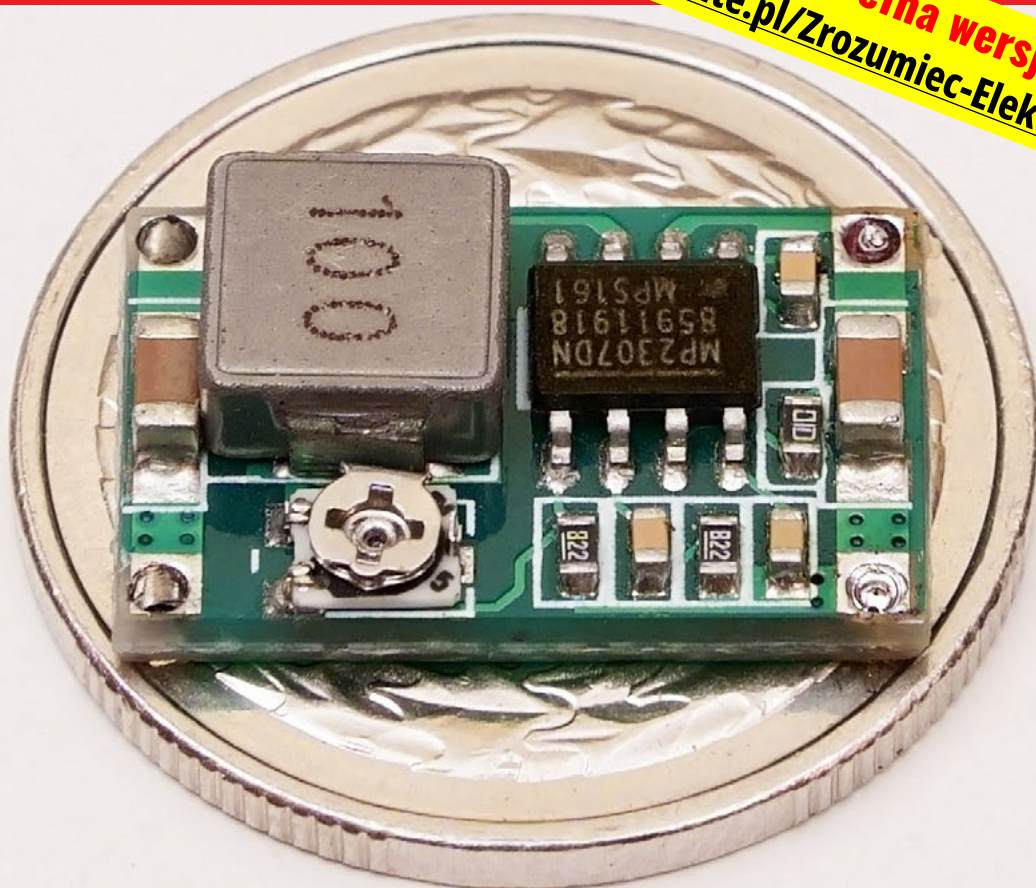


Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja (92 strony)
dostępna jest dla Patronów na profilu: [Patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike/](https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike/)

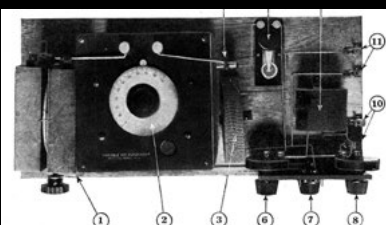
5/2023 Maj

piotr-gorecki.pl

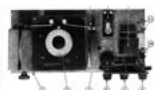


Tajemnice małych przetwornic obniżających

- Moduły Peltiera: chłodnice i zestawy • Programy Arduino – zalety i wady
- DS1010 – cyfrowa linia opóźniająca • Kuchenka indukcyjna – pytania i wątpliwości
- Sondy – szczypce SMD • Podstawy automatyki – o sygnałach słów kilka
- Historia – wzmacniacze półprzewodnikowe • Moduł Arduino z przekaźnikiem i transoptorem



Zawartość numeru 5/2023

18		<u>Tajemnice małych przetwornic obniżających</u>
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		Małeńkie moduły obniżające z układem scalonym MP2307, nazywane MINI-360 to bodaj najtańsze przetwornice na rynku. Budzą duże zainteresowanie, ponieważ są to przetwornice synchroniczne o deklarowanym prądzie maksymalnym 1,8...3 A. Potrafią jednak zaskoczyć: i pozytywnie, i negatywnie.
3		<u>Słowo wstępne – maj</u>
4		<u>Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników</u>
7		<u>Łamigłówki elektroniczne maj 2023</u>
9		<u>Rozwiązania łamigłówek marzec 2023</u>
14		<u>Tropimy błędy: LM317 z dodatkowym tranzystorem</u>
KONKURSY		
17		<u>Tropimy błędy: Automatyczny stabilizator napięcia sieci</u>
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		
27		<u>Wykrywacz pola NFC z neonówką</u>
ELEMENTY I MODUŁY		
30		<u>Moduły Peltiera: Chłodnice i zestawy</u>
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		
37		<u>Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 2</u>
ELEMENTY I MODUŁY		
43		<u>DS1010 –cyfrowa linia opóźniająca</u>
RÓŻNE		
47		<u>Sondy – szczypce SMD</u>
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		
50		<u>Podstawy automatyki – o sygnałach słów kilka</u>
HISTORIA, RETRO		
55		<u>Historia elektroniki – wzmacniacze półprzewodnikowe</u>
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		
60		<u>Kuchenka indukcyjna –pytania i wątpliwości</u>
MIKROPROCESORY		
66		<u>Programy Arduino – zalety i wady</u>
MIERNICTWO		
72		<u>Co jeszcze brać pod uwagę przy zakupie multimetru?</u>
FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		
78		<u>Co to jest energia?</u>
PYTANIA I ODPOWIEDZI		
83		<u>Moduł Arduino z przekaźnikiem i transoptorem</u>
PYTANIA I ODPOWIEDZI		
88		<u>Problemy z szeregowym łączeniem akumulatorów</u>

ZROZUMIEĆ z Piotrem Góreckim ELEKTRONIKĘ

Słowo wstępne – maj



Witam!

W tym numerze chciałbym zwrócić szczególną uwagę na niepozorny projekt okładkowy. Niepozorny, bo dotyczący małych przetwornic impulsowych. Małych, a wręcz maleńkich.

I oto okazuje się, że taka miniaturowa przetwornica, mniejsza od monety jednozłotowej, kosztująca kilka złotych, może pracować nawet z prądem 3 amperów. Możesz to sprawdzić osobiście, ale prościej będzie najpierw zobaczyć to na filmie dostępnym w moim kanale na YouTube, gdzie między innymi pokazana jest praca przy prądzie 3 amperów. Co prawda ten miniaturowy moduł wymaga wtedy dodatkowo wymuszonego chłodzenia, ale zaskakuje fakt, że w ogóle jest to możliwe w przypadku układu scalonego w obudowie SOIC8. Przetwornice impulsowe to z jednej strony rewelacja, ale niestety nader często zaskakują też różnymi swoimi negatywnymi cechami. Przykłady znajdziesz w artykule. Zachęcam nie tylko do lektury, ale i do podobnych samodzielnych testów. A o wynikach Twoich testów czy prób modyfikacji możesz do mnie śmiało napisać – mogą zostać przedstawione w Poczcie, albo nawet postaci oddzielnego Twojego artykułu.

Zachęcam do rozwiązywania konkursów oraz nadsyłania zarówno rozwiązań, jak i propozycji następnych zadań konkursowych!

Mam nadzieję, że wszystkie artykuły tego numeru uznasz za interesujące. Nie przegap materiału na stronie 47 dotyczącego sond - szczypiec SMD.

Artykuł powstał na zamówienie jednego z Czytelników i jest jednym z serii pokazującej niedoskonałość i wady najtańszego sprzętu. Sytuacja jest taka, że cykl będzie kontynuowany. I to nie tylko żeby zaspokoić ciekawość i ostrzec przed pułapkami. Patroni z wyższych progów już mogą się zapoznać z kolejnym artykułem tej serii, który będzie projektem okładkowym następnego numeru. Zapowiedź na ilustracji poniżej.

Na razie w 9-stronicowym artykule omówiona jest kwestia identyfikacji podróbek MOSFET-ów dużej mocy. To akurat jest stosunkowo proste. Trudniej jest z rozpoznaniem podróbek innych podzespołów, w tym tranzystorów bipolarnych, diod, triaków i tyrystorów. Warto zainteresować się możliwościami identyfikacji i takich elementów.

Piszę o tym dlatego, że temat identyfikacji podróbek jest i długo będzie bardzo ważny i aktualny. A ja już teraz zapraszam także Ciebie do współpracy: jeżeli masz jakieś doświadczenia czy propozycje w tym zakresie – śmiało napisz do mnie (kontakt@piotr-gorecki.pl)

Piotr Górecki

Y – PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET

Tranzystory MOSFET są podstawą dzisiejszej cywilizacji. Stanowią elementarne ogniwa mikroprocesorów i innych układów cyfrowych. Na przykładzie popularnych tranzystorów MOSFET można nie tylko bliżej poznać ich właściwości i specyfikację, ale też sprawdzić, czy są naprawdę i czy aby nie są to podróbki.

Mierz MOSFET-ów
Pomiar napięcia V_{GS}
Pomiar rezystancji R_{DS(on)}

Zmierz pojemności C_{iss}
Pomiar napięcia prądu I_{DS}
Mierz I_{DS} maksymalną

Niniejszy artykuł pozwala poznać tranzystory MOSFET od strony praktycznej. Fotografia tytułowa pokazuje cztery tranzystory: dwa MOSFET-y N 2N7000 oraz dwa MOSFET-y P 2N7000. Dwa z nich są oryginalne, a dwa to tanie chińskie podróbki. Artykuł pokazuje, jak w prosty sposób zidentyfikować i odróżnić je od siebie. Wyniki prostych pomiarów dla obu dyskusyjnie odpowiadają, czy to jest oryginalny, czy raczej tanie podróbki o słabszych parametrach. Omawiany przykład pokazuje, że różnica między oryginalnymi i oryginalnymi jest bardzo duża. Składowa też do zaskoczenia, a wyniki mierz nierzadko odpowiadają na pytanie: czy warto ryzykować zakup w „czarnych sklepach”?

Podróbki nie można poznać na wygląd, bo oznaczenia też są podobne. Trzeba mierzyć. Zbadamy dwa MOSFET-y N typu 2N7000. Według katalogu są to tranzystory 55-woltowe o rezystancji R_{DS(on)} do najwyżej 8 miliohmów o mocy 200 watów i prądzie do 100 amperów. Zbadamy też dwa MOSFET-y P typu 2N7000, też 55-woltowe, też 200-watowe, o maksymalnej rezystancji R_{DS(on)} 20 mΩ i prądzie 74 amperów. Materiał ten jest ściśle powiązany z serią artykułów o tranzystorach MOSFET. Podstawę w omówieniu w artykule [dla początkujących MOSFET](#). Informacje o ich podstawowych właściwościach i parametrach katalogowych w artykułach zaczynających się od [Tranzystory MOSFET](#) i [Identyfikacja MOSFET](#).

piotr-gorecki.pl/Y002

Maj 2023

1

Fotografia 1

Y – PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Fotografia 1 pokazuje przykład identyfikacji podróbek MOSFET-ów 2N7000. Chociaż pod ręką miałem lepszy multimetr, celowo wybrałem popularny taniej DT-9205A. Aby pokazać, iż do takich pomiarów wcale nie jest potrzebny kosztowny sprzęt. Wystarczy jakikolwiek multimetr z funkcją pomiaru pojemności lub trybem pomiaru pojemności. Fotografia 1 pokazuje najprostszy sposób pomiaru pojemności wejściowej C_{iss} MOSFET-a. W tym celu zwieryamy końcówki drutu (D1, InOut) (S1) i jakikolwiek miernikiem sprawdzamy pojemność między nimi i branką (G1). Jak widać, w jednym z tranzystorów wynosi ona 0,94 nF, czyli 940 pF, a w drugim 5200 pF. Szczegóły omówione są dalej w artykule.



Fotografia 2

Maj 2023

2

Y – PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Fotografia 2 pokazuje, że test potwierdza pojemność bramki tranzystora numer 2 ponad 5 nF, a tranzystor na 1 – poniżej 1 nanofarada. Co ciekawe i bardzo ważne, tranzystor nr 2 uwarzył na napięcie progowe ponad 3 woltów, natomiast ten pierwszy ma napięcie progowe poniżej 2 woltów, czyli jest to MOSFET „Jorgiczny” o obniżonym napięciu bramki.



Fotografia 4

Maj 2023

3

Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



W tej rubryce przedstawiane są fragmenty listów Czytelników dotyczące naszego wspólnego czasopisma. Jeżeli jesteś Patronem, wyślij „Wiadomość” ze strony głównej [mojego profilu Patronite](#). Jeżeli z sobie znanych powodów nie masz jeszcze konta Patronite, możesz przysłać e-mail na adres: kontakt@piotr-gorecki.pl. Także i Ty możesz mieć realny wpływ na postać i zawartość czasopisma albo po prostu podzielić się opinią co do czasopisma, strony internetowej oraz na dowolne tematy związane z szeroko pojętą elektroniką.

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

Dzien dobry,

(...) W ostatnich numerach ZE przewija się wątek testowania elementów półprzewodnikowych, szczególnie istotny dla każdego hobbysty, który w czasach zalewu fałszywych podzespołów elektronicznych zajmuje się konstrukcjami DIY.

Śledzę artykuły pana Piotra Góreckiego od początku jego publicystycznej aktywności, a że mam dobrą pamięć i skłonność do chomikowania wartościowych artykułów, bardzo dobrze pamiętam układ o nazwie „uniwersalny tester tranzystorów” zaprojektowany przez pana Piotra i opublikowany w EdW 6/1998 – a więc w czasach gdy niektórych czytelników ZE nie było zapewne na świecie.

Układ ten, pomimo upływu lat, kompletnie się nie zestarzał! Pomimo że składa się dosłownie z kilkunastu elementów, a na płytce uniwersalnej można go złożyć w godzinę, jest niebywale wszechstronny.

Umożliwia m.in. pomiar współczynnika wzmocnienia tranzystorów bipolarnych N i P przy prądach kolektora 1 A (bez problemu można go zwiększyć do dowolnej oczekiwanej wartości), przy czym metoda pomiaru jest tyleż nietypowa, co skuteczna. Można nim także dokonywać pomiaru $U_{gs(th)}$ i $R_{ds(on)}$ MOSFET-ów P i N, a nawet pomiary podstawowych parametrów tranzystorów złączowych JFET.

Nigdy nie spotkałem się z projektem testera, który oferowałby tak wiele przy zachowaniu takiej prostoty układowej, bijąc na głowę pod pewnymi względami popularne testery elementów typu np. LCR-T2. Żaden nich nie nadaje się choćby do pomiaru małych wartości R_{ds} MOSFET-ów, nie wspominając już o DC_{gain} tranzystorów mocy – funkcji przydatnej m.in. dla konstruktorów audio.

Jednocześnie jego prostota może być w pewnym sensie słabością, której sam doświadczyłem – montaż tego urządzenia zrobiony byle jak, „w pająku”, powoduje, że jest nietrwały, po jakimś czasie łąduje w najniższej szufladzie i zostaje zapomniany.

Może więc warto przypomnieć i nieco odświeżyć ten układ, zaprojektować do niego „elastyczną” PCB? Nie ma problemu, by nieco go unowocześnić i ułatwić obsługę (mam nawet kilka pomysłów), można dodać mu nawet własny zasilacz (kilkudziiesięciowatowe SMPS o napięciu 12 V są śmiesznie tanie), a po zamknięciu w obudowie otrzymamy za niewielkie pieniądze trwałą i pełnowartościową przyrząd warsztatowy.

*Pozdrawiam
Szymon Burian*

Temat testowania elementów będzie kontynuowany, i to szeroko. Patroni z wyższych progów już mogli się zapoznać z artykułem dotyczącym pomiaru MOSFET-ów, głównie, ale nie tylko, w celu identyfikacji podróbek. Jednym z efektów jest powyższy list. Po dalszej wymianie korespondencji z jego Autorem oraz kilkoma innymi osobami podjąłem decyzję, żeby opracować nie tyle nowszą wersję testera z roku 1998, co zupełnie nowy układ pomiarowy.

Dotychczasowa wymiana informacji między kilkoma osobami wskazuje, że taki **zupełnie nowy tester powinien być przeznaczony do elementów dużej mocy, bo takie są podrabiane najczęściej. Bardzo proszę o wszelkie opinie, sugestie, propozycje, uwagi dotyczące nowego planowanego projektu testera.**

W planach też inne artykuły dotyczące testowania elementów i pomiaru parametrów. Między innymi rozmaitych kondensatorów. A absolutną nowością byłby tester – miernik parametrów termicznych.

Dzień dobry Panie Piotrze!

Serdecznie dziękuję za udostępnione materiały (...) permanentny brak czasu (wiem, to bardzo nieoryginalne) nie zostawia wiele miejsca dla przyjemności. (...) Zacznę może od krótkiego wprowadzenia, jak się tu znalazłem.

W czerwcu 1996 roku podczas szkolnej wycieczki na jakimś dworcu kolejowym kupiłem dwa czasopisma – były to „Praktyczny Elektronik” i „Elektronika dla Wszystkich”. Miałem wtedy 11 lat i lubiłem majsterkować (książka Adama Słodowego i przeróżne „Zrób to sam” wciągały mnie bez reszty), nie miałem jednak do czynienia z „czystą” elektroniką. Projekt okładowy EdW mnie oczarował. Na zdjęciu było podwozie pojazdu kosmicznego, który dostałem chyba jeszcze jako kilkulatek, a opis możliwości układu sterowania wydawał się niesamowity. Linijka LED symulująca efekt samochodu K.I.T.T. z serialu „Knight Rider” była dodatkowym stymulantem mojej dziecięcej wyobraźni.

Tak zaczęła się moja fascynacja elektroniką. Niestety, raczej w roli biernego obserwatora/czytelnika. Artykuły czytałem przynajmniej po kilka... kilkanaście razy, ale jak Pan się domyśla, samym czytaniem nie nabyłem odpowiedniej wiedzy i doświadczenia. W moim miasteczku nie było sklepu z elektroniką, a nawet gdyby był, to nie dysponowałem regularną sumą, którą mógłbym przeznaczać na hobby. Pieniądze w tamtym czasie „pojawiały się” w mojej kieszeni tylko z okazji urodzin, kolegowania itp., stąd nawet EdW kupowałem jedynie okazjonalnie. Od mojego taty dostałem jeszcze dwa zestawy AVT (w tym mój wymarzony z czerwonej okładki!), ale to by było na tyle.

Do „przełomu” doszło wiele lat później, kiedy odkryłem mikrokontrolery i Pana książkę o nich (która notabene jest najlepszą techniczną książką dla początkujących, jaką kiedykolwiek miałem w rękach). Pisanie i poprawianie programów dawało mi sporo satysfakcji, pomimo tego, że nie były skomplikowane. Błędy nie generowały dodatkowych kosztów, a algorytm, który okazywał się poprawny, dawał dużo radości i wzmacniał motywację. Z Pana pomocą zbudowałem pierwszy w pełni funkcjonalny układ, który pozwalał na zdalne otwieranie bramy wjazdowej na podwórko moich rodziców (wykorzystując piloty i centralkę zamka samochodowego oraz siłownik do anteny satelitarnej). Czułem wtedy ogromną dumę, jednak po tym sukcesie coraz mniej czasu poświęcałem na hobby i dziś nie pamiętam już dlaczego.

Kolejny „szczyt” przypadł po paru latach pracy zawodowej, kiedy poznałem Arduino, ESP8266 i Aliexpress. To świat nieskończonych możliwości

i choć nareszcie było mnie stać na „zabawę”, to czas stał się produktem deficytowym. Tak zostało niestety do dziś...

Obecnie zdarza mi się stworzyć jakiś układ (najczęściej na bazie ESP8266, bo to mam pod ręką), ale wyłącznie z potrzeby chwili (np. kiedy wyjeżdżam na dłużej, a nie ma nikogo, kto mógłby podłączyć mojego fikusa) i niestety rzadko się to zdarza. Nie umiem zaprojektować nawet prostych układów z elementów dyskretnych. EdW i EP od lat nie czytałem od deski do deski, wyłącznie przeglądałem i czytałem co ciekawsze dla mnie projekty. Świadomie gromadziłem czasopisma z racji wysokiej jakości kursów i projektów, które tam były i do których wracałem w razie potrzeby.

Co prawda widziałem już w życiu przykłady, do czego doprowadzają decyzje czysto finansowe, jednak kierunek jaki obrało AVT zwyczajnie pozostawia niesmak. Pana wiedza, doświadczenie i niesamowita umiejętność przekazywania wiedzy, to coś unikalnego w skali światowej i osobiście wierzę, że Pana kursy mogłyby być hitem eksportowym, szansą na ekspansję EdW poza Polskę. Tymczasem, po linii najmniejszego oporu, podjęto decyzję o imporcie zagranicznych materiałów, dodatkowo w kiepskiej jakości... Pewnie ma Pan już dość przypominania tej historii, więc postawię tu kropkę.

Z ogromną radością przeczytałem, że planuje Pan kontynuować swoją działalność! Chciałbym jakoś realnie pomóc, jednak moje możliwości w ostatnich miesiącach są jeszcze bardziej ograniczone niż wcześniej (zmiana pracy, sprawy rodzinne, proza życia...). Wciąż trochę łatwiej jest mi przekazać nieco wyższą sumę na wsparcie, niż poświęcić więcej czasu na rzetelny przegląd artykułów, o praktycznych testach nie wspominając. Przed napisaniem tego maila przejrzałem jednak wszystkie udostępnione materiały i szczerze mówiąc jestem pod wrażeniem, z jak wysokiego poziomu ZE startuje. Serdecznie Panu gratuluję!

Wszystkie dotychczasowe artykuły trafiają w moje zainteresowania (osobiście bardzo chciałbym „pobrudzić” ręce lampami). Gdybym miał dorzucić propozycje dodatkowych tematów na przyszłość, to na ten moment byłaby to automatyka domowa i ogrodowa oraz kreatywne wykorzystanie starych części/urządzeń, dawanie im drugiego życia (taki elektro-niczny upcycling). Jeśli chodzi o formę, podoba mi się szeroki opis przemysłów wstępnych i wymagań oraz duża liczba zdjęć. Osobiście lubię czytać opis pełnego procesu twórczego – jest coś inspirującego w tym, jak autor dochodzi do rozwiązań z uwzględnieniem popełnianych błędów i niespodzianek. Pamiętam wciąż artykuł sprzed lat, opisujący

„od kuchni” powstawanie pilota zdalnego sterowania. Uwielbiałem do niego wracać i chętnie widziałbym podobnie napisane w przyszłości.

Zbliżając się do końca (z góry przepraszam za chaos, który najpewniej wkraść się do tego, nieco dłuższego niż zamierzałem, listu), chciałem zapytać Pana, jakie są obecnie największe wyzwania w prowadzeniu ZE?

Z mojej strony chciałem zaproponować dwukrotnie wyższy próg w Patronite (czyli 200 zł.). Głęboko wierzę w sukces ZE i chętnie zwiększę swoją partycypację, przynajmniej do czasu kiedy bilans wyjdzie na plus :) Mam też nadzieję, że czas przestanie być dla mnie towarem deficytowym i że będę mógł aktywnie uczestniczyć w rozwoju ZE.

W międzyczasie – trzymam mocno kciuki za powodzenie i sukces tej inicjatywy – wszystkiego dobrego!

Pozdrawiam serdecznie
PT

Witam serdecznie

Jak ten czas leci (...) Choć ostatnio nie mam czasu czytać Pana czasopisma od deski do deski – odkładałem je na stos, mam nadzieję, że w końcu uda mi się wrócić z bieżących podprogramów i zająć się Pana ciekawymi lekturami. Tak jak już Panu pisałem wielokrotnie – całkowicie poświęciłem się swojemu projektowi i spędzam nad nim ogromne ilości godzin. Naprawdę jest co robić, bo zagadnienia są bardzo rozległe i jednocześnie rozbudowane w różnej materii elektronicznej.

Od jakichś dwóch dobrych tygodni chłonę ogromną ilość informacji na temat projektowania wielowarstwowych płytek PCB HIGH-SPEED. Na polskim Google jest bardzo mało informacji, bardzo mało artykułów. Jednak amerykańskie artykuły i różnego rodzaju blogi to niewyczerpane źródło informacji. Szczególnie jeżeli chodzi o firmę Altium – Jest tam ogromna baza wiedzy – niekończąca się opowieść... Choć miałem ogólne pojęcie na tematy związane z kondycjonowaniem szybkich sygnałów, z dopasowywaniem impedancji, itd., to wiedza – na razie czysto teoretyczna – którą nabyłem wiele rozjaśniła w mojej głowie, choć jeszcze dużo nauki przede mną. Dzięki temu jeszcze bardziej niż dotychczas patrzę na prąd poprzez oddziaływanie pól elektromagnetycznych, a nie jeżdżących wagoników z węglem. Choć to drugie jest głęboko zakorzenione...

Szkoda, że zrezygnował Pan z radiowej oślej łączki – dzięki której wielu by zaczęło postrzegać prąd w prawidłowy sposób. Uwierzy Pan – prawidłowo przekazywana wiedza na temat radiówki i wszystko co z nią związane rozjaśnia horyzonty postrzegania elektroników. Przecież tak naprawdę – pomaga to prawidłowo projektować płytki PCB z komponentami, które niezwykle szybko przełączają sygnały – a teraz większość układów FPGA, procesorów, pamięci jest bardzo szybkich – gdzie nie możemy już postrzegać ich sygnałów jako sygnałów jednowymiarowych. Te bardzo szybkie sygnały musimy postrzegać jako fale, gdzie ścieżki nie są już tylko przewodnikami tylko są odpowiednio zestrojonymi falowodami. Fascynujące jest to wszystko – mam zajawkę na te tematy.

Całe szczęście, że już kończę opisywać instrukcje swojego procesora – za niecały miesiąc zacznę opracowywać schematy ideowe wszystkich komponentów procesora, płyty głównej i wszystkich peryferiów, a za zapewne dwa lata – to co najbardziej lubię, czyli fizyczne projekty płytek – wstępnie będzie ich około 20 sztuk, większość 10 warstwowa, większość 40 cm×40 cm. Spodziewana ilość układów scalonych rozmieszczonych na nich to około 6000 sztuk. W międzyczasie będę cały czas się szkolił na tematy prawidłowego projektowania złożonych płytek PCB dla szybkich sygnałów – czyli to od czego nie mogę oderwać teraz uwagi i poświęcam wiele godzin każdego dnia. Zrozumieć pole elektromagnetyczne! Oto jest wyzwanie...

Pozdrawiam serdecznie
Rafał Wiśniewski

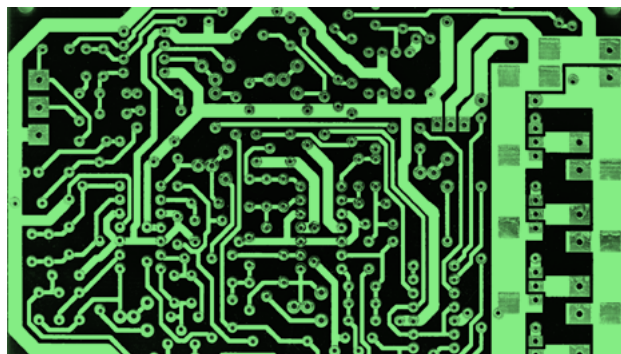
Jak widać, Rafał szykuje kolejny ogromny projekt! Na pewno z przyjemnością zapoznalibyśmy się ze szczegółami.

A może Autor chciałby co jakiś czas na łamach czasopisma „Zrozumieć Elektronikę” poinformować krótko o postępie prac?

Jeżeli chodzi o mnie i Radiową Oślą Łączkę (ROŁ), to absolutnie z niej nie zrezygnowałem! Jedynie nawał prac przy starcie nowego czasopisma zahamował i opóźnił prace.

Także i w tym numerze zamieszczony jest bardzo ważny artykuł wprowadzający w tematykę ROŁ, zatytułowany „Co to jest energia?”. Bo właśnie niełatwy i tajemniczy temat energii okazuje się kluczem i podstawą zagadnień „radiowych”.

Łamigłówki elektroniczne maj 2023



W tej rubryce przedstawiane są łamigłówki związane z elektroniką, także te nadsyłane przez Czytelników. Proszę i serdecznie zachęcam także Ciebie: zaproponuj innym Czytelnikom krzyżówkę, zagadkę lub dowolną inną trudniejszą lub łatwiejszą łamigłówkę, która ma związek z elektroniką!

Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Propozycje krzyżówek, zagadek oraz wszelkich innych łamigłówek należy nadsyłać e-mailem na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl, dodając w treści e-maila następujące, podpisane imieniem i nazwiskiem oświadczenie: **Oświadczam, że załączona łamigłówka nie była nigdzie publikowana, jest moim dziełem, posiadam doń pełne prawa autorskie i niniejszym udzielam nieodpłatnej licencji na jej wykorzystanie w czasopiśmie „Zrozumieć Elektronikę” oraz na stronie internetowej piotr-gorecki.pl.**

Zagadka 2305
Kwestie energetyczne 2305

Oblicz 2305
Jak odpowiesz? 2305

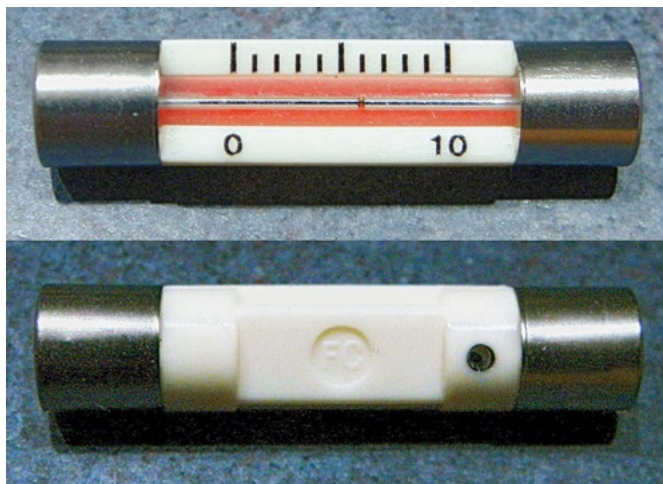
Zagadka 2305

W niektórych starszych urządzeniach elektronicznych można było znaleźć taki element, wielkości typowego bezpiecznika, montowany w dokładnie takim samym gnieździe, pokazany na **fotografii obok** (Autor: David CC-BY-SA 3.0).

Wygląda całkiem jak bezpiecznik i nawet ta mała przerwa pośrodku sugeruje, że jest to bezpiecznik przepalony. Tylko po co ta skala? Raczej nie chodzi o pokazanie jak bardzo się przepalił...

Pytania konkursowe są następujące:

- **Czym jest naprawdę ten dziwny „bezpiecznik”?**
- **Jaka była zasada jego działania?**
- **W jakich urządzeniach i po co był używany?**
- **Dlaczego już nie jest?**



Autorem tego zadania konkursowego jest **Kuba Michalik z Krakowa**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca maja 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Kwestie energetyczne 2305

Bardzo aktualne są dziś kwestie związane z energią, w szczególności z „darmową energią” i pozyskiwaniem energii, a nie wszystkie potoczne wyobrażenia w tym zakresie są prawdziwe i realne.

Niektóre aspekty tego aktualnego zagadnienia chcemy zbadać nieco dokładniej.

Załóżmy, że znajomy młody elektronik przeczytał artykuł na temat ogniw Peltiera i dowiedział się, że są one wykorzystywane do wytwarzania energii na przykład na statkach kosmicznych. Zachęcony takimi informacjami planuje budowę termoelektrycznej ładowarki do smartfona na bazie zakupionego właśnie popularnego modułu Peltiera TEC1-12706 o powierzchni 4 x 4 cm.

„Energetyczne” zadanie konkursowe 2305 jest takie:

Jak oceniasz szanse na budowę termoelektrycznej ładowarki smartfona na bazie takiego modułu?

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca maja 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Oblicz 2305

Znajomy podarował nam elegancki, nieużywany mier-
nik wskazówkowy, pokazany na **fotografii 1**. Wiemy, że
prąd pełnego wychylenia to 100 μA i że jego rezystancja
wynosi 256 Ω . Chcemy włączyć w szereg rezystor, żeby
otrzymać woltomierz o zakresie 10 V.

Pytanie konkursowe brzmi: **Jaką wartość powinien
mieć ten włączony w szereg rezystor?**



Fotografia 1

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca maja 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Jak odpowiesz? 2305

Załóżmy, że przychodzi do Ciebie początkujący elektronik i mówi:

Chciałem zrobić 5-amperowy regulowany zasilacz na tranzystorach według popularnego schematu, który można znaleźć w wielu miejscach w Internecie. Specjalnie kupiłem 200-watowy tranzystor mocy, który miał być głównym tranzystorem regulacyjnym.

Zmontowałem układ zasilacza na płytce stykowej. Przed pierwszym włączeniem dwa razy sprawdza-
łem, czy nie ma jakiegoś błędu. Układ zadziałał i regulował napięcie, ale pracował krótko, bo tranzystor
się spalił i chyba też uszkodziłem płytkę stykową przy nóżkach tego tranzystora.

Dlaczego mój dwustuwatowy tranzystor się spalił?

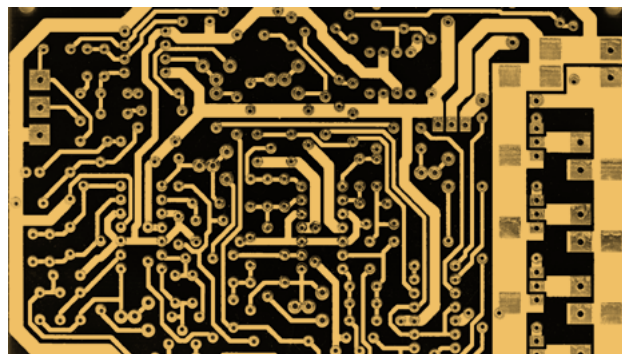
Niezmiennie zadanie konkursowe brzmi: **Jak odpowiesz na tak postawione pytanie?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca maja 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Drogi Czytelniku!
Czy może w tej rubryce zostanie zamieszczona
także jakaś łamigłówka Twojego autorstwa?
Śmiało możesz nadesłać propozycję
łamigłówki i jej rozwiązania!

Rozwiązania łamigłówek

marzec 2023



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze marcowym (3/2023). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Zagadka 2303B
Zagadka 2303 A

Kwestie energetyczne 2303
Oblicz 2303

Zagadka 2303B

Zadanie konkursowe było następujące:

Dawniej do ładowania 12-woltowych akumulatorów kwasowych wykorzystywano różne prymitywne rozwiązania. Między innymi tak zwane „prostowniki”, które zawierały jedynie transformator oraz właściwy element prostujący: jedną diodę, dwie albo cztery diody, a wcześniej tak zwany prostownik (stos) selenowy. Niektórzy się dziwili, jakim cudem ładowały one akumulator, na którym napięcie pod koniec ładowania dochodziło do 15 woltów, bowiem gdy bez akumulatora mierzyli napięcie na wyjściu prostownika, było ono mniejsze od 12 V.

Czy potrafisz to wyjaśnić?

Oto nadesłane rozwiązania:

Witam, miałem do naprawy kiedyś taki prostownik i przy pomiarach się zdziwiłem. Trzeba było pomyśleć dlaczego tak, a nie inaczej.

Otóż gdy w układzie mamy transformator i mostek prostowniczy, to na wyjściu, na zaciskach do akumulatora) mamy napięcie stałe tętniące. Podczas pomiaru woltomierzem widzimy odczyt napięcia średniego, nie jego amplitudę. W tym układzie nie ma kondensatora filtrującego czy wygładzającego, ponieważ jest nim... ładowany akumulator.

Po podłączeniu akumulatora mamy na zaciskach amplitudę, a tętnienia są niewielkie z racji pojemności akumulatora, więc wskazanie woltomierza są znacznie wyższe.

Pozdrawiam
Jacek Kosecki

Witam,

(...) co do zagadki 2303B: napięcie mierzone na wyjściu prostownika było zapewne mierzone woltomierzem ustawionym w tryb DC, tak więc mierzył on jedynie uśrednioną składową stałą, natomiast niedoskonałość niefiltrowanego prostownika sprawiała, że akumulator ładował się tętnieniami, które były wyższe niż średnia napięcie na wyjściu.

Radostaw Kukuła

Witam,

trochę przydługawo, ale mam nadzieję, że trafnie... Odpowiedź na pytanie, jak można naładować samochodowy akumulator kwasowy do napięcia 15 V (czyli 2,5 V/celę), używając transformatora sieciowego z prostownikiem, na wyjściu którego mamy zaledwie 12 V, wymaga odpowiedzi na pytanie zasadnicze: „co dokładnie i czym mierzymy”.

Sam kiedyś, dawno temu, wpadłem w taką pułapkę – niestety, jako że nie znałem nikogo, kto potrafiłby mi to wyjaśnić, a Internet istniał dopiero w głowach Stanisława Lema czy Paula Barana, pozostało to dla mnie zjawiskiem niewytłumaczalnym. Początkujący elektronik amator, mając do czynienia z takim, wydawałoby się prymitywnym, prostownikiem (kiedyś określenie „prostownik” było synonimem nazwy „ładowarka akumulatorów samochodowych”), złożonym z transformatora sieciowego, jednej, dwóch, lub (rzadko) czterech diod prostowniczych, niekiedy jeszcze uzupełnionego o włączony szeregowo na wyjściu rezystor dużej mocy o oporności kilku czy kilkunastu

omów, najprawdopodobniej weźmie do ręki nowo nabyty multimetr klasy „marketowej” i wiedząc, że „dioda prostuje prąd”, wybierze na mierniku funkcję „pomiar DC” na zakresie 20 V. Następnie przyłoży sondy pomiarowe do wyjścia takiego nieobciążonego układu i rzeczywiście, na wyświetlaczu zobaczy wartość zbliżoną do 12 V, a przykładając sondy pomiarowe odwrotnie do wyprowadzeń prostownika, zobaczy przed wyświetloną wartością symbol (-), tak więc nie będzie miał żadnych wątpliwości, że dokonuje pomiaru napięcia stałego. Multimetr działa!

Po podłączeniu zacisków prostownika do klem akumulatora i dokonaniu ponownego pomiaru zauważy pewną zmianę – w zależności od tego, jak bardzo rozładowany był akumulator, mierzone napięcie spadnie. Ten efekt prawdopodobnie wytłumaczy sobie tym, że prostownik jest teraz obciążony, więc napięcie spadło: rzeczywiście, diody prostownicze i transformator zaczynają się grzać, a jeśli w swoim multimetrze ma możliwość pomiaru prądu na zakresie 10 A zauważy, że w układzie płynie prąd o dużej wartości, zależnej między innymi od parametrów prostownika. Niestety, jeśli badany prostownik będzie „mocny”, przeznaczony do ładowania dużych akumulatorów, nowiutki multimetr ulegnie przy tym eksperymencie zniszczeniu – prąd będzie znacznie większy, niż dopuszczalne 10 A, więc na razie nie bierzmy pod uwagę czarnych scenariuszy.

Prawdziwe „cuda” zaczną się wówczas, gdy pozostawi tak rozładowany akumulator podłączony do prostownika na pewien czas, na przykład na noc. Kiedy rano zmierzy napięcie na jego klemach stwierdzi, że ma ono wartość rzędu 14, a nawet 15 V. Diody prawdopodobnie będą już co najwyżej lekko ciepłe, mierzony prąd bardzo mały, a kiedy odłączy prostownik od klem i zmierzy napięcie na jego wyjściu, znowu odczyta wartość 12 V.

Magia? Nie, czysta fizyka! Choć wyczerpujący opis matematyczny wszystkich zjawisk, które początkujący elektronik właśnie zaobserwował jest wbrew pozorom dość złożony, wytłumaczenie zagadki jest proste.

Napięcie stałe to takie, którego wartość nie zmienia się w czasie, nasz hipotetyczny amator ma z takim napięciem do czynienia wtedy, gdy mierzy napięcie akumulatora odłączonego od układu ładowania. Zapewne nie ma jeszcze oscyloskopu, ale kiedy stanie się szczęśliwym posiadaczem choćby najprostszego, analogowego „staruszka” zauważy, po przyłożeniu jego sondy do klem akumulatora, że na ekranie wyświetli się idealnie pozioma linia, a jej wysokość nad osią zera na ekranie wskaże wartość tego napięcia.

Ten sam oscyloskop podłączony do wyjścia prostownika pokaże jednak coś całkiem innego! Zauważy co prawda NIE PRZEBIEG PRZEMIENNY, bo ewidentnie prąd płynie w jednym kierunku, ale też że nie jest to prąd stały – przebieg to połówki sinusoidy, a wartość

napięcia zmienia się od zera do... no właśnie, do wartości wyższej niż zmierzona przed chwilą multimetrem, przy czym liczba zaobserwowanych na ekranie „połówek” będzie różna w zależności od liczby zastosowanych diod w prostowniku, impulsy będą pojawiać się zgodnie z częstotliwością sieci lub, przy prostowniku dwupołkowym, dwukrotnie większą.

Multimetr mierzy wartość średnią mierzonego napięcia, nie „wyłapuje” wartości samych szczytów zaobserwowanego przebiegu, a wartość ta będzie w przybliżeniu 1,414 (pierwiastek z 2) razy większa od wartości średniej. Kiedy pomnożymy tę wartość przez 12 otrzymamy prawie 17 V – jednak na diodach prostownika występuje zawsze pewien spadek napięcia, zależny od rodzaju diody i wartości płynącego przez nią prądu: dla diod krzemowych wynosi on co najmniej 0,6–0,7 V na jedną diodę, a pod obciążeniem rośnie do ponad 1 V. Tak więc ostatecznie otrzymamy napięcie około 15 V i do takiego napięcia naładuje się podłączony do prostownika akumulator. Trzeba pamiętać, że dioda przewodzi tylko przy istniejącej różnicy potencjałów, czyli napięcie na jej anodzie musi być wyższe niż na katodzie. Rozładowany akumulator jest więc ładowany krótkimi impulsami z częstotliwością 50 lub 100 Hz tylko wtedy, gdy chwilowa wartość napięcia na „wejściu” prostownika jest wyższa niż napięcie akumulatora.

Wbrew pozorom, dobre zaprojektowanie tak wydawałoby się prymitywnego urządzenia, jak prostownik do ładowania akumulatorów, pozbawiony wszelkiej „nowoczesności” – układów kontroli prądu i końcowego napięcia ładowania – wcale nie jest zadaniem prostym. [Pomijając wahania napięcia w sieci] (...) należałoby bowiem tak dobrać parametry transformatora i diod prostowniczych, aby nie dopuścić do „przeładowania” akumulatora powyżej napięcia 2,5 V/celę (...), ale także aby prąd jego ładowania, który w początkowej fazie, przy głęboko rozładowanym akumulatorze może być ogromny – nie przekroczył dopuszczalnej wartości wynoszącej na ogół od 10 do 30% pojemności danego akumulatora wyrażonej w Ah (czyli maksymalny prąd ładowania małego akumulatora motocyklowego 10 Ah powinien zawierać się w granicach od 1 do maksymalnie 3 A).

Dokładne i przystępne wyjaśnienie pułapek w pomiarach napięć w obwodach prądu przemiennego i zmiennego, kluczowych chociażby w konstrukcjach amatorskich zasilaczy warsztatowych, takich jak opisywany aktualnie na łamach ZE, pozostawiam ekspertowi, czyli Redaktorowi Naczelnemu. Uważam, że takie kompendium wiedzy w postaci bodaj jednego artykułu, a nawet „ściąg” do wydrukowania i szybkiego rzucenia okiem, byłoby bardzo pożyteczne.

Pozdrawiam
Szymon Burian

Zagadka 2303 A

Na fotografii obok pokazane są trzy ujęcia pewnego elementu elektronicznego. Pytania konkursowe były takie:

- **Co to może być za układ?**
- **Jak się nazywa obudowa z fotografii**
- **W jakich układach (funkcjach) jej używano?**

Autorem tego zadania konkursowego jest **Sławomir Skrzyński** z Rypina.

Oto nadesłane rozwiązania.

Dobry wieczór,

fotografia przedstawia 8-bitowy mikrokontroler w ceramicznej obudowie z gniazdem na wymienną pamięć EPROM (ang. piggyback). Rozwiązanie cieszyło się popularnością w latach 80. ubiegłego wieku. Mikrokontrolery były wówczas najczęściej wyposażone w pamięć OTP EPROM, co nie sprzyjało prototypowaniu. Pojawienie się układów piggyback dawało niespotykaną dotąd elastyczność w tworzeniu i testowaniu nowego oprogramowania – pamięć EPROM można było wielokrotnie zapisywać w odpowiednim programatorze po uprzednim wykasowaniu zawartości za pomocą promieniowania ultrafioletowego.

Pozdrawiam
Zygmunt Flisak

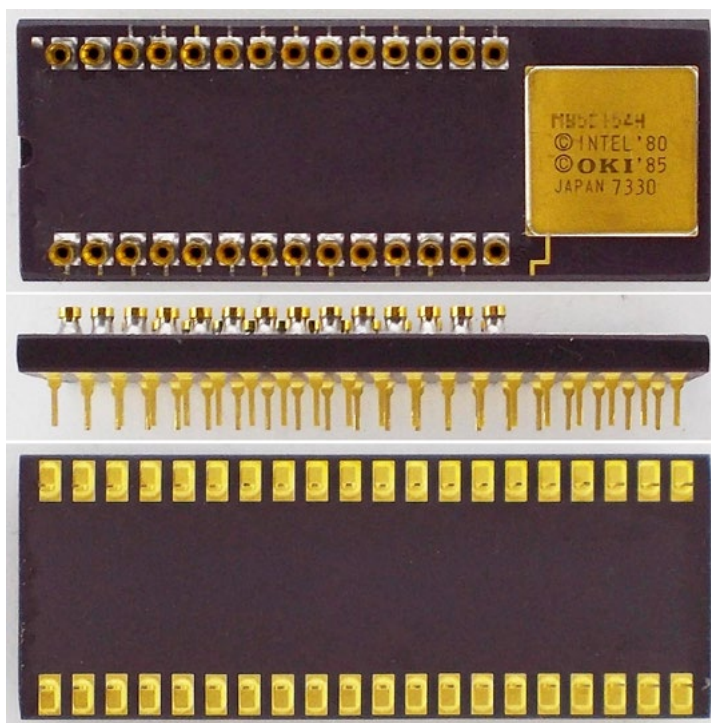
Dzień dobry,

M85C154 to 8-bitowy procesor oparty na Intel 8051. Intel M85C154 to klasa mikroprocesorów znana jako procesor typu „piggyback”. Mikroprocesory Piggyback są zaprojektowane jako narzędzie programistyczne. Można je rozpoznać po obecności gniazda zamontowanego u góry. W praktyce programowało się „pusty” EPROM na komputerze stacjonarnym za pomocą kodu testowego, a następnie umieszczało się EPROM w gnieździe mikroprocesora, aby można było przetestować kod załadowany do środka. Po przetestowaniu i sfinalizowaniu kodu, w produkcie końcowym został użyty jednorazowo programowalny mikroprocesor z wbudowaną pamięcią EPROM.

Pozdrawiam
Tadeusz Suszał

Dzień dobry,

bohaterem zagadki 2302 A jest mikrokontroler jednoukładowy M85C154 H firmy OKI, będący pochodną znanego mikrokontrolera Intel 8052 (rdzeń 8051, 256B RAM, dodatkowy timer T2). Od pierwowzoru różni go możliwość podłączenia pamięci programu o pojemności 16kB w miejsce wbudowanej pamięci ROM. Do tego celu służyła podstawka na wierzchu ceramicznej obudowy



ADIP40-C-600-2,54 Piggyback (pasującej dolnymi wyprowadzeniami do podstawki DIP40). Pamięć EPROM wkładało się dosłownie „na barana” do mikrokontrolera.

Zamiast pamięci stałej można było włożyć tam sondę emulatora EPROM, a to z kolei pozwalało na sprawne wyryfikowanie działania i poprawianie pisanego programu. Odpadały wtedy „przyjemności” związane z wydłubywaniem EPROM-u z mikrokontrolera i jego kasowaniem ultrafioletem przy każdej zmianie programu, które trwało 15–30 min. Kolejne procesy kasowania i zapisu powodowały też stopniową degradację EPROM-u.

M85C154 były stosowane w pracowniach konstrukcyjnych podczas budowania urządzeń opartych na mikrokontrolerach 8051/52 pracujących docelowo w aplikacji z wewnętrzną pamięcią ROM. Oszczędzano w ten sposób linie portów mikrokontrolera (ma on 4 ośmiobitowe porty), nie był potrzebny zewnętrzny EPROM, dodatkowy rejestr zatraskowy szyny adresowej i miejsca na płycie drukowanej też potrzeba było mniej. Zmniejszył się też koszt finalnego urządzenia.

Zawartość pamięci ROM w 8051/52 była programowana w procesie produkcyjnym struktur za pomocą maski i nie można jej było modyfikować w gotowych układach. Po opracowaniu programu prawidłowo działającego na procesorze Piggyback przekazywano go producentowi mikrokontrolerów w formie binarnej do implementacji w zamówionej serii docelowych układów. Takie wdrożenie miało z kolei uzasadnienie ekonomiczne tylko przy produkcji wielkoseryjnej. Obecnie M85C154 H stanowi raczej ciekawostkę kolekcjonerską i czasem można go znaleźć na portalach aukcyjnych.

Serdecznie pozdrawiam
Piotr Tatoń

Kwestie energetyczne 2303

W marcowym wydaniu ZE pojawiło się następujące zadanie:

Bardzo aktualne są dziś kwestie związane z energią, w szczególności z „darmową energią” i pozyskiwaniem energii, a nie wszystkie potoczne wyobrażenia w tym zakresie są prawdziwe i realne. Niektóre aspekty tego aktualnego zagadnienia chcemy zbadać nieco dokładniej.

W dyskusji u znajomych padł pomysł gromadzenia energii w postaci mechanicznej energii potencjalnej. Pojawił się wzór $E = mgh$. Ktoś zaproponował magazyn w postaci czegoś w rodzaju windy współpracującej z przetwornikiem, który może być zarówno prądnicą, jak i silnikiem. Ktoś inny podsunął pomysł, żeby działający na tej zasadzie magazyn energii zrobić lokalnie w mieszkaniu. Byłby to obciążnik współpracujący z bieżakami, linami, przekładnią i prądnicą. Podczas dyskusji nikt nie próbował obliczyć, jakie ilości energii można by magazynować w ten sposób i czy miałyby to sens, zwłaszcza w mieszkaniu.

„Energetyczne” zadanie konkursowe 2303 jest takie: Jaką masę musiałby mieć obciążnik współpracujący z prądnicą, żeby opadając z wysokości 2,5 metrów naładował smartfon?

Zadanie chyba okazało się trudne. W każdym razie nie dotarło do mnie ani jedno rozwiązanie.

Celem zadania było zwrócenie uwagi na możliwość zamiany energii potencjalnej ciała o znacznej masie na inne rodzaje energii.

Tego rodzaju rozwiązanie nie jest teoretycznym wymysłem. Jest od kilkuset lat wykorzystywane w zegarach, które nie mają sprężyny, tylko ciężarki. Podczas pracy zegara opadają one i dostarczają do mechanizmu energię, która umożliwia odmierzenie czasu i ruch wskazówek oraz uruchamianie mechanizmu wybijania godzin lub uruchamianie mechanizmu kukułki, obecny w niektórych takich rozwiązaniach. Przykład takiego źródła energii masz na **fotografii 1** (z Wikipedii, Autor: Deutsches Uhrenmuseum CC-BY-SA 4,0).



Fotografia 1

Idea jest jak najbardziej słusza. W przypadku omawianego zadania dość karkołomny pomysł polega na tym, że umieszczony w mieszkaniu ciężarek napędzałby prądnicę. Ciężarek opadając oddaje energię, która ładuje akumulator.

Przystępując do rozwiązania tego zadania przede wszystkim trzeba było oszacować, ile energii potrzebne jest do naładowania smartfona.

Przykładowo jeżeli pojemność akumulatora wynosi 3000 mAh, a średnie napięcie akumulatora litowo-jonowego 3,7 V, to zgromadzona energia wynosi 11,1 watogodziny. Zależnie od pojemności oraz przypuszczalnej sprawności procesu ładowania, można więc przyjąć, że do naładowania akumulatorów różnych smartfonów potrzebna jest energia w granicach 10 do 20 watogodzin.

Można przyjąć średnio 15 Wh.

Drużga część zadania to obliczenie masy obciążnika, jaka byłaby niezbędna do pozyskania

potrzebnej ilości energii. W zegarach z obciążnikami długość drogi opadania to 1...1,5 metra. W mieszkaniu o wysokości trochę ponad 2,5 metra zapewne ta droga opadania mogłaby być dłuższa. Można przyjąć 2m, ewentualnie nawet 2,5 m.

Na razie możemy pominąć sprawność przetwarzania energii. Zakładamy więc sprawność 100%.

Rozważamy tylko jaką masę musiałby mieć obciążnik, który opadając o te 2 metry oddałby ilość energii, jaka jest potrzebna do naładowania smartfona.

W grę wchodzi szkolny wzór $E = mgh$.

Najprościej biorąc, trzeba obliczyć masę: $m = E / gh$

My mamy na razie energię E w watogodzinach i trzeba ją zamienić na watosekundy, czyli dżule. Wtedy można już policzyć masę, jak byłaby potrzebna do uzyskania potrzebnej ilości energii.

Tę część zadania pozostawiam Czytelnikom.

Oblicz 2303

W numerze ZE2211 postawione było następujące zadanie:

Budujemy stabilizator i podczas wstępnych testów modelu zrealizowanego naprędcie „w pająku” okazało się, że potrzebna jest tam rezystancja o wartości 9,52 kilooma. Oczywiście takiego rezystora nie posiadamy. W zapasach mamy natomiast wiele różnych rezystorów 5-procentowych, w tym „sąsiednie” 10 kΩ oraz 9,1 kΩ, co ilustruje **rysunek 1**. Pytanie konkursowe brzmi: **Jak z różnych posiadanych rezystorów zrealizować potrzebną rezystancję 9,52 kΩ?**



Rysunek 1

Oto rozwiązanie tego zadania:

Dzień dobry,

szereg rezystorowy 5% to szereg E24: 10 – 11 – 12 – 13 – 15 – 16 – 18 – 20 – 22 – 24 – 27 – 30 – 33 – 36 – 39 – 43 – 47 – 51 – 56 – 62 – 68 – 75 – 82 – 91. W zadaniu chodzi o zrealizowanie z wartości tego szeregu dokładnie rezystancji 9,52 kΩ. Można to zrobić na wiele sposobów, tworząc odpowiednie konfiguracje układowe z posiadanych rezystorów. Oto kilka przykładów.

Wykorzystując połączenie szeregowo rezystorów np.:

1. 1,3 k + 8,2 k + 20R,
2. 1,8 k + 3,0 k + 4,7 k + 20R,
3. 3,9 k + 5,6 k + 20R,
4. 2 k + 7,5 k + 20R,
5. 2,7 k + 6,8 k + 20R,
6. 3,3 k + 6,2 k + 20R

Wykorzystując połączenie mieszane rezystorów np.:

1. Rezystory 4,7 k i 16 k połączone równolegle, następnie szeregowo z nimi rezystory 5,6 k i 300R.

$4,7\text{ k} \parallel 16\text{ k} + 5,6\text{ k} + 300\text{R} = 3,632\text{ k} + 5,6\text{ k} + 300\text{R}$

Wypadkowa rezystancja to 9,532 kΩ. W tym przypadku popełniamy pewien błąd, ale jest on bardzo mały. Tolerancja 5% rezystorów może powodować większy błąd wypadkowej rezystancji.

Pozdrawiam

Tadeusz Suszał

Pytanie jest podchwytliwe.

Mamy do dyspozycji różne rezystory 5%. Na pierwszy rzut oka, oczekiwaną wartość 9,52 kΩ uzyskamy z równoległego połączenia dwóch rezystorów szeregu E24 o wartościach 10 i 200 kΩ. (...) problem w tym, że im większej liczby mało precyzyjnych rezystorów będziemy potrzebowali by otrzymać dokładną wartość, tym wartość ta będzie paradoksalnie mniej stabilna.

Dokładna wartość 9,52% sugeruje precyzję rzędu 0,1%. Problem wiąże się nie tylko ze zgodnością wartości rzeczywistej rezystora z nominalną, ale także ze stabilnością

tej wartości w funkcji czasu i przede wszystkim, temperatury. Nawet, jeśli łącząc szeregowo – równolegle liczne rezystory uda nam się uzyskać wypad-

kową oporność 9,52 kΩ (czyli z dokładnością lepszą niż 10 Ω), wartość ta zmieni się znacznie już po wlutowaniu rezystorów do docelowego układu. Popularne rezystory węglowe mają temperaturowy współczynnik rezystancji w najlepszym razie 100ppm/K, czyli mówiąc prościej, ich wartość zmienia się 0,01% na każdy stopień Celsjusza.

Oznacza to, że zmiana temperatury otoczenia o więcej niż 10 stopni wystarczy, abyśmy utracili wymaganą dokładność 9,52 k. Poszukiwany „superrezystor” ma, zgodnie z treścią zadania, pracować w układzie zasilacza – wewnątrz jego obudowy zmiany temperatury będą najprawdopodobniej znacznie poważniejsze. A przecież zastosowaliśmy wiele rezystorów, z których wartość każdego zmieni się nieco inaczej. Co gorsza, podgrzanie takiego mało precyzyjnego rezystora podczas lutowania do temperatury bliskiej 200 stopni (a dla spoiwa bezołowiowego znacznie wyższej) spowoduje TRWAŁĄ zmianę jego rezystancji. Z ciekawości zmierzyłem oporność zwykłego, węglowego rezystora 15 kΩ, 5%, 0,25 W, która w temperaturze 23 stopni wynosiła 15031 Ω. Po podgrzaniu go lutownicą do temperatury 300 C jego wartość spadła do nieco ponad 14,5 kΩ, natomiast po wychłodzeniu do temperatury otoczenia, wzrosła do 15023 Ω i taka już pozostała – a więc zmieniła się (zmniejszyła) trwale o 0,05%.

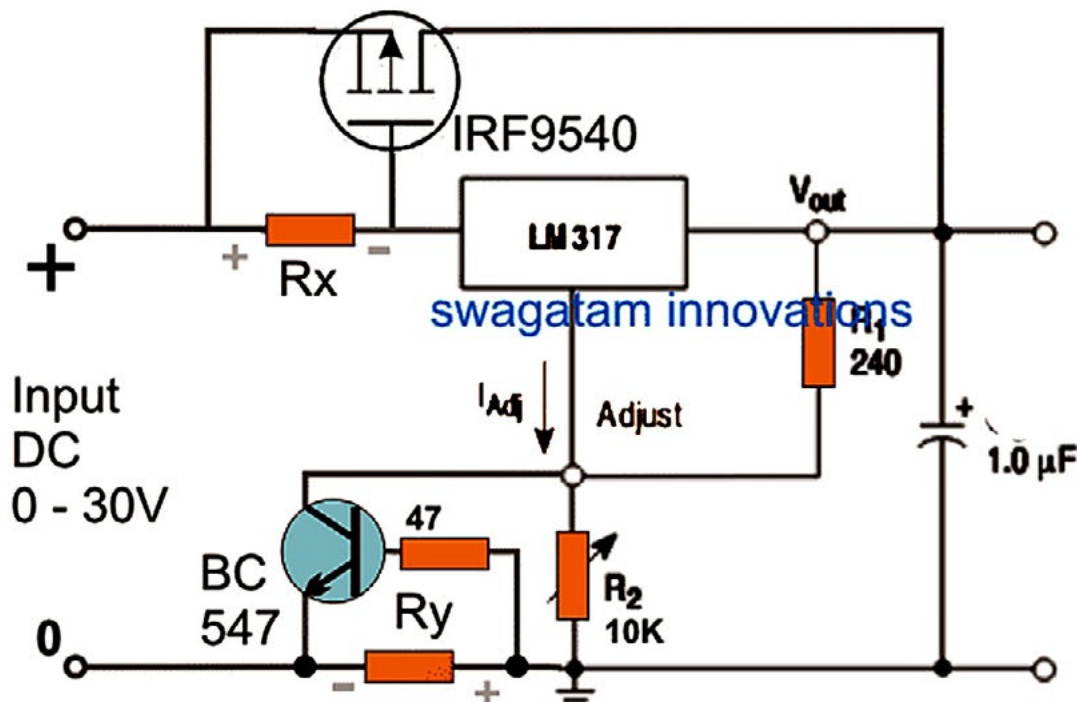
Tak więc, próby uzyskania wysokiej precyzji rezystancji poprzez łączenie mało precyzyjnych rezystorów nie mają żadnego sensu. W tym konkretnym przypadku, tj. rezystora potrzebnego do ustalenia napięcia zasilacza, jedynym rozsądnym wyborem jest użycie pojedynczego, precyzyjnego rezystora o najbliższej wartości, przy czym wystarczy całkowicie łatwo obecnie dostępny i tani rezystor metalizowany 1%, uzupełniony o potencjometr wieloobrotowy (trymer) o najmniejszej wartości niezbędnej do skorygowania oporności całkowitej takiego układu. Rezystor 9,1 kΩ 1%, połączony szeregowo z trymerem 1 kΩ, powinien spełnić nasze oczekiwania. Trymery jednak w jeszcze większym stopniu „nie grzeszą” precyzją długoterminową – jeśli więc rezystencja miałaby być trwała w funkcji czasu, pozostaje użycie bardzo drogich i trudno dostępnych rezystorów „ultraprecyzyjnych”, o tolerancji 0,1% i TCR rzędu 10ppm.

Szymon Burian

To zadanie **Oblicz** miało zwrócić uwagę właśnie na szerszy kontekst kwestii doboru rezystorów. Okazuje się, że ma ona jeszcze inne aspekty i będziemy zajmować się nimi w oddzielnych artykułach.

Tropimy błędy: LM317 z dodatkowym tranzystorem

W Internecie można znaleźć mnóstwo schematów budzących większe lub mniejsze wątpliwości. Niektóre są ewidentnie błędne i bezwartościowe. Inne mają jakąś wartość, ale zawierają usterki i niedoróbki. Jeszcze inne nie są błędne, tylko całkiem przestarzałe. Jak ocenisz schemat pokazany na poniższym rysunku?



Źródło schematu: <https://www.homemade-circuits.com/lm317-with-outboard-current-boost/>

Schemat z powyższego rysunku był przedstawiony w wydaniu ZE z marca, roku 2023 w ramach konkursu **Tropimy błędy** o oznaczeniu KX004.

Co istotne, w marcowym numerze czasopisma przedstawiony był też materiał dotyczący wspólnego projektowania zasilacza warsztatowego z wykorzystaniem stabilizatora LM317.

Na powyższym schemacie przedstawiona jest nietypowa, rzadko spotykana propozycja układowa, którą na pewno warto przeanalizować. Dodatkowy tranzystor zwiększa wydajność prądową scalonego stabilizatora LM317. W kartach katalogowych LM317 są podobne schematy, ale z bipolarnym tranzystorem PNP. Propozycja z powyższego rysunku wygląda na znacznie nowocześniejszą, ponieważ zamiast tranzystora bipolarnego zawiera MOSFET P.

Jeżeli zastosowanie MOSFET-a P ma zalety w stosunku do wersji z bipolarnym PNP, to może powyższą propozycję, albo w całości, albo po części warto

wykorzystać w projektowanym zasilaczu warsztatowym? A może ten schemat zawiera jakieś poważne, czy może nawet katastrofalne błędy?

Oto nadesłane rozwiązania:

Witam,

nie wypowiadam się w sprawie IRF9540, który zwiększa prąd. Na oko powinien działać. Zauważyłem tylko problem z tranzystorem BC547 i opornikiem Ry. Mają one stworzyć ograniczenie prądu do wartości maksymalnej $0,7 \text{ V} / R_y$. Moim zdaniem to nie działa.

Nie wiem, czy to wyczerpuje temat, bo nie zbudowałem układu, żeby sprawdzić swoje wnioski. A wyglądają one tak, że przy napięciu 0,7 V na Ry otworzy się BC547. To dobrze, bo zmniejszy on napięcie wyjściowe. Ale nie zmniejszy do zera, bo zwarcie Adjust do masy zmniejszy napięcie do 1,25 V, a nie do zera. Nie potrafię dokładnie policzyć co się stanie, ale wydaje mi się, że przy zwarciu wyjścia ogranicznik nie działa.

Pozdrawiam

Krzysztof

Dzień dobry,

1. Do rezystora R1 240 Ω dobrano potencjometr R2 o zbyt dużej wartości 10 k Ω . Po pierwsze, 50% zakresu regulacji potencjometru jest niewykorzystane. Po drugie, przy ustawieniu powyżej 50%, na wyjściu układu pojawią się tętnienia napięcia. LM317 będzie źle pracował, nie będzie stabilizował napięcia. Zastosowanie potencjometru 10 k Ω spowoduje też, że minimalny prąd płynący przez R1 spadnie poniżej 5 mA (najlepiej 5–10 mA). W tym przypadku potencjometr powinien mieć wartość 5 k Ω .

2. Ten układ z wykorzystaniem tranzystora MOSFET charakteryzuje się dużym spadkiem napięcia na tranzystorze, prawdopodobnie powyżej 5 V. To niepotrzebna strata napięcia.

3. Na rezystorze Ry ogranicznika prądu tracimy dodatkowo 0,6–0,7 V, abyysterować tranzystor BC547. Jego wartość zależy od maksymalnej dopuszczalnej wartości prądu. Niby niewiele, ale łącznie ze spadkiem na tranzystorze daje to sporą stratę napięcia co powoduje, że na wyjściu uzyskamy ok. 24–25 V (tylko) przy 30VDC na wejściu.

4. Cały układ ogranicznika prądu z BC547 przeziósłbym na prawo od potencjometru patrząc na schemat. Układ ogranicznika to raczej przestarzałe rozwiązanie. Działa, ale bez rewelacji. Powoduje również, że napięcie wyjściowe ulega zmianie w zależności od płynącego prądu ze względu na zmieniający się spadek napięcia na rezystorze Ry.

Pozdrawiam

Tadeusz Suszał

Witam,

układ z rezystorem Ry i tranzystorem BC547, który miał ograniczać maksymalny prąd płynący przez MOSFET IRF9540 do 10 A w przypadku zwarcia wyjścia zasilacza, niestety nie robi tego. Zmniejsza tylko napięcie wyjściowe praktycznie prawie do zera, ale nie do zera.

Wartość rezystora Ry ma wynosić 0,07 Ohma, tak żeby przy prądzie 10 A wytworzyć na nim spadek napięcia 0,7 V i spolaryzować tranzystor npn, który zwiera rezystor R2 i powoduje znaczne zmniejszenie napięcia na wyjściu, którego wartość liczy się ze wzoru $V_{out} = 1,25(1 + R2/R1)$, pomijając mały prąd IAdj.

Mimo zmniejszenia napięcia wyjściowego prawie do zera, LM317 nie zostaje wyłączony i płynie przez niego dość duży prąd, który na rezystorze Rx utrzymuje wciąż wystarczające napięcie utrzymujące MOSFET w ciągłym przewodzeniu. Przewodzący MOSFET jest narażony na uszkodzenie przy całkowitym zwarciu wyjścia.

Pozdrawiam

Ryszard Magdycz

Krótką ogólną oceną projektu

Uczestnicy konkursu wychwycili wszystkie kluczowe problemy, jednak dość delikatnie napisali o wadach i błędach występujących na schemacie.

Tymczasem trzeba podkreślić, że **propozycja jest bezsensowna, całkowicie błędna. Zarówno schemat, jak i dołączony opis, poważnie wprowadzają w błąd osoby mniej zorientowane.**

Autor, nazywający się inżynierem, podejmuje trud wyjaśnienia początkującym kwestii związanych ze zwiększeniem prądu maksymalnego stabilizatora LM317. Przedstawia, a raczej sygnalizuje, kolejne możliwości, wraz z ich zaletami i wadami.

Na pozór jest to logiczne. W rzeczywistości jest bełkotem wprowadzającym w błąd.

Nonszalancja, brak wiedzy, a przede wszystkim brak praktycznego doświadczenia Autora schematu i tego na pozór logicznego opisu wręcz porażają. Najbardziej porażające jest całkowite pomijanie najważniejszych w praktyce zagadnień, związanych ze stratami mocy i grzaniem się elementów.

Analiza tekstu całego opisu zabrałaby dużo miejsca. Dlatego skoncentrujemy się tylko na kwestiach najważniejszych.

Główne zarzuty są dwa. Jeden dotyczy zastosowania MOSFET-a w miejsce tranzystora bipolarnego.

Drugi zarzut dotyczy skuteczności działania ogranicznika prądu.

MOSFET P zamiast bipolarnego PNP

Autor koncentruje się na tym, jak można zwiększyć prąd pracy 1,5-ampereowego stabilizatora LM317. Píše o zwiększeniu wydajności prądowej stabilizatora do 10 amperów. Proponuje wykorzystać do tego celu MOSFET IRF9540, który według katalogu jest tranzystorem 19-ampereowym

Ogólnie biorąc, wydajność prądową LM317 można zwiększyć na różne sposoby.

Jednak w praktyce największym problemem nie jest wcale kwestia zwiększenia prądu, tylko problem mocy strat i ciepła wydzielającego się w stabilizatorze.

Zwłaszcza w stabilizatorze o regulowanym napięciu wyjściowym i prądzie wyjściowym 10 A, bowiem przy napięciu wejściowym 30 V oznaczałoby to moc 300 watów. Jeżeli w regulowanym stabilizatorze ustawione byłoby napięcie wyjściowe powiedzmy 2 V, to z wejściowych 30 V aż 28 V musiałoby się odłożyć na elementach stabilizatora i w sumie w stabilizatorze wydzieliliby się 280 watów mocy strat.

Najprościej biorąc, absolutnie nie poradzą z tym sobie LM317 i IRF9540. Stabilizator LM317 ma wbudowane ograniczenia i karta katalogowa nie podaje maksymalnej mocy strat.

Jednak z wartości rezystancji termicznej R_{thJC} (wynoszącej 5°C/W) dowiadujemy się, że przy idealnym chłodzeniu moc strat jest mniejsza niż 30 watów.

Dla IRF9540 katalog wprawdzie podaje maksymalną moc strat 150 watów, ale tylko przy idealnym chłodzeniu. W praktyce maksymalna moc strat będzie mniejsza niż połowa tej teoretycznej wartości.

Najprościej biorąc, IRF9540 jest zdecydowanie za mały i za słaby do pracy przy prądzie 10 amperów.

Nawet gdyby MOSFET P był „silniejszy”, pomysł zastąpienia nim tranzystora bipolarnego jest bezsensowny. Do otwarcia tranzystora bipolarnego potrzebny jest spadek napięcia na Rx około 0,7...1 V. Natomiast do otwarcia klasycznego MOSFET-a mocy potrzebne jest napięcie 3...5 V. Przecież klasyczne MOSFET-y mocy, w tym IRF9540, mają napięcie progowe V_{GSth} około 3 V.

Stosując MOSFET-a zamiast tranzystora bipolarnego Autor zupełnie bezsensownie zwiększa minimalny spadek napięcia na stabilizatorze o co najmniej 2 V, co przy prądzie 10 A oznacza dodatkowe, zupełnie niepotrzebne straty mocy o wielkości 20 W.

A zwłaszcza przy dużych prądach trzeba minimalizować wymagany dla danego stabilizatora spadek napięcia V_{DO} (Drop Out). Stąd przecież popularność stabilizatorów LDO, czyli o małym wymaganym spadku napięcia V_{DO} . W przypadku stabilizatora regulowanego sprawa się dodatkowo komplikuje gdy ustawione napięcie wyjściowe jest małe. Dla zmniejszenia mocy strat należałoby wtedy zmniejszać napięcie wejściowe, ale to odrębny, szeroki i niełatwy temat.

W każdym razie pomysł zastąpienia tranzystora PNP MOSFET-em P świadczy, że Autor zupełnie nie rozumie tych bardzo ważnych zagadnień związanych ze spadkami napięć i stratami mocy.

Ogranicznik prądu

Przedstawiony pomysł prostego ogranicznika prądu generalnie nie jest błędny. Rzeczywiście ogranicza on prąd do wartości mniej więcej $I = 0,7 \text{ V} / R_y$.

Ma jednak istotną wadę: nie zapewni skuteczności w przypadku zwarcia wyjścia, a takie sytuacje często się zdarzają.

Podstawowy problem jest taki, że tranzystor BC547 otworzy się przy napięciu U_{BE} około 0,7 V, natomiast stabilizator LM317 ma najniższe napięcie wyjściowe równe 1,25 V.

Najprościej biorąc, aby taki ogranicznik działał także w przypadku zwarcia, należałoby zastosować tranzystor o napięciu U_{BE} wynoszącym 1,25 V, a nie

0,7 V. Można to zrealizować na różne sposoby, co możemy omówić w cyklu **Wspólnie projektujemy: zasilacz z LM317**.

Nic dziwnego, że jeden z uczestników napisał: *Nie potrafię dokładnie policzyć, co się stanie, ale wydaje mi się, że przy zwarcu wyjścia ogranicznik nie działa.*

Można byłoby podejść do zagadnienia najprościej i założyć, że w przypadku zwarcia ogranicznik zadziała, ale ograniczy prąd do takiej wartości, przy której spadek napięcia na R_y stanie się równy 1,25 V, czyli przy prądzie o wartości około 180% nominalnej. Czyli w przypadku ogranicznika 10-ampereowego z rezystorem $R_y = 0,07 \Omega$ prąd przy zwarcu wzrósłby o około 18 amperów.

Takie najprostsze rozumowanie nie uwzględnia napięcia nasycenia i sporego prądu bazy BC548, który ma małą strukturę, a to znacząco zmieni sytuację.

W każdym razie jest problem z ogranicznikiem w przypadku zwarcia na wyjściu. Wtedy prąd ograniczania na pewno będzie znacznie większy od nominalnego.

A jeżeli w stanie zwarcia wyjścia, przez układ będzie płynął prąd większy od nominalnego, to prąd ten będzie płynął przede wszystkim przez dodatkowy MOSFET P. Nawet gdyby zamiast IRF9540 zastosować jakiś „silniejszy”, bardzo dobrze chłodzony, który poradzi sobie z w normalnych warunkach pracy, to przy zwiększonym prądzie podczas zwarcia MOSFET ten najprawdopodobniej uległby przegrzaniu i spaleni.

Umieszczenie rezystora ogranicznika

Jeden z uczestników konkursu zwrócił uwagę na miejsce umieszczenia rezystora R_y . Czy lepiej umieścić go tak, jak na analizowanym rysunku, czyli z lewej strony punktu oznaczonego jako masa? Czy może lepiej byłoby umieścić go z prawej strony punktu oznaczonego jako masa?

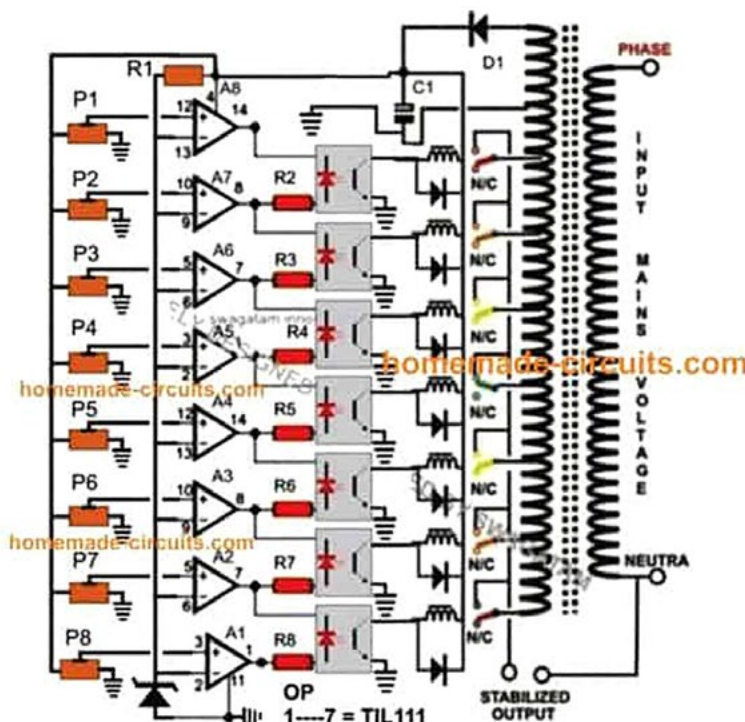
To istotny temat, związany ze stabilnością napięcia wyjściowego. Pojawił się też w tym konkursie w zadaniu z ubiegłego miesiąca, dotyczącym mikroprocesorowego zasilacza.

Szczegóły będziemy omawiać, ale generalna zasada jest taka, że rezystancję pomiarową, w tym przypadku R_y , należy umieścić poza pętlą sprzężenia zwrotnego, która pilnuje wartości napięcia wyjściowego. Wtedy spadek napięcia na rezystancji pomiarowej nie będzie wpływał na wartość dostępnego dla użytkownika napięcia wyjściowego. ©

Piotr Górecki

Tropimy błędy: Automatyczny stabilizator napięcia sieci

W Internecie można znaleźć mnóstwo schematów budzących większe lub mniejsze wątpliwości. Niektóre są ewidentnie błędne i bezwartościowe. Inne mają jakąś wartość, ale zawierają usterki i niedoróbki. Jeszcze inne nie są błędne, tylko całkiem przestarzałe. Jak ocenisz schemat pokazany na poniższym rysunku?



Źródło: <https://www.homemade-circuits.com/5-kva-to-10-kva-automatic-voltage-stabilizer-circuit-220-volts-120-volts/>

Z niewyczerpanego źródła zaskakujących pomysłów pochodzi powyższy schemat automatycznego stabilizatora napięcia sieci. Stabilizatora o ogromnej mocy 5 do 10 kilowoltoamperów. Według opisu, układ przeznaczony jest do stabilizacji napięcia sie-

ci (120 V lub 220 V) dla urządzeń domowych. Może zwiększać lub zmniejszać napięcie, by niezależnie od wahań napięcia sieci, zasilane przez ten stabilizator urządzenia domowe zasilane były napięciem o wartości zbliżonej do nominalnego.

W ramach konkursu **Tropimy błędy KX006** możesz zgłosić swoje uwagi dotyczące tego znalezionej w Internecie schematu, pokazanego na powyższym rysunku tytułowym. Jeśli chcesz, możesz albo króciutko, albo bardziej obszernie napisać, jak oceniasz ten schemat. Jaką ma wartość? Czy może nie jest błędny tylko przestarzały? A może wprowadza w błąd? Możesz tylko wskazać, a ewentualnie także szerzej opisać błędy, usterki i niedoróbki, jakie Twoim zdaniem występują na tym schemacie.

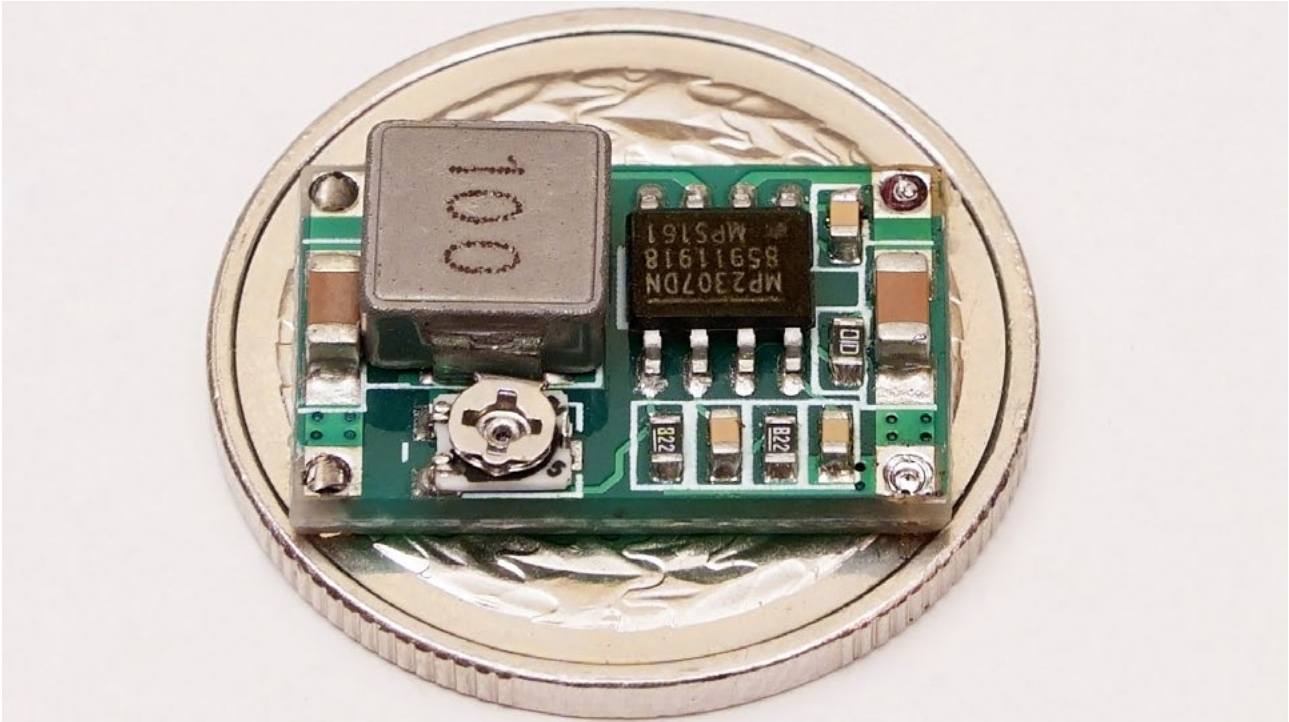
Rozwiązanie tego konkursu **Tropimy błędy** możesz nadesłać do końca maja 2023 na adres:

konkursy@piotr-gorecki.pl.

Ponieważ inicjatywa „Zrozumieć Elektronikę” dopiero startuje, nie są przewidziane nagrody, natomiast źródłem satysfakcji może być publikacja fragmentów lub całości Twojego rozwiązania.

Jeżeli jednak nie chcesz, żeby przy omawianiu nadesłanych rozwiązań pojawiło się Twoje nazwisko, tylko ewentualnie imię czy pseudonim, napisz o tym wyraźnie w treści e-maila z rozwiązaniem.

Niezależnie od tego, czy przysyłasz rozwiązanie, możesz też zgłosić jakiś inny błędny schemat, który mógłby zostać przeanalizowany w ramach któregoś z następnych wydań tego konkursu.



Tajemnice małych przetwornic obniżających

Maleńkie moduły obniżające z układem scalonym MP2307, nazywane MINI-360 to bodaj najtańsze przetwornice na rynku. Budzą duże zainteresowanie, ponieważ są to przetwornice synchroniczne o deklarowanym prądzie maksymalnym 1,8...3 A. Potrafią jednak zaskoczyć: i pozytywnie, i negatywnie.

Wymiana cewki
Czy wymiana cewki ma sens?
Ewentualne modyfikacje

Dla dociekliwych – budowa wewnętrzna
Dla dociekliwych – podstawowe wyjaśnienia
Dla dociekliwych – przebiegi prądu i napięcia

Sam układ scalony MP2307 może pracować z ciągłym prądem obciążenia do 3 A, szczytowym 4 A. W większości ofert handlowych jest informacja, że maksymalny ciągły prąd pracy pokazanego na fotografii tytułowej modułu to 1,8 A, co jest efektem słabych warunków chłodzenia maleńkiej płytki o rozmiarach niecałe 18×12 mm.

Przy małym układzie scalonym i maleńkiej płytce prąd pracy sięgający prawie 2 amperów to sukces, wynikający z tego, że jest to przetwornica synchroniczna z dwoma na przemian otwieranymi MOSFET-ami.

Częstotliwość pracy to około 350 kHz, czyli dość dużo, co pozwala wykorzystać miniaturową cewkę o indukcyjności 10 mikrohenrów.

Do zakupu zachęca też informacja o bardzo dużej sprawności, sięgającej według różnych źródeł 96...98% (choć karta katalogowa układu scalonego podaje sprawność do 95%).

Zakres napięć wejściowych to 4,5...23 V. Jest to przetwornica obniżająca, więc napięcie wyjściowe zawsze jest niższe od wejściowego i według katalogu można je ustawić w granicach 0,925...20 V.

Najpierw przedstawię zalety. I tak **fotografia 1** pokazuje pracę tego maleństwa przy prądzie wyjściowym ponad 2,8 ampera! Co prawda w takich warunkach moduł wymagał dodatkowego chłodzenia – jasny kształt z prawej strony to wylot suszarki do włosów (z wyłączoną grzałką, tylko wentylator i to z niepełną wydajnością). Praca przy prądzie obciążenia do 3 A jest możliwa i nie grozi szybkim uszkodzeniem choćby dlatego, że układ scalony MP2307 ma wbudowane zabezpieczenie termiczne, które wyłączy przetwornicę, gdy struktura osiągnie temperaturę około +160°C.

Jeszcze lepiej widać to na filmie dostępnym w moim kanale na YouTube, gdzie pokazana jest praca przy prądzie 3 amperów – warto obejrzeć. Dane z karty katalogowej kostki MP2307 nie są przesadzone!

Nic dziwnego, że właśnie taką maleńką przetwornicę wykorzystałem do żarzenia lampy w projekcie Twój pierwszy wzmacniacz lampowy. Prąd żarzenia przeciętnej małej lampy jest mniejszy niż pół ampera, więc mamy duży zapas prądu i mocy.

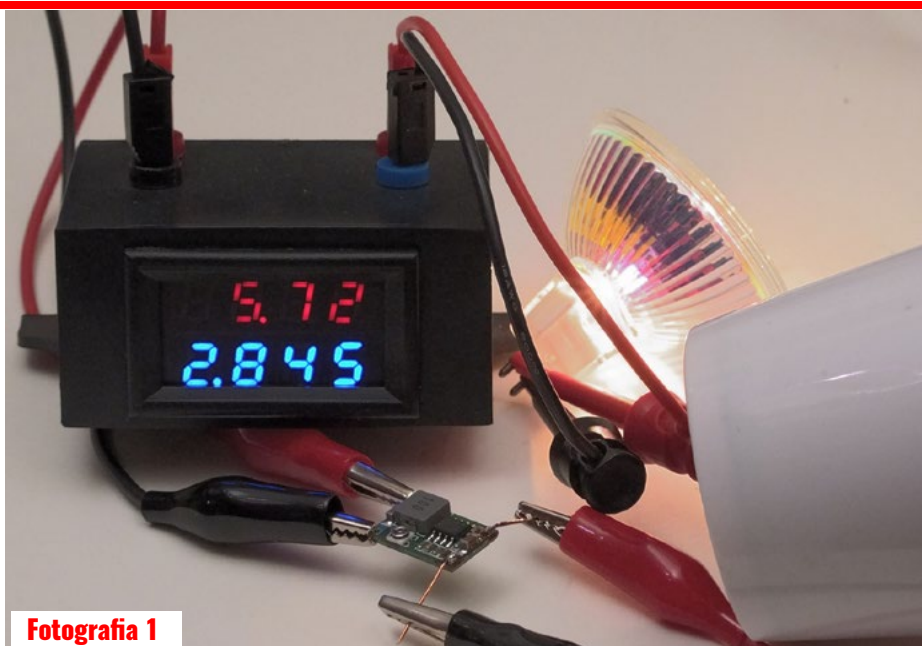
Ta mała przetwornica pozytywnie zaskakuje swoimi możliwościami, jednak potrafi też zaskoczyć negatywnie, i to pod kilkoma względami.

Przykład na **fotografii 2**. Przetwornica nie jest obciążona. Zasilana napięciem 15 woltów pobiera 20 miliamperów prądu, czyli pobiera i zamienia na ciepło 0,3 wata mocy!

W zasadzie 300 mW to nie jest specjalnie dużo, ale cewka przetwornicy jest bardzo mocno ciepła – ledwo można utrzymać na niej palec. Podkreślam – bez obciążenia. W testowanych dwóch innych egzemplarzach przetwornicy prąd spoczynkowy był trochę mniejszy, ale cewka też była w nich mocno ciepła.

W każdym razie **taka przetwornica nie nadaje się do oszczędnych urządzeń zasilanych z baterii!**

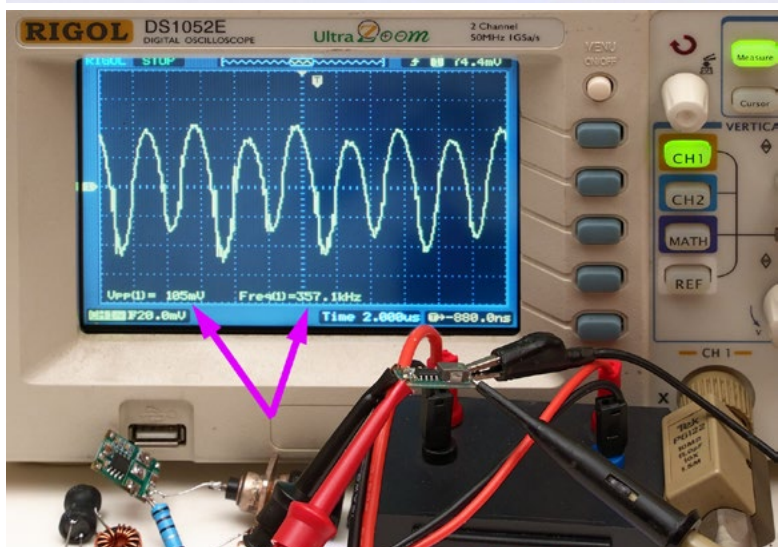
W Internecie można znaleźć informację, że niektórzy przy zakupach trafiają egzemplarze o spoczynkowym prądzie nawet 50 mA i więcej. Wtedy cewka jest bardzo gorąca. Natomiast według katalogu sam układ scalony pobiera podczas takiej pracy maksymalnie 1,5 mA (w modelu z fotografii 2 po wlutowaniu cewki pobór prądu wynosił 1,7 mA). Spoczynkowy prąd to dość złożona sprawa, ale trzeba podkreślić, że to nie układ scalony się grzeje, tylko przede wszystkim cewka. W dalszej części artykułu te kwestie są opisane nieco szerzej.



Fotografia 1



Fotografia 2



Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Wykrywacz pola NFC z neonówką

Czy wiecie ile energii generuje typowy czytnik RFID/NFC? Taki w telefonie albo przy drzwiach otwieranych kartą? Okazuje się że zaskakująco dużo, tak dużo, że można zasilić... neonówkę. Prosty układ zasilany z czytnika NFC telefonu wytwarza napięcie około 200V, co umożliwia świecenie niewielkiej lampki neonowej.

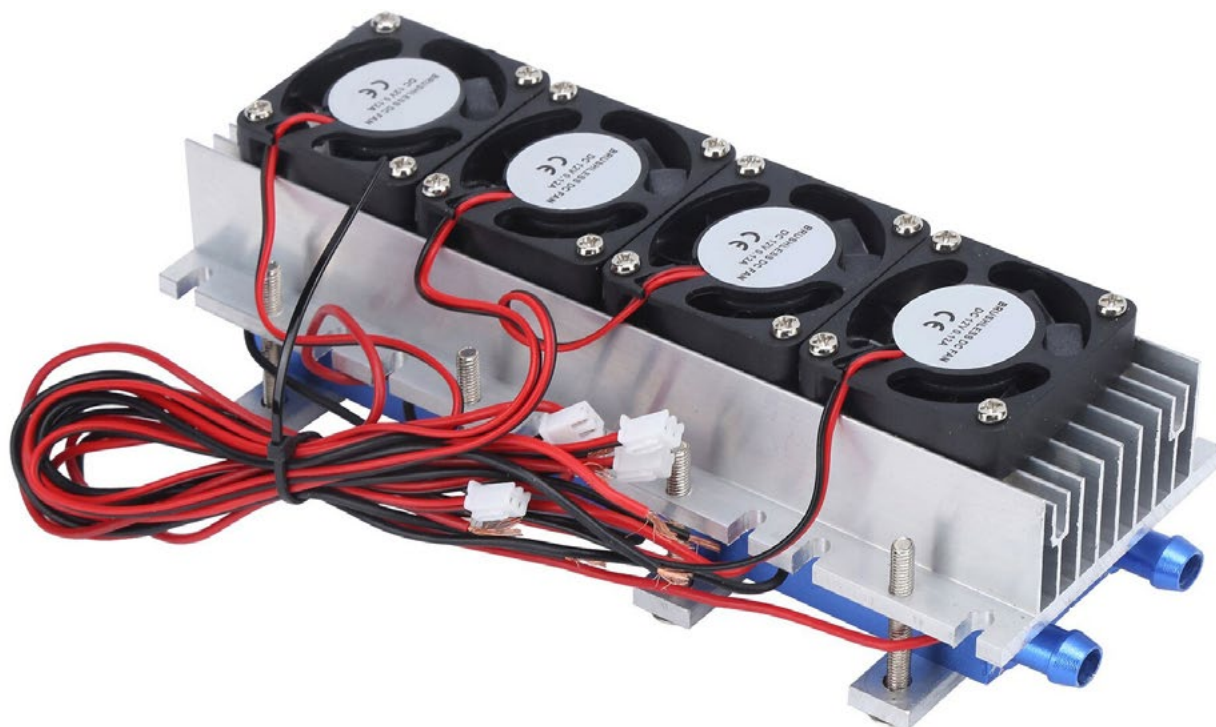
Temat zasilania układów elektronicznych energią pozyskaną z fal radiowych budził zainteresowanie od dawna. Przykładowo, pierwsze detektorowe odbiorniki radiowe nie wymagały dodatkowego zasilania, były zasilane wyłącznie energią pobieraną z anteny. W miarę jak pojawiały się coraz bardziej skomplikowane układy, wymagania co do ilości pozyskanej energii rosły. A ponieważ użycie anten długości kilkudziesięciu metrów (przy użyciu których, jak głoszą legen-



się różnego rodzaju układy typu rectenna (połączenie słów rectifier – prostownik i antena), gdzie do anteny/zestawu anten dołączony jest układ prostownika (a zwykle też powielacza napięcia).

Ciekawym przypadkiem, umożliwiającym praktyczne przetestowanie takiego sposobu pozyskiwania energii jest technologia RFID/NFC. Założeniem tego rozwiązania jest jednocześnie bezprzewodowe zasilanie i komunikacja po-

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE. W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Moduły Peltiera: Chłodnice i zestawy

Moduły Peltiera to bardzo interesujące elementy. Mają zaskakujące właściwości i możliwości. Jednak bez odpowiedniego chłodzenia nie da się wykorzystać ich zalet. Niniejszy artykuł zawiera cenne informacje dotyczące dostępnych na rynku praktycznych rozwiązań systemów chłodzenia „peltierów”.

Systemy z dwoma klasycznymi radiatorami
Zestawy z rurami cieplnymi
Chłodnice wodne na stronie zimnej

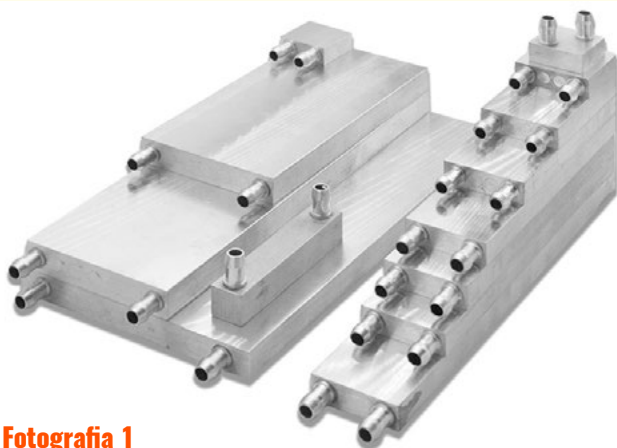
Moduły pojedyncze i piętrowe
Generatory termoelektryczne

Artykuł Moduł Peltiera w praktyce pokazał, że jeden popularny moduł o rozmiarach 4×4 cm we współpracy z małą chłodnicą wodną może uzyskać zadziwiające efekty – temperaturę prawie minus czterdzieści stopni! Z kolei w artykule Moduły Peltiera: podstawowe właściwości podane były elementarne wiadomości o tych elementach.

W niniejszym artykule omówimy różne praktyczne rozwiązania, a w szczególności niedrogie, gotowe zestawy z chłodnicami. Natomiast na życzenie Czytelników może powstać artykuł, przeznaczony dla bardziej dociekliwych, w którym dokładniej omówimy możliwości i parametry modułów Peltiera.

Wiadomo, że uzyskiwane w praktyce efekty zależą przede wszystkim od skuteczności chłodzenia strony gorącej. Eksperymenty opisane w artykule Moduł Peltiera w praktyce udowodniły, że spektakularne efekty uzyskuje się w dość prosty sposób, przy zastosowaniu chłodnicy wodnej. Zimna woda z kranu, przepływająca przez taką chłodnicę, ma około +10°C, a typowy moduł Peltiera w optymalnych warunkach może wytworzyć między dwiema swoimi stronami różnice temperatur nawet rzędu 60 stopni.

I właśnie chłodnice wodne zapewniają warunki pracy modułów bliskie optymalnym. Skutecznie odprowadzają ciepło ze strony gorącej.



Fotografia 1

Fotografia 1 pokazuje chłodnice aluminiumowe różnej wielkości, przeznaczone do współpracy z modułami Peltiera (wszystkie fotografie w tym artykule pochodzą z ofert sklepów platformy Aliexpress).

Systemy z dwoma klasycznymi radiatorami

Metalowa chłodnica, przez którą przepływa zimna woda z kranu jest skuteczna ale niewygodna w użyciu z uwagi na konieczność podłączenia do instalacji hydraulicznej. Dlatego w praktyce znacznie częściej stosowane są inne rozwiązania. Wykorzystujące rozmaite radiatory, zwykle chłodzone wentylatorami.

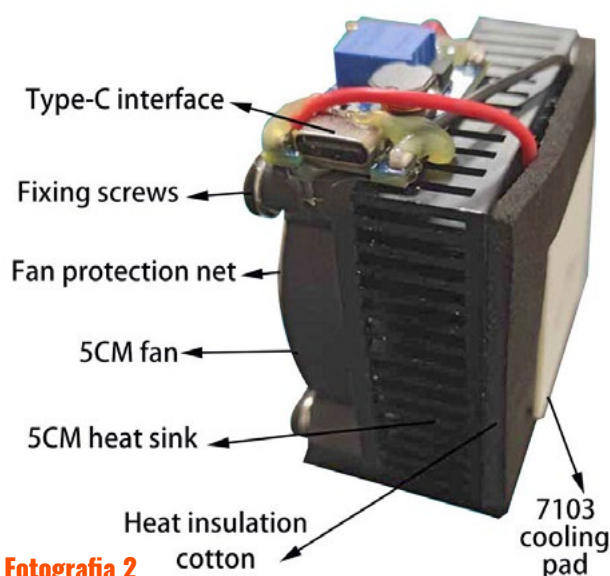
Najpopularniejsze są moduły 12-woltowe, ale dostępne i wykorzystywane w niektórych zastosowaniach są też moduły o innym napięciu nominalnym. **Fotografia 2** to przykład chłodnicy z 5-woltowym niedużym modułem 3×3 cm. Do tego w komplecie mamy niewielki radiator z wentylatorem 12 V, który wymaga przetwornicy podwyższającej 5/12 V. Uwaga! Jest to moduł 5-woltowy, ale nie nadaje się on do zasilania z gniazdka USB, bowiem pobiera prąd ponad 2 A.

Dostępnych jest też sporo małych modułów Peltiera o różnych napięciach zasilania i różnej wydajności. Jednak zdecydowanie najpopularniejsze i najtańsze są moduły 12-woltowe o różnej mocy.

Podstawowym zadaniem i problemem jest odprowadzenia ciepła ze strony gorącej i rozproszenie go do otoczenia. Ułatwiają to radiatory.

Moduł jest zasilany energią (mocą) elektryczną. Ze strony gorącej trzeba odebrać nie tylko ciepło pompowane ze strony zimnej, ale też ciepło pochodzące z dostarczanej do modułu energii elektrycznej. Ilość ciepła wydzielanego na stronie gorącej jest dużo większa niż ciepła pochłanianego na stronie zimnej, dlatego radiator na stronie gorącej jest dużo większy niż na stronie zimnej.

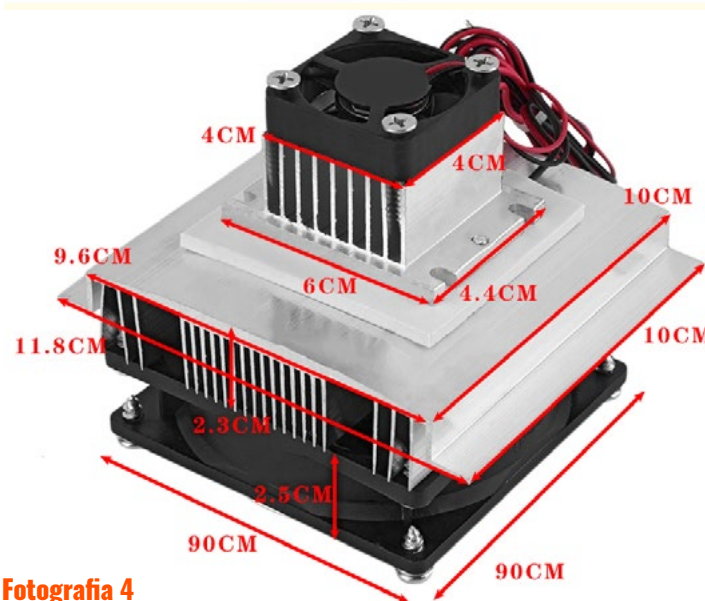
Typowy moduł Peltiera ma rozmiary 4×4 cm



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4

jest na **fotografii 3**. W chwili pisania artykułu takie

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



2



Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 2

Etap opracowania układu liczącego

Pomysł „starożytny”

Pomysł nowoczesny

Mój pomysł

Bazując na ATMEGA328

Bazując na STM32

Konkluzje

Idea współdziałania na rzecz określonego celu działa i rodzą się różne pomysły na jego realizację. Są różne: mniej skomplikowane i bardziej zaawansowane. Każdy jest na „miarę jego autora”. Przedstawię kilka (własnych i nadesłanych) i jestem przekonany, że każdy znajdzie tutaj coś dla siebie.

Etap opracowania układu liczącego

Pierwszy etap dotyczący opracowania koncepcji zliczania jest zamknięty. Do redakcji napłynęło kilka propozycji realizacji tej części. Choć w gruncie rzeczy sposób rozwiązywania pomiaru jest jeden (należy zliczyć przychodzące impulsy), jednak do jego realizacji prowadzi „kilka dróg”. W sumie nie jest istotne jak, istotne jest by działało.

Pomysł „starożytny”

Krzysztof Markowski napisał:

Na początku lat 90. skonstruowałem urządzenie, które nazwałem IMPULSOMIERZ TTL. Zostało ono wykonane z użyciem dostępnych wówczas technik i podzespołów. Podstawowe elementy to układy cyfrowe TTL. Sposób wykonania płytek dwustronnych to malowanie farbą nitro, za pomocą grafionu, na wcześniej nawierconym laminacie dwustronnym (synchronizacja pomiędzy warstwami). Projekt schematu i płytek zrobiony za pomocą ołówka, gumki i papieru milimetrowego. Obudowa z blachy aluminiowej i fragmentów innych urządzeń. Miernik działa, być może trochę topornie, ale bezawaryjnie przez te wszystkie lata i jestem z niego mimo wszystko bardzo zadowolony. Przesyłam te materiały chyba raczej jako ciekawostkę, a nie przykład do wykonania czegoś konkretnego

w obecnych czasach. Impulsomierz służy do pomiaru częstotliwości, okresu, czasu trwania impulsu ujemnego oraz zliczania liczby impulsów doprowadzonych na wejście. Ma dwa zakresy: dla $f = 999,000 \text{ kHz} / 50,000 \text{ MHz}$; dla $T = 999,999 \text{ s} / 999,999 \text{ ms}$. Mierzy sygnały na poziomie TTL, a do pomiaru innych sygnałów stosowane są różne przystawki podłączane do wejścia, jak prosty tranzystorowy wzmacniacz wejściowy czy preskaler 1:10/1:100 opisany w jednym z numerów „Elektroniki Praktycznej”. Mój docelowy projekt miernika jest zlepkiem różnych rozwiązań zaczerpniętych w tamtych czasach z czasopisma „Radioelektronik”.

To pomysł, który „przeniósł” mnie do dawnych czasów. Rzeczywiście, z pewnego punktu widzenia, na taki projekt można spojrzeć jak na ciekawostkę, gdyż dzisiaj raczej w tej technologii nie tworzy się docelowych urządzeń, przede wszystkim ze względów na koszty, wrażliwość na pomyłki oraz brak możliwości rozbudowy. Jednak warto mieć świadomość, że nic nie bierze się znikąd. To, co mamy obecnie jest sumą wszystkich działań zaistniałych na przestrzeni minionych lat. Wraz z ewolucją samej elektroniki i pojawianiem się nowych komponentów zmieniały się metody projektowe. Tak się kiedyś to robiło. Patrząc na konstrukcję z innej perspektywy, to praca wykonana

przez autora jest godna uznania. Przyznam szczerze, że kilkadziesiąt lat temu sam miałem podobne pomysły, jednak zabrakło mi determinacji, by je zrealizować do końca.

Wariant ten można „uwspółcześnić” przez zastosowanie układów CPLD (układy logiki programowalnej, gdzie całą funkcjonalność urządzenia można przenieść do jednego układu). Takie rozwiązanie ma niewątpliwą zaletę: wymaga zastosowania prostego mikrokontrolera, którego zadaniem stanie się obsługa przycisków i wyświetlenie wyników pomiaru na wyświetlaczu. Postaram się zaprezentować takie rozwiązanie w jednym z kolejnych numerów, jednak niezbędne będzie nawiązanie kontaktu z autorem, który (mam nadzieję) wyrazi chęć współpracy.

Pomysł nowoczesny

Znacząco inne podejście zaproponował kolejny twórca. **Waldemar Hebisch** napisał (pozwoliłem sobie skrócić tekst):

Miernik częstotliwości i czasu

Chciałbym zaproponować dość oczywistą metodę pomiaru, która daje dużą dokładność. Nie widziałem wcześniej opisu takiej metody w popularnych propozycjach mierników częstotliwości.

Zaczynając od podstaw, pomiar częstotliwości polega na tym, że obserwujemy pewną liczbę okresów mierzonego przebiegu, powiedzmy N , i mierzymy czas T jaki jest zajęty przez te N okresów. Wtedy częstotliwość f to $f = N/T$. Stare, klasyczne liczniki częstotliwości używały ustalone „okrągłe” T , np. $T=1$ s. To unika arytmetyki ale wprowadza znaczny błąd dla przebiegów średniej i niskiej częstotliwości, bo faktyczne T może się różnić o prawie jeden okres przebiegu mierzonego od naszego ustalonego T . Dla przebiegów małej częstotliwości często jest proponowana metoda pomiaru okresu, wtedy $N=1$. Ale dla przebiegów średniej częstotliwości okres jest stosunkowo krótki i dokładność względna pomiaru jest ograniczona. W proponowanej metodzie N dobieramy tak by T było większe od ustalonego czasu T_0 . To pozwala zmierzyć T z dużą dokładnością względną. Przy takiej metodzie pomiaru dokładność cyfrowa jest w pewnym sensie optymalna, ograniczeniem jest stabilność zegara miernika i części analogowe (jak wykrywanie zboczy sygnału).

Algorytmiczny opis metody jest następujący: patrzymy na kolejne zbocza sygnału. Notujemy czas wystąpienia pierwszego zbocza. Następnie odczeku-

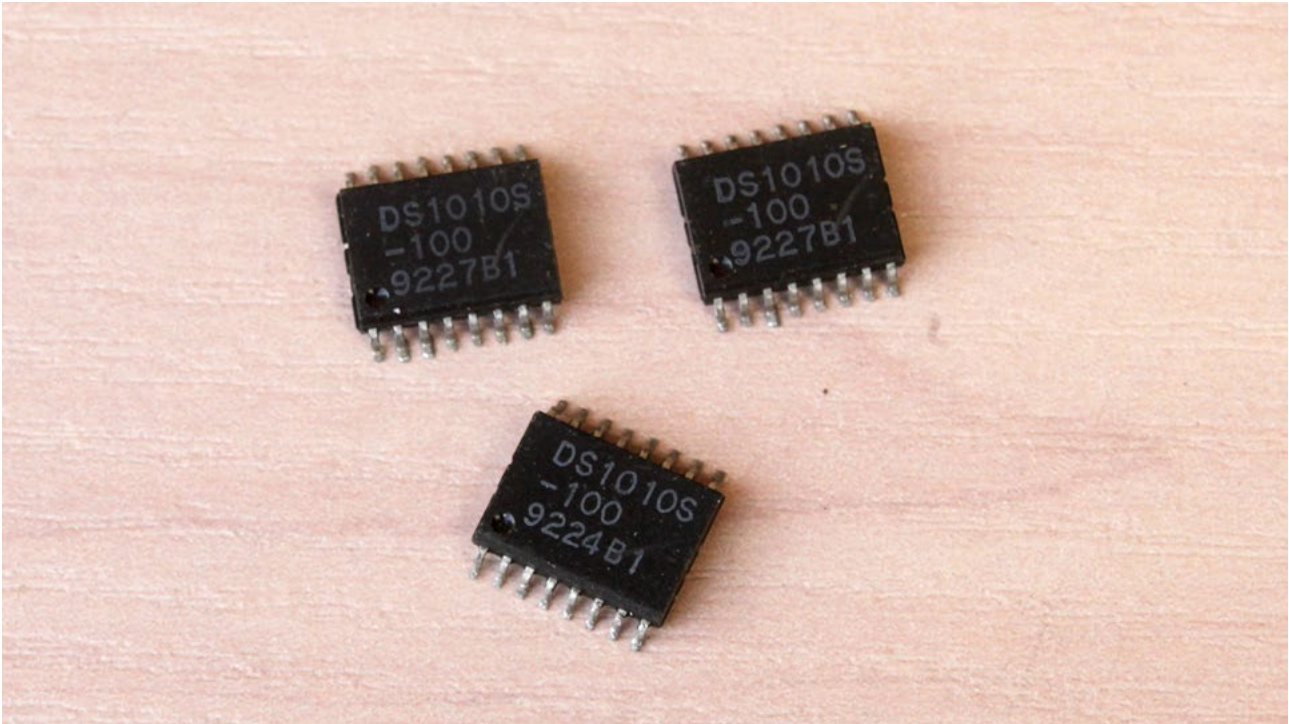
a czasem pierwszego zbocza.

W zasadzie tę metodę można by zaprogramować na prawie dowolnym mikrosterowniku. Ale czysto programowa realizacja ma liczne ograniczenia, dlatego dalej patrzę na rozwiązania używające wyspecjalizowanego sprzętu. Teoretycznie do pomiaru wyżej wystarczyłyby dwa liczniki i odpowiednie układy bramkujące. Współcześnie pewnie można by użyć układów programowalnych. Ale otrzymanie wyniku wymaga obliczenia, które najłatwiej wykonać za pomocą mikrosterownika. Naturalne jest pytanie, czy cały pomiar da się zrealizować wykorzystując tylko sprzęt wbudowany w mikrosterownik. I tu odpowiedź brzmi: tak, popularne mikrosterowniki STM32 mają potrzebny sprzęt. W szczególności, wystarcza tania „minimalna płytka rozwojowa” z procesorem STM32F103 lub (lepiej) chińskim klonem. Zaczniemy od górnego zakresu częstotliwości. Procesory STM (tak jak wiele innych) próbują stan wejścia na zboczach zegara systemowego, co oznacza, że jeśli impuls jest krótszy niż okres zegara STM, to STM może go nie zauważyć. To ogranicza górny zakres mierzonych częstotliwości do połowy częstotliwości zegara STM, a dla niesymetrycznych przebiegów nawet do mniejszych częstotliwości. Procesor STM32F103 może pracować z zegarem 72 MHz, co daje teoretyczne maksimum 36 MHz dla mierzonego sygnału. Dla porządnego sygnału 20 MHz nie należy więc oczekiwać trudności z tej strony. Jeśli potrzebne są większe częstotliwości to popularny APM32F103 może pracować z zegarem 96 MHz, zaś MH32F103 z zegarem 216 MHz. A więc używając MH32F103 teoretycznie możemy mierzyć sygnały do 100 MHz.

Pomiar czasu zboczy można uzyskać używając funkcji „capture” liczników/stoperów STM. Są jednak pewne trudności. Jedną to fakt, że liczniki w STM32F103 są tylko 16-bitowe i po krótkim czasie następuje przepełnienie. Tę trudność można rozwiązać programowo, zliczając przepełnienia licznika, co w pewnym sensie programowo rozszerza zakres licznika do potrzebnej wartości. Używając 32-bitowej zmiennej do zliczania efektywnie dostaniemy 48-bitowy licznik, co powinno wystarczyć do pomiaru częstotliwości. Inna trudność to fakt, że funkcja „capture” działa w sposób ciągły, jeśli nowe zbocze sygnału pojawi się zanim odczytamy poprzednią wartość, to poprzednia wartość zostanie stracona, a odczyt da nową wartość. Jest to problem tylko przy pomiarze dużych częstotliwości i można by go rozwiązać przez przełączanie zakresów i użycie innej metody dla najwyższych częstotliwości. Ale można

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



DS1010 – cyfrowa linia opóźniająca

Pozyskane w „dawnych” czasach z jakiejś płyty z mikroprocesorem (chyba z Z80) długo przeleżały w szufladzie. Stosowano je w obsłudze pamięci dynamicznych (chodzi o generowanie sygnału RAS i CAS). Obecnie, przy okazji robienia porządków, wypłynęły na światło dzienne. Co można z nich zrobić?

Co to za układ?

Eksperymenty

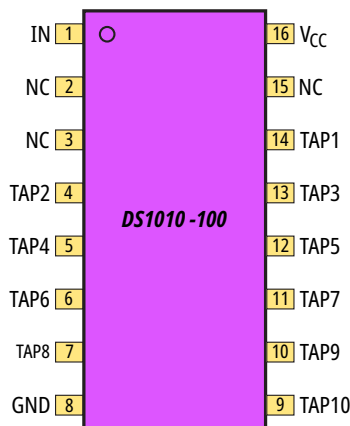
Dodatkowy eksperyment

Inne warianty

Konkluzje

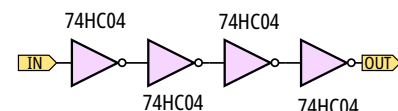
Co to za układ?

Podstawową dokumentację do układu można znaleźć w sieci internetowej. Właściwie nie zawiera on żadnych tajemnic i niespodzianek: bierze się i używa. Jego funkcja to przesunięcie o określony interwał czasu zbocza sygnału cyfrowego. Każda zmiana stanu doprowadzona do wejścia *IN* (**rysunek 1**), pojawia się na każdym wyjściu *TAPn*, z tym że na każdym kolejnym jest opóźniony w tym układzie (DS1010-100) o 10 ns. Finalnie można uzyskać opóźnienie sygnału od 10 ns do 100 ns z rastrem 10 ns.

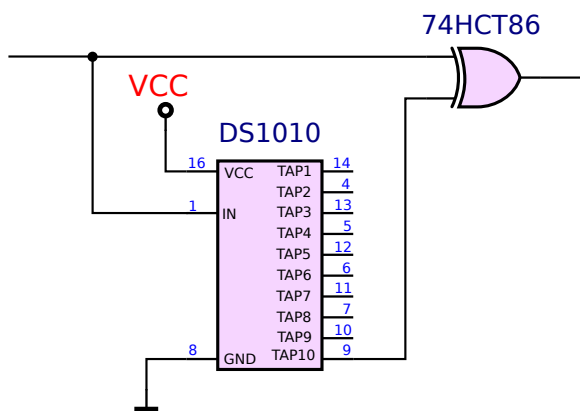


Rysunek 1

Producent gwarantuje tolerancję 5%, więc jest to dosyć precyzyjny układ. W „tanich rozwiązaniach” stosuje się kilka negatorów (lub bramek) połączonych szeregowo, więc również można uzyskać coś na kształt linii opóźniającej (**rysunek 2**). Ważne jest, by nie zmienić polaryzacji sygnału, jeżeli



Rysunek 2



Rysunek 3

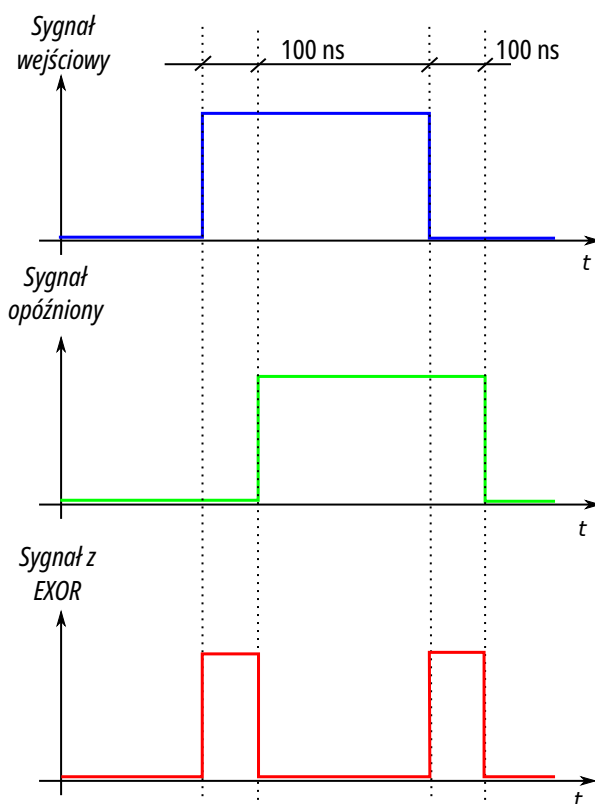
stosowane są negatory lub bramki z zanegowanym wyjściem, musi wystąpić parzysta ich liczba (to wymagane dotyczy jedynie eksperymentu opisanego w dalszej części). Jest tylko jeden problem: propagacja sygnału przez bramki jest zależna od technologii wykonania układu i słabo powtarzalna, toteż do bardziej precyzyjnych zastosowań nie nadaje się.

Eksperymenty

Właściwie, to układ jest mi dosyć dobrze znany w swojej podstawowej funkcjonalności, ale patrząc na te układy przyszła mi do głowy dosyć niezwykła koncepcja ich zastosowania. Idea sprowadza się do przepuszczenia przez bramkę EXOR (74HCT86) jakiegoś sygnału i sygnału opóźnionego, jak na **rysunku 3**.

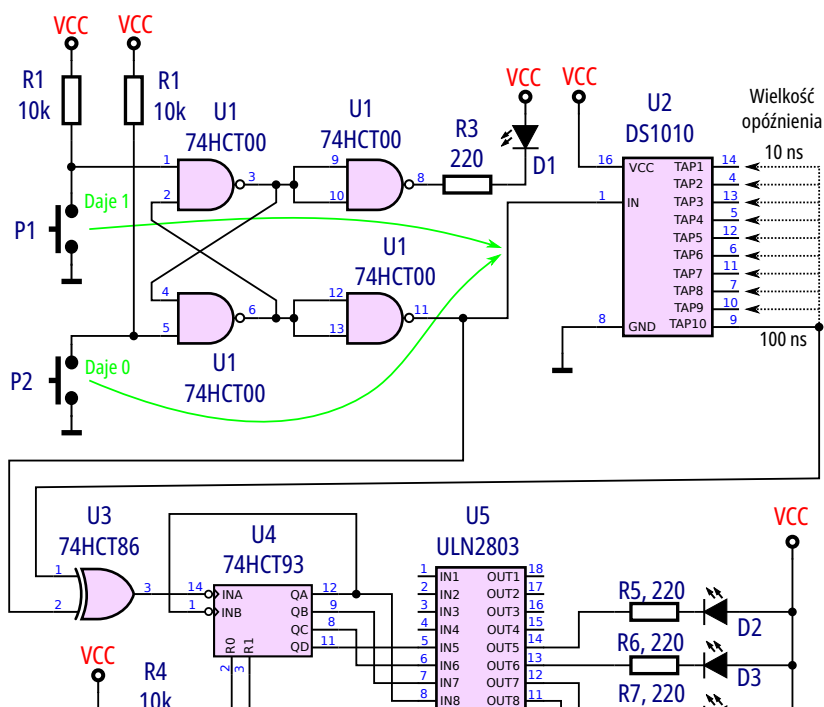
Bramka EXOR działa jako jednobitowy komparator. Jeżeli na obu wejściach jest identyczny sygnał, to na wyjściu EXOR jest zero logiczne. Jeżeli na wejściach są różne sygnały, to na wyjściu bramki jest jedynka logiczna. Pozwoli to na wygenerowanie krótkiego impulsu (przykładowo o czasie 100 ns) po wystąpieniu zbocza narastającego, jak i opadającego w „diagnozowanym” sygnale – **rysunek 4**. Czasami w projektowanych układach cyfrowych zachodzi potrzeba zareagowania na zbocze narastające oraz opadające. Podanie takiego sygnału na wejście zegarowe przerzutnika pozwoli zareagować jedynie na jedno zbocze, gdyż klasyczny przerzutnik zmienia stan na jedno określone zbocze sygnału zegarowego. Podanie sygnału zabiegowi wykrycia obu zboczy (rysunek 3) pozwoli na uzyskanie przerzutnika reagującego na oba zbocza.

Żeby się o tym przekonać niezbędne jest odpowiednie „wyposażenie warsztatowe”. Sygnał wejściowy koniecznie musi być „czysty”, może



Rysunek 4

Gołym okiem impulsu 100 ns nie da się dostrzec. W roli zespołu monitorującego zastosowałem licznik binarny (użyłem 74HCT93 ale może być dowolny) i cztery diody LED sterowane przez popularny układ ULN2803. Schemat pokazuje **rysunek 5**.



Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Sondy – szczypce SMD

W każdym warsztacie elektronika, a jeszcze bardziej w laboratorium, bardzo dużą rolę odgrywają nie tylko przyrządy pomiarowe, ale też rozmaite akcesoria pomiarowe. Poniższy artykuł pokazuje, jak słabej jakości akcesoria mogą zafałszować wyniki pomiarów, a nawet uczynić je bezużytecznymi.

Artykuł ten powstał po otrzymaniu e-maila od jednego z moich Patronów. W e-mailu było pytanie o „testy mierników RLC i pęsety do testowania SMD”.

Jeżeli chodzi o mierniki, czy może testery RLC, to jak najbardziej mam zaplanowany artykuł o GM328 i pokrewnych. Powstała też płytka drukowana przystawki do pomiaru impedancji za pomocą komputerowej karty dźwiękowej. Jest już nawet zmontowany model. Przyrządy te są praktycznie gotowe, ale teraz trzeba jeszcze je wykorzystać, zbadać i napisać artykuły, a to oznacza sporo pracy.

Zdecydowanie łatwiejszy jest drugi temat: pęsety, czy jak kto woli – pincety SMD. Znalazłem w swoich zapasach dwie wersje tanich chińskich szczypiec testowych, które w założeniu mają ułatwić testowanie elementów prostych, dwukońcówkowych elementów SMD. Pokazuje te **fotografia tytułowa**.

Wyglądają co najmniej nieźle, ale niestety, nie mam z nimi dobrych doświadczeń.

Fotografia 1 pokazuje, że jedna wersja ma zaskakująco dużą rezystancję szeregową. Końcówki testowe pincety są zwarte, więc rezystancja powinna



Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Podstawy automatyki – o sygnałach słów kilka

W jaki sposób sterownik PLC otrzymuje sygnały o przebiegu procesu? Jak odczytuje dane z zewnętrznych czujników? Czy każdy czujnik można podłączyć do dowolnego modułu wejść? Jak przetworzyć sygnał z termometru na coś użytecznego dla sterownika? Na te pytania postaram się odpowiedzieć w tym artykule.

Sygnały I/O

Sygnały binarne

Sygnały analogowe

Przetworniki analogowo – cyfrowe (ADC)

Przetworniki cyfrowo – analogowe (DAC)

Separatory

Zadajniki sygnałów analogowych

Sygnały I/O

Podstawowy podział sygnałów wejściowych i wyjściowych sterownika to *sygnały binarne (cyfrowe)* i *analogowe (ciągłe)*. Sygnał binarny to informacja 0–1, reprezentowana przez pojawienie się napięcia (stanu wysokiego) na odpowiednim wejściu lub wyjściu. Sygnał analogowy może być prądowy lub napięciowy. Jest sygnałem (prądem lub napięciem) o wartości z jakiegoś określonego zakresu.

Sygnały przekazują do sterownika informacje o przebiegu procesu. Sygnały binarne są wykorzystywane do sygnalizacji stanu pracy napędów, stanu czujników z wyjściem przekaźnikowym oraz do załączania napędów czy siłowników. Sygnały analogowe mogą przysyłać informację z pewnego zakresu i są

używane do sterowania urządzeniami o regulowanych parametrach np. wypełnieniem sygnału PWM w przetwornicach częstotliwości, stopniem otwarcia zaworu lub zasuwę i przekazują sygnał zwrrotny z tych urządzeń. Głównym ich obszarem zastosowania jest jednak transmisja danych z czujników np. termometrów, manometrów czy przepływomierzy.

Sygnały binarne

Jak już wspomniałem, sygnał binarny to stan wysoki lub niski na danym wejściu lub wyjściu sterownika. Poziomy napięć sterowniczych, reprezentujących stan wysoki, typowo stosowane w automatyce przemysłowej to 24 VDC i 230 VAC. Rzadziej spotykane są napięcia 24 VAC i 110 VDC i inne.

Najprostsze rozwiązanie modułu wejścia binarnego to zastosowanie transoptora, zapewniającego separację galwaniczną obwodu sterowniczego i obwodów przetwarzania danych w sterowniku. Dobrze zaprojektowany moduł wejść cyfrowych powinien mieć zabezpieczenia przed uszkodzeniem w przypadku podania zbyt wysokiego napięcia (moduły na napięcia niskie, rzędu 24 V) oraz odwrotną biegunowością (moduły z wejściami na napięcie stałe).

Moduły wyjść binarnych zazwyczaj są budowane jako *wyjścia typu otwarty kolektor* lub jako *wyjścia przełącznikowe*. Wyjścia przełącznikowe są zbudowane na bazie styku przełącznika, którego cewka jest sterowana przez obwody wewnętrzne PLC. Wyjście typu otwarty kolektor bazujące na sterowaniu tranzystorem wymaga zazwyczaj dodatkowego przełącznika, gdyż podłączenie do tego typu wyjścia dużego obciążenia, jak cewka stycznika mocy, może spowodować jego uszkodzenie. Wyjścia przełącznikowe również ulegają uszkodzeniu, jednak dość często można łatwo przeprowadzić ich regenerację poprzez wymianę przełączników.

Sygnały analogowe

Drugą grupą sygnałów w automatyce są sygnały analogowe – ciągłe. Sygnał taki może być prądem lub napięciem o wartości z pewnego przedziału. Typowe sygnały analogowe to sygnał prądowy 4–20 mA lub sygnał napięciowy 0–10 V. Sygnały prądowe są mniej podatne na zakłócenia niż sygnały napięciowe, które bardzo często zakłócone są wskutek nieprawidłowego wykonania instalacji elektrycznych i indukowania się napięcia od przewodów zasilających inne urządzenia, szczególnie przy zasilaniu przy pomocy energoelektroniki. **Przewody sterownicze oraz zasilające powinny być układane na oddzielnych trasach oraz należy stosować przewody ekranowane.**

Moduły analogowe mogą wymagać zewnętrznego zasilania toru sygnałowego lub same go zasilać z wbudowanych zasilaczy. Wymaga to odpowiedniej konfiguracji modułów wejść i przetworników, aby



Rysunek 1

dło zasilania toru sygnałowego.

Dla sygnałów prądowych 4–20 mA zakresem roboczym jest prąd z przedziału 4–20 mA. Wartości spoza przedziału (typowo ok. 3,6 mA oraz ok. 21 mA) są wartościami sygnału błędnego, oznaczającego np. uszkodzenie czujnika i często mogą być przypisane przez użytkownika do konkretnej sytuacji – **rysunek 1** (własny zrzut ekranu aplikacji do konfiguracji przetworników *Inor*).

Warto zwrócić uwagę na konsekwencje zastosowania takiej, a nie innej konwencji sygnałów błędu. Jeśli dany przetwornik odpowiada za pomiar temperatury łożyska, to bezpieczniejsze z punktu widzenia utrzymania produkcji zakładu będzie zastosowanie sygnałów błędu (dla przerwy i zwarcia czujnika) poniżej zakresu roboczego (dla typowej sytuacji, gdy 4 mA to temperatura minimalna, a 20 mA –

temperatura maksymalna). Niestety, w ten sposób utrudniamy diagnostykę usterki czujnika. Uszkodzenie termometru będzie sygnalizowane wówczas temperaturą bliską 0 stopni Celsjusza, co spowoduje reakcję operatora maszyny. Odwrotna konfiguracja prawdopodobnie spowoduje wyłączenie maszyny czy nawet całej linii z powodu przegrzania danego łożyska, którego to przegrzania w rzeczywistości nie ma, a jest tylko usterka czujnika. Inne wartości prądu, spoza zakresu roboczego, zazwyczaj oznaczają uszkodzenie wejścia, przetwornika lub przewodów w torze sygnałowym.

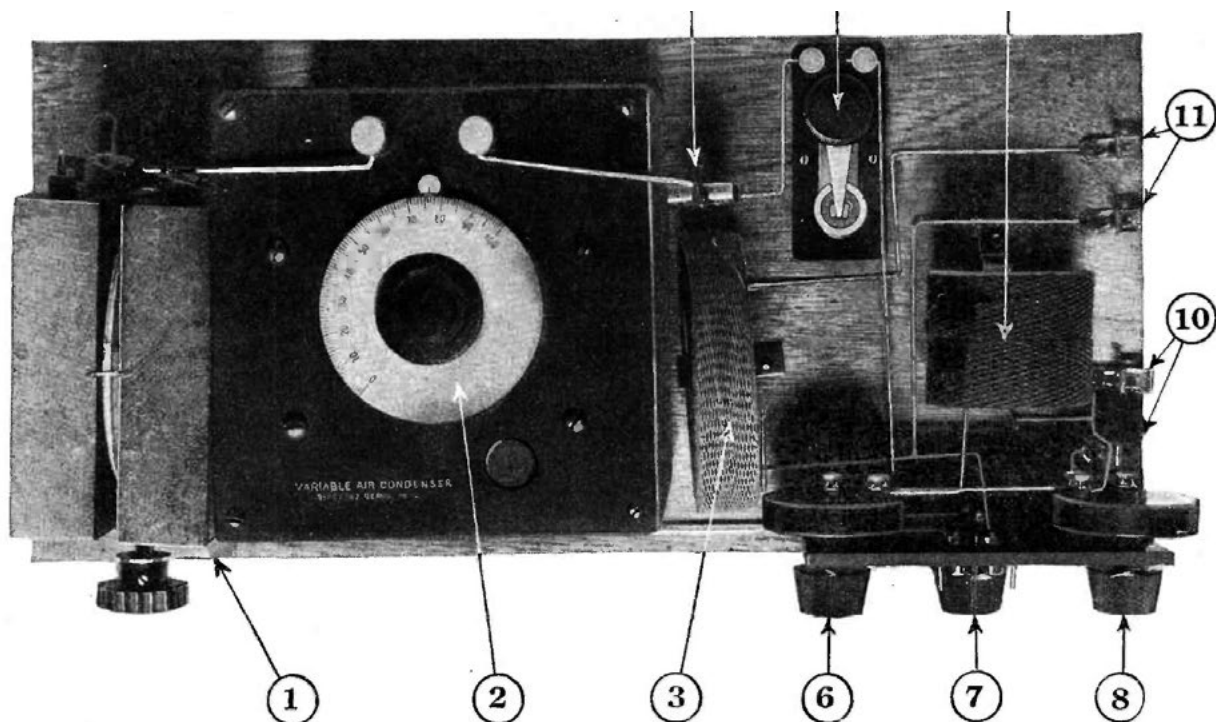
Moduły wejść analogowych mogą być łatwo skonfigurowane za pomocą zworek lub przełączników do pracy jako moduł wejść napięciowych albo prądowych. Dość często zdarzają się również wejścia dla termopary lub termorezystora (pomiarami temperatury zajmujemy się w oddzielnym artykule).

Moduły analogowe mogą być również modułami wyjściowymi i wystawiać analogowy sygnał sterujący, np. położeniem zasuw regulującej przepływ medium, prędkością obrotową wentylatora czy wagą dozującą substraty do produkcji.

Przetworniki analogowo – cyfrowe (ADC)

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Ultrakrótka historia elektroniki – wzmacniacze półprzewodnikowe

W poprzednim artykule omówiliśmy niemal dwustuletnią historię materiałów półprzewodnikowych. Zaczęło się od Michaela Faradaya, ale on przeprowadził jedynie wstępne próby. Zaskoczeniem może być informacja, że pierwsze użyteczne wzmacniacze półprzewodnikowe pojawiły się sto lat temu!

Krystadyna

Wzmacniacze tranzystorowe

Wzmacniacze scalone

Wzmacniacze w.cz.

Podsumowanie

W jednym z poprzednich odcinków wspomniałem, że już sto lat temu zaobserwowano dziwne właściwości niektórych detektorów kryształkowych, które były prymitywnymi diodami ostrzowymi. Końcówką drucika dotykano powierzchni galeny, pirytu, karborundu lub innego minerału i w ten sposób powstawało złącze metal – półprzewodnik. Tu od razu nasuwa się wniosek, że jeżeli metal – półprzewodnik, to były to diody Schottky'ego. Teoretycznie tak powinno być, jednak tym półprzewodnikiem był jakiś naturalny minerał – kryształ z różnymi zanieczyszczeniami w strukturze i na powierzchni. Dlatego w radioodbiornikach detektorowych trzeba było dotykać końcówką drucika różnych punktów powierzchni kryształu, żeby znaleźć miejsce „gdzie grają”.

Z tego powodu były to bardzo kapryśne, niestabilne elementy o właściwościach zależnych od szeregu czynników. O właściwościach innych niż popularne, współczesne diody Schottky'ego.

Krystadyna

Określenie „krystadyna” (ang. *crystaladyne* albo częściej *crystalodyne*) dotyczy pierwszych półprzewodnikowych wzmacniaczy z lat 20. XX wieku.

I tu trzeba przywołać nazwisko tragicznie zmarłego radzieckiego naukowca, wynalazcy diody LED (!). Otóż już we wczesnych latach 20. XX wieku młodziutki Oleg Łosiew (Олег Владимирович Лосев) przeprowadzał udane eksperymenty ze wzmacniaczami, które dziś nazwalibyśmy półprzewodnikowymi.

Ale zacząć trzeba od tego, że zasadniczo detektor kryształkowy jest diodą, w idealnym przypadku przewodzącą prąd w jednym kierunku. W praktyce było zwykle dużo gorzej i można tylko mówić, że w takim elemencie prąd nieco chętniej płynął w jednym kierunku, niż w drugim. Od tej różnicy, czyli od jakości detektora zależała skuteczność odbioru. Gdy prąd przez taki prymitywny element jednakowo chętnie płynął w obu kierunkach – skuteczność odbioru radiowego była zerowa.

Dlatego poszukiwano jak najlepszych materiałów i sposobów realizacji diody ostrzowej. I robili to najczęściej praktycy, w tym hobbysci, a nie naukowcy. I właśnie podczas różnych przypadkowych prób okazało się, że w nielicznych sytuacjach odbiór jest wyjątkowo dobry – lepszy od oczekiwań opartych na doświadczeniu.

To zaskakujące, ale okazało się, że nieliczne detektory kryształkowe są jednocześnie wzmacniaczami. Tylko często było to kwestią przypadku i nikt nie rozumiał, dlaczego wzmacniają!

Dziś w szkole uczymy się m.in. o wynalezionych dużo później diodach tunelowych (diodach Esaki'ego), które do niedawna służyły, a nawet do dziś służą, do wzmacniania sygnałów o bardzo dużych częstotliwościach.

Podobnie działające wzmacniacze półprzewodnikowe zawierające minerał cynkit – tlenek cynku, dokładnie sto lat temu zaproponował i z dość dużym powodzeniem realizował młody radziecki naukowiec Oleg Łosiew, bardziej znany jako wynalazca diody LED. Jego sukcesy szybko stały się znane także na Zachodzie, bowiem na samym początku lat 20. naukowcy ZSRR nie byli jeszcze odcięci od reszty świata. **Rysunek 1** pokazuje schemat odbiornika z krystadyną. Obrazek ten pochodzi z amerykańskiego czasopisma z września 1924 roku – **rysunek 2**.

Krystadyna to w zasadzie detektor kryształkowy, czyli dioda, prostująca sygnał z anteny. Ale nie zwyczajna dioda, nie dioda Schottky'ego, tylko coś, co nazwalibyśmy rodzajem diody tunelowej. Eksperymentalne dobranie wartości płynącego z baterii przez taką diodę stałego „prądu podkładu” pozwala na pracę diody w obszarze ujemnej rezystancji, gdzie ma ona właściwości wzmacniające. Dla wtajemniczonych: z najprostszego radioodbiornika detektorowego robimy w ten sposób dużo czulszy odbiornik reakcyjny.

Fotografia tytułowa pokazuje przykład zastosowania krystadyny. Ale nie jest to odbiornik radiowy, tylko generator. A wbrew opisom w Internecie, **rysunek 1**

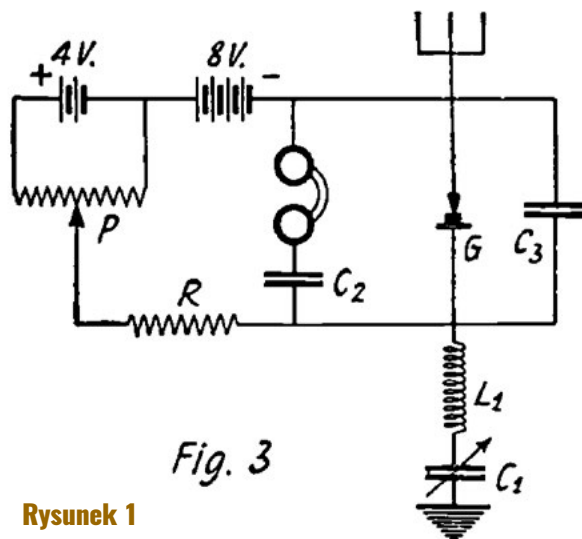
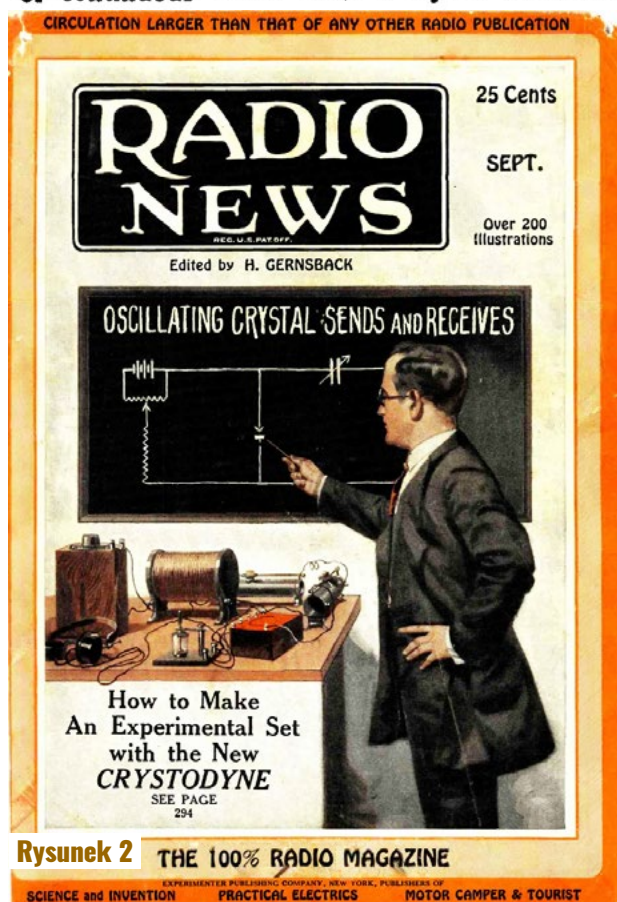


Fig. 3

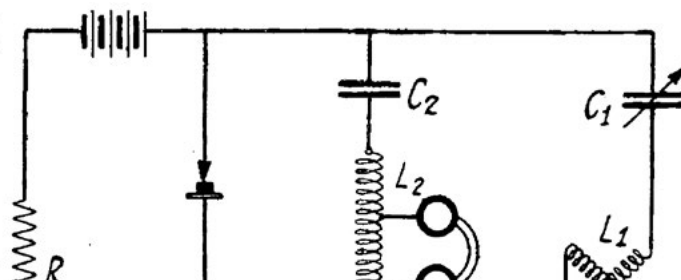
Rysunek 1

A practical receiving circuit for the reception of continuous waves with a crystal detector.



Rysunek 2

THE 100% RADIO MAGAZINE



Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Kuchenka indukcyjna – pytania i wątpliwości

W poprzednim artykule tej serii omówiliśmy różnice między kuchenkami elektrycznymi, ceramicznymi i halogenowymi, a kuchenkami indukcyjnymi. Zapoznaliśmy się z podstawową zasadą działania kuchenek indukcyjnych. Teraz skupimy się na aspektach praktycznych i wątpliwościach ich dotyczących.

[\(Nie\)szkodliwość kuchenek indukcyjnych](#)
[Garnki i patelnie do kuchenek indukcyjnych](#)
[Które garnki „do indukcji”?](#)
[Czy kuchenki indukcyjne są oszczędne?](#)

[Specyfika gotowania „na indukcji”](#)
[Ograniczenia instalacyjne](#)
[Przydatność wpisów internetowych](#)
[Historia](#)

Wiemy już, że podstawą działania kuchenek indukcyjnych jest obecność zmiennego pola magnetycznego. Z uwagi na moc grzania rzędu kilowatów można się słusznie domyślać silnego zmiennego pola magnetycznego.

(Nie)szkodliwość kuchenek indukcyjnych

Określenie: *silne zmienne pole magnetyczne* może kojarzyć się z jakimiś nadajnikami, ze smogiem elektromagnetycznym, ale także z omówionymi wcześniej kuchenkami mikrofalowymi, które wiele osób uznaje za szkodliwe dla zdrowia.

Po pierwsze, **pola magnetycznego** chyba nikt nie uznaje za szkodliwe dla zdrowia. Wprost przeciwnie, klasyczne magnesy od wielu lat są, słusznie czy nie,

wykorzystywane do leczenia, między innymi w różnych magnetycznych opaskach i bransoletach, które rzekomo leczą. Warto też dodać, że nieporównanie silniejsze pole magnetyczne występuje wewnątrz medycznych aparatów do rezonansu magnetycznego, a nikt nie mówi o ich szkodliwości, (pomijając kwestie klaustrofobiczne).

Podkreślimy też, że kuchenki mikrofalowe wytwarzają mikrofały, czyli z grubsza biorąc – fale radiowe o bardzo wysokiej częstotliwości (2400 MHz). Natomiast w kuchenke indukcyjnej, owszem, mamy sinusoidalne drgania elektryczne, ale o nieporównanie mniejszej częstotliwości, rzędu kilkudziesięciu kiloherców, często tylko 0,024 MHz. Kuchenka indukcyjna praktycznie nie wytwarza fal radiowych.

Rozróżnienie między polem magnetycznym a polem elektromagnetycznym, kojarzonym z falami radiowymi, a także kwestia pola bliskiego (reakcyjnego) i pola dalekiego to niełatwe zagadnienia. Niektóre szczegóły są omówione w trzecim artykule tej serii. A teraz powiedzmy tylko, że nad cewkami grzejnymi kuchenki indukcyjnej istotnie występuje dość silne pole magnetyczne, ale nic nie wskazuje, że może ono mieć negatywny wpływ na zdrowie człowieka, wliczając w to kobiety w ciąży i małe dzieci.

Wyjątkiem mogą być osoby, mające wszczepiony rozrusznik serca. Takie osoby powinny zasięgnąć u wykwalifikowanego lekarza rady w kwestii ewentualnego wpływu kuchenek na działanie wszczepionego rozrusznika serca.

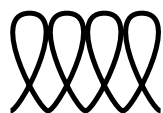
Garnki i patelnie do kuchenek indukcyjnych

Dla wielu użytkowników oraz osób chcących wykorzystać kuchenki indukcyjne najczęściej wątpliwości budzą kwestie, które garnki i patelnie nadają się do kuchenek indukcyjnych, a które nie. Powszechnie wiadomo bowiem, że nie wszystkie naczynia rozgrzeją się na kuchenke indukcyjnej.

Ponieważ podstawą grzania jest przepływ prądu w materiale naczynia, od razu odpadają materiały nieprzewodzące jak szkło czy tworzywa sztuczne. Ale niestety, **nie wszystkie naczynia metalowe rozgrzeją się na płycie indukcyjnej**.

Najprościej biorąc, jeżeli garnek czy patelnia ma specjalny znaczek, to na pewno się nadaje. W wielu źródłach powtarzany jest znajdujący się w Wikipedii znaczek, pokazany na **rysunku 1** (zZise, CC-BY-SA 3,0).

Po pierwsze, jest to wersja z napisem po niemiecku, po drugie spotyka się wersje takiego znaczka „indukcji” znacząco inne. Przykłady na poniższym **rysunku 2**. A przykład praktyczny znajdziesz na **fotografii 3**, pochodzącej ze strony gerlach.pl.



Induktion

Rysunek 1

Nie znaczy to, że jeżeli znaczka nie ma, to naczynie nie nadaje się „do indukcji”. Na przykład znaczka takiego nie znajdziesz na starych garnkach, które być może da się z powodzeniem wykorzystać na kuchenke indukcyjnej.

Niestety, z tym bywa bardzo różnie. Na przykład dość często zdarza się, że dany garnek czy patelnia na jednej kuchenke indukcyjnej pracuje prawidłowo, a na innej – w ogóle się nie grzeje, a kuchenka sygnalizuje brak naczynia na płycie.

Które garnki „do indukcji”?

Wyjaśnienie naprawdę nie jest proste. Na razie bez szczegółów technicznych przypomnę podstawy: otóż zasada działania kuchenki indukcyjnej wskazuje, iż zmienne pole magnetyczne powinno indukować prądy wirowe w każdym materiale przewodzącym, a więc w każdym metalu!

I tak jest!

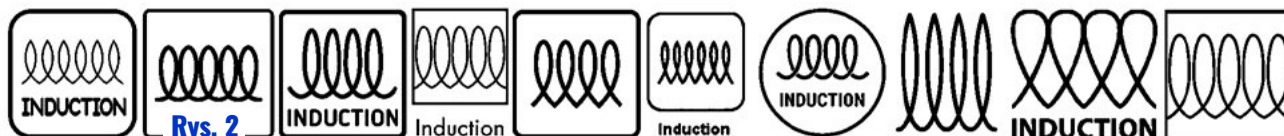
Dlaczego więc jedne garnki grzeją się prawidłowo, a innych kuchenka „nie widzi”?

Tu wkraczamy w bardzo trudne zagadnienia, które wyjaśnione są w trzecim i czwartym artykule tej serii. A na razie przypomnę tylko powszechną opinię, że miarodajnym testem jest użycie magnesu: *jeżeli magnes trzyma się dna naczynia, to nadaje się ono „do indukcji”*. W niektórych opisach autorzy stanowczo twierdzą, że do grzania wymagane są materiały ferromagnetyczne.

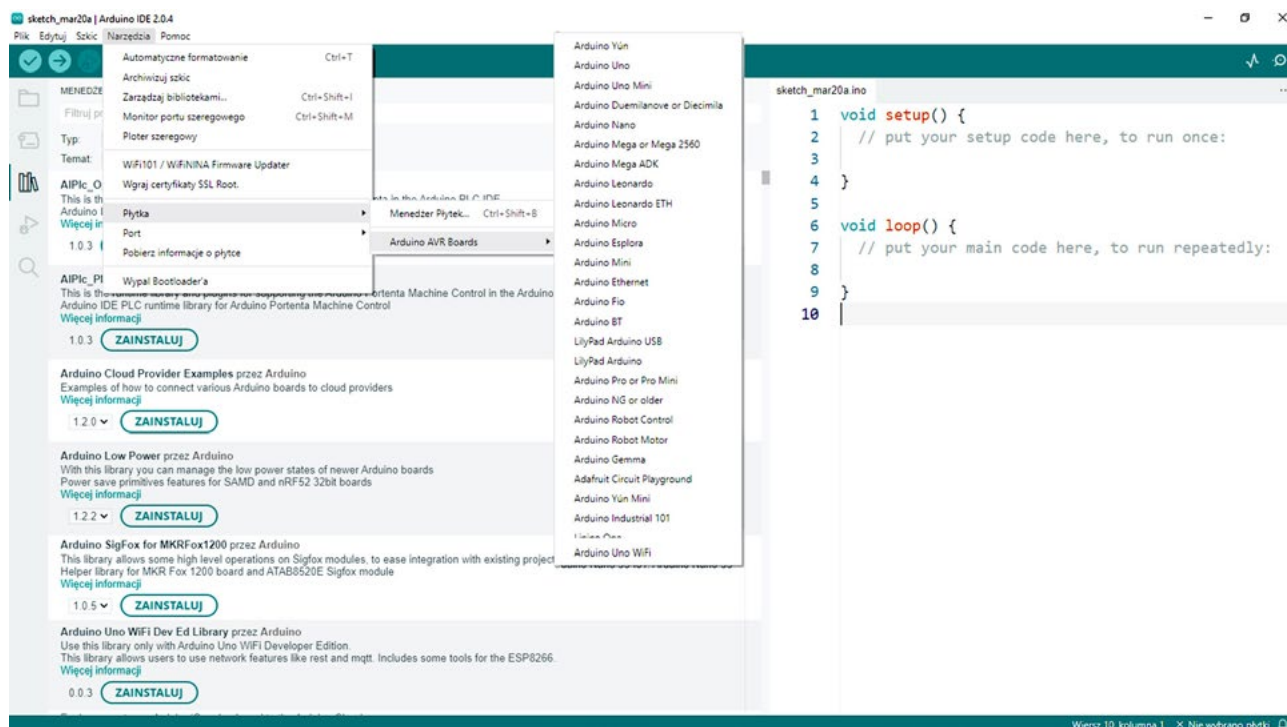
A niby dlaczego?

Przecież w metalach nieferromagnetycznych też indukują się napięcia i też płyną prądy! I też powinny się one grzać.

Podam przykład z własnego doświadczenia: otóż jakiś czas temu zamówiłem kawiarkę nie najgorszej włoskiej marki Alessi, a konkretnie wersję, która według opisu jako jedyna ma ferromagnetyczne dno, przez co nadaje się też do kuchenek indukcyjnych.



Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE. W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Programy Arduino – zalety i wady

W artykule [Arduino i karoseria samochodu](#) na przykładzie motoryzacyjnym pokazałem specyfikę Arduino. W artykule [Sprzęt Arduino – zalety i wady](#) omówiliśmy część sprzętową i występujące tam pułapki. W niniejszym artykule skoncentrujemy się na oprogramowaniu, które też ma istotne zalety, ale i mnóstwo wad.

Zalety „programowe” Arduino

Wady „programowe” Arduino

Debugger

Arduino czy C++?

W artykule wstępnym tej serii [Wykorzystaj Arduino!](#) pokazałem, jak łatwo można zacząć przygodę z Arduino. Zawsze trzeba pamiętać, że platforma Arduino to z jednej strony sprzęt: rozmaite, wręcz niezliczone, „płytki Arduino”, a z drugiej – oprogramowanie (pakiet ArduinoIDE), znakomicie ułatwiające pisanie programów oraz samo wpisywanie programów do pamięci mikrokontrolera.

Korzystamy z klocków – modułów sprzętowych. Jest jakaś płytka główna – ona oraz kilka elementów i modułów zewnętrznych tworzą interesujące urządzenie. Tak samo wygląda to od strony programowej. Też korzystamy z klocków – modułów.

Zalety „programowe” Arduino

Podstawową i niekwestionowaną zaletą jest darmowe oprogramowanie – przede wszystkim pakiet programowy **Arduino IDE**. To podstawowe narzędzie do tworzenia programów, kompilowania i wgrywania do procesora w płytce Arduino.

Sercem pakietu Arduino IDE jest kompilator języka C++ o nazwie AVR-GCC, który ma duże możliwości, ale jest trudny w obsłudze. Dla początkujących ogromną zaletą jest uproszczenie obsługi do granic możliwości. Do tego stopnia, że w Arduino wcale nie widać obowiązkowej funkcji `main()`, wymaganej we wszystkich programach pisanych w języku C (C++).

Zamiast tego podstawą każdego programu – szkicu Arduino są dwie intuicyjnie akceptowalne funkcje `setup()` i `loop()`. Pierwsza ma zawierać – opisywać wszystko to, co ma zostać wykonane jednorazowo, na początku pracy programu. Druga, zgodnie z nazwą, ma opisywać to, co ma być wykonywane cyklicznie, w pętli. Tę skrajnie uproszczoną, ale jasną i oczywistą koncepcję cenią głównie początkujący.

Genialną zaletą Arduino jest modułowość, nie tylko na poziomie sprzętu, ale też przy tworzeniu programu. W kwestii sprzętowej mamy jakąś płytkę główną z mikroprocesorem i możemy do niej dołączać najrozmaitsze moduły. Analogicznie jest w warstwie programowej, gdzie mamy Arduino IDE, do którego w pewnym sensie dołączamy rozmaite moduły – moduły programowe.

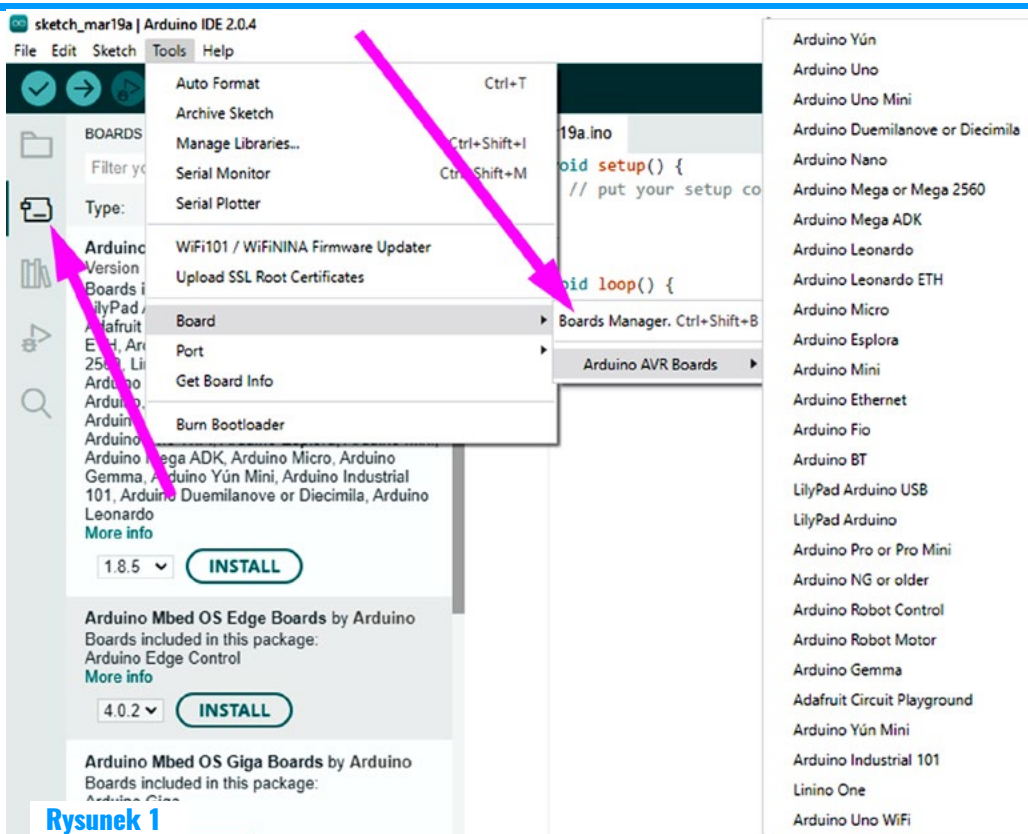
Tylko jest kwestia, czy darmowy pakiet Arduino IDE „zna” te wszystkie płytki główne i wszystkie niezliczone moduły, jakie można znaleźć na rynku?

Otóż generalnie nie. Pakiet programowy Arduino IDE to swego rodzaju rama, stojak na moduły. Pakiet Arduino IDE „zna” tylko podstawowe płytki główne (**rysunek 1**), w szczególności Arduino Uno i inne z pierwotnej rodziny Arduino, które zawierają procesor ATmega328 lub podobny z rodziny AVR.

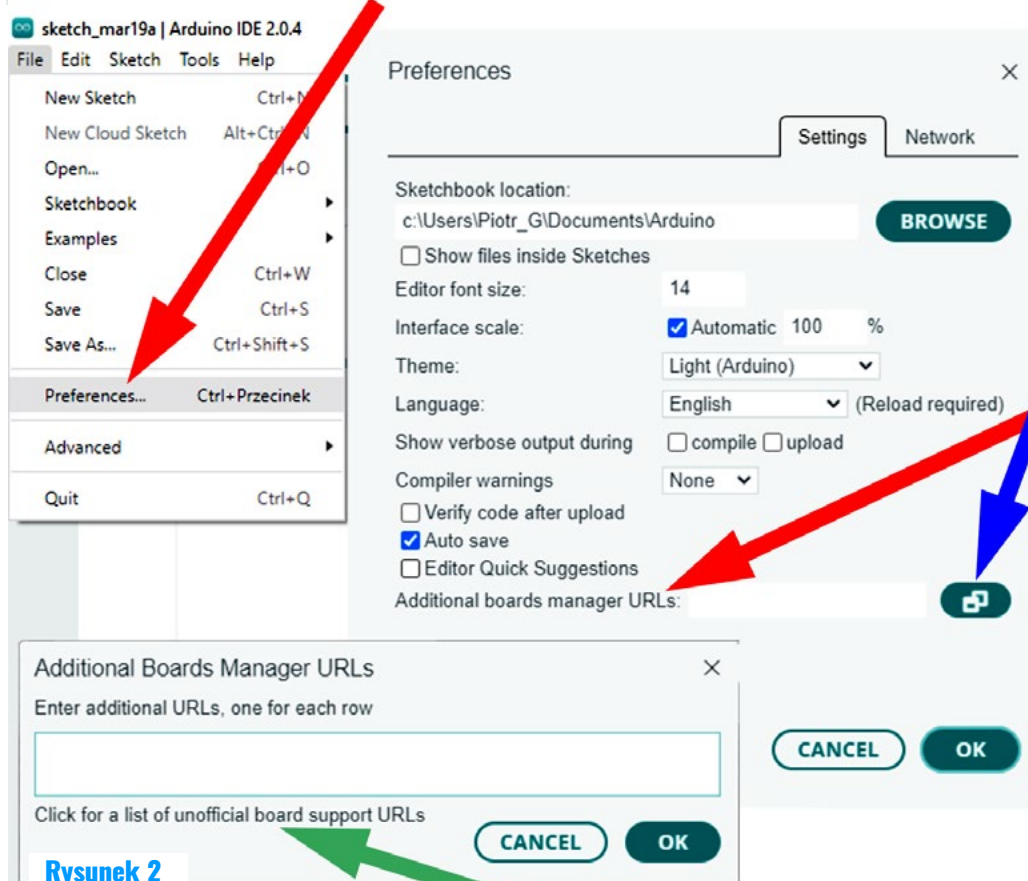
W przypadku takich „kanonicznych” płytek wybór – zmiana procesora to, najprościej biorąc, dostosowanie finalnego programu, jaki jest tworzony, do innej liczby i rozkładu nóżek oraz wielkości pamięci procesora wykorzystanego w danej płytce.

To akurat jest proste. Jednak do Arduino IDE można dodać opis innych płytek

płytek głównych z zupełnie innymi procesorami.



Rysunek 1



Rysunek 2

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.

Tool Kit / Package Included

Fot. Aliexpress



Co jeszcze brać pod uwagę przy zakupie multimetru?

W czwartym z serii artykułów przeznaczonych dla elektroników, którzy chcieliby kupować multimetry ze świadomością ich możliwości i zalet, ale także wad i ograniczeń omówimy szereg szczegółów, które w miarę możliwości należałoby wziąć pod uwagę przy analizie oferty i wyborze sprzętu.

Wygląd multimetru

Źródło zasilania multimetru

Zabezpieczenia przed błędami użytkownika

Wposażenie dodatkowe

Podstawowe wiadomości o multimetrach i ich wykorzystaniu są zawarte trzech artykułach: **Multimetr – podstawowe funkcje**, **Multimetr – dodatkowe funkcje** oraz **Multimetr – pytania i wątpliwości**, z „zielonej” kategorii B, o numerach B040, B041, B042.

Natomiast w trzech wcześniejszych artykułach niniejszej serii z kategorii *Miernictwo* dokładniej analizujemy zagadnienie. W poprzednim artykule omówiliśmy najważniejsze dla wielu elektroników właściwości multimetrów. Ale przed decyzją o zakupie warto zastanowić się nad kilkoma innymi istotnymi kwestiami. Dlatego wrócimy do niektórych, krótko zasygnalizowanych wcześniej, szczegółów

Źródło zasilania multimetru

Zdecydowana większość multimetrów jest zasilana z baterii 9-woltowej. Pobór prądu bywa różny,

a jeżeli multimetr nie ma wspomnianej wcześniej funkcji automatycznego wyłączania APO, to taka mała baterijka wyczerpuje się szybko, co stanowi kłopot i jest kosztowne. Gdy ktoś ma kilka multimetrów bez APO, zasilanych baterijkami 9-woltowymi i podczas eksperymentów zapomina ich wyłączyć, ten wie o czym mowa.

Znacznie tańsza jest energia z ogniwo typu „paluszki”. Dwa (lub w niektórych multimetrach cztery) klasyczne „paluszki” AA = LR6 wystarczą na znacznie dłużej i będą tańsze. **Warto zwracać uwagę, jakie jest źródło zasilania multimetru: najlepiej kupić multimetr zasilany dwoma „dużymi paluszkami” AA (LR6)**, ewentualnie czterema, a nieco gorszym źródłem zasilania są „małe paluszki” AAA czyli LR03.

Kwestii tej poświęcone jest zadanie *Oblicz* w Łamigłówkach elektronicznych w tym numerze ZE.

Warto mieć świadomość, jaka jest cena energii z „błoczków” 9-woltowych, jaka z, do niedawna absolutnie najpopularniejszych, „paluszków” LR6 (AA), jaka z „małych paluszków” LR03 (AAA), a jaka z guzikowych ogniw litowych CR2032 czy CR2025.

Na **fotografii 1** pokazany jest pojemnik na baterie multimetru AN870.

Dziś tylko nieliczne multimetry mają oddzielny przycisk do włączania przyrządu (ON/OFF) – na przykład DT9205A. Większość ma wyłącznik zasilania jako jedną z pozycji głównego pokręta obrotowego.

Obecnie mało kto się tym przejmie, ale dawniej brano pod uwagę trwałość, a konkretnie wycieranie styków i ścieżek przełącznika obrotowego. Częste przełączanie na pewno przyspiesza zużycie obwodów przełącznika, co może skutkować błędami.

Częściowym rozwiązaniem jest obecność automatycznego wyłączenia APO. Niektórzy w ogóle nie wyłączają miernika przez ustawienie pokręta w położeniu OFF, tylko czekają na automatyczne wyłączenie. Warto jednak sprawdzić, czy rzeczywiście prąd spada wtedy do zera lub do znikomej wartości. W niektórych multimetrach po automatycznym wyłączeniu przez funkcję APO, z baterii pobierany jest jednak pewien znaczący prąd. W takim przypadku podczas dłuższych przerw w korzystaniu z miernika należy ustawić pokręta w położeniu OFF.

Cena i parametry

Wracamy do ogromnego rozrzutu cen i dylematu hobbysty, który chce kupić sensowny miernik. Część osób ma zakodowaną w głowie prostą zależność: *czym wyższa cena, tym lepszy produkt*.

W przypadku multimetrów sprawa jest bardziej skomplikowana niż się wydaje. Z dwóch powodów: parametrów oraz wyglądu. Po pierwsze, w jednym z wcześniejszych artykułów dość dokładnie wykazałem, że droższe multimetry potrzebne są elektrykom energetykom, a nie elektronikom. Jeżeli elektronik kupi kosztowny firmowy multimetr prawdziwej kategorii CAT IV 1000 V i będzie go używał tylko do pomiarów układów elektronicznych oddzielonych od sieci energetycznej, to nigdy nie skorzysta z tego, za co sło-
no zapłacił – z bezpieczeństwa



Fotografia 1

Ale oczywiście można sobie kupić dobrze zabezpieczony miernik renomowanej firmy, przeznaczony też dla elektroenergetyków. Bezapelacyjnie najbardziej znanym, renomowanym producentem jest Fluke (www.fluke.com). Jednak jakość kosztuje, i to niemało – możesz sam sprawdzić, ile kosztują multimetry Fluke czy Beha Amprobe – przykład na **rysunku 2**.

Jest też wiele mniej znanych producentów tańszych, dobrych multimetrów. Na rynku jest również mnóstwo multimetrów „ze średniej półki”. Tu można wymienić jako przykład znane nie tylko u nas chińskie UNI-T (www.uni-trend.com) oraz tajwańskie Brymen (<https://brymen.eu>).

Patrząc z innej strony trzeba podkreślić, że elektronikowi nie jest niezbędny profesjonalny miernik o wysokiej kategorii CAT. Dlatego wielu hobbystów decyduje się kupić jakiś najtańszy, wręcz „jednorazowy” multimetr za 40 złotych, ze świadomością, że jest mało odporny na błędy i że będzie służył do pierwszej „dużej pomyłki”, o czym za chwilę.

FLUKE 87-V MAX FLUKE

FLUKE®



Multimetr cyfrowy; LCD (6000/20000),

Symbol producenta: FLUKE 87-V MAX

Symbol TME: FLK-87VMAX



[Dokumentacja EN](#)

[Opis katalogowy](#)

FLUKE 87-V MAX

6 szt w magazynie

[Sprawdź dostawy](#)

Ilość [SZT.]

Cena brutto (23%) [PLN/SZT.]

1+

3362.83

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Co to jest energia?

Niniejszy cykl, który zaczął się od artykułu **Pułapki w nauczaniu elektroniki (A001)**, jest w rzeczywistości wstępem, naświetleniem zagadnień, które będą potrzebne do przygotowywanego cyklu **Radiowej Oślej Łączki**. Trudno zrozumieć zagadnienia „radiowe” bez dokładniejszego zrozumienia kwestii energii.

Pojęcia dotyczące energii

Szkolne wyobrażenia energii, pracy i ciepła

Energia podstawą fizyki?

Dlaczego nie rozumiemy energii?

Potoczne rozumienie energii

Rodzaje, czyli formy energii

W niniejszym artykule zajmiemy się tematem: **co to w ogóle jest energia?** Na pozór kwestia, *czym tak naprawdę jest energia*, wydaje się oczywista. Niestety, tylko się wydaje – w następnych dwóch artykułach: **Czym tak naprawdę jest energia? (A006)** i **Niesamowita historia energii (A007)**, spróbuję uzasadnić, dlaczego wcale nie są to sprawy oczywiste. Wprost przeciwnie – są to zagadnienia ekstremalnie trudne i w zasadzie nie wiemy, czym tak naprawdę jest energia. A szkolne informacje wręcz wprowadzają elektronika w błąd. Dopiero w kolejnym artykule: **Energia, moc i sprawność – najważniejsze w elektronice (A009)** podaję Ci mocne argumenty, dlaczego dla współczesnego elektronika energia jest najważniejsza.

Pojęcia dotyczące energii

Pojęcie energia (od greckiego ενεργεια) ma wiele znaczeń, począwszy od filozofii, skończywszy na sztuce. Nas interesują tylko znaczenia, zwią-

zane z techniką, a w szczególności z elektroniką. Można tu wymienić następujące określenia:

energia odnawialna, czysta energia, bioenergia, zielona energia, energia słoneczna, jądrowa (nuklearna), chemiczna, promienista, elektryczna, magnetyczna, elektromagnetyczna, grawitacyjna, akustyczna, geotermiczna, mechaniczna energia kinetyczna i potencjalna, energia wewnętrzna, energia spoczynkowa czy wreszcie ciemna energia, ujemna energia, a nawet energia życiowa czy raczej energia żywa.

Z tym ściśle wiążą się bardzo nieścisłe i błędnie rozumiane sformułowania jak: *wytwarzanie energii, zużycie energii, straty energii.*

Szkolne wyobrażenia energii, pracy i ciepła

Może to tylko ja w podstawówce miałem fatalnych nauczycieli fizyki, ale w moim przypadku wyniesione stamtąd wyobrażenia, których mi nikt później nie wyprostował, mocno i na długo wprowadziły mnie w błąd.

Mianowicie początkiem i podstawą nauki fizyki była mechanika. Nikt mi nie wytłumaczył, czym jest energia (dziś nie dziwię się, dlaczego). Dowiedziałem się natomiast, że *energia* może być *kinetyczna* lub *potencjalna*, co łatwo było zrozumieć i poczuć intuicyjnie. Zamiast jednak przybliżyć i rozszerzyć pojęcie *energii*, moją uwagę skierowano na pojęcie pokrewne, „prawie takie same”, a mianowicie na *pracę*. Dowiedziałem się, że *praca* to iloczyn, czyli wynik pomnożenia siły F i drogi (przesunięcia) s – **rysunek 1**, i że jednostką pracy i energii jest dżul, czyli niuton razy metr.

Dowiedziałem się też, że *moc* to szybkość wykonywanej pracy, lub inaczej mówiąc – ilość pracy wykonywanej w jednostce czasu, że jednostką mocy jest wat, że urządzenie ma moc 1 wata, jeśli w ciągu 1 sekundy wykonuje pracę 1 dżula, czyli że wat to niuton razy metr przez sekundę. I to było jasne, wydawało się łatwe, sensowne i spójne.

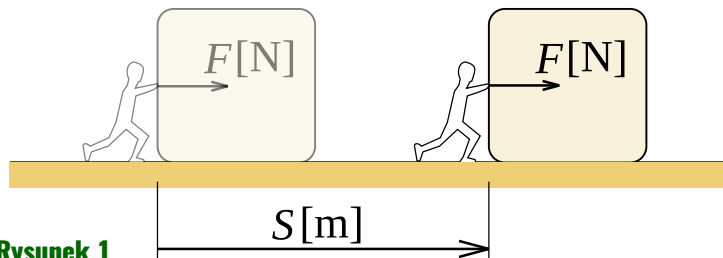
Ale było dla mnie pułapką. Pułapką, z której wygrzebywałem się długo – zdecydowanie zbyt długo. Na przykład długo nie mogłem zrozumieć, niby dlaczego 1 wat to również 1 volt razy 1 amper...

Jakim cudem 1 wat, który według głęboko wrytej w głowę definicji określa wykonanie w ciągu sekundy pracy związanej z siłą 1 niutona i przesunięciem o metr, jest równy pomnożeniu czegoś tak zupełnie innego jak 1 volt i 1 amper? Czy to przypadek i zbieg okoliczności, czy celowy dobór jednostek, żeby dawały taki efekt, czy może zależność i tożsamość, której zupełnie nie rozumiem? Były i inne pułapki.

Ja wtedy jeszcze nie interesowałem się elektroniką, tylko chemią i trochę astronomią. Nikt mi nie wytłumaczył fundamentalnej, najważniejszej zależności takich pojęć jak: energia, praca i ciepło.

Pułapką było to, że w szkole najpierw była mechanika (kinematyka, dynamika) – lekka, łatwa i przyjemna, potem była elektrostatyka – bardziej obca, dziwna, trudniejsza do intuicyjnego przyswojenia. Nie pamiętam, czy i jakie były omawiane elementy elektrodynamiki, czyli w sumie magnetyzmu, ale na pewno było to coś odrębnego od mechaniki, coś zupełnie innego, co zupełnie nie wiązało się mechaniką, która wydawała się podstawą fizyki. Tak samo zupełnie oddzielna, oderwana wydawała się optyka i zjawiska falowe.

Co najgorsze, nikt nie wbił mi do głowy dwóch jakże ważnych kwestii: po pierwsze, że światło to fala elektromagnetyczna, taka jak fala wytwarzana przez nadajnik radiowy, telewizyjny, krótkofalarski, radar, i taka jak przyjemne promieniowanie



Rysunek 1

ku z antenami, ale też we wszelkich przewodach, w których płynie prąd zmienny.

Kolejne fatalne wyobrażenie, nabyte na lekcjach fizyki, dotyczyło termodynamiki. Nie pamiętam, czy elementy termodynamiki były już w podstawówce, czy w technikum, ale termodynamika pozostała w głowie jako coś nie tylko obcego, niezrozumiałego, ale wręcz wydziwionego, niepraktycznego, zawierającego pojęcia, które wydawały się nikomu i nigdzie niepotrzebne, a już zupełnie niezwiązane z elektroniką.

Jedną z największych pułapek okazało się powiązanie, niemal utożsamienie, energii z pracą przy jednoczesnym braku powiązania pracy z ciepłem. Owszem, był jakiś piwowar „preskot”, specjalista od (za)mieszania. Podgrzewał on wodę (na szczęście nie piwo) za pomocą opadającego ciężarka – **fotografia 2** pokazuje jego przyrząd badawczy. Ten zaśluzony z kilku względów piwowar wykazał związek



Fotografia 2

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.

Skrzynka pytań i odpowiedzi

W tej rubryce przedstawiane są odpowiedzi na wybrane pytania dotyczące elektroniki, zawarte w komentarzach do postów i filmów, nadsyłanych przez Patronów i Mecenasów oraz innych Czytelników za pomocą kanałów podanych na stronie: [Zapytaj, odpowiedz](#).

5V/9V/12V/24V



Moduł Arduino z przekaźnikiem i transoptorem

Szanowny Panie Piotrze!

W serwisie Aliexpress dostępny jest [moduł przekaźnika z transoptorem](#) [pokazany również na fotografii powyżej]. Kiedyś zakupiłem podobny i bardzo pozytywnie zaskoczyła mnie jakość wykonania tego wyjątkowo taniego produktu. Jednak mam pewne wątpliwości co do zastosowanego tu transoptora, który zazwyczaj używany jest dla uzyskania separacji galwanicznej. Tutaj to przekaźnik zapewnia oddzielenie części pracującej z napięciem sieciowym od części niskonapięciowej, a transoptor wydaje mi się tu całkowicie zbędny. Czy rzeczywiście zamontowano go jedynie dla lepszego samopoczucia osoby kupującej ten „moduł z transoptorem”, czy też jego użycie jest w jakiś sposób uzasadnione?

Pozdrawiam, Marian Gabrowski

Bezpośrednia odpowiedź jest bardzo prosta. Jednak bliższe zbadanie tej na pozór banalnej kwestii, przynosi szereg niespodzianek. Ten artykuł jest dla bardziej zaawansowanych, a podstawy są omówione w artykule [Arduino i Raspberry – sterowanie przekaźnikami](#).

Sens stosowania i transoptora, i przekaźnika

Transoptor, czyli element zawierający w jednej obudowie fotoelement, najczęściej fototranzystor, oraz oświetlającą go, z reguły podczerwoną, diodę świecącą, generalnie **ma za zadanie zapewnić izolację galwaniczną** między obwodami wejściowym i wyjściowym. Stosowany jest ze względów bezpieczeństwa. Jego wykorzystanie w większości przypadków wynika z przepisów bezpieczeństwa, dotyczących różnych rodzajów sprzętu.

Transoptor zastosowany w module z linku, pokazanym powyżej na fotografii wstępnej mógłby zapewnić dobrą izolację galwaniczną i bezpieczeństwo, ale jej nie zapewnia, bo nie taka jest jego rola. O tym dalej w artykule.

Podobnie przekaźnik też jest elementem, który może zapewnić oddzielenie galwaniczne obwodu sterującego (cewki) od styków wyjściowych.

Dlaczego zastosowano dwa takie elementy?

Znalezienie odpowiedzi nie jest łatwe, dlatego że po pierwsze na rynku jest sporo podobnych modułów, które mają różne schematy, a po drugie dlatego, że trudno znaleźć lub odtworzyć te schematy.

W przypadku modelu, o którym pisał Autor pytania, zagadka jest stosunkowo prosta, a kluczem jest **fotografia 1** (Aliexpress). Otóż widzimy na niej, że wykorzystany jest transoptor typu EL814.



Fotografia 1

A jest to moduł, gdzie za pomocą zworki (jumpera) można wybrać stan aktywny sygnału sterującego. Przekaznik może zostać załączony albo po podaniu sygnału wysokiego (+3,3 V lub więcej), albo po zwarceniu wejścia IN1 do masy, co zależy od ustawienia zworki na trzypunktowym złączu goldpinowym. I właśnie transoptor EL814 realizuje to w bardzo prosty sposób. **Rysunek 2** pokazuje znaleziony gdzieś w odmętach Internetu przypuszczalny schemat.

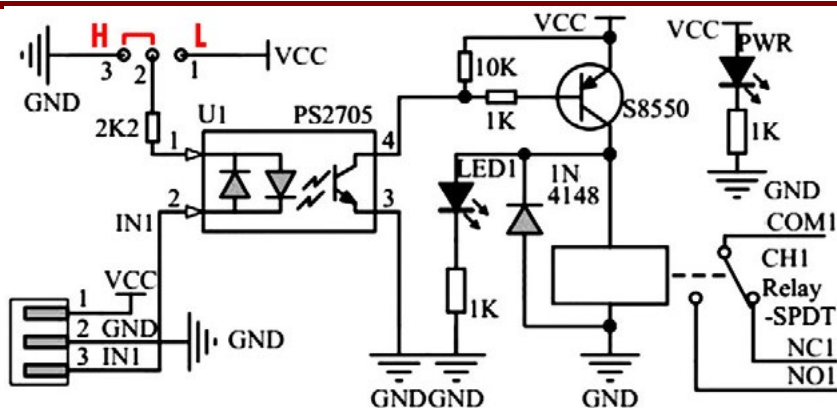
Co prawda oznaczenie transoptora U1 jest inne (PS2705), ale podstawą jest obecność w nim dwóch diod LED. To tak zwany **transoptor w wejściu AC**, który reaguje przy dowolnej biegunowości napięcia i prądu wejściowego. Taki transoptor w prosty sposób pozwala zrealizować wybór sterowania: stanem niskim albo wysokim na wejściu IN1. Potwierdza to karta katalogowa EL814 i **rysunek 3**, pokazujący jej fragmenty. Karty katalogowe EL814 i odmian pokrewnych możesz ściągnąć z [oferty TME](#) wpisując w wyszukiwarkę symbol elementu.

Wyjaśniliśmy sens użycia transoptora w wersji pokazanej na fotografii tytułowej. Jednak na rynku są też inne odmiany podobnych modułów z transoptorem i przekaznikiem.

Inne podobne moduły

Fotografia 4 pokazuje podobny moduł z czterema przekaznikami. Po prawej stronie widać zielony jumper na dwóch goldpinach, ale w tym przypadku nie służy on do zmiany poziomu czynnego.

Rysunek 5 pokazuje schemat jednego kanału, w tym u góry (J5) widać te dwa goldpiny oznaczone VCC oraz JD-VCC. VCC to systemowe napięcie zasilania (5 V albo 3,3 V), natomiast tranzystor Q1 i przekaznik mogą być zasilane z innego źródła, innym napięciem, niekoniecznie 5 V.



Rysunek 2

4 PIN DIP PHOTOTRANSISTOR PHOTOCOUPLER AC INPUT PHOTOCOUPLER EL814 Series



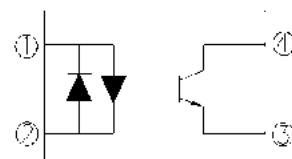
Features:

- AC input response
- Current transfer ratio (CTR: Min. 20% at $I_F = \pm 1\text{mA}$, $V_{CE} = 5\text{V}$)
- High isolation voltage between input and output ($V_{iso} = 5000\text{ V rms}$)
- Wide Operating temperature range $-55 \sim 110^\circ\text{C}$
- High collector-emitter voltage $V_{CEO} = 80\text{V}$
- UL approved (No. E214129) • VDE approved (No. 132249)
- SEMKO, NEMKO, DEMKO, FIMKO approved
- CSA approved • CQC approved

Description

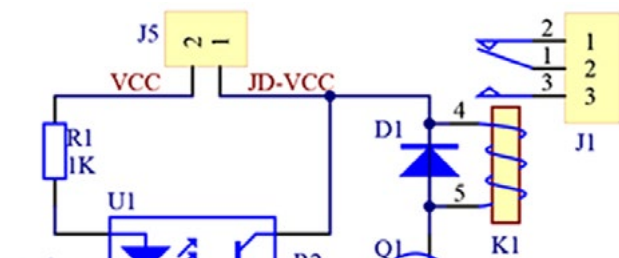
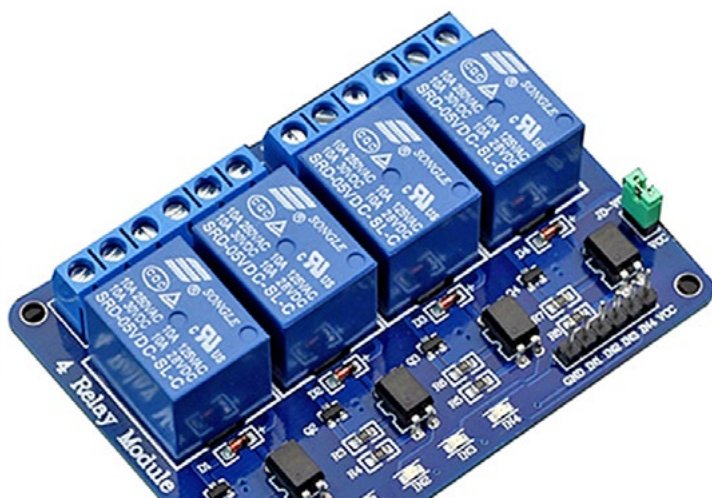
The EL814 series of devices each consist of two infrared emitting diodes connected in inverse parallel, optically coupled to a phototransistor detector.

Rysunek 3



Pin Configuration

1. Anode / Cathode
2. Cathode / Anode
3. Emitter
4. Collector



Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.

Skrzynka pytań i odpowiedzi

W tej rubryce przedstawiane są odpowiedzi na wybrane pytania dotyczące elektroniki, zawarte w komentarzach do postów i filmów, nadsyłane przez Patronów i Mecenatów oraz innych Czytelników za pomocą kanałów podanych na stronie: [Zapytaj, odpowiesz](#).



Problemy z szeregowym łączeniem akumulatorów

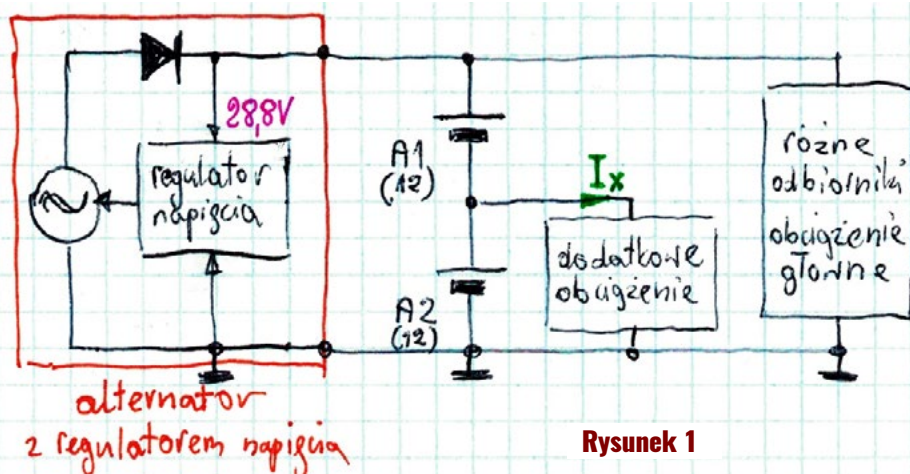
W maszynie rolniczej pracują dwa połączone szeregowo akumulatory kwasowe AGM 12 V. Czy to prawda, że dla zwiększenia trwałości trzeba co trzy miesiące zamieniać je miejscami? (...) czy w takim układzie trzeba stosować jakiś balanser?

W tym przypadku zdecydowanie nie trzeba! Nie ma to sensu i byłoby to zupełnie niepotrzebny wysiłek.

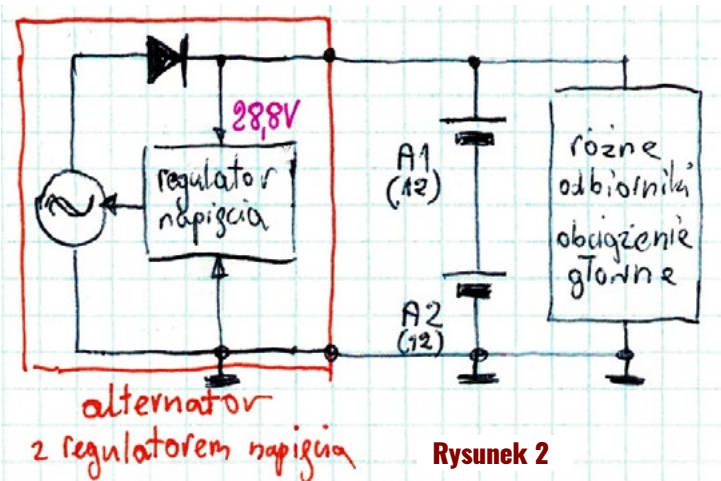
Przed napisaniem odpowiedzi upewniłem się u Autora pytania, co do szczegółów połączenia.

Otóż należałoby je zamieniać, gdyby z punktu połączenia akumulatorów odchodził przewód do jakiegось niewielkiego obciążenia według **rysunku 1**. Wtedy jeden z nich (dolny na rysunku) byłby dodatkowo obciążony prądem I_x i okresowa zamiana miejscami prawdopodobnie miałaby jakiś sens.

Jeżeli jednak z punktu połączenia tych dwóch akumulatorów nie odchodzi żaden przewód, zgodnie z **rysunkiem 2**, to zamiana nie jest potrzebna. Wtedy bowiem przez oba akumulatory zawsze płynie ten sam prąd. Regulator napięcia współpracujący z alternatorem dba, żeby podczas pracy silnika napięcie na dwóch szeregowo połączonych akumulatorach nie przekroczyło 28,8 V



Rysunek 1



Rysunek 2

W przypadku szeregowego połączenia akumula-

Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

W pełnej wersji dostępnej dla Patronów ten artykuł oczywiście ma więcej stron.

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 5/2023

piotr-gorecki.pl



Wydawca: Zrozumieć Elektronikę sp. z o.o. ul. Nadarzyn 23A 05-230 Kobylka

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

Redakcja techniczna: Ewa Górecka-Dudzik (ewa@piotr-gorecki.pl)

**Stali współpracownicy: Andrzej Pawluczuk, Szymon Burian,
Rafał Kozik, Jacek Kosecki, Sławomir Skrzyński, Tadeusz Suszał**

**Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana jest
dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez
konto autorskie Patronite: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>
oraz konto buycoffee.to: [buycoffee.to/ piotr-gorecki](https://buycoffee.to/piotr-gorecki)**

Uwaga! Ani autorzy artykułów, ani wydawca nie biorą odpowiedzialności za ewentualne szkody spowodowane wynikiem eksperymentów inspirowanych treścią czasopisma i strony internetowej.

Osoby, które chciałyby przeprowadzić eksperymenty związane z treścią artykułów powinny mieć odpowiednie kwalifikacje BHP dotyczące elektryczności oraz świadomość ryzyka.

Osoby niepełnoletnie i niedoświadczone mogą przeprowadzić takie działania jedynie pod opieką wykwalifikowanych opiekunów, np. nauczycieli.

Projekty przedstawiane w czasopiśmie mogą być wykorzystane jedynie do własnych potrzeb, a ich wykorzystanie do innych celów, zwłaszcza zarobkowych, wymaga zgody Autora.

Wszystkie materiały zamieszczane w czasopiśmie są własnością ich twórców, więc przedruk czy umieszczenie na stronach internetowych wymaga pisemnej zgody Autora.

Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez [Patronite.pl](https://patronite.pl)