

Zrozumieć ELEKTRONIKĘ

8/2026 Sierpień (44)

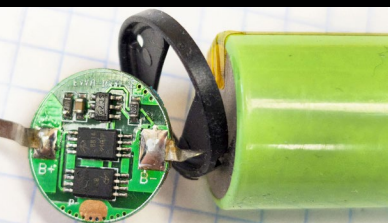
piotr-gorecki.pl

Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 114 stron. Jeśli chcesz nabyć pełne wersje dowolnych numerów ZE, zajrzyj na stronę: [Poprzednie numery czasopisma](#)



Poznaj i testuj diody tunelowe!

- Impulsowy test oscyloskopów i sond pomiarowych • Kondensator – najpopularniejszy element
- Moduł klawiatury dotykowej o 16 polach • Interfejs 1-wire • OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach
- Druk 3D – wykorzystanie kreatorów • Czy to Gian Romagnosi jest ojcem elektromagnetyzmu?
- Lewitacja magnezu neodymowego nad bizmutem • DW01 – wszechstronna ochrona ogniw litowych



Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana jest dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez [Patronite.pl](#)

Zawartość numeru 8/2026

- 17**  **Poznaj i testuj diody tunelowe!**
Diody tunelowe to wielce tajemnicze elementy o ujemnej rezystancji dynamicznej, o których uczymy się w szkole. Niewiele osób miało je w rękach. Niniejszy artykuł pokazuje przykłady i wskazówki, jak w zaskakująco łatwy sposób można się do nich „dotknąć”. Wskazuje też, jak łatwo wejść w ich posiadanie.
- 3** **Słowo wstępne – sierpień**
- 4** **Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników**
- 10** **Łamigłówki elektroniczne Sierpień 2026**
- 12** **Rozwiązania Łamigłówek Czerwiec 2026**
- 24**  **Co trzeba wiedzieć o... diodach tunelowych**
- 31**  **Impulsowy test oscyloskopów i sond pomiarowych, część 1**
- 37**  **Moduł klawiatury dotykowej o 16 polach**
- 44**  **Interfejs 1-wire**
- 51**  **Wspólnie projektujemy: Termostat dla elektronika**
- 53**  **Wspólnie projektujemy: nietypowe elementy elektroniczne**
- 58**  **Mikroprocesorowa ośla łączka, część 27**
- 66**  **DW01 – wszechstronna ochrona ogni w litowych**
- 73**  **OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach (2)**
- 79**  **Kondensator – najpopularniejszy element**
- 85**  **Skąd bierze się energia magnesów neodymowych**
- 91**  **Lewitacja magnesu neodymowego nad bizmutem**
- 95**  **Czy to Gian Romagnosi jest ojcem elektromagnetyzmu?**
- 101**  **Druk 3D – wykorzystanie kreatorów, część 1**
- 106**  **Druk 3D – wykorzystanie kreatorów, część 2**

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ

z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – sierpień



Witam!

Diody tunelowe – każdy o nich słyszał, a prawie nikt nie miał ich w ręku. To naprawdę niezwykłe elementy – w zasadzie najprawdziwsze diody, ale mogące pełnić między innymi funkcję wzmacniaczy, generatorów, przerzutników i innych elementów pamiętających. W tym wakacyjnym numerze przedstawiam taki niecodzienny temat, i to zarówno od strony teoretycznej, jak i praktycznej, a moim Patronom dodatkowo proponuję i umożliwiam samodzielne eksperymenty. Szczegóły w dwóch obszernych artykułach.

Dwa inne artykuły o **druku 3D** przedstawiają obszernie „pierwszy stopień wtajemniczenia”, czyli możliwości wykorzystania kreatorów. Dwa artykuły omawiają fascynujące **tajemnice magnesów trwałych** – elementów niezbędnych w elektronice.

W cyklu dotyczącym akumulatorów obszernie i detalicznie przedstawiam układy wykorzystywane do **zabezpieczania pojedynczych ogniw litowych**,

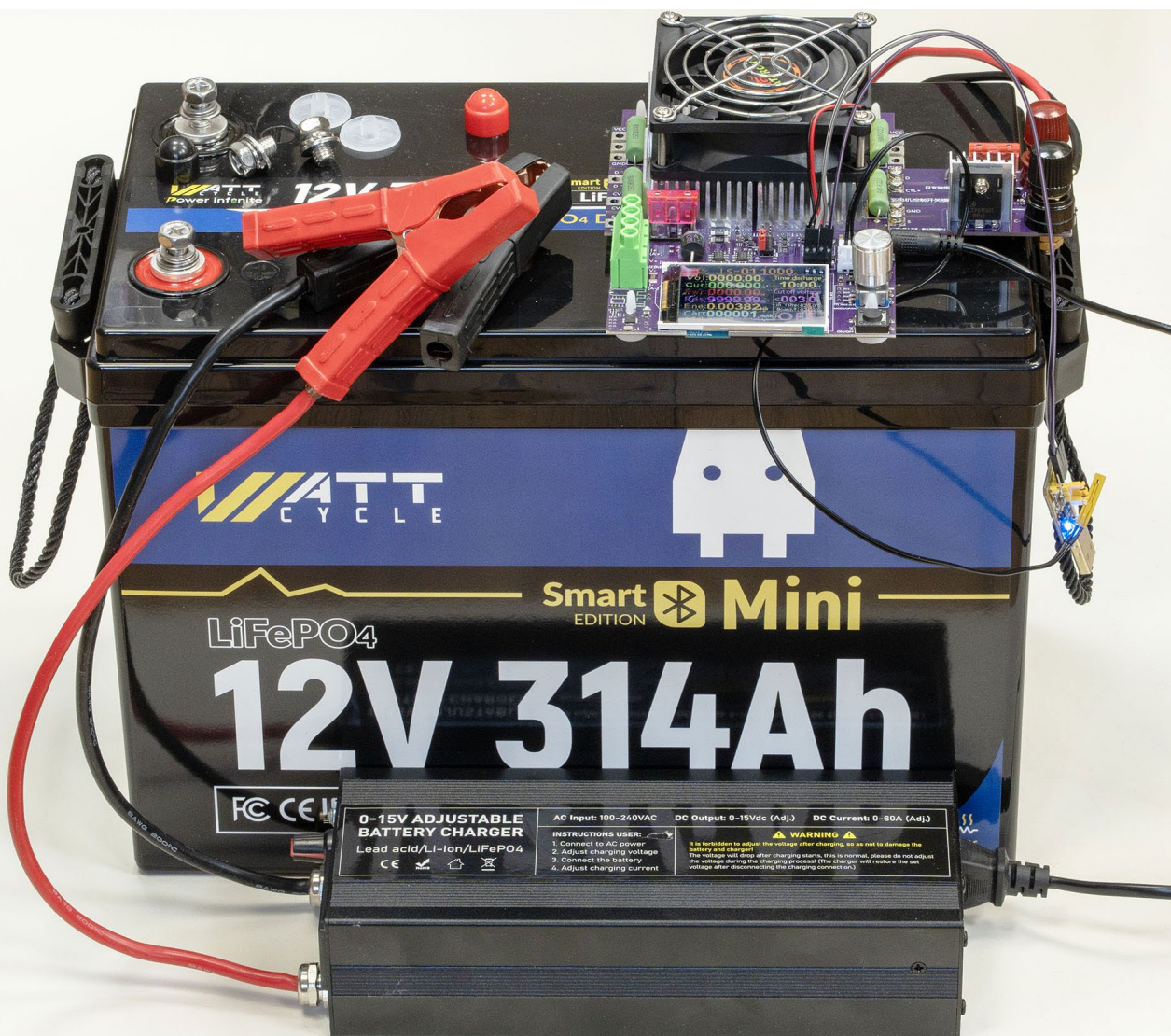
w szczególności kostkę **DW-01**. Warto zagłębić się w zagmatwaną tematykę **zabezpieczeń OVP i OCP**. Warto też wrócić do podstaw. Czy wiesz, kto to był **Romagnosi**? Przypuszczam również, że nawet zaawansowanych zaskoczą niektóre informacje z artykułu o kondensatorach.

Jak zawsze polecam analizę artykułów rzetelnie przedstawionych przez **Andrzeja Pawluczuka**. Dla bardziej zaawansowanych przeznaczona jest pierwsza z czterech części artykułu **Tadeusza Susza**, omawiająca testy oscyloskopów i sond, wykorzystujące opisany w ZE 3/2026 NanoGen.

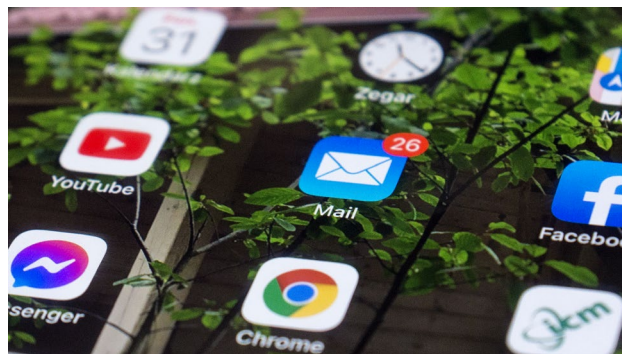
Zapraszam do udziału w zadaniu konkursowym **Wspólnie projektujemy**, dotyczącym realizacji praktycznie użytecznego **termostatu**. No i nie przegapcie zaskakującego, humorystycznego materiału dotyczącego możliwości realizacji w warunkach domowych **tranzystorów swojej roboty!**

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. Także i Ty możesz mieć realny wpływ na postać i zawartość czasopisma albo po prostu podzielić się opinią dotyczącą czasopisma, strony internetowej oraz na dowolne tematy związane z szeroko pojętą elektroniką.

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

Dzień dobry, Panie Piotrze!

Piszę do Pana z prośbą o pomoc w rozwiązaniu pewnego problemu technicznego. Pomyślałem, że przy okazji może to być ciekawy materiał do rubryki „Listy od Czytelników”. Problem występuje w instalacji u jednego z członków mojej rodziny.

Chodzi o silne iskrzenie włącznika światła w momencie jego załączania. Błysk pod klawiszem bywa na tyle intensywny, że włącznik był już wymieniany dwukrotnie z powodu wyraźnego zwęglenia styków.

Sercem układu jest zasilacz impulsowy Mean Well z serii LPV-60 (230 V –> 12 V, moc maksymalna 60 W). Po stronie wtórnej podłączone jest sześć lamp LED o mocy 7,4 W każda, co daje łącznie 44,4 W. Moim pierwszym podejrzeniem był ogromny prąd rozruchowy przy starcie zasilacza. Aby temu zaradzić, zamontowałem gotowy moduł softstartu 230 V, pomiędzy włącznikiem a zasilaczem. Niestety, przyniosło to marny rezultat – empirycznie częstotliwość iskrzenia nieco spadła, ale problem nadal występuje.

Po dokładnym przeanalizowaniu noty katalogowej zasilacza LPV-60 (załączonym do tej wiadomości) znalazłem parametr INRUSH CURRENT (Typ.) o wartości aż 60 A! Wygląda na to, że ten model nie posiada żadnego fabrycznego ogranicznika prądu rozruchowego.

W związku z tym mam do Pana pytanie: czy uważa Pan, że problem ostatecznie rozwiąże wymiana zasilacza na model z wbudowaną funkcją softstartu? A może skuteczniejszym (lub ciekawszym elektronicznie) rozwiązaniem byłoby zbudowanie własnego układu ogranicznika? Jeśli tak, to czy powinien on pracować po stronie sieciowej, czy może problemem są też pojemności po stronie niskiego napięcia?

*Pozdrawiam serdecznie
Dariusz Iwanoczko*

Odpowiedziałem, że chętnie zamieszczę tekst w rubryce Poczta. Mam nadzieję, że ktoś z Czytelników ma jakieś doświadczenia i zechce się nimi podzielić.

Niewątpliwie zaskakująco duży jest prąd rozruchowy zasilacza znanej firmy/marki, a ja mam mieszane odczucia. Niejednokrotnie stosowałem różne softstarty, ale taka sytuacja jest dziwna i zastanawiająca, bo to dość znana i popularna marka.

Możliwości jest kilka. To może wyglądać na błąd konstrukcyjny albo anorektyczne cięcie kosztów, bo w zasilaczach do ograniczenia prądu przy włączaniu często od strony sieci stosowane są termistory NTC lub inne rozwiązania, zależnie od konfiguracji i wielkości kondensatorów filtrujących.

Ale jest też inna bardzo prawdopodobna możliwość: zasilacz jest przewidziany do ciągłego dołączenia do sieci, a włączanie i regulacja (płynna PWM) diod LED ma być realizowana po stronie 12 V. Ja mam w kuchni takie rozwiązania – do wyjścia 12 V dołączony jest regulator PWM, a zasilacz jest na stałe dołączony do sieci.

Dlatego naprawdę trudno mi coś doradzić – w grę wchodzi kilka czynników (koszty, pracochłonność, niezawodność, bezpieczeństwo, rozmiary, obecność regulatora PWM). I tu pytanie do Czytelników: **czy może Ty masz jakieś doświadczenia w tym zakresie?** Bardzo proszę o e-maile w tej sprawie!

Dariusz napisał potem:

Bardzo dziękuję za tak szybką odpowiedź i cenne spostrzeżenia! (...) To idealny punkt wyjścia do dyskusji na łamach magazynu.

Z ogromną ciekawością przeczytam komentarze i poznam doświadczenia innych Czytelników w tej kwestii. Jeszcze raz dziękuję za poświęcony czas.

*Serdecznie pozdrawiam
Dariusz Iwanoczko*

Dzień dobry,
mam problem z akumulatorem, takim jak na fotografii. Ostatnio opisywał Pan te akumulatory w jednym ze swoich artykułów.



Kupiłem trzy takie ogniwa do różnych mierników, ponieważ według danych na stronie powinny mieć pojemność 3400 mAh, czyli większą niż oryginalne akumulatory stosowane w tych urządzeniach. Chciałem dzięki temu rzadziej je ładować. Na samym akumulatorze pojemność nie jest podana, ale to w tej chwili nie ma większego znaczenia.

Jeden z zakupionych akumulatorów okazał się uszkodzony. Wydaje mi się, że początkowo był sprawny, ponieważ przed montażem musiałem go sprawdzić multimetrem (lub już po zamontowaniu w urządzeniu). Po pewnym czasie okazało się jednak, że miernik nie chce się uruchomić. Przyczyną był całkowicie rozładowany akumulator, który obecnie wykazuje napięcie 0 V.

Nie wnikając na razie w przyczynę tego zjawiska, podejrzewam uszkodzenie elektroniki zabezpieczającej. Nie rozbierałem jeszcze akumulatora, więc trudno mi stwierdzić, czy problem leży w samych połączeniach, czy właśnie w elektronice. Nie bardzo chce mi się wierzyć, że uszkodzeniu uległo samo ogniwo.

Mam więc pytanie: po której stronie akumulatora znajduje się elektronika zabezpieczająca – od strony minusa czy plusa? Po oględzinach wydaje mi się, że od strony minusa, ale nie mam pewności.

Nie chciałbym niepotrzebnie zniszczyć obudowy podczas rozbierania, bo być może da się go naprawić. Jeśli nie, zastanawiam się, czy można usunąć elektronikę i wykorzystać ogniwo jako zwykły akumulator bez zabezpieczeń.

Jeżeli ma Pan w tej kwestii jakieś doświadczenia lub wiedzę, będę bardzo wdzięczny za odpowiedź.

Pozdrawiam

Tadeusz

Poprosiłem o trochę cierpliwości, bo właśnie kończyłem artykuł szczegółowo opisujący układ DW01 i pokrewne, które realizują takie zabezpieczenia. Po tem wysłałem artykuł i otrzymałem taką odpowiedź:

(...) „Nie irytuj się, że znów przypominam:...” Nie irytuję się, tylko dziękuję. To są ważne sprawy, gdyż ważne jest jak się obchodzić z ogniwami. Niebezpieczeństwo istnieje i trzeba o tym pamiętać. Oprócz tego są zagadnienia jak w moim przypadku. Dlaczego przestało działać ogniwo? Co się stało? Jeszcze dziś przeczytam część 2. I oczywiście uzbrojony w taką wiedzę będę mógł przystąpić do analizy uszkodzenia. (...)

Otóż jeżeli chodzi o przyczyny „rozładowania akumulatora”, to mogą być różne. Jedną z bardziej prawdopodobnych jest wystąpienie przypadkowego zwarcia zacisków, które podczas przepływu dużego prądu spowodowało zadziałanie zabezpieczenia i „zatrzaśnięcie” układu zabezpieczającego.

Nie sposób jednak odgadnąć szczegółów, także dlatego, że poszczególne wersje kostki DW01 i jej licznych odpowiedników różnią się właściwościami.

Później otrzymałem informacje:

Dzień dobry,

udało mi się odzyskać, czy inaczej mówiąc, uruchomić akumulator 18650, o którym Panu pisałem. Próby z ładowarką, co również Pan sugerował, kończyły się na niczym albo tylko na wyświetleniu komunikatu null. Ta ładowarka to LiitoKala. Ale ponieważ mam drugą ładowarkę to pomyślałem, że może ta druga coś zaradzi. Jeżeli dobrze odczytuję to ma oznaczenie bh-042100-02 u i znaczek Bmax. Jest to produkt tani i prosty. Generalnie nie używam jej do ładowania. Ma diody LED. Przy ładowaniu świecą na czerwono, a po naładowaniu na zielono. I nic więcej. Nie tak jak ładowarka LiitoKala, gdzie informacji jest więcej.

Ale w tym przypadku się sprawdziła. Po włożeniu akumulatora i załączeniu dioda LED zaświeciła się na czerwono, co świadczyło o procesie ładowania. Ładowarka nie ma swojego dedykowanego zasilacza w komplecie i trzeba użyć np. ładowarki do telefonu. Ja mam taką ładowarkę z wyświetlaczem, który pokazuje napięcie wyjściowe (5,1 V) i prąd wyjściowy. Zaobserwowałem, że po załączeniu prąd wyjściowy wyniósł (wartość z wyświetlacza) 0,1 A. Mało, jak na ładowanie rozładowanego akumulatora. Ale postanowiłem tak zostawić i poczekać – czy może zajdą jakieś zmiany. I tak się stało. Nie pamiętam po jakim czasie (ale nie szybko) prąd odczytany z wyświetlacza wzrósł do 0,6 A. Czyli coś się ruszyło, nastąpił faktyczny proces ładowania. Bo już byłem bliski rezygnacji. Taki stan rzeczy trwał ok. 7 godzin. Po tym czasie prąd zaczął spadać. Było już późno i zostawiłem ładowanie na noc. Rano zastałem ładowarkę sygnalizującą proces ładowania świecącą diodą LED na zielono. I wyświetlacz ładowarki pokazywał 0 A. Po wyjęciu akumulatora i zmierzeniu napięcia wyniosło ono 4,2 V. Teraz zobaczę jak w dalszym użytkowaniu będzie się zachowywał ten akumulator.

Czy historia się powtórzy? Bo nie wiem jaka była przyczyna tego, że akumulator wykazywał 0 V i nie dał się ładować. Przynajmniej w ładowarce LiitoKala. Czyżby nastąpiło zjawisko zatrzaśnięcia, o którym Pan wspomina w swoim artykule? Dlaczego? Bo jest to akumulator z elektroniką zabezpieczającą, o czym wcześniej pisałem.

Gdybym nie miał tej prostej ładowarki to bym pewnie dostawał się do „wnętrza” akumulatora, co by skutkowało jego zniszczeniem, uszkodzeniem. Przynajmniej częściowym. To taka ciekawostka z życia i praktyki wzięta.

Pozdrawiam
Tadeusz

Otrzymałem takie pytanie:

Mam w rodzinie zstępnych. Jestem stryjem dla jednego chłopca 9 lat. Chciałbym podarować mu prezent inspirujący intelektualnie. Ile on kosztuje i Jak to załatwić szast prast? Czy to odpowiedni wiek chłopca, syna inż. mgr. elektryka w zawodzie, na taki prezent?

Link do sklepu Botland jest taki:

<https://link.botland.com.pl/pg-ffp>.

Wiek 9 lat jest jak najbardziej odpowiedni, lecz ze względów bezpieczeństwa dziewięciolatek absolutnie nie powinien przeprowadzać eksperymentów sam, tylko pod opieką rozumiejącej temat osoby dorosłej. I pokrewna sprawa:

Dzień dobry,

kupiłam ten zestaw, natomiast instrukcja, pożał się Boże, nawet nie mówi, które filmy publikowane przez Pana lub które konkretnie artykuły zawierają opisy konkretnych ćwiczeń (doświadczeń). To trochę, szczerze mówiąc, słabe i jeśli nie otrzymam jakichś instrukcji jak korzystać z zestawu, będę musiała zwrócić produkt.

Czy mogę otrzymać takie instrukcje bądź czy może mnie Pan odesłać do konkretnych filmów?

Pozdrawiam
Beata

Zestaw jest dostępny, a jak informuję w kolejnych filmach, szczegółowe instrukcje powstają stopniowo, jako filmy oraz artykuły w ZE, począwszy od początku tego roku. Filmy to seria o oznaczeniach zaczynających się od B100. Szczegóły poniżej (skopiowane z opisu ostatniego filmu).

Film przedstawiający zawartość „pękatego kuferka”: <https://youtu.be/9zLp-IkqU6w>.

Filmy z łatwej serii Fascynujące przemiany energii:

B101a: https://youtu.be/hKu_fjxCgDY

B101b: https://youtu.be/_PM3DovvtTU

B101c: https://youtu.be/X_ZxMKma-Q

B103: <https://youtu.be/LYJjk2CgMO0>

B104: <https://youtu.be/iwb89tak0NI>

B105: <https://youtu.be/ZUjNmwaK6WY>

B106: <https://youtu.be/xFNHsR4S5eM>

B107: <https://youtu.be/DazOvSQExYY>

B108: <https://youtu.be/8timw1AzPlc>

B109: <https://youtu.be/QdajjE43RIA>

Wcześniejsze trudniejsze filmy o energii:

A005: <https://youtu.be/KJWdI61OLos>

A006: <https://youtu.be/84uUQBJZKP0>

A007: https://youtu.be/gSK9xXh_r2E

Przypominam!

Zestaw NIE jest przeznaczony do samodzielnych eksperymentów przeprowadzanych przez dzieci, choćby tylko z uwagi na zawartość ostrych przedmiotów, które mogą skaleczyć. Osoby niepełnoletnie powinny tego rodzaju fascynujące eksperymenty przeprowadzać pod opieką wykwalifikowanych opiekunów, np. nauczycieli.

Dobrym uzupełnieniem są mierniki (multimetry, oscyloskop), spośród których mogę polecić tanie i znakomite z uwagi na stosunek możliwości do ceny:

– ZT-219 – multimetr – obecnie najlepszy budżetowy multimetr dla hobbystów,

<https://botland.com.pl/mierniki-universalne/27490-miernik-universalny-true-rms-zoyi-zt-219-628950169853.html>

– w cyklu wykorzystywany jest ZT-703 S – połączenie dobrego multimetru z dwukanałowym 50-megahercowym oscyloskopem,

<https://botland.com.pl/mierniki-universalne/27485-miernik-universalny-z-oscyloskopem-cyfrowym-i-generatorem-50mhz-zoyi-zt-703s-5905567115912.html>

Możliwości zakupu budżetowych zasilaczy laboratoryjnych Korad: <https://link.botland.com.pl/pg-korad>.

W numerach czasopisma ZE od początku tego roku są też artykuły związane z „Pękającym kuferkiem”. Skrócone wersje numerów czasopisma ZE są dostępne na stronie:

<https://piotr-gorecki.pl/n11-poprzednie-numery-ze/>.

Po kliknięciu okładki otworzy się plik PDF ze skróconą wersją tego numeru. Pełne numery czasopisma można kupić w sklepie Botland:

<https://link.botland.com.pl/zrozumiec-elektronike>.

Dzień dobry,

interesują mnie Pana artykuły odnośnie tranzystorów bipolarnych, konkretnie układy wspólnej bazy, emitera i kolektora. Są one wprawdzie dostępne w Internecie, jednakże nie można pobrać ich w pdf.

Chciałbym sobie wydrukować, doczytać, pozakreślać, aby co nieco lepiej zrozumieć.

Czy istnieje możliwość pobrania artykułów w pdf po... np. wsparciu typu Patronite? Jak to wygląda?

Są to bardzo dobre artykuły, które szczegółowo i przystępnie wyjaśniają temat. Po prostu łatwiej się

składa różne zestawy (...) mając wiedzę w zanadru, co jak powinno funkcjonować, itd.

Z poważaniem
Łukasz

Odpisałem, że niestety, nie dysponuję wersjami PDF tych materiałów, o które pyta Łukasz.

Natomiast mnóstwo materiałów udostępniłem w postaci stron internetowych w „Kopalni skarbów” https://piotr-gorecki.pl/n05_kopalnia-skarbow/

Tam jest mnóstwo informacji, a kto chce, może je także wydrukować w różnej postaci.

Witam,

przesyłam w załączniku projekt urządzenia prądotwórczego, które przetwarza energię elektrostatyczną na użyteczną energię elektryczną. Pozdrawiam

Andrzej

W załączniku był tekst bez ilustracji. Poniżej przedstawiam drobne fragmenty tego tekstu:

Wysokonapięciowy generator impulsowy,
Kaskadowy generator rezonansowy,
Generator impulsowy wysokiej częstotliwości.
Budowa i Zasada działania: Projekt przedstawia trzystopniowy generator impulsowy wysokiej częstotliwości. Układ wykorzystuje rezonans elektromagnetyczny oraz sprzężenie transformatorowe do wielokrotnego powielania napięcia. (...)

Podczas gdy napięcie w rezonansie może osiągać wartości rzędu setek kilowoltów lub megawoltów, energia oddawana w obwodzie wtórnym – zgodnie z historycznymi replikacjami urządzeń (...) – stabilizuje się na poziomie ok. 15 do 50 kW użytecznej mocy ciągłej (zasilającej odbiorniki) (...)

Najprawdopodobniej Autor wierzy, że za pomocą prostych rozwiązań można uzyskać „darmową energię” kilowatów mocy ciągłej, ale to jest ułuda.

Przysłany tekst jest niekompletnym, szkicowym opisem klasycznego, iskiernikowego transformatora Tesli, który owszem zwielokrotnia napięcie, ale nie zwiększa mocy.

Hobbyści do dziś budują transformatory Tesli według klasycznych reguł i cieszą się wytwarzanymi długimi iskrami – wyładowaniami.

Natomiast osoby nieorientowane nie rozumieją ani tego, czym jest pole elektryczne, jakie są jego cechy i poważne ograniczenia dotyczące pobierania zeń energii, ani na czym polega rezonans. Takie osoby sądzą, że rezonans jest związany ze zwiększaniem mocy i energii. A tak nie jest.

Chętnie opublikowałbym w ZE praktycznie zrealizowany projekt klasycznego, iskiernikowego, „widowskiego” transformatora Tesli. Tylko niestety

to nie jest sposób na uzyskanie „darmowej energii”. A wprost przeciwnie – nakład pracy jest duży, koszty znaczne, a sprawność energetyczna – bardzo słaba.

Seria technika cyfrowa, komunikacja przez sieć.

Mam pytanie co do tej serii artykułów. Czy one są przeznaczone dla ludzi początkujących i próbują wyjaśnić komunikację sieciową, czy już dla zaznajomionych? Gdyby nie to, że znam się na sieciach, najprawdopodobniej nic bym z tego nie zrozumiał.

Mateusz

Problem w tym, że informatyka to obszerna dziedzina, w większości zajmująca się pojęciami abstrakcyjnymi. A czasopismo jest skierowane do elektroników, którzy w większości nie są informatykami.

Temat komunikacji przez sieć Internetową jest bardzo obszerny i o tyle trudny, że trzeba mieć przynajmniej podstawową wiedzę, jak działa Internet. Nie da się wytłumaczyć zasad komunikacji przez sieć osobom zupełnie początkującym, które nie mają pojęcia o tym, jak działa Internet. Początkujący elektronicy mogą zacząć od ośmiu moich artykułów w „Kopalni skarbów”:

<https://piotr-gorecki.pl/dr001>

<https://piotr-gorecki.pl/dr002>

<https://piotr-gorecki.pl/dr003>

...

<https://piotr-gorecki.pl/dr008>

a potem zgłębiać dalsze szczegóły.

Dzień dobry Panie Piotrze,

od razu muszę mega pozdrowić, bo wiele artykułów Pańskiego autorstwa przeczytałam, wiele układów widziałem. Po latach przerwy czasami lubię poczytać o typowej elektronice, jaką znam. Trafiłem trochę przez przypadek na artykuł „Wspólnie projektujemy: Uniwersalne obciążenie aktywne”.

To może zadam pytanie do schematu z rys.18: wiem, że bramka T1 zabezpieczona jest diodą Zenera, ale czy nie należałoby pomyśleć o jakiejś rezystancji między tą bramką a masą układu? By pozbyć się stanu nieustalonego w nieprzewidzianych okolicznościach? Inne pytanie to wskazanie wyboru T1. Tak IXYS to świetne tranzystory, ale za ułamek ceny np. IRFP264/260 itd. są też dobrym wyborem z ich dobrym obszarem SOA?

Wiem, że projekt miał być uniwersalny, ale chyba mało kto wykorzysta to obciążenie do 300 V?

Wybór napięcia odniesienia na poziomie 1,25 V – zgaduję – to wybór podyktowany porównywaniem podobnej wartości na wzmacniaczu błędów? Bo z rezystora pomiarowego też dostajemy niskie napięcie? Nie ma tu układów ADC do mierzenia większych wartości więc nie zależy nam na wyższym Vref?

Przepraszam za naiwne pytania, elektronika to tylko dawne i w większości teoretyczne hobby. I czy będzie kontynuacja tego projektu, czy może jest w którymś numerze. I już ostatnie pytanie naprawdę, czy można kupić pojedyncze wybrane numery?

Pozdrawiam
Piotr

Jeżeli chodzi o rysunek 18, to w tekście jest powiedziane, że jest to wstępnie przygotowany, jeszcze niesprawdzony praktycznie, schemat bodaj najprostszej uniwersalnej wersji. Rezystor do masy zapewne by się przydał, tylko wcześniej trzeba sprawdzić, jakie są przebiegi nieustalone przy włączaniu zasilania.

A przede wszystkim trzeba dodać elementy kształtujące charakterystykę częstotliwościową, żeby układ się nie wzbudzał – bo na schemacie tej wstępnej wersji takich elementów nie ma.

Co do wyboru MOSFET-a – to jest to bardzo obszerny temat, bo w Internecie można znaleźć alarmistyczne informacje, że „zwykłe” MOSFET-y nie nadają się do pracy liniowej, bo ulegają termicznemu przebicciu wskutek termicznych hotspotów. Stąd wzmianki o „MOSFET-ach liniowych”, produkowanych m.in. przez IXYS. Znaczna część tych groźnie brzmiących informacji o ryzyku związanym z hotspotami jest przesadzona. Ale na pewno pewien problem jest. Wyjaśnienie problemu i dyskusja to bardzo szeroki i trudny temat, w każdym razie przy pracy liniowej dla bezpieczeństwa moc strat „zwykłego” MOSFET-a powinna być mniejsza, niż wynika z charakterystyk w kartach katalogowych.

Temat uniwersalnego obciążenia z jednej strony jest popularny, z drugiej mocno niszowy. Otóż chcielibyśmy badać pojemność rozmaitych akumulatorów oraz maksymalną wydajność rozmaitych zasilaczy i ładowarek. Można zbudować własne aktywne obciążenie albo kupić coś gotowego. Gotowe testery z nakomicie nadają się do takich pomiarów, ale są powolne i nie nadają się do pomiarów impulsowych. Impulsowe obciążenie aktywne to bardzo cenne narzędzie do pomiarów właściwości dynamicznych,

ale jest to narzędzie dla zaawansowanych, dlatego jest to temat niszowy. W ZE już wcześniej przedstawiłem uniwersalny tester impulsowy i przykłady jego wykorzystania i w miarę wolnego czasu chcę wrócić do tematu testera „szybkiego”.

Jednak najczęściej mierzone są pojemność akumulatorów i wydajność zasilaczy, a do tego wystarczą rozmaite „powolne” testery. Z punktu widzenia praktyka, do takich „powolnych” celów nie warto samodzielnie budować stosownego układu, bo będzie to kilkakrotnie droższe, niż wykorzystanie gotowego chińskiego testera. Chińskie testery bywają gorsze i lepsze. Jak pokazuje rysunek, „wielepotrafiący” tester o zaskakująco dużej mocy strat (Atorch DL24EW) można kupić w cenie poniżej 300 złotych. Dostępne są też interesujące dodatki oraz oprogramowanie na komputer PC i smartfon. Nie ma szans, żeby we własnym zakresie zrobić coś podobnego porównywalnym kosztem.

Jak pokazuje fotografia na stronie 3, przygotowuję się do opisanie praktycznych przykładów wykorzystania takiego zaawansowanego testera. Planuję również kontynuować temat zasilaczy czterokwadrantowych, które też mogą pełnić funkcję aktywnego obciążenia.

A pojedyncze numery czasopisma bez problemu można kupić w sklepie Botland:

<https://link.botland.com.pl/zrozumiec-elektronike>.

Szanowny Panie Piotrze,

bardzo przepraszam, że zawracam Panu głowę. Po przejściu na emeryturę postanowiłem nadal zajmować się elektroniką, tym razem już wyłącznie hobbyistycznie, i zaczęłem budować sobie mały warsztat. Niestety musiałem pożegnać się z oscyloskopami HP, Tektronika i podobnymi, dlatego kupiłem Rigola MHO98.

Mam jednak kilka pytań – nie dotyczą one obsługi, lecz raczej sensowności tego zakupu.

Marka+ DL24EW 150W WiFi Smart Power DC USB 18650 Napięcie Prąd 48V Pojemno monitorowania aplikacji Tuya

★★★★★ 4.8 42 Recenzje | 220 sprzedan

244,19zł

Cena zawiera VAT | Cła obliczane przy kasie

3 x 81,40zł bez odsetek Klarna: PayPo

8,00zł zniżki na 73,00zł

kolor: WiFi 150W



1) **Połączenie USB/Wi-Fi.** Połączenie Wi-Fi z komputerem nie działa tak, jak powinno. Często muszę ponownie włożyć dongla, aby uzyskać stabilne połączenie. Możliwość łączenia oscyloskopu z PC jest dla mnie bardzo ważna, ponieważ tracę wzrok (cukrzyca), a możliwość wyświetlania obrazu na dużym ekranie jest dla mnie kluczowa.

Mam półprofesjonalną sieć Wi-Fi i nie obserwuję żadnych zaników sygnału, co wskazuje, że problem nie leży po stronie sieci, lecz sprzętu.

Chciałbym zapytać, jak u Pana sprawuje się łączność Wi-Fi – czy napotyka Pan podobne problemy?

2) **Temperatura pracy.** To mnie naprawdę zaskoczyło. Oscyloskop nagrzewa się do około 40–50°C, według kamery IR. Rozumiem, że przy wysokich częstotliwościach przetwarzania można spodziewać się podwyższonej temperatury, ale 40–50°C wydaje mi się dość wysoką wartością. Czy Pana Rigol również osiąga takie temperatury?

Jeszcze raz przepraszam, że Pana niepokoję, ale lokalni specjaliści tutaj na antypodach nie są – że tak powiem – szczególnie „ogarnięci”.

Z poważaniem
Maciek

Przepraszam za spóźnioną odpowiedź i napisałem:

1. Niestety, nie pomogę. Ja nie wykorzystuję dongla i Wi-Fi. O ile nic się nie zmieniło i jeżeli czegoś nie przeoczyłem, to w oficjalnych materiałach Rigola nie ma opisu i wskazówek dotyczących tego interesującego sposobu komunikacji. Wygląda mi na to, że w miarę dopracowane jest połączenie przez LAN (LXI), a Wi-Fi to „niedopracowana opcja”, którą producent nie chwali się oficjalnie. Ja mam nawet zajęć bieżących i za mało czasu, żeby się temu dokładniej przyjrzeć. Mam sprzęt Rigola, uważam, że wraz z Siglentem oferuje najlepszy stosunek możliwości do ceny, ale doświadczyłem też licznych słabości tego

budżetowego sprzętu. Trochę „dotykałem się” też do zdalnej obsługi sprzętu Rigol i mam nieodparte wrażenie, że w tym zakresie producent ma ogromnie dużo do zrobienia, a to co jest, i jak jest zrobione, jak jest przedstawione na stronach Rigola oraz obsługiwane – to manufaktura nieprzystająca do współczesności.

2. Temperatura. Ja mam DHO924 S oraz MHO98 – oba się mocno grzeją, a MHO znacznie więcej. Ja się tym nie przejmuję, tylko dbam o to, żeby nie blokować przepływu powietrza wokół oscyloskopów. Firma zdobyła już znaczące doświadczenie, robią oscyloskopy >1 GHz, więc ufam, że nie popełnili jakiegoś karygodnego błędu. Tym bardziej w przypadku MHO98, który narobił sporo hałasu w środowisku, bo taki był niewątpliwie cel jego wypuszczenia.

Półprzewodniki mogą pracować w temperaturach nawet powyżej 100 stopni, inne elementy podobnie, więc pytanie brzmi: czy wbudowane chłodzenie nie dopuści do przegrzania? Ufam, że nie dopuści. Oscyloskop nie jest superprecyzyjnym przyrządem, domyślam się, że obwody analogowe „trzymają parametry”, a konkretnie przebieg charakterystyki amplitudowej przy wzroście temperatury o 30 czy nawet więcej stopni, a cyfrówka dużo mniej boi się podwyższonej temperatury.

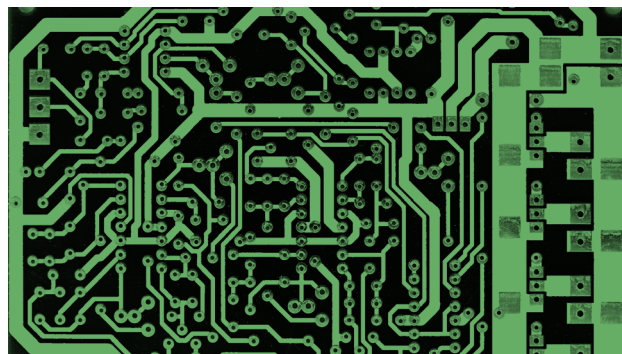
UWAGA!!!

Dotyczy Patronów, którzy prosili o niepobrane numery ZE oraz Patronów z wyższych progów, którzy prosili o diody tunelowe.

Według posiadanych informacji, wszystkie prośby o niepobrane numery ZE zostały zrealizowane. Wysłałem (zwykłą pocztą) też diody tunelowe do wszystkich Patronów z wyższych progów, którzy o to poprosili. Jeżeli ktoś z jakichkolwiek powodów nie otrzymał plików lub diod, proszę o informację.

Łamigłówki elektroniczne

Sierpień 2026



W tej rubryce przedstawiane są łamigłówki związane z elektroniką, także te nadsyłane przez Czytelników. Po pierwsze, możesz nadesłać 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 ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie i Internecie.

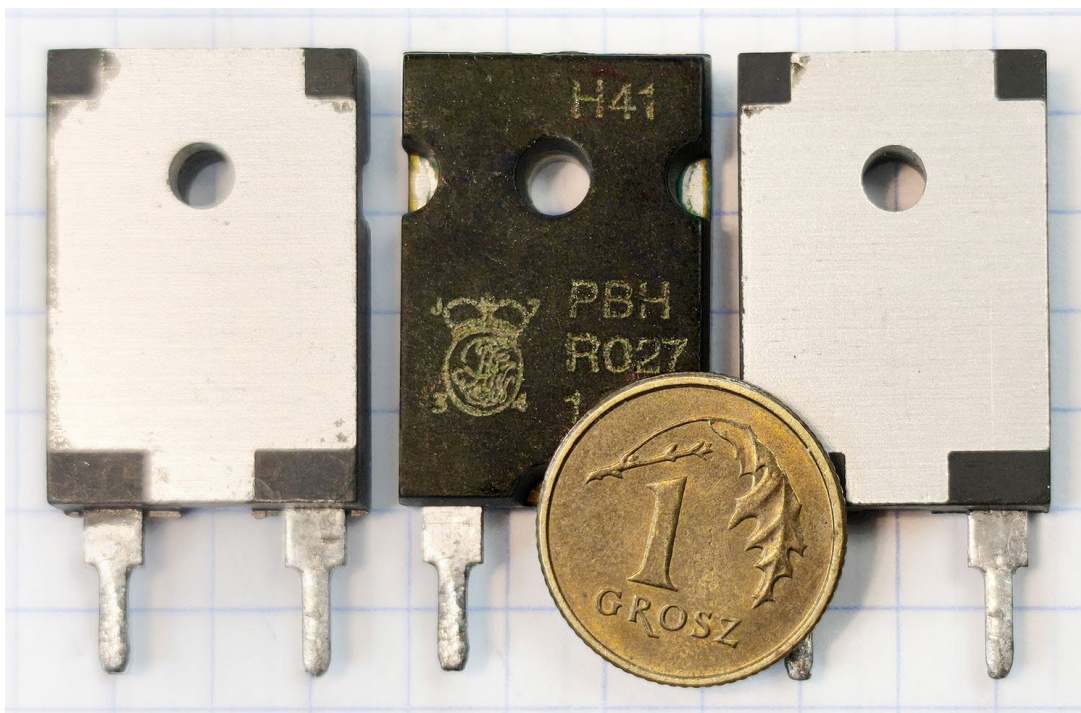
Propozycje krzyżówek, zagadek oraz wszelkich innych łamigłówek należy nadsyłać e-mailem na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl, dodając w treści e-maila następujące, podpisane imieniem i nazwiskiem oświadczenie: ***Oświadczam, że załączona łamigłówka nie była nigdzie publikowana, jest moim dziełem, posiadam 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? 2608
Usterka 2608

Co sądzisz? 2608
Jak wyjaśnisz? 2608

Co to jest? 2608

Na **fotografii** pokazany jest pewien element elektroniczny. **Co to jest?**



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2026 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

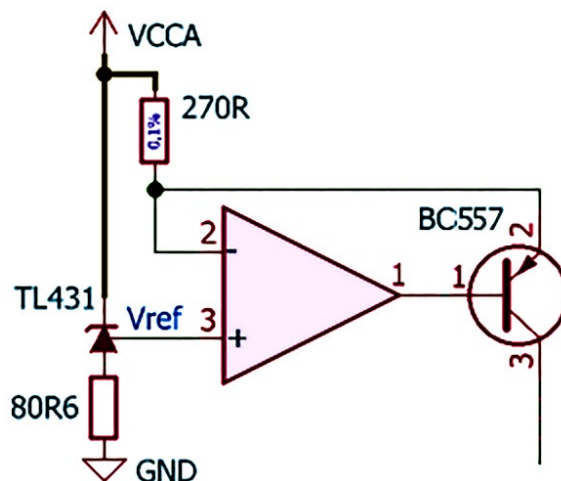
Usterka 2608

Na **rysunku** pokazany jest schemat nietypowego źródła prądowego.

Pytanie konkursowe brzmi:

Czy w takiej konfiguracji widzisz jakiś problem?

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2026 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.



Co sądzisz? 2608

Początkujący elektronik dowiedział się, że można niedrogo kupić rezystory o nominalach rzędu gigaomów, a nawet teraomów. Wcześniej kupił małe tanie chińskie generatory wysokiego napięcia – moduły wytwarzające napięcie rzędu kilowoltów, pozwalające uzyskać iskrę – łuk elektryczny o długości około 2 milimetrów. Czyli wprowadził nie tak imponującej, jak obiecywał sprzedawca, ale i tak robiącej wrażenie. Chciałby zmierzyć napięcie, jakie wytwarzają te generatory i wpadł na prosty pomysł: do woltomierza ze swojego multimetru o rezystancji wejściowej 10 megaomów chce dołączyć szeregowy rezystor 10 gigaomów, by rozszerzyć zakres pomiarowy z 600 woltów do 600 kilowoltów.

Co sądzisz o takim pomysle?

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2026 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

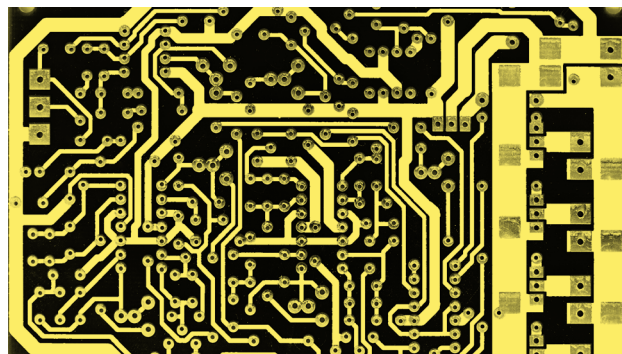
Jak wyjaśnisz? 2608

Młody człowiek na lekcji chemii dowiedział się, że atom miedzi ma na zewnętrznej powłoce jeden elektron swobodny. Próbował policzyć, ile elektronów, a co za tym idzie także ile kulombów ładunku zawiera 1-metrowy odcinek drutu instalacyjnego o przekroju 1,5 mm². Coś jednak mu się nie zgadza i ma wątpliwości, bo wyszły mu jakieś „duże liczby”. Czy możesz mu pomóc, by to policzyć? Ponadto pyta on, czy właśnie taki duży jest ładunek elektryczny tego kawałka drutu?

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2026 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

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

Rozwiązania Łamigłówek Czerwiec 2026



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze czerwcowym (6/2026). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów i upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Co to jest? 2606

Rozwiązanie – Zagadka 2606

Rozwiązanie – Jak odpowiedź? 2606

Rozwiązanie – Policz 2606

Rozwiązanie – Co to jest? 2606

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na **fotografii** pokazany jest element, a raczej pewien moduł elektroniczny.

Podstawowe, dość łatwe pytanie brzmi: **Co to jest i do czego służy?**

Zdecydowanie bardziej interesujące jest pytanie dodatkowe: **Na jakiej zasadzie działa taki moduł?**

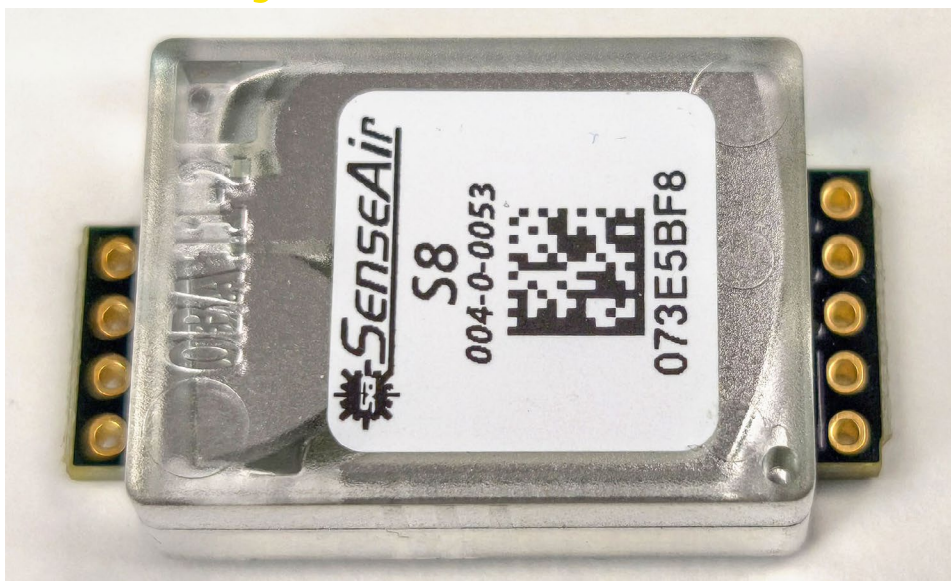
Konkurs jest zamknięty
Oto rozwiązania.

Jest to czujnik stężenia dwutlenku węgla w powietrzu. Działa w oparciu o zjawisko pochłaniania promieniowania podczerwonego emitowanego przez element czujnika i pomiaru jego natężenia przez detektor też wewnątrz czujnika. Im więcej CO₂ między emitorem a detektorem, tym mniej promieniowania IR dociera do detektora, a układ w którym pracuje czujnik, mierzy ten spadek natężenia i oblicza stężenie CO₂.

Pozdrawiam
Roman Grzyb

Co to jest? 2606

Zdjęcie przedstawia czujnik do pomiaru CO₂ w powietrzu, model S8 firmy Sense Air. Jest to czujnik typu



NDIR (non dispersive infrared – nierozpraszający promieniowanie podczerwone). Posiada on tubę pomiarową pokrytą wewnątrz materiałem odbijającym promieniowanie podczerwone i na jednym końcu tej tuby znajduje się detektor tego promieniowania. CO₂ zawarty w badanym powietrzu pochłania część promieniowania podczerwonego w zależności od ilości CO₂. Różnica między wartością wzorcową a faktyczną, zmierzona detektorem, przesyłana jest do mikrokontrolera i wyświetlana na wyświetlaczu i sygnalizowana przez układ alarmowy w wypadku przekroczenia normy.

Zakres pomiarowy tego czujnika to 400–2000 ppm (part per milion). Prawidłowa wartość CO₂ w powietrzu powinna wynosić 400 do 600 ppm.

Andrzej Kubiak ✉

Rozwiązanie – Zagadka 2606

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

W poprzednich miesiącach czterokrotnie zajmowaliśmy się starym, ale bardzo interesującym zasilaczem IZS 5/71, w którym wykorzystane są zaskakujące rozwiązania. Między innymi doszliśmy do wniosku (Rozwiązania Łamigłówek w ZE 5/2026), że główny stabilizator ma nietypową konfigurację, w której obwody sterujące głównym elementem regulacyjnym, związane są z dodatnią, a nie z ujemną szyną napięcia wyjściowego. To niewątpliwie wiąże się z faktem, że głównym elementem regulacyjnym jest zespół sześciu lamp elektronowych – pentod mocy EL36.

Współczesne stabilizatory regulowane zwykle mają inne konfiguracje, gdzie obwody sterujące głównym tranzystorem regulacyjnym najczęściej związane są z ujemną szyną zasilania. Dziś jedne z najpopularniejszych zasilaczy laboratoryjnych to KORAD KA3005. W Internecie można znaleźć materiały na temat ich budowy. Zadanie konkursowe jest takie: **Znajdź potrzebne informacje i przedstaw podstawową konfigurację – schemat blokowy zasilacza KORAD KA3005.** Pytanie dodatkowe brzmi: **Czy konfiguracja ta ma jakiś związek z konfiguracją starego zasilacza IZS 5/71?**

Uwaga! Do rozwiązania zadania wystarczą materiały dotyczące wcześniejszych, „jednoliterowych” wersji zasilaczy KORAD: KA3005D i KA3005P; nie trzeba szukać schematów nowych wersji z literkami KA3005DS i KA3005PS.

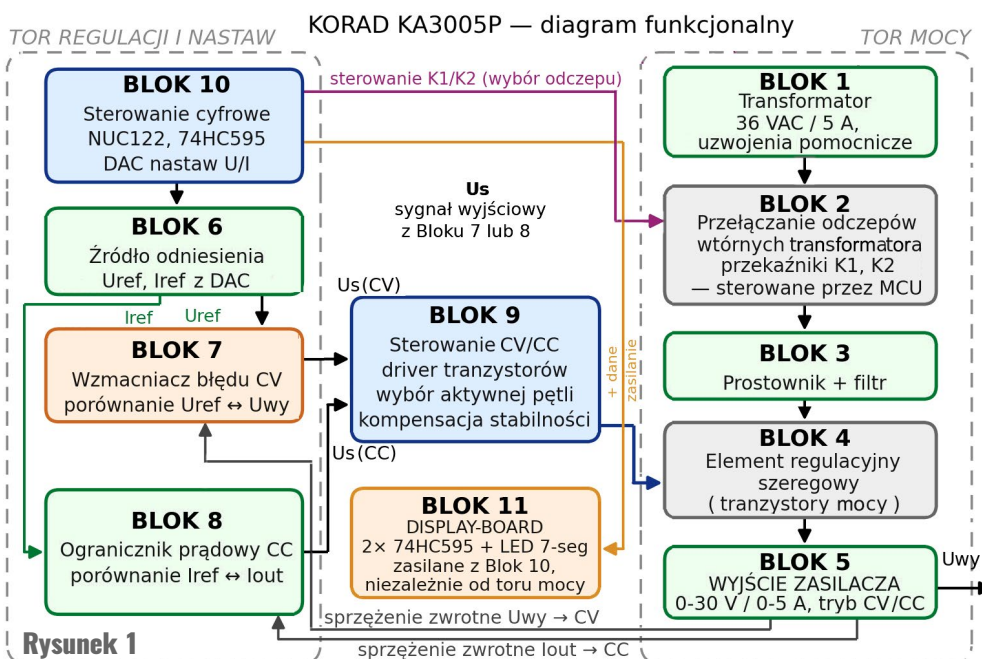
Konkurs jest zamknięty. Zadanie było trudne, rozwiązanie nadesłał tylko niezawodny **Tadeusz Suszał**:

ZAGADKA 2606. Schemat blokowy zasilacza KORAD KA3005P przedstawia **rysunek 1**. Natomiast **rysunek 2** zawiera porównanie architektury zasilaczy IZS 5/71 i KA3005P.

Serce regulacji (wzmacniacz błędów CV, ogranicznik CC, sterowanie CV/CC, element szeregowy) jest w obu konstrukcjach analogowe i topolo-

gicznie identyczne – różni się tylko nośnik (lampa kontra tranzystor). KORAD dodaje cyfrową nakładkę na WEJŚCIU pętli (progi Uref/Us z DAC) i na WYJŚCIU (wyświetlacz LED, USB/RS232). Kluczowa różnica fizyczna: KORAD ma przełączniki K1/K2, przełączające odczepy wtórne transformatora (redukcja strat na tranzystorach mocy) – w IZS 5/71 z lampami EL36 nie jest to niezbędne (...) [przełączanie odczepów jest realizowane ręcznie za pomocą sekcji przełącznika setek woltów].

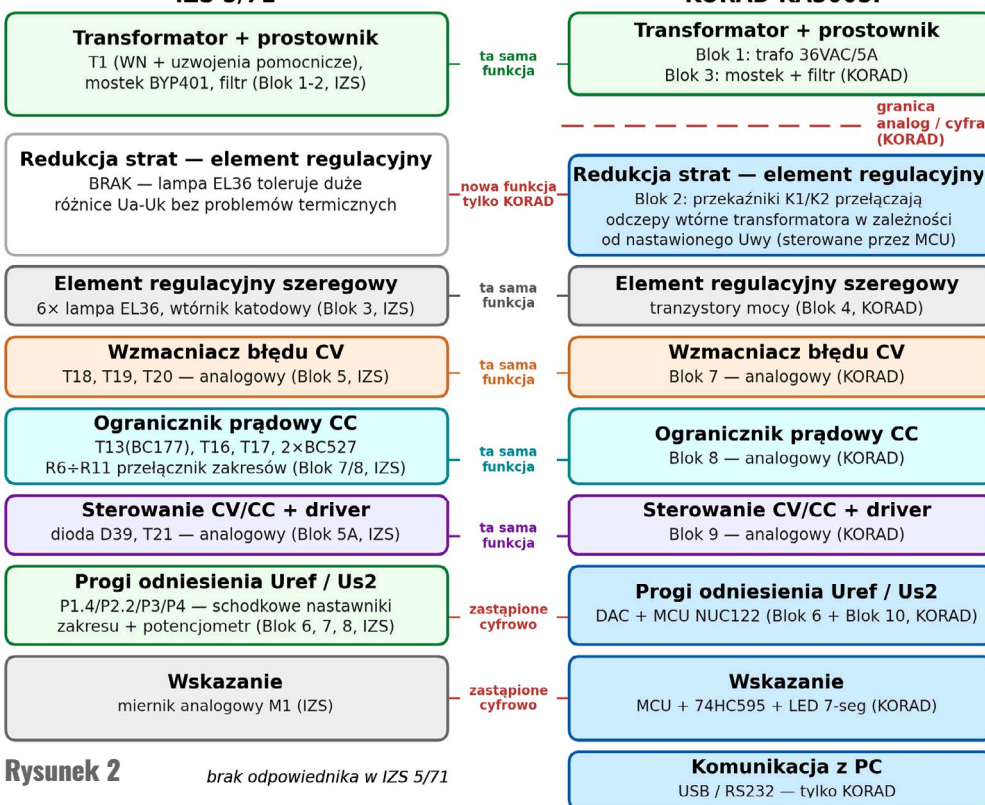
Tadeusz Suszał



Rysunek 1

Uwy napięcie wyjściowe Uref napięcie odniesienia (próg CV) CV pętla regulacji napięcia (constant voltage) Iout prąd wyjściowy Iref prąd odniesienia (próg CC) CC pętla regulacji prądu (constant current)

IZS 5/71 — KORAD KA3005P — porównanie architektury KORAD KA3005P



Rysunek 2

brak odpowiednika w IZS 5/71

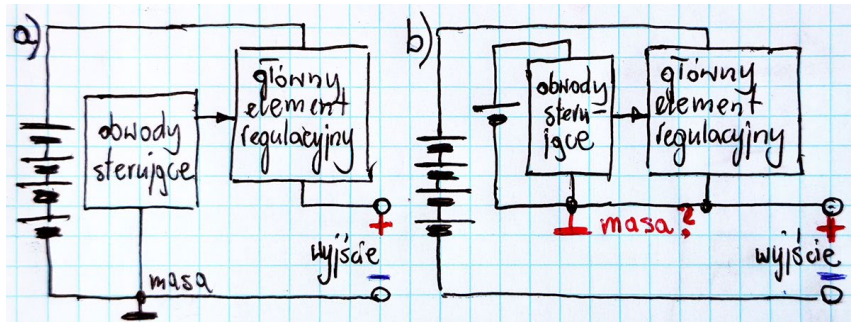
Okazuje się więc, że podobieństw między starym polskim IZS5/71, a nieporównanie nowszym, chińskim KA3005 jest wiele. I chodzi nie tylko o podobieństwa wynikające z faktu, że zasilacze laboratoryjne zawierają podobne bloki, bo budowane są według powszechnie przyjętych reguł.

Właśnie IZS5/71, jak i KA3005 są przykładami, że nie wszystkie zasilacze budowane są według powszechnych reguł – wykorzystują bowiem nietypową, mało znaną konfigurację układową. Otóż w literaturze ogromna większość schematów pokazujących konfiguracje układowe zasilaczy, zawiera obwody sterujące związane z ujemnym zaciskiem napięcia wyjściowego, który jest też masą, jak pokazuje **rysunek 3a**.

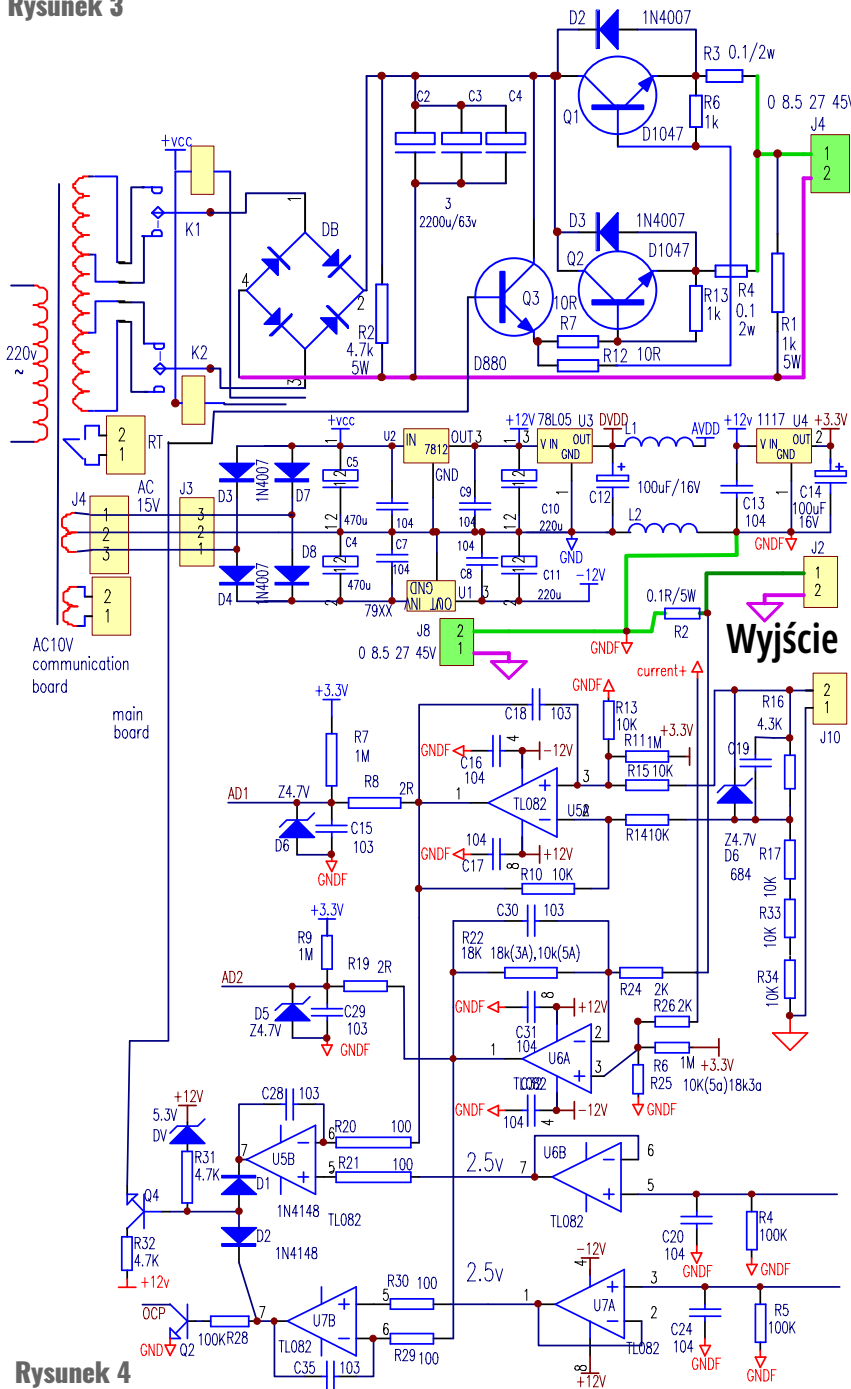
Natomiast i IZS5/71, i KA3005, mają obwody sterujące związane z dodatnim zaciskiem napięcia wyjściowego i zasilane z oddzielnego źródła napięcia, co w największym uproszczeniu przedstawia **rysunek 3b**. I tu można się zastanawiać, gdzie w takim zasilaczu jest masa. To oddzielny szeroki temat, w każdym razie omawiane zasilacze mają specyficzną budowę i specyficznie połączone obwody zasilania. Dociekliwi zapewne zachcą przeanalizować szczegóły i na kilkakrotnie już zamieszczanym w ZE schemacie IZS5/71, i na uproszczonym schemacie „koradów” KA3005D, widocznym na **rysunku 4**. Przede wszystkim trzeba zwrócić uwagę na obwód masy analogowej, oznaczony GNDF (i oddzielony dławikiem obwód masy cyfrowej GND). To część oddzielnego bloku zasilającego „obwody sterujące”, gdzie mamy napięcia +VCC, +12 V, -12 V, a także +3,3 V. Co ważne, masa analogowa GNDF jest dołączona nie do ujemnego, lecz do dodatniego zacisku wyjściowego, czyli tak, jak na rysunku 3b! Co prawda „po drodze” jest jeszcze rezystor R2, ale to nie zmienia konfiguracji, bo R2 to rezystor do pomiaru prądu wyjściowego zasilacza o oporności 0,1 oma.

Podkreślam, że w konfiguracji z rysunku 3b obwody sterujące muszą być zasilane z oddzielnego źródła, odseparowanego galvanicznie od głównego źródła, ale za to daje to ogromną elastyczność. Taki zasilacz może pracować przy bardzo różnych napięciach w głównym obwodzie regulacji napięcia i prądu.

Koncepcja z rysunku 3b i realizacja wg rysunku 4 są zaskoczeniem dla wielu elektroników, przyzwyczajonych do „kanonicznych” rozwiązań. Interesujący temat konfiguracji układowych zasilaczy, w tym



Rysunek 3



Rysunek 4

zasilaczy laboratoryjnych, będzie kontynuowany. Już w następnym numerze planowany jest artykuł **Wojciecha Dębskiego** o różnych konfiguracjach „klasycznych”, a potem artykuły o realizacji uniwersalnego eksperymentalnego modułu, według rysunku 3b.

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2606

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Kontynuujemy wątek związany z kluczowym w elektronice, ale wcale nie tak łatwym, jak się wydaje, tematem ładunku elektrycznego.

*Otóż zakładamy, że przyszedł do nas młody człowiek, który dowiedział się w szkole, że kondensator gromadzi ładunek elektryczny i chce się upewnić: **czy podczas ładowania, kondensator rzeczywiście gromadzi ładunek, czyli czy zwiększa się ilość ładunku zawartego w tym kondensatorze?***

*Ponieważ trochę interesuje się elektroniką, więc wcześniej już coś słyszał o ujemnych elektronach i dodatnich dziurach, dlatego dodatkowo pyta, **czy te dodatnie ładunki w kondensatorze to dziury?***

Jak należałoby odpowiedzieć na takie pytania?

Konkurs jest zamknięty. Temat jest trudny, mnóstwo osób ma fałszywe wyobrażenia w omawianych kwestiach. Pełne wyjaśnienie, a raczej wyprostowanie fałszywych wyobrażeń wymagałoby obszernego artykułu lub kilku artykułów. Dlatego nic dziwnego, że mało osób decyduje się zabrać głos w tych kwestiach. Oto jedyne nadesłane rozwiązanie.

Jak odpowiesz? 2606

Podczas ładowania kondensatora do ujemnej elektrody dopływają elektrony. Jednocześnie z elektrody dodatniej odpychane są elektrony (ładunki jednoimiennie odpychają się). Prowadzi to do powstania w tej elektrodzie tzw. „dziur elektronowych”, które są faktycznie ładunkami dodatnimi.

Andrzej Kubiak

Andrzej słusznie napisał, że „z elektrody dodatniej odpychane są elektrony”. I tu trzeba postawić kropkę nad „i” i wyraźnie stwierdzić: **podczas ładowania ilość ładunku zawartego w kondensatorze NIE zwiększa się!** Jest dokładnie tak, jak w przypadku baterii i akumulatora: tyle samo ładunku, który jest

doprowadzany do jednej elektrody odpływa z drugiej elektrody. **Całkowita ilość ładunku zawartego w kondensatorze nie zmienia się.** I właśnie tu jest problem, bo większość definicji głosi, że kondensator to element służący do gromadzenia ładunku elektrycznego. Jak pogodzić takie na pozór sprzeczne stwierdzenia? Część osób ma prawidłowe wyobrażenia i wie, jak to pogodzić i wyjaśnić, ale nie można tego detalicznie i przystępnie wytłumaczyć w krótkim rozwiązaniu konkursu.

To zadanie konkursowe ma zwrócić uwagę na niedoskonałość aktualnych programów edukacyjnych dotyczących elektryczności i elektromagnetyzmu, które w umysłach wielu osób tworzą bałagan. Po tem część osób niesłusznie uważa, że ma słabe zdolności umysłowe, jeżeli nie potrafi zrozumieć i jasno wytłumaczyć elementarnych podstaw elektryczności. A przyczyna jest inna: w podręcznikach zagadnienia dotyczące elektrostatyki i ładunku elektrycznego nie są wyjaśniane w sposób ścisły, a brak precyzji powoduje zamieszanie i wątpliwości.

Dotyczy to też pojęcia dziur. Ogólnie „dziura to brak elektronu”, tylko problem w tym, że o dziurach mówimy w przypadku półprzewodników, czyli materiałów o budowie krystalicznej, gdzie mamy „konkretne miejsca na elektrony” ale w paśmie walencyjnym, a nie w paśmie przewodnictwa. Natomiast w przewodnikach nic nie mówimy o w pełni zapełnionym paśmie walencyjnym, bo w paśmie przewodnictwa mamy „ocean swobodnych elektronów”, które tworzą swego rodzaju gaz elektronowy wewnątrz przewodnika. I jest problem właśnie z brakiem precyzji i z właściwym nazwaniem „braku elektronów” w przewodnikach gdzie „dziur nie ma”.

W kolejnych zadaniach z tej serii nadal będziemy zastanawiać się nad szczegółami dotyczącymi ładunków elektrycznych, a dopiero wtedy gdy określimy zakres i różne oblicza problemu, możemy się zająć wyjaśnieniem wątpliwości w sposób możliwie najbardziej przystępny. ▀

Rozwiązanie – Policz 2606

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na fotografii pokazany jest 200-watowy potencjometr, a tak naprawdę reostat, o rezystancji 5 omów. W pewnym układzie będzie on pracował jako rezystancja obciążenia i zostanie ustawiony na wartość 1,25 oma. Pytanie konkursowe brzmi:

Jaki może być maksymalny prąd obciążenia przy takiej pracy?

Konkurs jest zamknięty. Oto rozwiązania.

Policz 2606

Ze względu na to, że przedstawiony potencjometr pracuje jako reostat (w obwód włącza się jeden koniec i ślizgacz) to w zależności od położenia ślizgacza prąd płynie przez jego część. Moc wydzielana będzie tylko na tej części rezystancji i będzie proporcjonalnie mniejsza od mocy całego potencjometru. Dla oporności 1,25 Ω będzie to:

$$P = (1,25/5) \cdot 200 = 50 \text{ W}$$

$$I = \sqrt{P \cdot R} / R = \sqrt{50 \cdot 1,25} / 1,25 = 6,32 \text{ A}$$

Jest to taki sam prąd, jak dla całej rezystancji 5 Ω . Tylko wydzielona moc na tym odcinku będzie mniejsza.

Andrzej Kubiak

Policz 2606

Dla reostatu 5 Ω / 200 W moc znamionowa odnosi się do całego uzwojenia oporowego. I ta moc określa maksymalny prąd, jaki może płynąć przez drut oporowy, bez względu na ustawienie suwaka.

$$P = I^2 R$$

$$I = \sqrt{P/R}$$

Po podstawieniu danych do wzoru, otrzymamy wartość prądu $I = 6,32 \text{ A}$.

Dla klasycznych reostatów drutowych często występuje jeszcze zjawisko tzw. deratingu przy małych nastawach, ponieważ najgorętszy jest fragment drutu bezpośrednio przy suwaku. W niektórych katalogach producenci podają specjalne krzywe obciążalności, z których wynika, że przy wykorzystaniu 25% uzwojenia dopuszczalna moc może być nawet nieco mniejsza niż 25% mocy znamionowej.

Dla reostatu 5 Ω /200 W spodziewałbym się bezpiecznego prądu ciągłego rzędu 5–6 A a 6,32 A traktowałbym jako teoretyczne maksimum wynikające z proporcjonalnego skalowania mocy.



Teoretyczny prąd konstrukcyjny drutu: 6,32 A Współczynnik deratingu dla małych nastaw (ok. 15-20% redukcji).

Realny bezpieczny prąd ciągły: 5,0 A do 5,4 A.

Jeżeli ten reostat ma pracować jako obciążenie laboratoryjne, to warto też uwzględnić sposób podłączenia. Jeśli wykorzystujemy go jako reostat (koniec uzwojenia + suwak), obowiązuje powyższa analiza. Natomiast gdyby całe uzwojenie było włączone w obwód, a suwak służył jedynie jako odczep pomiarowy, sytuacja byłaby zupełnie inna.

Tadeusz Suszał

Zadanie, wbrew pozorom, nie było łatwe, bo wydaje się, że podana moc dotyczy całego elementu. A przecież nie cały element w jednakowym stopniu rozprasza wydzielane ciepło. Ceramika w miarę dobrze przewodzi ciepło, ale kluczową sprawą jest temperatura drutu oporowego. Dlatego nic dziwnego, że część osób zasugerowała się tą maksymalną mocą i napłynęły też rozwiązania nietrafne:

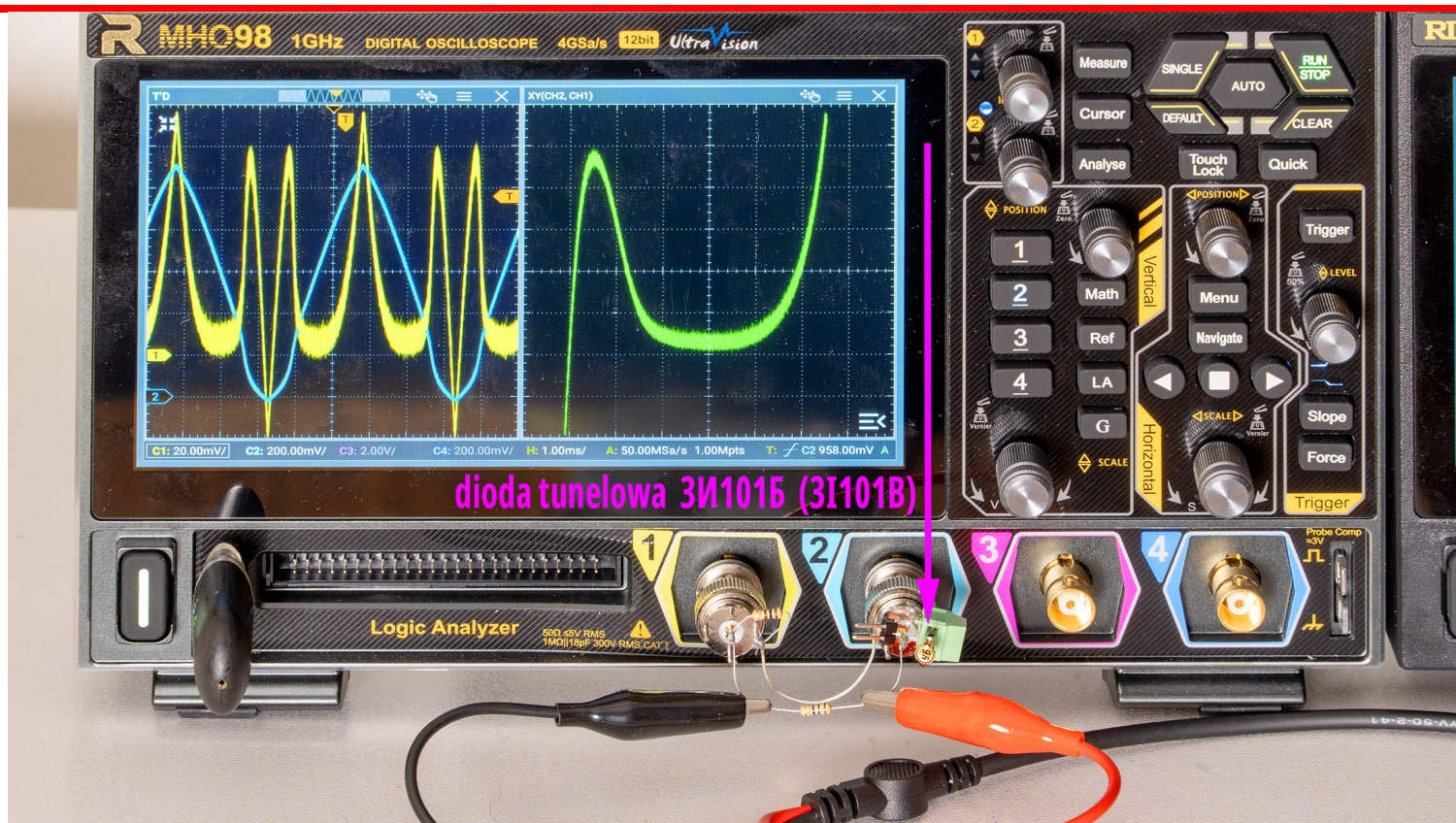
$$12,65 \text{ A, a dokładnie } I_{\max} = \sqrt{160}.$$

Pozdrawiam
Tomasz

Witam,

reostat to rezystor, którego rezystancję można regulować. Aby obliczyć maksymalny prąd obciążenia skorzystałem ze wzoru $I = \sqrt{P/R}$. Po podstawieniu danych mamy $I = \sqrt{(200/1,25)} = \sqrt{160} = 12,65 \text{ A}$.

Czytelnik ✉



Poznaj i testuj diody tunelowe!

Diody tunelowe to wielce tajemnicze elementy o ujemnej rezystancji dynamicznej, o których uczymy się w szkole. Niewiele osób miało je w rękach. Niniejszy artykuł pokazuje przykłady i wskazówki, jak w zaskakująco łatwy sposób można się do nich „dotknąć”. Wskazuje też, jak łatwo wejść w ich posiadanie.

Układy testowe – rozważania projektowe
Elementarne testy diod tunelowych

Bardzo dobra wiadomość dla Patronów!

Diody tunelowe budzą ciekawość, bo te tajemnicze dwukońcówkowe elementy mogą być między innymi oscylatorami, wzmacniaczami, multiwibratorami, uniwibratorami i przerzutnikami bistabilnymi. To budzi niedowierzanie, a aurę tajemniczości zwiększa fakt, że mogą one pracować przy częstotliwościach rzędu gigaherców, czyli w zakresie mikrofalowym. Diody tunelowe słusznie są przedstawiane jako koronny przykład niepojętych dla większości zjawisk kwantowych, a konkretnie zjawiska tunelowania kwantowego. Jesteśmy zaskoczeni informacjami o ich dziwacznych właściwościach, zwłaszcza dotyczących charakterystyki i ujemnej rezystancji.

Niewielu elektroników miało bezpośredni kontakt z tymi bardzo interesującymi elementami. ***Niniejszy artykuł pokazuje przykłady, jak w zaskakująco łatwy sposób można się do nich „dotknąć” oraz jak je nabyć.*** Dawniej były one wykorzystywane głównie w wojsku i były praktycznie niedostępne dla „zwykłych śmiertelników”. Dziś wyprzedawane są stare zapasy radzieckich diod tunelowych. Najtańsze oferty mają ceny po kilka złotych za sztukę. Jeśli ktoś jest zainteresowany, zakup nie jest problemem. A moi Patroni z wyższych progów mają dodatkową możliwość otrzymania bezpłatnie takich diod ode mnie. Szczegóły na końcu artykułu.

Y – PRAKTYCZNA

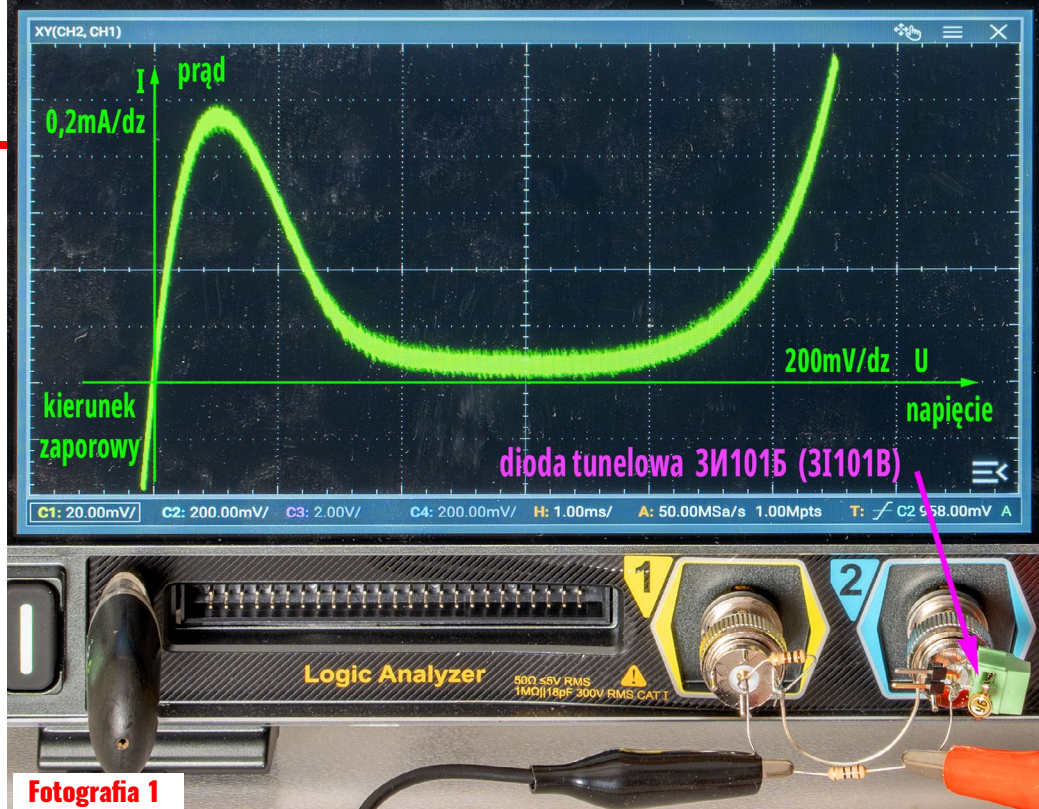
Fotografia 1 oraz **fotografia tytułowa** pokazują stanowisko do zobrazowania charakterystyki diody tunelowej. Oprócz badanej diody i oscyloskopu potrzebne są dwa rezystory oraz generator. Rezystory i wielkość sygnału z generatora są tak dobrane, że pozioma oś napięcia ma skalę 200 mV na działkę, a pionowa oś prądu to 0,2 mA/dz. Pomiar wykazuje zgodność z danymi katalogowymi: 3I101B (3I1015) to dioda z arsenku galu ze szczytem 1 mA przy 100 mV i napięciem U_{FP} około 1,1 V.

Na **fotografii 2** widać prosty generator akustyczny z diodą tunelową, cewką i membraną piezo. Wykorzystałem dobraną dużą cewkę, żeby rezonans mechaniczny membrany piezo zgadzał się z rezonansem elektrycznym obwodu LC.

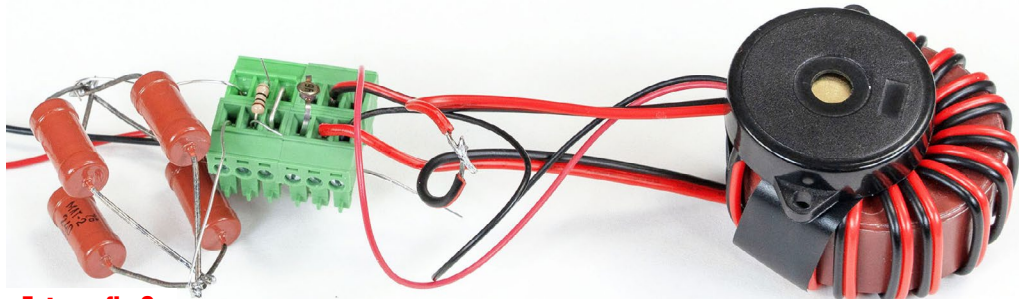
Na **fotografii 3** pokazany jest, zasilany przez jedno ogniwo AAA, generator LC z cewką 100 μ H i kondensatorem 6,8 nF, wytwarzający przebieg o częstotliwości 198,25 kHz.

Fotografia 4 przedstawia przykład wykorzystania diody tunelowej do wytwarzania impulsów o stromych zboczach. Na wejście podany jest przebieg

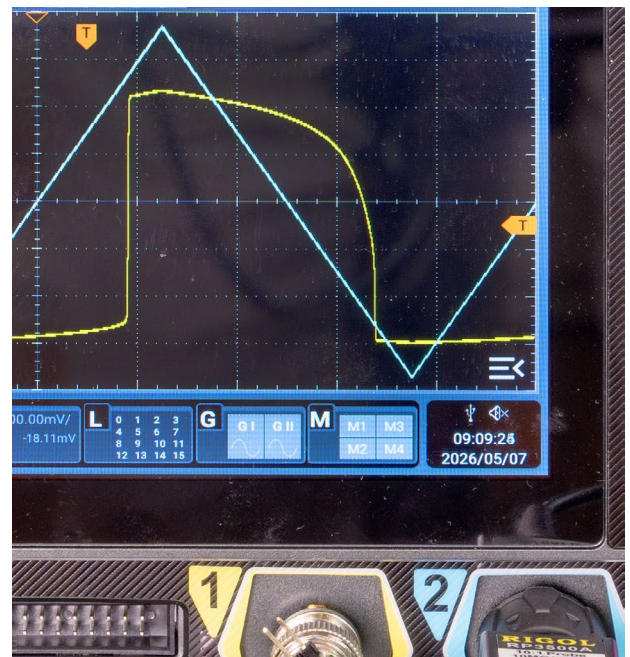
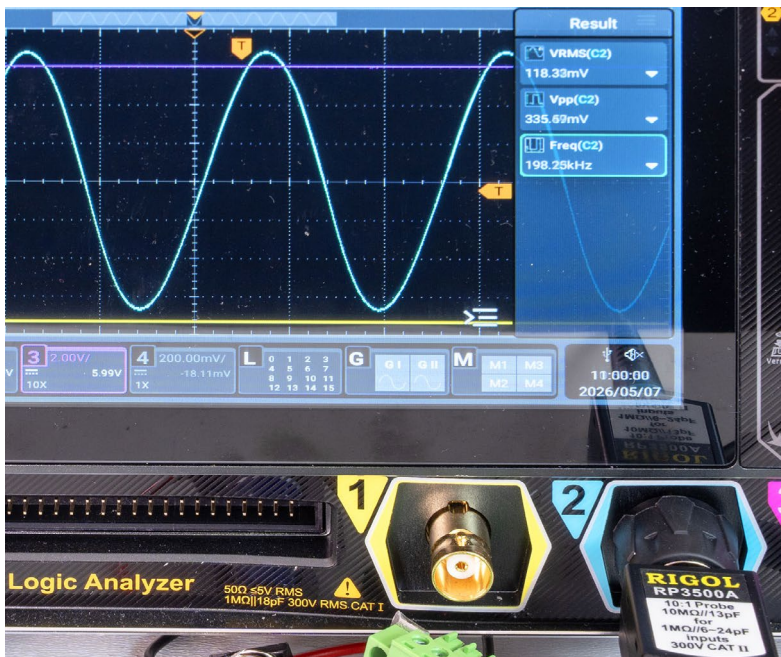
trójkątny, a na wyjściu są impulsy (żółty przebieg), których stromość zboczy zależy od kilku czynników. W odpowiednich warunkach stromość zboczy może być rzędu 100 pikosekund (0,1 ns), a nawet mniej!



Fotografia 1



Fotografia 2



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



Co trzeba wiedzieć o... diodach tunelowych

Diody tunelowe to wielce tajemnicze podzespoły, dawniej wykorzystywane do celów wojskowych, do których hobbysta nie miał dostępu. Dziś łatwo można wejść w ich posiadanie, przeprowadzać interesujące eksperymenty, ale do tego potrzebne są przynajmniej podstawowe informacje o tych elementach.

Co to jest dioda tunelowa?

Parametry diod tunelowych

Układy testowe – rozważania projektowe

Elementarne testy diod tunelowych

Dobra wiadomość dla moich Patronów!

Diody tunelowe budzą ciekawość, ale panuje przekonanie, że to są elementy po pierwsze niedostępne dla zwykłego śmiertelnika, po drugie, że skrajnie trudno je wykorzystać, między innymi dlatego, że pracują przy częstotliwościach rzędu gigaherców oraz że są wyjątkowo delikatne i łatwo ulegają zniszczeniu. Poniższy artykuł jest uzupełnieniem artykułu o numerze **Y078** oraz filmu YT Y078, w którym udowadniam, że tak nie jest – każdy hobbysta może praktycznie poznać ich właściwości i je wykorzystać.

Kiedyś dawno elementy te były absolutnie niedostępne dla hobbystów. Po pierwsze były bardzo drogie, po drugie w czasach słusznie minionych nie były dostępne w handlu, bo przeznaczone były głównie

do sprzętu wojskowego, a samo posiadanie takich elementów mogło narazić na oskarżenie o działanie na szkodę systemu. Dziś sytuacja jest inna. Od upadku Związku Radzieckiego do dziś dostępne są stare zapasy radzieckich diod tunelowych: germanowych (Ge) i z arsenku galu (GaAs).

To prawda, że diody tunelowe są bardzo delikatne, ale przy zachowaniu rozsądnych zasad ostrożności każdy może je wykorzystać, a przynajmniej „pobawić się” nimi, ku swojej wielkiej satysfakcji.

Faktem jest też, że diody tunelowe to elementy wyjątkowo szybkie i były wykorzystywane głównie w technice mikrofalowej. Ale co dla nas ważne, mogą też pracować przy dowolnie małych częstotliwościach.

Mogą pracować zarówno w roli przedziwnych, śmiesznie prostych generatorów i wzmacniaczy, jak też służyć do uzyskiwania bardzo stromych impulsów o czasie narastania rzędu pikosekund. Opisuję to nieco dokładniej właśnie w artykule Y078, a tutaj przedstawię garść najważniejszych informacji o tych diodach.

Co to jest dioda tunelowa?

Dla najmniej zorientowanych: **dioda tunelowa** to dwukońcówkowy element – **fotografia 1** – o bardzo dziwnych właściwościach. W zasadzie jest to najprawdziwsza dioda półprzewodnikowa, ale ma pewne właściwości, różniące ją od powszechnie znanych diod prostowniczych. Nie służy do prostowania prądu (choć są też „prostownicze” odmiany diod tunelowych, znane jako tzw. **diody wsteczne** – *backward diodes* – przykład na **fotografii 2**).

Dioda tunelowa, pomimo że ma tylko dwie końcówki, może być wykorzystana do pracy w roli elementu aktywnego, na przykład we wzmacniaczach (tak!), w generatorach, w obwodach pamiętających (jako komórka pamięci), w układach logicznych, między innymi w przerzutnikach, oraz obwodach kształtowania impulsów. **Większość diod tunelowych to bardzo delikatne elementy o bardzo małej mocy.** Ale produkowano też wersje o dużym prądzie, rzędu amperów.

Diody tunelowe są bardzo szybkie i generalnie pracują w urządzeniach mikrofalowych, gdzie częstotliwości są rzędu gigaherców. Tak, ale mogą też pracować przy dowolnie małych częstotliwościach, tylko wtedy można to zrobić prościej i lepiej za pomocą tranzystorów.

Japoński naukowiec, **Reona (Leo) Esaki (fotografia 3)** wyanałzył je i opisał ich niezwykle



Fotografia 1

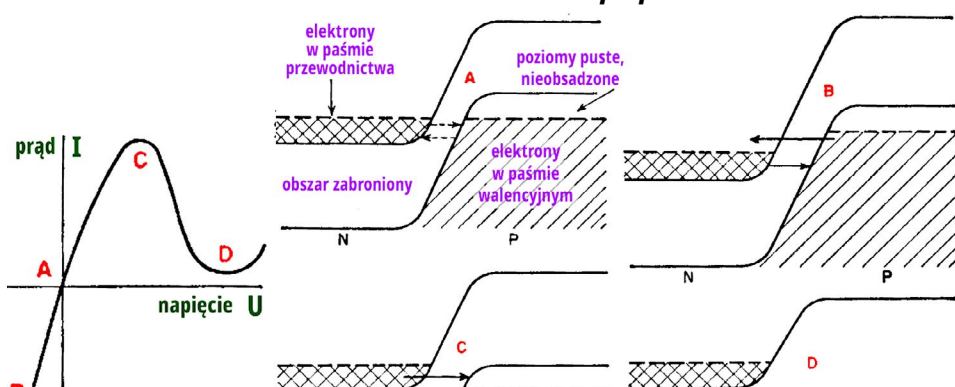
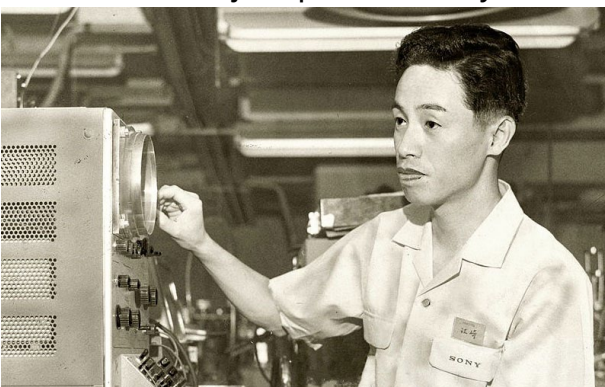
właściwości w roku 1957. Dlatego **diody tunelowe** nazywane są też **diodami Esakiego**. Było o nich bardzo głośno w latach 60. i z tych lat pochodzą profesjonalne artykuły i książki na ich temat. Potem zainteresowanie przeniosło się na inne pokrewne elementy (m.in. na „silniejsze” diody Gunna). Obecnie diody tunelowe praktycznie nie są już wykorzystywane w nowych konstrukcjach, bo dziś dostępne są bardzo szybkie tranzystory, które mogą pracować przy częstotliwościach rzędu gigaherców. Dziś diody tunelowe są przede wszystkim dużą atrakcją dla hobbystów i bodaj najprostszą możliwością „dotknięcia” tajemniczych zjawisk kwantowych.

A teraz parę słów dla bardziej zaawansowanych (nie przejmuj się, jeśli „ani w ząb” nie zrozumiesz tych szczegółów). Otóż w zasadzie dioda tunelowa to kanoniczne złącze p-n, jakie znajdziemy też w popularnych diodach prostowniczych. Dioda tunelowa

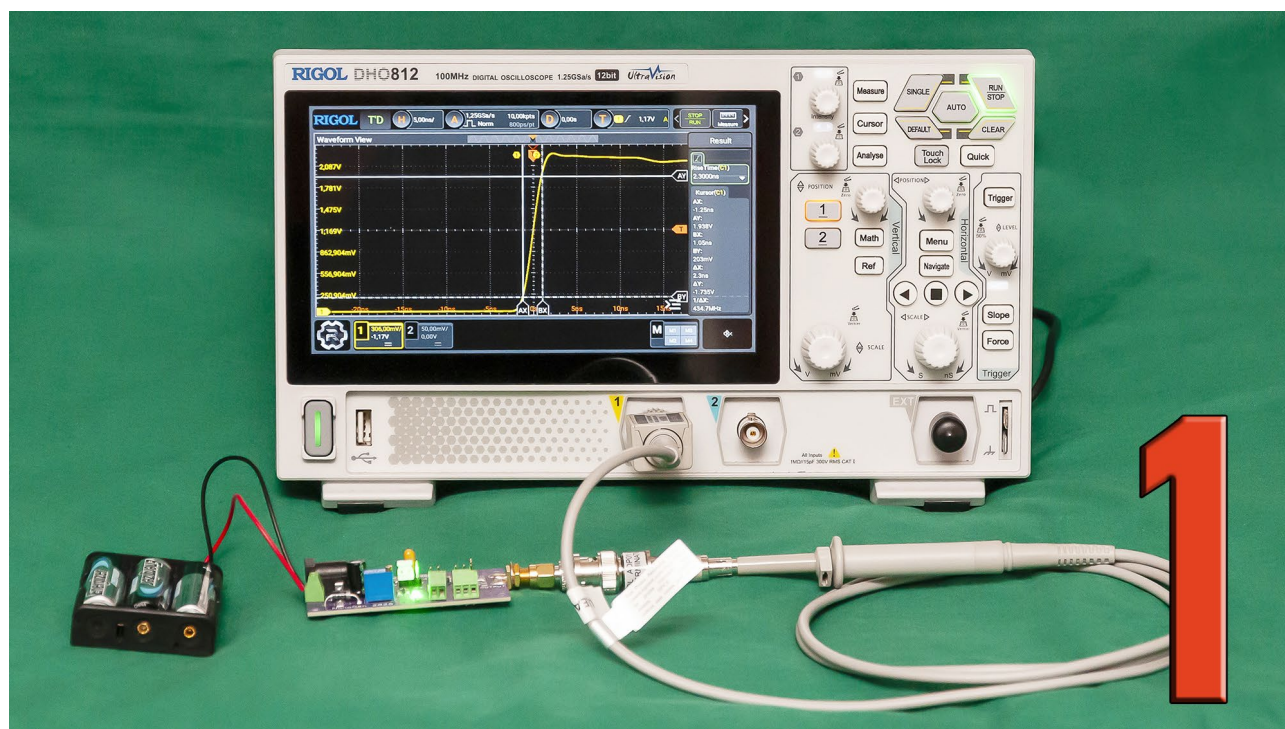
także jest połączeniem dwóch obszarów półprzewodnika: obszaru typu p, gdzie nośnikami większościowymi są dziury, oraz typu n, gdzie nośnikami większościowymi są elektrony – **rysunek 4. Zasada budowy jest identyczna jak zwykłej diody, a kluczową różnicą względem typowych diod prostowniczych jest o wiele silniejsze domieszkowanie półprzewodników.**



Fotografia 2



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



Impulsowy test oscyloskopów i sond pomiarowych, część 1

Zmontowałem i przetestowałem „NanoGen – generator nanosekundowy” opisany w ZE 3/2026. Było to bardzo interesujące, wzbogacające wiedzę, ale też zaskakujące doświadczenie. W czterech artykułach chciałbym podzielić się swoimi spostrzeżeniami. Mam nadzieję, że moje uwagi przydadzą się innym Czytelnikom.

Nanogenerator jako źródło testowe
Założenia i metodyka pomiarów

Ocena odpowiedzi impulsowej toru pomiarowego
Paradoks pomiarowy – kiedy sonda „przyspiesza” oscyloskop

Pomiar szerokości pasma oscyloskopów i sond oscyloskopowych kojarzy się zwykle z wykorzystaniem kosztownych generatorów sinusoidalnych, analizatorów sieci lub specjalistycznych kalibratorów laboratoryjnych. W praktyce wielu elektroników amatorów i konstruktorów pracujących we własnych laboratoriach nie dysponuje tego typu wyposażeniem, co utrudnia ocenę rzeczywistych możliwości posiadanej aparatury pomiarowej.

Jednocześnie rozwój nowoczesnych oscyloskopów cyfrowych oraz dostępność bardzo szybkich generatorów impulsowych sprawiają, że coraz większego znaczenia nabierają metody oparte na analizie odpowiedzi czasowej układu. Pojedyncze zbocze

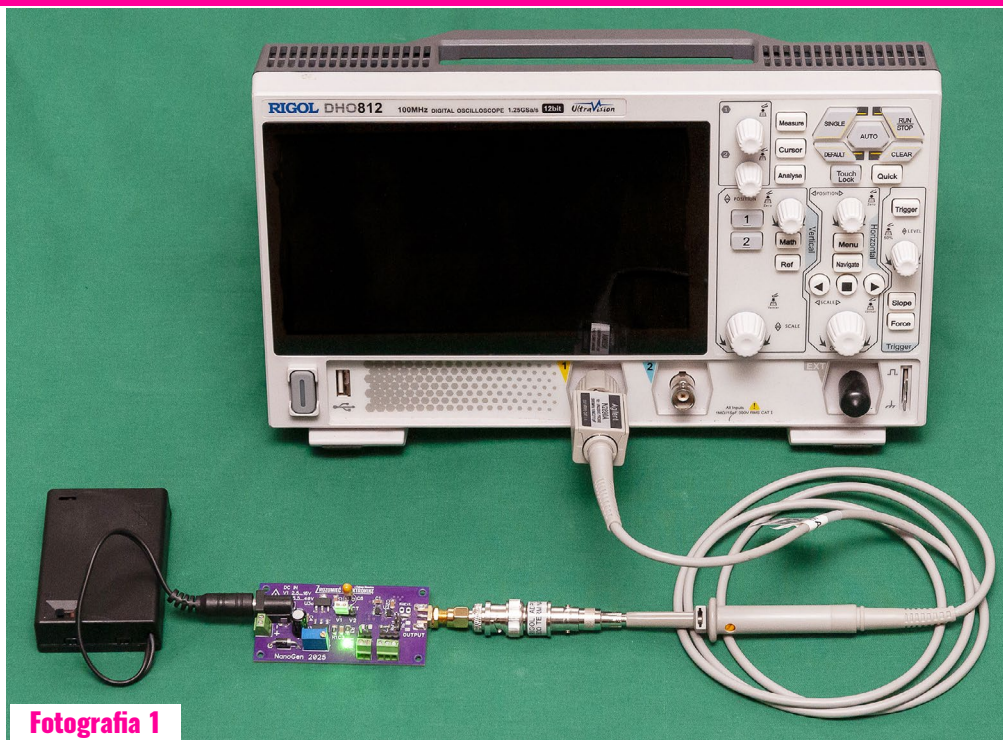
narastające, o czasie liczonym w nanosekundach zawiera bowiem bardzo szerokie spektrum częstotliwości, zdolne ujawnić wiele właściwości dynamicznych badanego toru pomiarowego.

W przeciwieństwie do klasycznej metody sinusoidalnej, która pozwala określić częstotliwość graniczną przy spadku amplitudy o 3 dB, analiza odpowiedzi impulsowej pokazuje również zjawiska trudne do zauważenia podczas pomiarów częstotliwościowych. Należą do nich między innymi przeregulowanie (overshoot), oscylacje przejściowe, odbicia wynikające z niedopasowania impedancyjnego oraz wpływ pasożytniczych elementów RLC obecnych w rzeczywistym torze pomiarowym.

Inspiracją do przeprowadzenia opisanych badań było wykorzystanie nanogeneratora impulsowego zmontowanego na podstawie wcześniej opublikowanego projektu. Po otrzymaniu płytki drukowanej i uruchomieniu urządzenia, początkowym celem było jedynie sprawdzenie jego działania oraz ocena jakości generowanych impulsów. Szybko okazało się jednak, że generator może pełnić funkcję użytecznego źródła testowego do badania odpowiedzi impulsowej oscyloskopów, sond pomiarowych oraz innych elementów torów szerokopasmowych.

W elektronice wysokich częstotliwości często okazuje się, że sam proces wykonywania pomiarów jest równie interesujący jak ich końcowy wynik. W trakcie eksperymentów odpowiedź impulsowa pozwala ujawnić wiele subtelnych zjawisk dynamicznych, których interpretacja często prowadzi do lepszego zrozumienia zachowania rzeczywistych układów elektronicznych. Właśnie dlatego warto samodzielnie wykonywać podobne doświadczenia. Pozwalają one nie tylko zweryfikować parametry aparatury pomiarowej, ale również lepiej zrozumieć zachowanie rzeczywistych układów elektronicznych.

Kolejne eksperymenty zaczęły przynosić coraz bardziej interesujące rezultaty. Okazało się, że nawet niewielkie zmiany konfiguracji połączeń mogą wpływać na kształt odpowiedzi impulsowej, a różne sondy oscyloskopowe potrafią w odmienny sposób zniekształcać obserwowane przebiegi. Niektóre z uzyskanych wyników okazały się wręcz zaskakujące i początkowo wydawały się sprzeczne z intuicją. Celem eksperymentu nie było zastąpienie laboratoryjnych metod wzorcowania ani precyzyjne wyznaczanie pasma granicznego metodą częstotliwościową. Znacznie bardziej interesujące okazało się sprawdzenie, jak wiele informacji o jakości toru pomiarowego można uzyskać na podstawie odpowiedzi na pojedyncze szybkie zbocze impulsu. Szczególną uwagę poświęcono wpływowi elementów pasożytniczych, jakości połączeń, zjawiskom przeregulowania, tłu-

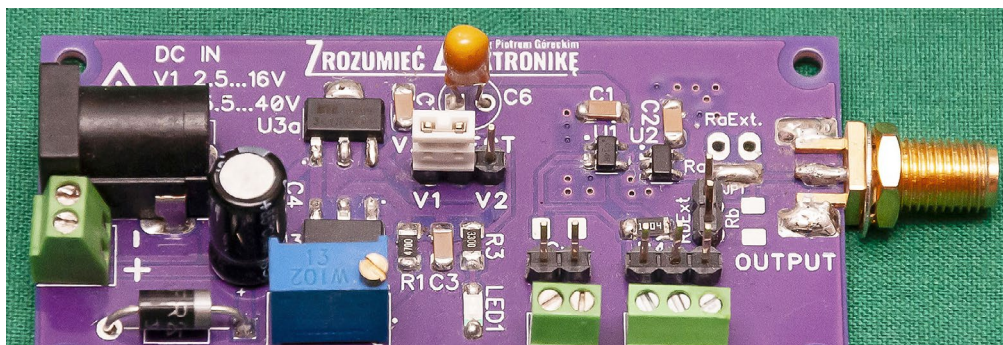


Fotografia 1

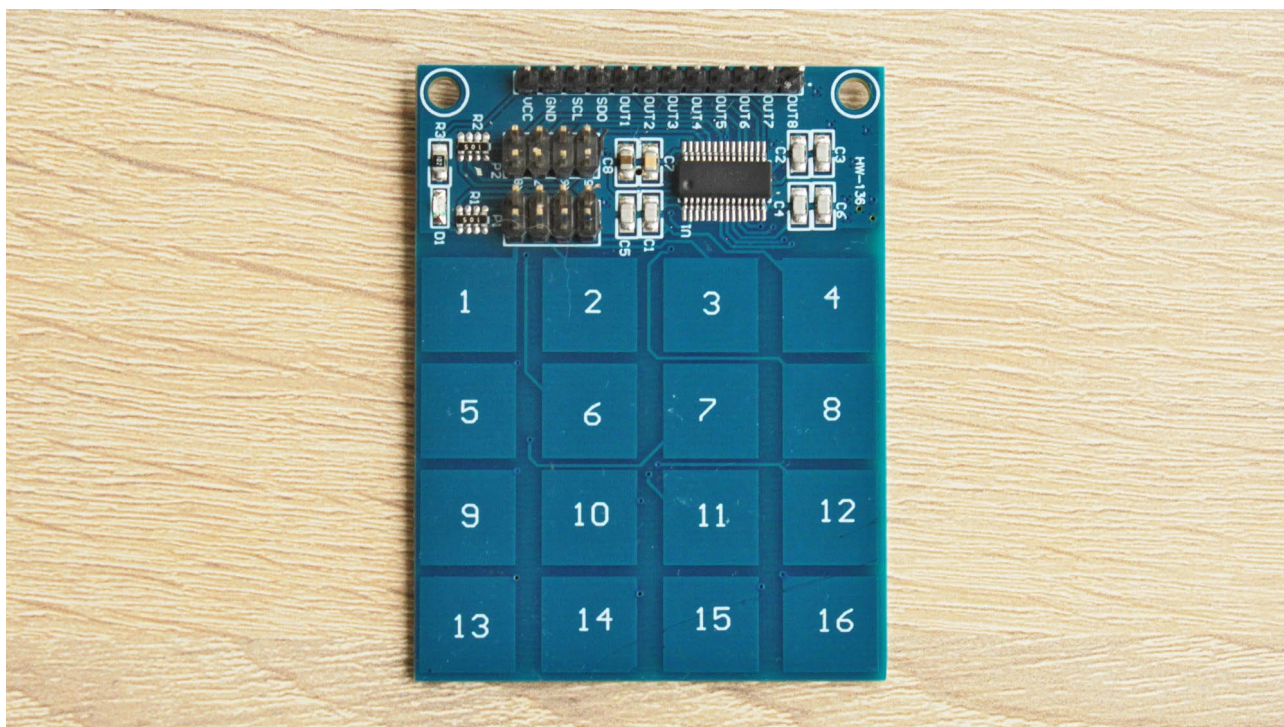
Na **fotografii 1** przedstawiono stanowisko pomiarowe wykorzystane podczas badań. Widać tu nano-generator impulsowy, oscyloskop Rigol DHO812, terminator przelotowy 50 Ω , adapter sondy oraz sondę pomiarową używaną w eksperymentach.

Nanogenerator jako źródło testowe

Na **fotografii 2** jest pokazany nanogenerator impulsowy zmontowany na podstawie wcześniej opublikowanego projektu (ZE 3/2026). To właśnie od jego uruchomienia rozpoczęła się seria moich eksperymentów opisanych w artykule. Układ generuje impulsy o czasie narastania poniżej nanosekundy, dzięki czemu może być wykorzystywany do badania odpowiedzi impulsowej oscyloskopów, sond pomiarowych oraz elementów torów transmisyjnych. W przeciwieństwie do klasycznych generatorów sinusoidalnych nie służy on do bezpośredniego wyznaczania charakterystyk częstotliwościowych. Jego zadaniem jest pobudzenie badanego układu bardzo szybkim zboczem



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



Moduł klawiatury dotykowej o 16 polach

Klawiatury dotykowe stają się elementami coraz bardziej przydatnymi w zastosowaniach hobbystycznych. O ile w przypadku modułów o mniejszej liczbie sensorów dotykowych istnieje możliwość bezpośredniego ich użycia, to rozwiązanie o 16 polach wymaga zastosowania mikrokontrolera.

Moduł klawiatury

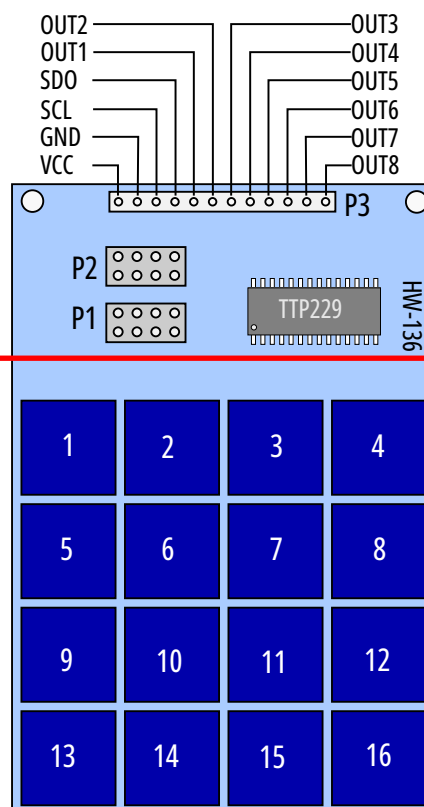
Testy modułów

Moduł pod kontrolą mikrokontrolera

Czujniki dotykowe zdobywają coraz większą popularność. Pozwalają utworzyć niewielkie klawiatury stając się konkurencją dla często stosowanych klawiatur telefonicznych (również o 16 przyciskach). W niewielkich systemach mikroprocesorowych (o niezbyt dużych zasobach przede wszystkim pinów portów) mają istotną przewagę nad tradycyjnymi: wystarczą 2 piny do obsługi dotykowej w przeciwieństwie do stykowej telefonicznej, wymagającej 8 pinów. Aby sprawnie posługiwać się takim modulem warto zapoznać się z jego budową i funkcjonalnością.

Moduł klawiatury

Tytułowy moduł o 16 polach dotykowych (opisany na PCB jako HW-136) bazuje na układzie scalonym TTP229 (rysunek 1).



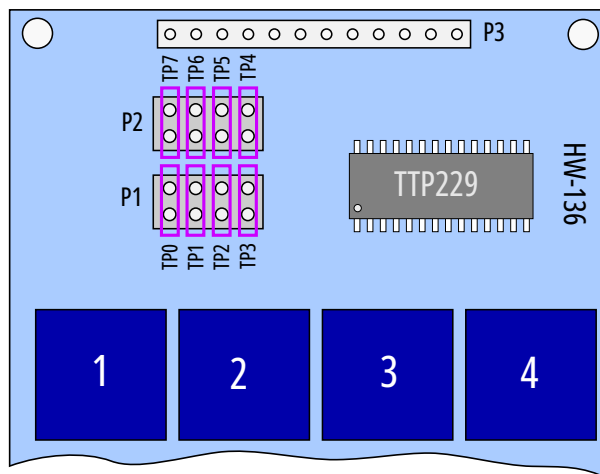
Rysunek 1

Pozwala on na obsługę na dwa sposoby: poprzez wbudowany interfejs szeregowy (dostępny na złączu P3 jako *SCL*, *SDO*) oraz bezpośrednio jako wyjścia *OUT1...OUT8* (tu występuje ograniczenie jedynie do pierwszych 8 pól). Poszczególne styki mają następujące znaczenie:

- VCC – zasilanie modułu, dopuszczalne napięcie: 2,4 V...5 V,
- GND – potencjał odniesienia dla zasilania (0 V) oraz wszystkich sygnałów logicznych,
- SCL – sygnał zegarowy w komunikacji modułu z mikrokontrolerem,
- SDO – sygnał danych w komunikacji modułu z mikrokontrolerem,
- OUT1...OUT8 – statusy dotknięcia pól pierwszych 8 sensorów.

Moduł klawiatury ma możliwość konfiguracji za pomocą odpowiedniej liczby zworek. Nie ma możliwości zmian konfiguracyjnych poprzez interfejs szeregowy *SCL*, *SDO* – tu możliwą operacją jest jedynie odczyt statusu dotknięć sensorów. Z praktycznego punktu widzenia, aby mieć możliwość zmian wybranych cech, warto w miejsce opisane na rysunku 1 jako P1 oraz P2 wlotować dwurzędowe goldpiny, aby za pomocą jumperków zwierać ze sobą odpowiednie pary styków. Każda para jest określona jako *TP0 ...TP7* (**rysunek 2**). Brak zworki oznacza stan domyślny. Znaczenie poszczególnych par konfiguracyjnych jest następujące (wartość domyślna to odpowiednie piny nie są połączone):

- TP0 – konfiguruje wyjścia *OUT1...OUT8*, może być typu otwarty dren (piny zwarte) lub wyjście typu CMOS (wartość domyślna).
- TP1 – konfiguruje stan w obrębie *OUT1...OUT8*, jakim jest sygnalizowane wykrycie dotknięcia odpowiedniego pola sensora, piny zwarte determinują sygnalizację dotknięcia stanem logicznego zera (wartość domyślna to sygnalizacja jedynką logiczną),
- TP2 – zwarcie pinów aktywuje obsługę 16 pól sensorów oraz komunikację poprzez *SCL* oraz *SDO* (status dotknięcia nie jest sygnalizowany na wyjściach *OUT1...OUT8*), rozwarcie pinów (wartość domyślna) ogranicza klawiaturę do pierwszych 8 pól sensorów z sygnalizacją na wyjściach *OUT1...OUT8* (można nadal obsługiwać przez mikrokontroler jako klawiaturę 8-pinową, wymaga 8 cykli pętli zamiast 16, jak jest zaprezentowane dalej w oprogramowaniu),
- TP3, TP4 – określa możliwość dekodowania kilku dotknięć, stan otwarty obu par konfiguracyjnych (domyślny) oznacza dekodowanie pojedynczych dotknięć,



Rysunek 2

częstotliwość próbkowania (około 64 Hz) i czas reakcji klawiatury wynosi około 100 ms, brak połączenia (stan domyślny) – częstotliwość próbkowania wynosi 8 Hz i czas reakcji około 200 ms,

- TP6 – wpływa na czas, przez jaki czujnik dokonuje pomiaru pojemności w jednym cyklu, zwarcie pinów oznacza, że czas pomiaru jest skrócony do 2 ms, ale jest zmniejszona odporność na szum elektryczny, rozwarcie styków (stan domyślny) oznacza czas pomiaru około 4 ms, jednak zapewnia większą stabilność i mniejszą podatność na zakłócenia,

- TP7 – para pinów przeznaczona do ochrony układu przed zablokowaniem w przypadku stałej detekcji dotyku pola sensora (np. gdy położono na nim przedmiot lub panel został zalany płynem), piny połączone ograniczają czas wciśnięcia do 80 sekund, brak połączenia pinów (stan domyślny) oznacza, że czas wciśnięcia jest nielimitowany.

Piny konfiguracyjne TP3 i TP4 pozwalają określić tryb pracy z detekcją pojedynczych pól lub jednocześnie detekcją kilku dotknięć sensorów. Rozwarcie obu zworek (stan domyślny) determinuje tryb pracy z wykrywaniem pojedynczych dotknięć (*Single-Key*). Możliwe inne kombinacje to:

- TP3 rozwarte, TP4 zwarte – określa tryb bez ograniczeń, można wcisnąć dowolną liczbę klawiszy jednocześnie (*Multi-Key*),

- TP3 zwarte, TP4 rozwarte – określa tryb mieszany: pola od 1 do 8 działają w trybie *Multi-Key*, a pola od 9 do 16 w trybie *Single-Key*,

- TP3 zwarte, TP4 zwarte – określa tryb grupowy: pola są podzielone na pary lub sekcje, blokując się nawzajem tylko w obrębie własnej grupy.

Podobnie jak w przypadku modułów z mniejszą liczbą pól sensorów, wszelkie zmiany konfiguracji wymagają odłączenia na krótki czas od zasilania.

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



Interfejs 1-wire

Do komunikacji między mikrokontrolerami a przyłączonymi do nich komponentami zostało wymyślonych wiele różnych rozwiązań. Jednym z nich jest interfejs 1-wire. Mimo dość dużej popularności, większość mikrokontrolerów nie posiada dedykowanego, sprzętowego kontrolera 1-wire.

Idea działania interfejsu 1-wire

Przykład zastosowania

1-wire to dwukierunkowy protokół komunikacji elektronicznej, który pozwala na przesyłanie danych oraz zasilanie za pomocą tylko jednego przewodu sygnałowego (i wspólnej masy). Jego historia sięga końca lat 80. ubiegłego wieku i była związana z minimalizacją zasobów wymaganych do obsługi przyłączonych komponentów. Zaczęło się w firmie Dallas Semiconductor od prostego pomysłu na minimalizowanie kosztów okablowania do połączenia z mikrokontrolerem. Rozwiązaniem okazała się linia, w której pojedynczy przewód potrafił jednocześnie zasilать układ i przesyłać dane dwukierunkowo. Sukcesem komercyjnym technologii 1-wire były układy z serii DS199x zamknięte w stalowych, okrągłych obudowach przypominających baterie pastylkowe, znane jako *iButton* (fotografia tytułowa prezentuje *iButton*, plik udostępnił Stan Zurek na licencji Creative Commons). Stalowa obudowa stano-

wiła masę (GND), a odizolowane wieczko – linię danych (DQ). Elementy te stały się hitem w systemach kontroli dostępu, rejestracji czasu pracy. Wymagały jedynie dwóch styków elektrycznych. Pamiętając, że jednym musi być potencjał odniesienia (GND), pozostaje jeden przewód do zasilania i przesyłania danych. Oprócz komponentów *iButton*, popularnym elementem wykorzystującym ten typ komunikacji jest wręcz kultowy cyfrowy termometr DS18B20. W 2001 roku doszło do przejęcia Dallas Semiconductor przez firmę Maxim Integrated, która jednocześnie nabyła prawa autorskie do standardu. W tej firmie doszło do znaczącego rozwinięcia koncepcji 1-wire – poprawienia stabilności na długich liniach. Obecnie właścicielem praw do tej technologii jest gigant branży analogowej – Analog Devices po przejęciu w 2021 roku firmy Maxim Integrated. Mimo że protokół istnieje już kilkadziesiąt lat,

nadal ma zastosowanie w prostych realizacjach, gdzie nie jest wymagana duża prędkość transmisji.

Idea działania interfejsu 1-wire

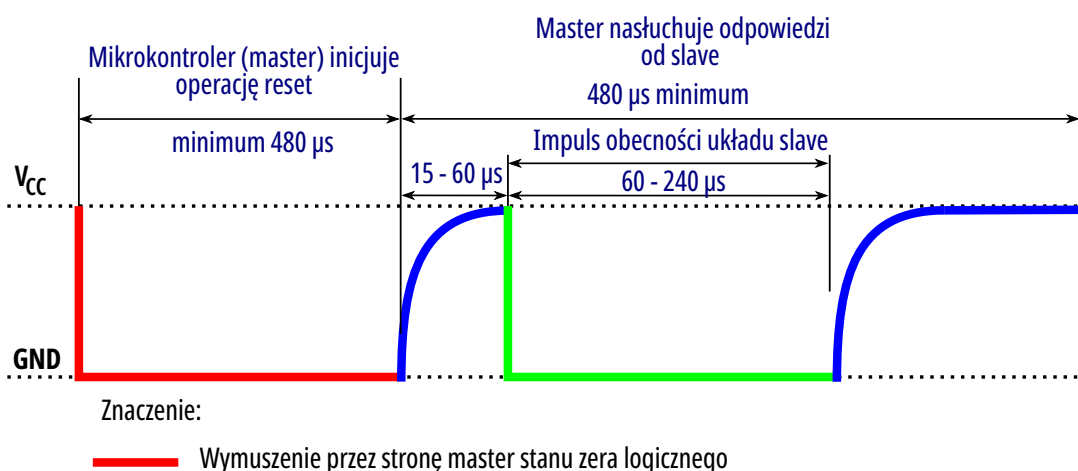
Naturalnym jest, że realizując komunikację z elementem 1-wire musi on mieć zasilanie (przykładowo pastylka *iButton* z tytułowej fotografii). Elementy w tej sieci można zasilac na dwa sposoby. Wybór metody zależy od liczby czujników, długości kabla oraz pożądanej stabilności systemu. Możliwy jest wariant zasilania pasożytniczego (jak przykładowo w *iButton*). To unikalna cecha standardu 1-wire. Układy są zasilane bezpośrednio z linii danych (DQ), co pozwala na fizyczne użycie tylko dwóch przewodów: DQ i GND. Linia DQ w tym standardzie działa w konfiguracji otwartego drenu lub otwartego kolektora. Oznacza to, że żadne urządzenie przyłączone do magistrali (slave) nie potrafi samodzielnie wymusić na linii stanu wysokiego. Urządzenia mogą jedynie aktywnie „ściągać” linię do masy (wymusić stan zera logicznego) lub przejść do stanu wysokiej impedancji (odciąć się), pozwalając linii swobodnie uzyskać jedynkę logiczną. Prowadzi to do konieczności zastosowania rezystora włączonego między linię DQ a zasilanie VCC. Każdy układ 1-wire ma wbudowaną diodę oraz wewnętrzny kondensator o małej pojemności. Gdy na linii DQ panuje stan wysoki, prąd przepływa przez diodę i ładuje kondensator. Gdy strona master ściąga linię do stanu niskiego (0 V), aby realizować komunikację, dioda blokuje rozładowanie, a układ działa dzięki energii zgromadzonej w kondensatorze. W trybie pasożytniczym stosowany jest rezystor pull-up (między VCC a DQ). Zaletą tego wariantu jest prostota instalacji (wystarczy zwykły dwużyłowy kabel). Wadą jest wolniejsza komunikacja oraz ryzyko niestabilności na długich liniach (powyżej kilkunastu metrów).

Niektóre układy z interfejsem 1-wire wymagają bardziej „energetycznego” zasilania (takim jest przykładowo czujnik temperatury DS18B20),

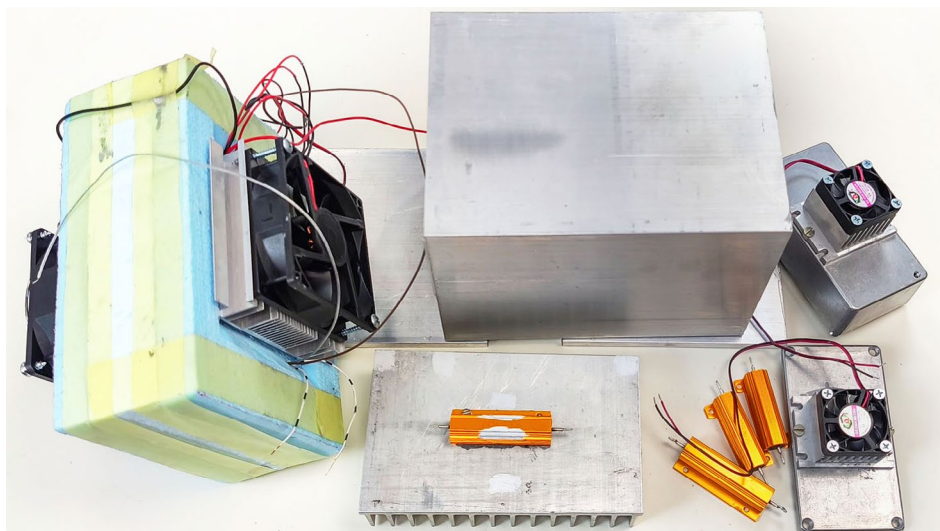
niewystarczające. Takie układy mają dodatkowy przewód zasilający (VCC/VDD). Nie zwalnia to z konieczności stosowania rezystora pull-up (ze względu na konfigurację typu otwartego drenu/kolektora). W tym wariantie przyłączony układ 1-wire nie musi „podkraść” prądu z linii sygnałowej by ładować wewnętrzne kondensatory. Linia DQ jest używana jedynie do wymiany danych.

Komunikacja w standardzie 1-wire jest asynchroniczna, półdupleksowa (ang. half-duplex) i opiera się na ścisłej relacji master – slave. Oznacza to, że dane mogą płynąć w obu kierunkach, ale w danym momencie nadaje tylko jedna strona, a całą komunikację zawsze kontroluje strona master (mikrokontroler). Brak w fizycznym połączeniu przewodu zegarowego wymusza sytuację, że synchronizacja opiera się na bardzo precyzyjnych zależnościach czasowych (szczelinach czasowych) mierzonych w mikrosekundach.

Każda transakcja na magistrali musi rozpocząć się od inicjalizacji (przez stronę master). Jest to operacja resetu i testu obecności układu slave. Strona master wymusza na linii DQ stan zera logicznego na czas minimum 480 μ s, a następnie ją zwalnia. Rezystor podciągający przywraca stan wysoki. Wszystkie obecne na linii elementy slave odczekują chwilę, po czym jednocześnie ściągają linię do stanu niskiego na czas od 60 do 240 μ s. Dla mastera oznacza to, że na magistrali występuje jeden lub więcej komponentów 1-wire (**rysunek 1**). Dalsza komunikacja odbywa się poprzez szczeliny czasowe (ang. time slots) trwające od 60 do 120 μ s. W każdym takim slotcie przesyłany jest dokładnie jeden bit. Strona master wymusza stan zera logicznego lub jedynki (różni się czasem trwania impulsu). Po odpowiednim czasie (w zależności od przesyłanego zera lub jedynki) master przechodzi do „stanu odcięcia”.



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



Wspólnie projektujemy: Termostat dla elektronika

Proponuję, żebyśmy zajęli się zawsze aktualnym, bardzo praktycznym tematem. Niełatwym, ale też wcale nie tak trudnym, jak mogłoby się wydawać. Co prawda dziś elektronika jest zupełnie inna niż przed laty, ale nadal w niektórych przypadkach potrzebna, a wręcz konieczna jest stabilizacja temperatury.

Niech nie przestraszy Cię fotografia tytułowa! Owszem, temat zadania obejmuje także stosunkowo duże termostaty wykorzystujące moduły Peltiera. Ale obejmuje też małe termostaty przeznaczone do utrzymania niezmienną temperatury małej płytki lub nawet pojedynczego elementu.

Jeżeli ktoś zajmuje się serwisem lub jego zainteresowania ograniczają się do montowania gotowych zestawów, to zapewne termostatu nie potrzebuje. Ale jeżeli ktoś poważnie zajmuje się elektroniką, to wcześniej czy później napotka sytuację, gdy pożądaną lub konieczną będzie termostat, utrzymujący ustaloną, niezmienną temperaturę. Potrzeby są różne, często wystarczy mały termostat o niewygórowanych parametrach, składający się dosłownie z kilku elementów, czasem potrzebny jest dużo większy.

Termostaty „najmniejsze”

I właśnie w pierwszej kolejności proponuję pomyśleć o termostatach małych i bardzo małych, służących do utrzymania niezmienną temperatury jednego innego elementu, na przykład rezonatora kwarcowego lub źródła napięcia odniesienia. W wielu przypadkach łatwiej uzyskać stabilność przez utrzymanie niezmienną temperatury, niż przez komplikację układu. Grzałką może być rezystor lub rezystory, ale funkcję grzałki z powodzeniem może też pełnić tranzystor mocy – MOSFET lub bipolarny. Projektowanie termostatu od zera to zadanie niezbyt łatwe, dlatego zachęcam do poszukania rozwiązań w Internecie. W ramach zadania można przysłać tylko znaleziony w Internecie schemat, ale oczywiście lepiej byłoby takowy układ zrealizować i wypróbować.

Zadanie konkursowe YK055 brzmi:

Zaproponuj realizację prostego lub rozbudowanego, małego lub większego termostatu, który przyda się w pracowni elektronika.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje rozwiązań można **nadsyłać do końca września 2026 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Nadesłane prace zostaną omówione w numerze 11/2026 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.

W każdym przypadku trzeba zwracać uwagę na maksymalną dopuszczalną temperaturę złącza elementów półprzewodnikowych. Zwykle wynosi ona $+150^{\circ}\text{C}$, ale dla wielu MOSFET-ów wynosi nawet $+175^{\circ}\text{C}$. Nie należy jej przekraczać ani w warunkach ustalonych, ani w stanach przejściowych, podczas nagrzewania, a to już nieco trudniejsze zadanie. W każdym razie budowa termostatów w oparciu o ciepło wydzielane w półprzewodnikach jest bardzo interesującym zadaniem.

Zachęcam więc do zainteresowania się tematem termostatów najmniejszych, które wcale nie muszą być skomplikowane. I podkreślam, że inaczej jest w przypadku profesjonalnych urządzeń produkowanych seryjnie, a inaczej w przypadku jednostkowych układów budowanych przez hobbystów. Dla hobbysty zastosowanie termostatu naprawdę może być najprostszym i najtańszym sposobem uzyskania znakomitej stabilności parametrów.

Termostaty z modułami Peltiera

Dawniej każdy termostat utrzymywał temperaturę wyższą, niż spodziewana maksymalna temperatura otoczenia. Dziś wcale tak być nie musi! Mamy do dyspozycji najróżniejsze moduły Peltiera (**fotografia 1**), które mogą albo grzać, albo chłodzić. A to oznacza, że dziś można zbudować termostat, który będzie utrzymywał temperaturę na przykład $+20$ stopni Celsjusza, czy może raczej $+23^{\circ}\text{C}$ albo $+25^{\circ}\text{C}$. To są „temperatury znormalizowane”, przy których określone są różne parametry. A może termostat w jakimś zastosowaniu miałby utrzymywać temperaturę ujemną?

Dziś moduły Peltiera, zarówno „gołe”, jak i całe zestawy są dostępne w cenach akceptowalnych także przez hobbystów. Nawet takie potężne zestawy z „dużym” modułem Peltiera i ciepłowodem (heat pipe), jak model pokazany na **fotografii 2**, są w zasięgu większości elektroników.

Budowa termostatów z modułami Peltiera wcale nie jest taka trudna, jak może się wydawać – przykłady pokazane są na fotografii tytułowej. A w ZE było już kilka artykułów na temat możliwości ich wykorzystania w warunkach amatorskich. To naprawdę fascynujący temat, do którego warto się „dotknąć”. Także dlatego, że jest mnóstwo fałszywych wyobrażeń o „peltierach”.

Termostaty „wysokotemperaturowe”

Typowe moduły Peltiera NIE MOGĄ pracować w wysokich temperaturach. Maksymalna temperatura ich wnętrza nie powinna przekraczać $+80$ stopni. Znaczące przekroczenie spowoduje rozluto-



Fotografia 1

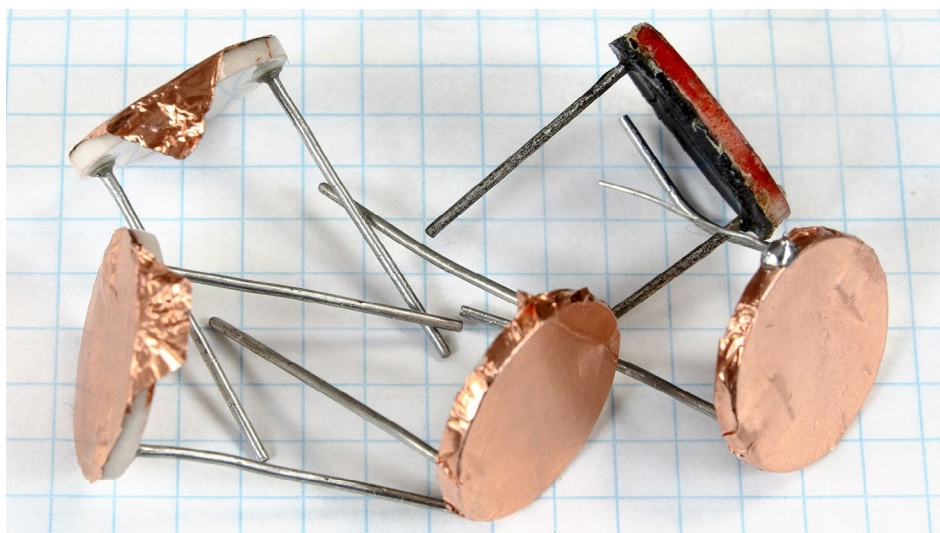
wanie „kolumienek”. Owszem, są moduły Peltiera o dopuszczalnej wyższej temperaturze, ale są one znacznie droższe. Tymczasem w niektórych zastosowaniach potrzebne są termostaty pracujące w temperaturach znacznie wyższych niż $+100^{\circ}\text{C}$. Wtedy odpowiednią odporność na wysoką temperaturę musi mieć i grzałka, i wszelkie izolacje, zarówno samego termostatu, jak i wszelkich zawartych w nim elementów, w tym przewodów i czujników. Dziś wszystko jest do zrobienia nawet w warunkach domowych, bo oferta materiałowa jest szeroka, a budowa wcale nie jest tak trudna, jak może się wydawać.

Zachęcam więc do udziału w tym bardzo praktycznym zadaniu! Proszę o nadsyłanie pomysłów teoretycznych oraz interesujących schematów, własnych i znalezionych w Sieci. Oczywiście przede wszystkim zachęcam do opisanie własnych praktycznych doświadczeń i osiągnięć w tym zakresie! ©

Piotr Górecki



Fotografia 2



Wspólnie projektujemy: nietypowe elementy elektroniczne

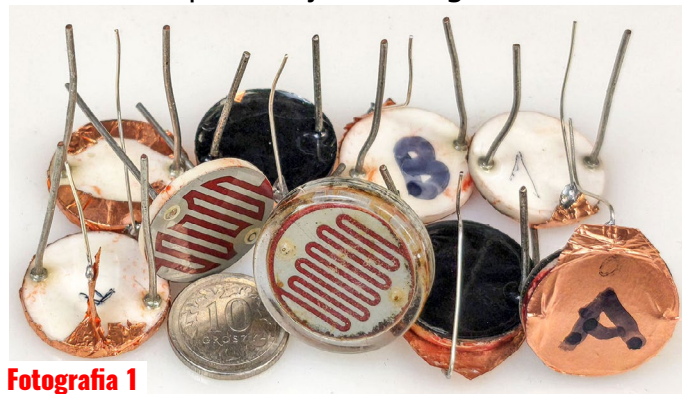
Zadanie YK052 postawiłem po publikacji artykułu na temat realizacji diod LED zrobionych własnoręcznie z wykorzystaniem kryształów karborundu, czyli węgla krzemu. W ramach nowego zadania zaproponowałem, żebyśmy zainteresowali się możliwością realizacji innych podzespołów elektronicznych.

Temat zadania YK052 brzmiał: **Przedstaw propozycję, przykład realizacji lub przykład wykorzystania dowolnego nietypowego, archaicznego lub rzadko spotykanego elementu elektronicznego.**

Nieprzypadkowo w artykule **Zbuduj diodę LED!** oraz w **moim filmie YT o tym samym numerze** podkreślałem radość i satysfakcję, jaką daje „sięganie do korzeni” i realizacja „starodawnych” podzespołów i rozwiązań układowych. Dużą radość daje nie tylko stworzenie działającego elementu elektronicznego swojej roboty, ale też wykorzystanie fabrycznych, nietypowych, mało znanych lub dawnych podzespołów. Przykładem mogą być choćby bardzo słabo znane, a nadal bardzo użyteczne przekaźniki ze stykami zwilżanymi rtęcią czy nawet jakiekolwiek lampy elektronowe lub neonowe, które dla współczesnego młodego elektronika są czymś zupełnie nieznanym, a nawet obcym. Wskazałem takie bardzo interesujące tematy jak wzmacniacze magnetyczne, nietypowe lampy elektronowe i gazowane oraz wzmacniające diody, w tym diody tunelowe. Diody tunelowe prezentowane są właśnie w tym numerze ZE. A ja już w momencie stawiania tego zadania konkursowego zrealizowałem prototypy... tranzystorów polowych własnej roboty, widoczne na powyższej fotografii tytułowej.

Inspiracją była wciąż atrakcyjna strona internetowa: <http://www.sparkbangbuzz.com/>, a konkretnie strona <http://sparkbangbuzz.com/cds-fet/cds-fet.htm>, gdzie można znaleźć opis... tranzystora polowego z ciekłą, izolowaną bramką w postaci kropli wody.

Postanowiłem zrealizować podobne modele, ale nie z kropelką wody, bo wykorzystanie byłoby kłopotliwe, tylko z metalową, miedzianą folią w roli izolowanej bramki. Kupiłem w dwóch różnych sklepach duże, 20-milimetrowe fotorezystory. Teoretycznie można byłoby szukać 25-milimetrowych, ale dużo trudniej je kupić i nie są już takie tanie. Drugi zakup przyniósł wersję z plastikową nakładką, którą trzeba było zdjąć, żeby bramka była blisko materiału czynnego – półprzewodnika. Część moich fotorezystorów i „MOSFET-ów” pokazana jest na **fotografii 1**.



Fotografia 1

Y – PRAKTYCZNA ELEKTR

FET Transistor Homemade From Cadmium Sulfide Photocell.

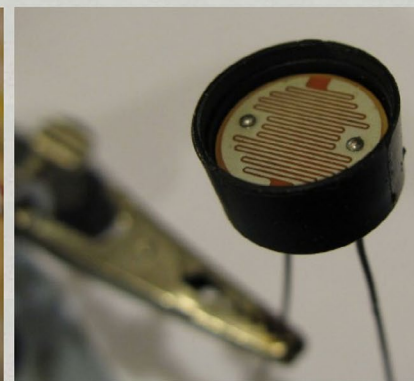
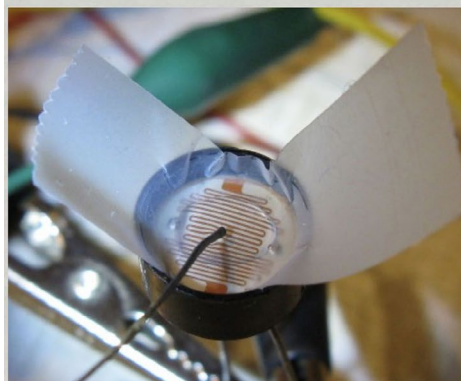
Updated May 10 2009

By Nyle Steiner K7NS May 7 2009.

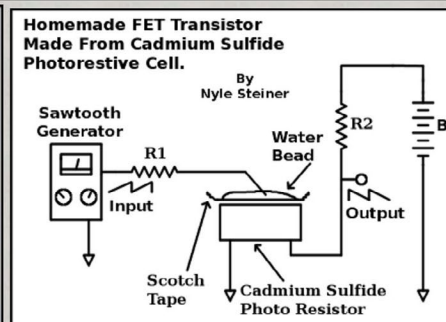
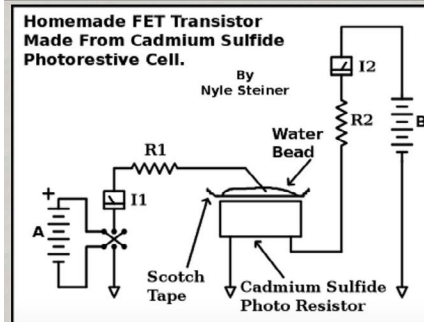
CDS Photocell Made Into A FET Transistor

Fotorezystor to obwód dren – źródło, a izolowaną bramkę stanowi u mnie miedziana folia naklejona na „twarz” fotorezystora. Miałem obawy dotyczące foliowej bramki, bo powszechnie wiadomo, że na początku, jeszcze w latach 20. XX wieku, powstały pomysły na „półprzewodnikową lampę elektronową”, ale nie udało się jej zrealizować z uwagi na znikomą głębokość wnikania pola elektrycznego w dość dobrze przewodzący prąd półprzewodnik. Dlatego najpierw, w roku 1948, przypadkowo pojawił się „potworek” w postaci tranzystora bipolarnego, niedługo potem złączowy FET, a MOSFET-y z izolowaną bramką wynaleziono dopiero na początku lat 70. Dlatego miałem obawy i trochę nieufnie podchodziłem do tematu.

Rysunek 2 pokazuje fragmenty wspomnianej strony. Opis jest przekonujący, a jeszcze większe wrażenie robią fotografie. Strona ta przekonuje, że realizacja tranzystora polowego w warunkach domowych jest możliwa. Postanowiłem to zbadać. Zbadałem w miarę dokładnie i jako dowód sukcesu mógłbym przedstawić **fotografię 3**, pokazującą moje stanowisko podczas eksperymentów. Niebieski przebieg na ekranie to sygnał z generatora, a sygnał żółty pobierany jest „z wyjścia tranzystora”. Wielkości przebiegów na ekranie oscyloskopu sugerują, że mamy element wzmacniający!



The picture above shows how transistor action was observed by improvising an insulated gate to a cadmium sulfide photo resistor. The picture was taken in normal light but the experiment had to be performed in the dark.

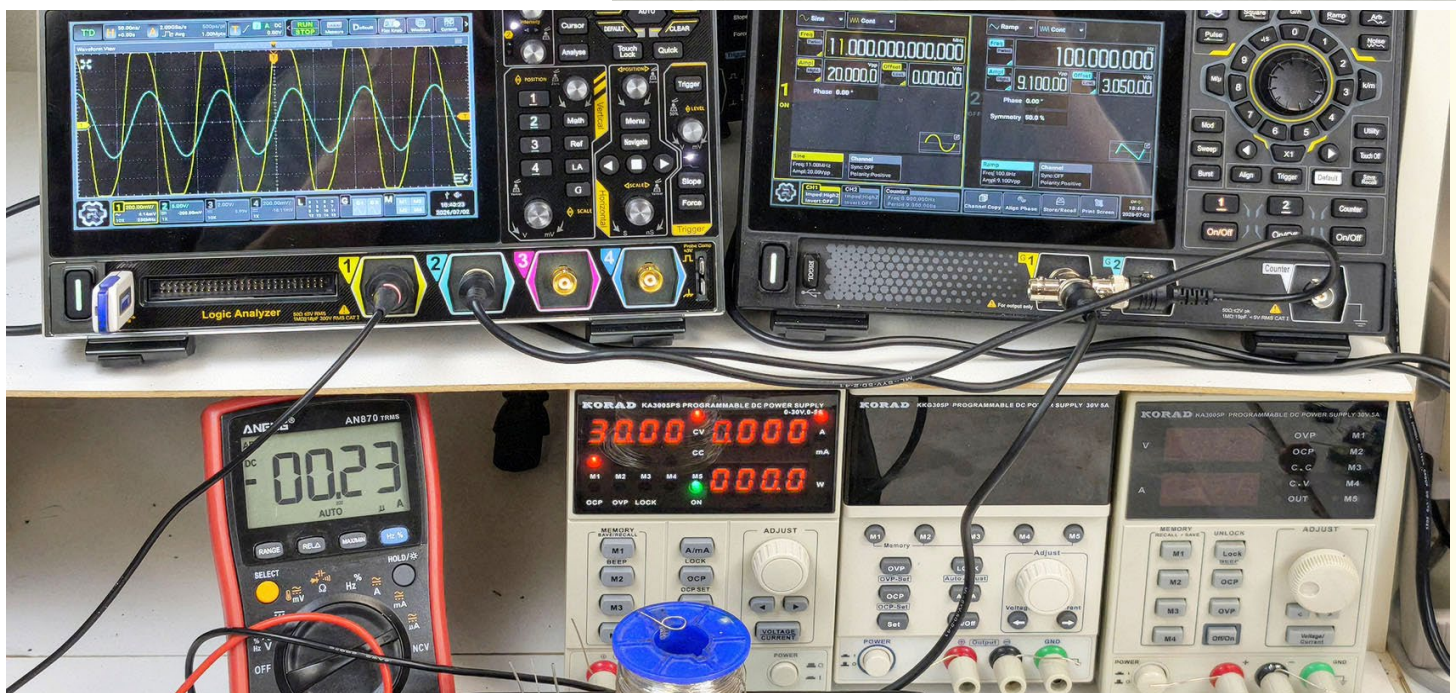


Input Sawtooth Waveform



Rysunek 2

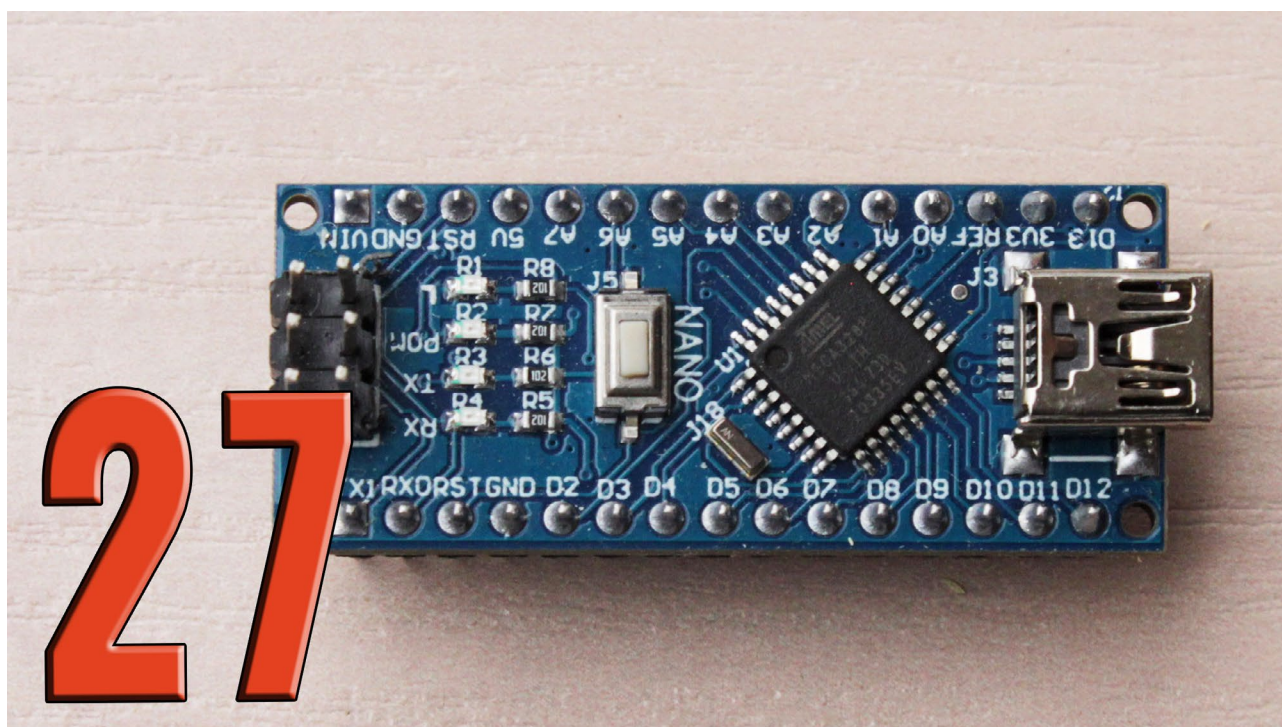
Output Is Inverted Sawtooth Waveform



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

Fotografia 3





Mikroprocesorowa ośła łączka, część 27

Dziedziczenie to jeden z najbardziej fundamentalnych elementów, jakie wnosi język C++. Jest to potężny mechanizm, który umożliwia tworzenie nowych klas (nazywanych klasami pochodnymi) na bazie klas już istniejących (nazywanych klasami bazowymi).

[Komponent do obsługi wyświetlacza](#)
[Konstruktory klasy bazowej oraz pochodnej](#)

[Destruktory klasy bazowej oraz pochodnej](#)
[Układ praktyczny](#)

Mechanizm dziedziczenia pozwala programiście używać raz napisanego kodu w nowych zastosowaniach. Ułatwia to zarządzanie kodem programu oraz tworzenie przejrzystych, hierarchicznych struktur odzwierciedlających rzeczywiste zależności między obiektami. W ogólnym przypadku to bardzo szeroki mechanizm, który został stworzony do wspierania opracowywania oprogramowania dla komputerów. W świecie mikrokontrolerów, ze względu na znacząco ograniczone zasoby (przede wszystkim pamięć operacyjną), nie ma sensu zagłębiać się we wszystkie szczegóły. Niemniej pewne możliwości są przydatne w tworzeniu kodu dla mikrokontrolerów. Przykładem może być rozwiązanie sterowników, umożliwiające obsługę określonych podzespołów w systemach mikroprocesorowych. Ilustracją tej

koncepcji będzie obsługa modułu 7-segmentowego wyświetlacza LED, bazującego na układzie scalonym MAX7219, opisanym w *Mikroprocesorowej oślej łączce*, cz. 9 (ZE 02/2025). Zawarte tam informacje są wystarczające, by szczegółowo poznać możliwości i obsługę modułu wyświetlacza z tym układem scalonym. Ten wybór jest podyktowany dosyć prostą obsługą sprzętową oraz dużymi możliwościami funkcjonalnymi (bez konieczności ponownego ich opisu, skupiając się na nowej koncepcji rozwiązania tego typu tematów, opierającej się na dziedziczeniu).

[Komponent do obsługi wyświetlacza](#)

Do obsługi wspomnianego modułu zostało utworzone kilka funkcji, których zadaniem jest realizacja odpowiednich operacji dotyczących wyświetlacza.

Zadaniem jednych jest wyświetlanie danych (*DisplayNumber*, *ClearDisplay*), inne są przeznaczone do konfigurowania określonych cech (*SetIntensity*). Wszystkie te funkcje w jakiś sposób komunikują się ze sprzętem (realizują fizyczne manipulowanie pinami portów, gdzie przyłączony jest wyświetlacz). Możliwą definicję klasy pokazuje **listing 1**, gdzie między innymi występuje metoda *SendControlToMAX7219*. Jej zadaniem jest rzeczywiste wysłanie określonych sterowań do układu MAX7219, wszystkie inne metody wykorzystują tę funkcję (cała rzeczywistość komu-

nikacja programu z modułem wyświetlacza ogranicza się do jednej funkcji). Realizację przykładowych metod pokazuje **listing 2**. Ta prosta koncepcja ma jedną wadę. Do obsługi układu MAX7219, oprócz zasilania (VCC, GND) wykorzystuje się trzy sygnały (CLK, DIN oraz CS). Mogą one być przyłączone do mikrokontrolera w dowolnym miejscu (jako określenie portu i numeru bitu w jego obrębie). Aby zachować dużą elastyczność programu można to określić jako *#define* i użyć tych identyfikatorów w implementacji metod klasy. To rozwiązanie będzie

wymagało każdorazowej kompilacji, gdyż szczegóły określone przez *#define* wpływają na generowany kod. Konstruktor klasy (*MAX7219Disp::MAX7219Disp* – patrz listing 2)

```
MAX7219Disp::MAX7219Disp ( )
{
    DisplayBusConfigPort |= ( 1 << MAX7219_ClkPin ) | ( 1 << MAX7219_DInPin ) |
                          ( 1 << MAX7219_LoadPin ) ;
    SetMAX7219_LoadPin ;
    ClearMAX7219_ClkPin ;
    SetMAX7219_DInPin ;
    SendControlToMAX7219 ( DisplayTest_Register , 0x00 ) ;
    SendControlToMAX7219 ( Shutdown_Register , 0x01 ) ;
    SetIntensity ( DutyCycle ) ;
    SetScanLimit ( ScanLimit ) ;
    SetDecodeMode ( Mode ) ;
} /* MAX7219Disp::MAX7219Disp */

void MAX7219Disp::SendControlToMAX7219 ( uint8_t RegAdr ,
                                         uint8_t Data )
{
    uint8_t Loop ;
    uint16_t ControlWord ;
    ControlWord = ( RegAdr << 8 ) | Data ;
    ClearMAX7219_LoadPin ;
    for ( Loop = 0 ; Loop < 16 ; Loop ++ )
    {
        nop ( ) ; nop ( ) ;
        if ( ControlWord & 0x8000 )
            SetMAX7219_DInPin ;
        else
            ClearMAX7219_DInPin ;
        ControlWord = ControlWord << 1 ;
        nop ( ) ; nop ( ) ;
        SetMAX7219_ClkPin ;
        nop ( ) ; nop ( ) ;
        ClearMAX7219_ClkPin ;
    } /* for */ ;
    nop ( ) ; nop ( ) ;
    SetMAX7219_LoadPin ;
} /* MAX7219Disp::SendControlToMAX7219 */

void MAX7219Disp::SetIntensity ( uint8_t DutyCycle )
```

Listing 2

```
typedef enum { BCDDecodeMode ,
               SegmentsMode } MAX7219DecodeModeT ;

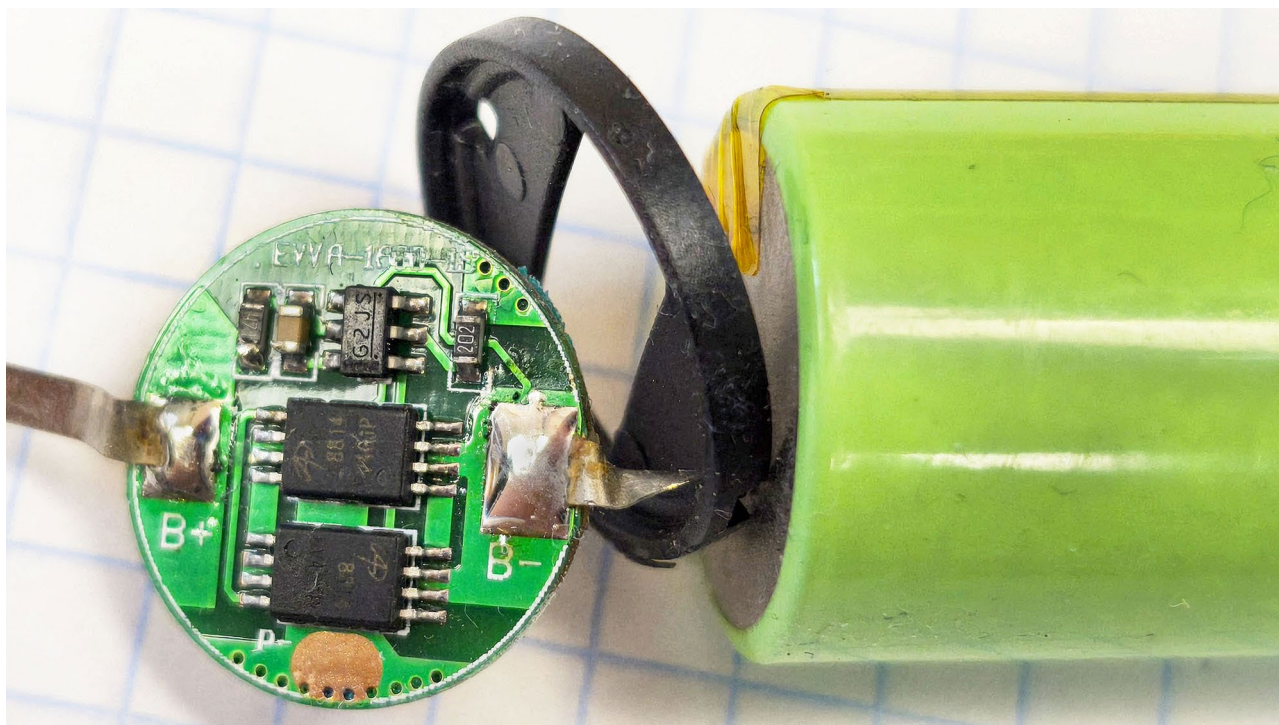
class MAX7219Disp
{
public:
    MAX7219Disp ( ) ;
    void SetDispMode ( MAX7219DecodeModeT Mode ,
                      uint8_t Digits ,
                      uint8_t DutyCycle ) ;
    uint8_t NumberToSegments ( uint8_t Digit ) ;
    void DisplayNumber ( int16_t Number ,
                        uint8_t EmptyChar ,
                        uint8_t NumberWidth ) ;
    void WriteCharOnDisplay ( uint8_t Code ) ;
    void RefreshDisplay ( ) ;
    void SetPosOnDisplay ( uint8_t Column ) ;
    void WriteSpace ( ) ;
    void ClearDisplay ( ) ;
    void SetIntensity ( uint8_t DutyCycle ) ;
    void SetScanLimit ( uint8_t ScanLimit ) ;
    void SetDecodeMode ( MAX7219DecodeModeT Mode ) ;
    void SendControlToMAX7219 ( uint8_t RegAdr ,
                              uint8_t Data ) ;

protected:
    uint8_t GetBlankChar ( ) ;
    void DisplaySegmentsNumber ( int16_t Number ,
                                uint8_t EmptyChar ,
                                uint8_t NumberWidth ) ;
    void DisplayBCDNumber ( int16_t Number ,
                           uint8_t EmptyChar ,
                           uint8_t NumberWidth ) ;

private:
    uint8_t MAX7219Disp::LoadPin ;
    uint8_t MAX7219Disp::ClkPin ;
    uint8_t MAX7219Disp::DInPin ;
```

Listing 1

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



DW01 – wszechstronna ochrona ogniw litowych

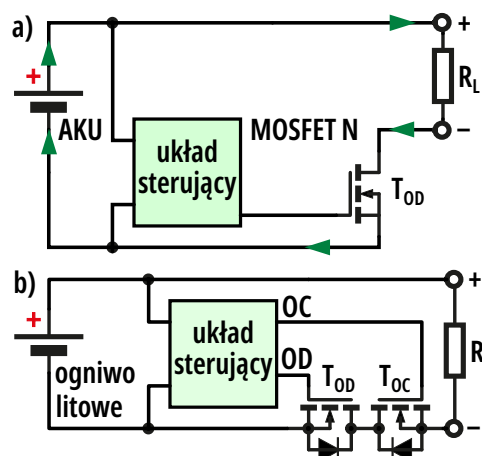
Akumulatory litowe zostały wstępnie omówione w artykule [Akumulatory wczoraj i dziś \(2\)](#), w numerze 7/2025. W dwóch ostatnich artykułach tej serii zacząłem analizować przyczyny oraz rozmaite sposoby zabezpieczania akumulatorów litowych. W tym artykule omawiam układy scalone do ochrony pojedynczych ogniw.

DW01 i jego pobratymcy
Podwójne MOSFET-y ze wspólnym drenem

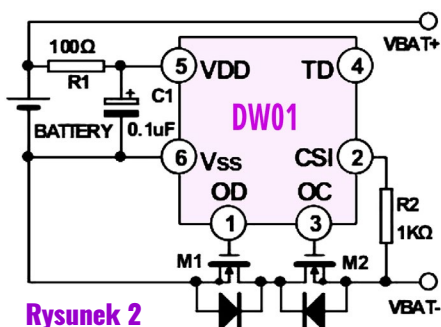
Zabezpieczenie główne i dodatkowe

Nie irytuj się, że znów przypominam: **akumulatory litowe są delikatne i łatwo je zniszczyć wskutek przeładowania lub nadmiernego rozładowania. Akumulatory Li-Ion wskutek przeładowania mogą się zapalić, a nawet wybuchnąć.**

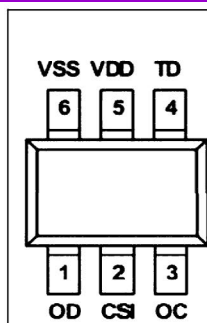
Niezbędne są obwody do ochrony akumulatora, wbudowane w obudowę akumulatora lub będące częścią obciążenia bądź ładowarki. W poprzednim artykule tej serii przedstawiłem przyczyny oraz ideę ochrony pojedynczego akumulatora litowego, zarówno przed przeładowaniem, jak i nadmiernym rozładowaniem przez rozłączanie akumulatora, według uproszczonej idei z **rysunku 1a**. Uzasadniłem też, dlaczego w praktyce nie wystarczy do tego jeden tranzystor MOSFET i dlaczego stosowane są dwa, i to w trochę dziwnym połączeniu ich drenów, według **rysunku 1b**. Pora na praktyczne szczegóły.



Rysunek 1



Rysunek 2



Rysunek 3

Lead	Pin name	I/O	Functional description
1	OD	O	The connecting pin for discharging control FET threshold
2	CSI	I/O	The current induction input pin, for charger detection
3	OC	O	The connecting pin for charging control FET threshold
4	TD	I	The pin for delay time testing
5	VDD	I	The pin for positive supply input
6	VSS	I	The pin for negative supply input

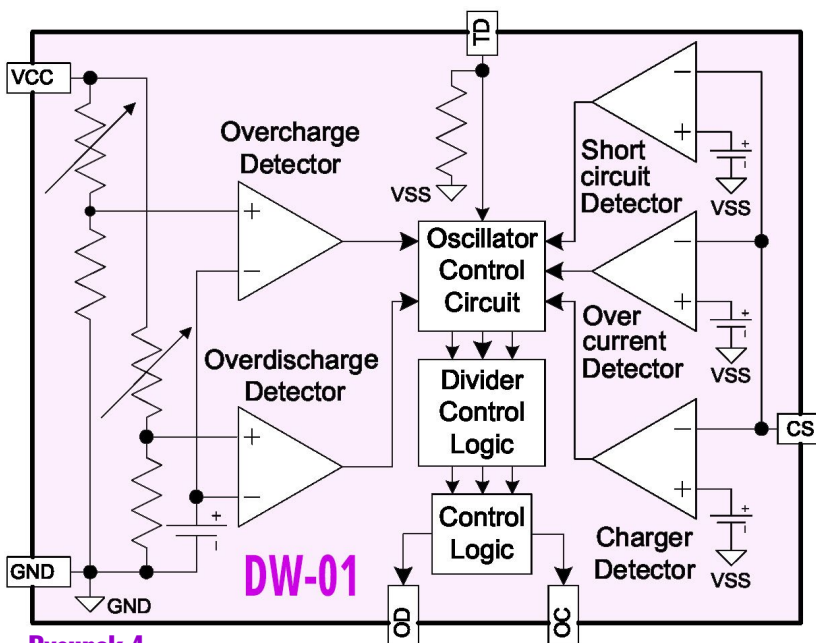
DW01 i jego pobratymcy

Najpopularniejszym scalonym sterownikiem do ochrony pojedynczych ogniw Li-Ion jest DW01 i jego liczne odpowiedniki. Na **rysunku 2** widać układ aplikacyjny – bardzo podobny do rysunku 1, tylko dodatkowo mamy tu wyprowadzenie oznaczone CSI, do którego dołączony jest szeregowy rezystor R2 (1 kΩ). Mamy też rezystor R1 i kondensator C1, ale ich rola jest oczywista – to filtr RC w obwodzie zasilania układu scalonego.

Na **rysunku 3** przedstawiony jest opis wyprowadzeń. Dowiadujemy się, że OD to wyjście sterujące tranzystorem rozładowania (Discharge), OC, to wyjście sterujące MOSFET-em ładowania (Charge). Nie dziwimy się, że pin TD nie jest podłączony. Niewiele dowiadujemy się o końcówce CSI. Właśnie jej rola jest najtrudniejsza do zrozumienia – do tego też dojdziemy.

Znaczną pomocą w zrozumieniu działania układu DW01 jest **rysunek 4** pokazujący jego blokowy schemat wewnętrzny. Jest pomocą, ale zawiera szereg błędów, które wprowadzają duże zamieszanie. Od razu widać dziwną kwestię: w układzie mamy obwody zasilania GND i VCC, więc co to za obwód oznaczony VSS?

Nie ma problemu z analizą bloków z lewej strony rysunku. To dwa komparatory (*Overcharge Detector*, *Overdischarge Detector*), które sprawdzają, czy napięcie akumulatora mieści się w dopuszczalnych granicach. **Rysunek 5** wskazuje, że dolne i górne napięcie detekcji to typowo 2,40 V oraz 4,28 V. Czyli oba MOSFET-y są



Rysunek 4

Parameters	Symbols	Testing conditions	Min value	Typical value	Max value	Unit
Working voltage						
Working voltage	VDD	--	1.5	--	10	V
Current consumption						
Working current	IDD	VDD=3.9V	--	4.0	6.0	uA
Detection voltage						
Over-charging detection voltage	VOCD	--	4.24	4.28	4.33	V
Over-charging relief voltage	VOCR	--	4.03	4.08	4.13	V
Over-discharging detection voltage	VODL	--	2.30	2.40	2.50	V
Over-discharging relief voltage	VODR	--	2.90	3.00	3.10	V
Over-current 1 detection voltage	VOI1	--	0.12	0.15	0.18	V
Over-current 2 (short circuit current) detection voltage	VOI2	VDD=3.6V	0.80	1.30	1.75	V
Over-current reset resistance	Rshort	VDD=3.6V	50	100	150	KQ
Over-appliance detection voltage	VCH	--	-0.8	-0.5	-0.2	V
Delay time						

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

Over-current 1 detection delay time	TOI1	VDD=3.6V	--	10	20	ms
Over-current 2 (short circuit current) detection delay time	TOI2	VDD=3.6V	-	400	600	us



OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach (2)

Ten i poprzedni artykuł detalicznie opisują funkcje OVP oraz OCP w zasilaczach. Tylko podstawowe założenia są proste. W tym artykule przedstawiam powody, dla których wiele uzasadnionych wątpliwości budzą: realizacja, sens wykorzystania tych funkcji oraz informacje z dostępnych źródeł i przemilczenia.

Jaki jest sens wykorzystywania OVP?

Do czego jest potrzebne zabezpieczenie OVP?

W pierwszej części tego artykułu, o numerze **M083**, podałem podstawowe informacje o stosowanych w zasilaczach funkcjach zabezpieczenia nadnapięciowego OVP oraz nadprądowego OCP. Te podstawy są, a raczej wydają się bardzo proste: przekroczenie nastawionych wartości granicznych (U_{OVP} , I_{OCP}) powoduje „elektroniczne wyłączenie” zasilacza i zasilacz nie dostarcza potem napięcia i prądu do swoich zacisków wyjściowych. Problem w tym, że w „prawdziwych zasilaczach” sytuacja się komplikuje i nasuwa się wiele pytań i wątpliwości. Otóż wartości graniczne U_{OVP} , I_{OCP} mogą być i są tam ustawiane niezależnie od głównych nastaw tego zasilacza, a mianowicie od jego napięcia wyjścio-

Czy regulowane zabezpieczenie OCP ma sens?

Podsumowanie

wego U_0 (najważniejszego w trybie CV) oraz maksymalnego prądu wyjściowego I_{Omax} (decydującego w trybie CC). I właśnie możliwość niezależnego ustawiania w zasilaczu aż czterech niezależnych wartości (U_{OVP} , I_{OCP} , U_0 , I_{Omax}) budzi niepewność oraz liczne uzasadnione pytania.

Jaki jest sens wykorzystywania OVP?

W zdecydowanej większości zastosowań zasilaczy, dodatkowe zabezpieczenia OVP i OCP nie są potrzebne, bo wystarczy „klasyczna” praca zasilacza w trybach CV i CC z odpowiednio ustawionym napięciem wyjściowym (U_0) i maksymalnym prądem (I_{Omax}).

Czy wobec tego stosowanie dodatkowych zabezpieczeń OVP i OCP ma jakikolwiek sens? Czy może jest to wyłącznie chwyt marketingowy, który ma zwiększyć atrakcyjność sprzętu?

To jest bardzo dobre pytanie, na które niestety nie ma prostej i jednoznacznej odpowiedzi. W poniższym artykule podam przykłady i uzasadnię, dlaczego nie jest to wszystko proste i jasne.

Do czego jest potrzebne zabezpieczenie OVP?

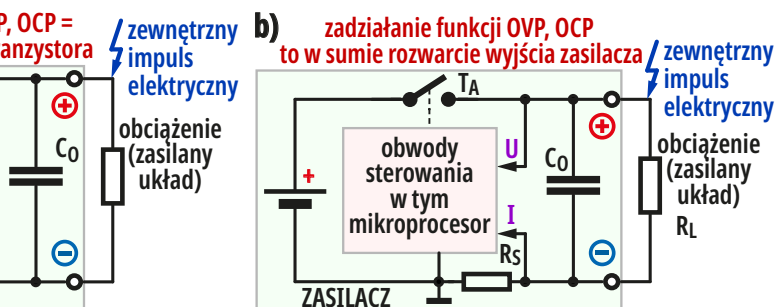
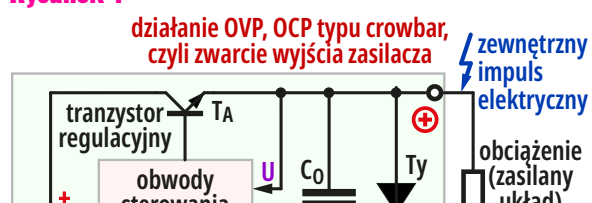
W miarę oczywiste jest jedynie wyjaśnienie, że **napięcie na wyjściu zasilacza może wzrosnąć ponad nastawioną wartość wskutek różnych czynników zewnętrznych**. Jakich?

Otóż w szczególności mogą się pojawić różne przebiegi przychodzące z zewnątrz zasilacza. Jako przykład, w literaturze podaje się przebiegi powodowane przez elementy indukcyjne dołączone do wyjścia zasilacza. I od razu wskazuje się, że takie przebiegi oraz inne przypadki podwyższenia napięcia zasilania mogą uszkodzić zasilane układy czy urządzenia, które przecież mogą być bardzo kosztowne. I mówi się, że dla ochrony przed przebiegami kosztownych układów wręcz niezbędny jest układ OVP w zasilaczu. I że do tego wystarczy nieregulowana, „śledząca” wersja OVP, taka jak w „starym koradzie”, gdzie próg OVP jest zawsze równy wartości nastawionego napięcia wyjściowego (a raczej nieco większy).

Tylko niezorientowani przyjmują takie „wyjaśnienia” za dobrą monetę. A realia są zdecydowanie bardziej skomplikowane. Otóż rzeczywiście przebiegi i rozmaite zakłócenia mogą uszkodzić zasilane układy (jeśli mają odpowiednio dużą energię). Tak, tylko **zdecydowana większość zasilaczy z funkcją OVP przed takimi przebiegami NIE zabezpiecza!** Z dwóch powodów! Jak wskazuje **rysunek 1**,

OVP/OCP	
Accuracy ±(Output Percentage+Offset)	0.5%+0.5V/0.5%+0.5A
Activation Time	1.5ms (OVP ≥ 3V) <10ms (OVP < 3V and OCP)

Rysunek 1



Rysunek 2

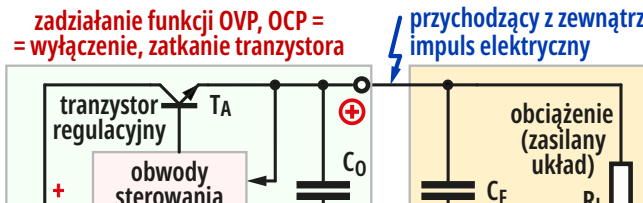
po pierwsze dlatego, że zabezpieczenia OVP i OCP są powolne. W profesjonalnym DP832A czas reakcji może sięgnąć 10 milisekund, a gorsi producenci takiej informacji w ogóle nie podają. A praktycznie wszystkie przebiegi to impulsy wielokrotnie krótsze, które mają czas trwania rzędu mikrosekund, więc zabezpieczenie OVP na nie w ogóle nie zareaguje.

Po drugie, większość zasilaczy realizuje funkcje OVP i OCP przez zatkanie głównego tranzystora w stabilizatorze. Można powiedzieć, że po wyłączeniu tego tranzystora wyjście zasilacza pozostaje „w stanie wysokiej impedancji”, co w uproszczeniu pokazuje **rysunek 2**, a to absolutnie nie tłumi przychodzących z zewnątrz przebiegów, jakie mogą się pojawić na wyjściu zasilacza!

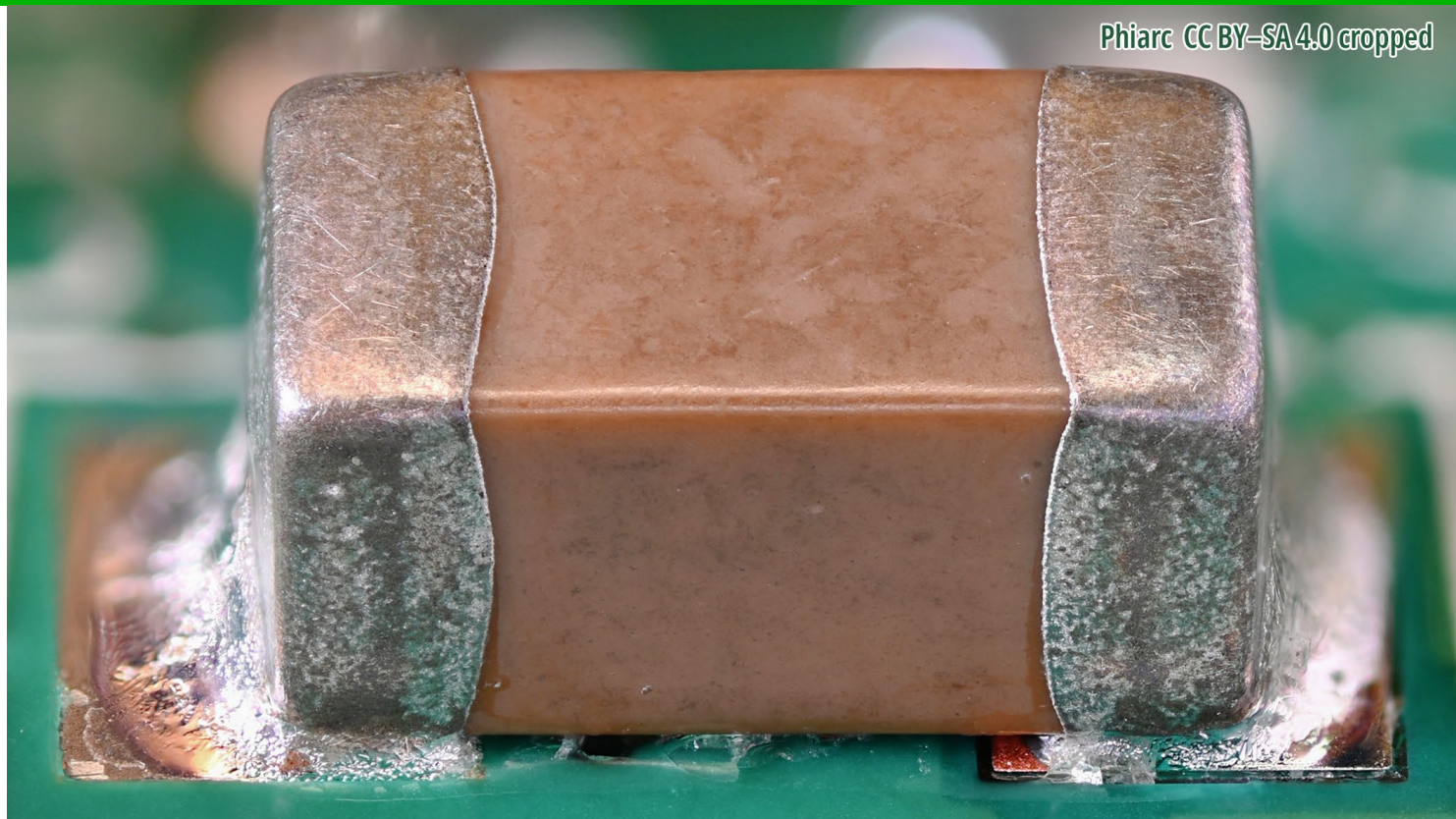
Takie rozłączenie wyjścia zasilacza radykalnie zwiększa impedancję wyjściową zasilacza. Nie można wprawdzie powiedzieć, że zawsze po zatkaniu głównego tranzystora sytuacja jest gorsza, niż podczas normalnej pracy, ale w każdym razie tego rodzaju odcięcie, odłączenie zasilacza absolutnie nie chroni przed zewnętrznymi przebiegami! Nie chroni ani dołączonego układu, ani zasilacza!

Przed przebiegami uchroniłby układ OVP, który po pierwsze nie rozwiera wyjścia, tylko ZWIERA wyjście według **rysunku 3**, a po drugie wyłącznie taka wersja, która byłaby odpowiednio szybka!

To nadal jeszcze nie wyczerpuje tematu, bo przecież przed krótkimi przebiegami (przychodzącymi z zewnątrz) chronią też kondensatory. A przecież na wyjściu zasilacza jest praktycznie zawsze jakiś kondensator (oznaczony C_O), a ponadto jakiś kondensator, a raczej kondensatory powinny być w obwodzie zasilania dołączonego układu (**rysunek 4**). Jak więc w praktyce wygląda ochrona przed impulsami zapewniana przez OVP,



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



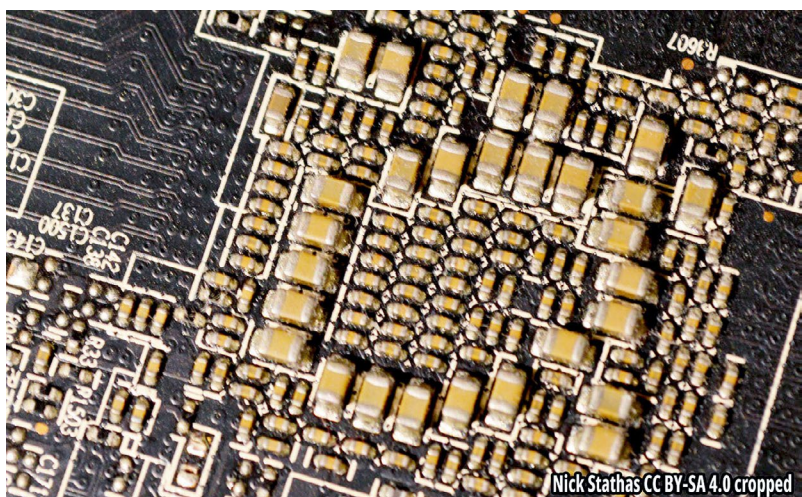
Kondensator – najpopularniejszy element

Wcześniej opowiadałem o przeklętym elemencie – rezystorze. Teraz zaczniemy omawiać kondensatory. Wbrew potocznym wyobrażeniom, to one są dziś najpopularniejszymi elementami elektronicznymi. Elektronika opiera się na układach scalonych, ale ogromnie ważną rolę odgrywają w niej kondensatory.

Od czego zależy pojemność?
Napięcie maksymalne kondensatora

Kondensator w analogii hydraulicznej
Ładunek w (nie)naładowanym kondensatorze...

Artykuł jest uzupełnieniem filmu o numerze B059. Dziś najpopularniejszymi „pojedynczymi” elementami elektronicznymi są kondensatory. We współczesnych układach elektronicznych, zwłaszcza cyfrowych, nieporównanie więcej jest kondensatorów niż rezystorów. Charakterystycznym przykładem jest **fotografia 1**, pokazująca liczne kondensatory filtrujące, odprężające, umieszczone pod procesorem graficznym (czykolwiek on jest). Obecnie kondensatory mają dużo większy udział w rynku niż rezystory, zarówno pod względem liczby produkowanych sztuk, jak i wartości obrotu. Sztuczna inteligencja podaje sprzeczne dane w tej kwestii, bo wykorzystuje też stare, nieaktualne już opinie i dane.



Fotografia 1

W literaturze można znaleźć różne definicje kondensatora i rozmaite opisy realnych kondensatorów. **Rysunek 2** pokazuje początek wpisu w polskiej Wikipedii. Mamy tu słuszną wzmiankę o polu elektrycznym (autor wpisu, świadomie czy nie, utożsamia energię z polem elektrycznym, co skądinąd jest bardzo interesującym pomysłem). Bardziej trafną i precyzyjną definicję znajdziemy na stronie TME – znanego dystrybutora i sklepu internetowego – **rysunek 3**.

Zapamiętaj raz na zawsze: **kondensator to element gromadzący energię w polu elektrycznym**. Tak, z punktu widzenia elektronika absolutnie najważniejsze jest to, że **kondensator jest zbiornikiem, magazynem energii i że ta energia gromadzona jest w polu elektrycznym**, czymkolwiek to pole jest. Sensowne wpisy zwracają uwagę właśnie na magazynowanie porcji energii w polu elektrycznym, a to jest najważniejsze dla praktyka!

Niestety, na licznych stronach internetowych, w tym w materiałach „szkolnych” przeznaczonych dla uczniów, znajdujemy informacje ewidentnie błędne oraz informacje na pozór prawdziwe, ale nieścisłe, odwracające uwagę od tego, co najważniejsze i w sumie wprowadzające w błąd. Trzy przykłady podane są na **rysunku 4**. Wszystkie kierują uwagę na ładunek, a nie na energię, a to jest pułapka dla elektronika praktyka. Pierwszy wpis jest ewidentnie błędny, bo energii nie można zmagazynować „w postaci ładunku elektrycznego”, a co najwyżej „z wykorzystaniem ładunku elektrycznego”. Ładunek nie jest formą energii! Jest jedną z fundamentalnych właściwości materii. Trzeci tekst jest błędny także dlatego, że kondensator kilka miesięcy wcześniej wynalazł pastor z dzisiejszego Kamienia Pomorskiego – Ewald von Kleist.

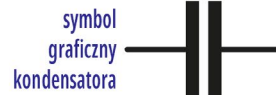
Owszem, **od ładunku nie uciekniemy, bo wszystkie dzisiejsze modele opierają się na koncepcji ładunku elektrycznego**. Ale ja w tym cyklu nieprzypadkowo koncentruję się na energii, a nie na ładunkach elektrycznych, bo dla praktyka nieporównanie lepsze jest podejście właśnie od strony energii.

<https://pl.wikipedia.org/wiki/Kondensator>

Kondensator [edytuj wstęp]

Kondensator – element elektroniczny bierny zbudowany z dwóch przewodników – inaczej okładek lub elektrod – rozdzielonych dielektrykiem^[1]; przechowuje on energię w postaci pola elektrycznego.

Rysunek 2



<https://www.tme.eu/pl/news/library-articles/glossary/page/61926/kondensator-definicja/>

KONDENSATOR - DEFINICJA

Kondensator to element bierny obwodów elektrycznych i elektronicznych, którego podstawową funkcją jest gromadzenie i przechowywanie energii w polu elektrostatycznym. Składa się z dwóch przewodzących okładek oddzielonych dielektrykiem – materiałem izolacyjnym, który umożliwia magazynowanie ładunku przy jednoczesnym blokowaniu bezpośredniego przepływu prądu stałego. Zdolność kondensatora do magazynowania ładunku określana jest jako **pojemność** elektryczna i wyrażana w **faradach** (F).

Rysunek 3

Co to jest kondensator i do czego służy?

Kondensator to jeden z podstawowych elementów w elektronice, służący do magazynowania energii w postaci ładunku elektrycznego.

Kondensator jest jednym z podstawowych elementów elektrycznych, którego zadaniem jest magazynowanie ładunku elektrycznego na swoich elektrodach.

Kondensatorem nazywa się element układu elektronicznego, który jest zdolny do magazynowania ładunku elektrycznego. Dzisiejsze kondensatory mają małe rozmiary i są w pełni wyspecjalizowane. Ciekawa jest jednak historia tych urządzeń. Mianowicie do powstania pierwszego kondensatora doszło w pewnym sensie przypadkowo. Miało to miejsce w Lejdzie w Holandii w roku 1746.

Rysunek 4

Natomiast **koncentrowanie się na ładunku to podejście teoretyczne, szkolne, niepraktyczne**, które na początku pomaga, ale potem rodzi mnóstwo wątpliwości i w sumie utrudnia naukę elektroniki zamiast ją ułatwiać. **Dla praktyka ważne jest, że kondensator może zgromadzić i przechować przez dłuższy czas porcję energii**. Z tym gromadzeniem energii ściśle związany jest też **podstawowy parametr kondensatora – pojemność**, w praktyce wyrażana w faradach, mikrofaradach, nanofaradach i pikofaradach.

W większości źródeł pojemność definiuje się i wyjaśnia w sposób teoretyczny, „szkolny”, opierając się właśnie na ładunku oraz trudnych pojęciach potencjału i napięcia. Przykład na **rysunku 5**. Niewiele to pomaga w zrozumieniu elektroniki, podobnie jak interesująca skądinąd ekwilibrystyka dotycząca jednostki pojemności, farada, pokazana na **rysunku 6**.

$$F = \frac{s^4 \cdot A^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{s^2 \cdot C^2}{m^2 \cdot kg} = \frac{C}{V} = \frac{A \cdot s}{V} = \frac{W \cdot s}{V^2} = \frac{J}{V^2} = \frac{N \cdot m}{V^2} = \frac{C^2}{J} = \frac{C^2}{N \cdot m} = \frac{s}{\Omega} = \frac{1}{\Omega \cdot Hz} = \frac{S}{Hz} = \frac{s^2}{H}$$

Rysunek 6

https://pl.wikipedia.org/wiki/Pojemność_elektryczna

Pojemność elektryczna [edytuj wstęp]

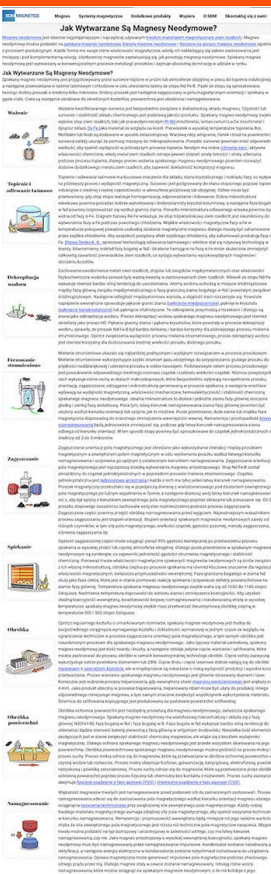
🌐 75 języków

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

Rysunek 5

$C = \frac{Q}{\Delta \varphi}$ jest oddalone od innych ciał przewodzących^[1].

Jednostką pojemności elektrycznej w układzie jednostek SI jest farad (F).



magnesy neodymowe
NdFeB, ściślej $Nd_2Fe_{14}B$
neodym – żelazo – bor

magnesy neodymowe spiekane
to najpopularniejsza ich odmiana



Skąd bierze się energia magnesów neodymowych

Ten i poprzedni artykuł są rozszerzeniem i uzupełnieniem filmu E057. Omawiamy proces produkcyjny magnesów neodymowych, na końcu którego do magnesu w ułamku sekundy przekazywana jest porcja energii. Na podstawie katalogu obliczamy, jak zaskakująco mała jest ta porcja energii w magnesie.

Magnes neodymowy i darmowa energia
Parametry magnesów neodymowych

Ile energii zawiera magnes neodymowy?
Skąd bierze się energia magnesów neodymowych

W poprzednim artykule o numerze E057 przedstawiłem najsilniejsze obecnie magnesy azotkowe, które są silniejsze od neodymowych oraz wstępnie pokazałem, że owszem, w polu magnetycznym zawarta jest porcja energii, ale porcja ta jest bardzo mała. W tym artykule omówię szczegóły.

Magnes neodymowy i darmowa energia

Magnesy zadziwiały od wieków, ale dawne magnesy były nieporównanie słabsze od współczesnych. Dziś wykorzystujemy kilka rodzajów magnesów, a spośród masowo produkowanych najsilniejsze są magnesy neodymowe. Przyciągają one inne materiały magnetyczne z zaskakująco dużą siłą, a to robi

ogromne wrażenie. Ta potężna siła „magnetyczna” powoduje, że osoby mniej zorientowane technicznie skłonne są do uwierzenia w możliwość uzyskania darmowej energii właśnie z magnesów neodymowych.

Co interesujące, chyba nikt nie ma nadziei na pozyskanie darmowej energii z magnesów słabszych, na przykład z magnesów elastycznych, powszechnie stosowanych jako uszczelki w drzwiach lodówek (**fotografia 1**).



Fotografia 1

Nikt też chyba nie oczekuje darmowej energii od magnesów najtańszych – ferrytowych (**fotografia 2**). Nadzieje „wyznawców darmowej energii” dotyczą tylko najsilniejszych magnesów neodymowych. A przecież wszystkie inne magnesy też wytwarzają pole magnetyczne, które ma taką samą naturę i takie samo pochodzenie, jak neodymowe, tylko to pole innych magnesów jest słabsze.

Gdyby rzekomo darmową energię można było pozyskiwać z magnesów neodymowych, to prosta logika podpowiada, że jeżeli natura pola magnetycznego jest taka sama, to można byłoby do tego wykorzystać także dowolne inne, słabsze magnesy, tylko efekty byłyby zapewne skromniejsze.

Mało tego – pole magnetyczne o identycznej naturze można wytworzyć za pomocą elektromagnesów. Zresztą według aktualnego stanu wiedzy, magnesy trwałe w istocie są rodzajem elektromagnesów, w których pole magnetyczne wytwarza prąd elektryczny. „Wewnętrzny prąd elektryczny”, który można nazwać „prądem spinowym”. Nie wszyscy wiedzą, że za pomocą odpowiednich elektromagnesów można wytworzyć pole magnetyczne wielokrotnie silniejsze, niż pole magnesów neodymowych. Dziś nie tylko w laboratoriach, ale i w medycynie, w większości aparatów do rezonansu magnetycznego wykorzystuje się (elektro)magnesy z nadprzewodników do wytworzenia pola magnetycznego kilkakrotnie silniejszego, niż dają najlepsze magnesy neodymowe.

Jeżeli „wyznawcy darmowej energii” wierzą w możliwość jej pozyskania z magnesów neodymowych, to co sądzą o wykorzystaniu do tego innych magnesów trwałych oraz właśnie elektromagnesów, w tym elektromagnesów nadprzewodzących? Zapewne nic nie sądzą, bo zafiksowani są wyłącznie na magnesach neodymowych, a o samaro-kobaltowych, pod pewnymi względami znacznie lepszych, a tym bardziej o magnesach z azotku żelaza, prawdopodobnie nawet nie słyszeli.

Trudno sensownie dyskutować z kimś, dla kogo najważniejsza jest wiara, a nie wiedza. Jeżeli jednak ktoś zdecydowałby się dyskutować z „wyznawcą darmowej energii” to być może przydadzą mu się informacje z następujących śródtytułów.

Parametry magnesów neodymowych

Rysunek 3 pokazuje parametry podstawowej odmiany magnesów neodymo-



Fotografia 2

Dwucyfrowa liczba w zakresie 30...56 określa „siłę” magnesu – im jest większa, tym magnes jest mocniejszy. Najpopularniejsze są magnesy N30...N35, dlatego że są najtańsze. Jeżeli liczba jest większa, cena magnesu rośnie – magnesy N50 i „silniejsze” są zdecydowanie droższe. Ale to są magnesy „podstawowe”, bo jeżeli na końcu oznaczenia jest dodatkowa litera lub dwie litery, to jest to jakaś wersja ulepszona, też niewątpliwie droższa od „podstawowej”.

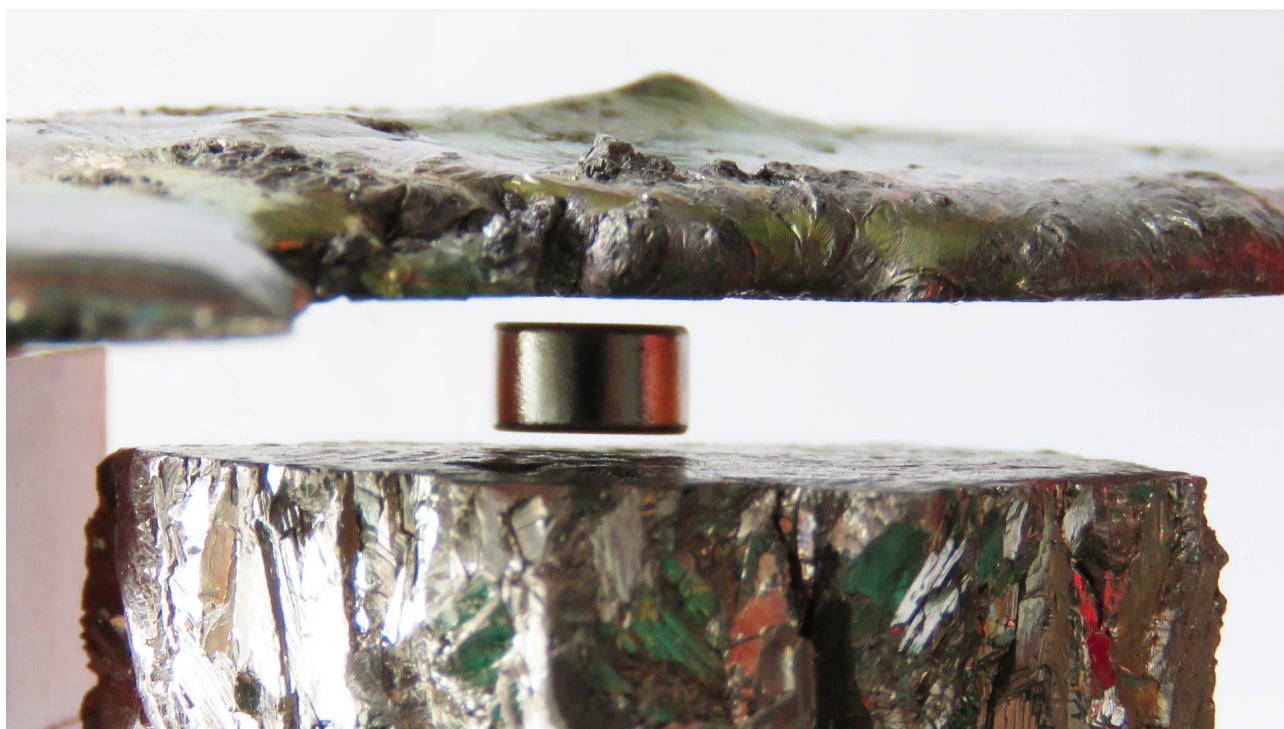
Parametrem najbardziej „widoskopowym” jest remanencja (B_r), czyli indukcja, jaka pozostaje po namagnesowaniu. Wyrażana jest najczęściej w gaussach, w tym przypadku w kilogaussach (kGs), a tutaj podana jest także w teslach (T). Najsłabsze magnesy neodymowe N30 tej firmy mają remanencję typowo 10,9 kGs, minimalnie 10,6 kGs.

Drugi najważniejszy parametr to siła koercji (H_c), z reguły wyrażana w erstedach (Oe), a raczej kiloerstedach (kOe), a w tej tabeli też wyrażona w (kilo)amperach na metr. Ten producent podaje tylko,

N Series — N Grade (Work Temp $\leq 80^\circ\text{C}$)

NO.	Grade	Remanence (Br)				Intrinsic Coercive Force (H _{cj})		Maximum Energy Product (BH) max				Work Temp °C
		Nom kGs	Min	Nom T	Min	kOe	kA/m	Nom MGOe	Min	Nom kJ/m ³	Min	
01	N30	10.9	10.6	1.09	1.06	≥ 12	≥ 955	30	28	239	223	≤ 80
02	N35	12.0	11.8	1.20	1.18	≥ 12	≥ 955	35	33	279	263	≤ 80
03	N38	12.6	12.3	1.26	1.23	≥ 12	≥ 955	38	36	303	287	≤ 80
04	N40	12.9	12.6	1.29	1.26	≥ 12	≥ 955	40	38	318	302	≤ 80
05	N42	13.1	12.9	1.31	1.29	≥ 12	≥ 955	43	40	342	318	≤ 80
06	N45	13.6	13.3	1.36	1.33	≥ 12	≥ 955	45	43	358	342	≤ 80
07	N48	14.0	13.7	1.40	1.37	≥ 12	≥ 955	48	45	383	358	≤ 80
08	N50	14.3	13.9	1.43	1.39	≥ 12	≥ 955	50	47	398	374	≤ 80
09	N52	14.5	14.2	1.45	1.42	≥ 12	≥ 955	52	49	414	390	≤ 80

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



Lewitacja magnesu neodymowego nad bizmutem

Czy wiedziałeś, że diamagnetyczna woda w ciele żaby pozwala jej na lewitację w silnym polu magnetycznym? Ty też możesz zrealizować eksperyment demonstrujący siłę diamagnetyzmu. Sprawdź, jak zmusić magnes do lewitacji nad bizmutem i na co uważać podczas prób.

Nieudane eksperymenty

Przykłady udanej lewitacji

Lewitacja z wykorzystaniem bizmutu

Opis realizacji

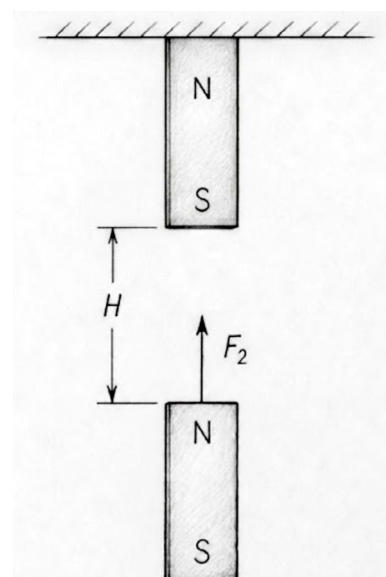
eksperymentu

Ostrzeżenie

Nieudane eksperymenty

Chyba każdy z nas w dzieciństwie eksperymentował z magnesami, obserwując, jak się przyciągają i odpychają. Być może próbowaliśmy nawet ustawić je tak, aby jeden z nich zawisł w powietrzu. Jeśli ta sztuka nam się nie udała, to winą za nasze niepowodzenie należy obarczyć Samuela Earnshawa. To właśnie ten naukowiec w 1842 roku sformułował twierdzenie, które w dużym uproszczeniu mówi: stabilna lewitacja statyczna samych magnesów stałych jest niemożliwa.

wodzenie spotka nas także wtedy, gdy zechcemy wykorzystać siłę przyciągania. Spójrzmy na **rysunek 1**. Zmieniając odległość H , możemy sprawić, że siła grawitacji F_1 zostanie idealnie zrównoważona przez siłę przyciągania F_2 .



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



Czy to Gian Romagnosi jest ojcem elektromagnetyzmu?

Mówi się, że dzisiejsza cywilizacja oparta jest na elektryczności. Jednak ściślej biorąc, oparta jest na zjawiskach elektromagnetycznych, czyli będących połączeniem elektryczności oraz magnetyzmu. Czy znasz fascynującą historię elektromagnetyzmu i czy wiesz, jak brzmi odpowiedź na tytułowe pytanie?

Gian Domenico Romagnosi

Co tak naprawdę ustalił Romagnosi?

Dalsze losy informacji Romagnosiego

Ogólnie biorąc **elektryczność** dotyczy zjawisk, związanych z istnieniem, ruchem i oddziaływaniem ładunków elektrycznych. Nie obejmuje ani kwestii fal radiowych – elektromagnetycznych, ani nawet tak na pozór prozaicznego zagadnienia, jak praktyczne, najpopularniejsze dziś sposoby wytwarzania energii elektrycznej. Wszystko to obejmuje i wyjaśnia dopiero **elektromagnetyzm**, zajmujący się zagadnieniami dotyczącymi współzależności zjawisk elektrycznych i magnetycznych. Dziś dużo o tym wiemy, ale nadal zrozumienie i zaakceptowanie pewnych aspektów tej współzależności oraz „harmonii elektromagnetyzmu” napotyka na ogromne przeszkody.

Dlatego naprawdę warto spojrzeć na elektromagnetyzm z perspektywy historycznej. W poprzednich artykułach tego cyklu przedstawiłem początki elektryczności, zwłaszcza począwszy od roku 1600. Przełomowy był rok 1800, gdy Volta przedstawił swoją baterię galwaniczną i gdy ruszyła lawina eksperymentów oraz prób wyjaśnienia tajemniczych zjawisk dotyczących elektryczności. W tamtych czasach uważano, że jest kilka rodzajów elektryczności. Panowało przekonanie, że elektryczność jest jakimś fluidem, subtelną, niewykrywalną substancją. W środowisku naukowym trwała dyskusja, czy jest jeden elektryczny fluid, czy dwa (szklany i żywiczny).

Nie było przyrządów pomiarowych i panowały bardzo dziwne wyobrażenia o naturze i właściwościach elektryczności. Wczesne próby zbadania zależności rządzących elektrycznością były nieudane. Opisywałem to w artykule o pracach Barlowa i pierwszych pracach Ohma, co omówiłem w innym artykule cyklu. **Rysunek 1** pokazuje strony tytułowe wcześniejszych artykułów z kategorii historycznej.

W latach 1826 i 1827 Georg Simon Ohm, na podstawie dokładniejszych badań, prawidłowo określił zależność między prądem i napięciem elektrycznym w metalowych drutach – przewodnikach. Jak pisałem o tym [w kolejnym artykule](#), przez kilkanaście lat jego prace nie były doceniane, ale w końcu potwierdzono jego główne wnioski. Powstało i upowszechniło się prawo Ohma, które dość dobrze opisowało zależności w zdecydowanej większości ówczesnych obwodów elektrycznych.

Najpierw były to linie telegraficzne, potem linie energetyczne, na których upowszechnienie duży wpływ miał sprytny samouk Edison. Edisonowi, który był bardzo słabo wykształcony, do obliczeń dotyczących jego sieci energetycznych prądu stałego wystarczyło praktycznie tylko prawo Ohma i garść innych elementarnych informacji i zależności. niewiele więcej wiedzy potrzebne było też elektrykom, którzy mieli związek z sieciami prądu zmiennego oraz z niezbyt długimi liniami telegraficznymi, a potem też telefonicznymi.

Na początku drugiej połowy XIX wieku wydawało się, że prawo Ohma i ściśle związane z nim wyobrażenia przepływu fluidu(-ów) to nie tylko fundament, ale też wyczerpujące wytłumaczenie elektryczności. Tak też sądzili najwięksi naukowcy tamtych czasów. Ale wtedy nie było elektroniki i prawie nikt nie miał pojęcia o czymś takim jak elektromagnetyzm...

Dziś wiemy, że nawet wśród naukowców dominowały wtedy bardzo uproszczone i w sumie fałszywe wyobrażenia. Dziś prawo Ohma mówiące o proporcjonalności prądu i napięcia dotyczy tylko drobnego wycinka elektroniki, a ogromna część elementów

elektronicznych rażąco nie spełnia prawa Ohma. A podstawy elektroniki, w tym techniki radiowej, nie mają nic wspólnego z Ohmem i wyobrażeniami współczesnych mu naukowców, a nawet są z nimi zdecydowanie sprzeczne.

Fundamentów współczesnej cywilizacji absolutnie nie położył Ohm, ambitny nauczyciel, który chciał zabłysnąć w środowisku za pomocą swojej książki „Die galvanische Kette...” i dzięki niej stać się wykładowcą akademickim, profesorem i tym sposobem dorównać swojemu bratu, Martinowi, z powodzeniem zajmującemu się matematyką.

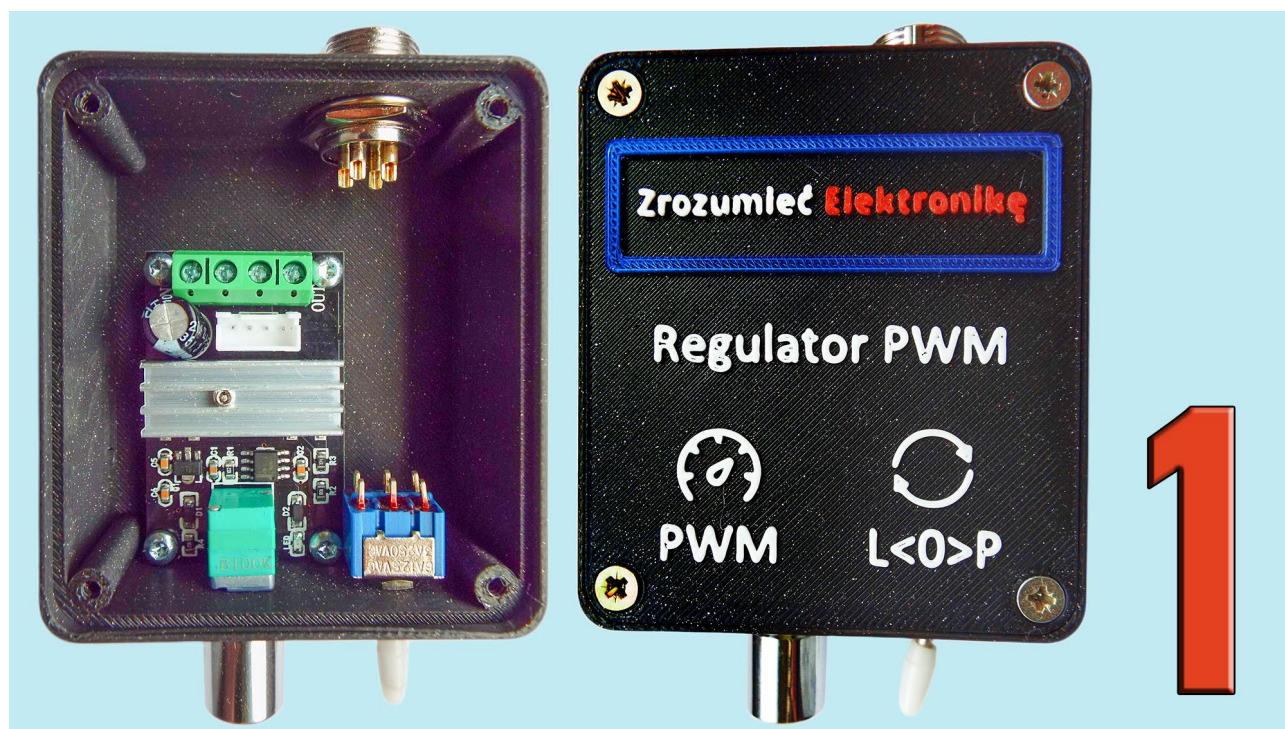
Fundamenty nie tylko elektroniki, ale też współczesnej elektrotechniki położyli inni, w szczególności syn ubogiego kowala, samouk należący do specyficznej, małej grupy religijnej. Człowiek, który mając 13 lat był gońcem roznoszącym gazety, który potem zdobył zawód... introligatora. Człowiek, który praktycznie nie znał matematyki, natomiast miał nieprzeciętny, wyjątkowy umysł i był znakomitym eksperymentatorem.

To on na początku lat 30. XIX wieku w pełni powiązał magnetyzm z elektrycznością i odkrył zjawisko indukcji elektromagnetycznej, co też otworzyło drogę do rozwoju techniki radiowej. O tym zasłużonym geniuszu opowiem w innym artykule.

A w tym i następnym artykule opowiem o początkach elektromagnetyzmu – o wydarzeniach wcześniejszych, głównie z początku lat 20. XIX wieku. Ale opowieść o początkach elektromagnetyzmu należałoby zacząć jeszcze wcześniej. Otóż przez stulecia **elektryczność** oraz **magnetyzm** uważano za **dwa zupełnie różne, oddzielne zjawiska**. I nie chodzi o „wyobrażenia panujące wśród społeczeństwa”, tylko o poglądy ówczesnych najlepszych naukowców. Nieakceptowalny był dla nich pomysł, że magnetyzm jest powiązany z elektrycznością. Taka idea była wtedy absolutnie obca i jej pojawienie się najpierw zostało zignorowane, a potem, co zaskakujące, spotkało się z niechęcią, a nawet sprzeciwem przedstawicieli ówczesnego środowiska naukowego!



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



Druk 3D – wykorzystanie kreatorów, część 1

Do budowanych układów elektronicznych, każdemu elektronikowi oprócz podzespołów, potrzebne są też różnego rodzaju obudowy. Można kupić liczne gotowe obudowy, ale nie zawsze odpowiadają one konkretnym potrzebom. W dobie drukarek 3D obudowy takie można samodzielnie zrealizować na różne sposoby.

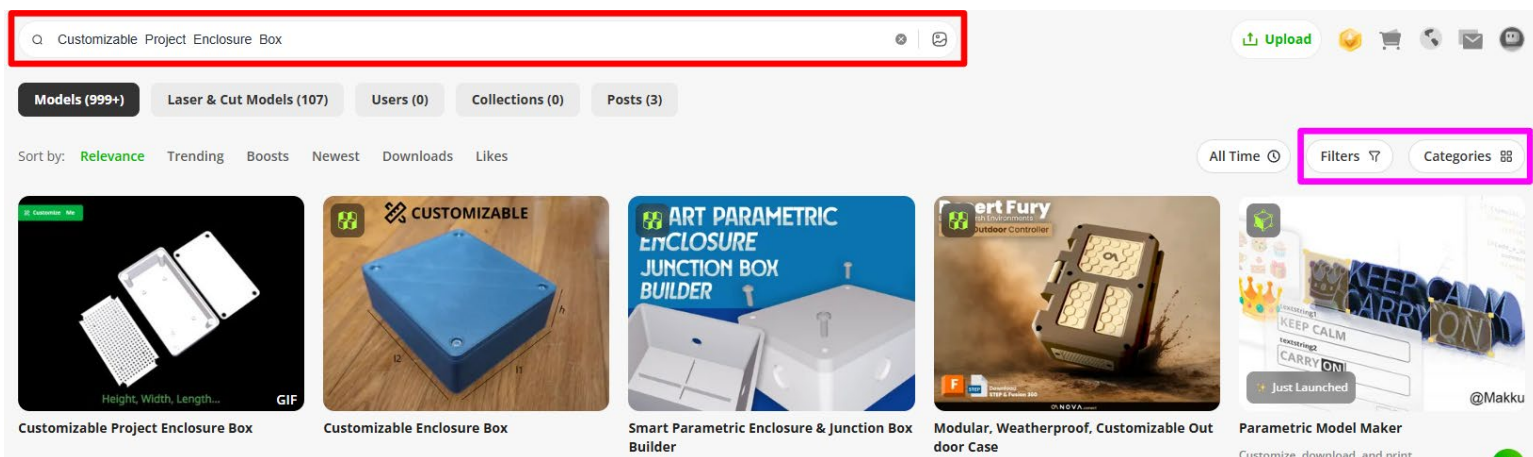
Wybór projektu
Edycja on- i off-line

Rodzaje śrub
Wymiary płytki drukowanej

Projektowanie obudowy zwykle wymaga utworzenia projektu od podstaw w odpowiednim programie CAD 3D. Do tego potrzebne są umiejętności projektowania w tego rodzaju programie. Projektowanie „od zera” dla wielu osób jest zbyt trudne. Jednak w wielu przypadkach wystarczające może okazać się skorzystanie z modyfikowalnych projektów dostępnych na platformie <https://makerworld.com>. Poniższy artykuł jest pierwszą częścią materiału, pokazującego szczegółowo i z przykładami, jak wykorzystać modyfikowalne projekty. W tym artykule podane są informacje wstępne, reszta jest w drugiej części.

Wybór projektu

Na platformie <https://makerworld.com> i na innych stronach znajdziemy niezliczoną ilość projektów – modeli 3D z różnych dziedzin. Nas najbardziej interesują projekty związane z elektroniką i techniką, w tym różnego rodzaju obudowy. W portalu tym dostępna jest wyszukiwarka pozwalająca na przeszukiwanie jego zasobów z filtrami ustawień oraz wybór kategorii, jaka nas interesuje. W filtrach ustawień możemy wybrać parametr **Customizable** czyli projekty, które możemy modyfikować. Kolejne warte zwrócenia uwagi opcje do wyboru to model



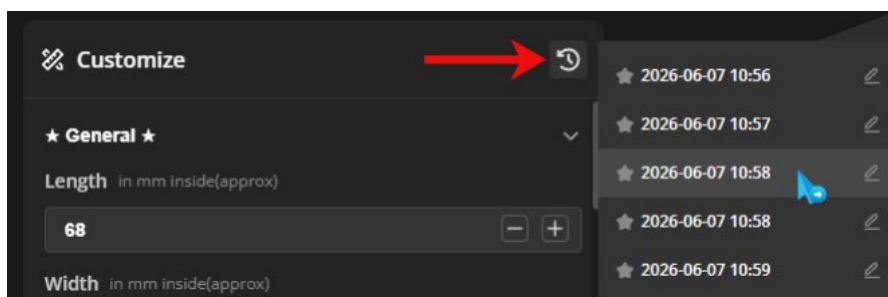
Rysunek 1

posiadanej drukarki 3D, średnica dyszy drukującej, a także ustawienia koloru wydruku jeśli nasza drukarka obsługuje druk wielokolorowy. Ustawienia **Categories** pozwalają wybrać kategorię, jaka nas interesuje, na przykład **Hobby & DIY** → **Electronics**.

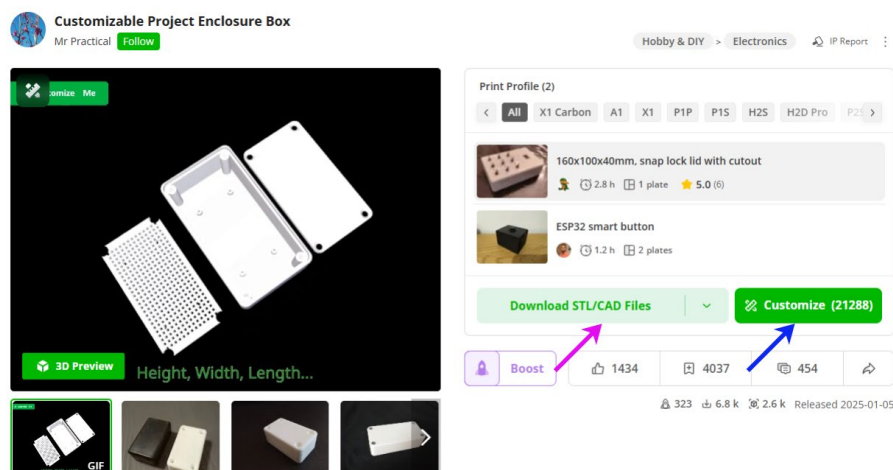
Opisywane ustawienia widzimy na **rysunku 1**, gdzie czerwona ramka to pole wprowadzania haseł wyszukiwania. Natomiast różowa ramka to ustawienia filtrów i kategorii. Po wpisaniu w polu wyszukiwania hasła „customizable project enclosure box” i zatwierdzeniu klawiszem enter możemy przeglądać wyszukane dla naszych potrzeb projekty.

Edycja on- i off-line

Wyszukane projekty typu „customizable” możemy edytować w większości przypadków w trybie online, w oknie przeglądarki internetowej. Jest to wygodne, ale minusem tego rozwiązania jest to, że odświeżenie strony z edytowanym projektem, brak połączenia z internetem, a nawet chwilowe uśpienie komputera spowoduje utratę wprowadzonych w projekcie modyfikacji. Mimo tego dostępny jest, wskazany czerwoną strzałką na **rysunku 2**, przycisk przywracania historii edycji projektu, który rozwija historię modyfikacji projektu. Dostępne jest pięć ostatnich zmian. Historia ta jest uaktualniana po



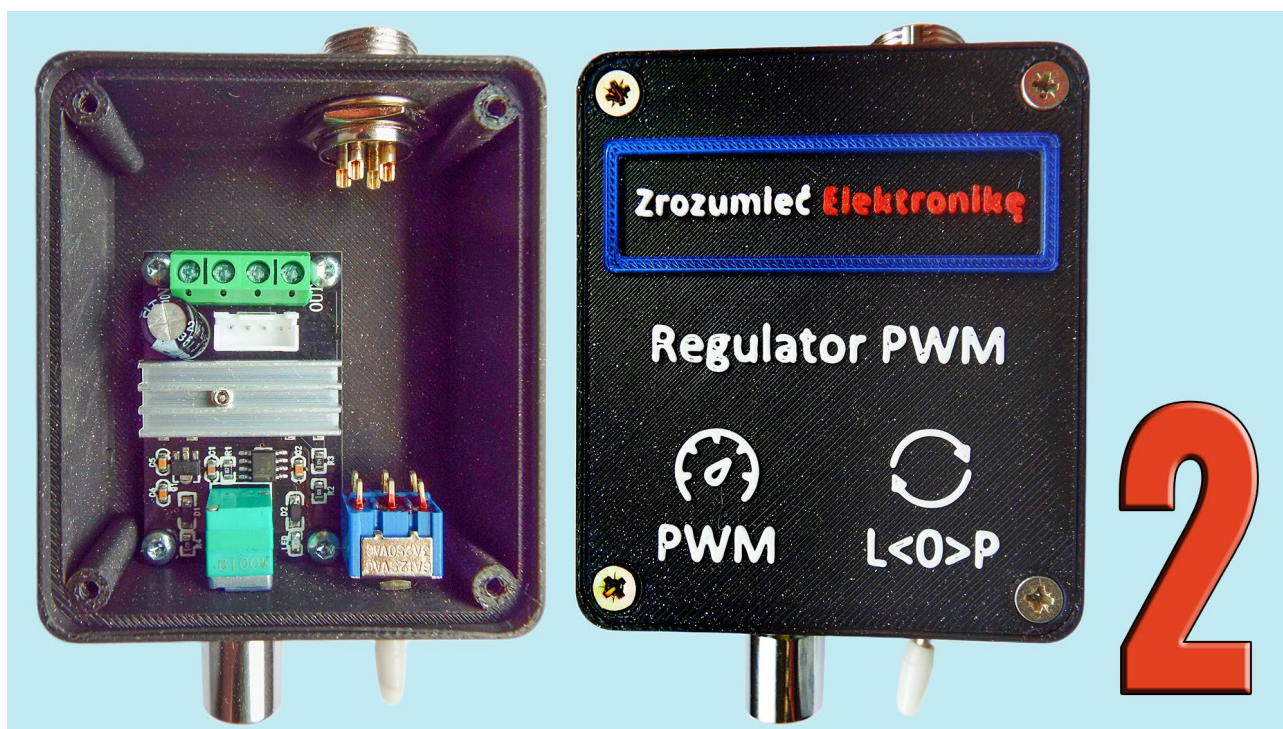
Rysunek 2



Rysunek 3

by wrócić. Jednak odświeżenie strony lub utrata połączenia z internetem spowoduje również utratę tej historii zmian. Aby edytować projekt, wystarczy w wybranym projekcie kliknąć zielony przycisk **Customize**, wskazany niebieską strzałką na **rysunku 3**. Przycisk ten dostępny jest tylko dla edytowalnych projektów. Przed tym przyciskiem mamy jeszcze wskazany różową strzałką zielony przycisk **Download STL/CAD Files**, który w przypadku niektórych edytowalnych projektów pozwala na pobranie na dysk komputera pliku *.scad, który możemy edytować w darmowym

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



Druk 3D – wykorzystanie kreatorów, część 2

Do budowanych układów elektronicznych, każdemu elektronikowi oprócz podzespołów, potrzebne są też różnego rodzaju obudowy. Można kupić liczne gotowe obudowy, ale nie zawsze odpowiadają one konkretnym potrzebom. W dobie drukarek 3D obudowy takie można samodzielnie zrealizować na różne sposoby.

Modyfikacja obudowy Napisy

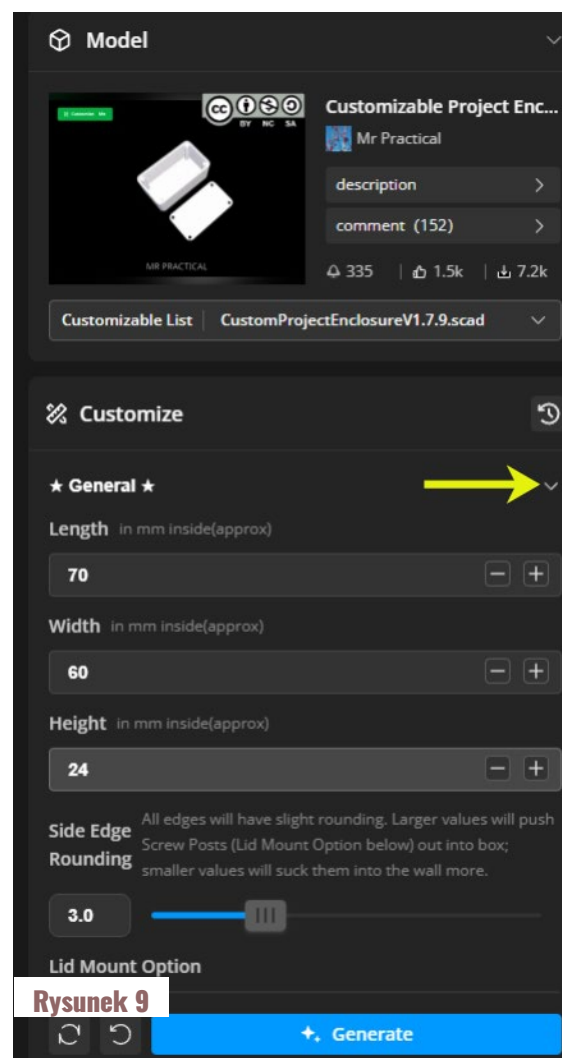
To jest druga część materiału. W części pierwszej przedstawione zostały rozmaite informacje wstępne, a poniżej przedstawione są szczegółowo wszystkie kroki realizacji obudowy za pomocą kreatora.

Modyfikacja obudowy

Gdy klikniemy na przycisk **Customize** z rysunku 3 (z pierwszej części artykułu), otworzy się nowa zakładka w przeglądarce internetowej. Po lewej stronie przeglądarki mamy panel edycji, a w nim rozwijaną listę parametrów obudowy widoczną na **rysunku 9**. Zwróćmy uwagę na znacznik wykazany żółtą strzałką. Kliknięcie go rozwija i zwiija poszczególne para-

Podsumowanie

metry modyfikacji obudowy. Dzięki temu nie trzeba przewijać długiej listy parametrów. Pierwsza kategoria parametrów obudowy to **General** i w niej definiujemy wymiary



Rysunek 9

naszej obudowy. Wymiary te są wymiarami wewnątrz obudowy. Grubość ścianek obudowy wynosi 3 mm. Wymiary zewnętrzne obudowy będą więc większe o 6 mm od zdefiniowanych wymiarów ponieważ mamy w każdej z osi X, Y, Z po dwie ścianki o grubości 3 mm. Ja u siebie zdefiniowałem wymiary wewnętrzne obudowy na 70 × 60 × 24 mm i suwakiem widocznym na rysunku 9, zmniejszyłem promień krawędzi obudowy do 3,0 mm. Wprowadzając wymiary z wartością po przecinku należy używać kropki zamiast przecinka, który nie jest akceptowany. Klikając niebieski przycisk **Generate** otrzymamy podgląd obudowy ze zmodyfikowanymi parametrami. Wprowadzone zmiany możemy w razie potrzeby cofnąć, tak jak to pokazałem na rysunku 2 (z pierwszej części artykułu).

Kolejne parametry obudowy zawarte w sekcji General to widoczne na **rysunku 10** parametry **Lid mount option**, które odpowiadają za sposób mocowania pokrywy obudowy. Ja wybrałem domyślny parametr **Screw Posts – Barely Blended**, wskazany czerwoną strzałką, który definiuje mocowanie pokrywy za pomocą śrub do słupków dystansowych połączonych w narożnikach z korpusem obudowy. Z kolei parametry **Screw Posts – Super Island** i **Screw Posts – Island** wygenerują słupki dystansowe przesunięte nieco w głąb korpusu obudowy. Użycie tych dwóch parametrów zmniejsza w pewnym stopniu dostępną przestrzeń wewnątrz obudowy. Z kolei parametr **Screw Posts – Fully Merged** w większym stopniu łączy słupki dystansowe z korpusem. Jednak tu mogą pojawić się problemy, ponieważ stożkowe pogłębienia w pokrywie obudowy mogą przeciąć krawędzie zaokrąglonych narożników pokrywy obudowy, jak to pokazałem na **rysunku 11**. Na tego rodzaju defekt ma również wpływ rozmiar użytych w projekcie śrub do mocowania pokrywy. Inne opcje mocowania pokrywy to możliwość jej wklejenia (**No Screws or Snaps (glue instead)**) jak również mocowania na zatrzask – parametry **Snap Lock**. Zatrzask ten może być ciasny, luźny, umożliwiając demontaż pokrywy jak również uniemożliwiający demontaż pokrywy.

Parametr **Lid Screw**, wskazany na rysunku 10 niebieską strzałką, to rozmiary śrub pokrywy. Rozmiary śrub zaczynające się od oznaczeń 6-32, 8-32 to śruby w systemie calowym i nie należy ich

Rysunek 10

jest niemożliwe. Próba użycia śrub metrycznych do gwintu calowego najprawdopodobniej doprowadzi do uszkodzenia otworów w słupkach dystansowych. Na liście dostępnych rodzajów śrub mamy śruby metryczne M3 i M4 z pogłębieniem stożkowym i płaską główką **M3 Flat/Countersunk/Bugle Head**, wskazane niebieską strzałką. Główki tego rodzaju śrub chowają się w stożkowym pogłębieniu, dzięki czemu nie wystają nad pokrywę obudowy. Śruby metryczne z parametrem **Socket or Pan Head** to śruby z płaską główką typu gniazdkowego. Wybrałem śruby z główką stożkową chowającą się w pokrywie obudowy. Wybranie śrub M3 lub M4 spowoduje, że w otworach słupków dystansowych zostanie wydrukowany gwint metryczny! Osobiście mam obawy o wytrzymałość i precyzję drukowanego gwintu w tak małym rozmiarze. Możemy też z rozwijanej listy **Lid Screw** wybrać parametr **NO THREADS**, czyli otwory bez gwintu. Wydrukowane zostaną gładkie otwory w słupkach dystansowych. Wraz z parametrem **NO THREADS** należy włączyć znajdujący się niżej parametr **My Screw Heads Are Flat Bottomed** z różowej



ramki rysunku 10, czyli wybieramy główki śrub z płaską powierzchnią, która będzie przylegała do pokrywy obudowy.

Parametr **Lid Screw Diameter**, wskazany zieloną strzałką, defi-

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

Nie przegap bardzo cennych artykułów edukacyjnych zawartych w niepozornej kategorii: R – Archiwalne

https://piotr-gorecki.pl/n05_kopalnia-skarbow/

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

NASZE
CZASOPISMO

ZAPYTAJ
ODPOWIEDZ

KOPALNIA
SKARBÓW

ARDUINO
PROGRAMOWANIE

PROJEKTY
EKSPERYMENTY

ELEKTRONIKA
UŻYTKOWA

PANORAMA
AUDIO

PATRONAT
MECENAT

O MNIE
KONTAKT

Kopalnia skarbow



Szukaj

Szukaj



Wspieraj na Patronite.pl

Dziękuję za Twoje wsparcie!



Wesprzyj

Powered by PATRONITE

Nasza cywilizacja opiera się na elektronice. Elektronika to wspaniała dziedzina, ale niewiarygodnie obszerna – poznając ją, możesz skorzystać z mojej pomocy.

Kategorie. Dla wygody wszystkie artykuły, i te publikowane najpierw w czasopiśmie **Zrozumieć elektronikę**, i te od razu umieszczane na stronie internetowej **piotr-gorecki.pl**, a także filmy na mojej stronie na **YouTube**, pogrupowane są według kategorii i wyróżnione kolorami. Każdy artykuł merytoryczny ma oznaczenie, składające się z jednej lub dwóch liter określających kategorie oraz trzycyfrowy numer kolejny, na przykład A001 (niektóre artykuły należą do więcej niż jednej kategorii). Znając to oznaczenie, np. właśnie A001, nie trzeba szukać, bowiem można po prostu wpisać w przeglądarce w pasku adresu: *piotr-gorecki.pl/A001*.

Zawsze można też skorzystać z umieszczonej na stronie wyszukiwarki (u góry, po prawej).

Listę opublikowanych dotychczas artykułów zobaczysz po kliknięciu poniżej na link z nazwą kategorii.

A – Fundamenty elektroniki Najobszerniejsza kategoria, obejmująca wiele dziedzin elektroniki.

B – O elektronice przystępnie Elektronika to bardzo szeroka dziedzina. Jak zacząć? Materiały dla wszystkich ciekawych świata, także nieelektroników, a szczególnie dla początkujących elektroników.

Y – Praktyczna elektronika Zrób to sam – wykonaj to własnoręcznie! Praktycznie zrealizowane projekty oraz przeprowadzone testy i eksperymenty.

E – Elementy i moduły Poznaj lepiej rozmaite elementy elektroniczne oraz łatwe do wykorzystania moduły.

M – Miernictwo Mierzmy nie tylko podstawowe parametry, ale też badamy rozmaite aspekty niedoskonałości, co jest ogromnie ważne w praktyce.

S – Zasilanie Zasilacze liniowe, impulsowe, baterie i akumulatory. Nie takie to wcale proste, jak może się wydawać...

U – Mikroprocesory Nie tylko o mikroprocesorach i mikrokontrolerach, ale przede wszystkim o Arduino.

P – Programowanie Współczesny elektronik nie uniknie programowania, ale nie musi być informatykiem.

D – Podstawy techniki cyfrowej Nie tylko elementarne podstawy techniki cyfrowej, ale też komputery, transmisja danych i różne interfejsy.

C – Elektronika użytkowa Budowa i zasady działania urządzeń elektronicznych powszechnego użytku, jakie mamy w naszych domach.

H – Historia Nie tylko historia elektroniki, ale i elektroniki historyczna, w tym technika lampowa.

O – Audio i wideo Fascynujący i ogromny temat otworzenia dźwięku i obrazu.

Q – Pytania i odpowiedzi Tu zadasz pytanie i znajdziesz odpowiedzi na popularne pytania dotyczące elektroniki.

X – Różne – Jak sama nazwa wskazuje.

Dodatkowo są jeszcze dwie, odrębne kategorie:

R – Archiwalne Litera R w oznaczeniu wskazuje, że jest to materiał, który już wcześniej był dostępny w drukowanym czasopiśmie, zapewne w EdW.

C – Cykle Do tej kategorii należą wieloodcinkowe cykle edukacyjne.

Obserwuj nas w mediach społecznościowych

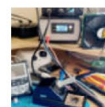


Najnowsze artykuły



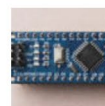
3 tygodnie ago

Wspólnie projektujemy: Trzecia ręka elektronika



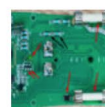
3 tygodnie ago

„Warsztatowe” zakupy w Chinach



3 tygodnie ago

Mikroprocesorowa ośla łączka, część 6



3 tygodnie ago

Skrzynka pytań i odpowiedzi.
Wytrzymałość wejść częstotściomierza AN870

Nasi przyjaciele



FORBOT

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 8/2026

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

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

**Stali współpracownicy: Andrzej Pawluczuk, Tadeusz Suszał, Karol Świerc,
Mateusz Ostrycharz, Paweł Pawłowicz, Rafał Kozik, Szymon Burian, Jacek Kosecki**

**Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana jest
dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez
konto autorskie Patronite: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>**

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

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

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

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

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

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