

Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 118 stron.
Jeśli chcesz nabyć pełne wersje dowolnych numerów ZE, zajrzyj na stronę: piotr-gorecki.pl

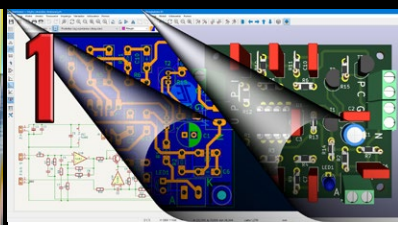
1/2026 Styczeń (37)

piotr-gorecki.pl



Zestaw: Fascynujące Przemiany Energii

- Mały liniowy zasilacz: Podsumowanie i ulepszenia • Historia nanoVNA – dobrego miernika impedancji
- Uniwersalny sterownik do chłodzenia elementów mocy • Jak działa smartfon? Czy telefonia 2G to GSM?
- Silniki krokowe – wstęp do budowy zabawek • Po co elektronikowi drukarka 3D? • Analizator logiczny Saleae
- Jaki kupić dobry niedrogi zasilacz dla elektronika? • Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad



Zawartość numeru 1/2026

- 17**  Zestaw: Fascynujące Przemiany Energii
Poniższy artykuł jest uzupełnieniem filmu B100 oraz wstępem do cyklu „Fascynujące Przemiany Energii”, pokazującego fundamenty elektroniki. Prezentowany zestaw elementów pozwala zrealizować mnóstwo eksperymentów, bez żadnego lutowania, bez płytek – nie potrzeba żadnej wiedzy z dziedziny elektroniki.
- 3** Słowo wstępne – styczeń
- 4** Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników
- 11** Łamigłówki elektroniczne styczeń 2026
- 13** Rozwiązania Łamigłówek listopad 2025
- 26**  Uniwersalny sterownik do chłodzenia elementów mocy
- 30**  Silniki krokowe – wstęp do budowy zabawek
- 39**  Analizator logiczny Saleae, część 1
- 46**  Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie transformatora
- 47**  Po co elektronikowi drukarka 3D?
- 59**  Mały liniowy zasilacz: Podsumowanie i ulepszenia
- 64**  Elektroenergetyka – wytwarzanie energii, część 5
- 67**  Mikroprocesorowa ośla łączka, część 20
- 76**  Historia nanoVNA – dobrego miernika impedancji
- 84**  Jaki kupić dobry niedrogi zasilacz dla elektronika?
- 89**  Jak działa smartfon? Czy telefonia 2G to GSM?
- 95**  Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad (1)
- 104**  Moja konfrontacja z szybkimi sygnałami cyfrowymi

Zrozumieć ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – styczeń



Witam!

Zaczynamy czwarty rok istnienia czasopisma „Zrozumieć Elektronikę”. To jest dobra okazja, żebym podziękował wszystkim moim Patronom, a więc także i Tobie. **Dziękuję! Życzę wszystkiego najlepszego, szczególnie zdrowia, bo to najważniejsze!**

Dopiero teraz, po trzech latach przygotowań zaczynam obszerne kursy, cykle pokazujące elektronikę od podstaw, cykle ściśle związane z tytułem czasopisma. Właśnie w ofercie handlowej sklepu Botland pojawił się długo przygotowywany zestaw do eksperymentów – <https://link.botland.com.pl/pg-ffp>, na moim kanale rozpoczyna się seria filmów pokazujących **Fascynujące przemiany energii**, a w tym numerze na okładkę „wskoczył” pierwszy artykuł tej serii.

To jest elementarz, ale także doświadczonych elektroników zachęcam do eksperymentów, żeby mogli zaznać „dziecięcej radości”, podobnie jak ja, gdy przygotowywałem te ćwiczenia.

Oznacza to, że w najbliższych numerach ZE będzie dużo materiałów dla początkujących, które pokażą elektronikę od strony przemian energii.

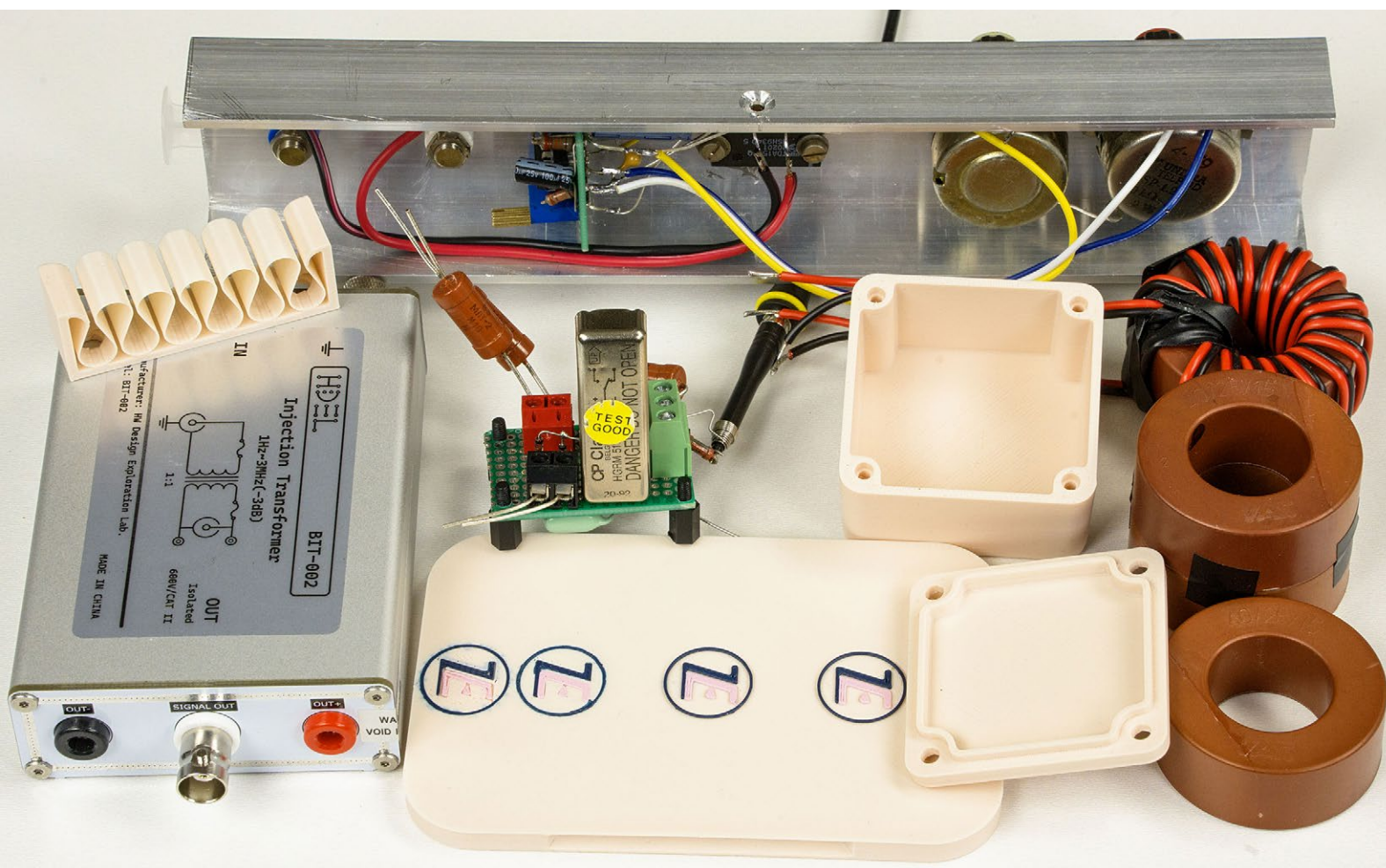
Ale będą też liczne materiały dla bardziej zaawansowanych. Kończymy cykl o „małym” zasilaczu z LM317, ale tematu zasilaczy nie porzucimy.

Już gotowych jest kilka interesujących projektów, w tym zasilacz... czterokwadrantowy oraz zapowiadany superwoltomierz i superamperomierz.

A w tym numerze też jest szereg bardzo interesujących artykułów. Zwróćcie uwagę, jak szybko po liście jednego z Czytelników Andrzej Pawluczuk przygotował materiał o wykorzystaniu analizatora logicznego! Zachęcam do lektury rubryki Poczta i do udziału w ankiecie, dotyczącej nie tylko tematyki audio. Także i Ty napisz, jakie tematy i projekty powinny pojawić się w naszym wspólnym czasopiśmie.

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 co do czasopisma, strony internetowej oraz na dowolne tematy związane z szeroko pojętą elektroniką.

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

(...)

Na początku chciałbym serdecznie podziękować za Pańską pracę i ogromny wkład w popularyzację wiedzy z zakresu elektroniki. Wyrazy szczerzego uznania!

Jako Pański patron z dużą niecierpliwością wyczekuję kolejnych wydań czasopisma „Zrozumieć Elektronikę”. Już od lat młodości czytywałem Pańskie artykuły w różnych czasopismach branżowych i zawsze wyróżniały się one wyjątkowo wysokim poziomem merytorycznym. Obecnie elektroniką zajmuję się głównie „teoretycznie” – czytając artykuły i dyskutując w lokalnym klubie krótkofalarskim.

Samodzielnych konstrukcji wykonuję niewiele, ostatnią był niewielki przedwzmacniacz mikrofonowy, zbudowany około rok temu. Coraz częściej pełnię raczej funkcję doradcy dla kolegów i znajomych, którzy chcieliby coś wykonać samodzielnie, choć niestety takich osób jest dziś coraz mniej.

Wiele wskazuje na to, że większość woli kupić gotowy produkt przez Internet, zwłaszcza że tradycyjnych sklepów elektronicznych praktycznie już nie ma. Nie chcę jednak nadmiernie odbiegać od tematu.

Chciałbym zaproponować pomysł na nową serię artykułów przeznaczoną dla początkujących, coś w rodzaju cyklu „audioamator”.

Jako młody radioamator ogromnie ceniłem sobie możliwość budowania prostych układów audio: korektorów barwy, przedwzmacniaczy, zasilaczy czy niewielkich modułów pomocniczych. Myślę, że podobna seria mogłaby dziś zainteresować szczególnie młodszych czytelników. Potencjalne tematy mogłyby obejmować na przykład:

– Mikrofony: rodzaje i przeznaczenie, a także wyjaśnienie, dlaczego istnieje ich tak wiele,

- Przedwzmacniacze: po co są i kiedy są potrzebne,
- Zniekształcenia: skąd się biorą, kable, zasilacze, przedwzmacniacze i jak ich unikać,
- Wejścia wzmacniaczy mocy: impedancja, dopasowanie i znaczenie prawidłowego doboru,
- Poziomy sygnału w urządzeniach domowych: co oznaczają i jak je rozumieć, co z czym łączyć,
- Korekcja barwy: filtry pasywne i aktywne,
- Zasilacze do torów audio: jak je zaprojektować, dla czego buczy.

To oczywiście tylko propozycje, ale uważam, że Pańskie świetne i szczegółowe opracowania, zwłaszcza te, w których pokazuje Pan przebiegi z oscyloskopu i tłumaczy działanie układów „od podstaw”, idealnie nadawałyby się do tego typu cyklu.

Być może warto byłoby też, przynajmniej na początku, wykorzystać kilka prostych projektów, które są już publicznie dostępne, na przykład autorstwa Eliota.

Dla przykładu załączam linki do kilku konstrukcji, które sam wykonałem:

<https://sound-au.com/project05-mini.htm>,

<https://sound-au.com/project255.htm>,

<https://sound-au.com/project150.htm>.

Jeśli uznałby Pan ten pomysł za wartościowy, być może mógłby on zachęcić młodsze pokolenie do bardziej twórczego podejścia do elektroniki — zwłaszcza w czasach, gdy konkurujemy z TikTokiem i innymi rozpraszającymi treściami.

Serdecznie pozdrawiam

Piotr

To bardzo ważny e-mail! Co prawda właśnie rozpocząłem cykl wprowadzający w elektronikę od zera, ale mam świadomość, że tematyka audio „leży odłogiem”. Miałem plany dotyczące „Panoramy audio”, ale to rzeczywiście ogromny temat.

Może warto zacząć od czegoś łatwego, związanego z tematyką audio. Ja w wolnych chwilach będę o tym myślał, a ten e-mail niech będzie okazją do konsultacji ze wszystkimi moimi Patronami: **bardzo proszę także Ciebie o e-mail z opinią i propozycjami dotyczącymi cyklu audio** (kontakt@piotr-gorecki.pl).

Każdy Patron jest moim chlebodawcą i pracodawcą. Dlatego proszę o informacje: jakie tematy lub projekty związane z audio powinienem przedstawić? Proszę też pisać o innych propozycjach i uwagach dotyczących zawartości czasopisma.

Dzień dobry,

ZE to świetne czasopismo. Jestem z Pana, że tak powiem, twórczością jeszcze od EdW. Czy można przywrócić opisy działów przy spisie treści w Zawartości numeru nr/rok? Od 2 numerów ich nie ma a były od początku i sprawdzały się bardzo dobrze. Dziękuję!

Marcin

Otrzymałem tylko jeden e-mail w tej sprawie. Czy dla innych osób ma to znaczenie?

Dzień dobry,

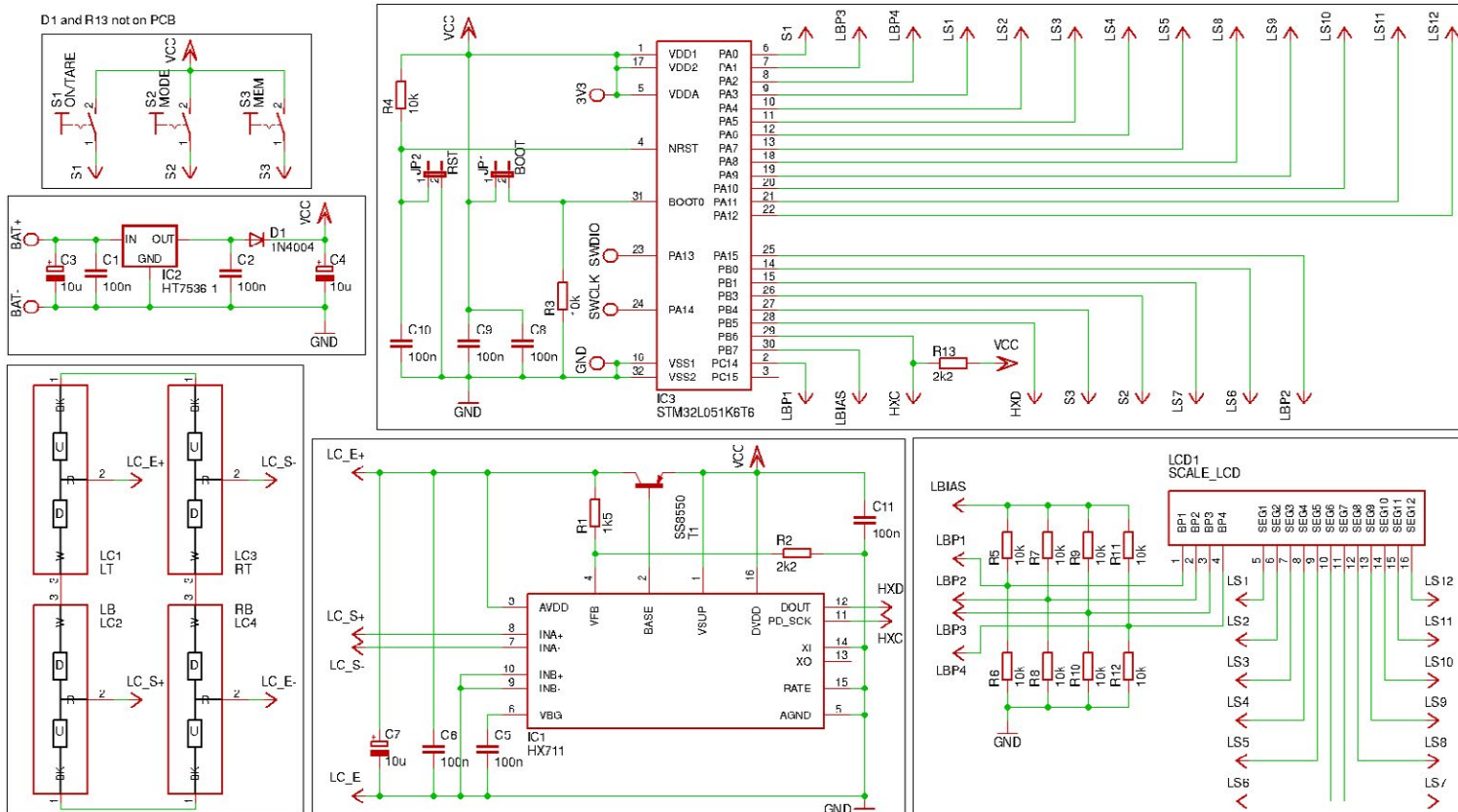
(...) kilka moich przemyśleń po przeczytaniu grudniowego numeru ZE.

Tensometry. W numerze omówione były czujniki tensometryczne. Warto dodać, że nie trzeba robić części „analogowej” samemu, od podstaw. W jednym z ostatnich numerów, przy okazji omawiania sterowa-

nia wyświetlaczami LCD, przewinęła się moja waga dla kotów, wykonana na bazie fabrycznej wagi z uszkodzoną elektroniką (uszkodzony był frontend analogowy w scalaku bondowanym do płytki, więc był pretekst, żeby odtworzyć elektronikę samemu). Przedstawiam schemat i zwracam uwagę na część analogową, zrealizowaną przy użyciu kostki HX711. Są również dostępne gotowe moduły z tą kostką. Kostka ta załatwia temat analogowy i udostępnia wygodny, synchroniczny, dwuprzewodowy interfejs cyfrowy.

Przy okazji: STM32 jest użyty tylko dlatego, że miałem ochotę wyjść ze swojej „strefy komfortu” AVR-ów i spróbować czegoś nowego. Zwyczajny 8-bitowy AVR spokojnie by to obsłużył. Linia LBIAS (dla dzielników dla LCD) jest wyprowadzona z procesora po to, żeby nie zużywać baterii, gdy waga jest wyłączona. Stabilizator 3,3 V wprowadzie chodzi cały czas, ale jego pobór prądu jest pomijalnie mały.

Akumulatory. Przeczytałem również artykuł na temat ładowania akumulatorów i nasuwają mi się dwa spostrzeżenia. Warto byłoby wspomnieć o areometrach, czyli miernikach gęstości elektrolitu. Jest to temat zdecydowanie nieelektryczny, a pomiar gęstości elektrolitu nie jest możliwy w przypadku akumulatorów szczelnych, ale jeśli da się go wykonać, to daje on, moim zdaniem, lepszy ogląd na stan naładowania poszczególnych cel, niż pomiar napięcia (szczególnie napięcia całego akumulatora). Szczególnie podczas ładowania wyrównawczego warto monitorować gęstość elektrolitu w celach.



Przy okazji ładowania wyrównawczego i związanego z nim gazowania: warto wyraźnie zaznaczyć, że dotyczy to wyłącznie akumulatorów kwasowo-ołowiowych, tak żeby nikt przypadkiem nie próbował przeładowywać akumulatorów litowych (z drugiej strony, podczas moich prób – na zewnątrz i w kontrolowanych warunkach! – zaskakująco trudno było mi doprowadzić w ten sposób do wybuchu akumulatora, choć ostatecznie się udało).

Film ze składowiska. Z ciekawością przeczytałem artykuł Mateusza Ostrycharza – zresztą zawsze jego artykuły czytam ze szczególną ciekawością, bo dotyczą kwestii „okołoelektronicznych”, a nie samej elektroniki. Píše on, że w Polsce istnieje składowisko odpadów promieniotwórczych w Róźnie. Widziałem kiedyś film z wycieczki w to miejsce – warto obejrzeć:

https://www.youtube.com/watch?v=jh4voi6y_Y

Pozdrawiam serdecznie
Circuit Chaos

Dzień dobry,

może temat był, a ja go przeoczyłem, ale zastanawiam się, czy nie byłby dobrym pomysłem artykuł czy cykl, dotyczący pomiarów środowiskowych. Zaczynając od mostka rezystancyjnego przez wzmacniacze pomiarowe, budowę czujników, termopary, odsprężanie zasilania, jak mierzyć napięcie różnicowe i w czym ono jest lepsze przy pomiarach, pomiary sygnałów mikro-woltowych itd. Może warto zaprezentować projekt rejestratora EKG?

Wiesław

Czujników środowiskowych nie omawiałem. Najbliżej jestem pomiarów wilgotności gleby i elektro-
nicznych pomiarów pH. Proponowane zagadnienia będą po części omawiane w rozpoczętym właśnie cyklu „Fascynujące przemiany energii”.

Szanowny Panie Piotrze,

bardzo szanuję Pana podejście do elektroniki, oparte na budowaniu głębokiego zrozumienia skomplikowanych zagadnień, m.in. dlatego, że sam również staram się działać w ten sposób. Chciałbym zrozumieć, jak naprawdę działają półprzewodniki i elementy półprzewodnikowe na poziomie cząsteczkowym. Literatura i materiały, które znalazłem w Internecie moim zdaniem nie wyczerpują tematu, albo są wręcz sprzeczne.

Czy jest możliwe wyjaśnić ten temat w sposób stosunkowo prosty i intuicyjny?

Może podejmie Pan wyzwanie omówienia tego problemu, np. w artykule / filmie, lub będzie tak pomocny, żeby wskazać mi jakieś źródła, które pomogą odpowiedzieć na moje pytania?

W załączniku przesyłam moje notatki ze złącza p-n, w których, jak sądzę, udało mi się ustalić kilka kwestii, ale w których przede wszystkim sporo pytań pozostaje bez odpowiedzi (zaznaczone na żółto).

Przykładowe pytanie:

Czy na nie podpiętej diodzie krzemowej, napięcie wynosi jednocześnie 0 V i 0,7 V?

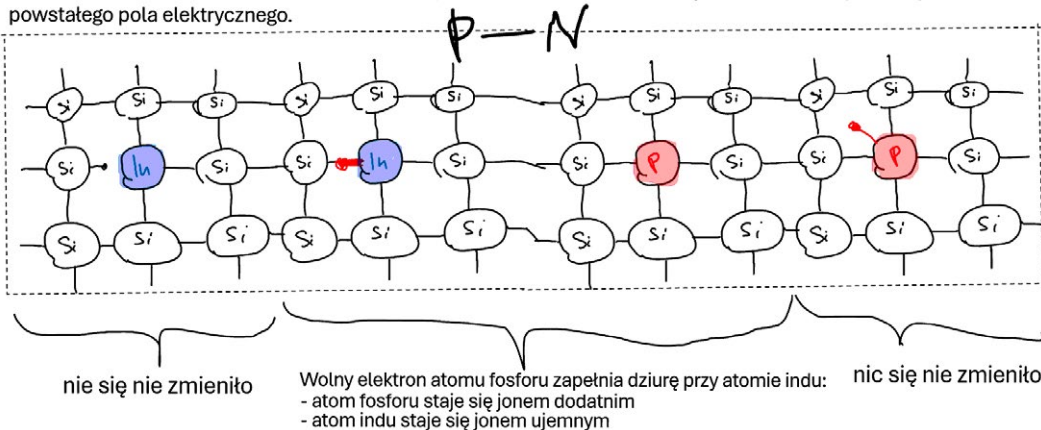
Z góry dziękuję i pozdrawiam
Piotr N.

W mailu był załącznik, głównie z rysunkami sieci krystalicznej półprzewodników.

Ja w poprzednim czasopiśmie, które prowadziłem (EdW), dość obszernie o tym pisałem. W rozpoczętym cyklu fundamentów elektroniki poruszę ten temat, ale nie szeroko, bez wchodzenia w szczegóły. Z kilku powodów.

W czasopiśmie Zrozumieć Elektronikę już kilkakrotnie podkreślałem, że **wykorzystujemy trzy niespójne modele. Tak, modele i to niedoskonałe, bo „całej prawdy” o elektronice jeszcze nie znamy.** Zagłębianie się w teorię jest dla niektórych interesujące, ale tylko dla nielicznej grupy. Więcej osób chce poznać elementy elektroniczne w sposób praktyczny. I tym będziemy się zajmować. A proste teoretyzowanie załamuje się w zetknięciu z praktyką, choćby w przypadku diod krzemowych, od 1N4148 do fotodiod i paneli fotowoltaicznych. „Dotknijmy” tego niedługo w cyklu „Fascynujące przemiany energii”. Dlatego bardziej namawiam do zajęcia się praktyką, a mniej do bardzo trudnych prób poznania mocno skomplikowanej teorii elektroniki.

4. Wolne elektrony po stronie n dyfundują na stronę p tworząc tzw. obszar zubożony na styku p i n. Elektrony są ciągnięte na stronę p „siłami dyfuzji”, ponieważ w n jest większe stężenie elektronów. Proces dyfuzji dąży do wyrównania stężeń. Dyfuzja trwa do momentu gdy siły dyfuzji ciągnące elektrony z n do p zostaną zrównoważone przez siły nowo powstałego pola elektrycznego.



Witam,

czy prezentowane układy elektroniczne (płytki) są gdzieś do kupienia?

Z poważaniem
Henryk

Niestety, jak na razie jeszcze nie udało się zrealizować kanału sprzedaży płytek.

Na życzenie mogę tylko wysłać dokumentację produkcyjną (KiCad i gerbery).

Dobry wieczór,
artykuły czasopisma Zrozumieć Elektronikę wyglądają dość dobrze na czytniku z kolorowym e-papierem, np. Kindle Colorsoft.

Oczywiście wiadomo, że nie tak znakomicie, jak na ekranie komputera, ale po to jest e-papier, żeby odpuścić od ekranu.

Tylko ciężko się nawiguje po 2-kolumnowym PDF (a akurat wersja Kindle Colorsoft niezbyt dobrze radzi sobie z konwersją takich PDF)

Czy można spodziewać się w przyszłości ZE w formacie EPUB?

(...) zamiast EPUB równie dobrym rozwiązaniem byłby jednokolumnowy PDF w formacie A5.

Z poważaniem
Andrzej

Jeżeli chodzi o format EPUB, to na początku istnienia czasopisma robiliśmy próby, ale były znaczące problemy, bo czytniki nie są jednakowe i w niektórych były kłopoty, a nawet układ się „rozsypany”.
Zrezygnowaliśmy z EPUB, bo okazało się, że zainteresowanie jest małe.

Proszę jednak o wszelkie opinie w sprawie EPUB i PDF-a jednokolumnowego.

Jeżeli chodzi o jednokolumnowe PDF-y, to nie wchodzi w grę ponowny skład w jednej kolumnie, bo to byłoby bardzo czasochłonne. Zdecydowanie zbyt czasochłonne.

Z jednej strony to duży problem, ale być może dałoby się to jednak jakoś zrobić w mało czasochłonnym sposób, podobnie, jak robione są artykuły (HTML) na stronę internetową, na przykład:

<https://piotr-gorecki.pl/y001>,

<https://piotr-gorecki.pl/s001>.

Problem w tym, że ja mam ustawiczny nawał prac nad bieżącymi materiałami i moim największym problemem jest brak czasu, żeby zająć się takimi eksperymentami.

Obiecuję, że spróbuję jednak w pierwszej wolnej chwili się do tego „dotknąć”. Motywacją będą Wasze opinie w tej kwestii.

Dlatego piszcie, jeśli uznacie sprawę za istotną!

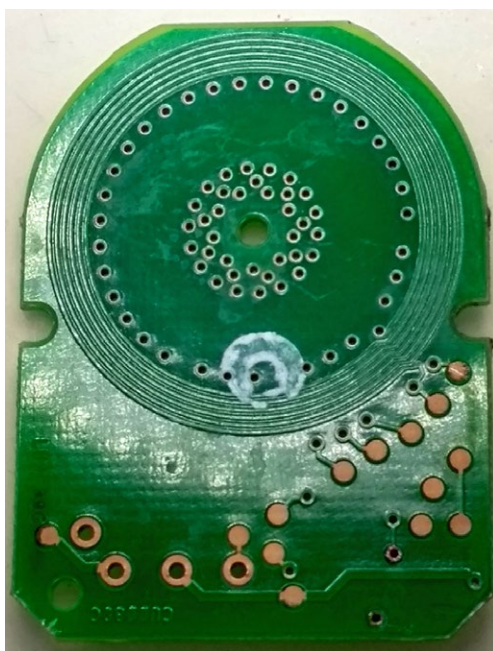
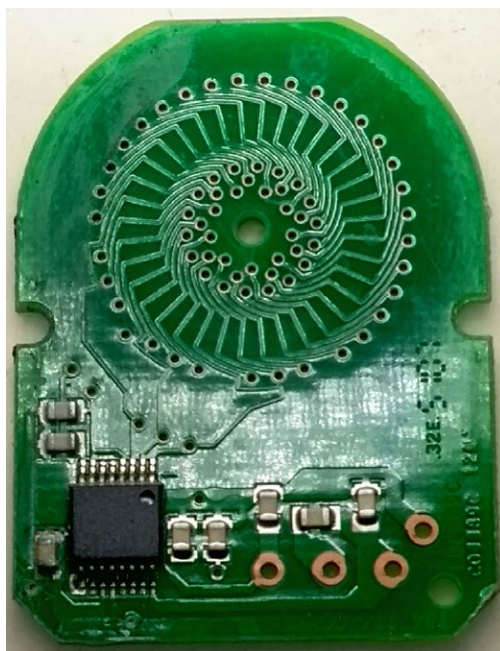
Panie Piotrze Szanowny,
rozdłubałem czujnik położenia zawieszenia, używany w samochodach do ustawiania reflektorów. I, o zgrozo, nie rozumiem, jak to działa!

Może jakaś sekcja zwłok na YT, co Pan na to? :-)

Pozdrawiam
Jacek

Choć zasadniczo na elektronice znam się dość dobrze, elektroniką samochodową się nie zajmowałem. Może kiedyś...

Nie mogę pomóc, ale może ktoś z Czytelników chciałby nas wszystkich oświecić w tej kwestii?



Dzień dobry,

zamierzam kupić czujniki, które przykręciłbym opaskami metalowymi do wtryskiwaczy paliwa w silniku diesel. Sygnały wyjściowe chciałbym zwizualizować poprzez analizator saleae logic. Wtryskiwacz powinien otwierać się przy ok. 200 bar.

Pytanie, które czujniki lepiej się sprawdzą w tej roli – piezoelektryczne czy tensometry?

Jakie jest Pana zdanie?

Pozdrawiam
Jacek Kosecki

Odpisałem, że nie miałem do czynienia z takimi samochodowymi czujnikami. Nie wiem, jaką mają budowę i jakie parametry. Ja niestety nie mogę pomóc, ale może ktoś ma doświadczenie w tej kwestii i mógłby się wypowiedzieć, czy to krótko w Poczcie, czy w postaci jakiegoś artykułu.

<https://piotr-gorecki.pl/x030>.

Szanowny Panie Piotrze,

kupiłem Pańską książkę „Mikrokontrolery dla początkujących”, gdzie w łatwy i przystępny sposób opisany jest język BASCOM oraz podane są przykłady łatwo zrozumiane dla początkujących. Ale w jednym sobie nie radzę – z programowaniem DS1990 – dlatego zwracam się o pomoc w udostępnieniu prostego kodu źródłowego i schematu elektrycznego, jeżeli nie jest to dla Pana kłopot bo w moim środowisku nie mam się do kogo zwrócić, a przykłady podane w Internecie nie są dla mnie wystarczająco zrozumiałe.

Z poważaniem

Janusz

PS Naukę programowania zaczynam od ATtiny2313.

Cieszę się, że ta moja książka nadal okazuje się użyteczna! Problem w tym, że ja ją pisałem wiele lat temu, nie mam już żadnych notatek i nie mogę pomóc. Książka ta ukazała się równo 20 lat temu, w roku 2006, czyli... w poprzedniej epoce.

Jest też inny problem. Książka ta przede wszystkim pokazuje, jak programować za pomocą BASCOM, a BASCOM to już zamierzchła przeszłość. Warto zapoznać się z zasadami programowania w oparciu o BASIC i BASCOM, ale dziś, po tylu latach, BASCOM to ślepa uliczka.

Owszem w książce są nadal 100-procentowo aktualne i przydatne informacje dotyczące budowy i działania mikrokontrolera, nie tylko ATtiny2313. Dziś tę 20-letnią książkę warto potraktować jako ogólne wprowadzenie do programowania od zera, żeby zrozumieć, na czym to polega, ale finalnie, jak najszybciej warto przesiąść się na coś innego.

Dziś najpopularniejszy jest system Arduino (w rzeczywistości to język C++). Trudniejsze, ale lepsze jest programowanie w języku C. Kurs Andrzeja Pawluczuka „ośla łączka” jest aktualnie prowadzony na łamach mojego czasopisma.

Sporo informacji jest w mojej „Kopalni skarbów”:

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

Tam jest cały kurs podstawowy Arduino oraz szeregi artykułów wokół Arduino i wokół języka C.

Witam serdecznie,

ponieważ przekazywana przez Pana wiedza elektro-
niczna (i nie tylko) trafia do mnie z przyjemnością, postanowiłem zwrócić się z prośbą o polecenie urządzenia, a konkretnie powerbanku do lutownicy YT-82490 65 – grot T12. Potrzebuję być czasami mobilny dla podstawowych zastosowań lutowniczych (elektronika użytkowa, zwłaszcza gitarowa, więc drobne sprawy).

Pomimo że jestem 60-latką, i wiedzę, i doświadczenie mam spore w energetyce i elektronice ogólnej, to na temat obecnej technologii zasilanie powerbankami wiem niewiele i nie chcę dokonywać zakupów metodą chybił trafił. Czy może mi Pan podesłać link do takiego powerbanku. Ma być wystarczający, a nawet z zapasem dla tej lutownicy, zakładając zasilanie jej 20 V, w koszcie ok. 250–300 zł.

Z poważaniem

Jarek

PS Podpowiedź Pana w sprawie klona JBC i oryginalnego grota C245 – rewelacja. Po nowym roku obdaruję się taką stacją. Pozdrawiam serdecznie.

Odpisałem, że ja mam dobre doświadczenia z wyrobami chińskich firm: Baseus oraz Ugreen. Mają firmowe sklepy, gdzie sprzęt jest oryginalny.

<https://e-baseus.com/>, <https://www.ugreen.pl/>.

Proponuję sprawdzić ich oferty i samodzielnie wybrać coś pasującego. W tym przypadku nie polecam szukania okazji w sklepach Aliexpress, czy podobnych, bo można się fatalnie oszukać.

Dzień dobry Panu,

niedawno pisałem, że zaczynam spełniać młodzieńcze marzenia i informowałem o tym, że zacząłem montować zestawy (...)

Do zabezpieczenia związanego z działaniami w gospodarstwie domowym używam urządzenie UPS – w założeniu przesyłam zdjęcia tego urządzenia do którego podłączony jest akumulator żelowy 12 V/100 AH.

Jak na razie sprzęt sprawdza się doskonale, bezawaryjnie i nie mogę powiedzieć złego słowa, jeśli chodzi o wykorzystanie go w sytuacjach przerw w dostawie prądu, no i na moje amatorskie potrzeby wykorzystania czegoś takiego w domu jest okej.

Zastanawiam się nad taką rzeczą, mianowicie jeśli działa on w trybie awaryjnym (tak jak na załączonym zdjęciu) czy i co w ogóle dałaby taka sytuacja, w momencie kiedy on daje mi prąd w trakcie awarii sieci elektrycznej – co by było, gdybym do gniazda, do którego podłączam na przykład pompę obiegu wody w instalacji centralnego ogrzewania, gdybym do tego samego gniazda podłączył również tego ups-a?



Czy wtedy dałby on radę zasilac mi pompę i jednocześnie „sam się ładować” tak, jak gdyby pozorowało to, że włączony jest do sieci elektrycznej w trakcie zabezpieczenia działania pompy centralnego ogrzewania na brak energii elektrycznej w sieci.

Nie wiem czy do końca wyjaśniłem jasno o co mi chodzi, ale jeśli miałby Pan możliwość i czas odpowiedzieć mi – będę wdzięczny, czy ma to prawo powodzenia. Czy też nastąpiłoby coś, o czym nie mam pojęcia, na przykład związanego z jego uszkodzeniem albo zjadaniem na tyle prądu, że nie byłby w stanie jednocześnie ładować baterii.

Od lat Pana wierny słuchacz, pomimo ogromnych luk w wiedzy z zakresu elektroniki, ale pasjami słuchający i czytający Pana miłośnik.

Serdecznie dziękuję za to wszystko co Pan robi w swoich publikacjach.

Pozdrawiam
Bolesław

Najkrócej: stworzenie takiej pętli spowoduje „zjadanie prądu” i na pewno układ nie będzie się skutecznie ładował.

Kluczem do problemu jest coś, co nazywamy sprawnością energetyczną oraz ogólna zasada, że „nie ma darmowych obiadów”. Rubryka *Poczta* nie jest dobrym miejscem, żeby wyjaśniać te kwestie, które u mnóstwa osób budzą nadzieje na uzyskanie „darmowej energii”. Ja będę to systematycznie wyjaśniał w nowym cyklu „Fascynujące przemiany energii”.



Witam serdecznie Panie Piotrze, jestem Pana fanem na YouTube i już po kilka razy oglądałem wiele z pańskich filmików szczególnie dotyczących energii. Na jednym z filmów widziałem że pływał Pan po jeziorze na konstrukcji pływającej z silnikiem elektrycznym – i tutaj mam pytanie.

Sam jestem właścicielem łódki wędkarskiej, gdzie na dziobie mam silnik elektryczny, a z tyłu spalinowy Merkury 30 koni.

Chciałbym zmodernizować swoją jednostkę i zamontować na dziobie silnik elektryczny o dużej mocy, a takie są na prąd 24 V. I tutaj niestety mam problem, ponieważ echosonda, akumulator, silnik działają na instalacji elektrycznej 12 V, silnik ładuje akumulator, a instalacja, można powiedzieć, jest bezobsługowa. Ale jak tutaj zamontować silnik elektryczny 24 V tak, aby był ładowany od silnika spalinowego cały układ oraz żeby pokazywał ten silnik elektryczny stan naładowania akumulatora lub akumulatorów, ponieważ nie wiem, czy łączyć dwa akumulatory aby uzyskać 24 V, czy jakoś inaczej, i żeby echosonda nie była narażona na uszkodzenie, a w gniazdku na ładowarkę był jednak prąd 12 V ponieważ większość łodówek, czy jakiś innych urządzeń peryferyjnych jest na taki prąd.

Jak to zrobić? Do głowy mi przychodzi tylko jedno: silnik 24 V ma oddzielne zasilanie i niestety po spędzeniu czasu na wodzie musiałby być ładowany z innego źródła prądu, a akumulator obsługujący silnik po prostu połączony jak dotychczas echosondą, gniazdkiem elektrycznym i silnikiem spalinowym.

Adam

Odpisałem, że ja niedawno zakupiłem silnik BLDC 24 V ze sterownikiem. Mam dwa akumulatory Li-Ion 12 V 180 Ah – do pracy są łączone w szereg. Ładowanie – każdy osobno, ale także do ładowania można byłoby je łączyć równolegle (ale Li-Ion ostrożnie, bo mogą popłynąć duże prądy wyrównawcze, natomiast kwasowe AGM bez problemu można łączyć równolegle).

Może więc wystarczyłby przełącznik – do pracy silnika 24 V połączenie szeregowe, do ładowania – równoległe?

Jeżeli chodzi o inne urządzenia, to jeśli pobierają niewiele energii, można je dołączyć do jednego z dużych akumulatorów – asymetria będzie niewielka. Albo zastosować trzeci akumulator – jakiś mały.

Można byłoby też zastosować przetwornicę impulsową 24 V/12 V, ale dobrej jakości, żeby nie było uszkodzenia i podania 24 V. Najprostszym rozwiązaniem wydaje się przełącznik szeregowo/równoległe, w przypadku Li-Ion z jakimś „wstępnym ogranicznikiem prądu wyrównawczego”.

Dzień dobry,

oglądałem kiedyś Pański film na YT o precyzyjnych rezystorach i dlatego może Pana zainteresować oferta przekazania (nieodpłatnego) dekady rezystancyjnej laboratoryjnej z rezystorów manganinowych, którą można zobaczyć na moim ogłoszeniu OLX:

[https://www.olx.pl/d/oferta/dekada-rezystancyjna\(...\)](https://www.olx.pl/d/oferta/dekada-rezystancyjna(...))

Nie zależy mi na sprzedaży, raczej wolałbym, żeby

trafiła w dobre ręce, bo to już chyba poniekąd zabytek techniki. W razie zainteresowania proszę o kontakt.

Pozdrawiam

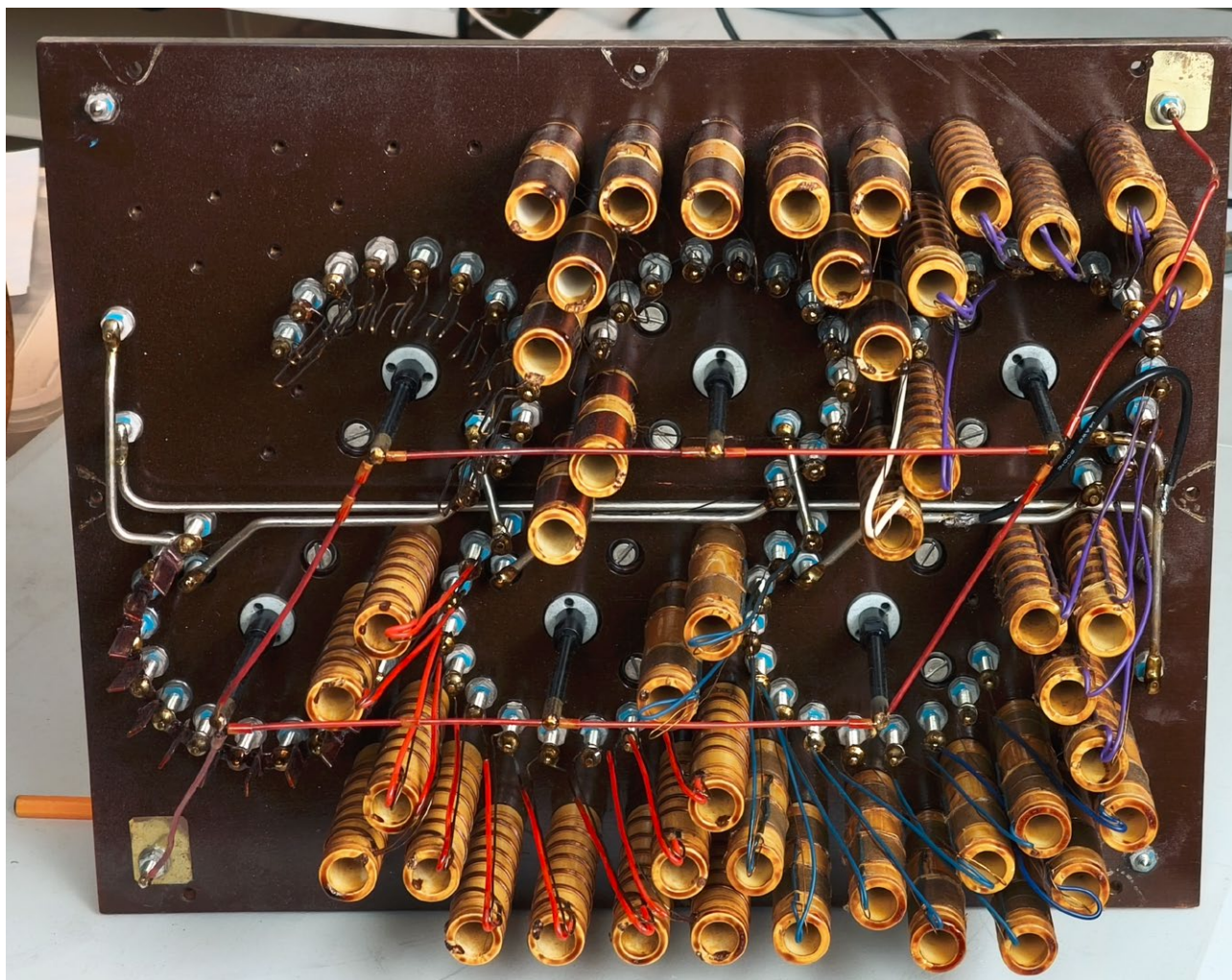
Andrzej Baranowski

Odpisałem, że byłbym zainteresowany i po niedługim czasie (i wymianie maili) otrzymałem przesyłkę. Okazało się, że jest to solidna niemiecka dekada. Po otrzymaniu nie mogłem się powstrzymać – rozkręciłem konstrukcję i zobaczyłem to co widać na fotografii. Później otrzymałem e-mail:

(...) Dziękuję za potwierdzenie. Cieszę się, że urządzenie jest w dobrych rękach. Mam olbrzymi sentyment do bakelitowych mostków i różnych solidnie wykonanych przyrządów laboratoryjnych z poprzedniej epoki, ale to było dla mnie trochę za duże.

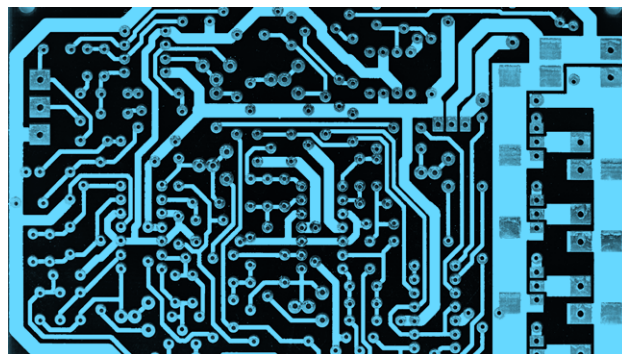
Pozdrawiam

Andrzej Baranowski



Łamigłówki elektroniczne

styczeń 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.**

Zagadka A 2601
Zagadka B 2601

Co to jest? 2601
Jak sądzisz? 2601

Zagadka A 2601

Na fotografii pokazany jest pewien stary element elektroniczny (wyprodukowany w roku 1991).
Co to jest za element? Do czego można go wykorzystać dzisiaj?



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

Zagadka B 2601

Do czego mogą być przydatne elektronikowi przedmioty pokazane na fotografii?

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

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



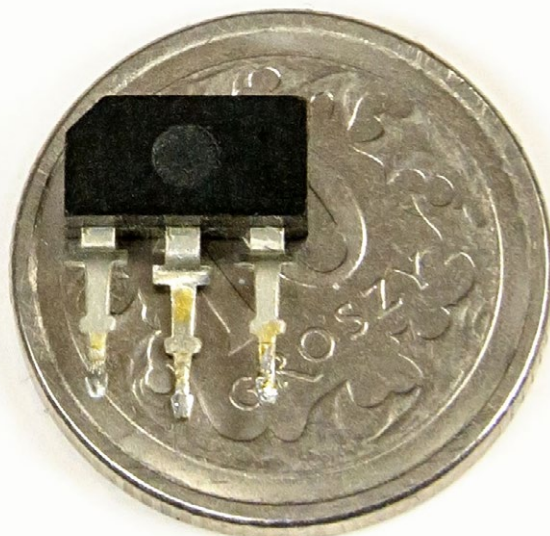
Co to jest? 2601

Pytanie jest oczywiste:

Co to jest?

Na wszelki wypadek uściślam:
nie chodzi o monetę :)

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

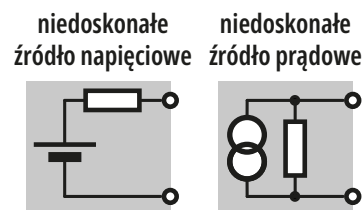


Jak sądzisz? 2601

Elektronicy mają do czynienia z twierdzeniami Nortona i Thévenina. Otóż najprościej biorąc, możemy wykorzystywać dwa równoważne modele niedoskonałego źródła energii elektrycznej: ze źródłem napięciowym i ze źródłem prądowym, jak pokazuje rysunek. Na podstawie pomiarów napięcia i prądu nie można stwierdzić, czy wewnątrz „czarnej skrzynki” jest niedoskonałe źródło napięciowe, czy też niedoskonałe źródło prądowe. Pytanie konkursowe brzmi:

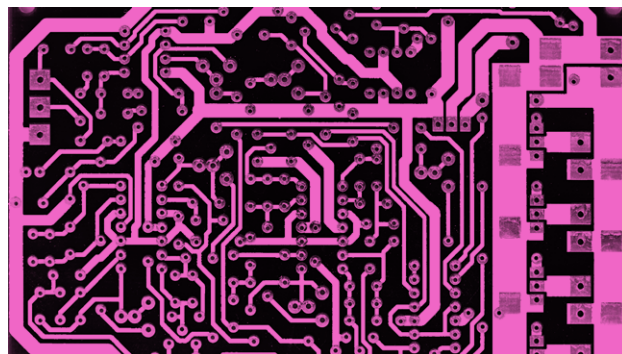
Czy może jest jakiś inny sposób (bardziej lub mniej praktyczny), żeby stwierdzić, czy mamy do czynienia ze źródłem napięciowym, czy prądowym?

Rozwiązanie konkursu można nadsyłać do końca stycznia 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!

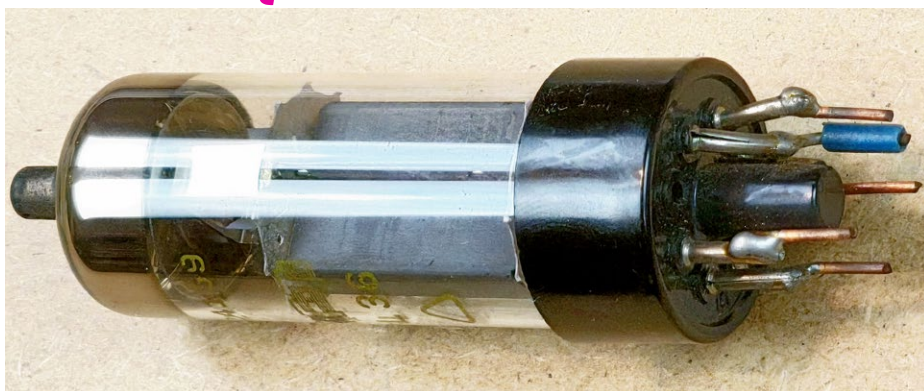
Rozwiązania Łamigłówek listopad 2025



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze listopadowym (11/2025). 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 – Co o tym sądzisz? 2511

W listopadzie postawione zostało zadanie konkursowe, zaproponowane przez **Karola Świerca** z Rudy Śląskiej: Na fotografii pokazana jest lampa EL36 z nietypową modyfikacją. Pytanie konkursowe brzmi: **Co o tym sądzisz?** Konkurs jest zamknięty. Oto rozwiązania.



Co o tym sądzisz? Sądzę, że się da, szczególnie w miarę mocną lutownicą (żeby szybko nagrzała końcówkę), może też trzymając końcówkę dalej szczypcami (żeby odprowadzić ciepło), ale co, jeżeli miejsce gdzie metal przechodzi przez szkło, strzeli od naprężeń? Co będzie, gdy cienkie druciki, które wychodzą z lampy, odlutują się od tych grubszych kołków podczas lutowania (bo zakładam, że tak to jest zrobione)? A co, jeśli będzie trzeba zmienić lampę? Ogólnie, po coś wymyślono podstawki pod lampy.

Te druty też jakieś takie grube, za grube. I czy ja dobrze widzę, że nie ma tam jednego kołka, który być powinien (bo się pewnie tak nagrzał, że mu się wypadło)?

Circuit Chaos

Co o tym sądzisz? 2511

Najbardziej prawdopodobne wyjaśnienia modyfikacji:

1. Przeróbka laboratoryjna / pomiarowa – doprowadzono zewnętrzne przewody do wnętrza lampy, żeby mieć niezależny dostęp do np. ekranu, siatki lub katody do pomiarów/sterowania.
2. Naprawa uszkodzonego cokołu – jeżeli oryginalne wyprowadzenia były złamane, ktoś lutował nowe przewody i zalewał uszczelniaczem.
3. Dodanie elementu pasywnego (rezystor/filtr/tłumik przy pinie) – niebieska tulejka może maskować mały element; możliwe, że ktoś dorobił rezystor między wyprowadzeniami (np. do ustawienia napięcia polaryzacji siatki).

4. Przeróbka zasilania żarzenia (rzadziej) – dorobione przewody mogą prowadzić do zmiany sposobu podłączenia żarzenia (np. zasilanie zewnętrzne, podłączyć inne napięcie itp.).

Tadeusz Suszał

Zadanie było bardzo trudne, a pojawiło się w sumie przypadkiem. Otóż ja już wcześniej pisałem, że drogą kupna stałem się posiadaczem bardzo starego zasilacza IZS 5/71, gdzie głównym regulatorem jest sześć równolegle połączonych lamp – pentod EL36. Zasilacz był/jest stary, a stan lamp – niezany. W jednej z rozmów z Karolem Świercem wspominałem o tym, a on powiedział, że ma nieużywaną lampę EL36, ale przerobioną tak, żeby można ją włożyć w podstawkę magnoval. Otóż wcześniej, w połowie lat 50. pojawiły się lampy EL36 i PL36. Później, w latach 60. pojawiły się lampy EL500 i PL500, które miały niemal identyczne parametry, z wyjątkiem żarzenia, ale miały inne wyprowadzenia – podstawka magnoval. Lampy PL500 były stosowane w telewizorach i były trudno dostępne. Łatwiej dostępne były EL36, o niemal identycznych parametrach. I właśnie przeróbka, pokazana na fotografii jest nietypową próbą wykorzystania EL36 w miejsce PL500. ▣

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2511

W listopadzie postawione zostało następujące zadanie konkursowe: Typowe multimetry mają najwyższy zakres pomiaru napięcia 600 V lub 1000 V. Teoretycznie (...) do 2000 V, ale napięcia ponad 1000 V grożą uszkodzeniem przyrządu. I oczywiście są skrajnie niebezpieczne dla człowieka! Tak, ale elektronicy mają też do czynienia z układami i obwodami, gdzie występują napięcia o różnej wielkości, których wydajność prądowa jest znikoma, rzędu mikroamperów. I w takich obwodach też chcielibyśmy mierzyć napięcia. (...) problem polega na tym, że dołączenie tam multimetru, którego rezystancja wewnętrzna najczęściej wynosi około 10 megaomów, powoduje poważne zmniejszenie napięcia i pomiar jest bezwartościowy. Gdy wydajność prądowa badanego obwodu jest bardzo mała, potrzebny byłby „superwoltomierz” o ogromnej oporności wewnętrznej, który potrafiłby prawidłowo mierzyć napięcie w takich obwodach. (...): **Czy masz pomysł, jak (w bezpieczny sposób) można byłoby zmierzyć napięcie w takich obwodach?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Oto rozwiązania.

Jak odpowiesz?

Dołączyłbym w szereg z multimetrem rezystor. Mamy powiedzmy 10 MΩ rezystancji multimetru, dołączmy 1 GΩ w szereg, a robi nam się dzielnik przez 101. Byle był to rezystor, którego takie napięcie nie przebije (albo np. złożony z wielu odpowiednio mniejszych). Dołączając 9 rezystorów po 10 MΩ w szeregu, zrobimy dzielnik przez 10 – może wystarczyć.

Circuit Chaos

Najpierw popatrzmy na kwestię obciążenia źródła o małej wydajności prądowej. Klasyczne mierniki o oporności 10 MΩ, takie jak DT9205A, potrzebują 20 nA na najczulszym zakresie, tzn. 200 mV.

Popularne DT830 potrzebują 200 nA na zakresie 200 mV. A więc dołączając szeregowo do DT9205A ustawionego na 200 mV opornik 9,99 GΩ możemy mierzyć napięcie do 200 V z prądem pomiaru do 20 nA. By mierzyć 2000 V z prądem 20 nA potrzebujemy opornik 100 GΩ, przy wyższych napięciach odpowiednio więcej.

Problemem jest pozyskanie odpowiedniego opornika. Łatwo dostępne i tanie są oporniki 10 MΩ, większe wartości kosztują drożej. Co gorsza, typowe oporniki mają ograniczoną wytrzymałość napięciową, rzędu 200-300 V. By bezpiecznie mierzyć wyższe napięcia potrzebujemy opornika o wyższej wytrzymałości napięciowej. Być może da się nabyć oporniki odpowiedniej wytrzymałości.

Jednakże można też połączyć szeregowo więcej oporników. Dość łatwo można połączyć w szereg (łańcuch) 10

oporników. Umieszczając taki łańcuch w rurce z materiału izolującego można uzyskać końcówkę pomiarową pozwalającą na bezpieczny pomiar napięcia rzędu 2000 V. Pomiędzy opornikami należałoby dać przekładki izolacyjne z małym otworem na połączenie między kolejnymi opornikami. Łańcuch z większej liczby oporników może być kłopotliwie długi. By mieć rozsądniejszy rozmiar należałoby oporniki ułożyć w zygzak odpowiednimi przekładkami izolującymi. Alternatywnie, oporniki można ułożyć w spiralę z przekładkami izolującymi między warstwami spirali. Wydaje się że w amatorskich warunkach powinno się dać połączyć szeregowo (z odpowiednią izolacją) około 100 oporników, co dałoby napięcie pracy rzędu 20 kV. 100 oporników po 10 MΩ dałoby 1 GΩ, co jest stosunkowo niskim oporem w porównaniu z prądem 20 nA wymaganym przez ustrój pomiarowy, ale jest znacznie lepsze, niż to, co miernik oferuje bezpośrednio. 100 oporników większej wartości kupionych w znanych mi źródłach prowadziłyby do dużego kosztu. Z tego co wiem, podobne co do zasady działania końcówki pomiarowej (zawierające opór o odpowiedniej wytrzymałości) były w sprzedaży, więc zamiast samodzielnej budowy można by też nabyć odpowiednią końcówkę.

Waldek Hebisch

Jak odpowiesz? 2511

1. Użyć komercyjnej sondy HV albo elektrometru – najszybciej i najbezpieczniej. Komercyjne elektrometry są zaprojektowane do pomiarów DC przy bardzo małych prądach źródła (rzędu fA – picoamperów) i mają wejściową impedancję rzędu 10^{12} – 10^{14} Ω.

2. Podobnie działają profesjonalne sondy wysokiego napięcia (HV) typu aktywnego (z FET) lub pasywne z bardzo dużym dzielnikiem (np. 1000:1/10 000:1) – one minimalnie obciążają źródło.

3. Dla DC najprostsza metoda to dzielnik rezystorowy o bardzo dużych wartościach (sumaryczna rezystancja dzielnika powinna być znacznie większa, niż impedancja źródła).

Aby nie obciążać źródła o $R \sim 10^9$ Ω (przykład: 1000 V przy 1 μA, $R \approx 10^9$ Ω), wejście miernika musi być $\gg 10^9$ Ω (np. 10^{11} Ω), aby pomiar nie był zniekształcony. To łatwo prowadzi do konieczności stosowania rezystorów rzędu gigaomów, a montaż takich elementów wymaga dużej staranności.

4. Jeśli znamy impedancję elementów wewnętrznych lub potrafimy dokonać kalibracji, można mierzyć bardzo mały prąd (pA) „elektrometrem prądowym” i obliczyć napięcie. To bywa użyteczne gdy bezpośredni pomiar napięcia jest trudny.

Tadeusz Suszał ✉

Rozwiązanie – Policz 2511

W listopadzie postawione zostało następujące zadanie konkursowe: Po jednym z moich filmów YT o akumulatorach pojawił się komentarz: (...) Jestem ciekaw Pana opinii na temat akumulatorów piaskowych, które zamieniają energię ze źródeł odnawialnych na energię cieplną i – podobno – mogą ją oddawać nawet przez kilka kolejnych miesięcy, czy to do podgrzewania wody w instalacji CO, czy do ponownej zamiany na energię elektryczną. Podobną koncepcję realizuje ogromny bojler w Berlinie, tyle że piasek można podgrzać do znacznie wyższych temperatur niż wodę, co pozwala zmagazynować więcej energii. Istnieją też koła zamachowe itp., itd. (...) nietypowe pytanie konkursowe brzmi:

Jaką objętość, masę (oraz izolację cieplną) musiałby mieć akumulator piaskowy, żeby zgromadził energię cieplną potrzebną do ogrzania domu w sezonie zimowym?

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Oto rozwiązania.

Policz

Najpierw energia, bo energia jest najważniejsza. Ogrzanie domu w sezonie zimowym – Internet podaje średnio 90 kWh / m² na sezon, weźmy dom 100 m², mamy roczne zapotrzebowanie 9 MWh.

Ciepło właściwe piasku to ok. 750 J/(kg·K), gęstość nasypową założymy 1800 kg/m³. Woda, dla porównania, ma ok. 4200 J/(kg·K) i gęstość ok. 1000 kg/m³. Czyli piasek o tej samej objętości co woda, przy tej samej temperaturze, zgromadzi trzy razy mniej ciepła. Ale ok, możemy go podgrzać bardziej. O ile bardziej? Zaszalejmy. Temperatura topnienia piasku to ok. 1700°C i weźmy, teoretycznie, mniej więcej taką. Szaleństwo, straty nawet przy najlepszej możliwej izolacji będą ogromne. Ale założmy na chwilę, że tych strat nie ma, i wykorzystajmy piasek do maksimum.

Zatem mamy piasek o temperaturze 1720°C, który chcemy schłodzić – a niech będzie, że do 20°C, bo tyle chcemy utrzymać w domu. Potrzebujemy 9 MWh, czyli $9 \times 3600 = 32400$ MJ. Kilogram tego piasku zgromadzi nam $750 \times 1700 = 1,275$ MJ. Potrzebujemy tych kilogramów 25,4 tysiąca, czyli 25,4 tony piasku. Realne? Zgromadzenie jest realne, ale jakakolwiek sensowna izolacja absolutnie nie!

Więc może bardziej realny przykład – piasek 320°C, schłodzenie też do 20°C, kilogram zgromadzi 225 kJ, potrzebujemy 144 ton piasku, czyli 80 m³. Niech ucieka nawet 50% przez izolację tego piasku, a będziemy potrzebowali 160 m³, zatem kostka o wymiarach

543 × 543 × 543 cm. Pięć na pięć na pięć metrów, lub np. 12 × 13 metrów i metr wysokości.

Realne? No cóż, średnio...

Jak dla mnie, koszt takiej konstrukcji, z odpowiednią izolacją, wymiennikiem ciepła (chyba że chcemy ten piasek przez kaloryfery przesypywać?) byłby ogromny, nieuzasadniony. No i jak ten piasek w ogóle podgrzać, skąd czerpać energię? Ze Słońca? A czy Słońce nagrzej nam piasek do 300°C? Może przez jakąś szybę, ale wtedy powierzchnia tego piasku musiałaby być ogromna (a zatem straty także).

Zatem to jest analogiczna sytuacja, jak z klimą w samochodzie z modułów Peltiera. Papier przyjmie wszystko, eksperymenty też można sobie porobić, ale rzeczywistość to wszystko brutalnie zweryfikuje.

Circuit Chaos

Akumulator piaskowy

(...) sam akumulator to chyba można byłoby jakoś zrobić, ale podstawowy problem to jego odpowiednia izolacja cieplna. To nie do przejścia (...) Woda ma ciepło właściwe około 4200 J/(kg·K) tylko trudno ogrzać wodę do temperatury znacząco większej niż 100 stopni Celsjusza. Do 10 razy wyższych temperatur można podgrzać inne materiały, choćby popularny piasek 800...880 J/(kg·K). Dla ciekawości „dobrze trzymająca ciepło” cegła szamotowa ma około 1000 J/(kg·K).

Ile ciepła do ogrzania domu? Dobrze izolowany nowoczesny dom to optymistycznie 50 kWh/m², stary nawet 150 kWh/m² lub więcej. Przykładowo dom o powierzchni 100 m², o wysokim standardzie energetycznym, będzie potrzebował około 5000 kWh rocznie, a taki sam dom w technologii tradycyjnej może zużyć 7000–15000 kWh rocznie. Przyjmujemy bardzo optymistycznie 5000 kWh.

Gdyby wykorzystana była woda i różnica temperatur – realistycznie 60 stopni, to każdy kilogram mógłby zgromadzić $4200 \text{ Ws} \times 60 = 250\,000$ watosekund, czyli 70 watogodzin. Żeby zmagazynować 5000 kWh, czyli 5 000 000 Wh, potrzeba więc prawie 72 000 kilogramów wody, czyli 72 tony. W przybliżeniu sześcianna o boku nieco ponad 4 metry.

A piasek? Nie liczyłem, ale ma mniejsze ciepło właściwe, a większą różnicę temperatur. Szacunkowo zakładam, że to będzie mniej więcej tak, jak z wodą. To może nawet dałoby się umieścić w środku domu lub pod nim. Tylko jak zaizolować, żeby ciepło nie uciekło przez prawie rok. Trochę policzyłem ze styropianem 0,03. Jeżeli się nie pomyliłem wyszło, że izolacja ma mieć grubość 4 metrów. Nierealne.

Marcin ✎

Rozwiązanie – Znajdź! 2511

W listopadzie postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *W elektronice powszechnie wykorzystujemy tranzystory mocy, które mają rozmaite obudowy, pozwalające rozprzyszczyć duże ilości ciepła. Zwykle dobieramy typ tranzystora, biorąc pod uwagę napięcie i prąd, jakie pojawią się na nim w czasie pracy, a to określa też maksymalną moc strat cieplnych, wydzielającą się w tym tranzystorze. Jednak dość często w układzie potrzebny jest tranzystor bipolarny, który będzie pracował impulsowo przy niewielkim napięciu. Będzie pracował jako przełącznik. Duży prąd (najlepiej nawet kilka amperów) będzie płynął przez chwilę, więc i średnia moc strat będzie bardzo mała, poniżej 100 miliwatów.*

Nie ma potrzeby stosować tranzystora mocy w dużej obudowie, bo wystarczyłby tranzystor NPN w małej obudowie, o małym napięciu U_{CE0} (rzędu 25 V), tylko o dużym, jak największym prądzie kolektora, najlepiej rzędu kilku amperów. Tylko czy takie tranzystory o małej mocy strat i dużym prądzie są produkowane?

Zadanie konkursowe jest takie:

Zaproponuj typ tranzystora bipolarnego NPN w małej obudowie (SMD lub THT), który ma jak największy dopuszczalny prąd kolektora.

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Oto rozwiązania.

Znajdź! 2511 Kilka propozycji takich tranzystorów:

D882, FZT651, FZT855TA, 2SD2318, 2SC3074, J5304D, MJD44H11, 2SC5707.

Tadeusz Suszał

Znajdź! 2511 Zamiast tego proponuję sposób znalezienia takiego tranzystora. TME ma całkiem niezłą wyszukiwarkę po parametrach – zatem wchodzimy na TME, do katalogu części, do tranzystorów, dobieramy sobie filtry i wybieramy to, co nas interesuje. Nie trzeba tego potem koniecznie kupować w TME.

Circuit Chaos

Znajdź! 2511. Zaproponuj typ tranzystora bipolarnego NPN w małej obudowie (SMD lub THT), który ma jak największy dopuszczalny prąd kolektora. Najpierw podam metodę, która może pomóc rozwiązać podobne zadania.

Zacznę od tego, co to znaczy „mała obudowa”. Dla elementów THT typowa mała obudowa to TO-92, dla elementów SMD zaś SOT-23. W katalogu znanej firmy TME szukamy tranzystorów NPN. Wybieramy opcję filtrowania po obudowie (np. TO-92 lub SOT-23). Następnie włączamy opcję sortowania po prądzie kolektora. W ten sposób znajdujemy tranzystor ZTX849 w obudowie TO-92, z ciągłym prądem kolektora 5A, 20A w impulsie i na-

pięciem przebicia 30 V. Podobnie znajdujemy tranzystor ZXTN2031F w obudowie SOT-23 z ciągłym prądem kolektora 5 A, 12A w impulsie i napięciem przebicia 50 V. Nie wiem czy te tranzystory są światowymi rekordzistami, ale spełniają postawione wymagania i są dostępne.

Wypada tu też zauważyć, że podany prąd ciągły zakłada montaż na płytce drukowanej tak, że płytka ma pole miedzi funkcjonujące jako radiator. Przy montażu z gorszym odprowadzaniem ciepła dopuszczalny prąd ciągły będzie mniejszy. Przy pracy impulsowej z małą mocą średnią nie będzie problemu.

Warto to dodać, że by uzyskać duży prąd kolektora potrzebujemy odpowiednio duży prąd bazy. Dla tranzystora ZXTN2031F dopuszczalny prąd bazy to 1,2 A, wzmocnienie prądowe wynosi wtedy 10, więc prawdopodobnie ograniczenie na prąd kolektora jest konsekwencją ograniczenia na prąd bazy. Dla tranzystora ZTX849 nie jest podane ograniczenie prądu bazy, ale przy 20 A prądu kolektora możemy oczekiwać współczynnika wzmocnienia prądowego rzędu 10, czyli potrzebujemy prąd bazy rzędu 2 A. Przy mniejszym prądzie kolektora wzmocnienie jest większe, przy 5 A powinniśmy osiągnąć wzmocnienie 50, czyli potrzebowalibyśmy 100 mA prądu bazy. W pewnym sensie są to znakomite wyniki, ale taki prąd może być kłopotliwie duży przy sterowaniu np. przez mikroprocesor.

Tu nasuwa się pytanie, dlaczego akurat tranzystor bipolarny? Do pracy przełączającej często używa się tranzystory MOS. Szukanie w TME daje tu tranzystor WM03N86M2 w obudowie SOT-23 z ciągłym prądem drenu 8,6 A, 34,4 A w impulsie i dopuszczalnym napięciem dren-źródło 30 V. Jeśli sterujemy z procesora zasilanego 5 V to przy umiarkowanej częstotliwości impulsów powinny być możliwe impulsy rzędu 20 A. Przy sterowaniu 3,3 V producent nie gwarantuje parametrów, ale typowe charakterystyki przy prądzie rzędu 5 A mają spory zapas, więc można liczyć, że ten tranzystor będzie działał. Można też użyć typ, którego producent gwarantuje pracę przy niższym napięciu bramki, np. AO3400 (lub AO3416 jeśli wystarczy nam napięcie przebicia 20 V).

Jeśli chcemy obudowę TO-92, to najlepszy tranzystor MOS w TME to VN2210 z ciągłym prądem drenu 1,2 A. Przy sterowaniu 10 V powinien on przewodzić impulsy rzędu kilkunastu amper, ale przy napięciu bramki 5 V maksymalny prąd jest rzędu 3 A, a przy niższym napięciu bramki producent prawie nic nie gwarantuje, a charakterystyki sugerują, że tranzystor nie da rady z większymi prądami. Z drugiej strony, jest to tranzystor o napięciu przebicia 100 V, więc mamy wystarczające napięcie sterujące i odpowiednie napięcie zasilania to może przełatać sporą moc.

Waldek Hebisch ✉



Zestaw: Fascynujące Przemiany Energii

Poniższy artykuł jest uzupełnieniem filmu B100 oraz wstępem do cyklu „Fascynujące Przemiany Energii”, pokazującego fundamenty elektroniki. Prezentowany zestaw elementów pozwala zrealizować mnóstwo eksperymentów, bez żadnego lutowania, bez płytek – nie potrzeba żadnej wiedzy z dziedziny elektroniki.

Z dziecięcą radością...

Pękaty kuferek – Fascynujące Przemiany Energii

1. Energia chemiczna, ogniwa galwaniczne

2. Energia mechaniczna. Elektromagnetyzm

3. Energia świetlna. Fotowoltaika

4. Energia akustyczna. Piezoelektryki

5. Energia cieplna. Termopara, moduł Peltiera

6. Energia cieplna. Sprawność energetyczna

Sposób realizacji eksperymentów

Czy zestaw przeznaczony jest dla dzieci?

Czego w zestawie nie ma?

Mierniki – multimetry i oscyloskop

Elektronika to fascynująca dziedzina! Warto poznać jej fundamenty nierozłącznie związane z energią. Nie tylko z energią elektryczną! W elektronice mamy do czynienia z najróżniejszymi fascynującymi przemianami różnych rodzajów, odmian energii.

Punktem centralnym, na którym skupimy uwagę, będzie energia elektryczna, a ściślej elektromagnetyczna. Przedstawię eksperymenty – praktyczne przykłady zamiany energii elektrycznej na inne rodzaje energii, a także przykłady odwrotne – zamiany różnych rodzajów energii na energię elektryczną.

Zajmiemy się przemianami energii i wykorzystamy rozmaite przetworniki energii chemicznej, mechanicznej, świetlnej, dźwiękowej oraz, bardzo ważnej w elektronice, energii cieplnej. Wykorzystamy różne elementy, niektóre popularne, spotykane powszechnie w naszych domach, ale także specyficzne elementy elektroniczne, których w ogromnej większości domów nie ma. Na **fotografii tytułowej** widać „pękaty kuferek” – przygotowany przez sklep Botland zestaw elementów, który genialnie ułatwi przeprowadzenie mnóstwa fascynujących eksperymentów.

PAN TADEUSZ. KSIĘGA I.

9

Nawet stary stojący zegar kurantowy
70 W drewnianej szafie poznał u wniścia alkowy,
I z dziecinną radością pociągnął za sznurek,
By stary Dąbrowskiego usłyszeć mazurek.

Rysunek 1

Z dziecięcą radością...

Ja jestem starym i doświadczonym elektronikiem. Zaprojektowałem i zbudowałem setki układów elektronicznych, ale przygotowując ćwiczenia kursu *Fascynujące Przemiany Energii* doświadczałem ogromnej radości i przypomniał mi się fragment „Pana Tadeusza”, pokazany na **rysunku 1**.

Tak, przeżywałem szczerą, dziecięcą radość, realizując elementarne ćwiczenia pokazujące fundamenty elektroniki. Dlatego z przekonaniem polecam realizację eksperymentów cyklu także „starym wyjadaczom”! Wprawdzie my to wszystko od dawna wiemy, ale **osobiste „dotknięcie się” do fundamentów elektroniki to naprawdę nieklamana przyjemność!** Albo z dziećmi czy wnuczkami, albo nawet tylko dla własnej radości. Naprawdę polecam!

„Starzy wyjadacze” zdecydowaną większość potrzebnych materiałów i elementów elektronicznych znajdują w swoich zapasach. Ale nie każdy jest elektronikiem i nie każdy ma pod ręką diody LED ultrafioletowe i podczerwone z przezroczystą soczewką.



Fotografia 2

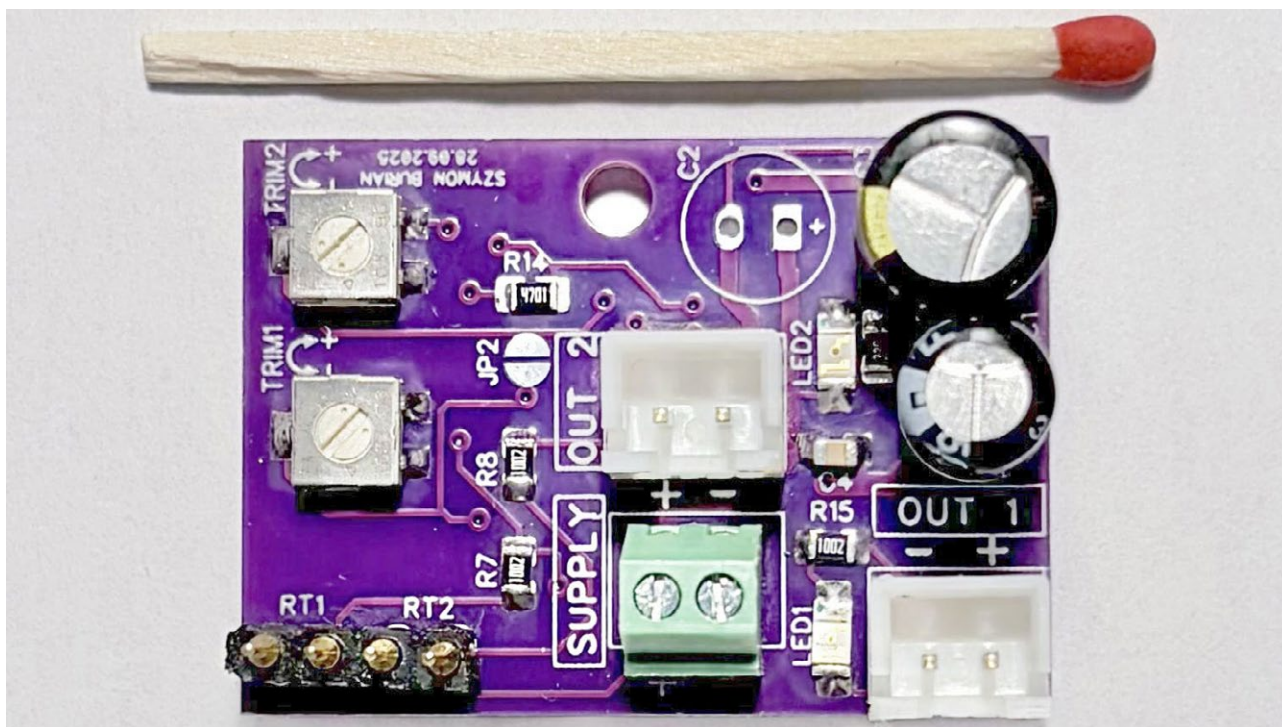
Nie każdy ma w domu membrany piezo o dużej średnicy, nie każdy ma zapalarkę piezo. Nie każdy znajdzie w swoich zapasach odpowiednie ogniwa fotowoltaiczne. Niewiele jest osób, które mają pod ręką wielce tajemnicze moduły Peltiera. Wszystko to oczywiście można kupić oddzielnie, albo **kupić jako „pękaty kuferek” z fotografii 2**. W każdym razie potrzeba wielu elementów, bowiem eksperymenty obejmują szereg rodzajów energii.

Pękaty kuferek – Fascynujące Przemiany Energii

Szczegóły dotyczące zawartości zestawu omawiam w **filmie na YT, który jest uzupełnieniem tego artykułu**. **Fotografia 3** prezentuje zawartość „pękatego kufereka”.



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



Uniwersalny sterownik do chłodzenia elementów mocy

Prosty i bardzo uniwersalny układ do sterowania chłodzeniem układów mocy. Zapewnia niezależną kontrolę nad jednym lub dwoma obwodami wykonawczymi, w szerokim zakresie napięć zasilania. PCB zaprojektowano do wersji SMD i THT. Warto mieć zapas takich płytek, wśród innych przydatnych modułów elektronicznych.

Do czego to służy? Opis układu

Konstrukcja elektryczna i mechaniczna

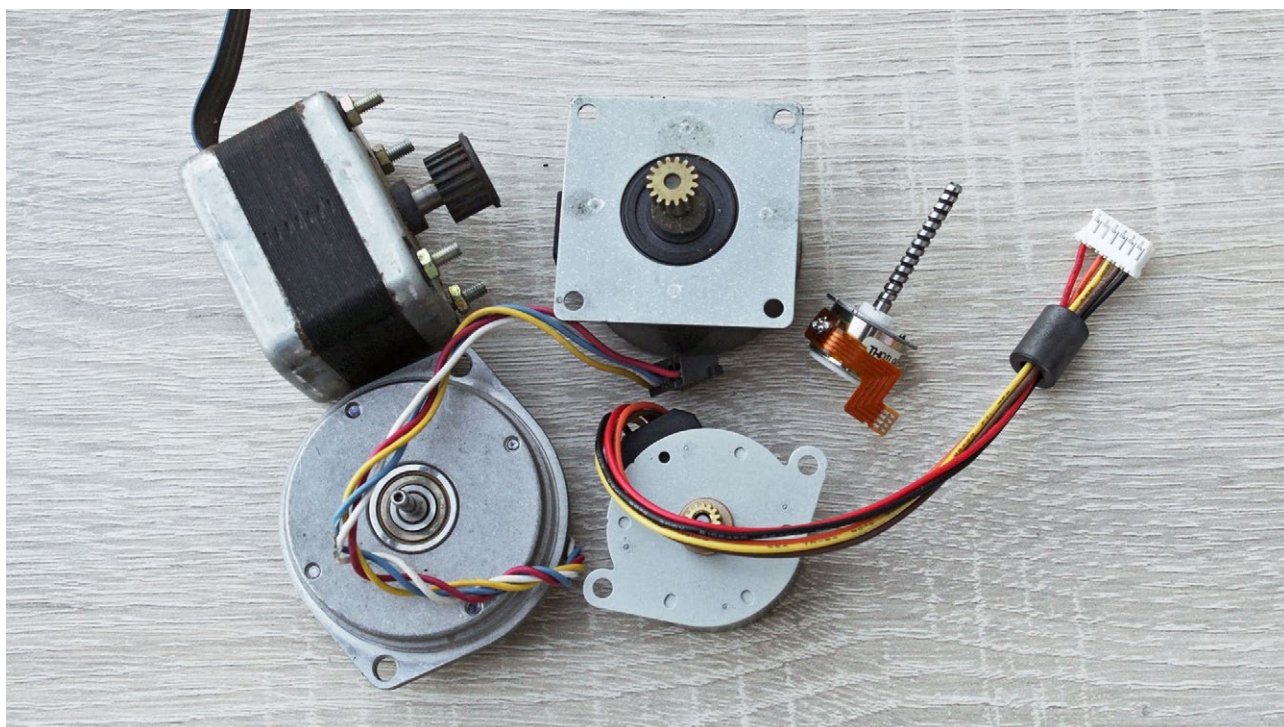
Do czego to służy?

Konstrukcja układu jest banalna, ale bardzo uniwersalna, dzięki czemu można go szybko i łatwo zaadaptować do użycia w większości urządzeń amatorskich, w których potrzebne jest wymuszone chłodzenie za pomocą wentylatora. Układ składa się z dwóch, opartych na podwójnym wzmacniaczu operacyjnym komparatorów, z niezależnie regulowanymi progami zadziałania. Jest to rozwiązanie proste, stosowane powszechnie od lat w dziesiątkach (jeśli nie setkach) konstrukcji amatorskich i fabrycznych.

do 24 V (a w razie potrzeby także wyższych) – działa więc w zakresie typowym dla większości powszechnie stosowanych w konstrukcjach amatorskich wentylatorów i przekaźników.

W założeniu podstawową konfiguracją pracy było wykorzystanie jednego toru do sterowania małym wentylatorem, pobierającym prąd rzędu 100–250 mA, oraz toru drugiego, do sterowania odłączeniem obciążenia przy przegrzaniu (OHP). Stąd też jako elementów sterujących użyłem tranzystorów bipolarnych: w razie potrzeby sterowania na przykład dwoma dużymi wentylatorami, po-

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



Silniki krokowe – wstęp do budowy zabawek

Silnik krokowy to bardzo ciekawa odmiana silnika elektrycznego. Ma on tę właściwość, że potrafi w sposób stabilny obrócić swój wirnik o kąt mierzony pojedynczymi stopniami (lub mniej). Ta cecha zaowocowała zastosowaniem go do budowy różnych mikromaszyn.

Budowa i działanie silnika unipolarnego

Rozpoznanie silnika

Prosty program do identyfikacji wyprowadzeń

Sterowanie kierunkiem obrotów

Sterowanie prędkością obrotową

Zastosowania

Silniki krokowe to elementy mające szerokie zastosowanie w automatyce, robotyce, itp. Podanie na uzwojenie silnika impulsu prądu elektrycznego powoduje, że jego wirnik nie obraca się ruchem ciągłym, lecz wykonuje ruch obrotowy o ściśle ustalony kąt. Dzięki temu kąt obrotu wirnika jest ściśle zależny od liczby dostarczonych impulsów (no i rzecz jasna od jego cech konstrukcyjnych), a prędkość kątowa wirnika jest proporcjonalna do częstotliwości tych impulsów. Kąt obrotu wirnika pod wpływem działania jednego impulsu może mieć różną wartość, zależnie od budowy silnika – jest to zwykle wartość od kilku do kilkudziesięciu stopni.

Zwykłe silniki prądu stałego mają dwa wyprowadzenia, które po przyłączeniu do źródła napięcia powodują, że silnik wykonuje ruch obrotowy. Silniki krokowe natomiast mają kilka wyprowadzeń. Z punktu widzenia budowy (w sensie rozwiązań elektrycznych), można je podzielić na unipolarne i bipolarne.

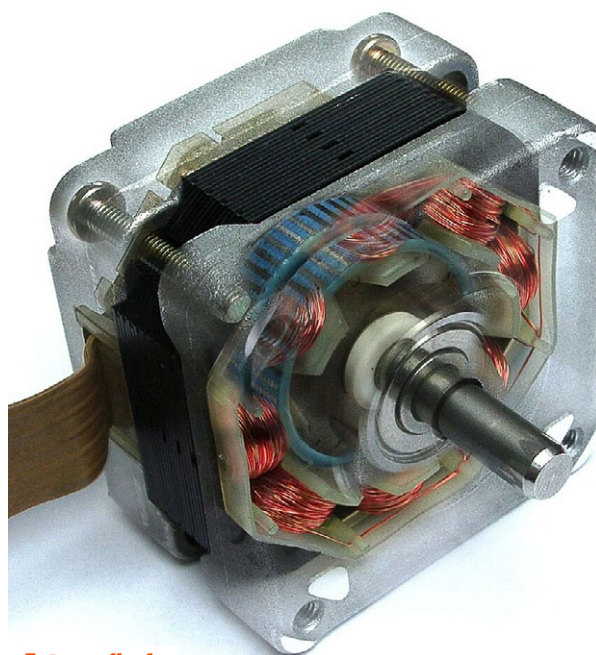
Wariant bipolarny, mający dwa uzwojenia (stąd taki silnik ma wyprowadzone cztery przewody), wymaga cyklicznej zmiany polaryzacji napięcia przyłączonego do uzwojenia, co zmusza do zastosowania rozwiązania typu mostek H (dokładniej dwóch mostków typu H). W drugim wariantcie (unipolarnym), występują cztery uzwojenia, które zasilane w odpowiedniej kolejności powodują ruch obrotowy wirnika.

Sterowanie tego typu silnikiem jest łatwiejsze, wystarczą proste układy komutujące prąd płynący w uzwojeniach (przepływ prądu jest w jednym kierunku).

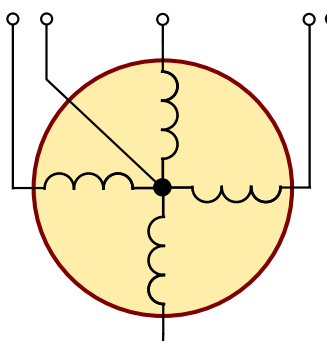
Budowa i działanie silnika unipolarnego

Typowym rozwiązaniem jest grupa czterech uzwojeń z jednym wspólnym końcem wyprowadzonym na zewnątrz (to implikuje 5 przewodów wychodzących z silnika). Każde uzwojenie jest podzielone na dwie sekcje połączone szeregowo. Pewien pogląd na budowę daje **fotografia 1** (autor: Nicolas Kruse, licencja Creative Commons). Uzwojenia są rozłożone na stojanie, natomiast wirnik jest bardzo silnym magnesem. Niektóre silniki są „rozbieralne” (jak choćby ten z fotografii 1), chcę jednak przestrzec potencjalnych ciekawskich, że nie jest to dobry pomysł, gdyż bez specjalistycznego wyposażenia ponowne złożenie jest niemożliwe. Zastosowane magnesy są tak silne, że nie da się uzyskać jednakowej szczeliny na całym obwodzie między stojanem a wirnikiem. Tę szczególną wiedzę uzyskałem w wyniku własnych doświadczeń a części silnika zostały poddane recyklingowi (samowiedza utrwała się najsilniej).

Uzwojenia w silniku są połączone w sposób przedstawiony w dużym uproszczeniu na **rysunku 2**. Jedne końce uzwojeń są połączone razem i jako jeden przewód wyprowadzone na zewnątrz silnika, a pozostałe, drugie końce wszystkich uzwojeń są wyprowadzone niezależnie na zewnątrz (co daje finalnie 5 przewodów). Przyłączenie wspólnego przewodu do plusa zasilania oraz tylko jednego (z indywidualnych przewodów od każdego uzwojenia) do minusa, spowoduje, że płynący prąd wytworzy pole magnetyczne, który oddziałując na wirnik sprawi, że ustawi się on w określonym kierunku, jak pokazuje **rysunek 3a**, i tak pozostaje. Przełączenie minusa na inne uzwojenie doprowadzi do obrotu wirnika o niewielki kąt, doprowadzając do sytuacji pokazanej na **rysunku 3b**. Kolejna komutacja prądu w uzwojeniach (**rysunek 3c**) wymusza kolejny niewielki obrót wirnika. Następne przełączenie (**rysunek 3d**) wymusza obrót wirnika o kolejny krok. Po czterech impulsach prądu (w odpowiedniej kolejności dla każdego uzwojenia) wirnik został obrócony o 45° (na rysunku, w rzeczywistych rozwiązaniach może być inny).



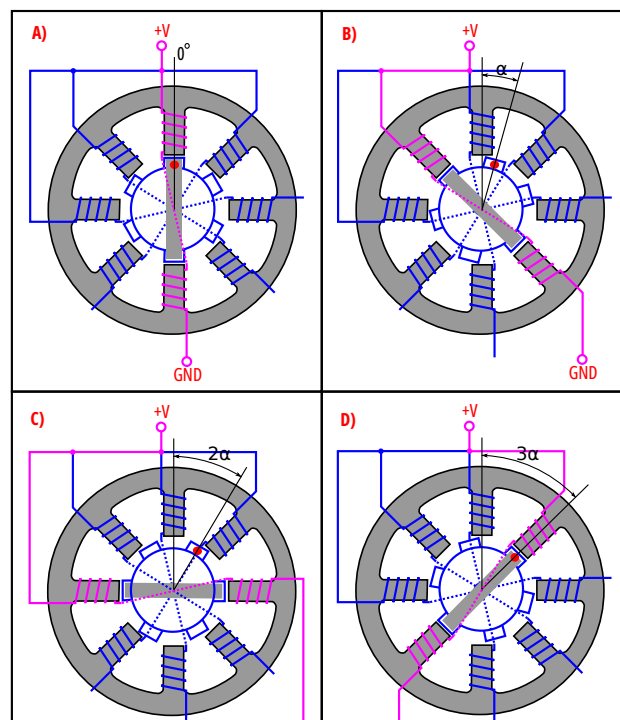
Fotografia 1



Rysunek 2

wymaga przyłączenia wspólnego przewodu do plusa zasilania oraz łączenia kolejno do minusa zasilania poszczególnych przewodów w odpowiedniej kolejności.

Przedstawione rozważania są dużym (ale wystarczającym) przybliżeniem, gdyż rzeczywistość jest trochę bardziej złożona. Sam wirnik jest magnesem stałym



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



Analizator logiczny

Saleae, część 1

Analizator logiczny można uznać za sprzęt diagnostyczno-pomiarowy i stosowany wyłącznie do przebiegów cyfrowych. Można go traktować jako 8-kanałowy oscyloskop i w praktyce hobbystycznej będzie bardzo pomocnym przyrządem.

Oprogramowanie do analizatora

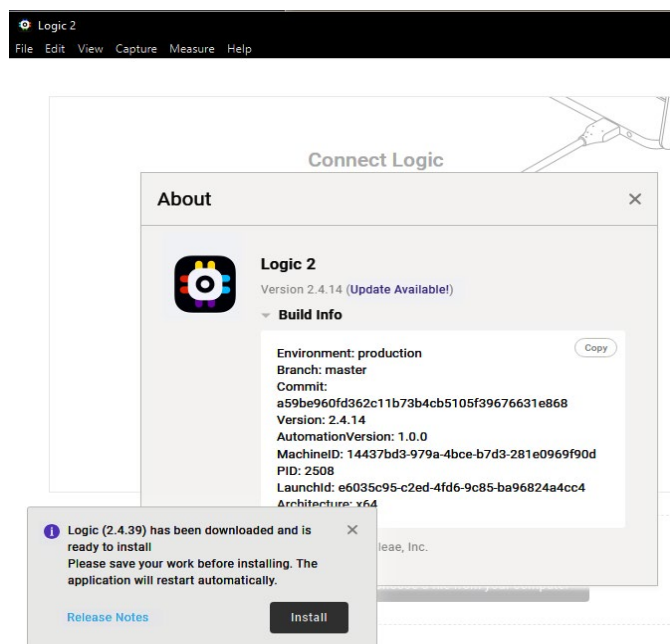
Uruchomienie programu

Skanowanie przebiegu

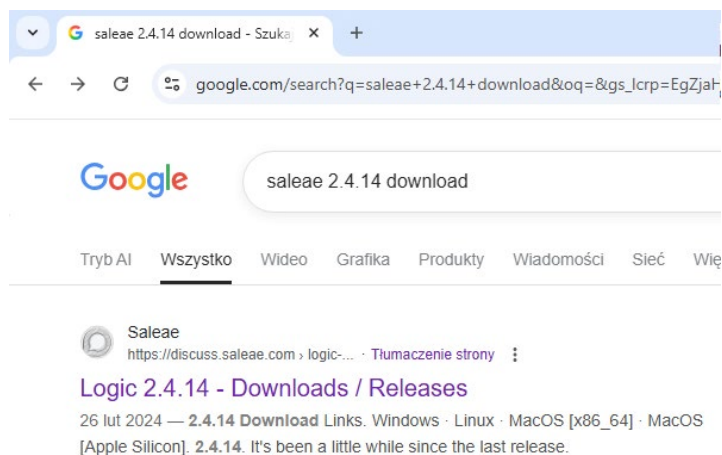
Analizator *Saleae* to niewielkie urządzenie współpracujące z komputerem PC za pośrednictwem złącza USB. Takie rozwiązanie pozwala mu zasilać się z komputera. Jego „siłą” jest właściwie oprogramowanie uruchamiane w komputerze, gdyż „pudełeczko” pokazane na fotografii tytułowej w gruncie rzeczy jest tylko czytnikiem stanów logicznych, które via USB są transmitowane do komputera. Drugą „siłą” tego analizatora jest jego cena, co w warunkach budżetowych osób zaczynających swoją przygodę z elektroniką jest istotnym elementem (popularny portal aukcyjny oferuje go za małe kilkadziesiąt złotych).

Oprogramowanie do analizatora

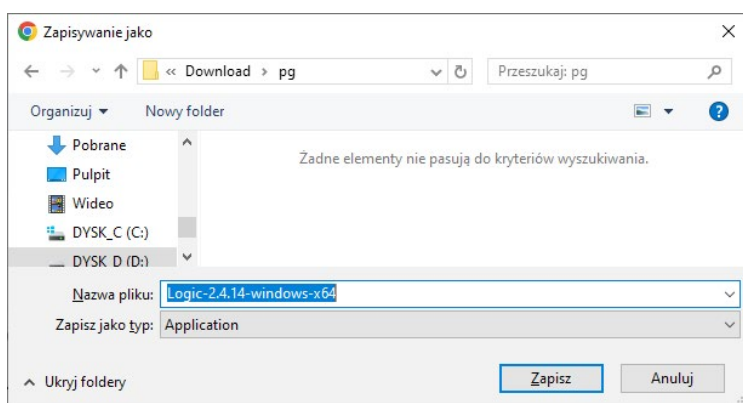
Użycie analizatora wymaga zainstalowania w komputerze odpowiedniego oprogramowania. Ja posługuję się wersją 2.4.14, choć dostępna jest już nowsza wersja (rysunek 1).



Rysunek 1

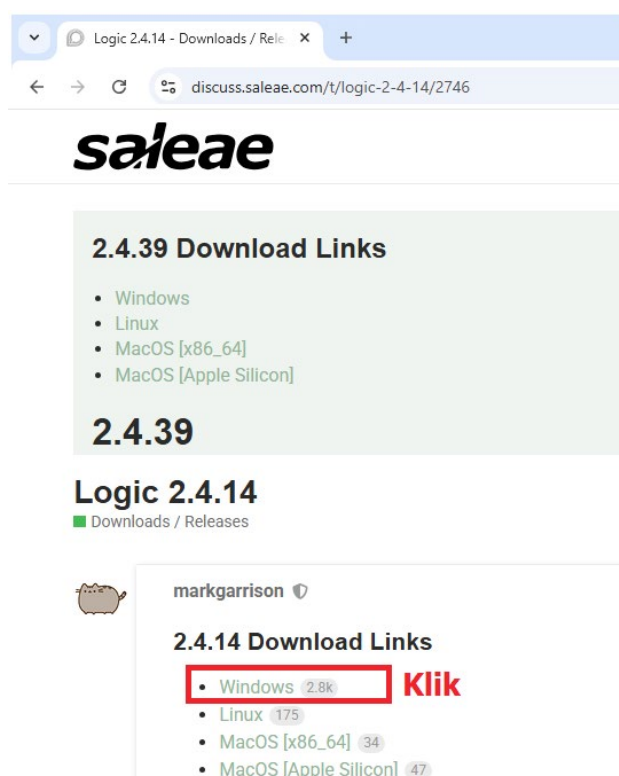


Rysunek 2



Rysunek 4

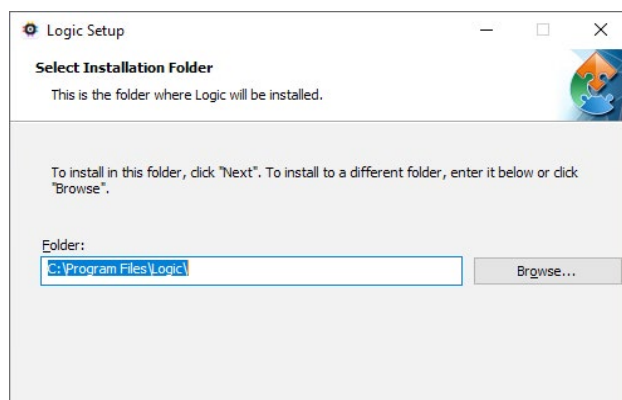
Program obsługujący jest bezpłatny i można go pobrać ze strony producenta. Najprostszym rozwiązaniem jest wpisanie w wyszukiwarkę frazy *Saleae download* – zostaniemy przekierowani do strony oferującej wersję instalacyjną programu. Pobrałem ze strony producenta wersję oprogramowania 2.4.39, ale próba jego instalacji zakończyła się niepowodzeniem. Nie bardzo miałem czas na rozpatrywanie problemu, a z drugiej strony nie potrzebuję najnowszej wersji, gdyż posiadana całkowicie mi wystarcza. Aby jednak całe przedsięwzięcie nie zakończyło się porażką, opiszę jak uzyskać wersję używaną przeze mnie (może ktoś z Czytelników będzie miał ochotę zgłębić się w problem najnowszej wersji i to opisać). Po uruchomieniu przeglądarki internetowej należy wpisać frazę *saleae 2.4.14 download* (**rysunek 2**) i następnie kliknąć w link by przejść do strony umożliwiającej pobranie oprogramowania (**rysunek 3**). Udostępniony plik zapisać na swoim dysku (**rysunek 4**). Jest to wersja dla Windows (używam Windows 10) dla komputerów 64-bitowych, ale dostępne są wersje pod inne platformy. Uży-



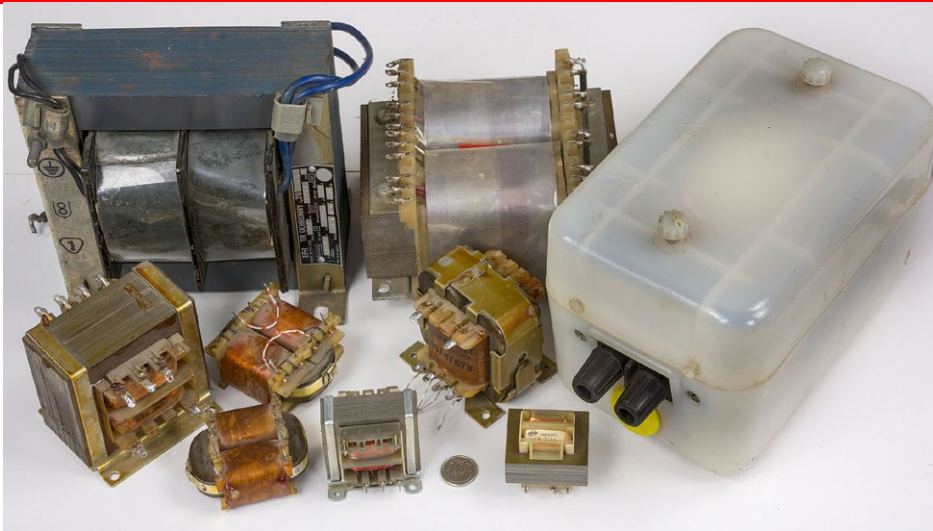
Rysunek 3



Rysunek 5



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



Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie transformatora

Proponuję, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się tematem klasycznych transformatorów sieciowych. Wprawdzie we współczesnym sprzęcie już ich prawie nie ma, ale wcale nie dlatego, że są złe, tylko dlatego, że są kosztowne z uwagi na ceny miedzi, a także dlatego, że są dużo cięższe od impulsowych.

Temat zadania zrodził się po jednej z moich niedawnych rozmów. Otóż ktoś równie niemłody jak ja, stwierdził, że od wielu lat ma w piwnicy transformator sieciowy, nawinięty kiedyś z myślą o wykorzystaniu w roli prostownika. Upłynęło wiele lat, a on chciałby teraz ten transformator wykorzystać. Rozmawialiśmy o tej kwestii w korytarzu przy drzwiach wyjściowych, na stojąco, a rozmowa trwała minutę. My do rozmowy wrócimy, ale uważam, że takich osób jest więcej: mają w zapasach klasyczne transformatory sieciowe, niekiedy w (dużo) większej liczbie. I mają świadomość, że są to w sumie cenne elementy, i to wcale nie z uwagi na ceny miedzi w skupie.

Dla elektronika praktyka klasyczne transformatory sieciowe z kilku względów rzeczywiście nadal są elementami bardzo interesującymi.

Na pewno w jakimś stopniu w grę wchodzi **sentyment**: lubimy te elementy i je rozumiemy, czego nie można powiedzieć o transformatorach impulsowych, dominujących we współczesnych urządze-

niach. Chcemy je wykorzystać do jakichś celów, nie patrząc na to, że taniej i szybciej można byłoby dany cel zrealizować inaczej, bez nich. Sentyment to ważna, a może nawet decydująca sprawa.

Druga obiektywna zaleta, to **brak zakłóceń** związanych z wszelkimi transformatorami i przetwornicami impulsowymi. Dlatego klasyczne transformatory nadal są idealne do niektórych zastosowań.

Ale jest też inny aspekt zagadnienia: **stare transformatory nie spełniają dzisiejszych ostrych wymagań dotyczących izolacji i bezpieczeństwa**. Nie znaczy, że nie wolno ich wykorzystywać dla swoich celów, na własną odpowiedzialność. Prawo tego nie zabrania, ale koniecznie trzeba wziąć pod uwagę ten aspekt.

Są argumenty za i przeciw. I właśnie w ramach tego zadania chciałbym zachęcić do przemyślenia sprawy i do dyskusji. Zachęcam więc do nadsyłania swoich opinii i propozycji wykorzystania klasycznych transformatorów rozmaitej wielkości! ©

Piotr Górecki

Zadanie konkursowe YK034 brzmi:

Zaproponuj do czego można (warto) dziś wykorzystać stary klasyczny transformator?

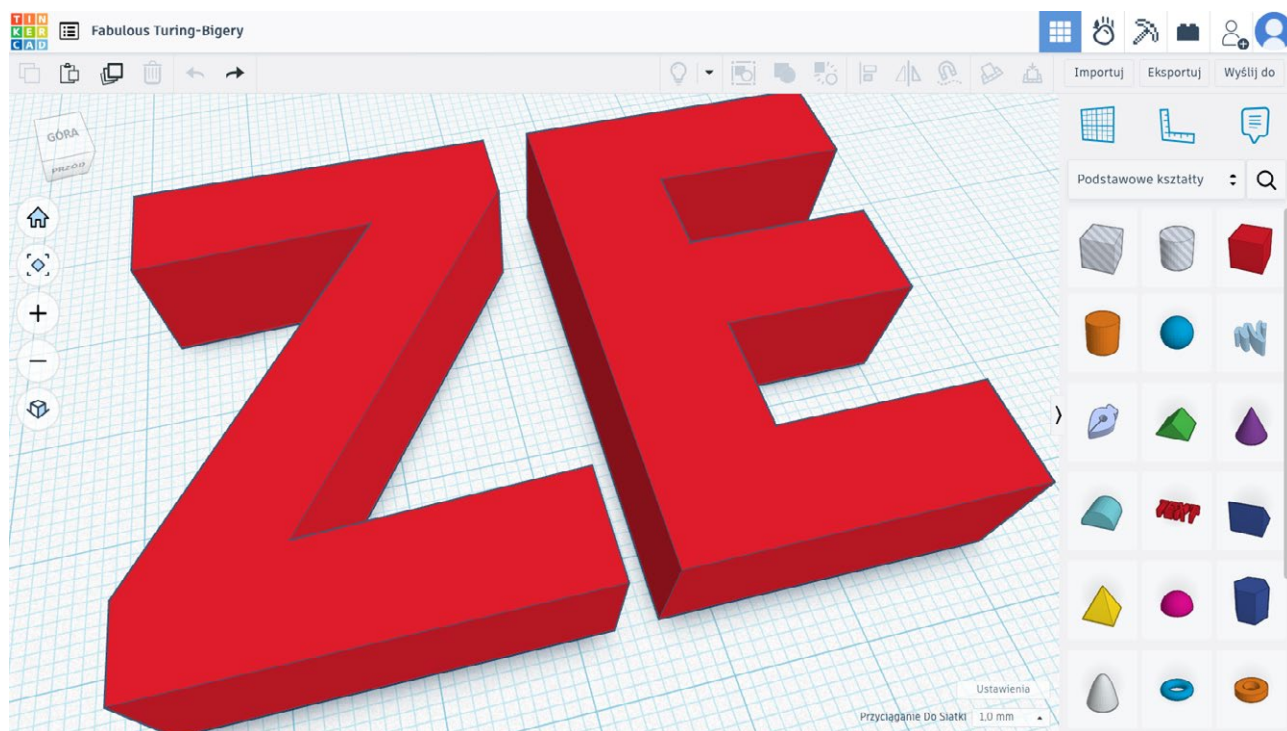
Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących.

Propozycje rozwiązań można **nadsyłać do końca lutego 2026 roku** na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

Nadesłane prace zostaną omówione w numerze kwietniowym (4/2026) 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.



Po co elektronikowi drukarka 3D?

Być może właśnie pomyślałeś: „druk 3D? To zapewne bardzo interesujące, ale to nie dla mnie, bo to i bardzo drogie, i bardzo trudne. Może nawet byłoby ciekawe, ale to niestety nie dla mnie...”. Jeszcze kilka lat temu takie myśli byłyby całkiem słuszne, ale dziś jest już zupełnie inaczej.

Wprowadzenie do technologii 3D

Nie tylko obudowy

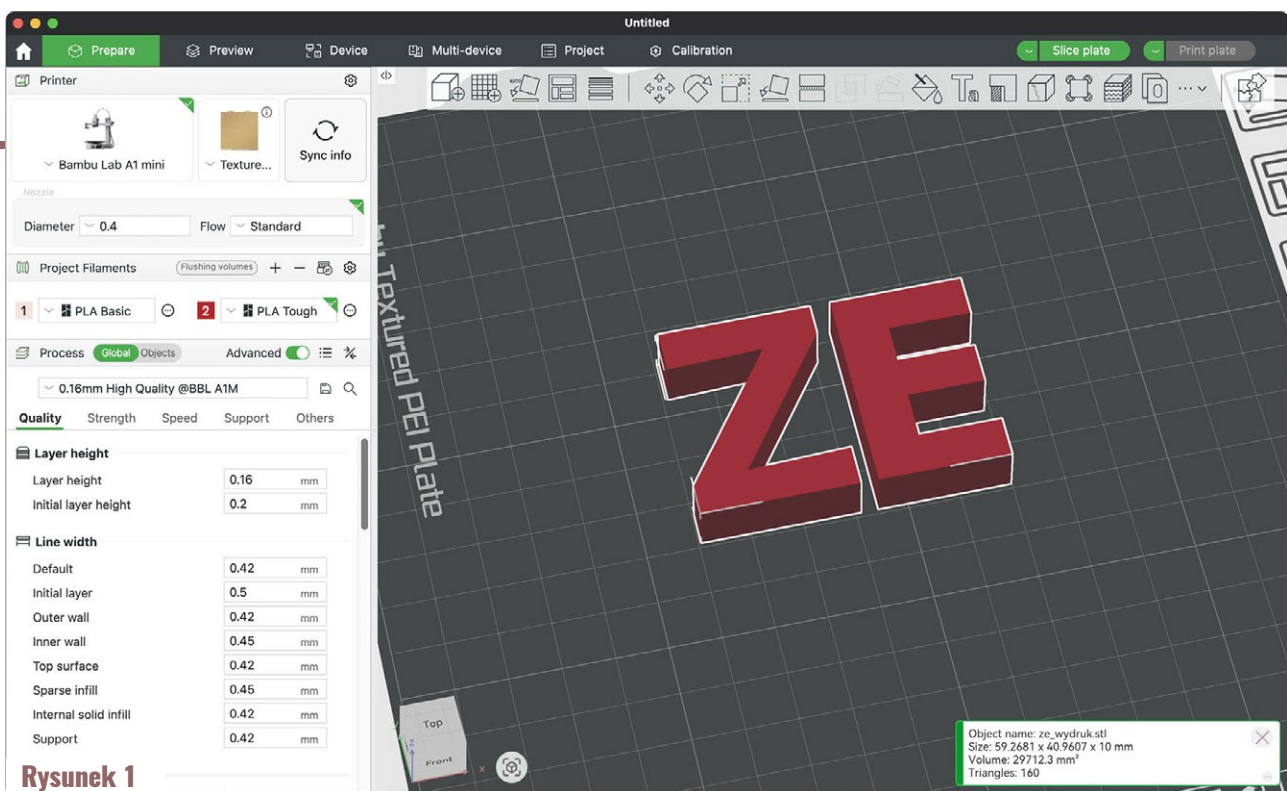
Idziemy na zakupy

Polecane modele drukarek 3D

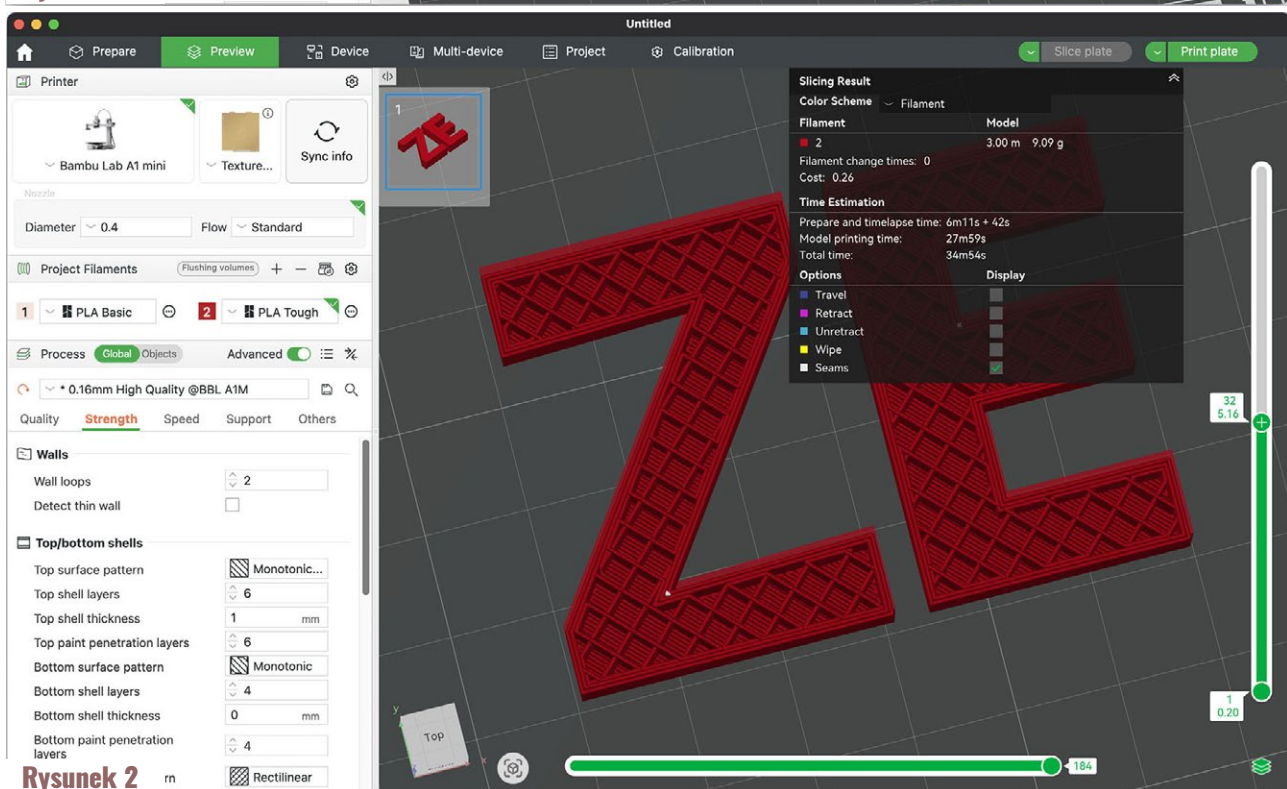
Historia w super skrócie

Widoczne na fotografii tytułowej, narysowane w 3D litery ZE, powstały w ciągu jakichś... 30 sekund w darmowym programie do projektowania 3D. Ich wydrukowanie zajmuje około pół godziny i zużywa 9 gramów materiału. Oczywiście jest to bardzo prosty model, ale po nabraniu pewnej wprawy i te bardziej skomplikowane będą w Twoim zasięgu. Co do cen, to dziś za mniej niż 1000 złotych można stać się właścicielem zaskakująco dobrej, trwałej i łatwej w obsłudze drukarki 3D. A koszt wspomnianych 9 gramów filamentu wyniósł dokładnie 1,03 zł. To chyba nie jest już tak bardzo drogo...

Na **rysunku 1** (na następnej stronie) widać nasz model z rysunku tytułowego, wczytany do programu, w którym przygotowujemy go do wydruku – na początku możesz zdać się na ustawienia domyślne ale z czasem na pewno zaczniesz wykorzystywać dostępne opcje. Następny krok to wygenerowanie „przepisu” na wydruk – robi to za nas program, a efekt jego działania jest na **rysunku 2**. Oprócz możliwości zajrzenia „do środka” wydruku, podaje nam też szacunkowy czas drukowania i potrzebną ilość materiału. Z kolei na **fotografii 3** widać właśnie taką niedrogą (około 900 zł) ale *bardzowielemogącą* drukarkę 3D, do której zdalnie został już wgrany nasz model.

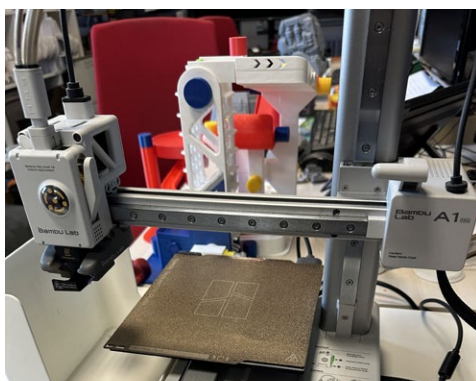


Rysunek 1



Rysunek 2

Na wyświetlaczu drukarki, w prawym dolnym rogu, widzimy jego podgląd i informacje, że drukarka właśnie się nagrzewa i za chwilę rozpocznie drukowanie, a już pół godziny później na jej platformie mamy gotowy wydruk, pokazany na **fotografii 4**. Proste,



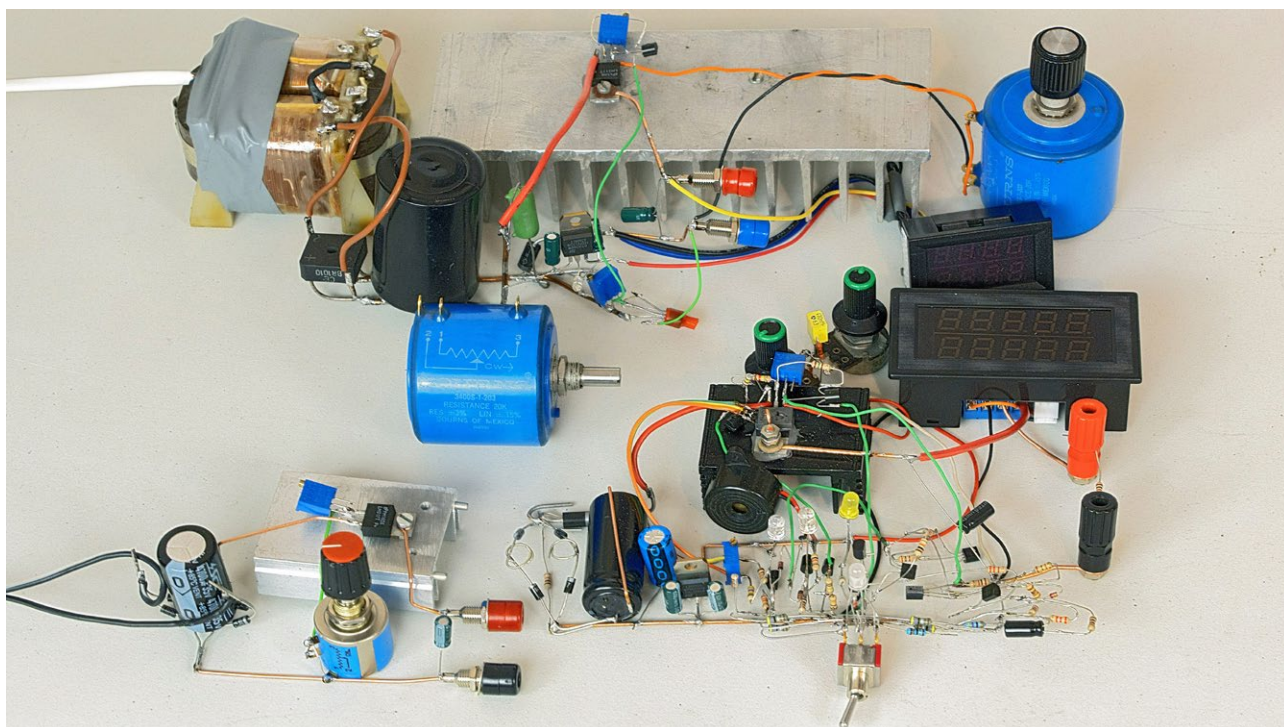
Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE. W pełnej wersji ten artykuł oczywiście ma więcej stron.



Fotografia 3



Fotografia 4



Mały liniowy zasilacz: Podsumowanie i ulepszenia

Oto ostatni artykuł serii pokazującej, jak elektronik dla swej ogromnej satysfakcji może zaprojektować i zrealizować niewielki zasilacz liniowy do swojej pracowni. Niewielki, o prądzie maksymalnym do 0,5 ampera, zawierający scalony stabilizator LM317 oraz opcjonalnie szereg obwodów dodatkowych.

Ogranicznik napięcia wejściowego
Szybkie włączanie i wyłączenie
Ogranicznik napięcia wyjściowego
Ulepszone wersje zasilacza

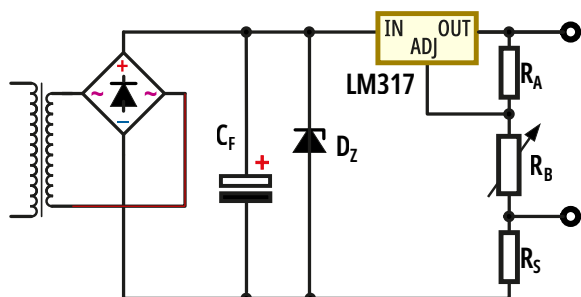
Wersje o wyższym napięciu
Regulacja napięcia „od zera”
Wersje o większym prądzie
Wersje z dodatkowymi tranzystorami

W ostatnim artykule serii opisującej proces projektowania niewielkiego zasilacza warsztatowego do pracowni hobbysty, podam dodatkowe informacje oraz propozycje do ewentualnego zrealizowania.

Ogranicznik napięcia wejściowego

W małym zasilaczu ma pracować kostka LM317, dla której dopuszczalne napięcie wejściowe to 40 woltów. Do takiego zasilacza atrakcyjne, a wręcz idealne wydają się transformatory o napięciu nominalnym 24 V, bowiem zgodnie z obliczeniami z napięcia przemienne 24 V po wyprostowaniu powinniśmy

otrzymać na kondensatorze i na wejściu stabilizatora napięcie stałe około 33 woltów. Teoretycznie tak, tylko mówimy tu o projektowaniu niewielkiego zasilacza amatorskiego, w którym będzie pracował przypadkowy transformator o przypadkowych parametrach. Być może transformator bardzo „miękki”, czyli taki, którego napięcie bez obciążenia będzie dużo wyższe niż nominalne, podane w katalogu. Może się więc zdarzyć, że zastosowany 24-woltowy transformator okaże się tak „miękki”, że bez obciążenia napięcie stałe na kondensatorze filtrującym przekroczy dopuszczalne dla LM317 40 woltów.



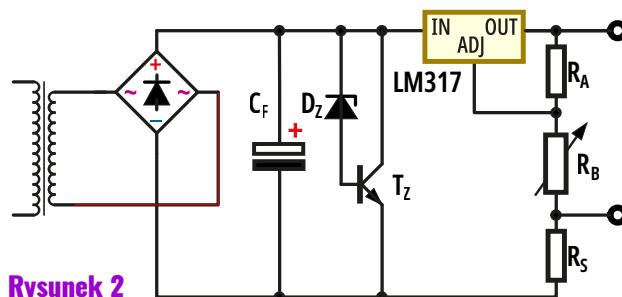
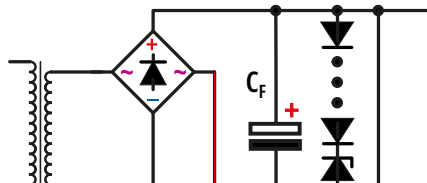
Rysunek 1 Dziś problem jest bardziej realny także dlatego, że w niektórych okresach (głównie wskutek obecności instalacji fotowoltaicznych) napięcie sieci energetycznej jest wyższe od nominalnego 230 V i sięga 250V, a nawet więcej. I wtedy należy przynajmniej rozważyć, czy w takim amatorskim zasilaczu zupełnie nietypowo trzeba dodać obwód ograniczający napięcie na wejściu stabilizatora LM317.

Otóż w przypadku „miękkich” transformatorów o napięciu nominalnym 24 V, może mieć sens zastosowanie „partyzanckiego rozwiązania” w postaci ogranicznika napięcia na kondensatorze filtrującym, według idei z **rysunku 1**. Taka dioda stanowi wstępne obciążenie transformatora i przewodzi tylko przy małym obciążeniu wyjścia zasilacza.

Problem w tym, że przez taką 40-woltową diodę Zenera musi płynąć taki prąd I_Z , który wywoła znaczące spadki napięcia na rezystancjach uzwojeń transformatora i przez to zmniejszy napięcie na kondensatorze do dopuszczalnych 40 V. W diodzie wydzieli się moc strat ciepłych o wielkości około $P = I_Z \times 40 \text{ V}$. Tymczasem popularne diody Zenera mają obciążalność 0,3...1 W, czyli maksymalny prąd I_Z nie mógłby być większy niż 7,5...25 mA. Najprawdopodobniej będzie to prąd za mały do zredukowania napięcia do 40 V i potrzebna będzie dioda Zenera o większej mocy.

Zamiast szukać diody Zenera dużej mocy, można wykorzystać prosty sposób z tranzystorem mocy T_Z i „małą” diodą, według **rysunku 2**. Idealna wydaje się tu dioda 39-woltowa (BZX55C39), ale takie diody mają 5-procentowy rozrzut napięcia stabilizacji i napięcie zależy też w pewnym stopniu od prądu. Dlatego w praktyce być może trzeba będzie dobrać egzemplarz diody 39-woltowej albo zastosować diodę „o numer mniejszą”, czyli 36-woltową a w szereg z nią włączyć diodę LED i ewentualnie odpowiednio dobrane jakieś zwykłe diody krzemowe, według **rysunku 3**.

Zależnie od wielkości i „miękości” transformatora, różny



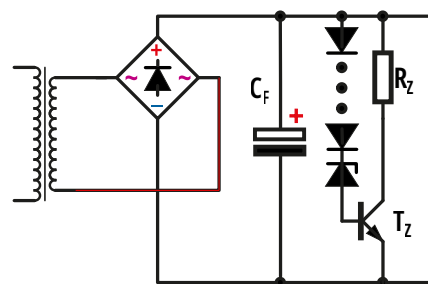
Rysunek 2

i różna będzie moc wydzielająca się w tranzystorze. Być może dla takiego tranzystora potrzebny będzie radiator, co komplikuje zasilacz. Dlatego warto wiedzieć o sposobach redukcji problemu grzania się takiego tranzystora.

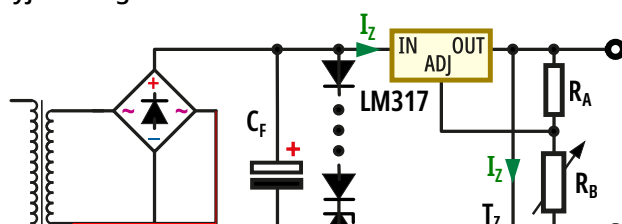
Otóż lepiej wydzielić taką moc strat nie w tranzystorze, tylko w rezystorze o odpowiedniej mocy (np. drutowym). Wystarczy sprawdzić jaką rezystancję trzeba dołączyć równolegle do kondensatora żeby zmniejszyć jego napięcie poniżej 40 V, a potem rezystor o trochę mniejszej rezystancji (i odpowiedniej obciążalności) dołączyć w kolektorze tranzystora, według **rysunku 4**.

Innym rozwiązaniem jest zamontowanie takiego tranzystora wstępnego obciążenia na radiatorze, do którego bezpośrednio przykręcony jest stabilizator LM317. Otóż wkładka radiatorowa LM317 jest połączona z końcówką wyjściową (OUT). Podobnie z wkładką radiatorową połączony jest kolektor tranzystora T_Z . A to znaczy, że bezpośrednio przykręcenie tych elementów do radiatora da układ wstępnego obciążenia według **rysunku 5**. To może być interesujące rozwiązanie praktyczne, o ile jest potrzeba wstępnej redukcji napięcia wejściowego.

Przy braku obciążenia wyjścia zasilacza, prąd wstępnego obciążenia I_Z popłynie przez stabilizator LM317, niezależnie od wartości ustawionego napięcia wyjściowego. Prąd ten nie będzie jednak mierzony przez miernik prądu wyjściowego.



Rysunek 4



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



Elektroenergetyka – wytwarzanie energii, część 5

Dziś poruszymy temat budzący wiele kontrowersji – instalacje fotowoltaiczne. Instalacje takie są bardzo popularne, ale również mają swoich zatwardziałych przeciwników. Dlatego dziś przyjrzymy się bliżej temu tematowi, aby sprawdzić, kto ma rację.

Fizyczne podstawy
Warunki testowania ogniw
Problemy eksploatacyjne

Bylejakość instalacji
Instalacje off-grid

Fizyczne podstawy

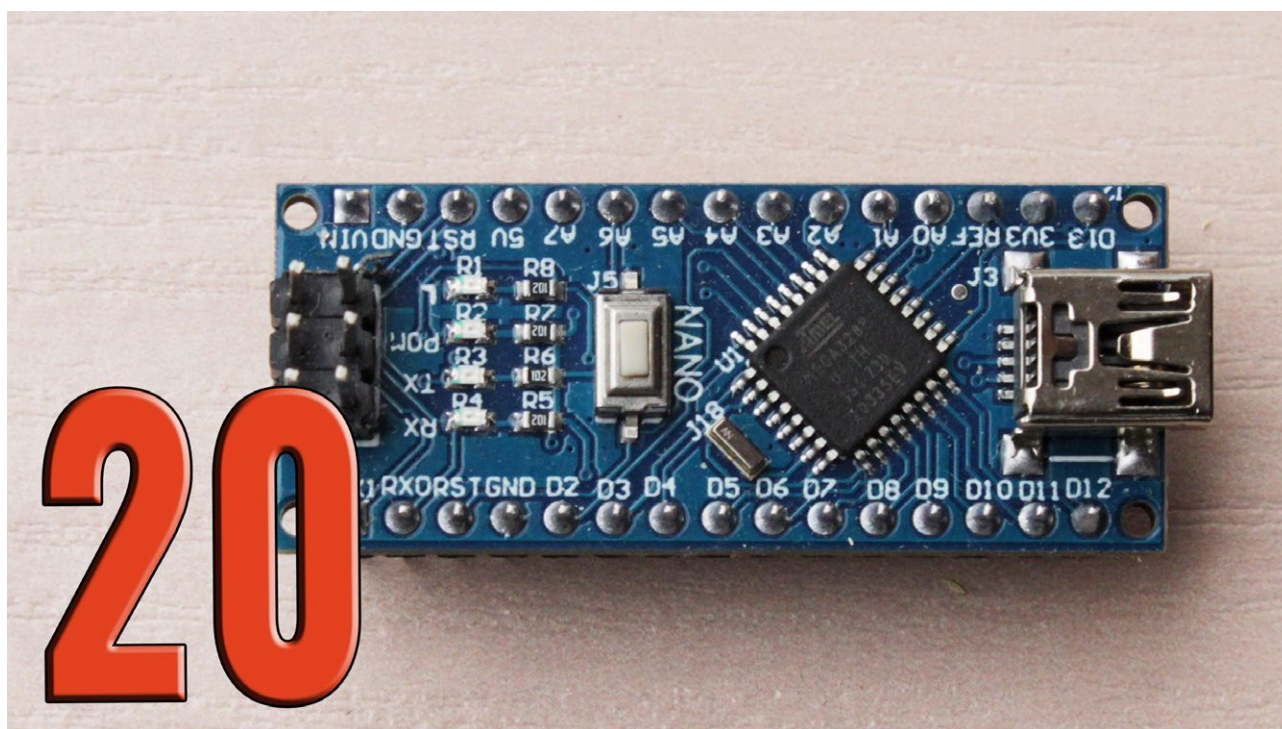
Efekt fotowoltaiczny po raz pierwszy zaobserwował Alexandre Edmond Becquerel (ojciec noblisty), w 1839 roku. Efekt ten zachodzi na znanym wszystkim elektronikom złączu p-n, gdzie pod wpływem fotonu następuje przemieszczenie elektronu do warstwy typu n, zaś dziury przemieszczają się do obszaru p. Powstaje wówczas różnica potencjałów, która może być wykorzystana do zasilania różnych urządzeń.

Ogniwa produkowane są zazwyczaj z pierwiastków typu krzem, german i selen – czyli typowych dla

równolegle lub w sposób kombinowany. Typowy panel, widoczny na **fotografii 1** (źródło: Wikimedia Commons / ChristofferRiemer), stosowany w instalacji fotowoltaicznej, ma napięcie około 30–40 V oraz około 300–500 W mocy.



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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 20

Kolejna część podsumowująca dotyczy instrukcji języka C. Większość z nich powinna być dobrze znana, gdyż były szeroko stosowane w przykładowych programach. Jednak sam język ma też instrukcje, które nie są zbyt często używane. Poza tym warto poznać ich cechy – dowiedzieć się jak działają.

[Warunki w instrukcjach](#)
[Instrukcja warunkowa](#)
[Instrukcje pętli](#)

[Instrukcje wymuszonego zakończenia pętli](#)
[Instrukcje podstawienia warunkowego](#)
[Instrukcje skoku w programie](#)

Działanie programów będzie uruchamiane pod kontrolą symulatora wbudowanego w środowisko Atmel Studio, gdyż zwalnia to nas z budowania odpowiedniego środowiska sprzętowego, a możliwości symulatora są wystarczające żeby poznać szczegóły ich działania.

Warunki w instrukcjach

Jednym z istotnych elementów wielu instrukcji jest zapis warunku, który w zależności od wartości logicznej wyrażenia (typu tak/nie) będzie wpływał na wykonanie instrukcji. W wielu językach istnieje oddzielny typ reprezentujący typ logiczny. W języku C nie ma dedykowanego takiego typu i jest on „emulowany” przez typ o najmniejszej zajętości w pamięci, czyli `uint8_t` jako liczba 8-bitowa bez

znaku (jeżeli mamy potrzebę utworzenia zmiennej przechowującej wartość logiczną, przyjmując, że 0 odpowiada nie/false oraz 1 to tak/true). Wyrażenie warunkowe służy do zbadania określonej relacji zachodzącej między zmienną a inną zmienną lub stałą. Zapis tego w języku C odpowiada intuicyjnemu podejściu i ma postać: `<zmienna> <operator relacji> <zmienna>`, gdzie `<zmienna>` jest identyfikatorem zmiennej lub stałą a `<operator relacji>` jest znakiem lub dwuznakiem identyfikującym relację (zapis `<stała> <operator relacji> <stała>` z logicznego punktu widzenia nie ma sensu, choć jest poprawny w sensie gramatyki języka). Tego typu operatory są dwuargumentowe (po obu stronach operatora musi w ogólnym przypadku wystąpić wyrażenie). Dostępne są następujące operatory:

- > to operator *większe*, ma wartość *tak*, jeżeli wartość wyrażenia z lewej strony jest większa od wartości wyrażenia z prawej strony operatora, w przeciwnym wypadku wynikiem jest *nie*,

- >= to operator *większe lub równe*, ma wartość *tak*, jeżeli wartość wyrażenia z lewej strony jest większa lub równa wartości wyrażenia z prawej strony operatora, w przeciwnym wypadku wynikiem jest *nie*,

- < to operator *mniejsze*, ma wartość *tak*, jeżeli wartość wyrażenia z lewej strony jest mniejsza od wartości wyrażenia z prawej strony operatora, w przeciwnym wypadku jest *nie*,

- <= to operator *mniejsze lub równe*, ma wartość *tak*, jeżeli wartość wyrażenia z lewej strony jest mniejsza lub równa z wartością wyrażenia z prawej strony operatora, w przeciwnym wypadku jest *nie*,

- == to operator *równe*, ma wartość *tak* jeżeli wartość wyrażenia z lewej strony jest równa wartości wyrażenia z prawej strony operatora, w przeciwnym wypadku jest *nie*,

- != to operator *różne*, ma wartość *tak*, jeżeli wartość wyrażenia z lewej strony jest inna niż wartość wyrażenia z prawej strony operatora, w przeciwnym wypadku jest *nie*.

Każde wyrażenie logiczne typu <coś> <operator> <coś> jest prostym wyrażeniem logicznym. Dwa takie wyrażenia połączone operatorem logicznym mogą tworzyć bardziej złożone wyrażenia warunkowe. Możliwe są następujące operatory łączące wyrażenia proste:

- || to operator logiczny *or* (alternatywa/suma logiczna/lub),

- && to operator logiczny *and* (koniunkcja/iloczyn logiczny/i).

Występuje jeszcze operator jednoargumentowy negacji (w języku C oznaczany znakiem !). Ten operator dotyczy wyrażenia zapisanego za operatorem.

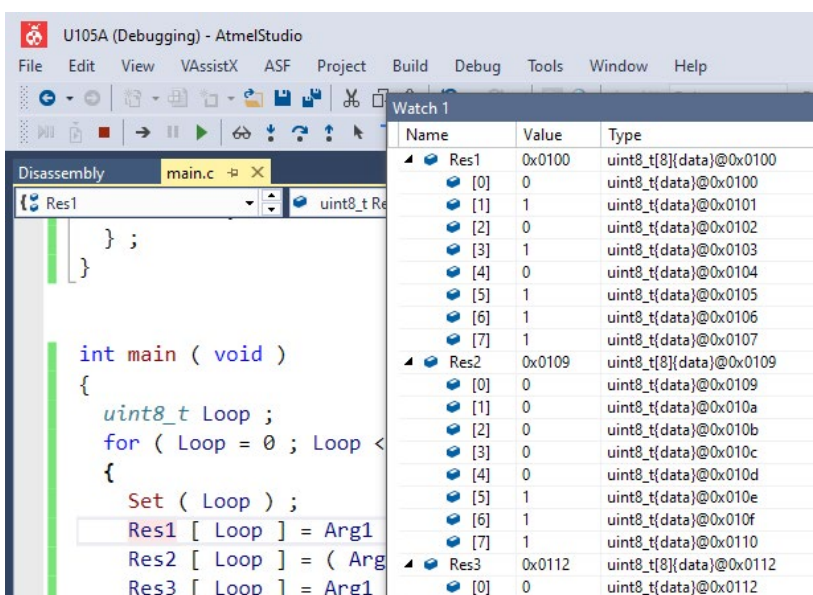
Oprócz zwyczajowo rozumianego podejścia do wyrażen logicznych przedstawionych wyżej, w języku C występuje mniej intuicyjna wersja, przykładowo *if (Zmienna)*, gdzie zmienna jest dowolnego typu (nawet typu *float*). Taka konstrukcja w języku C jest dopuszczalna i przyjmuje wartość *nie*, jeżeli *Zmienna* przechowuje liczbę zero oraz *tak*, jeżeli wartość zmiennej jest różna od zera. Można taki zapis interpretować w sposób pokazany na **rysunku 1**.

W obliczaniu wartości złożonych wyrażen logicznych, poszczególne operatory mają swoje priorytety (podobnie jak w wyrażeniach arytmetycznych w pierwszej

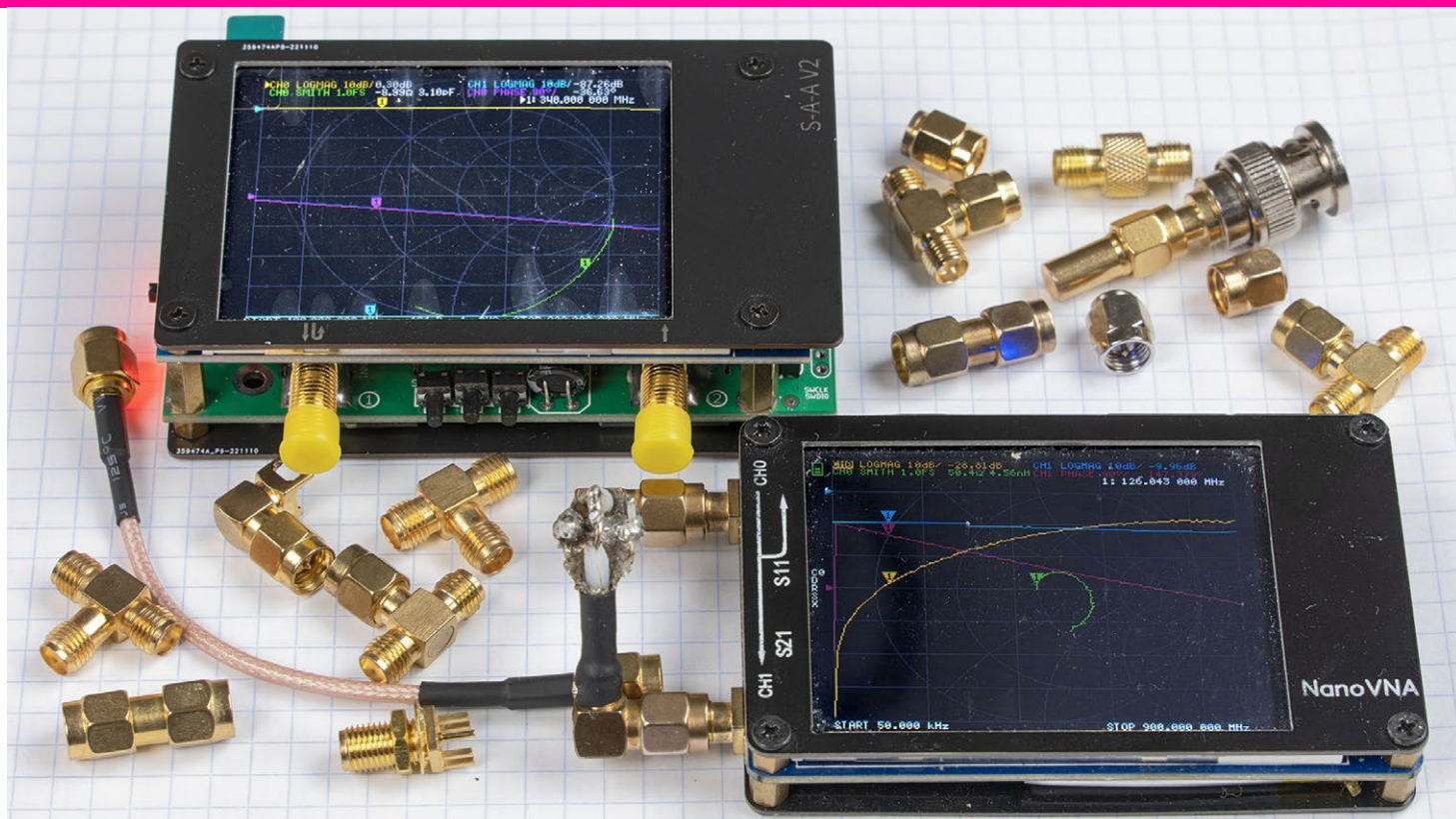
w drugiej dodawania). W sytuacji, gdy występują wątpliwości co do kolejności działań, najlepiej jest użyć zapisu z nawiasami (nadmiar nawiasów jeszcze nigdy nie zaszkodził). Do ilustracji tej problematyki utworzyłem program (U105A, dostępny w materiałach dodatkowych), którego istotną część pokazuje **listing 1**:

```
int main ( void )
{
    uint8_t Loop ;
    for ( Loop = 0 ; Loop < 8 ; Loop ++ )
    {
        Set ( Loop ) ;
        Res1 [ Loop ] = Arg1 || Arg2 && Arg3 ;
        Res2 [ Loop ] = ( Arg1 || Arg2 ) && Arg3 ;
        Res3 [ Loop ] = Arg1 || ( Arg2 && Arg3 ) ;
    } /* for */ ;
    while (1)
    {
    }
}
```

Zadaniem programu jest pokazanie różnicy w obliczaniu wartości wyrażenia z „domyślnym” priorytetem operatorów logicznych oraz z dwoma wariantami priorytetów „narzuconych” poprzez zastosowanie nawiasów. Program w pętli (osiem obrotów) poprzez wywołanie funkcji *Set* inicjuje zmienną „logiczną” na jedną z ośmiu możliwych kombinacji oraz oblicza wartość wyrażenia logicznego *Arg1 || Arg2 && Arg3* (suma logiczna *Arg1* i *Arg2* oraz iloczyn logiczny z *Arg3*). Wyniki obliczeń dla różnych notacji zapisu wyrażenia są zachowane w tablicach *Res1*, *Res2* i *Res3*. Po uruchomieniu programu w symulatorze, z pokazanych wyników (**rysunek 2**) można wysnuć wniosek,



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



Historia nanoVNA – dobrego miernika impedancji

W artykule [NanoVNA – gdzie i którą wersję kupić?](#) przedstawiłem zwięzłą odpowiedź na pytania dotyczące zakupu. Natomiast w poniższym artykule przedstawiam historię rodziny, czy raczej rodzin nanoVNA – przyrządów, które pierwotnie zostały opracowane przez amatorów, a są przydatne każdemu elektronikowi.

Co to jest nanoVNA?
VNA (nie) dla każdego?

Prapoczątki nanoVNA

Pierwsza linia – Gen Hu, czyli hugen79

Meandry dalszego rozwoju

Drugi wątek rozwojowy
flyboob i nanoVNA-F

Jeszcze inne „małeVNA”

Chińskie klony chińskich klonów...

W serii artykułów o numerach zaczynających się od M024 (<https://piotr-gorecki.pl/m024>) przedstawiłem fascynującą historię trzech rodzin popularnych i tanich przyrządów pomiarowych opracowanych pierwotnie przez hobbystów, a dziś masowo produkowanych w Chinach. Ten artykuł ma numer M027 i przedstawia historię mierników zwanych **nanoVNA**.

Co to jest nanoVNA?

Od wielu lat znane i wykorzystywane były wobulATORY, wobuloskopy i analizatory widma. Ich podstawowa zasada działania jest stosunkowo prosta do zrozumienia. Nas teraz interesują przyrządy

zwane **VNA**, które działają zupełnie inaczej. Ich zasada działania i specyfika są tajemnicą nawet dla wielu elektroników. Także z powodu nazwy. VNA to **Vector Network Analyzer** i najwięcej niepewności wnosi słowo *Network*. Jakże to sieci analizuje on w sposób wektorowy?

Sytuację komplikuje fakt, że te przyrządy mierzą impedancję w bardzo szerokim zakresie częstotliwości, nie tylko radiowych, ale też mikrofalowych, a mianowicie do kilku gigaherców, czyli kilku tysięcy megaherców, a wtedy silnie dają o sobie znać tajemnicze zjawiska falowe i mówimy o rozpraszaniu (*scattering*). Ale to zupełnie inna historia.

Moim zdaniem dużo trafniejszą, a zdecydowanie mniej straszącą polską nazwą VNA jest: **wektorowy miernik impedancji**. Tak, ponieważ w sumie podstawową funkcją jest pomiar impedancji. Przynajmniej przy niższych częstotliwościach.

Ja z kosztownego, profesjonalnego analizatora VNA produkcji Hewlett-Packard (**fotografia 1**) korzystałem już ponad 30 lat temu, pracując w jednym z zakładów TELKOM. Obecnie mam możliwość „dotknąć się” do RSA3015 N (**fotografia 2**) – przyrządu typu 4 w 1, który między innymi jest analizatorem VNA o paśmie do 1,5 GHz.

Ale znam i wykorzystuję **nanoVNA** – to **najtańsza na rynku odmiana VNA**. Ja nie jestem specjalistą od techniki w.cz., ani tym bardziej mikrofalowej. Jednak dobrze wiem, że **nanoVNA** albo inna wersja VNA **to genialny przyrząd, który powinien stać się wyposażeniem dosłownie każdej pracowni elektronicznej**. VNA to przyrząd niebywale wszechstronny, ale zdecydowanie zbyt mało znany. Wbrew opisom, nie jest to jedynie analizator anten i innego sprzętu radiowego. **NanoVNA to niewyobrażalnie uniwersalny... omomierz, a właściwie uniwersalny miernik impedancji, a tym samym także miernik pojemności, indukcyjności oraz oczywiście parametrów falowych. Przyrząd, który może też pełnić funkcję TDR.**

Mam dwie tanie wersje nanoVNA, pokazane na **fotografii 3**. Kilku oddzielnych artykułów i filmów wymaga odpowiedź na pytania, jak działa nanoVNA i jak można ten genialny przyrząd wykorzystać w zastosowaniach „nieantenowych” jako znakomity szerokopasmowy miernik impedancji. A w tym artykule przedstawię tylko fascynującą historię nanoVNA.

VNA (nie) dla każdego?

„Prawdziwe” analizatory VNA mają bardzo szerokie pasmo i ogromną dynamikę. „Na dole” zakres pracy może sięgać nawet 10 herców, a „na górze” w najlepszych VNA przekracza 100 GHz. Tak! Jest szerszy niż 100 000 megaherców!

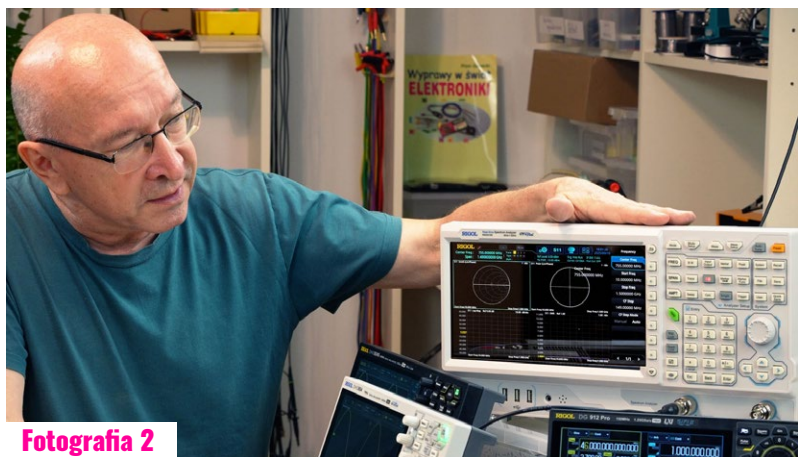
Poszerzanie pasma VNA zarówno w górę, jak też w dół oraz zwiększanie dynamiki jest bardzo kosztowne. Dlatego też ceny profesjonalnych VNA zawsze były i są wysokie, a niektórych wręcz niebotyczne.

Hobbyści, a konkretnie najbardziej zaawansowani krótkofalowcy, od lat próbowali budować rozmaite odmiany VNA. Interującym przykładem sprzed kilku lat może być projekt (**rysunek 4**) ze strony: <https://hforsten.com/improved-homemade-vna.html>.

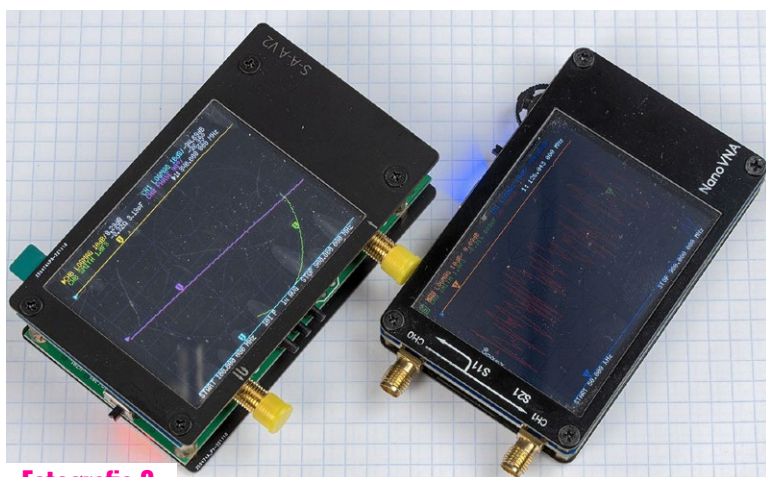
Jednak były to konstrukcje niezbyt atrakcyjne dla



Fotografia 1



Fotografia 2

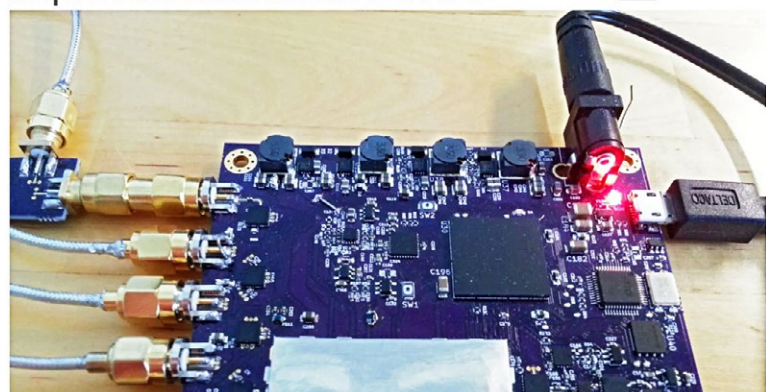


Fotografia 3

<https://hforsten.com/improved-homemade-vna.html>

Improved homemade VNA

Date 2017-03-13



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

Skrzynka pytań i odpowiedzi

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



Jaki kupić dobry niedrogi zasilacz dla elektronika?

(...) wykorzystuję kilka zasilaczy. (...) często to męka
(...) W Pana filmie widzę zalety zasilacza laboratoryjnego. Czy mógłby Pan doradzić, jaki kupić zasilacz laboratoryjny dla elektronika i opisać obsługę? Nie musi być najtańszy. (...) żeby miał naprawdę dobre parametry i był wygodny w obsłudze.

TLDR (*too long; didn't read*), czyli najkrócej dla każdego, kto chce szybko kupić, a nie czytać uzasadnienia: **kup najlepszy, na jaki Cię stać!** Koniecznie z **klasycznym transformatorem i stabilizatorem liniowym, a więc zasilacz ciężki**. Wprawdzie niewiele pieniędzy należy przeznaczyć na jak najlepszy oscyloskop, ale dobry uniwersalny zasilacz też jest ważny. Z doświadczenia wiem, że dobry stosunek możliwości do ceny mają **nowe wersje** zasilaczy KORAD: **KA3005DS**, **KA3005PS** oraz **KKG305D** i **KKG305P**. **NIE KUPUJ starych wersji KA3005D ani KA3005P**. Zasilaczom KORAD poświęcony jest **cały artykuł**, a tutaj dla zainteresowanych cztery „dobre” linki do sklepu autoryzowanego dystrybutora:

[KA3005DS](#)

[KKG305D](#)

[KA3005PS](#)

[KKG305P](#)

A bardziej obszerna [oferta KORAD jest na tej stronie](#).

A teraz szersza odpowiedź. Autor tej prośby zajmuje się elektroniką hobbystycznie i do tej pory nie korzystał z zasilacza laboratoryjnego. W e-mailu nie było informacji **jaki jest akceptowalny górny próg cenowy oraz jak rozumieć „naprawdę dobre parametry”**? Bo zasilacze nazywane laboratoryjnymi można kupić w cenach od nieco ponad 100 złotych do kilkudziesięciu tysięcy złotych.

Kluczowe, naprawdę ważne pytanie jest następujące: czy naprawdę musi to być wysokiej klasy, kosztowny **zasilacz laboratoryjny**, czy może wystarczy przyzwoity **zasilacz warsztatowy**? Określenie „zasilacz laboratoryjny” jest bowiem mocno nadużywane! Szersze rozważania na ten temat przedstawiam [w artykule oznaczonym M080](#).

Zdecydowanej większości hobbystów wcale nie jest potrzebny prawdziwy zasilacz laboratoryjny z mnóstwem opcji i możliwości współpracy z komputerem. Zdecydowanej większości elektroników wystarczy zasilacz **warsztatowy** o sensownych parametrach, który nie ma zaawansowanych funkcji ani możliwości współpracy z komputerem.

Ogólna reguła jest prosta: czym droższy zasilacz i czym lepszy producent, tym lepsze są parametry. Ale „naprawdę dobre”, najbardziej potężne zasilacze laboratoryjne kosztują kilkadziesiąt tysięcy złotych.

Przykłady pokazane są na **rysunku 1**. To jest najwyższa półka. Tańsze prawdziwe zasilacze laboratoryjne kosztują kilka tysięcy złotych, niektóre w granicach 1000...3000 zł, czyli w zasięgu wielu hobbystów. **Ceny tańszych, prawdziwych zasilaczy laboratoryjnych wcale nie są szokujące, tym bardziej, jeśli zwykle chodzi o zasilacze dwu- i trzykanałowe – bo przecież wiadomo, że w pracowni elektronika pojedynczy zasilacz nie wystarczy.**

Jednak pytanie Czytelnika dotyczy nie tyle prawdziwego laboratorium, co raczej pracowni hobbysty elektronika. **Jeżeli ktoś zajmuje się wyłącznie techniką cyfrową, nie potrzebuje zasilacza laboratoryjnego** i prawdopodobnie wystarczy mu jakikolwiek zasilacz dający napięcia w zakresie 1...5 V, a może nawet 3...5 woltów. **Natomiast każdy prawdziwy elektronik powinien mieć w pracowni uniwersalny zasilacz z klasycznym transformatorem i stabilizatorem liniowym**, a nie zasilacz impulsowy.

Dlaczego zasilacz liniowy a nie impulsowy?

Ogólnie biorąc cieszymy się, że dziś zasilacze i ładowarki dużej mocy mają nieduże rozmiary i zaskakująco małą masę – są to bowiem zasilacze **impulsowe**. Ale nie jest tak w przypadku zasilaczy laboratoryjnych, ani nawet lepszych warsztatowych, przeznaczonych do pracowni elektronika. Wtedy fakt, że zasilacz jest impulsowy (a dzięki temu lekki), wcale nie jest zaletą, tylko poważną wadą! Głównie z uwagi na **rozmaite zakłócenia oraz słabe właściwości dynamiczne**. Najprościej biorąc, zasilacze liniowe „nie śmiecą”, natomiast zasilacze impulsowe wytwarzają różne zakłócenia i dają na wyjściu „zaśmieczone napięcie”. Obszerniejsze uzasadnienie, dlaczego powinien to być zasilacz liniowy z klasycznym transformatorem, a nie na pozór lepszy, lżejszy i tańszy zasilacz impulsowy, stopniowo przedstawiam w innych artykułach serii zaczynającej się od artykułu M080 – **rysunek 2**.

A teraz, nie wchodząc w szczegóły: **do roli głównego zasilacza w pracowni elektronika zdecydowanie polecam ciężkie zasilacze analogowe z klasycznymi**

<https://www.mouser.pl/c/power/power-supplies>

Image	Mfr. ↑	Description	Pricing (PLN) ↓
	B&K Precision	Benchtop Power Supplies 1950V/27A/18kW DC	1 86 472,74 zł
	B&K Precision	Benchtop Power Supplies 500V/108A/18kW DC	1 85 434,55 zł
	Keysight	Benchtop Power Supplies Basic AC Power Source, 4000 VA, 310 V, 20 A	1 72 660,37 zł
	Keysight	Benchtop Power Supplies Autoranging System DC Power Supply, 500 V, 60 A, 10000 W, 208 VAC	1 68 053,61 zł

Rysunek 1

Zwłaszcza, jeśli ten elektronik zajmuje się jakimikolwiek układami analogowymi, choćby audio lub pomiarowymi, a nie tylko techniką cyfrową.

Zasilacz liniowy poznajemy po jego ciężarze – masie. Liniowy, klasyczny zasilacz „wielkości” 3005 (30 V, 5 A) ma masę 4 kilogramów lub więcej. Zasilacz impulsowy „wielkości” 3005 ma masę poniżej 2 kilogramów.

Niedrogi prawdziwy zasilacz laboratoryjny

Jeżeli ktoś dysponuje odpowiednim budżetem, niech rozważy zakup prawdziwego zasilacza laboratoryjnego. Oferta jest szeroka, ja niedawno testowałem trzykanałowy **Rigol DP832A**, zaprezentowany na **fotografii 3**.



Naprawdę dobre zasilacze dla profesjonalistów i amatorów

W całościem ZE sukcesywnie przedstawiam informacje i wskazówki dotyczące wyboru sprzętu do pracy czy też do warsztatu elektronika. Były artykuły i filmy dotyczące multimetrów, były artykuły i filmy na temat oscyloskopów, teraz na zasilacze uniwersalne, nasycone laboratoryjne.

Czy potrzebny jest Ci zasilacz LABORATORYJNY? Czy lepiej „alternatywny” „ciężki” multimedialny? Zasilacz regulowany 0-30V/5A Zasilacz 0-30V/5A PS 175

Czy lepiej stary dobry oscyloskop laboratoryjny? Czy lepiej nowy oscyloskop laboratoryjny? Czy lepiej stary oscyloskop laboratoryjny? Czy lepiej nowy oscyloskop laboratoryjny?

Jeśli zasilacz będzie Ci potrzebny, to musisz wiedzieć, że zasilacze laboratoryjne to nie są zwykłe zasilacze, które znajdziesz w sklepie z elektroniką. To są urządzenia, które są zaprojektowane do pracy w warunkach laboratoryjnych. Mają one wiele cech, które odróżniają je od zwykłych zasilaczy. Na przykład, zasilacze laboratoryjne mają bardzo niską wartość współczynnika przeliczenia, co oznacza, że mogą one dostarczać bardzo czyste napięcie wyjściowe. Ponadto, zasilacze laboratoryjne mają bardzo niską wartość współczynnika przeliczenia, co oznacza, że mogą one dostarczać bardzo czyste napięcie wyjściowe.

Niektóre zasilacze laboratoryjne mają bardzo niską wartość współczynnika przeliczenia, co oznacza, że mogą one dostarczać bardzo czyste napięcie wyjściowe. Ponadto, zasilacze laboratoryjne mają bardzo niską wartość współczynnika przeliczenia, co oznacza, że mogą one dostarczać bardzo czyste napięcie wyjściowe.

Rysunek 2



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



Annatsach CC BY-SA 4.0 cropped

Jak działa smartfon?

Czy telefonia 2G to GSM?

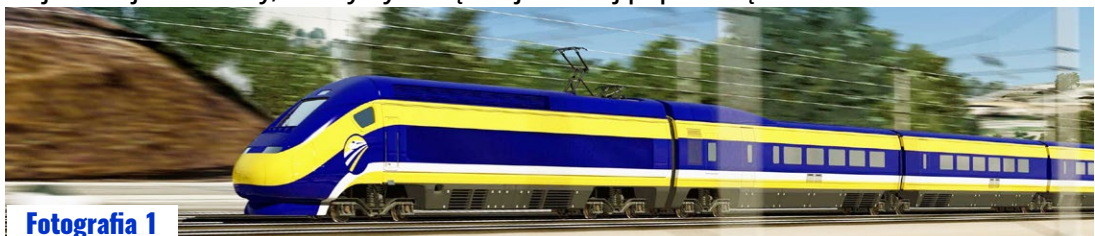
To jest czwarty artykuł serii zainspirowanej pytaniem mojej małżonki: jak działa smartfon? Niestety, nie da się tego wyjaśnić krótko. Po przedstawieniu prehistorii oraz generacji 0G (zerowej) oraz 1G, w tym artykule omawiam, do dziś wykorzystywaną generację telefonii komórkowej, oznaczaną skrótem 2G.

Telefonia mobilna drugiej generacji – 2G
Dlaczego telefonia cyfrowa, a nie analogowa?

Telefonia „ułamkowa” 2,5G oraz 2,75G

Dla osoby „nietechnicznej” próba zrozumienia, jak działa smartfon, jak możliwe jest przesyłanie na dowolne odległości rozmów, tekstów, zdjęć i filmów, przypomina próbę wskoczenia do pędzącego ekspresu (**fotografia 1**). Odpowiedź musi być bardzo obszerna, a osobom „nietechnicznym” nie da się w prosty sposób wyjaśnić wszystkich zadziwiających szczegółów. Jednak można przystępnie wyjaśnić i przybliżyć, pokazać zarys, najważniejsze zasady, a także pewne ciekawostki. Można, tylko w tym celu trzeba wrócić do korzeni pokazać, jak telefonia powstała i jak się zmieniała.

Dlatego w pierwszym artykule serii nieprzypadkowo zacząłem od telegrafu i telegrafu bezprzewodowego oraz omówiłem klasyczne stare telefony i radiotelefony. W drugim artykule doszliśmy do telefonii mobilnej zerowej generacji (0G), która była bardzo kosztowna i mało popularna. W trzecim przedstawiłem pierwszą prawdziwą generację telefonii komórkowej (1G). Pora na do dziś wykorzystywaną i najbardziej popularną 2G.



Fotografia 1

Telefonia mobilna drugiej generacji – 2G

Wcześniej wspomniałem, że lubimy „okrągłe” daty i że pierwsza „prawdziwa” telefonia komórkowa (1G) pojawiła się na początku lat 80. Teraz warto zapamiętać, że **telefonia 2G zaczęła się upowszechniać na świecie od wczesnych lat 90.**

Z jednej strony szybki rozwój techniki cyfrowej, a z drugiej rosnące zapotrzebowanie na telefonię komórkową spowodowały, że szybko podjęto prace nad wdrożeniem mobilnej telefonii cyfrowej – telefonii drugiej generacji (2G). Idealem byłoby, gdyby udało się opracować jeden ogólnosiwiatowy standard cyfrowej telefonii komórkowej. Nie udało się!

W Europie począwszy od roku 1982 opracowywano standard znany jako **GSM**, co pierwotnie znaczyło *Groupe Spécial Mobile*, a dziś znaczy **Global System for Mobile Communications**. Zalecono wszystkim krajom europejskim zarezerwowanie pasm częstotliwości w okolicach 900 MHz na potrzeby nowego systemu cyfrowego. GSM – cyfrowy system drugiej generacji został po raz pierwszy uruchomiony pod koniec roku 1991 w Finlandii. Za pierwszy telefon cyfrowej generacji 2G (GSM) uznaje się Nokii 1011 – **rysunek 1**. Jej masa to prawie pół kilograma! Nam telefony drugiej generacji kojarzą się głównie z marką Nokia – **fotografia 2**.

W nazwie GSM jest słowo Global, ale w USA opracowano i wdrożono zdecydowanie inny system cyfrowej telefonii komórkowej – D-AMPS (Digital AMPS), znany też jako TDMA. Właśnie skrót TDMA wskazuje, że system D-AMPS był podobny do GSM.

Ale w USA powstał też system cdmaOne (CDMA, IS-95 – Interim Standard 95), który działał na zupełnie innej, zaskakującej zasadzie, nazywanej właśnie CDMA. Skróty FDMA, TDMA i CDMA rozszyfruję i objaśnię w innym artykule.

W Japonii opracowano i wykorzystywano inny, własny, cyfrowy system PDC (Personal Digital Cellular).

Santeri Viinamäki CC BY-SA 4.0 cropped



<https://www.mobilephonemuseum.com/phone-detail/1011>



Rysunek 1

NOKIA 1011

10 listopada 1992

475 gramów

Nokia 1011 jest powszechnie uważana za pierwszy telefon GSM (2G) na rynku masowym. Miał podobną konstrukcję do analogowej (1G) Nokii 121, która była biznesową wersją Nokii 101.

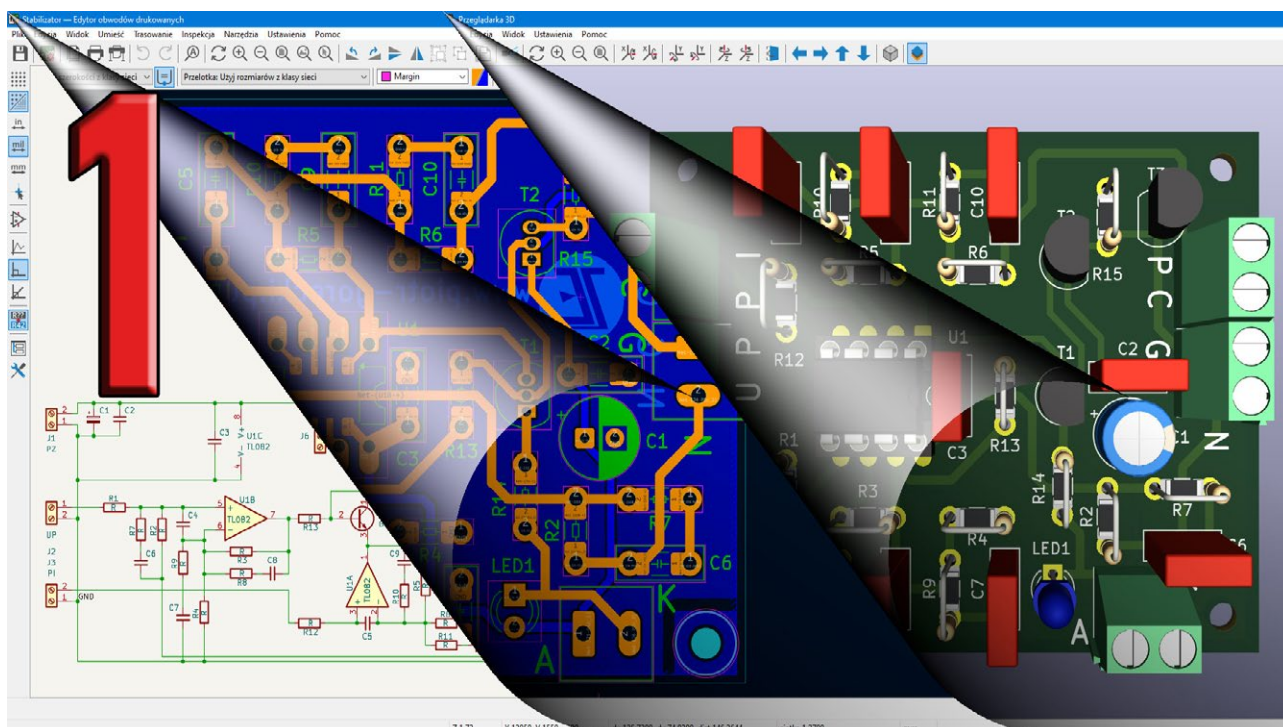
Nokia 1011 łatwo odróżnić od Nokii 101 czy Nokii 121 po charakterystycznym diamentowym kształcie słuchawki.

Co ciekawe, Nokia 121 używała tej samej czarnej klawiatury, która, podobnie jak klawiatura w 1011, ulegała zużyciu na krawędziach, przez co stawały się białe.

Poszczególne kraje mogły przyjąć któryś z wymienionych, albo jeszcze inny system. W każdym razie **największą popularność zdobył europejski standard GSM, który realizował (i nadal realizuje) około 85% światowego mobilnego ruchu telefonicznego.** Warto dodać, że u nas, w Europie, telefonię drugiej generacji (2G) kojarzymy tylko ze standardem GSM, który powstał w Europie. W sumie słusznie, bo stary europejski system GSM nadal realizuje zdecydowaną większość rozmów telefonicznych na świecie. Tak, ale pamiętajmy, że w USA, Japonii, Korei Południowej i w niektórych innych państwach, zamiast GSM wykorzystano inne systemy, też należące do drugiej generacji (2G).

W każdym razie, europejski system GSM to wprawdzie dominująca część, ale tylko część telefonii 2G.

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



Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad (1)

To jest pierwszy artykuł zwięzłego, praktycznego kursu projektowania płytek drukowanych za pomocą mającego wprawdzie pewne znaczące wady, ale za to w pełni darmowego pakietu projektowego KiCad. W kilku artykułach bardzo przystępnie, krok po kroku omówiony zostanie cały proces projektowania płytki.

Dlaczego jednak KiCad?

Co trzeba wiedzieć na początek?

Etapy procesu projektowania płytki

Co to jest KiCad i jakie ma możliwości?

KiCad wersja Polska

Pierwsze uruchomienie

Tabele bibliotek

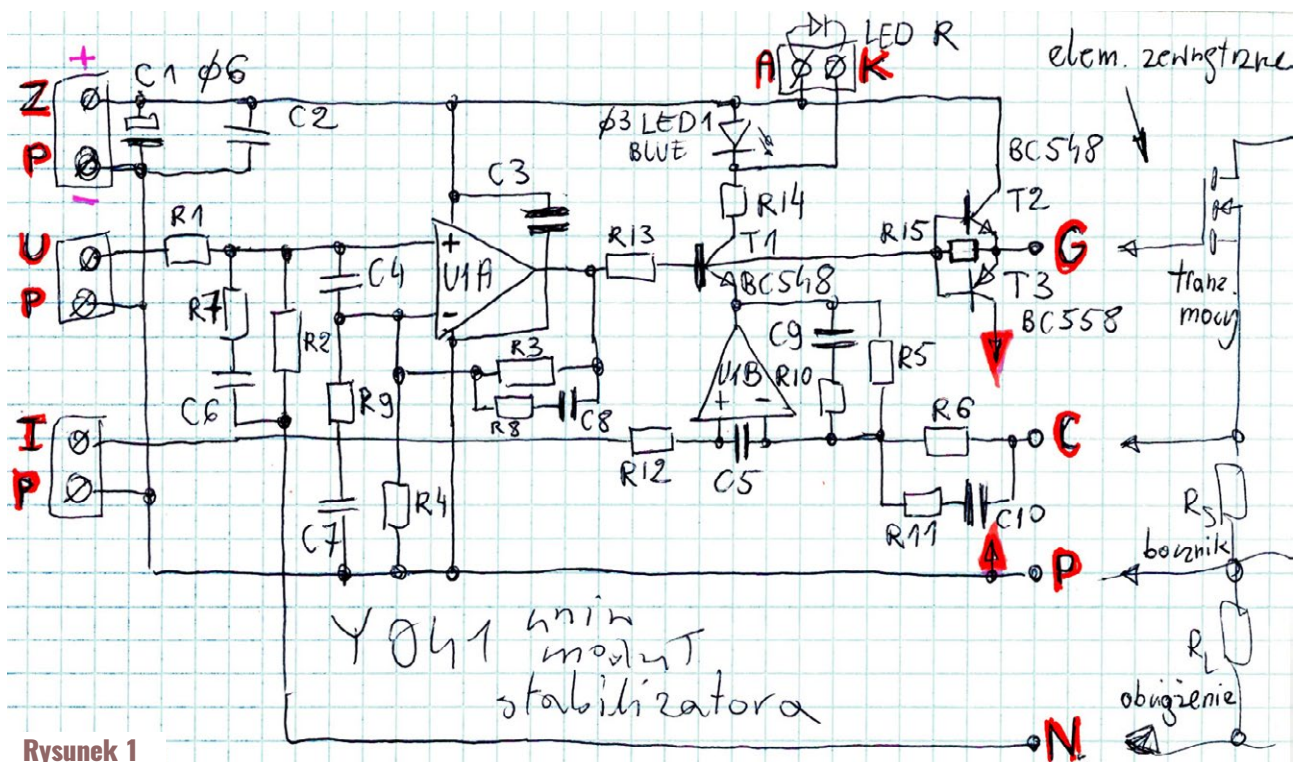
Menadżer wtyczek i treści

Ustawienia KiCada

Osoby, które chciałyby nauczyć się projektowania płytek drukowanych często są przytłoczone stopniem skomplikowania wykorzystywanych do tego programów, mnóstwem dostępnych opcji i koniecznością rozmaitych wyborów, których trzeba dokonać i przy konfiguracji, i podczas samego projektowania. Wielu rezygnuje po wstępnych próbach lub nawet takich prób nie zaczyna. Inni szukają programu projektowego jak najprostszego w obsłudze, co zwykle okazuje się dużym błędem albo nawet ślepą uliczką, bo najprostsze programy mają wiele ograniczeń, które później nie pozwalają zrealizować bardziej zaawansowanych projektów.

Właśnie dlatego w kilku artykułach tej pierwszej części cyklu niejako poprowadzimy Cię za rękę i wspólnie zrealizujemy nieskomplikowany projekt krok po kroku. Nie będziemy wnikać we wszystkie szczegóły i opcje – skoncentrujemy się na najważniejszym, czyli na zaprojektowaniu, oraz wykonaniu profesjonalnej jakości płytki drukowanej.

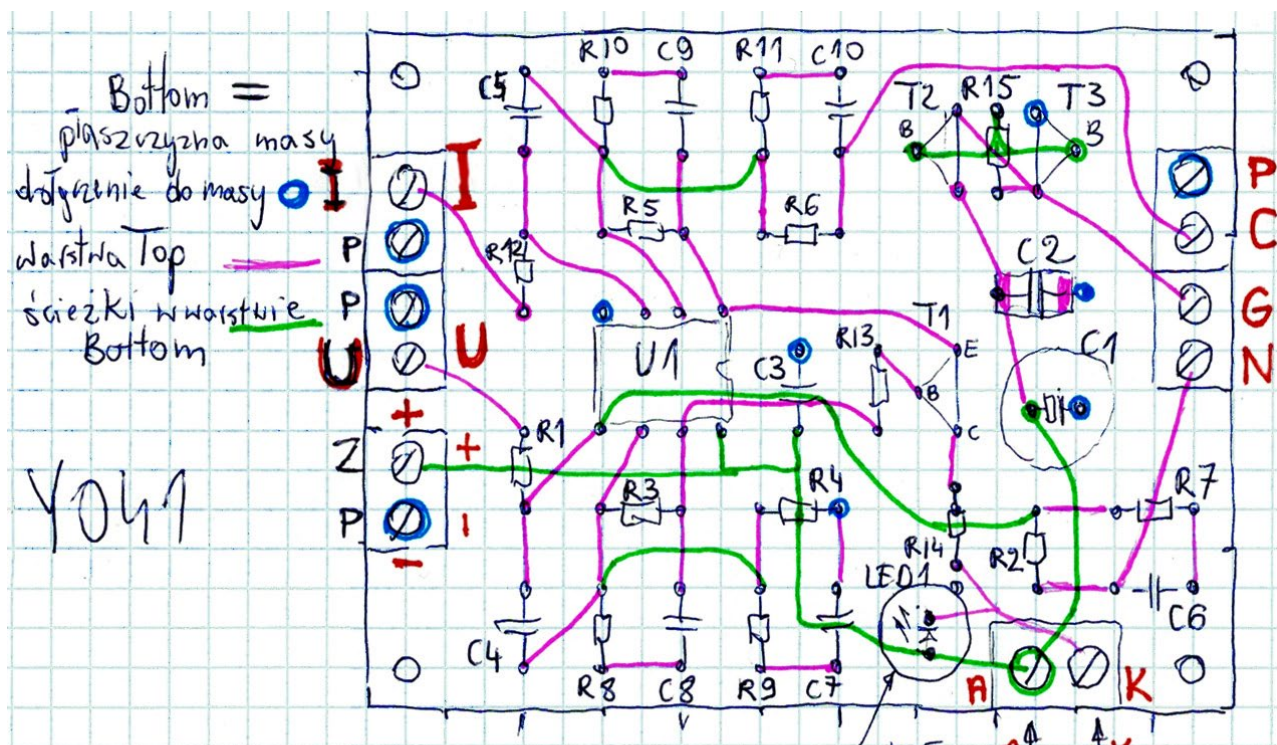
Natomiast w drugiej części cyklu podanych jest mnóstwo dodatkowych wiadomości. Niektóre zawierają ogólne informacje związane z projektowaniem płytek. Inne przybliżają trudniejsze aspekty zagadnienia i przedstawiają dodatkowe funkcje i możliwości programu KiCad.



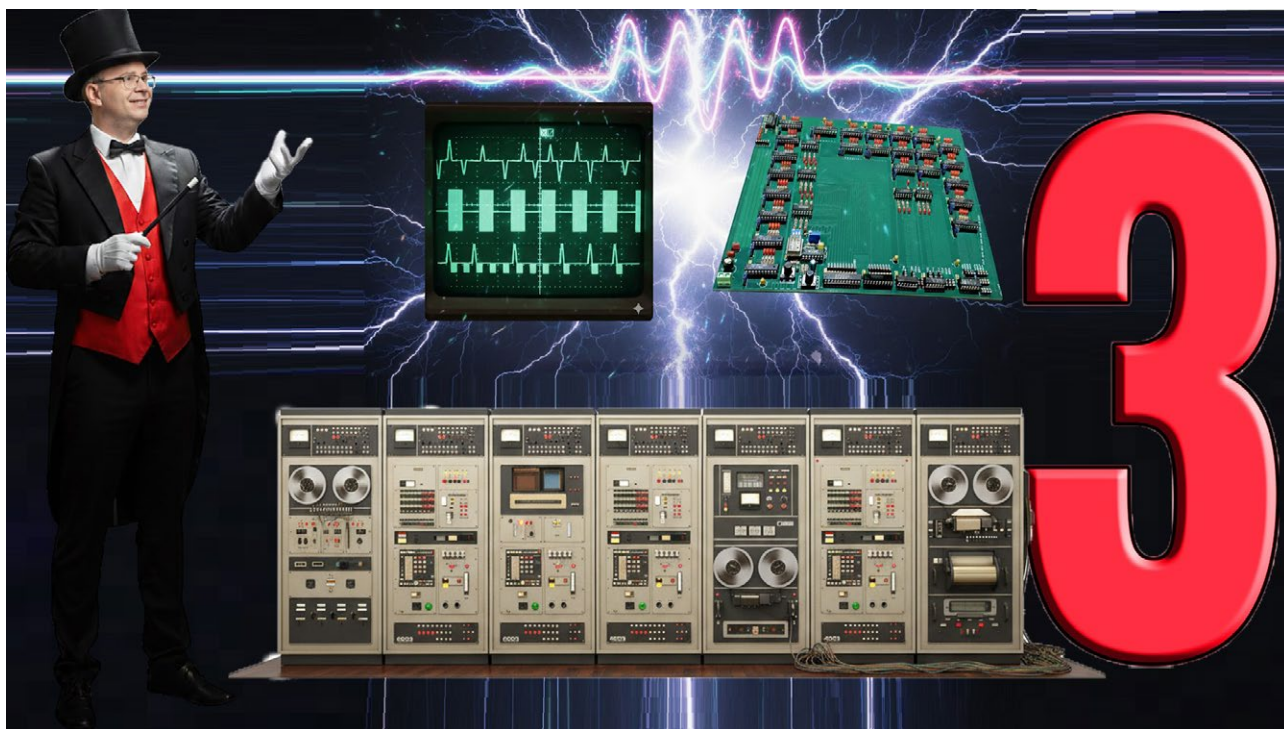
Rysunek 1

Zaprojektujemy płytkę uniwersalnego, eksperymentalnego modułu stabilizatora liniowego, którą możesz wykorzystać do realizacji własnego zasilacza o atrakcyjnych parametrach. W tym i w następnych artykułach w przystępny sposób pokazany jest cały proces projektowania płytki drukowanej na podstawie

narysowanego na kartce schematu widocznego na **rysunku 1**. W niektórych przypadkach znaczenie ma typ i rozmieszczenie użytych elementów. Autor schematu może przedstawić pewne wymagania i zalecenia dotyczące płytki drukowanej. W przypadku tego schematu zalecenia takie pokazane są na **rysunku 2**.



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



Moja konfrontacja z szybkimi sygnałami cyfrowymi

Cykl ten opowiada o moich badaniach szybkich sygnałów cyfrowych przy pomocy płytki testowej, która została zaprojektowana w świadomy sposób, zgodnie z zasadami HIGH-SPEED. Wyciągnięte wnioski praktyczne, podparte teorią, pomogą mi prawidłowo zbudować komputer TTL.

Impulsy przy różnym obciążeniu wyjścia głównego drivera

Impulsy na wyjściach 74FCT827

Impulsy na wyjściach 74ACT541

Impulsy na wyjściach 74ACT04

Impulsy na wyjściach 74F125

Impulsy na wyjściu 74FCT827 obsługujące kaskadę liczników

Krótko o odgązleniach w liniach transmisyjnych

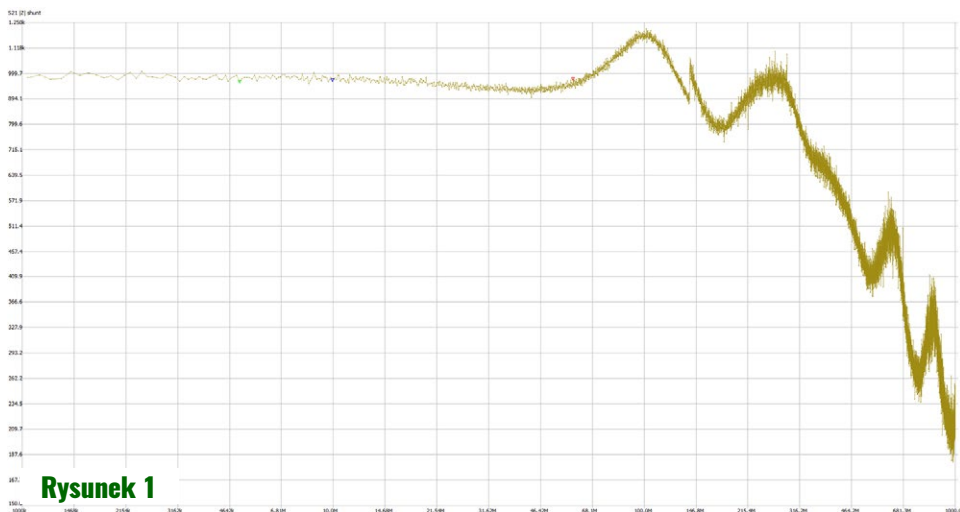
W poprzedniej części w przystępny sposób scharakteryzowałem pojęcie linii długiej. Empirycznie udowodniłem również, że ścieżki prowadzone pod kątem 90° nie wpływają realnie na sygnały o zboczach trwających pojedyncze nanosekundy. Ponadto omówiłem najważniejsze kwestie dotyczące wykonywania pomiarów za pomocą sond oscyloskopowych.

W tym wykładzie przedstawię i omówię towarzyszące zjawiska, dotyczące przesyłanych sygnałów po liniach mikropaskowych o różnej długości. Linie te będą napędzać różne rodzaje szybkich driverów, jak również szybkie funktry logiczne. W tych testach będę stosować domyślną termina-

cję szeregową, lecz zaprezentuję też kształty impulsów przy jej braku.

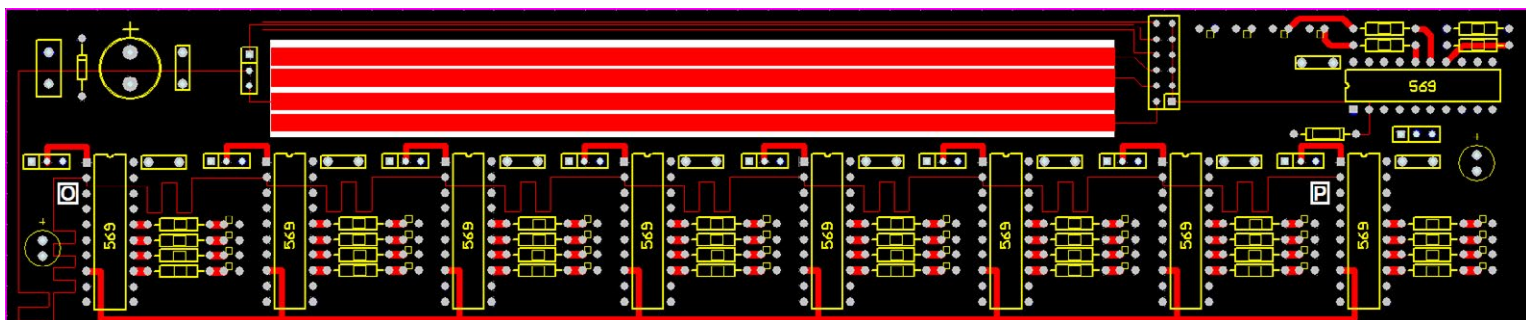
Pragnę na początku przypomnieć, że oscylogramy przedstawione w tym odcinku wykonane są za pomocą bardzo prostej sondy rezystancyjnej, o tłumieniu 21:1 (chyba, że napisano inaczej), ogólnikowo omówionej w poprzednim odcinku. W związku z tym wszystkie wartości napięć na dziajkę należy pomnożyć dla ułatwienia przez dwa. Na **rysunku 1** (na następnej stronie) przedstawiona jest impedancja tej sondy w dziedzinie częstotliwości. Pomiar został wykonany przyrządem NanoVNA, uprzednio poddanym pięciostopniowej kalibracji. W związku z czym, pomiar został przeprowadzony za pomocą sieci dwuportowej.

Z wykresu można wywnioskować, że impedancja sondy w paśmie użytkowym mojego oscyloskopu (100 MHz), jak również sporo dalej, jest bardzo wysoka, co jest korzystne, bo nie obciąża znacząco badanego układu, ale to nie jest jedyny jej walor. Chcę również zaznaczyć, że sondę tę wykonałem bardzo niestarannie i nie przywiązywałem wagi do szczegółów, których jestem jak najbardziej świadomy. Decyzja o wykonaniu tej sondy w ten sposób była podyktowana tylko i wyłącznie tym, że mam do dyspozycji oscyloskop o przeciętnych parametrach, jak na dzisiejsze czasy, i nie byłbym i tak w stanie uchwycić żadnych detali, które być może występują daleko poza pasmem użytkowym mojego oscyloskopu. Podsumowując, dzięki zastosowaniu tego typu sondy jestem w stanie wykonywać pomiary, które są bardziej rzetelne i rzeczywiste, niż byłoby to w przypadku zwykłej sondy pasywnej, nawet ze zredukowaną pasywnością indukcyjności.

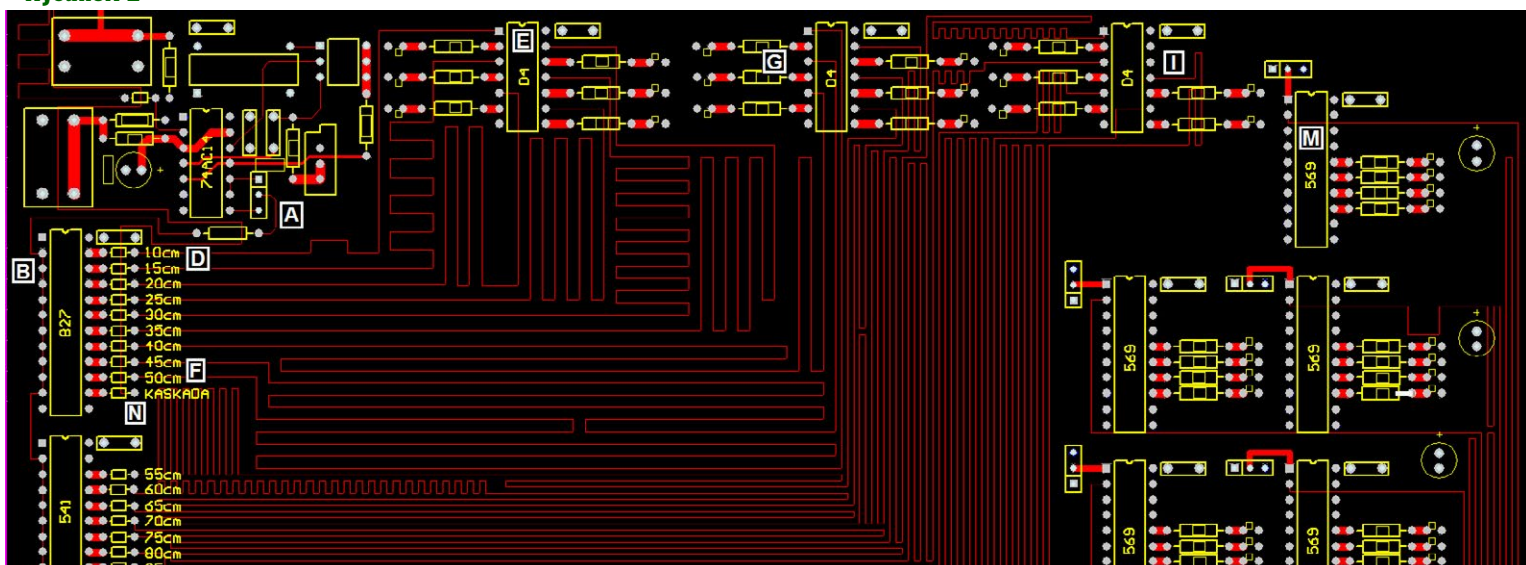


Rysunek 1

Rysunek 2, 3 oraz 4 przedstawiają topologię połączeń płytki PCB na warstwie TOP. Białe litery w kwadratowych ramkach od [A] do [P] są znacznikami, gdzie wykonywany był pomiar parametrów. W poniższych podtytułach znaczniki te będą się pojawiać przy opisach oscylogramów. Warto zwrócić na nie uwagę i przeanalizować towarzyszącą im drogę sygnału, aby mieć lepszą orientację w ogólnej analizie.



Rysunek 2



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

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 1/2026

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 spowodowane wynikiem eksperymentów inspirowanych treścią czasopisma i strony internetowej.

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

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

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

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