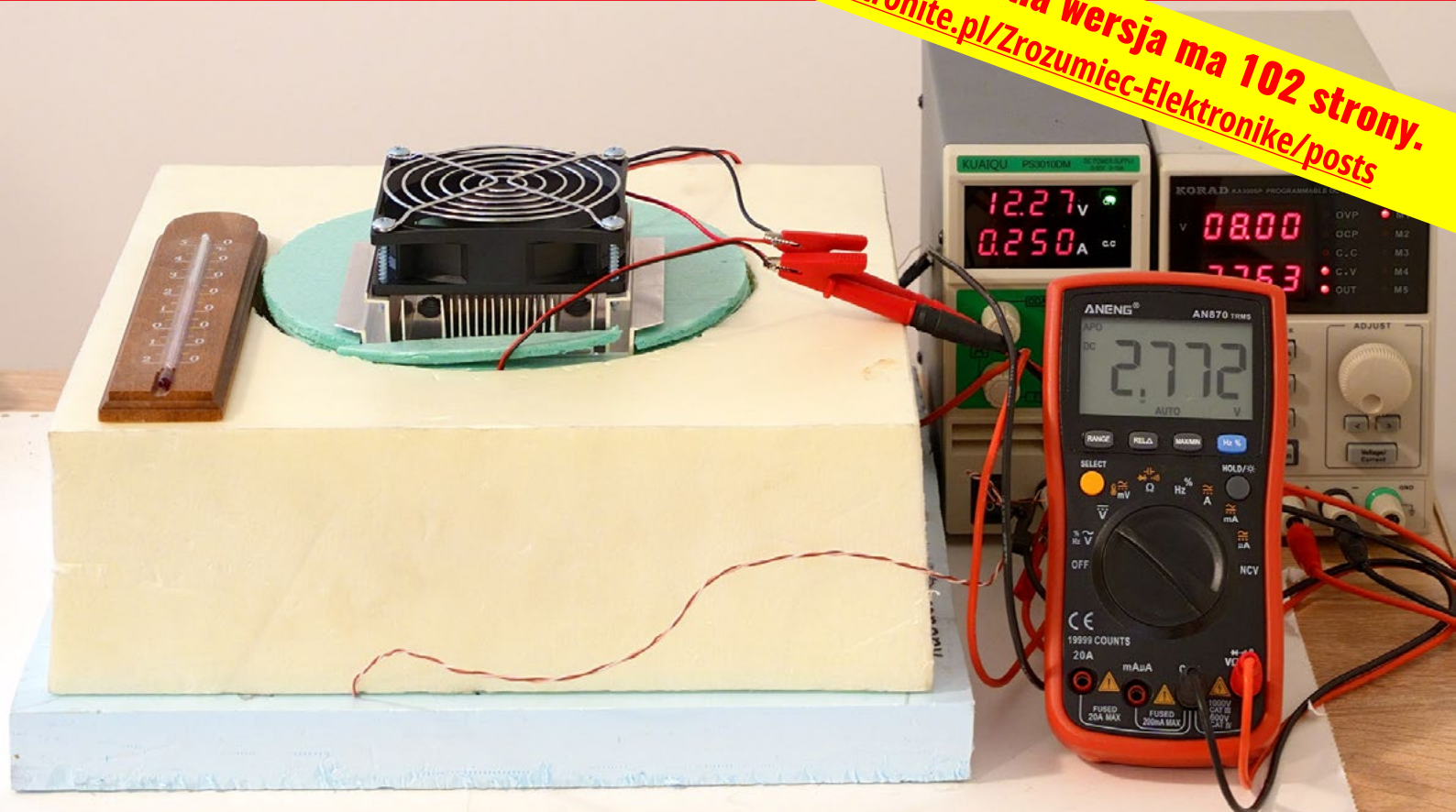


**Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 102 strony.**  
**Kup pełną wersję na [buycoffee.to](http://buycoffee.to) lub zaprenumeruj tu: [patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike/posts](http://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike/posts)**

10/2023 Październik

[piotr-gorecki.pl](http://piotr-gorecki.pl)



# Komora termiczna za 100 zł z modułem Peltiera

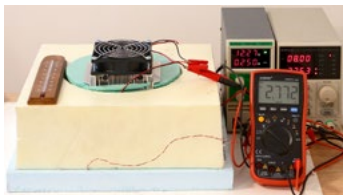
- Amatorskie wzorce rezystancji • Tranzystory MOSFET: parametry na przykładzie IRF3205
- Pojemność akumulatorów Li-Ion rozmiaru 18650 • Montaż elementów SMD w warunkach domowych
- Wielkość, wartość, dokładność, rozdzielczość, niepewność • Jaki program EDA dla hobbysty?
- Jaka jest największa szybkość SPI w Arduino z AVR? • Jaka jest maksymalna dokładność pomiarów?



Inicjatywa Zrozumiec Elektronikę realizowana dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez [Patronite.pl](http://Patronite.pl)

# Zawartość numeru 10/2023

**18**  
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



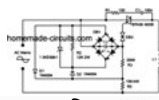
## Komora termiczna za 100 zł z modułem Peltiera

Artykuł przedstawia realizację prostej i taniej komory termicznej – chłodziarki. Wprawdzie zakres osiągniętych temperatur pracy nie jest imponujący, jednak absolutnie wystarcza do testowania i pomiarów parametrów różnych elementów oraz niedużych urządzeń elektronicznych w różnych warunkach.

- 3** Słowo wstępne – październik
- 4** Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników
- 8** Łamigłówki elektroniczne październik 2023
- 10** Rozwiązania łamigłówek sierpień 2023
- 14** Tropimy błędy: pure sine inverter 12VDC / 230VAC

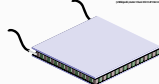
KONKURSY

- 17** Tropimy błędy: konwerter 220 / 110V



KONKURSY

- 28** Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie modułu Peltiera



KONKURSY

- 30** Wspólnie projektujemy: Sterownik komory termicznej



KONKURSY

- 32** Amatorskie wzorce rezystancji



MIERNICTWO

- 38** W poszukiwaniu prawdy, część 1



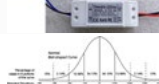
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

- 46** Zasilacze – stabilizatory prądowe i napięciowe



FUNDAMENTY ELEKTRONIKI

- 52** Wielkość, wartość, dokładność, rozdzielczość, niepewność



MIERNICTWO

- 57** Montaż elementów SMD w warunkach domowych



WARSZTAT

- 70** Podstawy automatyki – detekcja położenia



ELEKTRONIKA UŻYTKOWA

- 73** Jaki program EDA dla hobbysty? Część 2



RÓŻNE

- 85** Jaka jest największa szybkość SPI w Arduino z AVR?



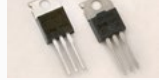
MIKROPROCESORY

- 89** Tranzystory MOSFET: parametry na przykładzie IRF3205



ELEMENTY I MODUŁY

- 96** Jaka jest maksymalna dokładność pomiarów?



PYTANIA I ODPOWIEDZI

- 99** Pojemność akumulatorów Li-Ion rozmiaru 18650



RÓŻNE



# ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



## Słowo wstępne – październik

Witam!

Cieszę się, że na okładce mogę zaprezentować bardzo interesujące praktyczne wykorzystanie modułu Peltiera. Oczywiście zamiast komory termicznej w podobny sposób można zrealizować choćby chłodzarkę do napojów. Zdecyduj jakich napojów!

Gorąco zachęcam do praktycznego wykorzystania popularnych i tanich modułów Peltiera oraz do udziału w konkursie **Wspólnie projektujemy**, gdzie tematem jest sterownik dla takiego modułu.

W poprzednim numerze wielkie zainteresowanie wzbudził temat wzorców napięcia i dokładnych pomiarów. W tym wydaniu jest kolejny artykuł z tej praktycznej serii, dotyczący precyzyjnych i wzorcowych rezystorów. Temat będzie kontynuowany, niejako „w kilku kierunkach”. Na **poniższej fotografii** pokazane są niektóre moje rezystory, przewidziane do najbliższych testów.

Jeśli i Ty interesujesz się tematem i albo możesz podzielić się już zdobytym doświadczeniem, albo chcesz takowe doświadczenia dopiero zdobyć, śmiało napisz do mnie ([kontakt@piotr-gorecki.pl](mailto:kontakt@piotr-gorecki.pl)). Wprawdzie temat bardzo precyzyjnych pomiarów i wzorców łatwy nie jest, ale jest mnóstwo możliwości prostych, niedrogich i dostępnych dla każdego. Zapraszam do współpracy!

W tym numerze znajdziecie też szereg innych interesujących materiałów. Szczególnie polecam artykuły o montażu elementów SMD w warunkach domowych oraz o wyborze programu do projektowania płytek dla hobbysty.

Nie przegap bardzo przydatnego artykułu o parametrach tranzystorów MOSFET na przykładzie IRF3205. Warto zapoznać się z materiałem: Pojemność akumulatorów Li-Ion rozmiaru 18650.

Tematyka audio wróci już w następnym numerze, bo planowany wstępnie artykuł nie zmieścił się w wydaniu październikowym. Zakończył się cykl o energii, ale do tematu niebawem wrócimy, i to od strony praktycznej – już mam dużą część materiałów opisujących wykonywane w warunkach domowych proste eksperymenty, pokazujące rozmaite fascynujące przemiany energii.

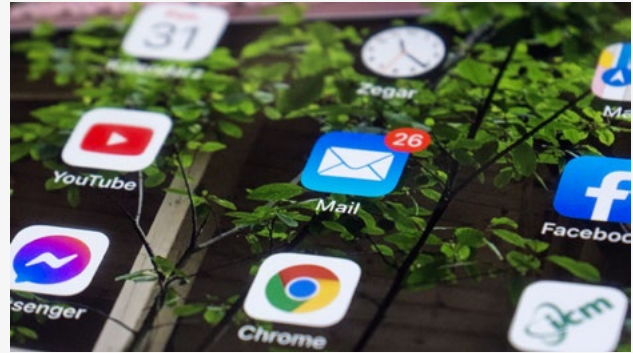
Jak też piszę dalej w Poczcie, niedawna korespondencja e-mailowa spowodowała, że rozpocząłem realizację cyklu o oscyloskopach. Już napisałem kilka artykułów na temat czynników, które warto, a wręcz koniecznie trzeba, wziąć pod uwagę przed zakupem oscyloskopu.

Zapraszam do kontaktu oraz oczywiście do **wspierania mnie przez Patronite**. Pozdrawiam serdecznie!

**Piotr Górecki**



# 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](mailto: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.

*Witam,  
jak dla mnie temat wzorcowych układów napięcia jest interesujący, ze względu na sprawdzenie woltomierza przed pomiarami i ewentualną jego kalibrację.  
Pozdrawiam  
**Jacek Kosecki***

*Dobry wieczór,  
dziękuję za poruszenie w ostatnim numerze ZE zagadnień związanych z napięciami odniesienia. Jest to dla mnie o tyle ciekawe, że od ok. 2 lat we własnym zakresie pogłębiam wiedzę w tej dziedzinie. Podkreślam, że robię to amatorsko/hobbystycznie, czyli non-profit (jako elektronik z wykształcenia i zamiłowania, ale pracujący zawodowo w innej dziedzinie)*

*Aby poruszać się sprawnie w „świecie dokładności pomiaru  $U > 5$  cyfr”, a nie błądzić w krainie cieni, niestety trzeba mocno doposażyć warsztat pomiarowy...*

*... ostatnim czasem (w 2022r) udało mi się na ebay kupić Agilent 34401 A (sprzedawca z Japonii – poziom uczciwości kupieckiej i sam zakup to temat na osobnego maila).*

*Słowem: mam solidny multimetr klasy 6,5 cyfry, a jeszcze przed likwidacją stanowisk pomiarowych w mojej firmie udało mi się pozytywnie zweryfikować dokładność pomiarów  $U_{DC}$  z dwoma skalibrowanymi firmowymi Agilentami 34401 A.*

*I tutaj dochodzę do sedna sprawy: mocno przymierzam się do zmontowania modułu bardzo dokładnego napięcia odniesienia na układzie LTZ1000. Aby to mogło się zakończyć zweryfikowanym sukcesem potrzebuję dostępu do woltomierza 8,5 cyfry.*

*Czy istniałaby szansa, możliwość dostępu do pomiaru takim woltomierzem, albo odesłania (skomunikowa-*

*wania) do osoby która grzecznościowo umożliwiłaby taki pomiar modułu?*

*Oczywiście liczę się z jakąś odpłatnością (choćby za „zawracanie głowy”), ale chciałbym uniknąć podejścia w pełni komercyjnego, bo stawki wzorcowania przewyższają wartość ww. modułu.*

*Z góry dziękuję za każdą pomoc.*

*Pozdrawiam  
**Wojciech***

Po wymianie e-maili ustaliliśmy, że gdy projekt powstanie, wrócimy do tematu i prośby. A swoją drogą, realizacja dobrego wzorca z LTZ1000 naprawdę nie jest łatwym zadaniem, co będziemy stopniowo omawiać na łamach ZE. Najpierw wykorzystamy LM399.

*Dzień dobry,  
przeczytałem Pana artykuły o wzorcach napięcia i rezystancji. Sprowokowały mnie do poszukiwań informacji na temat mojego wzorca opartego na układzie AD584LH. Układ ten jest najdokładniejszy i najstabilniejszy z wszystkich AD584, co ma potwierdzać karta katalogowa oraz pomiary wykonane przez Mark Hennessy'a przedstawione na stronie:*

[https://www.markhennessy.co.uk/ad584\\_references/](https://www.markhennessy.co.uk/ad584_references/)

*Układ ma współczynnik temperaturowy 5 ppm/°C dla napięć 5 V, 7,5 V, 10 V, a dla napięcia 2,5 V wynosi on 10 ppm/°C.*

*Niestety jest to układ już nieprodukowany. Produkowane są jego gorsze odmiany. Ja również nabyłem ten wzorec kilka lat temu. Już nie pamiętam, na którym z portali handlowych. W Polsce można go nadal nabyć pomimo zaniechania produkcji układu AD584LH. Byłem wtedy pod wrażeniem, że razem z urządzeniem załączono mi certyfikat z pomiarów. Rzecz bardzo ważna, jeżeli zależy nam na dokładności i pomiarach*



porównawczych. Po przeczytaniu Pana artykułu zacząłem mieć wątpliwości co do wiarygodności otrzymanego certyfikatu. Pomyślałem, czy aby wszyscy kupujący nie otrzymują takiego samego certyfikatu. Wątpliwości moje rozwiązał artykuł Autora Marka Hennessy pod podanym linkiem. Przedstawiony tam certyfikat jest identyczny z moim! Autor również zwraca na to uwagę. Tu przedstawiam mój **(fotografia 1)**. Niczym się nie różni od tego pokazanego w linku. Również na tym filmie widać identyczny certyfikat:

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

To bardzo źle świadczy o sprzedających i ich praktykach. Bo aż w taką dokładność wszystkich wzorców i pomiarów nie wierzę. Ktoś raz zrobił pomiary, a następnie wielokrotnie powiela.

Oczywiście to nie umniejsza wartości układu AD584LH i całego urządzenia, o czym możemy się przekonać na podstawie pomiarów przedstawionych pod podanym linkiem. Osobiście zazdroścę tego, że miał Pan możliwość pomiarów za pomocą dokładnego miernika i sprawdzenia wzorców napięcia, rezystorów. Bo ja w tej sytuacji nic nie mogę powiedzieć o dokładności mojego wzorca. Pomiary wykonane przez Pana oraz te z linku dotyczące AD584 są porównywalne.

Na dokładność napięć referencyjnych ma wpływ wartość napięcia zasilania. Standardowo przewidziano napięcie zasilania 15 V, ale można zasilic napięciem do 30 V. Najlepsza dokładność jest w zakresie napięć zasilania 15–30 V.

Posiadany przeze mnie wzorzec napięcia raczej nie jest szczytem dokładności, ale w amatorskim zastosowaniu może wystarczyć. Pod warunkiem, że mamy możliwość wykonania dokładnych pomiarów. A z tym jest bardzo trudno. Bo na załączanych certyfikatach nie można polegać. W tym miejscu, po przeczytaniu Pana artykułu, mam pytanie. Czy Pan modyfikował wzorzec oparty na LM399, o czym wspomina Pan w artykule?

Drugi artykuł dotyczący wzorców rezystancji spowodował, że jestem zmuszony zacytować fragment – „Chętnie niezobowiązująco podam miejsca zakupów moich opisywanych tu rezystorów”. Na co oczywiście liczę i z góry dziękuję. A co do rezystorów kupionych okazynnie, które wycięte zostały ze sprzętu wojskowego... Czy może kupić je Pan na Wolumenie? Bo jest tam człowiek handlujący też częściami ze sprzętu wojskowego. Od czasu do czasu coś u niego kupuje. Jak mi żona pozwoli wyjść w niedzielę na Wolumen. A wynika to stąd, że ma dość mojej graciarni. Bo wie na 100%, że coś znów przyciągnę do domu. Z moim wyjściem na Wolumen jest dokładnie tak jak w żarcie:

AD584	电压基准
标称电压	实际电压
2.5V	2.499, 42V
5V	5.000, 37V
7.5V	7.500, 42V
10V	10.000, 66V

标定设备: Agilent 34401A

环境温度: 23度

标定时间: 2015-7-27

编号: 01

**Fotografia 1**

„Tylko pantoflarz pyta żonę, czy może wyjść z kumplami na piwo. Prawdziwy facet wie, że nie może.”

To tak pół żartem, pół serio. I trzeba sobie radzić. (...) A co do dalszych części artykułów na te tematy, to jestem jak najbardziej za.

Pozdrawiam  
**Tadeusz Susfał**

Wzorca z LM399 na razie nie testowałem w komorze termicznej i nie modyfikowałem, choć mam już sporo rezystorów, które się do tego nadają. Nieco więcej informacji we wstępniaku, na stronie 3.

„Namiary” na chińskie rezystory precyzyjne podam chętnie i niezobowiązująco każdemu, kto do mnie napisze ([kontakt@piotr-gorecki.pl](mailto:kontakt@piotr-gorecki.pl)). Rezystory z demobilu kupowałem na Allegro i w jednym polskim sklepie internetowym.

Najnowsze materiały jeszcze przed publikacją są udostępniane wąskiemu gronu osób, w szczególności najbardziej hojnym Patronom. Oto e-mail otrzymany po rozesłaniu artykułów o multimetrach.

Dzień dobry, miło Pana słyszeć.

Zaraz zabiorę się do czytania. Co do [opisania] multimetrów ze średniej półki – mogę spróbować zabrać się za temat, choć po pierwsze nie czuję się ekspertem, a po drugie mam doświadczenia własne tylko z Sanwą i Brymenem, z lektury znam dość podobną do Brymena firmę Appa. (...)

Ze swojej strony czekam cierpliwie na zapowiedziany tutorial o oscyloskopach, a w mojej niekończącej się kolejce na realizację czeka tester elementów mocy. Doostałem od Pana w prezencie PCB, jest tylko jeden problem – mój analogowy Hameg się do tego po prostu nie nadaje, więc prędzej czy później, czeka mnie zakup jakiegoś budżetowego oscyloskopu. Ostatnio oglądałem test skopometru Owon HDS2102 s – jest to trochę zabawka z pasmem co prawdą 100 MHz, ale próbko-waniem 500 msp, niemniej ma wszystkie zalety zasilanego akumulatorem skopometru i kosztuje mniej niż połowę tego, co najtańsza konkurencja. Bardzo jestem ciekawy Pańskiego zdania na temat zarówno tego urządzenia, jak i całej gamy azjatyckiego sprzętu poniżej 2000 zł.

Serdecznie pozdrawiam  
**SzB**

Po otrzymaniu mojej odpowiedzi – opinii na temat wspomnianego skopometru, otrzymałem następny e-mail:

*Bardzo dziękuję!*

*Ten Owon ma rzeczywiście dość słabą czułość, na poziomie 10 mV i kosztuje w TME 1300 złotych. W identycznej cenie (...) można dostać Hantek DSO2D15 – tradycyjny, stacjonarny, ale z czułością 5 mV, pasmem 150 MHz, dwukrotnie większym samplingiem i mnóstwem funkcji matematycznych do operacji na obu kanałach, co prawda na moim aktualnym poziomie wiedzy nieprzydatnych, ale zakładam, że wartościowych.*

*Kiedyś na forach czytałem dość wiarygodne opinie profesjonalistów, że Hantek mocno odstaje jakościowo od Rigola, Siglenta, a nawet UniT, ale to było lata temu. Przykład tak lubianego przez Pana multimetru Aneng daje dużo do myślenia.*

*Wiem, że haruje Pan jak wół, bo staram się śledzić na bieżąco materiały, które Pan publikuje – nie wiem, ile godzin ma Pana doba. Rozumiem więc, że seria o oscyloskopach musi czekać, ale może „marketingowo” przydałby się taki teaser? Coś takiego, jak napisał Pan do mnie – kilka słów, czym się kierować przy zakupie i zarazem zapowiedź przyszłego cyklu?*

*Tęsknię też do tutorialu o zasadach pracy DSO i pomiarach – nikt nie zrobi tego lepiej niż Pan. Wiem, bo szukałem – obejrzałem nawet kilka niezłych filmów na YT, ale wszystkie mocno odstają od tego, do czego Pan przyzwyczał swoich czytelników.*

*Pozdrawiam serdecznie  
SzB*

Mówisz i masz! Właśnie ta korespondencja zmobilizowała mnie do działania! „Odgrzebałem” stare materiały które szykowałem do publikacji jeszcze w EdW i szybko powstały artykuły. Gotowe są dwa, dotyczące czynników, które warto wziąć pod uwagę przy zakupie oscyloskopu. Następne dotyczą tematu budowy, wykorzystania, a przede wszystkim ograniczeń, co prowadzi do ogromnie ważnego, a słabo rozumianego tematu sond oscyloskopowych. Dwa artykuły o sondach też już są prawie gotowe.

*Dzień dobry, pomysł na organizer – świetny (<https://piotr-gorecki.pl/y028>). Załączam zdjęcie wersji wykonanej przeze mnie. Wprowadziłem kilka drobnych modyfikacji. Zrezygnowałem z podstawy z pleksi, nóżki przykręciłem bezpośrednio do dolnego talerza. Otwory na narzędzia mają średnice 4 mm i 6 mm, i na oko są mniejsze niż w oryginale. Eksperymentowałem z długością słupków, wersja ostateczna ma wszystkie słupki*

*o długości 30 mm. Moim zdaniem prezentuje się znakomicie i sądzę, że będzie praktyczny.*

*Pozdrawiam serdecznie  
Paweł Pawłowicz*

*Dzień dobry*

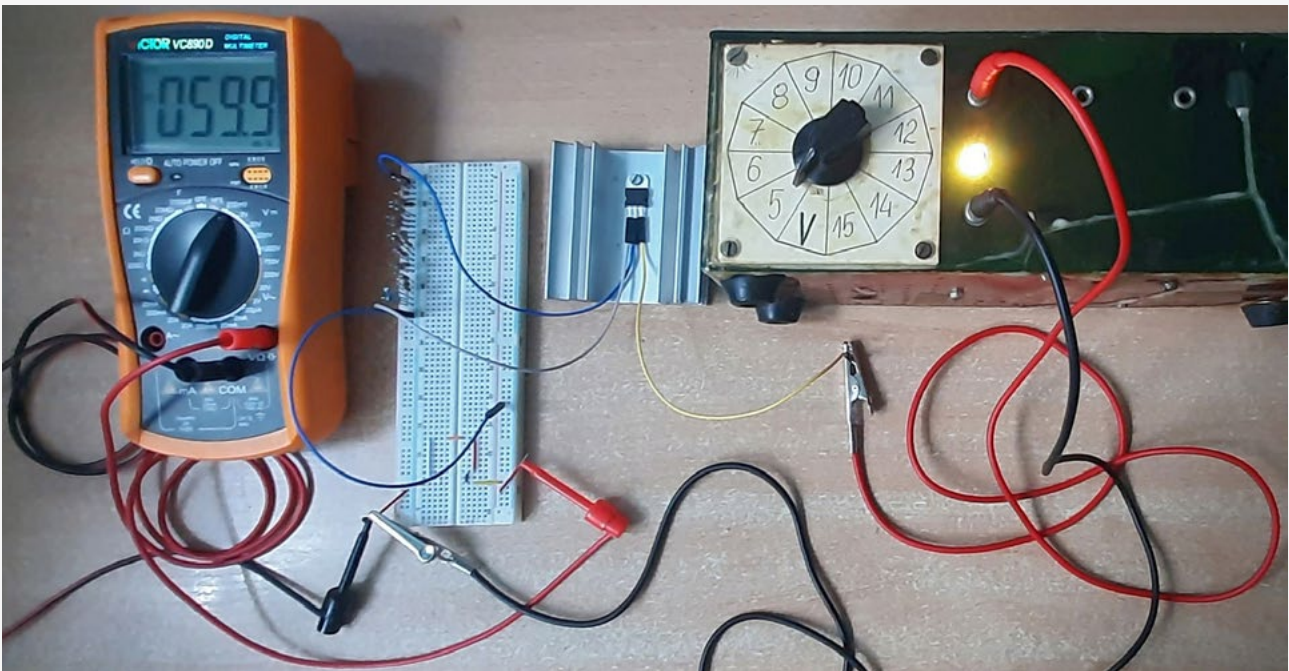
*...chciałem Panu zaproponować trochę historii.*

*Mianowicie mam tu na myśli wzmacniacz o małych zniekształceniach, który kiedyś był opublikowany w Radioelektroniku. Wzmacniacz ten miał mieć bardzo małe zniekształcenia i był opisany jako wzmacniacz Urszuli Klapczyńskiej. Ponadto muzycznie bardzo dobrze się spisywał. To były lata 80. Obecnie opracowano zdecydowanie lepsze tranzystory i myślę, że można by było po tylu latach wrócić do tematu.*



**Fotografia 2**





*Moja prośba, propozycja jest taka, aby opracować i opublikować PCB pod kątem współczesnych tranzystorów. Przyznam, że dawno temu „wyrzeźbiłem” takie PCB, ale uległem modzie tranzystorów polowych. Jednak dźwięk tego wzmacniacza nadal mi pozostał. To tak w telegraficznym skrócie.*

*Pozdrawiam serdecznie*  
**R. Nowak**

*Witam, zbudowałem na nowo mikroomierz. Tym razem do połączenia równoległego rezystorów zastosowałem linię zasilającą płytkę stykową.*

*Czy wynik pomiaru w okolicach 60–70 mOhm jest tutaj prawidłowy? W załączniku przesyłam zdjęcia zbudowanego układu.*

*Pozdrawiam*  
**Mirosław**

*Tym razem wynik pomiaru najprawdopodobniej jest jak najbardziej prawidłowy!*

*Układ elektryczny można wykonać rozmaicie. Jeżeli jednak to ma być rodzaj sprzętu pomiarowego, to zdecydowanie, i to z kilku względów, należy unikać montażu na płytkach stykowych. Układ należy zmontować w sposób jak najbardziej zwarty, kompaktowy, a przewody połączeniowe powinny być jak najkrótsze. Wtedy wyniki pomiarów będą powtarzalne i zmniejszy się ryzyko różnych przykrych niespodzianek.*



*Jak zwykle od jednego ze stałych współpracowników otrzymałem kilka e-maili na różne tematy.*

*Witam, warto by napisać o tym, jak wyliczyć rezystor do I2 C i 1-Wire. Nietety 99% projektów to 4,7 k dla 1-W, co przy 3,3 V jest błędem. Długie linie też wymagają mniej niż 5 k. Ponadto w przypadku niektórych układów, jak EEPROM, minimum to 2,2 k, co napisano w nocie, ale w projektach widzę zwykle 4,7 k.*

*Z I2 C podobnie, 4,7 k lub co gorsze 10 k. Temat nie jest tak prosty, że 2,2 k to ok, a inne źle. Wyjaśnienie tego to temat na artykuł. Warto żeby taki powstał.*

*Chcę rozpocząć nietypowy kurs C dla uC:*

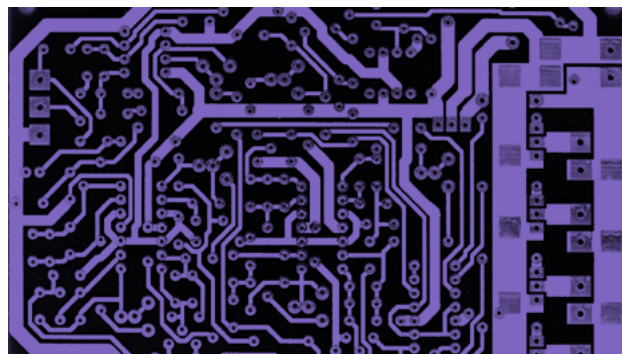
*Po statystykach widać, że jest zainteresowanie. Oczywiście gromadzę materiały do wersji PDF.*

*Ciekawy temat: Miganie LED-em przez WWW przez I2 C, OLED z licznikiem odwiedzin na WWW. Podgląd on-line na kamerze: <https://youtu.be/KfjNovsBnho>*

*Nowość! Arduino UNO R4 na ARM. Gdzie jest haczyk? <https://youtu.be/g8Kyze1sy5g>*

*Pozdrawiam*  
**Sławomir S.**

# Łamigłówki elektroniczne październik 2023



W tej rubryce przedstawiane są łamigłówki związane z elektroniką, także te nadsyłane przez Czytelników. Po pierwsze, możesz przysłać rozwiązanie jednej lub wszystkich zaproponowanych niżej łamigłówek. Po drugie, proszę i serdecznie zachęcam także Ciebie: zaproponuj tu 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 czy upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie i Internecie.

Propozycje krzyżówek, zagadek oraz wszelkich innych łamigłówek należy nadsyłać e-mailem na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto: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 stronach internetowych prowadzonych przez Piotra Góreckiego.*

Co to jest? 2310  
Jak odpowiesz? 2310

Policz 2310  
Zagadka 2310

## Co to jest? 2310

Na **fotografii 1** pokazane są rezystory o dwóch nominałach.

Pytanie konkursowe brzmi:  
**Jaką rezystancję mają te rezystory?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca października 2023 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl)



Fotografia 1



## Jak odpowiesz? 2310

Ostatnio na łamach ZE pojawił się temat najbardziej precyzyjnych wzorców napięcia, a mianowicie układów scalonych LM399 oraz LTZ1000. Załóżmy, że przychodzi do Ciebie zaciekawiony tym młody elektronik i przedstawia swoje plany. Mówi, że gotów jest wydać pieniądze na kosztowny LTZ1000, a resztę elementów, czyli podwójny wzmacniacz operacyjny oraz rezystory i potencjometry dostrojczy, znajdzie w zapasach ojca, który zajmuje się serwisem

sprzętu AGD. Nie wie jeszcze, czy kupić LTZ1000 za około 300 złotych, czy droższy i zapewne lepszy LTZ1000 A. Ale już się cieszy, że wprawdzie wyda sporo pieniędzy, ale tak czy inaczej za mniej niż 400 złotych będzie miał superprecyzyjny, ogromnie stabilny wzorzec napięcia 10,000000 V.

**Jak oceniasz szanse powodzenia jego planów?**

Niezmiennie zadanie konkursowe jest takie:

**Jak odpowiesz na postawione pytanie?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca października 2023 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl)

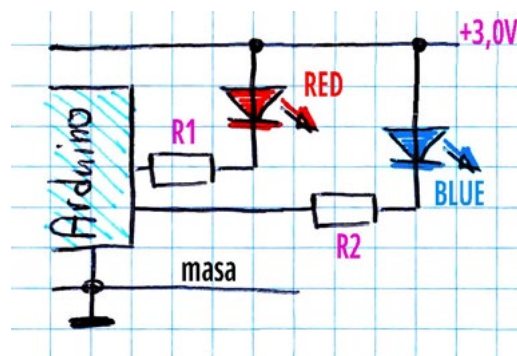
## Policz 2310

Mamy system z mikroprocesorem, zasilany napięciem 3,0 V ze stabilizatora 3-woltowego. Chcemy tam zastosować dwie kontrolki: czerwoną i niebieską według **rysunku 1**.

Pytanie konkursowe jest takie:

**Jakie powinny być wartości rezystancji R1, R2?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca października 2023 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl)



Rysunek 1

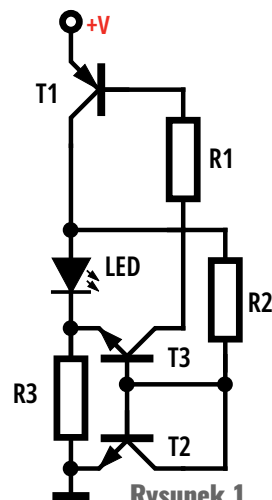
## Zagadka 2310

Na **rysunku 1** pokazany jest prosty schemat z trzema tranzystorami.

Pytanie konkursowe brzmi:

**Do czego może służyć taki układ?**

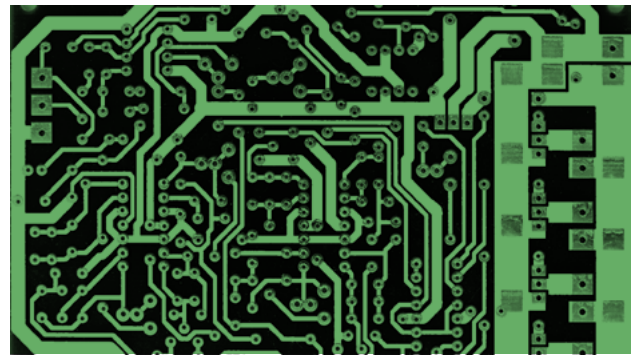
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca października 2023 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl)



Rysunek 1

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

# Rozwiązania Łamigłówek sierpień 2023



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek zamieszczonych w numerze sierpniowym (ZE 8/2023). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów czy upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Zagadka 2308

Rozwiązanie – Kwestie energetyczne 2308

Rozwiązanie – Jak odpowiedź? 2308

Rozwiązanie – Usterka 2308

## Rozwiązanie – Zagadka 2308

W sierpniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

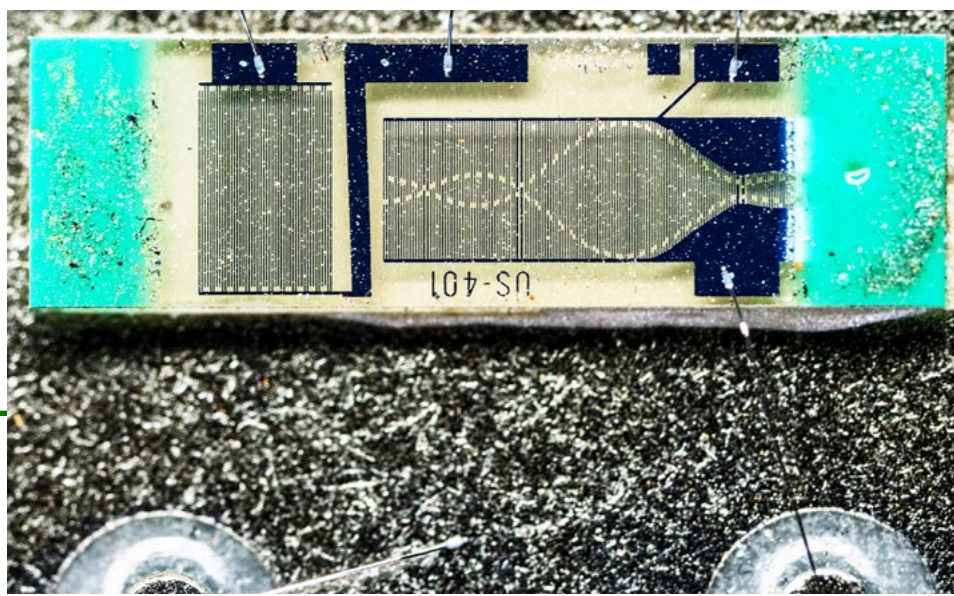
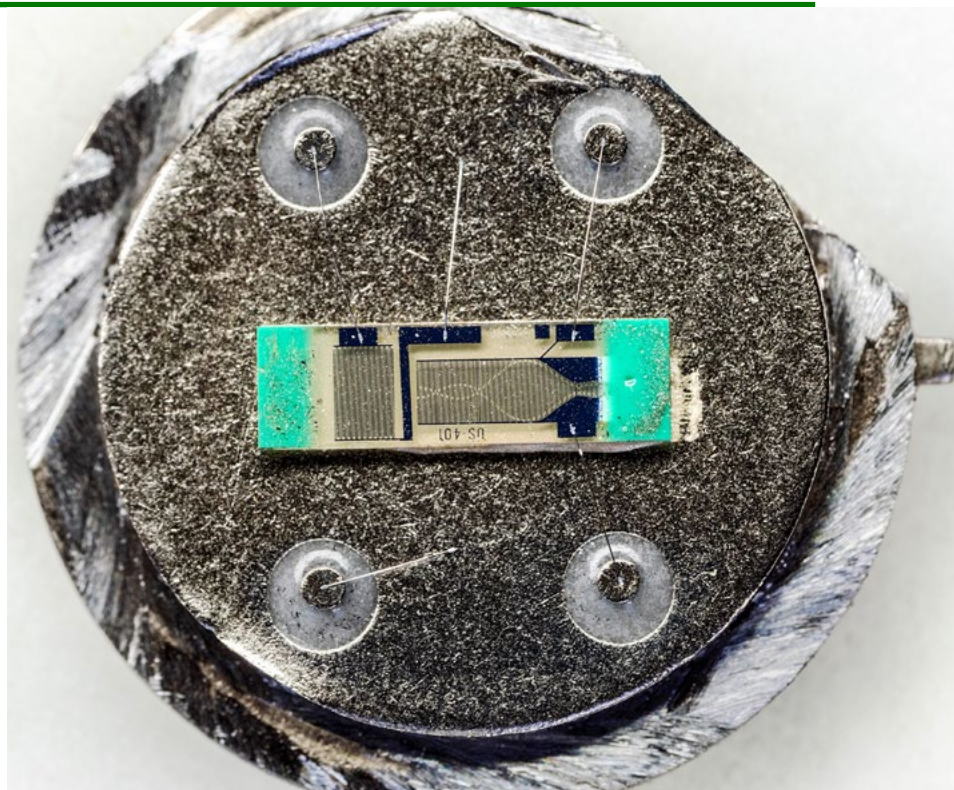
Na fotografii obok pokazany jest pewien element elektroniczny, jak napisał Autor *brutalnie potraktowany Proxsonem*.

Pytania konkursowe są takie:

- **Co to za element?**
- **Do czego służy lub służył?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca sierpnia. Oto rozwiązanie konkursu. Jego Autor napisał: To filtr SAW (Surface Acoustic Wave Filter) wylutowany ze starego telewizora i brutalnie potraktowany Proxsonem. ▢

Autorem tego zadania konkursowego jest **Paweł Pawłowicz** z **Wrocławia**





## Rozwiązanie – Kwestie energetyczne 2308

W sierpniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Kwestie energetyczne nabierają coraz większego znaczenia, i to w różnych aspektach. Jednym z nich są aspekty finansowe. W tym zadaniu chcemy zająć się prostą kwestią.

Pytania konkursowe są takie:

**Ile kosztuje 1 watogodzina energii pochodzącej z baterii:**

- **błoczek 9-woltowego?**
- **„małych paluszków”, czyli ogniwo AAA (R03)?**
- **alkalicznych „paluszków”, czyli ogniwo AA (LR6)?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca sierpnia 2023. Oto rozwiązanie konkursu.

Zadanie nie było łatwe, ponieważ pojemność baterii i ogniwo nie jest ściśle ustalona. Zależy między innymi od składu chemicznego (baterie zwykłe, chlorkowo-cynkowe oraz alkaliczne) oraz od prądu rozładowania. Także ceny nie są ustalone i występuje duży rozrzut. Jednak warto zastanowić się nad ceną energii, zawartej w rozmaitych ogniwach i bateriach. I porównać je z ceną energii z sieci.

Otóż w rozliczeniach z zakładem energetycznym i dostawcą energii płacimy za „kilowatogodziny”. W ostatnich miesiącach głośna i gorąca jest kwestia podwyżek cen energii. Nie wchodząc w szczegóły, w pierwszym zgrubnym przybliżeniu możemy przyjąć, że obecnie 1 kilowatogodzina (1 kWh = 1000 Wh) energii elektrycznej pobranej z sieci kosztuje mniej więcej złotówkę. A więc możemy przyjąć, że jedna watogodzina (1 Wh) takiej energii kosztuje około 0,1 grosza.

W przypadku akumulatorów i baterii z reguły producent nie podaje informacji o zawartej w nich energii, ale podaje pojemność, zwykle w miliamperogodzinach. Oto przybliżone, szacunkowe dane.

Błoczek 9-woltowy, czyli ogniwo oznaczane 6F22 albo 6R61 w wersji alkalicznej ma pojemność

500...600 mAh. Natomiast w rzadko spotykanej wersji zwykłej 300...400 mAh, ale to można pominąć. Podobnie możemy pominąć zwykłe, chlorkowo-cynkowe ogniwa AA i AAA. Pozostawmy przy alkalicznych.

Ogniwa alkaliczne AAA czyli LR03 mają pojemność 850...1200 mAh. Najpopularniejsze ogniwa AA (LR6, R14500) alkaliczne mają pojemność 1800...2700 mAh.

Przyjmijmy jakieś dobre, pośrednie wartości pojemności: dla 9-woltowego błoczka 550 mAh (0,55 Ah), dla AAA 1000 mAh (1 Ah), dla AA niech będzie 2400 mAh czyli 2,4 amperogodziny.

Teraz można policzyć zawartość energii. W najprostszym przypadku mnożąc pojemność przez napięcie znamionowe. Otrzymamy

- błoczek 9 V zawiera około 5 watogodzin (0,55 Ah × 9 V = 4,95 Wh),
- ogniwo AAA zawiera około 1,5 watogodziny,
- ogniwo AA zawiera około 3,6 Wh.

Największy problem jest z cenami. Błoczki 9-woltowe są kosztowne. Często płacimy za nie kilkanaście złotych. Ale w marketach zdarzają się ceny od 6 złotych. Przyjmijmy 10 złotych za błoczek 9 V.

Jeszcze większy kłopot jest z ceną ogniwo AAA i AA. Rozrzut cen jest duży. Przyjmijmy, że kupujemy większe zestawy, w których jedno ogniwo AAA i jedno ogniwo AA kosztuje złotówkę – przy odrobinie wysiłku można to zrealizować. Ale możemy przyjąć cenę i ogniwo AAA i AA równą 1,5 zł.

Jeżeli tak, to wyliczymy cenę 1 watogodziny energii. I tak energia z kosztującej 10 złotych, zawierającej 5Wg kosztuje około 2 złote za watogodzinę.

Energia z „małego paluszka” AAA kosztuje około 1 złoty za watogodzinę.

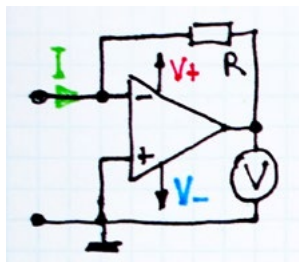
Natomiast energia z najpopularniejszych „dużych paluszków” AA jest zdecydowanie najtańsza, bo kosztuje poniżej 0,5 złotych za watogodzinę.

Natomiast 1 watogodzina pobrana z sieci energetycznej kosztuje około 0,1 grosza... ▣

# Rozwiązanie – Jak odpowiedzieć? 2308

W sierpniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Wstępnie szykujemy się do pomiarów bardzo małych prądów. Chcemy do tego wykorzystać jakiś wzmacniacz operacyjny w roli przetwornika prąd / napięcie, według **rysunku obok**.



(...) uważnie czytam ZE i coś mi się wydaje, że to może być LMC662.

**Rafał Tomaszewski**

(...) nie ma kłopotu. Wystarczy wejść na stronę analoga [Analog Devices – [www.analog.com](http://www.analog.com)] i we wzmacniaczach operacyjnych poszukać Low Input Bias Current Op Amps ( $\leq 100$  pA) – załatwione. Na pierwszym miejscu jest ADA4530. Nie ma takiego wyboru na stronie teksasa (Texas Instruments, [www.ti.com](http://www.ti.com)) i tu trzeba by było trochę porzeźbić.

**Andrzej**

Potrzebny więc będzie jakiś wzmacniacz operacyjny o jak najmniejszym prądzie polaryzacji wejść. Wiemy, że istnieją wzmacniacze z tranzystorami bipolarnymi na wejściach, wyposażone w obwód kompensacji prądu polaryzacji. Zapewne jednak do takiego zastosowania lepiej będzie wykorzystać jakiś wzmacniacz z tranzystorami polowymi na wejściach. Zastanawiamy się **Jaki niezbyt drogi wzmacniacz do tego wykorzystać?**

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

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca sierpnia roku 2023.

Oto nadesłane rozwiązania.

(...) Można spróbować TL061, ale raczej nie będzie to dobry wybór. To powinien być jakiś wzmacniacz typu MOSFET, na przykład CA3130 albo CA3140 (...)

**Mikołaj**

(...) proponuję TLC271 (...)

**Kamil Nowak**

(...) Jeden z popularnych i stosunkowo niedrogich wzmacniaczy operacyjnych CMOS, który może być przydatny, to np. „MCP6001” firmy Microchip. Jest to jednokanałowy wzmacniacz z niskim prądem poboru oraz szerokim zakresem napięcia zasilania. Inne to AD8615, droższy AD8656, LMV321.

Aż by się chciało zastosować AD549 ale nie jest tani i w Polsce może być trudno osiągalny.

**Tadeusz Suszał**

(...) ostatnio gdzieś czytałem, że mały prąd wejścia mają wzmacniacze TS272.

**Czytelnik**

Istotnie, aktualnie najmniejszy prąd polaryzacji wejść ma Analog Devices ADA4530-1, typowo poniżej 1 fA, i to do temperatury aż +80 stopni. Tak, poniżej 1 femtoampera, czyli 0,001 pikoampera. Nie ma problemu z zakupem (np. Mouser), ale tam taka kostka kosztuje ponad 120 złotych. Teksas Instruments próbuje promować OPA928, ale o znacznie większym prądzie.

Ekonomicznym rozwiązaniem jest wykorzystanie niemłodego LMC662, ale z poprawionymi parametrami. Typowo jego prąd wejściowy to 2 femtoampery. Oczywiście w temperaturze pokojowej, bo prądy polaryzacji tranzystorów polowych szybko rosną ze wzrostem temperatury. W ramach inicjatywy „Zrozumieć Elektronikę” spróbujemy wykorzystać tę kostkę do budowy femtoamperomierza. Podwójny wzmacniacz LMC662 jest dostępny bez problemu i zaskakująco tani. **W ofercie TME dostępne są cztery wersje** w średniej cenie około 10 złotych. ▣

<https://www.analog.com/en/parametricsearch/13001#/sort=4500,asc>

Amplifiers > Operational Amplifiers (Op Amps) > Low Input Bias Current Op Amps ( $\leq 100$  pA)

### Low Input Bias Current Op Amps ( $\leq 100$ pA)

Choose Parameters All Reset Table Maximize Filters Sort by Newest Save to myAnal

Quick Tips Send Feedback

Part Number	GBP typ   Hz	BW -3 dB typ   Hz	Slew Rate typ   V/us	Vos max   V	Ibias max   A
ADA4530-1	2M	6M	1.4	40 $\mu$	20f
LTC6268-10	4G	-	1.5k	700 $\mu$	20f
LTC6269-10	4G	-	1.5k	700 $\mu$	20f
LTC6268	500M	-	400	700 $\mu$	20f
LTC6269	500M	-	400	700 $\mu$	20f

Rysunek 1



## Rozwiązanie – Usterka 2308

W sierpniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Chcemy zbudować źródło prądowe o dużym prądzie i dużej mocy strat. Ponieważ jeden MOSFET ma za małą dla naszych potrzeb moc strat, chcemy zastosować rozwiązanie pokazane na **rysunku obok**.

Pytanie konkursowe jest takie:

• **Czy w układzie widzisz jakiś problem, usterkę?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca sierpnia 2023. Oto nadesłane rozwiązania:

Witam,

tak nie można połączyć MOSFET-ów.

**Jacek**

(...) MOSFET-y można łączyć równolegle, ale tylko w niektórych układach cyfrowych. Tu jest analogowy i to nie będzie działać, bo musiałyby być idealnie takie same napięcia otwierania i charakterystyki wejściowe.

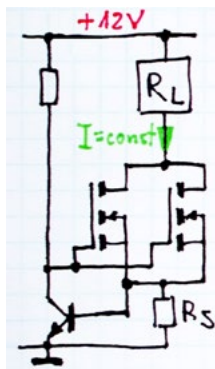
**Andrzej**

Witam!

Widzę podstawowy problem – to połączenie równoległe MOSFET-ów. Trzeba zastosować jeden większy, a nie dwa małe.

**Mikołaj**

(...) Problemem jest symetryczna praca tranzystorów MOSFET w połączeniu równoległym. Problem jest wynikiem różnic międzyposzczególnymi tranzystorami. Tranzystory MOSFET, nawet jeśli są identyczne, mogą mieć pewne różnice w charakterystykach, co może prowadzić do nierównomiernego podziału prądu w układzie



równoległym. W tym przypadku (sterowanie bramek stałą wartością napięcia powyżej wartości  $V_{GS(th)}$ ) chodzi głównie o rezystancję  $R_{DS(on)}$ . Napięcie progowe  $V_{GS(th)}$  jest tu mniej istotne (przypadek pracy statycznej). MOSFET z najniższym  $R_{DS(on)}$  będzie przewodzić większy prąd. W miarę nagrzewania wzrasta wartość  $R_{DS(on)}$ , przenosząc część prądu do innych tranzystorów. Temperatury złączy równoległych tranzystorów z dobrym sprzężeniem termicznym będą mniej więcej

takie same. Podział prądu nadal zależy od rezystancji włączenia każdego tranzystora i będzie mieścić się w granicach tolerancji  $R_{DS(on)}$  określonych w arkuszu danych MOSFET.

(...) [W układach cyfrowych, a nie analogowych] MOSFETy w połączeniu równoległym wymagałyby dobrego sprzężenia termicznego, aby zapewnić równowagę prądową i termiczną pomiędzy sobą. Można je zamontować na wspólnym radiatorze, aby utrzymać jednakową temperaturę. Do pracy w takim układzie powinny być wybrane tranzystory MOSFET o jak najmniejszej wartości  $R_{DS(on)}$ .

Rezystor  $R_S$  powinien być precyzyjny, dużej mocy, o niskiej wartości rezystancji (jego wartość określa prąd) i powinien mieć niski współczynnik temperatury.

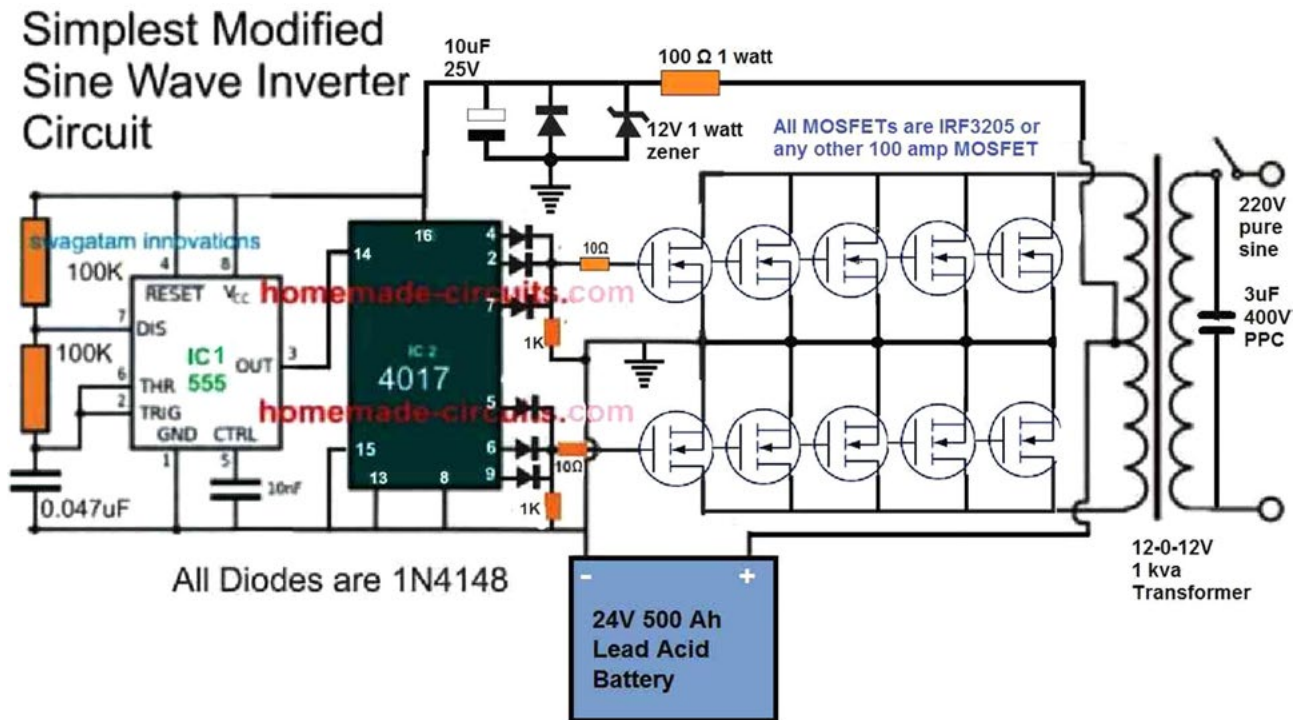
**Tadeusz Suszał**

Wszyscy uczestnicy konkursu słusznie stwierdzili, że w układach analogowych nie można łączyć równoległe tranzystorów MOSFET.

Nikt z uczestników nie wspomniał, że układ można łatwo poprawić. Zastosować dwa MOSFET-y, ale pracujące w dwóch niezależnych źródłach prądowych, których prądy się zsumują. Do układu trzeba więc dodać jeden tranzystor NPN i dwa rezystory. ▣

# Tropimy błędy: pure sine inverter 12VDC / 230VAC

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/make-this-1kva-1000-watts-pure-sine/>

Schemat z powyższego rysunku był przedstawiony w wydaniu ZE z sierpnia roku 2023 w ramach konkursu **Tropimy błędy**, o oznaczeniu KX009. Rozwiązania można było nadsyłać do końca sierpnia. Oto rozwiązanie konkursu.

W aktualizowanym rok temu wpisie zatytułowanym **Make This 1KVA (1000 watts) Pure Sine Wave Inverter Circuit** Autor zaprasza do realizacji obiektu marzeń wielu elektroników. Mianowicie proponuje budowę prostego inwertera o mocy 1000 watów i to nie zwyczajnego, tylko dającego na wyjściu czystą sinusoidę (pure sine wave). Propozycja jest bardzo atrakcyjna, ponieważ wiele odbiorników, np. silniki, nie powinno być zasilanych z najprostszymi inwerterami, dających przebieg o kształcie „połamanego prostokąta”.

Niestety, układ zawiera błędy. Jeden z uczestników ujął to następująco:

*Dzień dobry!*

*Dawno się nie odzywałem, a że w trakcie wakacji w ciepłych (zbyt ciepłych) krajach, zabrałem się za lekturę ZE2308, postanowiłem przyjrzeć się zadaniu.*

***Schemat przetwornicy to portret jednorożca wykonany ręką dziesięcioletka.***

*Zapewne w takim wieku jest autor strony Swagatam Innovations, przedstawiający się skromnie jako inżynier. Jednorożców jak wiadomo nie ma, podobnie też w realnym świecie nie ma takich przetwornic.*

***Układ jest przeraźliwie zły, a do tego groźny dla ewentualnego naśladowcy!***

*Poprzestańmy tylko na rzeczach najgrubszych. Po pierwsze, układ nie jest ani przetwornicą typu „pure sinus”, ani nawet „modified sinus”.*

*Oscylator oparto na układzie NE555, co pomimo legendarnej uniwersalności tej kostki jest w tym zastosowaniu nietrafione.*



Dla podanych parametrów układ oscyluje z częstotliwością około 100 Hz i tutaj mamy pierwszy błąd – dla wybranej konfiguracji pracy wypełnienie będzie zawsze większe niż 50%, a więc przebieg na wyjściu przetwornicy – jednoróżca byłby niesymetryczny. Dla podanych wartości elementów, współczynnik wypełnienia wynosi 67%, stan wysoki na pin 3 trwa około 6,5 ms a stan niski 3,26 ms.

Dalej jest jeszcze ciekawiej: zaiste, krętymi ścieżkami błędziła jaźń autora, by dzielnikiem częstotliwości uczynić licznik Johnsona 4017 w takiej konfiguracji. Dla młodszych czytelników: ten niegdyś popularny i sympatyczny układ zlicza impulsy w taki sposób, że każde zbocze narastające na wejściu zegarowym powoduje pojawianie się stanu wysokiego na kolejnych 10 wyjściach licznika, o numerach od 0 do 9. Na schemacie wyjścia układu są połączone w grupy, poprzez diody separujące: pierwsza grupa to wyjścia o numerach od 1 do 3, druga – wyjścia 4 do 6. Tak więc, po włączeniu układu, przez pierwsze 9,76 ms nie będzie się działo nic (wyjście 0 jest nie podłączone), przez kolejne (w przybliżeniu) 29 ms wysterowane zostaną bramki „górných” MOSFET-ów (stan wysoki na wyjściach 1,2,3) następnie przez 29 ms ten sam marny los spotka MOSFET-y „dolne” (wyjścia 4,5,6), po czym nastąpi 29 ms przerwy (nie podłączone nigdzie wyjścia 7,8,9) i cykl powtórzy się. Można zatem przyjąć, że w takim trybie pracy transformator byłby sterowany przebiegiem prostokątnym o częstotliwości około 16 Hz kluczowanym częstotliwością 25 Hz.

W tym miejscu układu przestaje robić się śmiesznie, a zaczyna być groźnie. Autor proponuje użycie potężnego, 1000 W transformatora o napięciu 2×12 V, co po raz kolejny świadczy o myśleniu magicznym. Przetwornica ma być zasilana akumulatorem 24 V, ewentualny transformator musiałby więc mieć dwa uzwojenia, po 24 V każde (lub minimalnie niższe). Tutaj na każde z jego uzwojeń pierwotnych podane jest napięcie dwukrotnie wyższe od nominalnego, co oczywiście doprowadziłoby do jego przeciążenia, nie wspominając o smutnym losie podłączonego do wyjścia przetwornicy odbiornika.

Co więcej, użycie jako kluczy pięciu par MOSFET IRF3205 nie jest optymalne: owszem, są to znakomite podzespoły, owszem, są „stuamperowe” (dokładnie ich  $I_{d\ max}$  to 110 A), ale warto czytać noty katalogowe. Ten imponujący parametr jest czysto teoretyczny, by nie powiedzieć – marketingowy. Wynika z kalkulacji opartej na  $R_{ds(on)}$  i dotyczy nierealnej temperatury obudowy 25 stopni i  $U_{ds}$  10 V. Rzut oka na wykres SOAR nie pozostawia wątpliwości – przy 2,5 raza wyższym  $U_{ds}$  i czasie impulsu dochodzącym do 30 ms maksymalny prąd drenu maleje dramatycznie.

Przy tak trudnym obciążeniu, jakie tworzy indukcyjność transformatora, przy tak dużych prądach, jest prawdopodobne, że pięć par tranzystorów okaże się niewystarczające – ich uszkodzenie i zwarcie drenów ze źródłem spowoduje przepływ olbrzymiego prądu przez uzwojenia i tak przeciążonego już transformatora. Wobec sięgającej setek amper wydajności prądowej akumulatora kwasowego, skutki dla układu i dla konstruktora będą katastrofalne.

I tu dochodzimy do kolejnego problemu: układ pozbawiony jest jakichkolwiek zabezpieczeń! Nie tylko przeciw przepięciom po stronie pierwotnej, nie ma też zabezpieczeń przed przeciążeniem, termicznych, nie przewidziano nawet najprostszego bezpiecznika topikowego! Katastrofalny w skutkach błąd!

Pomijam już inne drobiazgi, jak choćby sposób zasilania części cyfrowej, z błędnie dobranymi wartościami elementów stabilizatora parametrycznego (m.in. wielokrotnie zaniżona wartości rezystora szeregowego przeciążająca zarówno sam rezystor jak i diodę Zenera), brak pojemności filtrujących po stronie pierwotnej itp.

**Podsumowując – układ od wejścia do wyjścia jest kompletnie błędny.** Podobne przetwornice, oparte na zbliżonej koncepcji układowej, są budowane przez amatorów i działają, choć ich moce są wielokrotnie mniejsze, a ich prostota, w tym brak pętli sprzężenia zwrotnego stabilizującej napięcie wyjściowe, dyskwalifikuje je do zasilania wymagających urządzeń.

Budowa niewielkiej przetwornicy dającej na wyjściu czysty przebieg sinusoidalny 230 V także nie jest obecnie szczególnie trudna dla średnio zaawansowanego konstruktora, między innymi z racji dostępnych gotowych modułów sterujących, jak EGS002.

Jednakże **wiara, że można zbudować przetwornicę DC/AC „pure sinus” o mocy 1 kW przy użyciu garstki elementów jest wiarą w jednoróżce.**

Pozdrawiam serdecznie

**Szymon Burian**

Inny uczestnik konkursu napisał tak:

- Na wyjściu tego inwertera nie uzyskamy czystej sinusoidy. Zastosowany kondensator 3 uF na wyjściu jest za mały, aby uzyskać taki efekt (sinusoidy) dla mocy 1000 W. W tym przypadku uzyskamy prostokąt. Ale zwiększenie wartości pojemności to jednocześnie zwiększenie obciążenia inwertera, co jest złym rozwiązaniem dla uzyskania przebiegu sinusoidy. Raczej zbliżonego do sinusoidy.

- Układ przedstawionego inwertera nie nadaje się do zmiennych obciążeń. Przy zmianie obciążenia będą się zmieniać parametry napięcia wyjściowego: jego kształt, wartość RMS.

- W układzie można się spodziewać przepięć, więc należy zadbać o skuteczne zabezpieczenie wrażliwych elementów elektronicznych.
- Problemem jest praca równoległa tranzystorów MOSFET. Wynika to z różnic między poszczególnymi tranzystorami. Tranzystory MOSFET, nawet jeśli są identyczne, mogą mieć pewne różnice w charakterystykach, co może prowadzić do nierównomiernego podziału prądu w układzie równoległym. MOSFET z najniższym RDS(on) będzie przewodzić większy prąd. Aby minimalizować to zjawisko każdy MOSFET potrzebuje własnego rezystora bramkowego. MOSFETy powinny być zamontowane na wspólnym radiatorze, aby utrzymać jednakową temperaturę dla zapewnienia równowagi prądowej i termicznej pomiędzy sobą.
- Aby na wyjściu uzyskać przebieg o  $f = 50$  Hz należy ustawić odpowiednio częstotliwość pracy układu 555 (w roli generatora astabilnego) czyli na 500 Hz. Licznik 4017 dzieli  $f$  przez 10 na wyjściu. Z tymi wartościami elementów nie będzie to 500 Hz. Aby tak było pojemność kondensatora o wartości 0,047 uF należy zmienić na 9,6 nF.
- Zastosowałbym inne rozwiązanie zasilania DC układów 555 i 4017. Przedstawione rozwiązanie z diodą Zenera 12 V i rezystorem szeregowym 100  $\Omega$  budzi we mnie niepokój. Najprościej i zdecydowanie pewniej zastosować układ LM7812 z ewentualnym wstępnym obciążeniem na wyjściu w postaci rezystora dla stabilnej pracy. Układy 555 i 4017 w tym przypadku łącznie pobierają bardzo mały prąd.

**Tadeusz Suszał**

Inni uczestnicy nadali krótsze rozwiązania. Oto niektóre fragmenty:

(...) rezystor 100 omów 1 W ma za małą moc (...)

(...) podstawowym problemem w przetwornicach push-pull jest niesymetria prowadząca do nasycenia rdzenia. Autor tego schematu i wielu innych podobnych ani się na ten temat nie zająknął (...)

(...) na pewno na wyjściu nie będzie sinusoidy, a w najlepszym przypadku schodki (...) w co też wątpię.

(...) zastosowanie CD4017 ewentualnie da na wyjściu zamiast prostokąta tak zwany modified sinus, który nie jest żadnym sinusem. Można by go nazwać przesuniętymi impulsami. (...) C3 nie robi z tego sinusa za żadne skarby (...) jeżeli kondensator C3 na wyjściu (3uF) ma wygładzać napięcie do czystego sinusa, to jest śmiesznie mało (...)

(...) zastanawiam się, co siedzi w głowie tego człowieka, który proponuje innym nie tylko niesprawdzone, ale całkowicie błędne konstrukcje. Naraża ich zdrowie i życie, a już na 100% naraża na stratę czasu i straty finansowe. Szczególnie w tym przypadku, bo MOSFET-y eksplodują, czy to z powodu stopniowego nasycenia rdzenia pod wpływem braku pełnej symetrii, czy też nasycenia wskutek zbyt wysokiego napięcia na 12-woltowym uzwojeniu trafo. (...)

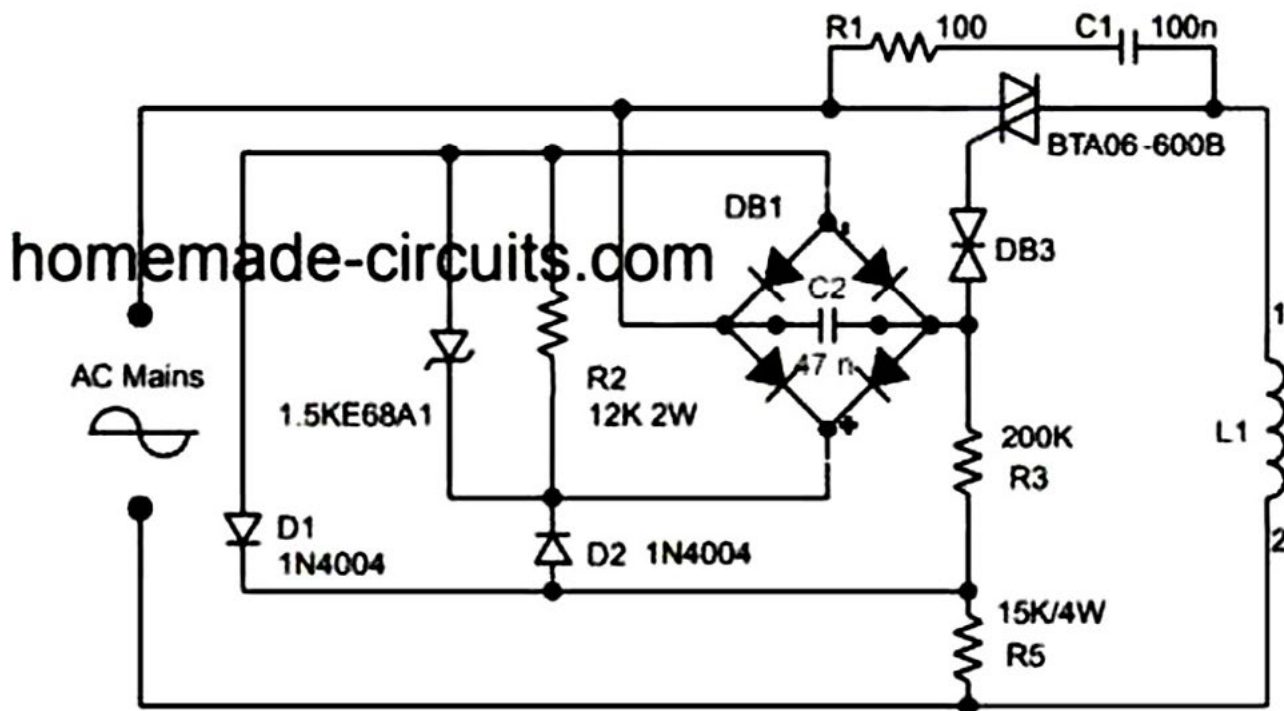
Uczestnicy konkursu jednomyślnie stwierdzili, że zaprezentowany schemat jest całkowicie błędny, groźny, narażający na poważne straty finansowe. Zarówno schemat jak i dołączony opis poważnie wprowadzają w błąd osoby mniej zorientowane. ©

**Piotr Górecki**



# Tropimy błędy: konwerter 220 / 110V

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/how-to-make-220v-to-110v-dc-converter/>

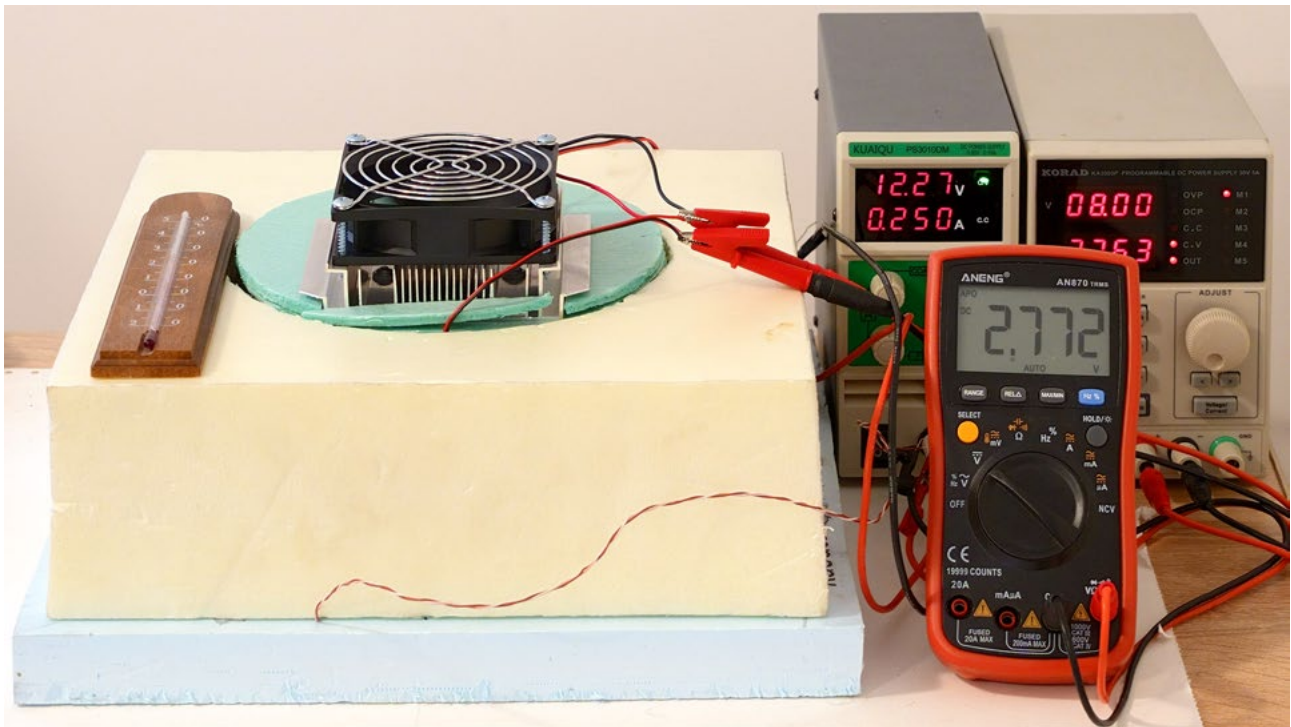
W indyjskiej niewyczerpanej składnicy mądrości wszelakiej można znaleźć artykuł zatytułowany *How to Make a 220V to 110V Converter Circuit*. Pod tym atrakcyjnym tytułem znajdziemy informacje, że jest duży kłopot z importowanymi z USA urządzeniami,

bowiem wymagają one zasilania 110 V. Autor (nie wiadomo dlaczego) proponuje analizę układu przetwornicy SMPS, natomiast w tym artykule przedstawia kilka prostych propozycji układów czy obwodów do redukcji napięcia sieci z 220 V do 110 V.

W ramach konkursu **Tropimy błędy KX011** możesz zgłosić swoje uwagi dotyczące tego znalezionego 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 października 2023 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto: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 przyślesz rozwiązanie, możesz też zgłosić jakiś inny błędny schemat, który mógłby zostać przeanalizowany w ramach któregoś z następnych wydań tego konkursu.



# Komora termiczna za 100 zł z modułem Peltiera

Artykuł przedstawia realizację prostej i taniej komory termicznej - chłodziarki. Wprawdzie zakres osiąganych temperatur pracy nie jest imponujący, jednak absolutnie wystarcza do testowania i pomiarów parametrów różnych elementów oraz niedużych urządzeń elektronicznych w różnych warunkach.

## Podstawowe testy

Najniższa temperatura i moc zasilania

Najwyższa temperatura i moc zasilania

Pierwsze wnioski na temat zasilania

## Komora termiczna czy klimatyczna?

Parametry dynamiczne komory termicznej

Elementy do budowy komory termicznej

Konstrukcja komory termicznej

Do czego jest mi potrzebna komora termiczna? Oczywiście może służyć do najróżniejszych celów jako zaskakująco skuteczna chłodziarka. Jednak u mnie ma służyć przede wszystkim do sprawdzania, jak parametry urządzeń, w szczególności multimetrów, a także elementów, głównie rezystorów, źródeł napięcia odniesienia i kondensatorów, zmieniają się pod wpływem zmian temperatury. Postanowiłem w pierwszym etapie jak najniższym kosztem zbudować praktycznie użyteczną komorę termiczną. Wymagania są niewygórowane: zasadniczo do moich celów wystarczy, by komora zapewniła temperatury w zakresie od +20°C do +30°C.

Zastanawiałem się, czy zmieścić się w śmiesznie małym budżecie 100 złotych. Tak, stu złotych!

Pompę ciepła z modułem Peltiera kupiłem za niecałe 72 złote. Właściwa komora termiczna to aluminiowy dwulitrowy garnek o średnicy 18 cm i wysokości prawie 10 cm, który kupiłem za 10 złotych w pobliskim sklepie ze starociami. Do tego czujnik temperatury w postaci LM335 za kilka złotych oraz izolacja.

Gdybym do izolacji wykorzystał popularny styropian, zmieściłbym w zaplanowanym budżecie 100 złotych. Nie zmieściłem się, bowiem nonszalancko złamałem „reguły budżetowe”, a mianowicie kupiłem płytę styroduru o grubości 10 centymetrów.

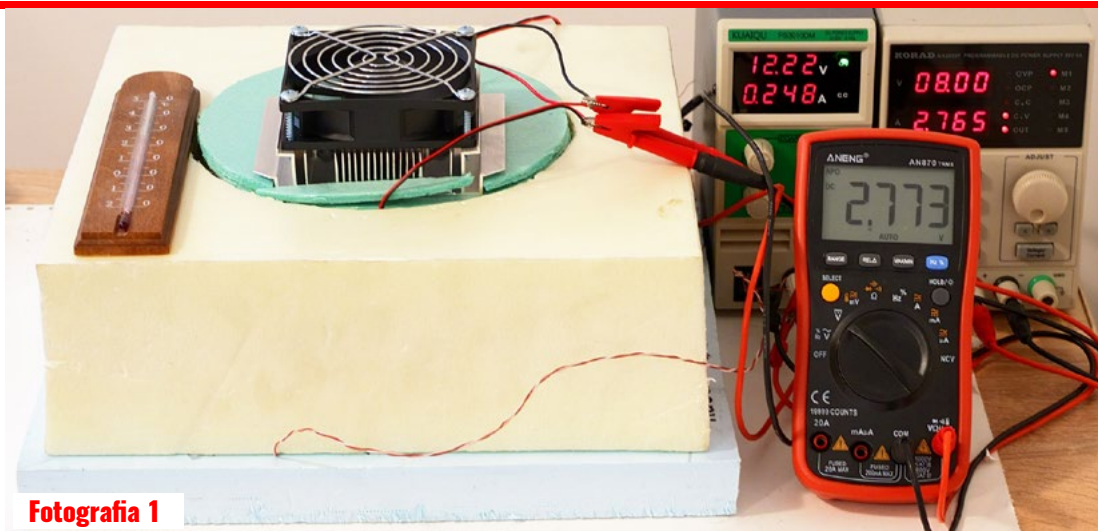


**Podstawowe testy**

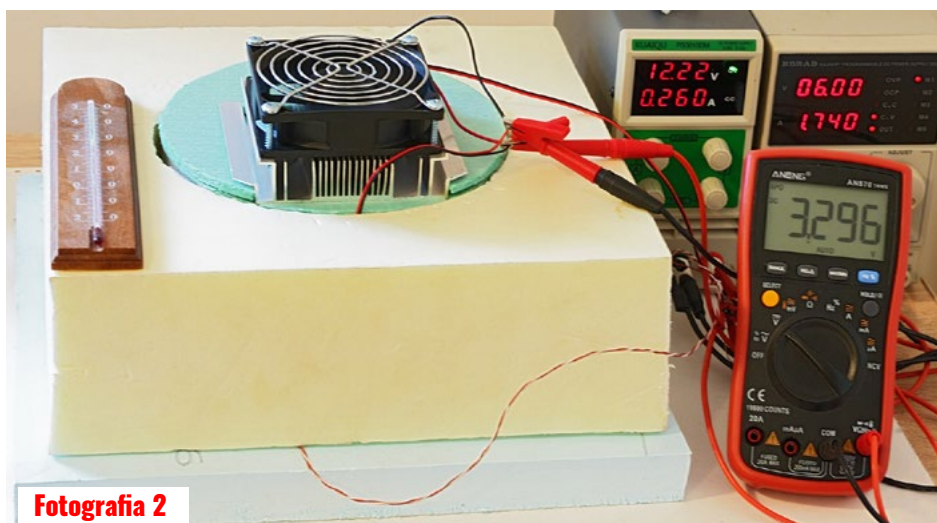
Wyniki pierwszych testów okazały się nawet lepsze niż oczekiwałem. Potrzebna mi najniższa temperatura to powiedzmy +20°C, a może lepiej +15°C, bo teoretycznie tyle może być w naszych mieszkaniach w czasie ciężkiej zimy, gdy są kłopoty z ogrzewaniem. Niższe temperatury nie są konieczne.

Na **fotografii 1** widać, że przy zasilaniu modułu Peltiera napięciem 8 woltów, wewnątrz komory (garnka) zostało schłodzone do temperatury 277,3 kelwina, czyli do około +4°C.

Multimetr pokazuje napięcie z umieszczonego w komorze czujnika temperatury bezwzględnej LM335, który ma współczynnik przetwarzania 10 mV/K (10 mV/°C). Napięcie 2,773 V, czyli 2773 mV oznacza więc temperaturę 277,3 K, czyli około 4°C (277,3 K - 273,15 K). Zasilacz z prawej strony (Korad KA3005D) zasiliał tylko moduł Peltiera - w tym przypadku napięciem 8,0 V i prądem 2,765 A. Natomiast zasilacz z lewej strony zasiliał napięciem 12,2 V wentylator pompy ciepła oraz czujnik LM335 (przez rezystor 10 kΩ). Ten test odbywał się latem i temperatura otoczenia wynosiła około +24°C. Oznacza to, że pompa ciepła schłodziła komorę roboczą o 20 stopni, co przy tak prymitywnej budowie całości trzeba uznać za sukces!



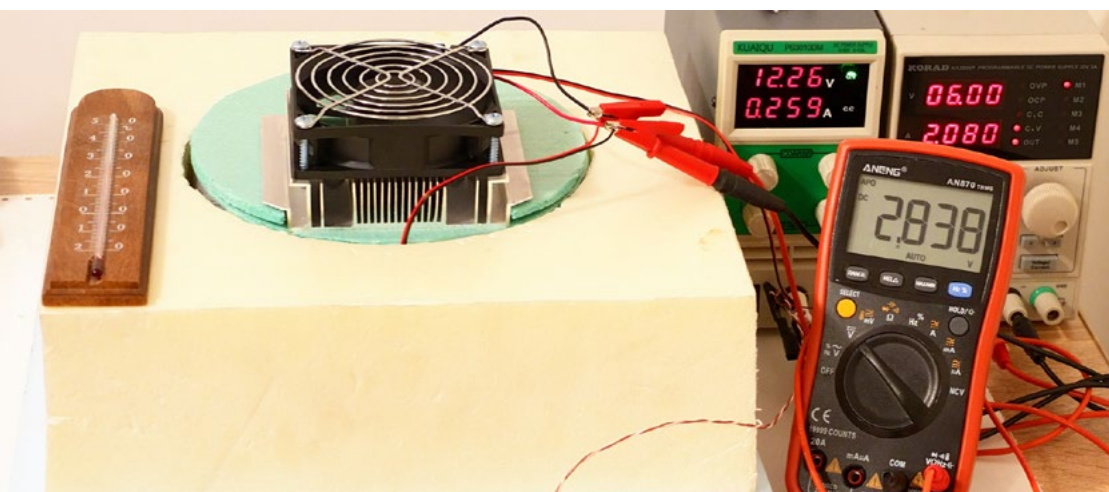
**Fotografia 1**



**Fotografia 2**

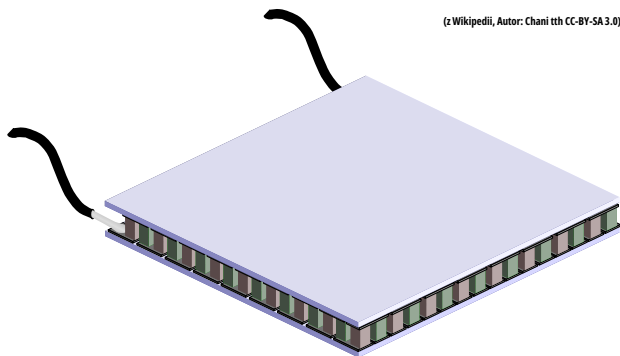
Moduły Peltiera to dwukierunkowe pompy ciepła. To znaczy, że kierunek prądu elektrycznego wyznacza kierunek pompowania ciepła - zamiast chłodzić, mogą grzać. **Fotografia 2** pokazuje sytuację, gdy zamieniłem biegunowość napięcia zasilającego moduł Peltiera, czyli gdy ciepło pompowane było w drugim kierunku. Jak widać, przy zasilaniu modułu napięciem 6,0 V i prądem 1,75 A temperatura wewnątrz komory wzrosła do około 329 kelwinów, czyli około +56°C.

Wiadomo, że optymalne parametry uzyskuje się przy zasilaniu napięciem mniejszym od nominalnego (12 V, 6 A). Od początku chciałem się dowiedzieć, jakie parametry można uzyskać przy napięciu zasilania o połowę mniej



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

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



# Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie modułu Peltiera

Moduły Peltiera to tajemnicze elementy, których działanie budzi ciekawość. Można je wykorzystać do rozmaitych celów – i do chłodzenia, i do grzania. Nie jest to wcale trudne. Świadczy o tym choćby projekt okładkowy tego numeru, prezentujący prostą i tanią komorę termiczną.

W numerze ZE 7/2023 postawione było zadanie konkursowe YK006: **Zaproponuj sposób wykorzystania modułu lub modułów Peltiera, ewentualnie zaproponuj schemat układu zawierającego moduł Peltiera.**

Konkurs jest zamknięty, rozwiązania można było nadsyłać do końca lipca 2023 roku. Oto dalsze informacje na temat tego zadania.

Moduły Peltiera można nabyć w przystępnych cenach, a ich wykorzystanie nie jest wcale trudne – może się tego podjąć każdy, kto choćby z grubsza rozumie kwestie podstawowe. Ich możliwości były przedstawione w artykule [Moduł Peltiera w praktyce](#), a szereg informacji technicznych można znaleźć w artykule [Moduły Peltiera: podstawowe właściwości](#). Elementy te są też opisane w artykule [Moduły Peltiera: Chłodnice i zestawy](#).

Moduł Peltiera to zaskakująco prosta pompa ciepła, która podczas przepływu prądu pompuje ciepło z jednej strony modułu na drugą. Działanie jest odwracalne, czyli kierunek pompowania ciepła zależy od kierunku prądu płynącego przez moduł.

Warunkiem prawidłowego działania jest skuteczne odbieranie ciepła ze strony gorącej modułu. Realizuje się to za pomocą radiatorów lub (lepiej, ale trudniej) chłodnic wodnych. W praktyce możliwości modułu wyznacza właśnie radiator pracujący na stronie gorącej – czym większy i skuteczniejszy, tym lepiej, bo można uzyskać większą różnicę temperatur między stronami modułu.

Najpopularniejsze moduły mają standardowe rozmiary 40 × 40 mm i grubość około 4...5 mm. Są to wer-

sje nominalnie 12-woltowe i różnią się maksymalnym prądem pracy. Najpopularniejsze są moduły 6-ampere, oznaczone TEC1-12706, które nominalnie przy zasilaniu napięciem stałym 12 V powinny pobierać 6 amperów prądu. To są jednak wartości maksymalne, ale na pewno nie optymalne. W praktyce napięcie zasilające i prąd powinny być znacznie mniejsze. Nie można podać konkretnej wartości napięcia i prądu, przy których moduł osiąga najlepsze parametry, czyli największą różnicę temperatur między stroną zimną i gorącą, ponieważ zależy to od kilku czynników, a przede wszystkim od skuteczności radiatora odbierającego ciepło na stronie gorącej i rozpraszającego je do otoczenia. Prostej recepty obliczeniowej nie ma, ale można to łatwo określić eksperymentalnie.

Naprawdę warto spróbować! Tym bardziej, że możliwości są bardzo szerokie.

## Rozwiązania rozrywkowe i edukacyjne

Moduły Peltiera budzą ciekawość i warto prezentować ich działanie młodemu i starszemu. Aktualnie pracuję nad kursem **Fascynujące przemiany energii** i jednym z ćwiczeń będą właśnie testy modułu Peltiera. Najprostsze testy, pokazujące zdolność pompowania ciepła, chłodzenia, ale także możliwość wytwarzania energii. Jeśli ktoś chodzi do szkoły, może zaproponować, a może też zaprojektować i zbudować, bardzo proste lub bardziej rozbudowane stanowisko demonstracyjne. Takie stanowisko pokazywałoby działanie i możliwości modułu Peltiera, w szczególności zdolność chłodzenia. A może też pozwalałoby poznać i zbadać ograniczenia.



## Rozwiązania „zoologiczne”

Nie mam doświadczenia w kwestii wykorzystania modułu do chłodzenia akwarium, terrarium lub innej przestrzeni przeznaczonych dla zwierząt, które wymagają temperatur niższych niż występujące u nas latem.

Zależnie od potrzeb i zależnie od izolacji cieplnej chłodzonej przestrzeni, może to wymagać zastosowania kilku modułów. Jeśli izolacja cieplna względem otoczenia będzie bardzo słaba, czyli gdy ciepło lub jak kto woli zimno, będzie łatwo uciekać, uzyskanie satysfakcjonujących efektów może być trudne. Druga kwestia to rozważenie, czy taki system musiałby mieć rezerwowe zasilanie na czas ewentualnego zaniku napięcia sieci energetycznej.

## Chłodziarka i komora termiczna

Najczęściej moduły Peltiera są wykorzystywane w lodówkach, czy raczej chłodziarkach turystycznych. Teoretycznie, w dobrych warunkach, za pomocą jednego można uzyskać temperaturę strony zimnej modułu Peltiera bliską  $-40$  stopni Celsjusza, ale z kilku powodów we wnętrzu chłodziarki bardzo trudno uzyskać temperaturę poniżej zera. W grę wchodzi kilka poważnych ograniczeń.

Nie warto podejmować samodzielnych prób budowy turystycznej chłodziarki, ale można i warto przeprowadzić praktyczne próby na przykład z chłodziarką do piwa czy innych napojów.

Ostrzegam: lepiej nie nastawiać się na spektakularne rezultaty, a raczej na zbadanie realnych możliwości i ograniczeń. Oczywiście najlepsze parametry można byłoby uzyskać przy chłodzeniu wodnym (wodą z kranu lub większego zasobnika zimnej wody), ale byłoby to kłopotliwe. Na szczęście chłodzenie za pomocą radiatora z wentylatorem też daje dobre rezultaty, co wykazałem w swoim projekcie.

Dla elektronika moduł Peltiera stwarza bardzo atrakcyjną możliwość zbudowania niedużej, ale w pełni użytecznej komory termicznej. To jest naprawdę cenne wyposażenie pracowni każdego nieco bardziej zaawansowanego elektronika, bowiem pozwoli badać wpływ temperatury na elementy i układy elektroniczne.

Projekt okładkowy tego numeru pokazuje, że konstrukcja komory termicznej może być bardzo prosta i bardzo tania. Moja wersja z powodzeniem wykorzystuje jeden popularny moduł z wentylatorami na obu stronach. Znacznie niższą temperaturę można uzyskać, stosując dwa lub cztery moduły Peltiera.

Elektronicy niesłusznie uważają, że budowa komory termicznej jest zbyt kosztowna i zbyt trudna. Nawet gdyby do budowy wersji pozwalającej uzyskać temperatury poniżej zera potrzebne okazało się wykorzystanie

nie jednego, tylko dwóch lub czterech modułów, to i tak koszty budowy takiej komory okażą się zaskakująco niskie w stosunku do uzyskanych parametrów.

W najprostszym przypadku nie potrzeba elektronicznego regulatora: moc grzania czy chłodzenia można zmieniać za pomocą regulowanego zasilacza o odpowiedniej wydajności prądowej, ale regulator byłby bardzo pożądany. Dlatego temat będziemy kontynuować w następnym zadaniu konkursowym YK009, które dotyczy kontroli i regulacji temperatury wewnątrz komory. Szczegóły na następnej stronie.

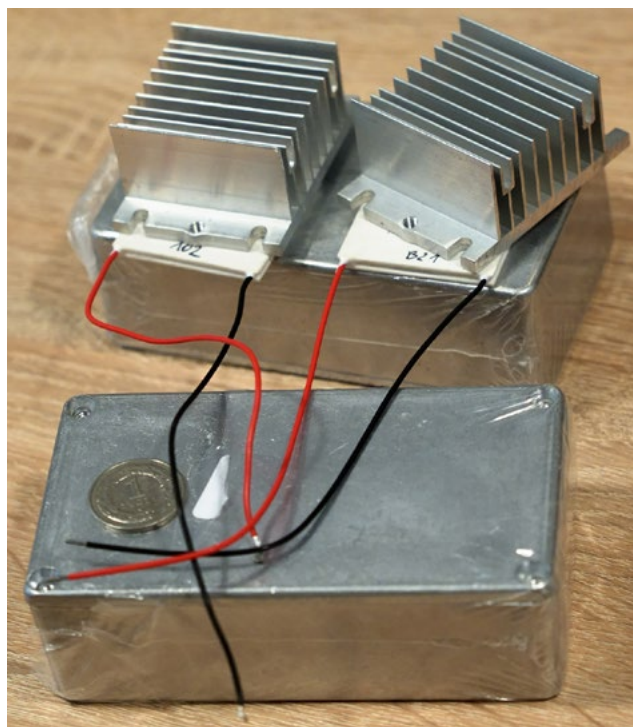
A na razie w artykule okładkowym pokazuję, że koszt materiałów użytecznej komory termicznej może być niższy niż 100 złotych. Regulator też może być tani.

Zachęcam do praktycznego zainteresowania się tematem nie tylko chłodziarki do piwa, ale też komory termicznej, która może przecież służyć nie tylko do testowania układów elektronicznych, ale też do różnych innych celów!

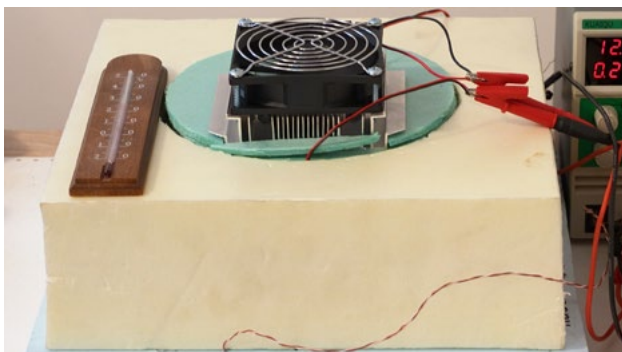
Ja na razie wykonałem prostą komorę z wykorzystaniem aluminiowego garnka kuchennego. Wyniki są nadspodziewanie dobre! Dlatego przymierzam się już do następnego prostego i taniego projektu.

Otóż zakupiłem już popularne obudowy typu Hammond i planuję sprawdzić, na ile skutecznie można z ich pomocą wykonać termostat. **Fotografia 1** pokazuje zarys koncepcji. Nieprzypadkowo tym razem do kontroli temperatury wnętrza małej obudowy chcę zastosować aż dwa moduły TEC1-12706. To ma być termostat do testów, a jak dobrze pójdzie, to także dla finalnych wersji precyzyjnych układów pomiarowych, którymi będziemy się zajmować na łamach ZE.

**Piotr Górecki**



**Fotografia 1**



# Wspólnie projektujemy: Sterownik komory termicznej

W tym numerze projektem okładkowym jest zaskakująco tania i prosta komora termiczna. Potwierdziła ona już swoją praktyczną przydatność, ale jak na razie nie ma sterownika, który ułatwiłby jej obsługę. Październikowe zadanie konkursowe dotyczy wyposażenia jej w jakiś w miarę prosty sterownik.

Komora termiczna przedstawiona w projekcie okładkowym przeznaczona jest głównie do testów precyzyjnych elementów i układów, przede wszystkim tych zawierających precyzyjne źródła napięcia odniesienia i wysokostabilne rezystory.

Niewątpliwie trzeba ją wyposażyć w jakąś elektronikę. Na pewno niezbędny jest czujnik temperatury – termometr pokazujący temperaturę we wnętrzu. Ten czujnik może współpracować ze sterownikiem – z jakimś elektronicznym stabilizatorem temperatury.

I oto **zapraszam także Ciebie do realizacji zarówno komory termicznej, jak i sterownika do niej.**

Niniejsze zadanie YK009 polega przede wszystkim na zaproponowaniu schematu. Oczywiście mile widziane będą praktyczne realizacje, ale nie jest to konieczne. Na razie trzeba zaproponować schemat lub nawet tylko fragment schematu sterownika.

Nawet jeśli nie zdecydujesz się na przysłanie rozwiązania tego zadania konkursowego, przeanalizuj zadanie i poniższe wskazówki – to naprawdę pouczające.

Układ musi składać się z trzech podstawowych części – bloków. Pierwszy to sam czujnik temperatury. Drugi to właściwy regulator. Trzeci to blok sterujący kierunkiem i wielkością prądu płynącego przez moduł Peltiera. Zacznijmy od końca.

## Obwód wykonawczy

Mówimy o wykorzystaniu modułu Peltiera, który albo będzie grzał, albo chłodził wnętrze komory. To nieco komplikuje zadanie, bo zależnie od sytuacji, trzeba zmieniać nie tylko wartość prądu pracy, ale i jego kierunek. Można wykorzystać różne rozwiązania, ale chyba wersja z przekaźnikiem przełączającym kierunek prądu nie byłaby najlepsza.

## Zadanie konkursowe YK009 brzmi:

**Zaproponuj schemat sterownika do komory termicznej, rodzaj elektronicznego termostatu, który pozwoli kontrolować oraz ustawiać temperaturę w jej wnętrzu.**

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca listopada 2023 roku** na adres [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl)

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania, zająć się tylko schematem, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 1/2024 czasopisma **Zrozumieć Elektronikę**.

Uwaga! Aktualnie nie są przewidziane nagrody, więc udział bierzesz tylko dla własnej satysfakcji.

Jeżeli 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.



Warto poszukać rozwiązań czysto elektronicznych. A jest ich mnóstwo. Dziś powszechnie wykorzystujemy dwukierunkowe sterowniki silników DC. Takie rozwiązanie można wykorzystać, ale pamiętaj, że sterownik pracuje w sposób impulsowy, a moduł Peltiera nie powinien być sterowany impulsami PWM, tylko możliwie jak najbardziej gładkim prądem stałym, o jak najmniejszej zawartości tętnień. Zastosowanie sterownika impulsowego na pewno wymagałoby dodania filtra i postaci odpowiednio dużej cewki uśredniającej prąd. Dlatego warto rozważyć prostsze rozwiązania liniowe, a nie impulsowe.

Przypominam, że choć moduł jest 12-woltowy, na pewno nie będzie pracował przy pełnym napięciu. Można przyjąć, że maksymalne napięcie na module nie będzie wyższe niż 8 V, a prąd nie większy niż 2 ampery. Ale na podstawie wyników pomiarów można też spokojnie przyjąć, że maksymalne napięcie na module to 6 V. To znaczy, że do zasilania modułu wystarczy zasilacz o napięciu 8...12 V.

### Właściwy sterownik – regulator

Sterownik – termostat można zrealizować na wiele sposobów. Dziś hobbyści prawie wszystko, także regulatory temperatury, realizują z wykorzystaniem płytek Arduino. Jak najbardziej można je wykorzystać! Program w mikroprocesorze zrealizuje wszystkie potrzebne procedury i algorytmy regulacji.

Można zastosować prostą zasadę regulacji, ale w przypadku modułu Peltiera nie dwustanowej, tylko proporcjonalnej. To może być jakiś prosty regulator.

Ja, stary analogowiec, zrealizuję jakiś nieskomplikowany regulator na wzmacniaczu operacyjnym. Ale docelowo warto byłoby wykonać lepszy regulator, realizujący algorytm PID. Przede wszystkim do mojego nowego termostatu, którego wstępna koncepcja pokazana jest na **fotografii 1**.

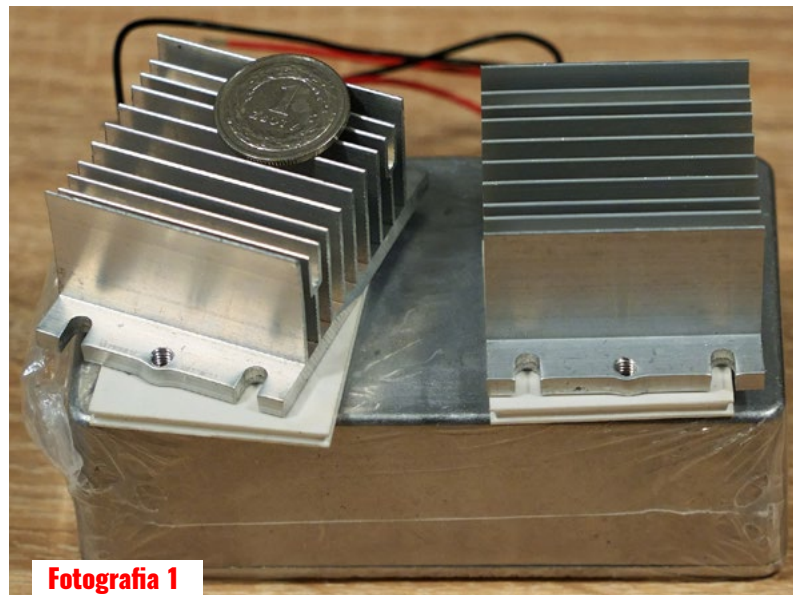
Użycie mikroprocesora (Arduino?) i jakiegoś wyświetlacza pozwoli też w łatwy sposób zobrazować wynik pomiaru temperatury w komorze, żeby użytkownik na bieżąco miał informację o sytuacji.

Trzeba przemyśleć, jaki sygnał wyjściowy ma dać mikroprocesorowy regulator. Czy będzie to ciąg impulsów PWM? A jeżeli tak, to co ze zmianą kierunku prądu (grzanie/chłodzenie)? Czy może będzie to sygnał analogowy, otrzymany z uśrednienia impulsów PWM? Wszystko zależy od tego, jakim układem będzie sterowany sam moduł Peltiera.

### Czujnik temperatury

W systemie w zasadzie może pracować dowolny czujnik temperatury – analogowy albo cyfrowy.

Oczywiście może to być czujnik cyfrowy, choćby popularny Dallas DS18B20 lub jakikolwiek inny.



**Fotografia 1**

Analogowym czujnikiem mogłaby być najwyklesza krzemowa dioda, której napięcie zmniejsza się o około 2 mV na każdy stopień zmian temperatury. Czujnikiem może być analogowy układ scalony, na przykład LM35 lub chyba lepiej w tym przypadku czujnik temperatury bezwzględnej LM335.

Może wykorzystać termistor. Docelowo chcemy kontrolować temperaturę z jak największą dokładnością, więc w grę wchodzi też precyzyjne termistory wykorzystywane w profesjonalnych układach.

Można rozważyć użycie bardzo dokładnego i stabilnego czujnika RTD (PT100 lub PT1000), ale to już trudniejsze i bardziej kosztowne zadanie.

W tym przypadku nie wchodzi w grę wykorzystanie termopary z uwagi na słabą dokładność.

W każdym razie czujnik powinien mierzyć temperaturę z rozdzielczością co najmniej 0,5 stopnia Celsjusza, lepiej z rozdzielczością 0,1°C, a najlepiej z jeszcze lepszą.

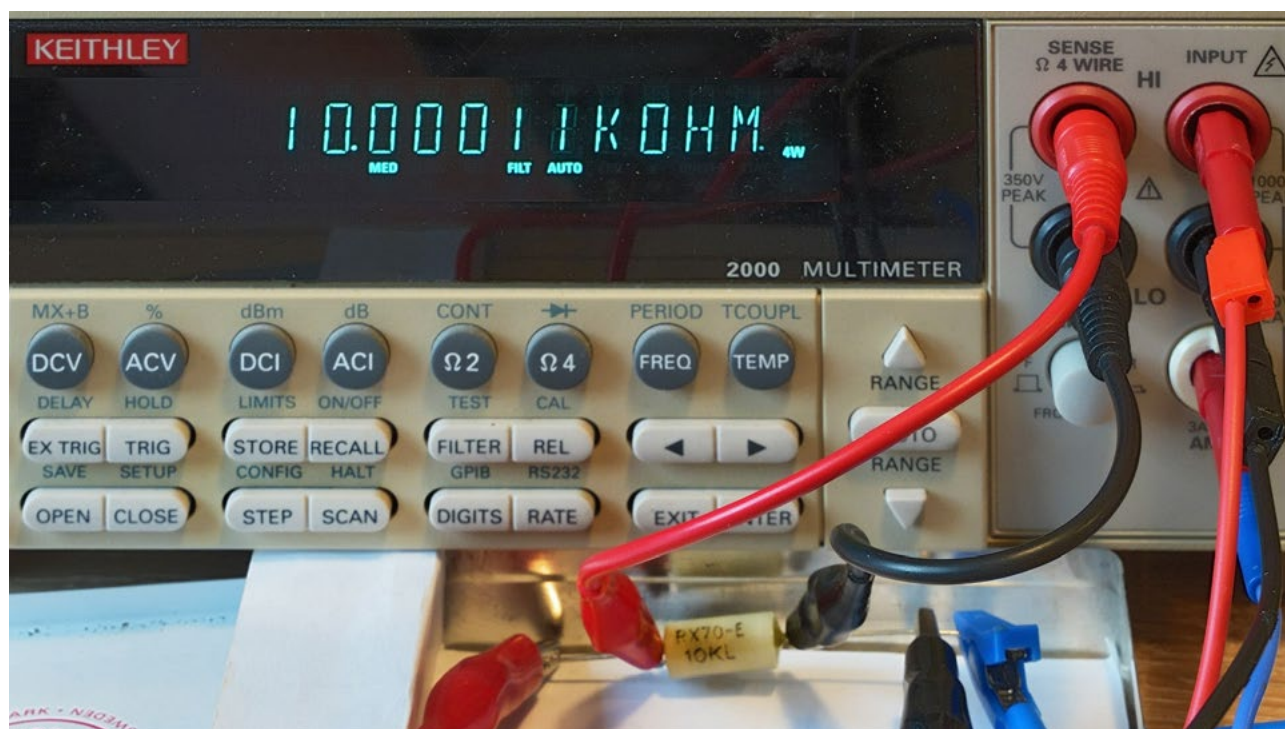
Duża bezwzględna dokładność nie jest konieczna, ponieważ w komorze termicznej najważniejszy jest dokładny pomiar różnic temperatury, a nie jej wartości bezwzględnej. To łagodzi wymagania i otwiera szereg możliwości.

Czujnik ma pełnić dwie ważne funkcje: jedna to współpraca z regulatorem, żeby otrzymywać pożądaną temperaturę. Druga funkcja to pomiar temperatury i przedstawienie w jakiś sposób tej informacji użytkownikowi.

Przypominam, że w Internecie choćby po wpisaniu: **thermal chamber OR box DIY** można znaleźć liczne inspiracje, różne przykłady realizacji amatorskiej komory termicznej.

Zapraszam do udziału w zadaniu! Bardzo proszę o kontakt osoby, które są zainteresowane realizacją komory termicznej i sterownika do niej!

**Piotr Górecki**



# Amatorskie wzorce rezystancji

Wielu hobbystów chciałoby przeprowadzać jak najdokładniejsze pomiary rezystancji. Potrzebne są do tego odpowiednie wzorce. Artykuł pokazuje, jak można w prosty i względnie tani sposób pozyskać i przygotować takie wzorce, pozwalające sprawdzić i skalibrować posiadane mierniki.

**Wzorce rezystancji**  
**Jeśli wierzyć Chińczykom...**  
**Najtańszy wzorec rezystancji?**

**Tanie rezystory do kalibracji**  
**Uwagi końcowe**

Znaczna część elektroników chce jak najdokładniej zmierzyć rezystancje, żeby „wiedzieć na czym stoi”. Do tego potrzebne są odpowiednie wzorce.

## Wzorce rezystancji

Dobre wzorce (standardy) rezystancji kosztują tysiące dolarów. Tak! A najlepsze pojedyncze rezystory kosztują kilkaset złotych za sztukę! Jednak godząc się na pewne kompromisy można stać się właścicielem rezystorów o na tyle dobrych parametrach, że można je z powodzeniem wykorzystywać jako wzorce. Przynajmniej w takich zastosowaniach, gdzie nie jest wymagana najwyższa dokładność.

## Jeśli wierzyć Chińczykom...

Ważną zaletą zakupów w porządnym europejskim sklepie jest graniczące z pewnością przekonanie, że otrzymamy produkt o parametrach deklarowanych w karcie katalogowej.

Dla wielu z nas to bardzo ważna kwestia, zwłaszcza w kontekście licznych informacji o zalewie chińskich podróbek. Wielu z nas boleśnie się przecież przekonało, że liczne tanie towary kupowane przez Internet w chińskich sklepach nie mają deklarowanych parametrów. To powszechnie znana prawda, jednak absolutnie nie można stwierdzić, że wszelkie takie zakupy są bezsensowną stratą pieniędzy.





100% 6 sztuk elementy wyposażenia domu  
rezystor Rx70-0.25 W 0.01% 10K 1K.100K  
100R 10R.1R

3 sprzedany

**142,82zł / partia** (6 części)

Cena z VAT

Więcej informacji na temat cen

**Rysunek 1**

Wysła Darmo Z Chin. Metho Przybli

usługi 90-dni

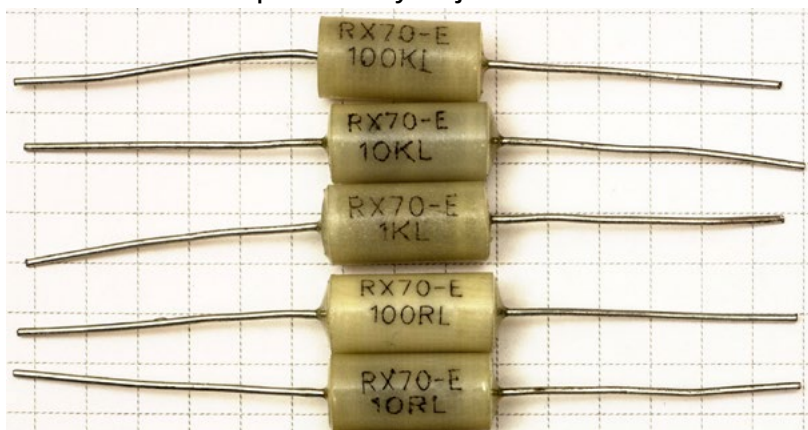
Jeżeli kupimy chińskie wyroby zdecydowanie droższe, to jest duża szansa, że będą mieć przyzwoite parametry. Osoby, śledzące mój profil na Facebooku wiedzą, że już jakiś czas twemu zaryzykowałem i za ponad 150 złotych nabyłem zestaw sześciu rezystorów, który dziś z uwagi na kurs dolara kosztuje troszkę taniej – **rysunek 1**. Według deklaracji sprzedawcy mają one tolerancję 0,01% i współczynnik cieplny co najwyżej 5 ppm/°C.

Moje rezystory RX-70, leżące na kartce w 5-milimetrową kratkę, pokazane są na **fotografii 2**. Czy warto było płacić (aż lub tylko) 25 złotych za jeden rezystor?

Już fotografia tytułowa wskazuje, że nie był to zły zakup! Dobry multimetr 6,5-cyfrowy pokazuje wartość 10,00011 kilooma, czyli ewentualny błąd to 0,0011% lub jak kto woli 11 ppm! Rewelacja to mało powiedziane!

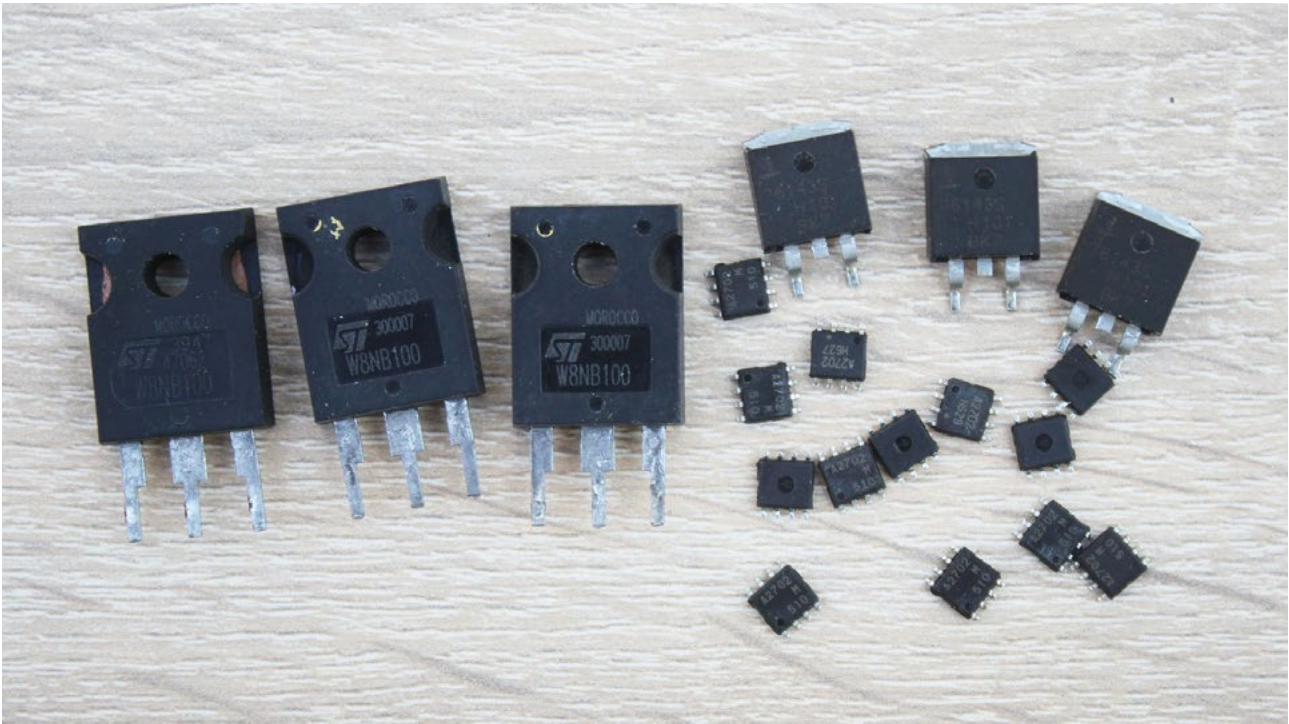
Przyznaję od razu, że jak na razie nie testowałem stabilności cieplnej rezystorów, ale i na to przyjdzie czas.

**Fotografia 3** pokazuje wyniki pomiarów całej szóstki. W przypadku rezystora 100 kΩ multimetr wskazuje odchyłkę 0,0068% (68 ppm), w przypadku rezystora 1 kΩ odchyłka wynosi 0,008% (80 ppm), a w przypadku rezystora 100-omowego miernik pokazuje odchyłkę 0,0002% (2 ppm). Tu niewątpliwie należałoby mieć na uwadze niepewność pomiaru miernika Keithley 2000, który według specyfikacji na najniższym zakresie 100 Ω przez 24 godziny po kalibracji ma dokładność 30 ppm of reading + 30 ppm of range. A ten multimetr nie był kalibrowany dłużej i pracował w temperaturze wyższej niż standardowa +23°C ±1°C.



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





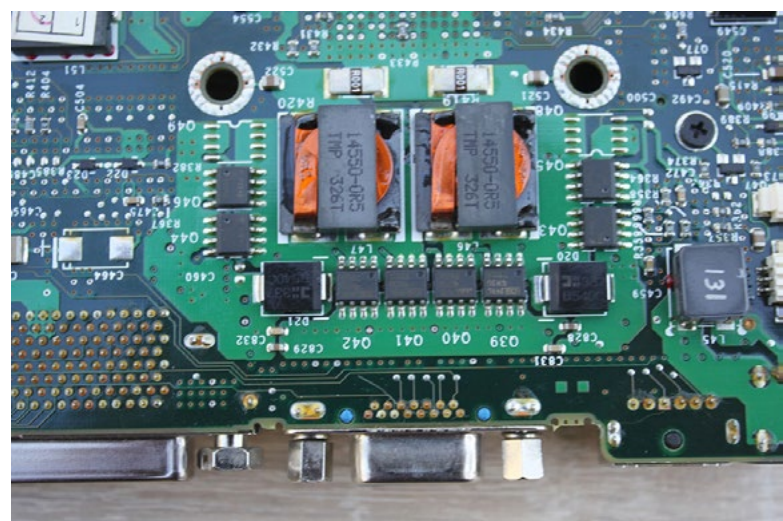
# W poszukiwaniu prawdy, część 1

Temat podrabianych komponentów wzbudza coraz więcej emocji. Zostaliśmy dotknięci światowym kryzysem i od jakiegoś czasu brakuje niektórych elementów elektronicznych. Stworzyło to okazję do wprowadzenia do obiegu podrabianych elementów, a my musimy się jakoś przed tym bronić.

[Tranzystory w bardzo dużej obudowie](#)  
[Tranzystory w dużej obudowie](#)

[Tranzystory w małej obudowie](#)  
[Wnioski](#)

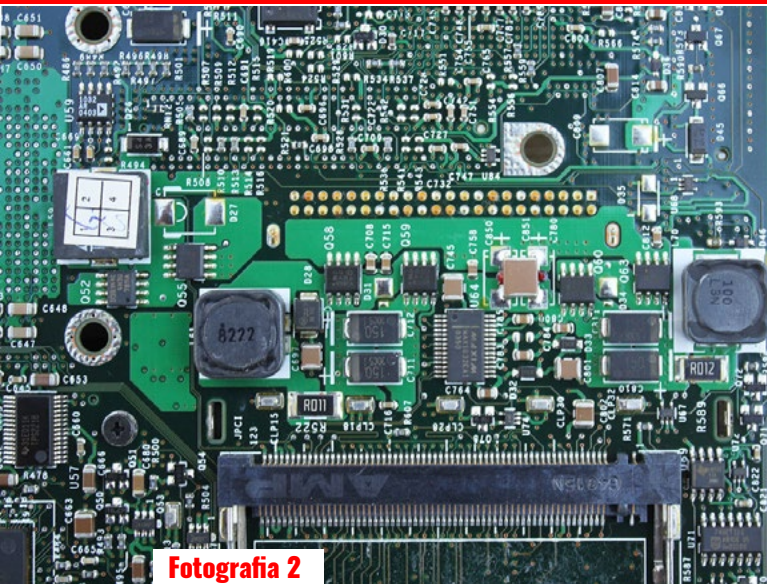
Światowa regresja w wytwarzaniu elementów półprzewodnikowych stworzyła spore problemy w niektórych dziedzinach produkcji. Dało to impuls dla mało uczciwych firm do czerpania określonych korzyści, a wszystko bazuje na niewiedzy odbiorców. Powszechnie znany portal aukcyjny oferuje praktycznie wszystko, w dodatku często po dziwnie niskich cenach. Już to rodzi pewne obawy dotyczące rzetelności. Na łamach czasopisma „Zrozumieć Elektronikę” pojawiły się informacje opisujące metody badawcze pozwalające określić w pewnym przybliżeniu, czy dany element jest tym, za jaki się podaje, czy próbuje podszywać się pod inne. Jak jest teraz, to z grubsza wiadomo, ale jak było wcześniej? Postanowiłem to sprawdzić i w tym celu udałem się do piwnicy (nie tylko własnej, zatrudniłem kilku swoich znajomych, którzy przy okazji oczyścili swoje) i pozyskałem trochę dawców elementów typu tranzystory MOSFET (**fotografie 1...4**). Wszystkie elementy poddane testom pochodzą z odzysku –



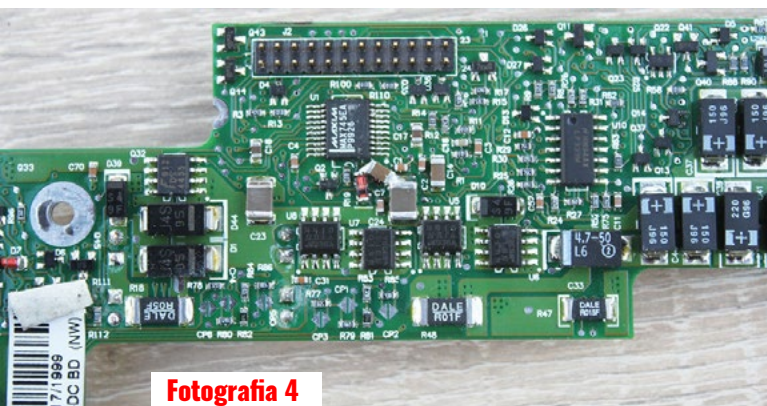
**Fotografia 1**

przede wszystkim z uszkodzonych płyt głównych komputerów mających kilkanaście lat lub starszych. W ten sposób mam gwarancję, że badane tranzystory również mają odpowiednio dużo lat.

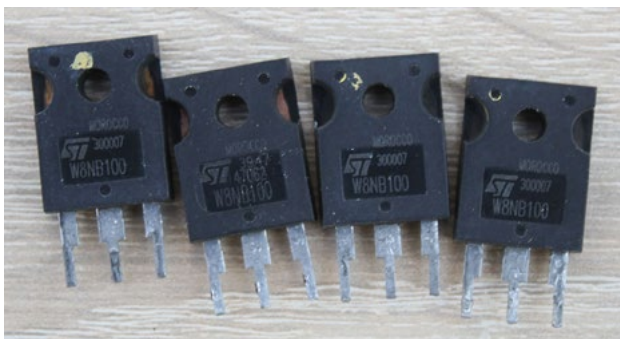




Fotografia 2



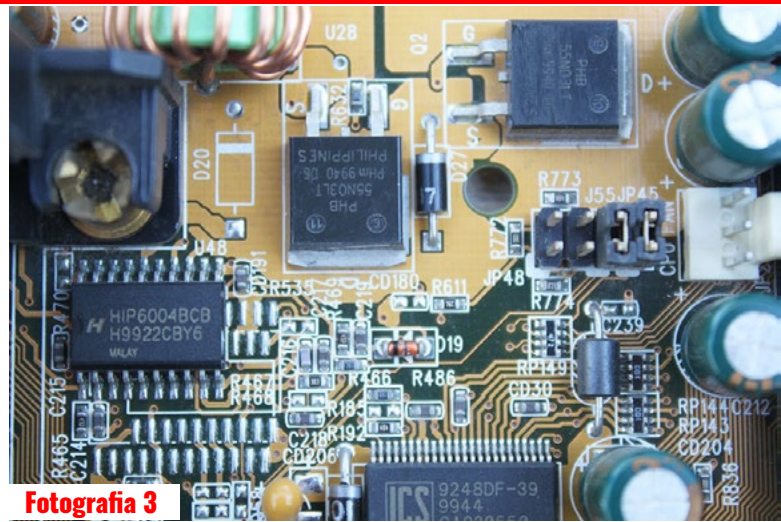
Fotografia 4



Fotografia 6

W swoich działaniach posiłkowałem się artykułem zatytułowanym „Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET”. Zdaję sobie sprawę, że wykonane badania są zgrubne i pobieżne, niemniej stanowią jakąś wykładnię. Ponieważ aktualnie nie dysponuję odpowiednim wyposażeniem (mam nadzieję, że to wkrótce się zmieni), nie mierzyłem napięcia przebiecia (wybrane tranzystory mają je bardzo wysokie).

W sumie zostało odzyskanych około 50 sztuk różnych tranzystorów. Kilka wybranych typów pokazuje **fotografia 5**.



Fotografia 3



Fotografia 5



**STW8NB100**

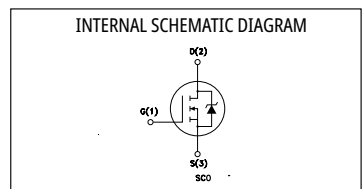
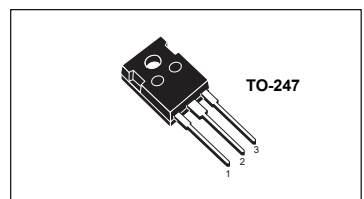
N - CHANNEL 1000V - 1.2Ω - 8A - TO-247  
PowerMESH MOSFET

TYPE	V <sub>DS</sub>	R <sub>DS(on)</sub>	I <sub>D</sub>
STW8NB100	1000 V	< 1.5 Ω	8 A

- TYPICAL R<sub>DS(on)</sub> = 1.2 Ω
- EXTREMELY HIGH dv/dt CAPABILITY
- ± 30V GATE TO SOURCE VOLTAGE RATING
- 100% AVALANCHE TESTED
- LOW INTRINSIC CAPACITANCE
- GATE CHARGE MINIMIZED
- REDUCED VOLTAGE SPREAD

**DESCRIPTION**

Using the latest high voltage MESH OVERLAY process, STMicroelectronics has designed an advanced family of power MOSFETs with outstanding performances. The new patent pending strip layout coupled with the Company's proprietary edge termination structure, gives the lowest R<sub>DS(on)</sub> per area, exceptional avalanche and dv/dt capabilities and unrivalled gate charge and switching characteristics.



**Rysunek 7**

nych na **fotografii 6**. Pochodzą z zasilacza serwera komputerowego jaki działał w pewnej firmie zanim uległ awarii (to był początek obecnego stulecia).

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

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





# Zasilacze – stabilizatory prądowe i napięciowe

W poprzednim artykule [Zasilacze prądowe oraz zasilacze napięciowe](#) omówiliśmy z grubsza zasadę zasilania stałoprądowego. Przypomnieliśmy pojęcia źródła prądowego i źródła napięciowego. W poniższym artykule powiążemy to z elektronicznymi stabilizatorami oraz przejdziemy do praktyki.

**Stabilizatory: źródła napięciowe czy prądowe?**  
**Czym różni się zasilacz napięciowy od prądowego?**  
**Odłączenie obciążenia i zwarcie wyjścia**

**Jak odróżnić zasilacz prądowy od napięciowego?**  
**Kwestie bezpieczeństwa**

W poprzednim artykule w ZE 6/2023 stwierdziliśmy, że **zasilacz prądowy to inaczej mówiąc stabilizator prądu**. Ponieważ jednak zasilacze prądowe przeznaczone do zasilania diod LED są nowością oraz mają pewne specyficzne cechy, musimy także omówić kilka innych ważnych aspektów zagadnienia.

**Stabilizatory: źródła napięciowe czy prądowe?**

Od dawna w elektronice stosowano elementy, które miały pełnić rolę stabilizatorów napięcia oraz stabilizatorów prądu. Młodzi elektronicy być może nawet nie słyszeli o czymś takim jak bareter. Prawdopodobnie nie wiedzą też, że do stabilizacji napięcia służyły dawniej lampki neonowe – neonówki.

Później najbardziej znanym elementem stabilizującym napięcie stały się diody Zenera. Zdecydowanie mniej znane i rzadko wykorzystywane były półprzewodnikowe stabilizatory prądu w postaci... tranzystorów polowych.

Ogólnie biorąc, wymienione właśnie elementy stabilizujące miały słabe parametry (choć do dziś najbardziej precyzyjne źródła napięcia wzorcowego zawierają diody Zenera, a z użyciem tranzystorów polowych można zrealizować źródła prądowe bliskie ideału). A w elektronice, w analizie układów, wykorzystuje się teoretyczne, hipotetyczne, idealne modele **źródła prądowego** oraz **źródła napięciowego**, co było przypomniane w poprzednim artykule.

To są modele idealne, a niedoskonałość zwykle przedstawiamy w najprostszy sposób, dodając na schematach zastępczych rezystancję wewnętrzną  $R_W$ , ale to teraz nie ma znaczenia. **Rysunek 1** pokazuje przykładową charakterystykę jakiegoś źródła napięciowego. W idealnym przypadku, gdy rezystancja wewnętrzna jest równa zero, charakterystyka byłaby pozioma. Natomiast **rysunek 2** przedstawia charakterystykę źródła prądowego o prądzie 2 A. W idealnym przypadku (rezystancja wewnętrzna równa nieskończoności) charakterystyka byłaby pionowa.

A jak rozumieć **rysunek 3**? Mamy tu niejako połączenie charakterystyk idealnego źródła napięciowego i idealnego źródła prądowego.

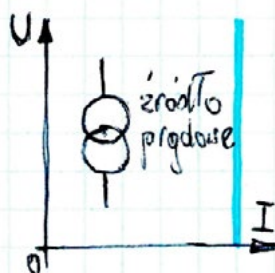
Jak to się ma do dzisiejszej rzeczywistości, w szczególności do zasilaczy prądowych? Czy można połączyć (szeregowo albo równoległe) rzeczywiste elementy zachowujące się jak źródła napięciowe i prądowe, żeby uzyskać taką charakterystykę?

Dawniej stabilizacja napięcia kojarzyła się z diodami Zenera, wcześniej z neonówkami, a stabilizacja prądu... często nie kojarzyła się z żadnymi konkretnymi elementami, bo rzadko ją stosowano. Owszem, w bardzo starych urządzeniach lampowych wykorzystywano czasem baretery, ale częściej urdoksy, które jednak pełniły inną funkcję niż stabilizacja wartości prądu.

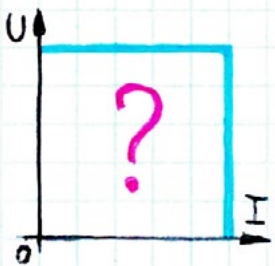
Potem napięcie stabilizowano z wykorzystaniem diod Zenera, a stabilizację prądu realizowano rozmaicie, generalnie z wykorzystaniem tranzystorów pracujących w specyficznych konfiguracjach. Na wiele różnych sposobów można zrealizować praktycznie użyteczny stabilizator prądu, który bardzo często nazywany źródłem prądowym. Dla nas teraz jest istotne, że **dawniej do stabilizacji napięcia wykorzystywano zupełnie inne rozwią-**



**Rysunek 1**



**Rysunek 2**



**Rysunek 3**

Otóż obecnie prawie wszystkie współczesne zasilacze, zarówno napięciowe, jak i prądowe, to w sumie przetwornice impulsowe. Ponieważ są zasilane z sieci energetycznej 230V, więc nie są to przetwornice najprostsze, choćby dlatego, że przepisy bezpieczeństwa wymuszają obecność oddzielenia galwanicznego. Dlatego zasilacze sieciowe zawierają transformator, który taką galwaniczną izolację zapewnia. Co ważne, takie przetwornice impulsowe zawierają dość skomplikowany (scalony) układ sterujący.

Czy do realizacji zasilacza napięciowego stosuje się inne konfiguracje niż zasilacza prądowego? A czy do realizacji zasilacza o charakterystyce według rysunku 3 potrzebne jest połączenie dwóch zasilaczy, napięciowego i prądowego?

NIE! Warto przypomnieć, że taką ładną, prostokątną charakterystykę według rysunku 3 mają dobre zasilacze laboratoryjne, z którymi większość z nas miała kontakt w szkole czy na uczelni. Można w nich regulować i napięcie wyjściowe, i prąd ograniczania: od zera do jakiejś wartości maksymalnej zależnej od wielkości (mocy) zasilacza. **Rysunek 4** pokazuje stronę TME z bogatą ofertą takich zasilaczy.

[https://www.tme.eu/pl/katalog/zasilacze-laboratoryjne\\_100165/?queryPhrase=zasilacz+laboratoryjny](https://www.tme.eu/pl/katalog/zasilacze-laboratoryjne_100165/?queryPhrase=zasilacz+laboratoryjny)



Strona główna / Katalog / Wyposażenie warsztatowe / Aparatura pomiarowa / Zasilacze laboratoryjne / Szukana fraza:

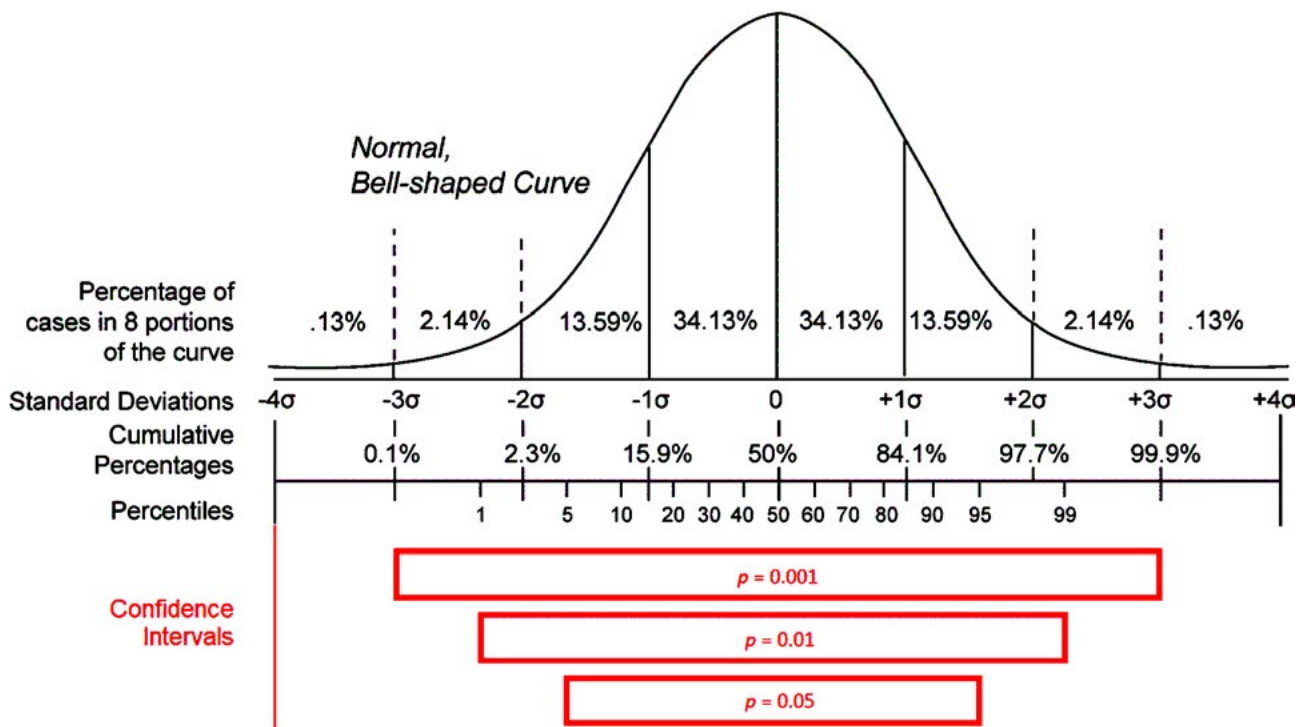
## SZUKANA FRAZA: "zasilacz laboratoryjny" (703)

### ZASILACZE LABORATORYJNE

	Zasilacze programowalne (520)		Zasilacze jednokanałowe (121)
	Zasilacze wielokanałowe (62)		

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

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



# Wielkość, wartość, dokładność, rozdzielczość, niepewność

W niniejszym krótkim artykule, trzecim w dłuższej serii dotyczącej miernictwa i pomiarów, zawarte są bardzo istotne informacje dotyczące nieścisłości i nieporozumień oraz potocznych, często niedokładnych, a nawet błędnych wyobrażeń, a także złych przyzwyczajzeń, które mogą stać się pułapkami.

**Wielkość, wartość, element...**  
**Czy rozdzielczość to dokładność?**  
**Dokładność, precyzja i powtarzalność?**

**Dokładność, błąd, odchyłka, niepewność, ufność**  
**Multimetr i metody porównawcze**

**Metrologia** to bardzo szeroka dziedzina. Jej częścią jest **miernictwo**, które skupia się na przyrządach pomiarowych i pomiarach.

Systematyczne zgłębienie mnóstwa zagadnień i aspektów związanych z pomiarami wielkości elektrycznych wymagałoby obszernego kursu na poziomie akademickim. Dla wielu najtrudniejsze są matematyczne aspekty zagadnienia, gdzie w grę wchodzi zasada statystyki i rachunek prawdopodobieństwa. Do tego dochodzi szereg pojęć i terminów, których sens i znaczenie często miesza się.

My w cyklu artykułów dotyczących miernictwa chcemy podejść do zagadnienia pomiarów z punktu widzenia praktyka, nie zawsze zgodnie z teorią i ścisłą terminologią. Niemniej koniecznie trzeba omówić kilka kwestii podstawowych.

## Wielkość, wartość, element...

Czy **wielkość** i **wartość** to to samo, czy coś innego? W języku potocznym określenia **wielkość** i **wartość** często nie jest rozróżniane. Mówiąc **wielkość napięcia** oraz **wartość napięcia**, rozumiemy, że chodzi dokładnie o to samo.

Tak, ale trzeba pamiętać, że ściślej biorąc, napięcie to **wielkość fizyczna**, czyli właściwość, którą można zmierzyć i podać jej **wartość**. Wartość wielkości fizycznej. Tu należy rozróżnić **wielkość fizyczną**, **parametr**, od jej **wartości**.

Wielkościami fizycznymi są między innymi właśnie napięcie, prąd (natężenie prądu), rezystancja, impedancja, pojemność, indukcyjność, częstotliwość, i inne. Wartości tych wielkości (fizycznych) podajemy w jakichś jednostkach, o czym szerzej za chwilę.



Podobnie często w języku potocznym używamy innych, pokrewnych określeń, nie zastanawiając się lub zapominając, co tak naprawdę znaczą. Jakże często słyszymy lub sami mówimy: *zamontowałem na płytce rezystancję 47 omów*, albo *w układzie wlutowana jest pojemność 10 mikrofaradów*.

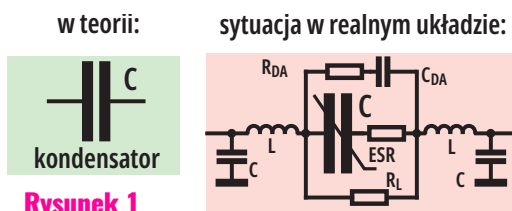
Otóż **rezystancja i pojemność to wielkości fizyczne**. W układzie na płytce nie montujemy wielkości fizycznych, parametrów, tylko montujemy konkretne **elementy**: rezystor i kondensator, które oczywiście mają jakieś *wartości*.

Nie jest to tylko kwestia przypadkowego skrótów myślowego. Problem w tym, że mówiąc o *zamontowaniu na płytce pojemności 10 mikrofaradów* utożsamiamy element (kondensator) z pojemnością, czyli z jednym konkretnym parametrem tego elementu.

Na pozór słusznie. Ale problem w tym, że realny kondensator ma różne parametry, nie tylko pojemność. Owszem, dla kondensatora głównym parametrem jest pojemność, ale każdy kondensator ma też jakąś szkodliwą rezystancję (ESR) i jakąś pasożytniczą indukcyjność (ESL). Żadnego rzeczywistego kondensatora nie można uznać za (czystą) pojemność, bo tak naprawdę jest on... szeregowym obwodem rezonansowym RLC, a wlutowany w układzie może zachowywać się tak, jak pokazuje **rysunek 1**.

Utożsamianie elementu – kondensatora – tylko z pojemnością odwraca uwagę od realiów, od jego

szkodliwych parametrów, czyli od szkodliwych wielkości, które w nim też występują.



**Rysunek 1**

Warto więc być uczulonym na rozróżnianie wielkości (fizycznej) oraz jej wartości. Trzeba też walczyć z przyzwyczajeniem czy pokusą utożsamiania wielkości, czyli parametrów, z elementami.

A oto następne błędne utożsamienie.

### Czy rozdzielczość to dokładność?

Osoby mniej zorientowane są pod wrażeniem wskazań cyfrowych przyrządów pomiarowych. Powszechne przekonanie o wyższości techniki cyfrowej nad analogową sugeruje, mówiąc najprościej, że wskazanie wyświetlacza cyfrowego jest po prostu prawdziwe, że pokazywana wartość w pełni odpowiada rzeczywistości.

Prawda jest zupełnie inna. Częściowo poruszałem już tę kwestię w poprzednim artykule **Dokładność i za-**

Od wielu lat dostępne są bardzo tanie mierniki cyfrowe. Chyba nie wszyscy wiedzą, że pierwszy ręczny multimetr cyfrowy to był Fluke 8020A (**fotografia 2**), wypuszczony na rynek w roku... 1977. Rok później założona tylko trochę wcześniej firma Intersil wprowadziła na rynek słynne, dostępne do dziś, układy scalone – woltomierze 3,5-cyfrowe ICL7106 i ICL7107, które, delikatnie mówiąc, wykorzystały pomysł z Fluke 8020A i zawartego tam układu scalonego 429100.

Same scalone układy woltomierzy słynnej rodziny ICL710x wykorzystują naprawdę dokładną i stosowaną do dziś w precyzyjnym sprzęcie metodę z podwójną integracją. Jednak wskazanie wyświetlacza zależy oczywiście od wartości napięcia odniesienia, a na to zauważalny wpływ ma temperatura. Wbudowane tam źródło napięcia odniesienia ma stabilność cieplną 0,008%/°C (80ppm/°C), więc przykładowo zmiana temperatury układu scalonego o 15 stopni może spowodować zmianę wskazań o 0,12%, a przypomnijmy, że rozdzielczość wyświetlacza to 0,05%.

Widzimy więc, że nawet wskazania samego scalonego woltomierza nie są idealnie dokładne, a do tego dochodzą błędy obwodów z nim współpracujących, choćby tylko dzielników napięcia. Przy silnej konkurencji cenowej **producenci popularnego sprzętu starają się oszczędzać na wszystkim, a efektem jest dokładność przyrządów dużo gorsza niż rozdzielczość ich wyświetlaczy**.

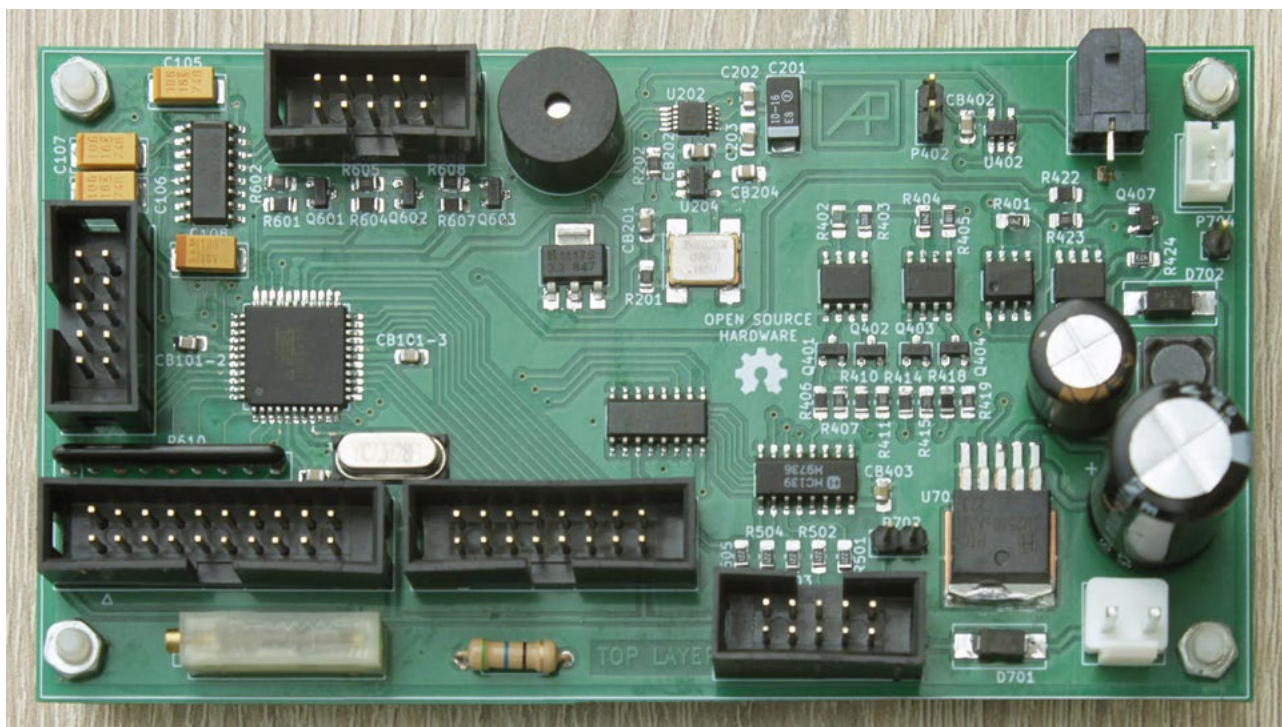
Trzeba wiedzieć, że zaprojektowanie i zrealizowanie naprawdę dokładnych, stabilnych obwodów i układów przygotowujących sygnał dla woltomierza – przetwornika analogowo-cyfrowego to naprawdę poważne wyzwanie, związane ze zwiększeniem kosztów. Natomiast zastosowanie wyświetlacza



**Fotografia 2**

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

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



# Montaż elementów SMD w warunkach domowych

Chyba żadna dziedzina nie rozwija się w tak szalonym tempie jak elektronika. Na naszych oczach rozgrywa się wręcz rewolucja technologiczna. Jak w takich warunkach poradzić sobie i nie zostać jedynie konsumentem gotowych modułów, które są... jakie są?

**Materiały i narzędzia niezbędne przy montażu**

**Z czym się mierzymy**

**Płytką drukowaną**

**Lutowanie elementów o dwóch końcówkach**

**Lutowanie elementów w obudowach o dużej pojemności cieplnej**

**Lutowanie elementów w obudowach SOIC**

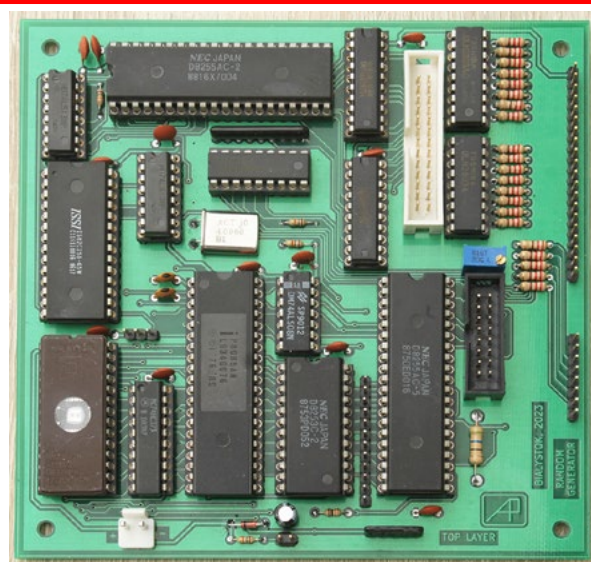
**Lutowanie elementów w obudowach QFP**

**Lutowanie elementów w obudowach MSOP**

**Mycie płytki**

**Wnioski**

Z pewnym rozrzwiniem przypominam sobie czasy, w sumie nie tak znowu odległe, gdy układy scalone miały klasyczne dwurzędowe obudowy, przeznaczone do montażu przewlekane. Podobnie wszystkie elementy pasywne miały „prawdziwe nóżki”. Montaż takich elementów nie nastreczał większych trudności (**fotografia 1**). Nawet płytki PCB można było wykonać samodzielnie – zapewne wielu Czytelników skojarzy hasło: termotransfer. Największe zastosowane tam układy miały obudowy o 40 wyprowadzeniach. Można zadać pytanie, czy taka liczba pinów jest duża czy mała? Odpowiedź może nawet zaskoczyć: jest to kwestia punktu widzenia, wcześniej wystarczała, obecnie wymagania stały się większe. Dzisiaj złożoność układów scalonych jest duża, a to pociąga za sobą pewne



**Fotografia 1**



konsekwencje: mają one dużą liczbę wyprowadzeń. Jako przykład można wskazać mikroprocesor jaki znajduje się w naszym komputerze. Już sama liczba pinów przewidzianych do obsługi szyny danych takiego procesora może przyprawić o zawrót głowy (standardem obecnie są procesory 64-bitowe). Dodając do tego konieczne wyprowadzenia szyny adresowej, zasilania układu oraz wszystkie inne piny pełniące jakąś istotną rolę otrzymujemy dużą liczbę. Jak z obudowy wyprowadzić prawie tysiąc pinów? Rzeczywistość znalazła rozwiązanie: obudowy typu BGA (ang. ball grid array – obudowa z wyprowadzeniami w postaci kulek w siatce rastrowej), jak pokazuje **fotografia 2**. Tego typu układami nie będziemy się tu zajmować, gdyż wymagają one bardzo zaawansowanego wyposażenia warsztatowego, jak również wielowarstwowych płytek drukowanych. Tego typu konstrukcje są obecnie poza zasięgiem hobbystów, chociaż może to nie potrwać już długo, bo chińskie firmy produkują już płytki wielowarstwowe po akceptowalnych cenach i dostępne jest oprogramowanie (jak choćby KiCad), które jest w stanie realizować takie projekty. Jednak największą barierą do pokonania jest montaż (w warunkach domowych).

Światowe trendy w wytwarzaniu komponentów elektronicznych odciskają swoje piętno. Dążenie do miniaturyzacji implikuje wytwarzanie układów scalonych w małych obudowach. Konsekwencją tego musi być gęsty raster wyprowadzeń układu. Wiele z nich jest wytwarzanych w różnych typach obudów, zarówno przystosowanych do montażu przewlekane z „prawdziwymi nóżkami” (ang. THT – through-hole technology) jak i powierzchniowego (ang. SMD – surface mount technology). Hobbysta ma szansę coś z tego wybrać. Niestety pewne układy są wytwarzane jedynie w obudowach SMD. Żeby było jeszcze trudniej, raster wyprowadzeń jest mały – odległość między wyprowadzeniami jest mniejsza niż 1 mm.

Skupiając się na rzeczywistej praktyce amatorskiej, opiszę jak w warunkach początkującego hobbysty radzić sobie z problemami. Montaż takich elementów jest możliwy. Oczywiście posiadanie stacji lutowniczej typu hot-air ułatwia pracę, jednak równie dobrze można posłużyć się standardową lutownicą kolbową (**fotografia 3**).

### **Materiały i narzędzia niezbędne przy montażu**

Aby uzyskać oczekiwany efekt, konieczne jest posługiwanie się właściwymi materiałami. Do podstawowych należy zaliczyć cynę do lutowania z topnikiem, cynę o małej grubości. Im cieńsza, tym



**Fotografia 2**

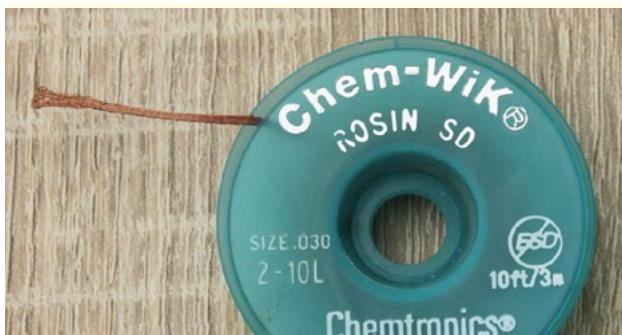


**Fotografia 3**



**Fotografia 4**

nie nadmiarowa i potrafi w trakcie lutowania zalać spoiwem kilka sąsiednich wyprowadzeń układu. Nie należy się tym przejmować, całość finalnie daje się „naprawić”. W tej operacji przydatny jest flux gel (**fotografia 4**) oraz odpowiednia taśma, będąca plecionką cienkich drucików miedzianych nasączonych topnikiem (**fotografia 5**). Efektem ubocznym użycia żelu są „plamy” na płytce drukowanej



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

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





# Podstawy automatyki – detekcja położenia

W automatyce bardzo często zachodzi potrzeba uzyskania informacji, czy element mechanizmu jest we właściwej pozycji. Czasem trzeba wiedzieć, jaki dystans przebył albo o jaki kąt wykonał obrót. Czujniki położenia, np. indukcyjne czy krańcowe, są też wykorzystywane w samochodach, jak np. czujniki położenia wału korbowego.

Czujniki NPN / PNP  
Czujniki indukcyjne  
Pętle indukcyjne

Czujniki kontroli obrotów  
Barier optyczne

## Czujniki NPN / PNP

Czujniki indukcyjne (o czym dalej) są wykonywane w dwóch odmianach: **dwuprzewodowej** i **trzyprzewodowej**. Czujnik dwuprzewodowy działa jak styk przekaźnika – po zadziałaniu czujnika następuje zwarcie lub przerwa styku. Odmiana trzyprzewodowa może być typu **PNP** lub **NPN**, które dodatkowo mogą mieć wyjścia typu **NO** lub **NC**. Czujniki w wykonaniu trzyprzewodowym można rozpatrywać jako połączenie czujnika i przekaźnika wzbudzonego przez ten czujnik, a sygnał z czujnika jest połączony ze stykiem tego przekaźnika. Czujniki PNP po swoim zadziałaniu na wyjściu samego czujnika dają stan wysoki, natomiast PNP po zadziałaniu

cowy dają stan niski. Analogicznie, czujniki NPN NO jako sygnał końcowy dają stan niski,



Fotografia 1

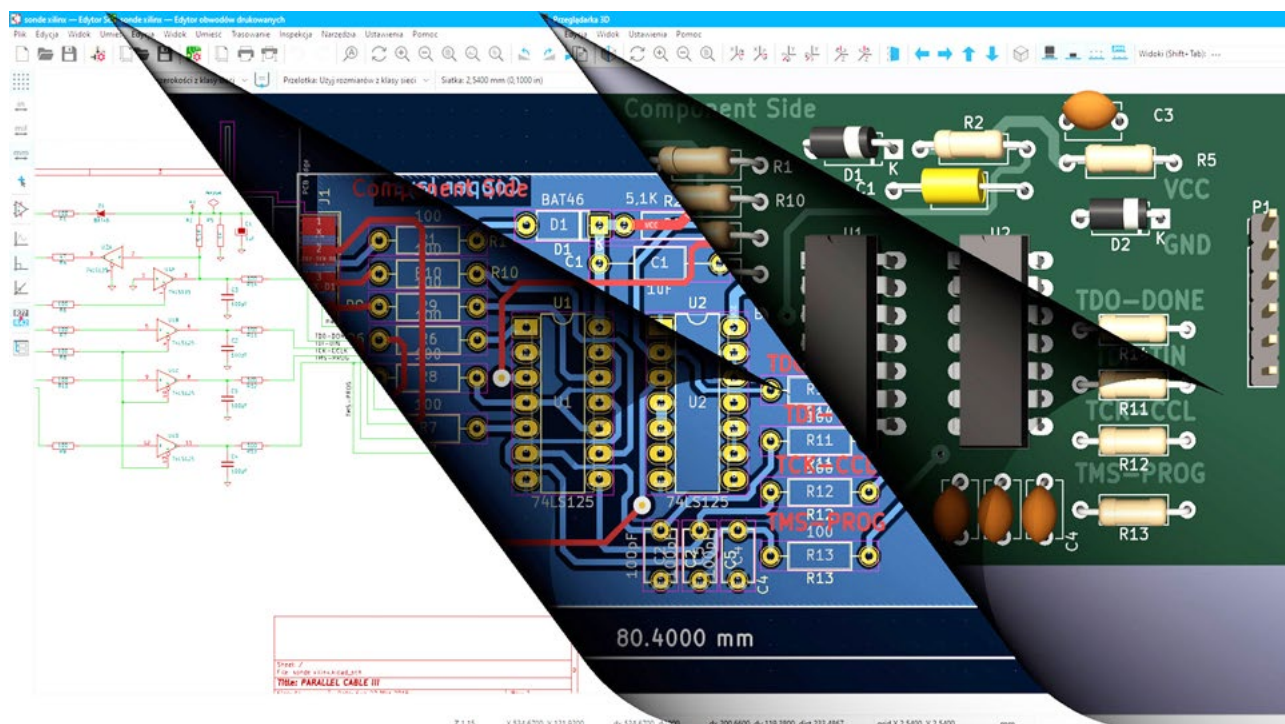
zaś NPN NC stan wysoki. Czujniki typu NPN i PNP można stosować wymiennie, po dołożeniu dodatkowego przekaźnika, zmieniającego logikę sygnałów wg powyższych zależności. Dodatkowa literatura: <https://www.pepperl-fuchs.com/poland/pl/39804.htm>

## Czujniki indukcyjne

Czujnik indukcyjny reaguje najczęściej na element metalowy. Jego strefa działania to z reguły

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

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



# Jaki program EDA dla hobbysty? część 2

W pierwszej części tego artykułu omówione były rozmaite zagadnienia ogólne, dotyczące programów oraz pakietów programowych służących do projektowania płytek drukowanych (EDA). Poniżej, w drugiej części artykułu, omawiamy najpopularniejsze wśród hobbystów programy projektowe.

- [KiCad](#)
- [DipTrace](#)
- [EasyEDA](#)
- [Eagle](#)
- [AutotraxDex PCB-DEX Designer](#)
- [CircuitMaker](#)

- [DesignSpark PCB](#)
- [Proteus Design Suite](#)
- [Inne programy](#)
- [FreeRouter](#)
- [Zakończenie](#)

W poprzedniej części tego artykułu zapoznaliśmy się z ogólnymi informacjami dotyczącymi różnych ograniczeń programów EDA dla elektroników, które należy uwzględnić wybierając tego rodzaju aplikację. W tej części zapoznamy się z najbardziej znanymi narzędziami dla elektroników.

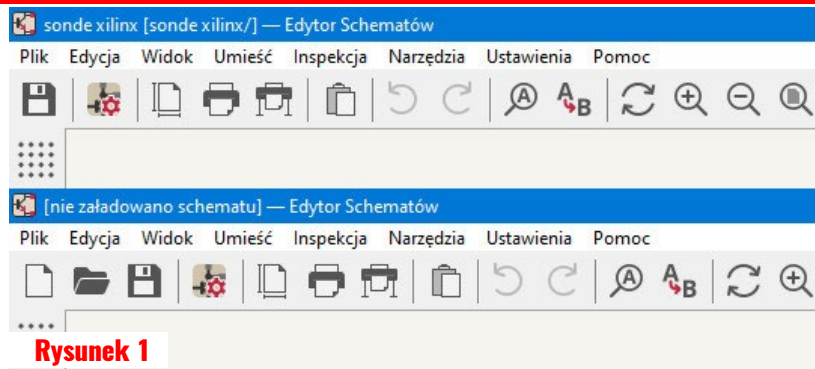
## **KiCad**

KiCad w chwili obecnej jest najbardziej znanym darmowym programem do projektowania układów elektronicznych, nie mającym celowych ograniczeń projektowych. Jego zaletą jest dostępność dla różnych systemów operacyjnych oraz polska wersja językowa. Niestety obok tych zalet KiCad ma także

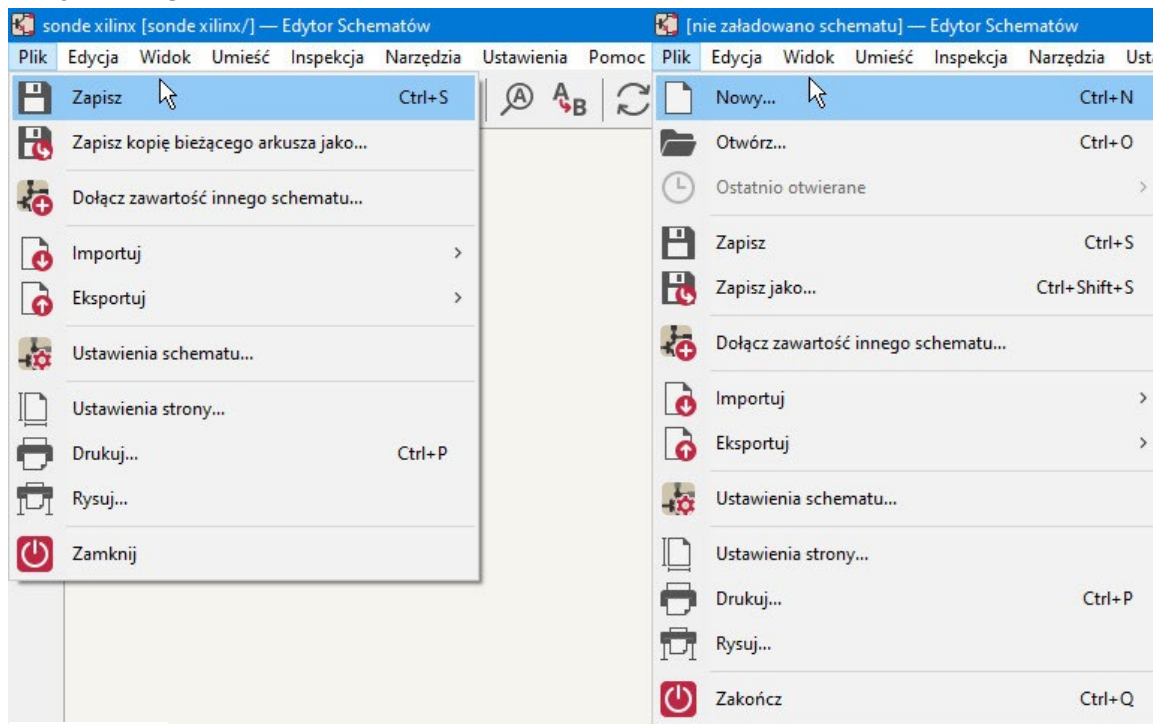
sporo wad. Zaliczyłbym do nich na przykład wprowadzanie diametralnych zmian w kolejnych wersjach. Często zmiany te są tak znaczące, że mniej doświadczeni użytkownicy KiCada mają trudności z jego obsługą w nowszych wersjach. Zdarza się, że nie chcą go uaktualniać z obawy przed zmianami! Z jednej strony KiCad się rozwija, a z drugiej strony zmiany są tak duże, że można powiedzieć, iż program jest wywracany do góry nogami. Rozwój i zmiany są potrzebne, ale powinny być przemyślane. Tego rodzaju diametralne zmiany były najbardziej widoczne przed pojawieniem się piątej wersji KiCada. Poszedł on trochę w ślady Linuksa, gdzie jeśli coś nie działa musisz naprawić to sam: napisz



skrypt, obejdz problem czy usterkę i tak dalej. Przykładem jest generowanie listy materiałów (BOM) na bazie skryptów. Miało to na celu łatwe przekształcanie i formatowanie danych tekstowych zawartych w tej liście. Jednak KiCad to nie edytor tekstu i funkcjonalność taka wydaje się trochę na wyrost. Tym bardziej, że przy specyficznych wymaganiach trzeba samemu dostosować do nich skrypt. O ile oczywiście potrafimy go zmodyfikować. Kwintesencją obsługi KiCada są dwa tryby jego pracy, mianowicie „suite” i „standalone”. Tryb „suite” do pracy KiCada jako zestawu współdziałających aplikacji. Natomiast tryb „standalone” to samodzielny tryb pracy aplikacji KiCada, który umożliwia tworzenie projektów płytek drukowanych bez tworzenia schematu. Najdziwniejsze i wprowadzające zamieszanie w tych dwóch trybach jest to, że niektóre ikony na pasku narzędziowym oraz pozycje w menu **Plik** głównych aplikacji KiCada są ukryte lub widoczne w zależności od tego w jakim trybie uruchomimy te aplikacje. Różnice te widzimy na kolejnych rysunkach. **Rysunek 1** ilustruje różnice w paskach narzędziowych Eeschema z wersji 6 KiCada, gdzie te różnice są bardziej widoczne niż w wersji 7. **Rysunek 2** przedstawia różnice w menu **Plik** Eeschema.

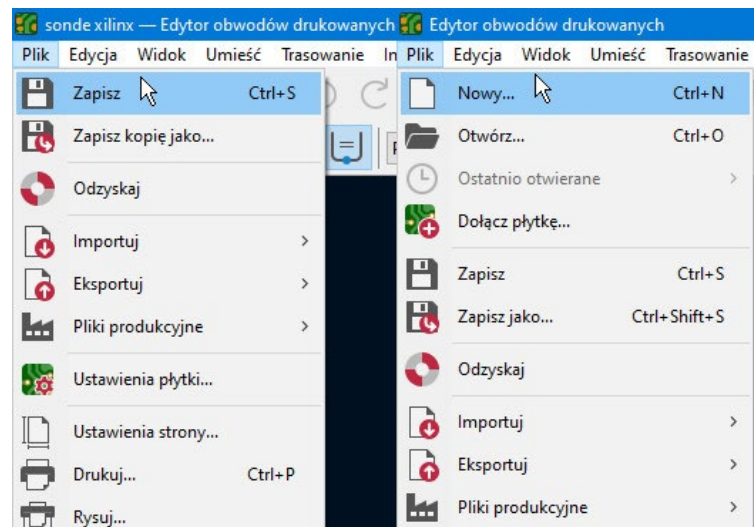
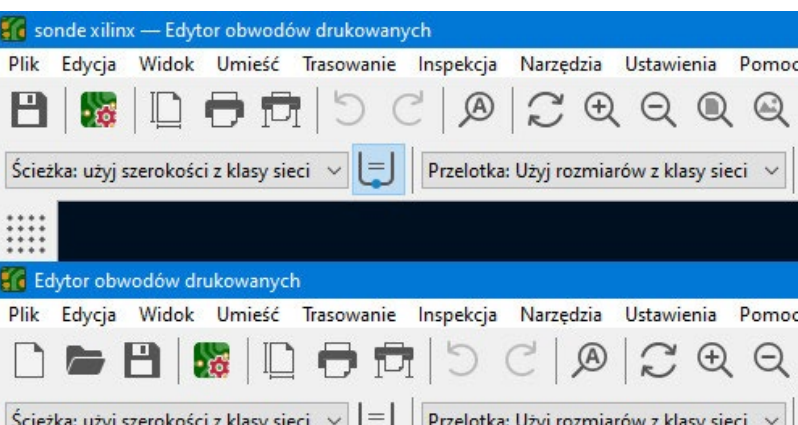


**Rysunek 1**



**Rysunek 2**

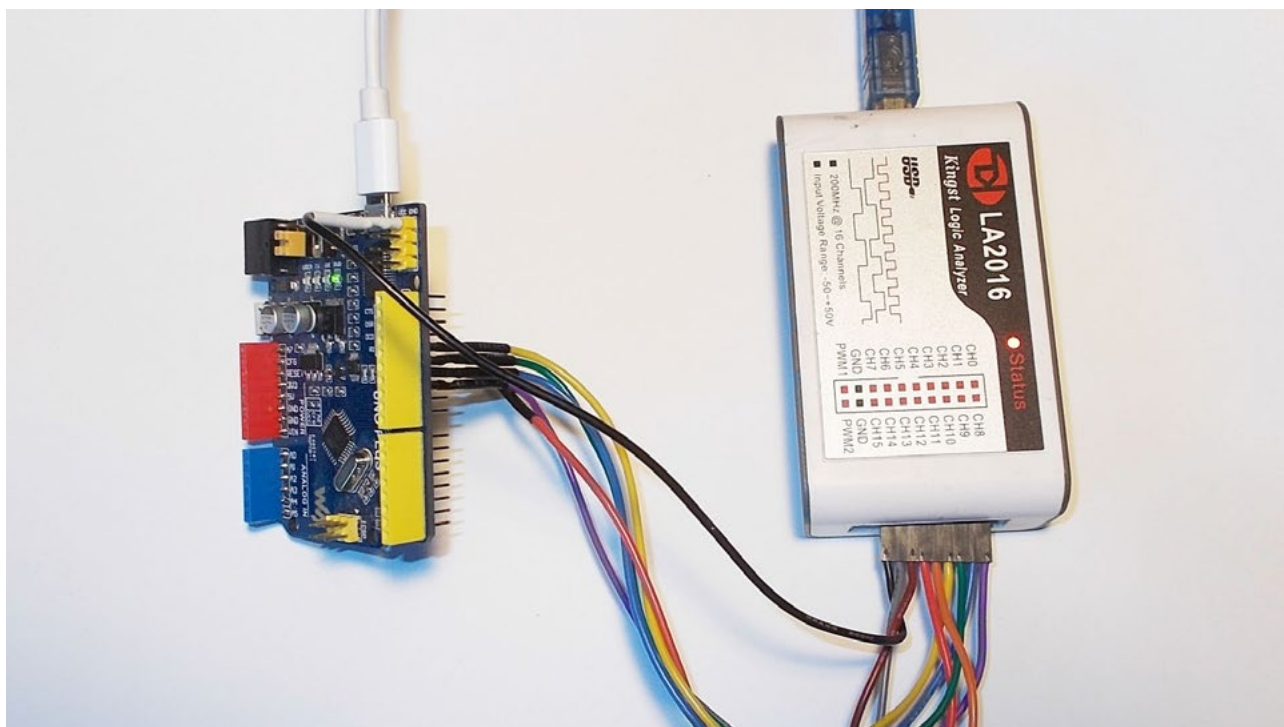
Kolejny **rysunek 3** pokazuje różnice w paskach narzędzi Pcbnew. Natomiast **rysunek 4** to różnice w menu **Plik** edytora schematów. Podobnie jest w niektórych oknach dialogowych, na przykład



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







# Jaka jest największa szybkość SPI w Arduino z AVR?

Czy AVR może faktycznie wysyłać dane po SPI z prędkością 8 Mb/s (dla zegara 16 MHz) oraz 10 Mb/s (dla 20 megaherców)? Odpowiedź znajdziemy w artykule. Przy okazji pokażę jak ogromnie ważnym narzędziem w warsztacie elektronika jest analizator logiczny.

## Co będzie potrzebne?

Pierwszy program testowy

Wypróbowałem też inny program

## Jaką więc ustawiać maksymalną prędkość?

Konkluzja

W dokumentacji ARM można wyczytać, że maksymalna prędkość komunikacji po SPI to częstotliwość taktowania CPU dzielona przez dwa. Czy to prawda? Przyjrzymy się bliżej temu zagadnieniu

## Co będzie potrzebne?

Arduino UNO i analizator logiczny lub oscyloskop, najlepiej cyfrowy. Ze względu na to, że wielu amatorów nie posiada oscyloskopu w testach posłużę się analizatorem logicznym, którego zakup nie nadwyręży budżetu amatora (najtańszy analizator można kupić za około 50 zł).

## Pierwszy program testowy

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

```
#define SPI_SS 10

void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    pinMode( SPI_SS, OUTPUT);

    // initialize SPI:
    SPI.begin();
    SPI.setDataMode( SPI_MODE1 );
    SPI.setClockDivider(SPI_CLOCK_DIV2);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:

    digitalWrite( SPI_SS, LOW );
```

```
for (uint8_t x = 0; x < 10; x++) {
    SPI.transfer( x );
}
digitalWrite( SPI_SS, HIGH );

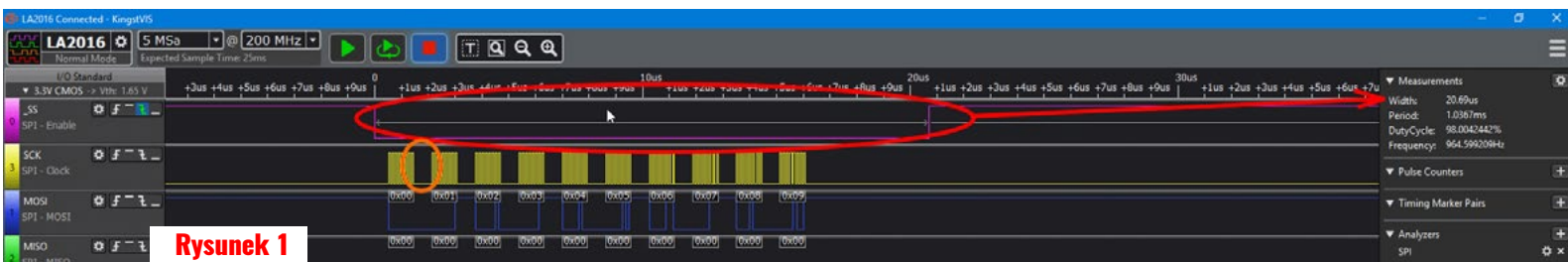
delay(100);
}
```

Prościej chyba się nie da. Program wysłał 10 bajtów po SPI z maksymalną dostępną prędkością, co 100 ms. Dane zarejestrowane przez analizator pokazano na **rysunku 1**. Pomiar czasu trwania aktywnego sygnału SS (czerwona elipsa) daje wynik blisko

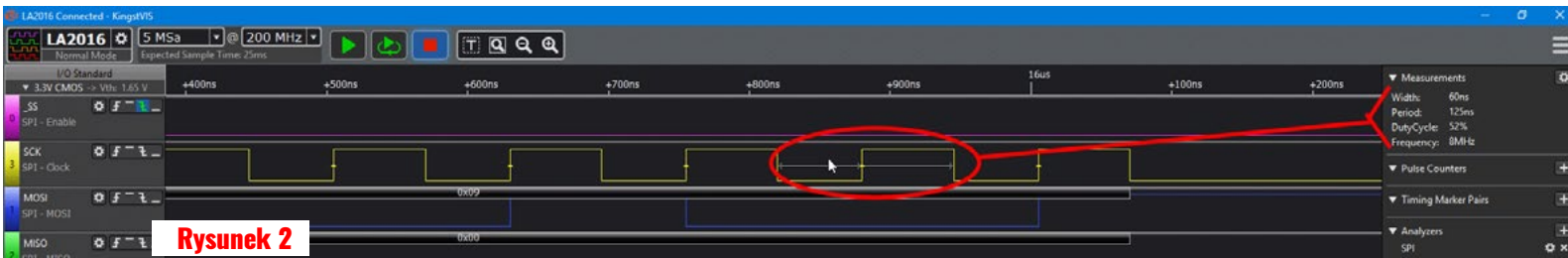
21  $\mu$ s. Widać też niepokojące przerwy pomiędzy transmisjami (pomarańczowa elipsa). Jaka jest częstotliwość zegarowa SPI? Z **rysunku 2** łatwo wnioskować, że 8 MHz, tak jak deklaruje producent.

Jaka jest rzeczywista przepływność danych? Z **rysunku 3** można wyliczyć, że niewiele ponad 5,1 Mb/s. Wyjaśnię jeszcze obliczenia  $1/(0,0000155656)*8*10$ .

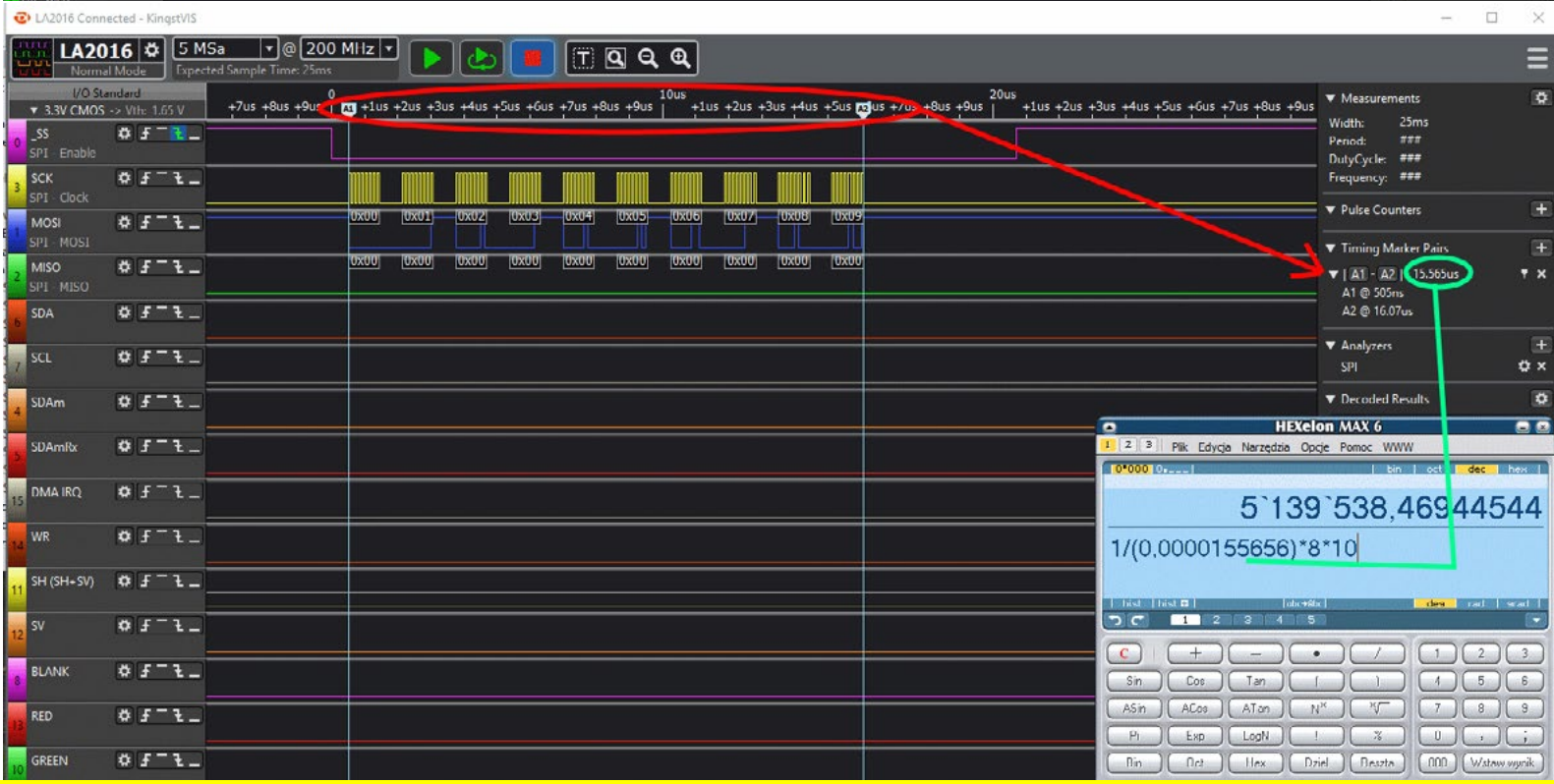
$1/x$  to wzór przeliczający czas na częstotliwość, **0,0000155656** to 15,5656 $\mu$ s wyrażone w sekundach, **\*8** bo jeden bajt ma 8 bitów, **\*10** bo transmitowane jest 10 bajtów.



**Rysunek 1**

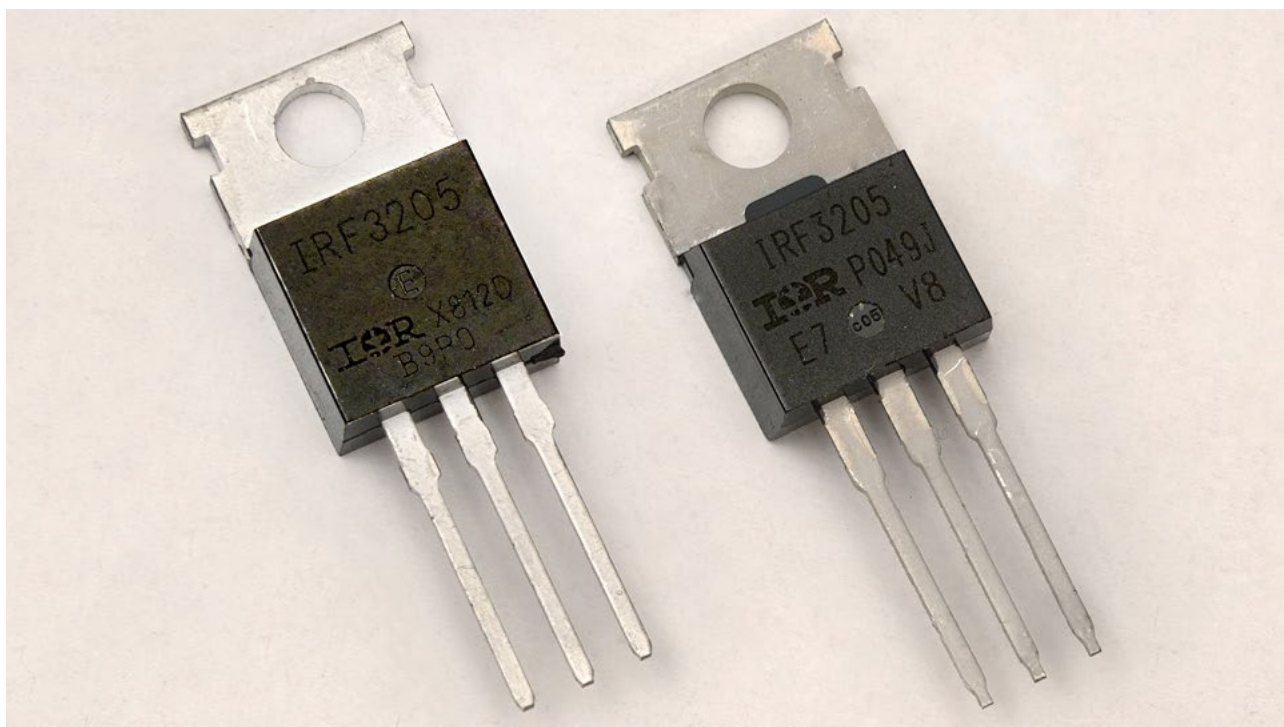


**Rysunek 2**



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

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



# Tranzystory MOSFET: parametry na przykładzie IRF3205

W pierwszym artykule tej serii omówiliśmy temat idealnych oraz rzeczywistych parametrów MOSFET-ów. W poniższym artykule przeanalizujemy, które informacje z ich kart katalogowych są najważniejsze, które bywają przydatne, a które są jedynie „parametrami reklamowymi” i nie mają praktycznego znaczenia.

**Aspekty niedoskonałości i grupy parametrów**  
**Odmiany i wersje IRF3205**  
**Najważniejsze parametry MOSFET-a**

**Wartości graniczne, typowe i gwarantowane**  
**Charakterystyki i wykresy**

W niniejszym, drugim artykule serii omówimy parametry, czyli przede wszystkim niedoskonałości konkretnego MOSFET-a na przykładzie dość popularnego tranzystora IRF3205.

## Aspekty niedoskonałości i grupy parametrów

Na początek przypomnę, że dla ułatwienia analizy kart katalogowych będę stosował kolory, żeby wyróżnić grupy parametrów, dotyczące poszczególnych rodzajów niedoskonałości. Szczegóły są opisane w artykule **Karty katalogowe, czyli opis niedoskonałości elementów**, a na **rysunku 1** przypominam to co najważniejsze.

Parametry najważniejsze w praktyce	gruba zielona obwódka
Parametry ważne w wielu zastosowaniach	zielona obwódka
Parametry „laboratoryjne i reklamowe”	czerwona obwódka
Parametry podstawowe (elementarne)	zielona podkładka
Parametry dotyczące mocy	czerwona podkładka
Parametry dotyczące prądu	malinowa podkładka
Parametry termiczne	pomarańczowa podkładka
Parametry związane z napięciem	niebieska podkładka
Parametry dot. dokładności i stabilności	fioletowa podkładka
Parametry dot. szybkości i częstotliwości	żółta podkładka

**Rysunek 1**



## Odmiany i wersje IRF3205

Na przykładzie IRF3205 dobrze widać, jakie kłopoty może mieć praktyk. Otóż dostępne jest wiele odmian o oznaczeniu zawierającym IRF3205. Wystarczy na stronie TME wpisać w wyszukiwarkę IRF3205 i otrzymamy osiem pozycji, jak pokazuje **rysunek 2**.

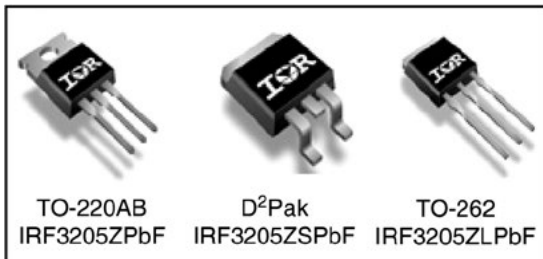
Nie ma problemu ze skrótem PBF (Pb Free, czyli bez ołowiu). Wersja AUIRF3205Z przeznaczona jest do dość trudnych zastosowań w samochodach (Automotive Grade). Od razu widać, że są dostępne wersje w różnych obudowach. Ale nie wszystko jest jasne.

Otóż są pozycje z literą L w oznaczeniu. W przypadku MOSFET-ów często litera L pokazuje, że jest to wersja o obniżonym napięciu progowym bramki ( $V_{GSth}$ ). Ale nie w tym przypadku!

Tutaj literki L, S oraz brak litery wskazują typ obudowy. Takich informacji nie znajdziemy w wersji podstawowej w klasycznej obudowie TO-220. Trzeba zajrzeć do kart wersji z literami L i S, żeby się upewnić.

Przykładowo w **karcie IRF3205ZLPBF**, dostępnej po kliknięciu odnośnika wskazanego na rysunku 2 fioletową strzałką, znajdziemy **rysunek 3**, który pokazuje, że litera S oznacza obudowę D2Pack, a litera L – obudowę TO-262.

Wątpliwości mogą też dotyczyć literki Z w oznaczeniach.



Rysunek 3

Obecnie dostawcą jest INFINEON, który wchłonął International Rectifier (IR), ale już w IR były dostępne dwie wersje, jak wyraźnie pokazuje **rysunek 4**.

**TME**  
Electronic Components


IRF3205

KATALOG AKTUALNOŚCI


### TRANZYSTORY Z KANAŁEM TYPU N

FRAZA "IRF3205" ZOSTAŁA ZNALEZIONA W:

Tranzystory z kanałem N THT (5)



Tranzystory z kanałem N SMD (3)



Wszystkie znalezione (8)

Pokaż tylko produkty dostępne w magazynie

Artykuł: symbol i opis

[IRF3205PBF](#) 🔗

Tranzystor: N-MOSFET; unipolarny; 55V; 80A; 200W; TO220AB  
[INFO](#) | [PDF](#)  
 Producent: [INFINEON TECHNOLOGIES](#)  
 Oznaczenie producenta: [IRF3205PBF](#)

👉 Dodaj do porównywarki
🔔 Ustaw powiadomienie

[IRF3205STRLPBF](#) 🔗

Tranzystor: N-MOSFET; unipolarny; 55V; 110A; 200W; D2PAK  
[INFO](#) | [PDF](#)  
 Producent: [INFINEON TECHNOLOGIES](#)  
 Oznaczenie producenta: [IRF3205STRLPBF](#)

👉 Dodaj do porównywarki
🔔 Ustaw powiadomienie

[IRF3205STRRPBF](#) 🔗

Tranzystor: N-MOSFET; unipolarny; 55V; 110A; 200W; D2PAK  
[INFO](#) | [PDF](#)  
 Producent: [INFINEON TECHNOLOGIES](#)  
 Oznaczenie producenta: [IRF3205STRRPBF](#)

👉 Dodaj do porównywarki
🔔 Ustaw powiadomienie

[IRF3205ZLPBF](#) 🔗

Tranzystor: N-MOSFET; unipolarny; 55V; 78A; 170W; TO262  
[INFO](#) | [PDF](#)  
 Producent: [INFINEON TECHNOLOGIES](#)  
 Oznaczenie producenta: [IRF3205ZLPBF](#)

👉 Dodaj do porównywarki
🔔 Ustaw powiadomienie

[IRF3205ZPBF](#) 🔗

Tranzystor: N-MOSFET; unipolarny; 55V; 78A; 170W; TO220AB  
[INFO](#) | [PDF](#)  
 Producent: [INFINEON TECHNOLOGIES](#)  
 Oznaczenie producenta: [IRF3205ZPBF](#)

👉 Dodaj do porównywarki
🔔 Ustaw powiadomienie

[IRF3205ZSTRLPBF](#) 🔗

Tranzystor: N-MOSFET; unipolarny; 55V; 78A; Idm: 440A; 170W;  
[INFO](#)  
 Producent: [INFINEON TECHNOLOGIES](#)  
 Oznaczenie producenta: [IRF3205ZSTRLPBF](#)

👉 Dodaj do porównywarki
🔔 Ustaw powiadomienie

[AUIRF3205Z](#) 🔗

International Rectifier

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- Dynamic dv/dt Rating
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Fully Avalanche Rated

## IRF3205

HEXFET® Power MOSFET

International Rectifier

AUTOMOTIVE MOSFET

PD - 94653B

IRF3205Z  
IRF3205ZS  
IRF3205ZL

### Features

- Advanced Process Technology
- Ultra Low On-Resistance
- 175°C Operating Temperature
- Fast Switching
- Repetitive Avalanche Allowed up to Tjmax

HEXFET® Power MOSFET

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

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

piotr-gorecki.pl/E042

PAŹDZIERNIK 2023

90

# 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, odpowiedz](#).



## Jaka jest maksymalna dokładność pomiarów?

**(...) Jaka jest maksymalna dokładność pomiaru napięcia? (...) były fotografie multimetrów 8,5-cyfrowych (...) czy są mierniki 9,5- i 10,5-cyfrowe lub lepsze?**

Odpowiedź na drugą część pytania jest prosta: otóż nie ma, ale dziś bez problemu można byłoby zrealizować mierniki, w tym woltomierze z wyświetlaczem 9,5-, 10,5- 11,5-, 12,5-cyfrowym.

Można zrealizować, tylko na ile cyferki na wyświetlaczu niosłyby wartościową, znaczącą informację?

Otóż liczba cyferek, czyli rozdzielczość wyświetlacza to jedno, a zupełnie czym innym jest dokładność wyniku pomiaru. Wyświetlacz nie ma praktycznie nic wspólnego z kwestią dokładności pomiarów.

O dokładności decydują właściwości obwodów pomiarowych przyrządu, a nie wyświetlacz, który ma tylko przedstawić wynik pomiaru.

Obecnie najlepsze, najdroższe i najdokładniejsze multimetry są 8,5-cyfrowe. Najprościej biorąc, nie buduje się multimetrów o rozdzielczości większej niż 8,5 cyfry, czyli o maksymalnym wskazaniu 200 000 000, ponieważ dodatkowe cyfry na wyświetlaczu nie niosłyby żadnej wartościowej informacji.

Odpowiedź na pierwszą część pytania jest trudniejsza. Otóż dziś najlepsze laboratoria dysponują wzorcami napięcia i wzorcami rezystancji, których dokładność i stabilność jest nawet lepsza niż 0,0000001% (0,001ppm = 1ppb).

Pochodzący z chińskiej strony **rysunek 1** pokazuje tego rodzaju wzorce napięcia i rezystancji.

Takie kwantowe, kriogeniczne wzorce w praktyce służą do kalibracji innych wzorców i mierników. Mierników, które mają stabilność i dokładność dużo gorszą, z grubsza biorąc, nawet 1000 razy gorszą.

A dlaczego nie można zrealizować dokładniejszych mierników, które miałyby parametry porównywalne ze znakomitymi wzorcami kwantowymi?

[https://www.itc.gov.hk/en/quality/scl/teachers\\_students/si/pjvs\\_qhr.html](https://www.itc.gov.hk/en/quality/scl/teachers_students/si/pjvs_qhr.html)



**Innovation and Technology Commission**  
The Government of the Hong Kong Special Administrative Region  
of the People's Republic of China

Home About Us Forms Resources LegCo Business, Press Releases, Publications and Videos



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

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





# Pojemność akumulatorów Li-Ion rozmiaru 18650

W artykule [Fałszywe i podrabiane elementy elektroniczne \(X001\)](#) omawiana była kwestia maksymalnej możliwej pojemności akumulatorów litowych i przesadzone pojemności deklarowane przez różnych producentów. Niniejszy artykuł pokazuje aspekt praktyczny, a także ekonomiczny tego zagadnienia.

## Test pojemności

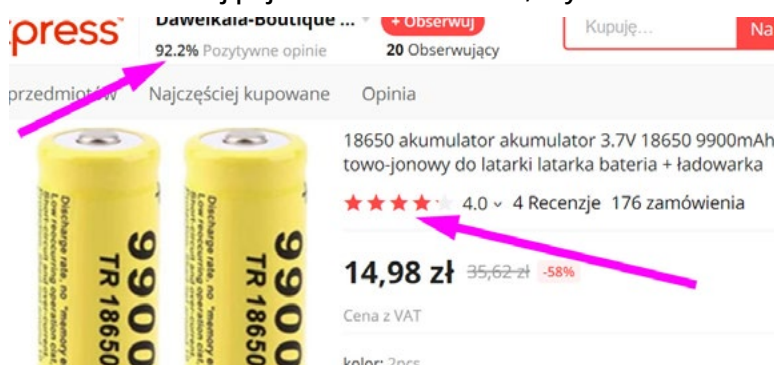
### Test... masy

## Stosunek cena/możliwości

### Inne aspekty

Wcześniej pisałem, iż nie skorzystałem z jakże atrakcyjnej oferty, żeby za niewiele ponad 100 złotych kupić cztery akumulatory Li-Ion rozmiaru 18650 o rzekomej pojemności 50000 mAh, czyli 50

amperogodzin. Postanowiłem jednak zmarnować 15 złotych i zamówiłem dwa akumulatory o deklarowanej przez producenta i sprzedawcę pojemności 9900 mAh – **rysunek 1**.



Szybko minęło półtora miesiąca, akumulatorki dotarły, tylko nie wiadomo dlaczego musiałem dopłacić 8,50 zł listonoszowi, co zwiększyło koszty. Po uwzględnieniu dopłaty za jeden akumulator zapłaciłem, a właściwie przepłaciłem prawie 12 złotych.

Od początku wiedziałem, że taki zakup to bardzo kiepski interes, ale realia okazały się gorsze od przewidywań.

Gdy tylko otrzymałem akumulatorki:

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

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

# ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

**ZE 10/2023**

**piotr-gorecki.pl**



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: [kontakt@piotr-gorecki.pl](mailto:kontakt@piotr-gorecki.pl)

Redakcja techniczna: Ewa Górecka-Dudzik ([ewa@piotr-gorecki.pl](mailto: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.