Szkoła Konstruktorów – Pomiar dowolnej wielkości elektrycznej lub nieelektrycznej

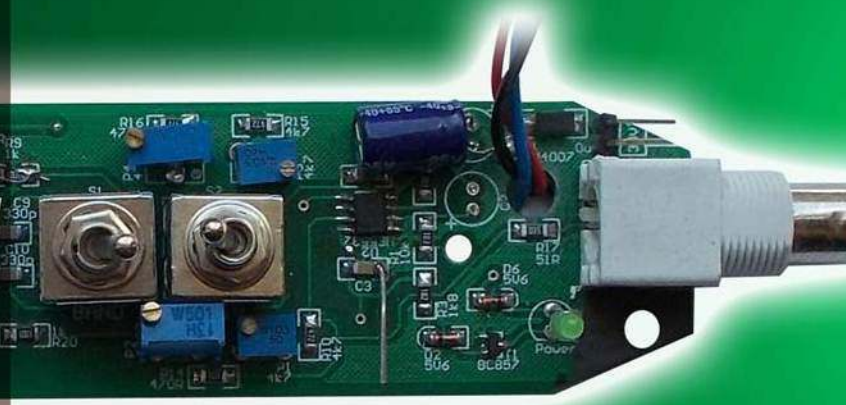
# ELEKTRONIKA dla wszystkich

1/2020 STYCZEŃ • CENA 13,90zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

# Różnicowa sonda oscyloskopowa 1MHz

## Przedłużacz Wi-Fi



- Tranzystory – Sterowanie MOSFET-ami
- MPPT – „Nocne cofanie prądu"
- Napisz artykuł do EdW! – Nowe wskazówki dla Autorów
- Infinity – Pomiar temperatury za pomocą termopary
- Z potrzeby chwili... Oświetlenie garażu
- Solarna ładowarka akumulatorów 12V – Stabilizator równoległy
- Lampka nocna
- Felieton: Niezadowolony...
- Kurs Arduino – Biblioteka GFX
- Przetwornice indukcyjne
- Elektromechaniczny przerzutnik bistabilny typu T
- Moduły zasilające

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698
9 771425 169207 01

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe
www.thingiverse.com/thing:486983
sklep.avt.pl

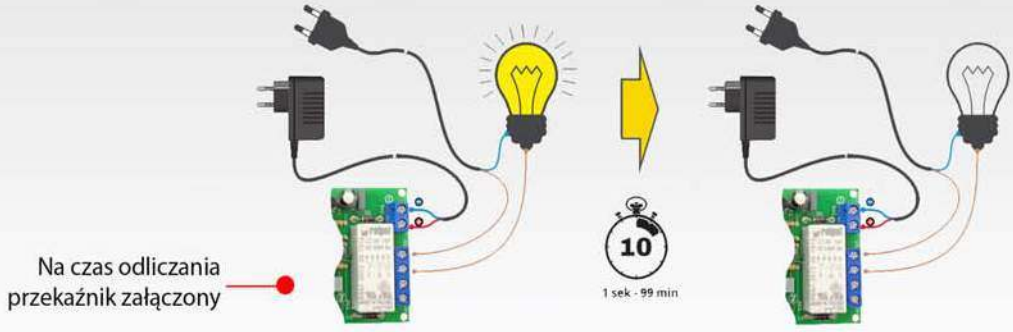
Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl
Miejsca dla specjalistów

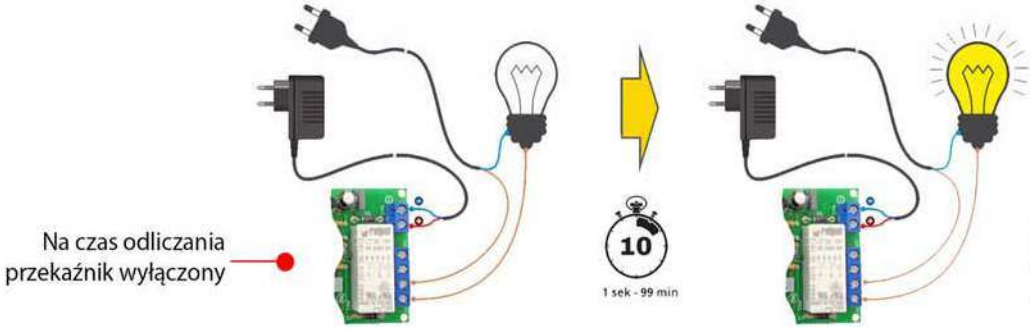
OLED
artronic
OPTOELEKTRONIKA
www.artronic.pl

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

# AVT 1995 Precyzyjny timer 1 sekunda…99 minut

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




Kod handlowy:
AVT1995

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

eprasa.pl b02520071f

velleman®
# TOOLS
## DESK WORKING LAMP

Profesjonalna lampa biurowo-warsztatowa przykręcana do blatu.
Doskonale oświetla miejsce pracy. Wykonana została z wysokiej jakości materiałów.
Dzięki starannie opracowanej konstrukcji i wymiennym świetlówkom,
jest to produkt który może służyć nam długi czas.

**ZASILANIE**
230 VAC / 50 Hz

**DŁUGOŚĆ RAMIENIA**
105 cm

**TEMPERATURA BARWOWA**
> 6400 K

**VTLAMP6**
**229zł**

- strumień świetlny 1150lm
- moc 42W
- źródło światła: 3 świetlówki T5 14W
- wymiary oprawy: 60 x 11 cm
- masa 3.2kg

**Idealna dla rysowników, kreślarzy, majsterkowiczów.**
**Lampa przyda się również w gabinecie kosmetycznym, protetycznym, weterynaryjnym...**

**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**

eprasa.pl b02520071f

**Firmy prezentujące swoje oferty w niniejszym wydaniu EdW**


ARTRONIC ..... 1

ELMAX ..... 77

EX-OR ..... 77

FERYSTER ..... 53

GTB-SOLARIS ..... 77

PIEKARZ ..... 1, 33

PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

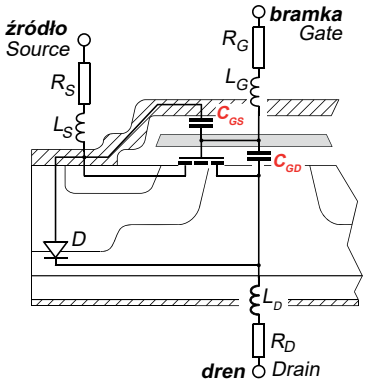
PW KEY ..... 77

SEMICON ..... 23

## str. 18

### Przedłużacz Wi-Fi

Prezentowany układ nie jest urządzeniem do przedłużania zasięgu sieci Wi-Fi. Jest to przedłużacz energetyczny z czterema gniazdami, które są włączane i wyłączane za pomocą domowej sieci Wi-Fi oraz strony internetowej.




## str. 42

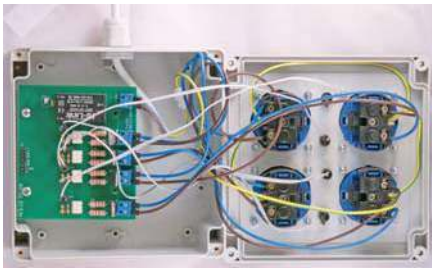
### MPPT

Temat instalacji solarnych budzi ogromne zainteresowanie nie tylko elektroników. Wbrew pozorom istotne szczegóły zagadnienia są słabo rozumiane i nie są wcale proste. Artykuł omawia ważne zagadnienia związane z „nocnym cofaniem prądu".

## str. 15

### Różnicowa sonda oscyloskopowa 1MHz

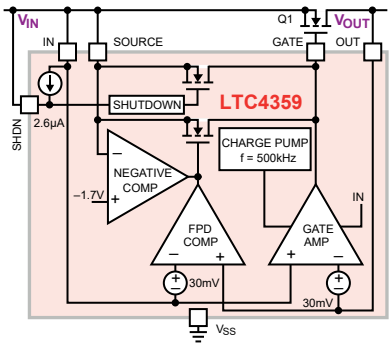
Ceny współczesnych oscyloskopów osiągnęły bardzo niski poziom. Niestety nie można tego powiedzieć o sondach różnicowych. Prezentowane rozwiązanie może być przykładem poszukiwania akceptowalnie tanich, prostych rozwiązań.



## str. 32

### Tranzystory. Sterowanie MOSFET-ami

Pierwsza część nowego cyklu, który powstał na wyraźne życzenie Czytelników. W kolejnych odcinkach omówiona zostanie budowa MOSFET-ów, ich specyfika oraz wynikające z tego wymagania związane z prawidłowym sterowaniem nimi.




## str. 61

### Z potrzeby chwili... Oświetlenie garażu

Przykład, jak w sposób szybki, łatwy i tani rozwiązać problem oświetlenia garażu, do którego nie można doprowadzić linii sieci energetycznej 230V.
Zachęcamy do współtworzenia cyklu!


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



**Miesięcznik**

*www.elportal.pl*

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

**Wydawca:**
Wiesław Marciniak

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

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

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

**Opracowanie graficzne, skład:**
Ewa Górecka-Dudzik

**Okładka, zdjęcia, skanowanie:**
Piotr Górecki jr

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

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

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

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

**Korespondencja elektroniczna:**

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

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

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

uwagi do rubryki Errare:
*errare@elportal.pl*

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

**Stali współpracownicy:**

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


eprasa.pl b02520071f

# ELEKTRONIKA dla wszystkich

**Styczeń** **1 (289)**

## Projekty

### Projekty AVT


Różnicowa sonda oscyloskopowa 1MHz ..... 15
Przedłużacz Wi-Fi ..... 18
Infinity – system automatyki domowej.
Pomiary wielkości fizycznych – pomiar temperatury za pomocą termopary ..... 22


### Elektronika 2000


Lampka nocna ..... 58


### Forum Czytelników


Z potrzeby chwili... Oświetlenie garażu ..... 61
Solarna ładowarka akumulatorów 12V – stabilizator równoległy ..... 62


## Szkoła Konstruktorów


**Zadanie główne 287**
Przedstaw lub zaproponuj układ/urządzenie/instalację która została wykonana lub może być wykonana „z potrzeby chwili” ..... 49
**Rozwiązanie zadania głównego 282**
Zaproponuj dowolny miernik lub przystawkę pomiarową do woltomierza do pomiaru dowolnej wielkości elektrycznej lub nieelektrycznej ..... 50
**Druga klasa Szkoły Konstruktorów** Co tu nie gra? 287, 282 ..... 54
**Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów** Policz 287, 282 ..... 57


## Artykuły różne


Felieton: Niezadowolony... ..... 14
Kurs Arduino, odcinek 20c ..... 26
Wokół Arduino. Wyświetlacze graficzne, część 3 ..... 29
Tranzystory. Sterowanie MOSFET-ami, część 1 ..... 32
Napisz artykuł do EdW! Nowe wskazówki dla Autorów ..... 36
Przetwornice indukcyjne, część 33 ..... 38
MPPT, część 3 ..... 42
Elektromechaniczny przerzutnik bistabilny typu T ..... 46
Moduły zasilające, część 2 ..... 66


## Rubryki stałe


Nowości, ciekawostki ..... 6
Poczta ..... 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


## *Styczeń*

Kolejny rok zaczynamy projektem sondy różnicowej, która znacząco ułatwi wiele pomiarów. Do ważnego i praktycznego tematu wyposażenia warsztatu oraz do ulepszania przyrządów pomiarowych i ich wyposażenia bedziemy wracać. W tym numerze znajdziecie też kilka innych interesujących projektów, jednak szczególną uwagę chciałbym zwrócić na pierwszy odcinek cyklu przedstawiającego problemy i rozwiązania związane ze sterowaniem MOSFET-ami, które pracują w roli kluczy – przełączników. Cykl powstał na Wasze wyraźne życzenie, ponieważ okazało się, że zagadnienie, wbrew pozorom, jest słabo znane i rozumiane.

Drugim artykułem, którego nie wolno przeoczyć, jest odcinek cyklu MPPT, w którym omawiamy na pozór prosty temat diod blokujących w systemach solarnych. Od zwyczajnych diod przechodzimy bowiem do diod idealnych, które znakomicie zmniejszają straty.

W naszym wspólnym czasopiśmie przedstawia swoje projekty wielu Czytelników i najwyższy czas, żeby przypomnieć i zaktualizować ***wskazówki dla Autorów EdW***. Na stronie 36 oraz w Elportalu znajdziecie gotowy wzorzec do stworzenia artykułu oraz ważne zalecenia i wymagania, dotyczące przygotowania tekstu i innych składników publikacji. Wykorzystanie tego wzorca znakomicie ułatwi pracę zarówno Autorom projektów, jak i nam w redakcji.

W tym numerze w nowym cyklu ***Z potrzeby chwili...*** publikujemy drugi projekt, którego historia przedstawiona jest w rubryce *Poczta*. Czy i Ty mógłbyś przedstawić swoje rozwiązanie w ramach 287. zadania *Szkoły*?

Jak zawsze serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki

***Prenumerata – naprawdę warto!***

eprasa.pl b02520071f

## SNAPDRAGON 865

Qualcomm niedawno zapowiedział wprowadzenie do oferty dwóch nowych procesorów dla smartfonów. Chodzi o Snapdragona 865 oraz Snapdragona 765. Różnice między nimi zmuszą producentów telefonów do dokonywania ważnego wyboru w kwestii 5G.

865 to następca poprzedniego flagowca, który występował w wielu tegorocznych smartfonach z najwyższej półki. W tym roku największe zmiany w dziedzinie procesorów dotyczą tego czy i jak dany chip współpracuje z modemem 5G.

Wydawało się, że Qualcomm będzie chciał zintegrować najnowszy procesor z takim modemem, ale okazało się, że tak się nie stanie. Snapdragon 865 będzie dostarczany producentom na takiej samej zasadzie jak jego poprzednik, a więc w podstawowej wersji, tylko z LTE. Jeśli projektanci sprzętu zechcą oferować smartfony z modemem 5G, będzie on osobnym komponentem, dokupowanym od Qualcomma. Firma najprawdopodobniej wykorzysta w tym celu modem X55 drugiej generacji.

Drugim układem, zapowiedzianym dziś przez Qualcomma, jest Snapdragon 765. Model ten przeznaczony jest do smartfonów ze średniej półki i... ma wbudowany modem 5G. Doprowadzi to do sytuacji, w której to najważniejszymi dla branży mobilnej urządzeniami z 5G nie będą modele najdroższe, a telefony oferowane w cenach przystępniejszych dla przeciętnego klienta.

## APPLE – GIGANT... OCHRONY ZDROWIA?

Firma z Cupertino znana jest przede wszystkim ze sprzedaży iPhone'ów i to właśnie to urządzenie generuje większość przychodu spółki. Apple jest jednak też największym na świecie producentem inteligentnych zegarków, które wyposażono w rozległe funkcje związane z monitoringiem parametrów witalnych, takich jak puls czy ostatnio – ciśnienie krwi.

Z uwagi na ogromną popularność tych urządzeń, firma zbiera niesamowitą ilość (rzekomo) anonimowych danych, które mogą być wykorzystywane przez medyczne instytuty badawcze. Prezes firmy, Tim Cook, powiedział ostatnio: „Jeśli spytalibyście mnie, co jest najważniejszą rzeczą, jaką Apple zrobiło dla ludzkości, powiedziałbym, że jest to wkład w dziedzinę służby zdrowia." Cook odniósł się w tym wypadku do funkcji EKG, którą można znaleźć w nowym Apple Watch. Jego zdaniem odczytywanie danych dotyczących kondycji użytkownika bezpośrednio z jego nadgarstka to wyjątkowo ważna sprawa. Dzięki niewielkiemu zegarkowi można wpłynąć na styl życia wielu osób zagrożonych chorobami układu krwionośnego, a w szczególnych przypadkach – jego posiadanie może nawet uratować życie.

Wiele wskazuje na to, że Apple rzeczywiście może stać się liderem na rynku prewencji w zakresie ochrony zdrowia. Takie zastosowanie zegarków od tej firmy jest zdecydowanie bardziej cenne niż wyświetlanie powiadomień czy śledzenie aktywności fizycznej.

## AUTONOMICZNE TAKSÓWKI OD MERCEDESA?

Samochody autonomiczne powoli przechodzą z kategorii ciekawostki do rozwiązań komercyjnych. Na drogi (na razie Stanów Zjednoczonych ze względu na ograniczenia prawne) wyjedzie już niedługo samodzielna flota limuzyn Mercedesa. Wybrani klienci będą mogli zamówić przejazd zautomatyzowanym samochodem z poziomu mobilnej aplikacji, podobnie jak zamawia się Ubera.

Mercedes i Bosch mają nadzieję, że program pilotażowy dostarczy cennych danych na temat dalszego rozwoju zautomatyzowanego systemu jazdy na poziomie 4 i 5 (w skali autonomiczności). Mówimy o rozwiązaniach, które w nieodległej przyszłości mają pozwolić na w pełni autonomiczną jazdę, bez udziału kierowcy bezpieczeństwa. Partnerzy spodziewają się również, że uzyskają więcej informacji na temat sposobu integracji samochodów z wbudowanymi systemami mobilnymi, które obejmują między innymi transport publiczny i wspólne użytkowanie auta.

To jest wersja optymistyczna. Niektórzy specjaliści od uczenia maszynowego i sieci neuronowych twierdzą, że o ile da się nauczyć samochód jeździć po dobrze oznakowanych autostradach, to w gęstym ruchu miejskim będzie to szalenie trudne, a moc obliczeniowa i algorytmy są za słabe, żeby podołać temu zadaniu. Mimo tych wątpliwości niemal wszyscy duzi gracze na rynku samochodów inwestują w badania nad samochodami autonomicznymi. Na razie w tym obszarze dominuje Tesla, która do projektowania samochodów podchodzi zupełnie inaczej niż stare koncerny, takie jak Mercedes czy Toyota.

## OFENSYWA SAMSUNGA W PIERWSZYM KWARTALE

Wygląda na to, że luty roku 2020 będzie miesiącem Samsunga. Koreańczycy poza swoim flagowym modelem z najlepiej sprzedającej się serii Galaxy S mają także zaprezentować drugą generację własnego składanego smartfona – Galaxy Fold 2.

Według informacji i przecieków nowy Fold byłby znacznie tańszy od swojego poprzednika i otwierał się nie jak książka, a jak telefon z klapką starego typu. Jeśli chodzi o wzornictwo jest to dość wyraźna kopia nowej Motoroli Razr. To między innymi cena była problemem pierwszych generacji składanych smartfonów i z tym kłopotem borykał się nie tylko Samsung. Ważniejszym niż obniżenie ceny będzie jednak rozwiązanie wad związanych z samą konstrukcją składanego ekranu. Pierwsza generacja smartfonów Fold łatwo ulegała uszkodzeniom – zarówno jeśli chodzi o zarysowania ekranu jak i o sam wyświetlacz.

Dużo bezpieczniejszą drogą poszedł Microsoft, który swoje składane urządzenie oparł nie na elastycznym ekranie, tylko na… dwóch ekranach, które po rozłożeniu tworzą jeden większy. Minusem takiego rozwiązania jest wyraźna bruzda dzieląca oba wyświetlacze. Premiera urządzenia od firmy Redmond planowana jest jednak dopiero na grudzień 2020, co sprawi, że będzie ono konkurować z drugimi generacjami smartfonów składanych od Samsunga, Motoroli czy Huawei.

## NVIDIA HOPPER

Już jakiś czas temu pojawiły się pierwsze plotki na temat nowego GPU Nvidii o nazwie kodowej Hopper. Te właśnie znalazły potwierdzenie, ponieważ jak donosi redakcja VideoCardz, amerykanie zarejestrowali w Urzędzie Patentów i Znaków Towarowych Stanów Zjednoczonych nazwy Hopper i Aerial. Sam wniosek nie zdradza z czym mamy do czynienia, ale wcześniejsze przecieki sugerowały, że ta pierwsza nazwa odnosi się do układu graficznego typu MCM. Pomimo faktu, że technologia Multi-Chip-Module znana jest od dawna, dotychczas stosowana była głównie w CPU, m.in. w procesorach Intel Core2Quad. Jeśli MCM zostanie przeniesiona do GPU, przynieść może tu naprawdę duże zmiany, dostarczając nam układy, które oferują wydajność dalece wykraczającą poza to, co oferuje architektura monolityczna.

Nazwa Nvidia Hopper pochodzi od nazwiska Grace Hopper. Amerykanka uznawana jest za jedną z pionierek informatyki. Jej prace skoncentrowane były wokół tematyki programowania. Była jedną z osób pracujących nad translatorami, kładła również podwaliny pod pierwsze języki programowania, w tym COBOL.

W najbardziej optymistycznym scenariuszu układy Hopper ujrzą światło dzienne dopiero w roku 2022. O ile Ampere (najbliższa nowa generacja) nie przyniesie diametralnych zmian względem obecnego Turinga, o tyle Hopper ma szanse zmienić sposób, w jaki obecnie produkowane są układy graficzne.

## KONIEC WSPARCIA GOOGLE GLASS

Okulary rozszerzonej rzeczywistości Google Glass były pionierskim, bo pierwszym o tak dużej skali projektem, który od początku swojego istnienia budził wiele emocji. Firma z Mountain View zainwestowała ogromne środki nie tylko w badania i rozwój, ale też w działania marketingowe mające promować nowe urządzenie. Glass pojawiały się na pokazach mody czy u najbardziej wpływowych recenzentów.

Okazało się jednak, że powód klęski tego urządzenia był zaskakujący, daleki od techniki i ekonomii. Otóż ludzie nie życzyli sobie obecności innych osób z okularami wyposażonymi w kamerę w ich obecności. Osoby noszące Google Glass zostały zbiorczo nazwane bardzo nieeleganckim określeniem, a Google musiało zmniejszyć produkcję i oczekiwania względem tego urządzenia.

Dziś wiemy już na sto procent, że pierwsze Google Glass ostatecznie przestaną być wspierane po 25 lutego 2020 roku. Tym samym testerzy, jeśli jeszcze tacy istnieją, zostaną pozostawieni samym sobie. Nie będzie można nawet zalogować się na swoje konto Google. To dość jednoznaczne odcięcie pępowiny, które pokazuje, że firma nie liczy już tutaj na zbyt wiele. Owszem, wciąż będzie można sparować akcesorium z telefonem czy wykonywać zdjęcia, jednak o wsparciu dla aplikacji od Google można zapomnieć. Gigant wycofa się też z aplikacji MyGlass. Bardzo słabo sprzedaje się też konkurencyjny Magic Leap, co stawia pod znakiem zapytania przyszłość urządzeń rozszerzonej rzeczywistości noszonych na głowie.

# PRENUMERUJ

prenumerata roczna
**1 wydanie gratis**
152,90 zł

prenumerata dwuletnia
**6 wydań gratis**
250,20 zł

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

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

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

## do 50% zniżki
**za lojalność**

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

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

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

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

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

Twoje dane osobowe przekazujemy Poczcie Polskiej, która dostarcza do Ciebie przesyłki. Bez Twojej zgody nie przekażemy i nie będziemy dokonywać obrotu (nie użyczymy, nie sprzedamy) Twoich danych osobowych innym osobom lub instytucjom. Twoje dane osobowe możemy przekazać jedynie podmiotom uprawnionym do ich uzyskania na podstawie obowiązującego prawa (np. sądy lub organy ścigania) – ale tylko na ich żądanie w oparciu o stosowną podstawę prawną. Będziemy przetwarzać Twoje dane osobowe przez 5 lat od zakończenia roku obrachunkowego, w którym wystąpiła ostatnia płatność. Dane osobowe do celów marketingowych będziemy przetwarzać do czasu wycofania przez Ciebie zgody na przetwarzanie lub do czasu usunięcia danych.

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

eprasa.pl b02520071f

# ...i korzystaj
# Z PRZYWILEJÓW

## prezent za zaprenumerowanie magazynu

Każdorazowo opłacenie prenumeraty
jest premiowane prezentem.
W tym numerze są to (do wyboru):

- koszulka z logo EdW (rozmiar L, XL)
- płyta Johnny'ego Casha „Out Among the Stars"

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

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

## kody na bezpłatne e-wydania

dowolnych naszych czasopism:

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

## rabaty i gratisy

w Klubie AVT Elektronika

- do 50% zniżki w Sklepie AVT (szczegóły na sklep.avt.pl/webpage/rabaty.html)
- do 50% zniżki na www.UlubionyKiosk.pl
- bezpłatne czasopisma dla prenumerujących minimum dwa tytuły Wydawnictwa AVT (szczegóły na avt.pl/klub)

eprasa.pl b02520071f

# Poczta

## edw@elportal.pl

**W rubryce „Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi i komentarze. Prosimy o listy dotyczące bieżących wydań EdW, a także o listy z Waszymi komentarzami, propozycjami, problemami, pytaniami, oczekiwaniami względem nas, z propozycjami tematów do opracowania, itp. Autorzy najciekawszych, wartościowych listów otrzymują upominki, najczęściej w postaci drobnych kitów AVT. Piszcie do nas, bardzo cenimy Wasze listy, choć nie wszystkie prośby możemy zrealizować.**

**UWAGA! UWAGA!**

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

---

Do części projektów publikowanych w EdW firma AVT proponuje kompletne zestawy elementów albo tylko płytki drukowane. Na początku i końcu takich artykułów-projektów podana jest informacja o numerze kitu AVT. Jeżeli w artykule numeru kitu nie ma, a Czytelnicy byliby zainteresowani nabyciem zestawów albo samych płytek, jest to możliwe.
AVT uruchomi realizację kitów/płytek, o ile tylko gotowość zakupu wyrazi przynajmniej kilku chętnych. Zgłoszenia i pytania w tej sprawie należy nadsyłać wprost na adres:

**kity@avt.pl**

---

*Witam*
*Mam 15 lat. Uczę się w liceum i jestem samoukiem z elektroniki. (...) Ostatnimi czasy zaintrygowała mnie... świetlówka. Poczytałem o CCFL, o inwerterach ... i nie potrafię zrozumieć tego schematu.(...) Jeżeli nie będzie to za duży problem, to proszę o pomoc w zrozumieniu tego działania.*

*Pozdrawiam*
***Piotr Jankowski***

Autor listu spełnienie swojej prośby znajdzie już w tym numerze w Skrzynce porad na stronie 12. Piotr pyta o stosunkowo prosty układ inwertera. Stosunkowo prosty, jednak nie tak łatwy do analizy z uwagi na specyficzne cechy lamp wyładowczych, w których prąd płynie przez zjonizowany gaz, a kluczowym problemem jest zapłon.
W praktyce spotyka się wiele rodzajów i odmian sterowników kompaktowych świetlówek (*ballast*) oraz mnóstwo sterowników lamp CCFL (Cold Cathode Fluorescent Lamp). Rozwiązania bywają bardzo interesujące, choć większość to popularna i jak najtańsza masówka.
Dziś lampy fluorescencyjne to już historia. Zostały wyparte przez diody LED. Dlatego w EdW nie planujemy szerszego materiału o sterownikach kompaktowych świetlówek i CCFL, natomiast pomału przygotowywany jest naprawdę aktualny i potrzebny, fascynujący materiał o sterownikach diod LED, gdzie też oczywiście wykorzystuje się różnego rodzaju przetwornice impulsowe.

Tuż przed opublikowaniem grudniowego numeru EdW do redakcyjnej skrzynki trafił e-mail o treści:
*Witam.*
*Projekt powstał z potrzeby chwili. Garaż bez możliwości dociągnięcia energii elektrycznej. Ciemno robi się wcześnie i problem. Praktycznie nic nie widać. Szczęściem został stary akumulator (...)*

***Grzegorz Świnder***

Autor otrzymał potwierdzenie otrzymania z informacją:
*(...) miał Pan niesamowite wyczucie: w numerze grudniowym startuje nowy cykl artykułów:* ***Z potrzeby chwili...*** *Materiał idealnie nadaje się do tego cyklu (...)*
W drugim e-mailu napisał:

*Nawet nie wiecie, jak się cieszę! Moja kobieta w tamtym roku zarysowała samochód, wjeżdżając do tego garażu (czołg by się zmieścił). Nie miałem wyjścia – musiałem światło zrobić. Naprawdę pięknie działa. Opublikujcie, bo ludzie mi nie wierzyli, że za psie pieniądze można coś takiego zrobić.*

***Grzegorz***

Materiał prezentujemy już w tym numerze na stronie 61.
Czekamy też na opisy mniej i bardziej skomplikowanych rozwiązań, które powstały ***Z potrzeby chwili...***

---

*Witam*
*Zostałem niejako wywołany przez Mariusza Witonia w EdW 12/2019, więc odpowiem: Teoretycznie można dać możliwość montowania elementów w różnych obudowach, ale o miniaturyzacji nie ma wtedy mowy. Ponadto elementy są tanie i mowa o demontażu do mnie nie przemawia, ponieważ wylutowanie elementu kosztuje (a co tam, po nowemu: generuje $CO_2$). Drogie są np. niektóre uC, PFGA, ale tu najczęściej wybór obudowy nie wchodzi w grę.*
*Co do generowania grafiki (Adam z Częstochowy), to uC jest raczej złym kierunkiem. Można próbować z np. STM32, gdzie DMA robi czarną robotę, ale takie rzeczy to najlepiej na FPGA. Cóż, swoje kosztują. Często grafika była robiona na CPLD (Xilinx, Altera) w automatach (rozrywkowych, hazardowych). Sam taką grafikę „popełniłem" na zlecenie ówczesnego przełożonego (...). Nawet to działało, ale ówczesne CPU (przeważnie Z-80) nie dawały rady (zanim zabrałem się za robotę, sygnalizowałem problem). Teraz jest inaczej, nawet SPI może wystarczyć do komunikacji. Jeśli jest zainteresowanie, można byłoby zrobić (reaktywować) projekt. CPLD to jakieś 20zł, do tego (brzydkie słowo) SRAM. Czas dostępu jakieś 20ns, pojemność = rozdzielczość razy 2, aby zrobić podwójne buforowanie. Kiedyś wyciągałem CASH z płyt PC (62256*



eprasa.pl b02520071f

*wąskie obudowy DIP28), teraz nie ma problemu kupić i 1MB. W sumie temat generowania obrazu jest ciekawy. Robiłem to, więc coś tam wiem, a nie tylko teoria ze szkoły, jak to przeważnie bywa. Programatory (BB) mam, nawet MAX3128, więc mógłbym zająć się tematem.*

*Pozdrawiam*
**Sławomir**

Temat wyświetlania grafiki jest interesujący, ale też bardzo obszerny i trudny. Aktualnie w EdW przedstawiamy elementarne podstawy tego zagadnienia, po części równolegle z kursem Arduino. Większość Czytelników nie jest zainteresowana wszystkimi szczegółami dotyczącymi kontrolerów i kart graficznych, a tylko chciałaby opanować praktyczne i jak najprostsze sposoby wykorzystania współczesnych wyświetlaczy i ekranów. Najlepiej z pomocą gotowych bibliotek. Jeżeli jednak zgłosi się (***edw@elportal.pl***) znacząca liczba chętnych, można byłoby przedstawić w EdW projekt tego rodzaju kontrolera.

---

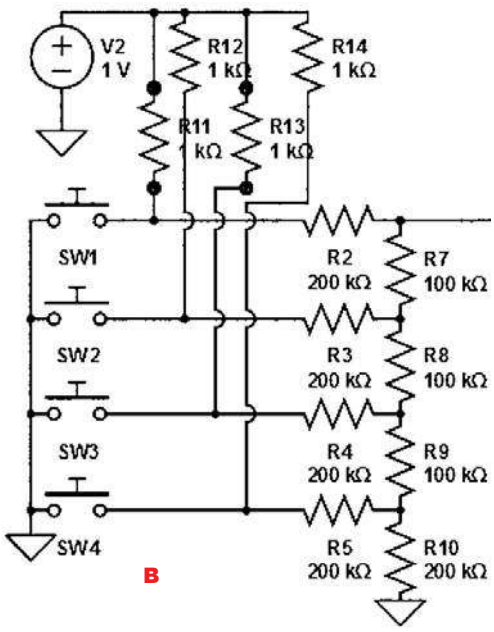
*Pozdrawiam Redakcję EdW!*
*Proponuję na ten zbliżający się czas zimowy temat zadania konstruktorów:*
***Przedstaw swój prostownik do ładowania akumulatora.***
*Większość z nas ma gotowe, kupione ładowarki, ale dużo osób ma prostowniki własnej konstrukcji.*
*Wysłane ze smartfona (...)*

***Piotr***

Zachęcamy do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły Konstruktorów! Jednak to zgłoszenie trafia do rubryki Poczta. Z jednej strony tematyka ładowania akumulatorów jest wciąż bardzo aktualna i warto się tymi zagadnieniami zajmować. Z drugiej strony, propozycja nie bardzo nadaje się do Szkoły Konstruktorów, której celem jest zachęcanie młodych i mniej młodych uczestników do przedstawiania własnych, oryginalnych, autorskich rozwiązań. A w dziedzinie akumulatorów trudno dziś o rozwiązania oryginalne i autorskie, ponieważ często wykorzystujemy typowe rozwiązania i fabryczny sprzęt. Nawet gdy ładowarka, lub jak wcześniej mówiono: prostownik, jest własnej konstrukcji, to najczęściej pomysł i schemat są zaczerpnięte z literatury. Własne jest najczęściej tylko wykonanie. Często są to pomysły i schematy sprzed wielu lat. A wymyślenie nowych jest za trudne dla zdecydowanej większości Czytelników EdW.
Natomiast jak najbardziej celowa i pouczająca byłaby wymiana doświadczeń: i dobrych, i złych oraz informacje o rozwiązaniach, które się sprawdzają. Ale to nie bardzo mieści się w ramach Szkoły Konstruktorów. Dlatego list prezentowany jest tutaj z zachętą, by Czytelnicy podzielili się doświadczeniem dotyczącym akumulatorów w ramach Forum Czytelników. Piszcie: ***edw@elportal.pl***

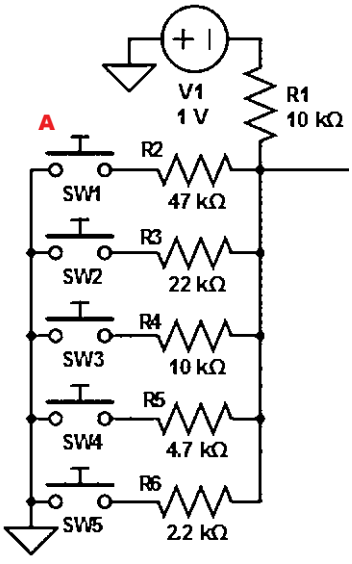
---

*Witam*
*Zainspirowany kursem Arduino, konkretnie tematem przyłączenia kilku przycisków do wejścia ADC (EdW 12/2019), proponowałbym inną wersję. Pierwsza (**rysunek A**) to mała modyfikacja rozwiązania opisanego w artykule. Dzięki niewielkiej zmianie można wykryć naciśnięcie kilku przycisków równocześnie. Realnie max. to 5 przycisków + jeden, który zwiera wszystko do masy, ale gdy jest wciśnięty, nie da się odczytać stanu pozostałych. Może służyć do funkcji ESC czy BREAK, STOP itp.*
*Inna, bardziej zaawansowana wersja (**rysunek B**) to typowy DAC. Realna liczba przycisków przy rezystorach 1% to 5, max. 6. Można bawić się w kalibrację, wtedy można liczyć na około 7 dla przetwornika 10-bitowego.*
*Może warto zrobić dział „Sztuczki, kruczki" lub coś w tym rodzaju?*




*Pozdrawiam*
***Sławomir***

Koncepcja jest prawidłowa i interesująca. Zastosowanie rezystancji ważonych R:2R:4R:8R:... albo drabinki R-2R rzeczywiście pozwala na określenie stanu nie jednego, tylko dowolnej liczby jednocześnie naciśniętych klawiszy – przycisków przy wykorzystaniu tylko jednego wejścia analogowego i przetwornika ADC.
W najbardziej pożądanym przypadku chodziłoby o uzyskanie bez żadnego przeliczania czy kalibracji, tylko wprost z przetwornika ADC, liczby, której kolejne bity byłyby reprezentacją naciśniętych przycisków. Pomysł wydaje się realny, bo stabilne rezystory metalizowane można dobrać z wąską tolerancją, nawet 0,1% lub lepiej. Dobór rezystorów o wąskiej tolerancji oraz zapewnienie stabilności termicznej (także w czasie lutowania) są łatwiejsze w przypadku drabinki R-2R, gdzie można wykorzystać tylko jeden nominał rezystorów. Znacznie większym problemem jest fakt, że wbudowane w mikrokontrolery przetworniki ADC, choć mają co najmniej 10-bitową rozdzielczość, to jednak są mocno nieliniowe w zakresie małych sygnałów (niewielkich napięć). Jeżeli ktoś miałby praktyczne doświadczenie z takimi binarnymi zestawami przycisków, niech się nim podzieli na łamach EdW.
A jeżeli chodzi o dział ***Sztuczki, kruczki***, przestawiający sprytne i nietypowe rozwiązania elektroniczne (ale raczej nie informatyczne), to bardzo chętnie wprowadzimy go w EdW, o ile tylko dostarczycie materiały.




---

Upominki za listy do Poczty otrzymują w tym miesiącu:
**Grzegorz Świnder**,
**Piotr** oraz **Sławomir**.



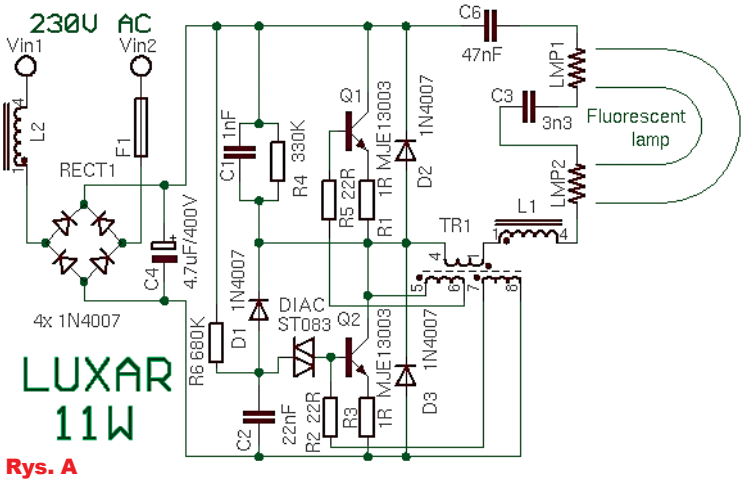
eprasa.pl b02520071f

# Skrzynka Porad

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

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

***(...) Mam 15 lat. Uczę się w liceum i jestem samoukiem z elektroniki. Kupuję okazjonalnie EdW i jestem pełen podziwu dla Pana Piotra za wiedzę i sposób jej przekazywania. Ostatnimi czasy zaintrygowała mnie... świetlówka. Poczytałem o CCFL o inwerterach... i nie potrafię zrozumieć schematu [z rysunku A]. Po wyprostowaniu V przez mostek Graetza występuje na nim ok. 325V. Przez R6 ładuje się C2 do około 30V. Otwiera się diak, Q2 i płynie prąd przez C6, C3, L1, TR1 (1–4), Q2, R3. Ładuje się C3. I tu już mam problem. Jakie V będzie na kolektorze Q2 po otwarciu – czy będzie „bliżej 0"? Oraz drugi: występuje tam TR1, więc jak prąd przepływa przez uzwojenie 1–4 (w lewo na schemacie 4←1). Wówczas w uzwojeniach 5–6, 7–8 również indukuje się jakieś V i w którą stronę płynie prąd? Na logikę to w stronę bazy Q1, Q2 i wytwarza się V, które powoduje otwarcie tych tranzystorów – o ile V na 7–8 można mierzyć niejako od 0, to 5–6 otworzy Q1 przy jakim napięciu? Kolejny problem, to czy one otwierają się naprzemiennie? O ile rozumiem Q2 – otwiera się i powoduje przepływ od C6, przez lampę... do R3, to nie wiem, jaki wpływ ma otwarcie Q1? Jak płynie wtedy prąd? Q1, R1 i...? (...) Pozdrawiam***



Rys. A

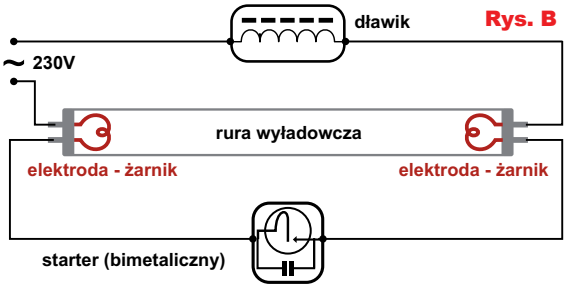
Przede wszystkim młodziutkiemu Czytelnikowi należy pogratulować dociekliwości i zachęcić do dalszego zgłębiania elektroniki!

Jednocześnie przedstawiony schemat i pytania są przykładem, że początkujący elektronik, chcąc rozszyfrować działanie współczesnych układów elektronicznych, ma bardzo trudne zadanie, którego nie zrealizuje bez pomocy.

Autor listu zaczął analizę niejako od strony sieci energetycznej, co wydaje się sposobem najprostszym. Niestety, najprostszych sposobów tu nie ma, ponieważ w grę wchodzi kilka zagadnień z co najmniej trzech oddzielnych dziedzin. Kwestia napięcia sieci i działania diaka to najprostsza część układanki. Trudniejsza dziedzina to działanie świetlówki. Ogólnie biorąc, świetlówki, w tym świetlówki kompaktowe o kształcie przypominającym żarówkę, to lampy wyładowcze, w których źródłem promieniowania (widzialnego czy niewidzialnego) jest zjonizowany gaz. Często mówi się, że świetlówka do rodzaj dużej neonówki. Owszem, jednak młodzi elektronicy nie mają do czynienia z tak popularnymi niegdyś neonówkami i analogia jest chybiona. A w grę wchodzą specyficzne cechy neonówki/świetlówki. Otóż niepracująca lampa to praktycznie rozwarcie, przerwa. Aby rozpocząć pracę, trzeba zjonizować gaz. A gdy już świetlówka zacznie świecić, potrzebuje do pracy napięcia rzędu kilkudziesięciu woltów. I tu w grę wchodzi obszerne zagadnienie. Podczas normalnej pracy trzeba zapewnić obecność na świetlówce napięcia rzędu kilkudziesięciu woltów. Problem w tym, że małe zmiany napięcia powodują wtedy duże zmiany prądu, dlatego trzeba w jakiś sposób ograniczyć prąd do bezpiecznej wartości roboczej, charakterystycznej dla danej lampy (rurki wyładowczej).

Jeszcze większy kłopot jest z zapłonem świetlówki. Generalnie stosujemy dwa sposoby zapłonu lamp wyładowczych. Jeden tak zwany zimny, drugi gorący. ***Zimny zapłon*** polega na tym, że w pierwszej chwili po włączeniu podajemy na świetlówkę, która jest wtedy przerwą, rozwarciem, odpowiednio wysokie napięcie, które spowoduje jonizację gazu i zapłon lampy. Gdy gaz zostanie zjonizowany i gdy popłynie prąd, napięcie musi zostać obniżone. Zwykle następuje to samoczynnie, bo podczas dalszej normalnej pracy trzeba ograniczać prąd i napięcie ustali się samo na jakiejś niedużej wartości. W każdym razie podczas zimnego startu wymagane jest wysokie napięcie, często powyżej 1000 woltów, zależnie od wielkości lampy i innych czynników. To wysokie napięcie potrzebne jest tylko przez krótką chwilę, by dokonać zapłonu, niemniej wytworzenie tak wysokiego napięcia jest kłopotem i wyzwaniem.

Dlatego od dawna stosuje się tak zwany ***gorący zapłon*** świetlówek. Z jednej strony jest bardziej skomplikowany, ale za to do zapłonu lampy wystarczy niższe napięcie. Idea jest taka, że świetlówka nie ma dwóch końcówek, tylko cztery, jak pokazuje **rysunek B**, gdzie widoczny jest schemat podłączenia klasycznej świetlówki z zapłonnikiem bimetalowym i dławikiem.



Rys. B



eprasa.pl b02520071f

Cykl zapłonu zaczyna się od tego, że przez żarniki płynie prąd, co powoduje rozgrzanie ich i otaczającego gazu. Rozgrzany gaz ma niższe napięcie zapłonu niż zimny, co nie wymaga już aż tak dużego napięcia zapłonu. Niemniej nadal do zapłonu potrzebne jest napięcie rzędu kilkuset woltów.

Na rysunku A też mamy lampę z czterema końcówkami. Można się domyślać, że zapłon zaczyna się od ich rozgrzania... W tym przypadku sytuacja jest jeszcze bardziej skomplikowana i można ją różnie wyjaśnić, mniej lub bardziej wnikając w szczegóły. Oto uproszczone wyjaśnienie.

Otóż dwa tranzystory Q1, Q2 i transformator TR1 niewątpliwie tworzą przetwornicę. W Internecie w wielu miejscach można znaleźć informacje, że jest to przetwornica z nasycanym rdzeniem, czyli klasyczna, nierezonansowa przetwornica Royera. Częstotliwość pracy takiej przetwornicy wyznacza w sumie nasycenie rdzenia, ogólnie biorąc – właściwości transformatora TR1. Napięcie (teoretycznie prostokątne) z wyjścia przetwornicy podawane jest na specyficzny obwód rezonansowy z dławikiem L1 i dwoma kondensatorami C3, C6. Na początku, gdy świetlówka nie świeci i jest rozwarciem, przerwą, częstotliwość obwodu rezonansowego jest duża, bo wyznacza ją połączenie szeregowe C3, C6, w praktyce głównie C3. Rezystancje żarników (LMP1, LMP2) są małe, straty w nich też, więc dobroć Q tego szeregowego obwodu rezonansowego jest duża i występuje w nim duże napięcie (przepięcie rezonansowe). Gdy spowoduje to zapłon lampy i przepływ prądu, mała rezystancja świecącej lampy praktycznie zwiera C3 i obniżoną tym częstotliwość obwodu rezonansowego wyznacza tylko C6 i L1. Zmniejsza się dobroć Q, zmniejsza się napięcie na lampie. Można powiedzieć, że L1 i C6 ograniczają prąd świetlówki.

Wspomniany wcześniej obwód z diakiem jest czynny tylko tuż po włączeniu i jednorazowo powoduje uruchomienie generatora – przetwornicy. Bez tego obwodu rozruchowego, po włączeniu napięcia oba tranzystory Q1, Q2 pozostałyby wyłączone. Po jednorazowym otwarciu Q2 diak już więcej nie przewodzi, bo podczas pracy przetwornicy przez diodę D1 rozładowywany jest C2 i napięcie na nim nie może wzrosnąć do progu otwierania diaka.

Taki uproszczony opis nie wyjaśnia wszystkich szczegółów. W literaturze można spotkać wiele podobnych i niepodobnych schematów sterowników świetlówek kompaktowych, gdzie zwykle rura ma cztery końcówki oraz szereg sterowników dwukońcówkowych lamp CCFL o zimnym zapłonie. Ich działanie jest niewątpliwie interesujące, a często dość proste układy realizują w sprytny sposób kilka funkcji. Jednak w EdW i świetlówkom, i lampom CCFL poświęcamy niezbyt dużo uwagi, ponieważ praktycznie nie są one już produkowane. I jedne, i drugie zostały na naszych oczach wyparte przez diody LED.


100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną +
Elektronikę dla Wszystkich?

Skorzystaj z promocji
1 + 1 = 3
i zamów bezpłatną
prenumeratę Elektronika

na www.avt.pl/prenumerata




eprasa.pl b02520071f

# Niezadowolony...

W felietonie zdecydowałem się opisać urządzania i usługi, z rozwoju których jako konsument techniczny nie jestem do końca zadowolony. Zaprezentowane przeze mnie problemy nie są krytyczne, jednak sam fakt dostrzeżenia ich uważam za istotny z punktu widzenia presji, jaką możemy wywrzeć na producentów i decydentów.

***1. Prawdziwa regulacja mocy w kuchenkach mikrofalowych***. Starsze typy kuchenek mikrofalowych wyposażone są w pokrętło mechaniczne, pozwalające wybrać jeden z kilku poziomów mocy. Nowsze modele dumnie prezentują ciekłokrystaliczne wyświetlacze, oferując możliwość regulacji mocy w zakresie 0...100%, zwykle ze skokiem co 10%. Problem w tym, że obydwa rodzaje urządzeń oferują tak naprawdę bardzo prymitywne sterowanie pracą umieszczonego w ich wnętrzach magnetronu. Moc ustawiona w połowie dostępnego zakresu to tak naprawdę iluzja pracy urządzenia z mniejszą mocą. Ustalony cykl pracy zostaje podzielony na dwie części – tę część, podczas której magnetron jest załączony i drugą, kiedy to magnetron jest wyłączony. Przy mocy urządzenia ustawionej na 50% okresy te są sobie równe (proporcja 1:1). Przy innych wartościach mocy kuchenki – proporcje są odpowiednia zmieniane. Niestety, użytkownik, który pragnie powolnego podgrzewania zawartości kuchenki i ustawi moc np. na 30%, zafunduje swojej potrawie 3 sekundy intensywnego podgrzewania na pełnej mocy, przeplatanego 7-sekundowym okresem bezczynności. Niby to samo, a jednak różnica jest ogromna. Dla porównania weźmy zupę gotowaną na zwykłym palniku kuchenki gazowej. Nie ma wątpliwości, że smaczniejsza wyjdzie przyrządzana stale na tzw. wolnym ogniu, niż intensywnie zagotowywana na chwilę, a potem dłuższą chwilę studzona.

Kuchenki mikrofalowe zawitały pod strzechy w latach 70. ubiegłego wieku. Nasuwa się tutaj pytanie, dlaczego pomimo 50-letniej ewolucji tych urządzeń wciąż sterowanie ich mocą pozostaje tak bardzo prymitywne? Problem jest złożony. Wynika po części ze specyfiki samego generatora mikrofal. Produkt z płynną regulacją byłby droższy, może większy, straciłby zatem sporo w oczach potencjalnego klienta już na starcie, dając w zamian coś, czego ogromna większość nabywców i tak by nie doceniła – kuchenka mikrofalowa z założenia ma służyć do błyskawicznego podgrzewania potraw; i tak większość z nas wybierze niemal zawsze 100% mocy. Liczy się bowiem czas – ma być jak najkrótszy.

***2. Możliwość zaprogramowania cyklu prania w pralce automatycznej***. Producenci prześcigają się w oferowaniu różnych predefiniowanych ustawień programów prania. Możemy przebierać w typach tkanin – bawełna, syntetyki, wełna, itp., rodzajach zabrudzeń – pranie podstawowe, pranie wstępne, ekspresowe bądź intensywne. Regulować samodzielnie temperaturę oraz prędkość wirowania. Wprowadzić dodatkowe płukanie. Dla mnie ta mnogość opcji jest jednak raz, że niewystarczająca, a dwa – idąca trochę w poprzek oczekiwań. Jako człowiek techniczny, życzyłbym sobie urządzenia, które pozwoli mi skonfigurować proces prania w każdym detalu. Idealną dla mnie byłaby możliwość wybrania liczby etapów prania, długości każdego z tych etapów, a w każdym z nich: intensywności pracy bębna, poziomu wody i wartości jej temperatury oraz prędkości wirowania po każdym z tych etapów. To samo, z wyjątkiem temperatury wody, tyczy się oczywiście płukań.

Niestety, zgodnie z dzisiejszym trendem, urządzenia AGD powinny być możliwie energo- i zasobooszczędne, a przede wszystkim proste w obsłudze. Bardzo ucierpieć potrafi ich funkcjonalność. Niestety, bardziej ceni się to, że pralka zużyje jedynie „szklankę wody" na cykl prania, niż fakt, że nie zobaczymy na wypranej odzieży niedokładnie wypłukanego proszku, czy to, że chodząc w świeżo upranym ubraniu, nie będziemy musieli się obawiać, czy nie nabawimy się przypadkiem reakcji alergicznej. Co do funkcjonalności – jak wcześniej wspomniałem, idzie ona często w poprzek moich oczekiwań. Czy naprawdę osobno pierzemy bawełnę, osobno tkaniny syntetyczne i osobno wełniane szaliki? Odpowiedź jest prosta – najczęściej nie. Bawełniana odzież bowiem często ma syntetyczne dodatki, a wełnianych szalików po prostu nie pierzemy wcale, bo zwyczajnie ich nie mamy. Ale przecież mnogość programów wygląda tak efektownie – na pewno bardziej niż perspektywa zastanawiania się nad każdym parametrem skomplikowanego procesu prania, kiedy to świeża koszula potrzebna jest na jutro rano.

***3. Dobre głośniki w telewizorach***. Telewizory są bardzo dobrym przykładem tego, że miniaturyzacja nie bierze jeńców. Niegdysiejsze odbiorniki TV były pokaźnych wymiarów pudłami, w których dość było miejsca na zamontowanie głośników, mających przestrzeń do pracy. Dzisiejsze coraz smuklejsze, często zakrzywione panele mogą pochwalić się doskonałą jakością obrazu, ale z pewnością nie doskonałą jakością dźwięku. Niestety, pewnych praw fizyki się nie przeskoczy i nawet najlepsze przetworniki dźwięku nie zdziałają wiele, jeśli nie będą miały odpowiedniej przestrzeni, by pokazać swoje możliwości. Efektem jest wydobywający się z dzisiejszych telewizorów dźwięk płaski, niczym ten z telefonu komórkowego. Przesterowane górne rejestry, obcięty płaski środek pasma bez dynamiki, nieistniejące niskie tony. Producenci wyszli z założenia, że klient, którego stać na telewizor o cenie kilkunastu tysięcy złotych, ma już swój własny, bardzo dobry zestaw kina domowego. Tym mniej zamożnym można zaproponować promocję na soundbar, a klient „budżetowy" zadowoli się tym co dostanie – widząc skok jakości obrazu, nie zwróci uwagi na wyraźnie gorszy jakościowo dźwięk.

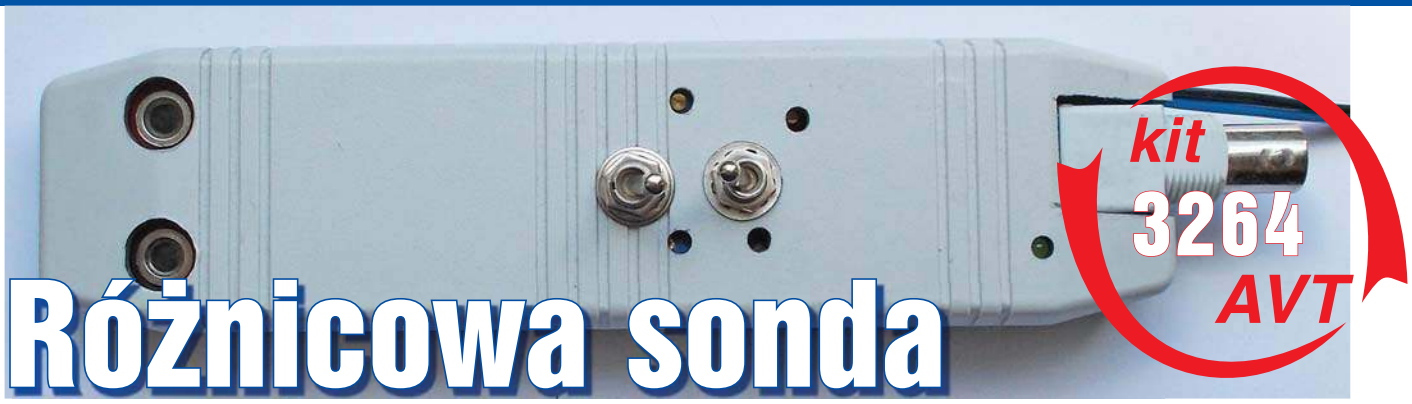
***4. Internet jak prąd – dobrem podstawowym***. Napis na sprzęcie RTV o treści „Urządzenie wymaga podłączenia do sieci elektrycznej" albo adnotacja na pudełku z grą komputerową typu „Aplikacja do działania wymaga urządzenia z dostępem do zasilania" – brzmi kuriozalnie, prawda? Przyzwyczailiśmy się już, że pewne dobra są tak podstawowe, że nie wyobrażamy sobie, by nie mieć do nich dostępu. Ze znanej polskiej komedii kojarzymy utwór „Wesoły Romek", który „ma na przedmieściu domek, a w domu wodę, światło, gaz". Dziś jednak wielu z nas bardziej wyobraża sobie ów domek bez dostępu do gazu, niż bez dostępu do Internetu. Czasy zmieniły się tak bardzo, że moim zdaniem czas uznać już Internet za dobro podstawowe, na równi z energią elektryczna czy bieżącą wodą. Producenci sprzętu i oprogramowania mogliby skończyć z informacjami na pudełkach o tym, że produkt wymaga dostępu do globalnej sieci, a rządzący i dostawcy usług mogliby poczynić więcej starań, by w XXI wieku, w centrum Europy nie istniały już białe plamy w dostępie do globalnej sieci.

***5. Cewka na lekcjach w szkole***. Wszyscy pamiętamy z lekcji techniki podstawowe informacje o obwodach elektrycznych. Zwykle pani (lub pan) rysowała na tablicy prosty układ elektroniczny, składający się z 4 elementów – baterii, opornika, żarówki i włącznika.

*Ciąg dalszy na stronie 21*



eprasa.pl b02520071f




# Różnicowa sonda oscyloskopowa 1MHz

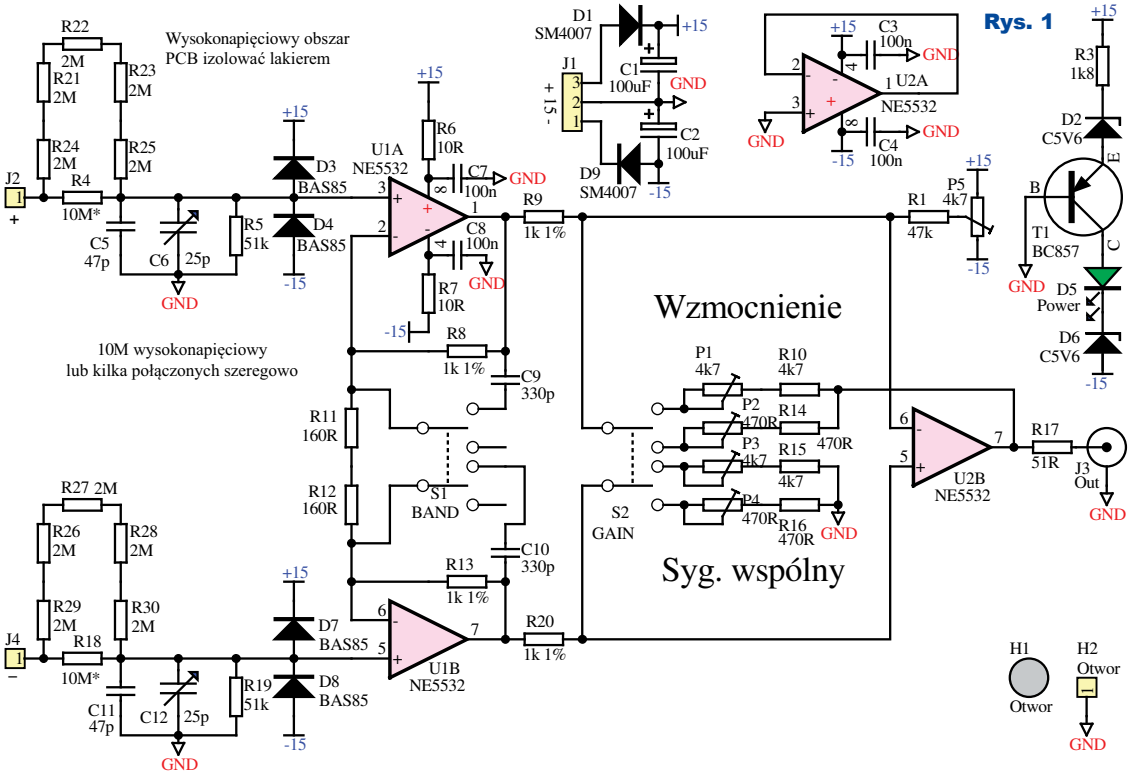
**Ceny współczesnych oscyloskopów osiągnęły bardzo niski poziom. Niestety nie można tego powiedzieć o sondach różnicowych. W EdW 5/2019 opisano sondę o paśmie 20MHz. W niniejszym artykule dla mniej wymagających elektroników przedstawiam opis jeszcze tańszej sondy o paśmie 1MHz. Pasmo 1MHz nie jest wartością wygórowaną, ale w wielu zastosowaniach wystarczającą.**

**Charakterystyka:**

| | |
|---|---|
| Tłumienie: | 100:1 i 10:1 |
| Maksymalne napięcie wejściowe: | ± 1000V (wartość szczytowa) |
| Maksymalne napięcie wyjściowe: | ± 10V (przy minimalnej impedancji zakończenia 1kΩ) |
| Rezystancja wejściowa: | |
| pomiędzy wejściami: | 20MΩ |
| w stosunku do masy | 10MΩ |
| Tłumienie różnicowe: | –20dB / –40dB |
| Szerokość pasma: | 100kHz |
| Tłumienie w trybie wspólnym: | 55dB przy 6kHz, 35dB przy 600kHz |
| Zasilanie: | ±12...±15V |
| Pobór prądu: | ok. 20mA |

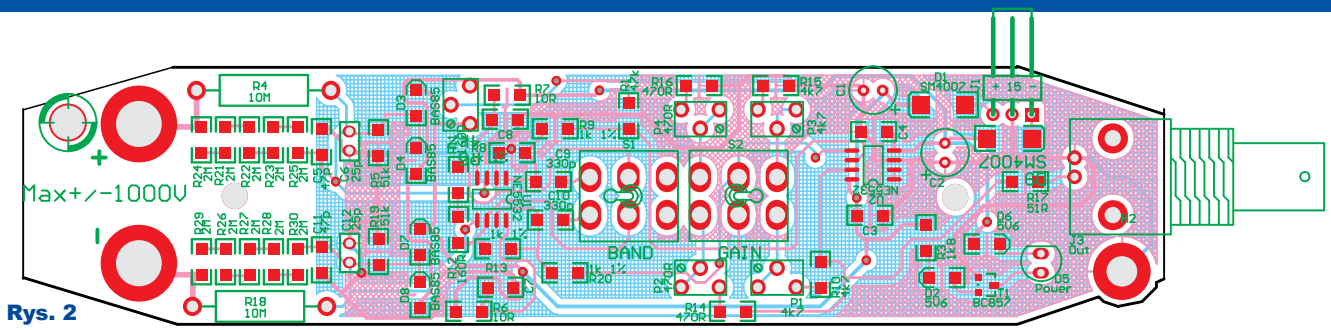
Opisywana sonda może być tanią alternatywą dla sond profesjonalnych. Niezbyt szerokie pasmo pozwala z powodzeniem badać magistrale różnicowe, takie jak RS485, RS422, CAN, DMX oraz (oczywiście przy zachowaniu odpowiedniej ostrożności) badać przebiegi w sterowanych fazowo obwodach 230V. Uruchomienie sondy nie jest proste i wymaga trochę cierpliwości. Teoretycznie, według autora pierwowzoru („Elektor" 9/2010) pasmo sondy osiąga 1MHz. Czy jest ono osiągalne w praktyce? Na to pytanie można znaleźć odpowiedź w artykule, bez potrzeby budowania urządzenia.

Sonda może oddać nieocenione usługi podczas uruchamiania wszelkich różnicowych linii transmisyjnych, dzięki czemu wystarczy jeden kanał oscyloskopu, a nie dwa. Ponadto napięcie wspólne linii może być stosunkowo wysokie bez wpływu na jakość oglądanego przebiegu. Kolejnym zastosowaniem jest badanie obwodów 230V w regulatorach fazowych. Wydawać by się mogło, że do tego wystarczy sonda wysokonapięciowa, ale ze względu na to, że przewód PE oscyloskopu jest najczęściej połączony z masą, użycie sondy wysokonapięciowej może powodować przedostawania się zakłóceń, spowodowaną różnicą w poziomach napięć linii PE i N, a złe podłączenie doprowadzić do zwarcia.

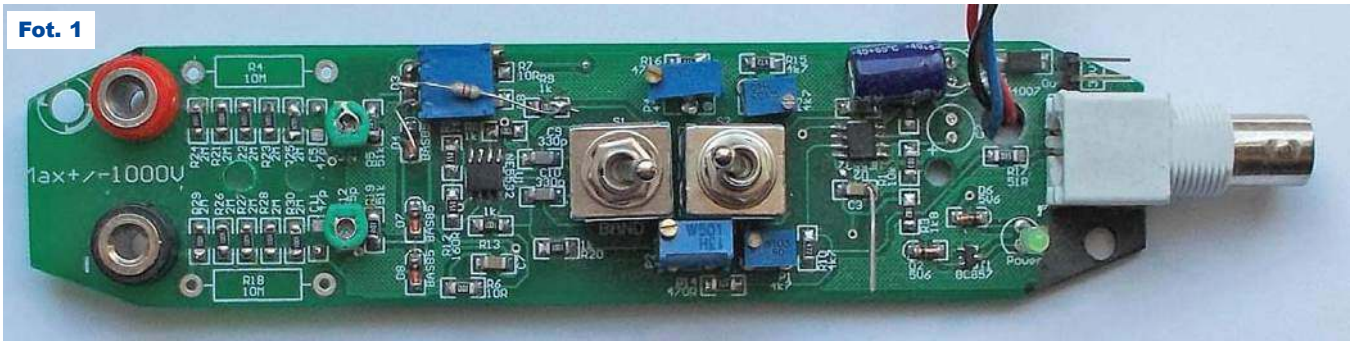


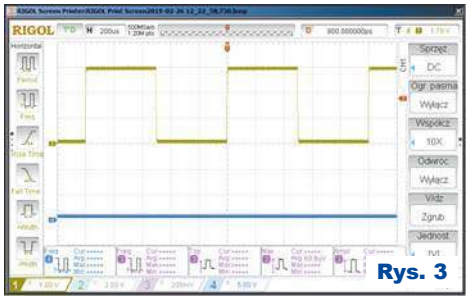


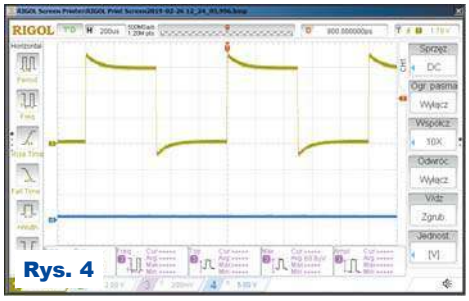

eprasa.pl b02520071f

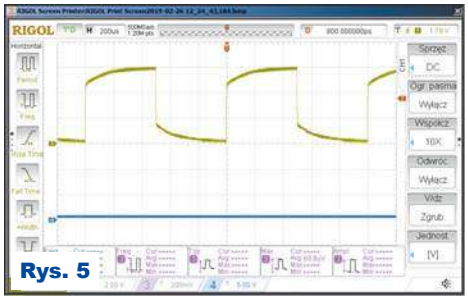


Rys. 2


Fot. 1


Rys. 3


Rys. 4


Rys. 5

## Opis układu

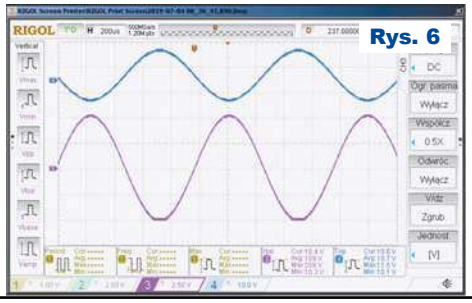
Schemat ideowy sondy pokazany jest na **rysunku 1**. Układ zasilany jest z zasilacza symetrycznego ±12...15V doprowadzonego do złącza J1. Diody D1 i D9 zabezpieczają układy scalone przed uszkodzeniem spowodowanym błędną polaryzacją napięcia zasilającego. C1, C2 filtrują napięcie zasilające podobnie jak C3 i C4. Napięcie zasilające U1 jest filtrowane z wykorzystaniem dolnoprzepustowego filtru RC zbudowanego z R6, C7 i R7, C8.

Badany przebieg trafia na dzielnik napięciowy złożony z rezystora 10MΩ i 51kΩ. Rezystor 10MΩ (można użyć 5MΩ, ograniczając maksymalne napięcie wejściowe sondy) musi być rezystorem wysokonapięciowym, można go też złożyć z pięciu rezystorów 2MΩ połączonych szeregowo. Na płytce przewidziano obie opcje. Trymery C6, C12 pozwalają na kompensację sondy dla przebiegów przemiennych. D2, D4, D7, D8 zabezpieczają wejścia wzmacniaczy przed zbyt wysokim napięciem. Bufory wzmacniacza różnicowego, o dużej rezystancji wejściowej zbudowanej na U1, umożliwiają ograniczenie pasma sondy do 500kHz za pomocą przełącznika S1. Wzmocnienie pierwszego stopnia ustalają rezystory sprzężenia zwrotnego R8, R11 i R13, D12. Wzmocnienie drugiego stopnia może być zmieniane przełącznikiem S2. Potencjometry w obwodzie sprzężenia zwrotnego pozwalają na kalibrację układu. Sygnał z wyjścia wzmacniacza, dopasowany rezystorem R17 do typowej impedancji kabla ekranowanego, jest wyprowadzony na złącze BNC J3. Obwód z tranzystorem T1 oraz diodami Zenera D2, D6 i diodą świecącą sygnalizują obecność napięcia zasilającego.

## Montaż i uruchomienie

Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 2**. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. **Fotografia 1** pokazuje model.

Sondę po zbudowaniu należy skalibrować. W pierwszym kroku wszystkie potencjometry ustawiamy w środkowe położenia, dotyczy to zwłaszcza P5. Następnie, po podaniu wymaganego napięcia zasilającego i podłączeniu wyjścia sondy do oscyloskopu, na wejście J2 należy podać przebieg prostokątny 1...10kHz o amplitudzie 10...20V, J3 zewrzeć z masą. Badając przebieg na wyjściu sondy, trymerem C6, skompensować wejście. Dla uzyskania poprawnego przebiegu konieczne może być skorygowanie wartości C5. **Rysunek 3** pokazuje oscylogram

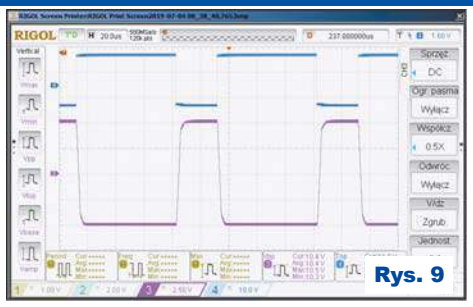

Rys. 6

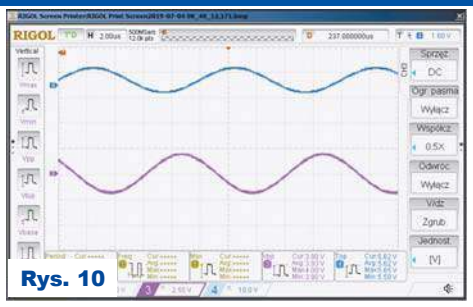
Rys. 7

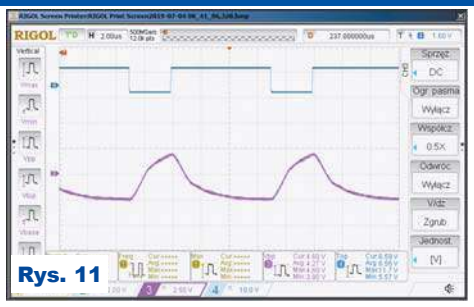
Rys. 8

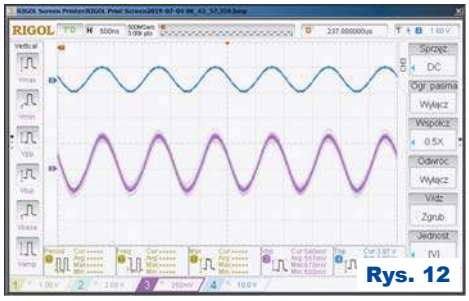


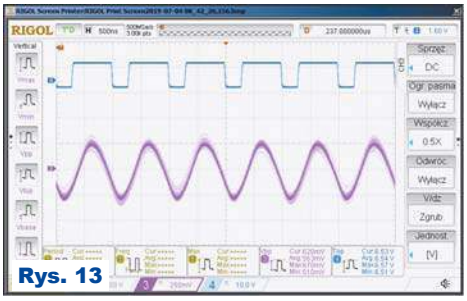
eprasa.pl b02520071f


Rys. 9


Rys. 10


Rys. 11

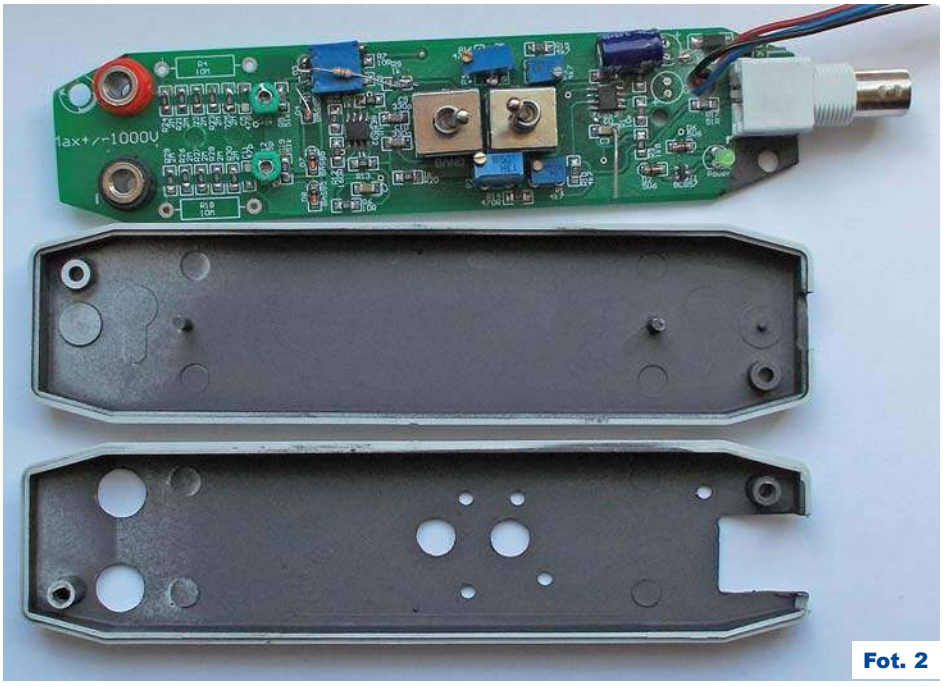

Rys. 12


Rys. 13

W prototypie nie udało się osiągnąć parametrów zadeklarowanych w „Elektorze" 9/2010. Na **rysunkach 6...13** pokazano oscylogramy przebiegu sinusoidalnego i prostokątnego o wypełnieniu 70% dla 1, 10 i 100kHz. Wnioski pozostawiam do wyciągnięcia Czytelnikom. Można przyjąć, że sonda nadaje się do badania przebiegów do ok. 10kHz. Warto zaznaczyć, że dużym problemem było częste przesuwanie się poziomu zera, co wymagało korekty potencjometrem P5.

Płytka drukowana zaprojektowana jest do obudowy KM-80. Obudowę należy ekranować np. grafitem, jak pokazuje **fotografia 2**, lub samoprzylepną folią aluminiową. Trzeba zadbać o to, aby masa sondy była połączona z ekranem na obudowie, co widać na **fotografii 3.**

**SaS**
sas@elportal.pl


Fot. 2

Fot. 3

poprawnie skompensowanej sondy. Przebieg z **rysunku 4** zobaczymy, gdy pojemność trymera jest zbyt mała, a z **rysunku 5** – zbyt duża. Tę samą procedurę należy przeprowadzić dla wejścia J4.

W kolejnym kroku, ustawiając S2 w górnym (na schemacie) położeniu, regulujemy potencjometrem P1 sumaryczne wzmocnienie wzmacniaczy U1 i U2 na 50 (25 dla rezystorów wejściowych 5MΩ), co daje tłumienie sondy 200:1 (100:1 dla rezystorów wejściowych 5MΩ). Zmieniając położenie S2, potencjometrem P2 ustawiamy wzmocnienie 10 razy większe, co da tłumienie 10:1 (5:1). W kolejnym kroku, na oba wejścia sondy (J2 i J4) podajemy ten sam przebieg. Zależnie od położenia S1 potencjometrem P3 lub P4 doprowadzamy do jak najsilniejszego stłumienia przebiegu wejściowego. Ze względu na to, że regulacja tłumienia i wzmocnienia wzajemnie na siebie wpływają, regulację trzeba powtórzyć kilkakrotnie. Ze względu na pojemności układu i wpływ dłoni regulację najlepiej przeprowadzić po zamknięciu sondy w obudowie, przez otwory w niej wykonane, plastikowym wkrętakiem.

**Wykaz elementów**

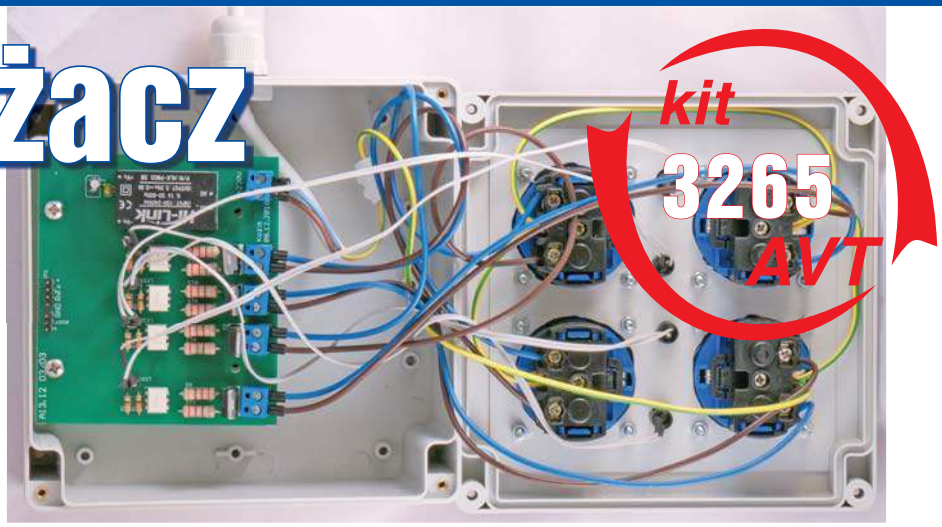
| | |
|---|---|
| R4, R18 | 10M* - THT patrz tekst |
| Rezystory 1206: | |
| R1 | 47kΩ |
| R3 | 1,8kΩ |
| R8,R9,R13,R20 | 1kΩ 1% |
| R21,R22,R23,R24,R25,R26,R27,R28,R29 R30 | 2MΩ 1% |
| R10,R15 | 4,7kΩ |
| R6,R7 | 10Ω |
| R17 | 51Ω |
| R5,R19 | 41kΩ |
| R14,R16 | 470Ω |
| R11,R12 | 160Ω |
| P1,P3,P5 | 4,7kΩ - 3266W |
| P2,P4 | 470Ω - 3266W |
| C1,C2 | 100uF/25V CE6.3/2,5 |
| C5,C11 | 47pF ceram. 1206 |
| C3,C4,C7,C8 | 100nF ceram. 1206 |
| C9,C10 | 330p ceram. 1206 |
| C6,C12 | 25pF trymer 2...25pF |
| U1,U2 | NE5532 SO-8 |
| D3,D4,D7,D8 | BAS85 |
| T1 | BC857 |
| D1,D9 | SM4007 |
| D2,D6 | C5V6 |
| D5 | dioda LED zielona THT |
| J1 | NS25-G3 |
| J2,J4 | gniazdo bananowe 4mm |
| J3 | gniazdo BNC kątowe do PCB |
| S1,S2 | przełącznik 2 pozycje, dwie sekcje |

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3264**



eprasa.pl b02520071f

# Przedłużacz Wi-Fi




## Do czego służy?

Podstawowa funkcja przedłużacza jest doskonale znana. Jednak ten model pozwala dodatkowo na sterowanie podłączonymi urządzeniami poprzez stronę internetową. Dzięki wykorzystaniu obudowy i gniazd tablicowych przy starannym wykonaniu można otrzymać estetyczne i bezpieczne w użytkowaniu urządzenie. Przedłużacz Wi-Fi pozwala na zdalne sterowanie czterema urządzeniami podłączonymi do gniazd umieszczonych na jego obudowie. Dostęp do nich jest możliwy poprzez minimalistyczną, ale mam nadzieję, estetyczną stronę WWW. Pozwala ona sprawdzić aktualny stan oraz włączać lub wyłączać poszczególne urządzenia. Załączenie poszczególnych gniazd jest także sygnalizowane na diodach LED umieszczonych obok gniazd. Całość bazuje na module z bardzo popularnym układem ESP8266.

## Jak to działa?

Schemat układu przedstawiony jest na **rysunku 1**. Najważniejszą częścią układu jest SJR1. Jest to moduł Wi-Fi o oznaczeniu ESP-12F. Bazuje on na popularnym układzie scalonym ESP8266. Składa się on z mało znanego 32-bitowego procesora Tensilica's L106 Diamond. W SoC-u znajduje się także pamięć SRAM oraz popularne peryferia, takie jak UART czy I2C. Jednak ten układ zawdzięcza swoją popularność zintegrowanemu z nim radiu Wi-Fi. Ma zarówno jego część cyfrową, jak i analogową. Na zewnątrz podłączona jest tylko antena. W naszym module jest ona wykonania ze ścieżki na płytce drukowanej. Niestety układ nie ma zintegrowanej pamięci nieulotnej. Dlatego w module umieszczona jest zewnętrzna pamięć Flash. Stąd wynika rozbieżność rozmiaru dostępnej pamięci pomiędzy modułami. W naszym układzie do dyspozycji mamy 4MB. W ostatnim czasie pojawiła się też nowa wersja: ESP8285, w której zintegrowana jest także pamięć nieulotna [1].

Wróćmy do schematu. Złącze JP1 pozwala na podłączenie portu szeregowego wykorzystywanego do programowania. Do aktywacji bootloadera służy zworka BOOT. Złącze RST pozwala na zresetowanie układu. Piny JP2 pozwalają na podłączenie zasilania układu na czas wgrywania oprogramowania.

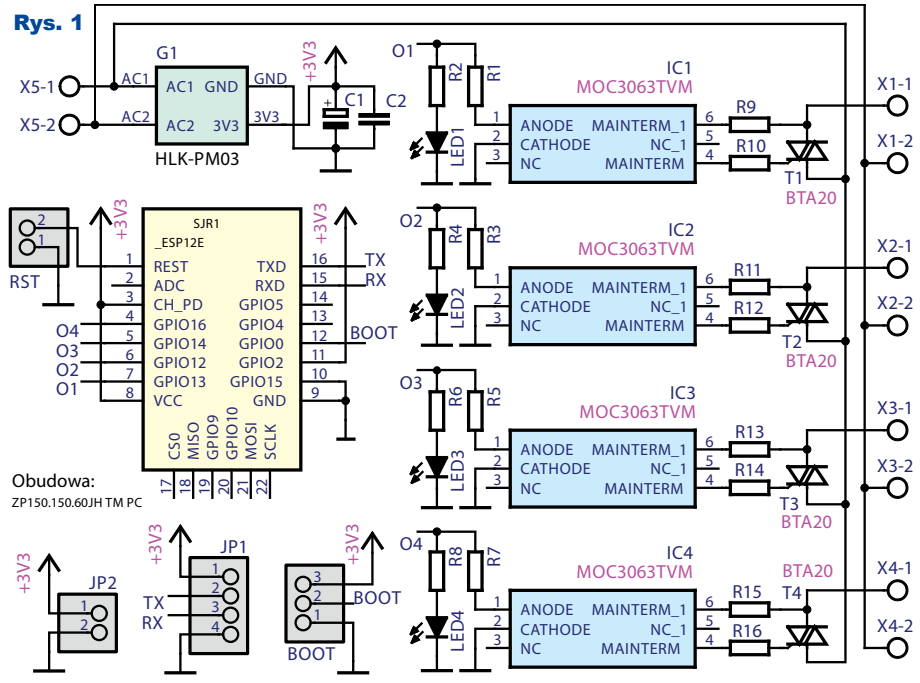
Drugi blok stanowią elementy wykonawcze. Izolację galwaniczną pomiędzy układem a sterowanymi urządzeniami zapewniają cztery optotriaki MOC3063 (IC1-IC4). Sterują one triakami BTA20 (T1-T4). Diody LED1–LED4 pokazują aktualny stan poszczególnych wyjść. Rezystory ograniczają prądy płynące przez diody LED (R2, R4, R6, R8), diody oświetlające optotriaki (R1, R3, R5, R7) oraz same optotriaki (R9-R16).

W czasie normalnej pracy stałe napięcie 3,3V jest dostarczane przez przetwornice impulsową HLK-PM03 (G1). Kondensatory C1 i C2 odpowiadają za jego filtrowanie.

Oprogramowanie dla układu ESP8266 zostało przygotowane w Arduino IDE [2]. Jego kod znajdziemy w materiałach dodatkowych oraz w repozytorium [3]. Główna część programu znajduje się w pliku *code.ino*. Na początku zdefiniowane są dwa makra. Pierwsze z nich `NETWORK_NAME` przechowuje nazwę sieci Wi-Fi, do której układ ma się połączyć, a drugie `NETWORK_PASS` jej hasło. Niżej znajduje się jeszcze zakomentowana definicja makra `DEBUG`. Jeżeli ją odkomentujemy, włączone zostanie wypisywanie na port szeregowy informacji o pracy programu.

Kod Arduino składa się zawsze z dwóch głównych części. Na początku uruchamiana jest jednorazowo funkcja `setup()`, której zadaniem jest konfiguracja środowiska. Następnie w nieskończonej pętli wywoływania jest funkcja `loop()` z główną częścią programu.

Rys. 1






eprasa.pl b02520071f

W naszym przypadku funkcja `setup()` konfiguruje wyjścia sterujące gniazdami, łączy się z siecią Wi-Fi i inicjalizacje prace serwera. Jeżeli włączone jest debugowanie, to dodatkowo konfigurowany jest port szeregowy.

Następnie program przechodzi do funkcji `loop()`. Następuje tu sprawdzenie, czy nastąpiło odebranie zapytania od nowego klienta. Jeżeli tak, rozpoczyna się odczytywanie poszczególnych jego linii. Koniec zapytania sygnalizowany jest przesłaniem pustej linii. Następuje wtedy wygenerowanie strony WWW i przesłanie jej do klienta. Odpowiada za to funkcja `prepareHtmlPage`. Zwraca ona kod HTML strony WWW zawierającej informację o aktualnym stanie gniazd oraz pozwalającej na ich sterowanie.

Aby uniknąć problemów z kodowaniem, polskie znaki zostały zastąpione kodami HTML. Dla czytelności kody wszystkich „ogonków" zostały zdefiniowane jako makra w pliku `polish_chars.h`. Dzięki temu w kodzie strony internetowej możemy na przykład literę ł zastąpić makrem `l_`.

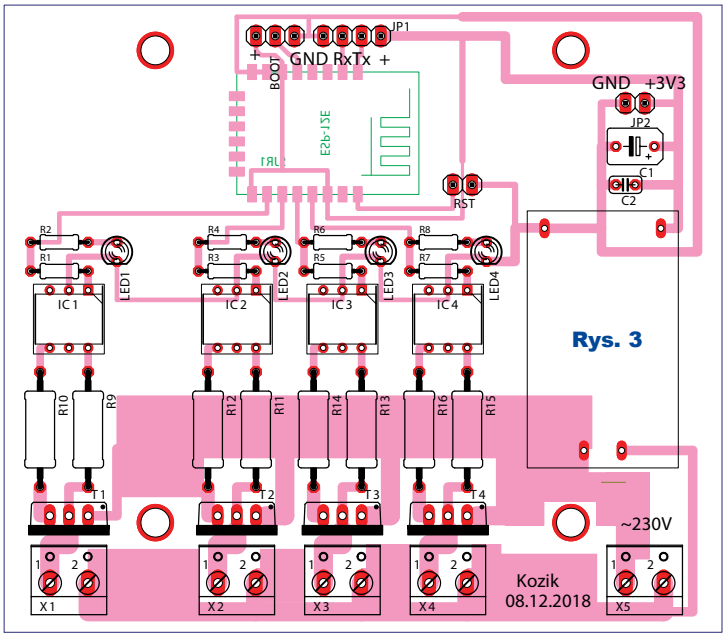
Ponieważ analizowanie kodu HTML umieszczonego wewnątrz programu napisanego w języku C++ jest mało intuicyjne, został on także umieszczony w pliku *index.html*. Można go lokalnie otworzyć w przeglądarce. Zobaczymy wtedy stronę podobną do pokazanej na **rysunku 2**. Wykorzystuje ona framework Bootstrap [4]. Ponieważ nie jest on przechowywany lokalnie, urządzenie, na którym ładujemy stronę, musi mieć dostęp do internetu. Logika strony została stworzona w języku JavaScript. Naciśnięcie przycisku powoduje wywołanie funkcji `change`, która wysyła do serwera (czyli naszego układu ESP8266) zapytanie GET z słowem kluczowym `socket`, numerem przełączanego gniazda oraz jego nowym stanem: `t` – włączony, `f` – wyłączony.

Możemy teraz znowu wrócić do kodu Arduino parsującego odebrane od klienta dane. Znajdziemy tam instrukcję warunkową, która sprawdza, czy w linii występuje słowo `socket`. Jeżeli tak, to następuje zmiana stanu odpowiedniego wyjścia.

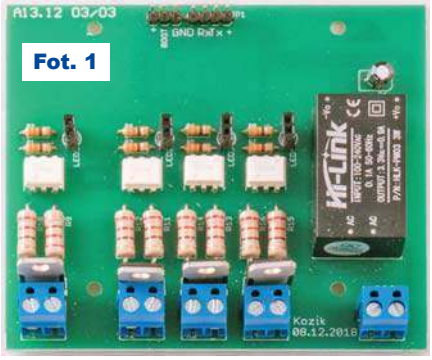
Rys. 2

## Montaż i uruchomienie

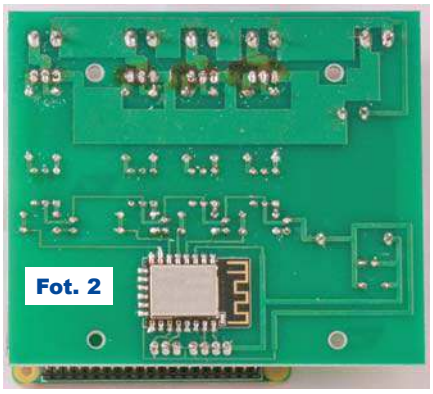
Projekt jednowarstwowej płytki PCB przedstawia **rysunek 3**. Montaż jest stosunkowo prosty. Wszystkie elementy poza modułem ESP-12F są przewlekane. Lecz nawet on nie powinien sprawić problemów podczas montażu, ponieważ odstęp pomiędzy jego wyprowadzeniami jest duży. Mimo to lutowanie warto rozpocząć właśnie od niego. Resztę elementów montujemy w kolejności od najmniejszych do największych. Ponieważ diody LED zostaną wyprowadzone na obudowę, zamiast nich lutujemy gniazdo goldpin. Do samych diod lutujemy około 30-centymetrowy przewód, który zakończamy wtykiem goldpin. Wszystkie luty warto zabezpieczyć koszulkami termokurczliwymi, aby uniknąć ewentualnych zwarć. Zmontowana płytka przedstawiona jest na **fotografiach 1** i **2**. Po zakończonym montażu, za pomocą multimetru, sprawdzamy, czy na płytce nie występują zwarcia. Jeżeli wszystko jest w porządku, możemy przejść do wgrania oprogramowania.



Rys. 3



Fot. 1


Fot. 2

Potrzebne nam będzie Arduino IDE w wersji co najmniej 1.8.7. Można je pobrać ze strony [5]. Następnie musimy doinstalować wsparcie dla ESP8266. Po włączeniu IDE, z menu *Plik* wybieramy opcję *Preferencje*. Pojawi się okno podobne do tego z **rysunku 4**. W pole *Dodatkowe adresy URL do menadżera płytek* wklejamy tekst:

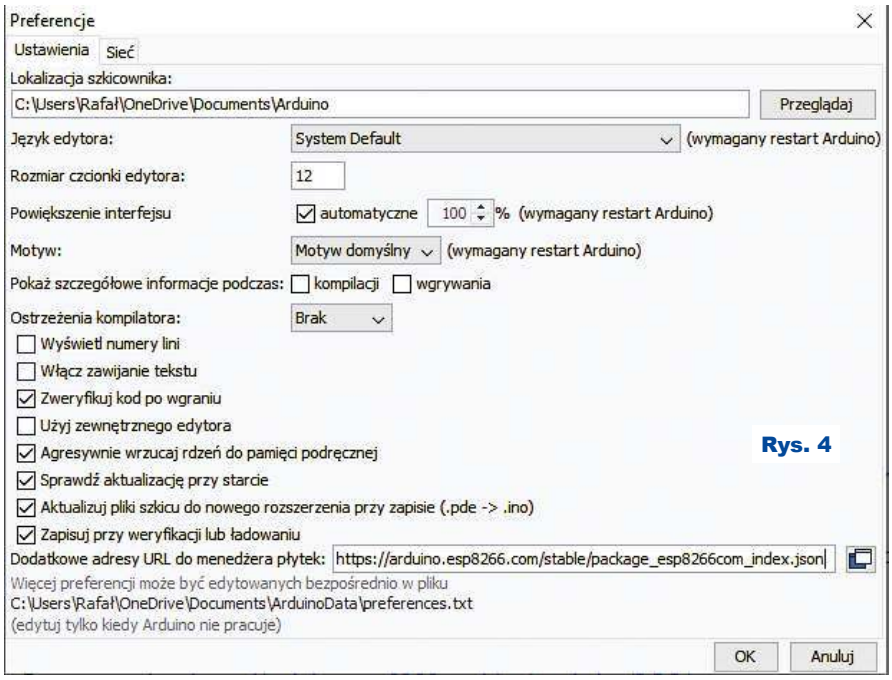
***https://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json***

i zapisujemy, klikając OK. Następnie z menu *Narzędzia* wybieramy *Płytka:* i następnie *Menadżer płytek*.... W oknie (**rysunek 5**) zjeżdżamy na dół. Najeżdżamy na esp8266 i klikamy *zainstaluj*. Możemy także wybrać wersję modułu. Ja podczas tworzenia programu korzystałem z 2.5.2. Gdy instalacja się zakończy, zamykamy okno menadżera płytek. Teraz w menu *Narzędzia -> Płytka* pojawi się opcja *Generic ESP8266 Module*. Ustawiamy konfigurację zgodnie z przedstawioną na **rysunku 6**.

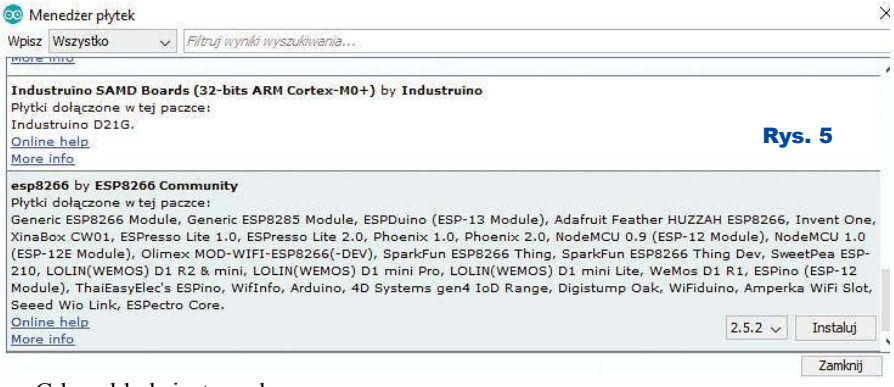
Podłączamy układ. Złącze JP1 podłączamy do komputera za pomocą konwertera USB/UART. Zasilanie (3,3V) podłączamy do pinów JP2. Ponieważ maksymalny prąd pobierany przez układ ESP8266 w czasie łączenia z siecią jest dość duży, nie możemy wykorzystać napięcia dostępnego na niektórych konwerterach USB/UART, ale musimy użyć zewnętrznego zasilacza.



eprasa.pl b02520071f

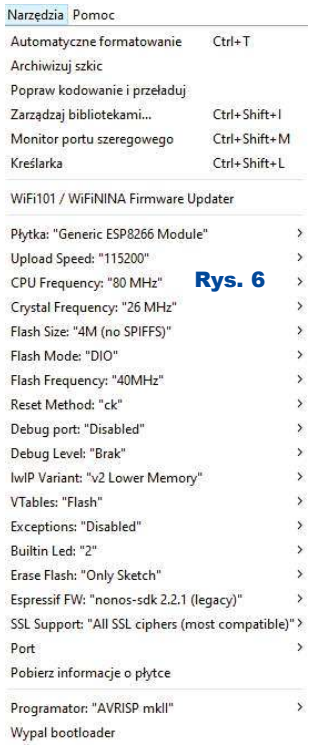


Rys. 4

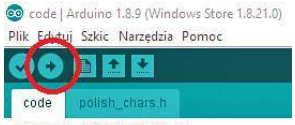


Rys. 5

Gdy układ jest podłączony, otwieramy w Arduino IDE szkic *code.ino*. Następnie musimy zmienić definicje makr `NETWORK_NAME` i `NETWORK_PASS`, aby odpowiadały parametrom naszej sieci Wi-Fi. W menu *narzędzia* → *port* wybieramy numer naszego konwertera. Następnie zwieramy złącze boot z masą i resetujemy układ poprzez krótkie zwarcie zworki rst. Rozpoczynamy programowanie, naciskając przycisk *Wgraj* (**rysunek 7**). Gdy zakończy się ono pomyślnie, zdejmujemy zworkę boot i ponownie resetujemy układ. Po włączeniu powinien od razu połączyć się z siecią Wi-Fi. Jeżeli odkomentowaliśmy makro `DEBUG`,

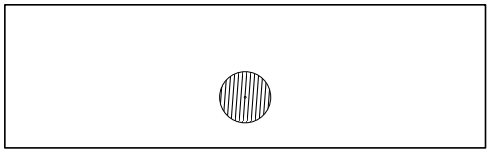


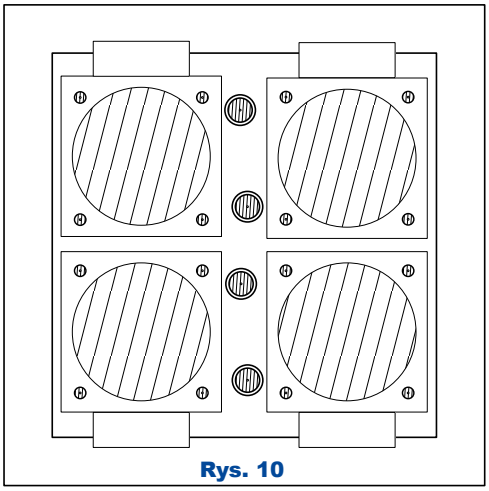
Rys. 6



Rys. 7

Rys. 9

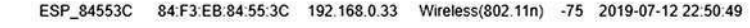



Rys. 10

informację o uzyskanym adresie IP znajdziemy na wyjściu portu szeregowego. Odpowiednie informacje znajdziemy także w konfiguracji naszego access pointu. W moim przypadku znajdują się w zakładce DHCP CLIENT DEVICES, co pokazuje **rysunek 8**. Jednak miejsce i sposób prezentacji tych informacji zależy od posiadanego sprzętu. Niektóre routery pozwalają także na przypisanie w serwerze DHCP stałego adresu IP dla zadanego adresu MAC.

Gdy wpiszemy uzyskany adres do przeglądarki, powinniśmy zobaczyć znaną nam już stronę internetową. Powinna ona także działać na telefonach komórkowych co prezentuje **rysunek 9**. Klikanie poszczególnych przełączników powinno powodować zaświecanie bądź gaszenie odpowiednich diod LED w urządzeniu.

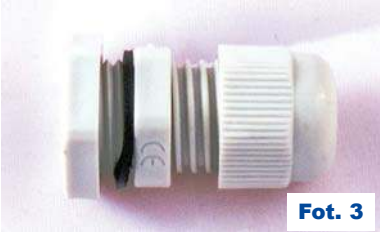
Po wstępnych testach urządzenia możemy przystąpić do podłączenia gniazdek. Płytka drukowana została zaprojektowana do montażu wewnątrz obudowy ZP150.150.60 JH Kradex. Musimy jednak wykonać w niej odpowiednie otwory. Pomoże nam w tym szablon z **rysunku 10**. Znajdziemy go w materiałach dodatkowych do tego numeru w pliku *obudowa.svg*. Drukujemy go, pamiętając, aby wyłączyć w drukarce skalowanie. Następnie wycinamy i naklejamy na pokrywę oraz jeden z boków obudowy za pomocą kleju do papieru. Musimy wyciąć wszystkie zakreskowane elementy. Mniejsze otwory (pod śruby oraz oprawki diod LED) możemy wywiercić. Pozostałe najłatwiej wykonać za pomocą piły włoskowej po uprzednim nawierce-



Rys. 8



eprasa.pl b02520071f


Fot. 3

niu. Po wykonaniu otworów odklejamy szablon. Jeżeli nie chce zejść na sucho, możemy opłukać obudowę pod ciepłą wodą.

W bocznej ściance montujemy dławik kablowy pokazany na **fotografii 3**. Służy on do wprowadzenia przewodu zasilającego. Do pokrywy za pomocą śrub o średnicy 3 mm przykręcamy gniazda tablicowe (**fotografia 4**). Następnie wkładamy diody LED w oprawkach. Aby dobrze się trzymały, można podkleić je klejem typu kropelka. Gotową obudowę przedstawia **fotografia 5**. Następnie przygotowujemy około 30cm odcinki izolowanego przewodu o przekroju co najmniej 0,5mm$^2$, które posłużą do połączenia gniazd z płytką. Warto także połączyć uziemienie gniazd tablicowych z bolcem uziemienia z wtyczki. Można do tego wykorzystać pojedynczą kostkę elektryczną. Na końcu za pomocą wkrętów o średnicy 3,5mm przykręcamy PCB wewnątrz obudowy. Gotowe połączenia prezentuje fotografia tytułowa. Przed podłączeniem do sieci energetycznej należy dokładnie sprawdzić, czy nie powstały żadne zwarcia. Układ jest już gotowy do pracy.

Fot. 4

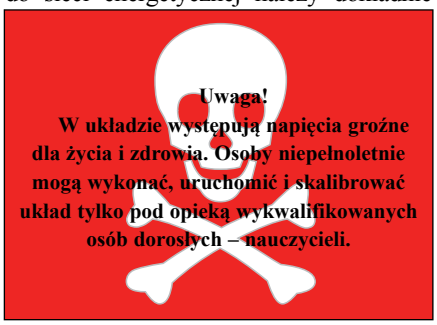
Fot. 5

**Wykaz elementów**

| | |
|---|---|
| R1-R8 | 330Ω/0,25W |
| R9-R16 | 220Ω/1W |
| C1 | 100uF |
| C2 | 100nF |
| T1-T4 | BTA20 |
| LED1-LED4 | LED 5mm + oprawka LED |
| IC1-IC4 | MOC3063 |
| SJR1 | ESP-12F |
| X1-X5 | złącze ARK KF305 2pin h=12,5mm |
| G1 | HLK-PM03 |

obudowa ZP150.150.60 JH Kradex
4 × gniazdo tablicowe
1 × dławik kablowy PG9mm
20 × śruba M3/16mm + nakrętka M3
4 × wkręt 3,5/9mm
2m przewodu 3× 0,75mm2 ϕ 5,6
po 1,2 m przewodów 0,5mm$^2$ w kolorach brązowym, niebieskim, żółto-zielonym
wtyczka na kabel 0

**Komplet podzespołów z płytką jest dostępny w Sklepie AVT jako zestaw AVT3265**




## Możliwości zmian

Kwestią ważną dla urządzeń IoT, a pominiętą w tym projekcie, jest bezpieczeństwo. Założyłem, że korzystamy z naszej prywatnej, bezpiecznej sieci Wi-Fi, do której nikt postronny nie ma dostępu. Jednak ciekawym zagadnieniem byłoby rozszerzenie oprogramowania o autoryzację i kontrolę dostępu. Zachęcam także do eksperymentowania z wyglądem i funkcjonalnościami strony WWW.

**Rafał Kozik**
rafkozik@gmail.com

[1] https://www.espressif.com/en/products/hardware/esp8266ex/overview
[2] https://github.com/esp8266/Arduino
[3] https://gitlab.com/kozik/wifi-extension-cord
[4] https://getbootstrap.com/
[5] https://www.arduino.cc/en/main/software

*Ciąg dalszy ze strony 14*

Z trzech podstawowych elementów biernych elektroniki analogowej występował tam jedynie rezystor. Co więksi szczęściarze wynosili także podstawowe pojęcie o diodzie prostowniczej oraz mgliste o kondensatorze. Zostaje trzeci – cewka indukcyjna, zwana też induktorem. Dla niej miejsca w kształceniu podstawowym o profilu ogólnym nie było i nie ma do dziś. Dlaczego? Warto sobie raz jeszcze przypomnieć podstawowy „szkolny" schemat obwodu elektrycznego. Bateria… no właśnie – bateria, czyli źródło prądu stałego. Tutaj tak naprawdę kryje się wyjaśnienie, dlaczego cewka jest pomijana. W obwodach prądu stałego element ten ma niewiele do roboty. Cewki zaczynają rozwijać skrzydła w obwodach prądu przemiennego, a pełnię swoich możliwości pokazują w obwodach wysokich częstotliwości. A prąd przemienny, jako ten bardziej skomplikowany, nie znajduje miejsca na zajęciach uczniów w toku edukacji ogólnej. Czy jednak wyższy poziom skomplikowania to wystarczający argument, by prąd przemienny całkowicie pomijać? Przecież na co dzień każdy z nas z niego korzysta, za pośrednictwem sieci energetycznej. Czy rzeczywiście nasza młodzież powinna umieć tylko tyle?

Jak widzimy, w dzisiejszych czasach rozwój produktów i usług zdaje się w wielu przypadkach dławiony nie przez rozwój technologiczny, który przecież galopuje coraz szybciej, ale przez czynniki zupełnie inne, bardziej przyziemne. Jednym z najważniejszych wydaje się nasze dążenie do upraszczania sobie życia. W pogoni za karierą nie mamy czasu, a często i ochoty na zatrzymanie się, stawianie pytań, pragnienie czegoś innego. Brakuje nam też często ciekawości świata. Czy nie warto czasem, tak dla pobudzenia własnego rozwoju intelektualnego zwolnić, zastanowić się i zapytać siebie: czy nie byłoby ciekawiej zechcieć czegoś więcej?

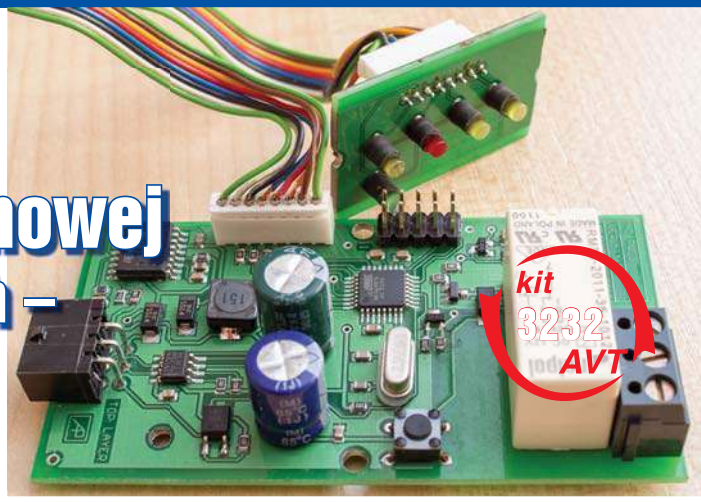
**Radosław Kukuła**
rk-info@engineer.com



eprasa.pl b02520071f

# Infinity – system automatyki domowej

## Pomiary wielkości fizycznych – pomiar temperatury za pomocą termopary

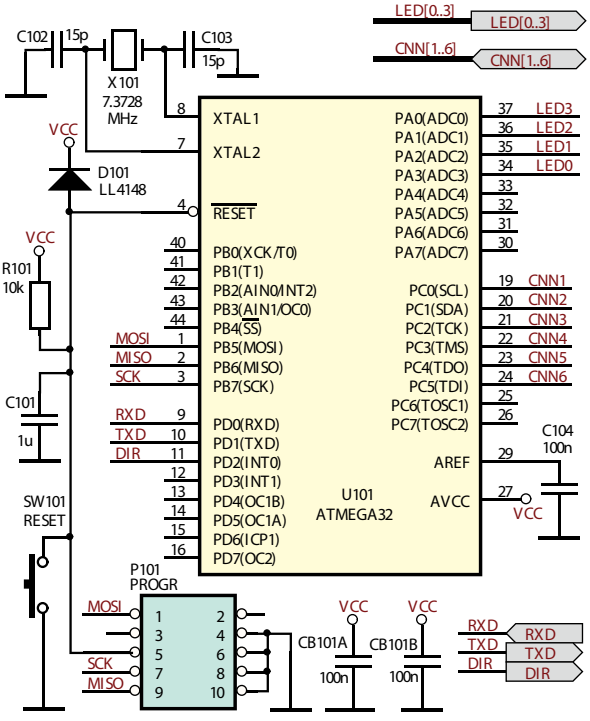



Przedstawiony w bieżącym numerze moduł pomiarowy zamyka prezentację komponentów, których zadaniem są pomiary wielkości fizycznych. W głównym kręgu zainteresowań systemu automatyki Infinity są pomiary temperatury. W poprzednich miesiącach takie elementy były już opisane, więc może się nasuwać pytanie: z jakiego powodu jest prezentowany kolejny wariant? Tym razem opis dotyczy rozwiązania o ponadprzeciętnych możliwościach (w stosunku do czujników półprzewodnikowych, a takim jest popularny DS18S20). Parafrazując pewne porzekadło, należy stwierdzić, że *niezwykłe wymagania wymagają niezwykłych rozwiązań*. Pomiar temperatury spalin w kominie wymaga takich specjalnych możliwości, gdyż warunki pracy takiego sensora należy określić jako praca w warunkach skrajnie agresywnych. Pomijając sam zakres temperatury (poza zasięgiem elementów półprzewodnikowych), głównym zagrożeniem może okazać się płomień. Nie można wykluczyć, że sam czujnik będzie zawsze poza jego destrukcyjnym zasięgiem. By sprostać wszystkim wymaganiom, jako rozwiązanie zostało wybrane zastosowanie termopary.

Zastosowanie termopary w amatorskich rozwiązaniach nie jest częste. Z jednej strony idea działania takiego elementu pomiarowego nie jest powszechnie zrozumiała. Z drugiej strony sama obsługa sprzętowa czujnika „na piechotę" nie należy do zagadnień trywialnych. Termopara, z punktu widzenia elektrycznego, jest ogniwem, źródłem napięcia. W dużym uproszczeniu można stwierdzić, że na styku dwóch różnych przewodników powstaje napięcie elektryczne, którego wartość jest zależna od temperatury (i zastosowanych do budowy złącza metali). Tematyka opisująca zjawiska zachodzące na styku jest wystarczająca złożona, by nie zagłębiać się w nią na łamach „Elektroniki dla Wszystkich", niemniej osoby pragnące poszerzyć swoją wiedzą zawsze mogą samodzielnie studiować to zagadnienie. Na szczęście współczesna elektronika proponuje gotowe rozwiązania. Zamiast samotnie pokonywać problemy związane z obsługą takiego termoogniwa, można wesprzeć się na pracy i doświadczeniu innych. Zapewne jakiś inżynier pracujący w laboratorium firmy Maxim musiał być ekspertem, by opracować gotowy układ scalony zawierający kompletną obsługę termopary. Właśnie w ofercie tej firmy jest układ o symbolu MAX6675 zapewniający kompletną jej obsługę wraz z niezbędną kompensacją temperaturową. Dodatkowo układ ten integruje w sobie przetwornik analogowo-cyfrowy tak, że wspomniany układ doskonale nadaje się do współpracy z mikrokontrolerami.

Moduł pomiarowy jest obsługiwany przez mikrokontroler, którego zadaniem jest odpowiednia komunikacja z układem scalonym MAX6675. Tradycyjnie dane pomiarowe są wysyłane za pośrednictwem kontrolera transmisji szeregowej do kolejnych elementów systemu automatyki. Czytelnicy zapewne już się przyzwyczaili, że wszystkie elementy systemu realizują swoją transmisję jako komunikację półdupleksową z wykorzystaniem interfejsu RS485. Tak też jest i w tym przypadku. Głównym elementem modułu jest mikrokontroler ATmega32. Schemat jednostki centralnej pokazuje **rysunek 1**. Jest to podobna jak w dotychczasowych rozwiązaniach aplikacja mikrokontrolera z rodziny AVR. Jedynym ewentualnym zaskoczeniem jest użycie modelu ATmega32.

**Rys. 1**




Jak pokazuje rysunek 1, do wybranych wyprowadzeń portu C jest przyłączone złącze, poprzez które do systemu może być przyłączony wielopinowy sensor różnych wielkości fizycznych. W poprzednich częściach były opisane obsługi, które wymagały maksymalnie dwóch wyprowadzeń portów do realizacji komunikacji mikrokontrolera z sensorem. W obecnym module pomiarowym wymagania są większe i przewidziane jest więcej wyprowadzeń. W czasie, gdy były tworzone pierwsze sterowniki pomiarowe, wydawało się, że możliwości zaproponowanych rozwiązań będą wystarczające. Niestety, życie potrafi zaskakiwać i pojawiły się



eprasa.pl b02520071f

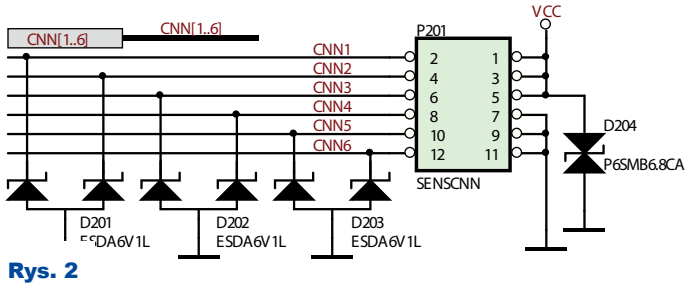
TOP WWW SKLEP.SEMICON.COM.PL
- podzespoły elektroniczne - szablony laserowe
- montaż SMT - diody laserowe
- materiały dla elektroniki - taśmy i kleje 3M

nowe potrzeby. Stąd zastosowanie mikrokontrolera o większych zasobach, zarówno w sensie liczby wyprowadzeń przeznaczonych do współpracy z sensorami pomiarowymi, jak i w sensie wielkości pamięci FLASH przeznaczonej na program obsługi. Wszystkie sygnały wychodzą na złącze, do którego zostanie przyłączony układ obsługujący termoparę. Schemat przyłącza pokazuje **rysunek 2**. Wyprowadzenia portu przewidziane do obsługi układu MAX6675 dochodzące do złącza, są zabezpieczone przed przepięciami dedykowanymi do tego celu elementami D201–D203, natomiast nad zasilaniem „wyeksportowanej" płytki z układem MAX6675 czuwa dioda zabezpieczająca D204. Niektórych czytelników może zastanowić takie rozwiązanie: dlaczego układ MAX6675 nie wchodzi w skład modułu pomiarowego, a jest do niego przyłączany jako element zewnętrzny, wykorzystując jedynie sygnały cyfrowe do komunikacji. Wyjaśnienie jest, jak zwykle, proste: gotowym komponentem jest termopara wraz z niewielką płytką PCB zawierającą układ MAX6675, co jest wymagane z uwagi na kompensację temperatury tzw. zimnego końca. Termoparę z małą płytką obsługi pokazuje **fotografia 1**.

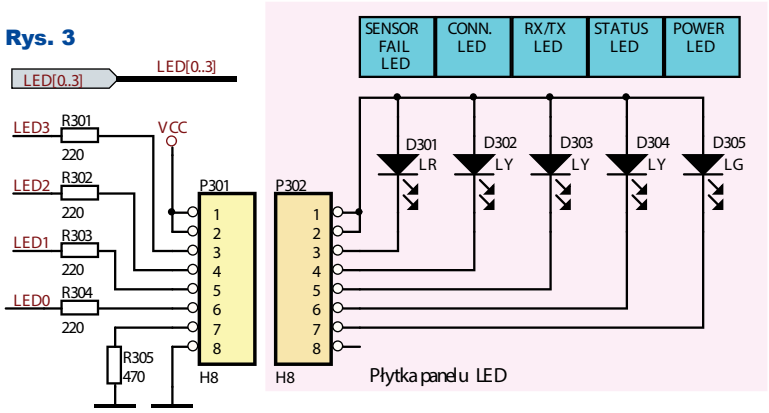
Sygnalizacja stanu pracy oraz zaistnienia innych zdarzeń jest zrealizowana przez zespół lampek LED, które jako mała płytka front panelu jest przyłączana do płyty głównej modułu. Schemat pokazuje **rysunek 3**. Diody LED są poprzez rezystory bezpośrednio przyłączone do wyprowadzeń portu mikrokontrolera. Specyfika takiego rozwiązania musi być odpowiednio ujęta w oprogramowaniu, gdyż dioda LED świeci, jeżeli na wyjściu portu występuje stan logicznego zera.

Kanał transmisji szeregowej będący na wyposażeniu mikrokontrolera pozwala na zorganizowanie łącza komunikacyjnego z pozostałymi elementami systemu. Ze względu na funkcjonalność modułu pomiarowego (jest elementem typu SLAVE) komunikacja jest rozwiązana jako transmisja półdupleksowa z zastosowaniem jako interfejsu układu SN75C176. Rozwiązanie jest identyczne jak we wszystkich modułach realizujących funkcjonalność SLAVE opisanych dotychczas. Schemat przyłącza pokazuje **rysunek 4**.

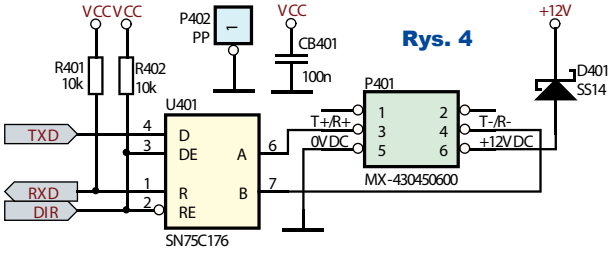
Wszystkie moduły systemu Infinity są zasilane ze źródła napięcia o wartości 12V, toteż każdy moduł musi zawierać odpowiedni stabilizator napięcia. Tradycyjnie, ze względu na nieprzerwane działanie, stabilizator napięcia jest zbudowany w oparciu o rozwiązania impulsowe. Schemat przetwornicy pokazuje **rysunek 5**. Jak w każdym przypadku wykorzystania rozwiązań impulsowych, do filtracji napięcia wyjściowego należy stosować kondensatory niskoimpedancyjne. Ta konieczność wynika z dużej częstotliwości pracy, z jaką działa sama przetwornica. Tradycyjnie wyjście napięcia z przetwornicy jest odłączane od pozostałej części modułu zworką P501 (rysunek 5).



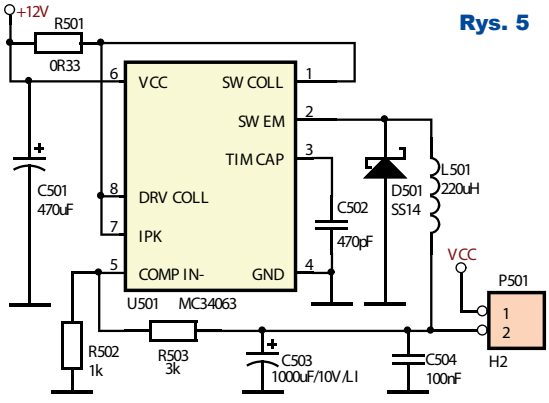
Rys. 2



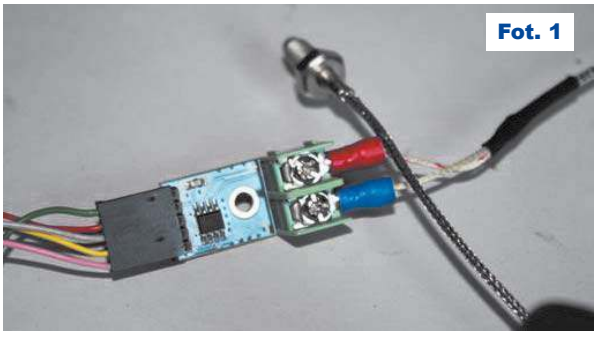
Rys. 3



Rys. 4



Rys. 5


Fot. 1

## Montaż i uruchomienie

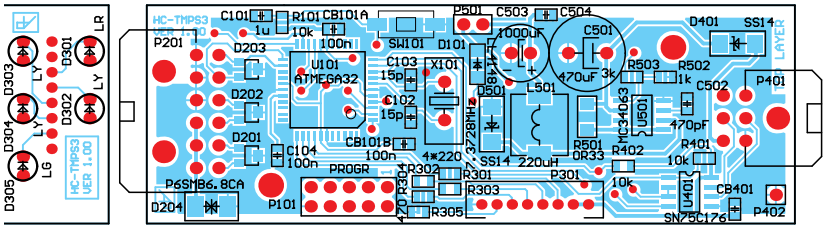
Opracowaną płytkę PCB do powyższego schematu pokazuje **rysunek 6** (strona TOP) oraz **rysunek 7** (strona BOTTOM).

Prezentowany moduł w swej idei jest jedynie rozszerzeniem rozwiązania zastosowanego do obsługi czujnika SHT11, a samo rozszerzenie dotyczy tylko liczby wyprowadzeń portu dostępnych na złączu przeznaczonym do przyłączenia sensora pomiarowego. By nie dopuścić do ewentualnych pomyłek, złącze P401 (rysunek 4 i 6) przeznaczone do przyłączenia zasilania i magistrali komunikacyjnej jest sześciopinowe. Do obsługi sensora pomiarowego (złącze P201, rysunek 2 i 6) zastosowane jest złącze o innej liczbie pinów. To skutecznie wyklucza jakiekolwiek pomyłki, gdyż nikogo nie trzeba przekonywać o skutkach doprowadzenia do wyprowadzeń portu mikrokontrolera napięcia o wartości 12V. Taka pomyłka jest wręcz gwarancją problemów.

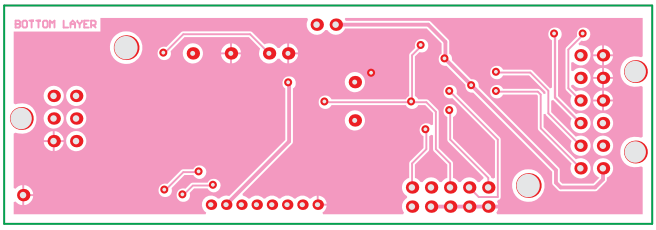


eprasa.pl b02520071f

Jak wspomniałem, moduł jest funkcjonalnym rozszerzeniem (liczba pinów) wcześniej opisanych modułów pomiaru temperatury. Struktura bloku konfiguracyjnego, przechowywanego w pamięci nieulotnej mikokontrolera, jest taka sama jak w module opisanym w poprzednim miesiącu (oczywiście z dokładnością do identyfikatora nadanego modułowi jako wartość domyślna, tu jest ***TMPS3***). Lista poleceń, jakimi posługuje się moduł, jest identyczna, a jedyna różnica zawiera się w odpowiedzi na polecenia HELLO oraz GETVER. Konfiguracja modułu, czyli zmiana określonych wartości identyfikatorów i sposób ich uzyskania, jest identyczna jak dotychczas. Konfigurując, należy jedynie pamiętać, że nowy element systemu musi mieć unikalny identyfikator modułu oraz identyfikator wielkości mierzonej. Ze względu na fakt wkompilowania pewnych identyfikatorów w oprogramowanie serwera www, bieżący moduł musi być określony jako ***TMPS03***, a wielkość mierzona jako ***T03***. Lista subskrybentów danych pomiarowych jest identyczna, gdyż dane pomiarowe są wysyłane do serwera www oraz do systemu przewidzianego do logowania wszystkich zachodzących zdarzeń.



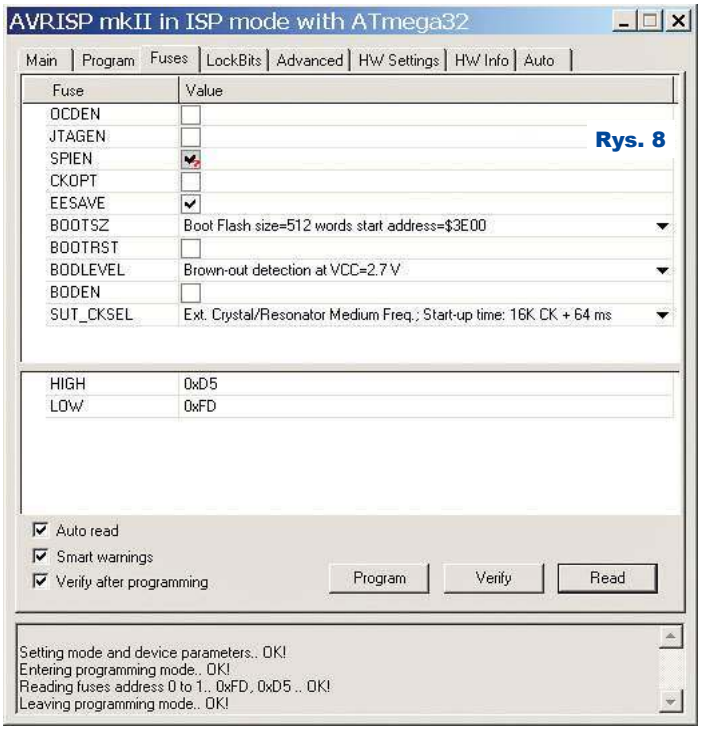
Rys. 6



Rys. 7

Moduł w większości zawiera elementy przystosowane do montażu powierzchniowego, jednak przy odrobinie staranności uruchomienie nie powinno nastręczać kłopotów. Po zmontowaniu, w pierwszej kolejności należy sprawdzić poprawność generowanego napięcia zasilającego mikrokontroler. Przed włączeniem zasilania wymagane jest zdjęcie zworki P501 (rysunek 5 i 6). Po dołączeniu do modułu zasilania należy sprawdzić napięcie na wyjściu przetwornicy, powinno wynosić około 5V. Dopiero po upewnieniu się, że układ zasilający działa poprawnie, można założyć zworkę P501 i przejść do kolejnego kroku związanego z ustawieniem FUSE w zastosowanym mikrokontrolerze. Docelowo bity FUSE powinny odpowiadać **rysunkowi 8** (uzyskanego z pakietu AVRSTUDIO 4). Do istotnych bitów konfiguracyjnych należy zaliczyć:

- wyłączenie (brak ptaszka) JTAG,
- SUT_CKSEL – ustawić zewnętrzny rezonator kwarcowy o średnim zakresie częstotliwości,
- włączenie (jest ptaszek) EESAVE – pozwala zachować zawartość pamięci nieulotnej przy każdej operacji kasowania/programowania pamięci FLASH przeznaczonej na program, opcja może okazać się przydatna przy realizacji własnych eksperymentów, co wiąże się z wielokrotnym przeprogramowaniem pamięci FLASH.



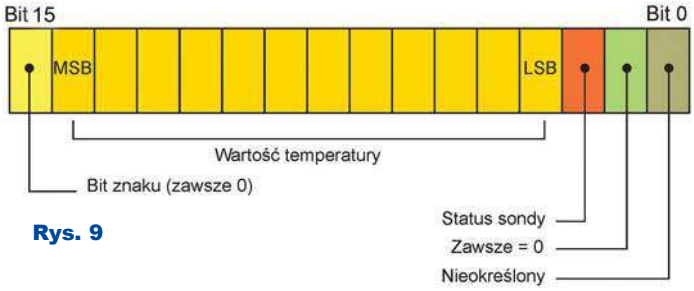

Rys. 8

Po pierwszym uruchomieniu modułu, w jego pamięci nieulotnej zostaną zapisane domyślne wartości parametrów konfiguracyjnych. Te parametry wymagają korekty, którą można wykonać, posługując się odpowiednim programem do konfiguracji (dostępnym na stronie internetowej czasopisma). Niezbędne zmiany to wprowadzenie nowych identyfikatorów, których wartości zostały wymienione wyżej. Również oprogramowanie mikrokontrolera nie wymaga dodatkowych wyjaśnień. Zastosowane rozwiązania były już wystarczająco dokładnie opisane w dotychczasowych numerach czasopisma. Jedynie pewnego wyjaśnienia wymaga obsługa termopary, a właściwie sposób porozumiewania się z układem MAX6675. Płytka PCB zawierająca wspomniany układ jest pokazana na **fotografii 2**. Zawiera ona listwę GOLDPIN do połączenia z modułem pomiarowym. Poszczególne jej wyprowadzenia są precyzyjnie opisane, toteż nie powinno być problemów z ich identyfikacją i integracją. Należą do nich:

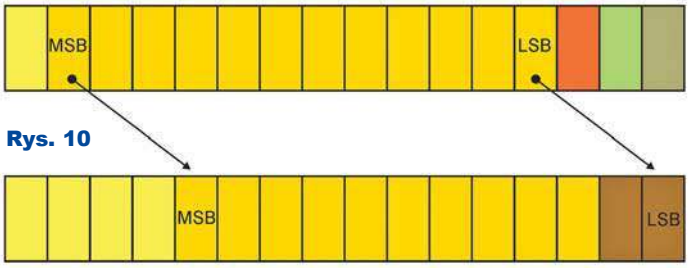
- napięcie zasilające VCC i GND – wymagane jest to samo napięcie, jakim jest zasilany mikrokontroler,
- sygnał wyboru CS – sygnał aktywacji układu obsługi termopary do przesłania danych, jest wejściem dla MAX6675,
- sygnał taktujący SCK – synchronizujący przesyłanie danych, jest wejściem dla MAX6675,
- sygnał danych szeregowych SO – dane są przesyłane szeregowo z prędkością wynikającą z sygnału zegarowego SCK, jest wyjściem (trójstanowym) w MAX6675.

Fot. 2

eprasa.pl b02520071f




Rys. 9




Rys. 10

Komunikacja mikrokontrolera z układem obsługi termopary ogranicza się jedynie do operacji odczytu danych. Odczytywane dane są liczbą 16-bitową. Szczegóły dotyczące sprzęgu pokazuje **listing 1** (***wszystkie listingi są dostępne w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru***), wszystkie sygnały są doprowadzone do portu C, w tym SCK (taktujący) jest na pozycji bitowej 0, sygnał CS (wyboru) jest jako bit 1 oraz SO (danych) to bit 2. Część tych sygnałów jest generowana przez mikrokontroler (są wyjściami), sygnał danych jest odczytywany przez mikrokontroler (jest wejściem). Jest to ujęte w odpowiedniej konfiguracji portów, szczegóły pokazuje **listing 2**.

Odczyt danych z sensora nie należy do operacji skomplikowanych. W typowej pętli wygenerowanych jest 16 impulsów zegarowych. Po wystąpieniu opadającego zbocza sygnału zegarowego odczytywane są dane szeregowe. Dane te są wysyłane, poczynając od bitów najbardziej znaczących. Istotnym elementem jest wystawienie sygnału wyboru (CS). W ogólnym przypadku możliwe jest użycie kilku układów MAX6675 mogących mieć wspólne sygnały zegarowe i danych. Rozdzielając sygnał wyboru indywidualnie dla każdego z nich, istnieje możliwość wyboru jednego z wielu możliwych. W prezentowanym przypadku obsługiwany jest jeden układ MAX6675, co nie zwalnia z konieczności wskazania sygnałem CS na ten jedyny. Techniczny odczyt danych pokazuje **listing 3**.

Poszczególne bity odczytanej liczby 16-bitowej mają znaczenie pokazane na **rysunku 9**. Najbardziej znaczący bit (bit 15) jest bitem znaku. Ponieważ układ MAX6675 jest dedykowany do pomiaru temperatur dodatnich, bit ten ma zawsze wartość równą zero. Kolejne bity odzwierciedlają zmierzoną wartość temperatury, gdzie MSB oznacza najbardziej znaczącą pozycję oraz LSB – najmniej znaczącą pozycję. Kolejny bit określa status sondy: jeżeli jest ustawiony, to oznacza, że sonda jest nieprzyłączona (w znaczeniu, element termoogniwa nie jest przyłączony do odpowiednich końcówek układu MAX6675). Kolejny bit ma zawsze wartość równą zero, ostatni bit należy uważać za nieokreślony. Ten format danych jest ujęty w procedurze odczytu danych (listing 3), gdzie wczytane dane są przesunięte bitowo w prawą stronę o trzy pozycje. Ten zabieg pozwala wyselekcjonować z odebranych danych informacje określające zmierzoną wartość (zmienna *MeasurementData*). Jednocześnie w pamięci przechowywana jest oryginalna wartość odczytana z układu MAX6675 (zmienna *MeasurementTechData*), tu jest zawarta informacja o ważności danych pomiarowych (czy sonda jest przyłączona).

Sama liczba, określająca wartość zmierzoną, jest liczbą ułamkową. Po przesunięciu danych pomiarowych o 3 pozycje bitowe (rysunek 10) na dwóch najmłodszych pozycjach tak uzyskanego rezultatu zakodowana jest wartość ułamka. Jest to liczba czwartych części stopnia. Na dwóch bitach można zapisać cztery warianty. Przykładowo 01 (binarnie) oznacza 0,25 stopnia, a 11 (binarnie) to 0,75 stopnia. Ma to swoje odbicie w procedurze konwersji danych do postaci znakowej. Algorytm pokazuje **listing 4**. Uzyskane dane w postaci znakowej (zmienna *TempParamAsciiValue*) są wysyłane do modułów stowarzyszonych via kanał transmisji szeregowej.

Opisany moduł zamyka grupę elementów pomiarowych. Do opisania pozostały elementy przeznaczone do lokalnego prezentowania danych, toteż w kolejnym miesiącu przejdę do przedstawienia kolejnej funkcjonalności związanej z prezentacją danych.

**Andrzej Pawluczuk**
apawluczuk@vp.pl

**Wykaz elementów (modułu pomiarowego)**

| | |
|---|---|
| R101,R401,R402 | 10kΩ (0805) |
| R301-R304 | 220Ω (0805) |
| R305 | 470Ω (0805) |
| R501 | 0,33Ω (1206) |
| R502 | 1kΩ (0805) |
| R503 | 3kΩ (0805) |
| C101 | 1μF (0805) |
| C102,C103 | 15pF (0805) |
| C104,CB101A,CB101B,CB401,C504 | 100nF (0805) |
| C502 | 470pF (0805) |
| C501 | 220μF (elektrolityczny, przewlekany) |
| C50 | 1000μF (elektrolityczny, przewlekany, niskoimpedancyjny) |
| L501 | 220μH (dławik ekranowany) |
| P101 | GOLDPIN dwurzędowy, 5×2 pin |
| P201 | złącze typu Micro Fit 2*6 pin, przewlekane, kątowe wraz z wtykiem |
| P401 | złącze typu Micro Fit 6 pin, przewlekane, kątowe wraz z wtykiem |
| P301,P302 | złącze przewlekane typu JS1125, 8 pin wraz z wtykiem |
| P501 | GOLDPIN jednorzędowy, 2 pin + jumperek |
| SW101 | mikroprzycisk (przewlekany) |
| X101 | rezonator kwarcowy 7.3728MHz |
| D101 | 1N4148 (minimef) |
| D201-D203 | ESDA6V1L (SOT23) |
| D204 | P6SMB6.8CA ( DO214) |
| D401,D501 | SS14 ( DO214) |
| D301 | dioda LED czerwona, przewlekana, 3mm |
| D302-D304 | dioda LED żółta, przewlekana, 3mm |
| D305 | dioda LED zielona, przewlekana, 3mm |
| U101 | ATMEGA32 (TQFP44) |
| U401 | SN75C176 (SO8) |
| U501 | MC34063 (SO8) |

ulubiony KIOSK.pl
Zawsze znajdziesz, przejrzysz i kupisz aktualny numer „Elektroniki dla Wszystkich”
(zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej)
na ***www.UlubionyKiosk.pl***



eprasa.pl b02520071f

# Kurs Arduino odcinek 20c

Ten odcinek zaczniemy od kolejnego przykładu wykorzystania znanej już biblioteki ***MD_UISwitch***, stworzonej przez *Marco Colli* (*MajicDesigns*).

Jeżeli masz klawiaturę matrycową 4×4, dołącz ją do płytki Arduino według **rysunku 16** i **fotografii 17**. Niestety potrzeba do tego aż ośmiu pinów, które musisz wskazać, jak pokazuje **szkic 11**, gdzie widać też, że klawiaturę matrycową można dołączyć do dowolnych pinów Arduino.

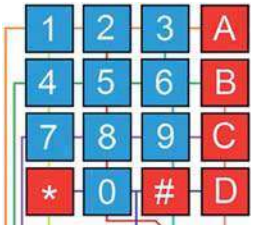
Ja skompilowałem tak zmodyfikowany szkic ***MD_UISwitch_Example.ino*** z jedynką w linii:

```
#define TEST_MATRIX_4b4  1
```

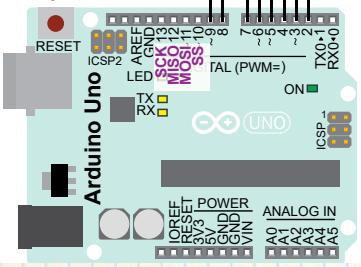
Po otwarciu na komputerze *Monitora portu szeregowego* (Ctrl+Shift+M) możemy testować reakcje poszczególnych klawiszy. Jak wskazuje szkic 11, definiujemy tablicę znaków o nazwie ***kt***, w której zawarte są oznaczenia klawiszy: cyfry, litery A, B, C, D oraz symbole * i #. Dlatego naciśniecie klawisza powoduje zwrócenie i wyświetlenie na ekranie znaku z tego klawisza. A konkretnie znaku ASCII i jego numeru w kodzie szesnastkowym.

Szkic 11

```
(...)  #if TEST_MATRIX_4b4
#define TITLE "Matrix 4x4"
uint8_t rowPins[] = { 9, 8, 7, 6 };    // rzędy
uint8_t colPins[] = {5, 4, 3, 2 };    // kolumny
const uint8_t ROWS = sizeof(rowPins);
const uint8_t COLS = sizeof(colPins);
char kt[(ROWS*COLS) + 1] = "123A456B789C*0#D"; //symbole
MD_UISwitch_Matrix S(ROWS, COLS, rowPins, colPins, kt);
#endif  (...)
```

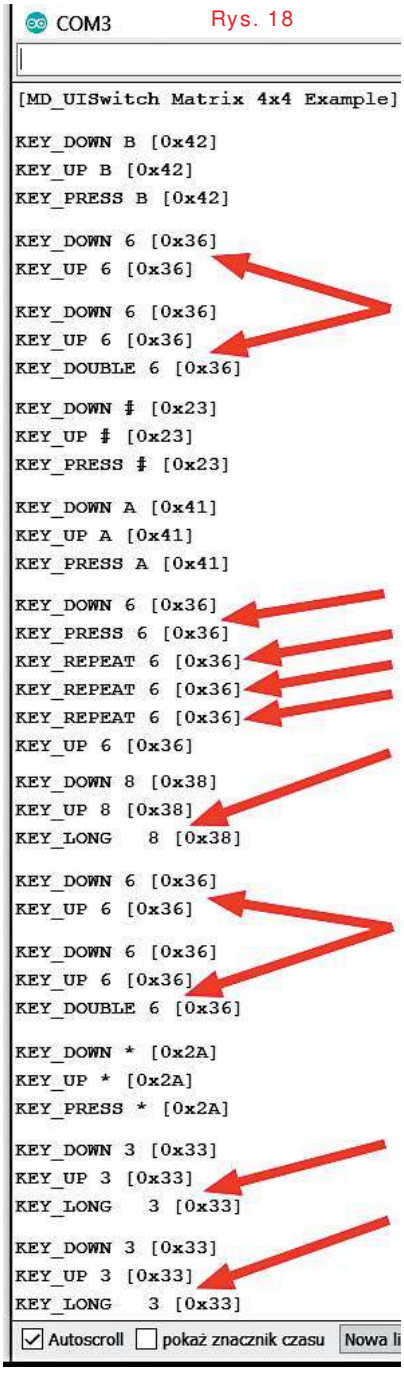



Rys. 16

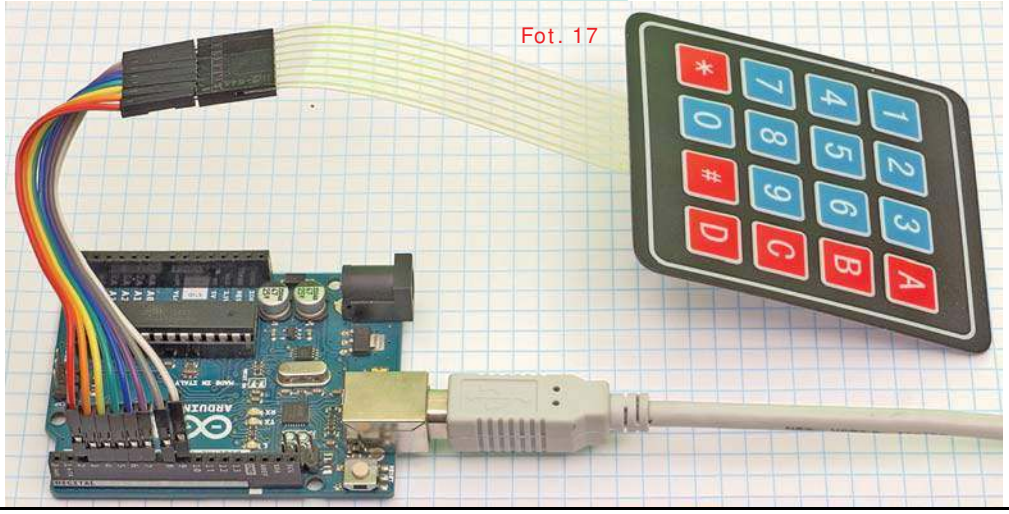



Co ważne, dla każdego klawisza dostępne są wszystkie wcześniejsze możliwości: naciśnięcie krótkie, długie, "dwuklik" i naciskanie ciągłe. Przykładowy zrzut ekranu konsoli monitora pokazany jest na **rysunku 18**. Możliwości są duże, ale niestety, sposoby wykorzystania tej biblioteki nie są najłatwiejsze. Zapewne poradzisz sobie jednak z adaptacją ich w swoich szkicach, by wykorzystać

Rys. 18




Fot. 17





eprasa.pl b02520071f

wartości zwracane przez funkcje – metody: numer-nazwa przycisku oraz jego stan, badany instrukcją *switch--case*. Możesz zacząć od wyczyszczenia przykładowych szkiców z tego, co nie jest konieczne i wtedy pozostanie sama esencja, którą możesz przenieść do własnych szkiców.

Możesz zacząć od pojedynczego przycisku. Kluczową funkcją – metodą jest ***.read()***, określająca rodzaj naciśnięcia. Zwraca ona stan przycisku za pomocą własnego typu wyliczeniowego *keyResult_t*. W przypadku większej liczby przycisków trzeba też określić, który z nich został naciśnięty, co zwykle jest realizowane za pomocą wcześniej określonej tablicy.

Możesz też zapoznać się z łatwiejszą do wykorzystania biblioteką ***MD_REncoder*** do obsługi obrotowego enkodera (elektronicznego potencjometru – Rotary Encoder) ze strony: *https://github.com/MajicDesigns/MD_REncoder*. Zwraca ona nie tylko impulsy wskazujące aktywność i kierunek obrotu, ale też prędkość pokręcania, co można wykorzystać do wzbogacenia funkcji takiego enekodera.

Oprócz bibliotek omówionych w tym artykule, Marco Colli (MajicDesigns) udostępnił też szereg innych bibliotek i projektów (*https://github.com/MajicDesigns?tab=repositories*). Mają one bardzo dobrą jakość i mogą okazać się bardzo przydatne. Jednak nie przywiązuj się zbytnio do skądinąd znakomitych bibliotek ***MD_MAX72xx***, ***MD_MAXPanel*** i ***MD_Parola***. Są one przeznaczone tylko dla wyświetlaczy matrycowych LED z kostką MAX7219. Wyświetlacze takie niewątpliwie są bardzo atrakcyjne, ale nas ciągnie też do wyświetlaczy graficznych LCD i OLED o wyższej rozdzielczości. A niestety, tam te trzy biblioteki nie są przydatne. Dlatego powinniśmy przyjrzeć się zupełnie innym bibliotekom do obsługi wyświetlaczy matrycowych i graficznych. Pozostańmy jeszcze przy matrycach LED, ale zainteresujmy się biblioteką ***Adafruit GFX*** oraz biblioteką ***arduino-Max72xxPanel***, której twórcą jest **Mark Ruys** z Holandii.

Wcześniej mieliśmy podstawową bibliotekę ***MD_MAX72xx***, która zapewniała komunikację z kostką (kostkami) MAX7219 i wyświetlaczem, a do tego biblioteki pomocnicze, które realizowały bardziej zaawansowane funkcje. Teraz jest podobnie: mamy sprzętową bibliotekę ***arduino-Max72xxPanel***, a do tego pomocniczą bibliotekę ***Adafruit GFX***, która realizuje bardziej zaawansowane funkcje związane z rysowaniem elementarnych figur geometrycznych, grafik oraz napisów z wykorzystaniem (fontów-czcionek).

Biblioteka ***Adafruit GFX***, jak wskazuje nazwa, powstała w znanej firmie Adafruit, ale wcale nie dla kostki MAX7219. Adafruit ma w swej bogatej ofercie handlowej mnóstwo większych i mniejszych wyświetlaczy graficznych: kolorowych i monochromatycznych. Można to sprawdzić na stronie:
h t t p s : / / w w w . a d a f r u i t . com/?q=graphic%20display

Biblioteka ***Adafruit GFX*** jest uniwersalna, bo realizuje „wyższe" funkcje, wspólne dla wszystkich wyświetlaczy graficznych. Nie ma ona natomiast możliwości bezpośredniej współpracy z jakimkolwiek wyświetlaczem, bo jest tylko swego rodzaju nakładką, która ma współpracować z oddzielną biblioteką sprzętową, przeznaczoną do konkretnego wyświetlacza, a raczej do konkretnego scalonego sterownika.

Adafruit udostępnia biblioteki sprzętowe do wszystkich sprzedawanych przez siebie wyświetlaczy graficznych LCD i OLED – będziemy z niektórych korzystać. A zapoznanie się z biblioteką GFX jest absolutnie niezbędne, ponieważ będzie ona potrzebna, gdy będziemy chcieli wykorzystać różne wyświetlacze graficzne.

Firma Adafruit ma dobrą opinię, jej sprzęt i oprogramowanie także, więc także Ty możesz z powodzeniem skorzystać z udostępnionych przez nią bibliotek. Ale trzeba też wiedzieć, że są i inne możliwości obsługi wyświetlaczy graficznych. Na przykład od szeregu lat znana jest biblioteka ***U8glib***, obecnie zastąpiona przez ***U8g2*** (wraz z ***U8x8***), która realizuje „wyższe" funkcje graficzne i tekstowe, a jednocześnie zapewnia bezpośrednią współpracę z szeregiem wyświetlaczy graficznych, ale tylko monochromatycznych, a nie kolorowych. Dla zainteresowanych: biblioteka U8g2 w wersji dla Arduino jest dostępna pod adresem: *https://github.com/olikraus/U8g2_Arduino*, ale można ją też zainstalować z pomocą *Menedżera bibliotek*. My pominiemy bibliotekę ***U8g2***, a bliżej zainteresujemy się bardziej uniwersalną biblioteką ***Adafruit GFX***, bowiem przyda się ona też do wyświetlaczy kolorowych.

A na razie wracamy do matrycowego wyświetlacza LED 32 × 8 z czterech modułów FC16. Podłączenie jest identyczne jak wcześniej (rysunek 7). Mark Ruys, twórca biblioteki ***arduino--Max72xxPanel***, napisał ją tak, żeby współpracowała z popularną biblioteką ***Adafruit-GFX-Library***, którą możemy zainstalować przez *Menedżera bibliotek*. Natomiast sprzętową bibliotekę ***arduino-Max72xxPanel*** trzeba zainstalować ręcznie, po ściągnięciu jej ze strony: *https://github.com/markruys/arduino-Max72xxPanel*.
czyli po prostu rozpakować do katalogu *.../Dokumenty/Arduino/libraries/*

W bibliotece ***arduino-Max72xxPanel-master*** jest katalog */examples/*, a w nim katalog */Snake* ze szkicem o starym rozszerzeniu (*Snake.pde*) realizującym popularnego węża, który wije się po całym wyświetlaczu. Najpierw możesz skompilować i wgrać oryginalny szkic (*Snake.pde*). Gdyby nie chciał się skompilować, zapisz go pod inną nazwą. Na wyświetlaczu zobaczysz cztery jednakowe węże.

Aby uzyskać prawidłowy efekt, musisz podać odpowiednie informacje, jak widać w spolszczonym szkicu ***A2006.ino*** i **w szkicu 12**: liczbę modułów poziomo (4) i pionowo (1) oraz rozmieszczenie modułów za pomocą funkcji ***.setPosition()*** (gdzie pierwszy wyświetlacz o numerze 0 jest najbliższy Arduino) i ich „obrót" – ***setRotation()***, gdzie dla FC16 należy wpisać 1 (obrót o 90°).

Gdy pobawisz się wężem, możesz wykorzystać inne zawarte w tej bibliotece przykłady. Nie namawiam do analizy treści tych szkiców. Koniecznie

Szkic 12

```
#include <SPI.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Max72xxPanel.h>
int pinCS = 10; // który pin ma być CS w sprzetowym łaczu SPI?
int ModulowPoziomo = 4; // cztery moduły
int ModulowPionowo = 1; // w jednym rzedzie
// tworzymy tylko obiekt wyświetlacza = wysw
Max72xxPanel wysw = Max72xxPanel(pinCS, ModulowPoziomo, ModulowPionowo);
const int pinRandom = A0; //"ziarno" dla gen. pseudolosowego
const int wait = 100; // opóźnienie w milisekundach
const int length = 12; //długość węża
int x[length], y[length]; //pozycja
int ptr, nextPtr; // dwa wskaźniki

void setup() { // jednorazowo w funkcji setup():
wysw.setIntensity(1); // jasność (0...15)
// określamy, jak połączone i obrócone są cztery moduły o nr 0...3
wysw.setPosition(0, 0, 0); // najbliższy płytki Arduino
wysw.setPosition(1, 1, 0); // następny jest drugi w tym samym rzędzie
wysw.setPosition(2, 2, 0); // trzeci jest następny w tym samym rzędzie
wysw.setPosition(3, 3, 0); // czwarty - następny w tym samym rzędzie
wysw.setRotation(0, 1); // w czteromodułoej płytce wszystkie cztery FC16
wysw.setRotation(1, 1); // są niejako obrócone o 90 stopni w prawo
wysw.setRotation(2, 1); //stąd we wszystkich czterech przypadkach
wysw.setRotation(3, 1); // liczba 1, czyli "rotated 90o clockwise"
```



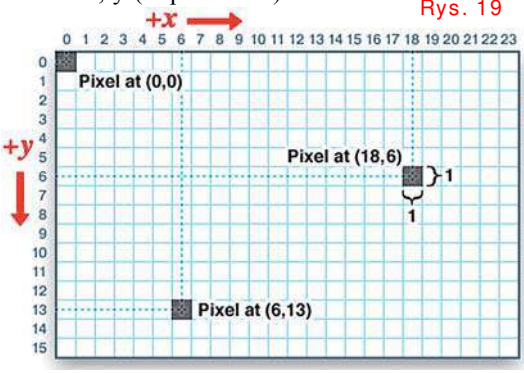
eprasa.pl b02520071f

musisz się jednak zapoznać z biblioteką ***Adafruit GFX***, której najnowszy opis znajdziesz pod adresem: *https://cdn-learn.adafruit.com/downloads/pdf/adafruit-gfx-graphics-library.pdf* w skrócie: *https://bit.ly/2fR5eu9*.

Na początku wspomniane jest tam o instalacji biblioteki o nazwie ***Adafruit_ZeroDMA***, co miałoby sens w przypadku wycofanej już ze sprzedaży płytki *Arduino Zero* z potężnym 32-bitowym procesorem Atmel's SAMD21 (ARM), a nie z płytkami Arduino zawierającymi ATmega328P, gdzie nie ma DMA.

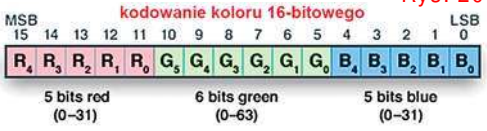
Raz na zawsze trzeba zapamiętać, że w wyświetlaczach graficznych piksele numeruje się, począwszy od górnego, lewego rogu, jak pokazuje pochodzący z tego pliku PDF **rysunek 19** i tak trzeba podawać w funkcjach współrzędne x, y (w pikselach).

Rys. 19




Biblioteka GFX wykorzystuje 16-bitowy model koloru (65536 odcieni) według **rysunku 20**. W wyświetlaczach monochromatycznych mamy tylko dwa kolory piksela: 0 (wyłączony) i 1 (aktywny).

Rys. 20




Jak pokazuje **szkic 13**, w bibliotece GFX mamy szereg funkcji-metod

```
drawPixel(x, y, color);
drawLine(x0, y0, x1, y1, color);
drawFastVLine(x0, y0, length, color);
drawFastHLine(x0, y0, length, color);
drawRect(x0, y0, w, h, color);
fillRect(x0, y0, w, h, color);
drawCircle(x0, y0, r, color);
fillCircle(x0, y0, r, color);
drawRoundRect(x0, y0, w, h, radius, color);
fillRoundRect(x0, y0, w, h, radius, color);
drawTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, color);
fillTriangle(x0, y0, x1, y1, x2, y2, color);

fillScreen(color);

drawChar(x, y, char c, color, bg, size);

setCursor(x0, y0);
setTextColor(color);
setTextColor(color, backgroundcolor);
setTextSize(size);
setTextWrap(w);

print("napis do wyswietlenia");
```

Szkic 13

do rysowania na ekranie podstawowych elementów graficznych: punktów, linii, (szybkich) linii pionowych i poziomych, prostokątów, wypełnionych prostokątów, okręgów i kół, prostokątów z zaokrąglonymi rogami oraz trójkątów. W każdym przypadku podajemy wymagane współrzędne i rozmiary oraz kolor.

Ekran możemy zawsze wyczyścić / wypełnić kolorem za pomocą funkcji `fillScreen(color)`

W bibliotece ***Adafruit GFX*** wbudowany jest jeden podstawowy font (czcionka). Mamy dwie funkcje „tekstowe". Pierwsza z nich: `drawChar(x, y, char c, color, bg, size)` wyświetla tylko jeden znak (character). Jako argumenty do funkcji przekazujemy: współrzędne ***x***, ***y***, gdzie ma on zostać wyświetlony, znak do wyświetlenia (w pojedynczym cudzysłowie), kolor – ***color***, kolor tła – ***bg*** (*background*) oraz wielkość – ***size*** (1, 2 lub 3).

Współrzędne x, y w przypadku podstawowego, wbudowanego fontu wskazują górny, lewy róg znaku, jak widać na **rysunku 21**.

Druga funkcja „tekstowa" jest dobrze znana z wcześniejszych ćwiczeń: `print("tekst do wyswietlenia")`

Ona tylko wypisze na ekranie tekst umieszczony w podwójnym cudzysłowie. Ale gdzie i jak?

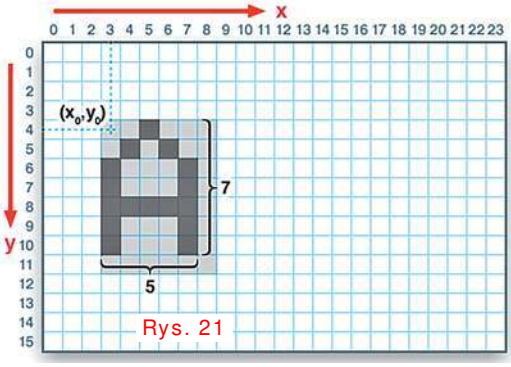
Jak pokazuje szkic 12, przed jej użyciem trzeba określić, w którym punkcie ekranu należy zacząć pisać, trzeba ustawić kolor i kolor tła oraz wielkość czcionki. Można też włączyć zawijanie tekstu do następnego wiersza (TekstWrap).

Znaki podstawowego fontu mają wielkość 5 × 7 pikseli, ale wpisując ich rozmiar (*size*) 2 lub 3, powiększymy rozmiar 2- lub 3-krotnie.

Aby poćwiczyć te podstawowe funkcje, przygotowałem szkic ***A2007.ino*** (dostępny w Elportalu), gdzie możesz też wpisać dodatkowo własny tekst za pomocą *Monitora portu szeregowego* według **rysunku 22**. Wykorzystałem fragment kodu ze strony: *https://mytectutor.com/max7219-led-matrix-interfacing-with-arduino/* w skrócie: *https://bit.ly/2okjtS8*.

Warto tam zajrzeć, bowiem Autor pokazuje, jak ten sam efekt zrealizować za pomocą różnych bibliotek.

Modyfikuj szkic ***A2007.ino*** i w ten sposób zapoznaj się z podstawowymi funkcjami biblioteki




Rys. 21

***Adafruit-GFX***. oraz z ograniczeniami związanymi z małą liczbą pikseli naszego matrycowego wyświetlacza LED.

Zwróć uwagę, że polecenia biblioteki ***arduino-Max72xxPanel-master*** nie powodują od razu wyświetlenia na ekranie tego, co określa rozkaz. Dlatego w naszym szkicu po każdym takim rozkazie za każdym razem dodatkowo używamy funkcji: `wysw.write();`

Dopiero ona powoduje wyświetlenie czegoś na ekranie. Jest to normalne, ponieważ przy obsłudze takich wyświetlaczy wykorzystujemy tak zwany bufor: pamięć pomocniczą treści całego obrazu. Funkcje rysowania/pisania modyfikują tylko treść bufora (pamięci), a nie wyświetlają go na ekranie. Zawartość bufora zostaje wyświetlona na ekranie dopiero po wykonaniu funkcji `wysw.write();`

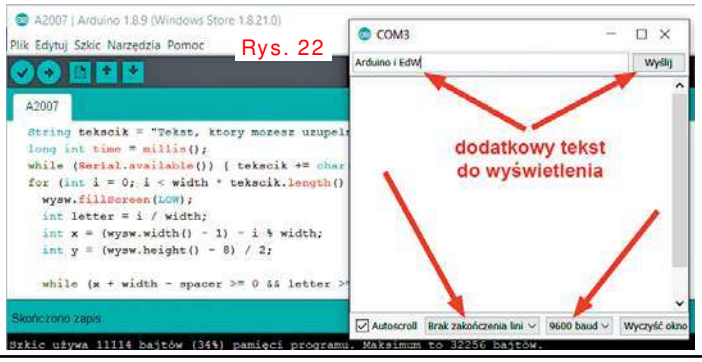
Dlatego możesz zrealizować kilka funkcji rysowania/pisania, a dopiero potem wyświetlić je na ekranie.

Na razie pomijamy problem polskich liter, natomiast chcemy wykorzystać bardziej pojemny wyświetlacz, choćby najbardziej obecnie popularny OLED 128 × 64 pikseli.

W szkicu A2007.ino trzeba tylko zmienić informacje o wyświetlaczu, a kluczowe fragmenty programu pozostaną te same.

W zasadzie tak, ale w grę wchodzi kilka dodatkowych szczegółów, dlatego wyświetlaczami tymi zajmiemy się w następnym odcinku naszego kursu.

**Piotr Górecki**




Rys. 22



eprasa.pl b02520071f

Wokół Arduino

# Wyświetlacze graficzne cz. 3

**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.**

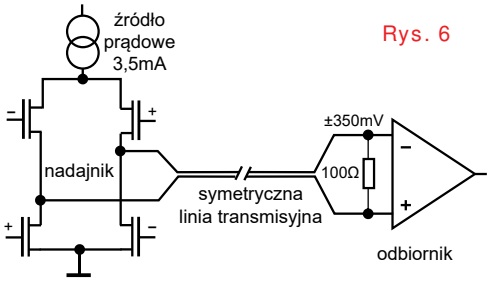
W poprzednim odcinku omówiliśmy kilka interfejsów stosowanych w wyświetlaczach graficznych. Doszliśmy do problemu zakłóceń, których znaczną redukcję zapewnia...

## LVDS

Skrót LVDS to *Low Voltage Differential Signalling*, co oznacza niskonapięciową transmisję różnicową. Zakłócenia zmniejsza po pierwsze zastosowanie niskich napięć w linii transmisyjnej, po drugie, zastosowanie łącza różnicowego. Masa przestaje być punktem odniesienia i nie jest torem powrotnym sygnału elektrycznego. Stan logiczny wyznacza różnica napięć między dwoma żyłami łącza.

Z podobnych względów transmisja różnicowa wykorzystywana jest też w popularnym łączu RS-484 (i RS-422), gdzie linia ma postać dwużyłowej skrętki, znakomicie zmniejszającej problem zakłóceń. Teraz jednak mówimy przede wszystkim o transmisji danych między procesorem i wyświetlaczem, a więc na małe odległości, gdzie nie stosuje się przewodowej skrętki, tylko płaskie ścieżki. Niemniej i dwie płaskie ścieżki, symetryczne względem masy, wykonane czy to na płytce drukowanej klasycznej, sztywnej, czy też na elastycznej (flex), mają dobre właściwości pod względem zakłóceń.

**Rysunek 6** pokazuje zasadę pracy linii LVDS. Źródło prądowe o wydajności 3,5mA określa prąd w torze, linia w odbiorniku jest zakończona terminatorem – rezystancją 100 omów, która jest też dopasowaniem do oporności falowej toru przesyłowego. Nietrudno policzyć, że przepływ prądu 3,5mA przez rezystancję 100Ω daje sygnał o amplitudzie 350mV.




Rys. 6

Pewną wadą jest konieczność zastosowania dwóch żył – przewodów dla jednego toru. Realizacja w ten sposób równoległej magistrali 8-bitowej wymagałaby 16 przewodów (pomijając zegar i linie sterujące).

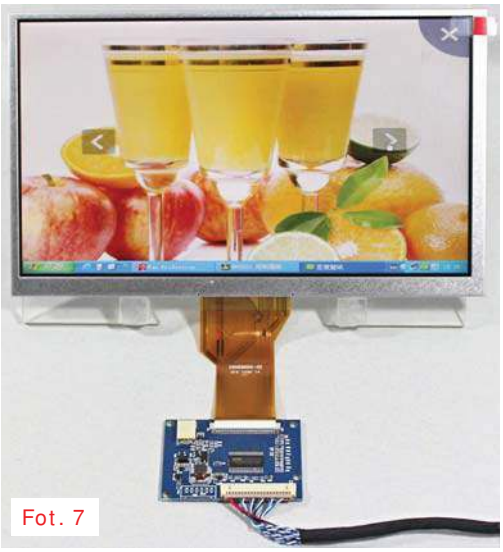
Na marginesie: w starszych niesymetrycznych interfejsach używamy określeń linia, żyła, które oznaczają jeden przewód transmitujący dane. W LVDS jeden tor jest dwużyłowy, dlatego w literaturze angielskiej używa sie słowa ***lane*** (tor) na określenie tej pary przewodów.

Pojedyncze łącze LVDS może pracować z częstotliwością taktowania nawet kilkuset megaherców, a przepływność jednej dwużyłowej linii może sięgać setek megabitów na sekundę.

Takie łącze różnicowe radykalnie redukuje problem zakłóceń i odbić.

Wcześniej mówiliśmy, że przy większych wyświetlaczach duża przepływność wręcz wymusza zastosowanie transmisji równoległej. Teraz okazuje się, że duża przepływność symetrycznego toru LVDS pozwala powrócić do idei transmisji szeregowej.

Przy mniejszych wyświetlaczach wysterczyłby jeden symetryczny tor (*lane*). A gdy wymagany jest szybszy transfer, można zastosować dwa lub więcej torów. Z jednej strony zaletą szybkiej transmisji szeregowej jest mała liczba przewodów, z drugiej wadą jest potrzeba zastosowania układów pomocniczych, zamieniających dane z postaci równoległej na szeregowa i odwrotnie. Tu może się pojawić logiczny wniosek, że taka różnicowa transmisja jest jak najbardziej uzasadniona w przypadku przesyłania sygnału na odległości rzędu metrów, a dyskusyjne jest

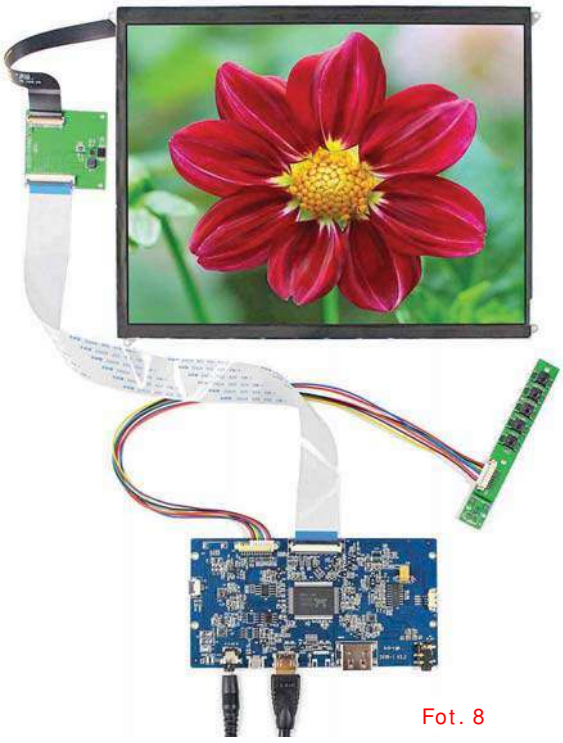


Fot. 7

wykorzystanie jej na odległości rzędu 10 centymetrów. Owszem, można byłoby o tym dyskutować. Jednak nie od dziś realizacja operacji zamiany danych z równoległych na szeregowe i odwrotnie za pomocą odpowiednich układów scalonych nie jest problemem i nie jest kosztowna, dlatego nawet w łączach o długości kilku centymetrów opłaca się stosować szeregową transmisję różnicową. Interfejsy LVDS od połowy lat 90. wykorzystywane były powszechnie w wyświetlaczach – ekranach laptopów. **Fotografia 7** pokazuje 9-calowy wyświetlacz (panel, ekran) o rozdzielczości 800x480 z interfejsem LVDS. Ekrany takie mają giętkie taśmy z 30 lub 40 stykami. Do przesyłania sygnału obrazu służy tylko kilka par, a reszta to zasilanie oraz obsługa podświetlenia i panelu dotykowego. Łącze LVDS nadaje się do ekranów o niezbyt dużej rozdzielczości. Współczesne ekrany mają dużą rozdzielczość – zawierają kilka milionów pikseli i klasyczne łącze LVDS okazuje się za słabe. Takie ekrany o dużej rozdzielczości mają dużo szybsze interfejsy typu LVDS, ale nie według TIA/EIA-644, lecz zwykle



eprasa.pl b02520071f



Fot. 8

według nowszych standardów. Jednym z takich rozwiązań jest interfejs eDP (embedded Display Port). **Fotografia 8** przedstawia 9,7-calowy ekran o rozdzielczości 2048 x 1536 z interfejsem eDP.

Drugim mowoczesnym rozwiązaniem jest interfejs MIPI-DSI. **Fotografia 9** pokazuje 5-calowy wyświetlacz Winstar o rozdzielczości 720×1280 punktów z interfejsem MIPI-DSI.

Kwestia MIPI to dość obszerna historia, którą koniecznie musimy choćby w skrócie omówić.

## MIPI

Wcześniej mówiliśmy, że od lat 80. rozwój wyświetlaczy graficznych, sposobów sterowania nimi, a także nazewnictwa, przebiegał w sposób mocno nieuporządkowany. Można powiedzieć, że MIPI to próba uporządkowania sytuacji, między innymi w zakresie wyświetlaczy i sterowania nimi.

MIPI Alliance (Mobile Industry Processor Interface Alliance) to powołana w roku 2003 organizacja zrzeszająca czołowych producentów sprzętu mobilnego oraz producentów komponentów do takiego sprzętu, a więc także wyświetlaczy. Zrzesza takich gigantów jak m.in. Intel, Motorola, Nokia, NXP, Samsung, ST, TI...

MIPI zajmuje się szeregiem obszernych zagadnień dotyczących różnych aspektów sprzętu mobilnego. Chodzi o wprowadzenie zaleceń i standardów, które pozwolą na bezproblemową współpracę podzespołów i urządzeń różnych producentów. W zakresie zainteresowania MIPI są wszystkie aspekty budowy urządzeń mobilnych. Dużo uwagi MIPI poświęca też wyświetlaczom i stosowanym w nich interfejsom.

Po pierwsze organizacja MIPI podjęła próbę uporządkowania istniejącej sytuacji. Pod określeniami MIPI-DBI i MPI-DPI znajdziemy stare rozwiązania, znane od lat pod innymi nazwami. I tak MIPI-DBI (*Display Bus Interface*) ponownie definiuje starych znajomych, „mikroprocesorowe" interfejsy wcześniej oznaczane MCU lub MPU, tylko bez podawania starych nazw.

I tak *MIPI-DBI type A* to równoległa magistrala Motoroli M6800. *MIPI-DBI type B* to pokrewna magistrala Intela I8080. Przewidziane są wersje z magistralami o liczbie linii 24, 18, 16, 9 i 8.

Fot. 9

Natomiast *MIPI-DBI type C* to popularny szeregowy interfejs SPI.

Z kolei MIPI-DPI (*Display Pixel Interface*) to stary znajomy standard interfejsu RGB. Tu widzimy porządkowanie zaszłości.

Po drugie, do najnowocześniejszych wyświetlaczy o wysokiej rozdzielczości proponowane są odmiany interfejsu MIPI-DSI (*Display Serial Interface*).

Podstawą fizyczną (PHY) łącza MIPI-DSI są odmiany LVDS oznaczane D-PHY i jeszcze nowszy M-PHY. Nie są to jednak tory zgodne z TIA/EIA-644.

Jeden tor (*lane*) łącza D-PHY to oczywiście dwie linie – przewody. W odbiorniku symetryczna linia zakończona jest (terminowana) rezystorem 100Ω i nominalny poziom sygnału na rezystorze to 200mV. Zasadniczo interfejs MIPI-DSI ma zawierać jeden tor dla sygnału zegarowego i co najmniej jeden tor danych, czyli minimalnie cztery przewody – ścieżki.

Jeden tor D-PHY według kolejno wprowadzanych standardów powinien mieć przepływność 1Gbps (wersja 1,01), a nawet 4,5Gbps (wersja 2.1). To wystarczy dla większości wyświetlaczy, ale dla ekranów o największej rozdzielczości i dużej szybkości odświeżania standard MIPI-DSI przewiduje do czterech torów transmisji danych, co razem z torem zegarowym daje dziesięć linii – ścieżek. Przy czterech torach danych daje to prędkość transmisji 4 do 19Gbps.

Warto też nadmienić, że w MIPI-DSI oprócz szybkiego trybu transmisji HS (High Speed) przewidziano dużo powolniejszy, ale oszczędniejszy tryb transmisji LP (Low Power) do przekazywania danych i poleceń konfiguracyjnych. Wtedy wykorzystywany jest tylko jeden tor danych, bez toru zegarowego (sygnał zegarowy jest niejako zawarty w transmitowanym sygnale).

Rozwój w dziedzinie wyświetlaczy powoduje, że MIPI proponuje też pokrewny i będący odmianą LVDS fizyczny interfejs M-PHY (gdzie sygnał zegarowy jest zawarty w strumieniu danych), który daje docelowo prędkość transmisji jednego toru 11,6Gbps, a czterech torów 46,4Gbps, co w przewidywalnej przyszłości zaspokoi potrzeby nawet największych i najszybszych wyświetlaczy. Co interesujące, oprócz D-PHY i M-PHY, MIPI proponuje też trzeci fizyczny interfejs C-PHY, który nie zawiera dwuliniowych (dwużyłowych) torów symetrycznych! Jeden tor zawiera trzy linie (przewody), tak zwane trio. W opisach zamiast określenia *lane* (tor), używa się terminu *trio*.

Z wyświetlaczami z różnymi odmianami łącza MIPI-DSI mamy do czynienia we współczesnym sprzęcie mobilnym. Jednak wykorzystanie takich wyświetlaczy przez hobbystów jest utrudnione z różnych względów. A już na pewno nie nadają się one do współpracy z Arduino choćby tylko z uwagi na wymaganą prędkość przepływu danych.



eprasa.pl b02520071f

## Rozwój LVDS

Znów trzeba omówić pewne niejasności. Otóż skrót LVDS jest różnie rozumiany i różnie, niejednolicie stosowny w literaturze. Generalnie skrót LVDS oznacza tylko transmisję różnicową z wykorzystaniem małych napięć i może odnosić się do różnych rozwiązań i różnych interfejsów.

Ale w literaturze określenie LVDS często bywa synonimem standardu TIA/EIA-644, określającego parametry łącza, ale tylko aspekty fizyczne – elektryczne. Standard nie wymusza ani stosowania konkretnych gniazd i wtyków, ani nie określa aspektów logicznych. Możliwe jest więc wykorzystanie łącza fizycznego w różny sposób.

Łącze LVDS – TIA/EIA-644 już ponad 20 lat temu stało się podstawą interfejsów, na przykład FPD-link czy OpenLDI, gdzie określone zostały też aspekty logiczne, nie tylko elektryczne.

Idea szeregowej transmisji różnicowej z wykorzystaniem niedużych napięć jest bardzo atrakcyjna. Na tyle atrakcyjna, że praktycznie wszystkie aktualnie stosowane szybkie interfejsy są typu LVDS, ale nie według standardu TI/EIA-644, gdzie maksymalna prędkość transmisji jednego toru to 655Mbps, czyli nie przekracza 1Gbps (miliarda bitów na sekundę).

I tu trzeba podkreślić, że idee łącza LVDS, powszechnie wykorzystywanego już ponad 20 lat temu w laptopach i tabletach, zastosowano też w interfejsach monitorów komputerowych oraz w urządzeniach multimedialnych. Zadecydowały dwa fakty: redukcja zakłóceń oraz możliwość przesyłania sygnału na większe odległości, rzędu kilku metrów.

Dla porządku trzeba przypomnieć do dziś jeszcze spotykany analogowy interfejs VGA i jego charakterystyczne 15-pinowe złącze, widoczne na **fotografii 10**, pokazującej stację dokującą laptopa. Analogowe złącze VGA nie ma nic wspólnego z LVDS i ma liczne ograniczenia. Z czasem do komunikacji między komputerem a monitorem wykorzystano różnicowe łącze cyfrowe podobne do LVDS. Interesującym rozwiązaniem jest technologia TMDS, użyta w popularnym interfejsie DVI (Digital Visual Interface), gdzie występuje kilka odmian wtyczek (patrz fotografia 10).

W sprzęcie multimedialnym do dziś stosuje się wprowadzone w roku 2002 łącze HDMI, pozwalające obok grafiki/wideo przesyłać też cyfrowy sygnał audio. W sprzęcie audio-wideo wykorzystujemy trzy najbardziej popularne złącza HDMI: normalne, mini i mikro – **rysunek 11**. Zasadniczo HDMI to złącze opracowane dla sprzętu multimedialnego, a nie dla komputerów, monitorów i wyświetlaczy „mikroprocesorowych", jednak popularność HDMI powoduje, że powszechnie spotykamy je też w sprzęcie komputerowym.

Dziś na rynku dostępnych jest mnóstwo modułów wyświetlaczy z multimedialnym, a nie komputerowym interfejsem HDMI. Przykład na **fotografii 12** pokazuje, że sam panel wyświetlacza ma inny interfejs „krótkozasięgowy", a na tylnej stronie panelu zamontowane są obwody konwersji sygnału HDMI na potrzebne dla wyświetlacza. Niektóre podobne moduły zawierają także interfejs USB, ale nie do transferu grafiki, tylko innych danych, np. informacji z panelu dotykowego.

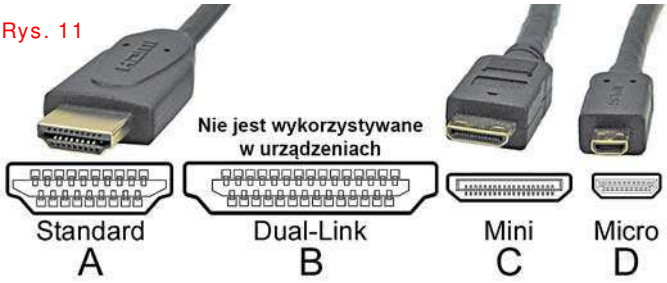
Interfejsy DVI i HDMI wykorzystują technologię TMDS (Transition Minimized Differential Signaling), która znakomicie pomaga zmniejszyć zakłócenia. Podstawą TMDS też jest linia LVDS, a najprościej biorąc, minimalizacja zakłóceń polega na sprytnym kodowaniu kolejnych bitów, żeby w sygnale było jak najmniej zmian stanu logicznego. Wprawdzie z każdych 8 bitów robi się 10 bitów, ale warto to robić, by nawet przy zwiększeniu częstotliwości uzyskać dużo niższe zakłócenia.

Z upływem czasu wprowadzano kolejne wersje standardu HDMI. Popularna w dzisiejszych urządzeniach wersja 1.4 umożliwia transfer do kilku gigabitów na sekundę, a najnowsza obecnie wersja 2.1 zapewnia transfer danych do 48Gbps.

Następnym krokiem jest przeznaczone pierwotnie do podłączenia monitorów komputerowych łącze Display Port (DP), opracowane w roku 2006, przeznaczone do transmisji obrazu i dźwięku. Też wykorzystuje odmianę symetrycznej linii LVDS. Złącza DP, widoczne na fotografii 10, wykorzystywane są do transmisji między kompletnymi urządzeniami (komputer-monitor).

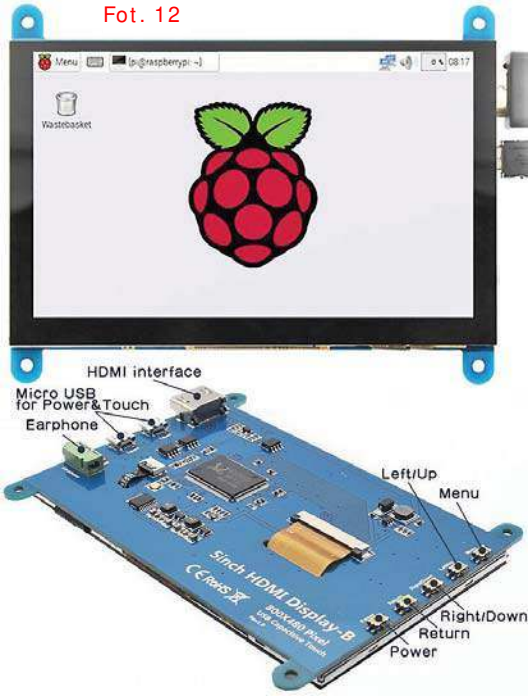
*Ciąg dalszy na stronie 35*

Rys. 11




Fot. 10

Fot. 12






eprasa.pl b02520071f

# Tranzystory
# Sterowanie MOSFET-ami część 1

Według pierwotnych planów, w cyklu o tranzystorach powinniśmy zająć się budzącymi duże zaciekawienie przełączającymi tranzystorami SiC i GaN, czyli impulsowymi tranzystorami wykonanymi z węglika krzemu i azotku galu. Musimy jednak przerwać ten wątek, a to w związku z wynikami niektórych konkursów oraz prośbami Czytelników, którzy upominają się o materiał przedstawiający szczegóły sterowania najpopularniejszymi, klasycznymi tranzystorami MOSFET. Do tranzystorów SiC i GaN wrócimy, a wtedy bardzo przydatne okażą się też informacje na temat sterowania, ponieważ najbardziej interesujące tranzystory GaN zachowują się praktycznie tak samo jak klasyczne MOSFET-y, a co ważniejsze, takie same są też główne zasady sterowania nimi.

## Podstawy sterowania

Każdy elektronik wie, że ***tranzystory bipolarne wymagają sterowania prądowego***: sygnałem sterującym jest prąd bazy, a w liniowym zakresie pracy prąd kolektora jest proporcjonalnie większy od prądu bazy. Każdy elektronik wie też, że ***klasyczny MOSFET jest sterowany napięciowo***. Do jego otwarcia potrzebne jest jakieś niewysokie napięcie między źródłem i bramką, rzędu kilku woltów.

Analiza wad i zalet tranzystorów bipolarnych w porównaniu do MOSFET-ów byłaby niewątpliwie interesująca i pouczająca, jednak pominiemy te kwestie. Fakty są takie, że po pierwsze dziś przytłaczająca większość tranzystorów nie pracuje w zakresie liniowym, tylko pełni funkcję przełączników załącz/wyłącz. Po drugie tranzystory bipolarne straciły wcześniejszą popularność i dziś są wykorzystywane do przełączania tylko w nielicznych zastosowaniach, głównie wysokonapięciowych, skąd zresztą też są skutecznie wypierane przez tranzystory IGBT, a ostatnio przez tranzystory GaN i SiC, które są sterowane napięciowo, jak klasyczne MOSFET-y. Dlatego przełączaniem tranzystorów bipolarnych nie będziemy się zajmować. Dogłębnie omówimy natomiast sterowanie MOSFET-ami i związane z tym problemy.

Jednak najpierw musimy przypomnieć zagadnienia elementarne oraz omówić podstawową zasadę sterowania w sposób uproszczony, bez analizowania szczegółów.

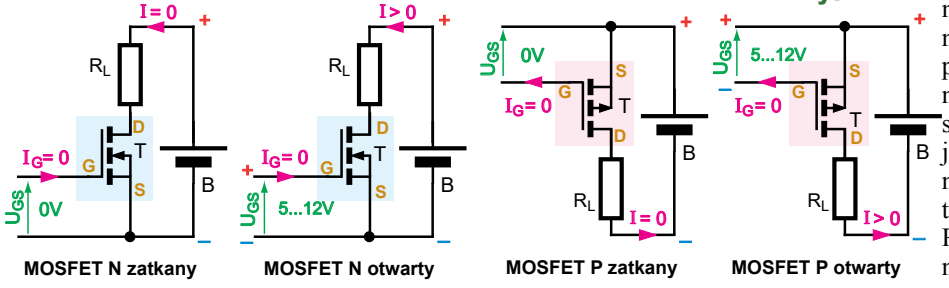
## Elementarne właściwości

Idealny przełącznik – klucz powinien mieć zerową rezystancję w stanie zwarcia i nieskończenie wielką w stanie rozwarcia. Idealny klucz w stanie rozwarcia nie powinien ulec uszkodzeniu (przebiciu) nawet przy dowolnie dużym napięciu na jego rozwartych końcówkach. No i powinien być nieskończenie szybki, to znaczy zmiana sygnału sterującego powinna powodować natychmiastową zmianę stanu klucza.

Idealnych przełączników nie ma, jednak tranzystory MOSFET to przełączniki zbliżone do ideału. Zbliżone, ale oczywiście mające istotne ograniczenia.

Klasyczny tranzystor MOSFET (z kanałem wzbogacanym – *enhancement mode*) jest zatkany przy zerowym napięciu bramki. Aby go otworzyć, trzeba podać między źródło i bramkę napięcie rzędu kilku do kilkunastu woltów. Dla tranzystorów z kanałem N i P przypomina to **rysunek 1**.

Rys. 1




Dwa podstawowe parametry MOSFET-a pracującego w roli przełącznika – klucza, zrozumiałe dla każdego, nawet początkującego elektronika, to:

- Rezystancja zwartego klucza, czyli ***rezystancja w stanie pełnego otwarcia*** ($R_{DSon}$), która wyznacza spadek napięcia na tranzystorze podczas przepływu prądu ($U = I * R_{DSon}$) oraz moc wydzielających się w nim strat ($P = I^2 * R_{DSon}$).
- ***Maksymalne napięcie dren-źródło***, czyli maksymalne napięcie na rozwartym kluczu, wyznaczające maksymalne napięcie pracy/zasilania. W katalogu podane jest napięcie $U_{(BR)DS}$, przy którym zaczyna się przebicie (*breakdown*) między drenem i źródłem.

Interesującym parametrem wydaje się też podawany w katalogu ***maksymalny prąd drenu*** ($I_D$), jednak jest to parametr zupełnie oderwany od praktyki, dotyczący zupełnie nierealnej sytuacji. W praktyce MOSFET zawsze pracuje z prądem dużo mniejszym od maksymalnego, a głównym ograniczeniem okazuje się spadek napięcia na rezystancji $R_{DSon}$ oraz związane z tym straty mocy.

Trzecim parametrem, bardzo ważnym w wielu zastosowaniach, jest *szybkość przełączania*.

Koniecznie trzeba rozumieć, jak i dlaczego wszystkie trzy wymienione kluczowe parametry (maksymalne napięcie pracy, minimalna rezystancja przewodzącego klucza i szybkość) są ze sobą wzajemnie powiązane.

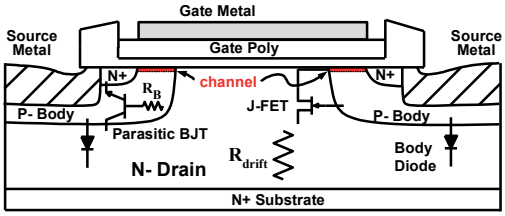
## Wzajemne zależności

Nie wchodząc w szczegóły, łatwo zaakceptować mocno uproszczoną informację, że MOSFET o wyższym dopuszczalnym napięciu $U_{DS}$ musi mieć „grubsze struktury wewnętrzne”, by nie uległy one przebiciu przy wysokim napięciu między drenem i źródłem. A jeżeli grubsze są struktury przewodzące prąd (i izolujące w stanie zatkania) między drenem i źródłem, nieuchronnie musi to oznaczać zwiększenie rezystancji $R_{DSon}$. Zależność między maksymalnym napięciem $U_{DS}$ i rezystancją



eprasa.pl b02520071f

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



Rys. 2

$R_{DSon}$ jest jasna i widać to w kartach katalogowych MOSFET-ów. Możesz to sam sprawdzić.

Ważna jest też kolejna kwestia, którą trzeba dobrze zrozumieć. Otóż w podręcznikach i materiałach firmowych przedstawia się rozmaite przekroje struktur MOSFET-ów. Jeden z przykładów znajdziesz na **rysunku 2**. Trzeba pamiętać, że są to ilustracje pokazujące przekrój elementarnej struktury o bardzo małych rozmiarach tylko w jednej osi. MOSFET-y dużej mocy nie mogą być budowane przez zwiększenie skali, czyli przez proste geometryczne powiększenie/rozszerzenie takich struktur. Problem w tym, że we wszystkich tranzystorach polowych sterowanie przepływem prądu następuje za pomocą wytwarzanego przez bramkę pola elektrycznego, a najprościej mówiąc, pole elektryczne nie chce wnikać głęboko w materiał półprzewodnikowy. Dlatego zaznaczona na rysunku 2 kolorem czerwonym warstwa czynna, decydująca o przewodzeniu/zatkaniu, tak zwany kanał (*channel*), z konieczności musi być i zawsze jest bardzo cienka, więc ma mały przekrój a tym samym znaczną rezystancję. Jeżeli chcemy zbudować MOSFET o małej rezystancji i dużym prądzie pracy, to na pewno nie możemy zwiększyć głębokości wnikania pola elektrycznego i trzeba po prostu zwiększać sumaryczne pole powierzchni struktury. Ale nie pojedynczej takiej struktury, tylko wielu małych struktur. W dużym uproszczeniu, ale wciąż pozostając bardzo blisko prawdy, można stwierdzić, że ***MOSFET dużej mocy jest równoległym połączeniem mnóstwa „malutkich mosfecików" – malutkich struktur elementarnych***.

Takie łączenie równoległe realizowane jest w różny sposób. **Rysunek 3** pokazuje znany schemat budowy MOSFET-ów firmy International Rectifier (obecnie Infineon), które nazywane sa HEXFET-ami z uwagi na sześciokątne komórki elementarne („małe mosfeciki") składające się na tranzystor mocy.

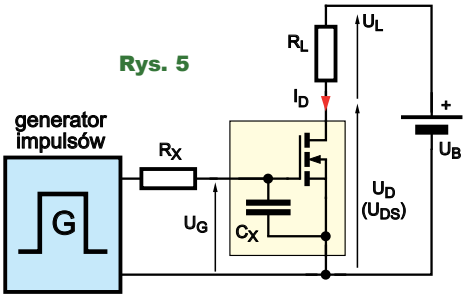
Szczegóły technologiczne, choć bardzo interesujące, nie są dla nas ważne, a potrzebny jest tylko prosty i oczywisty wniosek końcowy: ***zwiększając sumaryczną powierzchnię struktury MOSFET-a, można uzyskać dowolnie małą rezystancję $R_{DSon}$***.

Dlaczego więc nie ma wysokonapięciowych MOSFET-ów o tak małej rezystancji $R_{DSon}$ jak w niskonapięciowych?

Dlaczego dostępne na rynku MOSFET-y wysokonapięciowe mają stosunkowo dużą rezystancję, często rzędu 1 oma? A przecież jest mnóstwo niskonapięciowych o rezystancji $R_{DSon}$ rzędu 1 milioma, czyli mniejszej o trzy rzędy wielkości!

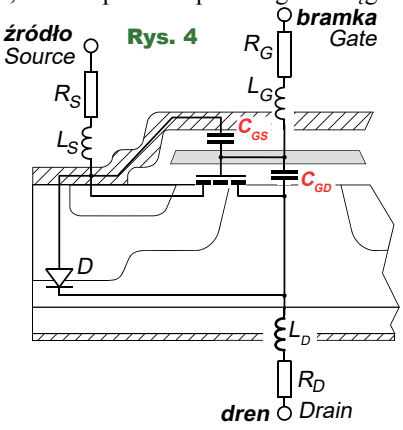
Problemem nie jest cena większej struktury. Kluczowym ***problemem byłoby zmniejszenie szybkości przełączania*** takich „wielkopowierzchniowych" elementów, ponieważ szybkość jest bezpośrednio związana z pojemnościami wewnątrz struktury MOSFET-a. Otóż niezależnie od przyjętych rozwiązań technologicznych MOSFET, w przeciwieństwie do tranzystora złączowego JFET, musi mieć skomplikowaną budowę wewnętrzną i zawsze zawiera liczne dodatkowe struktury pasożytnicze, co widać na rysunkach 2 i 3. Między innymi pasożytnicze pojemności. Uproszczony **rysunek 4** przedstawia dwie kluczowe pasożytnicze pojemności, ale nie pokazuje innych niepożądanych struktur, które też wpływają na parametry MOSFET-a. Tymi innymi strukturami będziemy się zajmować później, a na razie maksymalnie uprośćmy zagadnienie.

Otóż bardzo interesuje nas szybkość przełączania: niewątpliwie jest ona zależna od pojemności wewnętrznych. Podczas przełączania te pojemności trzeba naładować i rozładować przez jakąś rezystancję, co w (nadmiernym wręcz) uproszczeniu pokazuje **rysunek 5** z jedną „sumaryczną" pojemnością i jedną rezystancją. Oczywiście czym większa pojemność i czym większa rezystancja, tym dłużej trwa proces przeładowywania pojemności, a więc i przełączanie.



Rys. 5

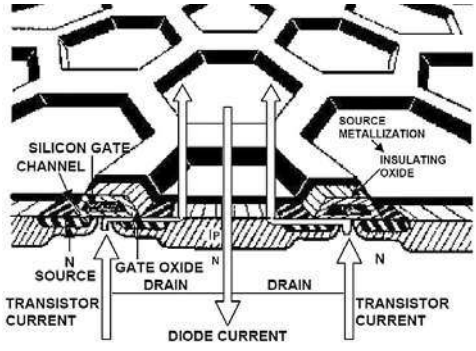
Gdyby wewnątrz nie było szkodliwych pojemności, szybkość przełączania MOSFET-a byłaby ogromna, mówiąc w uproszczeniu, wyznaczona głównie przez czasy związane z przejściem nośników prądu przez strukturę półprzewodnika. Przełączanie następowałoby bardzo szybko, bo przecież przy przepływie prądu w grę wchodzą prędkości bliskie prędkości światła. Czasy przełączania idealnego MOSFET-a bez szkodliwych pojemności wynosiłyby od 20 do 200 pikosekund, czyli 0,02...0,2 nanosekundy. Dla porównania: światło przebiega w ciągu 33 pikosekund drogę 1 centymetra.



Rys. 4

Nieistniejący i niemożliwy do realizacji „idealny, bezpojemnościowy MOSFET" miałby więc największą teoretycznie możliwą szybkość przełączania, ograniczoną tylko fundamentalnymi prawami fizyki (prędkością ruchu nośników). Rzeczywisty MOSFET zawsze zawiera pasożytnicze pojemności, więc jego szybkość przełączania musi być i zawsze jest dużo mniejsza od teoretycznej granicy.

Tak, ale warto tu nadmienić, że maleńkie MOSFET-y wchodzące w skład szybkich układów scalonych mają znikomą powierzchnię struktury, malutkie szkodliwe pojemności i ich czasy przełączania mogą być bardzo krótkie, nawet poniżej 1 nanosekundy.



Rys. 3


eprasa.pl b02520071f

| | | | |
|---|---|---|---|
| $I_D$ @ $T_C$ = 25°C | Continuous Drain Current, $V_{GS}$ @ 10V | 260⑥ | A |
| $I_D$ @ $T_C$ = 100°C | Continuous Drain Current, $V_{GS}$ @ 10V | 180⑥ | |
| $I_{DM}$ | Pulsed Drain Current ① | 1040⑥ | |

Rys. 6

Powszechnie dostępne są zbudowane z tranzystorów MOSFET szybkie układy cyfrowe, w tym współczesne mikroprocesory, które jak wiemy, są taktowane sygnałami powyżej 1GHz, co daje okres przebiegu taktującego poniżej 1 nanosekundy! Szybkość takich maleńkich MOSFET-ów jest niewiele mniejsza, niż pozwalają na to nieprzekraczalne prawa fizyki.

Tak, ale są to maleńkie tranzystory o maleńkich pojemnościach, pracujące przy napięciu zasilania rzędu 1 wolta i przy bardzo małych prądach. Jeżeli natomiast chcemy zbudować MOSFET dużej mocy, o wysokim napięciu i dużym prądzie pracy, to nie ma innego wyjścia: musimy powiększyć powierzchnię struktury, a tym samym nieuchronnie pojawią się znaczne pojemności, które uniemożliwią bardzo szybkie przełączanie.

Omówiliśmy podstawowe zależności między maksymalnym napięciem pracy $U_{DS}$, rezystancją $R_{DSon}$ i szybkością przełączania, związaną z pojemnością obwodu bramki. Pora wyciągnąć z tego wnioski praktyczne.

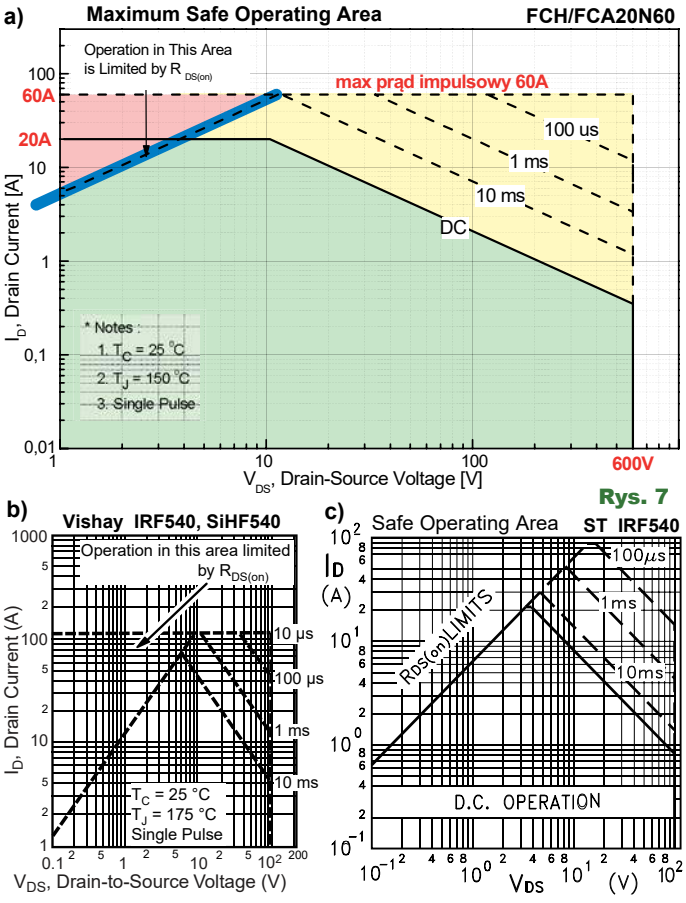
## Podstawowe zasady doboru MOSFET-ów

Użytkownik nie może zmienić katalogowych, fabrycznych parametrów danego MOSFET-a, ale z ogromnej oferty rynkowej może wybrać typ tranzystora, optymalny do swoich potrzeb i do konkretnego zastosowania. Niestety, nie ma jednej prostej recepty na dobór MOSFET-a, który ma pełnić funkcję przełącznika – klucza. Jednak w każdym przypadku, oprócz ceny, trzeba wziąć pod uwagę trzy główne parametry: ***napięcie pracy***, ***prąd pracy*** i ***szybkość***.

Kwestia napięcia wydaje się najłatwiejsza i oczywista: na pewno trzeba zastosować tranzystor o maksymalnym napięciu $U_{DS}$ ($U_{(BR)DS}$) wyższym niż najwyższe napięcie spodziewane na nim podczas pracy.

Nieco trudniejsza jest kwestia doboru prądu pracy tranzystora. Oczywiście katalogowy prąd $I_D$ musi być większy niż maksymalny prąd tranzystora spodziewany podczas pracy w układzie. W praktyce dużo większy, ponieważ katalogowe wartości prądu maksymalnego $I_D$ są określane w sztucznych warunkach i powinny być traktowane jedynie jako parametry handlowe, marketingowe, a nie robocze.

Prąd maksymalny określany jest bowiem dla zupełnie nierealnych warunków: jest to prąd przewodzenia w pełni otwartego tranzystora, który przy idealnym chłodzeniu obudowy spowoduje wzrost temperatury struktury do górnej dopuszczalnej granicy (zwykle +175°C). Dla niektórych tranzystorów mocy oddzielnie podaje się też maksymalny prąd wyznaczony przez wytrzymałość cieplną wewnętrznych doprowadzeń, połączeń półprzewodnikowej struktury z końcówkami, które pod wpływem nadmiernego prądu mogłyby się stopić i zadziałać jak bezpiecznik. Dodatkowo w katalogach podaje się wartość maksymalnego impulsu prądu, co też jest mało użyteczne w praktycznych zastosowaniach.




Rys. 7

Przykład z pierwszej strony karty katalogowej IRL3713 znajdziesz na **rysunku 6**. Dopuszczalne wartości prądów tranzystora w obudowie TO-220 są tu wręcz gigantyczne. Tak, ale na 11 stronie karty znajdziemy trzeźwiącą informację: *Calculated continuous current based on maximum allowable junction temperature. Package limitation current is 75A.* Okazuje się, że podane prądy maksymalne to tylko wartości wyliczone z parametrów termicznych, natomiast wytrzymałość prądowa obudowy (TO-220) to tylko 75A.

Ponadto przy projektowaniu układu trzeba pamiętać nie tylko o tranzystorze. Należy też uwzględnić problem rezystancji, spadków napięć oraz wytrzymałości ścieżek, przewodów, a przede wszystkim wszelkich elementów stykowych, i właśnie to może okazać się głównym ograniczeniem. Niemniej w wielu zastosowaniach podstawowym ograniczeniem okazuje się moc strat w tranzystorze.

W katalogu można czasem znaleźć charakterystyki jak na **rysunku 7a** (dotyczące FCH20N60: 600V, 0,15Ω, prąd ciągły 30A, impulsowy 60A). Na osi poziomej mamy napięcie dren-źródło, a na pionowej – prąd drenu. Zielonym kolorem zaznaczony jest dopuszczalny obszar bezpiecznej pracy ciągłej. Kolor różowy pokazuje obszar zupełnie niedostępny: przy takich prądach spadek napięcia na rezystancji $R_{DSon}$ byłby większy od napięcia zasilania. Nieprzekraczalna linia zaznaczona jest kolorem niebieskim.

Kolorem żółtym zaznaczony jest obszar, w którym z uwagi na zbyt duże straty cieplne mocy niemożliwa jest praca ciągła, ale możliwa jest praca chwilowa przy impulsach prądu różnej długości, które nie spowodują jeszcze przegrzania struktury.

Dobra wiadomość jest taka: w MOSFET-ach nie występuje zjawisko tzw. drugiego przebicia (*second breakdown*), które jest problemem w tranzystorach bipolarnych. Między innymi dlatego MOSFET-y są bardziej



eprasa.pl b02520071f

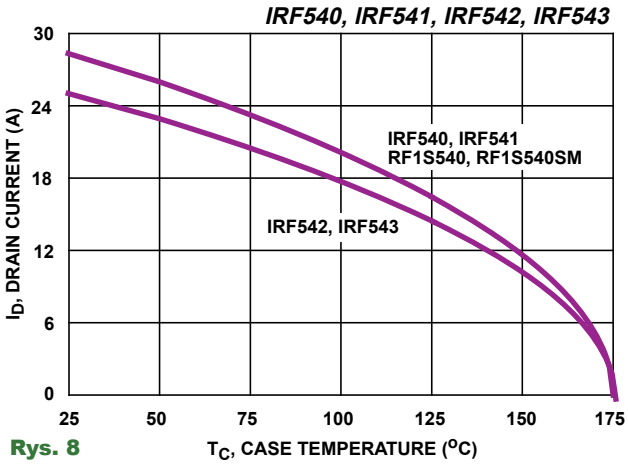
odporne na uszkodzenia. Częściej analogiczne charakterystyki są podawane w sposób trochę bardziej uproszczony, jak pokazują przykłady z **rysunków 7b** i **7c**.

Podkreślmy tu fakt, nieoczywisty dla początkujących: ***MOSFET może przełączać obciążenie $R_L$ o mocy wielokrotnie większej niż katalogowa moc strat $P_D$***. MOSFET z rysunku 7 mógłby teoretycznie przełączać obciążenie o mocy 12000W (600V * 20A). A jego katalogowa moc strat $P_D$ to tylko 208W.

Popularny MOSFET IRF540 (100V, 77mΩ, 28A) ma katalogową moc strat $P_D$ = 150W. Ale w sytuacji z rysunku 5 teoretycznie mógłby przełączać obciążenie o mocy 2800W (100V * 28A). Gdy jednak płynie przezeń prąd 28A, to na rezystancji $R_{DSon}$ (77mΩ) wydzieli się 60W mocy strat w postaci ciepła. Tak! 60 watów ciepła, które niełatwo byłoby rozproszyć do otoczenia.

Dla FCH20N60 z rysunku 7 przepływ prądu 20A przez rezystancję $R_{DSon}$ równą 0,15 oma daje spadek napięcia 3V i też 60 watów mocy strat, które trzeba byłoby rozproszyć, żeby nie przegrzać tranzystora.

Choćby tylko dlatego MOSFET nigdy nie pracuje przy katalogowym prądzie maksymalnym. W kwestii maksymalnego dopuszczalnego prądu przydatne mogą być charakterystyki jak na **rysunku 8**, gdzie na osi poziomej mamy temperaturę obudowy, a nie otoczenia. Dobierając w danym zastosowaniu tranzystor do pracy w roli przełącznika, na pewno należy wykorzystać katalogową wartość rezystancji $R_{DSon}$. Ale należy też wziąć pod uwagę katalogowe napięcie $U_{(BR)DS}$, bo jest ono związanie z rezystancją $R_{DSon}$. Szczegóły w drugiej części artykułu.



Rys. 8

**Piotr Górecki**

---

*Ciąg dalszy ze strony 31*

Koniecznie trzeba też wiedzieć, iż istnieje odmiana oznaczona eDP (embedded Display Port) przeznaczona nie do łączenia kompletnych urządzeń, tylko modułów wewnątrz urządzenia. O ile jeden tor łącza LDVS oferuje transfer do 855Mbps, to jeden tor nowocześniejszego łącza eDP oferuje transfer do 8100Mbps (HBR3). Łącze eDP zawierające kilka takich torów umożliwia obsługę ekranów o dowolnie dużej rozdzielczości. Wyświetlacz z interfejsem eDP był pokazany na wcześniejszej fotografii 8. Zwróć uwagę, że pokazany tam zestaw zawiera też konwerter miedzy „długozasięgowym" łączem HDMI, a „krótkodystansowym" łączem eDP.

Na koniec zostało popularne komputerowe łącze USB. Trzeba podkreślić, że to łącze też wykorzystujące symetryczną linię różnicową typu LVDS. USB oferuje prędkość transmisji w pełni wystarczającą do sterowania wyświetlaczami graficznymi, a już na pewno tymi mniejszymi. Wyższe wersje USB (2.0, 3.0) mogłyby obsługiwać wyświetlacze o dużej rozdzielczości. Tak, ale USB było opracowane dla potrzeba komputerowych i nadal jest typowym łączem „internetowym", związanym z TCP-IP. Owszem, USB jak najbardziej może też przekazywać grafikę i sygnały wizyjne, ale niejako „zaszyte w kapsułkach TCP/IP". Nie jest to ekonomiczny sposób transmisji danych wizyjnych. Nie zapominajmy też, że głównym wątkiem tego artykułu z cyklu „Wokół Arduino" jest kwestia sterowania przez procesor niedużymi wyświetlaczami.

Ogólnie biorąc, skądinąd bardzo popularne, ale „skomplikowane" łącze USB nie jest wykorzystywane do sterowania wyświetlaczami graficznymi.

Fot. 13

Można jednak znaleźć wyjątki. **Fotografia 13** (ze strony *www.dfrobot.com*) pokazuje moduł wyświetlacza z interfejsem USB. Także i tu sam wyświetlacz ma jakiś inny interfejs, a w module wbudowany jest adapter USB – wyświetlacz.

Podsumujmy: zależnie od wielkości i rozdzielczości ekranu można wykorzystać wyświetlacze z różnymi interfejsami, poczynając od powolnego I2C, przez SPI, łącza równoległe do interfejsów typu LVDS, w szczególności MIPI-DSI. Można powiedzieć, że czym większy moduł wyświetlacza, tym bardziej złożone ma wbudowane układy sterujące. Logiczne jest, że bardzo skomplikowane układy sterujące powinny współpracować z procesorami o porównywalnych parametrach.

Podstawowe płytki Arduino zawierają procesor ATmega328 o stosunkowo skromnych parametrach, który potrafi w sensowny sposób obsłużyć tylko niewielkie, stosunkowo proste wyświetlacze graficzne.

Informacje podane w artykule przedstawiły w ogromnym skrócie tylko jeden ważny aspekt obszernego tematu wyświetlaczy graficznych. W następnym odcinku będziemy omawiać kolejne aspekty zagadnienia.

**Piotr Górecki**



eprasa.pl b02520071f

# Napisz artykuł do EdW! Nowe wskazówki dla Autorów

**Aby ułatwić opisywanie projektów, mamy gotowy szablon-ściągawkę. Wykorzystaj i rozszerz czarny tekst według kolorowych wskazówek (które po wykorzystaniu należy skasować).**

**Najpierw określ, jaki jest stopień trudności Twojego projektu?**

*** jedna gwiazdka – łatwy projekt, nadaje się też dla początkujących, dla osób bez doświadczenia w elektronice**

**** dwie gwiazdki – projekt dla osób średnio zaawansowanych**

***** trzy gwiazdki – projekt trudny lub niebezpieczny, np.: wymaga większej wiedzy, doświadczenia, trudniejszy w uruchamianiu, wymaga użycia przyrządów pomiarowych lub występują w nim maleńkie elementy SMD albo też napięcia groźne dla życia (230V).**

**Uważam, że mój projekt należy oznaczyć … gwiazdką/gwiazdkami.**

**Następnie zaplanuj: Jaka będzie fotografia tytułowa mojego projektu (fotografia numer 0)? Jakie dodatkowe fotografie przewiduję w artykule (numery 1, 2...)? Jakie materiały udostępnię w Elportalu (program, dokumentacja płytki)? Fotografie z powodzeniem wykonasz sam, wykorzystując podane dalej wskazówki.**

**Ustal odpowiedni Twoim zdaniem**

## Tytuł projektu/artykułu

**Po wybraniu tytułu projektu sformułuj jedno lub dwa zdania opisujące i reklamujące Twój projekt (jak na str. 4 każdego wydania EdW). Taka zapowiedź-reklama może składać się z maksymalnie 25 słów (220 znaków), jak czarny tekst poniżej:**

***Ten przykładowy opis najwspanialszego na świecie sterownika mikroprocesorowego, przydatnego dosłownie każdemu elektronikowi, zawierającego interesujące rozwiązania układowe, składa się z 25 słów i z 210 znaków.***

**Teraz, na początku artykułu zainteresuj i zachęć Czytelnika, żeby przeczytał cały Twój artykuł: Opisz zwięźle, do czego służy ten układ? Dlaczego warto się nim zainteresować? Spróbuj przekonać Czytelnika, że i on powinien zapoznać się z Twoim projektem.**

**Do czego to służy?**

Prezentowany układ jest …

Opisywane urządzenie służy …

W naszym codziennym życiu często (...) Opisany dalej układ ... W EdW były już przedstawiane liczne (…) chciałbym zaprezentować rozwiązanie … Warto zwrócić uwagę na ... (prostotę, interesujące rozwiązanie, bardzo ciekawe efekty, niski koszt, użycie popularnych elementów *lub odwrotnie* – użycie nowoczesnych podzespołów, itp.).

**Dla ułatwienia:**

**w razie potrzeby kopiuj poniższe symbole, w tym symbol stopnia czy oma:**

– ° ± Ω δ μ Δ ΘΣ∑ΦΨ αβγδεηθιλνπρ στφψωφϕ → ← ↑ ↓↑↕∑ – √ ∞ ~ ≈ ≠ ≤ ≥ × · « » ¼ ½ ¾ Inne symbole można wstawić w edytorze (np. w LibreOffice z menu: *Wstaw – Znak specjalny*).

**Teraz opisz zwięźle działanie układu. Jeżeli urządzenie jest skomplikowane, najpierw omów schemat blokowy.**

**Jak to działa?**

Dla lepszego zrozumienia budowy i działania tego dość skomplikowanego urządzenia, warto przeanalizować schemat blokowy, pokazany na **rysunku 1**.

Schemat ideowy widoczny jest na **rysunku 1**. Układ zasilany jest…

**Wielka prośba! (Tylko) Pierwsza (i tylko pierwsze) wzmianka o danym rysunku czy fotografii ma być pogrubiona (BOLD):** widać na **rysunku 1**, gdzie… na **fotografii 2** zamieszczono … przykładowo **rysunek 3** pokazuje...

**Pamiętaj! W tekście NIGDY nie stosujemy skrótów typu** rys. 2 **ani** fot. 2. **Zawsze pisz pełne słowo:** rysunek, fotografia.

**Pisząc opis, zwracaj uwagę, jaki jest stopień trudności projektu.**

**Gdy ma jedną gwiazdkę (*), opis musi być dostosowany dla początkujących. Nie może zawierać trudnych rozważań zrozumiałych tylko dla zaawansowanych.**

**Jeśli Twój projekt ma dwie (**) lub trzy (***) gwiazdki, czyli jest przeznaczony dla bardziej zaawansowanych, to nie traktuj tych zaawansowanych odbiorców jak małych dzieci, którym trzeba tłumaczyć rolę stabilizatora 7805 czy kondensatorów w obwodzie zasilania. Skoncentruj się na zagadnieniach trudniejszych i w razie potrzeby przystępnie je wyjaśnij.**

Sygnał wejściowy... Czujnik … daje na swym wyjściu następnie sygnał podawany jest …

Kluczową funkcję pełni mikrokontroler ???

Elementem wykonawczym jest …

Dla zmniejszenia kosztów można też …

W układzie celowo zastosowano układ ???, ponieważ … Jednak można zrezygnować z... i wtedy układ ten można zastąpić jakimkolwiek …

Układ Ux pracuje w typowej, katalogowej aplikacji. Natomiast układ Uy …

W roli T1 można zastosować jakikolwiek tranzystor MOSFET o napięciu ??V i prądzie co najmniej ?A …

**Jeżeli w projekcie zastosowano jakiekolwiek nowe, rzadko spotykane czy nietypowe rozwiązania układowe (sposób wykorzystania elementów), należy zwrócić na nie uwagę i je omówić.**

**W niektórych przypadkach można też omówić właściwości i parametry kluczowego podzespołu, np. czujnika, przetwornika czy elementu wykonawczego, o ile taki opis nie pojawił się wcześniej w EdW.**

W projekcie wykorzystany jest nowoczesny … firmy … Jest on zasilany napięciem … i wymaga ….

W **tabeli 1** podane są kluczowe parametry. **Uzupełnij zamieszczoną poniżej tabelę lub część tej tabeli)**

| Parametr | Wartość | Jednostka | Uwagi | xxxxxxx |
|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | |
| A | B | C | D | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

Warto zwrócić uwagę, że podana w katalogu typowa wartość … wynosi …, natomiast gwarantowana … Producent podaje …

**Jeśli jest to projekt z mikrokontrolerem, nie koncentruj się na programie! EdW to czasopismo dla elektroników – praktyków, a nie dla informatyków. Generalnie w artykule nie umieszcza się listingu programu i nie omawia się programu i jego części składowych. Zazwyczaj wystarczy następujący tekst:**

Program dla mikrokontrolera, zarówno w postaci źródłowej z komentarzami, jak i pliki wynikowe, jest umieszczony w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW.

**Tylko wtedy, gdy w programie wykorzystane zostało szczególne, niecodzienne rozwiązanie, można zamieścić fragment listingu lub skrócony „szkie-**



eprasa.pl b02520071f

**let", pokazujący ten szczegół. Wtedy też można krótko omówić takie niecodzienne rozwiązanie programowe.**
**W bardzo ważnym śródtytule:**
**Montaż i uruchomienie**
**podaj wskazówki dotyczące faktycznej realizacji. Zastanów się: czy dla uniknięcia problemów istotna jest kolejność montażu elementów? Czy na coś trzeba zwrócić szczególną uwagę? Czy układ wymaga jakiejś procedury uruchomienia? Jak wygląda kwestia bezpieczeństwa (np. obecność 230VAC)?**
Układ można zmontować na płytce drukowanej, której projekt pokazany jest na **rysunku 2**. Standardowo montujemy układ, zaczynając od elementów najmniejszych, a kończąc na największych. W tym przypadku na początku należy jednak wlutować … a potem sprawdzić … i dopiero montować pozostałe elementy. Fotografia tytułowa oraz **fotografia ??** pokazują model.
Układ nie wymaga uruchomienia. Zmontowany prawidłowo ze sprawnych elementów powinien od razu pracować.
Osoby niedoświadczone powinny poprosić kogoś o zaprogramowanie procesora. Zmontowany układ należy uruchomić. Potrzebne do tego będą: … Należy zestawić układ według **rysunku ??** i w pierwszej kolejności … Następnie trzeba … Płytka drukowana zaprojektowana jest do obudowy KM-? …
Podczas montażu należy zwrócić uwagę na... ponieważ błędne... uniemożliwi …
W moim układzie uzyskałem … W modelu pobór prądu w spoczynku … wynosił …, natomiast podczas … wzrastał do … Pomiary wykazały, że …
**W tej części koniecznie należy wspomnieć o ewentualnych problemach czy utrudnieniach związanych z montażem lub uruchomieniem. Jeżeli w układzie występuje napięcie sieci 230V lub inne groźne dla życia i zdrowia, należy wyraźnie o tym wspomnieć – taki projekt musi być oznaczony trzema gwiazdkami.**
**W typowym projekcie nie przewiduje się śródtytułu Możliwości zmian. Nie należy pisać banałów, np. o zmianie koloru i wielkości diody LED, czy zastosowaniu innego typu przekaźnika lub obudowy. Tylko w uzasadnionych przypadkach można wspomnieć o możliwości istotnych zmian układowych lub programowych.**
**Nie zapomnij: na końcu artykułu trzeba też obowiązkowo podać:**
**Imię Nazwisko**
*adres@mailowy*
**Możesz też śmiało zamieścić swoją fotografię (portret). Zachęcamy!**

**Zamiast imienia i nazwiska może być zamieszczony pseudonim, a z uwagi na ewentualny spam i hejt, być może nie powinien to być adres Twojej głównej skrzynki, tylko może jakiejś skrzynki dodatkowej.**
**Każdy projekt powinien też zawierać:**
**Wykaz elementów:**

| | |
|---|---|
| Rezystory | |
| R1 | ?kΩ |
| R2,R4,R5,R7 | ?MΩ |
| R3,R6 | ?Ω/3W |
| Kondensatory | |
| C1 | ?nF foliowy |
| C2 | ?nF ceramiczny |
| C3 | ?pF trymer |
| C4 | ?uF/25V |
| Półprzewodniki | |
| D1 | 1N4148 lub podobna |
| T1 | BC548 lub podobny |
| U1 | LM385 1,2V |
| U2 | ATmega328 DIP |
| Inne | |
| S1 | przycisk |
| REL1 | przekaźnik, np. RM96 |

**Uwaga! Bardzo ważne! W jednej linii wykazu elementów ma być najpierw symbol elementu (lub kilku elementów oddzielonych przecinkami, ale bez spacji), potem jako odstęp TYLKO JEDEN TABULATOR (Tab) i dalej wartość (opis) elementu. Na końcu linii wykazu nie ma przecinka ani innego symbolu.**

**Nigdy NIE przysyłaj plików o nazwach: opis, tekst czy rysunek1! Ty piszesz jeden artykuł, a do nas trafia ich mnóstwo. Jeśli każdy Autor przyśle pliki o takich samych nazwach, to łatwo o pomyłkę przy redakcyjnej obróbce wszystkich tekstów, a zwłaszcza zdjęć i rysunków. Dla zachowania porządku wszystkie pliki projektu powinny mieć jednolite nazwy, a numeracja powinna być dwucyfrowa (01, 02, 03...).**
**Przykładowe nazwy plików:**
**!!! w nazwach plików nie stosuj „polskich liter" (ąężźćńó...) !!!**
**NazwaProj.odt lub .doc =** Tekst artykułu
**NazwaProj_R01.svg =** Schemat blokowy
**NazwaProj_R02.pdf =** Schemat ideowy
**NazwaProj_R03.pdf =** Rysunek płytki
**NazwaProj_R04.cdr =** Przebiegi
**NazwaProj_R05.png =** Zrzut z ekranu
**NazwaProj_F00.jpg =** Fotografia tytułowa (wstępna) **– numer zero (0) !!!**
**NazwaProj_F01.jpg =** Moduł czujnika
**NazwaProj_F02.jpg =** Moduł sterownika
**NazwaProj_F03.jpg =** Układ wyjściowy
**NazwaProj_F04.jpg =** Kompletny system
**NazwaProj_F05.jpg =** Układ w obudowie
**NazwaProj_Fnazwisko.jpg =** Fotografia (portret) Autora artykułu

**Materiały dodatkowe do Elportalu (spakowane w pliku ZIP, RAR lub 7z):**
**NazwaProj_Soft1.zip =** Kody – programy
**NazwaProj_Soft2.zip =** Aplikacja PC
**NazwaProj.sch =** Schemat – EAGLE
**NazwaProj.pcb =** Projekt KiCad
**NazwaProj.brd =** Płytka EAGLE
**NazwaProj.cdr =** Płyta czołowa (sdr, svg)
**Jeszcze lepiej, gdy nazwy plików zawierają Twoje Nazwisko plus SkrótTytułu, jak w przykładzie:**
**KowalskiGenImp.odt** T = Tekst artykułu
**KowalskiGenImpR02.pdf =** Schemat
**KowalskiGenImpF00.jpg =** Fot. tytułowa

**UWAGA! BARDZO WAŻNE!**
**Fotografie modeli** dla zmniejszenia szumów powinny być wykonane przy ustawieniu w aparacie **minimalnej czułości (ISO 50 lub ISO 100)**. Aby czas naświetlania nie był długi, należy fotografować **w dzień, na wolnym powietrzu, w rozproszonym świetle – w lekkim cieniu, by nie było ostrych cieni**.
**UWAGA! Nigdy NIE fotografuj modeli pod światło w pokoju na parapecie!**
Fotografowanie w domu przy świetle sztucznym wymagałoby długich czasów naświetlania (użycia statywu), bo przy małej czułości grozi poruszenie, a ponadto światło sztuczne dużo gorzej oddaje kolory. **Zoom w aparacie należy ustawić na Tele** (Tele, czyli długa ogniskowa – wąski kąt widzenia), ponieważ fotografie wykonane przy krótkiej ogniskowej i szerokim kącie widzenia (Wide) są nienaturalnie zdeformowane. **Fotografowany model należy umieścić na jasnym, najlepiej białym gładkim tle**, np. na arkuszu brystolu, tektury czy na kilku kartkach papieru z drukarki. Obszerne wskazówki dotyczące fotografowania i obróbki zdjęć są zawarte w **pięcioczęściowym artykule** pod linkiem: ***https://elportal.pl/img1/Foto.zip***

**Checklist, czyli lista do sprawdzenia:**
**ZAWSZE przed wysłaniem materiałów do EdW sprawdź:**
**1. Czy w tekście jest wzmianka o najważniejszych rysunkach: schemacie i płytce?**
**2. Czy w tekście są prawidłowe odwołania do ilustracji (wyróżnione BOLD-em, bez skrótów)?**
**3. Czy dołączyłem pliki: schemat i dokumentację płytki drukowanej?**
**4. Czy na pewno dołączyłem fotografię tytułową o numerze 0?**
**5. Czy dołączyłem materiały dodatkowe przeznaczone do Elportalu?**
**6. Czy prawidłowo wykonałem fotografie (światło, tło, ISO, zoom)?**



eprasa.pl b02520071f

# Przetwornice indukcyjne część 33

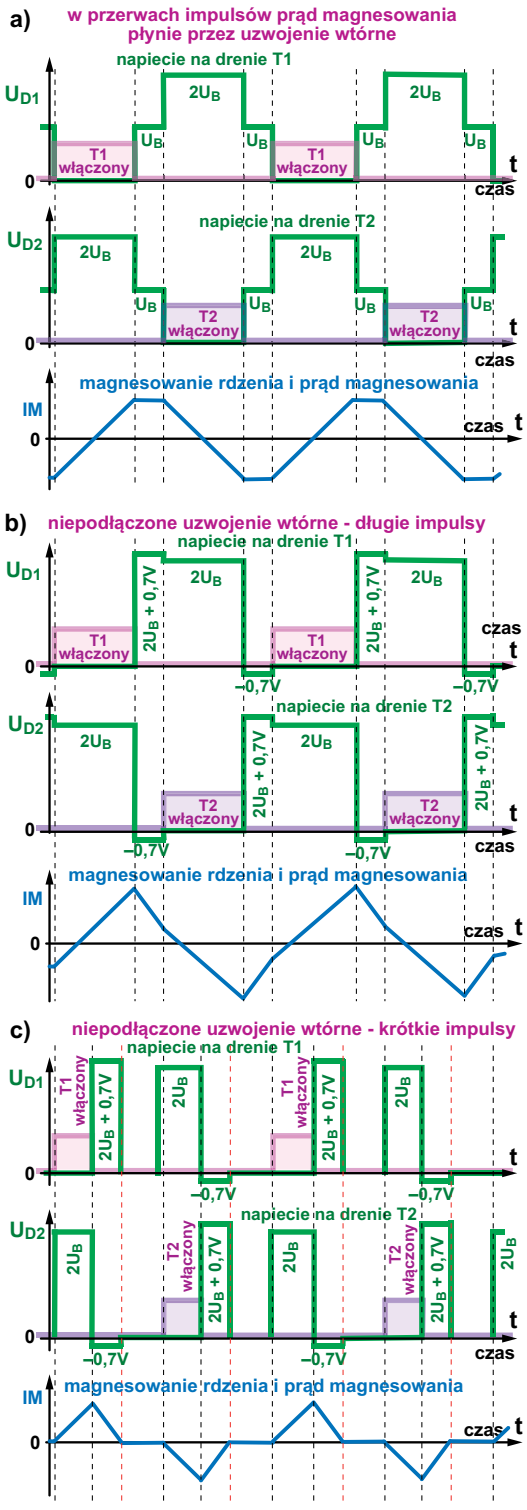
W poprzednim odcinku analizowaliśmy hipotetyczny przykład przetwornicy *push-pull*, ale bez uzwojenia wtórnego. W przerwach między impulsami, po przerwaniu prądu w jednym z tranzystorów indukcyjność transformatora zawsze szuka drogi dla dalszego przepływu prądu magnesowania i w uzwojeniach indukowane są napięcia o biegunowości przeciwnej niż podczas impulsu. Te napięcia samoindukcji stają się na tyle duże by w jakimś obwodzie popłynął prąd.

W przypadku omawianym we wcześniejszym odcinku prąd magnesowania w przerwach między impulsami płynął w uzwojeniu wtórnym. A do tego wystarczyły malutkie napięcia indukowane wtedy w uzwojeniach, co było nierozłącznie związane z bardzo małymi zmianami prądu magnesowania. Prąd magnesujący w przerwach między impulsami wyglądał jak na **rysunku 13a**. Teraz zgodnie z rysunkiem 12c z ostatniego odcinka, indukowanie dużych napięć o przeciwnej biegunowości musi być nieodłącznie związane z dużymi „przeciwnymi" zmianami prądu magnesowania, z szybkością odrobinę większą, a praktycznie taką, jak podczas przewodzenia tranzystorów. A to prowadzi do wniosku, że w dwukierunkowej przetwornicy *push-pull* z odłączonym uzwojeniem, w chwilach przerw prąd zmniejszałby swą amplitudę, z szybkością nierozłącznie związaną z występującym tam napięciem samoindukcji ($\Delta I/\Delta t = U/L$). Prędkość zmniejszania się prądu jest prawie taka, jak prędkość narastania, więc gdyby impulsy były długie, a przerwy krótkie, prąd magnesowania mógłby być mniej więcej taki jak na **rysunku 13b**. Gdyby impulsy były krótkie, a przerwy długie, prąd magnesowania zdążyłby zmniejszyć się do zera według **rysunku 13c**.

Zależnie od sytuacji zmieniają się prądy i napięcia, co warto przeanalizować samodzielnie.

Przypomnijmy też, że mówimy teraz o teoretycznej sytuacji w przetwornicy *push-pull* z odłączonym uzwojeniem wtórnym. A jeśli uzwojenie wtórne nie będzie odłączone, to w chwilach przerw przy dużych prądach wyjściowych na pewno będzie tam płynął prąd magnesowania według rysunku 13a i rysunków z poprzedniego odcinka, a napięcia indukowane w uzwojeniach będą znikomo małe.

**Rys. 13**




Tak, ale my już wiemy, że prąd wyjściowy i prąd cewki filtru mogą być małe, mniejsze od prądu magnesowania transformatora. Tu może nasunąć się prosty wniosek, że przy małych prądach wyjściowych wystąpi przypadek z ostatnich rysunków 13b lub 13c.

Teoretycznie tak! Ale przecież podczas przerw między impulsami także w uzwojeniu wtórnym indukują się znaczne napięcia, nawet nieco wyższe niż napięcia występujące tam podczas impulsów – porównaj rysunki 7...12. A na wyjściu transformatora w każdej tego typu przetwornicy mamy prostownik dwupołówkowy. Niezależnie więc od biegunowości, napięcia powstające w uzwojeniach transformatora w przerwach impulsów spowodują przepływ prądów przez prostownik i dławik filtru…

Czy już widzisz, że zagadnienie się dość mocno skomplikowało? Otóż w oparciu o wcześniejsze analizy prostszych przetwornic mówiliśmy, że przy danej częstotliwości pracy i indukcyjności L dławika filtru istnieje jakaś wartość prądu granicznego $I_{LIM}$. Mówiliśmy, że praca przy prądzie obciążenia mniejszym niż wartość $I_{LIM}$ może spowodować kłopoty. A prąd $I_{LIM}$ to prąd dotyczący cewki filtrującej. Teraz okazało się, że kłopoty może też sprawić transformator: w przerwach impulsów prąd magnesowania wymusza przepływ w jakimś sensie dodatkowego prądu wtórnego i zapewne przekazywanie na wyjście jakiejś dodatkowej, „nieplanowanej" energii. Znów wraca problem minimalnego prądu obciążenia…

My do tej pory omówiliśmy dwa skrajne, dość jasne i jednoznaczne przypadki. Podstawowa zasada jest prosta: w przerwach między impulsami, po przerwaniu prądu w jednym z tranzystorów, indukcyjność transformatora szuka drogi dla dalszego przepływu prądu magnesującego i w uzwojeniach zawsze indukowane są napięcia o przeciwnej biegunowości. Jeżeli prąd cewki filtrującej jest duży, to te indukowane napięcia są znikomo małe, a prąd magnesowania płynie przez uzwojenie wtórne i staje się prądem cewki filtrującej.

Gdy prąd cewki filtrującej jest mały, to powstające napięcia samoin-



eprasa.pl b02520071f

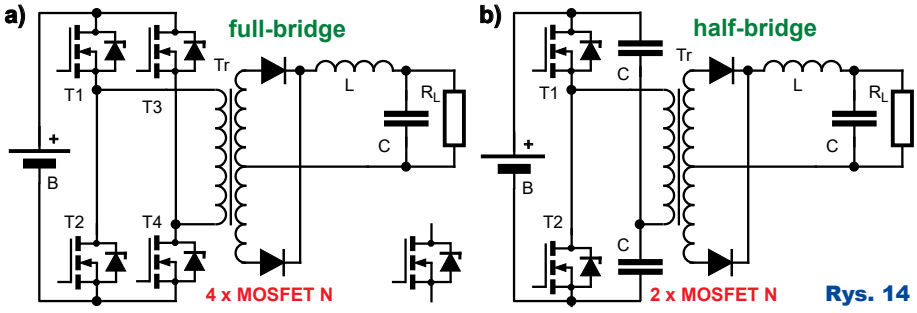
dukcji są odpowiednio większe tak, żeby znaleźć drogę dalszego przepływu prądu magnesowania transformatora. Jeżeli obwód wyjściowy i cewka filtru nie chcą przyjąć (całego) prądu magnesowania, to napięcia indukowane w uzwojeniach transformatora spowodują przewodzenie pasożytniczych diod w MOSFET-ach.

Trudno powiedzieć, jaką wartość będą mieć te napięcia samoindukcji w przerwach impulsów, ponieważ sprawa jest mocno skomplikowana. Omawiany teraz problem prądu magnesowania w przerwach impulsów zależy od kilku czynników, także od indukcyjności magnesowania (indukcyjności uzwojenia pierwotnego), od częstotliwości, ale też od współczynnika wypełnienia impulsów. Czym krótsze są impulsy robocze, tym mniej energii prąd magnesowania gromadzi w rdzeniu i tym mniejszy jest omawiany właśnie problem. A kwestia wypełnienia, w tym minimalnego wypełnienia impulsów roboczych, doprowadza do pytań o to, jakie są właściwości układu regulacji przetwornicy, który jest też obwodem stabilizacji napięcia wyjściowego.

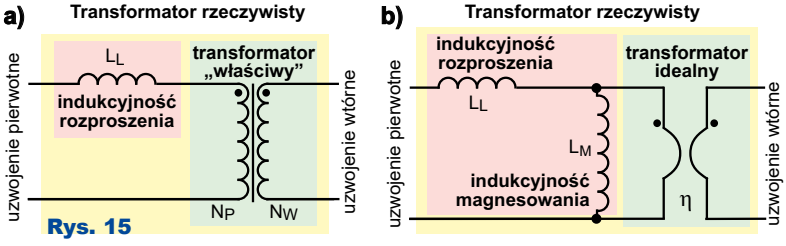
Zagadnienie bardzo się komplikuje, bo w grę wchodzi szereg czynników. Najbardziej dociekliwi Czytelnicy mogą sami przeanalizować zagadnienie.

Podobnie najbardziej dociekliwi mogą sami rozważyć, jak omawiany właśnie problem przepływu prądu magnesującego w przerwach impulsów wygląda w dwukierunkowych przetwornicach *full-bridge* i *half-bridge* – **rysunek 14**. Oczywiście kluczową sprawą jest to, że w przerwach między impulsami roboczymi indukcyjność transformatora zawsze szuka drogi dalszego przepływu prądu magnesowania, co zawsze polega na wytworzeniu w uzwojeniach napięć samoindukcji o przeciwnej biegunowości, które wymuszą w jakimś obwodzie przepływ potrzebnego prądu. Trzeba pamiętać o możliwości wymuszenia przepływu prądu w uzwojeniu wtórnym transformatora oraz o tym, że każdy MOSFET zawiera w strukturze diodę, która jest też diodą Zenera o napięciu wyższym niż katalogowe napięcie $U_{DS}$. To są rozważania dla najbardziej dociekliwych i zaawansowanych. Takich analiz nie znajdziecie w samouczkach, a nawet w większości podręczników. A my już teraz możemy z tego wyciągnąć wniosek, że jeśli analiza przebiegów w przetwornicach dwukierunkowych wcale nie jest łatwym zadaniem, to tym bardziej trudne jest ich projektowanie...

A przecież nie omówiliśmy wyczerpująco wszystkich niespodzianek i problemów. Oto kolejny:



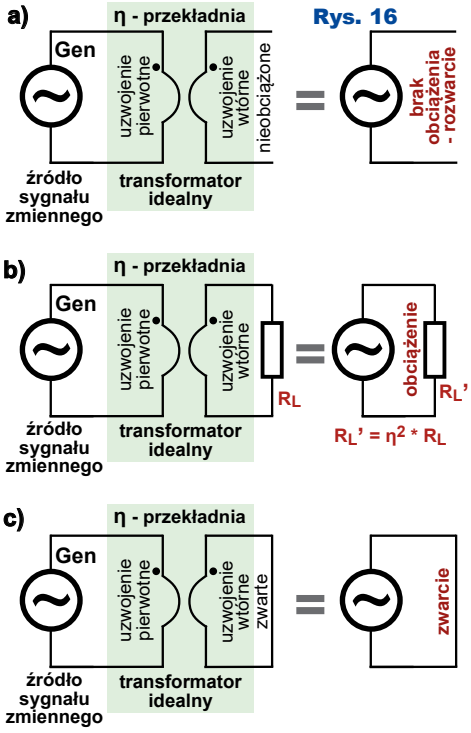
Rys. 14



Rys. 15

## Indukcyjność rozproszenia

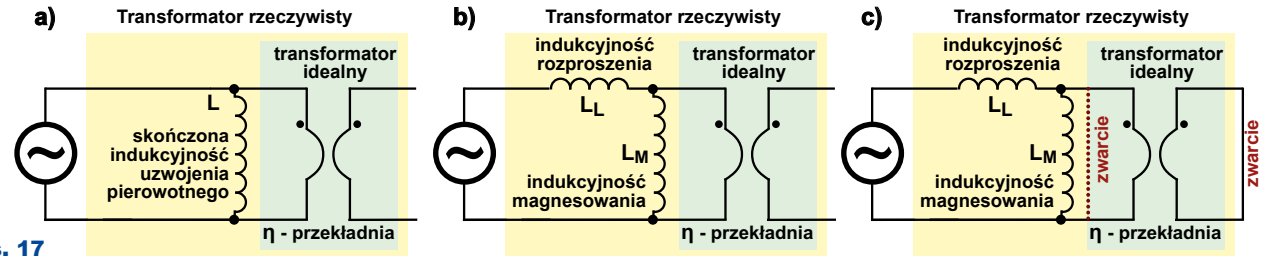
Badaliśmy już kilka zagadnień, które jak widać, nie ułatwiają analizy przetwornic przepustowych *forward* z dwukierunkowym magnesowaniem. Nie wspomnieliśmy jednak o indukcyjności rozproszenia. A przecież nie można zapomnieć, że z uwagi na niedoskonałość praktycznych realizacji, w rzeczywistych transformatorach jakaś nieduża część strumienia magnetycznego wytwarzanego przez uzwojenie pierwotne nie obejmuje uzwojenia wtórnego. Mówimy, że sprzężenie uzwojeń jest niedoskonałe. Efektem jest występowanie tak zwanej indukcyjności rozproszenia $L_L$ (*leakage inductance*), którą możemy w uproszczeniu przedstawić jak na **rysunku 15a**, z którą mieliśmy już do czynienia przy przetwornicach *flyback* i która występuje też w przetwornicach *forward*, choć zwykle jest tu mniejsza. Rysunek 15a jest bardzo mocno uproszczony i nie pokazuje wszystkich aspektów zagadnienia, a nawet może wprowadzać w błąd. Na przykład nie pokazuje tego, że należałoby też przedstawić indukcyjność rozproszenia uzwojenia wtórnego oraz tego, że w każdym transformatorze występują także różne szkodliwe pojemności i różne szkodliwe rezystancje. Dla naszych aktualnych rozważań zasadniczo wystarczy uproszczony schemat zastępczy z rysunku 15a, jednak dla nieco większej jasności należałoby schemat zastępczy przedstawić jak na **rysunku 15b**. Mamy tu dwie indukcyjności $L_L$, $L_M$ i trochę dziwnie przedstawiony transformator idealny. Można powiedzieć, że hipotetyczny transformator idealny ma nieskończenie wiele zwojów o zerowej rezystancji, co oznacza, że indukcyjność jest nieskończenie wielka. A jeśli indukcyjność jest nieskończenie wielka, to nieskończenie wielka jest też reaktancja jego uzwojenia pierwotnego (i nieskończenie mały jest prąd magnesujący). Można powiedzieć, że *nieskończenie wielka indukcyjność staje się niewidoczna*. Dołączenie nieobciążonego transformatora idealnego do źródła sygnału zmiennego nie powoduje żadnego obciążenia: źródło widzi nieobciążony transformator idealny jako nieskończenie wielką oporność, jako przerwę – **rysunek 16a**. Jeżeli obciążymy uzwojenie wtórne idealnego transformatora, to źródło zostaje obciążone rezystancją zastępczą, określoną



Rys. 16



eprasa.pl b02520071f




Rys. 17

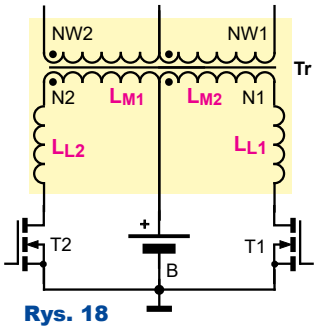
przez „kwadrat przekładni", jak pokazuje, też w pewnym uproszczeniu, **rysunek 16b** (nie wchodzimy w szczegóły dotyczące przekładni transformatora, czyli stosunku liczb zwojów uzwojeń). Dla nas ważne jest, że w szczególności gdy uzwojenie wtórne zostaje zwarte, wtedy także źródło widzi zwarcie, zostaje zwarte według **rysunku 16c**.

Rzeczywisty transformator ma niezbyt wielką liczbę zwojów, czyli niezbyt dużą indukcyjność uzwojenia pierwotnego, przez co źródło sygnału widzi nieobciążony transformator rzeczywisty jako reaktancję indukcyjną. W zasadzie można byłoby to przedstawić w uproszczeniu jak na **rysunku 17a**. Trzeba jednak zgodnie z rysunkiem 15b uwzględnić także indukcyjność rozproszenia $L_L$, wynikająca z tego, że nie cały strumień magnetyczny wytwarzany przez uzwojenie pierwotne obejmuje uzwojenie wtórne. Dlatego można i trzeba przedstawić (uproszczony, nieobejmujący rezystancji i pojemności) schemat zastępczy jak na **rysunku 17b**, gdzie mamy indukcyjność rozproszenia $L_L$ i indukcyjność magnesowania $L_M$.

W związku z tym, mierząc indukcyjność uzwojenia pierwotnego nieobciążonego transformatora według rysunku 17b, mierzymy sumę indukcyjności $L_L + L_M$, ponieważ zgodnie z rysunkiem 16a idealny transformator „właściwy" jest niewidoczny. Łatwo można też zmierzyć indukcyjność rozproszenia: będzie to indukcyjność uzwojenia pierwotnego przy zwartym uzwojeniu wtórnym według **rysunku 17c**. Zgodnie z rysunkiem 16c można powiedzieć, że zwarcie uzwojenia wtórnego zwiera też indukcyjność magnesującą $L_M$, pozostawiając „widoczną" tylko „niezwiązaną" indukcyjność $L_L$. Do tych szczegółów wrócimy przy omawianiu przetwornic rezonansowych.

A na razie podkreślmy, że indukcyjność rozproszenia występuje też w transformatorach przetwornic *forward* z dwukierunkowym magnesowaniem. Występuje i ma skutki podobne jak w innych klasycznych przetwornicach: głównie jest to powstawanie przepięć i oscylacji, które też trzeba mieć pod kontrolą.

Wcześniej mówiliśmy, że po rozwarciu klucza indukcyjność transformatora szuka drogi dla dalszego przepływu prądu. Teraz wiemy, że ta „indukcyjność transformatora" to połączone szeregowo $L_L + L_M$. A w przetwornicy przeciwsobnej *push-pull* w grę wchodzą dwie niezwiązane indukcyjności $L_L$ obu połówek uzwojenia według **rysunku 18**. Jak już wiemy, indukcyjność magnesowania $L_M$ może znaleźć drogę dla prądu magnesowania przez uzwojenie wtórne. Natomiast indukcyjność $L_L$ jest niezwiązana z uzwojeniem wtórnym, a ona też po każdym przerwaniu w niej prądu szuka drogi jego dalszego przepływu, co jest możliwe tylko po stronie pierwotnej i tylko po jednej stronie uzwojenia pierwotnego, więc... wracamy do rysunku 10 i do rysunku 12b, które wcześniej być może wydały Ci się bezsensowne z uwagi na brak drugiego tranzystora–klucza.




Rys. 18

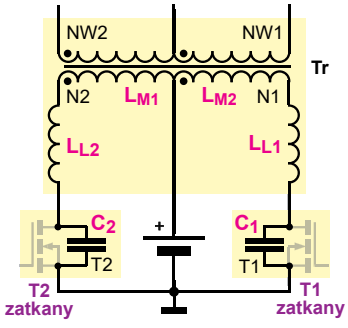
Teoretycznie indukcyjność rozproszenia $L_L$ powinna w chwili zatkania klucza–tranzystora wytworzyć pojedynczy silny impuls – przepięcie. Jednak w praktyce w obwodzie zawsze występują jakieś pojemności, w tym dość duża pojemność wewnętrzna tranzystora–klucza MOSFET według (też uproszczonego) **rysunku 19**. Tworzy to obwód rezonansowy i w efekcie na drenie MOSFET-a zamiast pojedynczego impulsu pojawia się tłumiony przebieg sinusoidalny. Jego amplituda zależy między innymi od wielkości zgromadzonej porcji energii oraz od pojemności takiego obwodu rezonansowego.

Przykład na **rysunku 20** pokazuje przebiegi na drenach tranzystorów–kluczy pewnej przetwornicy *push-pull* z wyraźnie widocznymi przepięciami i oscylacjami. Właśnie z uwagi na te przebiegi wytwarzane przez indukcyjność rozproszenia, dopuszczalne napięcie tranzystora–klucza musi być wyższe, niż wynikałoby to z najprostszych rozważań. I znów widać problem dla konstruktora przetwornicy *forward*: musi on uwzględnić szkodliwy wpływ indukcyjności rozproszenia $L_L$ i w razie potrzeby zastosować dodatkowe środki (obwody), by tłumić przepięcia wynikające z indukcyjności rozproszenia.

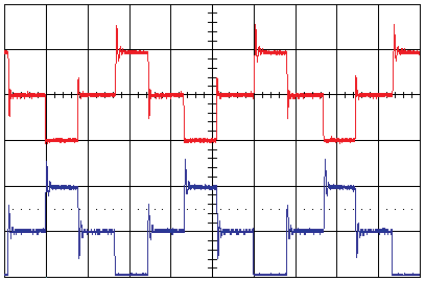
Ściślej biorąc, należałoby się też zastanowić, czy przy analizie wpływu indukcyjności $L_L$ należy brać pod uwagą tylko składową magnesującą $I_M$, czy także składową kompensującą obciążenie $I_{1K}$? Nie będziemy tego szczegółowo omawiać. Temat został zasygnalizowany wcześniej, a zainteresowani mogą znaleźć dodatkowe informacje w Internecie (większość oczywiście po angielsku).

My teraz dla zaostrzenia ciekawości wspomnijmy jeszcze, że indukcyjność rozproszenia, która generalnie jest szkodliwa i niepożądana, w pewnych typach przetwornic jest czynnikiem jak najbardziej pożądanym, wręcz niezbędnym do prawidłowej pracy. O tym będziemy mówić w dalszych odcinkach przy omawianiu przetwornic rezonansowych. Ale najpierw musimy zamknąć temat klasycznych przetwornic z dwukierunkowym magnesowaniem rdzenia. Będziemy o nich pisać także w następnym odcinku.

Rys. 19




Rys. 20



**Piotr Górecki**

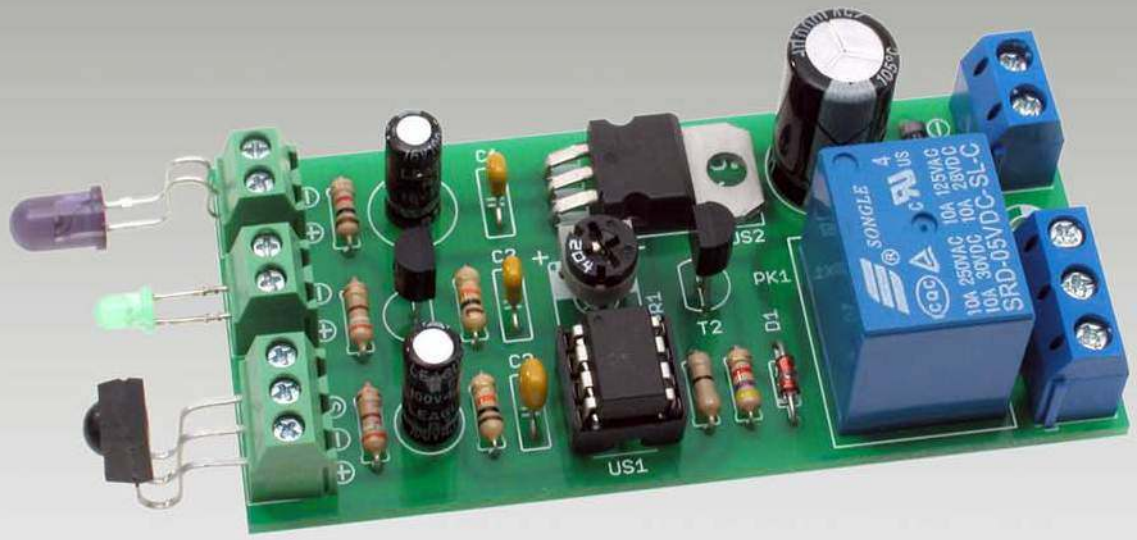


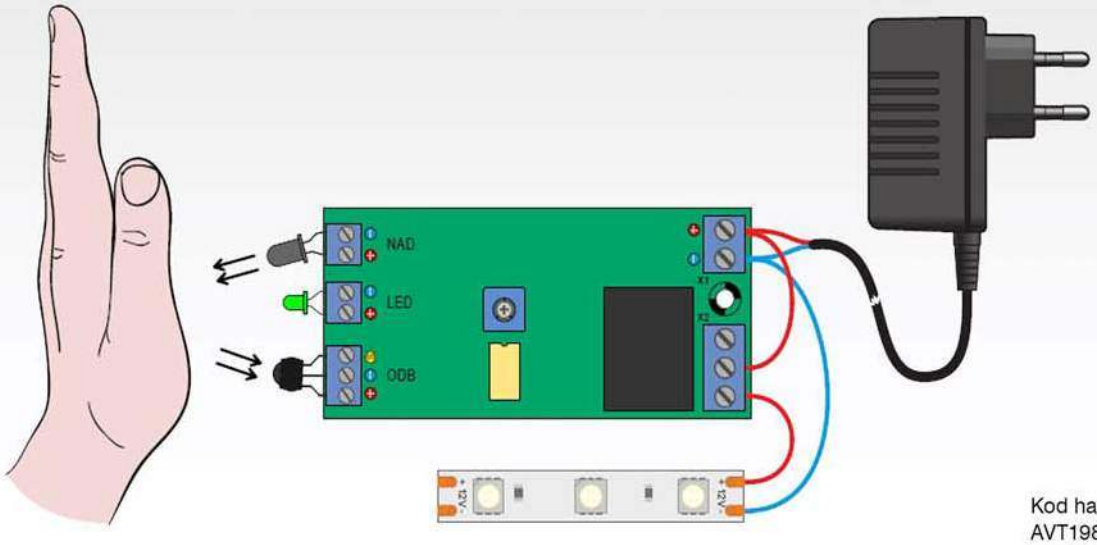
eprasa.pl b02520071f

# AVT 1980 Czasowy włącznik zbliżeniowy

Czasowy włącznik zbliżeniowy. Czas załączenia jest regulowany w zakresie od ok. 10 sekund do 5 minut. Urządzenie jest przystosowane do zasilania napięciem 8…12 V DC.

W łazience mokrymi rękoma czy w warsztacie brudnymi od smaru łatwiej jest włączyć światło, zbliżając się do czujnika odbiciowego niż dotykać tradycyjnego przełącznika. Moduł czasowego włącznika zbliżeniowego można potraktować jako element automatyki domowej, którego działanie opiera się na zasadzie wysyłania wiązki promieni podczerwieni przez nadajnik i ich odbieraniu przez odbiornik. Przydatny będzie w miejscach, w których załączenie oświetlenia lub wentylacji jest potrzebne na niedługi czas.



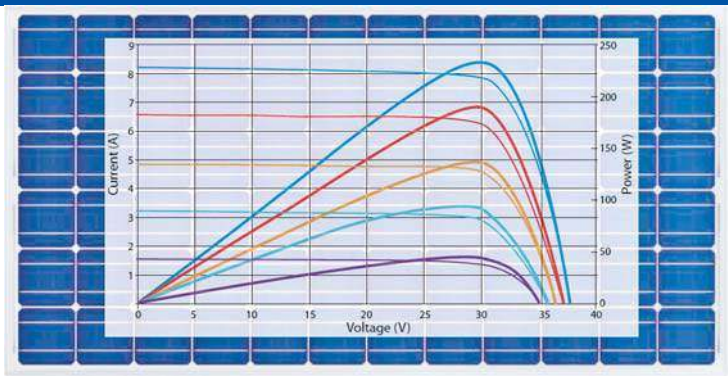

Kod handlowy:
AVT1980



eprasa.pl b02520071f

# MPPT

## część 3




W dwóch pierwszych odcinkach cyklu omawialiśmy dość trudne zagadnienia, dotyczące specyfiki paneli fotowoltaicznych. Uzyskiwanie z paneli słonecznych maksymalnej mocy okazuje się zaskakująco skomplikowane i temat może przestraszyć wielu Czytelników. Łatwo nie będzie! Już tytuł cyklu wskazuje, że mamy omówić bardzo trudne zagadnienia, związane z MPPT. Tak, ale dla uzyskania pełnego obrazu koniecznie trzeba też poznać zalety i wady dużo prostszych, a niewiele gorszych rozwiązań.

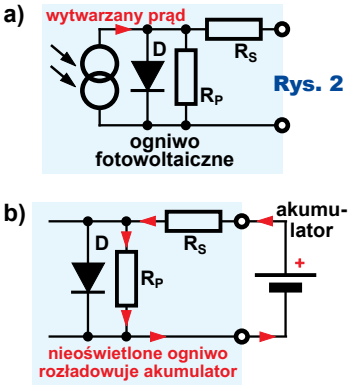
I tak najprostsze jest rozwiązanie polegające na bezpośrednim, natychmiastowym zużywaniu wyprodukowanej energii w obciążeniu. Ma to sens na przykład w przypadku pompy według **rysunku 1a**, pracującej w systemie nawadniania, gdy tylko świeci słońce (ale po warunkiem dobrania parametrów panelu i pompy). Innym, pokrewnym przykładem są instalacje *on grid* (połączone z siecią), gdzie energia pozyskana ze słońca na bieżąco jest dostarczana do sieci energetycznej za pomocą przetwornicy DC/AC, tzw. inwertera – **rysunek 1b**.

Nas teraz bardziej interesują niepołączone z siecią 230V instalacje *off grid*, zawierające akumulatory. W najprostszym przypadku taka instalacja mogłaby wyglądać jak na **rysunku 1c**. Podobne, tylko odrobinę bardziej rozbudowane układy istnieją i są popularne. Zawierają one dodatkowy regulator/sterownik według **rysunku 1d**, który, jak się okazuje, często jest zaskakująco prosty. Obciążeniem wykorzystującym napięcie stałe z akumulatora może być system oświetlenia LED lub inwerter wytwarzający napięcie zmienne 230V 50Hz do zasilania lodówki czy telewizora.

Wszystkie tego rodzaju ***proste systemy z reguły nie wykorzystują całej dostępnej mocy***, jaką w danych warunkach może wytworzyć panel FV. Owszem, zwykle wykorzystują cały dostępny/wytwarzany ***prąd***, ale ***napięcie*** dostosowuje się do obciążenia i jest obniżone. Aby wykorzystać całą dostępną ***moc*** (P = U * I), trzeba zastosować inteligentny regulator ładowania, realizowany najczęściej w postaci specjalizowanej przetwornicy impulsowej. Jeżeli taki regulator realizuje algorytmy śledzące punkt największej mocy (MPP), to mówimy o sterowniku (przetwornicy) MPPT. O tym później, a na razie zagadnienia najprostsze.

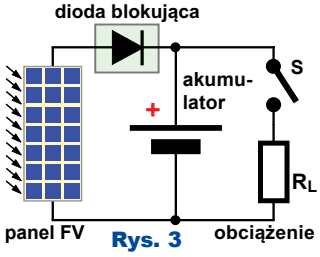
### „Nocne cofanie prądu”

Tylko w najprostszych lampkach solarnych akumulator (NiCd o napięciu nominalnym 1,2V) jest dołączony bez regulatora do panelu słonecznego składającego się zwykle z czterech ogniw – fotodiod. Tu trzeba przypomnieć schemat zastępczy ogniwa słonecznego – **rysunek 2a**. Problemem jest to, że każda taka fotodioda ma bardzo dużą powierzchnię struktury. Dlatego daje o sobie znać szkodliwa równoległa rezystancja upływu $R_P$, powodująca przepływ prądów o znaczącej wartości. Nawet jeśli przez część dnia akumulator będzie ładowany, to przy słabym oświetleniu i w nocy zostanie on znacząco lub całkowicie rozładowany przez rezystancję $R_P$, co w uproszczeniu jest pokazane na **rysunku 2b**.



Rys. 2

Problem rozładowania przez rezystancję $R_P$ dotyczy wszystkich paneli FV, mniejszych i większych. Dlatego w każdej instalacji solarnej musi być element blokujący, zabezpieczający przed „cofaniem prądu”, gdy panel nie jest oświetlony. Mogłaby to być zwyczajna dioda według **rysunku 3**.



Rys. 3

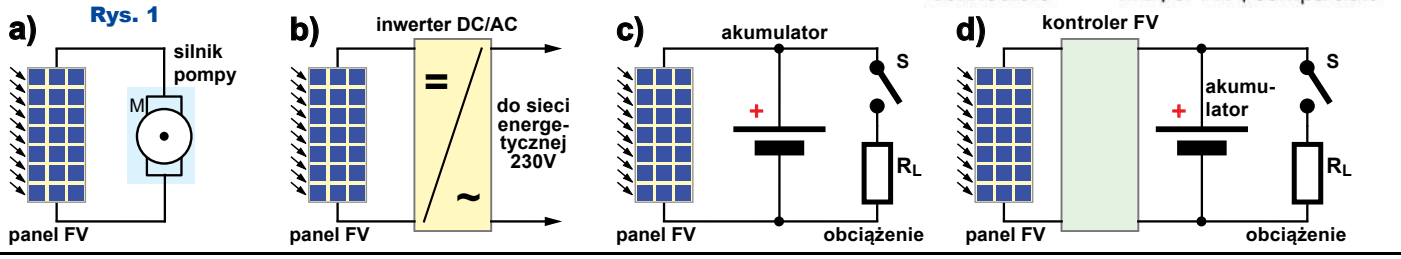
Może to też być bardziej zaawansowane rozwiązanie wbudowane w regulator/sterownik. O tym za chwilę. Ale na razie musimy wyjaśnić inny ważny szczegół dotyczący diod.

### Diody obejściowe

W wielu kartach katalogowych można znaleźć informacje, że w panelu są fabrycznie wbudowane diody, zależnie od liczby ogniw w liczbie od jednej do trzech (przykład na **rysunku 4**).

Rys. 4

| Specification Data | |
|---|---|
| Cell Type | Poly-crystalline, 6 inch |
| Cell Arrangement | 60 (6 × 10) |
| Dimensions | 1638 × 982 × 40 mm |
| Weight | 18 kg (37.9 lbs) |
| Front Cover | 3.2 mm tempered glass |
| Frame Material | Anodized aluminium allo |
| J-BOX IP67, | 3 diodes |
| Connectors | MC4 or MC4 comparable |

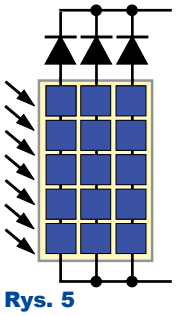


Rys. 1



eprasa.pl b02520071f

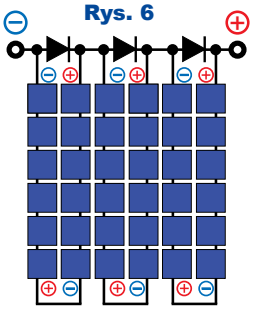
Osoby mniej zorientowane mogą sądzić, że są to właśnie diody blokujące „cofanie prądu” i że w większych panelach ogniwa są dzielone na sekcje z oddzielnymi diodami według **rysunku 5**.



Rys. 5

Takie wyobrażenie jest błędne! We współczesnych panelach zwykle nie ma takich diod blokujących (*blocking diodes*), a jedynie w panelach o wyższych napięciach nominalnych są diody „omijające”, bajpasowe (*bypass diodes*). Są one włączone nie szeregowo, tylko równolegle co kilkanaście ogniw, jak pokazuje **rysunek 6**.

Rys. 6




2.5 – 10mm² (8 to 14 AWG) wire.
Diodes IntegraBus™ technology includes for every 18 cells a Schottky by-pass diode integrated into the printed circuit board bus.
Fro Rys. 7 ansmission 3mm tempered glass

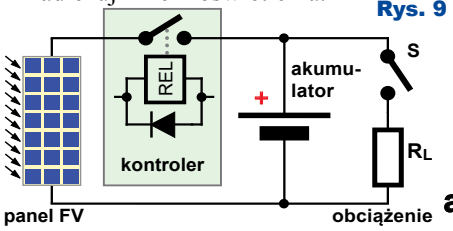
**Rysunek 7** przedstawia stosowny wycinek karty katalogowej. Jeżeli takie diody nie są wbudowane w panel, bywają umieszczane w skrzynce panelu (*connection box*), jak widać na **fotografii 8**. Podczas normalnej pracy panelu te diody omijające są spolaryzowane zaporowo, a więc nieczynne, jakby ich nie było. Mają jednak ważną funkcję do spełnienia w warunkach nietypowych. Ich funkcja jest bardzo nieprecyzyjnie, nieprzekonująco, a wręcz myląco przedstawiana w popularnych materiałach. Ten słabo rozumiany szczegół nie ma praktycznego znaczenia w panelach FV o niższym napięciu wyjściowym, dlatego zostanie szerzej omówiony później, w jednym z następnych odcinków. Na razie pozostańmy przy zagadnieniach podstawowych.

Fot. 8

## Diody blokujące

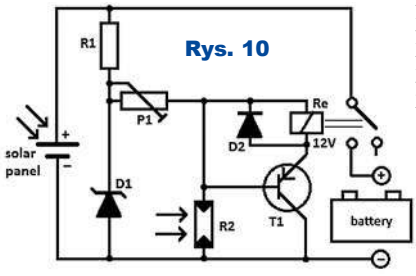
Ze względu na wspomniane „nocne cofanie prądu”, w instalacjach FV z akumulatorem niezbędna jest szeregowa dioda blokująca według rysunku 3 lub jej odpowiednik o lepszych właściwościach (o mniejszych stratach). Podczas normalnej pracy na takiej szeregowej diodzie wystąpią straty mocy ($P = U_F * I$), które można zmniejszyć, stosując tam diodę Schottky'ego. W roli klucza zastępującego diodę może też wystąpić najzwyklejszy przekaźnik według **rysunku 9**, sterowany na przykład czujnikiem oświetlenia.

Rys. 9




Na **rysunku 10** pokazany jest schemat bardzo niedoskonałego odłącznika z przekaźnikiem, ze strony https://www.electroschematics.com/solar-panel-to-battery-switch-circuit/. w skrócie: https://bit.ly/2KBYa6M

Rys. 10




Znacznie lepiej byłoby, gdyby to był energooszczędny układ z przekaźnikiem bistabilnym, pobierającym energię tylko podczas przełączania. A jeśli już w systemie miałby pojawić się przekaźnik, to może on też przy okazji zrealizować inne ważne funkcje, o czym będziemy mówić później.

W nowoczesnych systemach solarnych nie ma diod blokujących ani przekaźników, a ich funkcję pełnią tranzystory MOSFET.

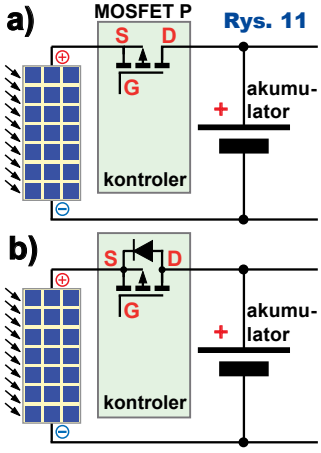
Idea jest beznadziejnie prosta: przez zatkany MOSFET prąd nie płynie, a po jego pełnym otwarciu spadek napięcia jest niewielki (I * RDSon). Pozwala to zrealizować niemal idealną diodę, a tym samym zdecydowanie zredukować straty mocy.

Tak, ale zastosowanie „idealnych diod” w sterownikach solarnych to już sprawa nieco trudniejsza i dlatego temat musimy omówić szerzej.

Wydawałoby się, że dla zmniejszenia strat w diodzie rozwiązaniem jest koncepcja pokazana w dużym uproszczeniu na **rysunku 11a**, gdzie tranzystor jest otwierany, gdy panel wytwarza napięcie i prąd. MOSFET przewodziłby tu w klasyczny sposób prąd od źródła do drenu.

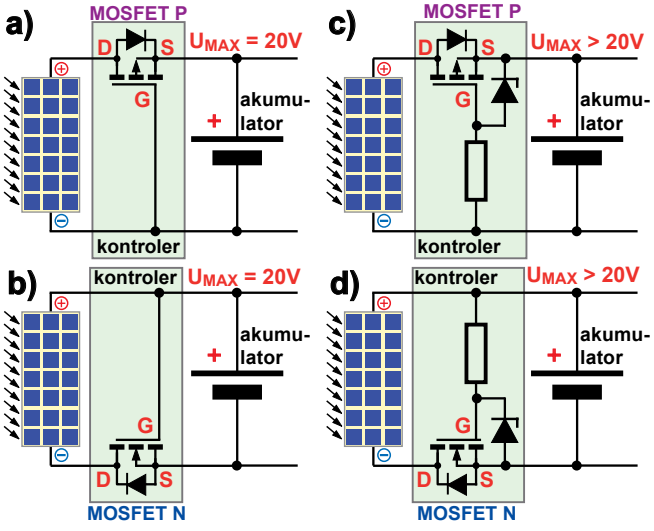
Problem w tym, że zawarta w tranzystorze MOSFET dioda pasożytnicza umożliwi „nocne cofanie prądu” – **rysunek 11b**. Taka konfiguracja nie nadaje się więc do pracujących ciągle kontrolerów solarnych, ewentualnie tylko do pracujących dorywczo ładowarek solarnych (*solar chargers*).

Rys. 11




Kolejnym pomysłem może być wykorzystanie popularnego zabezpieczenie przed odwrotną biegunowością według idei z **rysunku 12**, gdzie pokazane sę wersje z MOSFET-em P i MOSFET-em N.

Rys. 12






eprasa.pl b02520071f

Dioda Zenera chroni obwód bramki MOSFET-a przed przebiciem napięciem wyższym od 20V.

Tranzystor pracuje nietypowo, ponieważ po włączeniu przewodzi prąd w „niewłaściwym kierunku”. W MOSFET-ach jest to możliwe i często wykorzystywane.

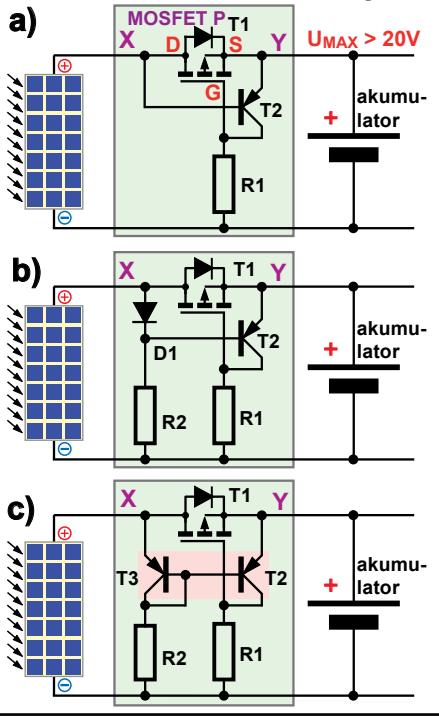
Koncepcja z rysunku 12 jest lepsza, bo pasożytnicza dioda nie pozwala na „cofanie prądu”, ale niestety taki układ nie nadaje się do systemu solarnego z akumulatorem!

Problem w tym, że na akumulatorze zawsze występuje napięcie, a to spowoduje, że MOSFET byłby zawsze otwarty, co umożliwi i ładowanie, i „cofanie prądu”.

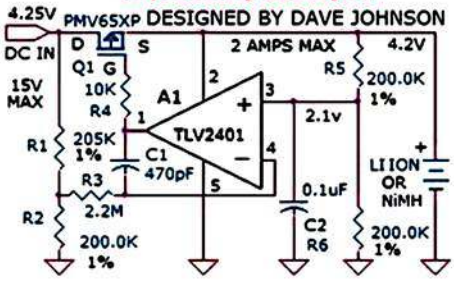
Koncepcja z rysunku 12 jest jednak obiecująca, tylko trzeba dodać jakiś obwód, który wyłączy MOSFET, gdy jest ciemno. Albo wyłączy wtedy, gdy po prostu napięcie panelu jest niższe od napięcia akumulatora. Mógłby to być wzmacniacz operacyjny, jak pokazują znalezione w Internecie przykłady z **rysunku 13**.

Wyłączanie MOSFET-a można zrealizować prościej. Podstawową ideę przedstawia **rysunek 14a**. O stanie MOSFET-a T1 decyduje tranzystor T2. Gdy przewodzi, zwiera bramkę G T1 do źródła i wyłącza T1. Następuje to, gdy napięcie w punkcie X jest niższe od napięcia w punkcie Y o więcej niż 0,6V. Gdy jest odwrotnie lub gdy napięcia są równe, T2 jest zatkany i MOSFET T1 jest otwarty.

Rys. 14



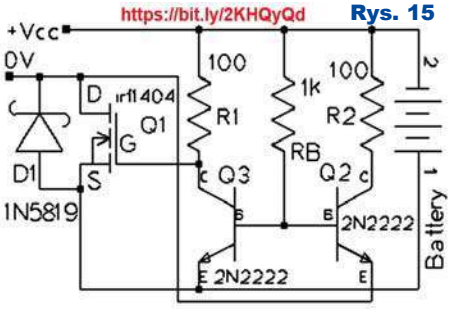

https://bit.ly/2O5OyTK




Aby przełączanie MOSFET-a T1 następowało przy równości napięć w punktach X, Y, wystarczy dodać diodę według **rysunku 14b** i dobrać R2.

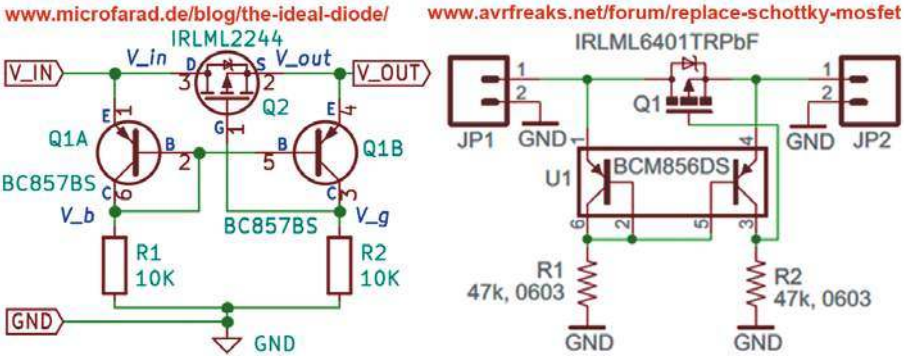
Aby ten próg przełączania nie był zależny od temperatury, stosuje się dwa tranzystory w jednej obudowie, z których jeden zastępuje taką diodę, według **rysunku 14c**. Oczywiście można wykorzystać komplementarną wersję z MOSFET-em N. Na **rysunku 15** widoczny jest tego rodzaju schemat, ale zawierający zupełnie niepotrzebne elementy: diodę Schottky'ego i trzy rezystory zamiast dwóch. Ponadto rezystory mają zdecydowanie za małe wartości. Na marginesie drobna uwaga: dioda Schottky'ego ma większy prąd wsteczny niż pasożytnicza dioda w zatkanym tranzystorze MOSFET.

https://bit.ly/2KHQyQd Rys. 15

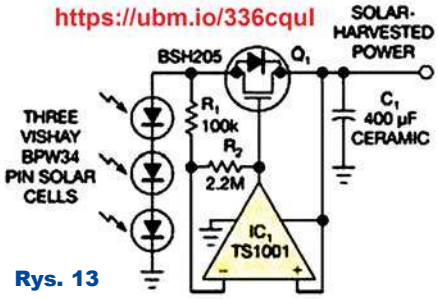



W Internecie w wielu miejscach można znaleźć tego rodzaju rozwiązanie, najczęściej z MOSFET-em P według rysunku 14c. Na **rysunku 16** przedstawione są dwa takie schematy: jeden z pojedynczymi tranzystorami pnp, drugi z podwójnym w jednej obudowie. Więcej przykładów można znaleźć, wpisując w wyszukiwarkę: *„ideal diode” schematic* albo *„ideal diode” MOSFET schematic*.

Rys. 16




https://ubm.io/336cqul




Rys. 13

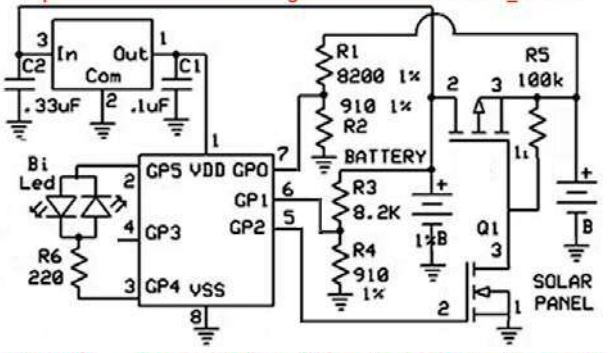
Trzeba jednak uważać. Na przykład na stronie znanego i poważnego czasopisma „Nuts & Volts Magazine” można znaleźć propozycję widoczną na **rysunku 17**, gdzie MOSFET włączony jest według rysunku 11.

Rozwiązanie z jednym MOSFET-em jest popularne, może być przydatne, jednak trzeba pamiętać, że po pierwsze taki obwód stale pobiera z akumulatora jakiś prąd – dlatego wartości rezystorów powinny być możliwie duże. Po drugie, napięcia wsteczne złącza baza-emiter tranzystorów bipolarnych jest ograniczone, nie powinno przekraczać 5V, co w niektórych zastosowaniach może być problemem.

Między innymi dlatego w lepszych, nowocześniejszych rozwiązaniach stosuje się inne rozwiązania. Koncepcję jednotranzystorowej wersji

Rys. 17

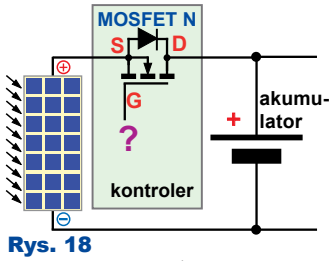
https://www.nutsvolts.com/magazine/article/March2014_Newton



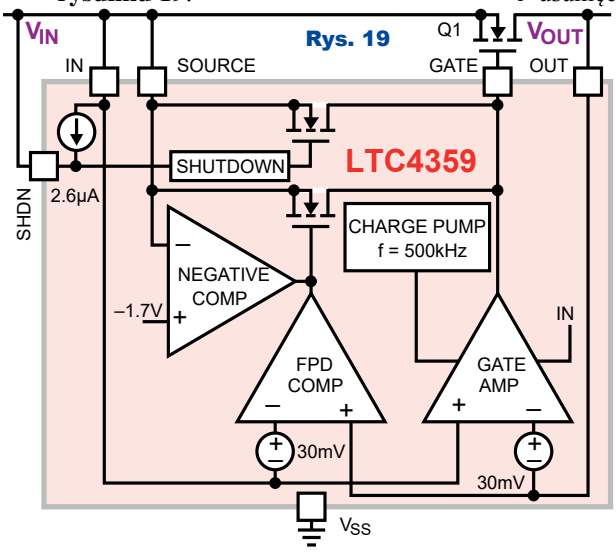



eprasa.pl b02520071f

z MOSFET-em N pokazuje **rysunek 18**. Do otwarcia MOSFET-a potrzebne jest tu dodatnie napięcie bramki względem drenu, czyli powyżej napięcia panelu i akumulatora, co musi być realizowane przez jakiś bardziej złożony układ. Dziś dostępne są scalone sterowniki przeznaczone do takiej pracy. Przykładem może być Linear Technology LTC4359 (obecnie Analog Devices). Wewnętrzny schemat blokowy z powielaczem – pompą ładunku, widoczny jest na **rysunku 19**.

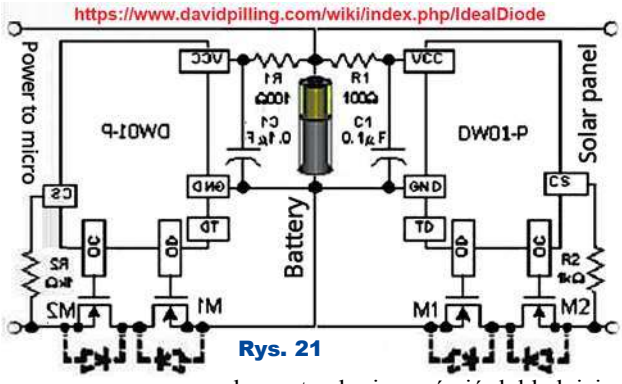


Rys. 18

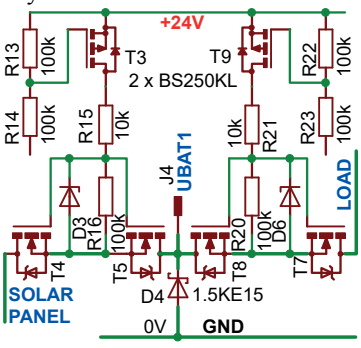


Rys. 19

Wszystkie rozwiązania z pojedynczym MOSFET-em z rysunków 11...17 mają istotne wady. Wielu tych wad można pozbyć się w prosty sposób, realizując odpowiednik mechanicznego styku za pomocą dwóch jednakowych MOSFET-ów jak na **rysunku 20**. Po otwarciu (tym samym sygnałem) jeden z MOSFET-ów przewodzi prąd „w niewłaściwym kierunku", jednak jest to jak najbardziej prawidłowe, dopuszczalne i często stosowane. Wadą jest obecność dwóch połączonych szeregowo MOSFET-ów, co zwiększa koszt i rezystancję otwartego klucza. Zaletą jest łatwość sterowania i usunięcie problemu „cofania prądu". Źródła i bramki obu tranzystorów są połączone, a obwód sterowania może być prosty i może nie pobierać w spoczynku prądu. **Rysunek 21** przedstawia nieco dziwnie narysowany i nie do końca przemyślany przykład z gotowymi kostkami DW01-P.



Rys. 21



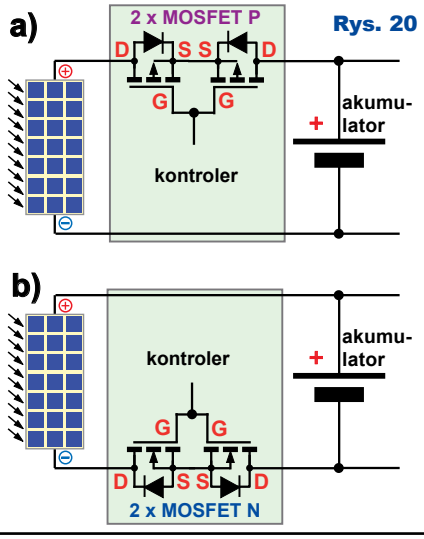
Rys. 22

**Rysunek 22** prezentuje drobny fragment pewnego 12-woltowego sterownika solarnego z takimi podwójnymi kluczami, gdzie przy zachowaniu nieprzerwanego obwodu masy wykorzystano MOSFET-y N, co wymaga napięcia sterującego wyższego (+24V) niż napięcie akumulatora.

Tego rodzaju dwutranzystorowe przełączniki, mogące pełnić funkcję (niemal) idealnej diody są dostępne na rynku. **Rysunek 23** pokazuje moduł z dwoma MOSFET-ami i jego schemat. Jednak w systemach solarnych lepiej jest stosować rozwiązania z MOSFET-em N według rysunków 18, 19. Na **fotografiach 24...26** widać niedrogie chińskie moduły z takimi „idealnymi solarnymi diodami".

W wielu przypadkach nie stosujemy rozwiązań najlepszych, tylko prostsze, tańsze i... gorsze. Ponieważ są popularne, trzeba je omówić dokładniej. Zaczniemy w następnym odcinku.

**Piotr Górecki**

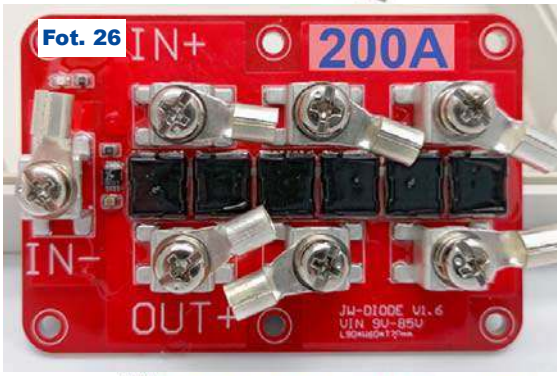


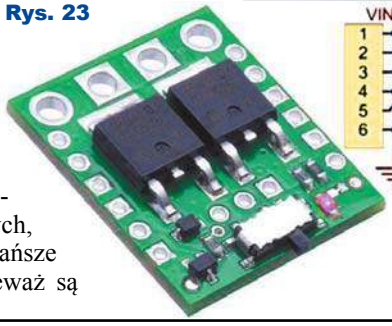
Rys. 20

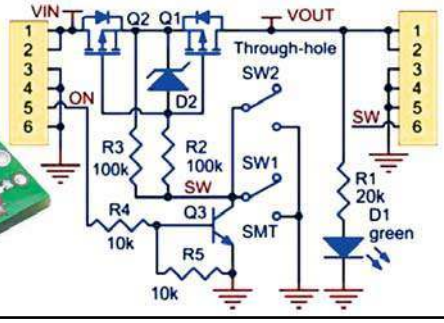
Fot. 24

Fot. 25

Fot. 26





Rys. 23






eprasa.pl b02520071f

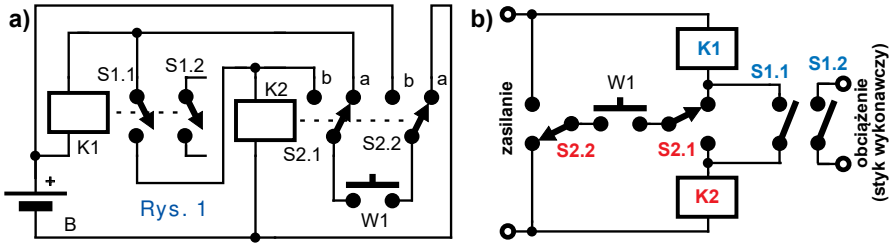
# Elektromechaniczny przerzutnik bistabilny typu T

W EdW 2/2019 przedstawione było rozwiązanie zadania *Jak10* z informacją, że ***układ o schemacie narysowanym na dwa sposoby na* rysunku 1 *to bistabilny przerzutnik T*** (toggle), który po każdym naciśnięciu przycisku W1 zmienia stan styku wyjściowego S1.2.

Co ważne, taki przerzutnik w spoczynku w ogóle nie pobiera prądu, dlatego ***taki prosty elektromechaniczny układ może się okazać atrakcyjny także dla współczesnych elektroników***. Tak, ale trzeba dobrze rozumieć jego pracę, wymagania i ograniczenia, żeby prawidłowo dobrać przekaźniki oraz napięcie zasilania. Fotografia tytułowa pokazuje taki układ wzbogacony o obwody opóźniania włączenia.

Wydaje się, że działanie zwykłego przekaźnika rozumie każdy elektronik. W tym wypadku jednak w grę wchodzą pewne drobne szczegóły, które trzeba dokładniej przeanalizować.

Na pozór proste zadanie *Jak10*, dotyczące działania dwóch najzwyczajniejszych przekaźników, okazało się bardzo trudne. Wzbudziło nie tylko zainteresowanie, ale i wątpliwości, ponieważ nie były podane ani napięcie zasilania, ani napięcie nominalne przekaźników, co w tym przypadku ma kluczowe znaczenie, bo decyduje o tym, jak będzie działał układ. Zacząć trzeba od omówienia działania układu z rysunku 1, przy czym warto wykorzystać łatwiejszą do analizy postać schematu z rysunku 1b, który pokazuje stan styków podczas spoczynku układu. Pomocą będzie **rysunek 2**, na którym z lewej strony przedstawiona jest pełna postać układu, a z prawej – postać uproszczona w poszczególnych fazach pracy układu. Kolorem żółtym zaznaczone są przekaźniki działające, w których przyciągnięcie kotwicy zmieniło stan styków.



Rys. 1

Stan spoczynkowy przedstawiony jest na rysunku 2a. W spoczynku żaden z przekaźników nie działa, a układ nie pobiera prądu.

Jak pokazuje rysunek 2b, naciśnięcie przycisku W1 powoduje w oczywisty sposób zadziałanie przekaźnika K1. Styki K1 zostają zwarte. Należy zauważyć, że obwód z przyciskiem W1 zwiera przekaźnik K2.

Kluczowy, bardzo interesujący moment następuje w chwili zwolnienia i rozwarcia przycisku W1. Otóż przerwany zostaje obwód, zwierający cewkę przekaźnika K2. Cewki przekaźników K1, K2 zostają połączone w szereg i zakładając, że są one jednakowe, na każdej z nich napięcie jest równe połowie napięcia zasilania. Dalsze działanie układu zależy od tego, co się stanie po rozwarciu przycisku W1. Zasadniczo należy rozważyć trzy podstawowe możliwości:

1 – oba przekaźniki puszczają, bo napięcie zasilania okazuje się za małe, żeby zapewnić ich działanie.

Tę możliwość od razu odrzucamy, bo pamiętamy, że napięcie zwalniania (odpadowe) każdego przekaźnika elektromagnetycznego jest dużo mniejsze od jego napięcia nominalnego. Pozostają dwie wersje:

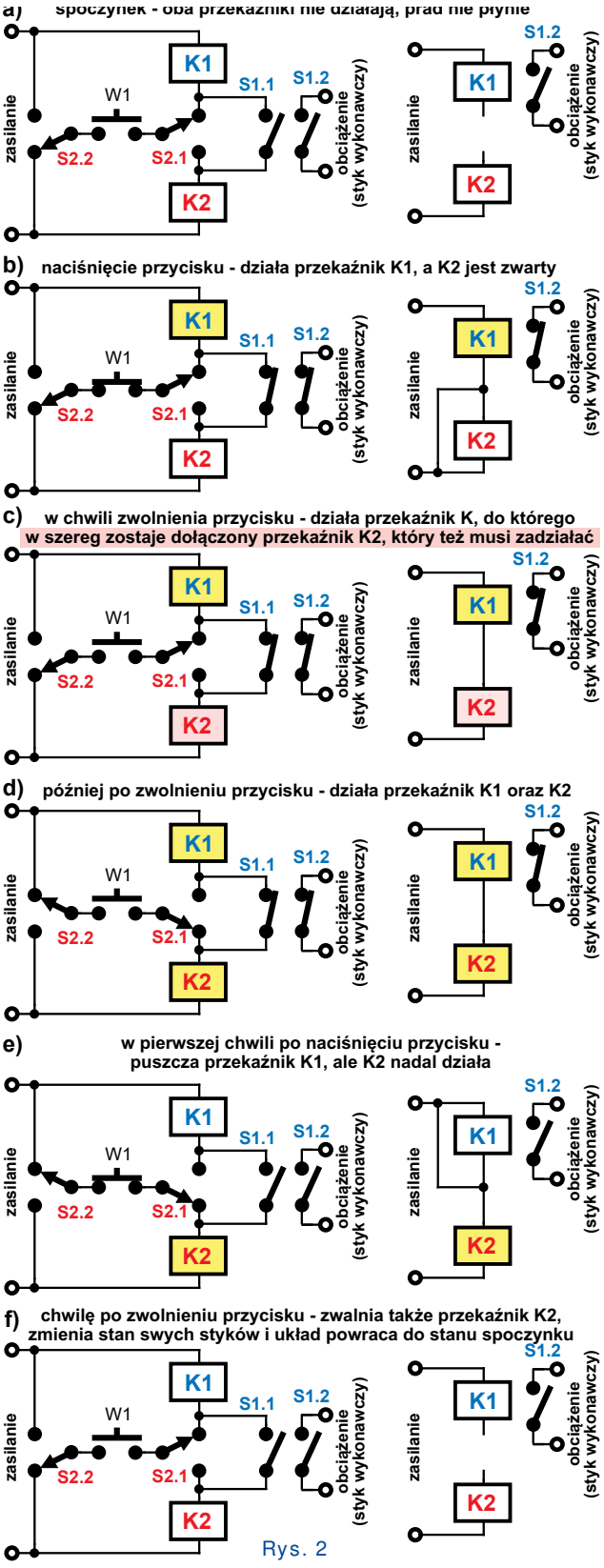
2 – przekaźnik K1 pozostaje włączony, bo połowa napięcia zasilania z zapasem wystarcza do jego pracy, natomiast przekaźnik K2 NIE zostaje włączony, ponieważ połowa napięcia zasilania to za mało, żeby zadziałał. Jest to bardzo prawdopodobna możliwość, zwłaszcza gdy napięcie zasilania układu będzie równe napięciu nominalnemu obu przekaźników.

W takim przypadku po rozwarciu przycisku W1 przekaźnik K2 nigdy nie zadziała, a jednokrotne naciśnięcie W1 włączy przekaźnik K1 na stałe i dalszy stan styku W1 nie będzie miał wpływu na układ. Zdrowy rozsądek podpowiada, że nie o to chodzi. Do rozważenia pozostaje więc trzecia możliwość:

3 – po rozwarciu W1 będą działać oba przekaźniki. W pierwszej chwili taka wersja wydaje się niemożliwa, bowiem wydaje się, że napięcie zasilania musiałoby być dwa razy większe niż napięcie nominalne przekaźników. A to oznaczałoby, że pojedynczy przekaźnik (na przykład w stanie według rysunku 2b) musiałby być zasilany napięciem niedopuszczalnie dużym, które powoduje przegrzanie cewki. I właśnie tu jest najtrudniejszy punkt analizy, wymagający dokładniejszego zapoznania się z przekaźnikami. Okazuje się bowiem, że zaskakująco łatwo można dobrać przekaźniki i napięcie zasilania tak, żeby po zwolnieniu przycisku według rysunku 2c przekaźnik K2 zadziałał, a jednocześnie by nie przekroczyć dopuszczalnych wartości napięcia i mocy strat pojedynczych przekaźników dołączonych wprost do zasilania.



eprasa.pl b02520071f




Rys. 2

RSM822

| Kod cewki | Napięcie znamionowe V DC | Rezystancja cewki Ω | Tolerancja rezystancji | Roboczy zakres napięcia zasilania VDC | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | min. | maks. |
| S003 | 3 | 45 | ± 10% | 2,25 | 4,5 |
| S005 | 5 | 125 | ± 10% | 3,75 | 7,5 |
| S006 | 6 | 180 | ± 10% | 4,50 | 9,0 |
| S009 | 9 | 405 | ± 10% | 6,75 | 13,5 |
| S012 | 12 | 720 | ± 10% | 9,00 | 18,0 |
| S024 | 24 | 2 880 | ± 10% | 18,00 | 36,0 |

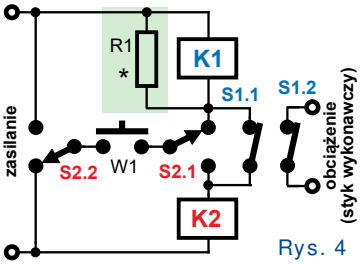
RSM822N

| Kod cewki | Napięcie znamionowe V DC | Rezystancja cewki Ω | Tolerancja rezystancji | Roboczy zakres napięcia zasilania VDC | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | min. | maks. |
| S003 | 3 | 45 | ± 10% | 2,1 | 6,5 |
| S005 | 5 | 125 | ± 10% | 3,5 | 10,8 |
| S006 | 6 | 180 | ± 10% | 4,2 | 13,0 |
| S009 | 9 | 405 | ± 10% | 6,3 | 19,5 |
| S012 | 12 | 720 | ± 10% | 8,4 | 26,5 |
| S024 | 24 | 2 880 | ± 10% | 16,8 | 52,9 |

RSM850

| Kod cewki | Napięcie znamionowe V DC | Rezystancja cewki Ω | Tolerancja rezystancji | Roboczy zakres napięia zasilania VDC | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | min. | maks. |
| 1003 | 3 | 64,3 | ± 10% | 2,25 | 7,5 |
| 1005 | 5 | 178 | ± 10% | 3,75 | 12,5 |
| 1006 | 6 | 257 | ± 10% | 4,50 | 15,0 |
| 1009 | 9 | 579 | ± 10% | 6,75 | 22,5 |
| 1012 | 12 | 1 028 | ± 10% | 9,00 | 30,0 |
| 1024 | 24 | 2 880 | ± 10% | 18,00 | 48,0 |

Rys. 3




Rys. 4

O tym za chwilę, a na razie rozważmy rysunek 2d. Otóż jeżeli po rozwarciu W1 przekaźnik K2 zadziała, to zmieni stan swych styków, ale to niczego nie zmieni, ponieważ rozwarty jest W1. Układ przejdzie do drugiego stanu stabilnego, w którym może pozostawać dowolnie długo. Korzystną cechą jest to, że w tym stanie cewki dwóch przekaźników połączone są w szereg i pobór prądu przez układ jest umiarkowany.

Jeżeli w takim stanie nastąpi naciśnięcie przycisku zgodnie z rysunkiem 2e, to cewka przekaźnika K1 zostanie zwarta, przekaźnik puści, co przerwie istniejące wcześniej szeregowe połączenie cewek przekaźników (S1.1), jednak K2 nadal będzie działał, bo będzie zasilany przez obwód z przyciskiem W1.

Natomiast w chwili rozwarcia W1 według rysunku 2f także przekaźnik K2 puści i układ powróci do stanu spoczynku według rysunku 2a.

Można łatwo dobrać warunki pracy, aby układ działał w ten właśnie sposób, i to niekoniecznie stosując napięcie zasilania dwa razy wyższe od napięcia nominalnego przekaźników. Rozważmy informacje katalogowe dotyczące dwóch wersji subminiaturowych przekaźników Relpol: RSM822, bardzo podobnych RSM822N oraz mniejszych RSM850 – **rysunek 3**. Jak widać, ***przekaźniki RSM822N i RSM850 można bez obawy przegrzania zasilać napięciem dwa razy większym od nominalnego!*** Tym bardziej że następuje to tylko w krótkich chwilach, gdy naciskany jest przycisk W1! Przekaźników RSM822 nie można zasilać podwojonym napięciem, ale gwarantowane napięcie zadziałania to około 70% napięcia nominalnego, 9V (dla przekaźników 12-woltowych), więc do zadziałania dwóch połączonych w szereg takich przekaźników wystarczy 18V, czyli około 150% napięcia nominalnego przekaźników.

Jest jeszcze jedna interesująca możliwość: ponieważ w momencie rozwierania W2 według rysunku 2c przekaźnik K1 już działa, a ma zadziałać dodatkowo K2, można zwiększyć napięcie na nim, dołączając równolegle do cewki przekaźnika K1 odpowiednio dobrany rezystor według **rysunku 4**, co jeszcze bardziej pozwoli zmniejszyć wymagane napięcie zasilania.

**Piotr Górecki**



eprasa.pl b02520071f

# Szkoła Konstruktorów

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

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

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

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

Bardzo proszę: dla ułatwienia segregacji niech tytuł Twojego e-maila (i nazwa każdego ewentualnego załącznika), oprócz ***nazwy konkursu*** oraz ***numeru zadania***, zawiera też ***Twoje nazwisko*** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko287Kowalski, Policz287Zielinski, NieGra287Malinowski, Jak01Krzyzanowski*. Chodzi o to, żeby w tytule e-maila i w nazwach wszystkich załączników była zarówno informacja o zadaniu, jak i o Autorze. Bardzo też proszę, żeby jeden Twój e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co znacznie mi ułatwi segregowanie poczty.

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

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

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

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

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

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

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

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



eprasa.pl b02520071f

# Zadanie główne 287

Tym razem ja jestem pomysłodawcą zadania głównego. W poprzednim numerze rozpoczęliśmy cykl ***Z potrzeby chwili***. Wiem, że mnóstwo elektroników stanęło już przed problemem: ***jak szybko i w miarę porządnie zrealizować układ elektroniczny?***

Często bowiem pojawia się problem, który można rozwiązać, budując odpowiedni układ elektroniczny.

Nie zawsze jest czas na projektowanie oraz trawienie lub zamówienie płytki drukowanej. A niekiedy czas by się znalazł, tylko chcielibyśmy szybko zbudować prototyp i od razu wypróbować, czy spełnia nasze oczekiwania. Prawie zawsze w pierwszym prototypie trzeba wprowadzić zmiany i ulepszenia, więc zaczynanie od projektu płytki z niesprawdzonego schematu w większości przypadków rzeczywiście nie byłoby najlepszym rozwiązaniem.

W każdym razie dość często „z potrzeby chwili" szybko budujemy prototypy i dość często, niezależnie od naszych planów, te prototypy służą nam przez długi czas.

I oto mamy temat zadania 287:

**Przedstaw lub zaproponuj układ/urządzenie/instalację, która została wykonana lub może być wykonana „z potrzeby chwili".**

Znów podkreślam, że zakres zadania także i tym razem obejmuje też rozwiązania teoretyczne: możecie przedstawić propozycje, które *można byłoby zrealizować* „z potrzeby chwili".

Jednak przede wszystkim spodziewam się rozwiązań praktycznych: opisów układów, które już wcześniej zrealizowaliście. Oraz opisów układów, do których wykonania skłoniło Was właśnie to zadanie Szkoły oraz nowy cykl projektów ***Z potrzeby chwili***.

Zadanie główne 287 ma kilka celów.

Po pierwsze, ma pokazać, że ***można szybko zrealizować praktycznie użyteczne układy***, urządzenia i instalacje.

Po drugie, ma udowodnić, że ***szybko budowane układy mogą być wykonane zgodnie z zasadami sztuki***, z zachowanie dobrych reguł dotyczących trwałości, prowadzenia masy, ochrony przed ewentualnymi zakłóceniami i tak dalej.

Szybko wcale nie musi znaczyć „byle jak". Spróbujcie to udowodnić!

Po trzecie zadanie to ma ***przeciwdziałać upowszechnianiu się prototypów montowanych na płytkach stykowych.*** Jeżeli ktoś przyśle propozycję realizacji prototypu na płytce stykowej – nie odrzucę rozwiązania, ale nie o to chodzi w tym zadaniu. Płytki stykowe są znakomite do wstępnej edukacji, gdy chodzi o szybkie zestawienie i ewentualne sprawdzenie prostego układu. Płytki stykowe są czasem używane nawet przez profesjonalistów, ale tylko do nielicznych prototypów, w których nie mają istotnego znaczenia pojemności między węzłami układu, rezystancje połączeń i kwestie przenikania zakłóceń między poszczególnymi częściami układu.

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

Płytki stykowe mają jednak podstawową wadę: zmontowane na nich układy są bardzo zawodne. Są zupełnie nieodporne na wpływ czynników atmosferycznych i upływ czasu. Po prostu nie nadają się do dłuższego użytkowania.

A w cyklu ***Z potrzeby chwili*** chcemy przedstawiać ***rozwiązania trwałe, które mogą pracować dowolnie długo***. Przedstawcie więc sposoby szybkiej realizacji prototypów i to zarówno z klasycznymi elementami przewlekanymi (THT), jak też z elementami SMD i modułami zawierającymi maleńkie elementy SMD.

Także i Ty zastanów się, czy mógłbyś wziąć udział w tym 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***



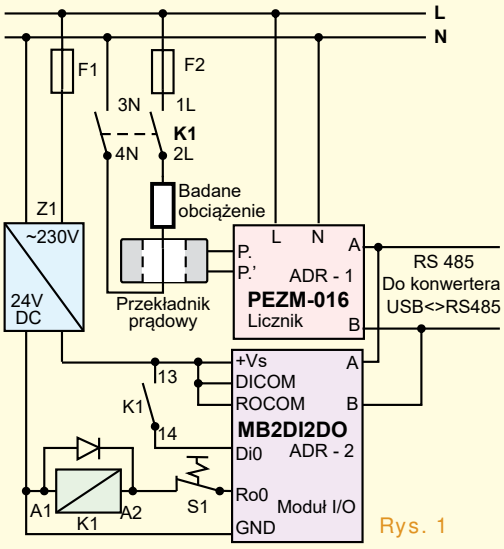
eprasa.pl b02520071f

# Rozwiązanie zadania głównego 282

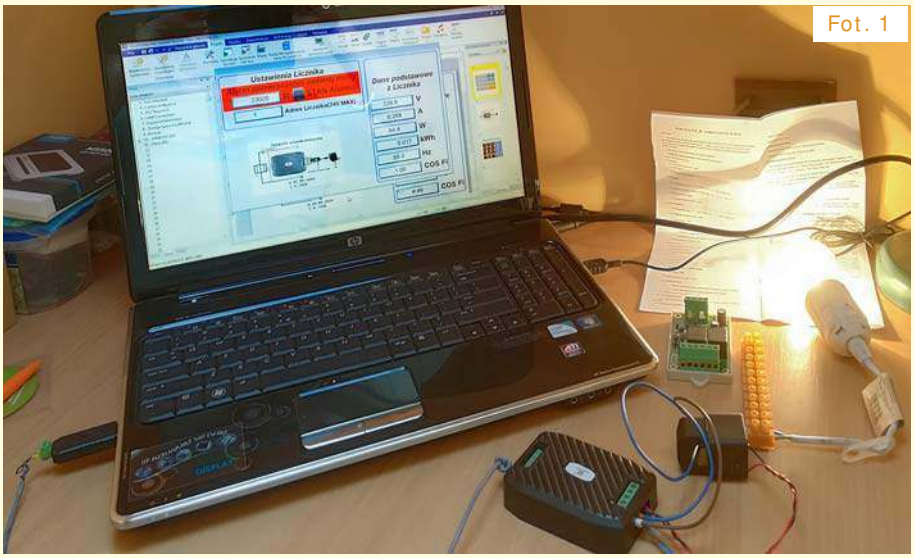
Temat sierpniowego zadania 282 brzmiał: ***Zaproponuj dowolny miernik lub przystawkę pomiarową do woltomierza do pomiaru dowolnej wielkości elektrycznej lub nieelektrycznej***.
Oto przegląd nadesłanych prac.

**Miłosz Wiśniewski** z Pawłowa napisał krótko: *Witam, proponuję zbudowanie przystawki do pomiaru indukcyjności cewek do przetwornic, jaka była niedawno w zadaniu „Jak to działa?”, żeby oscyloskopem sprawdzać narastanie prądu. Pomysł mi się bardzo podoba i może to być schemat podany w tym zadaniu albo jego jakaś modyfikacja w postaci projektu w EdW. Przyda się do sprawdzania możliwości cewek, jak ktoś chce zbudować przetwornicę i nie chce liczyć ani nawijać, tylko użyć czegoś gotowego.*
Pomysł, by sprawdzać możliwości cewek przez pomiar narastania prądu za pomocą oscyloskopu, rzeczywiście jest bardzo dobry, ponieważ pozwala określić indukcyjność oraz maksymalny prąd pracy związany z nasycaniem rdzenia. Na życzenie Czytelników możemy przedstawić tego rodzaju przystawkę do badania indukcyjności. Osoby zainteresowane takim projektem prosimy o e-maile (edw@elportal.pl).

A oto kolejny list: *Dzień dobry. Nazywam się **Jacek Rączka** z Połomii przesyłam mój projekt (...) Z natłoku obowiązków (mały synek :) ) oraz pracy, opis powstał w sumie dziś po południu w wolnej chwili. Mam nadzieję, że niczego nie przeoczyłem (....) zadanie nr 282 Szkoły Konstruktorów zmobilizowało mnie do zakupu układu, który chciałem sobie zbudować już od jakiegoś czasu, bo przydałby mi się układ pomiarowy dla większych prądów oraz silników 1-fazowych. (...) **Fotografia 1** pokazuje układ zmontowany na biurku do szybkich prób. (...) licznik energii PZEM-016 (...) z przekładnikiem o prądzie pomiarowym do 100A, wielkości kostki mydła (...) ma funkcję alarmu przekroczenia mocy, naprawdę rzadkość w licznikach. Odczyt (...) przez port RS 485 protokołem MODBUS RTU z prędkością 9600bit/s (...) Oprogramowanie, a właściwie wizualizacja, poza własną pracą nic nie kosztowała, bo użyłem darmowego pakietu narzędzi do paneli HMI firmy Weintek. Jedyny mankament to, że symulacja onlinie po ok. 10 minutach zaprzestaje odpytywać urządzenia. Ale do testów nie jest to jakiś wielki problem. (...) dokupiłem przekaźnikowy moduł I/O na RS 485 MB2DI2DO (...) ze zdjętą obudową. Niestety nie zdążyłem zaimplementować jego obsługi. Ogólnie koszt zaplecza do eksperymentów nie przekroczył 100zł. (...) całe możliwości tkwią tak naprawdę w wizualizacji stworzonej w EasyBuilderze od Weinteka. (...) Schemat ideowy urządzenia [**rysunek 1**] jest tylko lekko zmodyfikowanym schematem z instrukcji obsługi, w którym dodano dwa styki robocze stycznika (...) sterowanego przez moduł zdalnego I/O RS485. Dodatkowo w obwód sterujący cewką stycznika dodano wyłącznik awaryjny S1 pozwalający ręcznie odciąć cewką stycznika (...) Styk pomocniczy stycznika wykorzystano do zdalnego monitorowania stanu zasilania układu badanego przez wejście DI0 modułu I/O.*
*Wszystkim steruje wizualizacja stworzona dla panelu HMI Weintek MT0871IE.(...) nie trzeba mieć samego panelu HMI, który kosztuje „zaledwie” 1000zł, wystarczy konwerter USB<>RS485 za 10zł, który można kupić w zestawie z licznikiem PEZM-016. Ważne natomiast, aby konwerter w systemie był zainstalowany tak samo jak fizyczny port prawdziwego panelu, czyli COM2, inaczej symulacja nie wykryje urządzenie i pojawi się nam komunikat „PLC not respond”. (....) brak czasu nie pozwolił mi zaimplementować wszystkiego (...) i archiwizacji danych pomiarowych (...) [Dostępny w Elportalu] spakowany projekt **Zad282HMI.ecmp** pozwala w pełni korzystać z licznika PZEM-016. Nie będę tutaj opisywał samego środowiska EasyBuilder (...) polski dystrybutor firma Multiprojekt przetłumaczyła instrukcję do niego na nasz język. Aby skorzystać z mojego projektu (...) w EasyBuilderze wystarczy z menu Plik wybrać Kompresja\Dekompresja, i wypakować projekt do katalogu dysk:\EBpro\projct\... Nie zakładałem hasła, więc zostawiamy domyślne, co jest.*
*Cóż, z goryczą stwierdzam, że nie udało mi się (...) zrealizować pomysłu do końca (...), ale sądzę, że program będzie użyteczny i skłoni do samodzielnych prób wykorzystania liczników PEZM-016 oraz PEZM-014 (...)*



Rys. 1


Fot. 1



eprasa.pl b02520071f

Fot. 2

Rozwiązanie zadania 282 nie oznacza, że temat przystawek pomiarowych przestaje być aktualny. Zapewne wielu Czytelników jest zainteresowanych dalszymi szczegółami. Temat pomiaru prądu, zwłaszcza prądów rozruchowych, jest ważny także dla tych osób, które chciałyby wykorzystywać tak zwane inwertery, czyli przetwornice DC/AC (12V/230V). Często zdarza się, że obciążenie ma niewielką moc nominalną, a inwerter „nie może wystartować" właśnie ze względu na duże prądy rozruchowe. Dotyczy to na przykład awaryjnego zasilania z akumulatora lodówek i zamrażarek oraz pieców c.o. w przypadku braku prądu w sieci 230V.

Temat jest bardzo interesujący i chętnie zapoznalibyśmy się z dalszymi szczegółami, o ile Autor mógłby i chciałby przedstawić stosowny materiał w EdW.

**Dawid Placha** z Rdzawy napisał: *Witam serdecznie (...) Po nieudanych próbach z pulsometrem w ramach poprzedniej lekcji Szko279, zmieniłem koncepcję i nieco rozbudowałem pierwotną wersję pulsometru. Tak powstało przenośne EKG, czyli holter. To niewielkie urządzenie o wymiarach pudełka po zapałkach zawiera układ AD8232, czyli moduł czujnika pulsu serca. Przetwornik AD8232 mierzy aktywność elektryczną serca, a wynik podaje na wejście przetwornika ADC atmegi328p. Do prezentacji wyniku aktualnego pomiaru służy wyświetlacz OLED 0,91" 128×32 I2C. Aby informacje o stanie pacjenta można było poddać analizie, wyniki zapisywane są też na karcie pamięci microSD, gdzie w pliku dodawany jest też czas odczytywany z modułu zegarka RTC DS3231. To mobilne urządzenie zawiera baterię Li-Pol z modułem ładowania. Program powstaje powoli i jest bardzo okrojony ze względu na małą pamięć procesora. Pomocne w programowaniu są kursy Arduino, które omawiały większość zastosowanych scalaków. (...) Pozdrawiam*

Na razie Dawid przysłał szereg zdjęć. Wymienione części składowe oraz kompletny model pokazane są na **fotografiach 2** i **3**. Jeżeli finalny projekt i program powstanie, chętnie przedstawimy całość na łamach EdW. Na razie przydzielam punkty i kupon.

**Michał Stach** z Kamionki Małej napisał: *Dzień dobry! Temat SzK282 idealnie pokrywa się z rozwijanym aktualnie miernikiem. Niewielka 400-watowa*

Fot. 3

TECHNO PĘD

Na horyzoncie – lata dwudzieste

Lata dwudzieste, lata trzy… stop! Nie wybiegajmy za daleko. Zajmijmy się tym, co czai się na nas w obszarze nauki i techniki za najbliższym „horyzontem zdarzeń", czyli w rozpoczynającej się właśnie kolejnej dekadzie. Czai się? Język błyskawicznie narzuca skojarzenia i tworzy nastrój, a tymczasem może wcale nie będzie tak groźnie – może to coś, ta nieodległa przyszłość, po prostu „czeka na nas", oferując możliwości rozwoju, które dopiero my sami, po swojemu, przekujemy w dobro lub zło. „Nic nie wchodzi z zewnątrz w człowieka, co mogłoby uczynić go nieczystym", jak głosi biblijna fraza, i podobnie pewnie będzie z kolejnymi wynalazkami, odkryciami, nowymi teoriami. Przynajmniej do czasu nadejścia w okolicy połowy wieku kurzweilowskiej osobliwości, czyli swoistego miksu sztucznej inteligencji i cyfrowej rzeczywistości z domieszką pierwiastka ludzkiego. Zapowiedzią osobliwości ma być pojawienie się już w roku 2029 superinteligencji, więc, Drodzy Czytelnicy, lepiej od razu zapnijcie pasy… A oczekiwanie na tę podróż w czasie, być może szaloną i bez trzymanki, niech umili Wam lektura najnowszego Tematu numeru. Zaraz po niej – zegary w ruch!

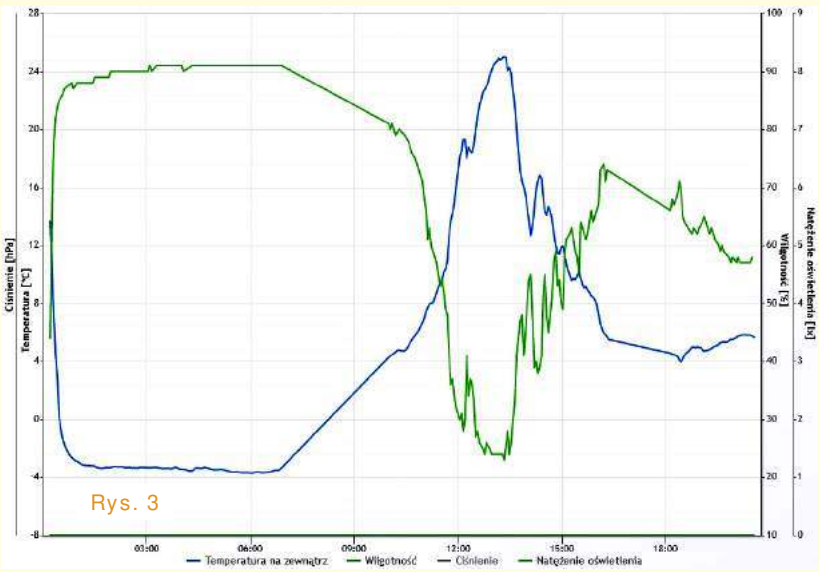
Nowy numer już w sprzedaży
**www.ulubionykiosk.pl**
Koniecznie odwiedź mobilny serwis na smartfony i tablety MT NEWS 24/7:
**m.mlodytechnik.pl**

REKLAMA




eprasa.pl b02520071f

Rys. 2



Rys. 3

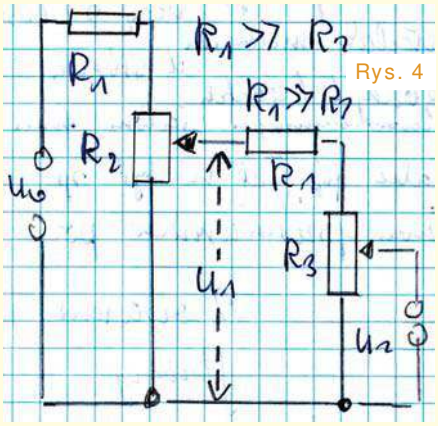
*turbina wiatrowa, opomiarowana „na wyjściu" w ramach SzK280, generuje śladowe ilości energii. Wydaje się, że producent/dystrybutor turbiny podciągnął osiągi na papierze. Krzywa mocy pokazana na* ***rysunku 2*** *wskazuje np., że umiarkowany wiatr 4m/s (ok. 15km/h) powinien zapewnić co najmniej 50W mocy wyjściowej. Tymczasem wyniki są znacznie gorsze.*

*O ile gorsze? To trudno powiedzieć, ponieważ należałoby skorelować w czasie chwilową prędkość wiatru i moc turbiny. Porównanie odczytów z amatorskiej stacji meteo (pokazanej na* ***fotografii 4****) na niewiele się zda ze względu na duży, około 1-minutowy interwał pomiarów. Pozostaje zatem zbudować własną stację meteo, najlepiej w wersji IoT, a jeśli już zabieramy się za pomiar wiatru, to czemu nie dodać wyniku pomiaru natężenia oświetlenia, czyli drugiej informacji tak istotnej dla odnawialnych źródeł energii? Przynajmniej początkowo w luksach, bo o taki czujnik łatwiej, a docelowo w W/m². Do pomiaru prędkości wiatru zastosowany został anemometr czaszowy występujący jako część zamienna do stacji pogodowych. Natężenie światła i „inne" parametry meteo mierzy moduł Weather Board 2 zawierający BME280 oraz Si1132. Całością zarządza program uruchomiony na module ESP12. Dane lądują na portalu PV_monitora. Przykładowy odczyt dla dnia 1.11 pokazany jest na* ***rysunku 3****. (https://pvmonitor.com.pl//i_user.php?idinst=10898&od=2019-11-01&do=2019-11-01#/pv0)*

*(...) ponieważ projekt jest we wstępnym stadium (na fotografii 4 widać testy protokołu na wcześniej ocenianej płytce miernika IAQ), proszę o nieprzydzielanie nagrody. Tym bardziej zmotywuje to do ukończenia projektu. Pozdrawiam*

Nagrody nie przydzielam, tylko punkty. I oczywiście czekam na materiały do publikacji opisujące dokończony projekt. Zapewne wielu Czytelników też z niecierpliwością będzie czekać na praktyczne informacje na temat realiów wykorzystania turbiny wiatrowej. Informacje takie są bardzo cenne, ponieważ także wśród elektroników dominują zdecydowanie zbyt duże oczekiwania względem paneli solarnych i turbin wiatrowych.

**Jacek Konieczny** z Poznania w klasycznym liście przedstawił propozycję przystawki do woltomierza (o ile dobrze rozszyfrowałem tekst) bardzo prostego układu mnożącego, wykorzystującego dwa potencjometry według **rysunku 4**. Układ ma charakter edukacyjny i ma służyć do... pomiaru pola powierzchni prostokątów. Według opisu potencjometry mogłyby być mechanicznie sprzężone z listwami zębatymi i wskazówkami. Po ustawieniu długości jednego i drugiego boku prostokąta na woltomierzu odczytywane byłoby pole powierzchni. Taki układ istotnie może służyć jako układ mnożący, ale tylko liczb w zakresie 0...1. Brak możliwości mnożenia liczb większych od 1 poważnie ogranicza jego walory edukacyjne. Niemniej pomysł jest interesujący.



Rys. 4

Fot. 4

## Punktacja Szkoły Konstruktorów

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Sławomir Węgrzyn** Dziekanowice | 92 | **48Łukasz Olszok** Tarnowskie Góry | 45 | **Teodor Woźniak** Łódź | 19 |
| **Daniel Turbasa** Kraków | 88 | **Krzysztof Kawa** Lubcza | 44 | **Marian Caruk** Lubań | 17 |
| **Łukasz Dachowski** Cymbark | 72 | **Paweł Hoffmann** Wrocław | 51 | **Roman Braumberger** Bytom | 16 |
| **Aleksander Bernaczek** Magnuszowice | 69 | **Szymon Czepiel** Pisarzowice | 43 | **Łukasz Kojro** Gdańsk | 15 |
| **Szymon Trygar** Szczecin | 66 | **Piotr Gajdosz** Grybów | 41 | **Rafał Orodziński** Białystok | 15 |
| **Radosław Smalec** Zabrze | 64 | **Dawid Placha** Rdzawa | 38 | **Jacek Rączka** Połomia | 14 |
| **Krzysztof Smoliński** Poznań | | **Maciej Zieliński** Kraków | 33 | **Marcin Malich** Wodzisław Śl. | 13 |
| **62Artur Bereit** Barcin | 60 | **Adam Ples** Jaworzno | 33 | **Paweł Sablik** Pisarzowice | 13 |
| **Robert Szolc** Bytom | 58 | **Rafał Rówiak** Słaboszów | 26 | **Andrzej Adamczyk** Ostrowiec Św. | 11 |
| **Andrzej Herbut** Siekierczyn | 52 | **Michał Stach** Kamionka | 25 | **Paweł** Mysłowice | 10 |
| **Paweł Hoffmann** Wrocław | 51 | **Łukasz Nowak** Warszawa | 21 | **Leszek Galos** Oleśnica | 8 |
| **Adam Sobczyk** Warszawa | 50 | **Tomasz Zaorski** Kalinówka | 21 | **Mateusz Raczyński** Warszawa | 8 |
| **Sebastian Jarmosiewicz** Motwica | 50 | **Jakub Gajda** Kraków | 20 | **Oskar Stępień** Wrocław | 8 |
| **Michał Pędzimąż** Stara Słupia | | **Marian Gabrowski** Polkowice | 19 | **Piotr Tatoń** Kęty | 8 |



eprasa.pl b02520071f

Jacek, choć czasem kontaktuje się drogą e-mailową, jako jedyny przysyła jeszcze rozwiązania w klasycznych listach papierowych, co bywa przyczyną kłopotów i opóźnień. Dopiero w tym numerze mogę wspomnieć o jego propozycji rozwiązania poprzedniego zadania 281 (dzieci i ich potrzeby). Zainspirowany został niedawnym wypadkiem w Stambule, gdy mała dziewczynka wypadła z okna (i na szczęście została złapana przez przechodnia). Jacek zaproponował, by skonstruować układ, który zaalarmuje rodziców lub opiekunów, gdy *dziecko znajduje się na niebezpiecznej wysokości*. Miałoby to dotyczyć nie tylko obecności dziecka na parapecie okna, ale też wspinania się na meble w mieszkaniu, co jak wiadomo często też jest problemem.

Jacek proponuje realizację tego rodzaju „czujnika wysokości" za pomocą bariery świetlnej, obejmującej całe pomieszczenie dzięki wielokrotnym odbiciom wiązki świetlnej (laserowej) od foliowych luster na ścianach na wysokości 1,2m według **rysunku 5**. Niezależnie od stopnia realności takiego rozwiązania, pomysł monitorowania działań i przemieszczania się dziecka jest interesujący. Dziś lokalizację zapewnia smartfon, jednak obwody GPS, zwłaszcza wewnątrz pomieszczenia, nie zapewnią tak dokładnej lokalizacji, żeby niezawodnie wykryć przemieszczenie się w pionie o 1 metr. Na wolnym powietrzu, przy odbiorze kilku satelitów GPS, byłoby to możliwe, ale w pomieszczeniu trzeba wykorzystać inne metody. Raczej mniej przydatny będzie akcelerometr, który mierzy pierwszą pochodną położenia w czasie, czyli prędkość. Sensownym rozwiązaniem może się natomiast okazać czujnik ciśnienia atmosferycznego. Dzisiejsze czujniki mają tak dużą czułość i tak małe szumy, że mogą wykrywać zmiany ciśnienia powietrza wynikające z przemieszczenia się w pionie o metr.

| Publikacja | Nagroda | Talon AVT PLN | Imię | Nazwisko | Miejscowość | Punkty |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Temat zadania 287 – pomysł redakcyjny | | | | | | |
| - | U | - | Miłosz | Wiśniewski | Pawłowo | 2 |
| ? | - | 100 | Jacek | Rączka | Połomia | 7 |
| ? | - | 200 | Dawid | Placha | Rdzawa | 7 |
| ? | - | - | Michał | Stach | Kamionka Mała | 7 |
| - | - | - | Jacek | Konieczny | Poznań | 6 |

Sympatycy naszej Szkoły zapewne zechcą przemyśleć główną ideę monitorowania dziecka. A jeżeli ktoś zbudował układ lub eksperymentował ze wspomnianymi właśnie rozwiązaniami, mógłby przedstawić je na łamach EdW.

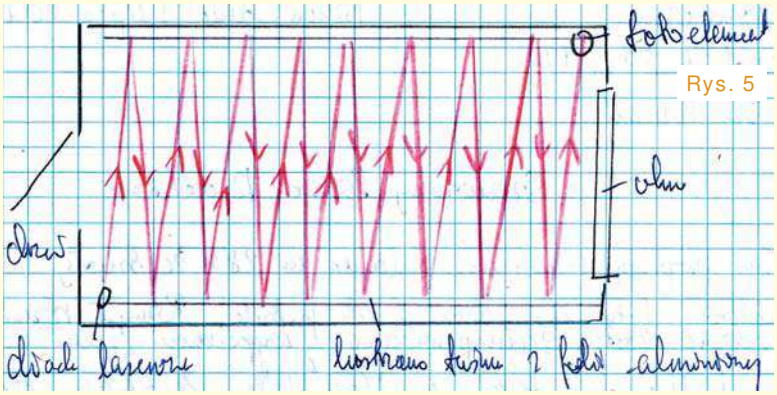
Jako rozwiązanie pokrewnego, wcześniejszego zadania 279 (przystawka do multimetru) zaproponował *przystawkę decybelową*, zamieniającą multimetr w sonometr – miernik natężenia dźwięku. Aby logarytmować wyprostowany sygnał z mikrofonu, zaproponował niedoskonałe analogowe rozwiązanie według **rysunku 6**. Elementem logarytmującym jest tranzystor, a ściślej logarytmiczna zależność napięcia $U_{BE}$ od prądu. Jednym poważnym problemem jest znaczny wpływ temperatury, który w takim rozwiązaniu może być zlikwidowany przez zastosowanie rezystora o dużym współczynniku termicznym 3500ppm/K. Drugim dyskwalifikującym problemem proponowanej koncepcji jest niedoskonałość prostownika, który powinien być prostownikiem aktywnym. Dziś logarytmowanie może być zrealizowane na drodze programowej, jednak poważnym problemem jest wtedy rozdzielczość przetwornika ADC. Najprostszym sposobem jest podzielenie zakresu pomiarowego na mniejsze części, np. 20-decybelowe, przez zastosowanie wzmacniacza o skokowo regulowanym wzmocnieniu (1×, 10×, 100×,...).

Za przedstawione trzy rozwiązania teoretyczne przydzielam Autorowi w sumie 6 punktów.

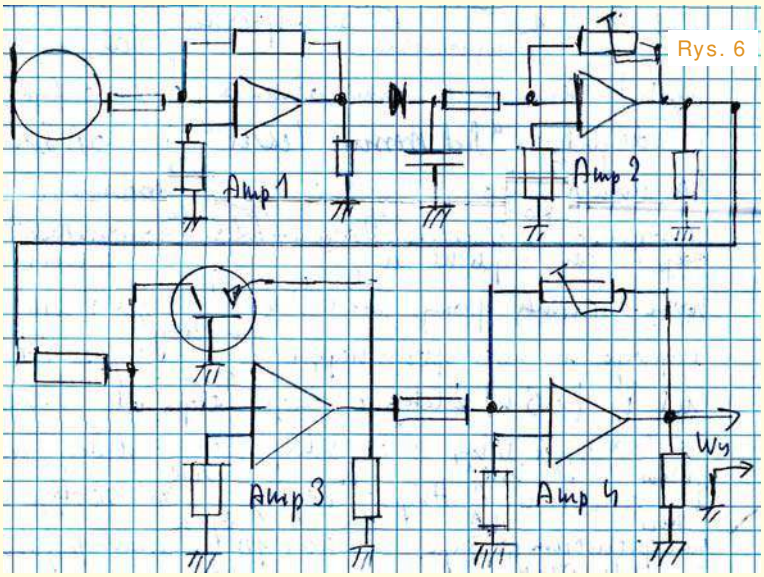
Aktualne informacje o punktacji oraz rozdziale nagród, upominków i kuponów podane są w tabelkach. Znak zapytania oznacza, że ewentualna publikacja nastąpi dopiero po nadesłaniu ostatecznych materiałów. Osoby nagrodzone kuponami otrzymują z naszej redakcji stosowny e-mail z informacją i wskazówkami, a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

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 287, a także w drugiej i trzeciej klasie naszej Szkoły Konstruktorów! Zachęcam uczestników, żeby praktyczne rozwiązania zadań Szkoły przygotowywali według zaktualizowanego Szablonu ze strony ***http://elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki--dla-wszystkich/***

**Piotr Górecki**



Rys. 5



Rys. 6



eprasa.pl b02520071f

Druga klasa Szkoły Konstruktorów

# Co tu nie gra? Zadanie 287

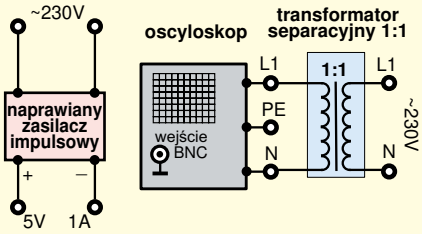
Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat prostego układu pomiarowego do naprawy uszkodzonego impulsowego zasilacza sieciowego.

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 **NieGra287** 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 282

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 8/2019 *schemat układu do pomiaru prądu w obwodzie sieci energetycznej 230V*.

Na tym rysunku, przygotowanym specjalnie na potrzeby zadania NieGra282, zawartych jest kilka błędów, mniej i bardziej poważnych.

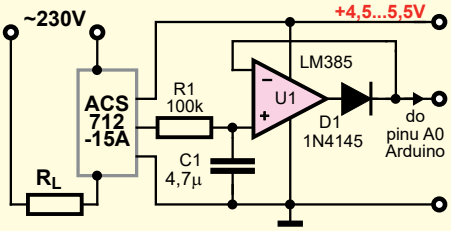
Najdrobniejszy błąd to napis LM385. Kostka LM385 to źródło napięcia odniesienia, produkowane w odmianach 1,2V oraz 2,5V. Jest to układ mający tylko trzy końcówki. Tymczasem na schemacie wyraźnie widać symbol wzmacniacza operacyjnego. Zasilany jest on pojedynczym napięciem około 5V. Układ ma współpracować z płytką Arduino, a użytkownicy Arduino często, aż do przesady, wykorzystują podwójny wzmacniacz operacyjny LM358. Na rysunku B mamy więc dość często spotykany błąd – przestawienie dwóch cyfr oznaczenia.

Pokrewny błąd to oznaczenie 1N4145. W starych katalogach można sprawdzić, że takie diody były produkowane. Jednak były to duże diody 1000-woltowe, 3-amperowe. Szczegóły na **rysunku C**. Dziś popularnym odpowiednikiem 1N4145 jest 1N5408.

Na wyjściu wzmacniacza operacyjnego LM358 może płynąć prąd co najwyżej rzędu kilkudziesięciu miliamperów i napięcia są rzędu 5V, więc na pewno nie jest tam potrzebna dioda 3A 1000V. Jeśli już, to niewątpliwie powinna to być najpopularniejsza dioda 1N4148. Mamy kolejny przykład pomyłki w oznaczeniu.

Trzecim, stosunkowo drobnym błędem, jest oznaczenie ACS712-15A.

Problem w tym, że nie ma takiej wersji. Kostka ACS712 produkowana jest w wersjach: 5 amperów, 20 amperów




Rys. B

i 30 amperów. Ten szczegół należało sprawdzić w karcie katalogowej.

To były błędy drobne, które nie dyskwalifikują schematu. Aby omówić błędy poważniejsze, trzeba przypomnieć, czym jest kostka ACS712.

Otóż firma Allegro Microsystems produkuje szereg scalonych czujników prądu, zawierających hallotron i współpracujące obwody elektroniczne. Jak wiadomo, hallotron jest elementem, który reaguje na pole magnetyczne. Pole magnetyczne wytwarzane przez płynący prąd wytwarza niewielkie napięcie, które jest wzmacniacze, filtrowane i podawane na wyjście scalonego czujnika.

Nie jest błędem fakt, że w karcie katalogowej jest wyraźna informacja, że układ ACS712 nie jest rekomendowany do nowych urządzeń i powinien być zastąpiony ulepszonym ACS723. Owszem, jednak na rynku jest mnóstwo tanich modułów z kostką, najwyraźniej pochodzącą ze starych zapasów.

**Rysunek D** pokazuje pochodzący z katalogu typowy układ aplikacyjny. Porównanie z rysunkiem B sugeruje, że mamy kolejną usterkę: brak kondensatora filtrującego, dołączonego między nóżkę 6 a masę.

To jednak nie jest błąd, ponieważ taki kondensator filtrujący jest wprawdzie zalecany, ale nie jest konieczny.

**DSK** Diode Semiconductor Korea ***1N4139---1N4146***

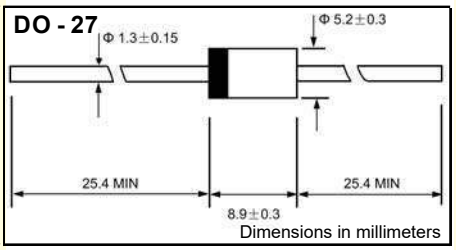
**PLASTIC SILICON RECTIFIERS**

**VOLTAGE RANGE: 50 --- 1200 V**
**CURRENT: 3.0 A**

**FEATURES**

- ◇ Low cost
- ◇ Diffused junction
- ◇ Low leakage
- ◇ Low forward voltage drop
- ◇ High current capability
- ◇ Easily cleaned with Free, Alcohol, Isopropanol and similar solvents

Rys. c




**MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS**

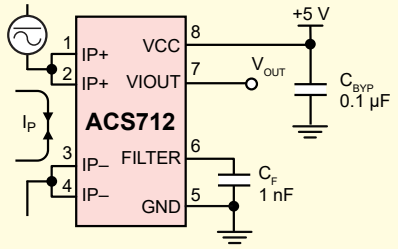
Ratings at 25 ◡ ambient temperature unless otherwise specified.
Single phase,half wave,50 Hz,resistive or inductive load. For capacitive load,derate by 20%.

| | | 1N 4139 | 1N 4140 | 1N 4141 | 1N 4142 | 1N 4143 | 1N 4144 | 1N 4145 | 1N 4146 | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Maximum peak reverse voltage | $V_{RRM}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | V |
| Maximum RMS voltage | $V_{RMS}$ | 35 | 70 | 140 | 280 | 420 | 560 | 700 | 840 | V |
| Maximum DC blocking voltage | $V_{DC}$ | 50 | 100 | 200 | 400 | 600 | 800 | 1000 | 1200 | V |



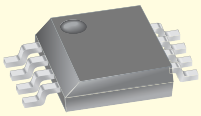
eprasa.pl b02520071f

**Typical Application**

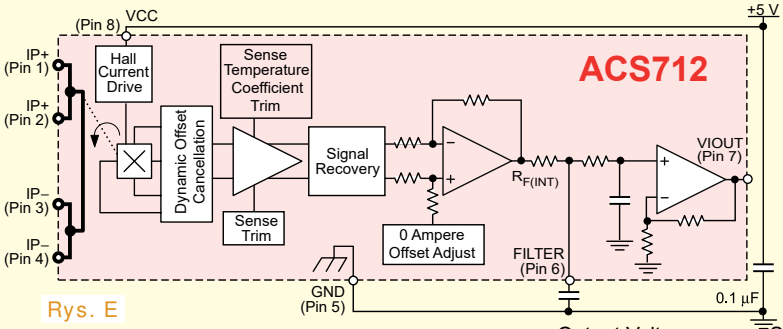



Application 1. The ACS712 outputs an analog signal, $V_{OUT}$ that varies linearly with the uni- or bi-directional AC or DC primary sampled current, $I_P$, within the range specified. $C_F$ is recommended for noise management, with values that depend on the application.

Rys. D



**Package: 8-Lead SOIC (suffix LC)**




Rys. E

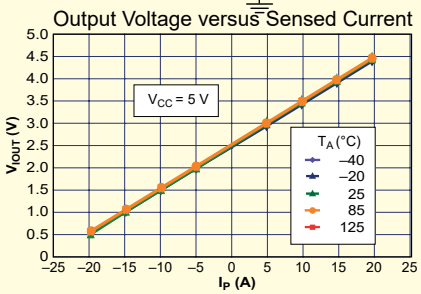
**Rysunek E** pokazuje wewnętrzny schemat blokowy. Mierzony prąd płynie przez miedziane połączenie między parami pinów 1, 2 oraz 3, 4. Prąd ten powoduje powstanie niewielkiego napięcia w czujniku Halla. To malutkie napięcie jest podawane na wzmacniacz, jednak nie bezpośrednio, tylko przez sprytne obwody, które w dużym stopniu kompensują napięcia niezrównoważenia i dryft termiczny, zarówno czujnika Halla, jak i wzmacniacza. Zastosowano technikę siekania (Chopper Stabilization Technique), znaną z niektórych wzmacniaczy operacyjnych.

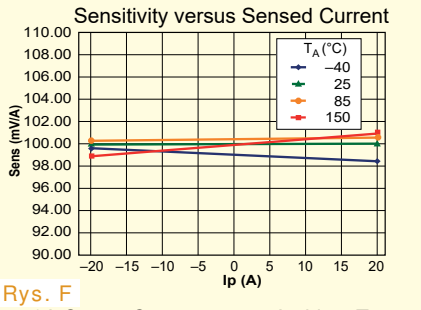
**Rysunek F** pokazuje kluczowe charakterystyki wersji 20-amperowej. Jak widać, zastosowana kompensacja nie jest idealna. Dodatkowym problemem są też duże szumy własne, które jak się okazuje, można znacząco zmniejszyć, właśnie dołączając do nóżki 6 kondensator filtrujący. O filtracji za chwilę, a na potrzeby zadania *NieGra282* potrzebny jest przede wszystkim górny wykres z rysunku F. Świadczy on, że przy zerowym prądzie napięcie wyjściowe jest równe 2,5V. To jest poziom zerowy, poziom odniesienia i przepływ prądu „wejściowego" zmienia napięcie wyjściowe w górę lub w dół, zależnie od kierunku prądu. Kostka ACS712 może więc mierzyć i prądy stałe płynące w obu kierunkach, i prądy zmienne. W układzie z rysunku B czujnik ma mierzyć prąd zmienny sieci 230V.

Na wyjściu ACS712 pojawi się więc przebieg przemienny o częstotliwości 50Hz, ale na tle napięcia stałego 2,5V. Współczynnik przetwarzania wersji 20-amperowej powinien wynosić dokładnie 100mA/A, lecz jak widać na rysunku F, współczynnik ten jest zależny i od temperatury, i od prądu.

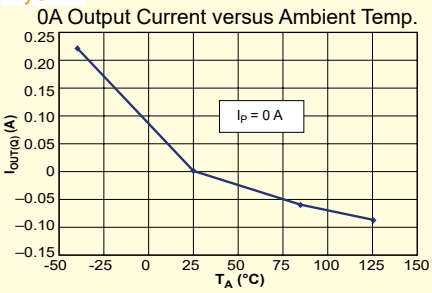
Jeśli obciążenie będzie rezystancyjne, to przebieg będzie zbliżony do sinusoidy. Amplituda przebiegu przemiennego na wyjściu będzie odpowiadać *chwilowej* wartości prądu. A to znaczy, że wartość *skuteczna* (RMS) przebiegu sinusoidalnego będzie 1,41 razy mniejsza.

W praktyce ACS712-20 może więc mierzyć prądy do $15A_{RMS}$. Jednak w układzie z rysunku B ten przebieg (najprawdopodobniej sinusoidalny ze składową stałą 2,5V) jest podawany na filtr dolnoprzepustowy R1, C1.




Rys. F




I tu mamy kluczowy, dyskwalifikujący błąd: mierzony przebieg ma częstotliwość 50Hz, natomiast częstotliwość graniczna filtru R1C1 to tylko około 0,3Hz.

Oznacza to, że przebieg mierzony zostanie silnie stłumiony! Niedopuszczalne jest takie silne tłumienie sygnału użytecznego przed jego dalszą obróbką i podaniem na przetwornik ADC Arduino!

Do kwestii filtrowania będziemy wracać, a na razie zastanówmy się nad rolą wzmacniacza operacyjnego.

Otóż na wejście nieodwracające („dodatnie") wzmacniacza operacyjnego LM358 zostanie podany przebieg zmienny o małej amplitudzie, występujący na tle napięcia stałego 2,5V. Wygląda na to, że wzmacniacz ten wraz z diodą 1N4148 tworzy układ jednopołówkowego prostownika aktywnego lub jak napisał jeden z uczestników „idealnej diody".

Wprawdzie amplituda sygnału zmiennego na wyjściu filtru R1, C1 będzie mniejsza niż napięcie przewodzenia diody 1N4148 (co sygnalizował jeden z uczestników konkursu), jednak w prostowniku aktywnym nie ma to znaczenia, ponieważ podczas normalnej pracy wzmacniacz dba, by na obu jego wyjściach było jednakowe napięcie (z dokładnością do napięcia niezrównoważenia) i w ten sposób eliminuje problem spadku napięcia na diodzie.

Obwód ze wzmacniaczem operacyjnym i diodą jest błędny, o czym za chwilę. Jednak sprawa wcale nie jest taka prosta, jak stwierdzili niektórzy uczestnicy. Na pewno błędem jest zastosowanie filtru dolnoprzepustowego R1 C1 o tak niskiej częstotliwości granicznej, ale usunięcie tego filtru nie rozwiązuje problemu. Jednak nieprawdziwa jest opinia, że trzeba tylko usunąć filtr R1 C1 lub podwyższyć jego częstotliwość graniczną i wszystko będzie dobrze. Jeden z uczestników stwierdził z kolei, że *niedopuszczalnym błędem jest zastosowanie na wyjściu szczytowego prostownika aktywnego!*

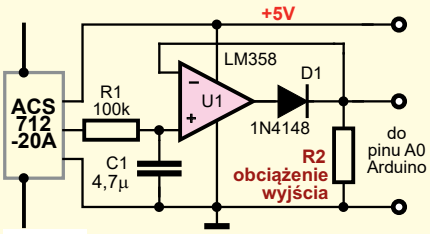
I jedna, i druga opinia nie jest do końca prawdziwa, bo analizowany prościutki układ skrywa dalsze przykre niespodzianki.

Niewielu uczestników dopatrzyło się, że na wyjściu za diodą, czyli na wejściu A0 Arduino, moglibyśmy uzyskać w miarę prawidłową wartość napięcia... wejściowego! Czyli układ byłby zwyczajnym wtórnikiem.



eprasa.pl b02520071f

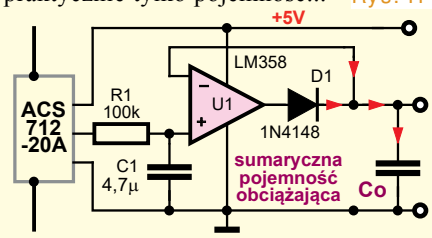
Tak! Gdyby między pinem A0 i masą była włączona rezystancja obciążenia wyjścia według **rysunku G**, nawet o dużej wartości sięgającej 1 megaoma, to układ nie będzie żadnym prostownikiem szczytowym, tylko... wtórnikiem.



Rys. G

Ale na rysunku B rezystora obciążającego wyjście (R2) nie widać, więc trudno ustalić, jakie będzie napięcie na pinie A0 Arduino. Dodatnie połówki przebiegu zmiennego będą ładować pojemność wejściową Arduino (w praktyce pojemność wejściową pinu I/O procesora ATmega328P i pojemności montażowe). Kłopotliwy do analizy jest fakt, że w przypadku kostki LM358 prąd polaryzacji wejść wypływa z nich, ponieważ na wejściach pracują tam tranzystory PNP. Sumaryczna pojemność obciążająca Co może być ładowana prądem z wyjścia wzmacniacza przez diodę i jest stale ładowana płynącym prądem polaryzacji wejścia odwracającego wzmacniacza. Jest to zilustrowane na **rysunku H**. Tak, tylko nie ma się jak rozładować! Bo pin A0 Arduino pracujący w roli wejścia to praktycznie tylko pojemność...

Rys. H

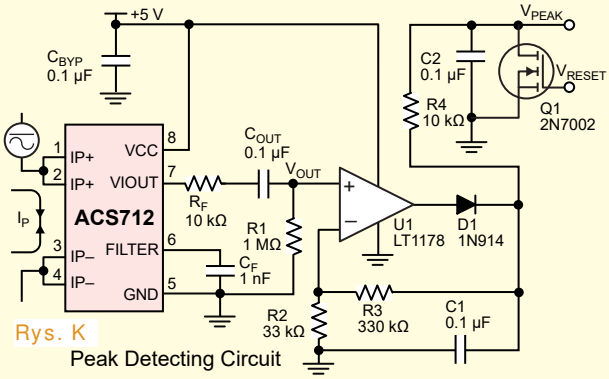



Nie musimy zagłębiać się w dalsze szczegóły. Na pewno układ wzmacniacza operacyjnego i diody nie spełni funkcji prostownika aktywnego, a jak wynika z tej prostej analizy, na pinie A0 będzie stale panować napięcie bliskie dodatniemu napięciu zasilania. Tu kolejna wątpliwość: wejścia i wyjścia LM358 nie mogą pracować przy napięciach bliskich dodatniego napięcia zasilana, co będzie problemem podczas normalnej pracy.

Dla porządku wspomnijmy, że układ z rysunku B pełniłby funkcję jednopołówkowego prostownika aktywnego, gdyby na wyjściu czujnika ACS712 nie było napięcia stałego 2,5V, czyli gdyby sinusoidalne napięcie miało składową stałą równą zeru. W kanonicznym prostowniku jednopołówkowym o tej konfiguracji napięcie wyjściowe podczas dodatnich połówek przebiegu przemiennego powinno być takie, jak przebieg wejściowy, natomiast podczas połówek ujemnych napięcie wyjściowe powinno być równe zeru, co ilustruje **rysunek J**.

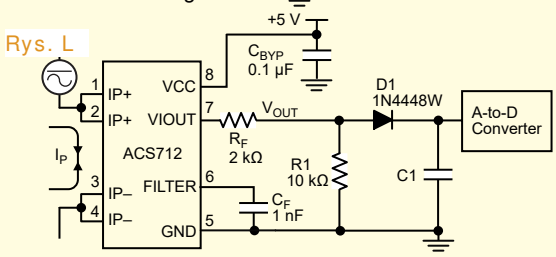
W układzie z rysunku B z kostką LM358 zastosowanie diody jest więc karygodnym błędem, jednak generalnie obecność diody błędem nie jest. Przekonują o tym pochodzące z karty katalogowej ACS712 **rysunek K** pokazujący prostownik szczytowy (detektor szczytu) oraz **rysunek L** przedstawiający prostszy prostownik jednopołówkowy.

Uczestnicy konkursu słusznie zwrócili uwagę na jeszcze jeden szczegół.



Rys. K
Peak Detecting Circuit

Rys. L



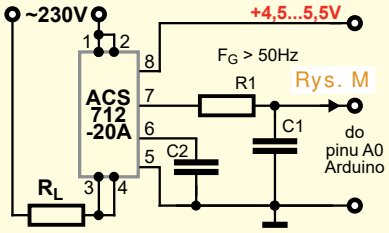

Rectified Output. 3.3 V scaling and rectification application for A-to-D converters. Replaces current transformer solutions with simpler ACS circuit. C1 is a function of the load resistance and filtering desired. R1 can be omitted if the full range is desired.

Otóż przygotowując rysunek B, celowo wpisałem „niekonkretną" wartość napięcia zasilania +4,5...5,5V. W zasadzie i czujnik ACS712, i wzmacniacz operacyjny mogą pracować w takim zakresie napięć. Problemem może być to, że w czujniku ACS712 nie ma źródła napięcia odniesienia i wspomniany poziom odniesienia 2,5V to w rzeczywistości połowa napięcia zasilania. Najprawdopodobniej dokładnie połowa napięcia zasilania dzięki wspomnianym obwodom kompensacji dryftu i napięć niezrównoważenia. W każdym razie jeżeli zmieniać się będzie napięcie zasilania, to zmieniać się też będzie poziom tej składowej stałej.

Czy to jest duży problem?

To zależy od konfiguracji i od programu Arduino, a także od charakteru zmian napięcia zasilającego. Zmieniać się będzie składowa stała, ale nie amplituda przebiegu zmiennego. W podobnych zastosowaniach często wykorzystywane są programy, usuwają składową stałą – wtedy wpływ powolnych zmian napięcia zasilania zostanie całkowicie wyeliminowany, bez wpływu na dokładność pomiaru składowej zmiennej. Właśnie dlatego wartość skuteczną napięcia zmiennego warto wyliczać programowo z próbek (przesuniętej) sinusoidy, a zastosowanie prostownika jest wtedy wadą i pogorszeniem dokładności. I także dlatego warto unikać prostowników, nawet aktywnych, o ile nie jest to konieczne.

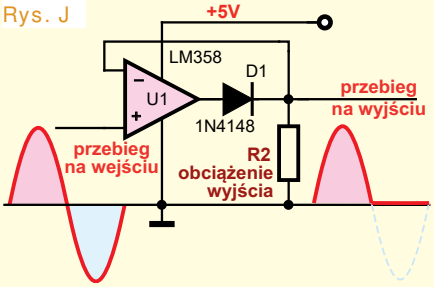
Poprawiony układ z rysunku B raczej nie powinien zawierać prostownika. Można go uprościć do postaci z **rysunku M**. Dla zmniejszenia szumów trzeba dodać kondensator filtrujący do czujnika ACS712, a jeżeli przebieg prądu nie jest odkształcony, nie zaszkodzi dodatkowy, opcjonalny filtr R1, C1, ale o częstotliwości granicznej powyżej 50Hz.



Rys. M

Na koniec jeszcze jeden szczegół: w urządzeniach z wymaganą tak zwaną podwójną izolacją dołączonych do sieci 230V, zamiast ACS712 trzeba zastosować ACS758.

Rys. J




Nagrody-upominki za zadanie ***Nie-Gra282*** otrzymują:

**Jakub Misiorny** – Warszawa,
**Paweł Marchewka** – Pionki,
**Dawid Placha** – Rdzawa.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

**Piotr Górecki**



eprasa.pl b02520071f

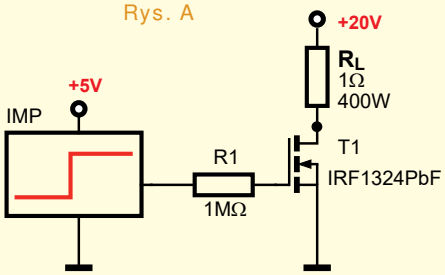
Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

# Policz – zadanie 287

Kontynuujemy zgłębianie problemu przełączania tranzystorów MOSFET. Aby przyspieszyć przełączanie, usuwamy kondensator z obwodu bramki według **rysunku A**.
W ramach zadania *Policz287* należy:
**- oszacować czas przełączania tranzystora MOSFET**.

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

Rys. A

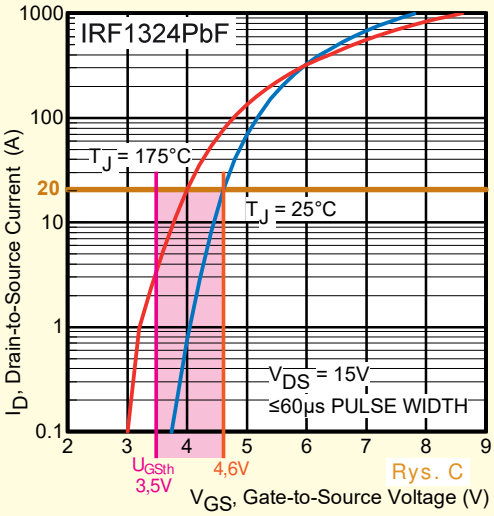



Odpowiedź nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Tytuł e-maila powinien zawierać nazwę konkursu i numer zadania oraz Twoje nazwisko (**Policz287_Nazwisko**). ***Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy***. Możesz też jeszcze przysłać rozwiązania zadania *Policz286* z poprzedniego miesiąca.

# Policz – rozwiązanie zadania 282

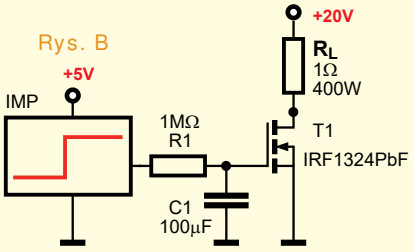
W EdW 8/2019 przedstawione było zadanie Policz282, które było kontynuacją wcześniejszego zadania 277 i brzmiało: *Zadanie NieGra277 pokazało szkodliwy wpływ kondensatora w obwodzie bramki. Chcemy troszkę dokładniej zbadać ten temat w układzie z **rysunku B**. W ramach zadania Policz282 należy:*
***- oszacować czas przełączania tranzystora MOSFET***.

Zgrubne oszacowanie czasu przełączania było bardzo łatwe. Na pewno przy ogromnej pojemności C1 równej 100uF można bez zastanowienia pominąć wewnętrzne pojemności MOSFET-a i ich wpływ na przełączanie. Czas przełączania określi tylko stała czasowa R1 * C1, która wynosi 100 sekund. I takiego rzędu wielkości będzie czas przełączania.



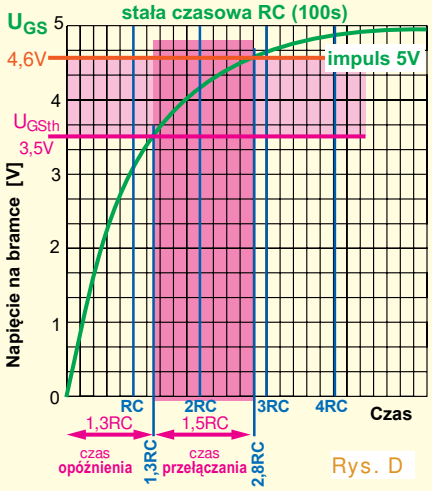

Rys. C

Rys. B




Taka prosta odpowiedź spełnia warunki zadania, jednak na podstawie danych katalogowych można dokładniej określić spodziewany czas przełączania. I takie proby z powodzeniem podjęli (w różny sposób) wszyscy uczestnicy tego zadania!

Otóż po pojawieniu się impulsu prostokątnego napięcie na bramce MOSFET-a narasta powoli, zgodnie z typową „krzywą RC". Według definicji stała czasowa RC to czas, po którym napięcie wzrośnie od zera do około 63% wartości maksymalnej, która w tym przypadku wynosi 5V. Dla napięcia maksymalnego (impulsu) 5V, 63% tej wartości to około 3,1V. Czyli w czasie R1 * C1 = 100s napięcie na bramce wzrośnie od zera do około 3,1V. Następnie trzeba było sięgnąć do karty katalogowej IRF1324PbF, gdzie zamieszczona jest charakterystyka przejściowa, pokazana na **rysunku C**, z której wynika, że typowo napięcie progowe $U_{GSth}$, gdy zaczyna płynąć prąd (0,25mA), powinno wynosić mniej więcej 3,5V. W analizowanym układzie przy zasilaniu 20V i $R_L = 1\Omega$ prąd maksymalny to 20A. Jak widać z rysunku C, tranzystor typowo otwiera się przy napięciach bramki od 3,5V ($U_{GSth}$) do




Rys. D

około 4,6V. Te napięcia trzeba zaznaczyć na „krzywej RC", co widać na **rysunku D**.

Jak widać, MOSFET zacznie się otwierać po czasie opóźnienia około 1,3RC (130s) i w pełni się otworzy dopiero po czasie około 2,8RC (280s). Czas przełączania wyniesie więc około 150 sekund! W tym czasie będzie się w nim wydzielać duża moc, maksymalnie do 200W, co niezależnie od radiatora ***na pewno przegrzeje i uszkodzi tranzystor***.

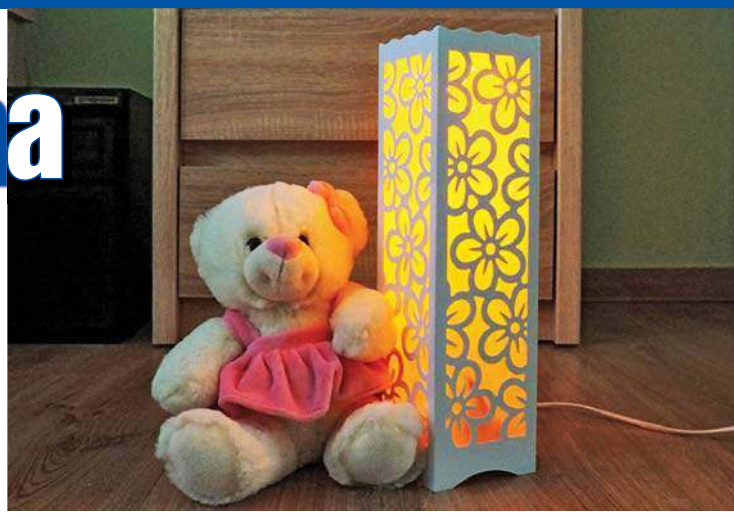
Nagrody-upominki za zadanie ***Policz282*** otrzymują:
**Jerzy Mróz** – Kamieniec,
**Bartłomiej Zaworski** – Lublin,
**Marcin Kot** – Wrocław.
Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

**Piotr Górecki**



eprasa.pl b02520071f

# Lampka nocna



**Prosty i praktyczny układ, który znajdzie swoje miejsce w każdym dziecięcym pokoju.**

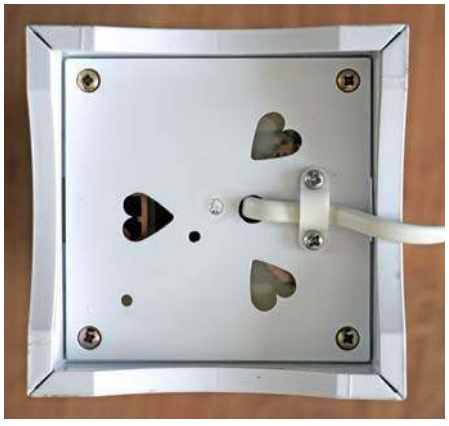
## Do czego to służy?

Istnieje pogląd, że dziecko powinno spać w zupełnej ciemności. Są jednak przypadki, gdy lampka nocna staje się bardzo pożądana. Jej nastrojowe światło działa uspokajająco i sprawia, że dziecko czuje się pewniej. Dlatego lampka nocna powinna świecić na tyle subtelnie, aby umożliwić dziecku zaśnięcie, nawet jeśli przebudzi się w nocy i jego sen będzie na chwilę płytki. Cenną cechą może być płynne rozjaśnianie lampki, dzięki czemu jej włączenie nie będzie powodowało oślepienia. Dodatkowo łagodne wygaszenie, poza walorami estetycznymi, pozwala uniknąć gwałtownych zmian jasności w pomieszczeniu, jeśli zdecydujemy się lampkę wyłączyć. Wiele lampek dostępnych w handlu ma wyłącznik na kablu, którego szukanie w ciemności nastręcza nieco problemów. Podczas projektowania urządzenia zaprezentowanego poniżej wszystkie te kwestie zostały uwzględnione. Układ elektroniczny lampki jest dostosowany konstrukcyjnie do obudowy niedrogiej lampki dostępnej w handlu, co pozwala na estetyczną realizację kompletnego urządzenia, jak pokazuje fotografia tytułowa.

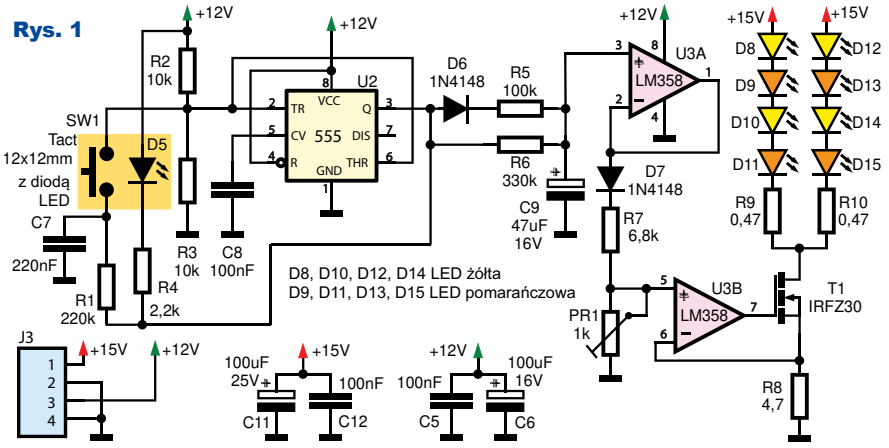
## Jak to działa?

Układ elektroniczny lampki nocnej przedstawiony jest na **rysunku 1**. Składa się on z kilku części. Do uruchamiania lampki przewidziano podświetlany przycisk SW1 podobny do popularnych microswitchy Tact 12×12mm. Różni się on tym, że jego klawisz jest przezroczysty i ma wbudowaną diodę LED. Za jego pomocą jest taktowany przerzutnik T zrealizowany na wykorzystanym nietypowo układzie NE555 (U2). Wbudowana w przycisk dioda D5 świeci, kiedy na wyjściu układu U2 jest stan niski (0V), czyli w trakcie gaszenia lampki i kiedy lampka nie świeci. Dzięki temu przycisk jest dobrze widoczny w ciemności. Po wciśnięciu przycisku, w celu zaświecenia lampki, na wyjściu U2 pojawi się napięcie, przycisk zgaśnie i rozpocznie się ładowanie kondensatora C9. Ładowanie, na skutek obecności obwodu D5–R5, odbywa się szybciej niż rozładowywanie (poprzez rezystor R6). Dzięki takiemu rozwiązaniu zrealizowano płynne rozjaśnianie, które trwa kilka sekund i względnie długi czas płynnego gaśnięcia (ponad 1 minutę). Długie gaśnięcie pozwala np. na wyłączenie lampki i spokojne opuszczenie pokoju dziecka. Napięcie kondensatora C9, poprzez wtórnik U3A (½ LM385) i diodę D7, trafia na dzielnik złożony z rezystora R7 i potencjometru PR1. Podzielone napięcie steruje źródłem prądowym składającym się ze wzmacniacza operacyjnego U3B, tranzystora MOSFET T1 oraz rezystora R8. Źródło to zasila dwie gałęzie szeregowo połączonych diod LED D8–D15. Aby zniwelować niewielkie rozrzuty charakterystyk diod, w każdej gałęzi występuje rezystor wyrównawczy (R9, R10). Spadek napięcia na diodzie D7 powoduje, że w końcowej fazie rozładowania C9 nie występuje efekt delikatnie świecących się struktur diod LED (napięcie na p.5 U3B będzie bardzo niskie, bliskie 0V).

W układzie zastosowano diody LED 0,5W w obudowach „straw hat" o średnicy 8mm. Diody te różnią się nieco budową od konwencjonalnych diod 8mm. Ich ażury są grubsze, a nóżki dużo szersze przy obudowie. W zależności od koloru ich nominalny prąd pracy może wynosić od 90 do 140mA. Potencjometr

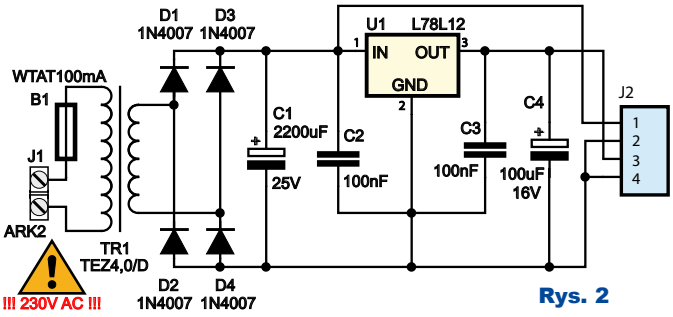


Rys. 1






eprasa.pl b02520071f



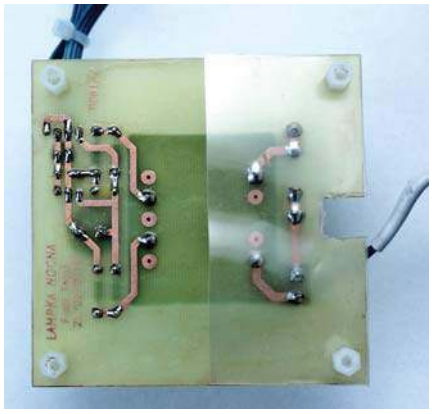

Rys. 2

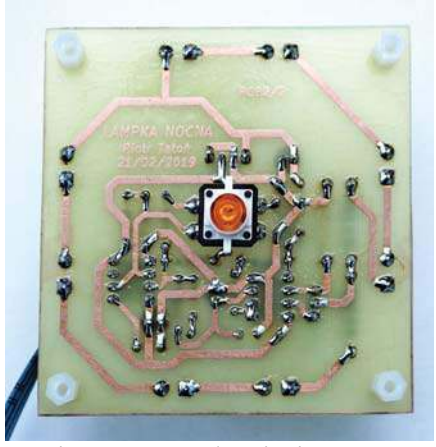
PR1 został wprowadzony właśnie po to, aby można było ustawić prąd właściwy dla zastosowanego zestawu diod. W modelowej lampce diody pracują w kombinacji 4 żółte + 4 pomarańczowe przy prądzie ok. 100mA dla każdego łańcucha. Konfiguracja kolorów została dobrana podczas prób. Uzyskano w ten sposób bardzo przyjemny dla oczu kolor światła – jasny pomarańcz.

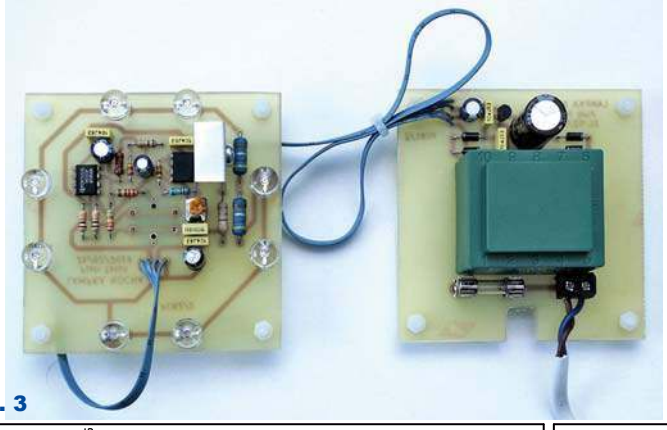
Na **rysunku 2** pokazano budowę układu zasilania lampki. Wykorzystano zalewany transformator TR1 TEZ 4.0/D firmy Breve. Napięcie to jest prostowane przez mostek z diodami D1–D4 i filtrowane przez kondensator C1. W modelu, podczas świecenia diod na kondensatorze C1, występuje napięcie około 14,5V. Tym napięciem zasilane są diody LED. Reszta układu jest zasilana napięciem stabilizowanym 12V uzyskiwanym z wyjścia układu U1 (L78L12).

## Montaż i uruchomienie

Układ elektroniczny lampki nocnej zrealizowano na dwóch odrębnych płytkach drukowanych. Obie są jednostronne. Na jednej znajduje się część zasilająca, na drugiej reszta układu. Szczegóły rozmieszczenia elementów prezentuje **rysunek 3**. Montaż jest konwencjonalny, choć najlepiej zacząć go od elementów najniższych (diod, rezystorów), a zakończyć na najwyższych (transformator TR1, diody LED). Nieco więcej uwagi wymaga montaż przycisku SW1. Jest on zamontowany od strony druku na takiej wysokości, aby jego korpus był na równi z dystansami mocującymi płytkę w górnej części obudowy. Dzięki temu elementy płytki z diodami LED zwisają w dół, a płytkę można przykręcić możliwie wysoko w kloszu lampki. Tranzystor T1 dobrze jest wyposażyć w niewielki radiator np. z kawałka blachy aluminiowej, co poprawi jego chłodzenie. Obie płytki łączy się ze sobą za pomocą odcinka czterożyłowej tasiemki (poprzez złącza J2, J3). Po wlutowaniu przewodów w płytkę warto je dodatkowo zabezpieczyć przez przyklejenie ich do płytek np. klejem na gorąco. Kabel sieciowy podłącza się do złącza śrubowego J1 na płytce zasilacza.

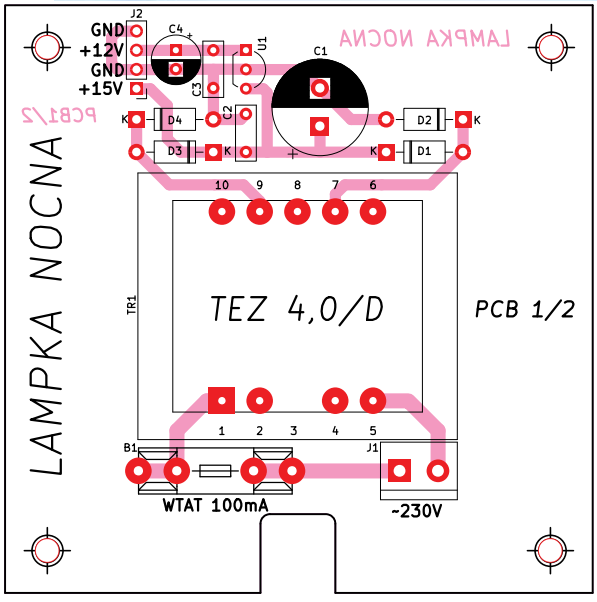


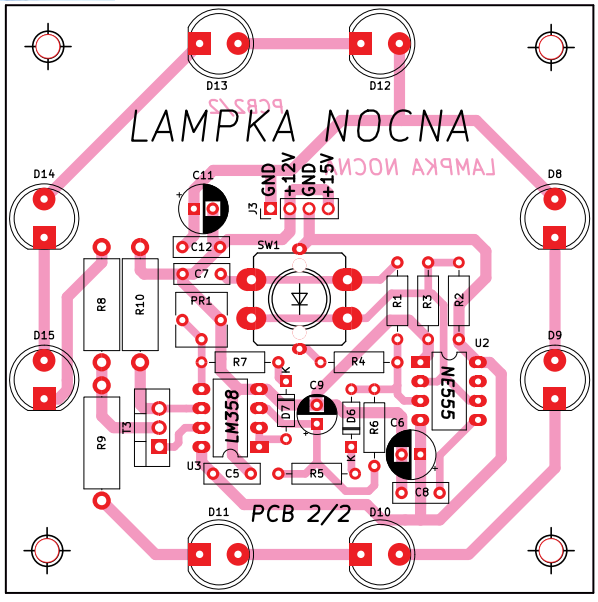




Rys. 3

Pierwsze uruchomienie przeprowadzamy przed umieszczeniem płytek w obudowie. Będzie do tego potrzebny multimetr i mały śrubokręt. Przed podłączeniem układu do sieci kręcimy potencjometrem PR1 maksymalnie w lewo. Włączamy zasilanie. Powinna się zaświecić dioda w przycisku SW1. Pozostałe LED-y nie powinny świecić. Teraz przyciskamy przycisk i powinien on zgasnąć. Podłączamy multimetr do wyprowadzeń



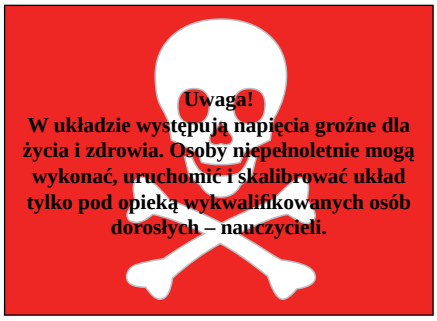





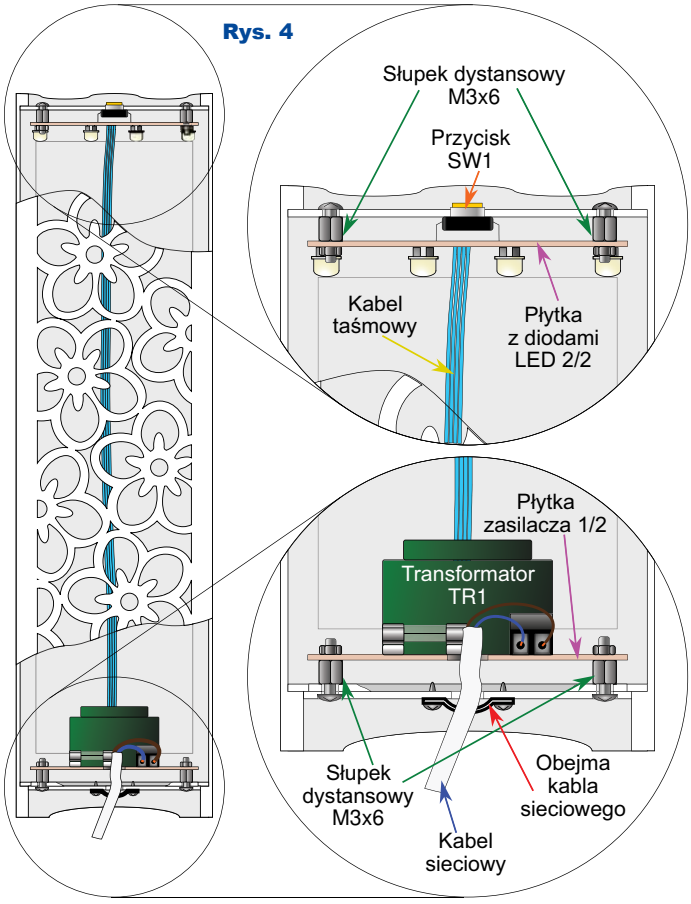

eprasa.pl b02520071f

R8 i mierząc na nim napięcie, powoli kręcimy PR1 w prawo. Przestajemy kręcić, gdy wskazanie będzie równe $U_{R8}[V]=2*I_d[A]*4,7[\Omega]$, gdzie $I_d$ to prąd pojedynczej diody LED.

Obudowę pozyskano z fabrycznej lampki nocnej, z której usunięto istniejącą przetwornicę i płytkę z diodami świecącymi. Rozmieszczenie poszczególnych elementów wewnątrz obudowy prezentuje **rysunek 4**. Na przycisk SW1 wykonano otwór w górnej części obudowy o średnicy 8,5mm. Wywiercono też dodatkowe otwory wentylacyjne, których obecność jest wręcz konieczna z powodu nagrzewania się diod LED i tranzystora T1. Płytki drukowane są zamocowane za pomocą poliamidowych słupków dystansowych o wysokości 6mm z gwintem M3 zewnętrznym i wewnętrznym, śrubek oraz nakrętek. Dla polepszenia estetyki płytka z przyciskiem i diodami jest przykręcona do górnej części obudowy białymi śrubkami poliamidowymi. Płytka zasilacza z racji obecności transformatora jest przykręcona za pomocą śrub metalowych, które przechodzą przez spodnią pokrywkę obudowy. Łby tych śrubek są schowane w zagłębieniach pokrywki. Kabel sieciowy przechodzi na drugą stronę płytki przez zrobione w niej prostokątne wycięcie oraz przez pokrywkę. Część płytki zasilacza, będąca pod napięciem sieci, jest zabezpieczona dwiema warstwami grubej folii polietylenowej przykręconymi słupkami dystansowymi do płytki. Zamocowanie płytek w obudowie wymaga nieco cierpliwości. Najtrudniej jest zamontować w obudowie płytkę zasilacza. Można sobie pomóc długą śrubką M3. Wkręcamy ją w słupek płytki zasilacza, przewlekając ją uprzednio przez pokrywkę i kołnierz obudowy. Przyciągając płytkę do siebie, naprowadzamy tulejki na pozostałe 3 otwory i wkręcamy śrubki. Na koniec długą śrubkę zastępujemy krótką i montujemy obejmę kabla sieciowego. Lampka jest gotowa do użytkowania.




Rys. 4




Pomocą w montażu będą też fotografie. W Elportalu wśród materiałów do tego numeru zamieszczony jest projekt płytki (pliki KiCad).

## Możliwości zmian

Istnieje możliwość zastosowania w układzie diod świecących w innych kolorach niż wspomniane wcześniej. Zalecane są kolory żółty, pomarańczowy i czerwony, natomiast światło niebieskie i białe (z dużą zawartością niebieskiego) nie jest korzystne i może utrudnić zasypianie, zaburzając cykl okołodobowy (cyrkadialny).

**Wykaz elementów**

| | |
|---|---|
| R1 | 220kΩ |
| R2,R3 | 10kΩ |
| R4 | 2,2kΩ |
| R5 | 100kΩ |
| R6 | 330kΩ |
| R7 | 6,8kΩ |
| R8 | 4,7Ω 1W |
| R9,R10 | 0,47Ω 1W |
| PR1 | 1k PR |
| C1 | 2200uF/25V |
| C2,C3,C5, C8,C12 | 100nF/63V MKT |
| C4,C6 | 100uF/16V |
| C7 | 220nF/63V MKT |
| C9 | 47uF/16V |
| C11 | 100uF/25V |
| D1,D2,D3,D4 | 1N4007 lub podobna |
| D5 | patrz tekst |
| D6,D7 | 1N4148 |
| D8,D10, | dioda LED 8mm straw hat |
| D12,D14 | żółta 0,5W 3.5cd |
| D9,D11, | dioda LED 8mm straw hat |
| D13,D15 | pomarańczowa 0,5W 4cd |
| T1 | IRFZ30 |
| U1 | L78L12 |
| U2 | NE555 |
| U3 | LM358 |
| B1 | WTAT 100mA |
| TR1 | Breve TEZ4,0/D 230V/12V 333mA |
| SW1 | Tact 12x12 z LED żółty |
| J1 | ARK2 5mm |
| J2,J3 | patrz tekst |

Trzeba pamiętać o tym, że suma napięć przewodzenia szeregowo połączonych diod nie może być większa niż napięcie na C1 pomniejszone o spadek napięcia na R8 i R9 (R10) (dla $I_{R8}$=200mA będzie to ok. 1V).

Można również zmienić wartości R5, R6 i C9, dostosowując czas rozjaśniania i gaśnięcia lampki do własnych potrzeb. Jeśli nie będzie potrzebne zróżnicowanie tych czasów, można nie montować diody D6 i rezystora R5 i zamontować odpowiedniej wartości rezystor R6.

**Uwaga!**

**W układzie występują napięcia groźne dla życia i zdrowia. Osoby niepełnoletnie mogą wykonać i uruchomić układ tylko pod opieką wykwalifikowanych osób dorosłych – nauczycieli.**

**Piotr Tatoń**
ptaton86@gmail.com



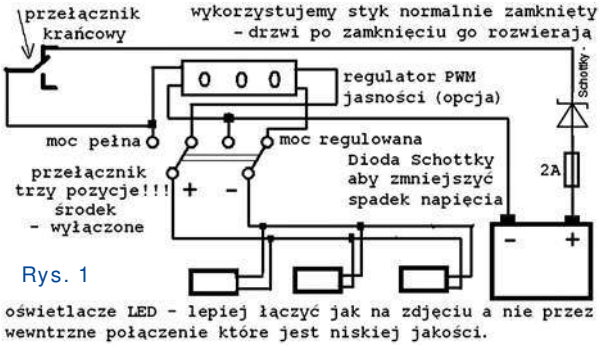
eprasa.pl b02520071f

# Z potrzeby chwili...
# Oświetlenie garażu

***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.***

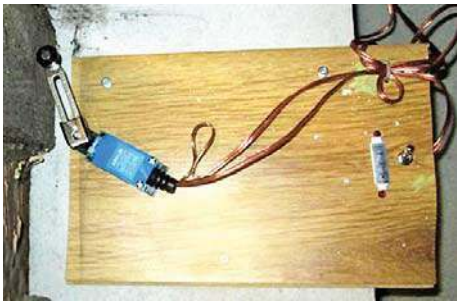
Projekt powstał z potrzeby chwili. Chodzi o garaż bez możliwości dociągnięcia energii elektrycznej. Ciemno robi się wcześnie i powstaje problem. Praktycznie nic nie widać. Szczęściem został stary akumulator, który już rozruchu nie dokona, ale do oświetlenia LED nadaje się idealnie.

Kupiłem w sklepie z artykułami elektrycznymi rurki instalacyjne. Schemat elektryczny przedstawiony jest na **rysunku 1**. Otwarcie drzwi automatycznie włącza oświetlenie. Szczegóły realizacji pokazane są na fotografiach.



Rys. 1

A dlaczego rurki, a nie ładne listwy? Ponieważ rurkę można w uchwytach przekręcić tak, że oświetlacze LED świecą pod kątem, w dół, a nie poziomo, do góry. Układ jest prosty i tani. Od razu uprzedzam pytanie: dlaczego kable nie są ładnie ułożone w rurkach, tylko tak spięte opaskami? Dlatego, że rurki mają po 3 metry i nie mieszczą się do samochodu. Musiałem więc najpierw wymierzyć kable z zapasem do zamontowania, opisać za pomocą taśmy malarskiej, co z czym zlutować, a potem w domu polutować wszystko na gotowo.



Wiem, są złączki WAGO i mogłem na nich to zrobić. Ale miało być TANIO.

Całość została zamontowana za pomocą wkrętarki akumulatorowej na kołki rozporowe. Wyszło naprawdę tanio – wszystko kupione na portalu aukcyjnym. Wyłącznik krańcowy za kilkanaście złotych, 12-woltowe oświetlacze za około 4zł, kabel głośnikowy – najtańszy, jaki znalazłem. Deseczka i akumulator z odzysku.

Otwieramy drzwi i światło się zaświeca. Zamykamy – gaśnie. Możemy regulować jasność lub wyłączyć oświetlenie przełącznikiem 3-pozycyjnym. Całość pobiera około 1A, co wystarczy na całą zimę używania. I najważniejsze: ***bezpiecznik BLISKO akumulatora***, aby nie powstało groźne zwarcie, jeżeli „coś” przegryzie kable.

**Grzegorz Świnder**
grzegorzswinder@gmail.com



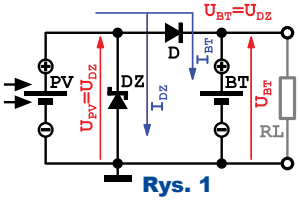
eprasa.pl b02520071f

# Solarna ładowarka akumulatorów 12V – stabilizator równoległy

Układ jest zasilanym z panelu fotowoltaicznego kontrolerem, nadzorującym proces ładowania akumulatora żelowego 12V, niedopuszczającym do jego przeładowania. Ładowarka nadzoruje jedynie napięcie końcowe ładowania (z korekcją temperaturową). Wydajność prądowa panelu fotowoltaicznego nie może być większa niż katalogowy maksymalny prąd ładowania współpracującego akumulatora $I_{MAX}$ (0,1C do 0,3C). Przykładowo, aby bezpiecznie ładować akumulator C=10Ah i $I_{MAX}$=0,2C, maksymalny prąd z fotoogniw nie może być większy niż 2A.

## Opis układu

Działanie równoległego kontrolera ładowania można zobaczyć na **rysunku 1**. Gdy napięcie akumulatora jest mniejsze niż napięcie Zenera DZ (zakładając zerowy spadek napięcia na diodzie D), cały prąd z fotoogniw ładuje akumulator. Wartość napięcia akumulatora powoli wzrasta, by po osiągnięciu napięcia diody Zenera DZ ustabilizować się. Wtedy prąd akumulatora samoczynnie spada, a nadmiar prądu z fotoogniw jest przejmowany przez DZ. Mamy tu odmianę stabilizatora równoległego i DZ powinna mieć możliwość rozproszenia całej mocy maksymalnej. Przebiegi na **rysunku 2** pokazują fazy ładowania.

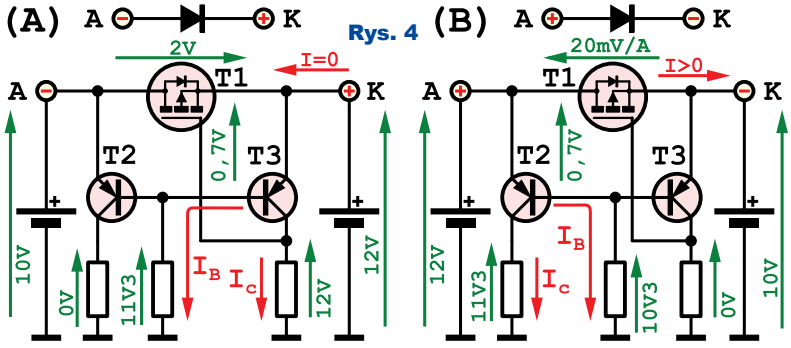



Rys. 1

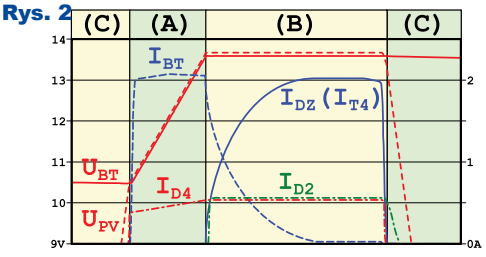
Schemat ideowy widoczny jest na **rysunku 3**. Ładowarka ma cztery wyprowadzenia do podłączenia akumulatora. Bez zwór Z1 i Z2 przez przewody pomiarowe płynie jedynie niewielki prąd dzielnika pętli sprzężenia i spadki napięcia na przewodach prądowych są kompensowane. Kompromisowe umieszczenie bezpiecznika F1 sprawia, że jego rezystancja nie jest kompensowana. Połączenie czteroprzewodowe, mimo zalet, przy większych odległościach zwiększa możliwość potencjalnej awarii (w przypadku przerwania któregoś z przewodów). Pod względem awaryjności korzystniejsze jest połączenie dwuprzewodowe, które wymaga wlutowania zwór Z1 i Z2.

Funkcję diody D, zapobiegającej rozładowywaniu akumulatora, pełnią tranzystory T1, T2, T3 wraz z elementami towarzyszącymi, przez co straty wyznaczane są tylko przez spadek napięcia na $R_{DSON}$ T1 ($R_{DSON}$=20mΩ dla IRF4905) i na rezystancji przewodów. Moc tracona w T1, wynosząca $P=I^2*R_{DSON}$, jest sporo niższa od strat na diodzie Schottky'ego przewodzącej taki sam prąd.

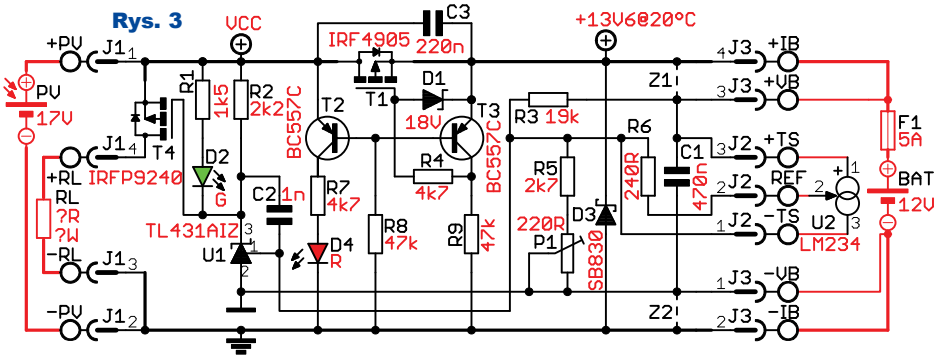
Zasadę działania takiej „MOSFET-owej" diody ilustruje **rysunek 4**. Potencjał na bazach T2, T3 jest zawsze mniejszy o 0,7V od napięcia o wyższej wartości (na drenie lub źródle T1). Napięcie na źródle jest wyższe od potencjału drenu, gdy taka „dioda" spolaryzowana jest zaporowo **(A)**. Bazy T2, T3 znajdują się na potencjale niższym o 0,7V od napięcia na źródle T1. Napięcie $U_{BE}$ T2 jest niewystarczające do jego otwarcia. Napięcie $U_{BE}$ T3 (0,7V) powoduje przepływ prądu przez jego bazę. Przewodzący T3 za-




Rys. 4




Rys. 2




Rys. 3



eprasa.pl b02520071f

tyka T1, łącząc źródło z jego bramką. Odwrotna sytuacja jest przy polaryzacji w kierunku przewodzenia **(B)**. Bazy T2, T3 są na potencjale mniejszym o 0,7V od napięcia na drenie T1. Zatkany jest T3 (niewystarczające do otwarcia napięcie $U_{BE}$), a T2 przewodzi, zaświecając czerwoną LED D4, sygnalizującą polaryzację przepustową T1. Otwarty jest T1, którego bramka jest połączona z masą przez rezystor R8. Zaświecenie D4 jest informacją, że fotoogniwa są wystarczająco oświetlone, by mógł z nich popłynąć prąd ładowania. Dioda Zenera D1 uniemożliwia przekroczenie napięcia $U_{GSMAX}$ T1 poza katalogową wartość dopuszczalną. Ograniczenie prądu bramki T1 zapewnia rezystor R4.

Zastąpienie DZ (z rysunku 1) precyzyjnym wzmacniaczem błędu U1 (TL431) i MOSFET-em mocy T4 pozwala uzyskać dużą stabilność i precyzję napięcia końcowego. Programowana dioda Zenera U1 przypomina swym działaniem tranzystor NPN, o napięciu $U_{BE}$ = 2,495V = $U_{REF}$. Działanie stabilizatora polega na takim otwieraniu T4, by napięcie na dzielniku R3, R5, P1 było równe napięciu odniesienia $U_{REF}$ U1. Ustala się taki stan równowagi, by napięcie z dzielnika było równe $U_{REF}$. Dołączenie pętli sprzężenia zwrotnego za „diodą" T1 umożliwia kompensację jej spadku napięcia. Układ jest więc odpowiednikiem precyzyjnej diody Zenera dużej mocy.

Zastosowane w ładowarce MOSFET-y z kanałem P umożliwiły realizację układu, z „niedzieloną" masą systemu ładowania, co często jest istotne. W wersji o mocy do 30...40W ze zworą zamiast rezystora mocy RL, tranzystor T4 może być montowany bez pośrednictwa zwiększającej rezystancję cieplną podkładki izolacyjnej, ponieważ jego dren (wkładka radiatorowa) będzie wtedy połączony z masą.

Włączenie między dren T4 a masę zewnętrznego obciążenia RL (zestawu rezystorów dużej mocy – grzałek) umożliwia zwiększenie mocy układu ładowarki do ok.70W. W takim przypadku konieczne jest zastosowanie podkładki izolacyjnej między radiatorem a tranzystorem mocy.

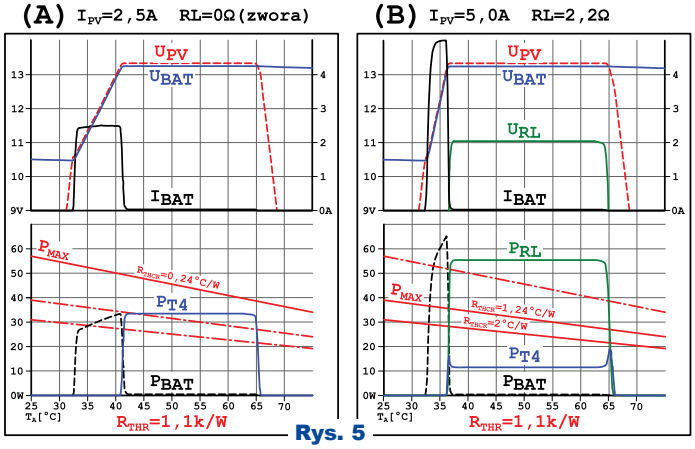
Gdy akumulator nie jest ładowany a fotoogniwa pracują, MOSFET T4 dzięki „potężnej" obudowie TO247AC jest w stanie rozproszyć dość dużą moc fotoogniw. Rozproszenie mocy P=30W przy zastosowanym typie T4 ($T_J$=150°C, $R_{THJC}$=0,83°C/W, $R_{THCR}$=0,24°C/W) wymaga sporego radiatora. Różnicę temperatur między złączem i radiatorem dla mocy traconej równej $P_{MAX}$=30W określa wzór: $\Delta T_{CR}=P_{MAX}*(R_{THJC}+R_{THCR})$ i wynosi $\Delta T_{CR}$=30∗1,07=32,1°C. Dla pesymistycznego przypadku temperatury otoczenia $T_A$=75°C (upalny dzień, regulator zamontowany w mało przewiewnej skrzynce, oczywiście akumulator znajduje się w temperaturze dużo niższej umożliwiającej bezpieczne ładowanie, np. jest w studzience) różnica temperatur między złączem i otoczeniem $\Delta T_{JA}=T_J-T_A$ wynosi 150–75=75°C. Zapas różnicy temperatur między radiatorem i otoczeniem ($\Delta T_R=\Delta T_{JA}-\Delta T_{CR}$) wyniesie $\Delta T_R$=75–32=43°C. Do odprowadzenia ciepła wymagany jest zatem radiator o rezystancji termicznej ($R_{THR}=\Delta T_R/P_{MAX}$) mniejszej niż 43/30=1,4°C/W. Ograniczeniem, „wąskim gardłem" IRFP9240 jest jego rezystancja $R_{THJC}$ oraz temperatura maksymalna złącza $T_J$. Dla wersji z zewnętrznymi rezystorami dużej mocy RL w powyższych rachunkach należy uwzględnić rezystancję termiczną wymaganej w takim przypadku podkładki izolacyjnej pod T4.

W procesie ładowania stosunek mocy traconej w T4 oraz RL nie jest stały. Jak przedstawia **rysunek 5**, wariant, gdzie moc tracona jest w T4 i w RL **(B)**, pozwala na podwojenie mocy ładowania w stosunku do wersji z T4 bez „wspomagania" **(A)**. Proste na dolnych wykresach reprezentują wartości maksymalnych strat, jakie może rozproszyć zastosowany w prototypie radiator ($R_{THR}$=1,1k/W), zależnie od temperatury otoczenia $T_A$ i rezystancji termicznej $R_{THCR}$ (ze smarem i podkładkami izolacyjnymi).

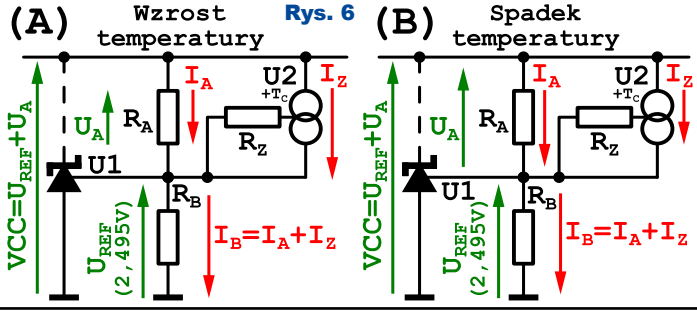
Wartość rezystancji obciążenia można obliczyć ze wzoru: $RL[\Omega]=U_{RL}[V]/I_{PV}[A]$, gdzie: $U_{RL}$ – wymagany spadek napięcia na obciążeniu, $I_{PV}$ – maksymalny prąd fotoogniwa. Wartość $U_{RL}$, jaką należy przyjąć, powinna być mniejsza od minimalnego napięcia końcowego akumulatora dla najwyższej przewidywanej temperatury akumulatora (z uwzględnieniem współczynnika korekcyjnego). Bezpieczny spadek napięcia na RL ($U_{RL}$), jaki należy przyjąć do obliczeń, to około 11...12V.

Wartość zamienianej na ciepło mocy w RL jest relatywnie duża, dlatego powinien to być zestaw zewnętrznych rezystorów. Przy obliczaniu ich rezystancji należy koniecznie uwzględnić rezystancje przewodów łączących z ładowarką. Chociaż jako T4 mógłby pracować darlington mocy PNP, to zastosowanie tranzystora MOSFET w tej roli „zwalnia" U1 ze sterowania prądowego (nie ma prądu bazy). Wartość rezystora R2 zapewnia prąd zasilania większy niż wymagany (1mA) do poprawnej pracy U1. Gdy T4 nie przewodzi (napięcie akumulatora nie osiągnęło progu końcowego), napięcie na R2 jest mniejsze od napięcia przewodzenia $U_F$ LED D2, która nie świeci. Napięcie $U_{DS}$ (2...4V) przewodzącego T4 jest wystarczające, aby popłynął prąd przez R1 i LED D2. Zaświecona D2 informuje, że układ przeszedł do trybu stabilizacji napięcia i napięcie na akumulatorze osiągnęło próg końcowy ładowania. Ponieważ po osiągnięciu napięcia końcowego ładowania przez akumulator płynie jeszcze (zmniejszający się) prąd ładowania, świecenie D2 nie informuje o jego faktycznym naładowaniu.

Źródło prądowe U2 z rezystorem R6 realizuje korekcję temperaturową napięcia końcowego. U2 (LM234) to czujnik temperatury – źródło prądowe o dodatnim współczynniku temperatury, który ma mierzyć temperaturę ładowanego akumulatora. Działanie korekcji przedstawia **rysunek 6**. Proporcjonalnie do wzrostu temperatury **(A)** zwiększa się wartość prądu $I_Z$ ze źródła U2 i odkłada się większy spadek napięcia na $R_B$, tj. R5, P1 na schemacie ideowym. Dla układu z zamkniętą pętlą sprzężenia jest to sygnał, by tak zmniejszyć napięcie VCC, aby prąd $I_A$ rezystora $R_A$ (R3 na schemacie ideowym) zmniejszyć o wartość przyrostu prądu $I_Z$ źródła U2 (prąd $I_Z$ źródła



Rys. 5



Rys. 6

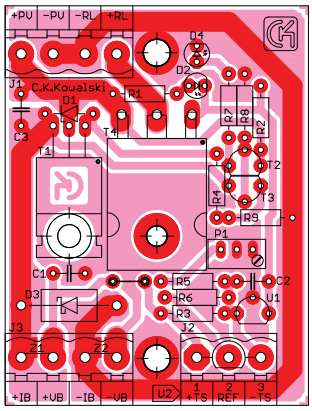


eprasa.pl b02520071f

U2 się nie zmienia przy zmianie napięcia VCC) i utrzymać napięcie na $R_B$ równe referencyjnemu $U_{REF}$. Odwrotnie **(B)**, spadek temperatury powoduje proporcjonalne zmniejszenie prądu $I_Z$ i U1 zwiększa napięcie $U_{DZ}$, by zwiększyć prąd $I_A$ o ubytek prądu $I_Z$ źródła, tj. utrzymać sumę prądów płynących przez $R_B$ tak, by spadek na nim był równy napięciu referencyjnemu. Korekcja temperaturowa polega na utrzymywaniu na $R_B$ stałego spadku napięcia $U_{REF}$=2,495V. W prototypie przyjęto napięcie końcowe $U_{BAT}$=13,6V w temperaturze $T_{BAT}$=20°C oraz często zalecany przez producentów akumulatorów współczynnik zmian napięcia końcowego równy $T_C$=–18mV/°C (parametry dla pracy buforowej). Jako $T_{BAT}$ do dalszych obliczeń należy przyjąć temperaturę, dla jakiej producent akumulatora podaje wartość napięcia końcowego (dla pracy cyklicznej lub buforowej) ładowania $U_{BAT}$ (VCC na rysunku) podaną w kelwinach $T_{BAT}$[°K]=$T_{BAT}$[°C]+273,15. Wartość stabilizowanego przez U2 prądu wyznacza rezystor $R_Z$ (R6) według zależności: $I_Z$=227uV/$R_Z$*$T_{BAT}$. Wzór jest słuszny dla zakresu prądów od 2uA do 1mA.

Prąd źródła prądowego nie powinien też być zbyt duży, by nie podgrzewać U2. Wartość $R_Z$ (w prototypie R6=240Ω) wyznacza pośrednio prąd całego dzielnika, który ze względu na możliwość przenikania zakłóceń nie powinien być zbyt mały. Przyjęta kompromisowa wartość prądu dzielnika w prototypie to około 1mA. Wartość $R_A$ wynika z wyrażenia $R_A$=|$R_Z$*$T_C$/227uV|, natomiast płynący przez niego prąd wynosi $I_A$=($U_{BAT}$ – $U_{REF}$)/$R_A$. Założenie, że prąd rezystora $R_B$ wynosi $I_B$=$I_Z$+$I_A$, pozwala obliczyć jego wartość z równania $R_B$=$U_{REF}$/$I_B$. Jako R3, R6 należy zastosować metalizowane, jednoprocentowe, precyzyjne rezystory o wartościach jak najbardziej zbliżonych do obliczonych. Suma wartości R5+P1 powinna być większa od obliczonej o 10 do 20%, a stosunek R5/P1 nie większy jak 5/1. Powyższe obliczenia obarczone są błędem wynikającym z nieuwzględnienia prądu końcówki referencyjnej U1. Odchyłki można skompensować dobrej jakości potencjometrem P1, bez istotnego wpływu na współczynnik korekcji $T_C$. Można również zrezygnować z P1 (wlutować zworę) i dobrać R5, uwzględniając zmiany napięcia końcowego wynikające ze starzenia się elementów. Oczywiście możliwa jest rezygnacja z korekcji temperaturowej. Nie należy wówczas podłączać czujnika U2 i nie montować R6, a rezystory pętli tj. R3, R5, P1 odpowiednio przeliczyć.

Mimo że większość paneli fotowoltaicznych ma diodę zabezpieczającą połączoną równolegle do wyprowadzeń, to w układzie zastosowano dodatkowo ośmioamperową diodę D3, która wraz z bezpiecznikiem F1 stanowi (praktycznie przetestowane) zabezpieczenie przed odwrotnym dołączeniem akumulatora. Kondensator C3 został dodany po testach prototypu. Stromy impuls napięciowy powstały przy podłączeniu klemy akumulatora do ładowarki zasilanej z silnie oświetlonych ogniw powodował zbyt szybkie otwieranie T4. W konsekwencji napięcie na T4 było niższe od napięcia akumulatora i pracujący jako dioda T1 nie był otwierany, co oznaczało brak przepływu prądu ładowania. Identyczna sytuacja występowała przy dołączeniu silnie oświetlonego panelu do złącza J1. Wyjście z tego stanu „zatrzaśnięcia" możliwe było przez odłączenie i ponowne złącza J3 lub zasłonięcie i ponowne odsłonięcie fotoogniw. Dodanie C3 skutecznie likwiduje dyskwalifikującą regulator wadę.




Rys. 7

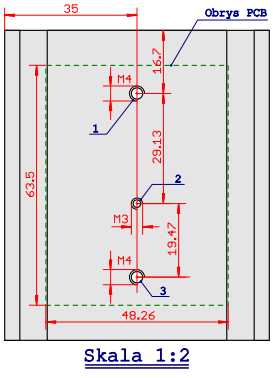
## Montaż i uruchomienie

Mozaika jednowarstwowego obwodu drukowanego widoczna jest na **rysunku 7**. W prototypie zastosowany został radiator Stonecold SSRTH-22U przeznaczony do montażu przekaźników półprzewodnikowych mocowanych na szynie DIN 35mm. Jego rezystancja termiczna jest mniejsza od pesymistycznej ($T_A$=75°C), obliczonej w poprzednim śródtytule wartości maksymalnej ($R_{THR}$<1,4°C/W) i wynosi ≈1,1°C/W, zapewniając tym spory zapas. W pierwszej kolejności należy wywiercić i nagwintować otwór w radiatorze według **rysunku 8**. Radiator fabrycznie ma wywiercone i nagwintowane otwory **1**, **3**. Do przykręcenia T4 należy wywiercić i nagwintować (M3) jedynie otwór **2**, w czym może być pomocna płytka drukowana wstępnie przykręcona do radiatora. Montaż elementów w uprzednio sprawdzony druk warto rozpocząć od wlutowania jednej zwory. W celu minimalizacji naprężeń mechanicznych T4 należy poświęcić więcej uwagi. Jest on montowany na PCB od strony lutowania (wkładką radiatorową na zewnątrz). Po ukształtowaniu wyprowadzeń T4 tak, by pasowały w otwory PCB, należy go przykręcić (wstępnie) do PCB, by następnie przylutować jego wyprowadzenia. Ze względu na niewielką moc traconą przez T1 (≈0,5...1W przy 5A) należy go przylutować „na leżąco" od strony elementów (wkładką radiatorową do PCB). T2 i T3 trzeba wlutować tak, by ich obudowy się stykały, zapewniając tym sprzężenie termiczne. Można je „sprzęgnąć" termicznie „termokurczką" lub odpowiednio ukształtowanym paskiem blachy miedzianej (tak by nie zewrzeć wyprowadzeń). Montaż pozostałych elementów nie wymaga komentarza. Ścieżki, którymi płyną znacznej wartości prądy, zostały pozbawione warstwy przeciwlutowniczej i koniecznie wymagają zwiększenia przekroju przez nałożenie stopu lutowniczego. Rezygnacja z czteroprzewodowego połączenia z akumulatorem na korzyść dwuprzewodowego wymaga połączenia zwór Z1, Z2 (pod złączem J3) kroplami spoiwa.

Zmontowaną płytkę należy przykręcić do radiatora, rozpoczynając od solidnego przykręcenia (śrubą M3) T4, koniecznie z zastosowaniem pasty termoprzewodzącej. Jeżeli układ będzie pracował z dodatkowym zewnętrznym obciążeniem (rezystorami) RL, wymagane jest zastosowanie podkładki izolacyjno-termoprzewodzącej pod T4. W przeciwnym wypadku można zrezygnować z podkładki, co zmniejszy rezystancję termiczną złącze otoczenie. Dwie pozostałe śruby mocujące PCB (M4) trzeba przykręcić, podkładając między radiator a PCB metalowe tuleje dystansowe (h=5mm).

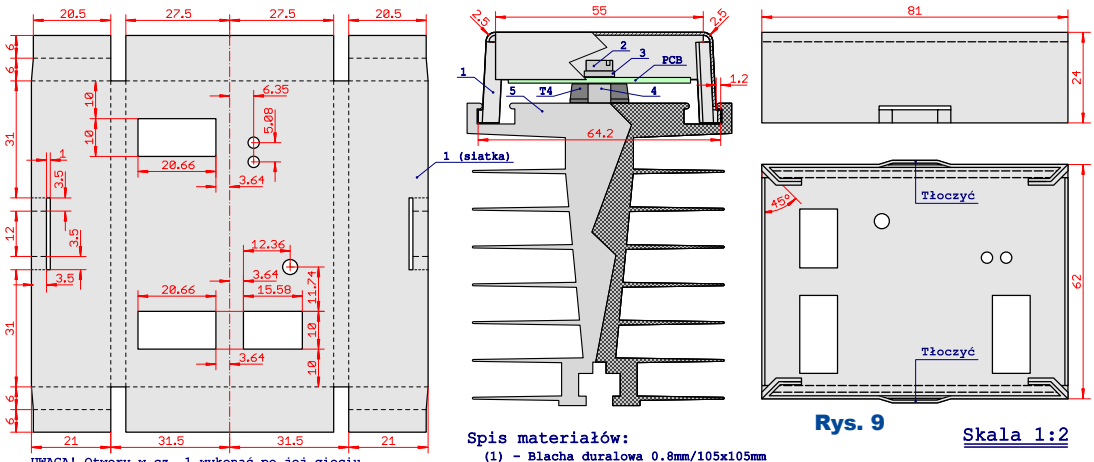
Szczegóły montażu oraz wymiary siatki osłony (obudowy) wykonanej z blachy duralowej obrazuje **rysunek 9**. Korzyść wynikająca z pozornej komplikacji gięć i tłoczeń polega na tym, że tak wykonana obudowa

Rys. 8






eprasa.pl b02520071f




UWAGA! Otwory w cz. 1 wykonać po jej gięciu, dopasowując ich położenie do elementów płytki drukowanej wstępnie zamocowanej do radiatora.

Spis materiałów:
(1) - Blacha duralowa 0.8mm/105x105mm
(2,3,4) - Wkręt M4 z podkładką i tuleją dystansową D=6mm/d=4mm/L=5mm szt. 2
(5) - Radiator SSRTH-82U (Stonecold)

Rys. 9 Skala 1:2

mocowana jest zatrzaskowo, tj. bez użycia śrub. Przy odrobinie chęci taką obudowę można wykonać przy użyciu niewyszukanych narzędzi. Szczegóły widoczne są na fotografiach. Ładowany akumulator nie powinien być podgrzewany ciepłem radiatora. Przekroje przewodów połączeniowych powinny być stosowne do wartości płynących przez nie prądów. Na ich końcach od strony złączy J1...J3 warto zacisnąć końcówki (tulejki) zaciskowe, a od strony akumulatora stosowne konektory. ***Ze względu na bardzo duże prądy zwarciowe akumulatora (możliwość powstania pożaru) zastosowanie bezpiecznika F1 jest bezwzględną koniecznością.*** F1 powinien być montowany jak najbliżej dodatniego zacisku akumulatora, a jego wartość zależna jest od prądu panelu fotowoltaicznego. Czujnik temperatury powinien mierzyć temperaturę akumulatora i być zabezpieczony przed wpływem wilgoci.

Podczas prób prototyp został zamocowany do stelaża testowego, zbudowanego z łączników (okuć) używanych w stolarce dachowej, umożliwiającego stabilny montaż akumulatora oraz urządzeń pomocniczych mocowanych na szynie DIN 35mm.

Uruchomienie sprowadza się do podłączenia do wejścia przez rezystor 100Ω/0,25W napięcia 17V z zasilacza regulowanego oraz woltomierza do konektorów przeznaczonych do podłączenia akumulatora. Przy regulacji potrzebny będzie termometr do pomiaru temperatury przy czujniku U2. Potencjometrem P1 należy ustawić wartość napięcia na wiązce akumulatora, co odpowiada ustawieniu napięcia końcowego ładowania. Wartość ustawianego napięcia należy obliczyć, uwzględniając współczynnik temperaturowy $T_C$ (przy elementach jak na schemacie –18mV/°C) oraz temperaturę czujnika U2 (w czasie regulacji) według wzoru $U_X=U_{BAT}+(T_C*(T_{BAT}-T_{AMB}))$, gdzie $U_{BAT}$, napięcie końcowe zalecane przez producenta akumulatora w temperaturze $T_{BAT}$ (zwykle 13,65V dla pracy buforowej), $T_{AMB}$ – temperatura otoczenia (akumulatora).

Właściwą korektę napięcia końcowego należy przeprowadzić w docelowych warunkach pracy, czyli podczas ładowania akumulatora. Zmieniając wartość dołączonego napięcia, sprawdzić reakcję LED sygnalizacyjnych D2, D3, która powinna być zgodna z opisem w poprzednim śródtytule.

Jeżeli tak jest, układ można uznać za uruchomiony. Przy braku ładowania układ ładowarki pobiera z akumulatora jedynie ≈1,5mA prądu, co jest znikomą wartością w stosunku do prądu samorozładowania.

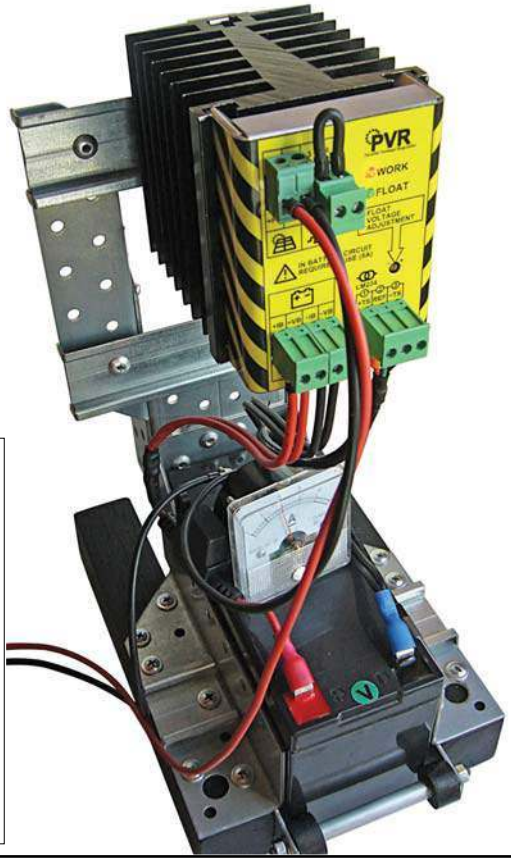
Przy pracy w trudnych warunkach plenerowych, gdy temperatury mogą spadać poniżej zera, ważne jest zastosowanie wersji U1, U2, dla których producent gwarantuje poprawną pracę w temperaturach ujemnych – odpowiednio TL431A-IZ i LM234 zamiast „zwykłego" LM334. Zaniedbanie to nierzadko widać na schematach układów przeznaczonych do pracy w szerszym niż pokojowa zakresie temperatur, gdzie często można np. zauważyć popularny LM358 (gwarantowana poprawna praca od 0°C!) zamiast LM258. Inną sprawą jest możliwość ładowania akumulatora żelowego lub AGM poniżej 0°C. Dane na ten temat wydają się niespójne, bo jak rozumieć podawane jednocześnie parametry (w tej samej nocie katalogowej akumulatora): dolny próg temperatury ładowania równy 0°C i współczynniki korekcyjne napięcia końcowego ładowania dla temperatur dużo poniżej 0°C? Zastrzeżenia budzi też podawana wartość, do jakiej spada prąd po naładowaniu. W niektórych notach jest ona identyczna dla obu napięć końcowych, czyli dla pracy buforowej i cyklicznej (o mniejszej wartości, takiej jak dla pracy buforowej sic!). Sugerowałoby to, że można pozostawić akumulator w ładowarce na dowolnie długi czas z ustawionym „cyklicznym" napięciem końcowym bez możliwości jego przeładowania. Czy to błąd, czy też zabieg marketingowy zmniejszający trwałość akumulatora, zweryfikować mogą jedynie praktyczne pomiary konkretnego egzemplarza.

W Elportalu dostępna jest rozszerzona wersja artykułu z dodatkowymi wyjaśnieniami i fotografiami.

**Cyprian Kamil Kowalski**
c4v2@o2.pl

**Wykaz elementów**

| | |
|---|---|
| R6 | 240Ω metalizowany 1% |
| R4 | 470Ω |
| R1 | 1,5kΩ |
| R2 | 2,2kΩ |
| R5 | 2,7kΩ metalizowany 1% |
| R7 | 4,7kΩ |
| R3 | 19kΩ metalizowany 1% |
| R8,R9 | 47kΩ |
| P1 | 220Ω pot. mont. RJ9W |
| C2 | 1nF foliowy |
| C2 | 220nF foliowy |
| C1 | 470nF foliowy |
| D1 | 18V Zener |
| D2 | LED zielona ø3mm |
| D3 | SB830 Schottky 30V/8A |
| D4 | LED czerwona ø3mm |
| T1 | IRF4905 |
| T2,T3 | BC557C |
| T4 | IRFP9240 |
| U1 | TL431AIZ |
| U2 | LM234 |
| J1 | MSTB4V raster 5,0mm |
| J2 | MSTB3V raster 5,0mm |
| J3 | MSTB4V raster 5,0mm |
| Radiator | RTHR<1,4°C/W [k/W] |
| RL | Zestaw rezystorów mocy |






eprasa.pl b02520071f

# Moduły zasilające

## część 2

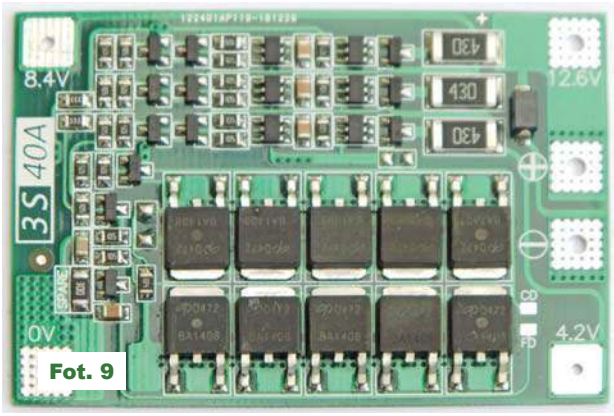
W sklepach internetowych i na portalach aukcyjnych można kupić wiele różnych modułów elektronicznych. Oto kolejne.

### BMS-y

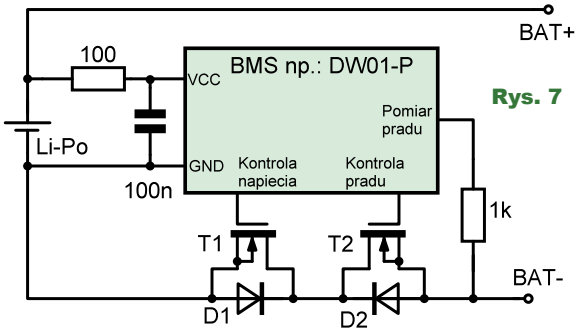
BMS-y są układami kontrolującymi napięcie ładowanego (rozładowywanego) akumulatora oraz prąd ładowania (rozładowania). Układy BMS (*battery management system*) stosuje się głównie w układach wykorzystujących akumulatory litowe, które są bardzo wrażliwe zarówno na nadmierne rozładowanie, jak i przeładowanie. Nadmierne rozładowanie akumulatora litowego powoduje spadek jego żywotności. Nadmierne przeładowanie nie tylko obniża żywotność, ale grozi również zapłonem akumulatora! Typową strukturę układu BMS pokazano na **rysunku 7**, układy BMS na **fotografii 8**, układ BMS zintegrowany z ładowarką-balanserem na **fotografii 9**. Akumulator rozłączają tranzystory N-MOSFET połączone ze sobą szeregowo, a pokazane na schemacie diody są diodami pasożytniczymi struktury MOSFET. Jeden z tranzystorów kontroluje proces ładowania, drugi – proces rozładowania. Aby móc czerpać prąd z akumulatorów, oba klucze muszą być załączone. Pomiar prądu ładowania/rozładowania zwykle zrealizowany jest przez pomiar spadku napięcia na rezystancjach tranzystorów MOSFET. Dobór prądu zadziałania zabezpieczenia nadprądowego realizuje się przez dobór tranzystorów odpowiednich typów i odpowiedniej rezystancji $R_{DSon}$.

W bardziej złożonych układach BMS pomiar prądu wykonywany jest na podstawie pomiaru spadku napięcia na znanej rezystancji. Układy takie łatwo jest poznać, gdyż mają one na płytce rezystory SMD o dużych gabarytach i rezystancji kilkudziesięciu miliomów. Pobór prądu przez układ BMS nie przekracza kilku mikroamperów.

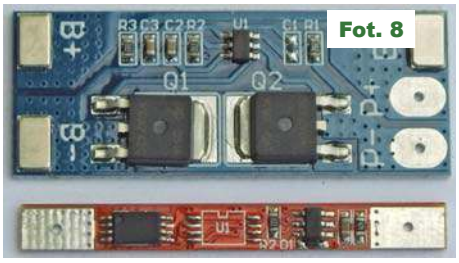
W przypadku pojedynczych akumulatorów najczęściej wykorzystuje się układ DV01. Układ ten wykorzystuje się również w przypadku więcej niż dwóch akumulatorów, łącząc je szeregowo. W przypadku układów zawierających dwa szeregowo łączone akumulatory stosuje się najczęściej układ HY2120. Układ ten lepiej się nadaje do nadzorowania akumulatorów niż dwa szeregowo połączone układy DV01, gdyż zawiera tylko dwa elementy przełączające, na których występuje spadek napięcia, co zapewnia mniejsze straty na układzie zabezpieczającym – tranzystorach MOSFET. Układ HY2120 monitoruje napięcie każdego akumulatora niezależnie. Bardzo ważny jest dobór odpowiedniego wykonania układu. Układ HY2120 występuje w kilku wersjach różniących się poziomem napięć detekcji, np. układ HY2120-PB rozpoznaje zbyt duże napięcie na akumulatorze, gdy napięcie na nim wyniesie 4,25V, a uzna akumulator za nadmiernie rozładowany, gdy napięcie na pojedynczej celi spadnie poniżej 2,4V. Oczywiście w celu poprawnej pracy układ pracuje z odpowiednimi histerezami. Napięcie ponownego startu ładowania wynosi dla wspomnianego układu 4,05V, a dalsze rozładowanie jest możliwe, gdy napięcie celi wzrośnie do 3V. W przypadku szeregowo połączonych akumulatorów o odcięciu zasilania przez układ BMS decyduje najsłabsze ogniwo. Napięcie zadziałania układu BMS kontrolującego górne napięcie akumulatora jest o kilkadziesiąt mV wyższe niż napię-



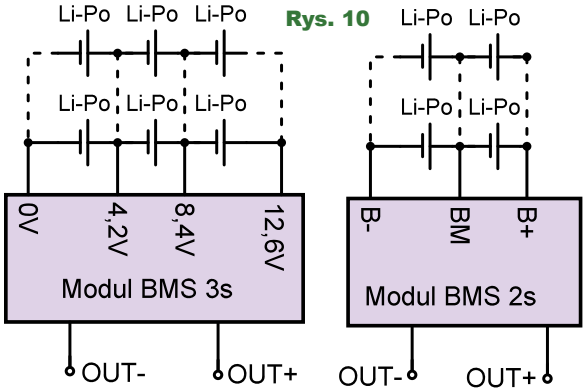
Fot. 9



Rys. 7



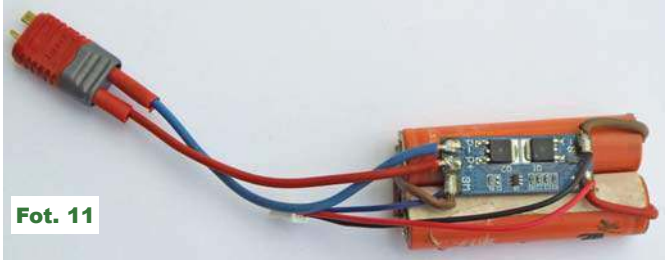
Fot. 8

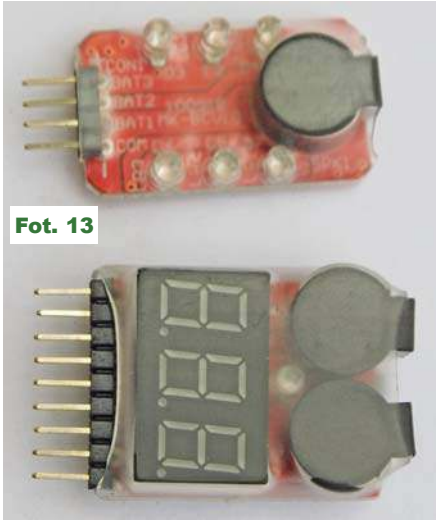


Rys. 10



eprasa.pl b02520071f


Fot. 11


Fot. 13

cie nominalne akumulatora. Przykładowy schemat podłączenia modułu BMS pokazany jest na **rysunku 10**. Układ umożliwia ładowanie akumulatorów połączonych równolegle, co oznaczono za pomocą przerywanych linii na rysunku 10. W przypadku łączenia równoległego akumulatorów autor najpierw łączy je przez rezystor o wartości kilkudziesięciu omów, by wyrównać ich napięcia, a dopiero po pewnym czasie łączy je bezpośrednio ze sobą.

Układy BMS współpracują z balanserem, który musi być zasilany z zasilacza z ograniczeniem prądowym. Stosowanie układu BMS nie zwalnia ze stosowania balansera, ale zapewnia dodatkowy stopień ochrony. Do ładowania więcej niż jednego akumulatora najczęściej wykorzystuje się układ HY2213. Liczba wykorzystanych układów HY2213 zależy od liczby akumulatorów. Układ balansera ogranicza napięcie ładowania do napięcia w pełni naładowanego akumulatora. Autor z opisanych modułów tworzy pakiety do zasilania modeli i elektronarzędzi – **fotografia 11**.

## Akumulatory litowe

Najczęściej stosowanymi akumulatorami litowo-jonowymi są akumulatory Li-Ion w obudowie 18650. Akumulatory tego typu łączone są bardzo często w pakiety. W warunkach amatorskich najprościej montować je w specjalnych koszykach – **fotografia 12**. W zastosowaniach profesjonalnych najczęściej łączy się je w pakiety, wykorzystując technikę zgrzewania. Autor lutuje akumulatory za pomocą przewodów o dużych przekrojach, używając topnika Alumweld Chrome i stopu Lichtenberga z niewielkim dodatkiem cyny ołowiowej. Nadmiar topnika należy zmyć alkoholem, gdyż działa on korozyjnie. Temperatura lutownicy nie powinna przekraczać 140–150°C, a sam proces lutowania powinien być przeprowadzony możliwie szybko. Podczas przygotowania stopu cyny ze stopem Lichtenberga temperatura grota musi być na tyle wysoka, aby stopić stop lutowniczy.

Do łączenia akumulatorów warto używać przewodów o dużych przekrojach w izolacji silikonowej, stosowanych w modelarstwie. Do podłączania pakietu do zasilanego urządzenia dobrze nadają się złącza modelarskie. Stosowanie takich złączy uniemożliwia odwrotne podłączenie akumulatora. Tak wykonane pakiety zabezpiecza się rurką termokurczliwą, pod którą warto zastosować cienką piankę używaną do zabezpieczania elementów elektronicznych podczas transportu.

Oddzielnym problemem jest kupno akumulatora. Fantazja producentów nie zna w tym temacie granic. Deklarują oni pojemność ogniw w obudowach 18650 na poziomie od 3200 do 6000, a nawet ponad 9000mAh. Pomiary pokazują jednak, że tanie ogniwa mają pojemność na poziomie około 650mAh (akumulatory w pełni naładowane, rozładowywane do 3V) – **fotografia 13**. Co ciekawe, pojemność większą od takich podróbek mają używane, kilkuletnie nawet akumulatory tego typu, stosowane w laptopach, o ile tylko laptop jest w stanie pracować na nich choć kilkanaście minut...

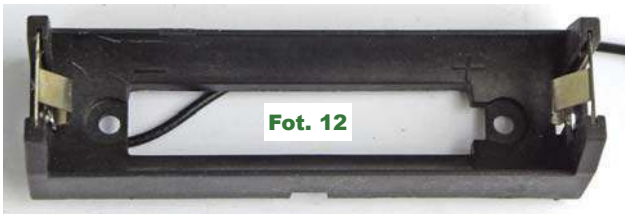
Chlubnym wyjątkiem są akumulatory firmy Liitokala, które mają rezystancję wewnętrzną około 30 miliomów i pojemność na poziomie 2,5Ah. Warto zawsze kupić jeden egzemplarz na próbę, a dopiero po sprawdzeniu resztę potrzebnych akumulatorów.

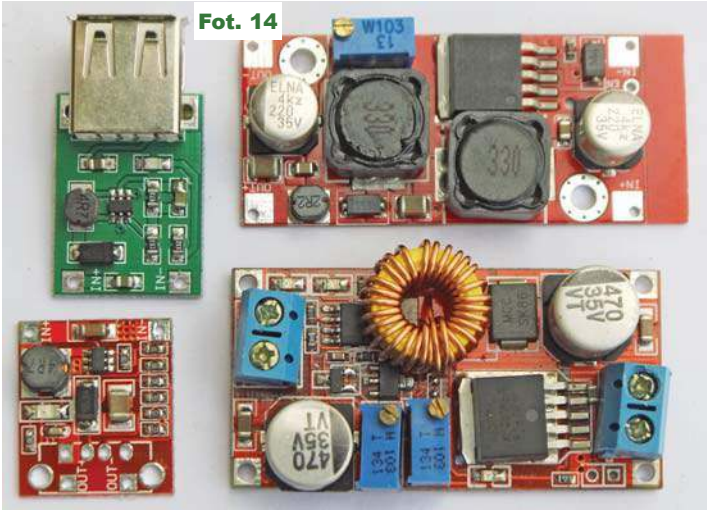
W niektórych zastosowaniach warto dolutować do pakietu akumulatorów kondensator elektrolityczny o pojemności kilku tysięcy mikrofaradów o niskiej impedancji wyjściowej. Zwiększa on chwilową wydajność prądową pakietu np. w momencie uruchomienia elektronarzędzia lub startu modelu, gdy pobór prądu jest zwiększony.

## Układy pomocnicze

Najbardziej przydatnymi układami pomocniczymi są moduły monitorujące zasilanie. Wykonuje się je jako mierniki cyfrowe, pokazujące liczbę cel akumulatora litowego oraz napięcie na poszczególnych celach lub sygnalizujących akustycznie niskie napięcie na pojedynczej celi. Takie rozwiązanie szczególnie dobrze nadaje się do kontroli niezbyt głośnych modeli i często zapobiega możliwej utracie modelu – **fotografia 14**.

**Rafał Orodziński, SQ4AVS**
sq4avs@gmail.com


Fot. 12


Fot. 14



eprasa.pl b02520071f

# Wynalazki i wynalazcy

Na wstępie chcę wyjaśnić, dlaczego postanowiłem zająć się tematem wynalazców i ich wynalazków: około dziesiątego roku życia zacząłem interesować się techniką. Czytałem więc wszystkie dostępne pisma z artykułami na ten temat. Najczęściej były to: „Młody Technik", „Horyzonty Techniki", „Radioamator" i „Problemy". Próbując zrozumieć działanie różnych urządzeń, starałem się dowiedzieć, kto i dlaczego je skonstruował. Dowiedziałem się, że żarówkę wynalazł Edison i Łodygin, radio Marconi i Popow, telefon Bell itd. W tamtych czasach na skutek ideologii narzuconej przez ZSRR większość wynalazków przypisywano Rosjanom. Twierdzono nawet, że Nobel swój wynalazek (dynamit) oparł na pracach rosyjskiego chemika N.N. Zinina.

O ile o wspomnianych wynalazkach pisano dość często, to o Nikoli Tesli wiadomo było tylko, że był serbskim inżynierem elektrykiem, który wynalazł transformator rezonansowy wysokiego napięcia, zwany potocznie transformatorem Tesli. Niektóre pisma podawały, że Tesla był Chorwatem, a inne kojarzyły go z Czechami.

Historyczne zmiany zaczęły powoli weryfikować wiele spraw, także sprawę wynalazczości. Zaczęły się pojawiać uaktualnione biografie i artykuły demaskujące zafałszowaną historię. Ostatecznym bodźcem do napisania tego artykułu było *częste nazywanie Edisona „największym wynalazcą na świecie"*. Ponieważ zdobyłem kilka solidnych opracowań na temat wynalazków, m.in. biografię Tesli oraz dość dokładny opis poczynań Edisona i innych wynalazców, postanowiłem przekazać Czytelnikom zdobyte wiadomości.

**Thomas Alva Edison (1847–1931).** Według danych z wielu źródeł był autorem ponad 1000 patentów, wynalazcą żarówki, fonografu, kinetoskopu i akumulatora żelazowo-niklowego. Odkrył emisję termoelektronową (przypadkowo), nie widząc dla niej zastosowania, opracował ekran fluorescencyjny do wyświetlania obrazu rentgenowskiego. W latach 1881–82 zbudował w Nowym Jorku pierwszą na świecie elektrownię do użytku publicznego.

Miał być genialnym samoukiem i już jako 16-latek uznanym specjalistą od telegrafów, w których dokonał wiele ulepszeń, za które otrzymał 40 000 dolarów. Tymczasem Edison był przede wszystkim biznesmenem i jego nadrzędnym celem było uzyskiwanie jak największych zysków. Dużo zarabiał na ulepszaniu innych wynalazków, np. za ulepszenie telefonu Bella jego firma otrzymała 100 000 dolarów. Jego największym osiągnięciem (oprócz zbudowania elektrowni) była tzw. fabryka wynalazków. Edison założył laboratorium, w którym zatrudniał dużą grupę inżynierów z różnych dziedzin i zlecał im dokładne opracowanie swoich pomysłów. Gdy pomysł został opracowany i wypróbowany praktycznie, zgłaszał go do Urzędu Patentowego jako swój wynalazek. Samodzielne wynalazki zostały wymienione wcześniej, z wyjątkiem żarówki.

**Edison nie wynalazł żarówki!** Nad żarówką pracowali wcześniej A. Sawyer i Man oraz J. Swan. Prawdziwym wynalazcą żarówki był angielski fizyk i chemik Swan, który ją opatentował w 1860 r. jako „żarowe źródło światła". Żarówka była jednak prądożerna i miała krótką żywotność. Przez kilka lat Swan ją ulepszał i opatentował w 1878 r., również jako żarowe źródło światła. Edison skopiował żarówkę Swana, troszkę ją ulepszył i w roku 1879 zgłosił w Urzędzie Patentowym jako „elektryczną lampę żarową". Aby uniknąć wojny procesowej o patenty, obaj wynalazcy zawarli porozumienie. Kilka lat później stworzyli nawet wspólną firmę „Edison & Swan United Elektric Light Company", którą powszechnie nazywano „Ediswan".

W roku 1890 rosyjski elektrotechnik A.N. Łodygin zbudował żarówkę z żarnikiem wykonanym z cienkiego wolframowego drutu. Żarówki Swana i Edisona miały żarniki ze zwęglonego włókna bawełny lub bambusa.

Jeśli chodzi o telefon Bella, udoskonalony później przez Edisona, to rzeczywistość wyglądała inaczej. **Graham Bell nie wynalazł telefonu**. Pierwszy telefon z elektromagnetyczną membraną w mikrofonie (tak było to określane) miał mikrofon zbudowany podobnie jak późniejsza słuchawka. Wynalazł go niemiecki uczony Philip Reis, który zbudował 50 aparatów, zademonstrował ich działanie w 1861 r. i nazwał je telefonami. Aparaty te rozesłał do ośrodków naukowych w Anglii i USA, lecz nie zdążył ich opatentować, gdyż w 1874 roku zmarł.

Niektóre elementy z aparatu Reisa wykorzystał w swoim telefonie Bell. Jeszcze wcześniej, bo już w latach 1850–52, nad telefonem pracował Włoch A. Meucci i samodzielnie wykonał ok. 30 modeli. Z przyczyn zdrowotnych i finansowych wszystkie aparaty sprzedał, ale przed śmiercią zdążył jeszcze opatentować wynalazek, już w roku 1871. W roku 2002 Kongres Stanów Zjednoczonych uznał pierwszeństwo A. Meucciego w wynalezieniu telefonu.

A teraz kilka słów o zbudowanej przez firmę Edisona elektrowni, która wykorzystywała prąd stały.

Dynama wytwarzające prąd stały miały dość prostą konstrukcję, nie miały automatycznej regulacji napięcia ani zabezpieczenia przed przeciążeniem. Linie energetyczne były montowane na drewnianych słupach i tworzyły plątaninę grubych przewodów. Wszystko to powodowało częste awarie, co wymagało posiadania przez firmę Edisona sprawnej ekipy remontowej. Prąd stały nie podlega prostej transformacji, więc aby uniknąć stosowania bardzo grubych przewodów przesyłowych, każda dzielnica, a nawet każdy zakład musiał mieć własną elektrownię, napędzaną silnikiem parowym. Edison był tak przekonany o wyższości prądu stałego nad zmiennym, że wszelkimi, często nieuczciwymi, metodami zwalczał każdego, kto próbował prąd zmienny stosować. Przekonanie to jedno, a drugie to fakt, że on posiadał patenty dotyczące tylko prądu stałego, a patenty na systemy i urządzenia prądu zmiennego mieli inni, w tym Westinghouse.

Oto dwa z wielu nieuczciwych posunięć przedsiębiorcy Edisona:

1. Młody Nikola Tesla po przyjeździe do Nowego Jorku w 1884 r. został zatrudniony w firmie Edisona przy naprawie często psujących się prądnic. Tesla, znając wady konstrukcyjne dynam, zasugerował Edisonowi, że można je udoskonalić, co zwiększy ich sprawność i niezawodność. Edison zaproponował mu 50 000 dolarów za dokonanie tego. Tesla przez blisko rok przerabiał 24 dynama, w których zastosował m.in. regulatory napięcia wg swego opatentowanego pomysłu. Gdy zgłosił się po umówioną zapłatę, Edison wyśmiał go, mówiąc, że to był żart i że może dać mu 10 dolarów podwyżki. Tesla natychmiast rozstał się z Edisonem i zaczął samodzielnie realizować ideę stosowania prądu zmiennego.

2. Edison w zwalczaniu konkurencji posługiwał się często bardzo podłymi, wręcz bandyckimi, metodami. Przykład to finansowe wspieranie niejakiego Harolda Browna, który w bestialski sposób uśmiercał prądem zmiennym psy, koty, konie a nawet słonia. Z tych egzekucji robił „spek-



eprasa.pl b02520071f

takle", aby udowodnić, jak wielkie niebezpieczeństwo stwarza taki prąd. Edison także gorliwie, choć nieoficjalnie, wspierał zastosowanie prądu zmiennego przy egzekucjach skazańców. Egzekucja wykonana w 1890 r. na W. Kemmlerze okazała sie wielką porażką tego pomysłu. Trwała długi czas, spowodowała niewyobrażalne męczarnie skazańca i skończyła się jego „usmażeniem". Były to elementy tzw. wojny prądów (*current war*), co miało nie dopuścić do upowszechnienia dużo lepszych sieci prądu zmiennego i utraty zysków przez Edisona.

W roku 1892 na skutek nieuczciwych posunięć, w tym również przekupstwa urzędników, Edison został usunięty z zarządu firmy Edison General Electric (EGE), którą sam stworzył. Przyczynił się do tego największy bankier, który miał 61% udziałów w EGE, John Pierpont Morgan. Na upadek Edisona wpłynął też inny potentat przemysłowy, George Westinghouse, z którym Edison toczył bezpardonową walkę. Po usunięciu nazwiska z logo firmy pozostało tylko „General Electric". Jeszcze przez wiele lat Edison prowadził swoją działalność, ale jego pozycja wyraźnie słabła i nie mógł już szkodzić postępującej elektryfikacji prądem zmiennym.

Do upadku Edisona przyczynił się również brak wykształcenia oraz bezwzględny i samolubny charakter.

**Nikola Tesla (1856–1943)**. Serbski inżynier elektryk, z później przyznanym tytułem doktora, to nie tylko moim zdaniem największy, błyskotliwy wynalazca, jaki do tej pory pojawił się na świecie. Był autorem 112 patentów oraz twórcą wielu pomysłów i opracowań, które o ponad 100 lat wyprzedziły jego epokę. Do jego najważniejszych wynalazków należą: prądnica prądu zmiennego, odkrycie w 1882 r. wirującego pola magnetycznego, metoda dystrybucji i zmieniania prądu zmiennego, silnik indukcyjny prądu zmiennego, bateria słoneczna, piromagnetyczny generator elektryczny, licznik elektryczny, miernik częstotliwości, prędkościomierz, aparatura do wytwarzania prądu o wielkich częstotliwościach, turbina, produkcja kondensatorów elektrycznych, cewek i podobnych urządzeń, metoda powietrznej transmisji.

Tesla jest twórcą urządzenia do wytwarzania wysokiego napięcia o bardzo wysokiej częstotliwości, wytwarzającego napięcie milionów woltów, zwanego cewką lub transformatorem Tesli. Wspólnie z Roentgenem pracował nad promieniami X i często prześwietlał własną głowę (prześwietlił nawet Marka Twaina). Opracował model żarówki znacznie lepszej od żarówki Edisona oraz turbinę bezłopatkową o dużej sprawności. Pracował nad telefonem bezprzewodowym i opracował produkcję prądu jedno- oraz dwufazowego. Opracowaną w 1882 r. teorię wirującego pola magnetycznego usiłował podważyć włoski profesor Galileo Ferrari. Twierdził, że to on odkrył wirujące pole magnetyczne, lecz okazało się, że swoje badania prowadził w 1885 r., trzy lata po Tesli.

Prawdziwość i pierwszeństwo wynalazku Tesli potwierdzili dwaj wybitni naukowcy z dziedziny fizyki i elektryczności: Charles Steinnetz i Michael Pupin. Odkrycie wirującego pola magnetycznego pozwoliło na budowanie wielofazowych silników indukcyjnych, a wynalezienie prądu wielofazowego i opracowanie metody przesyłania go na duże odległości przyspieszyło rozwój energetyki o kilkadziesiąt lat.

Doświadczenia z rurą jarzeniową (lampą próżniową) zasilaną prądem o wysokim napięciu są uznane za wstęp do opracowania falowodu stosowanego w technice mikrofalowej. Tesla opracował i wykonał prototyp lamp jarzeniowych, lecz ich nie opatentował. Jego badania nad wpływem wysokiego napięcia o wysokiej częstotliwości na karborundowy element, znajdujący się w szklanej bańce z bardzo rozrzedzonym gazem, zainspirowały później do prac nad mikroskopem elektronowym.

Tesla budował cewki zasilane prądem w.cz., w których topił ołów i rozżarzał żelazne przedmioty. Badając promienie X, odkrył ich wielką szkodliwość dla ludzkiego organizmu i opracował metodę zabezpieczania przed nimi. Dzięki jego badaniom zaczęto używać ołowianych ekranów.

Badania Tesli nad stosowaniem zakodowanych sygnałów do sterowania urządzeniami, nad obwodami logicznymi i nad stosowaniem kombinacji sygnałów sterujących są uznane za wstęp do techniki komputerowej. Te prace zostały opisane w patentach pochodzących z roku 1903 r.

Tesla opracował i opatentował sposób zmniejszania oporności przewodnika przez chłodzenie go skroplonym powietrzem, co doprowadziło do odkrycia zjawiska nadprzewodnictwa. Przewidywał produkcję samolotów bezzałogowych sterowanych zdalnie oraz automatycznych inteligentnych samochodów.

Przewidywał powstanie inteligentnych samosterujących pocisków wysyłanych na tysiące mil. Wynalazł i skonstruował aparat do elektroterapii. Był pomysłodawcą latającej maszyny pionowego startu i przewidział produkcję silników odrzutowych. W 1917 r. opracował podstawy działania radaru pulsacyjnego. Pracował nad sterowaniem pojazdami za pomocą fal radiowych, na co uzyskał patent w roku 1898. Na łączność radiową zgłosił patent w roku 1897, ale otrzymał go dopiero trzy lata później. Jednym z opatentowanych pojazdów zwanych teleautomatami był model łodzi podwodnej wykonanej z metalu i sterowanej pilotem.

Model wyposażony był w baterie zasilające i odbiornik sterujący poszczególnymi mechanizmami oraz oświetleniem. Łódź miała zabezpieczenia uniemożliwiające przejęcie nad nią kontroli przez osobę niepowołaną. Specjalny obwód pracujący na dwóch częstotliwościach rozpoznawał sygnał z transmitera, co uniemożliwiało uruchomienie łodzi przez intruza. Podobny system jest stosowany obecnie.

Jednym z najważniejszych wynalazków oprócz prądnicy prądu zmiennego dwufazowego oraz silników na prąd zmienny było radio. Nad radiem i falami radiowymi pracowali również Hertz, Popow, O. Lodge i Marconi.

Nikola Tesla opublikował urządzenie nadawczo-odbiorcze, które zademonstrował w 1895 r. w St. Louis. Urządzenie składało się z dwóch zestawów:

- nadajnika iskrowego o mocy 5kW, anteny, uziemienia i obwodów strojonych,
- odbiornika mającego również antenę i uziemienie, obwody strojone rezonansowe, a jako wskaźnik odbieranego sygnału służyła lampa jarzeniowa. Odległość między zestawami wynosiła 10m. Po włączeniu nadajnika do prądu i zestrojeniu obwodów rezonansowych lampa jarzeniowa w odbiorniku zaczynała jasno świecić.

Eksperymenty podobne do tych Tesli przeprowadzał Anglik O. Lodge, który w roku 1894 za pomocą nadajnika iskrowego i odbiornika z podłączonym telegrafem uzyskał łączność na odległość 140m.

W roku 1896 G. Marconi na sprzęcie skopiowanym ze sprzętu O. Lodge'a i N. Tesli przeprowadzał w Londynie pokazy łączności radiowej. Marconi w 1900 r. uzyskał patent na łączność radiową i przez wiele lat starał się udowodnić, że to on, a nie Tesla, wynalazł łączność radiową. Marconi na przełomie XIX i XX wieku miał znaczne wpływy w kręgach biznesowo-politycznych i dlatego w roku 1908 dostał Nagrodę Nobla za skonstruowanie radia.

Jednak choćby tylko takie fakty, jak opracowana w 1893 r. zasada elektrycznego strojenia i rezonansu czy też opatentowana w 1898 r. zasada sterowania radiem pojazdów, dobitnie pokazują, że to Tesla wynalazł radio 7 lat przed Marconim. Prawda w końcu została ujawniona w roku 1943. Sąd Najwyższy Stanów Zjednoczonych oficjalnie uznał, że to Tesla pierwszy wynalazł radio. Z dostępnych wiarygodnych źródeł jasno wynika, że Marconi był plagiatorem wynalazku Tesli – po prostu go ukradł.



eprasa.pl b02520071f

Tesla często powtarzał, że jego jedyną wielką miłością jest prąd zmienny i zjawiska z nim związane. Warto więc przedstawić jego dokonania w tej dziedzinie.

Po rozstaniu z Edisonem w 1885 r. przy poparciu kilku inwestorów założył firmę pod swoim nazwiskiem. W tej firmie opracował i opatentował nowe, prostsze, tańsze i bardziej niezawodne typy lamp łukowych. Były one powszechnie stosowane do oświetlania ulic i fabryk, więc Tesla zarobił trochę pieniędzy. Niestety po roku został bez pracy. W 1887 r. nawiązał kontakt z dyrektorem Zachodnich Linii Telegraficznych A.K. Brownem, który był również orędownikiem stosowania prądu zmiennego. Przy jego wydatnej pomocy powstała firma Tesla Electric Company, w której zaczął realizować swoje pomysły dotyczące prądu zmiennego. Wkrótce zgłosił patenty na wielofazowy system prądu zmiennego oraz na różne rodzaje silników na prąd zmienny, w tym na silnik jednofazowy z fazą pomocniczą.

W roku 1888 Tesla zaczął współpracę z potentatem przemysłowym George'em Westinghouse'em. Był on właścicielem firmy produkującej urządzenia kolejowe oraz autorem ok. 400 wynalazków. Wynalazł stosowany do dziś hamulec pneumatyczny, zwrotnicę umożliwiającą pociągom zmianę torów podczas jazdy oraz wymyślił produkcję taśmową. W 1886 r. Westinghouse uruchomił pierwszą elektrownię prądu zmiennego w Buffalo w stanie Nowy Jork i starał się rozwijać przemysł elektrotechniczny. Produkował generatory prądu zmiennego, transformatory oraz przyrządy elektrotechniczne o różnym przeznaczeniu. Jeśli chodzi o transformator, to został on wynaleziony w latach 1878–79 przez Francuza L. Gaularda i Anglika J. Dixona, a Westinghouse jedynie odkupił od nich patent.

Początkowo silniki skonstruowane przez Teslę nie chciały pracować. Okazało się, że Tesla zaprojektował silnik na prąd o częstotliwości 50–60Hz a Westinghouse produkował prąd o częstotliwości 133Hz. Gdy generatory zostały przestawione na 60Hz, silniki mogły spełniać swoje zadanie.

Silniki konstruowane przez Teslę miały wirniki z nabiegunnikami z magnesów trwałych lub z elektromagnesów zasilanych prądem stałym. Tesla we współpracy z Westinghouse'em opracował metodę przysyłania prądu na duże odległości przy użyciu transformatorów.

Jednym z młodzieńczych marzen Tesli było zbudowanie hydroelektrowni m.in. na Niagarze, a podobne marzenie miał również Westinghouse. Gdy w 1886 roku powstał pomysł zbudowania elektrowni na Niagarze, rozpoczął się wyścig o zezwolenie. Ubiegał się o nie również Edison, lecz jego system prądu stałego nie miał szans. Pozwolenie na budowę otrzymali w 1893 r. Westinghouse i Tesla, gdyż zwyciężyła ich koncepcja stosowania prądu trójfazowego. Budowa elektrowni na Niagarze trwała od roku 1893 do 1896. Elektrownia ta dostarczała prąd o mocy ok. 40MW i częstotliwości 25Hz.

Do otrzymania zezwolenia pośrednio przyczynił się z pochodzenia Polak, Michał Doliwo-Dobrowolski, który w tym czasie był dyrektorem berlińskiej fabryki AEG i twórcą systemu trójfazowego. Oto parę związanych z nim informacji: W latach 1888–91 skonstruował pierwszą na świecie prądnicę prądu trójfazowego. Skonstruował i opatentował kilka odmian transformatorów trójfazowych oraz różne modele silników trójfazowych. Pierwszy na świecie silnik trójfazowy wynalazł i opatentował w 1889 r. Najlepszym z wynalezionych silników okazał się silnik trójfazowy ze zwartym wirnikiem, tzw. silnik klatkowy, który oprócz prostej konstrukcji ma też duży moment obrotowy. Poza tym skonstruował i opatentował fazomierz i wprowadził pojęcie współczynnika mocy cosΦ. Jest uznany za twórcę nowoczesnej energetyki, za co otrzymał wiele prestiżowych odznaczeń oraz dyplom doktora honoris causa.

Mogą pojawić się wątpliwości, dotyczące wynalezienia prądu trójfazowego i transformatorów trójfazowych. Jedne źródła podają, że wynalazł je dr Doliwo-Dobrowolski, a inne, że Tesla. Jednak większość opisów na temat Tesli mówi, że zajmował się prądem jedno- i dwufazowym. Udokumentowane patentami wynalazki dr. Michała Doliwo-Dobrowolskiego potwierdzają, że to on wynalazł system prądu trójfazowego.

Natomiast mówiąc o największych dokonaniach Tesli, nie wolno pominąć doświadczeń przeprowadzonych w Colorado Springs oraz zbudowanej na Long Island wieży zwanej Wardenclyffe (a także wieżą Tesli). Z wieży zbudowanej w 1899 r. w Colorado Springs, wyposażonej m.in. w olbrzymi generator wysokiego napięcia i częstotliwości (olbrzymia cewka Tesli), uzyskiwał napięcia rzędu 12 milionów woltów. Tam wytwarzał sztuczne pioruny o długości 40m i pioruny kuliste o wielkości nawet dużego jabłka lub grejpfruta, które przeskakiwały na duże odległości. Nikomu do tej pory nie udało się stworzyć pioruna kulistego, a największa sztucznie wytworzona i udokumentowana kulka plazmy miała średnicę kilku milimetrów. Podczas jednej z przeprowadzonych prób generator zasilający wieżę stopił się w bryłę metalu.

Wieża służyła do badań nad bezprzewodowym przesyłaniem energii elektrycznej oraz sygnałów elektromagnetycznych o mocy do 300kW. Podczas tych badań odkrył falę stojącą oraz próbował obliczyć częstotliwość rezonansu Ziemi.

W 1900 roku Tesla zaczął czynić przygotowania do budowy drugiej wieży ulokowanej na Long Island i nazwanej Wardenclyffe.

Miała ona służyć do bezprzewodowego przesyłania energii elektrycznej o olbrzymiej mocy. Sama kopuła o średnicy ok. 18m miała być pokryta miedzianą blachą i ważyła ok. 55 ton.

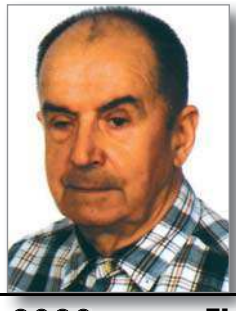
Gdy już miało dojść do uruchomienia, główny sponsor J. Pierpont Morgan nagle wstrzymał fundusze. Choć Tesla zdążył wyposażyć wieżę w niezbędne urządzenia, dalsze prowadzenie doświadczeń wymagało jeszcze dofinansowania. Prace stanęły. Po 1910 roku wieża zaczęła być rozkradana, a w 1912 wysadzono ją dynamitem.

Istnieje niepotwierdzona hipoteza, że Tesla raz uruchomił wieżę pełną mocą w 1908 r. W liście do redakcji „Timesa", w dniu 21.06.1908 r. napisał, że „w przyszłości działania wojenne powinny być prowadzone z użyciem fal elektromagnetycznych i to może być skuteczne narzędzie destrukcji". Dziewięć dni później na Syberii w pobliży rzeki Podkamienna Tunguska nastąpiła niewyobrażalnie wielka eksplozja nazwana katastrofą tunguską. Do tej pory nie wyjaśniono do końca przyczyn tej katastrofy. Mówi się o meteorycie, ale niektórzy są zwolennikami hipotezy, że to Tesla przetestował swój wynalazek.

W roku 1931, z okazji 75. rocznicy urodzin Tesli, wielu naukowców, w tym laureatów Nagrody Nobla, przyznało oficjalnie, że prace Tesli i jego wynalazki mocno wpłynęły na ich pracę naukową.

Wielkie słowa uznania dla Tesli wyraził m.in. Lee De Forest (wynalazca lampy elektronowej – triody), a Einstein pogratulował wkładu w dziedzinie prądów w.cz. Wielu uczonych oficjalnie uznało Teslę za największego wynalazcę na świecie i w całej historii. Dodatkowym uhonorowaniem Tesli było odsłonięcie w pobliżu wodospadu Niagara jego pomnika (1906 r.).

Po przedstawieniu nawet bardzo skrótowo sylwetki Tesli i jego dokonań wyraźnie widać, że przy nim Edison i Marconi to tylko „karzełki". Jeśli ktoś chciałby dokładniej poznać życiorys Tesli i historię wojny prądów, to polecam książki: „Nikola Tesla. Władca piorunów" oraz „Ostatnie dni mroku".



**Jerzy Szymański**
j.szymanski@wp.eu



eprasa.pl b02520071f

## AVT PSE 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 handlowy: AVTPSE
80 zł

## EDW A09 KPL Elektroniczny zestaw edukacyjny dla początkujących

Zapraszamy wszystkich do fascynującej przygody, jaką jest zgłębianie tajników elektroniki! Dla tych, którzy chcieliby rozpocząć kurs, przygotowaliśmy kompletny zestaw, w praktycznym pudełku.

Komplet zawiera:

- Pudełko narzędziowe
- Zestaw EdW09, zawierający płytkę stykową oraz wszystkie elementy, jakie będą potrzebne do wykonania kilkunastu projektów z PKE.
- AVT3072 C - Zasilacz płytek stykowych
- Zasilacz impulsowy 12V/1.4A
- Płyta CD z kompletem materiałów (wszystkie części kursu)

kod handlowy:
EDWA09KPL
80 zł

# 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

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

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

| **e-prenumerata** roczna | **e-prenumerata** dwuletnia |
|---|---|
| **111,00 zł** | **199,80 zł** |
| **2 e-wydania gratis** | **6 e-wydań gratis** |

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

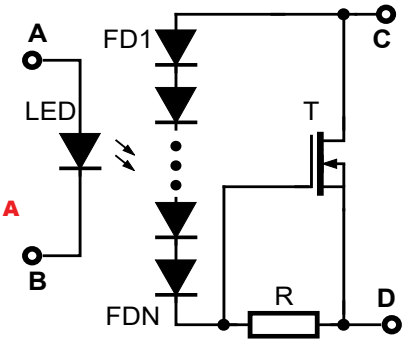

eprasa.pl b02520071f

# Jak to działa

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

**Jak działa i do czego służy taki układ?**

Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem
**Jak1**,
należy nadsyłać w terminie 45 dni
od ukazania się tego numeru EdW.
Nagrodami w konkursie będą
kity AVT

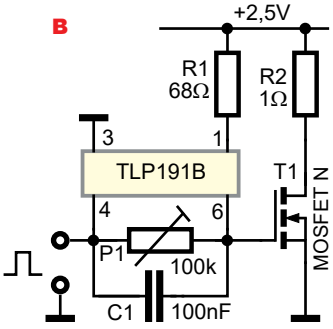


Rysunek A

## Rozwiązanie zadania Jak to działa z EdW 9/2019

W numerze 9/2019 przedstawiony był nieskomplikowany układ z MOSFET-em i transoptorem, pokazany na **rysunku B**.

***Jest to układ pozwalający w pełni otworzyć tranzystor MOSFET impulsem napięcia o niedużej wartości, mniejszej niż napięcie progowe $U_{GSth}$.***




Ten zaskakujący pomysł był opisany w roku 2014 w czasopiśmie „EDN" w artykule: *Simple Circuit Overcomes MOSFET Gate-Threshold Voltage Challenge*, który dziś można znaleźć między innymi na stronie: *www.electronicdesign.com/power/simple-circuit-overcomes-mosfet-gate-threshold--voltage-challenge,* w skrócie: *https://bit.ly/34ZxOmV.*

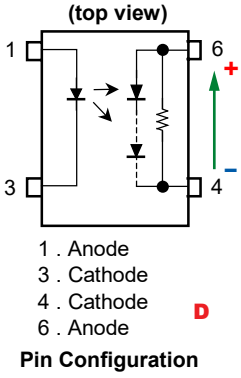
Idea jest interesująca, jednak podczas rysowania oryginalnego schematu, pokazanego na **rysunku C**, wkradł się błąd. Mianowicie rysownik zaznaczył biegunowość kondensatora C1. Po pierwsze, jest to kondensator o pojemności 0,1 mikrofarada i nic nie wskazuje, że miałby to być kondensator elektrolityczny.

Po drugie, zaznaczona biegunowość nie zgadza się z biegunowością napięcia z transoptora.

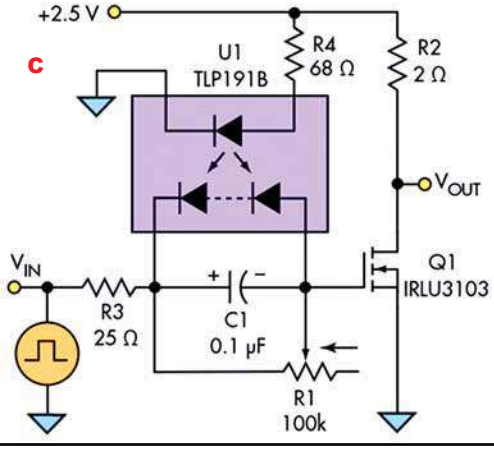
Ta usterka rysunkowa byłaby dużym utrudnieniem przy rozwiązywaniu zadania *Jak to działa?* i dlatego została usunięta.

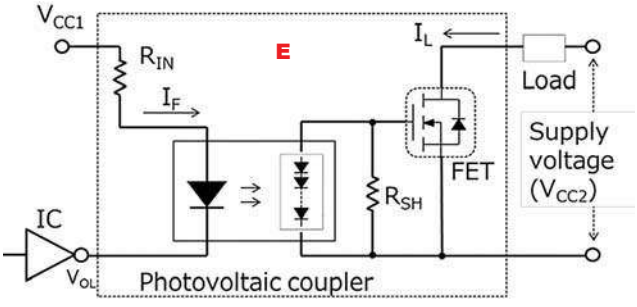
Na rysunku B nie ma zaznaczonej biegunowości napięcia na C1, a za to są numery końcówek transoptora TLP191B. Zamiast symbolu konkretnego MOSFET-a (IRLU3103) jest tylko napis MOSFET N.

Rozwiązywanie zadania należało zacząć od rozszyfrowania, co to za element TLP191B. Okazuje się, że jest to specyficzny transoptor produkcji Toshiba. Każdy transoptor zawiera diodę świecącą i zazwyczaj jest to dioda podczerwona IRED, dzięki czemu napięcie potrzebne do jej zaświecenia jest niewiele wyższe od 1 wolta. Klasyczne transoptory na wyjściu mają albo fotodiodę, pracującą docelowo w kierunku zaporowym, albo (częściej) fototranzystor. W TLP191B w obwodzie wyjściowym pracuje kilka, a raczej kilkanaście fotodiod połączonych w szereg, jak pokazuje pochodzący z katalogu **rysunek D**, gdzie dodatkowo zaznaczona jest biegunowość wytwarzanego przez nie napięcia. Pracują one bowiem nie w kierunku zaporowym, tylko jako fotoogniwa i mogą wytworzyć znaczne napięcie, rzędu 6...10V.



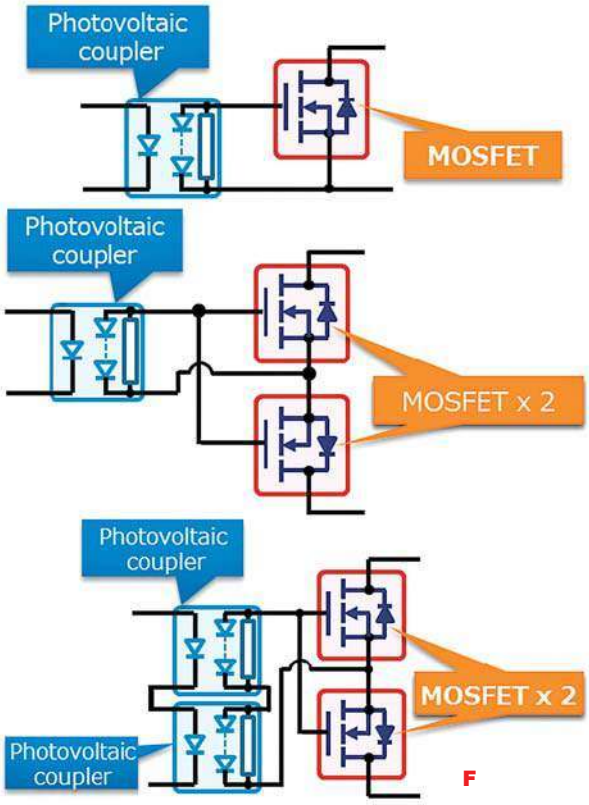

Takie napięcie z powodzeniem wystarczy do otwarcia każdego MOSFET-a. I właśnie do takich zastosowań przeznaczone są tego rodzaju transoptory „fotowoltaiczne". Pochodzący z noty aplikacyjnej Toshiba TLP191B **rysunek E** przedstawia klasyczny przykład wykorzystania transoptora fotowoltaicznego. Pochodzący z tego samego źródła **rysunek F** prezentuje trzy spo-






eprasa.pl b02520071f



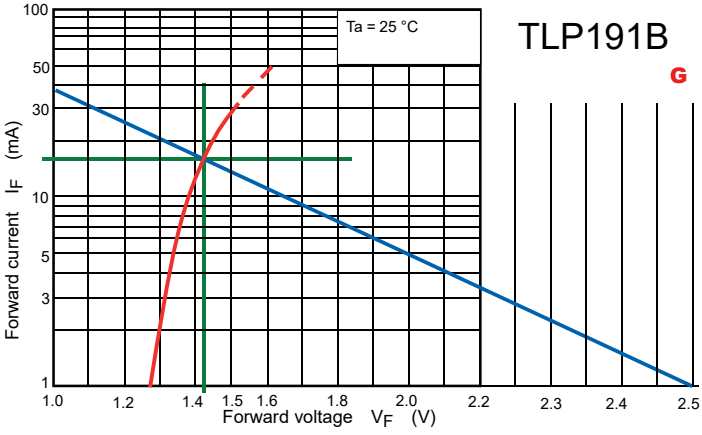

soby wykorzystania transoptorów fotowoltaicznych.

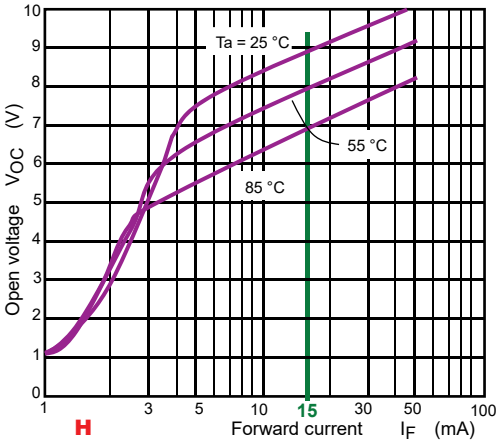
W układzie z rysunku B transoptor TLP191B nie pracuje jednak w swojej klasycznej roli. W tym przypadku fotoogniwo transoptora ma wytworzyć napięcie nieco mniejsze niż progowe napięcie otwierania $U_{GSth}$ współpracującego MOSFET-a. Transoptor pracuje ciągle, zasilany przez rezystor R1. Na pochodzącym z karty katalogowej TLP191B **rysunku G** dorysowane są kolorowe linie, które pokazują, że przy zasilaniu 2,5 wolta i rezystancji R1 = 68Ω, prąd diody LED (IRED) wynosi około 15 miliamperów, a napięcie na niej około 1,43V.

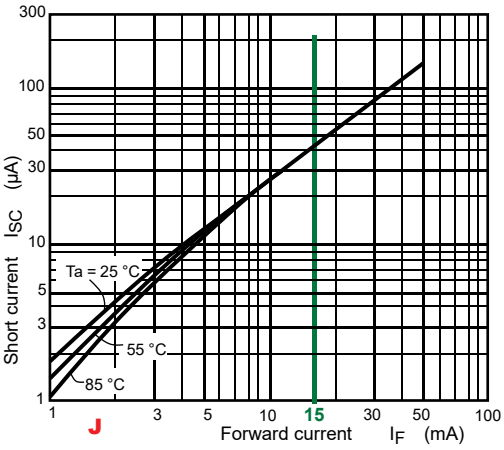
Szereg fotodiod ciągle wytwarza więc napięcie wstępnej polaryzacji bramki. Katalogowy **rysunek H** pokazuje, że przy prądzie diody LED może to być napięcie 7...9V, zależnie od temperatury. W układzie z rysunku B jest ono znacznie mniejsze, a konkretnie trochę mniejsze od napięcia progowego $U_{GSth}$, więc MOSFET jest całkowicie zatkany.

Wartość tego napięcia ustala potencjometr P1. Fotodioda w trybie fotowoltaicznym jest źródłem prądowym o wydajności wprost proporcjonalnej do natężenia światła i o napięciu maksymalnym rzędu 0,5...0,7V, zależnie od temperatury. na **rysunku J** widać wydajność tego źródła prądowego. Jak widać, przy prądzie diody LED 15mA fotodiody wytwarza prąd około 40 mikroamperów. Rezystancja potencjometru P1 zadecyduje, jakie będzie na nim napięcie. Pojemność C1 powinna być duzo większa od pojemności wewnętrznych MOSFET-a, żeby nie spowalniać procesu przełączania.

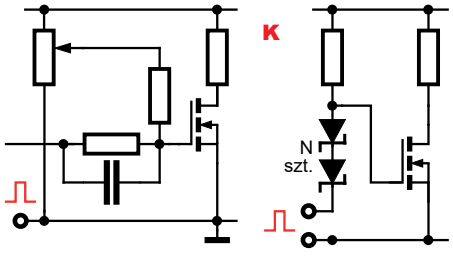
Jeżeli w spoczynku na bramce MOSFET-a panuje napięcie niewiele niższe od progowego $U_{GSth}$, to jest on całkowicie zatkany, ale już niewielki wzrost napięcia, choćby o 1 wolt, spowoduje jego pełne otwarcie. W ten sposób dzięki transoptorowi zmiana napięcia tylko o 1V pozwala sterować MOSFET-em. I takie ma być działanie układu z rysunku B. Zadanie nie było łatwe. Niemniej praktycznie wszystkie nadesłane odpowiedzi były prawidłowe. Dodatkowo trzej uczestników zastanawiało się, na ile takie rozwiązanie ma sens. Prostsze jest rozwiązanie według rysunku E, dodatkowo daje izolację galwaniczną, jednak do zaświecenia diody LED nie wystarczy napięcie 1V. Ale jeżeli izolacja nie jest wymagana i dysponujemy napięciem zasilania 2,5V, to można wykorzystać układ z rysunku E, ewentualnie wykorzystując jeden tranzystor bipolarny zamiast bramki sterującej diodą LED.




Jeden z uczestników zaproponował prostsze schematy za **rysunku K**, które jednak mają istotne wady.




Inny odnalazł źródło (EDN), a po analizie zwrócił uwagę, że napięcie $U_{GSth}$ zmienia się z temperaturą, a *skok napięcia o 1V może się okazać za mały dla MOSFET-ów, które mają małą wartość transkonduktancji przejściowej*.

Książki Wydawnictwa BTC: **Jacek Bogusz, *Moduły GSM w systemach mikroprocesorowych*,** otrzymują:
**Damian Kowalski** – Kraków,
**Michał Danaj** – Warszawa,
**Adam Piasecki** – Żabno.
Wszyscy uczestnicy zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.



eprasa.pl b02520071f

# Stały konkurs: *Co to jest?*

## Zadanie CoTo2001

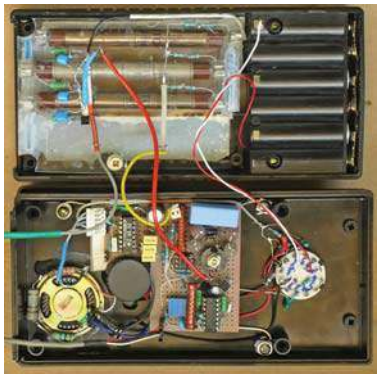
Zadanie konkursowe brzmi: **Co przedstawia zamieszczona obok fotografia?**

Prosimy o krótkie odpowiedzi. Można jednak dołączyć zwięzłe uzasadnienie lub potwierdzenie (dowód) albo też króciutki opis analizy zadania i poszukiwań. E-maile z odpowiedziami należy 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. *CoTo2001Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.

## Rozwiązanie zadania CoTo1910



Fotografia z zadania *CoTo1910* przedstawia „Własny licznik G-M...” Andrzeja Nowickiego, opisany w EdW 3/2019, na str. 19–23.

Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

**Adam Dudek** – Katowice,
**Rafał Makowski** – Łęczyca,
**Henryk Wyziński** – Pyrzyce.

# W najbliższych numerach EdW planujemy

### 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.

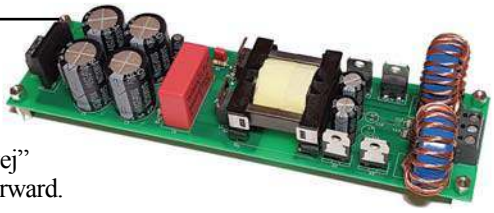
### EdW 3/2020

**Solarna ładowarka akumulatorów**
Bardzo starannie wykonany układ ładowarki solarnej, sterowanej przez mikroprocesor, działającej według koncepcji szeregowego regulatora PWM, może być wzorem i inspiracją do budowy podobnych ładowarek histerezowych i PWM o jeszcze lepszych właściwościach.

### EdW 4/2020

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

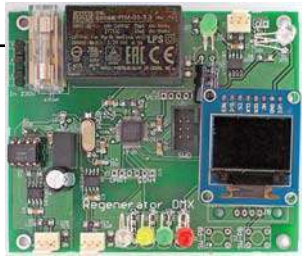
## W kolejce na publikację czekają m.in.:

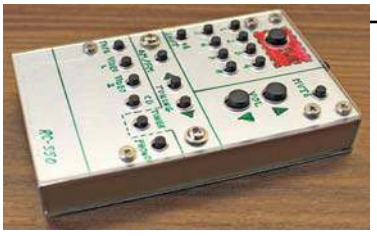


**Simple half-bridge SMPS**
Przykład prostej „dwukierunkowej” przetwornicy forward.

**Wyłącznik nadprądowy**
Interesujący układ automatycznie odłączający obciążenie po wykryciu nadmiernego poboru prądu.

**Regenerator sygnału RS-485**
Opisywany układ nie tylko regeneruje przesyłany sygnał RS-485 (np. DMX), ale też zapewnia izolację galwaniczną.





**STM32L011K4T6 w sprzęcie retro**
Interesujący przykład, jak nowoczesne podzespoły pozwalają przywrócić do pierwotnej świetności kultowe urządzenia retro.



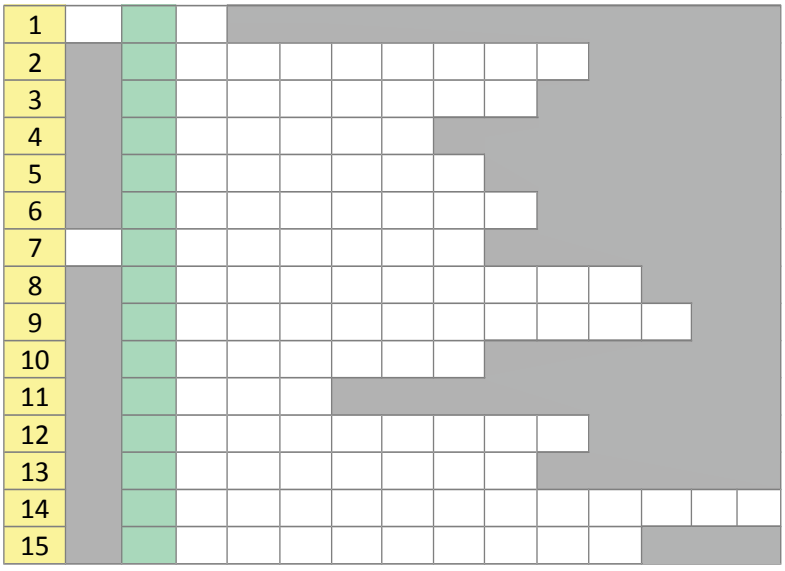
eprasa.pl b02520071f

# UWAGA! Skończył nam sie 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. Uprawnienia elektryczne...
2. Trwałe łączenie elementów elektronicznych.
3. Cząstka elementarna.
4. Anoda i ...
5. Jeździ na prąd po mieście.
6. Podstawowy element elektroniczny.
7. Cewka inaczej.
8. Wynaleziony w latach 40.
9. Lampa...
10. Sprawdza stan, np. temperatury.
11. Jednostka indukcyjności.
12. Przewód fazowy i ...
13. Zjawisko powstawania siły elektromotorycznej na skutek zmiany strumienia magnetycznego.
14. Współistnienie.
15. Suma logiczna.



Autorem krzyżówki jest **Dominik Węclewski** z Solca. **Autor w nagrodę otrzymuje 6-miesięczną prenumeratę EdW**.

AVT stosuje system rabatów dla wszystkich wiernych Czytelników EdW, dokonujących zakupów w sieci handlowej AVT drogą sprzedaży wysyłkowej. Naklejenie na kartonik zamówienia trzech kuponów wyciętych z trzech kolejnych najnowszych wydań EdW uprawnia do: **10% zniżki** na zakup kitów **AVT, TSM, Vellemana, 10% zniżki** na **książki** w ramach Księgarni Wysyłkowej AVT. **Już zakup na sumę 120 zł pozwala zaoszczędzić kwotę równą cenie jednego numeru EdW.** ***Uwaga!***
*Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.*

**Kupon rabatowy EdW 1/2020**

**Kupon rabatowy EdW 1/2020**

**Kupon rabatowy EdW 1/2020**

Rozwiązaniem krzyżówki z EdW 10/2019 jest hasło:
**Prądy wirowe w rdzeniu transformatora**.

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują:
**Damian Szetlak** – Majscowa, **Michał Zięba** – Poznań, **Jarosław Tarnawa** – Zasole.

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. ***Krzyżówka2001Kowalski.*** Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.

**Uwaga! Przysyłając 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 krzyżówki.

R E K L A M A

AVT 1996 Bedlight – sterownik oświetlenia nocnego z czujką ruchu

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

Znajdź nas na

KITy AVT



eprasa.pl b02520071f

# EdW 1/2020 – lista osób nagrodzonych:

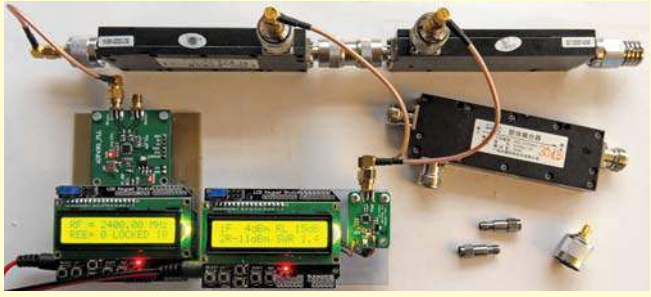
| | | |
|---|---|---|
| Michał Danaj ..... Warszawa | Jerzy Mróz ..... Kamieniec | Grzegorz Świnder ..... Międzychód |
| Adam Dudek ..... Katowice | Adam Piasecki ..... Żabno | Jarosław Tarnawa ..... Zasole |
| Marcin Kot ..... Wrocław | Piotr ..... | Dominik Węclewski ..... Solec |
| Damian Kowalski ..... Kraków | Dawid Placha ..... Rdzawa | Bartłomiej Zaworski ..... Lublin |
| Rafał Makowski ..... Łęczyca | Jacek Rączka ..... Połomia | Henryk Wyziński ..... Pyrzyce |
| Paweł Marchewka ..... Pionki | Sławomir Skrzyński ..... Rypin | Michał Zięba ..... Poznań |
| Jakub Misiorny ..... Warszawa | Damian Szetlak ..... Majscowa | |

**Uwaga!** Jeśli do końca stycznia 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.**

Zajrzyj do interesujących materiałów
## „Świat Radio" 1/20

**System pomiarowy UHF**
W skonstruowanym przez DC5ZM (odwzorowanym przez SP5GNI) systemie pomiarowym poziomu mocy, strat odbiciowych i SWR zostały wykorzystane komercyjne sprzęgacze kierunkowe na częstotliwościach gigahercowych, które ze względu na modyfikacje w telefonii mobilnej, są oferowane po niskiej cenie.



**Program FieldLog**
FieldLog to aplikacja na telefon z androidem, jedna z prac konkursowych PUK 2019 Andrzeja SQ1GU, służąca do logowania łączności z terenowego QTH (w czasie urlopów, wyjazdów na łono natury...). Dzięki niej można łatwo logować łączności podczas aktywacji, a także pracować w zawodach.

**Errare Humanum Est**

W ciągu ostatniego miesiąca nie zgłosiliście żadnych błędów w EdW.

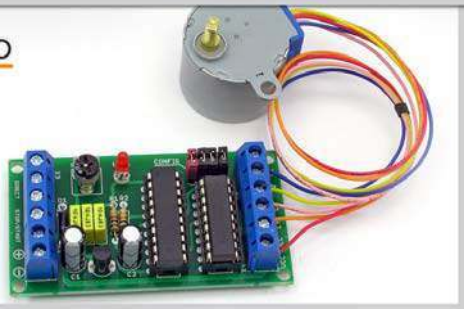
R E K L A M A

AVT 1985 Sterownik unipolarnego silnika krokowego

Nieskomplikowany sterownik silników krokowych, który może znaleźć wiele zastosowań podczas konstruowania układów automatyki lub zabawek. Oprócz prostej konstrukcji układ wyposażony został w użyteczne cechy funkcjonalne.

Znajdź nas na

KITy AVT





eprasa.pl b02520071f

Jesteś zainteresowany zamieszczeniem ogłoszenia w rubryce Market? Skontaktuj się:

**reklama@elportal.pl**
**tel. 22 257 84 64**


EXOR modushop.pl

OBUDOWY DO URZĄDZEŃ AUDIO

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

- aluminiowy panel - szeroki wybór wielkości - personalizacja -

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

www.modushop.pl

brennenstuhl

Seria przedłużaczy HUGO!

antracyt: 1150614114
rubinowy: 1150614174
zielony: 1150614194
żółty: 1150614164
niebieski: 1150614184
biały: 1150614124
fioletowy: 1150614134
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

KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

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

TANIE REGULATORY

DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO

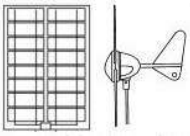
z wbudowanym termostatem pokojowym zapewniającym komfort i oszczędność

REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM

REGULATORY POGODOWE

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

www.pwkey.pl



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

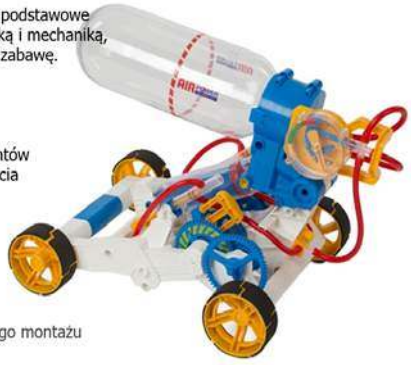
www.gtb-solaris.pl

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

Zbuduj samochód napędzany powietrzem!

Montaż zestawu pozwala poznać podstawowe zagadnienia związane z elektroniką i mechaniką, zapewniając przy tym doskonałą zabawę.

- brak silnika
- brak baterii
- zasięg 50m
- wymiary: 22.7 x 16 x 16 cm
- zestaw składa się z 102 elementów
- rekomendowany od 10 roku życia



**KSR16** - zestaw do samodzielnego montażu
**cena 96zł**

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

Cyfrowy efekt ECHO

**Zestaw do samodzielnego montażu**

Polecamy

Cyfrowy efekt, który można zastosować w systemach audio, karaoke, P.A., zabawkach itp. Na płytce mikrofon i wzmacniacz audio, wyjście głośnika 500mW (8 om, 10% THD). Wymiary: 85x70x20mm, zasilanie 9V.

kod: MK182 velleman Mini kit 62zł

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


eprasa.pl b02520071f

## Strażnik akumulatora samochodowego 12V

Polecamy

**Zestaw do samodzielnego montażu**

Mały obwód, który pozwoli sprawdzić stan akumulatora samochodowego.
Bardzo prosty montaż na płytce drukowanej o wymiarach: 30x20mm

**kod: MK189**

velleman Mini kit

25zł

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

## Waga wisząca PT-506

Idealna do domu, na podróż, na ryby...

- max obciążenie 50 kg
- funkcja tarowania
- kieszonkowe wymiary
- zasilanie CR2032

29zł

EV020

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

## Uniwersalny 100-elementowy zestaw akcesoriów DREMEL (723-100)

Uniwersalny zestaw akcesoriów Dremel zawiera 100 wysokiej jakości oryginalnych akcesoriów Dremel, w tym akcesoria EZ SpeedClic, które można szybko i łatwo wymieniać.
Całość zapakowana w praktyczne i trwałe plastikowe etui.

DREMEL®

**2615S723JA**

**140,20 zł**

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

## Samochód napędzany słoną wodą

H2O TOYS AUTO

**14.50zł**

Wymiary opakowania: 20.5x15x5cm

Edukacyjna zabawka dla dzieci.
Zabawa polega na złożeniu samodzielnie modelu auta i uruchomieniu go za pomocą wody z solą.

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

## Ultradźwiękowy detektor nietoperzy

Zestaw do samodzielnego zlutowania

Detektor przetwarza sygnały nietoperza na słyszalne dla człowieka dźwięki.

Inne zastosowania detektora to wczesne wykrywanie usterek maszyn, silników i elektroniki.
Cecha stereo umożliwia wskazanie źródła pochodzenia dźwięku.

**K8118**

**95zł**

Zestaw polecany wakacyjnym eksploatorom przyrody ;-)

Słuchawki i baterie nie wchodzą w skład zestawu

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

## Precyzyjne cążki boczne Velleman VT301

- do przewodów miedzianych Ø1.6mm
- utwardzane ostrza
- wymiary 55 x 135mm

35zł

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

eprasa.pl b02520071f

# KSR12

Polecamy!

Hydrauliczne ramię robota.
Zestaw do samodzielngo montażu bez lutowania

Model składa się aż z 229 części, dla początkujących entuzjastów techniki będzie nie lada wyzwaniem!

**170zł**

Zasięg ramienia: poziomy: 31.5 cm, pionowy: 41.5 cm

Poznaj zagadnienia i rozszerz wiedzę związaną z inżynierią, matematyką, fizyką i techniką. Hydrauliczne ramię robota niepotrzebuje baterii ani silnika: układ jest w pełni zasilany wodą.

## HYDRAULIC ROBOTARM

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

Zestaw serwisowy **VTSA**
do czyszczenia płytek PCB
**19zł**

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

## Zestaw bitów specjalistycznych Cr-V, 100szt

- PH: PH0, PH1, PH2 (5x), PH3
- PZ: PZ0, PZ1, PZ2 (5x), PZ3
- płaskie: 3, 4, 4.5, 5, 5.5, 6, 6.5, 7, 8mm
- kwadrat: S0, S1, S2, S3
- bity do demontażu anten (płaskie z wycięciem): 4, 6, 8, 10
- Torx security: T8, T10, T15, T20, T25, T27, T30, T40, T45
- Torq-Set: 6, 8, 10
- Torx: T8, T10, T15, T20, T25, T27, T30, T35, T40
- TriWing: 1, 2, 3, 4
- imbus hex: 1.5, 2, 2.5, 3, 4, 5, 5.5, 6, 8mm
- bity X: 1,2,3
- bity 'gwiazdka': M5, M6, M8
- bity Torx TR metryczne z otworem: 2, 2.5, 3, 4, 5, 6mm
- bity Torx TR fractional hex z otworem: 5/32, 9/64, 1/8, 7/64, 3/32, 5/64
- bity fractional hex: 1/16, 5/64, 3/32, 7/64, 1/8, 9/64, 5/32, 3/16, 7/32, 1/4
- 1 wing nut driver
- przejściówka 1/4" sq. x 1/4' x 2" extension
- przejściówka 1/4" sq. x 1/4' x 1" extension
- uchwyt-przedłużka do bitów z magnesem
- całość zapakowana w praktyczne trwałe pudełko z tworzywa

cena: **39zł**
kod: 3040-100

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

## Robot terenowy 3 w 1

**KSR11**
**149zł**

Zobacz robota w akcji:

**Podejmij wyzwanie! Sam zbuduj robota!**

Zestaw do samodzielnego montażu. W komplecie elementy elektroniczne i mechaniczne pozwalające na zbudowanie jednego z trzech robotów poruszających się w trudnym terenie. Przewodowe zdalne sterowanie umożliwia jazdę do przodu, skręty, obroty oraz podnoszenie. Zasilanie bateryjne 4xAA. Zestaw rekomendowany od 14 roku życia.

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

STEM SCIENCE TECHNOLOGY ENGINEERING MATHEMATICS

Nowość!

## Robot 5 w 1 KSR19
## do kodowania mechanicznego

Zestaw do samodzielngo montażu bez lutowania

- rozwija umiejętności STEM przez zabawę
- nowa koncepcja kodowania bez komputera lub aplikacji
- rekomendowany wiek: 14+
- 238 elementów
- zasilanie: 4 x bateria AAA LR03 (brak w zestawie)

Wymiary:

- robot z podnośnikiem widłowym: 263 x 116 x 210 mm
- robot piłkarz: 231 x 116 x 210 mm
- robot rysownik: 243 x 116 x 210 mm
- robot chwytak: 253 x 116 x 210 mm
- robot strzelający: 172 x 116 x 260 mm

**122,50zł**

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

eprasa.pl b02520071f

# wybrane książki z oferty AVT

KS-151002

**Arduino. 36 projektów dla pasjonatów elektroniki**

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

Spełnij swoje marzenia o własnym układzie elektronicznym!

Simon Monk, stron 376, cena 67 zł

KS-160500

**Elektronika. Od praktyki do teorii. Wydanie II**

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

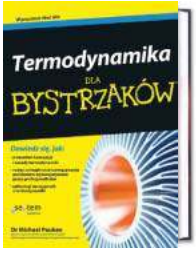
Charles Platt, stron 392, cena 69 zł

KS-170500

**Elektronika dla małych i dużych**

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

Oyvind Nydal Dahl, stron 292, cena 39 zł




KS-170903

**Termodynamika dla bystrzaków**

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

Michael Pauken , stron 352, cena 49 zł

KS-171212

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

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

Simon Monk, stron 312, cena 49 zł

KS-160100

**Zabawa w programowanie. Język C dla nastolatków**

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

Michał Wiszniewski, stron 104, cena 25 zł

KS-161102

**Drony dla bystrzaków**

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

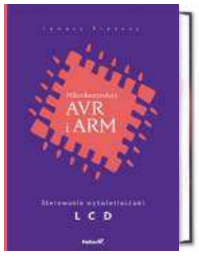
Mark LaFay, stron 256, cena 40 zł

KS-150802

**Arduino. Automatyka domowa dla każdego**

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

Marco Schwartz, stron 112, cena 33 zł




KS-170405

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

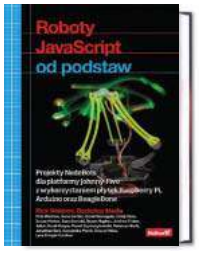
Tomasz Francuz, stron 496, cena 89 zł

KS-161103

**Elektronika dla bystrzaków. Wydanie III**

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

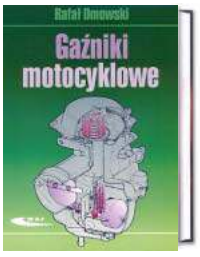
Cathleen Shamieh, stron 368, cena 49 zł




KS-160400

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

Rick Waldron, stron 256, cena 59 zł




KS-170904

**Gaźniki motocyklowe**

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

Rafał Dmowski, stron 104, cena 45 zł

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

eprasa.pl b02520071f

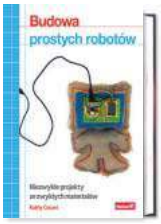
# księgarnia wysyłkowa – sklep.avt.pl

RABAT 10% dla prenumeratorów czasopism AVT

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

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

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



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

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

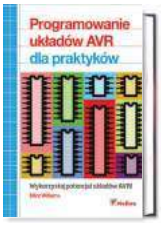
**kod KS-150100**
Język C dla mikrokontrolerów AVR,
Tomasz Francuz
stron 712, cena 99 zł

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

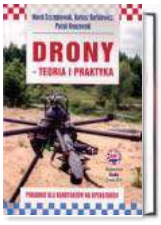
**kod KS-161101**
Proste projekty dla młodych majsterkowiczów,
Autorzy: Redaktorzy magazynu Make
stron 150, cena 30 zł

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

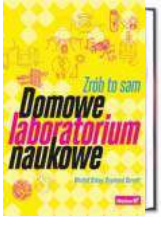
**kod KS-150800**
Fascynujący świat robotów
John Baichtal
stron 384, cena 67 zł



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



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



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

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

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

## Polecamy

**KS-180300**

Paul Horowitz, Winfield Hill
stron 1644
cena 225zł

**Sztuka elektroniki, część 1 i 2**
**wydanie: 12 zmienione**

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

## Ostatnio dodane pozycje w ofercie AVT

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

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

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

eprasa.pl b02520071f

AVT sklep

sklep.avt.pl

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

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

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

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 11/2019

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 12/2019

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 1/2020

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

## ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

### Kity

Oznaczenia wersji kitów:
- [A] płytka drukowana PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytka PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytka PCB (lub płytki), UK (jeśli występuje) i komplet elementów elektronicznych wymienionych w dokumentacji zestawu.
- [C] zestaw zmontowany

| Numer kitu AVT | A | A+ | B | C | UK |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

### Inne artykuły z oferty AVT

| Kod – Nazwa | Ilość |
|---|---|
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |
| | |

Nadawca: ..... *imię i nazwisko* ..... *mój numer prenumeraty*

Adres: .....

☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

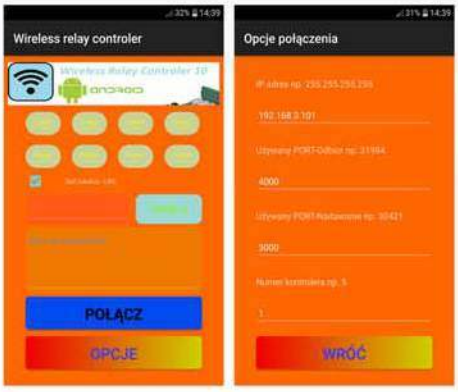
..... *nr telefonu* ..... *e-mail* ..... *data* ..... *podpis*

eprasa.pl b02520071f

# AVT 5715 Moduł przekaźników sterowany za pomocą Wi-Fi

Moduł doskonale sprawdzi się przy rozbudowie gotowego systemu inteligentnego domu oraz w sytuacjach gdy chcemy sterować tylko kilkoma urządzeniami w domu, poprzez sieć Wi-Fi. Może usprawnić gotowe rozwiązania intel igentnego domu, w których zastosowano jedynie przekaźniki.

- sterowanie poprzez aplikację na smartfona i PC,
- komunikacja w sieci poprzez pakiety UDP,
- 8 wyjść przekaźnikowych o obciążalności 230VAC, 8A,
- zasilanie 12 VDC, 0,5A




Kod handlowy:
AVT5715


sklep.avt.pl

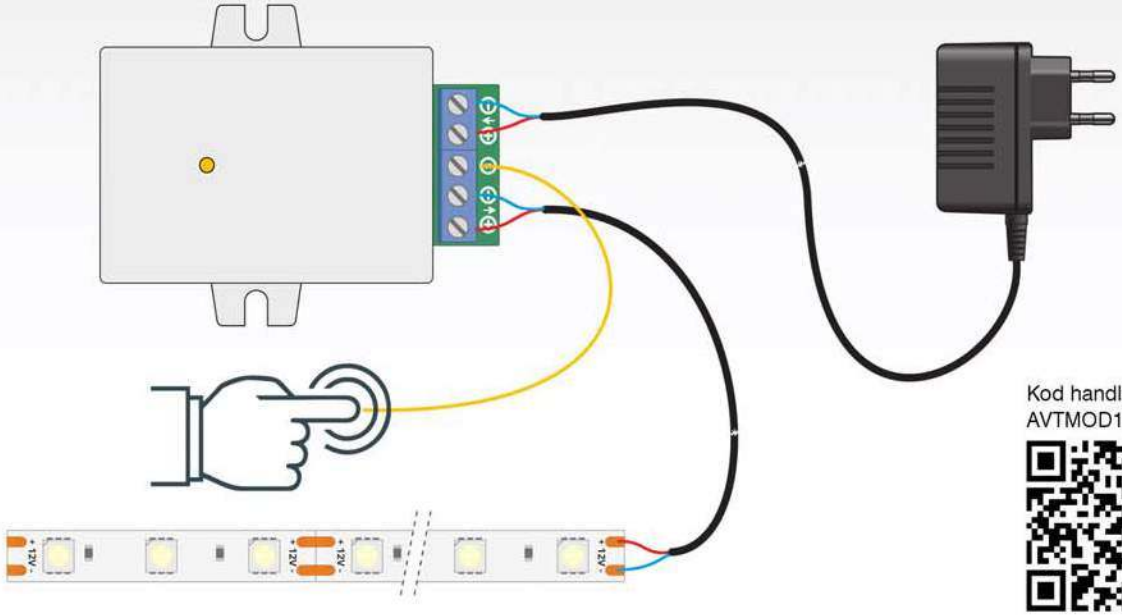
AVT-Korporacja Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 50 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl b02520071f

# AVT MOD17 Dotykowy sterownik taśm LED

Sterownik polecany jest do taśm LED oraz niektórych żarówek LED zasilanych napięciem 12 VDC nieposiadających żadnego obwodu stabilizacji prądu i napięcia, tradycyjnych żarówek lub żarówek halogenowych 12 VDC.
Zbliżenie dłoni do sensora uruchamia układ płynnie zaświecając dołączone do wyjścia układu źródło światła. Po ponownym zbliżeniu dłoni nastąpi jego płynne, powolne wygaszenie.

- sterowanie dotykowe
- czas rozjaśnienia i wygaszenia: 4 sek.
- sygnalizacja pracy: dioda LED
- zasilanie: 12 VDC
- obciążenie wyjścia max. 5 A (ok. 60 W)
- wymiary: 65×50×18 mm
- łatwy w montażu i eksploatacji




Kod handlowy:
AVTMOD17

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

eprasa.pl b02520071f