest zrealizować niektóre specyficzne, interesujące sposoby modulacji, a niektóre schematy modulacji są możliwe tylko we wzmacniaczach BTL.

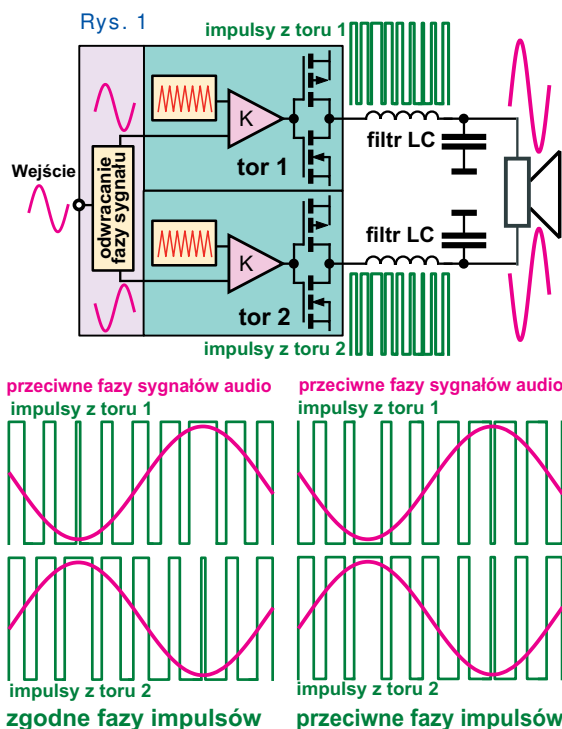
Nic dziwnego, że zdecydowana większość scalonych wzmacniaczy klasy D to wzmacniacze mostkowe.

PBTL

Wzmacniacz mostkowy z założenia może dostarczyć czterokrotnie większą moc niż wzmacniacz pojedynczy, ponieważ na głośniku występuje różnica napięć między wyjściami dwóch kanałów, co podwaja napięcie na obciążeniu – głośniku. Dwukrotnie wyższe napięcie wyjściowe oznacza też dwukrotnie większy prąd.

We wzmacniaczach klasy D zwiastuje to pewien problem: wcześniej mówiliśmy, że dla zwiększenia szybkości przełączania dobrze jest stosować w stopniu wyjściowym MOSFET-y o możliwie małej pojemności, czyli o możliwie małej powierzchni struktury. Wskazuje to, że w scalonych wzmacniaczach klasy D stopień wyjściowy powinien być projektowany bez zapasu, do konkretnej rezystancji obciążenia, a więc i do określonego prądu wyjściowego. I rzeczywiście tak jest. Dlatego dla wzmacniaczy klasy D często określa się minimalną, zalecaną oporność głośnika. Jeśli ktoś z danego mostkowego wzmacniacza chciałby uzyskać jeszcze większą moc przez zastosowanie głośnika o mniejszej oporności, może napotkać problemy wynikające z właściwości tranzystorów.

W przypadku wzmacniaczy klasy D rozwiązaniem jest... równoległe łączenie torów dla



zwiększenia wydajności prądowej. Nie jest to możliwe w przypadku klasycznych, liniowych wzmacniaczy klasy AB, ponieważ już niewielkie różnice między torami przekreśliłyby sens takiej operacji. Nie ma żadnego problemu w przypadku wzmacniaczy klasy D z filtrami wyjściowymi, ponieważ cewka filtru ma właściwości źródła prądowego i równoległe łączenie torów jest możliwe i ma sens. Cztery jednakowe tory wzmacniacza klasy D można wykorzystać różnie, co ilustruje w uproszczeniu rysunek 2.

Przy samodzielnych eksperymentach trzeba także uwzględnić fazy przebiegów, zarówno audio, jak i impulsów.

Konstruowane są też wielokanałowe scalone wzmacniacze klasy D, których kanały mogą być konfigurowane w taki sposób. Można zajrzeć na stronę:

www.lyontek.com.tw/sc/dhighpower.html, w skrócie <https://bit.ly/2FCOVBo>,

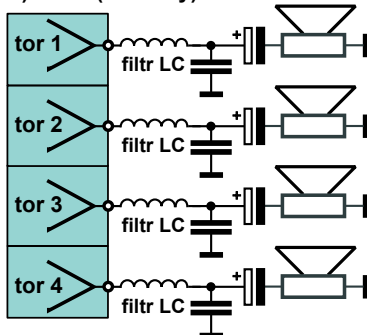
gdzie dostępne są karty katalogowe takich uniwersalnych wzmacniaczy. Fragment schematu wzmacniacza PBTL mono na kostce

LY8361 pokazany na rysunku 3 świadczy, że cewki są tylko dwie, a wyjścia są zwarte bezpośrednio „przed filtrem LC”. Coś takiego jest możliwe, ale tylko w niektórych scalonych wzmacniaczach.

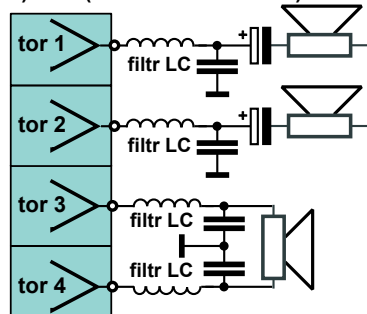
Podobnie można zrealizować wzmacniacz mono PBTL w niektórych wzmacniaczach klasy D produkcji Texas Instruments. Rysunek 4 pochodzi z karty katalogowej popularnych kostek TPA3116D2, TPA3118D2, TPA3130D2 i pokazuje sposób łączenia wersji PBTL. Układy te mają dodatkowo obwody wykrywania zwarcia wejść INPL, INNPL do masy, co włącza tryb pracy mono PBTL.

Trzeba podkreślić, że bezpośrednie łączenie wyjść „przed filtrem” jest możliwe tylko w niektórych kostkach, a w innych grozi uszkodzeniem wyjść.

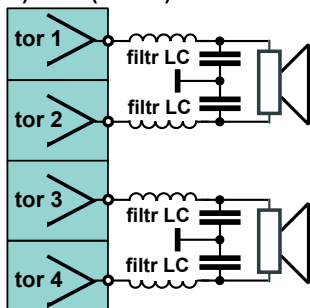
a) 4 SE (4 kanały)



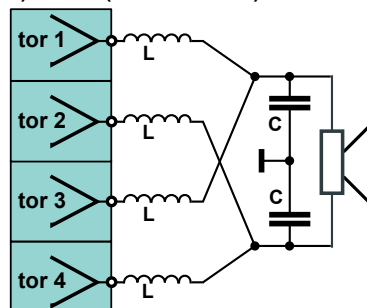
c) 2.1 (stereo + subwoofer)



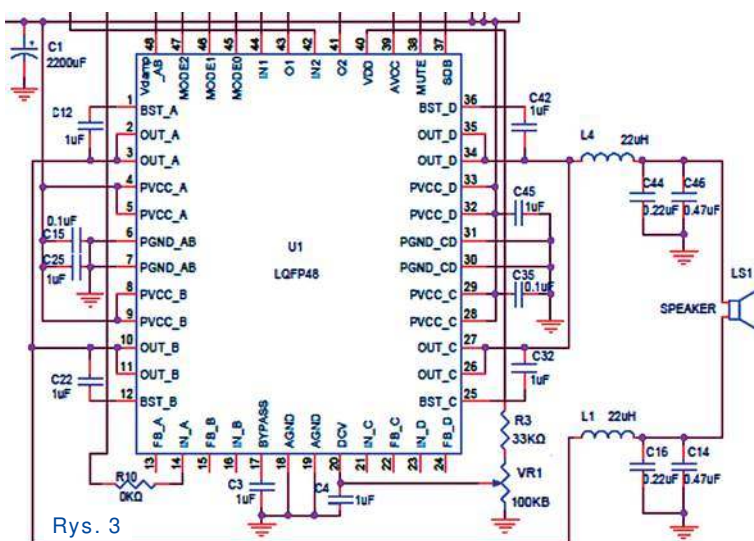
b) BTL (stereo)



d) PBTL (2 kanał mono)

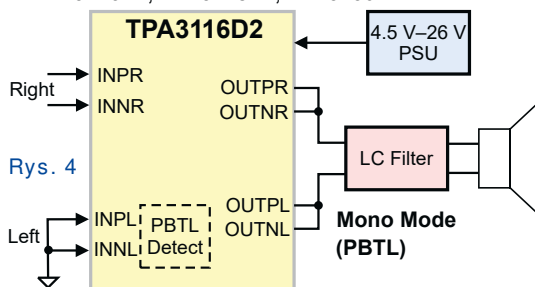


Rys. 2

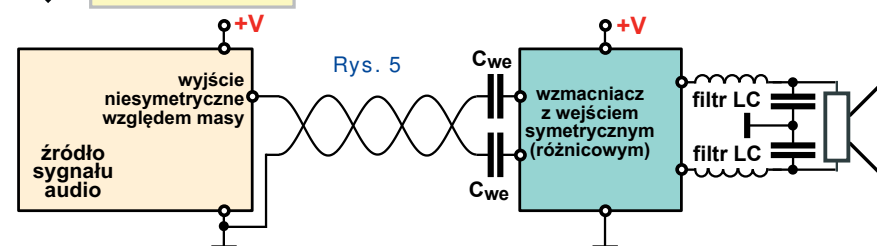


Rys. 3

TPA3116D2, TPA3118D2, TPA3130D2



Rys. 4



Rys. 5

Szczegółów trzeba szukać w katalogu. Bez względu na bezpieczny jest tylko sposób z rysunku 2.

Podobnie w kartach katalogowych należy szukać wskazówek odnośnie do konfiguracji wejść.

Stosowane są różne rozwiązania. Ale bardzo często, prawie zawsze, scalony wzmacniacz klasy D ma symetryczne wejście. Jest to bardzo ważne właśnie, choć nie tylko we wzmacniaczach klasy D, ale też we wszelkich układach cyfrowych i impulsowych, gdzie płynące prądy mają kształt impulsów, co wywołuje spadki napięć w obwodach masy. Obecność wejścia różnicowego (symetrycznego) pozwala uniknąć problemu spadków napięć w obwodach masy, co umożliwia zmniejszenie zniekształceń i uniknięcie różnych zakłóceń.

Należy podkreślić, że o ile tylko źródło sygnału, na przykład moduł Bluetooth, ma symetryczne wyjście sygnału audio, to obowiązkowo należy wykorzystać linię symetryczną. Nawet gdy źródło sygnału ma pojedyncze wyjście (niesymetryczne), też warto wykorzystać symetryczne wejście, a dla zmniejszenia zakłóceń i zniekształceń połączenia zrealizować według rysunku 5.

W następnym odcinku zaczniemy omawiać sposoby modulacji inne niż omówiona wcześniej klasyczna modulacja PWM.

Piotr Górecki

Szkoła Konstruktorów



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

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

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

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

Bardzo proszę: dla ułatwienia segregacji niech tytuł Twojego e-maila (i nazwa każdego ewentualnego załącznika), oprócz ***nazwy konkursu*** oraz ***numeru zadania***, zawiera też ***Twoje nazwisko*** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko286Kowalski*, *Policz286Zielinski*, *NieGra286Malinowski*, *Jak12Krzyzanowski*. Chodzi o to, żeby w tytule e-maila i w nazwach wszystkich załączników była zarówno informacja o zadaniu, jak i o Autorze. Bardzo też proszę, żeby jeden Twój e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co znacznie mi ułatwi segregowanie pocztą.

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

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

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

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

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

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

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

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



Zadanie główne 286

Podstawą zadania głównego 286 jest list, jaki niedawno przysłał **Sławomir** (nazwisko i adres dobrze znane redakcji). Oto pełna treść otrzymanego e-maila:

Witam. Geneza pomysłu nie jest zbyt istotna, ale praktyczne wykorzystanie tego trochę dziwnego projektu dość często bywa potrzebne.

W sytuacji, gdy włącznik oświetlenia jest w niezbyt „przyjaznym” miejscu, przydałoby się, aby po wyłączeniu oświetlenia nie gasło ono od razu, tylko po zadanim czasie. Albo natychmiast, albo lepiej płynnie.

Założenie projektu jest takie, aby nie przerabiać instalacji elektrycznej oraz aby urządzenie działało z żarówkami LED. Tu zaczynają się problemy, no bo wiadomo, że można „bezkarnie podkraść” trochę prądu, gdy w obwodzie jest żarówka tradycyjna. Tak, ale w przypadku LED nawet niewielki prąd spowoduje lekkie świecenie żarówki.

Założenia projektu:

- Urządzenie powinno być włączone równolegle do zacisków włącznika.
- Po rozwarciu styków podtrzymuje świecenie żarówki (max. kilkadziesiąt sekund), przy czym dopuszczalny jest niewielki (kilka woltów) spadek napięcia na żarówce.

- W stanie spoczynku czy raczej czuwania pobór prądu tak mały, aby żarówka LED nie świeciła.

Czy to nie będzie za trudne, jak na Szkołę Konstruktorów EdW?

*Pozdrawiam
Sławomir*

Istotnie, zadanie jest po pierwsze trudne, a po drugie propozycja dotyczy ingerencji w obwód sieci energetycznej 230V, gdzie jak wiadomo napięcie, a raczej prąd, może zabić nieostrożnego elektronika.

W zaproponowanej oryginalnej postaci zadanie nie nadaje się więc do Szkoły Konstruktorów. **Ze względu na śmiertelne niebezpieczeństwo osoby niepełnoletnie i niemające kwalifikacji nie mogą podejmować żadnych eksperymentów w obwodach sieci energetycznej 230V!**

Ale podstawowy cel jest jak najbardziej godny uwagi. A tym podstawowym celem jest *nietypowe sterowanie oświetleniem*.

Oto temat zadania 286:

Zaproponuj nietypowy sposób sterowania oświetleniem.

Oczywiście w zakres zadania wchodzi też wyłączniki opisane w przedstawionej właśnie propozycji (zresztą w EdW mieliśmy publikacje tego rodzaju układów związanych z siecią energetyczną 230V). Nie jest to jednak kierunek dla większości uczestników.

Dla większości sympatyków Szkoły proponowałbym zainteresowanie się lampami i w ogóle źródłami światła, zasilanymi napięciem zmiennym 24V oraz stałym i zmiennym 12V (halogeny, taśmy LED, niskonapięciowe żarówki LED). Bezpieczne niskie napięcie zasilania jest jak najbardziej pożądane w piwnicach, warsztatach, garażach, itp.

Uwaga!

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

Weźcie też pod uwagę nietypowe lampki wolno stojące, autonomiczne, także zasilane z baterii i akumulatorów.

Nietypowe sterowanie oświetleniem nie oznacza, że chodzi o zdalne, bezprzewodowe sterowanie. Owszem, może być wykorzystane, ale niekoniecznie. Nietypowe sterowanie to na przykład sterowanie z opóźnieniem, sterowanie dotykowe, zbliżeniowe, gestami. Nietypowe sterowanie może wiązać się ze skokową lub płynną regulacją.

Przedstawcie swoje pomysły! Gorąco zachęcam do udziału w tym „nietypowo oświetleniowym” zadaniu!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

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

www.sklep.avt.pl.

Koszty przesyłki pokrywa AVT.

Dobra propozycja nie powinna być ani zbyt trudna, ani zbyt 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 281

Temat lipcowego zadania 281 brzmiał: **Zaproponuj urządzenie elektroniczne, związane z potrzebami dzieci w dowolnym wieku.**

Oto przegląd nadesłanych prac.

Pomysłodawca tego zadania, **Krzysztof Smoliński** z Poznania, napisał: *Witam. Cieszę się, że moja propozycja zadania pojawiła się w Szkole Konstruktorów :) Faktycznie córka ma już 13 miesięcy, chodzi i powoli zaczyna mówić. Tak więc dobrze, że temat został rozszerzony do dzieci w każdym wieku, a nie tylko noworodków :D Jeśli chodzi o elektronikę przy dziecku, to jak słusznie Pan zauważył, czasu na nią nie ma. W międzyczasie zdarzyło się w mojej głowie kilka pomysłów, kilka udało się zrealizować, inne zostały zarzucone po drodze, albo... nie przeszły pomyślnie testów, gdy trafiły w ręce dziecka.*

Coś, co chciałem podać jako rozwiązanie, to urządzenie, które chyba najdłużej mi posłużyło pomimo oczywistych wad. Niestety czas nie pozwolił ich wyeliminować i po prostu zostały zaakceptowane :) Chodzi o bardzo prosty termometr wanienkowy. Nie jest to po prostu termometr z wyświetlaczem itd. Założenie jego było inne: uzyskać informacje, kiedy woda w wanience ma optymalną temperaturę do kąpieli. Jako że udało mi w czeluściach szuflady wygrzebać termistor NTC w obudowie wodoodpornej, stwierdziłem, że używanie procesora będzie bezcelowe. Zbudowałem prosty dyskryminator okienkowy na LM358, na którego wyjście podłączyłem bezpośrednio buzzer. Za pomocą dwóch potencjometrów ustaliłem próg załączenia i wyłączenia odpowiednio na

35 i 37 stopni (używając jako referencji analogowego termometru). Całość zasililem z baterii 9V. W załączniku przesyłam schemat i zdjęcia. Dzięki temu prostemu układowi nie zastanawiałem się nad ustawianiem temperatury strumienia wody. Łałem gorącą wodę i siedłem powoli przygotowywać córkę. Gdy temperatura spadła do właściwej, buzzer informował mnie o tym. Proste, ale zaskakująco skuteczne.

A teraz o wadach. Maksymalne uproszczenie układu spowodowało dwa główne problemy:

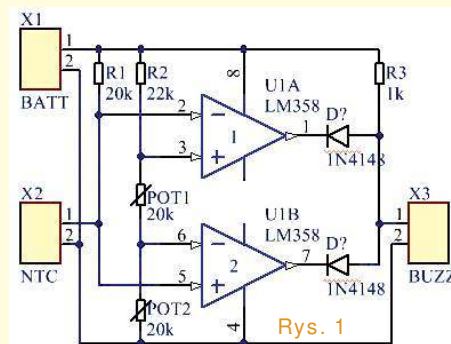
- Rezygnacja z włącznika wymuszała każdorazowo zdejmowanie kijanki z baterii, co nie jest specjalnie wygodne,
- Podłączenie buzzera bezpośrednio przez diody do wzmacniacza spowodowało, że w stanie wyłączenia zostaje na nim pewne minimalne napięcie, które wywołuje bardzo delikatne bzyczenie.

Obie usterki można łatwo wyeliminować, pierwszą przez dodanie choćby jumpera działającego jako włącznik, drugą przez dodanie tranzystora do sterowania buzzerem. Żadne z tych rozwiązań nie zostało wdrożone, po prostu przyzwyczałem się do wad :) Zresztą dziecko przyzwyczaja do tego, że z braku czasu często trzeba iść na kompromisy :) Pozdrawiam

Fotografia 1 pokazuje model, a na **rysunku 1** przedstawiony jest schemat urządzenia.

Michał Pędzimąż ze Starej Słupi napisał: *Witam po dłuższej przerwie!*

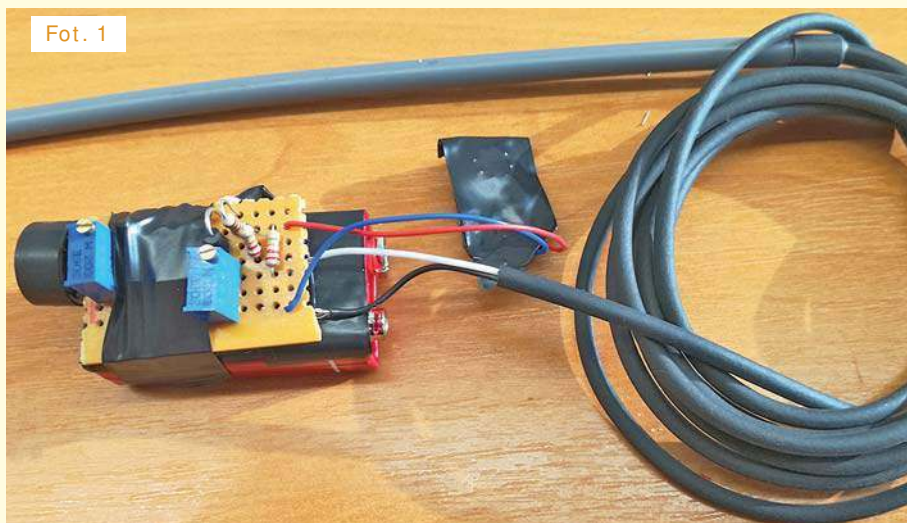
Ciekawie się złożyło, ponieważ w maju potrzebowałem dla siebie pewnego układu, a przystępując do jego wykonania, pomyślałem, że czemu by nie przed-

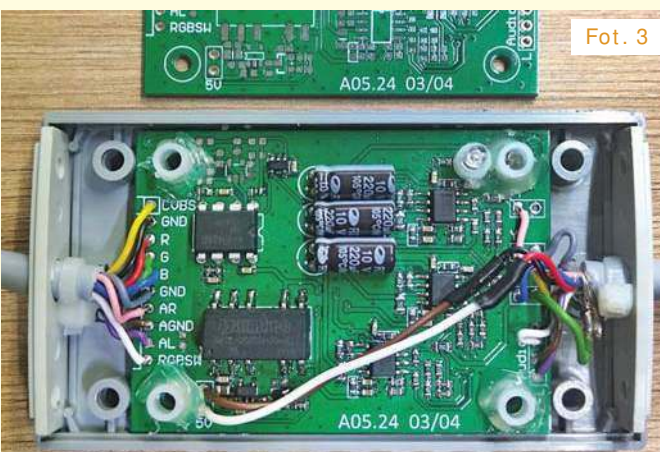


stawić go również Czytelnikom EdW? Przeszedł lipcowy numer, gdzie nawet temat zadania SK pasuje!

Projekt, który wykonałem, może być niezbędny dla dzieci młodszych i starszych (w tym dla mnie) – jest to urządzenie, które pozwala podłączyć do nowoczesnego telewizora stare konsole Playstation 1 i 2 jednocześnie. Mowa tu o analogowym konwerterze sygnału wideo RGB-YPbPr, który również dobrze może być wykonany jako uniwersalna przejściówka eurocart-component. Urządzenie jest estetyczne, minimalistyczne i energooszczędne. Włącza i wyłącza się automatycznie, kiedy uruchomione jest źródło sygnału RGB (konsola). Zasilanie jest dyskretnie pobierane z portu USB telewizora.

Pozwala podłączyć stary sprzęt (z wyjściem RGB eurocart) do nowoczesnych telewizorów, które takiego wejścia już nie mają. Jest to bardzo uniwersalne urządzenie, które może być przystosowane do przeróżnych, w tym nietypowych źródeł. Oferuje również spore możliwości modyfikacji i współpracy z „egzotycznymi” źródłami (jak np. stare komputery telewizyjne), dzięki możliwości podania różnych sygnałów synchronizacji wideo. No i jakość obrazu – wyśmienita. Jest niebo lepsza od chińskich przejściówek za kilkadziesiąt złotych, a do tego mamy kompatybilność z każdym źródłem sygnału RGB (z czym te pierwsze miewają spore problemy...). Niedługo potem system rozbudowałem o możliwość podłączenia drugiej konsoli, zachowując pełną automatyczność, bezobsługowość i energooszczędność całości. Artykuł wraz z kompletem materiałów do publikacji jest już gotowy, (...) Załączone zdjęcie pokazuje moje dwie konsole japońskiego producenta (ach, dzieciństwo...), telewizor z uruchomioną grą z 1996 roku, a smukłe, szare pudełeczko z zieloną diodą to właśnie



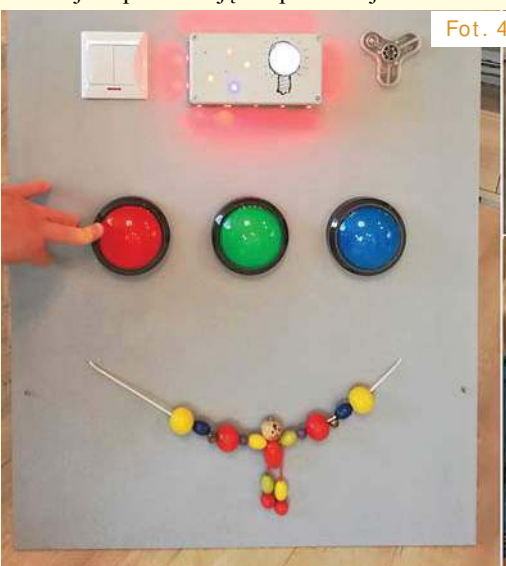

Fot. 2

Fot. 3

Dawid Placha z Rdzawy napisał: (...) chciałem zaprezentować samodzielną wykonaną planszę edukacyjną. W ostatnim czasie różne tablice edukacyjne zyskały na popularności. Zawierają przedmioty codziennego użytku, takie jak zamki, zapinki, rzepy, itp., na których dziecko może bezpiecznie rozwijać nowe zdolności. Moja tablica składa się z dwóch plansz połączonych zawiązanymi i rozkładają ją jak

ten konwerter w akcji. Pobór prądu całego? 80mA przy 5V :) Pozdrawiam! **Fotografia 2** pokazuje model, a jego wnętrze widoczne jest na **fotografii 3**. Szczegółów nie podaję, ponieważ projekt przekazuję do publikacji.

drabinę. Jedną planszę poświęcona jest na ćwiczenia manualne, a druga „elektryczna” przeznaczona na zabawę z kolorami i światłem. W ramy zadania SK281 można wpisać wspomnianą część świetlną, na której 3-kolorowe przyciski umożliwiają zaświecenie

poszczególnych sekcji taśmy RGB naklejonej na obudowę uniwersalną. W środku tej obudowy znajduje się akumulator żelowy 12V 1,3Ah, który zasila też obwód z włącznikiem i diodami. Pierwszy klawisz aktywuje migające diody a drugi biały pasek imitujący żarówkę. Pozdrawiam **Fotografia 4** przedstawia model.


Fot. 4

ELI WHITNEY
Bawełniany ojciec rewolucji

nr 12. grudzień 2019 e-suplement www.mt.com.pl

NEWS 24/7
m.technik

Ciekawi świata są zawsze

UWAGA SZPIEG!
łatwiej powiedzieć, kto cię nie śledzi

RAPORT: Jak handlować w XXI wieku
Zakupy online i offline – różnica zanika

UWAGA SZPIEG!
łatwiej powiedzieć, kto cię nie śledzi

Okazuje się, że wcale nie trzeba żyć w złym, podstępny, totalitarnym państwie, by być poddanym nieustannej inwigilacji, śledzeniu, podglądaniu, co, gdzie i po co robimy. Wystarczy niezauważalnie dać się podgrzewać przez dłuższy czas, jak żaba w garnku, czyli czerpać pełnymi garściami z coraz to doskonalszych i „fajniejszych” ułatwień współczesnego scyfryzowanego życia, by znaleźć się w świecie, w którym niemal każdy krok jest rejestrowany i zapisywany na wieki w rozmaitych bazach danych. W dodatku sytuacja jest dynamiczna, co oznacza, że wszystko to będzie działało jeszcze „bardziej”, a gdy do gry wkroczy na szeroką skalę sztuczna inteligencja, z łatwością da się tworzyć profile obywateli, klientów, członków grup, które niekoniecznie muszą np. pomagać w zakupach. Prawdę mówiąc, w ogóle nie będzie wiadomo, do czego te zbiory służą i komu – a niech jeszcze ma się pecha rzeczywiście żyć w choćby tylko autorytarnym państwie, które swobodnie żongluje prawem i zasadami demokracji, by poczuć się jak bohater słynnych dzieł literackich Orwella, Huxleya czy Zamiatania. Miłej lektury...

Nowy numer już w sprzedaży
www.ulubionykiosk.pl
Koniecznie odwiedź mobilny serwis na smartfony i tablety MT NEWS 24/7:
m.mlodytechnik.pl



Publika-cja	Nag-roda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Sławomir	-	-	-
-	U	-	Krzysztof	Smoliński	Poznań	5
P	-	200	Michał	Pędzimaż	Stara Słupia	7
?	U	-	Dawid	Placha	Rdzawa	4
?	-	150	Michał	Stach	Kamionka Mała	7

Jeżeli chodzi o zaległości, **Michał Stach** z Kamionki Małej zbyt późno nadesłał rozwiązanie poprzedniego zadania 280, dotyczącego wykorzystania gotowych fabrycznych modułów. Napisał: *Dzień dobry! Coraz chętniej montowane są odnawialne źródła energii. Hobbysta może spróbować swoich sił, budując instalację fotowoltaiczną lub wiatrową. Pozostałe źródła OZE są raczej poza możliwościami finansowymi przeciętnego Kowalskiego. Zdecydowanie częściej powstają instalacje PV. Czy zatem turbiny wiatrowe są zupełnie bezużyteczne? Czy może prawdą jest powiedzenie: „postawię sobie wiatraka i będę mieć prąd za darmo...”, tylko że niewiele osób o tym wie? W ramach SzK280 powstał modułowy logger-watomierz dla niewielkich turbin wiatrowych. W skład watomierza wchodzi (...) moduł pomiarowy INA226. Układ INA226 zapewnia precyzyjny pomiar napięcia i prądu oraz na bieżąco wylicza moc, co jest bardzo ważne przy stale zmieniających się obrotach turbiny. Do obrazowania wyników pomiarowych służy (...) 1,3-calowy wyświetlacz OLED, zaś całością steruje moduł ESP12. Po uruchomieniu wersji prototypowej watomierz został odchudzony o jeden moduł. Jego docelowa wersja przystosowana została do obudowy na energetyczną szynę DIN i możemy zobaczyć go na **fotografii 5**. Docelowa wersja ma jeszcze jedną przydatną funkcję; na podstawie pulsacji napięcia w jednej z faz turbiny określa prędkość obrotową wiatraka. Zastosowanie w roli kontrolera ESP8266 miało konkretny cel. Umożliwia przesyłanie danych na portal PV_Monitora. <https://pvmonitor.com.pl/> to portal fanów zielonej energii, gdzie tysiące użytkowników rejestruje dane nt. produkcji ze swoich instalacji. Zdalny dostęp do danych pozwala natychmiast wylapać wszelkie niezgodności w pracy własnej instalacji, jak i pozwala na porównanie wyników w skali miesiąca czy ubiegłych lat. Nie bez znaczenia jest rozbudowana szata graficzna portalu. Z łatwością możemy wygenerować wykresy – raporty jak np. pokazany na **rysunku 2**.*

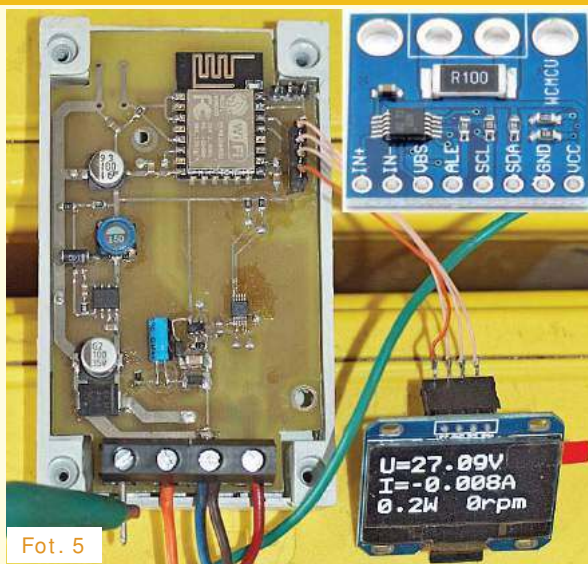
Watomierz ukończony został w sierpniu, natomiast we wrześniu trwały uzgodnienia z panami zajmującymi się PV_Monitorem wynikające m.in. z faktu, że jak wskazuje sama nazwa, portal ten miał służyć do

rejestracji produkcji energii i paneli PV – fotowoltaicznych. Okazało się np. że energia wiatrowa musiała otrzymać nowy indeks, aby poprawnie logować się także w nocy. Zachęcam do zapoznania się z bieżącymi wskazaniemi: https://pvmonitor.com.pl/i_user.php?idinst=10898#pv0 oraz najlepszym do tej pory dniem pod względem produkcji: <https://pvmonitor.com.pl/user.php?idinst=10898&od=2019-09-18&do=2019-09-18#pv0>

No cóż, 0,1 kWh to jednak bardzo skromnie... Pozdrawiam serdecznie

Temat energii odnawianej jest bardzo interesujący – chętnie poczytalibyśmy w EdW o dalszych szczegółach.

Aktualne informacje o punktacji oraz rozdzielone nagród, upominków i kuponów podane są w tabelkach. Znak zapytania oznacza, że ewentualna publikacja nastąpi dopiero po nadesłaniu ostatecznych materiałów. Osoby nagrodzone kuponami otrzymują z naszej redakcji stosowny e-mail z informacją i wskazówkami, a dopiero potem zamawiają w sklepie AVT (wrzucają do koszyka pod adresem www.sklep.avt.pl) towary za przydzieloną sumę, a w uwagach piszą, że jest to kupon ze Szkoły Konstruktorów. Kupon za zadania z kolejnych miesięcy można sumować, by kupić sprzęt o większej wartości. Istnieje też możliwość



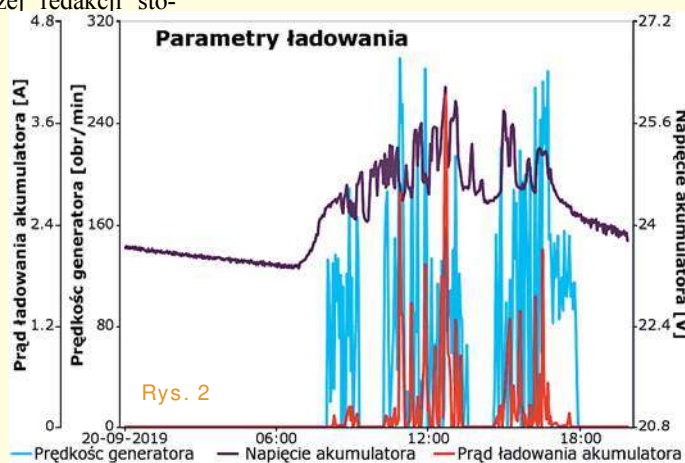
Fot. 5

dopłaty różnicy cen w przypadku zamówienia na sumę większą niż przydzielony kupon. Ale **uwaga: kupon ważny jest tylko 12 miesięcy – po tym terminie traci ważność i przepada.**

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 286, 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



Rys. 2

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice.....	92	48 Lukasz Olszok Tamowskie Góry.....	45	Michał Stach Kamionka	18
Daniel Turbasa Kraków	88	Krzysztof Kawa Lubcza	44	Marian Caruk Luban	17
Lukasz Dachowski Cymbark	72	Paweł Hoffmann Wrocław	51	Roman Braumberger Bytom	16
Aleksander Bernacki Magnuszowice	69	Szymon Czepiel Piszczowice	43	Lukasz Kojro Gdańsk	15
Szymon Trygar Szczecin	66	Piotr Gajdosz Grybów	41	Rafał Orodziński Białystok	15
Radosław Smalec Zabrze	64	Maciej Zieliński Kraków	33	Marcin Malich Wodzisław Śl.	13
Krzysztof Smoliński Poznań	60	Adam Ples Jaworzno	33	Paweł Sablik Piszczowice	13
Artur Bereit Barcin	60	Dawid Placha Rdzawa	31	Andrzej Adamczyk Ostrowiec Św.	11
Robert Szolc Bytom	58	Rafał Rówiak Słaboszów	26	Paweł Mysłowice	10
Andrzej Herbut Siekierczyn	52	Lukasz Nowak Warszawa	21	Leszek Galos Oleśnica	8
Paweł Hoffmann Wrocław	51	Tomasz Zaorski Kalinówka	21	Mateusz Raczynski Warszawa	8
Adam Sobczyk Warszawa	50	Jakub Gajda Kraków	20	Oskar Stepien Wrocław	8
Sebastian Jarmosiewicz Motwica	50	Marian Gabrowski Polkowice	19	Piotr Taton Kęty	8
Michał Pędzimaż Stara Słupia	50	Teodor Woźniak Łódź	19	Jacek Rączka Polomia	7

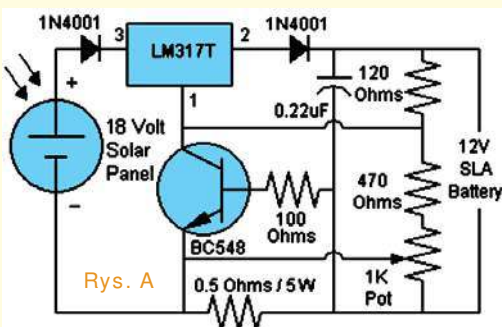
Druga klasa Szkoły Konstruktorów

Co tu nie gra? Zadanie 286

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat prostego systemu solarne-go. 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 **NieGra286** i nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Podaj też od razu swój adres pocztowy, żebym nie musiał pytać, gdy przydzielę upominek. Możesz jeszcze przysłać rozwiązania zadania **NieGra** z poprzedniego miesiąca. Uczestnicy konkursu otrzymują upominki, a najaktywniejsi uczestnicy są co rok nagradzani bezpłatnymi prenumeratami EdW lub innego wybranego czasopisma AVT.

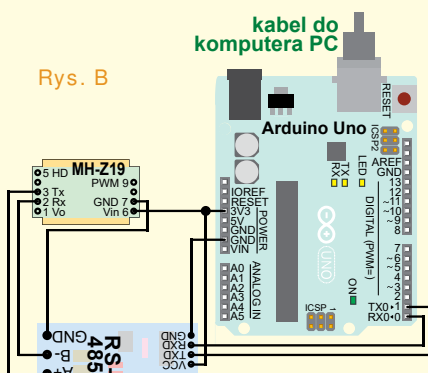
Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 281

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 7/2019 schemat z płytką **Arduino UNO**.

Jak zwykle, także i w tym schemacie (przygotowanym przeze mnie specjalnie na potrzeby tego zadania) doszukaliście się szeregu błędów.

W numerze wrześniowym mieliśmy rozwiązanie zadania **NieGra278**, które w pewnym sensie było „odwrotne”, o czym za chwilę. Stosując fabryczne moduły, bardzo łatwo popełnić różne błędy, a problemy skoncentrowane na rysunku B są jak najbardziej realne. Odzwierciedlają wiele problemów i wątpliwości, związanych nie tylko z platformą **Arduino**, ale z różnymi czujnikami. W tym przypadku jest to moduł miernika stężenia dwutlenku węgla.

Rys. B



Na początek wypadało zajrzeć do karty katalogowej czujnika **MH-Z19**. **Rysunek C** pokazuje fragment katalogu ze strony: <https://www.winsen-sensor.com/d/files/PDF/Infrared%20Gas%20Sensor/NDIR%20CO2%20SENSOR/MH-Z19%20CO2%20Ver1.0.pdf> w skrócie: <https://bit.ly/2Wcsk4Y>.

Różowa podkładka pokazuje, że minimalne napięcie zasilania to 3,6V, a w układzie z rysunku B napięcie zasilania czujnika to 3,3V.

Być może czujnik mógłby

pracować przy zasilaniu 3,3V, ale oczywiście wtedy nie można mieć żadnego zaufania do uzyskanych wyników.

Mamy pierwszy poważny, a wręcz niedopuszczalny błąd – za niskie napięcie zasilania czujnika **MH-Z19**.

Jeżeli chodzi o zasilanie, słusznie zwróciliście uwagę na niekonsekwencję dołączenia konwertera **RS485**. Sam konwerter jest zasilany napięciem 3,3V, a jego wejście i wyjście dołączone jest do pinów **Arduino Uno**, zasilanego napięciem 5V. Nie ma żadnych informacji o konwerterze. Nie ma więc sensu zastanawiać się, czy wejście **Rx** konwertera może pracować przy napięciu 5V.

Nie ma sensu także z innego ważnego względu!

Ten wątek zaczniemy od **rysunku D**, który został wzięty z karty katalogowej **MH-Z19**. Mamy tu parametry transmisji szeregowej oraz podstawowe polecenia i strukturę ramek poleceń.

Jeżeli porównamy to z **rysunkiem E**, dostrzeżemy ogromne podobieństwo: w kolejnych bajtach ramki mamy adres urządzenia, kod rozkazu, dane i sumę kontrolną.

Rys. D

Product Model	MH-Z19
Target Gas	CO2
Working voltage	3.6 ~ 5.5 V DC
Average current	< 18 mA
Interface level	3.3 V
Measuring range	0 ~ 0.5% VOL optional (refer to Table 2)
Output signal	UART
	PWM
Preheat time	3 min
Reponse Time	T ₉₀ < 60 s
Working temperature	0 ~ 50 °C
Working humidity	0 ~ 95% RH (No condensation)
Dimension	33 mm×20 mm×9 mm (L×W×H)
Weight	21 g
Lifespan	> 5 years

Rys. C

5. Pins

PIN	Description
Pin 6	Vin (voltage input)
Pin 7	GND
Pin 1	Vout (output voltage 3.3V, output current lower than 10mA)
Pin 9	PWM
Pin 5	HD (zero calibration, low level above 7 seconds) (Factory Reserved)
Pin 2	UART (RXD) 0~3.3V digital input
Pin 3	UART (TXD) 0~3.3V digital output
Pin 4	SR (Factory Reserved)
Pin 8	AOT (Factory Reserved)

0x86	Gas Concentration
0x87	Calibrate zero point (ZERO)
0x88	Calibrate span point (SPAN)

Baud rate	9600
Date byte	8 byte
Stop byte	1byte
Parity (check bits)	no

Gas concentration reading

Send command								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Starting byte	Sensor No.	command	-	-	-	-	-	Check value
0xFF	0x01	0x86	0x00	0x00	0x00	0x00	0x00	0x79

Return value

Return								
Byte0	Byte1	Byte2	Byte3	Byte4	Byte5	Byte6	Byte7	Byte8
Starting byte	command	High level concentration	Low level concentration	-	-	-	-	Check value



Owszem, jest pewna różnica – długość sumy kontrolnej CRC (jeden albo dwa bity), ale w sumie podobieństwo jest uderzające.

Rys. E

Rysunek E pokazuje strukturę ramki MODBUS RTU. A MODBUS RTU wręcz nierozłącznie kojarzy się z interfejsem RS-485.

Sposób obsługi czujnika MH-Z19 i podobnych jest dokładnie taki, jak urządzeń standardu MODBUS, dlatego obecność konwertera wydaje się naturalna. Wydaje się...

Sygnałem, że coś tu nie gra, jest obecność końcówek oznaczonych Rx (RXD), Tx (TXD), piny 2, 3. Są to oznaczenia końcówek i linii łącza RS-232, a nie RS-485. Czujnik MH-Z19, pomimo podobieństw, nie jest urządzeniem standardu MODBUS RTU i... nie potrzebuje konwertera RS485 – TTL.

Wyprowadzenia 2, 3 (Rx, Tx) czujnika powinny być dołączone do pinów 1, 2 Arduino.

Tylko czy bezpośrednio?

Już ustaliliśmy, że czujnik MH-Z19 powinien być zasilany napięciem co najmniej 3,6V, a w układzie z rysunku B zapewne musi to być 5V. Wtedy powstaje kolejny problem. Zgodnie z rysunkiem C napięcie robocze wejść i wyjść cyfrowych to 3,3V, bowiem wewnętrzny procesor czujnika jest zasilany napięciem 3,3V. Jest to wyraźnie podane w karcie katalogowej. Mamy problem: napięcie zasilania czujnika 5V i 3,3-voltowe wejście Rx. I to wejście miałyby być dołączone do „pięciowoltowego” pinu TXO Arduino. W karcie katalogowej nie ma żadnej wzmianki o tym, że wejścia tolerują napięcie 5V.

Na rysunku B celowo umieściłem oznaczenie MH-Z19. Obecnie bardziej popularne są nowsze czujniki MH-Z19B, których karta katalogowa zawiera odmiennie informacje, jak pokazuje **rysunek F**. Zakres napięć zasilania zaczyna się od 4,5 wolta, ale to nie jest istotne.

Zdecydowanie bardziej interesująca dla nas jest informacja, że poziomy interfejsu cyfrowego to 3,3V, ale pomimo to łącze jest kompatybilne ze standardem 5-voltowym.

Jeszcze raz podkreślam, że są to informacje z karty MH-Z19B, a na rysunku B mamy wersję MH-Z19 (bez literki B). Z tak pozyskanych informacji wynika, że nie jest potrzebny konwerter RS485-Serial, ale nie można czujnika podłączyć

do Arduino bezpośrednio i jest potrzebny konwerter poziomów 3,3V/5V.

W nadesłanych rozwiązaniach często pojawiało się słuszne stwierdzenie, że potrzebny jest konwerter poziomów 3,3V/5V. Jednak nie wszystkie zawierały informację, że niepotrzebny jest konwerter RS485-Serial. Niektórzy odnotowali tylko, że konwerter RS485-Serial jest zasilany napięciem 3,3V i tylko dlatego zaproponowali dodanie konwertera 3,3V/5V. Niektórzy też wskazywali na potrzebę skrzyżowania linii między Arduino i konwerterem RS-485, co mogłoby być okazją do oddzielnej dyskusji.

Na podstawie informacji z rysunku B można słusznie stwierdzić, że konwerter RS485-Serial należy zamienić na zdecydowanie prostszy konwerter poziomów 3,3V/5V. Tak, ale można byłoby się zastanawiać, czy aby nie mamy do czynienia z przypadkiem charakterystycznym dla wielu chińskich kart katalogowych?

Istnieje wiele przykładów, że oryginalne karty katalogowe w języku chińskim zawierają znacznie więcej informacji niż wypuszczone przez tych samych producentów angielskojęzyczne wersje kart katalogowych. Można byłoby się zastanawiać, czy brak infor-

Rys. F

Product Model	MH-Z19B
Target Gas	CO2
Working voltage	4.5 ~ 5.5 V DC
Average current	< 60mA (@5V)
Peak current	150mA (@5V)
Interface level	3.3 V(Compatible with 5V)
Measuring range	refer to Table 2
Output signal	UART(TTL interface level 3.3V)
	PWM
	DAC(default 0.4-2V)
Preheat time	3 min
Response Time	T ₉₀ < 120 s
Working temperature	0 ~ 50
Working humidity	0 ~ 90% RH (No condensation)
Dimension	33 mm×20 mm×9 mm (L×W×H)
Weight	5 g
Lifespan	> 5 years

macji o tolerancji na napięcie 5V interfejsu cyfrowego MH-Z19 nie jest skrótem, pominięciem, niedopatrzaniem, które zostało skorygowane w nowszej karcie

katalogowej MH-Z19B?

W Internecie można znaleźć informacje na temat procesora użytego w czujniku MH-Z19: pracuje tam potężny mikrokontroler z rodziny STM32, a konkretnie STM32F103 (<https://revspace.nl/MHZ19>, <https://forum.mysensors.org/topic/7761/mh-z19-teardown>). Niestety, nie wyjaśnia to problemu, ponieważ procesor ten ma niektóre, ale nie wszystkie końcówki typu „5V-tolerant”.

Nie można więc rozstrzygnąć kwestii, czy konwerter poziomów 3,3V/5V jest absolutnie niezbędny. W praktyce przed zakupem czujnika należałoby zadbać, by była to nowsza wersja, czyli MH-Z19B.

Jest jeszcze jeden szczegół, na który niewielu uczestników zwróciło uwagę. Otóż nieprzypadkowo na rysunku B pojawił się napis: „kabel do komputera PC”. Problem w tym, że łącze USB wykorzystuje piny 1 i 2 Arduino. A na rysunku B do tych nóżek dołączone jest drugie urządzenie: czujnik dwutlenku węgla. Jeżeli podczas pracy czujnika MH-Z19 miałyby się odbywać też komunikacja z komputerem PC, konieczne jest dołączenie czujnika do innych pinów Arduino i wykorzystanie biblioteki **SoftwareSerial**. Jeden z uczestników zastanawiał się nawet, czy może przy takim połączeniu procesor ATmega328P Arduino Uno nie gra żadnej roli, a drugi procesor Arduino (ATmega8U2) jest tylko konwerterem USB?

Dwóch uczestników zwróciło uwagę na sposób dołączenia masy czujnika MH-Z19. Jeden z nich napisał: (...) *gdyby to był konwerter RS-485/TTL mający izolację galwaniczną, to byłoby równoznaczne z brakiem zasilania czujnika (...) brak masy (...) w konwerterze bez izolacji [galwanicznej] tego problemu nie ma.*

Wszystkie nadesłane rozwiązania zawierały co najmniej jedno prawidłowe zgłoszenie błędu.

Nagrody-upominki za zadanie **Nie-Gra281** otrzymują: **Jarosław Węgliński** – Warszawa, **Bogdan Rosa** – Tokarzewo, **Maciej Czarnecki** – Sławków.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeratę.

Piotr Górecki

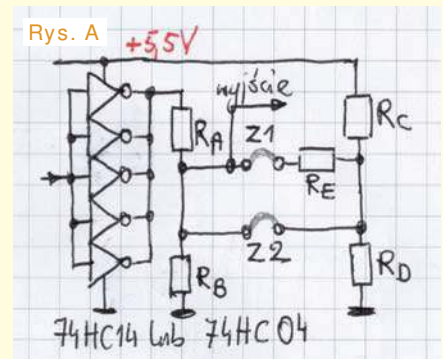
Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

Policz – zadanie 286

W ramach przygotowań do pomiarów zasilacza z Kuchni Konstruktora chcemy zastosować taki dzielnik według **rysunku A**, żeby bez żadnej zworki otrzymać na wyjściu impulsy o poziomach $L=0V$, $H=1,5V$. Po założeniu zworki Z1 impulsy mają mieć amplitudę $0,5V$ ($L=0,5V$, $H=1V$). Natomiast po założeniu zworki Z2 impulsy mają mieć amplitudę tylko $0,1V$ (i napięcie średnie $0,75V$).

W ramach zadania *Policz286* należy:
- **zapropozować wartości rezystorów dzielnika.**

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 (**Policz286_Nazwisko**). *Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy.* Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz285* z poprzedniego miesiąca.

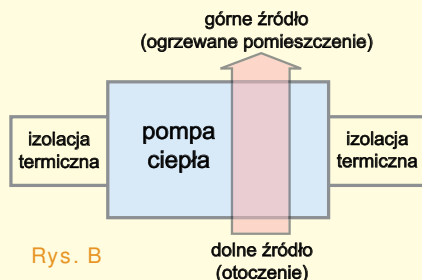
Policz – rozwiązanie zadania 281

W EdW 7/2019 przedstawione było zadanie *Policz281*, które brzmiało: *Z cyklu o automatyce grzewczej wiemy, że pompa ciepła to sprytne urządzenie, które potrafi transportować – pompować ciepło (moc cieplną) z tzw. źródła dolnego o niższej temperaturze do tzw. źródła górnego o temperaturze wyższej. Pewien system pompy ciepła (w określonych warunkach) do przepompowania 1kW mocy cieplnej w celach grzewczych według uproszczonego rysunku B potrzebuje 300W mocy elektrycznej.*

W ramach zadania *Policz281* należy:
- **wyrazić sprawność energetyczną tej pompy ciepła w procentach.**

Zadanie z jednej strony było bardzo łatwe, ale z drugiej – miało zwrócić uwagę na niejednoznaczne i mogące wprowadzać w błąd kwestie zarówno definicji, jak też praktycznego znaczenia pojęć, związanych z coraz popularniejszymi pompami ciepła.

Wcześniej w języku polskim określenie **sprawność** kojarzyło się z zakresem $0...1$, czyli $0...100\%$. Pojawienie się gazowych pieców (kotłów) kondensacyjnych zburzyło ten prosty obraz, ponieważ w specyfikacjach podawano sprawność powyżej 100% . Zamieszanie pogłębiło upowszechnienie różnego rodzaju pomp ciepła, w których opisach pojawiały się informacje o sprawności rzędu kilkuset procent. Sytuacja jest o tyle niejasna, że w różnych opisach i specyfikacjach wymiennie i niekon-



sekwentnie stosuje się kilka określeń: **sprawność**, **skuteczność**, **efektywność**, **wydajność** oraz **współczynnik COP** (ang. Coefficient Of Performance) i **SCOP**.

Pojęcia te nie są precyzyjnie definiowane i ogólnie biorąc, **rozumiane są jako stosunek wielkości wyjściowej (energii, mocy) do wejściowej**. Stosunek ten, zwłaszcza w pompach cieplnych, może być dużo większy od jedności, czyli większy od 100% . Ale podawane procentowe wyniki bywają niejednoznaczne, a nawet mylące, ponieważ wiele zależy od przyjętych założeń i warunków pomiaru.

I tak było też z zadaniem *Policz281*. Z jego treści jasno wynikało, że $1kW$ to przepompowana moc cieplna.

Tak, ale czy należałoby ją potraktować jako moc wyjściową, czy dodać do niej podane $300W$ mocy elektrycznej? Te 300 watów to moc elektryczna potrzebna do pracy pompy ciepła. Oto przykład rozumowania: (...) *należy rozważyć, co stanie się z mocą prądu $300W$, dostarczoną do pompy ciepła. Zostanie ona zużyta na pracę sprężarki*

i pomp obiegowych. Sprężarka wygeneruje wysokie ciśnienie i temperaturę użytego czynnika, a ewentualne straty mocy też zamienią się na ciepło. Pompy obiegowe wprawiają w ruch określone płyny, ich energia kinetyczna też zamieni się na ciepło. Niewielkie straty energii przez obudowy ogrzeją pomieszczenie. W zasadzie cała energia dostarczonego prądu zamieni się na ciepło podgrzewające pomieszczenia. Zysk cieplny sumaryczny wyniesie $1300W$, dostarczona energia prądu $300W$. Zysk procentowy energii cieplnej wyniesie:

$$1300W/300W \times 100\% = 433\%$$

I taka była większość odpowiedzi. Jednak niektórzy przyjęli $1kW$ jako moc wyjściową, a $300W$ jako nieużyteczne straty gubione gdzieś w piwnicy, co dało sprawność 333% .

Jeden z uczestników doszedł do wniosku, że z tych 300 watów część stanie się ciepłem wyjściowym, część nie zostanie wykorzystana, a **sprawność będzie około $350...400\%$** .

Właśnie ze względu na tego rodzaju rozważania wszystkie odpowiedzi, pomimo różnic ($333...433\%$), mogłem uznać za prawidłowe. Nagrody-upominki za zadanie *Policz281* otrzymują: **Marian Drzewicki** – Katowice, **Sławomir Szymański** – Brzozów, **Jakub Wiśniewski** – Wrocław.

Wszystkich uczestników konkursu dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

Generator impulsów prostokątnych

Do czego to służy?

Prezentowane urządzenie znajdzie zastosowanie w pracowni elektronika jako generator przebiegu prostokątnego, w szczególności często potrzebnych krótkich impulsów o czasie trwania kilkudziesięciu nanosekund. Cechy wyróżniające je spośród innych tego typu konstrukcji to: szeroki zakres generowanych impulsów, bezstopniowa regulacja czasu impulsu i kompaktowy rozmiar. Ma komplementarne wyjście TTL 5V przeznaczone do pracy z układami cyfrowymi oraz wysokoprądowe wyjście typu „otwarty dren” wyposażone w niskoomowy rezystor bezindukcyjny ułatwiający obserwację przebiegów z wykorzystaniem oscyloskopu. Specjalizowany sterownik bramki tranzystora umożliwia uzyskanie stromych zboczy przebiegów wysokoprądowych, przez co straty mocy, nawet podczas przepływu wysokich prądów, są minimalne.

Te właściwości powodują, że urządzenie przydaje się podczas uruchamiania układów elektronicznych, w szczególności badania odpowiedzi zasilaczy na nagłe zwarcie.

Wygodny „analogowy” interfejs umożliwia łatwe sterowanie pracą generatora. Ustawianie czasu trwania impulsu i częstotliwości przebiegu odbywa się liniowo za pomocą potencjometrów w kilku przedziałach przełączanych przez przełączniki obrotowe. Użycie potencjometrów analogowych zapewnia dużą rozdzielczość nastaw.

Dodatkowe wyposażenie w postaci sterownika mikroprocesorowego wykorzystującego czujnik temperatury zapewnia ochronę przed nadmiernym wzrostem temperatury tranzystora kluczującego.

Jak to działa?

Generator zbudowany jest w oparciu o układ 74HCT123, który wywodzi się z klasycznej serii układów cyfrowych TTL. Zawiera w swym wnętrzu dwa jednakowe przerzutniki monostabilne, zwane również uniwbulatorami.

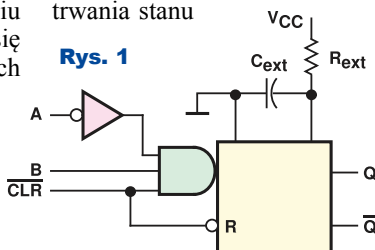
Przerzutnik tego typu ma dwa stany: stabilny i quasi-stabilny, do którego przechodzi na pewien czas po

wystąpieniu sygnału zewnętrznego, wracając następnie do stanu stabilnego. Sygnałem zewnętrznym wyzwalającym przejście do stanu quasi-stabilnego może być zbocze opadające lub rosnące. Dzięki takiej właściwości można przykładowo za pomocą krótkiego impulsu wyzwolić dłuższy impuls o ustalonym czasie trwania albo wygenerować krótki impuls towarzyszący zmianie stanu wejścia.

Schemat logiczny uniwbulatora '123, zaczerpnięty z jego karty katalogowej (TI), prezentuje **rysunek 1**. Ma on trzy wejścia sterujące pracą: A, B służące do wyzwalania przejścia do stanu quasi-stabilnego oraz CLR do zerowania. Wyzwolenie impulsu odbywa się w momencie pojawienia się zbocza rosnącego na wejściu A lub opadającego na wejściu B. To jest możliwe tylko wtedy, gdy na końcówce CLR panuje stan niski, przerzutnik jest wyzerowany, a kondensator Cext jest w pełni naładowany.

Zewnętrzne elementy Rext i Cext wyznaczają długość trwania impulsu na wyjściu. Zasada działania tego obwodu polega na szybkim rozładowaniu kondensatora Cext podczas wystąpienia zbocza wyzwalającego na wejściu A lub B i powolnym ładowaniu tego kondensatora przez rezystor Rext do pewnego poziomu napięcia, przy którym przerzutnik wraca do stanu stabilnego. Charakterystyczną cechą przerzutnika '123 jest możliwość wydłużenia czasu trwania stanu

Rys. 1



kit

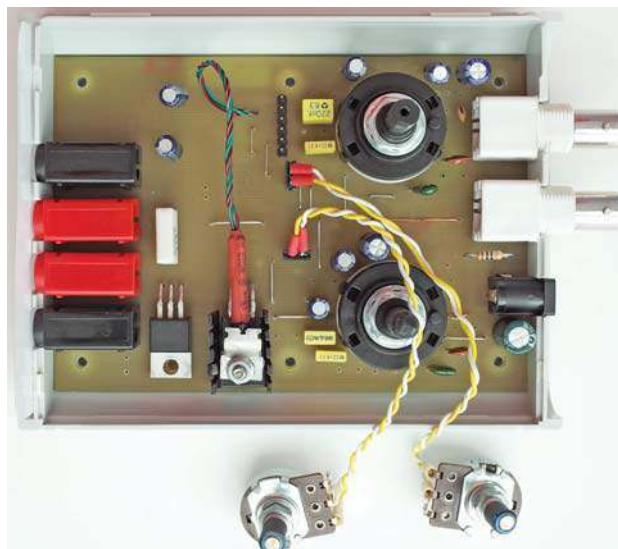
3263

AVT

quasi-stabilnego poprzez ponowne podanie zbocza wyzwalającego na wejście – kondensator jest wówczas szybko rozładowywany i rozpoczyna się jego ładowanie na nowo, bez zmiany stanu.

Ponieważ kondensator Cext jest przez większość czasu pod napięciem stałym, można w jego miejsce stosować kondensatory elektrolityczne, uzyskując czasy rzędu kilkunastu sekund (brak limitu wartości pojemności Cext).

Schemat elektryczny generatora znajduje się na **rysunku 2**. Dwa przerzutniki monostabilne zostały na schemacie oznaczone jako U5A i U5B. Pierwszy z nich ma wejście A połączone z wyjściem Q, przez co staje się przerzutnikiem astabilnym. Bardzo krótkie impulsy dodatnie występujące na wyjściu Q U5A wyzwalają



ją drugi przerzutnik U5B poprzez wejście A. Oba przerzutniki pracują z obwodami Rext/Cext, składającymi się z dziewięciu kondensatorów na przerzutnik, przełączanych przełącznikiem obrotowym oraz potencjometrami obrotowymi jako Rext. Pojemności kondensatorów to wielokrotności wartości 2,2, począwszy od 2,2pF, skończywszy na 22uF. Taki dobór wartości wraz z potencjometrem 22kΩ zapewni pokrycie czasów trwania impulsów od 50ns do kilkunastu sekund. Na **rysunku 3** widoczny jest wykres z logarytmiczną skalą na obu osiach prezentujący pokrycie czasu od dziesiątek nanosekund do dziesiątek sekund, gdzie na osi X zaznaczone są pojemności dla każdego z 9 zakresów. Zastosowanie układu serii HC/HCT pozwala na generowanie impulsów o czasie trwania od 50ns.

Dużą zaletą rozwiązania w postaci dwóch członów generatora jest to, że dwa parametry przebiegu: szerokość impulsu T_p oraz czas między kolejnymi wystąpieniami T (okres), są ustawiane niezależnie i nastawa każdego z nich nie powoduje zmiany tego drugiego.

Wadą jest to, że warunkiem wystąpienia przebiegu okresowego jest $T_p < T - T_c$, gdzie T_c to czas rozładowania kondensatora w przerzutniku U5B. W konsekwencji tego są trudności w uzyskaniu przebiegu o współczynniku wypełnienia

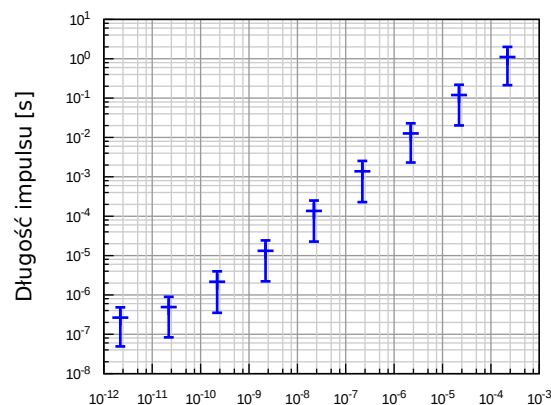
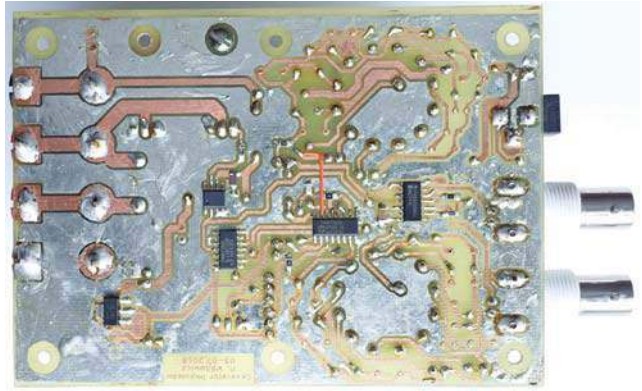
powyżej 90% na wyjściu Q. Rozwiązaniem tego problemu jest skorzystanie z wyjścia zanegowanego Q i ustawienie krótszych impulsów.

Wyjście przerzutnika U5B dostarcza przebiegu na przeciwne wyjścia TTL wyprowadzone na zewnątrz za pomocą gniazd BNC J2 i J3. Sygnał wyprowadzany jest poprzez trzy inwertery kostki U4, które buforują oraz wprowadzają korzystne tutaj opóźnienie.

Przebieg z przerzutnika U5B jest także użyty do sterowania obwodem kluczującym z tranzystorem mocy T1. Najpierw sygnały z wyjścia Q i Q dochodzą do wejść bramek NAND U3A i U3B. Stan wejść podłączonych do linii interfejsu sterującego oznaczonych etykietami lh_en i hl_en decyduje, który z sygnałów zostanie podany dalej, poprzez bramkę U3D do sterownika TC4427. W ten sposób użytkownik może wybrać, który z przebiegów – odwrócony lub nieodwrócony, będzie podawany na bramkę T1.

Układ U6 jest specjalizowanym sterownikiem bramek tranzystora MOSFET. Wewnątrz zawiera dwa nieodwracające buforów z wejściami kompatybilnymi z napięciami TTL/CMOS. Wyjście buforów ma niską impedancję równą 7Ω i może osiągać wartości napięcia dochodzące do 18V. Cechy te rozwiązują problemy sterowania bramką większości tranzystorów MOSFET mocy, czyli problem pojemności bramek oraz względnie wysokiego napięcia V_{GS} potrzebnego do uzyskania minimalnej wartości $R_{DS(on)}$.

Amplituda sygnału na wejściu



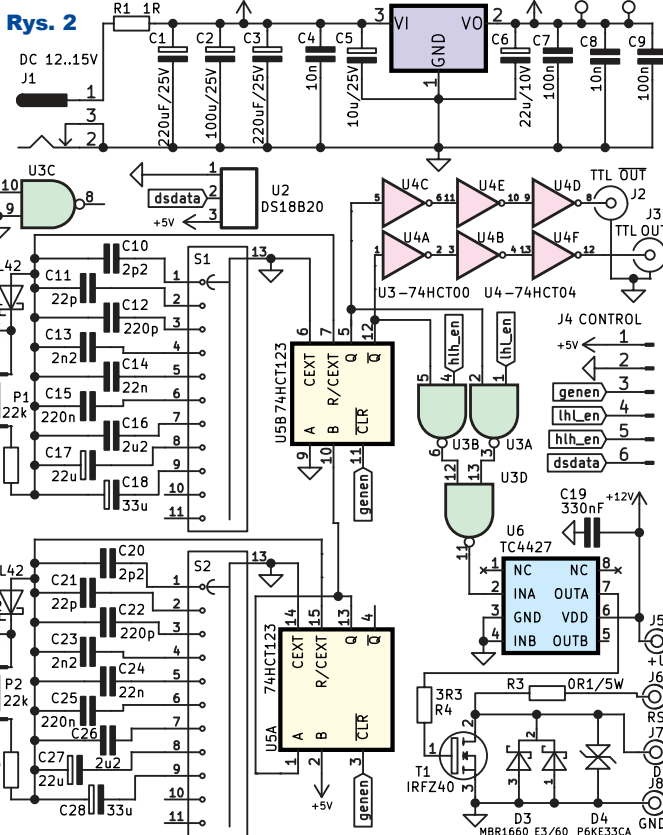
Rys. 3

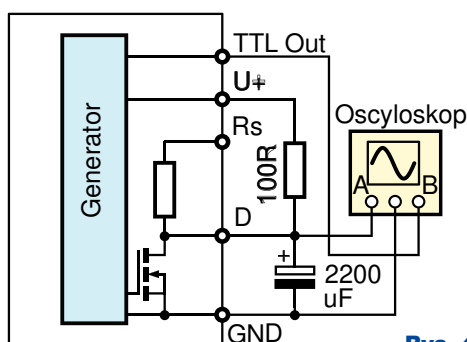
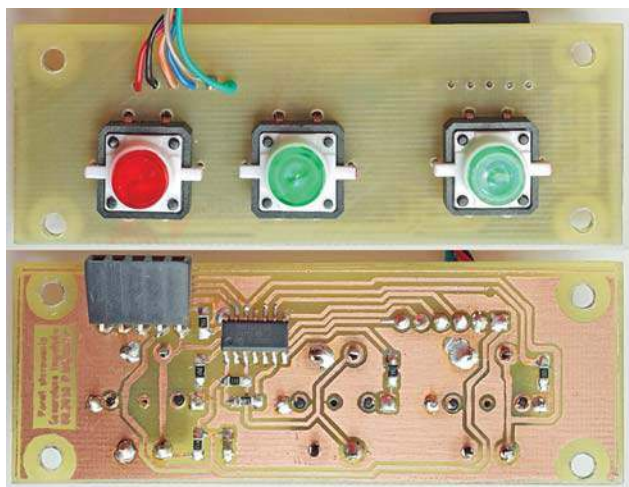
Pojemność Cext [F]

OUTA osiąga wartość napięcia zasilania 12V. Jest to wystarczająco dużo, aby uzyskać pełne otwarcie kanału w tranzystorze T1 i tym samym jego minimalną rezystancję. Co istotne, sterownik U6 zachowuje stromość zbocza charakterystyczną dla przebiegu cyfrowego, przez co straty mocy na tranzystorze są niewielkie. Rezystor R4 ogranicza prąd przeładowania pojemności bramek. Zbyt niska jego wartość powoduje, że przy dużej częstotliwości przełączania driver U6 może się grzać, zbyt wysoka natomiast sprawia, że zbocza przebiegu na bramce T1 są mniej strome.

Rysunek 4 prezentuje przykładowy układ testowy, natomiast na **rysunku 5** pokazany jest przebieg na wyjściach TTL (kolor czerwony) i na drenie T1. Można dostrzec opóźnienie między zboczami sygnału TTL a tym na drenie, wynoszące około 60 ns. Przyczyną tego zjawiska jest to, że są to dwa różne tory, w których większe opóźnienie jest wnoszone przez driver tranzystora T1.

Ponieważ tranzystor kluczujący może przełączać duże prądy, jego struktura jest narażona na przepięcia oraz prądy wsteczne. Nawet niewielka indukcyjność jest w stanie spowodować powstanie piku napięcia na drenie o wartości przekraczającej jego napięcie pracy. Dioda D3 oraz transil D4 stanowią zabezpieczenie tranzystora podczas

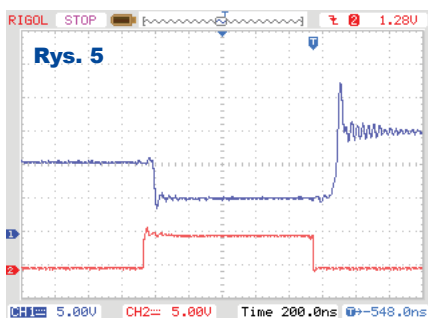




Rys. 4

wystąpienia takich zjawisk. Zastosowany tutaj tranzystor gasi przepięcia powyżej 33V, co daje bezpieczny margines napięcia dla użytego tranzystora. W szereg z drenem tranzystora został włączony bezindukcyjny niskoomowy rezystor pomiarowy R3, który ułatwia obserwację przebiegu prądu. Użytkownik ma dostęp do jego końcówek poprzez wystawione na zewnątrz gniazda laboratoryjne J6, J7. Dodatkowo na zewnątrz wyprowadzone jest napięcie zasilania, jednak nie ma ono dużej wydajności prądowej, ponieważ jest wyprowadzone za rezystorem bezpiecznikowym R1.

Kontrola nad pracą generatora odbywa się poprzez złącze J4. Oprócz sterowania przerzutnikami U5A i U5B oraz ustalenia fazy sygnału sterującego T1, na pinie nr 6 wyprowadzona została końcówka DQ czujnika temperatury DS18B20 U2.



Rys. 5

Sterownik podłączany do J4 jest w zasadzie układem opcjonalnym i może mieć różną postać. W prototypie zastosowany został układ, którego schemat przedstawia **rysunek 6**. Użyty tutaj mikrokontroler PIC16F505 pracuje z częstotliwością 4MHz i należy do prostszych w rodzinie PIC. Interfejs użytkownika ma trzy przyciski wyposażone w podświetlanie LED: S203 służy do zatrzymywania generatora, natomiast S201 i S202 do włączania generatora. Wciśnięcie przycisku S202 powoduje przekierowanie sygnału z wyjścia Q U5B na sterownik tranzystora kluczującego, natomiast wciśnięcie S201 – podanie sygnału z Q. Diody podświetlające wskazują aktualną pracę poprzez miganie z odpowiednim wypełnieniem. Przyciski tego typu mają diody w różnych kolorach. Niestety okazało się, że ich jasność jest uzależniona od koloru i czerwone świecą wyraźnie jaśniej od zielonych. Stąd różna wartość R203, R207 i R205.

Oprócz obsługi przycisków kontroler poprzez interfejs 1-WIRE odczytuje temperaturę z czujnika temperatury DS18B20 umieszczonego na płytce generatora obok tranzystora mocy T1. Przekroczenie temperatury 64°C aktywuje alarm – dioda w przycisku S203 zaczyna mrugać, a generator zostaje wyłączony.

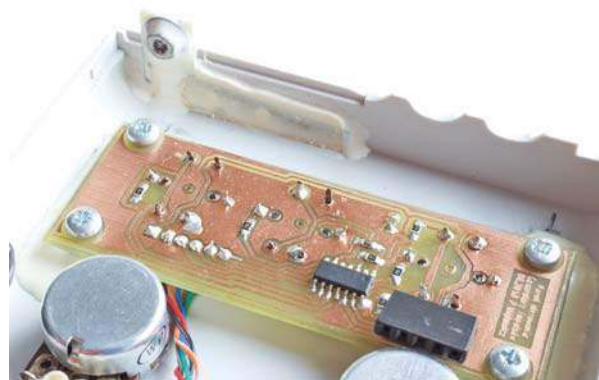
Program na mikrokontroler napisany jest w asemblerze i to w dosyć niekonwencjonalny sposób. Wyodrębnione zostały dwa zadania: obsługa interfejsu użytkownika i obsługa czujnika temperatury, które są realizowane w slotach czasowych równych 1ms. Każde z zadań ma pewien zbiór stanów, które są zapamiętywane i procedowane podczas kolejnych slotów czasowych. W kolejnych slotach na zmianę są przetwarzane, obsługa odkłócania drgań przycisków oraz obsługa interfejsu OW. Jest to prosty przykład implementacji wielozadaniowości, której obecność jest zauważalna, ze względu na brak przestojów

programu podczas obsługi czujnika DS18B20. Protokół odczytu temperatury wymaga dosyć długich, ponad 200ms przerw w oczekiwaniu na odpowiedź zawierającą wynik pomiaru z przetwornika A/C. Taki czas oczekiwania w konwencjonalnym programie z użyciem pętli powoduje przestój w działaniu reszty programu i zauważalny brak responsywności z punktu widzenia użytkownika. Zastosowanie slotów czasowych 1ms oznacza również, że niektóre części ramki protokołu 1-Wire zostają wydłużone w czasie co najmniej o jedną milisekundę. Bezbłędny odczyt temperatury z czujnika dowodzi, że taka implementacja protokołu jest poprawna. Konsekwencją jest to, że każdy odczyt jest wydłużony w czasie.

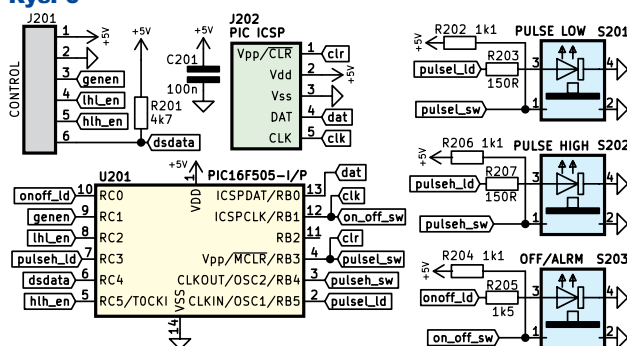
Szczegóły programu znajdują się w udostępnionych źródłach w materiałach na Elportalu.

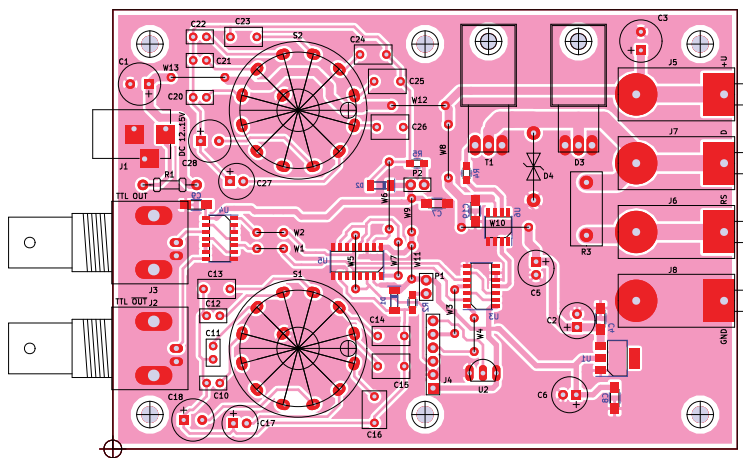
Montaż i uruchomienie

Generator można zmontować na płytce drukowanej przedstawionej na **rysunku 7**. Jest to płytka jednostronna, z mieszanym montażem elementów – część elementów jest typu SMD, część przewlekanych. W szczególności zastosowanie przewlekanych kondensatorów pracujących w obwodzie generatora zostało podyktowane możliwością doboru odpowiedniej wartości pojemności za pomocą łączenia kilku kondensatorów szeregowo lub równoległo.



Rys. 6





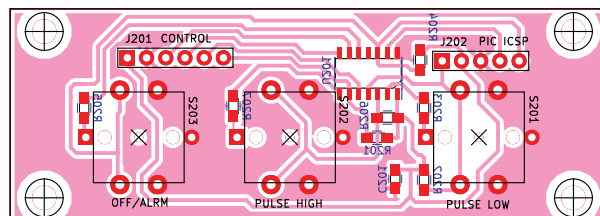
Rys. 7 (skala 70%)

U2. Następnie, ustawiając odpowiednie stany na złączu CON5 oraz przebieg za pomocą pokręteł przelączników i potencjometrów, można sprawdzić pracę generatora, posługując się przy tym oscyloskopem. Na końcu sprawdzenia wymaga obwód mocy z tranzystorem T1, zgodnie z układem testowym z rysunku 4.

Użyta obudowa ma specyficzne łączenie części górnej i dolnej w postaci zatrzasków. Przez to niestety nie jest przystosowana do wykonywania w niej otworów w bocznych powierzchniach, ponieważ są tam umieszczone zakładki potrzebne do prawidłowego działania zatrzasku. Gniazda wyjściowe i zasilania wymagają wiercenia, tak więc obudowę należy wyposażyć w inny mechanizm zamknięcia. W prototypie problem ten jest rozwiązany w postaci dwóch płytek z laminatu w kształcie L, przyklejonych klejem epoksydowym (dobrze łączy ABS z laminatem) do wnętrza jednej części. Płytki mają do nich nakrętki M3. Śruba łączy przyklejone płytki oraz górną część obudowy, nie pozwalając na jej otwarcie.

Płytki panelu jest umocowana na czterech śrubach wkręconych w nakrętki przyklejone do górnej części obudowy. Przyciski wychodzą na zewnątrz przez wywiercone otwory w górnej części, wystając około jednego milimetra ponad powierzchnię obudowy.

Na panel oraz powierzchnie boczne zostały wykonane naklejki w postaci laminowanego papieru z podstawowym opisem interfejsu urządzenia oraz podziałkami pod pokrętłami ułatwiającymi orientację w nastawach. Pliki z rysunkiem opisu na obudowę znajdują się w archiwum dostępnym na Elportalu.



Rys. 8

Wykaz elementów

Płytki bazowa

R1	1Ω 0,125W
R2,R5	2kΩ SMD 0805
R3	0,1Ω/5W bezindukcyjny
R4	3R3 SMD 0805
P1,P2	pot. obrotowy 22k liniowy
C1,C3	220uF/25V
C2	100u/25V
C4,C8	10n SMD 1206
C5	10u/25V
C6	22u/10V
C7,C9	100n SMD 1206
C10,C20	2p2
C11,C21	22p
C12,C22	220p
C13,C23	2n2
C14,C24	22n
C15,C25	220n
C16,C26	2u2/16V
C17,C27	22u/16V
C18,C28	33u/16V
C19	330nF SMD 1206
D1,D2	LL42 SMD SOD-80
D3	BR1660 E3/60 TO-220 3 końcówki
D4	transil P-6KE-33CA
T1	IRFZ40, IRFZ44 TO220
U1	AZ1117-5.0 SMD SOT-223
U2	DS18B20 TO-92
U3	74HCT00 SMD SOIC-14
U4	74HCT04 SMD SOIC-14
U5	74HCT123 SMD SOIC-16
U6	TC4427 SMD SOIC-8
J1	gniazdo DC druk
J2,J3	gniazdo BNC druk
J4	listwa 6pin
J5-J7	gniazdo BSM-410-R
J8	gniazdo BSM-410-B
S1,S2	przelącznik obrotowy SP12T druk
S3	4 szt.

Płytki kontrolera

R201	4,7kΩ SMD 0805
R202,R204,R206	1,1kΩ SMD 0805
R203,R207	150Ω SMD 0805
R205	1,5kΩ SMD 0805
C201	100n SMD 1206
U201	PIC16F505-I/P SMD SOIC-14
J201	gniazdo 6pin
J202	gniazdo 5pin
S201,S202	Tact Switch 12x12mm, LED G
S203	Tact Switch 12x12mm, LED R

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3263

Piotr Wójtowicz
piotr.wojtowicz@elportal.pl

Rozmiar płytki oraz otwory montażowe spasowane są pod obudowę typu Z-91. Kontroler został zmontowany na osobnej płytce, której schemat montażowy przedstawia rysunek 8.

Montaż płytki bazowej należy rozpocząć, lutując elementy SMD, następnie wlutować kilkunastie zworek od strony TOP i elementy przewlekane. Tranzystor T1 oraz diodę D1 należy zamontować w pozycji horyzontalnej. Pod tranzystor T1 dobrze jest zastosować mały radiator, do którego łatwo będzie przymocować czujnik temperatury DS18B20. Diodę zabezpieczającą można przykręcić do płytki w celu uniknięcia drgań mechanicznych tego elementu. Połączenie czujnika z płytką można wykonać za pomocą trzech przewodów w izolacji.

Warto zastosować różne kolory gniazd J5-J8, dla odróżnienia np. masy. Niestety, obecnie w handlu są tylko gniazda czerwone i czarne, brak np. żółtego.

W celu zminimalizowania wpływu rezystancji obwodu drukowanego, ścieżki łączące dren i źródło tranzystora T1 można wzmocnić wlutowując drut miedziany.

Oprócz ewentualnego doboru wartości elementów RC obwodu generatora, płytka bazowa oraz płytka panelu sterującego nie wymagają żadnej regulacji.

Bezpiecznik elektroniczny

Do czego to służy?

Podczas uruchamiania urządzeń elektronicznych często zdarzają się uszkodzenia związane z błędami montażowymi lub wzbudzeniem układu. Ryzyko uszkodzeń może być znacznie zmniejszone, jeśli stosuje się układy odłączające napięcie zasilania w przypadku stwierdzenia nadmiernego poboru prądu lub wzrostu napięcia zasilania. Układ prototypu szybkiego bezpiecznika pokazano na fotografii tytułowej. Opisany układ może być zastosowany jako samodzielne urządzenie albo może wchodzić w skład zasilacza stabilizowanego.

Jak to działa?

Schemat ideowy układu pokazany jest na rysunku 1. Sercem urządzenia jest układ scalony INA200 firmy Texas Instrument, który zawiera w swojej strukturze wzmacniacz pomiarowy, komparator z wyjściem typu otwarty dren z funkcją pamięci i skompensowane termicznie źródło napięcia odniesienia 0,6V. Napięcie zasilania układu scalonego może wynosić minimalnie 2,7V i maksymalnie 18V. Pomiar prądu dokonywany jest poprzez określenie spadku napięcia na oporniku pomiarowym. Cechą wyróżniającą układu scalonego INA200 jest możliwość wzmacniania napięć w zakresie od -16V do +80V względem masy kostki (wyprowadzenie GND), co powoduje, że układ nadaje się do wszelkich zasilaczy stabilizowanych, nawet o napięciu wyjściowym sięgającym kilkadziesiąt woltów. Tak szeroki zakres pomiarowy uzyskano dzięki połączeniu dwóch układów wzmacniających (*op amp front ends*). Pierwszy wzmacnia sygnały poniżej, a drugi powyżej potencjału masy. Wyjścia obu wzmacniaczy są połączone równolegle.

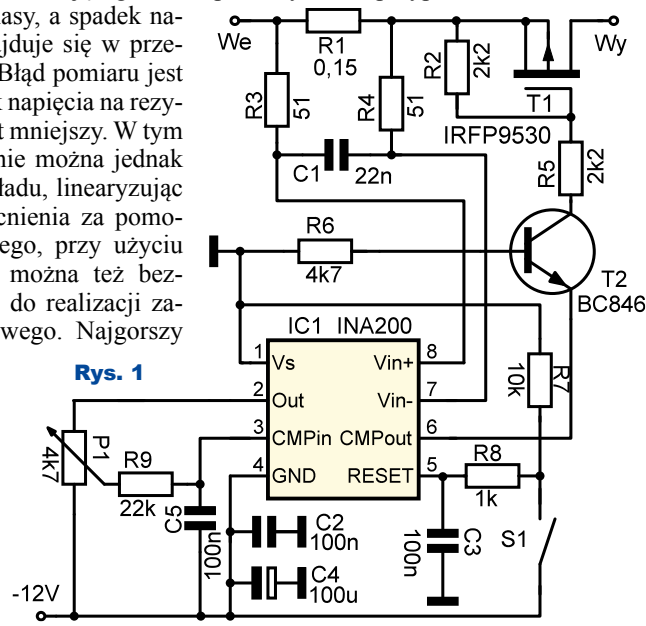
Układ występuje w kilku wykonaniach, różniących się wzmocnieniem i pasmem przenoszenia. Wzmocnienie układu INA200 wynosi 20, INA201 – 50, zaś INA202 – 50. Pasma przenoszenia wymienionych układów przy obciążeniu pojemnościowym wyjścia wzmacniacza 5pF wynosi odpowiednio 500, 300 i 200 kHz. Znając wzmocnienie układu i wartość opornika pomiarowego, można bardzo łatwo

zmierzyć prąd pobierany przez zasilany układ. Wartość zastosowanego rezystora pomiarowego jest kompromisem między dokładnością pomiarową a mocą traconą w rezystorze pomiarowym. Większe wartości rezystancji zwiększają wartość sygnału pomiarowego, zmniejszając wpływ napięcia offsetu na wyjściu wzmacniacza, ale zwiększają moc wydzielaną na oporniku pomiarowym, co powoduje większe jego nagrzewanie.

Wskutek bardzo specyficznej budowy układu scalonego bardzo specyficzne, a wręcz dziwne są też zalecenia projektowe zawarte w karcie katalogowej. W celu uzyskania jak najlepszej precyzji pomiaru, spadek napięcia na oporniku pomiarowym powinien mieścić się w zakresie pomiędzy 20 a 500 mV, natomiast napięcie mierzone powinno być wyższe od napięcia zasilającego kostkę. Nieco gorszą precyzję pomiaru uzyskuje się, gdy spadek napięcia jest większy niż 20mV, a napięcie mierzone jest niższe od ujemnego napięcia zasilającego. Jednak błędy są nadal niewielkie – jest to zalecany tryb pracy układu scalonego. Większe błędy występują, gdy napięcie mierzone jest wyższe od napięcia zasilającego lub niższe od potencjału masy, a spadek napięcia na oporniku znajduje się w przedziale od 0 do 20 mV. Błąd pomiaru jest tym większy, im spadek napięcia na rezystorze pomiarowym jest mniejszy. W tym zakresie prawdopodobnie można jednak zapewnić liniowość układu, linearyzując charakterystykę wzmocnienia za pomocą równania nieliniowego, przy użyciu mikroprocesora, który można też bezpośrednio wykorzystać do realizacji zabezpieczenia nadprądowego. Najgorszy przypadek występuje, gdy układ mierzy napięcie poniżej 20mV, a napięcie mierzone znajduje się w zakresie między potencjałem masy GND a napięciem Vs. W tym wypadku pomiar bardzo silnie zależy od napię-

cia mierzonego, zaś błąd jest tym mniejszy, im spadek napięcia jest większy. Więcej szczegółów (ale bez dokładnego wyjaśnienia) zainteresowani znajdą, analizując kartę katalogową układu INA200.

Konstruując układ, założono, że bezpiecznik będzie konstrukcją uniwersalną i będzie mógł działać od napięć bardzo bliskich 0V do ponad 50V oraz będzie współpracować z zasilaczami impulsowymi. Spowodowało to konieczność zastosowania ujemnego napięcia zasilającego i wykonania układu zasilania z „plusem” na masie. Dzięki takiemu zasilaniu układu uzyskano nie tylko najmniejszy z możliwych błąd pomiaru (napięcie mierzone jest zawsze wyższe od napięcia zasilającego), ale i niską moc wydzielaną w tranzystorze MOSFET. Jest to bezpośrednio związane z możliwością zapewnienia wysokiego ujemnego napięcia, załączającego bramkę tranzystora MOSFET, a tym samym niskiej rezystancji załączonego tranzystora. Układ w takiej konfiguracji sprawdza się bardzo dobrze ze wszystkimi zasilaczami, również impulsowymi. W przypadku stabilizatorów



impulsowych prąd pobierany przez stabilizator zależy nie tylko od prądu czerpanego z wyjścia zasilacza, ale i od napięcia wyjściowego stabilizatora. Górna wartość napięcia wyjściowego wzmacniacza ograniczona jest wartością napięcia zasilającego układu i wprost wynika z iloczynu wzmocnienia układu oraz spadku napięcia na oporniku pomiarowym. Na przykład dla spadku napięcia na oporniku pomiarowym 20mV i wzmocnienia 20 otrzymamy sygnał 0,4V, a dla spadku napięcia na oporniku pomiarowym równego 500mV napięcie zasilające powinno wynieść co najmniej 10V ($500\text{mV} \cdot 20$).

W przypadku, gdy chcemy wykorzystać układ tylko do pomiaru prądu i jednocześnie uzyskać szeroki zakres pomiarowy, a część wykonawczą (zabezpieczenie nadprądowe) miałby realizować procesor – niezbędne jest wykonanie dzielnika rezystancyjnego, dzielącego napięcie wyjściowe z wyjścia wzmacniacza tak, aby nie dopuścić do przekroczenia maksymalnego napięcia wejściowego przetworników analogowo-cyfrowych procesora. Jeśli chcemy wykorzystać układ jako samodzielne zabezpieczenie, to napięcie wyjściowe ze wzmacniacza należy podać na potencjometr. Wtedy próg zadziałania zabezpieczenia ustawia się położeniem suwaka potencjometru P1. Ponieważ napięcie odniesienia komparatora wynosi 0,6V, minimalny spadek napięcia na oporniku pomiarowym, powodujący zadziałanie zabezpieczenia, wynosi 30mV (dla układu INA200). W dolnym odcinku pomiarowym na próg zadziałania układu bezpiecznika wpływa tak zwane napięcie offsetu na wyjściu układu INA20x. W praktyce to specyficzne napięcie offsetu wpływa na próg zadziałania zabezpieczenia szczególnie w dolnym zakresie prądów.

Przy zastosowaniu elementów o podanych wartościach i napięciu zasilającym, jak na schemacie ideowym, zabezpieczenie działa w zakresie od 0,2A do 4A. Elementy R3, R4, C1 tworzą filtr dolno-przepustowy, ograniczający wpływ zakłóceń na komparator. Nie należy stosować wartości rezystorów R3, R4 większych niż 100 omów, ze względu na stosunkową niską rezystancję wejścia pomiarowego. Pasma filtra na poziomie -3dB zostało dobrane na około 70kHz. Gdy komparator nie wykrywa przeciążenia, to tranzystor wyjściowy komparatora (z wyjściem typu otwarty dren) jest załączony, a emiter tranzystora T2 znajduje się na potencjale masy. Przez opornik R6 płynie prąd polaryzujący bazę tranzystora T1, zaś na kolektorze tranzystora T2 występuje ujemne napięcie i tranzystor T1 przewodzi. Gdy tranzystor

wyjściowy komparatora nie przewodzi, to na kolektorze tranzystora T2 występuje napięcie zasilające, tranzystor T2 nie przewodzi, a tranzystor T1 odcina zasilany układ. Jeśli układ wykryje zwarcie, to układ zatrzymuje tranzystor T1 w pozycji wyłącznej. Dzielnik rezystorowy R2, R5 ogranicza napięcie bramka-źródło tranzystora T1. Większość tranzystorów MOSFET dopuszcza wartość tego napięcia na poziomie od 20 do 30V. Bez tego dzielnika, przy wyższych napięciach zasilających układ, tranzystor uległby uszkodzeniu (nie wspomniano o tym ważnym szczególe w karcie katalogowej układu INA200). Jako T2 zastosowano specjalnie tranzystor typu BC846 ze względu na wysokie dopuszczalne napięcie CE. Tranzystor ponownie zacznie przewodzić prąd, gdy usuniemy zwarcie i skasujemy pamięć przyciskiem S1. Elementy R8, C3 służą jako elementy opóźniające oraz eliminują wpływ drgań styków na stan pamięci zatraskowej (latch). W przypadku niezamontowania elementów R7, R8, C3 (podłączonych do wejścia RESET) lub zwarcia wejścia RESET do masy układ będzie działał jak klasyczne zabezpieczenie nadprądowe i po usunięciu przeciążenia lub zwarcia samoczynnie powróci do normalnej pracy. Opóźnienie zadziałania zabezpieczenia nadprądowego można uzyskać, montując między ujemne napięcie zasilające a wyprowadzenie CMPin układu INA200 kondensator C5 o odpowiednio dużej pojemności. Bez tego kondensatora układ wykrywa ładowanie kondensatorów zasilanego układu jako przeciążenie, szczególnie przy dużej ich pojemności. Rezystor R9 ogranicza wpływ położenia suwaka na zwłokę zadziałania opóźnienia nadprądowego w przypadku, gdy stosujemy kondensator C5.

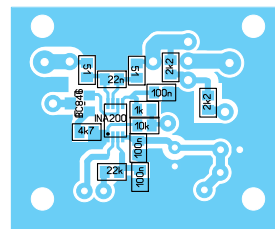
Montaż i uruchomienie

Układ zmontowano na płytce drukowanej z laminatu jednostronnego, używając zarówno montażu przewlekane, jak i SMD. Schemat montażowy pokazano na **rysunkach 2 i 3**. W układzie można wykorzystać układy scalone serii INA20x w obudowie VSSOP. Układy w tej obudowie są znacznie łatwiej dostępne niż w obudowie SOIC.

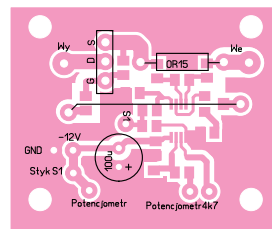
Układ zmontowany ze sprawnych elementów działa od pierwszego włączenia. Prąd zadziałania i pasmo przenoszenia zależą od wartości elementów zamontowanych w układzie. W celu ułatwienia ich doboru, aby uzyskać żądany zakres działania zabezpieczenia, w załącznikach do artykułu umieszczonych na Elportalu

dołączono arkusz kalkulacyjny, pozwalający w szybki sposób wyliczyć potrzebne wartości elementów oraz moce strat. Rezystancję strat tranzystora T1 można ograniczyć, dobierając dzielnik napięciowy R2, R5 tak, aby nigdy nie przekroczyć dopuszczalnego napięcia V_{GS} tranzystora MOSFET, a jednocześnie zapewnić jak najwyższe napięcie V_{GS} . W prototypie użyto tranzystora IRPF9530 o napięciu V_{GS} 20V, lepszym wyborem będzie jednak stosunkowo łatwo dostępny tranzystor FQA36P15 o dopuszczalnym napięciu V_{GS} 30V. Wartość dzielnika napięciowego zależna jest od ujemnego napięcia zasilającego układ i napięcia na wejściu układu. W wielu wypadkach rezystor R5 można pominąć i zastąpić go zworą. W układzie należy stosować tranzystory MOSFET o możliwie niskiej rezystancji dren-źródło, wysokim dopuszczalnym napięciu bramka-źródło oraz wysokim napięciu pracy dren-źródło.

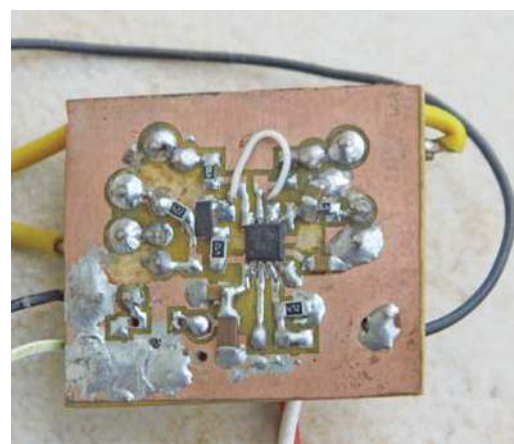
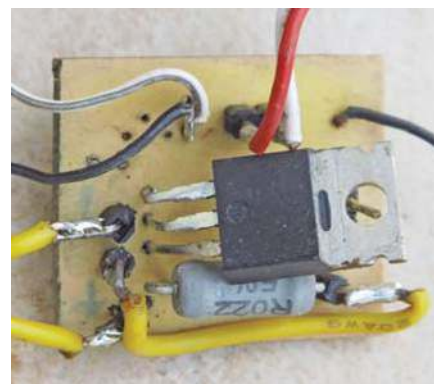
Ciąg dalszy na stronie 59



Rys. 2



Rys. 3





Komparator okienkowy

Przedstawiony układ służy do sygnalizowania, czy monitorowane napięcie mieści się w zadanych granicach. Można go wykorzystać do kontroli stanu akumulatorów lub temperatury.

Do czego to służy?

Komparator okienkowy (ang. *window comparator*) to układ, który służy do porównywania przyłożonego napięcia wejściowego z dwiema wartościami progowymi: jeżeli utrzymuje się ono pomiędzy tymi progami, czyli wewnątrz „okienka”, wyjście układu załącza się. Jeżeli jednak przekroczy któryś z tych progów (dolny lub górny, żaden nie jest faworyzowany), wyjście zostaje wyłączone. Ideę działania tego układu obrazuje rysunek 1. Opisany niżej układ można wykorzystać do szybkiej oceny stanu naładowania akumulatorów lub wartości temperatury (po dołączeniu np. termistora z rezystorem). Progi zadaje się potencjometrami zlokalizowanymi na płytce lub można podać te napięcia z zewnątrz.

Jak to działa?

Schemat ideowy całego układu znajduje się na rysunku 2. Monitorowane napięcie podaje się na zaciski złącza J1. Rezystor R1 zapewnia zerowy potencjał wejścia w przypadku, kiedy do tego złącza nic nie jest podłączone – po to, aby układ nie analizował zebranych z otoczenia zakłóceń. Rolą rezystora R2 jest ochrona delikatnego układu scalonego przed uszkodzeniem w razie podania zbyt wysokiego napięcia na wejście.

Do porównywania napięcia zadanymi progami służą dwa komparatory, znajdujące się w strukturze układu scalonego LM393. US1A reaguje na przekroczenie napięcia przez dolny próg, zaś US1B przez górny. Ich wyjścia są typu „otwarty kolektor”: wymuszenie stanu niskiego odbywa się poprzez nasycenie tranzystora, który zwiera wyjście z masą.

Daje to duże pole do popisu, jeżeli chodzi o realizację sumy logicznej. Wyjścia obu komparatorów zostały ze sobą połączone i dodatkowo podciągnięte do dodatniej linii zasilającej przez rezystor R3. Jeżeli którykolwiek z nich

stwierdzi, że badane napięcie przekracza zadany mu próg, ściąga potencjał tego węzła do masy.

Niestety, napięcie nasycenia tranzystora wyjściowego układu LM393 wcale nie wynosi 0V.

Nie wynosi również 0,2V, jak się typowo przyjmuje dla tranzystorów bipolarnych. Texas Instruments podaje wartość maksymalną równą 0,7V (przy prądzie nieprzekraczającym 4mA) dla pełnego zakresu temperatur.

Dlatego, chcącysterować komparatorami następny tranzystor, lepiej zadbać o jego prawidłowe zatkanie. Służy do tego dioda Zenera D1: potencjał jej katody musi wynosić około 4,3V, aby złącze baza-emiter tranzystora T1 mogło zostać wprowadzone w stan przewodzenia. W praktyce będzie to nieco mniejszy potencjał, ponieważ prąd płynący przez tę di-

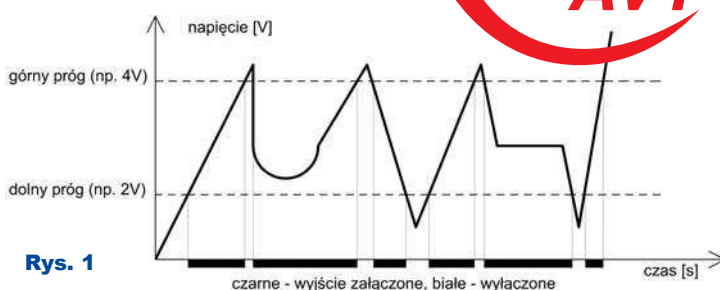
dę jest relatywnie niewielki – ograniczona go rezystor R3. Najistotniejszy cel zostanie jednak osiągnięty: załączenie tranzystora T1 przy wyższym, niż typowe 0,7V, potencjale sterującym.

R4 dba o prawidłowe zatkanie tranzystora T1 w momencie, kiedy któregoś z wyjść układu US1 „podbiera” cały prąd z rezystora R3. Jeżeli oba te wyjścia zostaną zatkane, wówczas cały prąd płynący przez R3 będzie mógł wpłynąć do diody D1 i nasycić T1.

Kolektor tranzystora T1 jest obciążony rezystorem R5, który utrzymuje go na potencjale linii zasilającej podczas „wyłączenia wyjścia”. Z kolei „załączenie wyjścia” polega na nasyceniu T1, czyli jest to równoważne niskiemu stanowi logicznemu. Rezystor R5 można wymontować, uzyskując w ten sposób zwykłe wyjście typu „otwarty kolektor”.

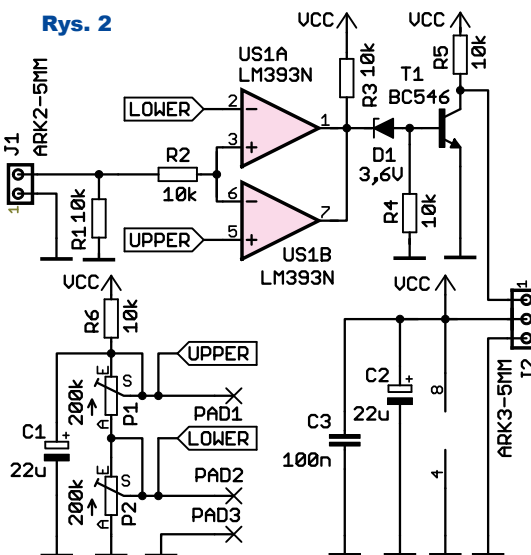
Potencjały ustalające progi dla komparatorów reguluje się potencjometrami P1 i P2. Ustalone napięcia zostały wyprowadzone na pola lutownicze, aby można było wygodnie sprawdzić ich wartość przy użyciu woltomierza. Można też podać te napięcia na owe pola z zewnętrznego układu.

Szeregowe połączenie dwóch potencjometrów sprawia, że dolny próg nigdy nie będzie wyższy od górnego. Niestety, pociąga to



Rys. 1

Rys. 2



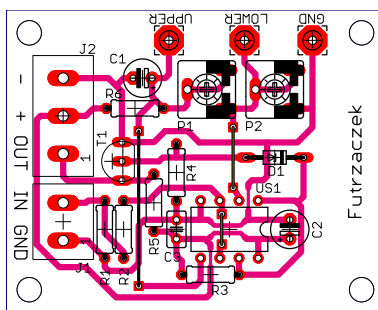
za sobą pewną trudność podczas wykonywania owych regulacji, gdyż zmiana rezystancji jednego z potencjometrów powoduje zmianę obu napięć.

Dokonując wyboru napięcia zasilającego, należy mieć na uwadze, że najwyższe, akceptowalne przez LM393 napięcie wejściowe musi być niższe od zasilającego o ok. 2V. Oznacza to, że zasilając układ napięciem 12V, do złącza J1 można doprowadzić napięcie z przedziału 0...10V. Ta sama uwaga dotyczy się napięć oznaczających progi reakcji układu. Na szczęście stopnie wejściowe w użytych komparatorach są tak zbudowane, że bardzo dobrze obsługują napięcia bliskie zeru, tj. zbliżone do potencjału masy lub nawet mu równe.

Montaż i uruchomienie

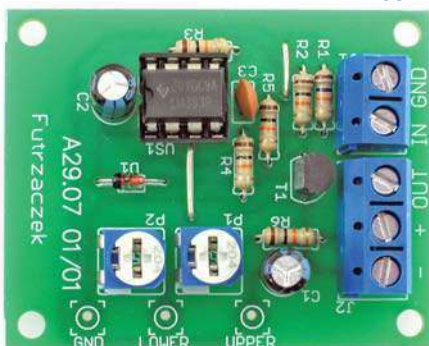
Układ prototypowy został zmontowany na jednostronnej płytce drukowanej o wymiarach 50×40mm, której wzór ścieżek i schemat montażowy przedstawia rysunek 3. W odległości 3mm od krawędzi płytki znalazły się otwory montażowe.

Wszystkie użyte w układzie elementy są przystosowane do montażu przewlekane, więc nie powinien on sprawić problemu początkującym elektronikom. Najlepiej rozpocząć montaż od wlutowania trzech zworek z cienkiego drutu. Pod układ scalony US1 polecam zastosować



Rys. 3

Fot. 1



podstawkę. Zmontowany prototyp można zobaczyć na fotografii 1.

Układ powinien być zasilany napięciem stałym, najlepiej z przedziału 12...30V, które podłącza się do zacisków „+” i „-” złącza J2. Zacisk OUT tego złącza jest wyjściem układu. Do zacisków złącza J1 należy doprowadzić monitorowane napięcie.

Wykaz elementów

R1-R6	.....	10kΩ 0,25W
P1,P2	...	Montażowy leżący 200kΩ (opis w tekście)
C1,C2	.....	22μF/35V THT raster 2,5mm
C3	.....	100nF 50V ceramiczny THT raster 2,54mm
D1	.....	Zenera 3,6V 0,5W THT
T1	.....	BC546B lub podobny
US1	.....	LM393 DIP8
J1	.....	ARK2/500
J2	.....	ARK3/500
Podstawa	.....	DIP8

Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3261

Pobór prądu zależy od napięcia zasilającego oraz nastaw potencjometrów P1 i P2. W układzie prototypowym zarejestrowano następujące wartości poboru prądu: przy 12V było to 2,6mA, zaś przy 30V – 4,5mA.

Jeżeli zachodzi taka konieczność, można pokusić się o zasilanie układu niższym napięciem, np. 6V. Polecam wtedy wymienić rezystor R3 na np. 820Ω, aby prąd wpływający do bazy T1 mógł go nasycić. Zależnie od koniecznych do ustalenia wartości progów, można wymienić potencjometry P1 i P2 na takie, które cechują się mniejszą rezystancją ścieżki oporowej, np. 20kΩ.

Michał Kurzela

michal.kurzela@ep.com.pl

Ciąg dalszy ze strony 57

Tranzystor należy wyposażyć w mały radiator. W przypadku współpracy ze stabilizatorami impulsowymi układ trzeba umieścić między wyjściem stabilizatora a zasilanym układem. W przypadku współpracy układu bezpiecznika z zasilaczem ze stabilizacją ciągłą (stabilizator liniowy) układ można zasilić z napięcia dodatkowego. Ujemne napięcia zasilania stają się masą układu, a masa podłączona jest wprost do dodatniego napięcia zasilającego. Układ jest wtedy zasilany klasycznie – z minusem na masie. W przypadku zasilania z dodatniego napięcia zasilającego należy jednak wziąć pod uwagę ewentualne, wcześniej opisane błędy pomiarowe. Układ bezpiecznika przy współpracy z zasilaczami liniowymi najlepiej zamontować pomiędzy wyjściem filtra na wyjściu prostownika a tranzystorem regulacyjnym stabilizatora. Taki sposób podłączenia zabezpieczenia pozwala usunąć

wpływ spadku napięcia na rezystancji dren-źródło tranzystora na napięcie wyjściowe stabilizatora. Gdy chcemy wykorzystać układ do współpracy z mikroprocesorem, należy użyć dodatkowego napięcia zasilającego oraz zapewnić, by napięcie na wyjściu wzmacniacza nie

przekraczało dopuszczalnego napięcia na wejściu przetworników analogowo-cyfrowych. Strefę martwą potencjometru można ograniczyć, umieszczając pomiędzy wyjściem potencjometru a ujemnym napięciem zasilającym odpowiednio dobrany opornik tak, aby minimalne napięcie panujące na suwaku potencjometru zawsze było zbliżone do 0,5V. Potencjometr trzeba odpowiednio wyskalować, najlepiej podłączając obciążenie regulowane, deaktywując pracę zabezpieczenia nadprądowego i ustalając moment zadziałania zabezpieczenia.

W Elportalu umieszczono materiały dodatkowe do tego projektu (dokumentację płytki drukowanej) oraz wspomniany wcześniej arkusz kalkulacyjny. Na zakończenie autor chciałby podziękować **Waldkowi 3Z6AEF** za uwagi do tego tekstu.

Rafał Orodziński, SQ4AVS
sq4avs@gmail.com

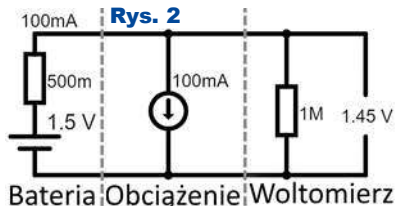
Prosty tester baterii i akumulatorów

Korzystamy z mnóstwa urządzeń zasilanych z baterii i akumulatorów. Zdarza się, że ogniwa są przekładane z jednego przyrządu do drugiego bez znajomości ich faktycznego stanu. O ile niedziałający pilot od telewizora nie stanowi większego problemu, o tyle brak możliwości uchwycenia niepowtarzalnej chwili za pomocą aparatu fotograficznego może zdenerwować. Sprawdzenie stanu woltomierzem niewiele daje. Często teoretycznie dobre ogniwa po podłączeniu do docelowego urządzenia nie pozwalają z niego korzystać. Brak obciążenia baterii powoduje zafałszowanie wyników – zmierzone napięcie jest wyższe i daje poczucie, że bateria jest jeszcze sprawna. Prezentowany tester baterii i akumulatorów to urządzenie proste, a przy tym bardzo użyteczne. Doskonale nadaje się do testowania używanych baterii i wysłużonych akumulatorów, pozwalając oszacować ich stan. Wynik testu prezentowany jest za pomocą liniijki diod LED.

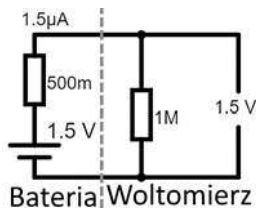
Uproszczony model baterii można przedstawić za pomocą siły elektromotorycznej i szeregowo wpiętego rezystora. Gdy dołączony zostanie woltomierz o rezystancji rzędu megaomów – przyrząd odczyta wartość siły elektromotorycznej ogniwa ($E = U_1$). Sytuację obrazuje rysunek 1. Aby oszacować realny stan baterii lub akumulatora, należy zmierzyć wartość napięcia pod obciążeniem (U_2) według rysunku 2. Znając prąd płynący przez obciążone ogniwo oraz różnicę napięć pomiędzy pracą pod obciążeniem oraz w spoczynku, można wyznaczyć rezystancję wewnętrzną:

$$R_w = \frac{(U_1 - U_2)}{I}$$

Takie informacje pozwalają oszacować



Rys. 1



jakość, stopień zużycia oraz stan naładowania badanych ogniw.

Opis układu

Prezentowane urządzenie to w rzeczywistości woltomierz diodowy, pozwalający dokonać pomiaru ogniwa pod stałym obciążeniem. Jego schemat zaprezentowany został na rysunku 3. Naciśnięcie przełącznika S1 pozwala na wybór typu ogniwa. Przełączane są obwody z dzielnikami, które na wejście układu scalonego dostarczają napięcia mieszczące się w zakresie pomiarowym woltomierza. Kluczowym elementem jest kostka LM3914. Jej schemat blokowy można znaleźć w karcie katalogowej tej kostki, np. pod adresem: <https://bit.ly/2LcP0QQ>.

Układ był szeroko opisywany, zarówno w EdW, jak i w EP:

https://elportal.pl/pdf/k01/02_08.pdf

<https://ep.com.pl/files/6728.pdf>

<https://ep.com.pl/files/6736.pdf>

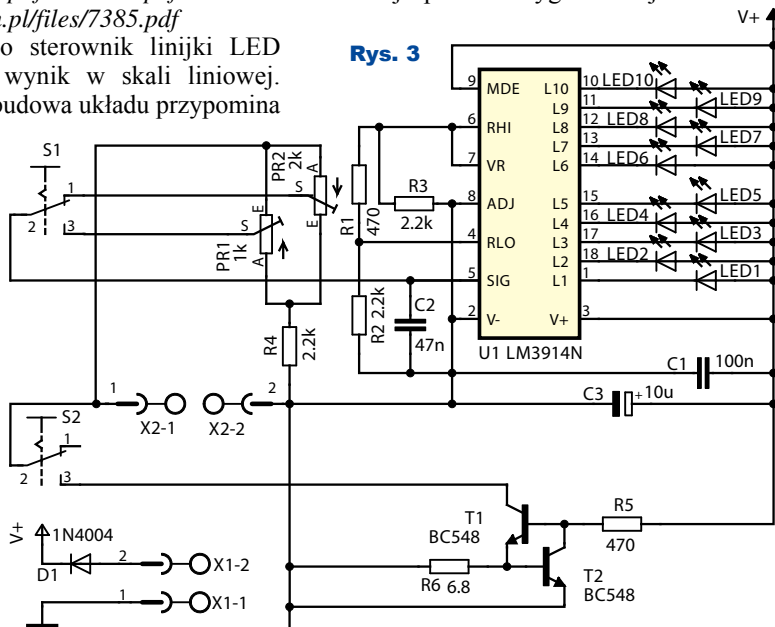
<https://ep.com.pl/files/7385.pdf>

LM3914 to sterownik liniijki LED prezentujący wynik w skali liniowej. Wewnętrzna budowa układu przypomina prosty prze-

twornik analogowo-cyfrowy złożony z drabinki rezystorów oraz komparatorów, które sterują diodami.

Wejścia R_{LO} oraz R_{HI} pozwalają ustawić zakres pomiarowy poprzez wybór maksymalnej i minimalnej wartości mierzonego napięcia. Do ustalenia odpowiednich progów wykorzystano wewnętrzne napięcie referencyjne, wynoszące 1,28V, które jest utrzymywane pomiędzy nóżkami REF OUT oraz ADJ. W prezentowanym urządzeniu wewnętrzne napięcie referencyjne można wykorzystać bezpośrednio do konfiguracji napięć progowych, dlatego pin ADJ został zwarty do masy. Wejście R_{HI} łączymy z wyjściem REFOUT, ustalając górną wartość mierzonych napięć na 1,28V, natomiast do uzyskania napięcia wynoszącego około 1,0V na R_{LO} wymagane jest zastosowanie dzielnika. Rozdzielczość, z jaką układ dokonuje pomiaru sygnału wejściowe-

Rys. 3



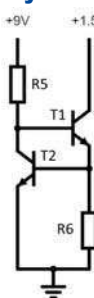
go, to różnica pomiędzy wymienionymi wyżej wejściami podzielona przez liczbę wbudowanych komparatorów, których jest 10. W tym wypadku wynosi około 0,028V.

Podłączenie nóżki MOD do zasilania pozwala na wyświetlanie informacji o badanym ogniwie w postaci linijki świecących się diod. Ich liczba świadczy o stanie badanego akumulatora lub baterii. Jasność świecenia diod jest zależna od prądu wypływającego ze źródła napięcia referencyjnego. Regulację jasności można zmieniać poprzez zmianę rezystorów R1 i R2 wchodzących w skład dzielnika ustalającego dolny zakres pomiarowy lub dołączając równolegle do dzielnika rezystor R3. Takie działanie zmniejsza sumaryczną rezystancję obciążającą źródło referencyjne i powoduje wzrost płynącego w obwodzie prądu. Prąd płynący przez każdą z diod wyznaczany jest jako dziesięciokrotność prądu obciążenia źródła referencyjnego.

Obciążenie pozwalające sprawdzić faktyczny stan baterii dołączane jest za pomocą przełącznika S2. W roli obciążenia zastosowano źródło prądowe o wydajności około 100mA. Źródło do stabilizacji prądu wykorzystuje w przybliżeniu stałe napięcie U_{BE} tranzystora T2 – układ dąży do utrzymywania napięcia wynoszącego około 0,6–0,7V na rezystorze R7. Do uzyskania pożądanej wartości prądu należy zastosować rezystor z zakresu 6–7Ω, na przykład 6,8Ω lub połączone równolegle rezystory 12Ω i 15Ω o wypadkowej rezystancji wynoszącej 6,67Ω.

W układzie źródła prądowego (rysunek 4) panuje stan równowagi. Ze względu na niskie napięcie akumulatorów należy zastosować taką konstrukcję źródła prądowego, w której gałąź z tranzystorem T2 jest dołączona do zasilania całej płytki, natomiast tranzystor T1 wraz z rezystorem R6 stanowi obciążenie badanych ogniw. Takie rozwiązanie pozwala na pracę z napięciami nawet poniżej 1V, gdyż w obwodzie dołączonym do baterii wymagany jest jedynie pojedynczy spadek napięcia polaryzacji tranzystora bipolarnego (T2).

Rys. 4



Montaż i uruchomienie

Ze względu na swoją prostotę układ można wykonać na dowolnej płycie uniwersalnej lub płycie według rysunku 5 (dokumentacja dostępna w Elportalu). Montaż jest standardowy – zaczynamy od zwoerek, przechodząc stopniowo do większych elementów. Układ scalony najlepiej montować w podstawie.

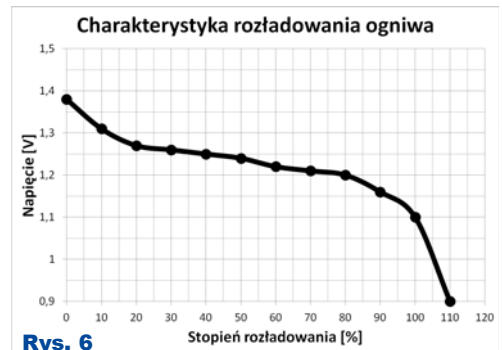
Przed pierwszym uruchomieniem należy dokonać kalibracji urządzenia. Za pomocą potencjometrów PR1 oraz PR2 należy odpowiednio dobrać dzielnik, by nowe i naładowane akumulatory oraz baterie dołączone do urządzenia w trybie bez obciążenia zaświecały wszystkie diody LED. Przydatnym narzędziem może okazać się regulowany zasilacz.

Jeżeli podczas pomiarów, po poprawnie przeprowadzonej kalibracji, następuje wygaszenie wszystkich diod, oznacza to, że napięcie na wejściu układu spadło poniżej napięcia wyznaczonego na pinie R_{LO} i że badana bateria lub akumulator najprawdopodobniej nie nadaje się do użytku.

Do urządzenia warto dołączyć koszyki na interesujące nas typy baterii, na przykład AA lub AAA. Możemy wltutować je równolegle, pamiętając, że jednocześnie możemy mierzyć tylko jedno ogniwo!

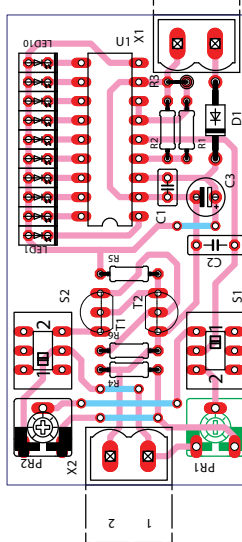
Kostka LM3914 może być zasilana w szerokim zakresie napięć. Ze względu na swoje małe wymiary najlepiej do tego celu nadaje się standardowa bateria 9V.

Modyfikacja wartości rezystora R7 w obwodzie źródła prądowego umożliwia zmianę natężenia prądu obciążenia. Zwiększenie prądu wymaga jednak wymiany tranzystora T2, gdyż największy prąd, jaki może przez niego przepływać, wynosi 100mA. W zastosowanej konfiguracji nie jest wymagane dodatkowe chłodzenie, gdyż tra-



Rys. 6

Rys. 5



Zdalne sterowanie ogrzewaniem budynku

W pierwszej części artykułu podano informacje o wykorzystaniu sterownika AVT3065 w systemie sterowania domku letniskowego. Oto dalsze szczegóły.

Wykorzystanie wejść alarmowych

Sterownik GSM AVT3065 wyposażony jest w dwa wejścia alarmowe i szkoda byłoby ich nie wykorzystać. Tym bardziej że dwupoziomowa informacja o „niepowołanym gościu” ma sens. Jako czujkę ruchu dla poziomu pierwszego wykorzystano prosty tani dzwonek stosowany często przy wejściu do (małoczęstszego) sklepu. Donośny gong informuje ekspedienta przebywającego chwilowo na zapleczu – wszedł klient. Dzwonki te zasilane są bateryjnie, a czujka ruchu jest nadzwyczaj prosta: jest to zwykły fotorezystor, rzadziej – fotodioda. Jeśli czujnik ułożony jest tak, by wchodzący klient musiał „rzucić cień” na fotoelement, taka prymitywna czujka może być pewniejsza od profesjonalnej. W moim systemie ułożenie dzwonka widać na fotografii tytułowej. Funkcję gongu można pozostawić lub nie. Uznałem, że lepiej nie informować intruza o wykryciu jego obecności, ale funkcję pozostawić jako informację dla siebie. W szereg z 32-omowym głośniczkiem włączony jest rezystor (aż) 5 kiloomów. Mimo to, cichutki gong jest słyszalny, ale cichy na tyle, że ktoś, kto o nim nie wie, nie zwróci na niego uwagi. Pierwszy poziom alarmu poinformuje mnie (SMS-em), gdy np. wejdzie sąsiadka, która zna kod odblokowujący alarm. Jeśli to „gość niepowołany”, po minucie rozlegnie się wycie syreny alarmowej. To drugi poziom alarmu i kolejny SMS. Sprzężenie obu sygnałów informacyjnych ze sterownikiem GSM jest bardzo proste. Wejścia Alarm1 i Alarm2 pobudzane są stanem niskim, a interfejs upraszcza się także dzięki programowo wbudowanej funkcji blokowania wejść alarmowych po jednorazowej ich aktywacji.

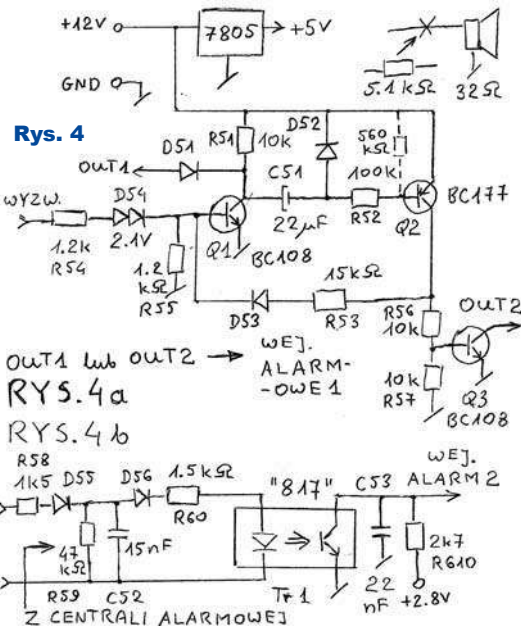
Schemat elektroniki, którą trzeba było dobudować (w zakresie funkcji informacji o alarmie), pokazuje **rysunek 4**. Na rysunku 4a jest fragment elektroniki umieszczonej w dzwonku, rysunek 4b to sprzężenie systemu z centralą alarmową. W dzwonku przede wszystkim zrezyg-

nowano z zasilania baterijnego, dobudowując stabilizator 7805. Przy okazji przestrzeń przewidzianą dla baterii przyda się na ułożenie elementów widocznych na rysunku 4a. A to prosty przerzutnik monostabilny wykonany na dwóch tranzystorach. Wyjście (będące wejściem dla systemu GSM) można pobrać (przez diodę) z kolektora Q1. Ponieważ jednak zaobserwowano fałszywe alarmy, dobudowano trzeci tranzystor (Q3).

W zakresie wejścia alarmowego nr 2 interfejs jest jeszcze prostszy. Centrala alarmowa ułożona jest na stryszku, i była tam już wcześniej, bo przewidziano ją na etapie budowy budynku. Na szczęście w wiązkę przewodów, łączących centralę alarmową z klawiaturą (kodu) umieszczoną w pobliżu systemu GSM, znaleziono dwa wolne przewody. Zawsze warto dać przewody z liczbą żył większą od planowanej. W moim przypadku ich brak oznaczałby konieczność rezygnacji z tej funkcji.

Budowa centrali alarmowej nie była analizowana. Pomierzyłem tylko napięcie na wyjściu podającym sygnał na syrenę alarmową w stanie spoczynku i aktywacji alarmu. Wyszło 1,2V i ok. 13V. Nie jest źle! Sprawdzono także obciążalność prądową odszukanego „węzła” obwodu (tzn. ile prądu można z tego węzła pobrać): okazała się niewielka. Aby uniknąć niespodzianek, postanowiono odizolować masy centrali alarmowej i GSM transoptorem. Małe CTR typowych TL817 nie zachęca do takiego (być może niepotrzebnego) zabiegu, ale da się wykonać. Niestety, tu także zaobserwowano fałszywe alarmy. Czasem to dziwne, gdzie różne problemy się pojawiają. Sytuację poprawiło dołożenie kondensatorów i diod widocznych na rysunku 4b.

Na potrzeby wejść alarmowych potrzebna była drobna przeróbka na module GSM. Aby nie przekroczyć bezpiecznego zakresu napięcia, rezystory podciągające (pull-up) należy podłączyć do +2,8V. Można by takie napięcie wygenerować zewnątrz. Wyprowadzono je jednak z modułu GSM, adaptując na tę potrzebę złącze któregoś z niewykorzystanych wyjść cyfrowych.



Pomiar temperatury

AVT3065 wyposażony jest w 8 wejść analogowych, w których wykorzystano przetworniki analogowo-cyfrowe mikroprocesora ATMEGA-128. Zakres napięcia wejściowego to od 0 do 2,8V i warto byłoby wykorzystać go w pełni. Jako czujniki/sondy temperatury wykorzystano termistorki NTC o rezystancji (w temp. pokojowej) 5 kiloomów. O dziwo, stwierdzono dużą powtarzalność charakterystyk w posiadanych egzemplarzach – nie trzeba kalibrować każdego z osobna. Nieliniowości nie mają większego znaczenia, gdyż i tak będzie trzeba wykonać przelicznik między voltami a stopniami Celsjusza w postaci tablicy look-up-table. Da się to

zrobić programowo, przynajmniej teoretycznie, gdyż autor w tym miejscu się poddał („look-up-table” jest tylko na kartce papieru). Gdyby któryś z Czytelników chciał uzupełnić ten fragment, byłoby to bardzo mile widziane.

Obwód wejściowy przetwornika A/C wykonano w sposób najprostszy z możliwych: w postaci dzielnika rezystancyjnego z termistorem. Zadbano, aby wykorzystać pełny zakres pomiarowy. W tym celu zdjęto wstępnie charakterystykę termistora i pozostałe rezystory obliczono tak, aby napięcie bliskie zera było dla temperatury -3°C , a bliskie $+2,8\text{V}$ dla ok. $+33^{\circ}\text{C}$. Dobór rezystancji jest tu jednak niewystarczający, potrzebne jest także napięcie ujemne. Pozyskano -4V stabilizowane zenerką. $+4\text{V}$ pobrano ze stabilizatora obecnego na module GSM. Opis modułu AVT3065 ostrzega przed przekroczeniem dopuszczalnego zakresu pomiarowego przetworników, dlatego zastosowano diody ograniczające ze świadomością, że może to być kiepskie zabezpieczenie (na kolanie diody aż $0,6\text{--}0,7\text{V}$). W spodziewanych temperaturach, w pomieszczeniu i podanym wyżej doborze wartości rezystorów, zakres $0\text{--}2,8\text{V}$ nie powinien zostać przekroczony.

Prosty schemat związany z pomiarem temperatury pokazuje rysunek 5.

Obwody wejść cyfrowych

Za pomocą wejść cyfrowych możemy odczytać: obecność napięcia za zegarem (w punkcie A), obecność napięcia na grzejnikach głównych, stan głównego termostatu oraz poprawność napięcia zasilania. Trzy pierwsze stany są istotnymi informacjami, zaś poprawność napięcia zasilania systemu jest trochę „wodotryskiem”, bo przy braku poprawnego zasilania nic nie odczytamy. Dwie pierwsze informacje sprawdzają faktycznie napięcie 230VAC , nie cyfrowy sygnał pośredni. Sygnał informacyjny podawany na port mikrokontrolera odseparowany jest za pomocą transoptora. W przypadku dwóch pierwszych sygnałów konieczność tego zabiegu jest oczywista. W przypadku sygnału trzeciego: kontroli stanu termostatu głównego, separacja też jest potrzebna, gdyż nie zapewnia jej prymitywny obwód zasilania obwodów elektroniki termostatu. Wykorzystano typowe transoptory PC817. I od razu autor przekonał się o ich ułomności w postaci małego współczynnika CTR

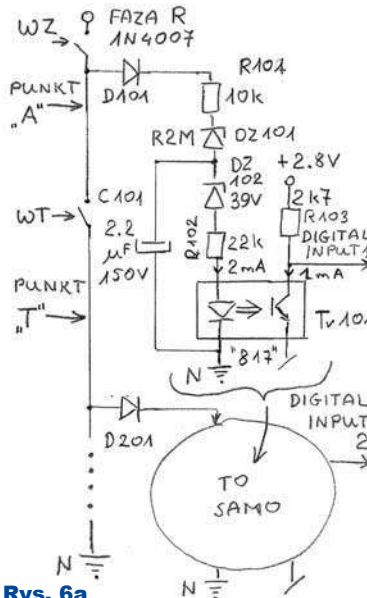
(Current Transfer Ratio). Bezpieczny projekt powinien zakładać gwarantowaną wartość CTR. Założono konserwatywną wartość 50% , choć transoptory dla sygnałów p. A i p. T wyselekcjonowano najlepsze spośród posiadanych. A i tak nie wiadomo, czy na liniach tych nie wystąpią przekłamania po kilku latach użytkowania systemu.

Obwody wejść cyfrowych związane z sygnałami p. A i p. T są identyczne i pokazuje je schemat z rysunku 6a.

Po stronie gorącej wykorzystano wysokonapięciową diodę Zenera R2M. To dioda o napięciu 150V używana często jako transil w obwodach snubber przetwornic indukcyjnych typu flyback. W starszych odbiornikach OTV diodę R2M wykorzystywano jako element bezpieczeństwa.

Wartości rezystorów w obwodzie pokazanym na rysunku 6a dobrano tak, aby prąd diody w transoptorze był na poziomie $2\text{--}3\text{mA}$, gdy w punkcie A (i/lub w p. T) jest obecne napięcie sieciowe. Jest to wartość kompromisowa, ale bezpieczna, powyżej której obserwuje się wyraźne nagrzewanie diody R2M. Po stronie izolowanej/wtórnej stan aktywny to stan niski, a wysoka impedancja wejściowa wejść cyfrowych mikrokontrolera pozwala na pracę z niewielkim prądem w obwodzie tranzystora w transoptorze. W założeniach projektowych przyjęto ten prąd na poziomie 1mA . Tranzystor transoptora mógłby pracować jako „otwarty kolektor”, gdyż „pull-up” rezystory są obecne po stronie mikroprocesora. Niezależnie od tego, aby uniknąć przekłamań, zastosowano też rezystory podciągające (do $2,8\text{V}$) w obwodach transoptorów.

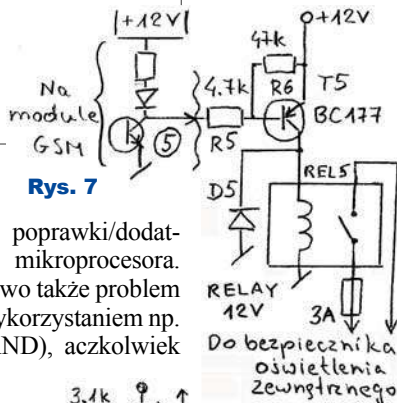
Realizacja zdalnego odczytu stanu głównego termostatu także napotkała nieprzewidziane problemy. Wykorzystano fabryczny termostaat CRAFTTEL typ C-0103 i trzeba było odrysować choć fragment jego schematu. Jego elektronikę zaprojektowano bardzo oszczędnie, aczkolwiek wystar-



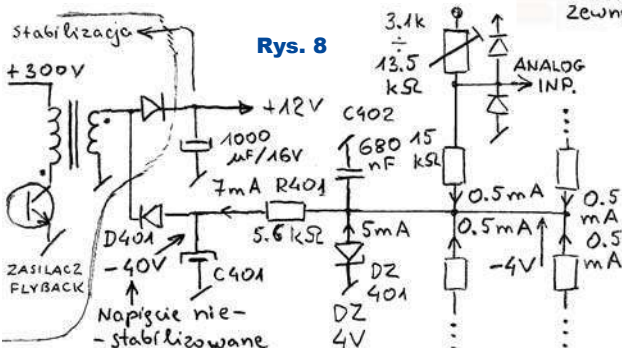
Wykaz elementów

R301	82Ω
R13, R23, R33, R43, R54, R55	1,2kΩ
R58, R60	1,5kΩ
R103, R203, R306, R610	2,7kΩ
R11, R21, R31, R41, R5	4,7kΩ
R40	5,6kΩ
R51, R56, R57, R101, R201, R305	10kΩ
R53, R61, R71, R81, R91, R303	15kΩ
R102, R202, R302	22kΩ
R304	33kΩ
R12, R22, R32, R42, R6, R59	47kΩ
R52	100kΩ
P61-P64	potencjometr montażowy 2,2kΩ
C52	15nF
C53	22nF
C61, C62, C63, C64, C402	680nF
C101, C201	2,2μF/160V
C401	10μF/63V
C501	22μF/25V
Stab1	stabilizator typu 7805
Q1, Q3, Q302	tranzystor BC108 lub podobny
Q2, Q301, T11, T21, T31, T41, T5	BC177 lub podobny
Tr1, Tr101, Tr201, Tr301	...transoptor typu 817
D11, D21, D31, D41, D5, D401	...dowolne diody 1A/50V
D51, D52, D53, D55, D56, D61, D62, D71, D72, D81, D82, D91, D92, D301	...BAVP19 lub podobna
D101, D201	1N4007
DZ101, DZ201	...R2M
DZ102, DZ202	...dioda Zenera 39V
DZ301	...dioda Zenera 18V
DZ401	...dioda Zenera 3V9
D54	...dioda Zenera 2V1
Fuse R, S, T	...bezpiecznik typu S 16Amp
ST1, ST2, ST3, ST4	...styczniki z cewką na 230VAC
REL11, REL21, REL31, REL41, REL5	...przełączniki z cewką 12V
Termistor NTC	...5kΩ
Bezpiecznik wlotowy	...3,15A
Termostat CRAFTTEL typ. C-0103	...4 szt.
Dioda LED czerwona	
Dioda LED zielona	
Podzespoły gotowe	
Sterownik GSM AVT3065	
Zegar PCZ-521.3	
Dzwonek typ V-ZORR	

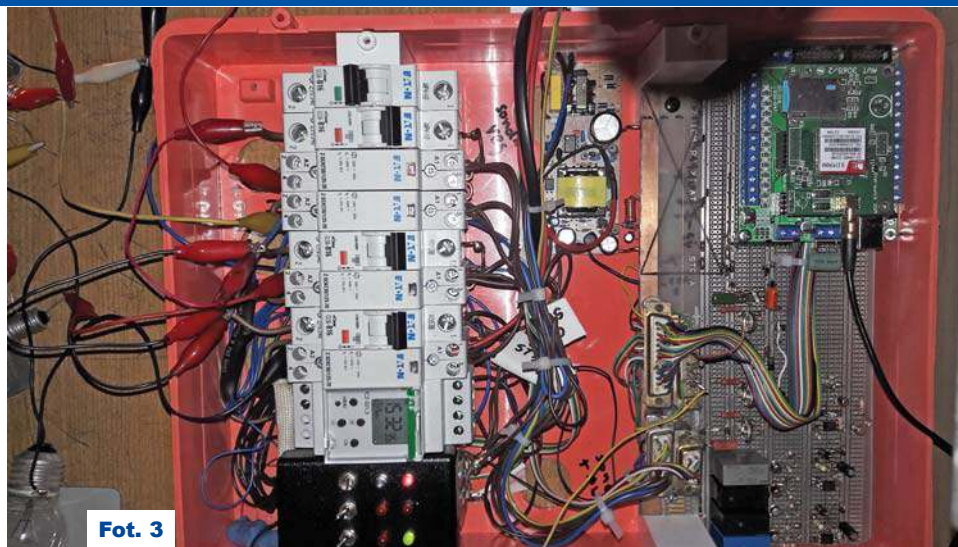
zaistniałej niedogodności jest proste dla osoby potrafiącej wprowadzić poprawki/dodatki w oprogramowaniu mikroprocesora. Oczywiście, hardware'owo także problem da się „wyczyścić” (z wykorzystaniem np. kostki z bramkami NAND), aczkolwiek



Rys. 7



Rys. 8



Fot. 3

rozwiązanie takie należy uznać za mniej eleganckie. Fragment obwodów elektronicznych, które należało dobudować w termostacie CRAFTTEL, pokazano na **rysunku 6b**.

Dodatkowy obwód sterowania oświetlenia zewnętrznego

W budynku, do którego wykonano omawiany system, było oświetlenie wykonane na palikach wokół posesji. Był z tym wieczny problem, często wybijał bezpiecznik różnicowy (czemu nie należy się dziwić). Wykonano przeróbkę na oświetlenie LED-owe. W puszcze (elektrycznej) zmieścił się niewielki zasilacz. Dysponowałem 19-woltowym – i tak żarówki trzeba zrobić! Wykorzystałem LED-y z podświetlenia złomowanych telewizorów LCD-LED. Dysponując napięciem 19V, można by dać 6 sztuk na żarówkę, plus niewielki rezystor. Bezpieczniej – 5 diod plus (większy) rezystor. Oświetlenie zyskało na estetyce, a problem z wybiciem „różnicówki” ustał.

Dobrze byłoby móc włączyć je zdalnie, tym bardziej że szkoda niewykorzystanych portów na module GSM. Ale pozostaje problem okablowania. Myśl o tej dodatkowej funkcji pojawiła się za późno. Obok montowanego systemu jest skrzynka z bezpiecznikami, a tam wydzielony bezpiecznik dla oświetlenia zewnętrznego. Opuszczając dom, można włączyć

przełącznik, a wyłączyć bezpiecznik. A ten można zbocznikować przełącznikiem z dodatkowym drugim (małym) bezpiecznikiem. I taki obwód wykonano. Schemat interfejsu między modulem GSM a wykonawczym relayem jest identyczny jak w przypadku czterech pozostałych wyjść cyfrowych – **rysunek 7**.

Zasilacz

Wykorzystano 12-woltowy zasilacz typu laptopowego po wymontowaniu z obudowy. Pobór prądu w wykonanym systemie jest niewielki, zatem wymagania dla zasilacza nie są krytyczne. Jednak do pomiaru temperatury potrzebne jest też napięcie ujemne. Zastosowany zasilacz jest konfiguracji *flyback* i wytwarza jedno napięcie wyjściowe +12V. W zasadzie w drugiej fazie pracy z *flybacka* energii pobierać nie należy. Nam jednak wystarczy w gałęzi napięcia ujemnego prąd 7mA, dlatego podkradniemy trochę energii w pierwszej fazie pracy, gdy wyjściowe napięcie z transformatora jest ujemne (i niestabilizowane, zależne od napięcia wejściowego). Przy tak skromnych wymaganiach prądowych, stabilizację wykonano na diodzie Zenera, co pokazuje schemat na **rysunku 8**.

Wykonany system rozbudował się nieco względem pierwotnych wyobrażeń, czego się nie spodziewałem. Czym dalej w las, tym więcej drzew. Mnogość połączeń widać także na **fotografii 3**. System należy traktować jako przykładowy. Możliwa jest bardzo szeroka jego modyfikacja i rozbudowa.



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

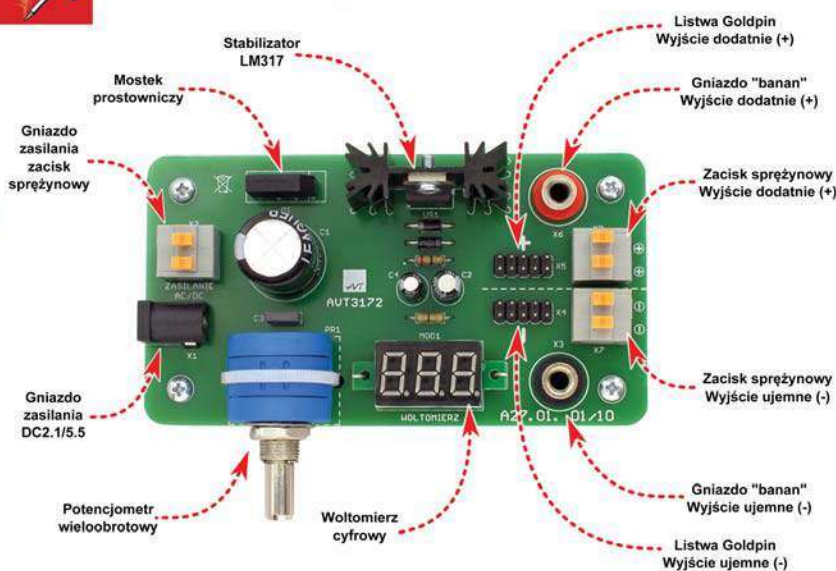
AVT 3172 Praktyczny zasilacz warsztatowy

Istnieje niestąbnące zapotrzebowanie na przydatne przyrządy laboratoryjne do pracowni mniej i bardziej zaawansowanych elektroników.

Większość budowanych dziś układów elektronicznych wymaga przy uruchomieniu źródła regulowanego napięcia o niewielkiej wydajności prądowej. Dużym atutem oferowanej przystawki jest zastosowanie modułu woltomierza z wyświetlaczem LED, oraz wielobrotowego potencjometru pozwalającego na precyzyjną regulację napięcia wyjściowego.

- napięcie zasilania: 5...18VAC lub 5...24VDC
- zakres napięć wyjściowych stabilizowanych 1,25...20V
- maksymalny prąd 500mA
- dedykowana obudowa: Z76

Znajdź nas na



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

Prenumeratory wersji drukowanej za równoległe e-wydania płać tylko 20% ceny:
20,60 zł/rok
i 41,20 zł/2 lata



e-prenumerata
roczna z rabatem

15% – 87,70 zł

e-prenumerata
dwuletnia z rabatem

30% – 144,40 zł

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

Z potrzeby chwili...

Przez ostatnie lata jesteśmy świadkami rewolucji informatycznej, która wpłynęła na wiele dziedzin naszej rzeczywistości oraz na oczekiwania i tempo życia nie tylko młodego pokolenia.

Świat się jakby skurczył, czas też. Staliśmy się niecierpliwi – chcemy nasze plany i zamierzenia realizować bez zwłoki, natychmiast. Dotyczy to także szybko zmieniającej się elektroniki. Chcemy coraz szybciej realizować układy i urządzenia elektroniczne. Wykorzystujemy coraz więcej gotowych modułów, a coraz rzadziej projektujemy i we własnym zakresie wykonujemy płytki drukowane. Dziś w przystępnych cenach można zamówić eleganckie, profesjonalnie wykonane płytki próbne, a terminy realizacji mogą być krótkie. Jednak często chcemy, czasem wręcz musimy jakieś urządzenie wykonać w bardzo krótkim czasie kilku dni, niecierpliwie czekając na kuriera, który dostarczy zamówione podzespoły. A nierzadko budujemy układ w ciągu jednego dnia, wykorzystując wyłącznie posiadane już elementy, jak to mówimy „z szuflady”.

Często oprócz wykonania „szybkiego prototypu” planujemy też późniejszą realizację finalnej wersji na ładnej, dedykowanej płytce drukowanej. Planujemy, ale prototyp działa i jakże często w takich przypadkach prawdziwe okazuje się potoczne powiedzenie: **Prowizorki są zwykle najtrwalsze...**

Pytanie czy taki proces tworzenia elektroniki jest optymalny chyba nie wymaga odpowiedzi. Jednak coraz częściej tak bywa, trzeba to zaakceptować i dlatego chcielibyśmy zachęcić do przedstawienia na łamach EdW szybko zrealizowanych układów. Jednak słowo „prowizorka” źle się kojarzy. A my nie chcemy namawiać do bylejakości. Przecież układ elektroniczny można zrealizować szybko, ale porządnie, solidnie, zgodnie z zasadami sztuki.

Dlatego proponujemy w ramach Forum Czytelników publikację nowego cyklu: **Z potrzeby chwili...**

Zapraszamy do udziału także Ciebie! Ty też możesz przedstawić swoje układy/rozwiązania stworzone właśnie **Z potrzeby chwili...** Jeżeli jakieś rozwiązanie potrzebne było Tobie, zapewne będzie również inspiracją i przykładem dla wielu innych Czytelników. Celem nowego cyklu jest przedstawianie przykładów, pomysłów, inspiracji. Nie muszą to być rozwiązania w pełni dopracowane. Ale muszą działać i spełniać swoje podstawowe zadanie. Często pierwsza wersja jest niedopracowana, nieoptymalna, ponieważ dopiero podczas eksploatacji ujawniają się wady i dodatkowe potrzeby, których nie sposób przewidzieć wcześniej. W cyklu **Z potrzeby chwili...** gotowi jesteśmy przedstawić nie tylko pierwszą prototypową wersję, ale po pewnym czasie także wprowadzane poprawki i ulepszenia. I być może później także finalną wersję urządzenia, zrealizowaną w wykorzystaniem dedykowanych płytek drukowanych, które możemy bezpłatnie zrealizować w ramach wsparcia.

Zapraszamy do przedstawienia w cyklu **Z potrzeby chwili...** także Twoich realizacji mniej czy bardziej skomplikowanych rozwiązań elektronicznych! Już na następnej stronie znajdziesz pierwszy projekt z cyklu **Z potrzeby chwili...**, którym jest termostat zapobiegający zamarznięciu wody. W przygotowaniu są dwa kolejne: sterownik klapy do piwnicy i sterownik systemu nawadniania. Takie są aktualne zapasy. Dalszy los nowego cyklu leży w Waszych, czyli także i w Twoich rękach! Zaprezentujecie swoje mniej i bardziej skomplikowane projekty. Pomyśl, czy i Ty mógłbyś przedstawić jakieś rozwiązanie w nowym cyklu **Z potrzeby chwili...**

Redakcja EdW

R E K L A M A

AVT1460 Włącznik zmierzchowy

Uniwersalny automat - włącznik zmierzchowy pozwalający na zautomatyzowanie włączania/wyłączania oświetlenia domu, ogrodu lub podwórka. Gdy zapada zmrok, urządzenie powoduje załączenie przełącznika. Moduł wyposażono w obwody opóźniające, które pozwalają wyeliminować możliwość powstania oscylacji - wtedy gdy poziom oświetlenia jest na granicy zadziałania układu.

A: 5zł

B: 22zł

C: 30zł

Znajdź nas na



Z potrzeby chwili... Antyzamrozeniowy termostat

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

W domku, który zimą jest rzadko wykorzystywany, trzeba chronić przed zamarznięciem elektryczny przepływowy podgrzewacz wody krajowej produkcji Kospel PPE2 15kW (fotografia 1). Podgrzewacz sprawuje się znakomicie, wodę z instalacji można spuścić na zimę stosunkowo prosto, ale nie ma gwarancji, że w podgrzewaczu przepływowym nie pozostanie trochę wody w delikatnych rurkach. W Internecie można znaleźć wiele sprzecznych informacji na temat ochrony podgrzewaczy przed zamarznięciem. Generalnie panuje opinia, że większy problem jest z podgrzewaczami typu boiler, bo spuszczenie wody z instalacji z reguły nie oznacza usunięcia jej ze zbiornika z grzałką. Można znaleźć opinie, że ogrzewacz przepływowy jest lepszy, ponieważ bez problemu można spuścić zeń wodę. W związku z takimi opiniami, w pierwszym roku eksploatacji opisywanego ogrzewacza przepływowego Kospel, po spuszczeniu wody z instalacji, nie był on chroniony przed mrozem. Wiosną po włączeniu działał dziwnie, co doprowadziło do wniosku, że trochę wody mogło pozostać w zakamarkach i rurkach kapilarnych i że w przyszłości trzeba go



chronić przed zamarznięciem nawet po spuszczeniu wody z instalacji.

Aby minimalizować koszty, nie trzeba grzać całego domku, a tylko sam podgrzewacz Kospel. Do tego wystarczy niewielka grzałka elektryczna i tymczasowa dodatkowa obudowa z materiału o dobrej izolacyjności cieplnej.

Aby zapewnić niezawodną ochronę, grzałkę elektryczną warto zasilic z zainstalowanego w domku zestawu akumulatorów (12V 380Ah). Ewentualny brak napięcia w sieci 230V nie będzie wtedy problemem, bo duże akumulatory zapewnią zasilanie niewielkiej grzałki co najmniej przez kilka dni. Domek ma

sporą bezwładność cieplną, więc temperatura wewnątrz zmienia się niewiele i jest zbliżona do średniej – w istocie jest trochę wyższa od średniej na zewnątrz z uwagi na ciepło z gruntu przechodzące przez podłogę. Z tego względu nawet przy silnych mrozach nie jest wymagana grzałka o dużej mocy.

Ja dodatkową obudowę termiczną wykonałem za pomocą noża i taśmy klejącej z dwóch warstw pozostałego po budowie 3-centymetrowego styroduru, który jest twardszy niż popularny styropian. Jak widać na fotografii tytułowej, w roli grzałek, a właściwie promienników podczerwieni, wystąpiły cztery żarówki samochodowe 12V 5W.

W najprostszym przypadku można je podłączyć wprost do akumulatora.

Przy mocy grzania około 20W i przy sporych rozmiarach podgrzewacza nie trzeba się obawiać, że temperatura wewnątrz styrodurego pudła wzrośnie nadmiernie. A moc 20 watów w czasie miesiąca, czyli 720 lub 744 godzin, daje zużycie poniżej 15kWh, co przy sprawności systemu akumulatorowego ponad 50% dałoby miesięczny koszt energii około 20 złotych.

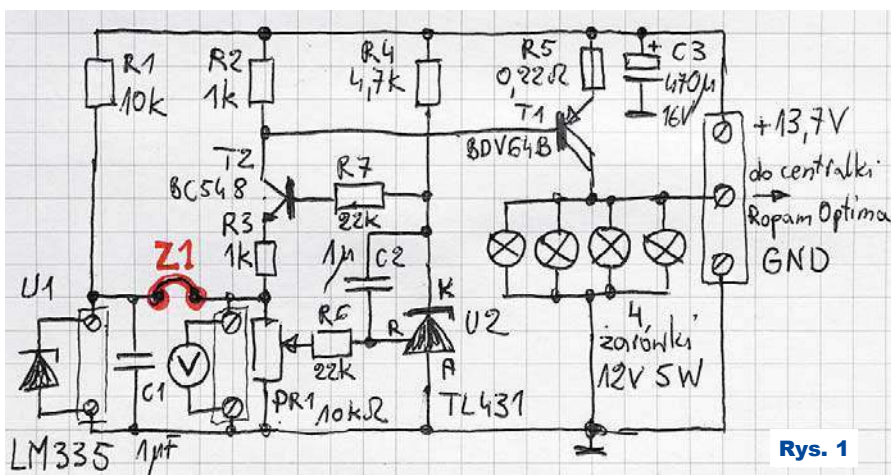
Koszt energii nie jest więc problemem, ale ja postanowiłem wykonać jakiś prosty termostat, który po pierwsze utrzyma wewnątrz pudła temperaturę podgrzewacza Kospel rzędu +2...+5°C, a po drugie przekaże mi przybliżone informacje o mocy grzania.

Przekazanie takiej informacji na odległość jest możliwe, ponieważ w domku zainstalowana jest słusznie ciesząca się znakomitą opinią centralka Ropam Optima, która ma możliwość dołączenia czterech czujników temperatury i ma jedno wejście analogowe AI o zakresie pomiarowym 0...10V. Na żądanie (za pomocą aplikacji Ropam Droid) lub o ustalonych porach, centralka wysyła SMS z informacją o temperaturze czterech czujników i o napięciu na wejściu AI.

Wystarczy zrealizować regulator temperatury, który będzie płynnie zmieniał napięcie zasilające żarówki i podać to napięcie z żarówek na wejście AI centralki (przez dzielnik napięcia). Wprawdzie włókno żarówek ma bardzo silnie nieliniową charakterystykę, ale wartość napięcia na tych żarówkach-grzałkach jest jak najbardziej wystarczająca do przybliżonego oszacowania mocy. Dla większej dokładności pomiaru mocy, zamiast żarówek, można byłoby zastosować rezystory albo też przeprowadzić kalibrację i sprawdzić, jaka



Fot. 1



Rys. 1

jest zależność mocy grzania od napięcia na żarówkach.

Ponadto wewnątrz pudła, w pobliżu podgrzewacza można umieścić jeden z czujników centralki Ropam, co da dokładną ($\pm 0,5^\circ\text{C}$) informację o aktualnej temperaturze. Ścisłej biorąc, oprogramowanie centralki Ropam Optima zawiera też dwa regulatory temperatury – termostaty, które można byłoby wykorzystać. Najniższa nastawiana tam temperatura to $+5^\circ\text{C}$, a ja głównie dla sportu postanowiłem zrealizować prosty autonomiczny termostat z możliwością ustawienia także niższej temperatury $+2...+3^\circ\text{C}$.

Powstał termostat, którego schemat przedstawiony jest na **rysunku 1**. Wykorzystałem elementy, które miałem pod ręką, w tym darlingtona pnp typu BDV64B (100V, 10A, 125W). Czujnik temperatury LM335 daje napięcie wprost proporcjonalne do temperatury bezwzględnej ze współczynnikiem 10mV/K , czyli przy temperaturze 0°C da napięcie $2,73\text{V}$. Układ TL431 zapewnia stabilne napięcie odniesienia i pozwala nastawić temperaturę termostatu.

Zaproponowany schemat może wydać się dziwny i trudny do analizy. Naturalnym rozwiązaniem wydaje się konfiguracja obwodów pomiarowych według uproszczonego **rysunku 2**. Gdy temperatura wzrasta, wzrasta też napięcie na końcówce R kostki TL431. Gdy wzrośnie ono do poziomu $2,495\text{V}$, zacznie przewodzić kostka TL431. Napięcie na

końcówce K zmniejszy się i zmniejszy się też napięcie na żarówce – grzałce. Potencjometrem PR1 można więc ustawić próg zadziałania termostatu.

Tak, tylko są dwa główne problemy. Kostka TL431 zachowuje się jak tranzystor npn o napięciu $U_{BE} = 2,495\text{V}$, ale „napięcie nasycenia”, czyli minimalne napięcie na elektrodzie K względem A i masy wynosi ponad $1,5\text{V}$. To oznacza, że tranzystor T1 nigdy się nie zatka i zawsze przez grzejnik-żarówkę będzie płynął jakiś prąd. Kłopotliwe jest też pełne otwarcie tranzystora. Drugą wadą koncepcji z rysunku 2 to trudność ustawienia potrzebnej temperatury – nie wiadomo bowiem, jak ustawić suwak potencjometru PR1, żeby próg zadziałania termostatu wynosił na przykład $+2^\circ\text{C}$ czy $+3^\circ\text{C}$.

Problemów tych nie ma w układzie z rysunku 1, gdzie darlington pnp może zostać całkowicie zatknięty albo nasyczony. Ale najważniejsze jest to, że możliwa jest zaskakująco łatwa i zaskakująco precyzyjna regulacja progu zadziałania termostatu. Potrzebny jest do tego woltomierz cyfrowy – multimetr i jakiś godny zaufania termometr. Najważniejsza jest dokładność tego dodatkowego termometru, natomiast ewentualne błędy multimetru same się skompensują.

Kluczową rolę odgrywa tu zwora Z1!

Na czas regulacji/kalibracji multimetru należy dołączyć do zacisków oznaczonych A1.

Aby ustawić próg zadziałania termostatu, czyli pożądaną temperaturę, trzeba chwilowo zdjąć zworę Z1, czyli odłączyć czujnik temperatury U1. Wtedy woltomierz pokaże jakieś napięcie, które można regulować potencjometrem PR1. Jest to napięcie progowe (w praktyce temperatura), przy którym zaczyna przewodzić tranzystor T2, który następnie steruje tranzystorem wykonawczym T1. Jeśli później podczas normalnej pracy z założoną zworą Z1 napięcie w punkcie U bę-

dzie niższe od tak nastawionego progowego (niższa temperatura czujnika U1), to układ U2 zostanie zatknięty, a to mocno otworzy tranzystor T2 i w konsekwencji także T1, więc grzałki – żarówki będą grzać maksymalną mocą. Gdy natomiast napięcie w punkcie U będzie wyższe od tak nastawionego, układ U2 będzie silnie przewodził, co całkowicie zatka tranzystor T2 i T1, a więc wyłączy grzałki.

Regulacja termostatu polega więc na zdjęciu zworki Z1 i ustawieniu za pomocą PR1 napięcia w punkcie U odpowiadającego potrzebnej temperaturze. Czujnik LM335 ma współczynnik 10mV/K , więc jeśli przykładowo chcemy utrzymywać temperaturę $+3^\circ\text{C}$, czyli 276K , to potencjometrem PR1 powinniśmy ustawić 2760mV , czyli $2,76\text{V}$.

Genialnie proste, ale dociekliwi Czytelnicy zauważą, że po pierwsze czujniki LM335 mają pewien rozrzut i błąd temperatury, a po drugie popularne woltomierze „3,5-cyfrowe”, czyli z maksymalnym wskazaniem 1999 przy pomiarze napięć rzędu 3 woltów na zakresie 20V też mogą mieć znaczący błąd!

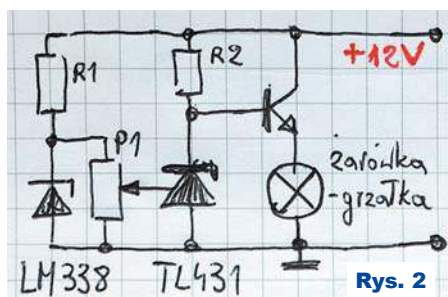
Słusznie!

Sprawa jest poważna, bo w grę wchodzi duże szkody w przypadku zamarznięcia, a w temperaturze krzepnięcia wody, czyli 273K (ściślej $273,15\text{K}$), różnica 1 stopnia to tylko $0,366\%$ ($1/273 = 0,00366$). Wymagana jest więc duża dokładność, co jednak w praktyce można osiągnąć w zaskakująco prosty sposób. Potrzebny jest tylko jakiś dobry, godny zaufania termometr.

Kostki rodziny LM335 mają znakomitą liniowość i powtarzalność. A jeżeli chodzi o błędy kalibracji, to według katalogu wersje LM135, LM235, LM335A mają w temperaturze pokojowej typowy błąd bez kalibracji 1°C , maksymalnie 3 stopnie. Niestety, najpopularniejsza i najtańsza wersja LM335 według katalogu ma typowy błąd bez kalibracji 4°C , maksymalnie 6°C . Tak duży błąd jest niedopuszczalny, jeżeli chcemy zrealizować termostat z progiem działania tylko $2...3$ stopni powyżej punktu zamarzania. Wprawdzie kostki LM335 mają dodatkową końcówkę ADJ(ust) i dołączenie tam potencjometru pozwala precyzyjnie skalibrować każdy egzemplarz czujnika, jednak jest to dość kłopotliwe i w tym przypadku niepotrzebne.

Także i ten problem w prosty sposób rozwiązuje zwora Z1!

Otóż gdy zwora Z1 jest założona, wtedy woltomierz dołączony do zacisków A1 pokazuje napięcie odpowiadające aktualnej temperaturze czujnika



Rys. 2

U1. Wystarczy jakikolwiek godny zaufania termometr, by sprawdzić, na ile rzeczywisty współczynnik przetwarzania użytego egzemplarza LM335 różni się od nominalnego (10mV/K): w tym celu wystarczy odczytać napięcie w miliwoltach i podzielić przez temperaturę bezwzględną wyrażoną w kelwinach ($273 + \text{odczyt z godnego zaufania termometru}$). W praktyce nie trzeba wyznaczać tego współczynnika, wystarczy ustalić, o ile wartość napięcia odbiega od wskazań dobrego termometru. Przykładowo jeśli termometr pokazuje $+22^{\circ}\text{C}$, czyli w skali bezwzględnej temperatura wynosi 295 kelwinów, a napięcie na LM335 wynosi 2,93V, co nominalnie odpowiada 293K, czyli 20°C , wtedy przyjmujemy, że nasz czujnik zaniża wskazania o 2 stopnie.

Idealny czujnik LM335 w temperaturze powiedzmy $+3^{\circ}\text{C}$, czyli 276K, powinien dać napięcie 2,76V. Jeżeli nasz egzemplarz zaniża wskazanie o 2 stopnie, to w temperaturze $+3^{\circ}\text{C}$ zamiast 2,76V, da napięcie 2,74V. I takie napięcie powinniśmy ustawić na woltomierzu przy zdjętej zworze Z1. Jeżeli do pomiaru temperatury przy założonej zworze Z1 użyjemy tego samego multimetru, co do ustawienia napięcia przy zdjętej zworze Z1 (co jest oczywiste), to ewentualne błędy woltomierza zniosą się – zostaną skompensowane niemal całkowicie. Wtedy o dokładności zadecyduje tylko wiarygodność dodatkowego, wzorcowego termometru.

Opisywany prosty układ powstał z potrzeby chwili w grudniu 2017 roku. Opracowywanie i realizacja zajęły w sumie kilka godzin. W związku z tym nie został gruntownie przebadany. Ogromne wzmocnienie napięciowe oraz obecność pętli sprzężenia zwrotnego od początku były zapowiedziami kłopotów. Już na etapie realizacji układ wykazywał tendencje do samowzbudzenia, co zaowocowało dodaniem obwodu R6, C2. Natomiast niepotrzebny w wersji finalnej rezystor R7 jest pozostałością eksperymentów z wersją dwustanową z obwodem dodatniego sprzężenia zwrotnego z kolektora T1 na bazę T2. Podczas podstawowych testów modelowy układ z R6 i C2 nie wzbudzał się. Jednak później, w docelowych warunkach pracy pojawiły się oscylacje bardzo małej częstotliwości, co miało związek z bezwładno-

cią cieplną żarówek i grzanego obiektu. Oscylacje te zostały wykryte zimą, przy zdalnym odczycie napięcia żarówek za pomocą centralki Ropam Optima. Aby zlikwidować oscylacje, trzeba obniżyć całkowite wzmocnienie w pętli, na przykład przez dodanie rezystora w obwodzie anody (A) kostki U2. Wymagałoby to przeprowadzenia dodatkowych testów. Wspomniane oscylacje, pojawiające się tylko w określonych warunkach, nie przeszkadzały ani trochę w pracy termostatu, a jedynie utrudniały interpretację wyników zdalnego odczytu. Dlatego choć termostat pracuje już trzeci sezon, ten szczegół nadal czeka na ewentualne dopracowanie. Nie jest to sprawa ani pilna, ani konieczna z uwagi na wykorzystanie dwóch dodatkowych czujników temperatury. Gdy na zimę styrodurkowe pudło jest przyklejane do kafelków na ścianie kuchni za pomocą niebieskiej (nie żółtej) taśmy malarskiej, jak pokazuje **fotografia 2**, zdejmowana jest plastikowa obudowa podgrzewacza Kospel i czujnik U1 termostatu umieszczany jest bezpośrednio przy jego cienkich metalowych rurkach. Tam też mocowany jest drugi fabryczny czujnik temperatury (A), bezpośrednio dołączony do centralki Ropam Optima. Niezależnie od pomiaru napięcia z żarówek, ten czujnik monitoruje temperaturę podgrzewacza i potwierdza prawidłowe działanie termostatu. Jeden z pozostałych czujników centralki (B) mierzy temperaturę w kuchni na zewnątrz styrodurowego pudła, co daje dodatkowe informacje o działaniu termostatu.

Montaż i uruchomienie

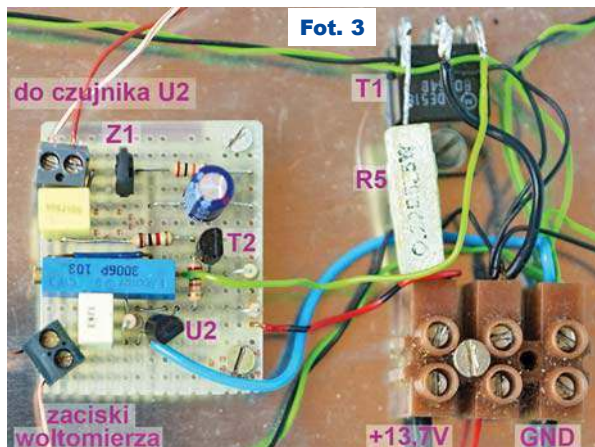
Jak pokazuje **fotografia 3** oraz fotografia tytułowa, układ z rysunku 1 został szybko zmontowany na kawałku płytki uniwersalnej, a ta przykręcona do aluminiowej płytki $20 \times 30 \text{ cm}$ grubości 3mm, do której bezpośrednio został też przykręcony darlington T1 oraz zaciski



śrubowe z żarówkami. Przy częściowym otwarciu T1 wydziela się w nim znaczna moc kilku watów i musi on być zamocowany na jakimś radiatorze, niekoniecznie aż tak dużym. Czujnik U1 został dołączony za pomocą dość długiego przewodu – skrętki.

Do zasilania termostatu niezbędne są tylko dwa przewody dołączone do akumulatora (13,7V). Dodatkowy trzeci cienki przewód, dołączony do żarówek, doprowadzony jest do wejścia analogowego AI centralki przez dzielnik 1:2 ($2 \times 10 \text{ k}\Omega$).

Piotr Górecki



Wykaz elementów

R1	10k Ω
R2, R3	1k Ω
R4	4,7k Ω
R5	0,22 Ω
R6, R7	22k Ω
C1, C2	1uF MKT
C3	470uF 16V
T1	BDV64B
T2	BC548B
U1	LM335
U2	TL431
Z1	zwora – jumper
4 żarówki 12V 5W	
zaciski śrubowe	
blacha – radiator	
przewody	

Moduły zasilające

W sklepach internetowych i na portalach aukcyjnych można kupić wiele różnych modułów elektronicznych. Wykorzystują najczęściej układy scalone chińskich producentów półprzewodników. Koszt zakupu gotowego modułu, często jest niższy niż oddzielnie kupowanych elementów. Jednymi z najczęściej kupowanych są moduły zasilające: przetwornice, układy nadzoru napięcia akumulatorów litowych, ładowarki. Wszystkie mogą być wykorzystane jako elementy składowe konstruowanych urządzeń. Oto przegląd i wskazówki dotyczące wykorzystania.

Ładowarki

Ładowarki można kupić jako gotowe urządzenia lub moduły. Poniżej opisane zostały najczęściej spotykane konstrukcje.

IMAX B6, IMAX B6 V2. Są to najpopularniejsze ładowarki uniwersalne. Ładowarka IMAX B6V2 jest nowszą wersją układu IMAX B6 – **fotografia 1**. Obudowy obu typów ładowarek wykonane są z barwionego aluminium i są estetyczne. Posługiwanie się tymi ładowarkami, po zaznajomieniu ze strukturą menu, nie nastręcza żadnych trudności. Ładowarki IMAX szczególnie chętnie używane są przez modelarzy, ponieważ są lekkie, mają niewielkie rozmiary i umożliwiają ładowanie oraz pomiar pojemności różnych akumulatorów: NiMH, NiCd, ołowiowych, LiPo, Li-Ion, (ściślej LiFePO₄). Najważniejszą zaletą tych ładowarek jest wbudowany układ tzw. balansera, pozwalający jednocześnie ładować do 6 akumulatorów litowych połączonych szeregowo. Nowsza ładowarka IMAX B6V2 automatycznie rozpoznaje liczbę akumulatorów, umożliwia pomiar rezystancji wewnętrznej akumulatorów oraz ładowanie najnowszych generacji akumulatorów litowych. Do ładowarek dostępne są dodatkowe przewody umożliwiające ładowanie większej liczby akumulatorów (złącza balansera), ładowanie akumulatorów z różnymi typami złącza, oraz czujnik temperatury kontrolujący temperaturę ładowanych ogniw. Ładowarka wymaga zasilania z zewnętrznego zasilacza o wydajności zależnej od prądu i napięcia ładowanych aktualnie ogniw.

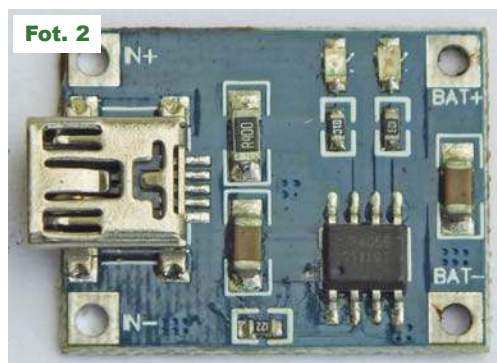
Układ TP4056. Ładowarki na układzie scalonym TP4056 są jednymi z najczęściej spotykanych. Przeznaczone są do ładowania pojedynczych akumulatorów Li-Ion i pokrewnych Li-Po. Do ładowania akumulatorów wykorzystują metodę CC-CV (Constant Current – Constant Voltage). Przykład takiej ładowarki pokazany jest na **fotografii 2**. Napięcie zasilania tych ładowarek wynosi typowo 5V, minimalnie 4V, a maksymalnie 8V. Obudowa układu TP4056 ma na dole wyprowadzenie termiczne (pad termiczny) odprowadzające ciepło do płytki drukowanej. Końcowe napięcie ładowania akumulatora wynosi 4,2V z dokładnością 1,5%.

Prąd ładowania reguluje się opornikiem podłączonym do wyprowadzenia 2 (PROG). Wartość prądu wylicza się ze wzoru $I = 1200 / R_{prog}$ (prąd I w miliamperach, rezystancja R w omach). Gdy napięcie na ładowanym akumulatorze jest mniejsze niż 2,9V, ładowarka ładuje akumulator niewielkim prądem równym około 10% znamionowego prądu ładowania. Gdy później układ ładuje nominalnym prądem, to na wyprowadzeniu PROG występuje napięcie 2V, a gdy ładuje prądem obniżonym, to na końcówce PROG jest napięcie 0,2V.

Układ umożliwia kontrolę temperatury ogniwa przez podłączenie termistora typu NTC (o odpowiedniej rezystancji i stałej B) do wyprowadzenia 1 układu scalonego (TEMP). Drugie wyprowadzenie termistora podłączone jest do masy. Układ ładuje akumulator, gdy napięcie na pinie pierwszym (TEMP) mieści się w przedziale między 45...80% napięcia zasilającego układ scalony. Jeśli napięcie wyjdzie poza dozwolony obszar na czas dłuższy niż 0,15s, wtedy ładowanie aku-

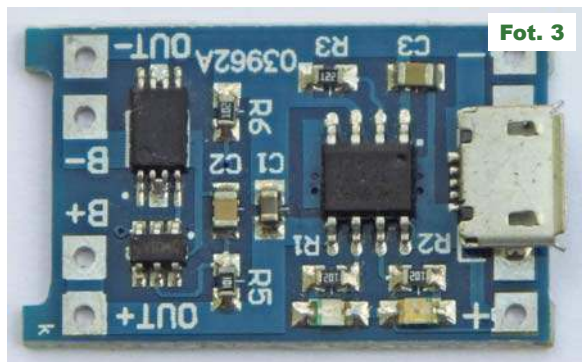


Fot. 1

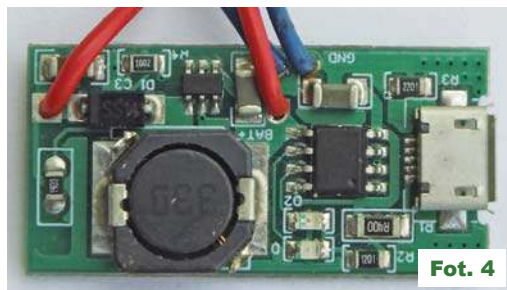


Fot. 2

mulatora jest przerywane do momentu ostygnięcia akumulatora. Funkcję kontroli temperatury ogniwa można wyłączyć, nie montując termistora i łącząc wyprowadzenie TEMP do masy. Gdy różnica między zasilaniem a napięciem na ładowanym akumulatorze jest niższa niż 30mV, układ ładowarki przechodzi w tryb uśpienia. Gdy ładowarka przechodzi do trybu czuwania po naładowaniu akumulatora, dioda LED podłączona do wyprowadzenia 6 świeci (Stdby). Dioda LED podłączona do wyprowadzenia 7 (Chrg) świeci podczas ładowania akumulatora.



Fot. 3



Fot. 4

Na portalach aukcyjnych można kupić moduły zawierające połączone równolegle układy TP4056, dzięki czemu zwiększony jest prąd ładowania. Dostępne są również wersje płytek zawierające oprócz układu TP4056 dodatkowy układ kontroli napięcia zasilania zapobiegający zbyt niemu rozładowaniu akumulatora (**fotografia 3**) – właśnie tego typu modułów używam najczęściej w swoich projektach. Inne wersje to ładowarka zintegrowana z przetwor-

nicą – **fotografia 4**. Warto wiedzieć, iż żywotność akumulatora litowego podłączonego do ładowarki można zwiększyć, obniżając końcowe napięcie ładowania poniżej 4,2V. Modyfikacja taka jest bardzo prosta do wykonania. Wystarczy szeregowo z akumulatorem włączyć diodę Schottky'ego na czas ładowania, jak pokazano na **rysunku 5**. Ważne jest, aby dioda ta mogła ciągle przewodzić prąd równy prądowi ładowania i miała możliwie niski spadek napięcia. Diody Schottky'ego mają różny spadek napięcia w zależności od wielkości (powierzchni) struktury oraz od sposobu produkcji. Spadek napięcia na złączu silnie zależy od prądu płynącego przez diodę. Obecność opcjonalnego rezystora spowoduje, że bardzo długie pozostawienie akumulatora w ładowarce naładuje go do pełnego napięcia 4,2V.

Nowszą generacją układów serii TP4056 są układy TP5000 i TP5100. Układy te są ładowarkami impulsowymi o znacznie wyższej sprawności niż układ TP4056. Maksymalny ciągły prąd ładowania wynosi w ich przypadku 2A. Pozostałe funkcjonalności są analogiczne do układu TP4056. Układ TP5000 może ładować akumulatory litowo-manganowe o napięciu nominalnym końcowym ładowania 4,2V lub LiFePO₄ o napięciu końcowym 3,6V. Wybór końcowego napięcia ładowania odbywa się za pomocą zwory podłączonej między pinem 13 (CS) a masą

lub plusem zasilania. Po podłączeniu wyprowadzenia CS do masy układ przechodzi w stan spoczynku, gdy podłączymy je do napięcia zasilającego przez opornik podciągający, układ może ładować akumulatory o napięciu nominalnym 4,2V, a gdy wyprowadzenie to nie jest podłączone do żadnego potencjału,

układ może ładować akumulatory o napięciu nominalnym 3,6V. Układ umożliwia regulację wstępnego prądu ładowania w zakresie od 10 do 100% wartości prądu nominalnego (wyprowadzenie RTRICK – pin 12). Funkcja ta aktywuje się w przypadku ładowania mocno rozładowanych ogniw. Maksymalne napięcie zasilające układ wynosi 9V.

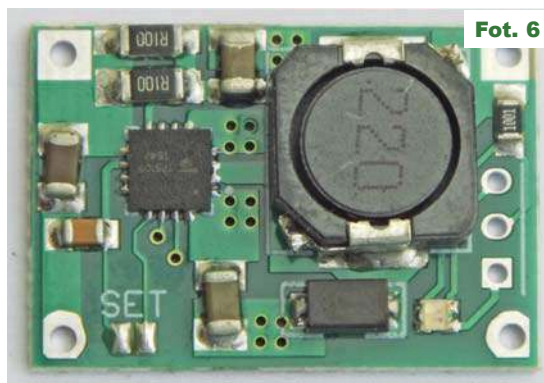
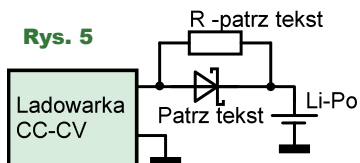
Układ TP5100 jest nowszą wersją układu TP5000 (**fotografia 6**). Mak-

symalne napięcie zasilające może wynosić 18V. Układ przeznaczony jest do ładowania akumulatorów Li-Ion/Li-Po: pojedynczo, gdy napięcie końcowe ładowania wynosi 4,2V, lub dwóch szeregowo połączonych, gdy końcowe napięcie ładowania wynosi 8,4V. Wybór napięcia ładowania odbywa się za pomocą zwory pomiędzy wyprowadzeniami 13 (CS) i 10 (VREG). Ich zwarcie powoduje, że napięcie końcowe ładowania wynosi 8,4V, zaś rozwarcie powoduje, że napięcie ładowania wynosi 4,2V. W przypadku ładowania akumulatorów litowych połączonych szeregowo powinny one mieć wbudowany układ BMS, czyli układ zabezpieczający akumulator przed zbyt wysokim napięciem ładowania lub balanser. Ładowanie ładowarką o napięciu wyjściowym 8,4V akumulatorów zawierających tylko układ BMS nie gwarantuje pełnego naładowania ogniw, gdyż ładowanie zostanie przerwane,

gdy tylko jedno z ogniw zostanie naładowane. Znacznie lepsze rezultaty uzyskuje się, stosując balanser. Układy TP5000 i TP5100 umożliwiają regulację nominalnego prądu ładowania (rezystor R_s), oraz prądu ładowania głęboko rozładowanych akumulatorów (R_{trick}).

Rafał Orodziński, SQ4AVS
sq4avs@gmail.com

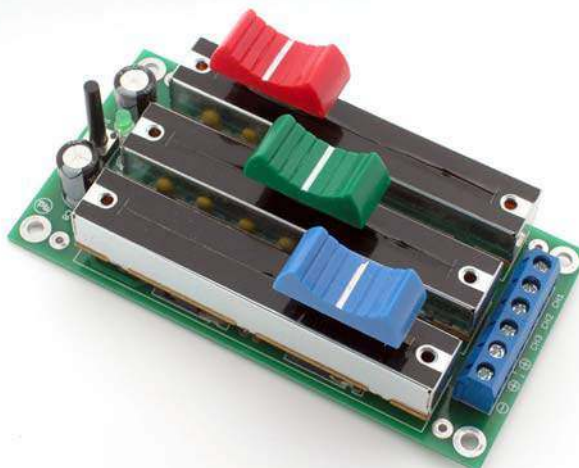
Rys. 5



Fot. 6

AVT 5596 Mieszacz kolorów RGB

Mieszacz kolorów, to 3-kanalowy sterownik PWM. Może być użyty do płynnej regulacji natężenia świecenia dowolnych niskonapięciowych źródeł światła. Jest szczególnie użyteczny w przypadku sterowania trójkolorowych taśm LED. Pozwoli precyzyjnie, ręcznie ustawić jasność świecenia i barwę powstałą po zmieszaniu światła diod RGB.



Znajdź nas na

Jak to działa

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat urządzenia. Zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu:

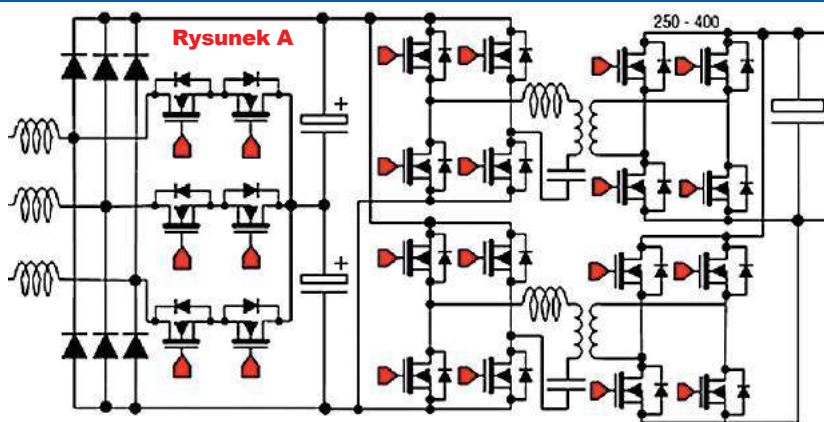
Jak działa i do czego służy taki układ?

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem

Jak12,

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

Nagrodami w konkursie będą książki albo kity AVT.



Rozwiązanie zadania *Jak to działa z EdW 8/2019*

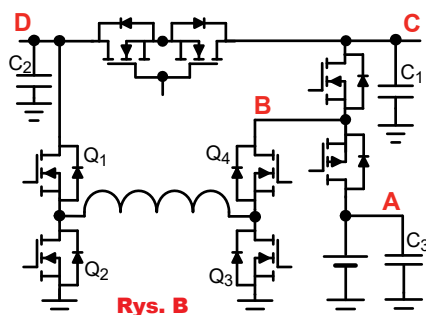
W numerze 8/2019 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany układ elektroniczny.

Jest to...

system zasilania urządzenia mobilnego z przetwornicą dwukierunkową, nazywaną *Buck-Boost*.

Na pewno w punkcie C dołączone są układy elektroniczne, zasilane przez ten sterownik. Na pewno do punktu A dołączona jest bateria, a raczej akumulator, którego symbol widzimy, ale celowo oznaczenia nie ma. Punkt D można potraktować jako wejście, gdzie dołączony jest zewnętrzny zasilacz (jednak nie musi tak być, o czym dalej). Na razie przyjmujemy, że do punktu D dołączany bywa zasilacz.

Jeśli zasilacz jest dołączony, napięcie z niego może być wprost podawane na punkt D przez dwa połączone odwrotnie szeregowo MOSFET-y. Wtedy wszystkie inne MOSFET-y byłyby wyłączone. To byłby najprostsz, najmniej interesujący tryb pracy.



Zdecydowanie ciekawsze są inne

możliwości.

I tak cewka wraz z czterema tranzystorami Q1...Q4 jest uniwersalną przetwornicą, która może przekazywać energię między punktami B,

D w obu kierunkach. Przy obu kierunkach przekazywania energii możliwe jest podwyższanie albo obniżanie napięcia. Dwa MOSFET-y włączone między punktami A, B, C pozwalają przekazywać energię między przetwornicą, akumulatorem i układem elektronicznym w punkcie C.

Schemat pochodzi z pierwszej strony karty katalogowej układu scalonego Renesas ISL9241 i jego pierwotna wersja pokazana jest na **rysunku C**.

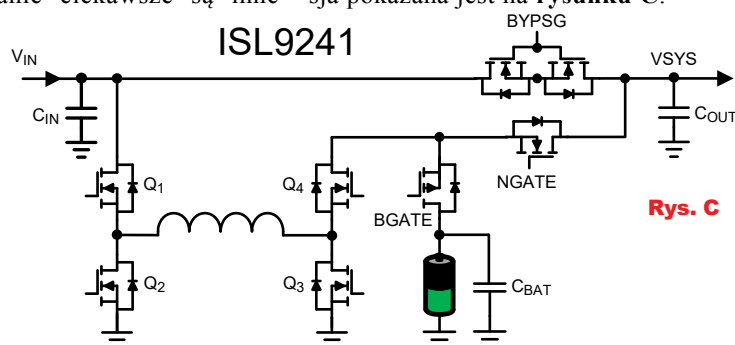
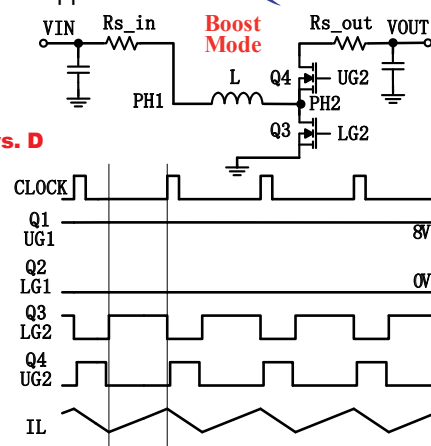
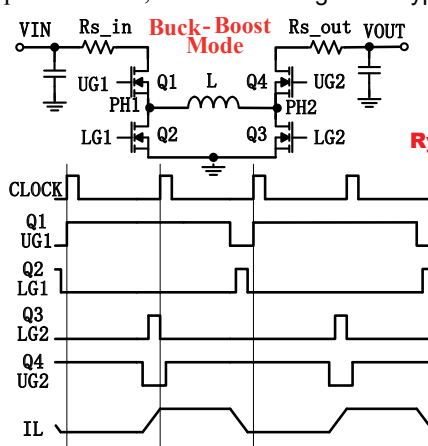
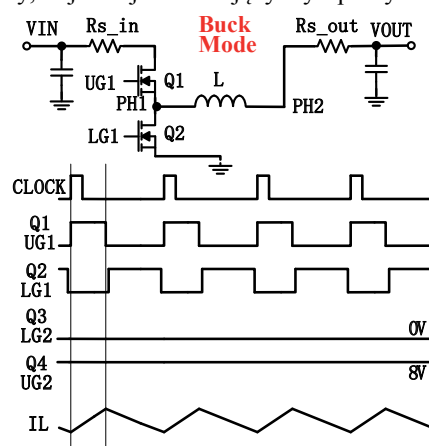


Figure 1. Typical Application

RENESAS

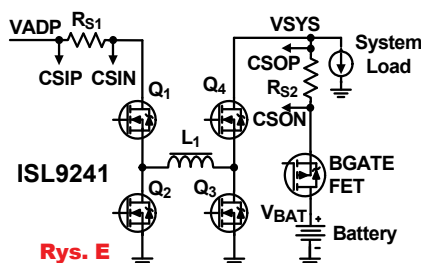


Na rysunku D, też pochodzącym z noty aplikacyjnej Renesa-sa, zawarte jest wyjaśnienie, jak muszą być sterowane poszczególne tranzystory mostka, żeby uzyskać przetwornicę obniżającą (*Buck*), podwyższającą (*Boost*) oraz przetwornicę nazwaną *Buck-Boost*. *Buck-Boost* to nie jest konfiguracja przetwornicy, tylko specyficzny tryb pracy, w którym w jednym cyklu zegara układ pracuje w trybie *Buck*, w drugim w trybie *Boost* i tak dalej. Tryb *Buck-Boost* jest wykorzystywany wtedy, gdy napięcie wejściowe i wyjściowe mają zbliżone wartości.

W każdym razie odpowiednio sterując tranzystorami i zmieniając wypełnienie impulsów, można dowolnie zmniejszać lub zwiększać napięcie. Zawsze mamy tu do czynienia z przetwornicą synchroniczną i dlatego możliwe jest uzyskanie sprawności do 99%.

Na rysunku D pokazane jest przekazywanie energii ze strony lewej schematu na prawą. Ale układ jest symetryczny, więc dokładnie tak samo można przekazywać energię w przeciwnym kierunku. Trzeba tylko odpowiednio wysterować tranzystory. Ilustruje to **rysunek E**. Skrót OTG pochodzi od USB OTG, czyli USB On The Go i dotyczy sprzętu mobilnego (smartfonów i tabletów), gdzie jedyne gniazdko USB (zwykle microUSB) zasadniczo służy do ładowania, ale też może być źródłem zasilania dla urządzeń dołączonych do smartfona (myszka, klawiatura, pamięć FLASH USB).

Rysunek F z karty katalogowej ISL9241 pokazuje taki sposób wykorzystania koncepcji z rysunku B. Z lewej strony wyraźnie widać symbol łącza USB. Napięcie VADP może pochodzić



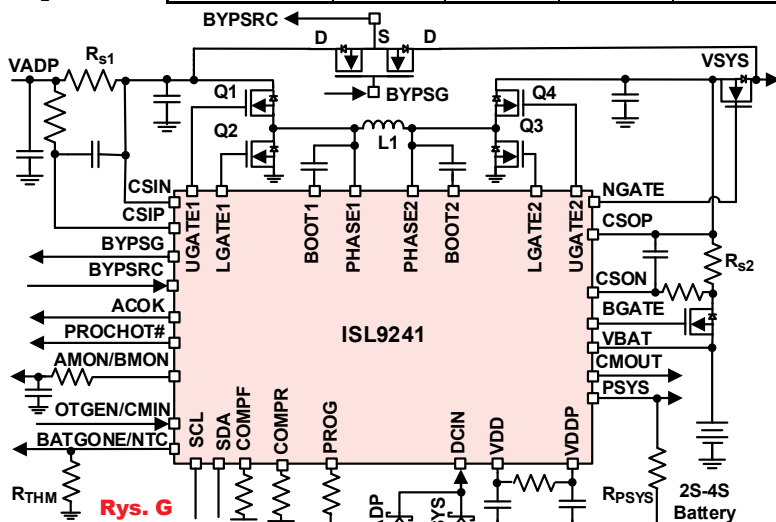
Rys. E

z zewnątrz, z ładowarki, ale przy pracy OTG jest to napięcie wyjściowe, służące do zasilania dołączonych urządzeń z baterii.

Co ciekawe, przewidziano jeszcze jeden specyficzny tryb pracy. Mianowicie gdy akumulator jest już prawie pusty, zmniejsza się jego wydajność prądowa i napięcie, a przy obciążeniu go silnymi impulsami, użyteczne napięcie zasilające nadmiernie by się obniżało. Aby temu zapobiec, wykorzystuje się stosunkowo duży kondensator wejściowy. Wtedy energia z baterii przechodzi przez przetwornicę na wejście (na rysunku B punkt D i kondensator C2), a następnie przez dwa przewodzące MOSFET-y jest przekazywane do układu do punktu C, a MOSFET między punktami B, C jest zatkany.

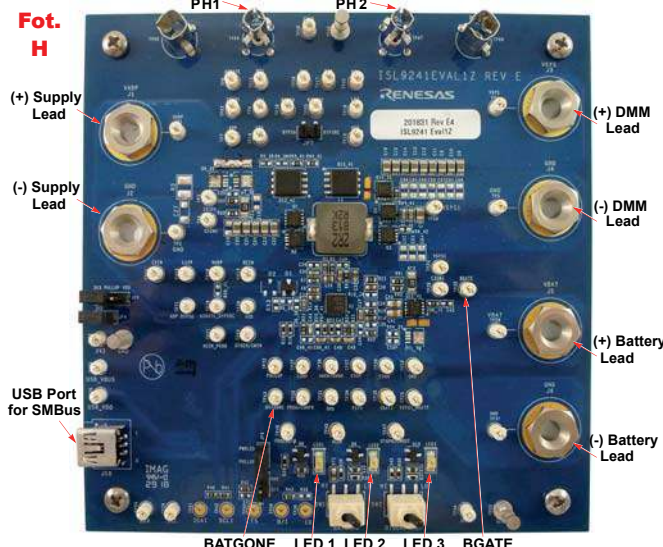
W karcie katalogowej i notach aplikacyjnych można znaleźć wiele dalších interesujących informacji. Są dostępne na stronie: www.renesas.com/eu/en/products/power-management/battery-management/multiple-cell-battery-chargers/device/ISL9241.html#documents w skrócie: <https://bit.ly/2NOfx1A>.

Mode	Q ₁	Q ₂	Q ₃	Q ₄
Buck	Control FET	Sync. FET	OFF	ON
Boost	ON	OFF	Control FET	Sync. FET
Buck-Boost	Control FET	Sync. FET	Control FET	Sync. FET
OTG Buck	ON	OFF	Sync. FET	Control FET
OTG Boost	Sync. FET	Control FET	OFF	ON
OTG Buck-Boost	Sync. FET	Control FET	Sync. FET	Control FET

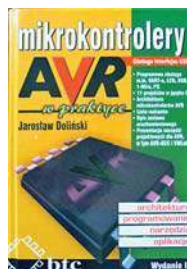


Rys. G

Fot. H



BATGONE LED 1 LED 2 LED 3 BGATE



Można tam też znaleźć informacje o zestawie ewaluacyjnym, którego schemat blokowy pokazany jest na **rysunku G**, a wygląd na **fotografii H**.

Zadanie *Jak8* było trudne do analizy i rozwiązań napłynęło mniej niż zwykle. Prawie wszystkie były prawidłowe, choć naprawdę trudno było rozszyfrować wszystkie szczegóły.

Nagrody-książki otrzymują:

Krzysztof Kamiński – Wierzbica,
Piotr Wyderski – Wrocław,
Leszek Góralczyk – Gdańsk.

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

Zadanie CoTo1912

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,

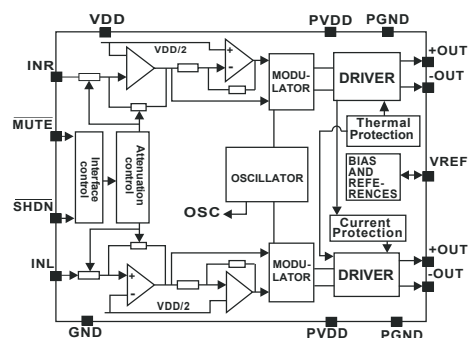
nie zapominając o podaniu adresu niezbędnego do wysyłki upominku.

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *CoTo1912Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.



Rozwiązanie zadania CoTo1909



Rysunek z zadania *CoTo1909* przedstawia schemat blokowy wzmacniacza klasy D PAM8403, zamieszczony w EdW 6/2019 na str. 45.

Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Michał Danaj – Warszawa, **Patryk Wrześniewski** – Piastów, **Bartłomiej Zaworski** – Lublin.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 1/2020

Sonda różnicowa 1MHz

Ceny współczesnych oscyloskopów osiągnęły zaskakująco niski poziom. Niestety, nie można tego powiedzieć o sondach różnicowych do oscyloskopów.

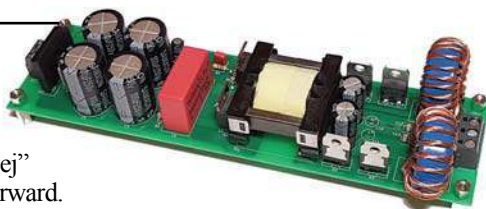
Nie zawsze potrzebna jest kosztowna sonda o szerokim paśmie, często wystarczy bardzo prosta i tania o paśmie 1MHz.



W kolejce na publikację czekają m.in.:

Simple half-bridge SMPS

Przykład prostej „dwukierunkowej” przetwornicy forward.



EdW 2/2020

Analogowy konwerter wideo

Analogowa telewizja nieodwołalnie odeszła do historii, co wcale nie wywołuje naszego żalu i tęsknoty. Jednak nadal są sytuacje, gdy na współczesnym sprzęcie trzeba zobrazować analogowy sygnał wideo, na przykład pochodzący z kultowej konsoli do gier.



Wylącznik nadprądowy

Interesujący układ automatycznie odłączający obciążenie po wykryciu nadmiernego poboru prądu.

Lampka nocna

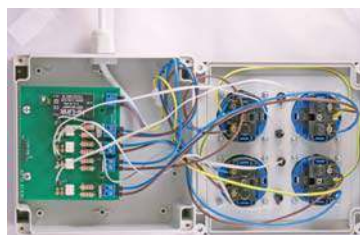
Kolejny projekt dla dziecka: prosty i praktyczny układ, który znajdzie swoje miejsce w każdym dziecięcym pokoju.



EdW 3/2020

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.



Przedłużacz Wi-Fi

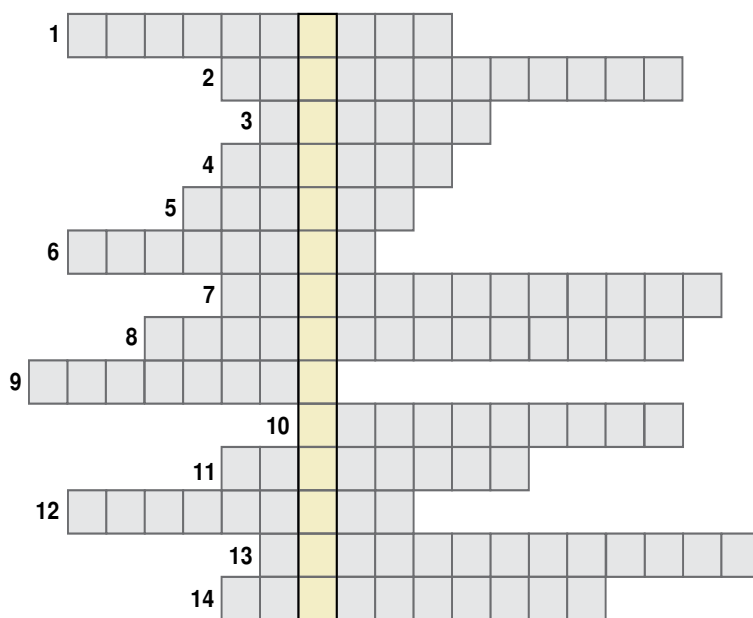
Nie jest to przedłużacz łączy Wi-Fi, tylko przedłużacz „energetyczny” z czterema gniazdkami, sterowany bezprzewodowo przez Wi-Fi.

UWAGA! Skończył nam się zapas krzyżówek Zostań autorem krzyżówki!

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

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

1. Przed początkiem Wszechświata była...
2. Jednoczesne występowanie to...
3. Popularny pierwiastek, kosmiczny popiół to...
4. Mineral używany w detektorach kryształowych to...
5. Twórca mechanicznego analizatora obrazu telewizyjnego to...
6. Cewka to inaczej...
7. W fizykoterapii stosowane są prądy...
8. Orbita satelitów „telewizyjnych” musi być...
9. Odmiana termistora, rodzaj bezpiecznika to...
10. Wynikiem kolizji elektronu z pozytonem jest...
11. Gazowana lampa licząca do dziesięciu to...
12. Rezystor z pamięcią, hipotetyczny podstawowy element łączący ładunek elektryczny ze strumieniem magnetycznym to...
13. Współistnienie to inaczej...
14. Sieć neuronowa lub program, który się uczy i rozpoznaje dane to...



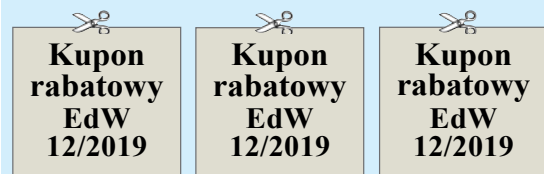
Autorem krzyżówki jest
Edward Ciechanowicz z Białej Podlaskiej.

**Autor w nagrodę otrzymuje
9-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.



Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 9/2019 jest hasło:

Eltra Bydgoszcz

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Artur Węgorowski – Ożarów, **Ryszard Magdycz** – Wrocław, **Robert Kulas** – Bydgoszcz.

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. **Krzyżówka1912Kowalski**. Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

Uwaga! Przesyłając rozwiązanie krzyżówki, nie zapominajcie o podaniu w e-mailu pełnych danych adresowych. Ich brak uniemożliwia wysłanie, a więc także przyznanie Czytelnikowi upominku.

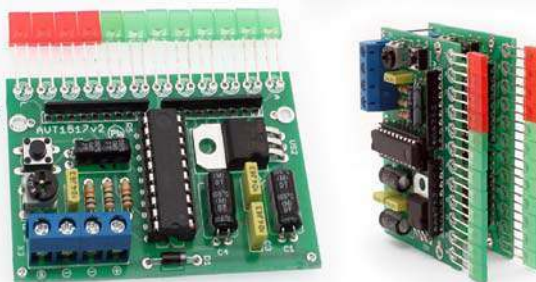
Natomiast przysyłając propozycję zagadki napiszcie: **Krzyżówka – propozycja** (żeby nie myliło się z rozwiązaniami). Wraz z propozycją nowej krzyżówki należy przysłać oświadczenie, że krzyżówka jest oryginalnym dziełem podpisanego i że nie była nigdzie publikowana. Redakcja nie ingeruje w treść merytoryczną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

AVT 1517 Wskaźnik nie tylkoysterowania

Moduł może służyć jako wskaźnik poziomu sygnału np. audio czyniąc go wskaźnikiemysterowania. Może służyć również jako monitor napięcia stając się miernikiem napięć stałych. Dzięki wykorzystaniu mikrokontrolera posiada szereg przydatnych funkcji.



Znajdź nas na 



EdW 12/2019 – lista osób nagrodzonych:

Edward Ciechanowicz....Biała Podlaska
Maciej Czarnecki.....Sławków
Michał Danaj.....Warszawa
Marian Drzewicki.....Katowice
Leszek Góralczyk.....Gdańsk
Dariusz Iwanoczko.....Wrocław
Krzysztof Kamiński.....Wierzbica
Adam Kazior.....Częstochowa
Robert Kulas.....Bydgoszcz
Ryszard Magdycz.....Wrocław

Tomasz Makowski.....Czaplinek
Dariusz Nowacki.....Leszno
Michał Pędzimaż.....Stara Słupia
Dawid Placha.....Rdzawa
Bogdan Rosa.....Tokarzewo
Arkadiusz Siwek.....Ostróda
Sławomir.....
Krzysztof Smoliński.....Poznań
Michał Stach.....Kamionka Mała
Sławomir Szymański.....Brzozów

Jarosław Węgliński.....Warszawa
Artur Węgorowski.....Ożarów
Jakub Wiśniewski.....Wrocław
Mariusz Witoń.....Poznań
Piotr Wrześniewski.....Piastów
Piotr Wyderski.....Wrocław
Bartłomiej Zaworski.....Lublin

Uwaga! Jeśli do końca grudnia poczta 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.**

Errare Humanum Est

EdW 11/2019

Strona 31 (Kurs Arduino), rysunek 7 – punkt wspólny przycisków i potencjometru powinien być dołączony do masy (GND) a nie VIN.

Strona 72 (rozwiązanie zadania *Jak to działa*), kol. 1, wiersz 3 – jest: jest to prosty miernik pojemności, powinno być: jest to prosty miernik **indukcyjności**.

Informację nadesłał
Marian Gabrowski z Polkowic.

Materialy z EdW 9/2019, które uznaliście za najbardziej interesujące:

1. Taki zwyczajny zasilacz...
2. Wyświetlacze graficzne
3. Miernik lamp elektronowych

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Tomasz Makowski – Czaplinek,
Arkadiusz Siwek – Ostróda,
Dariusz Nowacki – Leszno.

Zajrzyj do interesujących materiałów

„Świat Radio” 12/19



Audioprocessor DSP

Jednym z projektów konkursowych PUK 2019 jest audioprocessor DSP zgłoszony przez Zbyska SP6LTP. Prezentowany procesor audio do przetwarzania sygnałów z mikrofonu został opra-

cowany przez rosyjskich krótkofalowców: RX9CIM i R6DAN. Jest to urządzenie cyfrowe, którego zadaniem jest odpowiednie ukształtowanie sygnału trafiającego z mikrofonu do transceivera.

Transceiver HYDRA wg SP2FP

HYDRA, opracowany przez Pawła Bożendę SP2FP, jest trzecim transceiverem CW/SSB tego autora opisywanym na łamach miesięcznika „Świat Radio”. Ten trzypasmowy TRX jest przygotowany w formie zestawu części do samodzielnego montażu

i przewidziany do pracy na pasmach 3, 7 i 14 MHz. Urządzenie pracuje z pojedynczą przemianą z częstotliwością pośrednią 10 MHz i zawiera syntezę z gotowym modulem DDS na układzie AD9850.



R E K L A M A

AVT MOD01/60W Uniwersalny regulator impulsowy 5A

Prosty i niezawodny regulator impulsowy włączany między źródło zasilania, a odbiornik.

Zasilanie może pochodzić z akumulatora lub zasilacza sieciowego o odpowiedniej wydajności prądowej.

Obciążeniem może być dowolny silnik prądu stałego lub żarówka.



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

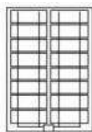
Kolorowe, solidnie wykonane listwy zasilające hugo! Brennenstuhl

- 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



**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

Metalowy chwytak pazurkowy VTPN

- długość 115mm
- metalowa oprawka
- wieloszczękowy uchwyt

Przydatny podczas montażu i demontażu drobnych elementów



12,50zł

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

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWOCZEJ

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

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

z wbudowanym termostatem pokojowym
zapewniającym komfort i oszczędność



REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

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

www.pwkey.pl



Zestaw serwisowy VTSA
do czyszczenia płytek PCB
19zł

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 otwórki
- średnica końcówki 4mm
- długość 120mm



kod: VT760300 SZT
cena: 28,50zł

Przykładowe zastosowania:
polerowanie, wymazywanie,
czyszczenie, szlifowanie zgrubne,
usuwanie zadziorów, rdzy...

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 (szablony do samodzielnego wycięcia)

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

Preparat do styków elektrycznych Kontakt Spray NIGRIN art. 74031

Produkt specjalistyczny, który czyści i chroni styki elektryczne. Usuwa naloty, zapewnia długotrwałą ochronę styków.

IP-74031
11zł

Spray 250ml
Wyprodukowano w Niemczech



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

Elegancki hub z wtyczką USB-C i 7 złączami: 3x USB 3.0, USB-C PD, HDMI oraz wejściami na karty SD i micro SD.



kod: ACMWD-FB02
cena: 178zł

Baseus

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

Zestaw narzędzi 1PK-943B, niezbędny dla każdego! Całość zapakowana w poręczne etui zapinane na zamek błyskawiczny

W zestawie:

- uchwyt z grzechotką
- szczypce proste wydłużone 160mm
- klucz nastawny 6 cali
- elastyczna przedłużka 190mm
- magnetyczny adaptor-bitów 60mm
- bity: PH, PZ, 'x', Imbusy, Torx, kwadrat
- klucze nasadowe calowe i metryczne
- adaptor nasadek
- wiertła: 1.5, 2.5, 3, 4, 5mm
- etui 217x165x55mm



155,50zł

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

Motor napędzany słońcą wodą

H2O MOTOR
36zł



Edukacyjna zabawka dla dzieci.
Zabawa polega na złożeniu samodzielnego motocykla i uruchomieniu go za pomocą wody z solą.

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

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

Żarówka LED z mikrofalowym czujnikiem ruchu

- Temperatura barwowa: 4000K
- Strumień świetlny: 600lm
- Kształt: klasyczny, klosz 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

Pisaki Edding

- dostępne w czterech kolorach
- napisy odporne na ścieranie
- wodoodporny, szybko schnący tusz
- nadają się do pisania po większości powierzchni, m. in.: na folii, szkłe, PCB, CD/DVD itp. materiałach



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

Lekka torba na narzędzia ST-8BA

- 1 komora z mocowaniami (gumki i rzepy)
- duża kieszeń zapinana na rzep
- uszytwnione boki
- wymiary: 390x260x110mm



ST-8BA
89.70zł

Pro'sKit®

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

Słuchawki bezprzewodowe Bluetooth SN-BT1001



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

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

Precyzyjne cążki boczne Velleman VT301

- do przewodów miedzianych Ø1.6mm
- utwardzone ostrza
- wymiary 55 x 135mm



35zł

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
 - Podstawa pod kolbę grotową wraz z gąbką czyszczącą
 - Kolba grotowa z grotom T-I
 - Chwytnak do podnoszenia układów

YH-899D-II 350zł

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
- plaski: 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





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 wejścia i wyjścia, 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. Automatyka 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 automatyki domowej przy użyciu platformy Arduino, ta książka jest dla Ciebie. Aby zrozumieć opisane w niej projekty, musisz już mieć pewną wiedzę na temat Arduino i znać zasady programowania w takich językach, jak C i C++.

Marco Schwartz, strona 112, cena 33 zł

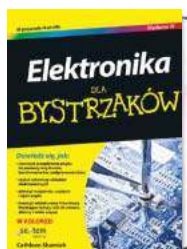


KS-170405

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

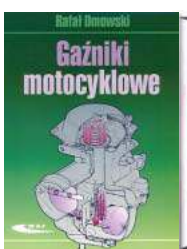


KS-160400

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.

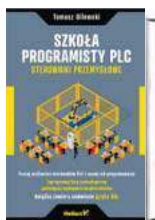
Rafał Dmowski, strona 104, cena 45 zł



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

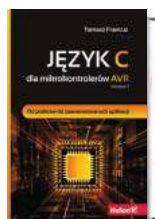
Po dwudziestu pięciu latach nowe, gruntownie zmienione polskie wydanie cieszącej się ogromnym powodzeniem „Sztuki elektroniki”, powszechnie uznanej za najlepszy podręcznik, a zarazem vademecum projektowania analogowych i cyfrowych układów elektronicznych. Poprzednie wydania tej książki, przetłumaczone 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! Obróć 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

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 10/2019

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 11/2019

Miejsce na
kupon
rabatowy
EdW 12/2019

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

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kity

Oznaczenia wersji kitów:

- [A] płytki drukowane PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytki PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytki PCB (lub płytki), UK (jeśli występuje) i komplet elementów elektronicznych wymienionych w dokumentacji zestawu.
- [C] zestaw zmontowany

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod – Nazwa	Ilość

Nadawca:

imię i nazwisko

mój numer prenumeraty

Adres:

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł



nr telefonu

e-mail

data

podpis

AVT HOBBY BOX Pakiet Elektronika Hobbysty

AVT HOBBY! Zestaw specjalnie przygotowany dla hobbystów elektroników!

Wyjątkowość zestawu AVT HOBBY polega na jego zawartości. Panel ekspertów wraz z grupą elektroników praktyków przygotował zestaw podstawowych, najczęściej wykorzystywanych elementów elektronicznych, na bazie których początkujący elektronik bez trudu skonstruuje wiele ciekawych układów, a także pozna sposoby ich działania.

Jak wiadomo, każdy elektronik z czasem tworzy swój własny magazyn części i podzespołów elektronicznych a niniejszy zestaw stanowi doskonałą bazę do zapoczątkowania takiego magazynu.

Całość zapakowana w organizer z systemem ruchomych przegród i przezroczystym wieczkiem.



Kod handlowy:
AVT HOBBY BOX



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



AVT1988
Animowana choinka LED 3D



AVT1986
Animowana bombka LED 3D



CHOINKA MT
Świąteczna Choinka od Młodego Technika



AVT1844
Świąteczna Choinka LED dla każdego



AVT1900
Animowany Bałwan LED



AVT3150
Bałwanek LED dla każdego



AVT3250
Bombka LED dla każdego



AVT1717
Miniaturowa choinka LED