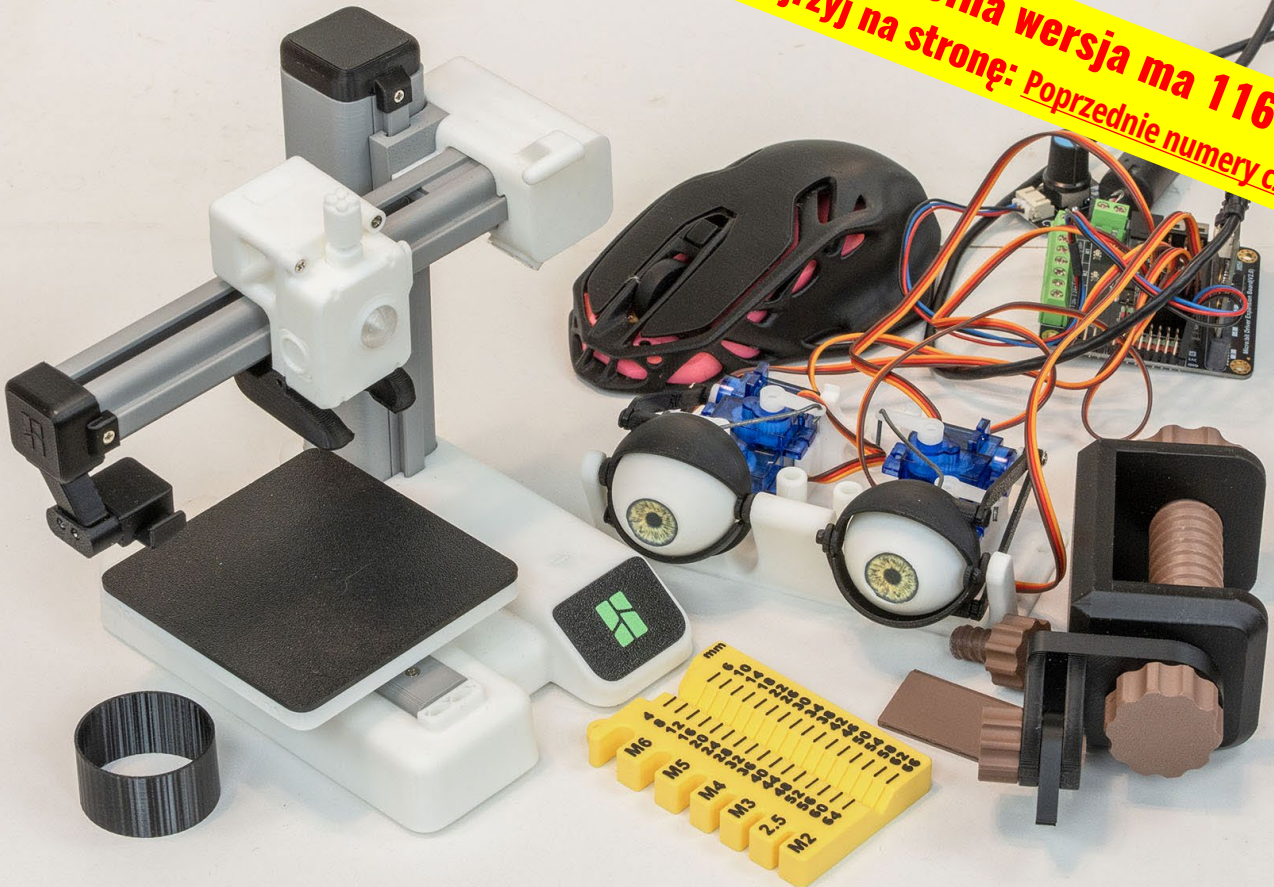


Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 116 stron. Jeśli chcesz nabyć pełne wersje dowolnych numerów ZE, zajrzyj na stronę: Poprzednie numery czasopisma

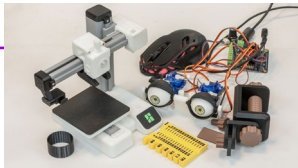


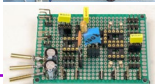





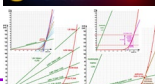








Moja przygoda z drukarkami 3D

- Tester przekaźników • OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach • Generator liczb losowych
- Fotowoltaika: MPP i kontrolery MPPT • Rezystancja statyczna, przyrostowa i dynamiczna
- Komunikacja przez sieć • Podstawowe zabezpieczenia w akumulatorach litowych
- Magnesy z azotku żelaza silniejsze od neodymowych • Lampowe konfiguracje SRPP i mu follower



Zawartość numeru 7/2026

- 15**  [Moja przygoda z drukarkami 3D](#)
Artykuł w przystępny sposób pokazuje, jak praktycznie każdy chętny może rozpocząć korzystanie z zalet druku 3D. Udowadnia, że dziś można zacząć i osiągnąć pełny sukces zaskakująco łatwo i że skończyły się czasy, gdy zarówno przygotowanie, jak i sam druk 3D wymagały dużej wiedzy i doświadczenia.
- 3** [Słowo wstępne – lipiec](#)
- 4** [Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników](#)
- 9** [Łamigłówki elektroniczne Lipiec 2026](#)
- 11** [Rozwiązania Łamigłówek Maj 2026](#)
- 24**  [Tester przekaźników](#)
- 32**  [Zasilacz do wzmacniaczy operacyjnych](#)
- 37**  [Wspólnie projektujemy: Jak poznać podrabiane wzmacniacze](#)
- 38**  [Wspólnie projektujemy: Pomiar temperatury półprzewodników](#)
- 41**  [Fotowoltaika: MPP i kontrolery MPPT](#)
- 49**  [26 Mikroprocesorowa ośła łączka, część 26](#)
- 55**  [2 Komunikacja przez sieć](#)
- 62**  [9 Elektroenergetyka – przesył i dystrybucja, część 3](#)
- 65**  [Rezystancja statyczna, przyrostowa i dynamiczna](#)
- 73**  [OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach \(1\)](#)
- 80**  [2 Generator liczb losowych](#)
- 87**  [Podstawowe zabezpieczenia w akumulatorach litowych](#)
- 93**  [Magnesy z azotku żelaza silniejsze od neodymowych](#)
- 100**  [Lampowe konfiguracje SRPP i mu follower \(4\)](#)
- 110**  [Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad \(6\)](#)

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



Słowo wstępne – lipiec

Witam!

Temat druku i drukarek 3D był obecny na łamach czasopisma od początku tego roku, dzięki kilku znakomitym artykułom specjalisty w tej dziedzinie – **Adama Kozubowicza**, właściciela firmy get3D.

Ja interesuję się tematem druku 3D „od zawsze”, a dokładniej od lat 80., gdy pojawiały się pierwsze informacje o różnych sposobach realizacji druku 3D, na początku z wykorzystaniem lasera oraz żywic i proszków. Śledziłem rozwój drukarek FDM, czyli takich, jakie dominują do dziś. I dobrze wiedziałem, że opanowanie druku 3D wymaga mnóstwa czasu i prób. A ja mam wiele innych zajęć, dlatego dopiero niedawno do „dotknięcia” druku 3D w końcu dałem się namówić **Damianowi Szymańskiemu**, właścicielowi portalu **forbot.pl**. Przeżyłem szok, o czym opowiadam w filmie YT. A szczegóły opisuję w okładkowym artykule tego numeru, gdzie też przedstawiam cztery stopnie wtajemniczenia.

W tym numerze bardzo polecam kilka artykułów omawiających tematy mało znane. W szczególności dotyczących podstawowych **zabezpieczeń akumulatorów litowych** oraz tajemniczych dla wielu **zabezpieczeń OVP i OCP w zasilaczach**.

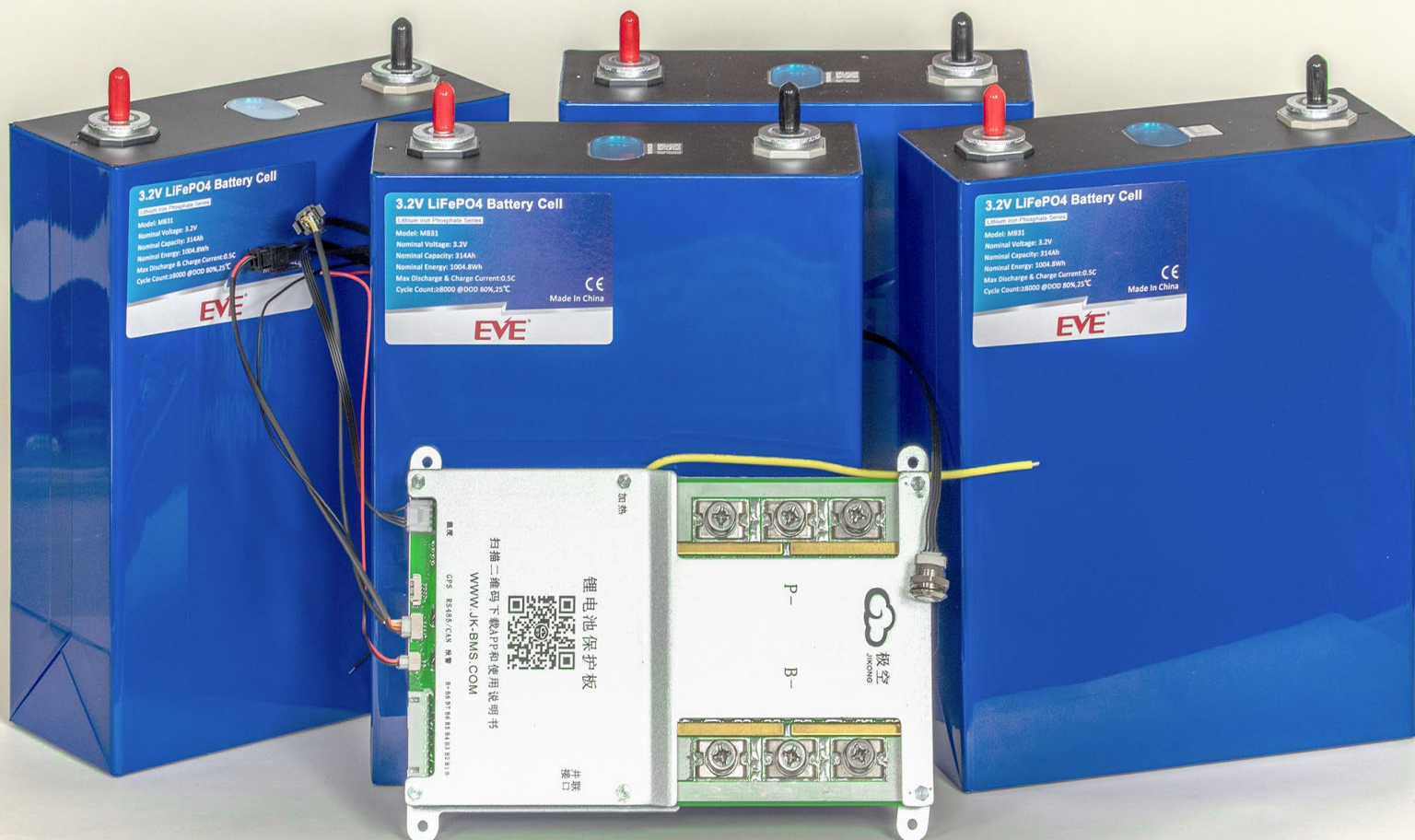
Warto wgłębić się w artykuły na temat komunikacji przez Internet oraz niezbyt dobrze rozumianych **rezystancji: statycznej, przyrostowej i dynamicznej**. Polecam artykuł pokazujący przystępnie, w największym skrócie, **co to jest MPPT**.

Chciałbym też zachęcić do udziału w zadaniu konkursowym: **jak z całkowitą pewnością rozpoznać podrabiane wzmacniacze operacyjne?**

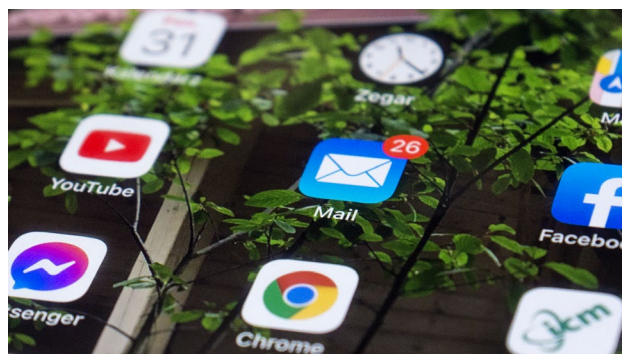
Nie zlekceważ na pozór banalnego artykułu o testerze przekładników i zasilaczu do wzmacniaczy operacyjnych, artykułów o elektroenergetyce, magnesach azotkowych oraz oczywiście Oślej łączki.

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,
czytałem w jednym z numerów ZE, że w listach do redakcji padło coś o generatorze sinusa na mostku Wienera. Że będzie jakaś publikacja. Też mam w planach ruszyć ten temat niedługo, za sprawą ostatniego zakupu – udało się wylicytować spory zestaw starych kondensatorów Miflex o tolerancjach 0,5% 1% i 2%. Do tego dokupiłem dwie pozycje w sklepie HFO.

<https://allegro.pl/oferta/5szt-kondensator-polipropylenowy-10nf-250v-1-mkp1839-roederstein-e-ro-10681176079>

<https://allegro.pl/oferta/10szt-kondensator-polipropylenowy-typ-mkp418-10nf-250v-2-vishay-bcomp-7069505399>

Nie wiem na ile te od HFO będą dobre, ale na pewno lepsze niż 5% czy 10% Wimy, których trzeba przerzucić ze 20 sztuk, by jako tako dobrać jedną parę (niestety nie mam mostka RLC, więc dobieram to na słowo honoru testerem T4).

Z racji tego, że budowę generatora na fotoelemencie NSL32SR3 już kiedyś zrobiłem, stwierdziłem że wrócę do tematu z żarówką albo termistorem NTC.

Dostałem w prezencie od znajomego kilka nowych

termistorów Towy NTC 230 w szklanej bańce, wersja z grzałką. Mam tych żarówek też kilka rodzajów więc wypróbuję co się da, coś na wzór artykułu:

<https://ep.com.pl/files/6917.pdf>.

Niestety moja karta dźwiękowa, jako narzędzie pomiarowe, na USB Creative nie jest jakaś mocno wyszukana, ale na pewno radzi sobie lepiej niż stary Zopan PMZ. Ciekaw jestem efektów, czy coś się zmieni na lepsze względem artykułu powyżej i badań tam wykonanych. W jednym z Elektorów znalazłem artykuł, gdzie z prostego generatora z żarówką wyciągnięto THD na poziomie tysięcznych części procenta, chociaż szczerze mówiąc, mnie w dawnych czasach się to nigdy nie udało.

Konrad

Odpisałem, że bardzo się cieszę z takiej inicjatywy! Ja mam płytkę (płytki próbne), mam zmontowany i wstępnie sprawdzony model – działa.

Zapowiada się obiecująco. Tylko nie mam czasu na dalsze eksperymenty. Kondensatory to w sumie niewielki problem. Wcale nie muszą być identyczne – ja kupiłem w TME SMD ceramiczne NPO 1%.

O wielkości harmonicznych mogą zdecydować rezystory – ich nieliniowość, a przede wszystkim



wzmacniacz operacyjny. To właśnie wymaga dokładnego zbadania – na ile zniekształcenia wprowadza wzmacniacz operacyjny, mostek Wiena, a na ile obwód ujemnego sprzężenia zwrotnego.

No i tu oczywiście w grę wchodzi żarówka lub termistor – niewątpliwie będzie trzeba troszkę „porzeźbić”. Pracując na krawędzi wzbudzenia drgań można uzyskać znikome zniekształcenia, tylko pojawi się kwestia pewności działania, czasu wzbudzenia drgań po włączeniu zasilania oraz stabilności drgań przy zmianach temperatury otoczenia.

Przewidując problem ze zmianami temperatury, wraz z generatorem zaprojektowałem od razu regulator temperatury, i to regulator PID, widoczny na **fotografii**. Zmontowany, ale nie przebadany.

Konrad odpisał:

*Dzień dobry,
na THD na pewno bardzo duży wpływ ma układ stabilizacji amplitudy. Generator, który zmontowałem „trójnik T” z fotorezystorem ma znikome zniekształcenia, natomiast identyczny z żarówką już zbliżone do klasycznego Wiena. Zatem warto sprawdzić, czy z klasycznego Wiena da się wyciągnąć więcej niż te 0,04 procent typowo. (...)*

Zamówiłem miernik RLC Zoyi ZT-DQ01. Na Pana filmie wypadł OK, a cena więcej niż atrakcyjna. Myślę, że przyda się na przyszłość. W porównaniu z konkurencją cena dużo niższa, a możliwości wcale nie gorsze.

Konrad

Cieszę się, że zapowiada się kolejny interesujący projekt! Osoby zainteresowane tematem już teraz mogą do mnie napisać. Mam jeszcze kilka płytek próbnych – mogę podesłać.

Dzień dobry,

...idzie lepsze.

Koniec tanich zakupów z Temu i AliExpress. Od 1 lipca 2026 UE wprowadza nowe cło:

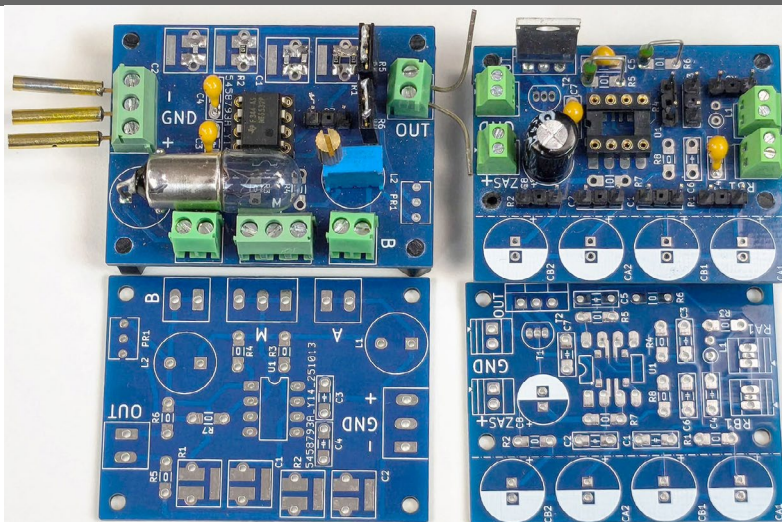
<https://www.pit.pl/aktualnosci/koniec-tanich-zakupow-z-temu-i-aliexpress-od-1-lipca-2026-ue-wprowadza-nowe-clo>

Pozdrawiam

Tadeusz Suszał

Odpisałem, że nie wiedziałem o takich zamiarach, które w sumie są jak najbardziej słuszne, bo to ochrona europejskiego rynku! I można się dziwić, dlaczego mówi się o tym i realizuje tak późno.

A jeżeli chodzi o „koniec tanich zakupów” to nie boję się tego, bo podobny rumor był przed kilku laty, gdy wprowadzano VAT. Szybko okazało się, że z dużej chmury mały deszcz. Prawdopodobnie analogicznie będzie teraz, zwłaszcza w przypadku



interesujących mnie „zakupów technicznych”, a nie masówki odzieżowej i „gadżetowej”. Wspomniane obostrzenia mają dotyczyć właśnie przede wszystkim „najtaniej masówki” – odzieży i elektroniki użytkowej. Ja kupuję coś innego. Najprawdopodobniej koszty trochę wzrosną i być może trzeba będzie zamawiać np. raz na miesiąc, żeby paczka była jedna, i żeby mniej obciąża środowisko pod kilkoma względami. Szczegóły poznamy w najbliższych tygodniach.

Dzień dobry Panie Piotrze,

nazywam się Adam (...), jestem z W(...). Od jakiegoś czasu mam pomysł na budowę urządzenia, które mogłoby mieć szerokie zastosowanie w wielu aspektach codziennego życia. Myślę o tanim i prostym urządzeniu elektrycznym, którego nie widziałem jak dotąd na rynku. Niestety nie posiadam Pańskiej wiedzy i umiejętności, które są potrzebne do budowy prototypu. O szczegółach nie chcę pisać, wolałbym o nich oświadczyć porozmawiać. Gdyby był Pan zainteresowany ewentualną współpracą, to proszę o kontakt mailowy lub telefoniczny.

Pozdrawiam

Adam

Odpowiedziałem, że największy problem w tym, że ja co miesiąc muszę zrobić kolejny numer czasopisma ZE. Wszystko wskazuje, że niestety nie uda mi się zająć takim dodatkowym tematem, bo wszelkie prototypy wymagają bardzo dużo pracy i ostatecznego dopracowania.

Dzień dobry,

zbudowałem, a właściwie skopiowałem transformator sygnałowy separujący, opisany przez Jarka. Indukcyjności w zależności od częstotliwości są następujące:

100 Hz 125,7 mH

120 Hz 123,5 mH

1 kHz 104,2 mH

10 kHz 80,8 mH

100 kHz 13,8 mH.

W załącznikach charakterystyki i wykres Bodego prostego filtra dolnoprzepustowego otrzymany z pomocą zbudowanego transformatora i oscyloskopu DHO924S (możliwości konfigurowania wykresu Bodego w tym oscyloskopie są bardzo skromne, inżynierowie Rigola mają jeszcze sporo do zrobienia). Nie jest źle :-)

Pozdrawiam serdecznie
Paweł Pawłowicz

Nadesłane rysunki pokazane są obok. Pasma przenoszenia od kilku herców do kilku megaherców to radość dla oczu.

Ja też przeprowadziłem wstępne próby z transformatorami na takich rdzeniach nanokrystalicznych. Parametry są naprawdę znakomite, a wyniki pomiarów, zwłaszcza od strony najniższych częstotliwości, zależą w dużym stopniu od rezystancji źródła sygnału, obciążenia oraz od amplitudy sygnału.

Tym tematem zajmiemy się szczegółowo, ale chyba dopiero po omówieniu cewek w cyklu Fundamenty elektroniki przewodowej.

Po niedawnych filmach YT dotyczących magnesów przychodzą do mnie i takie listy jak poniżej. W tekście zachowałem oryginalną pisownię (dodałem tylko „polskie ogonki”):

Witam. Powiem krótko – wystarczy stworzyć izolator magnetyczny i problemy energetyczne na ziemi by znikły ale ludzie nad tym nie pracują no bo i poco się męczyć i myślę że to nie tak jak co niektórzy myślą i mówią o magnetyzmie może porozmawiamy pozdrawiam

Józef

Jestem przekonany, że Autor listu święcie wierzy w potęgę „izolatora magnetycznego”, który spowodowałby zniknięcie problemów ludzkości. Ja niestety nie mam wolnego czasu, żeby z nim porozmawiać o fascynujących tajnikach magnetyzmu.

Mam propozycję zadania – sterownik miodarki.

Temat na czasie bo ruszył sezon miododajny.

W większości jest to sterownik PWM silnika 12 V około 75 W i powiązanie sterowania z układem czasowym.

Potrzebny jest układ miękkiego startu i zatrzymania oraz układ wykrywania klapy miodarki.

Dodatkowo sterowanie silnikiem: lewo, prawo. Zasilacz 12 V 150 VA.

Sterowanie czasowe w jak najbardziej przyjaznym wydaniu – impulsator, potencjometr, przyciski.

Oto przykładowy program:

czas 460s

1) 90 s 30% L

2) 90 s 30% P

3) 50 s 60% P

4) 90 s 60% L

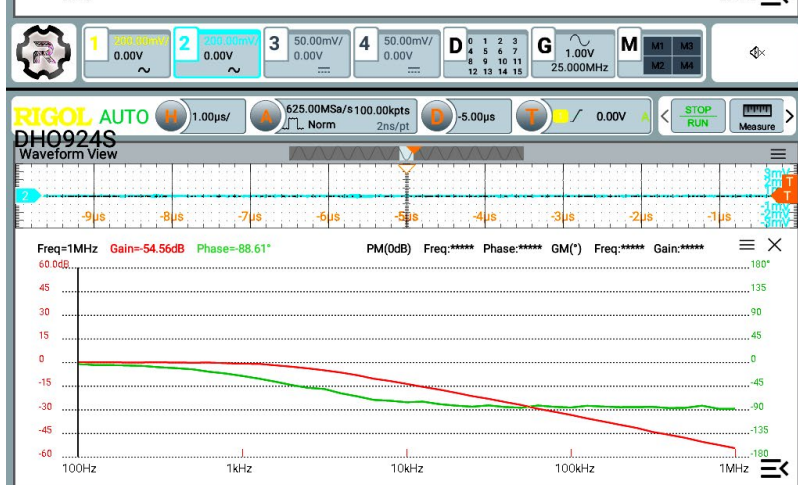
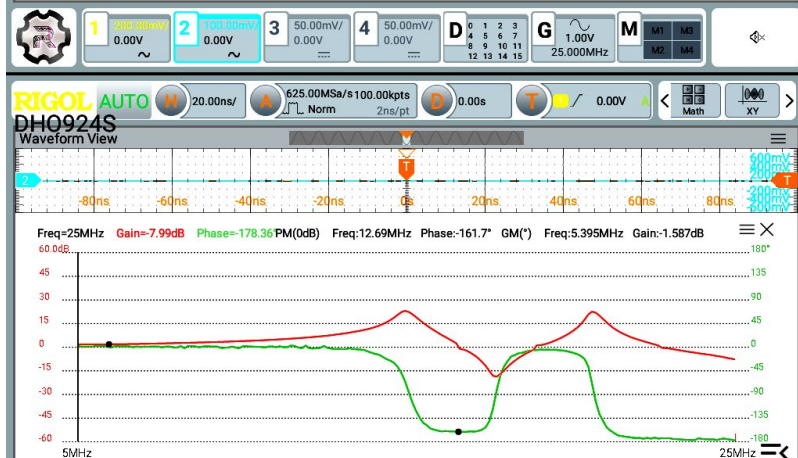
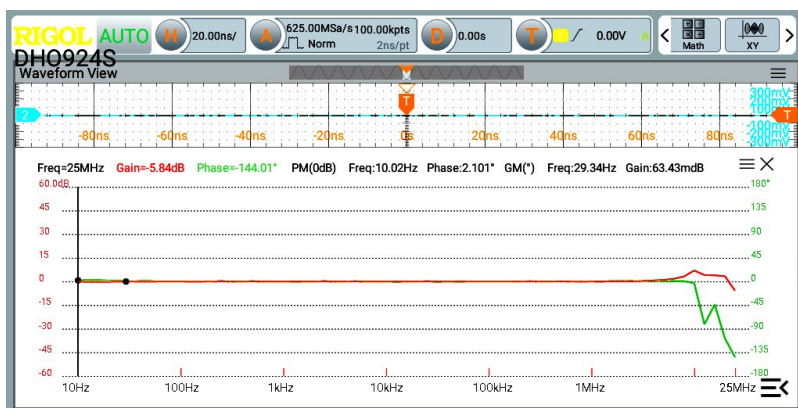
5) 50 s 100% L

6) 90 s 100% P

7) stop

hewen2

Ja też interesuję się trochę pszczelarstwem. Wiem, że to temat na czasie. Raczej nie zajmę się budową miodarki, ale może ktoś z Czytelników coś takiego samodzielnie zbudował i mógłby się podzielić swoim doświadczeniem? Zapraszam!



Dzień dobry,

w związku z ukończeniem montażu nanogenerators (którego projekt był opisywany na łamach ZE), natychmiast przystąpiłem do pierwszych prób w domowym laboratorium. Choć początkowo zamierzałem przeprowadzić jedynie skromne pomiary na własny użytek, ostatecznie zgromadzony materiał badawczy rozrósł się w obszerne i szczegółowe opracowanie.

Początkowo miały to być wyłącznie prywatne notatki, służące sprawdzeniu domowego sprzętu, weryfikacji jego jakości oraz potwierdzeniu przydatności stanowiska. Uznałem jednak, że uzyskane wyniki mogą okazać się wartościowe dla innych Czytelników, a sam materiał nadaje się do publikacji na łamach ZE. Chciałem w ten sposób pokazać, że artykuły drukowane w magazynie realnie przekładają się na praktykę laboratoryjną, a płytki PCB wraz z dodatkami, które otrzymałem, zostały wykorzystane z pożytkiem.

W załączonym pliku przedstawiam kompletne opracowanie moich testów. Jeżeli uzna Pan, że materiał ten jest wart publikacji, z przyjemnością przygotuję jego finalną wersję redakcyjną. (...)

W tekście powołuję się na te pierwotne przymiarki z użyciem „beczki” BNC jedynie informacyjnie, aby pokazać, dlaczego modyfikacja układu miała głęboki sens. (...) Skupiłem się na opisie zmodernizowanego toru, który pozwolił na uzyskanie poprawnych i rzetelnych wyników. Czy to się udało i jak ten eksperyment należy ocenić pod kątem technicznym – pozostawiam już Pana ocenie po lekturze artykułu.

Poruszane w tekście zagadnienia na pewno nie należą do najłatwiejszych, ale współcześnie każdy elektronik chce dysponować dobrym oscyloskopem oraz sprawnymi sondami w.c.z., co nierozdzielnie wiąże się z umiejętnością ich krytycznej oceny. (...) Cierpliwie czekam na wszelkie uwagi i sugestie z Pana strony, mając świadomość, że lektura tak obszernych wyników zajmie trochę czasu. (...)

Pozdrawiam
Tadeusz Susfał

W rozmowie telefonicznej ustaliliśmy podział materiału i pewne inne szczegóły dotyczące treści. Mam nadzieję na publikację bardzo interesującego materiału z wynikami amatorskich praktycznych testów tego zaskakująco szybkiego generatora.

Dzień dobry panie Piotrze,
z prerażeniem (i porażeniem skaleczonego palca) odkryłem, że stacja Yato YT-82461, która przewijała się jakiś czas temu w ZE, ma oszukane uziemienie. Niby klasa ochronności I, a uziemienie wisi sobie niepodłączone ani do grotu, ani w ogóle nigdzie (ślepy pad na PCB). Wrzuciłem film, jest w nim też przeróbka:
<https://youtu.be/69qf-ZeETvQ>

Druga sprawa, 26 marca wysłałem maila („Zagadka z diodą 1N4148”). Czy ten mail dotarł? Nie wiem czy planuje pan publikację tej zagadki. Jeśli nie, to OK, po prostu czekam z publikacją filmu z odpowiedzią (nadal jest niepubliczny) i nie wiem czy go publikować.

Pozdrawiam serdecznie
Circuit Chaos

1. Ta prostsza i tańsza wersja lutownicy T12 rzeczywiście nie ma połączenia masy. Zgłoszono mi to już dawno, sprawdziłem – w moim egzemplarzu także jest ten problem.

Natomiast wersja „mercedes dla amatorów”, czyli <https://toya24.pl/pl-PL/products/stacja-lutownicza-na-grot-t12-z-wyswietlaczem-lcd-z-funkcja-autosleep-o-mocy-75w-10018773>

nie wykazuje tego problemu – grot jest uziemiony (PE) – sprawdziłem w moim egzemplarzu.

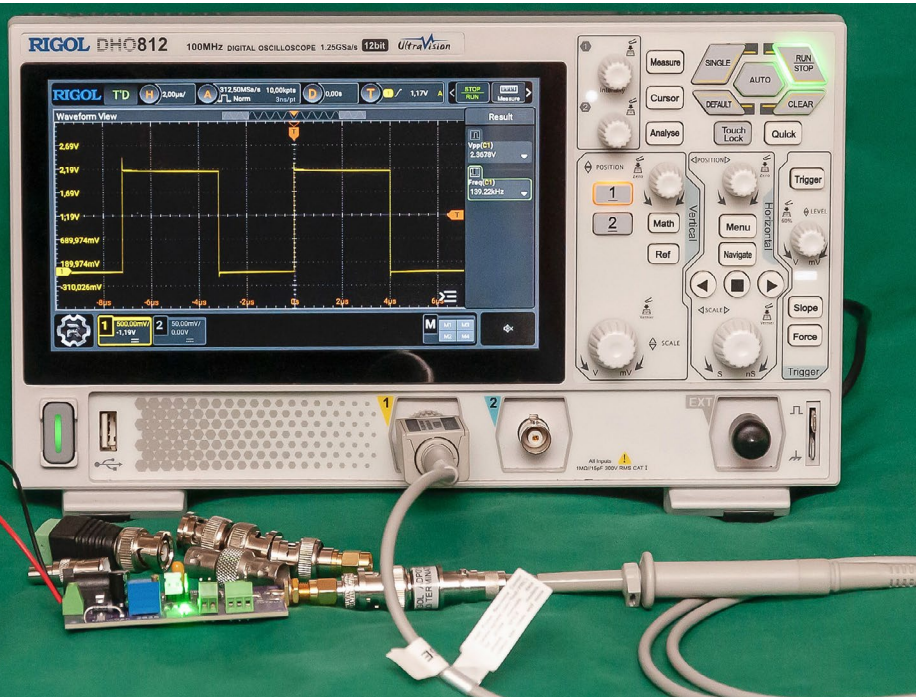
2. Mail z zagadką nie dotarł, ale właśnie otrzymałem jego kopię i zagadka jest w tym numerze ZE.

Później nadszedł drugi e-mail:

Dobry wieczór,
tak, „Mercedesa” mam w domu i jestem z niej bardzo zadowolony. W zasadzie na tyle, że po jakimś czasie

używania muszę cofnąć wszystko to, co wcześniej pisałem (dobrego) o poprzedniej stacji (WEP-coś).

Zresztą z tej mniejszej wersji (na działce) też jestem zadowolony, po prostu zdziwiłem się, że mnie „kopnęła”, jak lutowałem. Akurat dotknąłem raną do elementu, inaczej bym nie zauważył. Dziwi mnie ten prąd płynący między (też już uziemionym) grotem a PE. Kilka mA to nie jest mało. Ale może nie do końca powinienem ufać (taniemu) miernikowi.



Dzień dobry,
czy z TCXO da się zrobić porządny OCXO?
TCXO 2 ppp można nabyć (Farnel) poniżej 10 zł, sterowany napięciem poniżej 20 zł.

Czy gdyby włożyć go w termostat da się uzyskać lepszą stabilność?

Niby OCXO nie są koszmarnie drogie (około 200 zł):
<https://pl.farnell.com/iqd-frequency-products/lfocxo094144/ocxo-10mhz-hcmos-smd-7-5mm-x-5/dp/4656688>

<https://pl.farnell.com/iqd-frequency-products/lfocxo094148/ocxo-20mhz-hcmos-smd-7-5mm-x-5/dp/4656690>

Tańsze są z „dziwnymi” częstotliwościami, ale to kilkukrotność ceny TXCO.

Ciekawi mnie, czy jest sens zabawy we własny OCXO.

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Dzień dobry,
dlaczego warto nauczyć się FPGA/CPLD/GAL?

<https://youtu.be/H8IT0KwbI6I>

<https://youtu.be/re4Aj8FOa60>

<https://youtu.be/HeZ1nN1dV70>

Pojedynek ciekawy, układ programowalny szybszy bagatela 19 razy przy tym samym zegarze!

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Dzień dobry,
jak kiedyś realizowano elektroniczne przełączniki sygnałów audio oraz w.cz. (RTV)?

<https://youtu.be/QvaPNVIlowo>

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Jeżeli chodzi o przełączniki wykorzystujące zmienną rezystancję dynamiczną diody, to jest to interesujący temat, który omawiam w artykule z cyklu Fundamenty elektroniki przewodowej, a także pokażę szerszy przykład realizacji płynnej regulacji sygnału audio z wykorzystaniem rezystancji dynamicznej.

Dzień dobry,
dlaczego elektronicy boją się układów programowalnych (FPGA/CPLD/GAL)?

Mam jakieś tam swoje teorie, ale chciałbym poznać prawdziwe przyczyny.

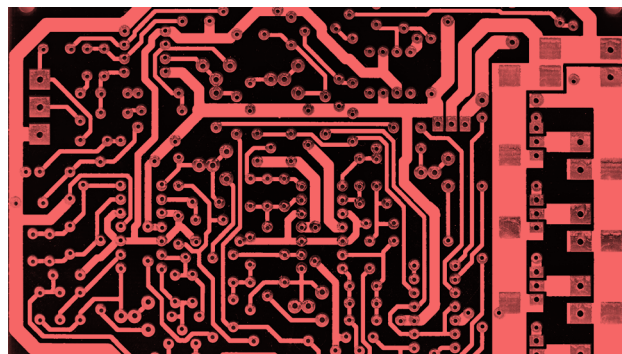
Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Odpisałem, że można takie pytanie zamieścić w Poczcie i że obawiam się, czy przyjdzie jakaś odpowiedź. Bo wydaje mi się, że elektronicy się nie boją, tylko ich nie znają, więc nie lubią, natomiast znają i wolą mikroprocesory.

Łamigłówki elektroniczne

Lipiec 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.**

Jak to działa? 2607

Co tu nie gra? 2607

Co o tym sądzisz? 2607

Rozwiązanie – Co to jest? 2607

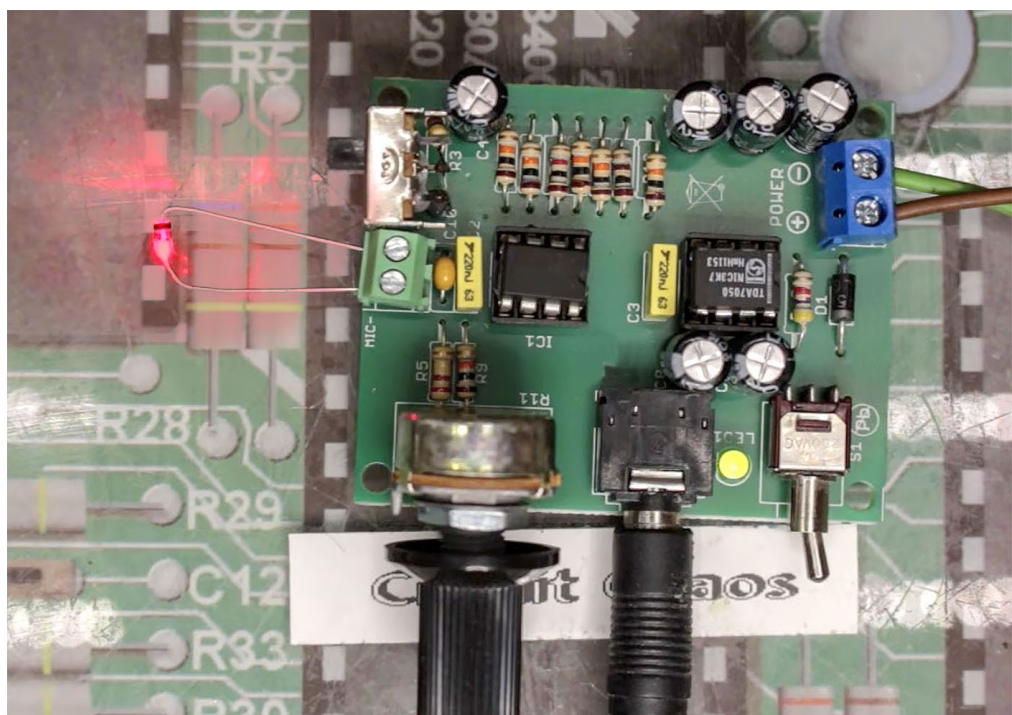
Jak to działa? 2607

Oto treść otrzymanego e-maila:
 Dzień dobry,
 po lekturze kwietniowego ZE przyszedł mi do głowy pomysł na zagadkę. Przedstawiona jest w filmie:
<https://youtu.be/QyuMjXa0yw8>
 Powstał też film z odpowiedzią
[https://youtu.be/4T\(...\)](https://youtu.be/4T(...)), na razie ustawiony jako niepubliczny (opublikuję po tym, gdy odpowiedź pojawi się w ZE, jeśli zdecyduje się Pan ją opublikować). (...) Pozdrawiam serdecznie!

Circuit Chaos

Proszę więc zajrzeć pod adres:
<https://youtu.be/QyuMjXa0yw8>
 obejrzeć filmik i przedstawić swoje przemyślenia, jak to działa i jak zostało zrealizowane.

Autorem tego zadania konkursowego jest **Circuit Chaos z Warszawy**



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

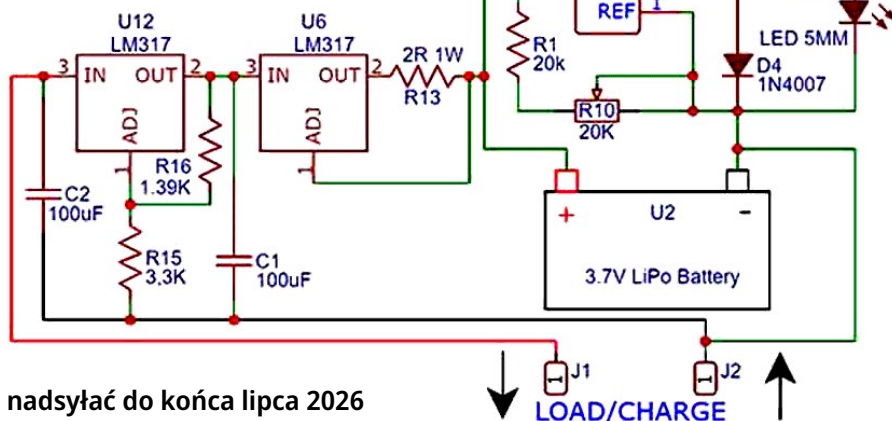
Co tu nie gra? 2607

Na rysunku obok pokazany jest znaleziony w Internecie schemat ładowarki akumulatorów litowych. Ma to być wersja zapewniająca prąd ładowania 600 mA, maksymalne napięcie ładowania 4,2 V i posiadająca dodatkowy ogranicznik z tranzystorem Q2.

Pytanie konkursowe brzmi:
Co tu nie gra?

TITLE: BMS 4.2V	REV: 1.0
Company: ELECTRONOBS	Sheet: 1/1
Date: 2021-07-13	Drawn By: Electronoobs

>5V → 4.2V → 600mA



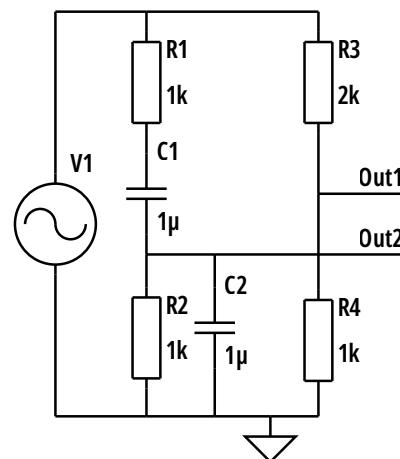
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca lipca 2026 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

Co o tym sądzisz? 2607

Na rysunku obok widoczny jest popularny schemat mostka Wiena z jednakowymi elementami $R1 = R2$ oraz $C1 = C2$, co jak powszechnie wiadomo, przy częstotliwości charakterystycznej tworzy dzielnik napięcia 1/3. To jest najczęściej spotykana wersja takiego mostka.

Jednak nam do specyficznego generatora przydałby się mostek z takimi elementami RC, żeby górne i dolne obwody tworzyły dzielnik o podziale nie 1/3, tylko 1/2, czyli żeby przy częstotliwości charakterystycznej impedancja obwodów górnych i dolnych były jednakowe.

Co o tym sądzisz? Czy w ogóle to jest możliwe, żeby impedancja obwodu R1C1 była równa impedancji obwodu R2C2?



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

Co to jest? 2607

Podstawowe pytanie jest łatwe, a właściwie bez problemu można znaleźć na nie odpowiedź:

Co znaczą skróty BBM, MBB dotyczące przełączników i przekaźników?

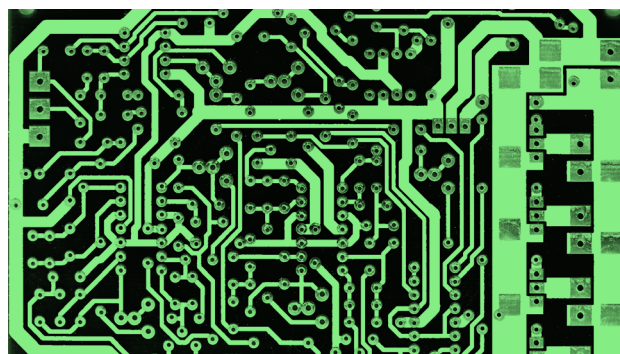
Dużo bardziej cenna jest odpowiedź na następujące, niezobowiązujące pytanie dodatkowe:

Przedstaw dalsze informacje na ten temat. Jakie to ma znaczenie praktyczne?

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca lipca 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 Maj 2026



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze majowym (5/2026). 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.

Rozwiązanie – Jak odpowiedź? 2605

Rozwiązanie – Co to jest? 2605

Rozwiązanie – Jak sądzisz? 2605

Rozwiązanie – Zagadka 2605

Rozwiązanie – Jak odpowiedź? 2605

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Założmy, że przychodzi do Ciebie młody człowiek i pyta:

Czy naładowany akumulator zawiera więcej elektronów, niż rozładowany?

Czy żeby napięcie było większe, to musi być więcej elektronów?

Zadanie konkursowe brzmi:

Co odpowiedź temu młodemu człowiekowi?

Konkurs jest zamknięty. Wszystkie zadania konkursowe w majowym numerze były trudne. Jednak jestem zaskoczony, że ani jedna osoba nie odważyła się odpowiedzieć na te elementarne pytania dotyczące akumulatora i jego ładowania.

Potwierdza się smutna prawda, że obecny system edukacyjny skupia się na prądzie elektrycznym, na elektronach, czyli generalnie na ładunkach elektrycznych, a nie na energii i jej przemianach. Problem też w tym, że mnóstwo osób utożsamia ładunek elektryczny z elektronem, co zwiększa zamieszanie.

Dodatkowo zamieszanie zwiększa fakt, że mamy słowa **ładunek** (elektryczny) oraz **ładowanie** (np. akumulatora). Ładowanie kojarzy nam się ze zwiększaniem ładunku, a rozładowanie z jego zmniejszeniem. Tak jest w przypadku ładowania towaru na ciężarówkę, ale nie w przypadku akumulatora.

Ładowanie akumulatora NIE polega na zwiększaniu ilości zawartego w nim ładunku elektrycznego, którego nośnikami są elektrony.

Akumulator naładowany zawiera tyle samo elektronów, ile ich zawiera po rozładowaniu. I podczas ładowania, i podczas rozładowania płynie prąd i zgodnie z prądowym prawem Kirchhoffa tyle samo prądu „wpływa” do jednego bieguna akumulatora, ile „wypływa” z jego drugiego bieguna.

Wyobrażenie, że „akumulator jest ładowany ładunkiem elektrycznym – elektronami” – tylko przeszkadza, a nie pomaga. **Akumulator jest ładowany energią. A energia nie jest bezpośrednio i jednoznacznie związana z ładunkiem elektrycznym.** Z energią ściśle związane jest napięcie elektryczne, a przy omawianiu pojęcia potencjału i napięcia rozumianego jako różnica potencjałów mówimy tak naprawdę o parametrach pola elektrycznego, czymkolwiek ono tak naprawdę jest.

Napięcie elektryczne niewiele ma wspólnego z liczbą elektronów. Większa liczba elektronów wcale nie oznacza, że napięcie musi być większe. Żeby napięcie było większe, liczba elektronów wcale nie musi być większa.

Niestety, nie jest to powszechne przekonanie. Z kilku powodów. Te zagadnienia fundamentalne, podstawowe, wcale nie są jasno przedstawiane uczniom. W naszych głowach utworzyły się błędne wyobrażenia, albo panuje niepewność co do zrozumienia tych kwestii na pozór najprostszych.

Wszystko to jednoznacznie wskazuje, że do takich elementarnych zagadnień trzeba wracać. Tylko z uwagi na rozmaite zaszłości, wcale nie jest łatwe zbudowanie spójnego i harmonijnego obrazu podstaw elektromagnetyzmu. ▣

Rozwiązanie – Co to jest? 2605

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na **fotografii obok** pokazany jest pewien element elektroniczny.

Pytanie konkursowe brzmi:

Co to jest?

Dodatkowo, niezobowiązująco można odpowiedzieć na pytanie:

Jakie informacje można uzyskać z opisu na obudowie?

Czym wyróżnia się taki element wśród podobnych?

Konkurs jest zamknięty. Zadanie zasadniczo było trudne, ale podpowiedzią był zamieszczony w majowym numerze artykuł „Przełączniki ze stykami zwilżanymi rtęcią”, w którym można było znaleźć fotografie takiego przełącznika.

Uważni Czytelnicy rozszyfrowali zagadkę bez problemu, ale napłynęły także dwa rozwiązania nietrafne.

Z napisów na obudowie można się wiele dowiedzieć. Przede wszystkim mamy datę produkcji: 37. tydzień roku 1995. Producent (CP Clare) oraz napis MYAD świadczą nie tylko o tym, że to jest przełącznik



kontaktronowy ze stykami zwilżanymi rtęcią. Napis MYAD informuje też, że jest to wersja przełącznika rtęciowego, która może pracować w dowolnej pozycji. Nie wymaga umieszczenia przełącznika tak, żeby styki przełączające były skierowane do góry, tak jak to jest w większości rtęciowych kontaktronów. ▣

Rozwiązanie – Jak sądzisz? 2605

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Elementy elektroniczne dzielimy na bierne, czyli pasywne (np. rezystor, kondensator) oraz na czynne, czyli aktywne (np. tranzystor, lampa elektronowa).

Wyglądające na bardzo łatwe pytanie konkursowe brzmi:

Jak sądzisz, czy dioda prostownicza jest elementem biernym, czy czynnym?

Konkurs jest zamknięty.

Nieprzypadkowo napisałem, że zadanie wygląda na łatwe. W rzeczywistości zadanie było bardzo trudne, a nieliczne nadesłane odpowiedzi były sprzeczne. Część osób uważa, że dioda prostownicza jest elementem czynnym, elementem aktywnym, bo jest elementem półprzewodnikowym. A elementy półprzewodnikowe kojarzą się z „aktywnością”, w przeciwieństwie do elementów ewidentnie pasywnych: rezystora, kondensatora i cewki.

Część osób sądzi odwrotnie: według nich elementy aktywne, czynne to takie, które wzmacniają sygnał lub przynajmniej mogą wzmacniać sygnały elektryczne. Przy takim podejściu dioda prostownicza nie jest elementem czynnym, bo nie wzmacnia



sygnału. Sygnał mogą wzmacniać diody tunelowe, diody Gunna (pracujące jako generatory), ale nie diody prostownicze. Kto ma rację?

Życie i praktyka są bogatsze niż teoria i definicje. Problem w tym, że nie ma przyjętej powszechnie definicji elementu aktywnego, czynnego. Dotyczy to nie tylko języka polskiego, ale też angielskiego.

Dlatego odpowiedź zależy od definicji. Najpierw należy ustalić, co rozumiemy pod pojęciem „element czynny”, a dopiero potem udzielić odpowiedzi. I wtedy pytanie okaże się bardzo łatwe. ▣

Rozwiązanie – Zagadka 2605

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na rysunku pokazany jest drobny fragment schematu starego, bardzo dobrego zasilacza laboratoryjnego IZS 5/71. Pytanie konkursowe brzmi:

Jaką funkcję w zasilaczu pełni ten blok?

Niezobowiązująco można też odpowiedzieć na pytania dodatkowe:

Jak działa ten obwód?

Jakie są jego cechy szczególne, zaskakujące współczesnego elektronika?

Czy występuje jakaś trudność z analizą działania takiego układu?

Konkurs jest zamknięty. Wszystkie konkursy w majowym numerze były trudne. Ten też, także dlatego, że na starym schemacie widzimy archaiczne elementy. Zasilacz zawiera sześć lamp elektronowych EL36 oraz liczne tranzystory germanowe. Na wycinku schematu widzimy symbole dwóch tranzystorów małej mocy TG5 oraz tranzystora mocy ADP672, czyli nieco nowszej wersji TG72. Zadanie okazało się zbyt trudne dla współczesnych młodych elektroników, którzy z takimi elementami nie mieli nigdy do czynienia. Na udział w zadaniu zdecydował się tylko niezawodny **Tadeusz Suszał**, który napisał między innymi:

Dzień dobry,

(...) W załączeniu rozwiązanie tylko jednego zadania konkursowego. Ale jakiego, spędzającego sen z oczu. Sam do końca nie jestem na 100% pewien czy dobrze wszystko rozwiązałem, a trochę czasu mi to zabrało. Mam porobione notatki do pozostałych zadań ale jest już tak późno, że odpuszczam je tym razem. (...) Ale zadanie, którego rozwiązanie przesyłam, łatwe nie było. Jak zresztą konstrukcja tego zasilacza. Pozdrawiam

Tadeusz Suszał

Zanim przedstawię analizę tego fragmentu z rysunku konkursowego, odwołam się do schematu blokowego, co pozwoli lepiej zrozumieć działanie układu jako całości. Ponow-

piotr-gorecki.pl/K2605

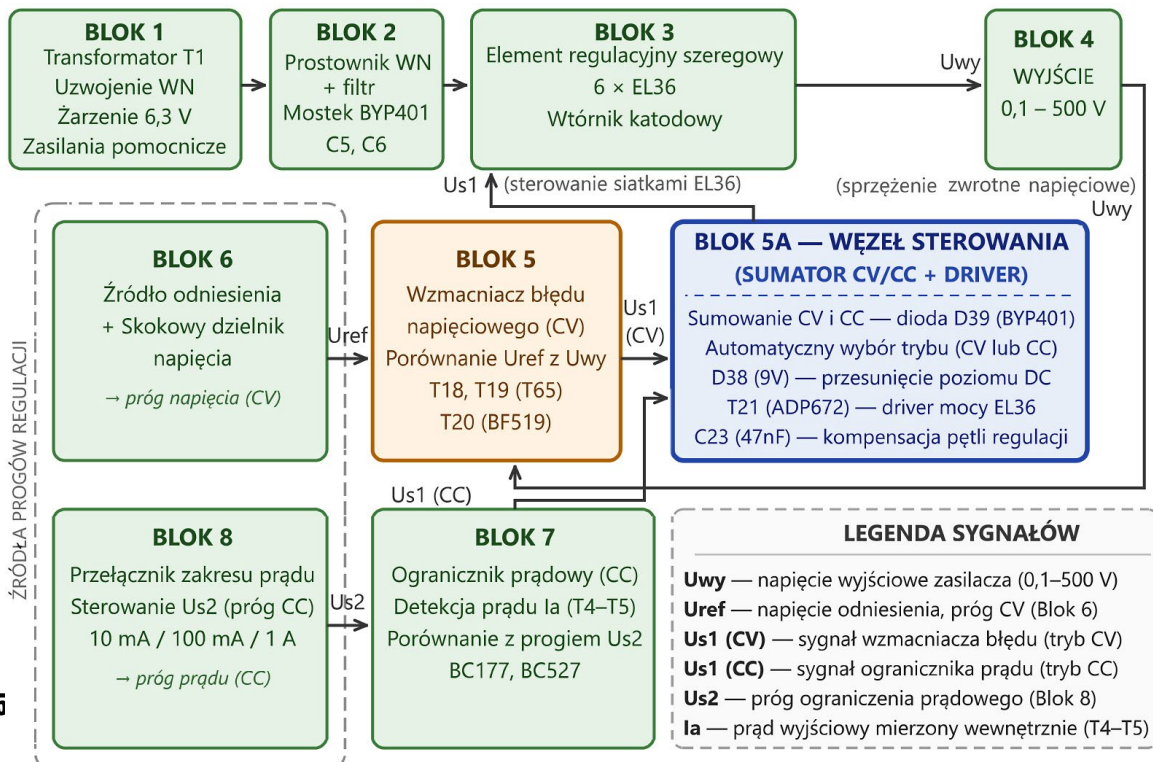
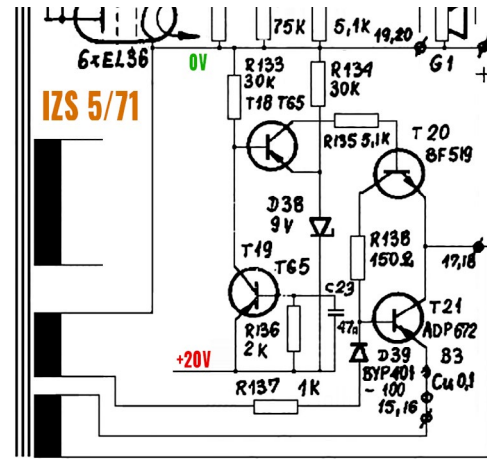
na analiza schematu ideowego, na potrzeby aktualnego konkursu spowodowała, że musiałem zmodyfikować schemat blokowy, który był wcześniej publikowany na okoliczność rozwiązania konkursu ZE2603.

Jego aktualną wersję przedstawia rysunek poniżej.

Funkcja bloku i działanie obwodu. Fragment pokazany na rysunku to Blok 5 oraz Blok 5A ze schematu blokowego. Tworzą one kompletny, bezpośrednio sprzężony tor pętli regulacji napięcia (CV) oraz wielofunkcyjny węzeł sumowania. Układ ten pobiera informację o napięciu wyjściowym zasilacza, przetwarza sygnał błędny i steruje siatkami sześciu lamp regulacyjnych EL36, dbając o idealną stabilność i czystość napięcia stałego.

Jak działa obwód?

- Linie (punkty) 19 i 20 (Wejście pętli sprzężenia zwrotnego): Te linie nie sterują lampami, lecz pobierają sygnał bezpośrednio z wyjścia zasilacza. Napięcie to trafia na obwód wejściowy tranzystora T18 za pośrednictwem rezystorów R133 (na bazę) oraz R134 (na emiter).
- T18 i T19 (TG5, germanowe PNP): Tworzą pierwszy, czuły stopień wzmacniacza błędny napięciowego prądu stałego w strukturze bezpośredniego sprzężenia galwanicznego. Rezystor R136 (2k) stabilizuje ich punkt pracy.
- T20 (BF519, krzemowy NPN): Zamyka strukturę wzmacniacza błędny. Jest to uniwersalny tranzystor małej mocy (o napięciu pracy do 50 V). Jego emiter podaje sygnał na linie 17 i 18, współpracując w pionowej



strukturze prądowej z tranzystorem germanowym T21 i diodą Zenera D38 w celu wypracowania stabilnego prądu sterującego na rezystorze wyjściowym R137.

– T21 (ADP672, germanowy PNP mocy): Jego kolektor łączy się z liniami 17 i 18 (emiterem T20). T21 nie steruje bezpośrednio lampami. Działa jako sterowane, aktywne źródło prądowe (dynamiczne obciążenie) w obwodzie emiterowym T20, co drastycznie zwiększa wzmocnienie napięciowe całej pętli CV.

– D38 (Zener 9V): Działa jako przesuwnik poziomu (level-shift) w pętli emiterowej, stabilizując współpracę krzemowo-germanowego węzła T20/T21 i zapewniając im optymalne warunki pracy.

– Węzeł Sumowania (R137, D39 i Uzwojenie Transformatora): Rezystor wyjściowy R137 (1k) zbiera wzmocniony sygnał błędu. W tym samym punkcie sygnał łączy się z katodami lamp przez pomocnicze uzwojenie transformatora oraz z diodą D39 (BYP401-100).

– Dioda D39 jako bramka CV/CC: Działa jak analogowa bramka OR. Przepuszcza na siatki lamp ten sygnał, który mocniej wymusza obniżenie napięcia wyjściowego, zapewniając automatyczne przełączanie trybów (stabilizacja napięcia lub prądu).

– C23 (47 nF): Wprowadza kompensację częstotliwościową w pętli sprzężenia zwrotnego, tłumiąc szybkie oscylacje i zapobiegając wzbudzeniu się układu.

Cechy zaskakujące współczesnego elektronika

– Analogowe sprzężenie „w przód” (Feed-forward): Połączenie rezystora R137 z katodami lamp poprzez pomocnicze uzwojenie transformatora sieciowego to genialna technika kompensacji przydzwiewku. Układ wprowadza niewielkie napięcie zmienne AC z sieci bezpośrednio do węzła sterującego siatkami, w przeciwfazie do tętnień głównego prostownika. Pozwala to na sprzętowe „wygaszenie” tętnień sieciowych (50/100 Hz) na lampach EL36, zanim zdążą one w ogóle przedostać się na wyjście zasilacza.

– Hybryda trzech epok: W jednym małym bloku współpracują ze sobą lampy elektro-
nowe (EL36), tranzystory germanowe (TG5, ADP672) oraz technologia krzemowa (BF519).
– Zastosowanie BF519 i ADP672: Połączenie uniwersalnego krzemowego tranzystora w obudowie metalowej (BF519, o napięciu pracy do 50 V) z germanowym tranzystorem mocy (ADP672) pokazuje, jak elastycznie projektanci z lat 70. łączyli nową technologię krzemową ze starszą technologią germanową w celu uzyskania optymalnych parametrów prądowych.

Trudności w analizie

– Splot sygnałów AC i DC na pływającej masie: W węźle przy diodzie D39 miksuje się wolnozmienny sygnał błędu DC pętli napięciowej, dynamiczny sygnał ograniczenia prądowego oraz wyprzedzające napięcie kompensujące AC z sieci. Co więcej, masa sygnałowa (0V) nie jest tożsama z ujemnym zaciskiem wyjściowym zasilacza, co skrajnie utrudnia intuicyjne śledzenie dróg prądu.

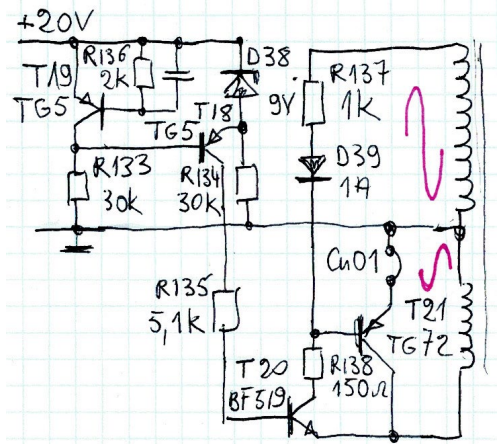
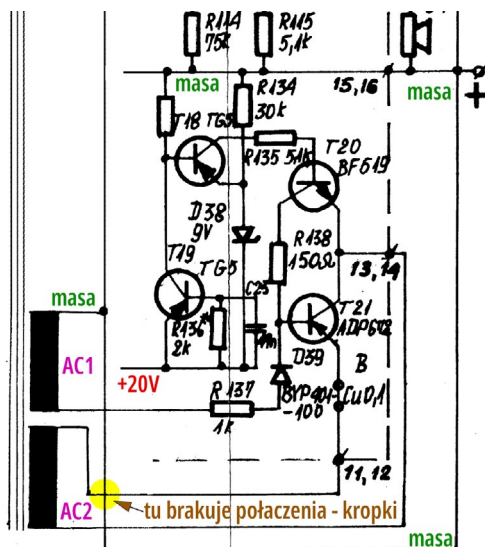
– Galwaniczne sprzężenia stałoprądowe: Brak kondensatorów separujących DC w torze wzmocnienia sprawia, że dryft termiczny bardzo niestabilnych temperaturowo tranzystorów germanowych (TG5) natychmiast przesuwają punkt pracy diody D38 i tranzystora T20, przez co układ trzeba analizować jako jedną, nierozdzielalną całość.

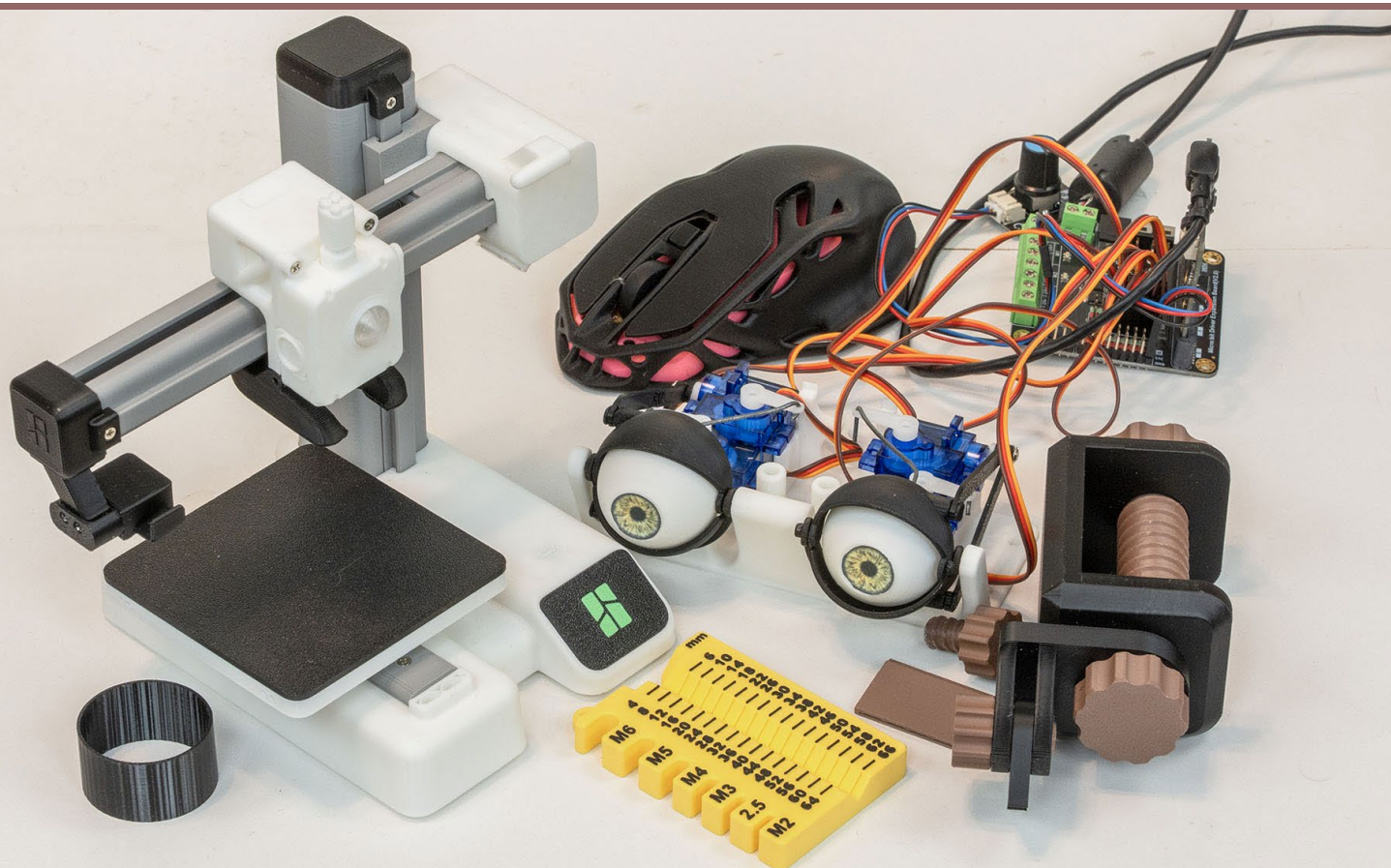
Rzeczywiście, zastosowane rozwiązania są zaskakujące i wyjątkowo trudne do analizy.

Pokazany na „rysunku konkursowym” **fragment z tranzystorami T18...T21 jest termostatem** dla diody Zenera. Nie ma on powiązania z torem sygnałowym i pętlą regulacji. Czujnikiem temperatury jest tranzystor germanowy T19 (mierzony jest jego prąd zerowy, który silnie rośnie ze wzrostem temperatury), T18 jest wzmacniaczem – komparatorem, T20 jest drajwerem, czyli obwodem sterującym dla T21, pełniącego funkcję... grzałki, która pracuje przy prądzie tętniącym.

Ogromną trudnością w analizie jest fakt, że oprócz źródła napięcia stałego +20 V mamy dwa źródła napięć przemiennych z dwóch uzwojeń transformatora, a **na schemacie brakuje kropki – połączeniu między dwoma uzwojeniami transformatora**.

Dopiero po znalezieniu na oryginalnym rysunku lub po domyśleniu się tego błędu można narysować prawidłową wersję schematu i łatwiej zrozumieć działanie termostatu. Łatwiej, ale nadal zagadkowa jest obecność R137 i D39, które zasilają obwód grzania przebiegiem zmiennym, a bardzo ważny jest fakt, że faza tego przebiegu jest przeciwna niż faza przebiegu zasilającego grzałkę. ▣





Moja przygoda z drukarkami 3D

Artykuł w przystępny sposób pokazuje, jak praktycznie każdy chętny może rozpocząć korzystanie z zalet druku 3D. Udowadnia, że dziś można zacząć i osiągnąć pełny sukces zaskakująco łatwo i że skończyły się czasy, gdy zarówno przygotowanie, jak i sam druk 3D wymagały dużej wiedzy i doświadczenia.

Jak zacząć przygodę z drukiem 3D?

Krok 1. Wydruki gotowych projektów

Dziś rozpoczęcie przygody z drukiem 3D okazuje się zaskakująco proste i co ważne – także tańsze niż może się wydawać. Pokazuję to w moim filmie YT oraz w tym artykule. Do wydrukowania rozmaitych gadżetów 3D nie trzeba żadnych umiejętności projektowania, żadnego doświadczenia, żadnej wiedzy fachowej. **Wystarczy elementarna wiedza o obsłudze drukarki, a gotowe najróżniejsze projekty modeli do wydruku dostępne są w Internecie** i to bez żadnych opłat.

Kiedyś drukowanie 3D to było wyzwanie, dostępne tylko dla osób bogatych, cierpliwych i wnikliwych. Przełomem było pojawienie się amatorskich drukarek rep-rap oraz Prusa, a potem tanich drukarek

Krok 2. Dostosowywanie projektów

firmy Bambu Lab. Dziś drukowanie 3D jest dostępne praktycznie dla każdego, drukarkę można kupić za mniej niż 1000 złotych, a wydruk na podstawie gotowych projektów jest dziecinnie łatwy.

Poniższy artykuł napisany jest z punktu widzenia elektronika praktyka, który chce wykorzystać możliwości drukarki 3D przede wszystkim do celów związanych z elektroniką. W szczególności do realizacji obudów i płyt czołowych, ale także do zadań łatwiejszych. Zadania absolutnie najłatwiejsze to wydruk gotowych elementów przydatnych w pracowni elektronika. Dopiero po opanowaniu elementarza warto zająć się zadaniami nieco trudniejszymi.

Jak zacząć przygodę z drukiem 3D?

Przygody z drukiem 3D na pewno NIE należy zaczynać od prób projektowania własnych elementów! **Trzeba zacząć od opanowania podstaw obsługi sprzętu i od wydruku gotowych projektów z Internetu.** Ja miałem tę sposobność, bo pewnego popołudnia w temat szybko i sprawnie, wprowadził mnie **Zbyszek** z firmy Botland, która jest największym krajowym dystrybutorem drukarek Bambu Lab: <https://botland.com.pl/842-drukarki-3d>.

Wykorzystaliśmy Bambu Lab A1 mini – najmniejszą drukarkę z bogatego portfolio firmy (jej „starsza siostra” – A1 Combo, uzyskała nagrodę rodziców w kategorii Pomoce edukacyjne: <https://blog.bambulab.com/bambu-lab-a1-combo-wins-the-parents-award-2026/>).

Zbyszek pokazał mi trzy, a nawet cztery „stopnie wtajemniczenia”, które omówię w tym artykule. W ramach pierwszego stopnia wtajemniczenia szybko powstał model widoczny na **fotografii 1**.

Drugi krok i drugi stopień wtajemniczenia zaowocował wydrukiem niewielkiej obudowy, ale nie w pełni gotowego projektu, tylko projektu, w którym wymiary i inne szczegóły można we własnym zakresie modyfikować – **fotografia 2**.

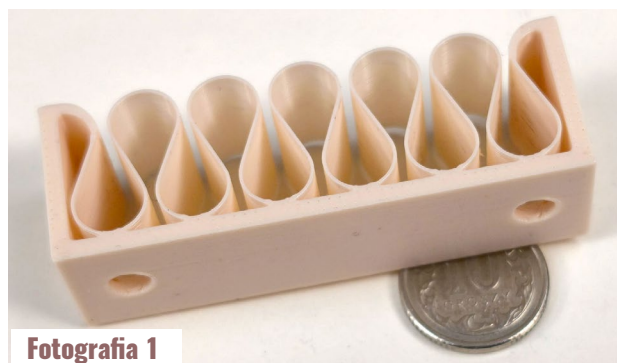
Natomiast wchodzenie na trzeci stopień wtajemniczenia wiązało się z wykonaniem wydruku, przedstawionego na **fotografii 3**. To wynik mniej i bardziej udanych wstępnych eksperymentów z różnymi sposobami umieszczenia logo Zrozumieć Elektronikę na płycie czołowej obudowy. Widać, że dwa sposoby widoczne z lewej strony fotografii okazały się dużo gorsze, niż dwa sposoby z prawej strony.

To były moje pierwsze próby na trzecim stopniu wtajemniczenia, które nie były jeszcze pełnym projektowaniem 3D, tylko zaskakująco łatwym wykorzystaniem aplikacji Tinkercad.

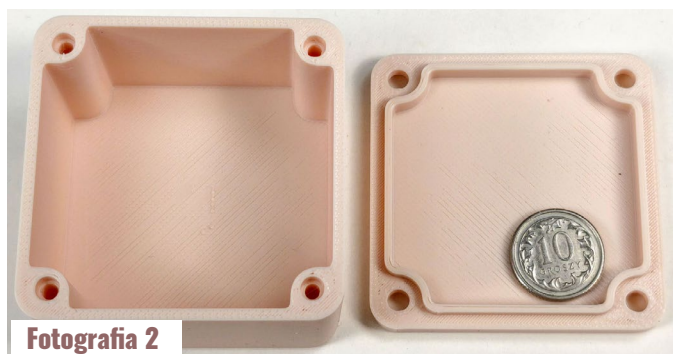
Nie zrobiłem czwartego kroku, czyli nie zacząłem pełnego projektowania „od zera” za pomocą któregoś z potężnych programów projektowych w rodzaju Fusion 360 czy FreeCad.

A teraz zachęcam – naprawdę warto zapoznać się z kolejnymi stopniami wtajemniczenia! Moja praktyczna przygoda z drukowaniem 3D zaczęła się od **Bambu Lab A1 Mini** i dołączenia podajnika (AMS Lite), zamontowania czterech szpul z filamentem (**fotografia 4**), włączenia zasilania i połączenia się z moją siecią wi-fi.

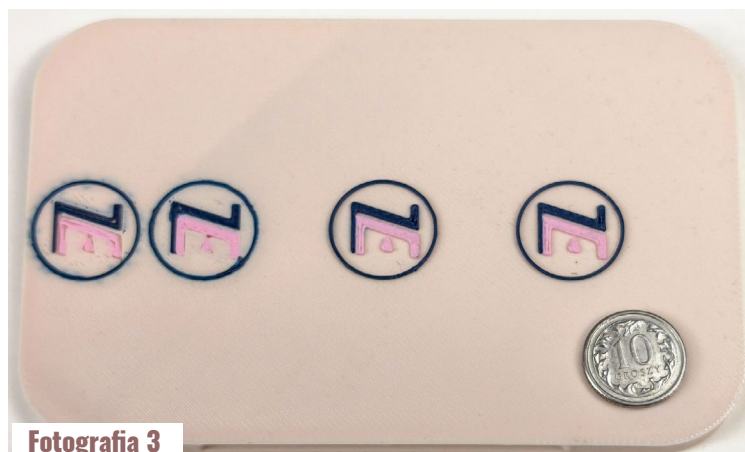
Tak, wi-fi to podstawowy sposób komunikacji (drugi to wykorzystanie karty microSD), bo drukarka nie ma gniazda, pozwalającego dołączyć ją do komputera za pomocą kabla. Dzięki wi-fi można nawet drukować zdalnie



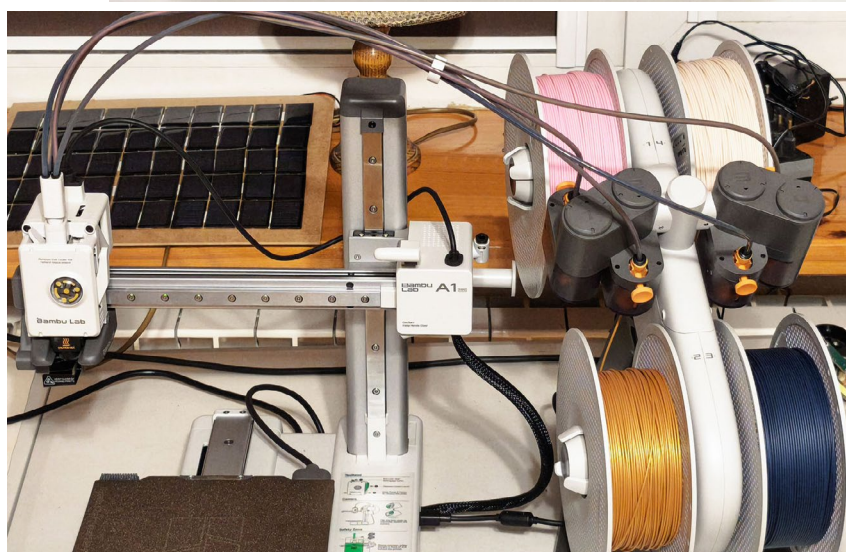
Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4

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



Tester przekaźników

Niedawno ujawniła się u mnie potrzeba zmierzenia parametrów kilkunastu odmian przekaźników. Zrealizowałem nieskomplikowany tester, który takie pomiary ułatwił i przyspieszył, a dużym zaskoczeniem był fakt, jak wiele informacji o przekaźniku i jak wygodnie taki tester pozwala uzyskać.

Co można zmierzyć tym testerem?

Rozważania projektowe

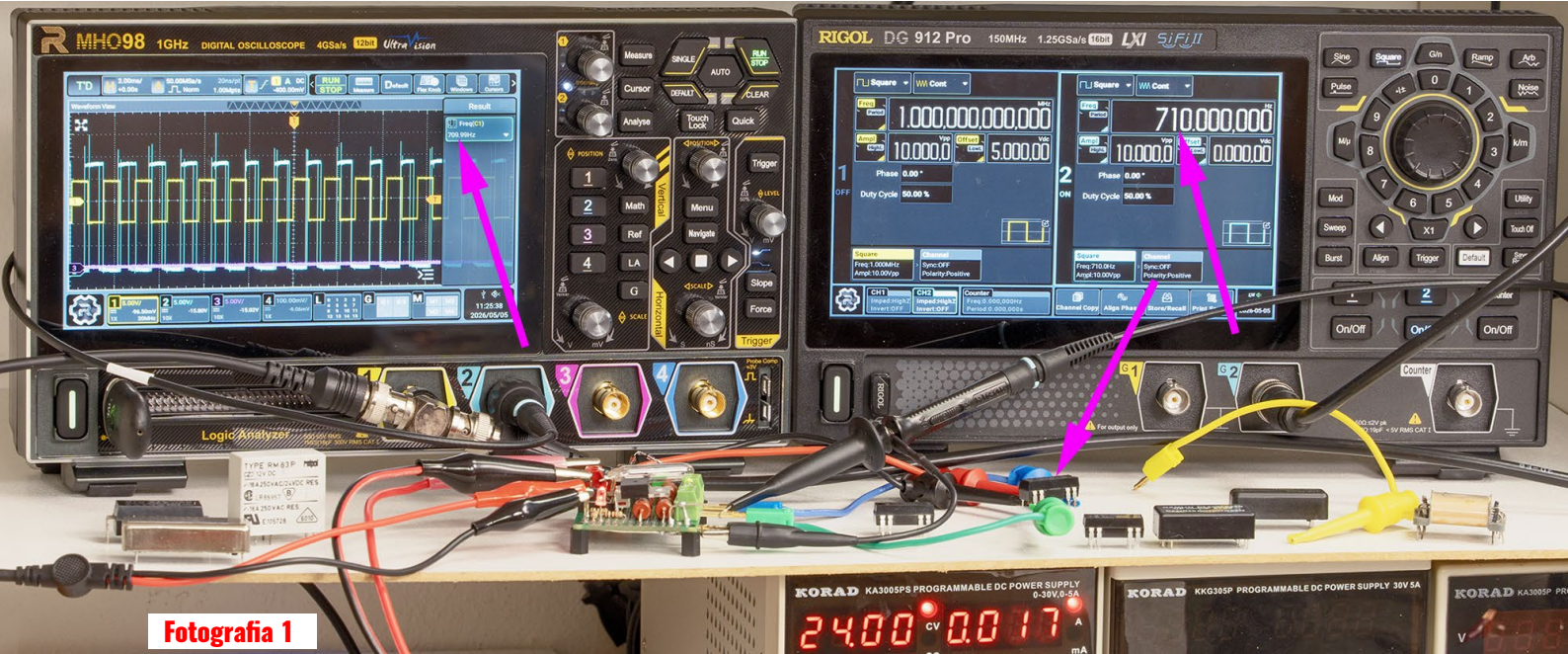
Finalny schemat testera przekaźników

Realizacja testera przekaźników

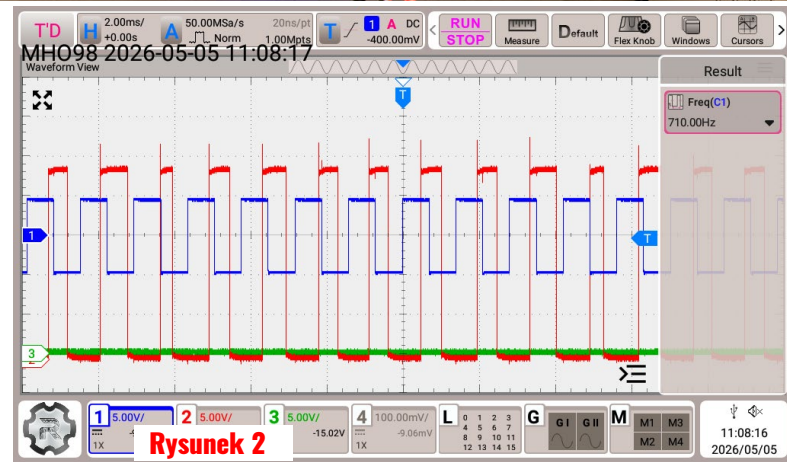
Dołączanie przekaźnika i oscyloskopu

Ostatnio drogą kupna nabyłem szereg bardzo interesujących przekaźników i chciałem dokładniej zbadać ich właściwości. Przede wszystkim chciałem sprawdzić, czy ich styki pracują w popularnym trybie BBM (Break Before Make), czy może w mniej znanym, a wręcz egzotycznym trybie MBB (Make Before Break). Chciałem m.in. sprawdzić maksymalną szybkość przełączania, która według oczekiwań powinna być bardzo wysoka, rzędu 500 do 1000 herców, przynajmniej dla niektórych typów. Przede wszystkim chciałem się jednak upewnić czy podczas przełączania występują drgania styków. No i chciałem też zmierzyć rezystancje ich styków.

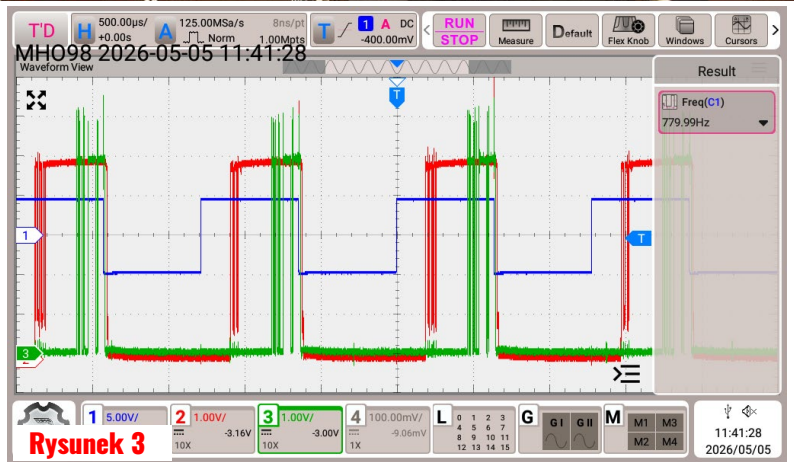
Do przetestowania miałem sporo przekaźników i planowałem przeprowadzać różne pomiary. Postanowiłem więc zbudować stanowisko do ich pomiarów, uniwersalny tester, pozwalający sprawdzać najróżniejsze nieduże przekaźniki na prąd stały z cewkami na napięcie od 5 woltów do 60 woltów (ale nie przekaźniki przemysłowe). Od strony technicznej zadanie wyglądało na śmiesznie łatwe, bo na pozór w potrzebnym stanowisku „prawie nic nie ma”. Okazało się jednak, że trzeba uwzględnić szereg okoliczności, o czym opowiadam w dalszej części artykułu. Końcowy efekt w postaci dość zgrabnego testera widoczny jest na **fotografii tytułowej**.



Fotografia 1



Rysunek 2



Rysunek 3

Wyniki niektórych pomiarów mocno mnie zaskoczyły. Na **fotografii 1** widać przyrząd podczas testowania przekaźnika ręciovego, a **rysunek 2** pokazuje zarejestrowane przebiegi. Warto zwrócić uwagę, że skala czasu to 2 ms na działkę – przekaźnik prawidłowo przełącza z częstotliwością aż 710 herców!

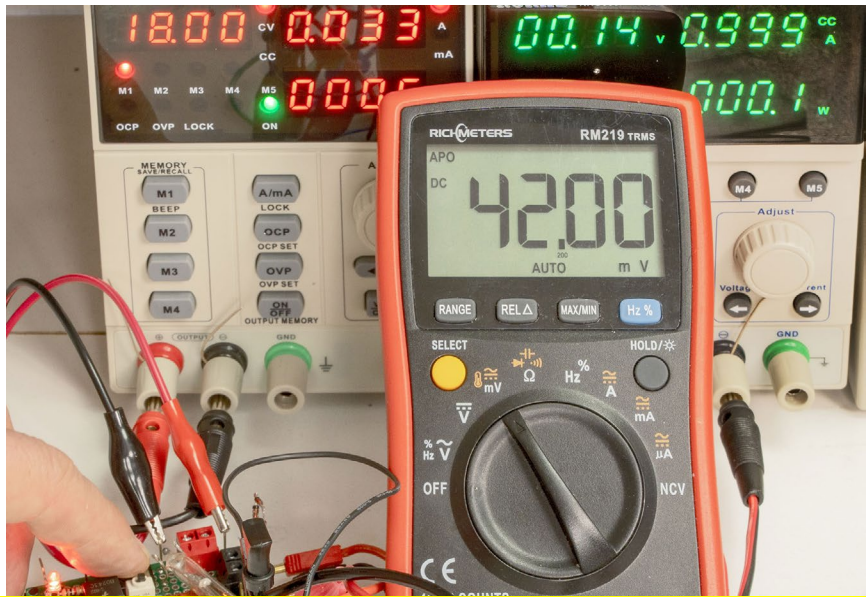
710 razy na sekundę – to niewiarygodne, ale prawdziwe. Co prawda impulsy wyjściowe nie mają już jednakowej długości, ale przekaźnik prawidłowo przełącza – jeszcze nie ma „gubienia impulsów”, co następuje przy dalszym zwiększaniu częstotliwości. Co ogromnie ważne, podczas przełączania nie ma żadnych drgań styków!

Rysunek 3 przedstawia wyniki analogicznych testów małego zwykłego „suchego” kontaktronu. Częstotliwość przełączania może być wprawdzie trochę większa (780 Hz), ale występują drgania styków, przede wszystkim podczas ich zwierania.

Na poprzedniej stronie, na **fotografii tytułowej** widać drgania styku przełącznego klasycznego przekaźnika RM83P, i przy zwieraniu, i przy rozwieraniu, a maksymalna czę-

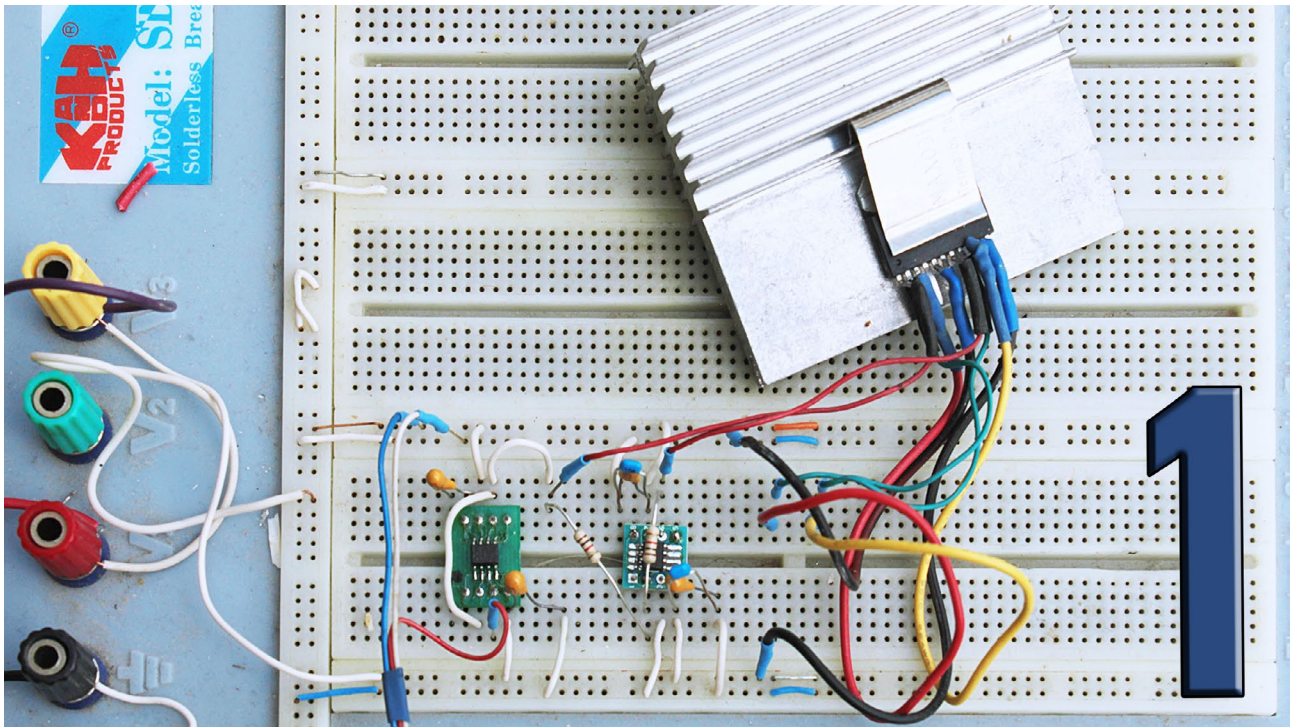
przy przełączaniu często są niedopuszczalną wadą.

Na **fotografii 4** widać pomiar rezystancji styków. Przez styk płynie prąd o wartości równej 1 A, więc miliwoltomierz dołączony wprost do wyprowadzeń przekaźnika pokazuje prawdziwą wartość rezystancji w miliomach – tutaj dość dużą, bo aż 42 miliomy.



Fotografia 4

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



Zasilacz do wzmacniaczy operacyjnych

Zasilacz to podstawowe wyposażenie każdego warsztatu elektronicznego. W większości przypadków takie urządzenie dostarcza jedno stabilizowane napięcie. Często jest to wystarczające, ale istnieje grupa elementów, jak wzmacniacze operacyjne, które w wielu przypadkach wymagają dwóch napięć.

Koncepcja rozwiązania

W elektronice analogowej podstawowa aplikacja wzmacniaczy operacyjnych wymaga zasilania ich napięciem symetrycznym. Podobne wymagania występują w aplikacjach wykorzystujących komparatory analogowe. Nowoczesne komponenty analogowe często mają możliwość zasilania jednym napięciem, w przeciwieństwie do klasycznych, które potrzebują dodatniego oraz ujemnego napięcia zasilającego. Eksperymentując z układami elektronicznymi o analogowym charakterze pracy, często potrzebowałem zasilacza dającego napięcie symetryczne $+12/-12$ V, dlatego zbudowałem dający takie napięcia zasilacz. Nowoczesne wzmacniacze operacyjne często mają dopuszczalne napięcie między dodatnim a ujemnym pinem zasilania mniejsze

Wstępne eksperymenty

niż 12 V. Przykładem jest wzmacniacz, który jest w stanie przetwarzać sygnał o dużej częstotliwości – AD8009 (**rysunek 1**, na następnej stronie).

Zasilenie takiego układu z posiadanego zasilacza jest gwarancją jego uszkodzenia, gdyż zalecane napięcie zasilające wynosi $+5/-5$ V (maksymalne dopuszczalne to $+6/-6$ V). Można zbudować kolejny zasilacz bazując na układach 7805 oraz 7905, jednak postanowiłem rozwiązać problem w bardziej elastyczny i uniwersalny sposób.

Koncepcja rozwiązania

W ofercie różnych wzmacniaczy operacyjnych istnieje grupa tych układów o dużej mocy. W swojej szufladzie mam kilka: LM675 (**rysunek 2**),

AD8009

FEATURES

Ultrahigh Speed

5,500 V/ μ s Slew Rate, 4 V Step, G = +2

545 ps Rise Time, 2 V Step, G = +2

Large Signal Bandwidth

440 MHz, G = +2

320 MHz, G = +10

Small Signal Bandwidth (-3 dB)

1 GHz, G = +1

700 MHz, G = +2

Settling Time 10 ns to 0.1%, 2 V Step, G = +2

Low Distortion over Wide Bandwidth

SFDR

-66 dBc @ 20 MHz, Second Harmonic

-75 dBc @ 20 MHz, Third Harmonic

Third Order Intercept (3IP)

26 dBm @ 70 MHz, G = +10

Good Video Specifications

Gain Flatness 0.1 dB to 75 MHz

0.01% Differential Gain Error, $R_L = 150 \Omega$

0.01° Differential Phase Error, $R_L = 150 \Omega$

High Output Drive

175 mA Output Load Drive

10 dBm with -38 dBc SFDR @ 70 MHz, G = +10

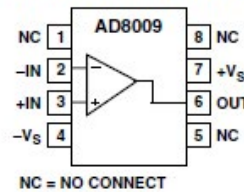
Supply Operation

+5 V to ± 5 V Voltage Supply

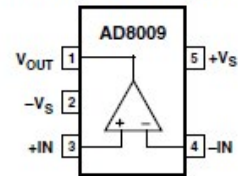
14 mA (Typ) Supply Current

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAMS

8-Lead Plastic SOIC (R-8)



5-Lead SOT-23 (RT-5)



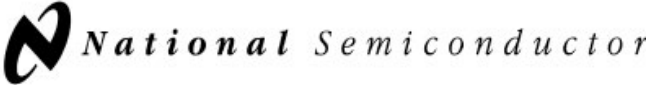
PRODUCT DESCRIPTION

The AD8009 is an ultrahigh speed current feedback amplifier with a phenomenal 5,500 V/ μ s slew rate that results in a rise time of 545 ps, making it ideal as a pulse amplifier.

The high slew rate reduces the effect of slew rate limiting and results in the large signal bandwidth of 440 MHz required for high resolution video graphic systems. Signal quality is maintained over a wide bandwidth with worst-case distortion of -40 dBc @ 250 MHz (G = +10, 1 V p-p). For applications with multitone signals, such as IF signal chains, the third order intercept (3IP) of 12 dBm is achieved at the same frequency. This distortion performance coupled with the current feedback architecture make the AD8009 a flexible component for a gain stage amplifier in IF/RF signal chains.

The AD8009 is capable of delivering over 175 mA of load current and will drive four back terminated video loads while maintaining low differential gain and phase errors of 0.02% and 0.04% respectively.

Rysunek 1


May 1999

LM675

Power Operational Amplifier

General Description

The LM675 is a monolithic power operational amplifier featuring wide bandwidth and low input offset voltage, making it equally suitable for AC and DC applications.

The LM675 is capable of delivering output currents in excess of 3 amps, operating at supply voltages of up to 60V. The device overload protection consists of both internal current limiting and thermal shutdown. The amplifier is also internally compensated for gains of 10 or greater.

- 1 mV typical offset voltage
- Short circuit protection
- Thermal protection with parole circuit (100% tested)
- 16V-60V supply range
- Wide common mode range
- Internal output protection diodes
- 90 dB ripple rejection
- Plastic power package TO-220

Features

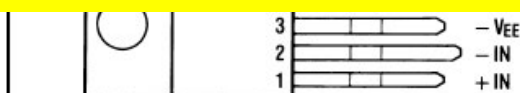
- 3A current capability
- A_{VO} typically 90 dB
- 5.5 MHz gain bandwidth product
- 8 V/ μ s slew rate
- Wide power bandwidth 70 kHz

Applications

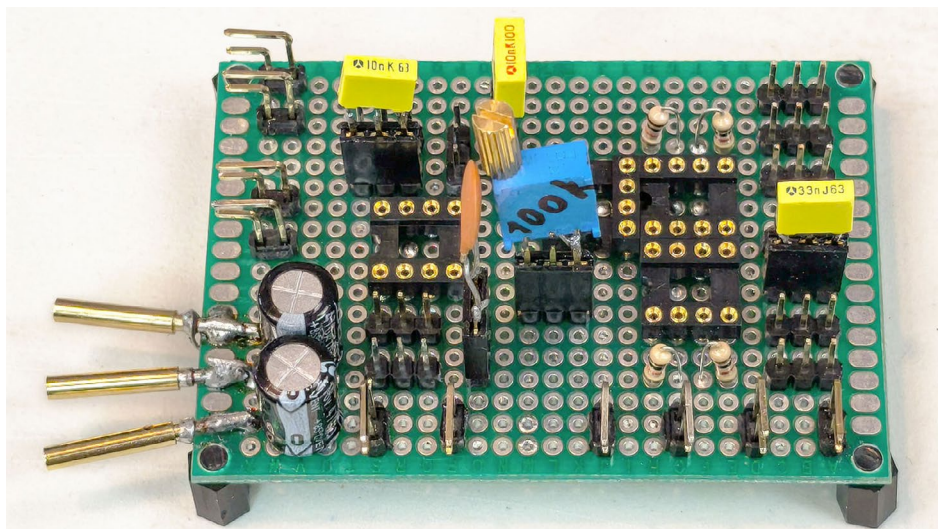
- High performance power op amp
- Bridge amplifiers
- Motor speed controls
- Servo amplifiers
- Instrument systems

LM675 Power Operational Amplifier

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



Rysunek 2



Wspólnie projektujemy: Jak poznać podrabiane wzmacniacze

Proponuję, żebyśmy zajęli się bardzo praktycznym i bolesnym problemem. Otóż na rynku mamy mnóstwo podrabianych elementów elektronicznych, w tym wzmacniaczy operacyjnych. Nie byłoby większego kłopotu, gdyby miały one parametry takie jak oryginały. Ale nie mają i dlatego trzeba zidentyfikować podróbki.

Tak naprawdę, pomysłodawcą tego zadania konkursowego jest **Michał Stach** z Kamionki Małej, który był najaktywniejszym uczestnikiem Szkoły Konstruktorów, którą prowadziłem przez wiele lat.

Otóż Michał zadzwonił do mnie i przedstawił problem, z którym się spotkał. Mianowicie naprawiał aparaturę audio i wstawił tam podwójny wzmacniacz operacyjny, zakupiony przez Internet od polskiego sprzedawcy. Okazało się, że po takiej operacji dźwięk jest fatalny. Porównanie z innymi wzmacniaczami wskazało, że zastosowany wzmacniacz operacyjny, rzekomo oryginalny, zdecydowanie nie ma deklarowanych parametrów. Sprzedawca nie chciał zwrócić pieniędzy i upierał się, że wzmacniacz ma parametry zgodne z oznaczeniem. A tymczasem wiele wskazuje, że jest to „przemalowany LM358”.

Michał podjął pewne próby ustalenia, czy to jest oryginał, a raczej próby niezawodnego, stuprocentowego udowodnienia, że to nie jest oryginał.

I tu dochodzimy do jakże aktualnego tematu zadania. Mianowicie na pewno kupimy oryginały u zaufanych, renomowanych dostawców, takich choćby jak TME czy Mouser lub Digikey. Jednak mnóstwo osób, nie tylko hobbystów, decyduje się na skorzystanie z tańszych ofert z różnych małych sklepów. Ceny są niższe, niekiedy kilkakrotnie niższe, ale jest duże ryzyko, że to są elementy podrabiane. I my w ramach tego zadania **chcemy znaleźć sposób niezawodnej identyfikacji podróbek, zwłaszcza wzmacniaczy operacyjnych do audio**. Zachęcam do udziału w tym bardzo praktycznym zadaniu! ©

Piotr Górecki

Zadanie konkursowe YK054 brzmi:

Zaproponuj możliwie prosty, łatwy w realizacji, ale jak najbardziej wiarygodny sposób lub sposoby identyfikacji podrabianych wzmacniaczy operacyjnych.

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

Nadesłane prace zostaną omówione w numerze 10/2026 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.



Wspólnie projektujemy: Pomiar temperatury półprzewodników

Proponuję, żebyśmy zajęli się niełatwym, ale bardzo interesującym i pożytecznym zadaniem – pomiarem temperatury elementów półprzewodnikowych w czasie ich pracy, a ściślej pomiarem temperatury ich półprzewodnikowej struktury, a nie obudowy. Zadanie nie jest wcale tak trudne, jak mogłoby się wydawać.

Zadanie z kwietniowego numeru brzmiało: **Zaproponuj sposób pomiaru temperatury półprzewodnikowej struktury elementu, w którym wydziela się określona przez użytkownika moc strat.** Co ważne, chodzi o strukturę półprzewodnika, do której nie ma bezpośredniego dostępu, ponieważ zamknięta jest w obudowie.

Dlaczego, po co i jak? Ogólnie wiadomo, że maksymalna temperatura większości pracujących półprzewodników krzemowych nie powinna przekraczać $+150^{\circ}\text{C}$. Niektóre MOSFET-y i diody mają maksymalną temperaturę $+175$ stopni, a triaki i większość diod LED ma dopuszczalną temperaturę niższą niż $+150$ stopni. Temperatura struktury jest ogromnie ważna. Jej przekroczenie poważnie zwiększa ryzyko uszkodzenia, szczególnie w przypadku diod LED. Problem nadmiernego wzrostu temperatury najbardziej dotyczy elementów dużej mocy, które współpracują z radiatorami. O temperaturze półprzewodnikowej struktury decyduje wtedy głównie radiator i warunki chłodzenia. Tak naprawdę o realnej mocy (strat) danego elementu decyduje właśnie temperatura struktury, zależna od różnych czynników.

Chcemy możliwie dokładnie mierzyć temperaturę pracującego półprzewodnika, w którym wydziela się ustawiona przez nas moc strat. A konkretnie temperaturę struktur elementów dużej mocy: diod LED, diod prostowniczych, tranzystorów bipolarnych, a co ważne – także MOSFET-ów. Pomocniczą rolę mogą pełnić kamery termowizyjne oraz powszechnie dostępne termopary do multimetrów (fotografie 1, 2). Ale tylko pomocni-

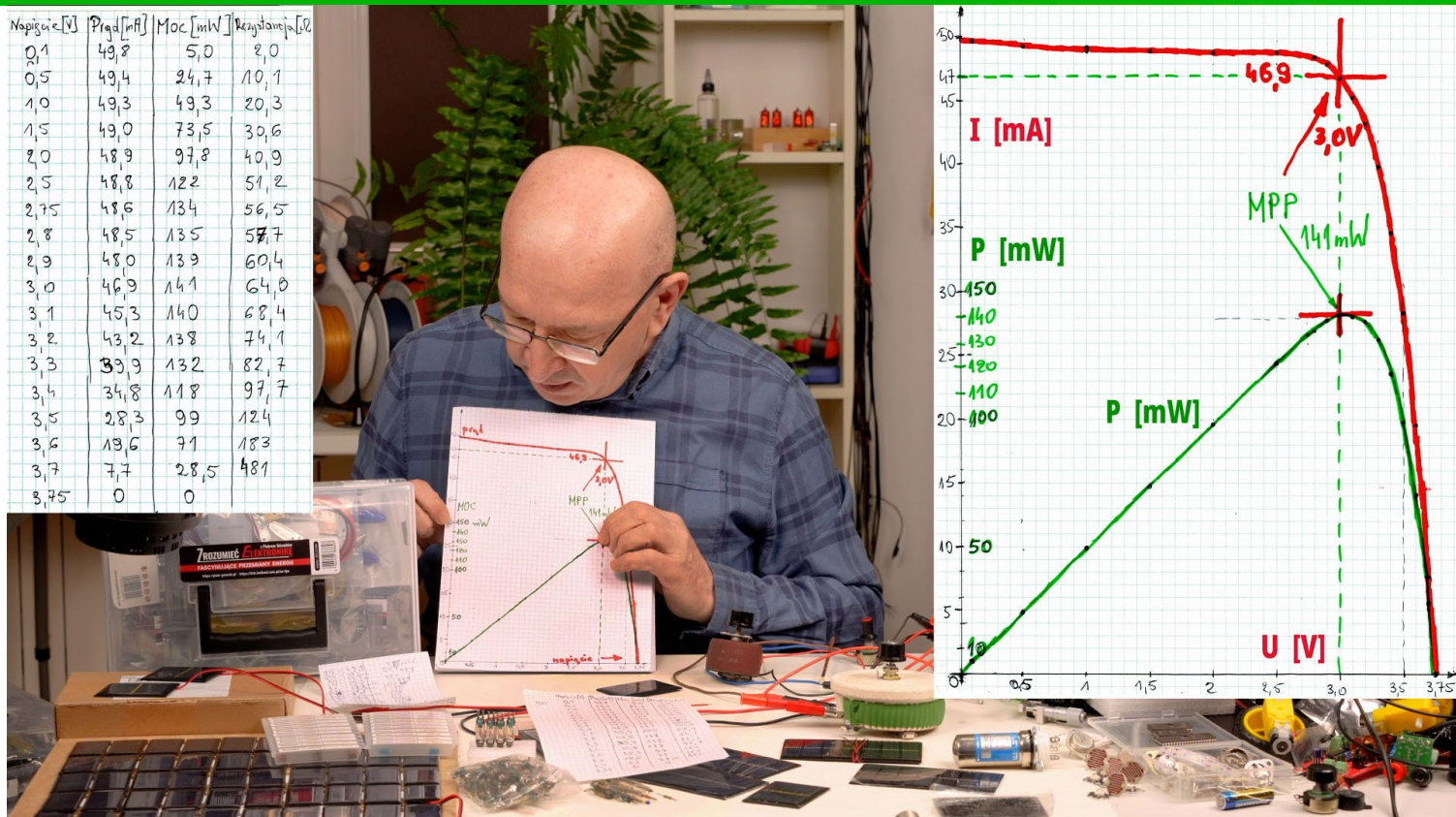


Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE. W pełnej wersji ten artykuł oczywiście ma więcej stron.

fotografia 1

fotografia 2

Napięcie [V]	Prąd [mA]	Moc [mW]	Wydajność [%]
0,1	49,8	5,0	2,0
0,5	49,4	24,7	10,1
1,0	49,3	49,3	20,3
1,5	49,0	73,5	30,6
2,0	48,9	97,8	40,9
2,5	48,8	122	51,2
2,75	48,6	134	56,5
2,8	48,5	135	57,7
2,9	48,0	139	60,4
3,0	46,9	141	64,0
3,1	45,3	140	68,4
3,2	43,2	138	74,1
3,3	39,9	132	82,7
3,4	34,8	118	97,7
3,5	28,3	99	124
3,6	19,6	71	183
3,7	7,7	28,5	481
3,75	0	0	



Fotowoltaika: MPP i kontrolery MPPT

Ten artykuł powstał „na zapotrzebowanie społeczne” w związku z cyklem „Fascynujące przemiany energii” i filmem **Fotowoltaika - co to jest MPPT?**, opartym na testach paneli fotowoltaicznych z „pękatego kufierka”. W tym artykule jak najbardziej przystępnie wyjaśniam, co to jest MPP i czym są kontrolery MPPT.

Panel fotowoltaiczny to źródło prądowe!
Napięcie ogniwa fotowoltaicznego
MPP – punkt mocy maksymalnej

Punkt mocy maksymalnej nie jest stały!
MPPT – śledzenie punktu mocy maksymalnej
Rodzaje sterowników MPPT

Hasła „energia odnawialna” oraz „fotowoltaika” są dziś bardzo szeroko rozpowszechnione i dyskutowane w różnych kontekstach. Ja w tym artykule podchodzę do skomplikowanego tematu wyłącznie od strony technicznej. Głównym celem artykułu jest wyjaśnienie osobom mniej zorientowanym, co znaczy tajemniczy a popularny skrót MPPT. Nie jest to łatwe zadanie. Wszyscy chcielibyśmy uzyskać jasne i proste odpowiedzi na pytania techniczne, ale technika, a zwłaszcza elektronika jest coraz bardziej skomplikowana. Dlatego nie sposób krótko, w kilku zdaniach wyjaśnić trudniejszych tematów osobom nieprzygotowanym. Trzeba naświetlić tło zagadnienia.

Panel fotowoltaiczny to źródło prądowe!

Trzeba zacząć od specyficznych właściwości paneli fotowoltaicznych. Problem w tym, że panel fotowoltaiczny ma naprawdę dziwne właściwości, co wprawia w zakłopotanie nawet doświadczonych praktyków, którzy nie mieli dotąd do czynienia z tego rodzaju źródłami energii elektrycznej.

Wynika to z faktu, że wcześniej praktycznie nie mieliśmy do czynienia ze źródłami energii elektrycznej, które – mówiąc fachowo – mają charakter **źródła prądowego**. Do tej pory mieliśmy do czynienia ze źródłami energii elektrycznej, które – mówiąc fachowo – mają charakter **źródła napięciowego**.

Typowym przykładem źródła napięciowego jest (duży i w pełni naładowany) akumulator. Na swym wyjściu, na zaciskach utrzymuje on jakieś napięcie. I to napięcie niewiele zależy od tego, czy z akumulatora jest pobierany prąd, czy nie jest pobierany.

W idealnym akumulatorze napięcie w ogóle nie zależałoby od natężenia pobieranego prądu. Idealny akumulator utrzymuje stałą, niezmienną wartość napięcia na zaciskach, niezależnie od tego, czy jest obciążony, czy nie.

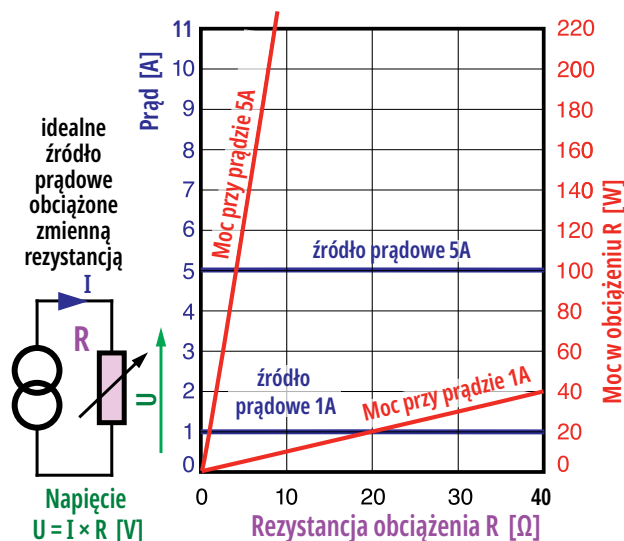
To jest przykład źródła napięciowego, czyli takiego, które utrzymuje niezmiennie napięcie U , w którym prąd obciążenia I wyznaczony jest przez rezystancję obciążenia R , według znanej zależności $I = U / R$.

„Od zawsze” mamy do czynienia właśnie z tego rodzaju napięciowymi źródłami energii elektrycznej a ich działanie wydaje się nie tylko oczywiste, ale wręcz jedynie możliwe. I „zgrzyt” występuje wtedy, gdy mamy do czynienia z panelami fotowoltaicznymi, oznaczanymi skrótem PV (Photovoltaic panel), a w Polsce często nieprawidłowym skrótem FV. Ogniwa, panele, moduły fotowoltaiczne w pewnym sensie są odwrotnością baterii i akumulatorów.

Zarówno akumulator jak i panel fotowoltaiczny są źródłami energii elektrycznej, a właściwie przetwornikami rodzajów energii, ale mają niejako przeciwstawne właściwości. Akumulator zachowuje się jak źródło (stało)napięciowe, a panel fotowoltaiczny zachowuje się jak źródło (stało)prądowe.

Źródło napięciowe „stara się utrzymać” niezmienną wartość napięcia. Źródło prądowe „stara się utrzymać” niezmienną wartość prądu. Jednak wielu osobom trudno zaakceptować fakt, że istnieją źródła prądowe, które na swych zaciskach utrzymują stałą, niezmienną wartość prądu, i których napięcie wyjściowe jest wyznaczone przez rezystancję obciążenia według zależności $U = I \times R$. A właśnie panel fotowoltaiczny jest źródłem energii elektrycznej (prądu i napięcia), ale w pewnym sensie jego działanie jest odwrotne, niż działanie akumulatora, bo jest źródłem prądowym, a nie napięciowym. Dlatego ma specyficzne właściwości.

Jeżeli do źródła prądowego dołączymy obciążenie – zmienną rezystancję, to po pierwsze napięcie tego źródła będzie wprost proporcjonalne do tej rezystancji ($U = I \times R$), a po drugie moc pobierana z tego źródła prądowego będzie rosła ze wzrostem tej rezystancji. Przykłady na **rysunku 1**. Odwrotnie niż w przypadku źródła napięciowego, gdzie wzrost rezystancji obciążenia powoduje zmniejszenie pobiera-



Zachowanie przykładowych źródeł prądowych (1 A, 5 A) obciążonych rezystancją o zmiennej wartości

Rysunek 1

rac i nie grozi to ich uszkodzeniem – po prostu nie „wyciągniemy” z nich wtedy żadnej mocy i energii.

Nie sposób w krótkim artykule wyjaśnić szczegółów. O źródłach napięciowych i prądowych pisałem w innych artykułach:

[Zasilacze prądowe oraz zasilacze napięciowe](#)

[Zasilacze – stabilizatory prądowe i napięciowe](#)

[Fundamenty elektroniki – zadziwiająca źródło prądowe](#)

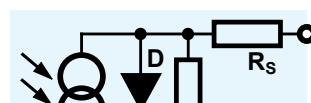
W każdym razie, właściwości panelu fotowoltaicznego są dla nas dziwne, bo nie jesteśmy przyzwyczajeni do źródeł prądowych, tylko napięciowych. Tymczasem **nie można zrozumieć specyfiki paneli fotowoltaicznych bez zrozumienia faktu, że są to źródła prądowe, a nie napięciowe!**

Tak, ale zamieszanie powoduje fakt, że każdy panel fotowoltaiczny ma też jakieś napięcie nominalne, a to mniej zorientowanych wprowadza w błąd, że jest to jednak źródło napięciowe.

A nie jest! To jest źródło prądowe, natomiast to „napięcie nominalne” należałoby raczej nazwać „napięciem ograniczania”. Trzeba bowiem pamiętać, że panel fotowoltaiczny to zestaw fotodiod krzemowych, czyli w sumie zestaw diod krzemowych.

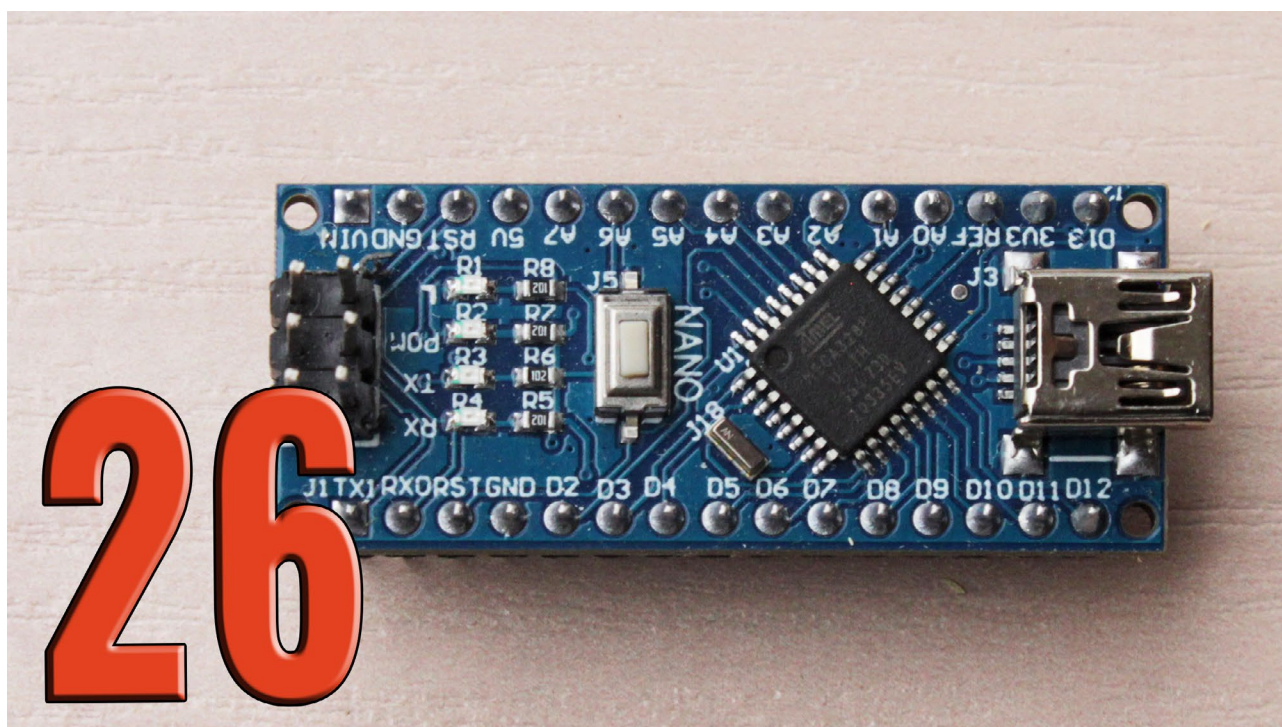
Napięcie ogniwa fotowoltaicznego

I pojedyncza fotodioda, i panel PV to prądowe źródła energii elektrycznej, ale nie są to idealne źródła prądowe. To rodzaj diod, więc jeżeli chcemy przedstawić i zrozumieć ich działanie, to powinniśmy rozpatrywać ich schemat zastępczy, pokazany na **rysunku 2**. Z lewej strony mamy strzałki symboli-



Rysunek 2

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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 26

Powstanie języka programowania C++ przyniosło dodatkowo bardzo przydatną cechę, jaką jest możliwość przeciążania funkcji. W części poświęconej pojęciu obiektu była okazja zapoznania się z tym zjawiskiem. Teraz zostanie to omówione bliżej.

[Algorytm konwersji liczb całkowitych](#)
[Algorytm konwersji liczb zmiennoprzecinkowych](#)

[Klasa oraz obiekt do konwersji liczb](#)
[Prezentacja programu](#)

Przeciążanie funkcji w C++ pozwala na utworzenie kilku o tej samej nazwie, jednak muszą się one różnić liczbą lub typem argumentów. Użycie przeciążonej funkcji oznacza, że kompilator dobiera odpowiednią na podstawie przekazanych danych, jakimi są parametry wywołania funkcji (będzie próbował dopasować aktualne użycie funkcji wraz z jej parametrami do znanych możliwych wariantów i taki wariant zostanie zastosowany do generacji kodu wynikowego programu). Takie rozwiązanie pozwala na poprawę czytelności kodu.

Algorytm konwersji liczb całkowitych

W tworzeniu programów dla mikrokontrolerów często występującym elementem jest zaprezen-

wanie liczb w formie czytelnej dla człowieka. Sam algorytm dla liczb całkowitych nie jest zbyt skomplikowany i polega na rozłożeniu liczby na poszczególne cyfry. Mając je wydzielone (w formie binarnej) wystarczy do każdej dodać stałą o wartości 30 hex by uzyskać je jako znaki ASCII (kody znaków cyfr w zestawie ASCII różnią się od wartości binarnej o wymienioną stałą). Wydzielenie poszczególnych cyfr z liczby polega na podzieleniu jej przez 10 oraz obliczeniu reszty z tego dzielenia. Reszta z dzielenia przez 10 daje wynik z zakresu 0...10 (wydziela pojedynczą cyfrę jako liczbę binarną). Wynik dzielenia przez 10 (w arytmetyce całkowitoliczbowej) daje liczbę do dalszego przetwarzania. Sam algorytm jest operacją iteracyjną i wymaga kilku iteracji.

Uzyskane kolejne cyfry tworzą ciąg znaków w odwrotnej kolejności (pierwsza wyliczona cyfra jest najmniej znacząca, skrajnie prawą w zapisie stosowanym przez ludzi).

Z operacją konwersji postaci binarnej na znakową wiąże się liczba znaków, na które ma być przekształcona dana wartość (z ewentualnym umieszczeniem znaków spacji przed liczbą, gdy liczba jest za mała). W wielu przypadkach ważne jest, by wynik konwersji miał stałą szerokość. Przykładem może być konwersja wyników odczytanych z przetwornika analogowo-cyfrowego i wysłanych via kanał szeregowy z podziałem na wiersze (przydatną cechą do przeglądania są kolumny liczb o stałej szerokości). W innych przypadkach pożądane jest, by wynik nie zawierał znaków spacji przed liczbą (wyświetlając przykładowo adres IP na wyświetlaczu powstał ciąg znaków bez spacji wewnątrz: 192.168.1.44 mamy tu konwersję na łańcuch o trzech, dwóch oraz jednym znaku). Z kolei przy budowni zegara zachodzi potrzeba wyświetlenia aktualnego czasu, przykładowo na wyświetlaczu LCD. Przetwarzając liczbę godzin na postać znakową oczekuje się, by wynik konwersji zawierał znak spacji (jeżeli liczba godzin jest jednocyfrowa). Ludzkie przyzwyczajenia jednak pre-

```
int32_t LongCard ;
LongCard = static_cast < uint32_t > ( Binary + 0.5 );
```

Wartość do konwersji

Operacja ucięcia części ułamkowej

Przykładowo dla wartości 123.456:
`LongCard = static_cast < uint32_t > (123.456 + 0.5);`
 =
 123.956
 Wynik:
`LongCard = 123 ;`

Przykładowo dla wartości 123.654:
`LongCard = static_cast < uint32_t > (123.654 + 0.5);`
 =
 124.154
 Wynik:
`LongCard = 124 ;`

Rysunek 1

ferują, by liczba minut oraz sekund w takich przypadkach zawierała znak zera przed jednocyfrową liczbą minut czy sekund.

Algorytm konwersji liczb zmiennoprzecinkowych

Konwersja liczb całkowitych w porównaniu do zmiennoprzecinkowych jest operacją prostą. Dla

liczb ułamkowych dochodzi kilka działań, które nie występują w konwersji liczb całkowitych. Pierwszym elementem jest zaokrąglenie liczby ułamkowej do liczby całkowitej. Samo zaokrąglenie dodatkowej liczby ułamkowej do najbliższej liczby całkowitej wymaga dodania stałej o wartości 0,5 i ucięciu części ułamkowej – ideę pokazuje **rysunek 1**. Jednak w rzeczywistych potrzebach, gdy wymagana jest konwersja o określonej liczbie cyfr

```
Liczba cyfr części ułamkowej
switch ( FractSize )
{
case 0 :
    LongCard = static_cast < uint32_t > ( Binary + 0.5 );
    IntegerPart = LongCard ;
    FractionPart = 0 ;
    break ;
case 1 :
    LongCard = static_cast < uint32_t > ( 10.0 * Binary + 0.5 );
    IntegerPart = LongCard / 10 ;
    FractionPart = LongCard % 10 ;
    break ;
case 2 :
    LongCard = static_cast < uint32_t > ( 100.0 * Binary + 0.5 );
    IntegerPart = LongCard / 100 ;
    FractionPart = LongCard % 100 ;
    break ;
case 3 :
    LongCard = static_cast < uint32_t > ( 1000.0 * Binary + 0.5 );
    IntegerPart = LongCard / 1000 ;
    FractionPart = LongCard % 1000 ;
    break ;
case 4 :
    LongCard = static_cast < uint32_t > ( 10000.0 * Binary + 0.5 );
    IntegerPart = LongCard / 10000 ;
    break ;
}
```

Wartość do konwersji

Wariant bez części ułamkowej, ucięta część ułamkowa

Liczba pomnożona przez 10 z uciętym ułamkiem

Wydzielenie części całkowitej oraz ułamkowej

Liczba pomnożona przez 100 z uciętym ułamkiem

Wydzielenie części całkowitej oraz ułamkowej

Analogicznie wydziela część całkowitą oraz ułamkową odpowiednio 3 lub 4 cyfrowa

Część całkowita

Część ułamkowa

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



Komunikacja przez sieć

Kolejnym elementem w komunikacji sieciowej obok organizacji na poziomie logicznym, reprezentowanej przez adresację IP, są protokoły komunikacyjne. Służą one do realizacji różnych celów, część z nich ma charakter diagnostyczny, organizacyjny oraz najbardziej istotny: służą do transmisji danych.

Ramka ethernetowa

Protokół ARP

Protokół IP

Protokół ICMP

Protokół UDP i TCP

Serwer DHCP

Podsumowanie

Mamy już świadomość budowy sieci lokalnych, co w rzeczywistości dotyczy organizacji adresowania poszczególnych stacji przyłączonych do wspólnej sieci. Czas więc teraz na zagłębienie się w same protokoły komunikacyjne. Pewna ogólna wiedza (bez zbędnego zagłębiania się w szczegóły) jest niezbędna, by zrozumieć działania tego popularnego „wynalazku”, jakim jest sieć komputerowa.

Ramka ethernetowa

W sieci komputerowej krążą ramki ethernetowe (podstawowe porcje transmisyjne), które niosą w sobie różne informacje. Wielkość takiej ramki jest uzależniona od rodzaju protokołu. Ma swoją strukturę oraz minimalną (wynikającą z budowy nagłówka), jak również maksymalną wielkość (nie więcej niż 600 hex razem z nagłówkiem). Wielkość ramki jest liczo-

na w oktetach (oktet należy utożsamiać z bajtem, sama nazwa oktet w prosty sposób kojarzy się z liczbą 8) i to określenie „przyłgnęło” do tematyki sieciowej. Jako ramkę należy rozumieć blok oktetów o określonej wielkości, przesyłanych jako pojedyncza struktura. Ogólną budowę takiej ramki pokazuje **rysunek 1**. Można tu dostrzec nagłówek, który ma swoją strukturę: adres odbiorcy (6 oktetów),

Nagłówek ramki ethernetowej

Adres MAC odbiorcy (6 oktetów)	Adres MAC nadawcy (6 oktetów)	Typ (2 oktety)	Dane (wielkość zmienna)
--------------------------------	-------------------------------	----------------	-------------------------

Ramka ethernetowa (maksymalnie 600 hex oktetów)

Rysunek 1

adres nadawcy (6 oktetów), typ określający informację niesioną przez ramkę (2 oktety) oraz dane o zmiennej wielkości zależnej od przesyłanych danych. Występująca tu informacja o charakterze adresowym, o wielkości 6 oktetów określana jest jako adres MAC (ang. media access control). Należy go traktować jako sprzętowy adres karty sieciowej.

Powinien on być unikatowy w skali światowej, jest nadawany przez producenta danej karty podczas jej produkcji (choć w rzeczywistości można go zmodyfikować). W obecnych czasach, przy tak masowej produkcji urządzeń przyłączanych do sieci, utrzymanie unikalności tego adresu może być problematyczne. Ten adres jako liczba jest podzielona na dwie części: pierwsze 24 bity (3 bajty) liczby oznaczają producenta karty sieciowej, pozostałe 24 bity (3 bajty) są unikatowym identyfikatorem danego egzemplarza karty w obrębie danego producenta. Adres MAC zapisuje się w formie 6 liczb szesnastkowych rozdzielonych znakiem myślnika, kropki lub dwukropka (adres MAC komputera, którego używam pokazuje **rysunek 2**).

O ile unikalność adresu MAC w skali światowej niekoniecznie musi być zapewniona, to w obrębie sieci lokalnej bezwzględnie musi wystąpić. Sama karta sieciowa (w tym również inne układy, jak przykładowo ENC28J60, pełniące funkcję karty sieciowej) „widzi” po tym adresie, że dana ramka ethernetowa jest przesyłana do niej, bo porównuje własny adres MAC z adresem MAC w odebranej ramce ethernetowej. Za adresem MAC odbiorcy występuje adres MAC nadawcy (**rysunek 1**), co pozwala na identyfikację drugiej strony. Kolejne dwa oktety (typ) pozwalają na rozpoznanie znaczenia dalszych danych.

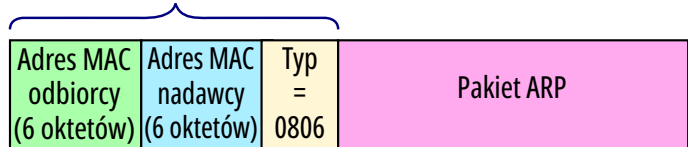
Znajomość adresów MAC pozwala przesłać dane z określonego punktu (adres MAC nadawcy) do innego punktu (adres MAC odbiorcy). Poza takim wariantem istnieje możliwość przesyłania danych w trybie rozgłoszeniowym (ang. broadcast). Uzyskuje się to poprzez specjalny, zarezerwowany adres MAC o wartości FF-FF-FF-FF-FF-FF. Ramka ethernetowa mająca taki adres w polu odbiorcy, oznacza, że wszystkie urządzenia w danej lokalnej sieci mają odebrać i przetworzyć daną ramkę.

Producent: Intel Corporation
 Opis: Intel(R) 82579LM Gigabit Network Connection
 Wersja sterownika: 12.17.10.8
 Adres fizyczny (MAC): 00-05-B7-E5-63-60

Kopiuuj

Rysunek 2

Nagłówek ramki ethernetowej



Rysunek 3

przykładowo polecenie *ping*, specyfikowany jest adres IP (polecenie *ping* posługuje się odpowiednim wariantem protokołu ICMP). Aby zrealizować to polecenie, oprogramowanie musi zamienić adres IP na adres MAC.

Protokół ARP

Aby wysłać pakiet ICMP do drugiego punktu o określonym adresie IP, należy znać odpowiadający mu adres MAC. Każda stacja w sieci w trakcie pracy buduje „w sobie” tabelę powiązań adres IP <-> adres MAC. By „pozyskiwać” dane do takiej tabeli, wykorzystywany jest odpowiedni protokół ARP (ang. Address Resolution Protocol). Pozwala on na przekształcanie logicznych adresów IP na sprzętowy adres MAC. Postać ramki ARP pokazuje **rysunek 3**. Ramka występuje w dwóch wariantach: zapytania ARP oraz odpowiedzi ARP (ramka ARP ma swoją strukturę, w której występują te szczegóły).

Wyobraźmy sobie operację widoczną na **rysunku 4** (na następnej stronie), gdzie komputer o IP=192.168.1.16 (MAC=00:05:B7:E5:63:60) wysłał sygnał ping (pakiet ICMP) do systemu z arduino o IP=192.168.1.6 (niech jego MAC=00:14:16:22:28:2D). Wykonanie tego polecenia wymaga „poznania” powiązania IP od arduino z jego MAC (własny IP oraz MAC jest znany).

By uzyskać takie dane komputer (o IP=192.168.1.16) musi wysłać zapytanie ARP. Ponieważ wysyłając to zapytanie, komputer nie zna adresu MAC modułu z układem ENC28J60, jest ono wysłane w trybie rozgłoszeniowym (tak jakby docelowy adres MAC miał wartość FF-FF-FF-FF-FF-FF). Każda karta sieciowa przy-

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



Elektroenergetyka – przesył i dystrybucja, część 3

Ten odcinek zawiera krótki wstęp do tematu stacji elektroenergetycznych, które łączą linie różnych napięć w jeden system. W kolejnych odcinkach zajmiemy się bliżej poszczególnymi rodzajami tych obiektów, niekiedy widocznych z daleka, a czasami skrytymi w infrastrukturze miejskiej.

[Rozdział energii elektrycznej](#)
[Stacje transformatorowe](#)
[Rozdzielnie sieciowe](#)

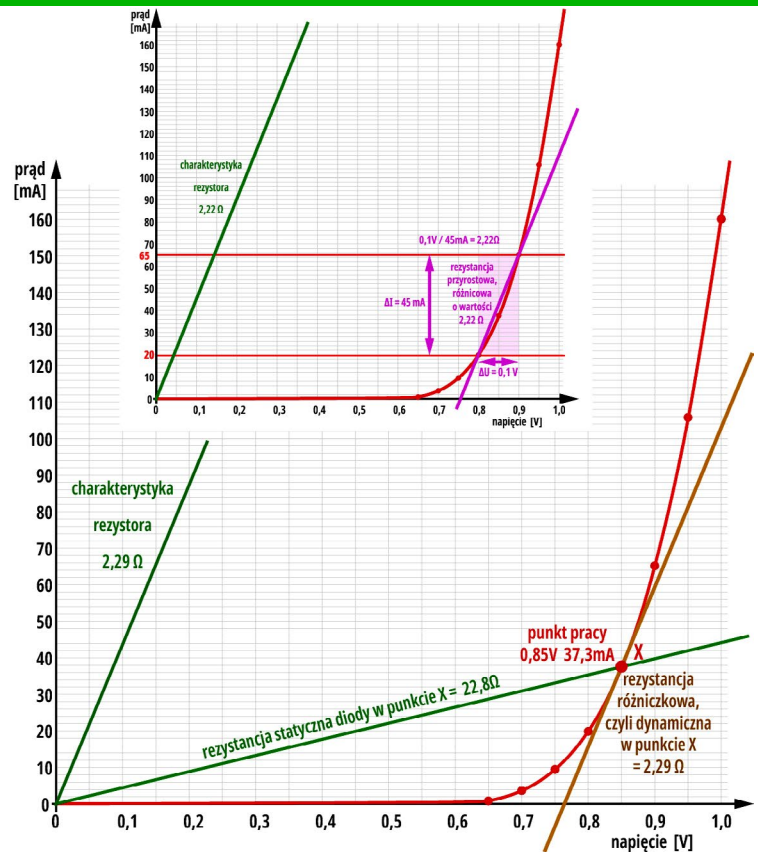
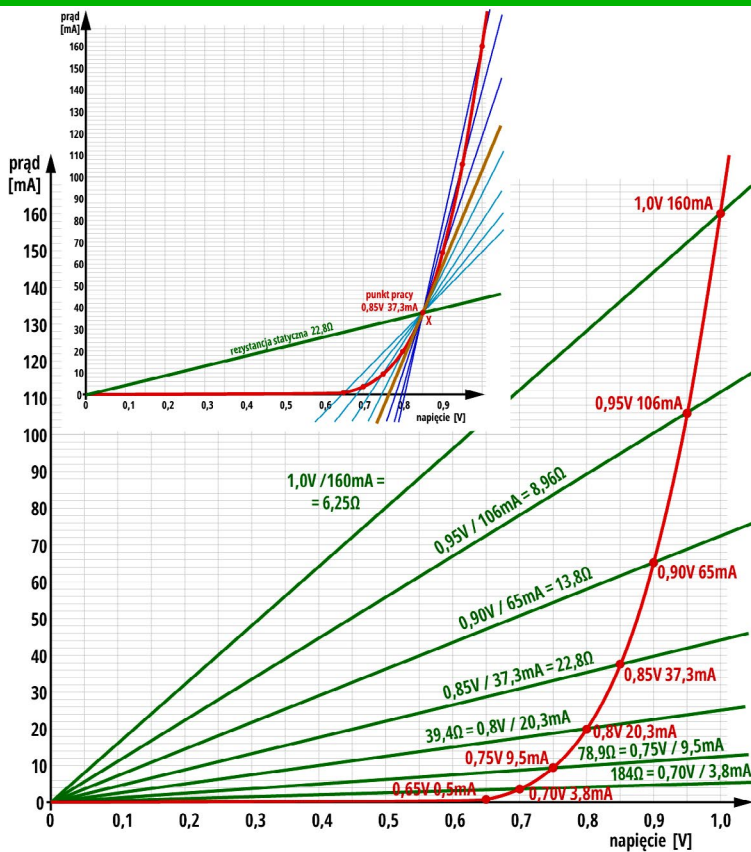
[Podstacje trakcyjne](#)
[Budowa stacji elektroenergetycznej](#)

Rozdział energii elektrycznej

Na podstawie poprzednich artykułów można zadać sobie pytanie, w jaki sposób połączone są ze sobą linie elektroenergetyczne różnych napięć. Otóż są one połączone między sobą obiektami nazywanymi ogólnie stacjami elektroenergetycznymi, których głównym elementem jest transformator lub autotransformator. Jest tak najczęściej, ale jak w przypadku każdej reguły, tutaj również są wyjątki.

we. Głównym ich elementem jest transformator. Autotransformatory są stosowane raczej w sieciach najwyższych napięć, na przykład do połączenia linii 400 i 200 kV. Cechą wyróżniającą transformatory w stacjach o napięciach powyżej 110 kV jest podobciążeniowy przełącznik zacze- pów. Urządzenie to umożliwia zmianę napięcia pod obciążeniem poprzez przełączenie odczepów jedno- go z uzwojeń. W transformatorach SN/nn są sto-

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



Rezystancja statyczna, przyrostowa i dynamiczna

W poprzednim artykule serii zajmowaliśmy się charakterystykami i wykresami pokazującymi zależność napięcia i prądu. Elementy niemieowe mają charakterystyki nieliniowe, co zdecydowanie komplikuje pojęcie rezystancji, reprezentowanej jako nachylenie charakterystyki. Oto dalsze informacje o rezystancji.

- [Rezystancja jako nachylenie charakterystyki](#)
- [Rezystancja przyrostowa, czyli różnicowa](#)
- [Rezystancja dynamiczna czyli różniczkowa](#)

- [Praca stałoprądowa i zmiennoprądowa](#)
- [Jeszcze inne odmiany oporności](#)

Wszyscy chcielibyśmy, żeby elektronika była bardzo prosta. Niektórzy uważają, że tak jest i że podstawą elektroniki jest prawo Ohma. Niestety, „elektroniczna rzeczywistość” prosta nie jest, czego dowodem jest choćby ten artykuł o bardzo dziwnych odmianach rezystancji (i nie tylko rezystancji).

Powtarzam jeszcze raz, że empiryczne, przybliżone prawo Ohma sprzed 200 lat dotyczy tylko „drobnego wycinka elektroniki”, a mianowicie „okoliczności przemian energii” (elektrycznej na ciepło) w metalowych drutach i rezystorach. W elektronice (i nie tylko) najważniejsza jest energia oraz przemiany i przesyłanie energii. Oporność, rezystancja

zdefiniowana jako $R = U / I$ ma niewiele wspólnego z prawem Ohma i z pracami Ohma, który nie znał ani pojęcia rezystancji, ani tym bardziej impedancji. Ohm w swoich pracach wykorzystywał takie pojęcia jak „długość znormalizowana” – według oryginalnej piśmowni z XIX wieku – *reduzirte Länge*), o czym pisałem między innymi we wcześniejszych artykułach: [Prawo Ohma, Frankenstein i gilotyna](#), [Pierwiastkowe prawo Barlowa](#), [logarytmiczne prawo Ohma...](#) oraz [Jedno, czy raczej... dwa prawa Ohma?](#). Przypominam: $R = U / I$ $I = U / R$ $U = I \times R$ **to są uniwersalne wzory, a nie jest to prawo Ohma!** Wzór $R = U / I$ i definicja rezystancji mają natomiast ścisły związek z różnymi „dziwnymi opornościami”.

W poprzednich artykułach tej serii zatytułowanych: **Rezystancja to nie (tylko) rezystor!**, a w szczególności **Elementy nieomowe. Czy dioda ma rezystancję?** pokazałem, że dioda ma jakąś rezystancję, określoną jako stosunek napięcia i prądu ($R = U / I$), ale wartość tej rezystancji nie jest stała, tylko bardzo silnie zależy od wartości napięcia i prądu.

Problem w tym, że mnóstwo osób oporność, rezystancję rozumie wyłącznie jako zdolność materiału, czy raczej elementu do przeciwstawiania się przepływowi prądu. Jeszcze raz podkreślam, że przeciętnemu elektrykowi takie wyobrażenie wystarcza. Ale elektronikowi takie przekonanie ogromnie przeszkadza w zrozumieniu trudniejszych zagadnień. Liczne osoby mają trudności już z zaakceptowaniem faktu, że dioda ma rezystancję. A co dopiero z akceptacją faktu, że kabel ma jakąś dziwną rezystancję falową...

Problemu nie ma, o ile nie koncentrujemy się na rezystancji materiałowej, tylko rezystancję, oporność rozumiemy szerzej, jako stosunek napięcia i prądu ($R = U / I$). Tak, jak prawidłowo podaje to polska Wikipedia: **rezystancja to wielkość charakteryzująca relację między napięciem a natężeniem**.

W drutach i rezystorach ta relacja jest śmiesznie prosta, a przede wszystkim relacja ta jest niezmienna, niezależna od wartości napięcia i prądu. Relacja ($R = U / I$) jest stała, czyli ich rezystancja jest stała. I właśnie takich elementów dotyczy prawo Ohma. Elementy spełniające prawo Ohma nazywamy elementami omowymi (liniowymi).

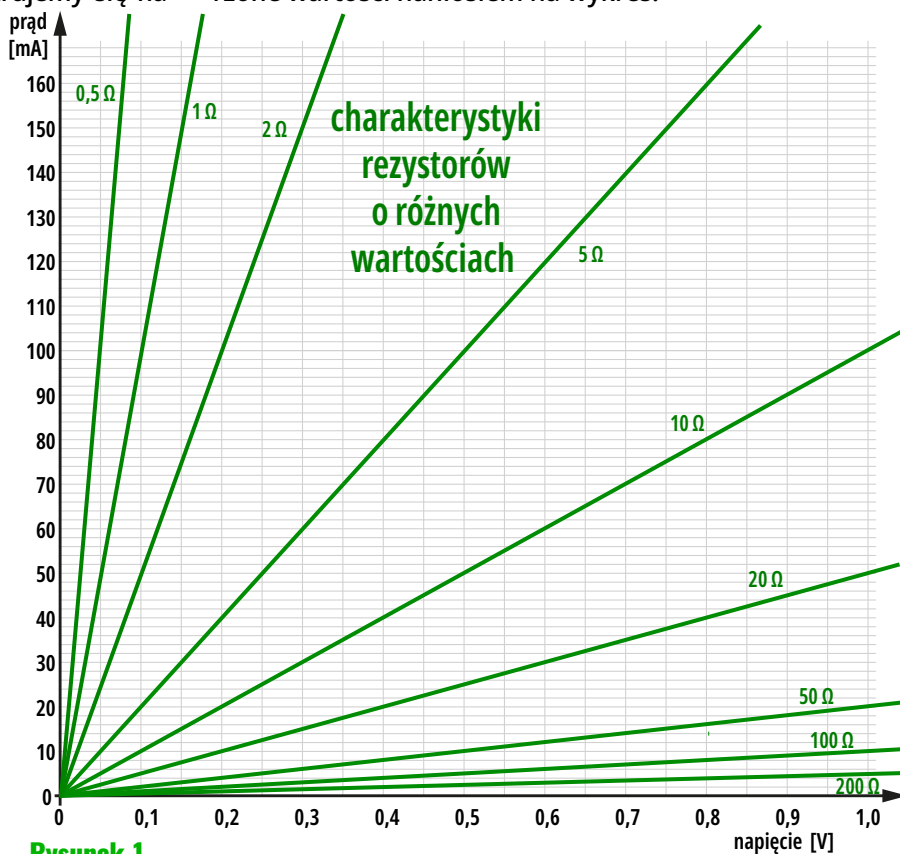
Większość elementów elektronicznych, w tym diody, NIE spełnia prawa Ohma – to są elementy nieomowe (nieliniowe). Tak, ale wszystkie elementy w pełni i bez wyjątków podlegają uniwersalnemu wzorowi $R = U / I$, dotyczącemu „okoliczności” przemian energii (w tym przypadku

przemiany energii elektrycznej na ciepło). Rezystancję zawsze obliczamy nie z prawa Ohma, tylko z uniwersalnego wzoru $R = U / I$. Natomiast mając informacje o różnych wartościach napięcia i prądu można narysować charakterystykę napięciowo-prądową.

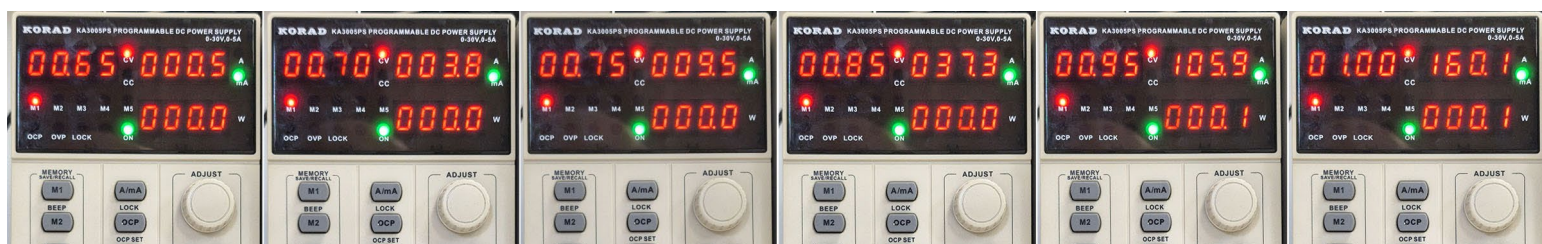
Rezystancja jako nachylenie charakterystyki

To, że na wykresie rezystancję reprezentuje nachylenie charakterystyki jest oczywiste w przypadku elementów omowych, liniowych. Przypominam to na **rysunku 1**, pokazanym już w poprzednim artykule tej serii. W przypadku elementów nieomowych, nieliniowych kwestia nachylenia nie jest już tak oczywista.

Jeszcze raz zamieszczam **fotografię 2** pokazującą wyniki pomiaru popularnej diody krzemowej. Zmierzane wartości naniosłem na wykres.



Rysunek 1



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

Fotografia z



OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach (1)

Ten i następny artykuł detalicznie opisują funkcje OVP oraz OCP w zasilaczach. Potrzebne są aż dwa artykuły na ten temat, ponieważ tylko podstawowe założenia są proste. Natomiast realizacja, sens wykorzystania tych funkcji oraz informacje z dostępnych źródeł budzą wiele uzasadnionych wątpliwości.

Podstawowe działanie OVP i OCP

OVP i OCP w starej wersji KA3005P, KA3005D

OVP i OCP w nowej wersji KA3005PS, KA3005DS

OVP i OCP w zasilaczu Rigol DP832A

OVP i OCP w niektórych innych zasilaczach

W najprostszych zasilaczach nie ma żadnych regulacji. Jest też sporo zasilaczy o regulowanym napięciu. Jeżeli oprócz regulacji napięcia wyjściowego, w zasilaczu można też regulować i ustawić wartość prądu maksymalnego, to takie zasilacze nazywa się laboratoryjnymi. W zasadzie należałoby stwierdzić, że zasilacz laboratoryjny może pracować albo jako źródło napięciowe, czyli zasilacz o niezmiennym napięciu (CV – constant voltage), albo jako źródło prądowe, czyli zasilacz o niezmiennym prądzie (CC – constant current). Tak, ale zwykle tryb CV traktuje się jako normalny tryb pracy, a tryb CC uznawany jest za efekt działania ogranicznika prądu.

To niezbyt istotne, a nas interesuje fakt, że w wielu zasilaczach dostępne są też tajemnicze funkcje OVP oraz OCP. Otóż **OVP** to skrót **OverVoltage Protection**, natomiast **OCP** – **OverCurrent Protection**. Czyli chodzi o dwa zabezpieczenia: przed zbyt wysokim napięciem oraz przed zbyt dużym prądem.

Zamieszanie stwarza po pierwsze fakt, że funkcje OVP i OCP dostępne są w zasilaczach, słusznie czy nie, nazywanych laboratoryjnymi, z dostępnymi funkcjami CV (Constant Voltage) i CC (Constant Current), w których nastawiamy i napięcie wyjściowe (U_O) i maksymalny prąd wyjściowy (I_{Omax}). Przy małych prądach taki zasilacz pracuje w trybie CV,

czyli utrzymuje na wyjściu stałe, niezmiennie napięcie (U_0). Gdy próbujemy pobrać prąd większy niż I_{Omax} , zasilacz do tego nie dopuszcza, przechodzi w tryb pracy CC – wtedy prąd ma nastawioną wartość I_{Omax} , a napięcie zmniejsza się poniżej pierwotnie nastawionej wartości U_0 .

Podczas prac ustawiamy potrzebne napięcie wyjściowe zasilacza U_0 , a ogranicznik ustawiamy na wartość (I_{Omax}) trochę większą od największego spodziewanego prądu obciążenia przy tych pracach. Przy takim klasycznym wykorzystaniu nie bardzo wiadomo, czemu miałyby służyć i jak działać funkcje OVP i OCP? Temat okazuje się zaskakująco szeroki i dziwny, ale zacznijmy od podstaw.

Podstawowe działanie OVP i OCP

Częściowym wyjaśnieniem jest to, że zabezpieczenia OVP i OCP dostępne są w zasilaczach, które mają funkcję elektronicznego wyłączenia napięcia wyjściowego. Otóż można sobie najprościej wytłumaczyć, że **podczas normalnej pracy zasilacz pracuje w trybach CV lub CC, natomiast zadziałanie zabezpieczeń OVP i OCP powoduje elektroniczne wyłączenie zasilacza**, a co ważne, **przywrócenie normalnej pracy nie następuje automatycznie, tylko wymaga ingerencji osoby obsługującej**.

Kluczowe jest tu właśnie „elektroniczne wyłączenie”, ale jest ono realizowane różnie, co powoduje duże zamieszanie i liczne wątpliwości.

Do normalnej pracy (CV, CC) ustawiamy wspomniane wartości (U_0) oraz (I_{Omax}), co jest oczywiste, naturalne. W licznych sytuacjach ogranicznik prądowy z nastawioną wartością I_{Omax} w jakimś stopniu pełni funkcję bezpiecznika – nie dopuszcza do przekroczenia nastawionej wartości I_{Omax} . **Ogranicza** prąd, ale **nie wyłącza** zasilacza. Natomiast funkcja OCP powoduje **wyłączenie** zasilacza po przeciążeniu.

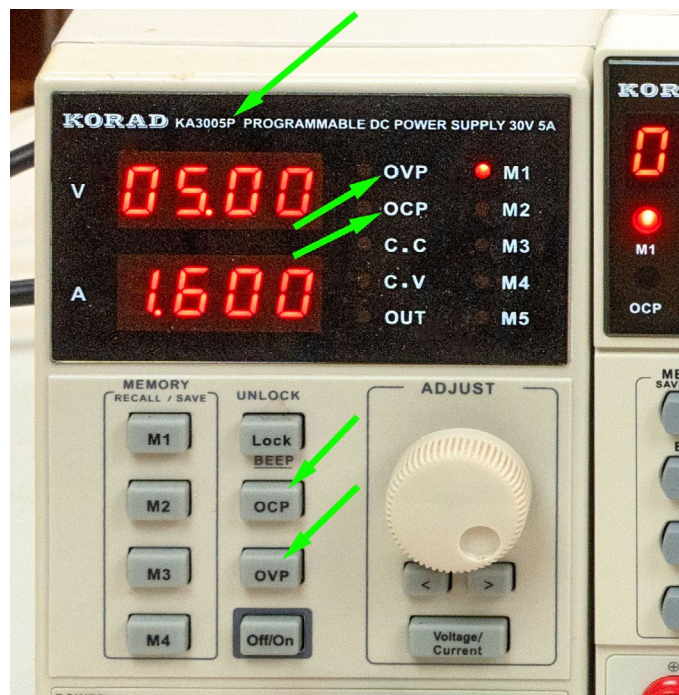
Prosty do zrozumienia przykład pokazany jest na **fotografii 1**. Mamy tu prymitywny i bardzo tani zasilacz, w którym jest przełącznik oznaczony CC / OCP. Pozwala on wybrać tryb pracy „prądowej”. W trybie **CC** prąd zostanie **ograniczony** do nastawionej wartości I_{Omax} . Natomiast po przestawieniu przełącznika w pozycję **OCP**, jeśli prąd wyjściowy wzrośnie do tej nastawionej wartości I_{Omax} , to zasilacz zostanie **wyłączony**. Funkcja OCP działa tu podobnie jak bezpiecznik topikowy. Tak samo działa funkcja OCP w popularnych wśród hobbystów zasilaczach KORAD **starej** serii KA3000 z literkami D i P na końcu oznaczenia – **fotografia 2**.



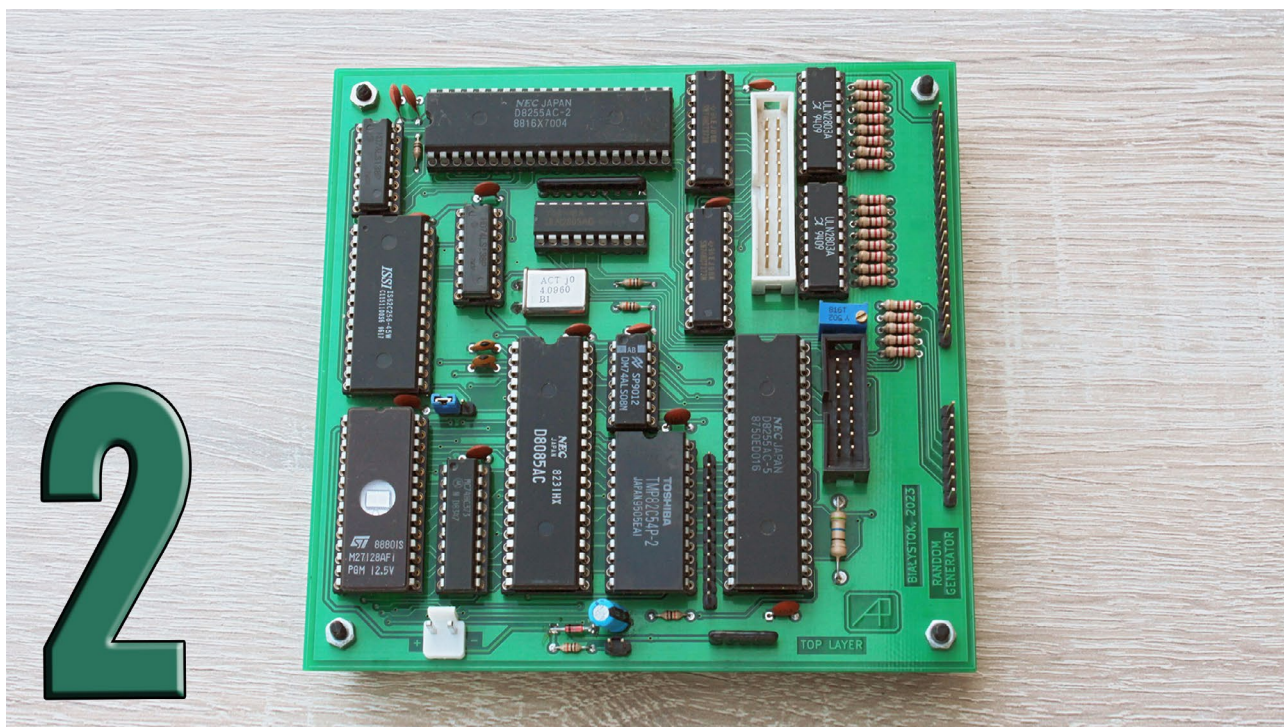
Fotografia 1

A na razie to, co najważniejsze. Otóż przykład z fotografii 1 pokazuje skrajnie uproszczoną realizację funkcji OCP, a właściwie funkcji elektronicznego bezpiecznika, która nie powinna nazywać się OCP. Podobnie skrajnie uproszczone są funkcje OVP w starych zasilaczach KORAD z fotografii 2.

W dobrych zasilaczach laboratoryjnych jest inaczej: jeśli chcemy skorzystać z zabezpieczenia OCP,



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



Generator liczb losowych

Obecny stan techniki mikroprocesorowej to efekt rozwoju wielu koncepcji, zarówno w sferze sprzętowej jak i oprogramowania narzędziowego. Ciągłe udoskonalanie doprowadziło do sytuacji, że budowanie nawet bardziej złożonych konstrukcji nie stanowi wyzwania tej samej klasy, co przed laty.

Oprogramowanie narzędziowe
Podstawowe zasoby mikroprocesora
Pomiar upływu czasu

Wybrane elementy programu generatora losowego
Funkcjonalność programu

W poprzedniej części była okazja zagłębić się w aspekty budowy sprzętowej. Obecne mikrokontrolery integrują w jednej strukturze wiele składników, które w dawnych czasach stanowiły oddzielne, niezależne układy scalone. Drugim elementem niezbędnym w procesie budowy docelowego urządzenia jest oprogramowanie. Tu problem należy podzielić na dwa elementy: algorytm, zgodnie z którym działa program sterujący oraz język programowania, który pozwoli przekształcić ten algorytm w kod programu. W przypadku algorytmów, to właściwie od wielu lat niewiele się zmienia. Sposoby rozwiązywania poszczególnych detali są znane od dawna. Przykładem może być obsługa klawiatury. Koncepcja rozwiązania matrycowego nie jest nowym pomysłem. Zanim do budowy urządzeń wdarty się mikroprocesory, również były tworzone konstrukcje wykorzystujące klawiatury.

Opracowanie programu sterującego mikroprocesorem wymaga odpowiedniego oprogramowania narzędziowego. Obecnie do tego celu wręcz powszechnie używa się języka C. Mając algorytm działania zapisany w tym języku, używa się kompilatora, którego zadaniem jest przetłumaczenie programu źródłowego (przykładowo w języku C) na kod rozumiany przez użyty mikroprocesor. Każdy z nich ma określoną specyfikę w zakresie swoich możliwości (różne zestawy dostępnych rejestrów roboczych, różne listy instrukcji maszynowych, różne tryby adresowania pamięci).

Oprogramowanie narzędziowe

Wykorzystany mikroprocesor nie jest produkowany od wielu lat. Ten fakt oznacza, że nie istnieje oprogramowanie narzędziowe pozwalające na generowanie kodu wynikowego dla mikroprocesora.

Oczywiście w czasach, gdy 8085 był wykorzystywany, takie oprogramowanie musiało istnieć. Wtedy powszechnie był wykorzystywany język assembler. Można poszukać w Internecie odpowiedniego kompilatora, który generowałby kod binarny dla tego mikroprocesora, jednak tu tworzy się kolejny problem do pokonania: system operacyjny. W dawnych czasach używany był system CP/M, więc... kolejna przeszkoda, którą można pokonać, ale trzeba się napracować.

Postanowiłem rozwiązać te problemy w inny sposób: sam utworzyłem oprogramowanie narzędziowe pracujące pod kontrolą współczesnych systemów operacyjnych. W jego skład wchodzi dwa składniki: kompilator języka podstawowego (assembler) procesora 8085 oraz jego emulator. Zadaniem kompilatora jest wygenerowanie kodu wynikowego dla mikroprocesora jako pliku w formacie Intel-hex (obecnie powszechnie stosowany również przez programatory, gdyż niezbędną operacją jest zaprogramowanie pamięci EPROM). Ze względu na fakt, że program w języku assembler jest „dosyć wrażliwy” na pomyłki, przydatnym jest program emulatora mikroprocesora. Jego zadaniem jest udawanie w środowisku Windows stosowanego mikroprocesora 8085. Widząc stan różnych rejestrów i wskaźników można będzie pokonać trudniejsze fragmenty oprogramowania.

Podstawowe zasoby mikroprocesora

Mikroprocesor 8085 (identycznie jak jego poprzednik 8080) do 8-bitowych operacji arytmetycznych oraz logicznych wykorzystuje rejestr akumulatora (w języku assemblera identyfikowany symbolem A). Stanowi on również pierwszy operand w tych operacjach a wynik działania również lokowany jest w akumulatorze. Drugim operandem może być 8-bitowa stała, inny 8-bitowy rejestr lub zawartość komórki pamięci RAM. Oprócz akumulatora jednostka centralna procesora 8085 ma 8-bitowe rejestry B, C, D, E, H oraz L (**rysunek 1**). Są to rejestry ogólnego zastosowania. Mogą one być łączone w pary (B z C, D z E oraz H z L), stanowiąc rejestry 16-bitowe. Szczególne za-

Instrukcja dodawania ma mnemonik ADD, akumulator A jest domyślnym pierwszym operandem oraz przechowuje wynik, drugi operand jest podany za słowem ADD

ADD A	[A] = [A] + [A]
ADD B	[A] = [A] + [B]
ADD C	[A] = [A] + [C]
ADD D	[A] = [A] + [D]
ADD E	[A] = [A] + [E]
ADD H	[A] = [A] + [H]

[A] oznacza zawartość akumulatora
[HL] oznacza zawartość pary rejestrów HL
[[HL]] oznacza zawartość pamięci RAM wskazaną przez parę rejestrów HL

Rejestr wskaźników	
A	
B	C
D	E
H	L

Mogą być łączone w parę BC
Mogą być łączone w parę DE
Mogą być łączone w parę HL

Rysunek 1

nych oraz logicznych (w języku assembler identyfikowana symbolem M – operand będący komórką w RAM adresowany przez parę rejestrów HL). Ograniczając się przykładowo do instrukcji dodawania, możliwe kombinacje przedstawia **rysunek 2**. Oprócz operacji arytmetycznych występują instrukcje przesyłania danych między rejestrami oraz rejestrami i pamięcią RAM (pełna lista instrukcji dostępnych w 8085 znajduje się w **materiałach dodatkowych**).

Pomiar upływu czasu

Wiele operacji realizowanych przez generator jest uzależnionych od upływu czasu. W rozwiązaniu sprzętowym jest wykorzystany układ 8253 zawierający trzy niezależne zespoły zliczające. Pierwszy licznik zlicza impulsy o częstotliwości 2 MHz, taktujące pracę mikroprocesora. W wyniku uzyskania przez licznik określonego zaprogramowanego stanu, na jego wyjściu generowany jest impuls, który jest zliczany przez kolejny zestaw licznikowy, którego zadaniem jest wygenerowanie sygnału przerwania po odmierzeniu odpowiedniego interwału czasu. Sygnał tego przerwania aktywuje w programie funkcję pokazaną na **listingu 1** (na następnej stronie). Jej działanie ilustruje **rysunek 3**. Specyfiką każdego przerwania jest to, że jest aktywowane w dowolnym czasie a jego obsługa sprowadza się do „wskoczenia” do odpowiedniej funkcji obsługi. Ze względu na asynchronizm akcji, by nie „zepsuć” normalnego działania programu, obsługa przerwania musi zachować na stosie stan wszystkich rejestrów. Przed zakończeniem obsługi przerwania stan rejestrów jest odtworzony ze stosu. Ta czynność występuje zawsze we wszystkich mikrokontrolerach. Pisząc program przykładowo w języku C, kompilator „ukrywa” te operacje (funkcja przeznaczona do obsługi przerwania ma specyficzny zapis w swoim na-

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



Podstawowe zabezpieczenia w akumulatorach litowych

Akumulatory litowe zostały wstępnie omówione w artykule [Akumulatory wczoraj i dziś \(2\)](#) w numerze 7/2025. W poprzednim [artykule tej serii, o oznaczeniu S025](#) podałem dalsze ważne informacje, natomiast poniżej zaczynam omawiać rozmaite sposoby zabezpieczania akumulatorów litowych. Zaczynamy od ogniw.

Najprostsza ochrona akumulatorów litowych Ogniwa litowe „protected” i „unprotected”

Układy elektroniczne wewnątrz akumulatora

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

Problem jest dużo poważniejszy, niż w akumulatorach kwasowych, gdzie nadmierne rozładowanie powoduje tworzenie nierozpuszczalnych kryształów siarczanu ołowiu, co nazywamy zasiarzeniem. W delikatniejszych akumulatorach litowych, i przy przeładowaniu, i nadmiernym rozładowaniu zachodzą liczne szkodliwe reakcje chemiczne. W większości powodują nieodwracalne spustoszenia, a tworzenie tak zwanych dendrytów grozi zwarciami i pożarem.

Wszelkie akumulatory litowe powinny współpracować z obwodami i układami elektronicznymi, które do tego nie dopuszczają, a przynajmniej zapobiegają przegrzaniu. Powinny! Czy zawsze tak jest, to oddzielny temat. Nas interesuje teraz ochrona akumulatorów przed szkodliwymi czynnikami. **Duża część akumulatorów litowych ma wbudowane elektroniczne zabezpieczenia**, które są tematem tego i następných artykułów serii. Koniecznie trzeba je poznać i nie dziwić się, jak specyficznie działają. **Jednak wiele akumulatorów litowych nie ma wbudowanych żadnych zabezpieczeń** i trzeba mieć świadomość zagrożeń, jakie są z tym związane. Do tego mogę wrócić, a na razie zacznijmy od podstaw.

Najprostsza ochrona akumulatorów litowych

Ochronę przed niektórymi zagrożeniami mogą zapewnić bezpieczniki włączone według **rysunku 1a**. Oczwistym wyborem wydają się dziś bezpieczniki polimerowe, które nie ulegają trwałemu przepaleniu, tylko wracają do pierwotnego stanu po ochłodzeniu. Bezpieczniki polimerowe to odmiana termistorów (PTC, a ściślej CTR), więc odpowiednio dobrane mogą chronić zarówno przed nadmiernym poborem prądu, jak też przed przegrzaniem z innych powodów. Na przykład z powodu przeładowania powodującego przegrzanie.

Na marginesie trzeba koniecznie nadmienić, że we wnętrzu niektórych akumulatorów zawarte są nie bezpieczniki „termistorowe”, tylko klasyczne termistory pomiarowe (NTC), za pomocą których zewnętrzny układ może monitorować temperaturę akumulatora według **rysunku 1b**.

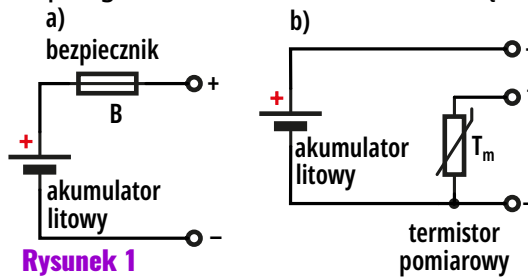
Bezpiecznik polimerowy zadziała wtedy, gdy prąd jest za duży lub gdy temperatura nadmiernie wzrośnie, a takie sytuacje niewątpliwie wiążą się z jakimś zagrożeniem i pogorszeniem parametrów akumulatora. Bezpiecznik polimerowy co najwyżej zapobiegnie pożarowi, ale nie ochroni akumulatora przed degradacją parametrów. Co odrobinę zaskakujące, we wnętrzu niektórych akumulatorów można znaleźć bezpieczniki, ale nie polimerowe, tylko klasyczne, jednorazowe bezpieczniki topikowe. Chronią przed zwarciem i jego fatalnymi konsekwencjami, ale po zadziałaniu bezpiecznika topikowego akumulator przestaje działać, więc jest to tylko ochrona przed katastrofą.

W każdym razie **bezpieczniki nie zapewniają prawidłowej i pełnej ochrony akumulatorów litowych**. Zdecydowanie lepiej byłoby, gdyby obwody zabezpieczające nie tylko chroniły w skrajnych przypadkach, ale żeby nie pozwoliły na degradację związaną z przeładowaniem i niedoładowaniem.

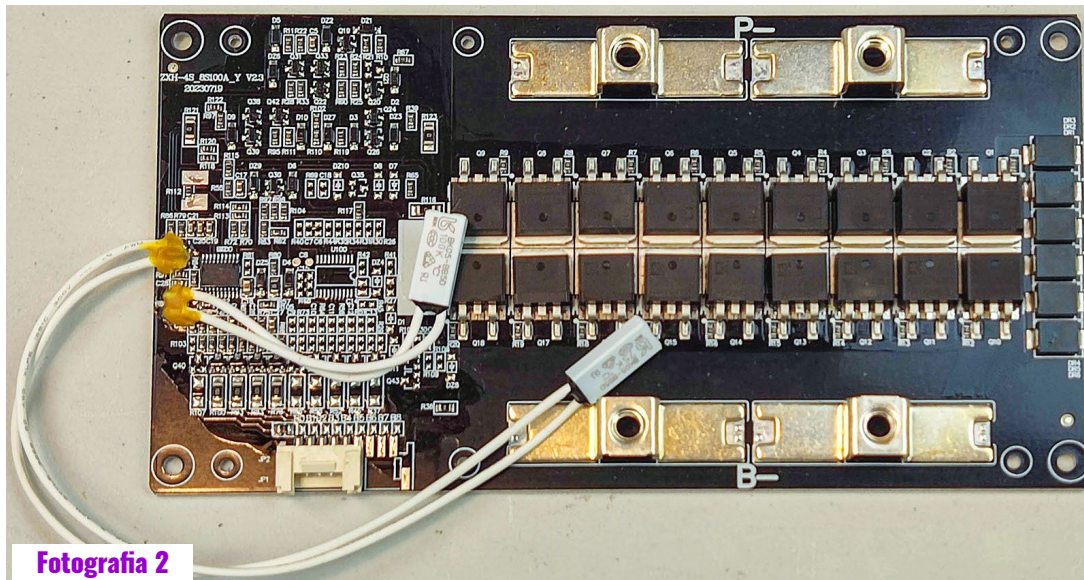
W literaturze znajdziemy informacje o różnych systemach i układach ochronnych BPU (Battery Protection Units), które w akumulatorach zawierających więcej niż jedno ogniwo najczęściej nazywane są BMS (Battery Management System).

Dość rozbudowany układ BMS od mojego potężnego akumulatora 180 Ah widać na **fotografii 2**. My zaczniemy od **pojedynczych** ogniw litowych, ale najpierw kilka zdań wprowadzenia.

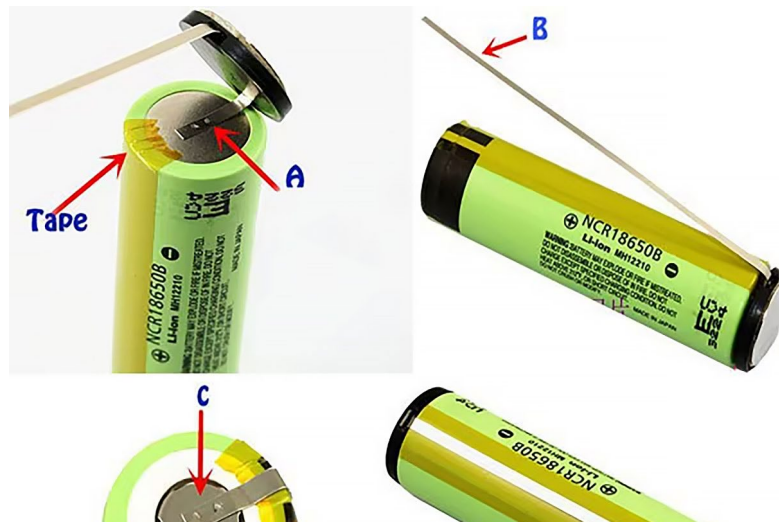
Dziś wewnątrz niektórych **pojedynczych** ogniw Li-Ion wbudowane są specjalizowane układy scalone. Przykład zabezpieczenia pojedynczego ogniwa 18650 pokazany jest na **fotografii 3** (Aliexpress). Widać okrągłą płytkę o średnicy takiej jak ogniwo oraz dodatkowe połączenia metalową taśmą.



Rysunek 1



Fotografia 2



Fotografia 3

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

Magnesy z azotku żelaza: realistyczna perspektywa w kontekście ostatniego szumu medialnego

<https://pl.sdmmagnets.com/magnesy-z-azotku-zelaza/>

Debiut prototypów silników firmy Niron Magnetics – opracowanych we współpracy z Matter na targach CES 2026 – po raz kolejny sprawił, że magnesy azotku żelaza znalazły się w centrum uwagi na całym świecie.

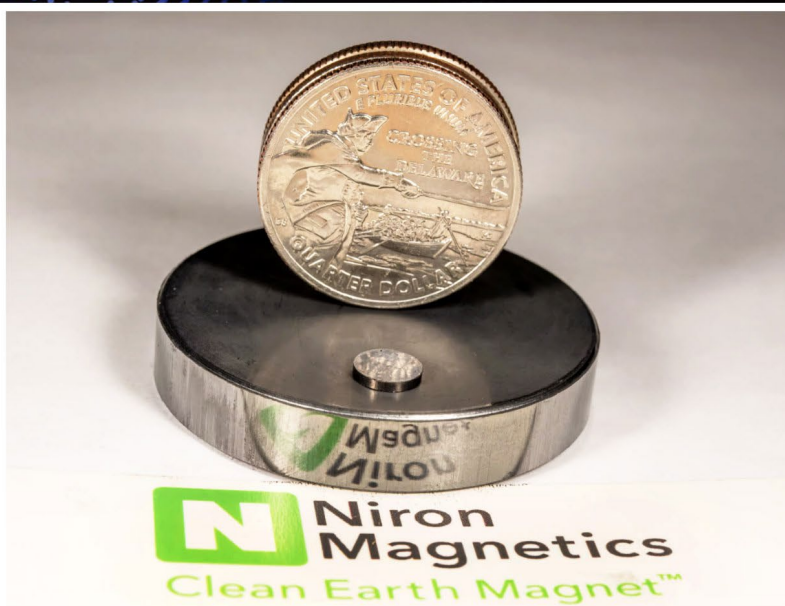
Moment tego odrodzenia nie jest przypadkowy. Zgodnie z bardziej rygorystycznymi [Przepisy dotyczące kontroli eksportu pierwiastków ziem rzadkich](#) Po wdrożeniu w 2025 r. globalny łańcuch dostaw aktywnie poszukuje „Planu B”. Mając na uwadze obietnicę wysokiej gęstości strumienia magnetycznego niezależnej od zmienności rynku pierwiastków ziem rzadkich, łatwo zrozumieć, dlaczego „Magnez Czystej Ziemi™” firmy Niron budzi tak duże zainteresowanie.

Teraz, gdy rozmowa wraca do tego materiału, inżynierowie i menedżerowie ds. zaopatrzenia zadają sobie to samo ważne pytanie: czy ta technologia jest wreszcie gotowa do masowej produkcji, czy też jest to wciąż jedynie przełom laboratoryjny?

Czym są magnesy z azotku żelaza?

W swej istocie ekscytacja skupia się wokół specyficznej struktury krystalicznej znanej jako $a''\text{-Fe}_{16}\text{N}_2$ faza.

Z naukowego punktu widzenia materiał ten jest wyjątkowy, ponieważ



Magnesy z azotku żelaza silniejsze od neodymowych

Ten i następny artykuł jest [rozszerzeniem i uzupełnieniem filmu E057](#). W pierwszej kolejności omawiam różne rodzaje magnesów, w szczególności najnowsze magnesy „azotkowe”, które pojawiły się na początku roku 2026 i wstępnie pokazuję, dlaczego jakiegokolwiek magnesy nie mogą być źródłem darmowej energii.

[Podstawowe rodzaje magnesów](#)

[Silniejsze od neodymowych! Azotek żelaza](#)

[Ogromna siła magnesów neodymowych](#)

[Jak są produkowane magnesy?](#)

[To skąd bierze się energia magnesu?](#)

Magnesy i wytwarzane przez nie siły od wieków wykorzystywane były przez jarmarcznych magików do zadziwiania tłumów. Nie tylko tłumy gawiedzi uważały magnetyzm za coś nadnaturalnego, niewytłumaczalnego, wręcz cudownego. Magnesami zajmowali się też dawni uczeni. Systematyczne badania zaczęły się w XIX wieku i jedną z wiodących w nich postaci był **Carl Friedrich Gauss**. Gauss nie zajmował się elektrycznością, a raczej ziemskim polem magnetycznym, był bardziej matematykiem niż fizykiem, ale to od jego nazwiska pochodzi nazwa jednostki indukcji magnetycznej w układzie CGS – jednostki do dziś używanej do określania parametrów magnesów.

Choć dziś powszechnie wykorzystujemy system miar SI, to do określania parametrów magnesów oprócz jednostki **gaus (Gs)** wykorzystujemy też jednostkę natężenia pola magnetycznego z układu CGS – **ersted (Oe)**. Jednostkę pochodzącą od nazwiska zasłużonego, a niedocenionego przez współczesnych profesora duńskiego. **Hans Christian Ørsted** naukowo powiązał magnetyzm z elektrycznością.

Szczegóły historyczne są bardzo interesujące, ale my mamy teraz zbadać, skąd bierze się potęga magnesów neodymowych. I chcemy zastanowić się, czy zadziwiająco silny magnes neodymowy może być źródłem darmowej energii.

E – ELEMENTY I MODUŁY

Podstawowe rodzaje magnesów

Powszechnie wiadomo, że właściwości magnetyczne mają takie metale – pierwiastki – jak żelazo (Fe), nikiel (Ni) oraz kobalt (Co). Po pierwsze nie znaczy to, że są one magnesami trwałymi. Po drugie określenie „materiały magnetyczne” jest bardzo ogólne i nieściśle. Dziś rozróżniamy nie tylko materiały ferromagnetyczne, paramagnetyczne i diamagnetyczne, ale też ferrimagnetyki, antyferromagnetyki i jeszcze szereg innych. Po trzecie materiały magnetyczne dzielimy na trzy rodzaje: miękkie, półtwarde i twarde, ale nie w sensie mechanicznym, tylko „twardości magnetycznej”. Szerzej planuję przedstawić ten temat przy omawianiu cewek i transformatorów.

A w tym artykule zajmujemy się tylko magnesami trwałymi, czyli materiałami magnetycznie twardymi. I interesuje nas głównie siła i energia. I tak najsłabsze są **magnes „gumowe”**, które są produkowane jako mieszanka materiału magnetycznego i elastycznego wypełniacza. Takie magnesy znajdziemy w każdej lodówce jako uszczelniacze drzwi – **fotografia 1**. Właśnie z uwagi na obecność tego niemagnetycznego wypełniacza są one bardzo słabe. Taki magnes utrzyma gładką podkładkę, ale łyżeczki czy widelca nie utrzyma. Ich jedyną zaletą jest właśnie elastyczność. Magnesów „gumowych” nie należy utożsamiać z **magnesami „plastikowymi”**, które zbudowane są z organicznych tworzyw sztucznych, polimerów, eksperymentalnie wytwarzanych i badanych w laboratoriach.

Najtańsze i w sumie nadal najpopularniejsze są **magnes ferrytowe**. Przykłady na **fotografii 2**. Ferryt nie jest metalem czy stopem metali – jest to spiek ceramiczny, zawierający tlenki żelaza oraz węglany strontu lub baru, a do tego ewentualnie inne domieszki.

Magnes alnico, a raczej AlNiCo nazwą zawdzięcza ją materiałom składowym: Al – aluminium, a raczej glin, Ni – nikiel, Co – kobalt. Typowy skład to 8...12% Al, 15...26% Ni, 5...24% Co, do 6% Cu (miedzi), do 1% Ti (tytanu), a reszta to Fe – żelazo. **Fotografia 3** przedstawia dawną ofertę takich magnesów (z roku 1956). Magnesy alnico wynaleziono w Japonii prawie sto lat temu i przez około 30 lat były najsilniejszymi dostępnymi magnesami.

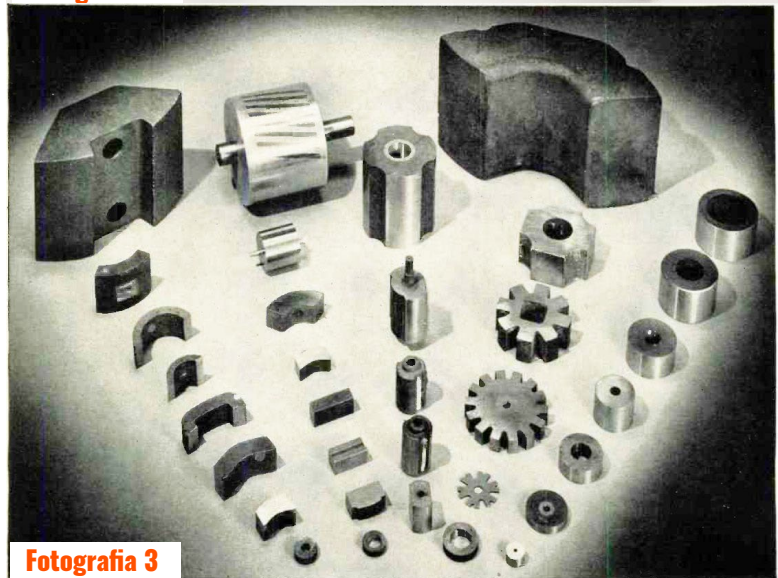
Najsilniejszymi do lat 60. XX wieku, kiedy to w Ameryce wynaleziono **magnes samaro-kobaltowe**, czyli zawierające samar (Sm), pierwiastek ziem rzadkich oraz kobalt (Co). Przykłady na **fotografii 4**. Są one dużo silniejsze od magnesów alnico, są dużo



Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3

www.magnet-materials.com/1-1-samarium-cobalt-magnets.html



LEADER IN THE DESIGN AND MANUFACTURE OF PERMANENT MAGNETS

PRODUCTS

INDUSTRIES

CASE STUDIES

CAPABILITIES

ABOUT US

SERVICE & SUPPORT

CONTACT



LANGUAGE

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



Fotografia 4 RING MAGNETS



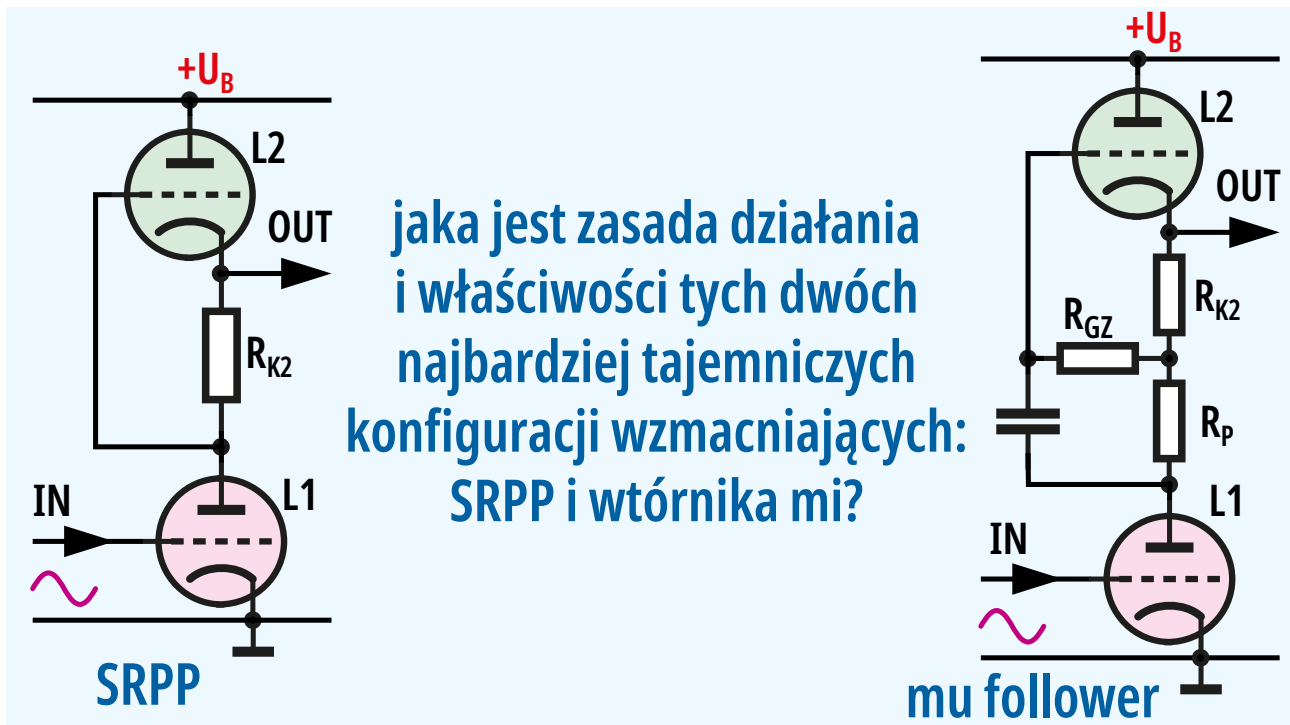
SMCO RING MAGNETS



SMCO BLOCK MAGNETS



SPECIAL SHAPE SMCO MAGNETS



Lampowe konfiguracje SRPP i mu follower (4)

W cyklu o lampach elektronowych aż cztery artykuły poświęcam dwóm tytułowym tajemniczym konfiguracjom. W poprzednim artykule serii wyjaśniłem już jak działają, ale do pełnego obrazu niezbędny jest też aspekt historyczny, który wyjaśni też kwestię ewidentnie nietrafnych, a wręcz błędnych nazw.

[Początki konfiguracji SRPP i mu follower SRPP, czyli Series Regulated Push-Pull Wireless World i inni](#)

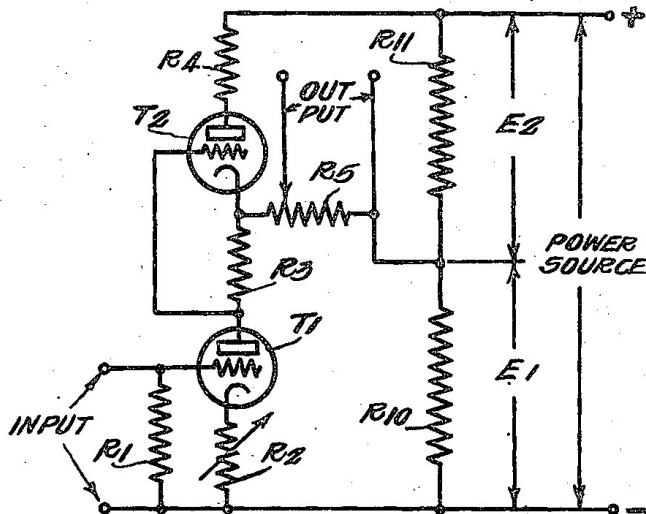
[Mu follower czyli wtórnik mi Dziwna historia SRPP i wtórnika mi](#)

W ostatnich trzech artykułach intensywnie zajmowaliśmy się popularnymi wśród hobbystów, ale słabo rozumianymi, tajemniczymi konfiguracjami **SRPP** oraz **mu follower**, których uproszczone schematy pokazane są na rysunku tytułowym. Problem też w tym, że w Internecie jest wiele błędnych „wyjaśnień” ich działania. Rzeczywiście nie jest łatwo ogarnąć całe zagadnienie i przekonująco je wyjaśnić. Dlatego podeszliśmy do niego z dwóch punktów widzenia i potrzebne były aż trzy artykuły. Dodatkowo koniecznie trzeba prześledzić aspekt historyczny. Zarówno wątek dotyczący skrótu **SRPP**, czyli, ogólnie biorąc, wzmacniaczy przeciwsoobnych, jak też wątek prowadzący do błędnej nazwy **mu follower**.

Początki konfiguracji SRPP i mu follower

Warto prześledzić aspekt historyczny, bo można się z niego naprawdę dużo nauczyć. Problem między innymi w tym, że w Internecie jest nie tylko wiele błędnych „wyjaśnień” działania omawianych konfiguracji, ale też przebija z nich silne przekonanie, że konfiguracje **SRPP**, a szczególnie **mu follower**, to są „znakomite pomysły naszych czasów”. Większość zainteresowanych jest przekonanych, że te konfiguracje pojawiły się niedawno, w połowie lat 90. i że ich pomysłodawcą jest Alan Kimmel. Panuje powszechne przekonanie, że te „nowoczesne” i owiane tajemnicą wynalazki mają wyjątkowo dobre właściwości, w tym małą impedancję wyjściową. Prawda jest inna.

Feb. 9, 1943. M. ARTZT 2,310,342
 BALANCED DIRECT AND ALTERNATING CURRENT AMPLIFIERS
 Filed Nov. 29, 1940 2 Sheets-Sheet 1



Rysunek 1

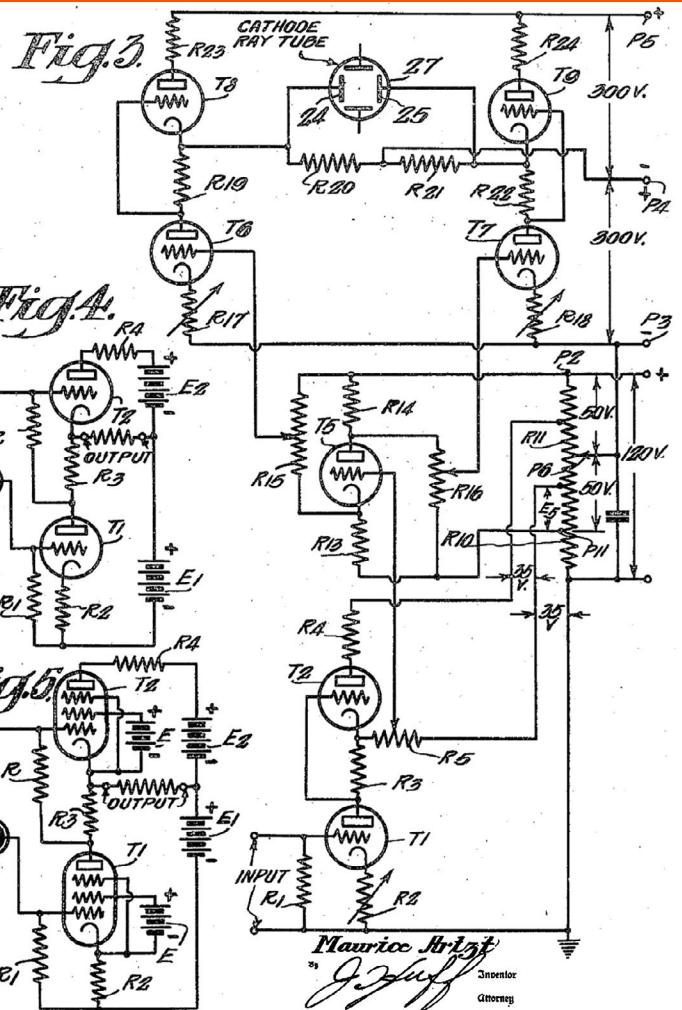
Przed wszystkim należałoby wiedzieć, że obie te konfiguracje były znane profesjonalnym specjalistom od lamp od dobrych kilkadziesiąt lat. Były znane, ale ci naprawdę dobrzy specjaliści... nie stosowali ich w układach audio!

Warto wiedzieć, że konfiguracja, dziś zwana **SRPP** czyli Series Regulated Push-Pull, została opatentowana w roku 1943, a wniosek patentowy Maurice Artzt złożył w roku 1940, jak pokazuje **rysunek 1**. W opisie patentowym wielokrotnie pojawia się określenie push-pull, ale nie w odniesieniu do stopnia pokazanego na rysunku 1, tylko przy opisie schematu oznaczonego Fig. 3 na **rysunku 2**. Natomiast schematy oznaczone Fig. 4 i Fig. 5 dotyczą wzmacniaczy sygnału z fotokomórki.

W tym patencie nie są analizowane właściwości zmiennoprądowe takiej konfiguracji wzmacniacza ani nie ma wzmianek o jakichkolwiek zaletach w ewentualnych zastosowaniach audio. W ogóle nie ma mowy o zastosowaniach audio. W opisie patentowym zwraca się uwagę nie na wartość wzmocnienia, czy zniekształcenia, tylko na stabilność, głównie w zastosowaniach stałoprądowych.

Zapamiętujemy więc, że **konfiguracja dziś nazywana SRPP jest znana co najmniej od roku 1943.**

Następny dokument, który trzeba tu przywołać to patent udzielony w roku 1953, złożony w roku 1949, którego głównym autorem jest Victor James Cooper - **rysunek 3**. Mamy tu dwa stopnie, z których drugi, z lampami V3,



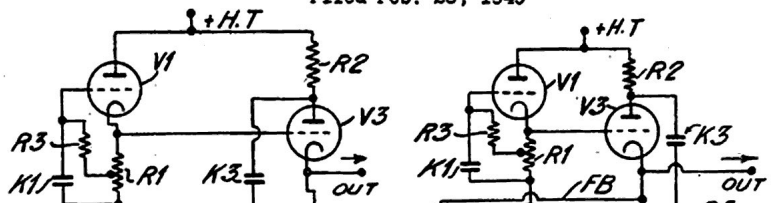
Rysunek 2

W opisie patentowym są wzmianki o poprawie liniowości stopnia z V1, V2 dzięki zmianom dynamicznej rezystancji górnej lampy pod wpływem sygnału AC podawanego na siatkę V1. Co jednak ważne i ciekawe, w patencie nie ma mowy o zastosowaniach audio, a wyłącznie o zastosowaniach telewizyjnych i to nie w odbiornikach telewizyjnych, tylko w obwodach nadawczych dużej mocy, bo mowa jest o zasilaniu napięciem 3000 V i o mocy wyjściowej 10 kilowatów.

Tak czy inaczej - zapamiętujemy drugi ważny fakt, że **konfiguracja nazywana dziś mu follower to nie jest niedawny wynalazek - jest znana od co najmniej 1953 roku.**

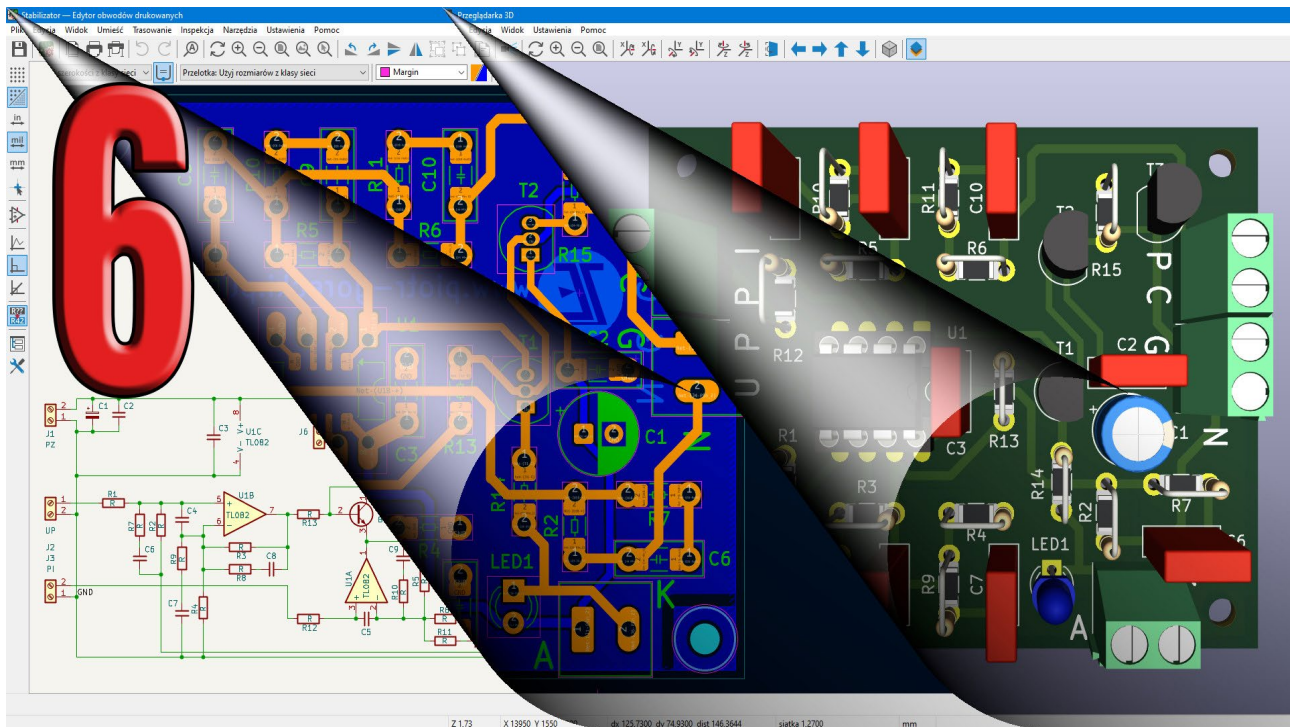
Dec. 1, 1953

V. J. COOPER ET AL 2,661,398
 STABILIZED THERMIONIC AMPLIFIER
 Filed Feb. 28, 1949



rysunek 3

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



Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad (6)

To już kolejny opis programu KiCad w czasopiśmie ZE. W marcu 2026 roku wydana została nowsza, dziesiąta wersja KiCada i opis ten oparty jest na tej wersji programu zainstalowanej w systemie Windows 11. To kolejna część, opisująca pokrótce zagadnienie bibliotek nowego KiCada i związane z tym problemy.

[Biblioteki modeli 3D](#)
[Odświeżenie bibliotek](#)
[Menadżer wtyczek i treści](#)

[Pobieranie i tworzenie bibliotek](#)
[Projektowanie bibliotek](#)
[Podsumowanie](#)

Oto druga część artykułu opisującego ideę i wykorzystanie bibliotek w programie KiCad. Z konieczności artykuł nie obejmuje wszystkich zagadnień obsługi tego programu, bo stałyby się zbyt obszerny i musiałyby być publikowany przez kilka kolejnych miesięcy.

W poprzednim artykule zacząłem opisywać nowe biblioteki i kłopoty z tymi nowymi bibliotekami. Opisałem problem z tworzeniem (tabeli) dodatkowych bibliotek. Problem wyglądał na poważny, bo pomimo kilku prób, nie udało się go usunąć

Ostatecznie problem ten rozwiązałem w dość prosty sposób, otwierając pusty plik sym-lib-table w Notepad++ i dodając oraz zapisując w nim poniższy kod, widoczny na **rysunku 14**.

```
(sym_lib_table
(version 7)
)
```

Dopiero wówczas udało się dodać biblioteki symboli Walera Lain i zostały one zapisane w tabeli bibliotek symboli. Wygląda jakby nowy plik tabeli bibliotek nie mógł być pusty i powinien zawierać powyższy szablon tabeli bibliotek. W polu Opis tabeli bibliotek dodałem opis dodanych bibliotek „Biblioteki Waltera Lain”.

```
C:\Users\Krzysiek\AppData\Roaming\kicad\10.0\walter\sym-lib-table - Notepad++
Plik Edycja Szukaj Widok Format Składnia Ustawienia Narzędzia Makra
sym-lib-table
1 (sym_lib_table
2 (version 7)
3
4 )
```

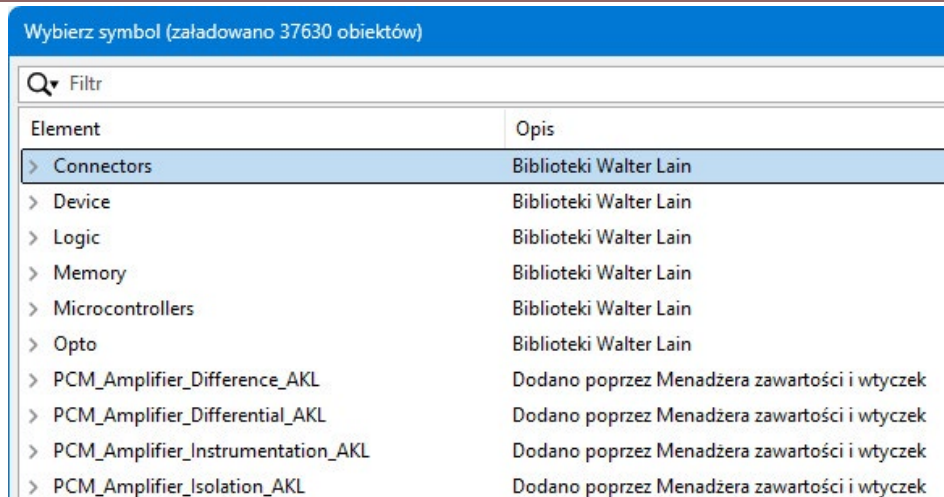
Rysunek 14

Pozwoli to na lepszą orientację w bibliotekach KiCada. Kiedy w oknie tabeli bibliotek wyłączyłem wyświetlanie domyślnych bibliotek KiCada to w oknie dodawania symboli na planszę schematów widać, że po przewyżczeniu opisanych wyżej trudności biblioteki te są dostępne w edytorze schematów, jak to widzimy na **rysunku 15**. Jeśli dodane biblioteki symboli nie są widoczne, może być konieczne ponowne uruchomienie całego KiCada.

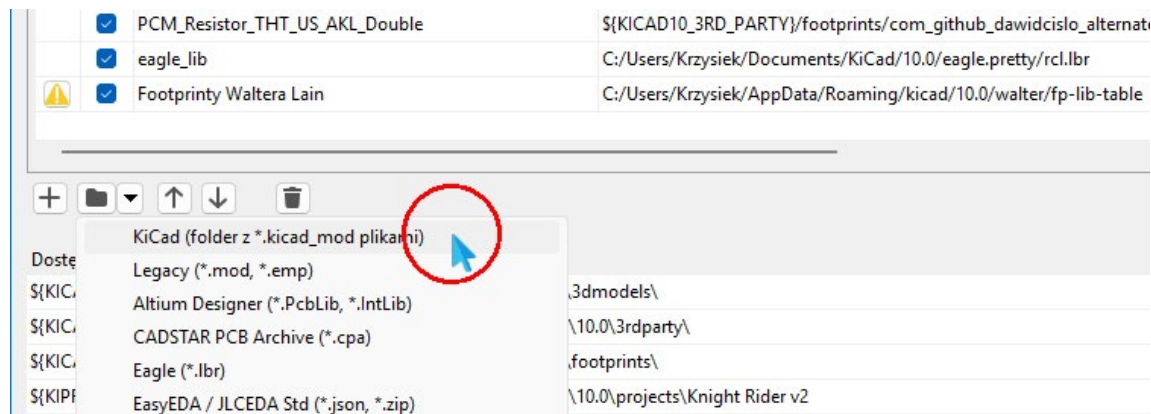
Footprintów z bibliotek Waltera Lain nie trzeba konwertować ponieważ są one już w formacie pretty. Wypakowałem je z pobranego archiwum do lokalizacji z punktu 2. W globalnej tabeli footprintów utworzyłem tabelę bibliotek w lokalizacji **C:/Users/Krzysiek/AppData/Roaming/kicad/10.0/walter/fp-lib-table**, widoczną na **rysunku 16**.

Dodałem biblioteki footprintów w nowym formacie klikając ikonkę folderu i z rozwijanej listy wybierając, wskazaną kursorem myszki na rysunku 16, pierwszą pozycję i dodając foldery z footprintami. Niestety, podobnie jak i poprzednio dodane footprinty nie zostały zapisane w tabeli footprintów. Widać to po żółtym trójkącie z wykrzyknikiem na rysunku 16. Problem ten rozwiązałem w ten sam sposób jak wcześniej, otwierając plik fp-lib-table w Notepad++ i dodając oraz zapisując w nim tym razem kod (fp_lib_table (version 7))

W pierwszej kolejności dodałem tylko jeden folder z biblioteką footprintów **w_battery_holders**. Dopiero później, korzystając ze skrótu (Ctrl+A), zazna-



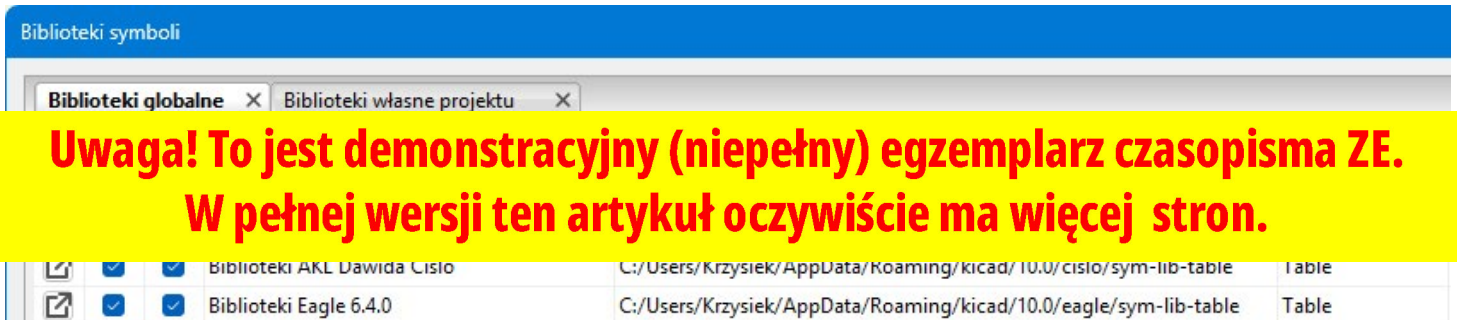
Rysunek 15



Rysunek 16

czyłem wszystkie foldery – biblioteki z footprintami, oprócz wcześniej dodanej biblioteki w_battery_holders i je dodałem. Gdy chciałem od razu dodać wszystkie biblioteki footprintów to nie dodały się one. Footprinty Waltera Lain u mnie dostępne były dopiero po ponownym uruchomieniu całego KiCada z Menadżerem Projektu włącznie.

W podobny sposób dodałem biblioteki **Alternate KiCad Library**, które możemy pobrać z linku: <https://github.com/DawidCislo/Alternate-KiCad-Library> oraz biblioteki z programu Eagle 6.4.0. Plik instalacyjny Eagle w wersji 6.x.x i 7.x.x możemy rozpakować za pomocą archiwizera 7-ZIP bez potrzeby instalacji Eagle. Biblioteki z programu Eagle są komercyjne i podlegają takim samym ograniczeniom licencyjnym, jak darmowa wersja tego programu. Ostatecznie tabela bibliotek schematowych wygląda u mnie jak na **rysunku 17**. Czerwona strzałka wskazuje ikonki skrótów które otwierają poszczególne tabeli bibliotek. Podobnie wygląda u mnie tabela bibliotek footprintów.



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

Rysunek 17

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

ZE 7/2026

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.