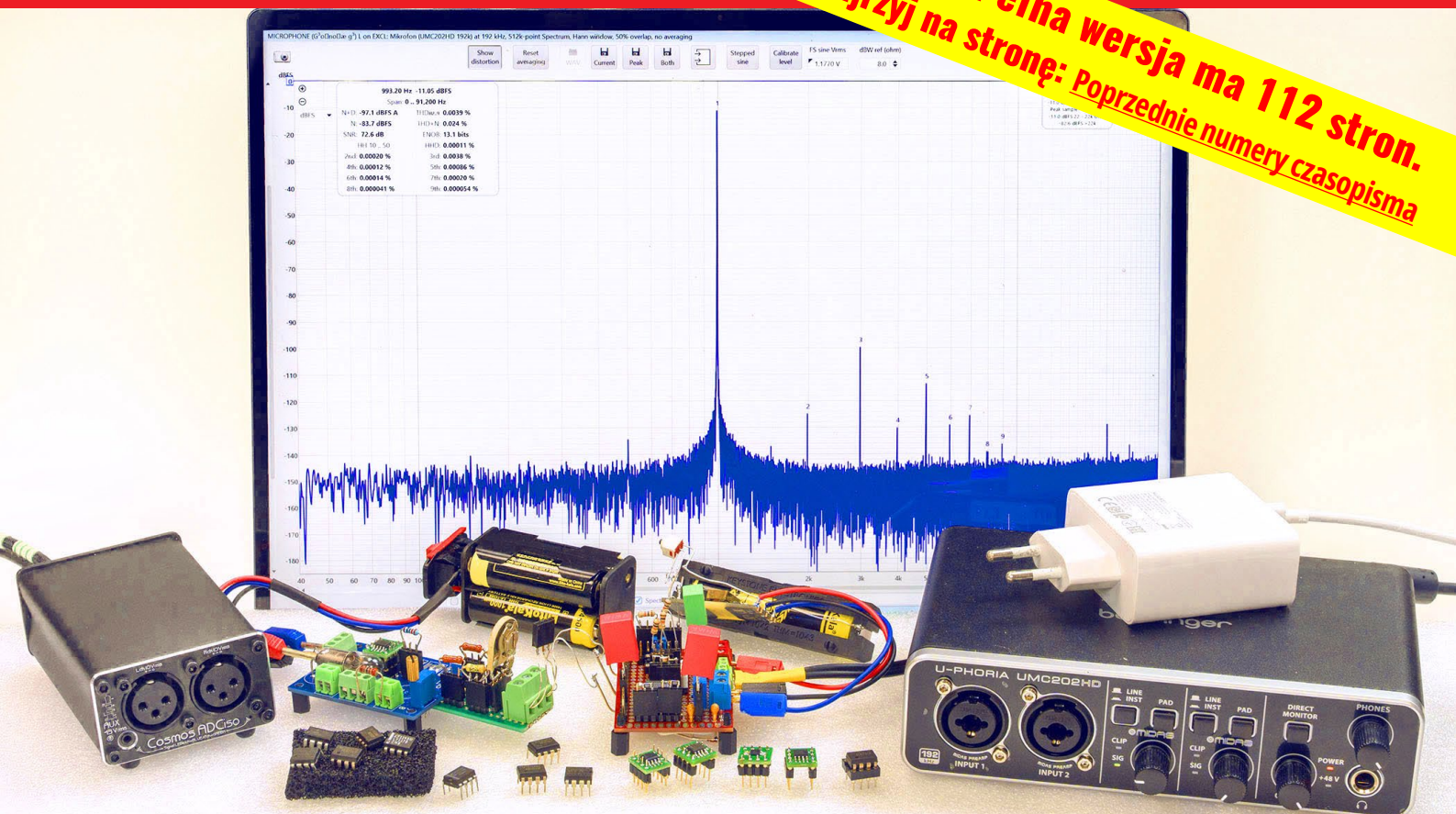


Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 112 stron.
Jeśli chcesz nabyć pełne wersje dowolnych numerów ZE, zajrzyj na stronę: Poprzednie numery czasopisma

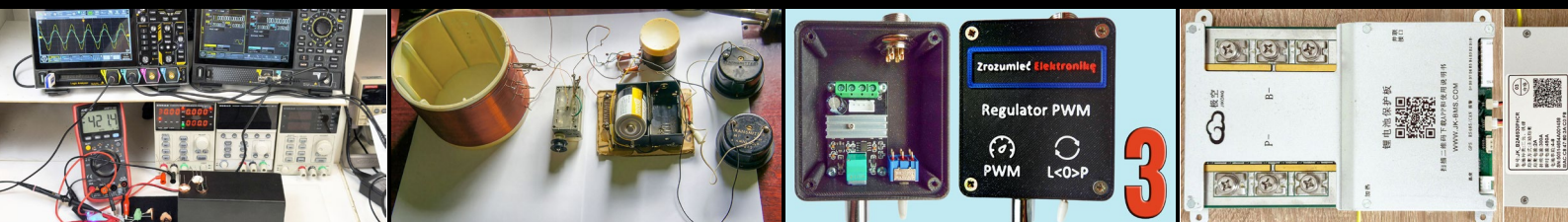
9/2026 Wrzesień (45)

piotr-gorecki.pl



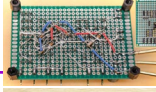
Eksperymentalna przystawka pomiarowa do kart audio

- Programator i debugger w Xplained Mini • Czy można zrobić MOSFET-a w warunkach domowych?
- Moduł wyświetlacza z układem TM1637 • Impulsowy test oscyloskopów i sond pomiarowych
- Generatory z mostkiem Wiena • BMS w akumulatorze – co to i po co? • Zakup przełączników „ręcznych”
- Odbiornik detektorowy i nie tylko detektorowy • Kondensator – zdolność gromadzenia w nim energii



Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana jest dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez Patronite.pl

Zawartość numeru 9/2026

- 18**  [Eksperymentalna przystawka pomiarowa do kart audio](#)
Artykuł przedstawia bardzo prostą, uniwersalną dwukanałową przystawkę, przeznaczoną do wygodnego przeprowadzania pomiarów audio oraz do rozmaitych testów. Zaletą jest prostota, a z drugiej strony łatwość dostosowania do konkretnych potrzeb i eksperymentów, w szczególności do badania problemu szumów.
- 3** [Słowo wstępne – wrzesień](#)
- 4** [Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników](#)
- 10** [Łamigłówki elektroniczne Wrzesień 2026](#)
- 12** [Rozwiązania Łamigłówek Lipiec 2026](#)
- 28**  [Czy można zrobić MOSFET-a w warunkach domowych?](#)
- 36**  [Programator i debugger w Xplained Mini](#)
- 45**  [Przystawki, sondy i dodatki do sprzętu pomiarowego](#)
- 47**  [Moduł wyświetlacza z układem TM1637](#)
- 53**  [Mikroprocesorowa ośla łączka, część 28](#)
- 66**  [Impulsowy test oscyloskopów i sond pomiarowych, część 2](#)
- 71**  [Generatory z mostkiem Wiena \(1\)](#)
- 78**  [BMS w akumulatorze – co to i po co?](#)
- 86**  [Zakup przekaźników „rtęciowych”](#)
- 90**  [Elektroenergetyka – przesył i dystrybucja, część 4](#)
- 93**  [Odbiornik detektorowy i nie tylko detektorowy](#)
- 98**  [Kondensator – zdolność gromadzenia w nim energii](#)
- 104**  [Druk 3D – wykorzystanie kreatorów, część 3](#)

Zrozumieć **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – wrzesień



Witam!

Wielu Czytelników wróciło już z wakacji i urlopów, więc pora wrócić też do praktycznego uprawiania elektroniki. Znakomitą okazją jest projekt okładowy. Prościutka przystawka wraz z programem REW otwierają drogę nie tylko do wykorzystania komputera z dobrą kartą audio w roli znakomitego przyrządu pomiarowego. Przystawka pozwala przeprowadzać pomiary, ale także testować wzmacniacze operacyjne i ich rozmaite konfiguracje, między innymi badać zniekształcenia i poziom szumów – możliwości o jakich dawniej można było tylko pomarzyć...

Pierwszy z cyklu artykuł **Generatory z mostkiem Wiena (1)** to łagodne wprowadzenie do tematu generatorów o znikomym małych zniekształceniach, co też wiąże się z tematem zniekształceń.

Polecam też zaskakujący artykuł: **Czy można zrobić MOSFET-a w warunkach domowych?** Spróbuj!

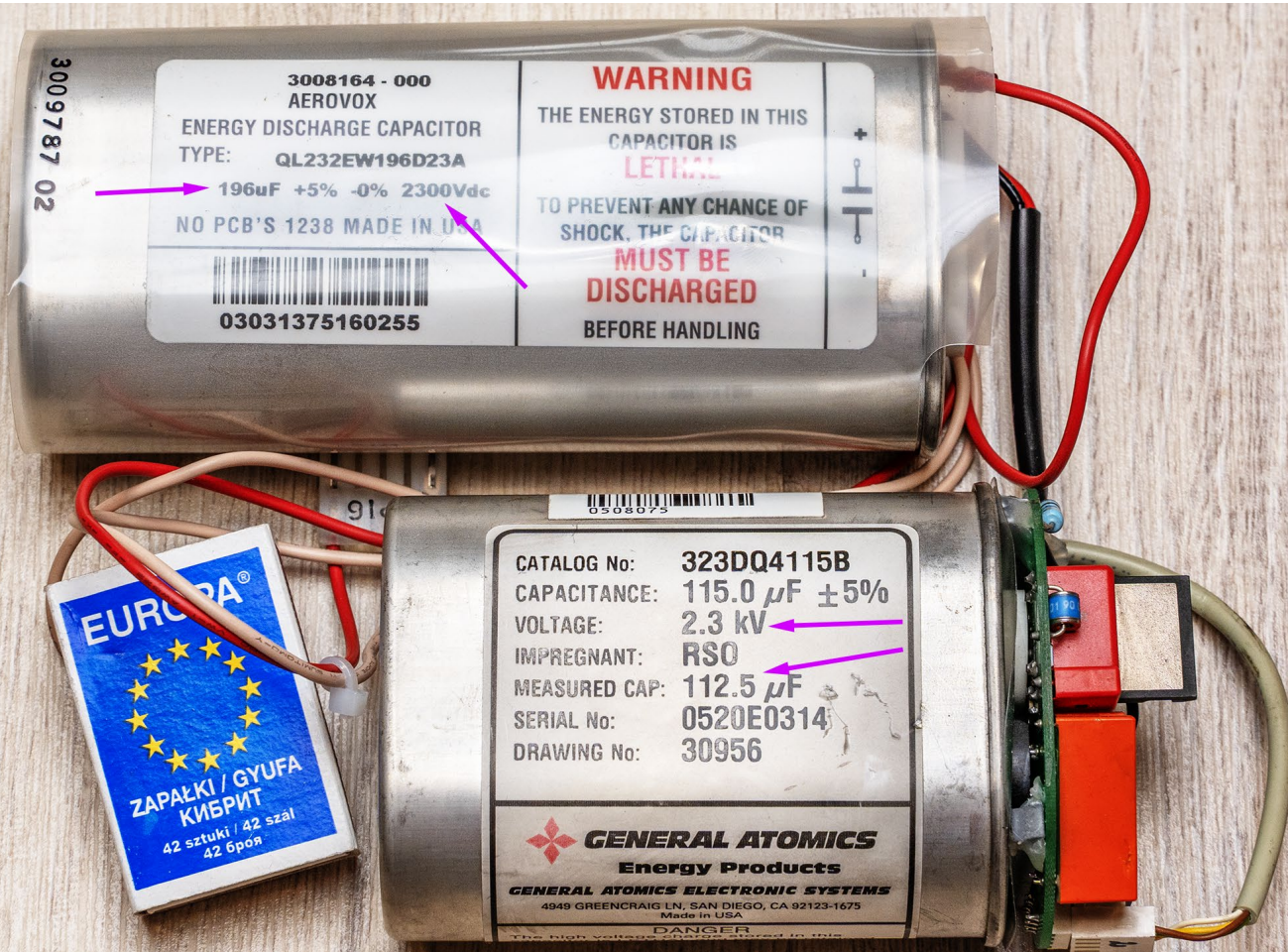
Bardzo ważne praktyczne informacje są zawarte w artykule **BMS w akumulatorze – co to i po co?** Materiał pokazuje, jak zbudowane są popularne „beemesy” oraz jakie mają zalety i słabości.

W poprzednim numerze zajmowaliśmy się diodami tunelowymi. W artykule **Odbiornik detektorowy i nie tylko detektorowy** jest przykład wykorzystania takiej diody w roli... wzmacniacza.

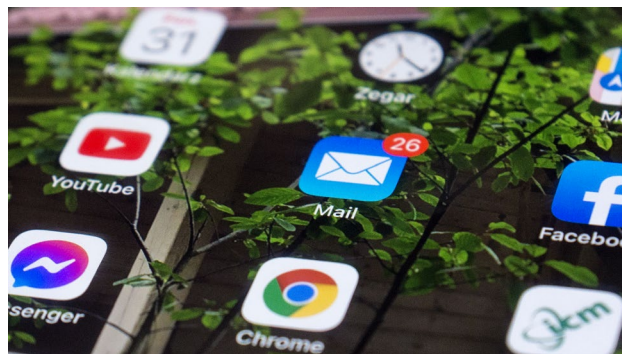
W cyklu „drukarskim” artykuł **Druk 3D – wykorzystanie kreatorów** pokazuje, jak prosto i szybko można przygotować porządną płytę czołową.

Polecam wszystkie artykuły **Andrzeja Pawluczuka** dotyczące „cyfrówki”, materiał o energetyce, kolejny raport z testu oscyloskopów i sond, a także przypominający podstawy artykuł **Kondensator – zdolność gromadzenia w nim energii**.

Pozdrawiam serdecznie
Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

Otrzymałem bardzo interesujący e-mail w sprawie odbiorników detektorowych:

Dzień dobry, tutaj Krzysztof Kleczyński.

Jestem inżynierem elektronikiem po Politechnice Warszawskiej – obecnie na emeryturze. (...) do anteny programu pierwszego Polskiego Radia pod Solcem Kujawskim mam w prostej linii około 210 kilometrów. (...) Był rok chyba 1959 albo 1960 i w tej mojej dziurze, Rawie, nie można było dostać części radiowych. (...) Dostępny był tylko kondensator zmienny z demobilu. W końcu wyprosiłem od przewijacza silników drut nawojowy i zrobiłem cewkę. Jakiś kryształek gdzieś załatwiłem i słuchawki. Mieszkalem w domu, gdzie nie można było założyć anteny, więc chciałem się podłączyć do sieci przez kondensator i oczywiście był ogień, dym i na tym się skończyło. (...) Po wielu latach (...) wybudowałem (...) prawdziwą antenę. (...) Uziemienie zakopane głęboko (...) Cewka radia detektorowego (...) o średnicy jakieś 130 mm. (...) Jako detektor – dioda germanowa, kryształek, dioda krzemowa – wszystko gra, nawet stare kombinerki i żyłotka z ołówkiem zaostrzonym – to nie jest krytyczne.

(...) kupiłem też diodę tunelową, na której zrobiłem odbiornik detektorowy z podpolaryzowaniem z ogniw 1,5 V. To gra na Warszawie 1 bardzo głośno – o wiele głośniejsze niż odbiornik detektorowy – oczywiście z moimi słuchawkami, tylko ma jedną wadę – niemiłosiernie szumi.

Pozdrawiam i życzę dużo zdrowia. Stay Tuned.

Krzysztof Kleczyński

Już w tym numerze udało się przygotować artykuł, który pokazuje szczegóły i zawiera liczne wskazówki.

Dzień dobry, kilka moich uwag do ZE 2608:

1. List czytelnika na temat silnego iskrzenia wyłącznika. Moim zdaniem winne jest ładowanie kondensatora po stronie pierwotnej zasilacza. Jeśli softstart nie pomaga, to mam kilka innych pomysłów:

a) Zamontować stycznik i włączać go wyłącznikiem. Styczniki są bardziej odporne.

b) Założyć gasik równoległe do wyłącznika.

c) Przetaczać po stronie wtórnej – pytanie jaki jest pobór mocy przez ten zasilacz bez obciążenia, ale jeśli to współczesny zasilacz impulsowy, to może być pomijalnie mały.

Wyłącznik to jedno, ale takie udary prądowe mogą też w końcu uszkodzić zasilacz – np. widziałem bezpiecznik zwłoczny, który mimo swojej zwłoczności w końcu się poddał. Poza tym mamy diody, czy sam kondensator, dla których to też nie jest zdrowe. Dlatego w miarę możliwości sugerowałbym rozwiązanie trzecie.

2. Problem z akumulatorem Li-Ion. Elektronika zabezpieczająca w tych akumulatorach, które rozbierałem, zawsze była od strony minusa, ale przestrzegam przed używaniem takiego „niepewnego” akumulatora. Wątpię, żeby uszkodzona była sama elektronika. Przestrzegałem też kiedyś kolegę, który „wiedział lepiej” i mimo wszystko ładował taki akumulator. Na szczęście zdążył wyrzucić go przez okno, gdy ten zaczął syczeć, i wybuch nastąpił już w locie...

3. W artykule o kondensatorach wspomniał pan o istnieniu pojemności własnej („self capacitance”). Może mógłby pan omówić ją szerzej? W jaki sposób metalowa kula może mieć pojemność? Względem czego jest ona liczona i jak to fizycznie działa? Nie chodzi o wzory (te są łatwe do znalezienia), a o intuicyjne wyjaśnienie tematu. W elektronice, gdy z jednej strony mamy

nadmiar ładunku, to z drugiej mamy niedomiar, tak żeby wypadkowy ładunek wynosił zero, a tutaj... z jednej strony mamy nadmiar ładunku, a „drugiej strony” nie ma? Ogólnie dobrze byłoby zobaczyć artykuł lub serię o elektrostatyce.

Temat nie jest jedynie teoretyczny – ma znaczenie np. przy odbiorze sygnałów o bardzo niskich częstotliwościach, gdy antena jest tak naprawdę próbnikiem pola elektrycznego.

4. Wspomina pan też o „kopiących klamkach” w domu. Proponuję prostą sztuczkę, mianowicie noszenie przy sobie czegoś metalowego, np. klucza. Dotknięcie klamki ręką kopie, ale rozładowanie się przez dotknięcie jej trzymanym w ręku kluczem już nie, bo iskra przeskakuje do klucza, a nie do ręki. Prąd nadal przechodzi przez ciało, ale wpływa do dłoni przez całą powierzchnię chwytu klucza, a nie przez jeden punkt, i przy takim rozproszeniu już tego nie czuć (przynajmniej podejrzewam, że taki jest mechanizm, choć mam w głowie też inne wytłumaczenie – że iskra „razi” termicznie, a nie elektrycznie; pierwsze wyjaśnienie wydaje mi się bardziej prawdopodobne).

Pozdrawiam
Circuit Chaos

<https://www.youtube.com/@CircuitChaos>
<https://github.com/CircuitChaos>

Sprawę self capacitance (pojemności własnej) elektroniki praktyk powinien uznać za wymysł teoretyków, jako pojemność względem Ziemi, a przede wszystkim nie zawracać sobie tym głowy. Jeżeli chodzi o „omówienie szerzej”, to nie warto ruszać tego szczegółu, na szczęście mało znanego w Polsce, natomiast stopniowo szerzej omówimy w ZE problemy ze zrozumieniem ładunku elektrycznego. Ładunek elektryczny można nazwać postawą elektryczności, ale problem w tym, że po pierwsze nadal nie wiemy jeszcze wszystkiego o elektromagnetyzmie, a co dużo gorsze – niewłaściwe zrozumienie, nadmierne uproszczenia i skróty myślowe poważnie utrudniają zrozumienie wielu kluczowych zagadnień. Właśnie dlatego w ZE koncentruję się na energii i na polach, a w rubryce z łamigłówkami pojawiają się zadania dotyczące niewłaściwego rozumienia ładunku elektrycznego. Pomału przygotowuję też artykuł tego dotyczący.

Witam Panie Piotrze,

po raz kolejny jestem pod wrażeniem ogromu przekazywanej wiedzy i doboru tematów. Tym razem niesamowicie (jak dla mnie) trafnym wyborem był cykl artykułów o KiCADzie. Myślę, że tak jak wielu użytkowników darmowego niegdyś EAGLE zostałem niemile zaskoczony jego komercjalizacją i znacznym

utrudnieniem dostępu oraz coraz poważniejszymi ograniczeniami. W związku z tym od dawna nosiłem się z zamiarem przejścia na KiCADa, jednak zdecydowanie inna filozofia pracy oraz brak dobrego poradnika wprowadzającego w początki pracy z programem spowodowały, iż moje usiłowania spełzły na niczym.

Dopiero bardzo wyczerpujący cykl artykułów napisanych przez Pana i Pana Kawę pozwolił mi rozpocząć pracę z KiCADem. Troszkę „przeraził” mnie komentarz, iż ze względu na obszerność tematu zostanie on potraktowany skrótowo, lecz pocieszyły mnie kolejne kontynuacje tematu. Przecież przy tego rodzaju programach istotne są właśnie niuanse, a samodzielne ich poznawanie jest możliwe dopiero po osiągnięciu pewnego, dość wysokiego poziomu wejścia. Przedstawione opisy i wskazówki są wręcz idealne i mimo pewnych różnic w najnowszej, 10. już wersji, sprawdzają się doskonale. Mam nadzieję, że pomimo kolejnych zastrzeżeń co do niemożności pełnego opisu ze względu na jego potencjalną obszerność, cykl będzie kontynuowany. Z niecierpliwością czekam na lekcję tworzenia własnych symboli i footprintów i to zarówno od zera jak też w wersji edycji i modyfikacji, istniejących już w bibliotekach, wzorców. W żadnej bibliotece nie udało mi się znaleźć otworów montażowych, które składałyby się w zasadzie z samego otworu. Te dostępne w bibliotekach mają dodatkowy pierścień o sporej średnicy i trudno je czasem umieścić na płycie bez naruszenia reguł.

Pozostaję z szacunkiem, pozdrawiam i jak zawsze czekam z niecierpliwością na kolejną porcję wiedzy.

Wojciech T. Gabara

Dziękujemy za miłe słowa! A ja do Krzysztofa Kawy przekazałem prośbę, żeby pomyślał o napisaniu artykułu o tworzeniu footprintów. W tym o opisie naszych kroków, które doprowadziły do powstania potrzebnego mi dobrego, uniwersalnego footprintu podwójnego wzmacniacza operacyjnego z towarzyszącymi kondensatorami odsprężającymi. Takiego, który pozwoliłby wlutować i wersję DIP8, i SOIC-8. A może uda się przymierzyć do kolejnej wersji, która dodatkowo pozwoliłaby w to samo miejsce wlutować jeszcze mniejszą MSOP (RM-8)?

Dzień dobry,

czytam właśnie artykuł o przystawce do pomiarów audio [wstępną wersję] i nachodzi mnie smutna refleksja, że czegoś tu brakuje. A moim zdaniem brakuje (o czym już kiedyś panu pisałem) wstępnego artykułu o rodzajach i zasadach pomiaru szumów i zniekształceń toru audio. To nie musi być cykl rozłożony na x artykułów, najeżony wyższą matematyką. Sądzę, że zupełnie wystarczyłoby krótkie kompendium,

obejmujące definicje różnych skal dB i interpretację pomiarów w tychże skalach, np. na przykładzie programu REW, definicje THD, S/N itp. Wspominałem już o tym – tego rodzaju przystępnego kompendium nie ma! A w każdym razie ja go nigdy nie znalazłem. Sądzę, że tego rodzaju artykuł byłby bardzo, bardzo potrzebny.

Serdecznie pozdrawiam
Szymon Burian

Temat skal decybelowych można omówić krótko, natomiast nie widzę możliwości sensownego wyjaśnienia pozostałych wątków, w tym bardzo obszernego i trudnego tematu szumów, w „krótkim kompendium” w postaci jednego teoretycznego artykułu. Właśnie jednym z celów realizacji tej prostej przystawki jest propozycja poniekąd odwrotna. Mianowicie zaczynam od realizacji przystawki i od pokazania kilku intrygujących wyników pomiarów. Następne artykuły na jej temat będą obejmować między innymi właśnie praktyczne pokazanie, czym różnią się poszczególne wzmacniacze operacyjne, chociażby w kwestii szumów.

Zachęcam do realizacji i wypróbowania prostej przystawki, choćby w wersji jednokanałowej, do próby jej praktycznego wykorzystania i do zwracania uwagi także na problem szumów. Dalsze informacje przyniosą gotowy już projekt generatora sinusoidalnego o znikomych zniekształceniach oraz kolejny, nad którym pracuję w ramach zadania o identyfikacji podróbek wzmacniaczy operacyjnych. A swoją drogą – może już pisałem, że potrzebuję wsparcia w zmontowaniu i wstępnym przetestowaniu superultraniskoszumnego przedwzmacniacza o gęstości szumów napięciowych dużo niższej niż 1 nanowolt na pierwiastek z herca. Mam nadzieję, że dzięki tej serii projektów każdy chętny dosłownie dotknie się do tematu szumów i stopniowo wspólnie go zgłębimy w sposób praktyczny.

Witam Panie Piotrze,

oglądając Pana filmy o oscyloskopach, postanowiłem sobie taki zafundować. Kupiłem taki jak w temacie, ale od razu zaczęły się schody przy zmianie języka. Te chińskie „krzaczki” i symbole nic mi nie mówią. Czy mógłby mi Pan w tym pomóc. A może już Pan to opisał w ZE, to proszę o podanie roku i numeru. Nie wszystkie czytam od deski do deski.

Serdecznie pozdrawiam
Andrzej

Odpowiedziałem z pewnym opóźnieniem i wysłałem zdjęcia, jak to wygląda w moim DHO924S. Otrzymałem odpowiedź:

Dzień dobry, menu w obu oscyloskopach jest jednokowe. Dziękuję za pomoc. Odpowiadam dopiero teraz, ponieważ byłem przeziębiony i nie włączałem komputera.

Serdecznie pozdrawiam
Andrzej

Zamieszczam tę korespondencję jako ostrzeżenie, żeby zawsze zwracać uwagę, gdzie w menu jest wybór języka, by nie zmienić przypadkowo na chiński, bo nie zawsze łatwo potem znaleźć pomoc.

Dzień dobry,

Szanowny Panie Piotrze, chciałem Pana zapytać o dodatkowe wyposażenie do oscyloskopu, a mianowicie kable i inne.

Chodzi mi o terminatory końcowe i przelotowe, kable BNC-BNC, trójniki itp. Wiem, że na rynku jest tego sporo nie mówiąc już o chińskich portalach. Ale ja bym chciał sobie powoli taki zestaw skompletować tylko nie mam za bardzo doświadczenia, jakie firmy wybierać. Jako hobbysta nie potrzebuję najwyższej klasy, bo i tak tego nie wykorzystam, ale chcę mieć coś dobrego i wartego swej ceny. No i stąd moje pytanie: gdzie to kupić i jakiej firmy, aby zapłacić za jakość, a nie przepłacać za samą markę.

Będę bardzo wdzięczny za udzieloną odpowiedź.

Serdecznie pozdrawiam i gratuluję rewelacyjnego czasopisma.

Paweł

Sprzęt renomowanych firm jest drogi. Owszem, posiadanie markowego wyposażenia daje satysfakcję, ale ja uważam, że dla hobbysty całkowicie wystarczą przyzwoitej jakości wyroby chińskie. „Galanteria oscyloskopowa” to nie jest produkcja masowa i nie ma tu wyrobów śmiesznie tanich.



Warto zwracać uwagę na opinię, obserwujących i obroty sklepu. Wiele wtyków i gniazd jest przynajmniej częściowo złożonych. Są droższe, ale i lepsze.

Ja ostatnio kupowałem między innymi w dobrym sklepie LBSF, reduktory BNC-SMA https://s.click.aliexpress.com/e/_c3Rw2n8L, nasadki do różnych „szybkich generatorów”: https://s.click.aliexpress.com/e/_c3qouYWx, zwykłe gniazda BNC https://s.click.aliexpress.com/e/_c3Bh9X43, w dobrym sklepie cleqee kabel BNC https://s.click.aliexpress.com/e/_c3U6P2kj, trójniki („czwórniki”) BNC i reduktory N/BNC https://s.click.aliexpress.com/e/_c34wl6WL, wcześniej różne reduktory https://s.click.aliexpress.com/e/_c4VP8RIN, kabelki BNC i SMA https://s.click.aliexpress.com/e/_c3dBBAZh, niewykorzystane do dziś przejściówki https://s.click.aliexpress.com/e/_c4WxoFxD https://s.click.aliexpress.com/e/_c30gLtC3.

Te pozycje mogę z czystym sumieniem polecić.

Dzień dobry,

może Pan zna ten artykuł? A jak nie, to może Pana zainteresować na okoliczność filmów i artykułów, w których poruszane są zagadnienia pola magnetycznego. I wykorzystać w podobnym eksperymencie. Tylko może być problem z kondensatorami. Magazyn Nuts & Volts -Maszyna Z-Pinch z Wielkiego Wybuchu https://www.nutsvolts.com/magazine/article/the-big-bang-z-pinch-machine?utm_medium=email&hsmi=34341077&utm_content=34341077&utm_source=hs_email.

Pozdrawiam

Tadeusz Suszał

Dzień dobry,

tym razem link do filmu o „darmowej energii”. Z racji poruszanej w nim tematyki może być inspiracją do Pana artykułów i filmów. W kontekście przekazywania energii. Trafiłem na ten film przez serwis

<https://www.electronicrepairfaq.com/>.

Ale jest on również na YouTube – Porównanie diod do pozyskiwania energii z fal radiowych

<https://www.youtube.com/watch?v=q4HRnD1LW-MY&t=280s>. Interesujący eksperyment.

Pozdrawiam

Tadeusz Suszał

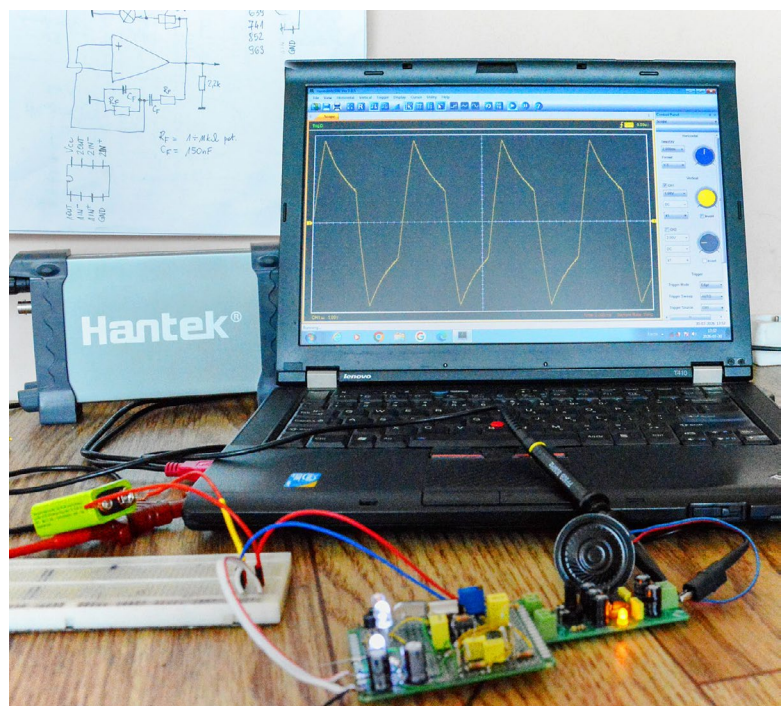
Tadeusz zachęcił mnie do poszukania podobnych kondensatorów. Z początku myślałem, że szanse na niedrogi zakup są zerowe, ale ku memu zaskoczeniu udało mi się kupić dwie sztuki po akceptowalnych cenach – efekt na stronie 3.

Witam,

Panie Piotrze mam prośbę o wyjaśnienie dziwnego dla mnie zjawiska, o ile czas na to Panu pozwoli. Mam generator „sinus” z mostkiem Wiena (stabilizowany żarówką) i daje on piękną sinusoidę. Chcąc wykorzystać go do generowania częstotliwości „solfeżowych” połączyłem go ze wzmacniaczem zbudowanym na układzie LM386 (aplikacja o wzmacnieniu 20) i podglądnąłem sygnał na głośniku. Ku memu zdumieniu nie była to sinusoida. Pomyślałem, że na pewno coś skopałem i kupiłem taki gotowy wzmacniacz (...), ustawiłem go na wzmacnienie 20. No niestety, na głośniku przebieg napięcia jest niepodobny do sygnału z generatora, widać to na załączonym zdjęciu. Przebieg napięcia na głośniku staje się sinusoidą wtedy, gdy już nic nie słychać. Nie rozumiem, co się dzieje, czy to oddziaływanie głośnika zmienia kształt sygnału, czy tak ma być?

Serdecznie pozdrawiam

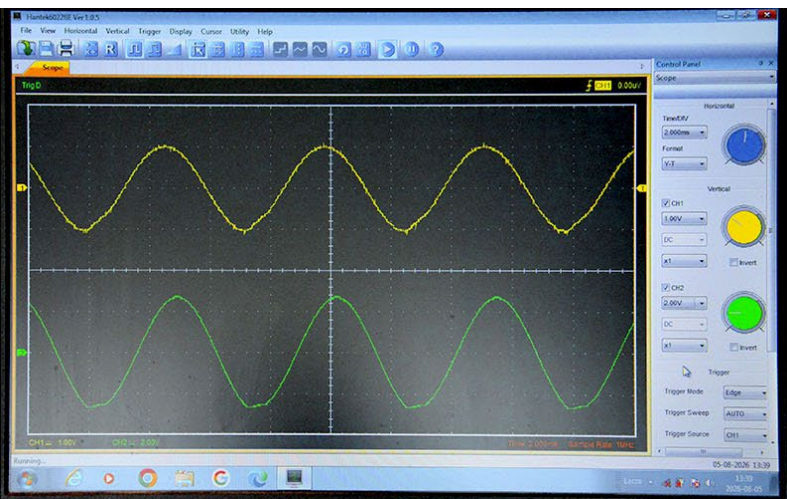
Bogusław



Najpierw napisałem, że zdalnie nie sposób wyjaśnić szczegółów i że należałoby sprawdzić, jakie jest rzeczywiste wzmacnienie LM386 oraz zmierzyć amplitudę i kształt sygnału na wyjściu generatora sinusa. Najpierw bez obciążenia, potem po dołączeniu obciążenia – wzmacniacza. Otrzymałem e-mail:

Witam ponownie Panie Piotrze,

uczyniłem jak Pan radził, fotografia [pierwsze ujęcie] pokazuje sytuację, gdy sygnał wyjściowy z generatora jest mały, wtedy na głośniku nie ma zniekształceń. Zielony = generator, żółty = głośnik. [Drugie ujęcie] pokazuje sytuację, gdy sygnał z generatora jest większy.



Dokładnie zmierzyłem, że zniekształcenia zaczynają się, gdy na wejściu wzmacniacza LM386 (pin3) napięcie wynosi ± 120 mV, wtedy na głośniku jest ± 2 V, w takiej sytuacji dźwięk jest prawie niesłyszalny. Dobrze słyszalny dźwięk jest, gdy amplituda na głośniku ok. ± 3 V, a wtedy zniekształcenia są już duże. Omawiany wzmacniacz (...) ma na wejściu potencjometr 10 k, poza tym jest zgodny ze schematem w karcie katalogowej LM386 dla wzmocnienia $\times 20$. Chyba trzeba szukać innego wzmacniacza?

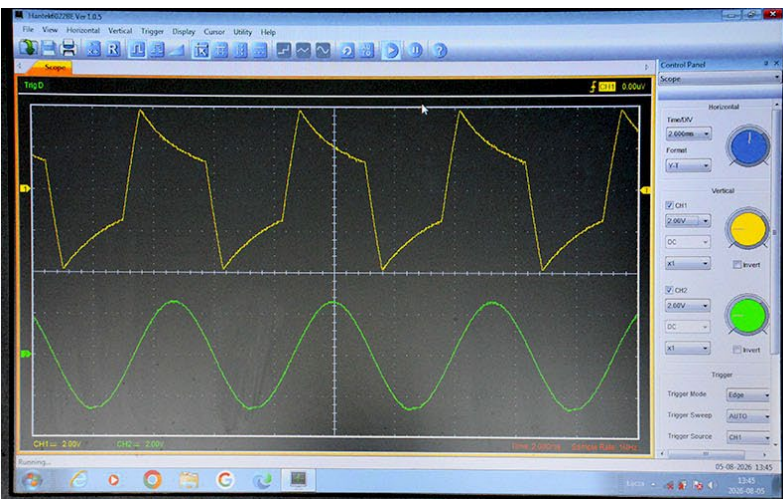
Pozdrawiam
Bogusław

Odpowiedziałem, że generalnie LM386 to jedno z gorszych rozwiązań, ale wskazałem też, że w przypadku czystego sinusa, jego głośność będzie umiarkowana, tym bardziej, że sądząc z fotografii, częstotliwość pokazanego przebiegu jest niska, poniżej 200 herców. Natomiast gdy sygnał jest zniekształcony, czyli gdy zawiera harmoniczne, jest dużo głośniejszy. Zaproponowałem, by podczas testów zwiększyć częstotliwość do 1...2 kHz, a potem ewentualnie zmniejszyć do potrzebnych wartości „solfeżowych”.

Witam,

mam prośbę o stworzenie schematu i dobranie podzespołów do urządzenia elektronicznego o następującej funkcjonalności:

- podłączane do gniazdka elektrycznego prądu zmiennego 230 V, z opcją na amerykańskie 110 V (może to być oddzielna wersja urządzenia pod takie zasilanie),
- zamieniające na prąd stały (np. 12 V), pulsacyjny o fali kwadratowej z regulowaną manualnie (pokrętełko, potencjometr?) częstotliwością na wyjściu w zakresie od 100 do ok. 1500 Hz – o ile to możliwe interesuje mnie też uzyskanie częstotliwości 150 MHz,
- posiadające jakiś prosty wyświetlacz informujący o wybranej częstotliwości – jeśli chodzi o częstotliwość 150 MHz, może to być inny przełącznik na tę częstotliwość ustawioną „na sztywno” i wtedy ta wartość nawet



nie musi się wyświetlać na wyświetlaczu, wystarczy oddzielna lampeczka LED przy przełączniku, a stosowne oznaczenie będzie wtedy na obudowie,
– na wyjściu wystarczy mi dwa kabelki – do urządzenia będzie podłączany odbiornik tych częstotliwości,

Wiem, że można to w jakiś prosty sposób zrobić na Arduino, ale na tym moja wiedza o elektronice się kończy, a poza tym gdzieś mi mignęło w czasopiśmie (zacząłem przeglądać), że programowanie Arduino może stwarzać jakieś problemy, a zależy mi na prostocie urządzenia, bezawaryjności oraz na lokalnej dostępności podzespołów (żeby np. nie być uzależnionym od Chińczyków), no i najlepiej by było, żebym mógł je samodzielnie montować (najprostsze lutowanie ogarniam). Potrzebuję też wskazania gdzie takie podzespoły o odpowiedniej jakości mógłbym zakupić w Polsce. (...)

Pozdrawiam
Kuba

Najprościej biorąc, informacji jest za mało, żeby się definitywnie odnieść do takiej propozycji. Wygląda na to, że chodzi o coś w rodzaju generatora impulsów prostokątnych o amplitudzie 12 V i częstotliwości regulowanej w zakresie 100...1500 Hz, docelowo do 150 megaherców.

Przede wszystkim nie wiadomo, jaki ma być prąd i moc takiego urządzenia. Czy impulsy mają być jednokierunkowe, czy może bipolarne (na przemian dodatni i ujemny). Czy wypełnienie ma wynosić 50%? A może impulsy w zakresie 0,1...1,5 kHz powinny mieć stałą długość, a trzeba tylko zmieniać częstotliwość? Czy częstotliwość może być regulowana skokowo, czy konieczna jest płynna regulacja (znikomy skok)?

Wiele zależy od potrzebnej mocy (prądu). Jeśli moc jest mała, rzędu wata czy nawet kilkunastu watów, to w zakresie częstotliwości do 1500 Hz żadnego problemu nie ma. Ale jeżeli górna granica częstotliwości ma sięgać 150 MHz, to kwestia mocy wyjściowej od początku staje się sporym problemem.

Od tego, jaka ma być moc wyjściowa, zależy też kwestia zasilania. Jeśli moc jest mała, to być może można wykorzystać popularny uniwersalny zasilacz impulsowy, który ma zakres napięć wejściowych od 100 do ponad 250 woltów.

Nie mam pojęcia, do czego miałyby służyć tego rodzaju proste urządzenie, ale przypomniały mi się dawne czasy, kiedy zostałem poproszony przez bardzo bliską osobę, której nie mogłem odmówić, o zrealizowanie dla niej Zappera Huldy Clark, tylko w „porządnej wersji”. Jak się szybko okazało, Zappera zaawansowanego, w wersji z bardzo prostą obsługą, analogowego, z automatycznym przemiataniem w trzech zakresach.

Zbadałem temat i okazało się, że tylko podstawowa wersja Zappera jest prosta, a „czym dalej w las, tym więcej drzew”. Wyszły liczne kwestie techniczne, a przede wszystkim kwestia odpowiedzialności, gdyby coś stało się „klientowi – pacjentowi”. Z tematu na pozór prościutkiego, zrobił się poważny projekt „okołomedyczny”.

Ostatecznie zrealizowałem nie jedną, tylko dwie wersje trzyzakresowego Zappera o górnej częstotliwości pracy kilku megaherców (na trzecim zakresie). Jest sporo osób, które są święcie przekonane o ich skuteczności, ale to oddzielna kwestia do dyskusji. Piszę o tym dlatego, że wtedy na początku wydawało się, że chodzi o śmiesznie prosty układ elektroniczny (oryginalny zapper Huldy Clark to jedynie podstawowa aplikacja 555 – multiwibrator), a potem uściślanie szczegółów pokazało, że jest to bardzo poważny i wymagający projekt, mający rozmaite aspekty, w tym medyczne i prawne.

*Dzień dobry,
kiedyś tak regulowano wzmocnienie.*

Schemat w załączniku.

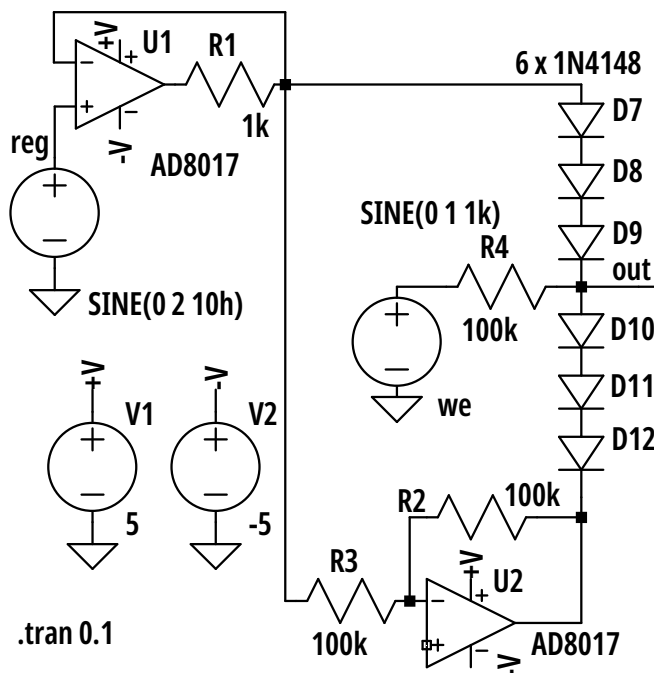
Wyjaśnienia w:

<https://youtu.be/EOshDZ1v30M>.

(...)

Pozdrawiam

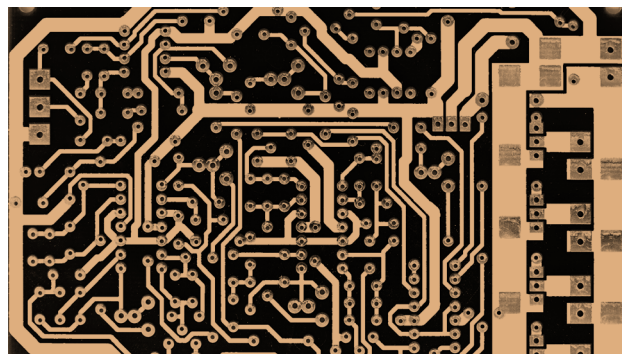
Sławomir Skrzyński



Jak widać, chodzi o wykorzystanie zmian rezystancji dynamicznej diod, o czym pisałem w kilku niedawnych artykułach i mówiłem w filmach.

Łamigłówki elektroniczne

Wrzesień 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 czy upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie i Internecie.

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

Co to jest? 2609

Zagadka 2609

Policz 2609

Jak odpowiesz? 2609

Co to jest? 2609

Na **fotografii obok** pokazany jest pewien element elektroniczny, którego część oznaczenia została ukryta.

Pytanie konkursowe brzmi:

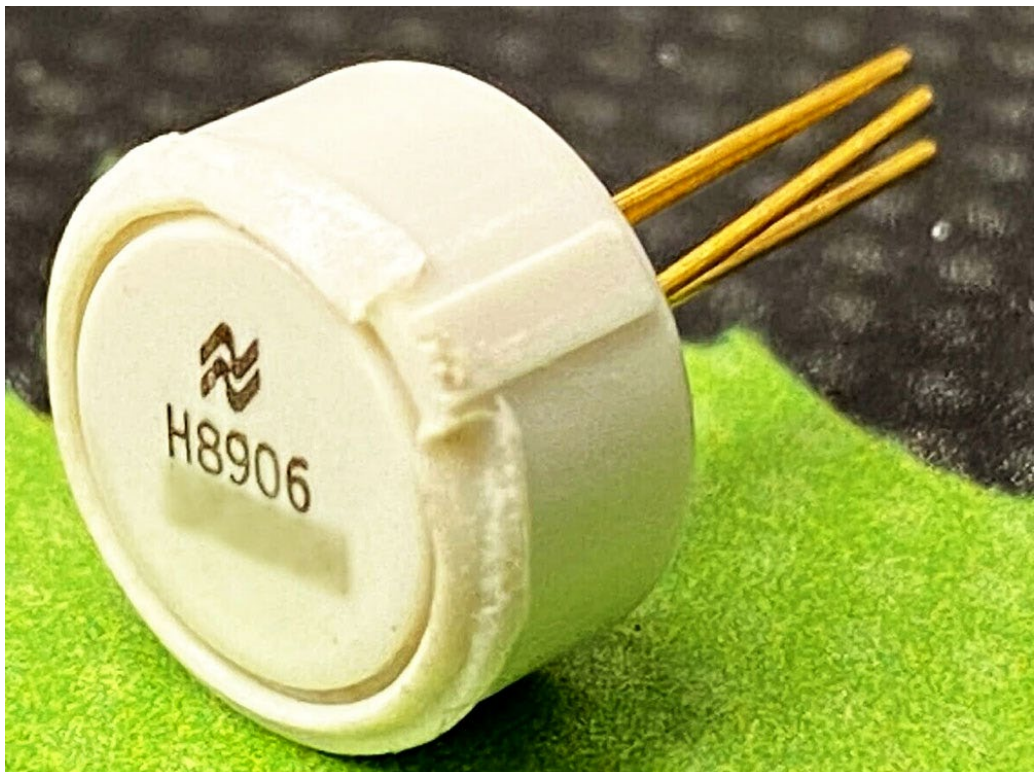
Co to jest?

Można też odpowiedzieć na pytania dodatkowe:

Do czego jest lub może być wykorzystywany?

Dlaczego obudowa jest tak dziwna i nietypowa?

Czy widoczna data produkcji jest wadą, czy zaletą?



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

Zagadka 2609

Czy oprócz rozmiarów i kształtu ekranu jest jakaś znacząca różnica między lampą kineskopową, a lampą oscyloskopową?

Można odpowiedzieć na pytanie dodatkowe:

Do czego służyły takie lampy i jakie występowały w nich ograniczenia?

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



17L02M
(17L02I)

Mister r1 CC BY-SA 4.0 flipped

Policz 2609

Niestety, nadal sporo osób wierzy, że elektrony poruszają się w przewodach z prędkością światła. Oczywiście większość wie, że prędkość unoszenia elektronów jest mała, wręcz bardzo mała. W licznych źródłach można znaleźć obliczenia prędkości dryfu elektronów w obwodach prądu stałego.

Jednak niewielu elektroników i nieelektroników zastanawiało się, jak to jest w przypadku prądu przemiennego, w sieci energetycznej 50 Hz. Wiadomo, że elektrony wtedy drgają 50 razy na sekundę, co jest oczywiste.

Pytanie konkursowe brzmi:

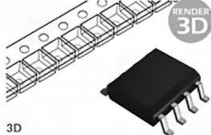
Policz, oszacuj lub zgadnij, na jaką odległość przemieszczają się drgające elektrony (jaka jest amplituda ich drgań – przemieszczenia) w przewodach o przekroju 1,5 mm², zasilających klasyczną żarówkę „setkę” (230 V 100 W)?

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

Jak odpowiesz? 2609

Jak odpowiesz początkującemu elektronikowi, który niedawno dowiedział się o takim wspaniałym wynalazku, jakim jest wzmacniacz operacyjny i który właśnie się dowiedział, że dziś dostępnych jest sporo typów wzmacniaczy operacyjnych, które mają ogromne wzmocnienie – dużo większe niż milion razy. Wie, że wspomniany w ZE wzmacniacz ADA4522, który można kupić za kilkanaście złotych, według katalogu typowo ma wzmocnienie 100 milionów razy, podobnie OPA188, a jeszcze więcej OPA189, który ma typowe wzmocnienie ponad 300 milionów razy. Wiedząc to elektronik ten pyta:

Dlaczego nie wykorzystujemy takich wspaniałych wzmacniaczy operacyjnych w miernikach i oscyloskopach, by mierzyć bardzo małe napięcia poniżej jednego mikrowolta?



ADA4522-2ARZ
IC: wzmacniacz operacyjny; 2,7MHz;
Ch: 2; ±2,25÷27,5VDC, 4,5÷55VDC
Oznaczenie producenta: [ADA4522-2ARZ](#)
Producent: [Analog Devices](#)

Ilość [szt]	Cena brutto (23%) [PLN/szt]
1+	16.37
5+	14.49
25+	13.01
98+	12.15

[Zobacz szczegóły cen](#)

135 w magazynie TME

Ilość sztuk (Wielokrotność: 1)

– 1 +

[Dodaj do koszyka](#)

Razem: 16.37 PLN

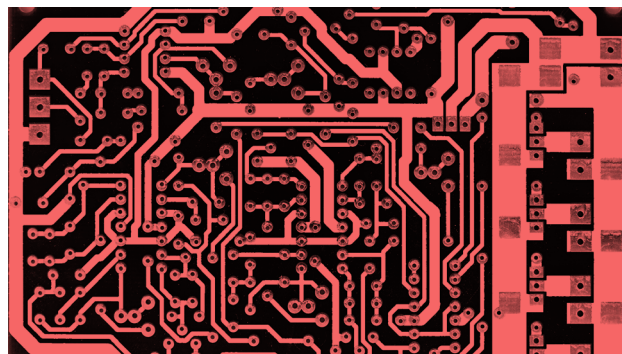
Produkt trudno dostępny

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca września 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

Lipiec 2026



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze lipcowym (7/2026). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów i uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Co tu nie gra? 2607

Rozwiązanie – Co to jest? 2607

Rozwiązanie – Jak to działa? 2607

Rozwiązanie – Co o tym sądzisz? 2607

Rozwiązanie – Co tu nie gra? 2607

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

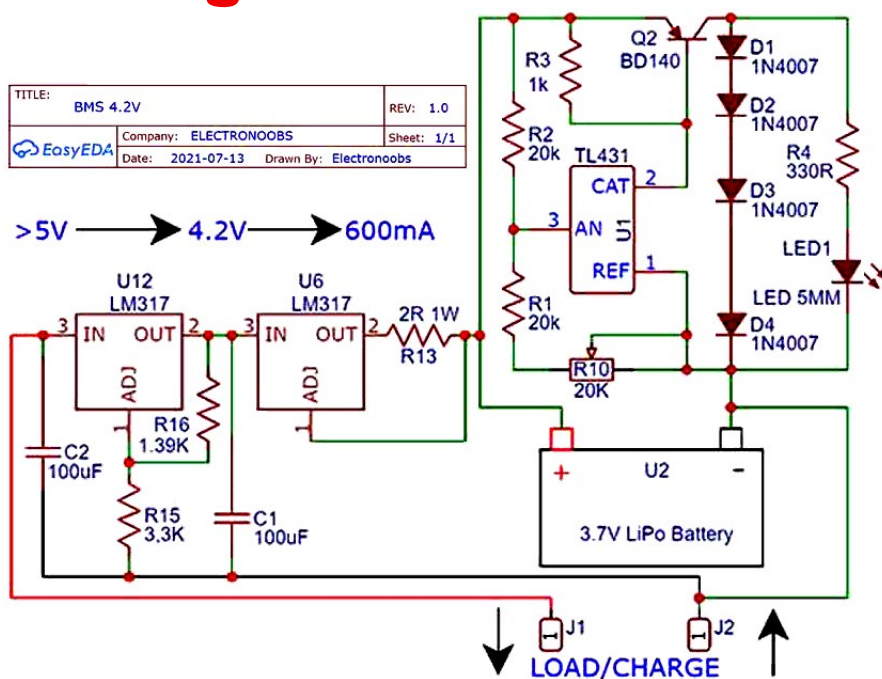
Na **rysunku obok** pokazany jest znaleziony w Internecie schemat ładowarki akumulatorów litowych. Ma to być wersja zapewniająca prąd ładowania 600 mA, maksymalne napięcie ładowania 4,2 V i posiadająca dodatkowy ogranicznik z tranzystorem Q2.

Pytanie konkursowe brzmi:

Co tu nie gra?

Konkurs jest zamknięty. Oto rozwiązania.

(...) jak się ładuje akumulator LiPo to nie potrzeba TL431 i kontrolki LED1, która wcale nie pokazuje końca ładowania, tylko wejście w tryb CV. Jej zaświecenie nie pokazuje końca ładowania, czyli jest mylące. Z tego co wiem, to koniec ładowania jest wtedy, gdy prąd w fazie CV spadnie do małej wartości ułamka prądu nominalnego.



Pozdrawiam
Grzegorz

Witam, zupełnie niepotrzebny jest układ kontroli z U1, Q2 i diodami.

Pozdrawiam
Czytelnik

Dzień dobry, konfiguracja 5 V – 4,2 V jest niepoprawna. LM317 to bardzo stary układ, dla którego różnica napięć między wejściem a wyjściem (dropout) jest zaskakująco duża. Załączam [rysunek obok] fragment karty katalogowej Fairchilda dla tego układu.

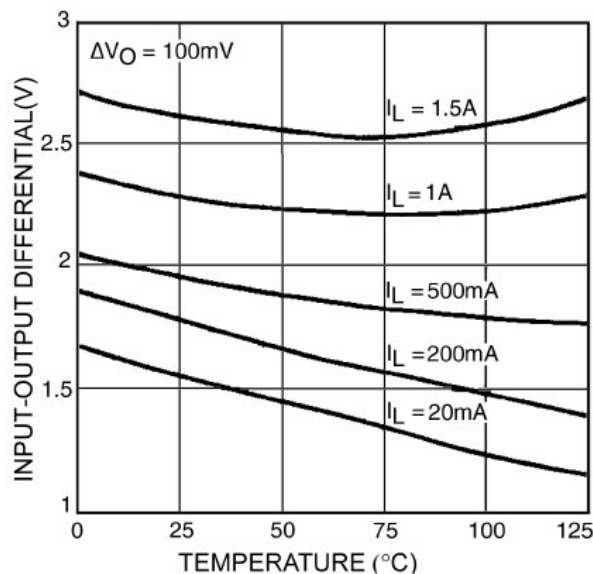


FIGURE 3. Dropout Voltage

Jak widać, przy 600 mA musimy liczyć się ze spadkiem napięcia na układzie wynoszącym ponad 2 V, a w przypadku U6 na zamieszczonym schemacie jest to tylko 800 mV. Nie ma więc szans na poprawne działanie.

Pozdrawiam serdecznie
Paweł Pawłowicz

Co tu nie gra? 2607

Główny problem: dwa LM317 w kaskadzie nie mają sensu przy zasilaniu > 5 V. Brak zapasu napięcia wejściowego. LM317 wymaga min. ok. 2–3 V różnicy wejście – wyjście do poprawnej regulacji. Żeby U12 w ogóle wypracował 4,2 V, wejście musiałoby mieć realnie 7...8 V, a nie „> 5 V”, jak podano.

Brak zapasu napięcia między regulatorami. Nawet przy odpowiednio wysokim wejściu, U12 ustawiony sztywno na 4,2 V zostawia zerowy margines dla U6. U6 jako źródło prądowe też potrzebuje własnego dropoutu – dokładnie w momencie, gdy akumulator zbliża się do 4,2 V (czyli tam, gdzie regulacja prądowa jest najważniejsza), regulator traci możliwość utrzymania 600 mA, bo nie ma na sobie napięcia do „pracy”.

Dwie niezależne, konkurujące pętle regulacji napięcia. U12 sztywno (przez R15, R16) i osobno TL431, Q2 (przez trymer R10) próbują ograniczać napięcie do około 4,2 V, niezależnie od siebie. Przy typowych tolerancjach (rezystory, referencja TL431 $\pm 0,4...2\%$, dryft temperaturowy) nie wiadomo, który obwód faktycznie zadecyduje o punkcie odcięcia – to prowadzi do nieprzewidywalnego zachowania zamiast czystego uzyskania 4,20 V.

Brak diody blokującej między wyjściem a akumulatorem – po odłączeniu zasilania wejściowego napięcie z ogniwa (4,2 V) może spolaryzować zaporowo LM317 (U6, a przez niego pośrednio U12), poza tym akumulator powoli rozładowuje się przez R1, R2, R3, R10. Prąd niewielki, ale przy tygodniach bezczynności to już zauważalny ubytek pojemności.

Brak zabezpieczenia termicznego / NTC i brak timera bezpieczeństwa.

Przy niskim stanie naładowania akumulatora (np. 3,0 V) różnica napięć na regulatorach będzie spora, a moc rozpraszana na obu LM317 (bez radiatorów zaznaczonych na schemacie) może być nietrywialna przy 600 mA.

Gałąź bocznikująca jest załączana w sposób kontrolowany przez TL431 i Q2, lecz po jej załączeniu prąd D1–D4 nie jest jednoznacznie ustalony, ponieważ w szeregu z diodami nie ma rezystora ograniczającego ani elementu aktywnie regulującego prąd.

Ogranicznik z D1–D4 nie zapewnia precyzyjnego napięcia 4,2 V. Ponieważ V_F zależy silnie od prądu i temperatury, napięcie ograniczenia nie będzie precyzyjnie równe 4,200 V. Przykładowo, zmiana napięcia przewodzenia jednej diody o 50 mV daje dla czterech diod: $\Delta U = 4 \times 50 \text{ mV} = 200 \text{ mV}$.

Dla ogniwa litowo-jonowego różnica między 4,20 V a 4,40 V jest niedopuszczalna.

TL431 jest na schemacie podłączony błędnie. Tutaj wygląda na to, że wyprowadzenia ANODA i REF zostały zamienione.

Gdy akumulator osiąga 4,2 V, poprawna ładowarka CC/CV powinna płynnie przejść z regulacji prądu do regulacji napięcia, a prąd powinien samoczynnie maleć. Tutaj LM317 U6 nadal próbuje wymusić $I = 1,25/2 = 0,625 \text{ A}$. Jeżeli akumulator przy 4,2 V przyjmuje już tylko na przykład 50 mA, ogranicznik bocznikowy musiałby przejąć $625 - 50 = 575 \text{ mA}$ i rozpraszając około 2,5 W.

Schemat ten nie zadziała jako sprawna ładowarka Li-Ion 4,2 V/600 mA ani jako poprawny układ CC/CV – łączy w sobie błąd budżetu napięciowego kaskady LM317 (fundamentalny, uniemożliwiający pracę już na starcie) z błędnie okablowanym i termicznie niestabilnym ogranicznikiem bocznikowym (który nawet gdyby zadziałał elektrycznie, nie dałby precyzyjnego 4,20 V).

Tadeusz Suszał

W nadesłanych rozwiązaniach wymienione są wszystkie problemy i błędy. Układ nie ma szans na prawidłowe działanie. Do prawidłowego naładowania jednego ogniwa litowego wystarczą stabilizatory U12, U6, ale po pierwsze należy zamienić kolejność ich włączenia: najpierw stabilizator prądu 600 mA, potem stabilizator napięcia 4,20 V, a po drugie dla pewności trzeba znacznie zwiększyć wartość napięcia zasilającego, nawet do ponad 10 V.

Zastosowanie obwodu z TL431 i diodami to pomyłka i nieznajomość zagadnienia, ponieważ jest to rodzaj liniowego balansera, który owszem (przy właściwym włączeniu TL431) byłby potrzebny, ale przy ładowaniu zestawu kilku ogniw. Wtedy U1 pilnuje, żeby „nadmiar prądu” omijał ogniwo i płynął przez Q2, D1...D4. Szczegóły wyjaśnię w serii o akumulatorach litowych. W tym numerze w tym cyklu jest artykuł, w którym omawiam BMS-y, a do numeru październikowego gotowy jest obszerny artykuł o rozmaitych balanserach i tam omawiany jest ten i pokrewne schematy. ▣

Rozwiązanie – Co to jest? 2607

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

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

Co znaczą skróty BBM, MBB dotyczące przełączników i przekaźników?

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

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

Konkurs jest zamknięty. Oto rozwiązania.

Co to jest? 2607

BBM – break before make (przerwa przed załączeniem) oznacza, że jeden styk rozłącza się przed zwarciem drugiego styku. Powoduje to, że w czasie przełączania przekaźnika między dwoma obwodami nigdy nie będzie jednoczesnego połączenia tych obwodów. Zapobiega to zniekształceniu sygnału przesyłanego raz do jednego obwodu, a po przełączeniu do drugiego obwodu.

MBB – make before break (połączenie przed rozwarciem) oznacza to, że jeżeli jeden styk jest zwarty, to przed przełączeniem na drugi obwód oba muszą być przed tą operacją zwarte. W tym systemie przełączeń obwód wysyłający sygnał zawsze jest połączony z obwodem odbiorczym. Pozwala to uniknąć wahań sygnału w trakcie komutacji.

Andrzej Kubiak

Witam,

choć dość długo interesuję się elektroniką, pierwszy raz się z tym spotykam. Teoretycznie wszystko wiadomo, bo AI w ułamku sekundy odpowiada, że:

MBB (Make Before Break) oznacza: zwarte przed rozwarciem. Nowy styk dotyka nowego obwodu, zanim stary styk oderwie się od poprzedniego. Efekt: brak przerwy w zasilaniu (chwilowe zwarcie obu pozycji). Zastosowanie: tam, gdzie zanik napięcia nawet na ułamek sekundy jest niedozwolony (np. bez przerw w zasilaniu urządzeń).

BBM (Break Before Make) oznacza: rozwarcie przed zwarciem (przerwa przedłączeniem). Stary styk najpierw całkowicie się odłącza, a dopiero potem nowy styk dotyka nowego obwodu. Efekt: występuje krótka przerwa (rozwarcie) między stanami. Zastosowanie: standardowy typ przełączania, który zapobiega zwarciu dwóch różnych źródeł sygnału lub zasilania

Teoretycznie wszystko jasne, tylko z tym przełączaniem zasilania mam wątpliwości. Chętnie dowiedziałbym się coś więcej na ten temat. Jak nie popełnić błędu i jak odróżnić, które przełączniki i przekaźniki są MBB, a które BBM i gdzie są wykorzystywane jedno i drugie, żeby nie popełnić błędu.

Serdecznie pozdrawiam

Andrzej z Poznania

Dobra wiadomość jest taka, że praktycznie wszystkie współczesne przełączniki i przekaźniki pracują w trybie BBM, czyli „środkowy” styk wspólny COM nigdy nie ma jednocześnie kontaktu z dwoma stykami NC i NO. Z kolei podczas przełączania, przez ułamek sekundy nie ma kontaktu z żadnym z nich.

Natomiast przełączanie MBB oznacza, że wspólny styk „środkowy” COM podczas przełączania ma kontakt przez ułamek sekundy z obydwojema stykami NC i NO. Przełączanie MBB wykorzystywano dawniej w pewnych specyficznych zastosowaniach, między innymi w telekomunikacji, ale dziś jest rzadkością i ciekawostką, zwykle zresztą dość kosztowną. Przełączanie MBB mogą zapewniać niektóre stare przekaźniki, jak ten na poniższej fotografii (gdzie dodatkowo mocno intryguje obecność podwójnych styków NC i NO). Niewykluczone, że w ZE pojawi się artykuł pokazujący przykłady oraz szczegóły dotyczące przełączania BBM oraz MBB. ▢



Rozwiązanie – Jak to działa? 2607

Przed dwoma miesiącami postawione zostało następujące zadanie konkursowe: Oto treść otrzymanego e-maila:

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

Pozdrawiam serdecznie
Circuit Chaos

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

Konkurs jest zamknięty. Pełny link do filmu z rozwiązaniem: <https://youtu.be/4TtiS0VyYUo>. A oto nadesłane rozwiązania.

Dzień dobry,
tajemnicze zjawisko, które można wyjaśnić, jeżeli czerwone światło jest jakoś „modulowane muzyką” i jeżeli wiemy, że szklana dioda jest fotodiodą, choć bardzo słabą, ale przy punktowym silnym oświetleniu wytwarza napięcie „modulowane muzyką”. (...)

Kamil

Witam,
wcześniej bym się mocno zastanawiał, czy to nie jakiś trik, ale dzięki filmowi p. Piotra o diodach wiem, że „szklaczek” 1N4148 to także fotodioda, której sygnał jest silnie wzmacniany. Jest tylko problem z czerwonym światłem, które musi jakoś nieść muzyczkę.

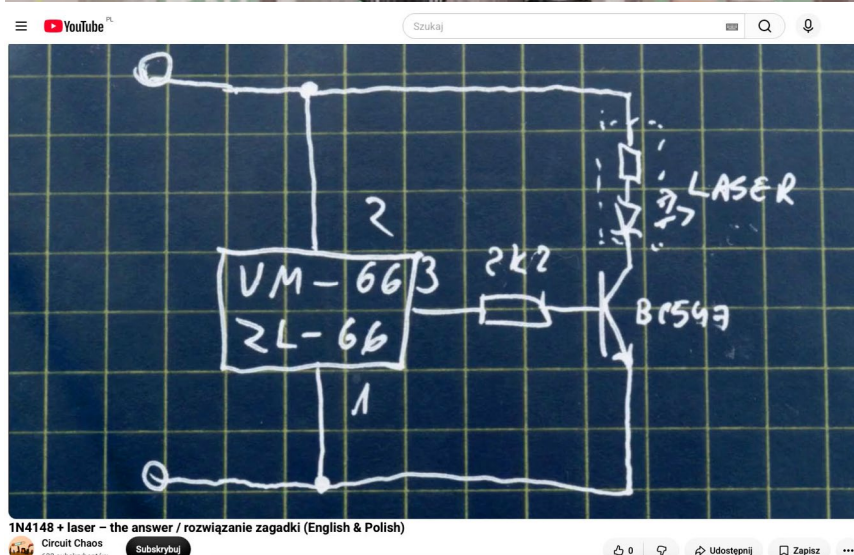
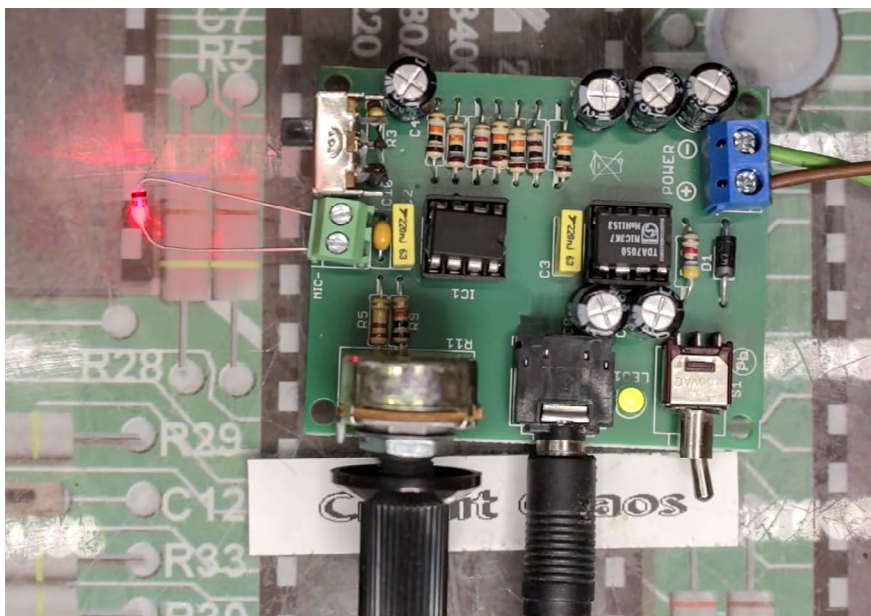
Serdecznie pozdrawiam i dziękuję!
Paweł

Jak to działa? 2607

Opis eksperymentu

W eksperymencie zwykłą diodę sygnałową 1N4148 w szklanej, przezroczystej obudowie wykorzystano jako fotodiodę. Podłączono ją w miejsce mikrofonu elektretowego do wejścia wzmacniacza AVT-732 („łowca szeptów”), wykorzystując istniejący obwód polaryzacji oparty na rezystorze R3 (4,7 kΩ), podciągającym wejście mikrofonowe do napięcia zasilania.

Diodę oświetlono modulowaną wiązką diody lase-



1N4148 + laser – the answer / rozwiązanie zagadki (English & Polish)

Circuit Chaos
633 subskrybentów

Subskrybuj

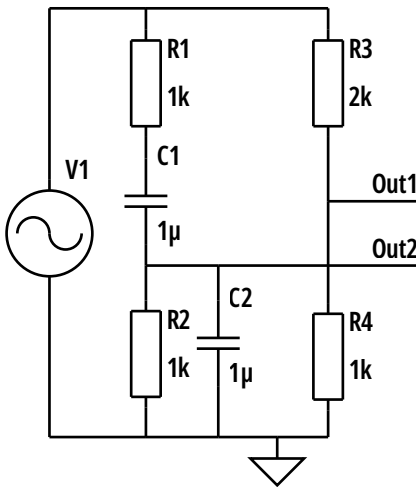
0 0 Udostępnij Zapisz

rowej, której natężenie zmieniało się w takt sygnału audio podanego na jej zasilanie. Padające na złącze p-n światło generowało w 1N4148 fotoprąd proporcjonalny do chwilowego natężenia oświetlenia, wywołując na rezystorze polaryzującym napięcie zmienne odzwierciedlające modulację światła.

Sygnał ten, po odsprężnieniu składowej stałej, został wzmocniony przez dwustopniowy przedwzmacniacz na LM358 (IC1) i wzmacniacz mocy TDA7050 (IC2), co pozwoliło na odsłuch transmitowanego dźwięku na wyjściu podłączonym do kamery. Eksperyment potwierdził, że nawet standardowa dioda przełączająca – dzięki przezroczystej obudowie – może pełnić funkcję prostego detektora światła i odbiornika w optycznym torze transmisji audio, choć z mniejszą czułością i węższym pasmem niż specjalizowana fotodioda.

Tadeusz Suszał ✉

Rozwiązanie – Co o tym sądzisz? 2607



stało następujące zadanie konkursowe:

Na **rysunku obok** pokazany jest popularny schemat mostka Wienera z jednakowymi elementami $R1 = R2$ oraz $C1 = C2$, co jak powszechnie wiadomo, przy częstotliwości charakterystycznej tworzy dzielnik napięcia $1/3$. To jest najczęściej spotykana wersja takiego mostka. Jednak nam do specyficznego generatora przydałby się mostek z takimi elementami RC, żeby górne i dolne obwody tworzyły dzielnik o podziale nie $1/3$, tylko $1/2$, czyli żeby przy częstotliwości charakterystycznej impedancje obwodów górnych i dolnych były jednakowe. **Co o tym sądzisz? Czy w ogóle to jest możliwe, żeby impedancja obwodu $R1C1$ była równa impedancji obwodu $R2C2$?**

Konkurs jest zamknięty. Oto rozwiązania.

Witam,

wyda mi się, że nie jest możliwe, bo jakby było, to pewnie by było wykorzystywane. A nie jest, tylko wszędzie są schematy z jednakowymi elementami RC w mostku. A nawet jakby było teoretycznie możliwe, to wtedy wzory na dobór elementów i na częstotliwość byłyby bezsensownie skomplikowane. Jestem zwolennikiem rozwiązań prostych.

Z poważaniem
Piotr

Dzień dobry,

nie pamiętam ze studiów i nie chce mi się wracać do wyprowadzania wzorów, czego zawsze nienawidziłem, ale na oko najprawdopodobniej jest to możliwe, bo liczba stopni swobody jest duża (aż 4 elementy). Tylko po co takie kombinacje alpejskie, jeżeli jest klasyczna wersja z $R1 = R2$ i $C1 = C2$, która jest stosowana od dawna? Chyba, że o czymś nie wiem, to przy okazji proszę o wyjaśnienie.

Serdecznie pozdrawiam
Andrzej z Poznania

Założenie $Z1 = Z2$ $\omega = 2\pi f$ f = częstotliwość

Ze względu na długie obliczenia przedstawię już gotowe wyniki.

$$Z1 = R1 - j/\omega C1$$

$$Z2 = R2 / (1 + \omega^2 R^2 C^2) - j(\omega R^2 C) / (1 + \omega^2 R^2 C^2) \quad R2 = R \quad C2 = C$$

$$R1 = R / (1 + \omega^2 R^2 C^2) \quad C1 = (1 + \omega^2 R^2 C^2) / (\omega R^2 C)$$

zakładając $R = R2 = 1000\Omega$ a $C = C2 = F$

$$R1 = 1000 / (1 + \omega^2) \quad C1 = (1 + \omega^2) / \omega^2$$

Jak widać można dobrać równe impedancje

$Z1 = Z2$ (a właściwie prawie równe), ale rezystancja

$R1$ i pojemność $C1$ zależą od częstotliwości zasilania $V1$.

Przed dwoma miesiącami postawione zo-

(...) AI wypuła informację, że jest możliwe i to bardzo łatwo (...) nie przytaczam dalszych szczegółów, bo kto chce sam je znajdzie. Intriguje mnie głównie, dlaczego w ZE pojawiło się takie teoretyczne zadanie, bo przecież p. Piotr jest praktykiem (...) więc przeczuwam, że coś jest na rzeczy (...)

Pozdrawiam

Bartek

W konkursie wzięło udział dwóch niezawodnych, stałych uczestników. I tak **Andrzej Kubiak** z Rumi przysłał skrótowe rozwiązanie pokazane na rysunku powyżej. Podobne wnioski, tylko wraz z obszernym i przekonującym wyprowadzeniem przedstawił **Tadeusz Suszał** z Warszawy, który odpowiedział:

(...) Tak, to jest jak najbardziej możliwe, ale nie przy $R1 = R2$ i $C1 = C2$.

Patrząc na schemat: $R1-C1$ (górna gałąź, szeregową) i $R2-C2$ (dolna gałąź, równoległą) tworzą klasyczny dzielnik napięciowy między $V1$ (na górze) a masą (na dole). Węzeł $Out2$ (środek mostka) to punkt między tymi gałęziami. Prąd płynący przez obie gałęzie jest jednakowy, ponieważ w analizowanym przypadku wyjście $Out2$ jest nieobciążone (idealnie, duża impedancja wejściowa następnego stopnia). Wtedy $Z1$ i $Z2$ tworzą prosty dzielnik napięcia, więc:

$$I = Vin / (Z1 + Z2)$$

Napięcie na $Z2$ (czyli $Vout$, mierzone względem masy): $Vout = I \times Z2 = Vin \times Z2 / (Z1 + Z2)$

$$\text{Stąd transmitancja: } H = Vout / Vin = Z2 / (Z1 + Z2)$$

To jest po prostu wzór na dzielnik napięcia – dokładnie taki sam, jak dla zwykłych rezystorów, tylko tu $Z1$ i $Z2$ są zespolone i zależne od częstotliwości.

Punktem wyjścia jest warunek $H(j\omega_0) = Vout / Vin = 1/2 + j0$ – chodzi o transmitancję zespoloną, której wartość przy częstotliwości ω_0 jest liczbą rzeczywistą równą $1/2$. Z warunku $H = 1/2$ wynika:

$$Z2 / (Z1 + Z2) = 1/2, \quad 2Z2 = Z1 + Z2, \quad Z1 = Z2$$

Jest to równość impedancji zespolonych, dlatego

przy częstotliwości ω_0 muszą być równe jednocześnie ich części rzeczywiste i urojone.

$Z1 = R1 + 1/(j\omega C1) = R1 - j1/(\omega C1)$ – gałąź szeregową (górną, $R1-C1$),

$Z2 = R2 \parallel (1/j\omega C2) = R2/(1+j\omega R2C2)$ – gałąź równoległa (dolna, $R2-C2$)

Przy częstotliwości ω_0 transmitancja staje się rzeczywista. Warunek zerowego przesunięcia fazowego jest spełniony dla: $\omega_0 = 1/\sqrt{R1R2C1C2}$

Przy tej częstotliwości składnik $1 - \omega^2 R1R2C1C2$ w mianowniku transmitancji jest równy zero. Licznik i mianownik są wówczas czysto urojone, a ich iloraz jest liczbą rzeczywistą.

$$H(j\omega_0) = C1R2/(R1C1 + R2C1 + R2C2) = 1/2$$

Stąd otrzymujemy drugi warunek projektowy

$$R1/R2 + C2/C1 = 1$$

Warto zauważyć, że warunek ten nie zależy od częstotliwości. Oznacza to, że określa wyłącznie proporcje elementów mostka. Sama częstotliwość pracy jest natomiast wyznaczana **niezależnie** przez wzór:

$$\omega_0 = 1/\sqrt{R1R2C1C2}$$

Dopiero jednoczesne spełnienie obu warunków zapewnia uzyskanie transmitancji $H(j\omega_0) = 1/2 + j0$, przy częstotliwości ω_0 (gdzie faza jest zerowa).

Warunek $R1/R2 + C2/C1 = 1$ jest spełniony przez całą rodzinę rozwiązań – nie ma jednej wymaganej wartości dla $R1/R2$ ani dla $C2/C1$ osobno. Wystarczy, że ich suma da 1. Na przykład wszystkie poniższe pary są poprawne:

Przypadek ($R1 = 1k$, $R2 = 2k$, $C1 = 1\mu F$, $C2 = 0,5\mu F$), odpowiada szczególnemu wariantowi, w którym oba ilorazy są jednakowe ale równie dobrze mogłyby zadziałać inne proporcje. Jest to jedynie jeden z nieskończenie wielu poprawnych zestawów proporcji.

Ponieważ $R1$, $R2$, $C1$, $C2$ muszą być dodatnimi wartościami rzeczywistymi (elementy fizyczne nie mogą mieć ujemnej rezystancji ani pojemności), oba składniki $R1/R2$ i $C2/C1$ są z definicji dodatnie. To oznacza, że każdy z nich musi być mniejszy od 1 (bo drugi też musi być dodatni, żeby suma wynosiła dokładnie 1):

$$0 < R1/R2 < 1 \text{ oraz } 0 < C2/C1 < 1$$

Dla dowolnego mostka spełniającego $R1/R2 + C2/C1 = 1$, zawsze musi zachodzić: $R2 > R1$ oraz $C1 > C2$ jednocześnie, nigdy odwrotnie i nigdy tylko jeden z nich. Oba te warunki są ze sobą „sprzężone” przez wymóg sumowania do 1.

Analizując warunek $R1/R2 + C2/C1 = 1$ nasuwa się pytanie, czy $R1$ może być 0? Nie, $R1$ nie może być równe zero, mimo że na pierwszy rzut oka warunek sumy $R1/R2 + C2/C1 = 1$ wydaje się to dopuszczać (przy $R1 = 0$ wystarczyłoby $C1 = C2$). Problem pojawia się już wcześniej, na poziomie warunku zerowej fazy.

Korzystając ze wzoru na częstotliwość charakterystyczną: $\omega_0 = 1/\sqrt{R1R2C1C2}$

Jeśli $R1 = 0$, to pod pierwiastkiem mamy zero, więc: $\omega_0 = 1/\sqrt{0} = \infty$

Częstotliwość charakterystyczna „ucieka” do nieskończoności, nie istnieje żadna skończona częstotliwość, przy której mostek pracuje poprawnie, przy której faza się zeruje – warunek zerowego przesunięcia fazowego jest niespełnialny. Oznacza to, że punkt pracy mostka przestaje istnieć.

Sam warunek $R1/R2 + C2/C1 = 1$ określa jedynie wymagane proporcje elementów. Nie wystarcza on jeszcze do określenia częstotliwości pracy mostka. Należy go rozpatrywać łącznie z warunkiem fazowym:

$$\omega_0 = 1/\sqrt{R1R2C1C2}$$

Dla dodatnich i skończonych wartości wszystkich czterech elementów jednoczesne spełnienie obu zależności zapewnia:

$$H(j\omega_0) = 1/2 + j0$$

Dlatego wszystkie cztery elementy $R1$, $R2$, $C1$ i $C2$ muszą mieć dodatnie, skończone wartości. Dla takich elementów jednoczesne spełnienie warunku proporcji oraz warunku częstotliwościowego zapewnia prawidłową pracę zmodyfikowanego układu Wiena z podziałem napięcia równym 1/2.

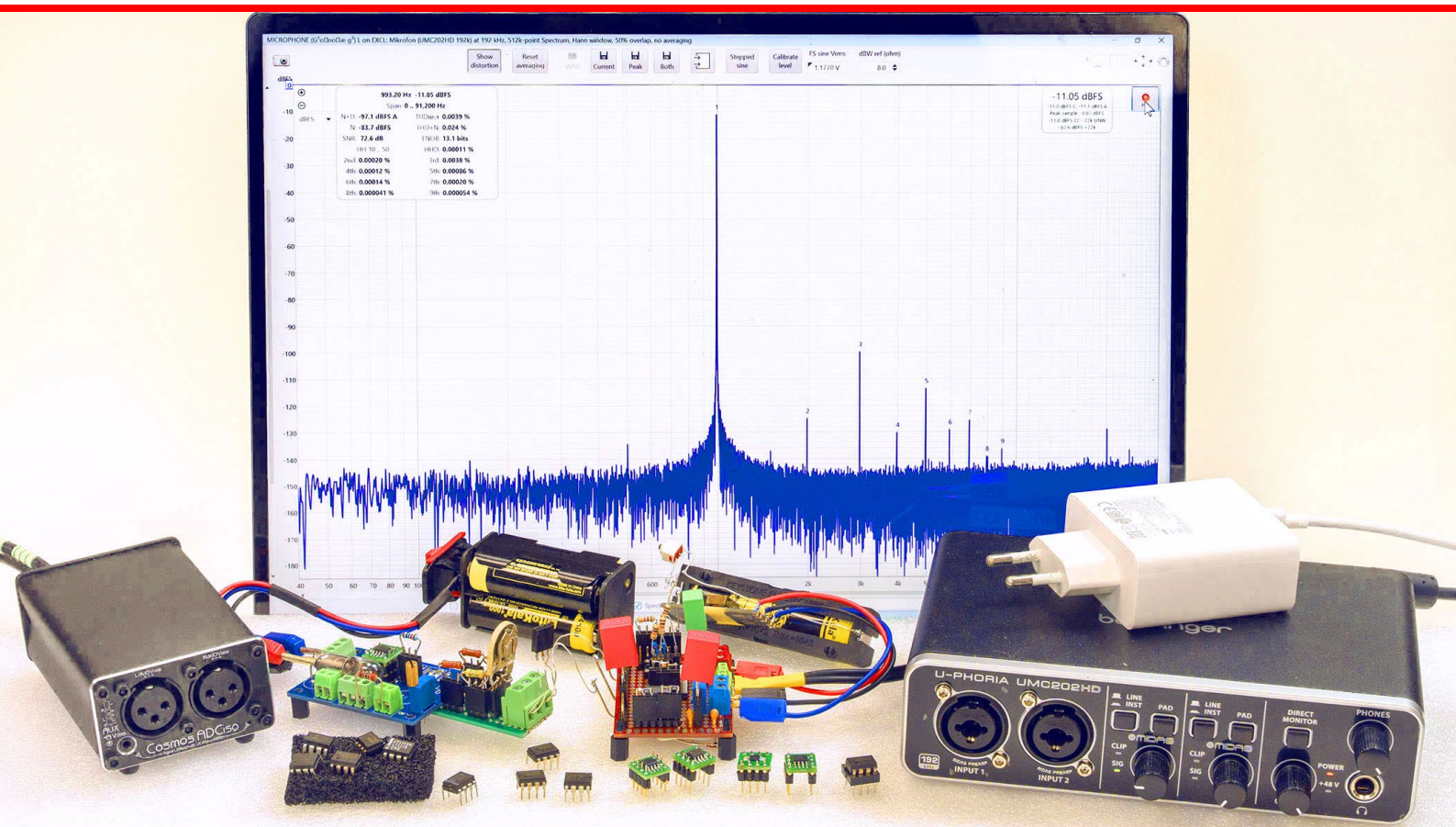
Jeżeli konkretna wartość częstotliwości nie ma znaczenia, wystarczy dobrać elementy spełniające warunki proporcji, a wynikowa ω_0 będzie konsekwencją tego doboru. Natomiast gdy układ ma pracować przy zadanej częstotliwości (generator pomiarowy, do testowania filtrów lub wzmacniaczy, przestrajany), trzeba spełnić równocześnie dwa równania:

$$R1/R2 + C2/C1 = 1 \text{ oraz } R1R2C1C2 = 1/\omega_0^2$$

Wybór konkretnej częstotliwości nie zawsze oznacza skomplikowaną optymalizację. W prostszych rozwiązaniach, mniej wymagających, można się posłużyć rezystorem lub kondensatorem dostrajającym. Prawdziwa optymalizacja zaczyna się dopiero wtedy, gdy jednocześnie wymagamy konkretnej częstotliwości, niskich zniekształceń, określonej impedancji, małego wpływu tolerancji, przestrajania i dostępności elementów. W generatorze praktycznym taka sytuacja występuje niemal zawsze.

Tadeusz Suszał

Jak widać, można dobrać elementy $R1$, $R2$, $C1$, $C2$ tak, żeby uzyskać współczynnik podziału napięcia równy 1/2. I to dziecinnie łatwo, z trójkami, a nie z parami elementów R , C . Nie jest to wcale teoretyczna ciekawostka. Ma związek z zapowiadającym projektem generatora sinusoidalnego o ultraniskich zniekształceniach. Chodzi o możliwość redukcji niektórych zniekształceń wnoszonych przez wzmacniacze operacyjne oraz łatwość uzyskania sygnału symetrycznego względem masy. W tym numerze ZE jest pierwszy artykuł wprowadzający w temat takich generatorów. ▀



Eksperymentalna przystawka pomiarowa do kart audio

Artykuł przedstawia bardzo prostą, uniwersalną dwukanałową przystawkę, przeznaczoną do wygodnego przeprowadzania pomiarów audio oraz do rozmaitych testów. Zaletą jest prostota, a z drugiej strony łatwość dostosowania do konkretnych potrzeb i eksperymentów, w szczególności do badania problemu szumów.

Przystawka pomiarowa – po co i do czego?

Rozważania projektowe

Kwestie zasilania przystawki pomiarowej

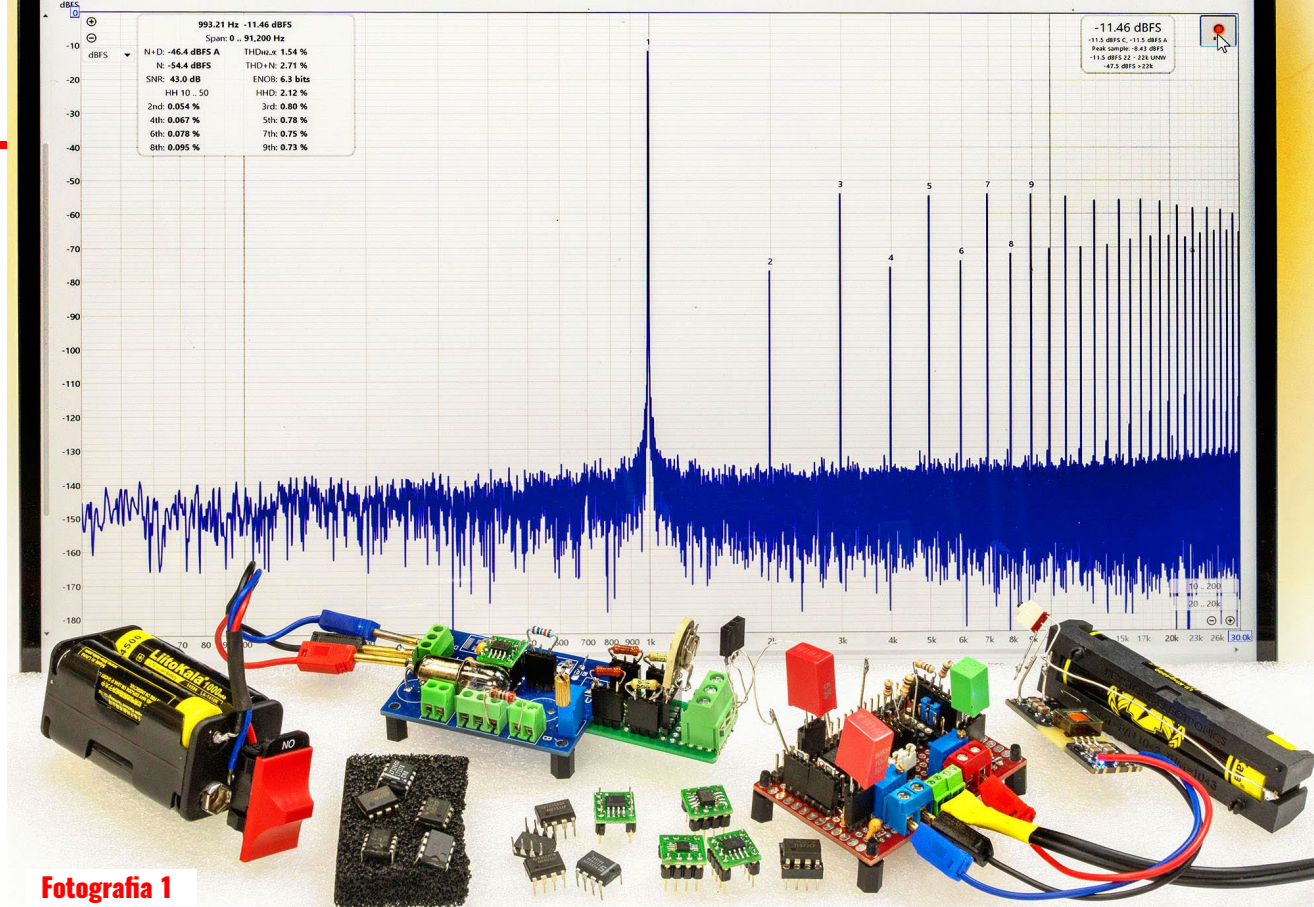
Zabezpieczenie wejścia

Dobór właściwości przystawki pomiarowej

Poziomy napięcia i wzmacnienie

Komputerowe karty audio są wykorzystywane do pomiarów, między innymi w roli oscyloskopu, ale zdecydowanie częściej w roli **analizatorów widma**. Co prawda pasmo pomiarowe jest stosunkowo wąskie, nieco mniejsze niż połowa częstotliwości próbkowania przetwornika ADC, ale za to rozdzielczość i dynamika są nieporównanie większe. Dziś powszechnie dostępne są liczne komputerowe karty audio z 24-bitowymi przetwornikami ADC o maksymalnym próbkowaniu 192 kHz. Daje to pasmo pomiarowe do około 90 kiloherców i dynamikę teoretycznie ponad 140 decybeli. Przy pomiarach audio, zwłaszcza w roli analizatorów widma, często kluczowe jest uzyskanie jak największej dynamiki.

Gdy chcemy wykorzystać kartę audio w roli analizatora widma, niezbędna jest też regulacja czułości wejściowej w bardzo szerokim zakresie, dużo szerszym, niż pozwala oryginalna karta. Pożądana jest możliwość pomiaru dużych sygnałów o amplitudach rzędu 10, a nawet 100 woltów, ale też małych sygnałów rzędu miliwoltów. I właśnie **opisywana eksperymentalna przystawka daje taką możliwość**. W praktyce trudno uzyskać dynamikę rzędu 140 decybeli i to nie tylko z uwagi na różne niedoskonałości przetwornika ADC. Ograniczenia wprowadzają też obwody analogowe doprowadzające sygnał do przetwornika. W opisywanej przystawce możliwe jest optymalizowanie dynamiki i zniekształceń.



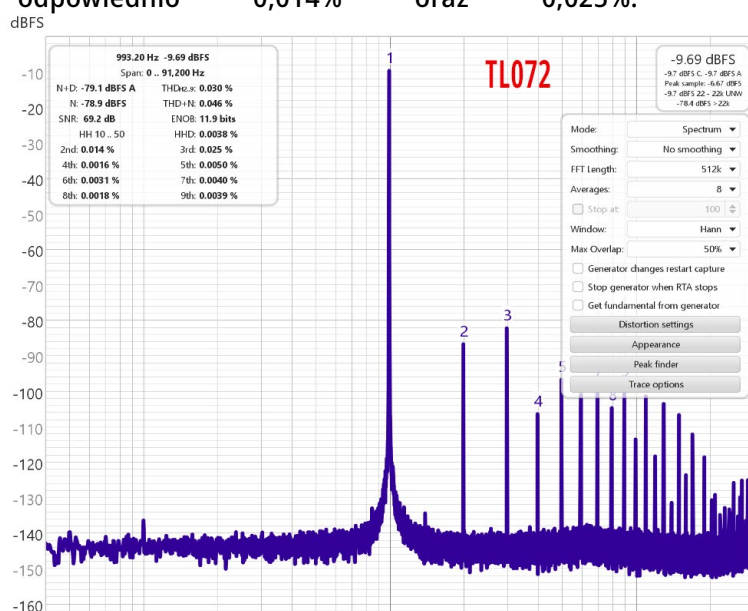
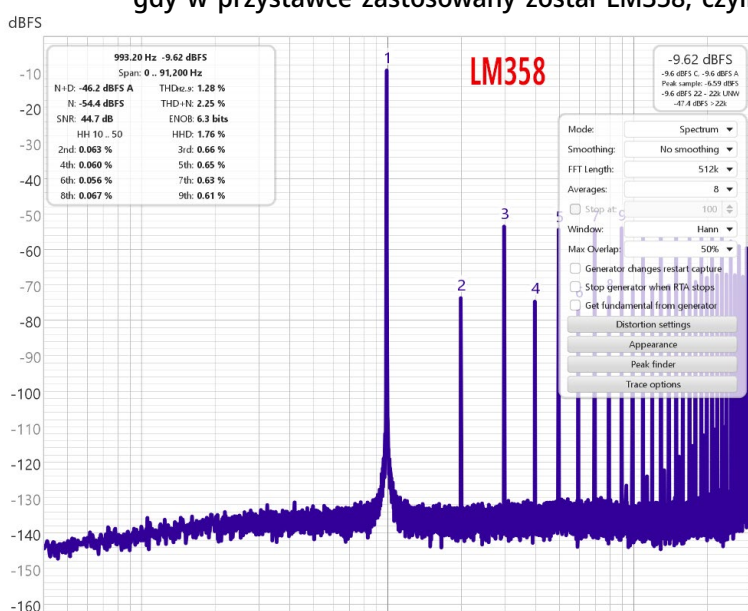
Fotografia 1

Fotografia tytułowa i fotografia 1 pokazują stanowisko pomiarowe podczas testów przystawki z kostką LM358. Podstawą jest laptop (na czas pomiarów odłączony od sieci energetycznej) z zainstalowanym programem REW. Kablem USB dołączona jest popularna i tania karta Behringer UMC202HD, do której dołączona jest opisywana przystawka. Do pomiaru zniekształceń wykorzystany jest prościutki generator przebiegu sinusoidalnego 1 kHz o znikomych zniekształceniach, a z lewej strony widać też niepodłączoną „wzorcową” kartę Cosmos E1DA.

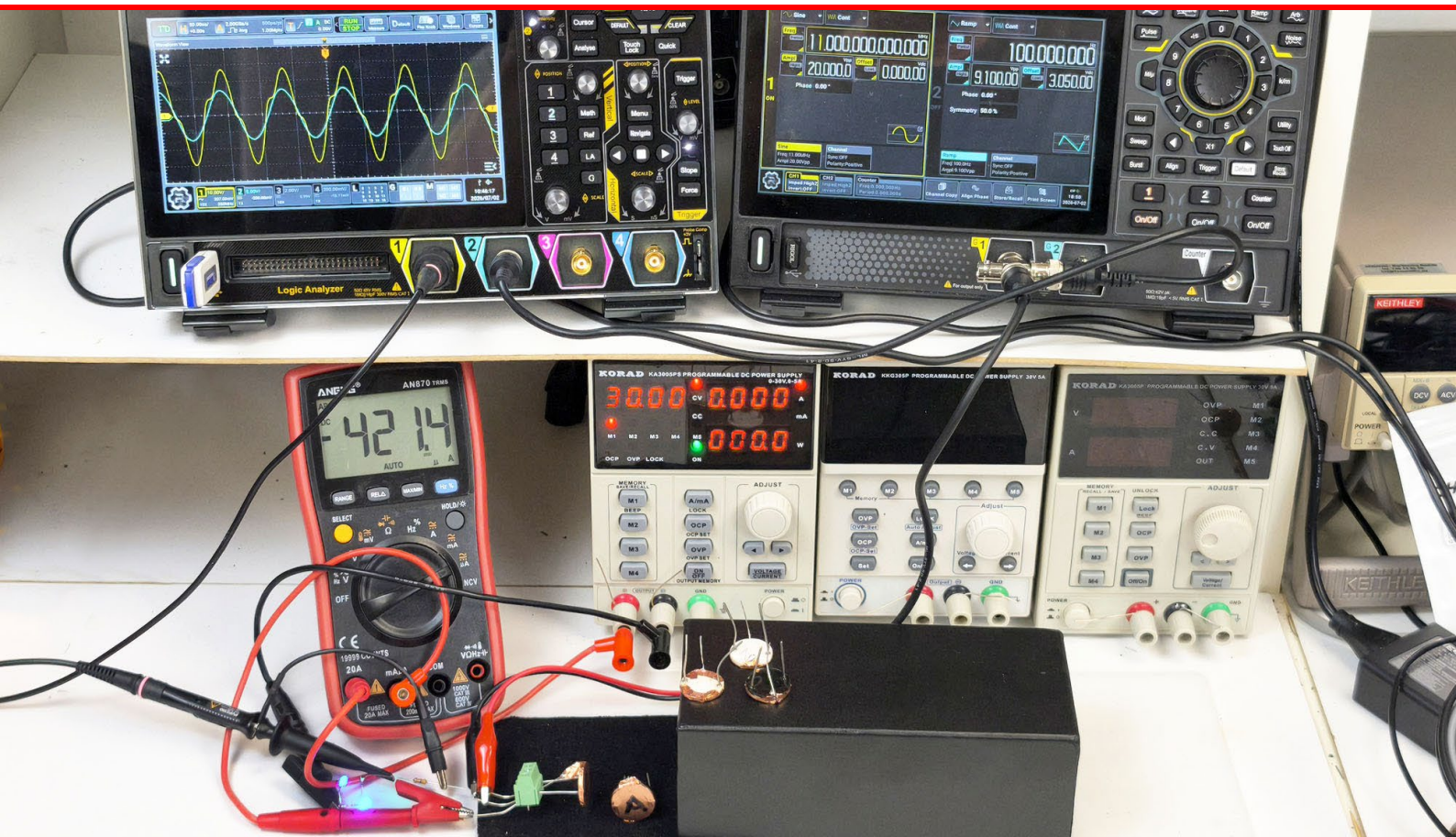
Rysunek 2 pokazuje zawartość harmoniczną, gdy w przystawce zastosowany został LM358, czyli

najpopularniejszy wzmacniacz operacyjny. „Na oko” szumy własne są na poziomie nieco niższym niż -130 decybeli (dBFS), co można byłoby zaakceptować, ale poziom zniekształceń harmonicznnych jest nieakceptowalnie duży. Zawartość drugiej harmonicznej to 0,063%, ale trzeciej aż 0,66%. Całkowite zniekształcenia są większe niż 1 procent – potwierdza się znana prawda, że LM358 nie nadaje się do układów audio.

Rysunek 3 pokazuje szumy i zniekształcenia przystawki z kostką TL072. Szumy są tutaj mniej więcej o 10 decybeli, czyli około trzykrotnie mniejsze, a zawartość drugiej i trzeciej harmonicznej to odpowiednio 0,014% oraz 0,025%.



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



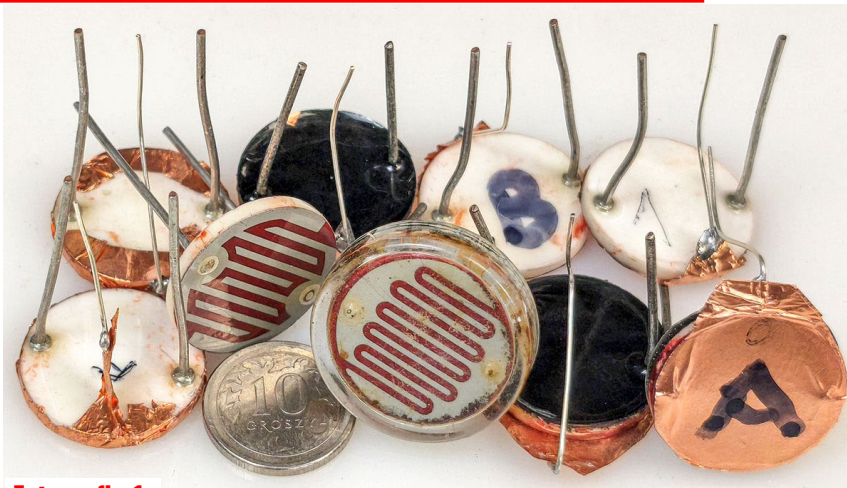
Czy można zrobić MOSFET-a w warunkach domowych?

Tranzystory stworzono mniej więcej w połowie XX wieku, czyli stosunkowo późno. Zrobienie działającego tranzystora przede wszystkim wymaga zastosowania jakiegoś materiału półprzewodnikowego. Czy dziś, w epoce półprzewodników, realizacja tranzystora polowego leży w zasięgu każdego hobbysty?

Próba realizacji IGFET-a
Pomiary stałoprądowe

Pomiary zmiennoprądowe
Uwagi końcowe

W artykule Zbuduj diodę LED! oraz w filmie YT o tym samym numerze podkreślałem radość i satysfakcję, jaką daje realizacja elementów półprzewodnikowych. Kolejną inspiracją była strona <http://sparkbangbuzz.com/cds-fet/cds-fet.htm>, gdzie można znaleźć opis... tranzystora polowego z ciekłą izolowaną bramką w postaci kropki wody. Zrealizowałem bardzo podobne modele, ale nie z kropką wody, tylko z metalową, miedzianą folią w roli izolowanej bramki. Kupiłem dwie odmiany dużych, 20-milimetrowych fotorezystorów. Część moich fotorezystorów i „MOSFET-ów” widoczna jest na **fotografii 1**.



Fotografia 1

FET Transistor Homemade From Cadmium Sulfide Photocell.

Updated May 10 2009

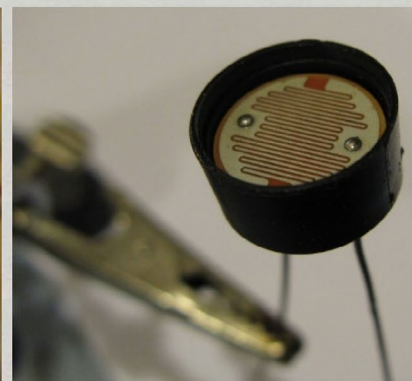
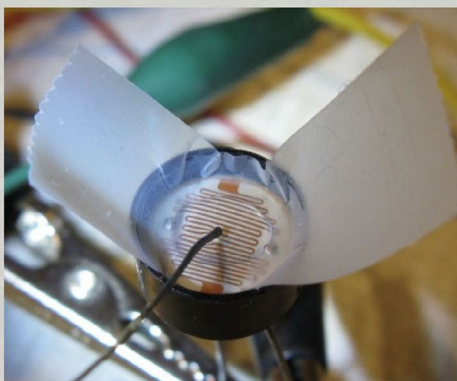
By Nyle Steiner K7NS May 7 2009.

CDS Photocell Made Into A FET Transistor

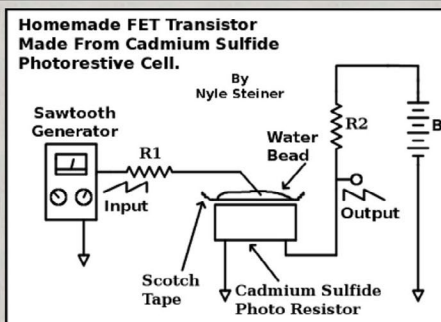
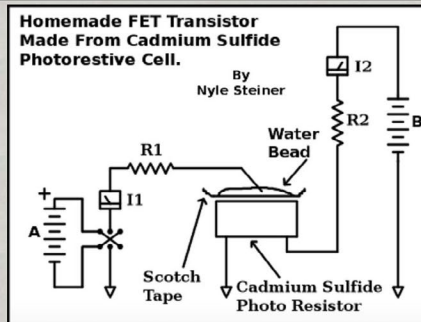
Fotorezystor to obwód dren – źródło, a izolowaną bramkę stanowi u mnie miedziana folia naklejona na „twarz” fotorezystora. Miałem obawy dotyczące foliowej bramki, bo powszechnie wiadomo, że kiedyś, jeszcze w latach 20. XX wieku powstały pomysły na „półprzewodnikową lampę elektronową”, ale nie udało się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

Rysunek 2 pokazuje fragmenty wspomnianej strony. Opis jest przekonujący, a jeszcze większe wrażenie robią fotografie. Strona ta przekonuje, że realizacja tranzystora polowego w warunkach domowych jest możliwa. Postanowiłem to zbadać.

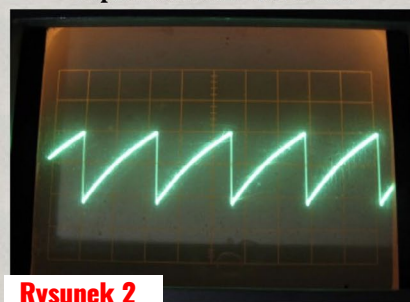
Zbadałem w miarę dokładnie i jako dowód na sukces mógłbym przedstawić **fotografię 3**, pokazującą moje stanowisko podczas eksperymentów. Niebieski przebieg na ekranie to sygnał z generatora, a sygnał żółty pobierany jest „z wyjścia tranzystora”. Wielkości przebiegów na ekranie oscyloskopu sugerują, że mamy element wzmacniający!



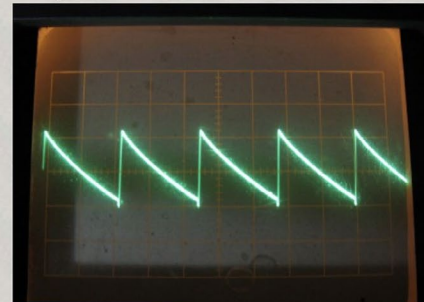
The picture above shows how transistor action was observed by improvising an insulated gate to a cadmium sulfide photo resistor. The picture was taken in normal light but the experiment had to be performed in the dark.



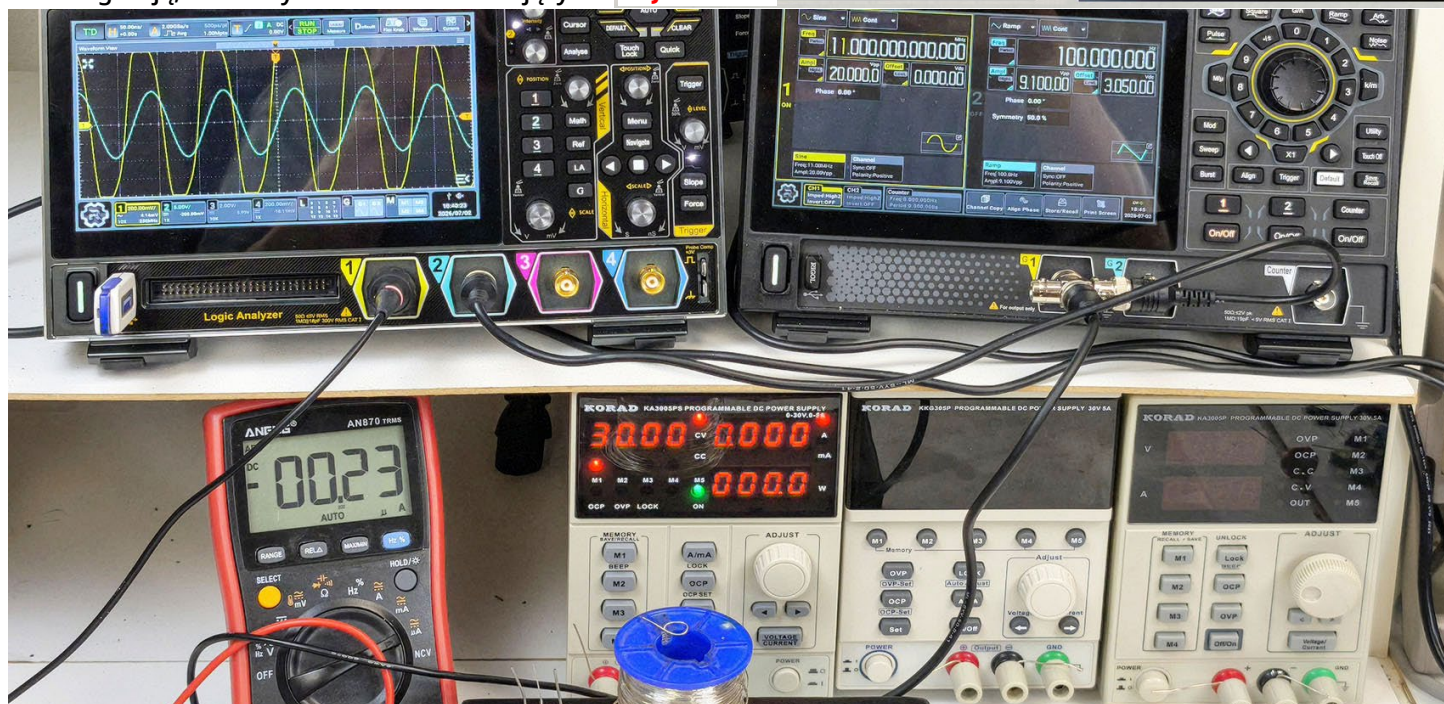
Input Sawtooth Waveform



Output Is Inverted Sawtooth Waveform



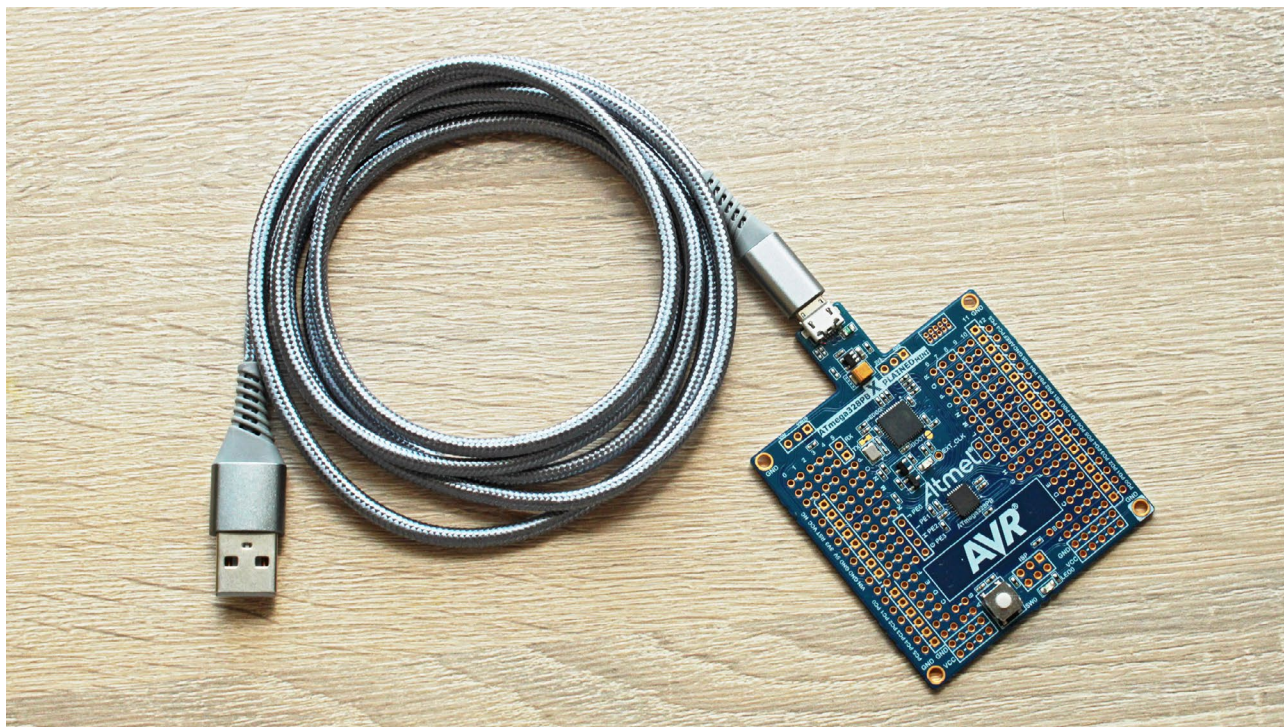
Rysunek 2



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

Fotografia 3





Programator i debugger w Xplained Mini

Firma Microchip oferuje moduł Xplained Mini, który ma wbudowany programator (mEDBG) pozwalający na umieszczenie kodu programu w pamięci Flash mikrokontrolera. Ma on jeszcze dodatkową cenną cechę – pozwala debugować program w docelowym systemie.

Krokowe uruchomienie programu
Podgląd stanu zmiennych

Debugowanie przerw
Zatrzymanie debugowania

Poszukiwanie błędów w programach jest dosyć pracochłonnym zajęciem. Z własnego doświadczenia wiem, że potrafi to zająć nawet 75% czasu poświęconego na opracowanie programu. Wypatrzenie błędów „własnymi oczami” czasem jest bardzo trudne. Zdarza się, że człowiek „zafiksuje” się nad rozwiązaniem programowym i nie dostrzeże własnych błędów. W wielu wypadkach program dla mikrokontrolera jest na tyle rozległy, że trudno jest ogarnąć całość, szczególnie gdy istotne są interakcje między zmiennymi rozrzuconymi po całym programie. Pewną pomocą może być użycie programatora/debuggera wbudowanego w moduł *Xplained Mini*. Pozwala on na uruchomienie pro-

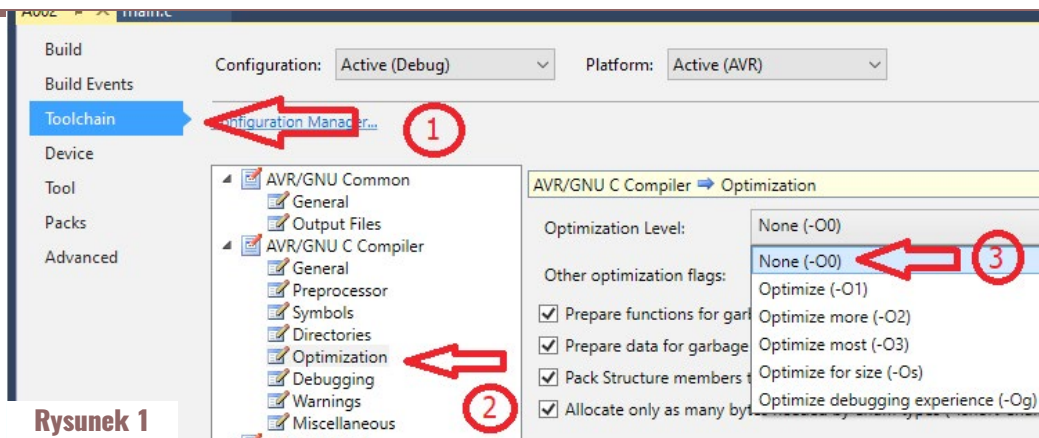
gramu w rzeczywistym układzie, w sposób krokowy i stanowi istotne wyposażenie warsztatowe. Dodatkowo można podglądać i modyfikować stan jego zmiennych.

Krokowe uruchomienie programu

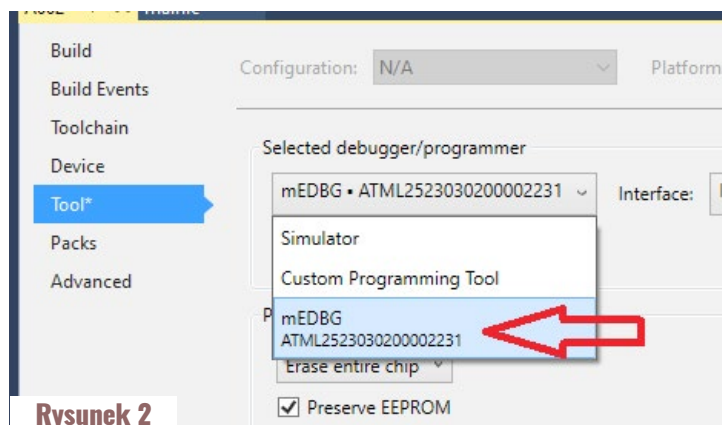
Napisałem prosty program, którego zadaniem jest żeby co pewien interwał czasu włączać i gasić diodę LED, istniejącą w płytce modułu. Program (W037) pokazuje **listing 1**, gdzie w odpowiednich pętlach program oczekuje na zmianę stanu zmiennej (*Event*), która zachodzi w funkcji obsługi przerwania, dioda LED jest przyłączona jako bit o numerze 5 (stała *LEDPin*) do PORTB (stała *LEDPort*):

```
int main ( void )
{
    SoftwareInit ( ) ;
    InitEnvir ( ) ;
    HardwareInit ( ) ;
    for ( ; ; )
    {
        for ( ; ; )
        {
            if ( Event )
            {
                Event = 0 ;
                LEDPort |= ( 1 << LEDPin ) ;
                break ;
            } /* if */ ;
            nop ( ) ;
        } /* for */ ;
        for ( ; ; )
        {
            if ( Event )
            {
                Event = 0 ;
                LEDPort &= ~ ( 1 << LEDPin ) ;
                break ;
            } /* if */ ;
            nop ( ) ;
        } /* for */ ;
        return ( 0 ) ;
    } /* main
```

Do celów diagnostycznych warto wyłączyć opcje optymalizacji generowanego kodu. Domyślnie projekty w środowisku Atmel Studio mają włączoną optymalizację kodu. Chociaż działanie programu jest zgodne z zapisanymi instrukcjami, to niekoniecznie w pełni odpowiada programowi. Kompilator często zmienia kolejność instrukcji, czasami łączy funkcje ze sobą. Gdy funkcja jest oznaczona jako *static* (nie będzie użyta poza bieżącym modulem) i jest wywołana jeden raz, to w zależności od poziomu optymalizacji, zamiast ją wywołać może ją przenieść całkowicie w miejsce wywołania, co redukuje wielkość programu o kilka instrukcji maszynowych. Również możliwe jest, że zmienne, zamiast być lokowane w pamięci operacyjnej, znajdują się w rejestrach roboczych mikrokontrolera. Szczególnie dotyczy to zmiennych lokalnych w funkcjach (redukuje to zajętość pamięci RAM). Uruchamianie programu pod kontrolą debugera prowadzi do niespodziewanych działań:



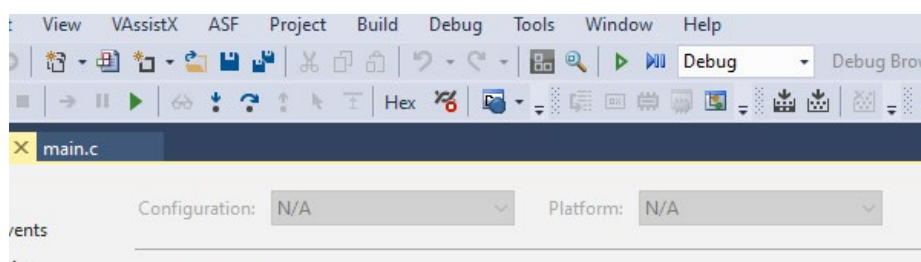
Rysunek 1



Rysunek 2

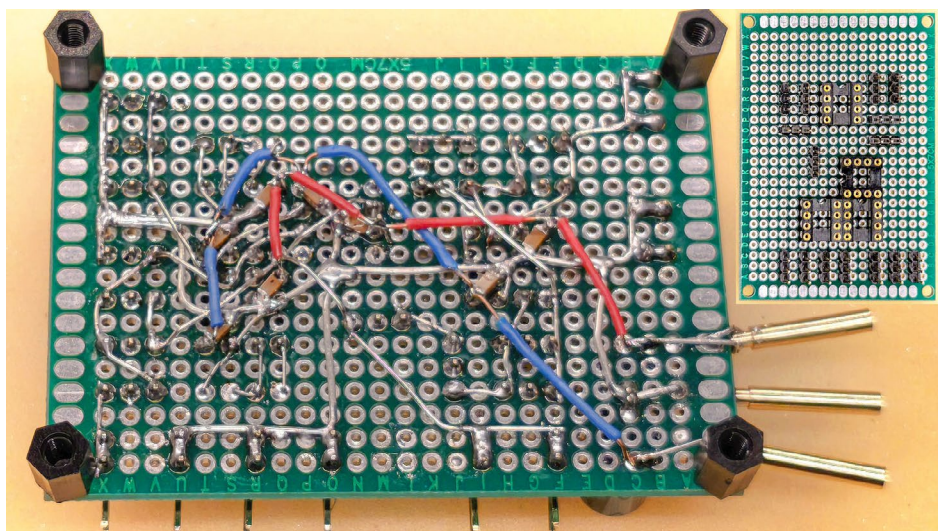
ich wartości (ponieważ nie mają one swego adresu). Na czas debugowania warto wyłączyć optymalizację kodu programu. W tym celu należy wejść w opcję *Properties - Toolchain - Optimization* i zmienić poziom na *None (-O0)*, **rysunek 1**. Po „zbadaniu sprawy” warto ponownie włączyć optymalizację kodu, by uzyskać bardziej optymalną wersję końcową a zmiany ustawień opcji warto zapisać na dysku.

Uzyskany program podlega standardowej kompilacji. Powstały kod programu należy załadować do pamięci Flash mikrokontrolera, jednak wcześniej należy wybrać odpowiednie warianty. Dołączenie modułu *Xplained* do komputera jest automatycznie rozpoznawane (**rysunek 2**), co staje się równoznaczne z tym, że może być bieżącym aktualnym urządzeniem programującym. Uruchomienie krokowe wymaga zmiany pewnej opcji (**rysunek 3**) – w okienku *Interface* należy wybrać *debugWIRE*.



Rysunek 3

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



Przystawki, sondy i dodatki do sprzętu pomiarowego

W tym numerze projektem okładowym jest rozwiązanie zadania konkursowego YK053. Prosty układ przystawki do komputerowej karty audio okazał się zdecydowanie bardziej atrakcyjny i przydatny w praktyce, niż przypuszczałem. Dlatego proponuję kontynuację, a raczej znaczne rozszerzenie tematu przystawek.

Podstawowa prawda jest prosta i oczywista: dawniej dobry pomiarowy sprzęt elektroniczny był bardzo kosztowny, a mało kto miał do niego dostęp. Natomiast współczesny elektronik hobbysta ma lub może mieć dostęp do sprzętu pomiarowego o możliwościach, o jakich jeszcze niedawno można było tylko pomarzyć. Masowo produkowane są naprawdę dobre i niedrogie multimetry, oscyloskopy, analizatory widma i VNA.

Bardzo się z tego cieszymy, ale choćby właśnie przykład przystawki do karty audio pokazuje, że **niewielki i tani dodatek do fabrycznego sprzętu może niepomniernie poszerzyć jego możliwości i praktyczną przydatność**. Przystawki pozwalają w spektakularny sposób rozszerzyć możliwości komputerowej karty audio, która z założenia nie

jest przyrządem pomiarowym. Mogą też rozszerzyć możliwości multimetrów, oscyloskopów i innych urządzeń typowo pomiarowych. Elektronicy wiedzą, że masowo produkowane oscyloskopy i multimetry są stosunkowo tanie, a niektóre zaskakująco tanie, jak na ich parametry. Tak, ale dobrze wiedzą też, że produkowane w niewielkiej liczbie rozmaite dodatki, w tym sondy, są koszmarnie drogie i że często zaporowa cena związana jest właśnie z faktem, że nie jest to masowa produkcja. Nie ma żadnego sensu próba amatorskiego budowania sprzętu produkowanego masowo, choćby właśnie oscyloskopu czy multimetru, ale **jest sens budowy rozmaitych dodatków „rozszerzających”**. **Jest sens, nawet gdyby miały one mieć parametry znacząco gorsze, niż (horrendalnie drogie) wyroby fabryczne.**

Zadanie konkursowe YK056 brzmi:

Zaproponuj pomysł realizacji jakiegokolwiek „dodatku” typu sonda, przystawka, rozszerzającego możliwości fabrycznego sprzętu pomiarowego.

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

Nadesłane prace zostaną omówione w numerze 12/2026 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.

A parametry nie muszą być gorsze, tylko najprawdopodobniej wygląd będzie „niefabryczny”, a wygoda obsługi – słaba. Absolutnie nie przejmujemy się tym w pierwszej wersji, bo jeśli dany „dodatek” okaże się naprawdę przydatny, to warto nad nim popracować i „dopeścić szczegóły”. Z doświadczenia wiem, że nie da się wszystkiego przewidzieć „na sucho” i zawsze prototyp wymaga dopracowania.

Sondy do multimetrów i oscyloskopów

Temat „dodatków pomiarowych” jest bardzo szeroki, dlatego w pierwszej kolejności, właśnie **w ramach tego zadania, proponuję określić, czym warto byłoby się zająć, a czym z różnych względów nie warto**. Dlatego także i Ty pomyśl – jakie „dodatki pomiarowe” przydałyby się Tobie.

W ramach tego zadania przede wszystkim **zaproponuj pomysł realizacji „dodatku”**. Na razie nie trzeba podawać szczegółów, tylko opisać, co byłoby przydatne. To zadanie konkursowe ma zachęcić także i Ciebie, do zastanowienia się nad potrzebami i podzielenia się opinią (doświadczeniem) z innymi.

Jakie dodatki mogą być przydatne do fabrycznego multimetru lub fabrycznego oscyloskopu? Na pewno w grę wchodzi rozszerzenie możliwości pomiarowych, na przykład **pomiar bardzo dużych i skrajnie małych prądów oraz dużych i bardzo małych napięć**. W grę wchodzi przystawki z elementami biernymi, jak boczники czy (kompensowane) dzielniki, ale też **przystawki aktywne, ze wzmacniaczami operacyjnymi, różnicowymi i pomiarowymi**. To doprowadza do wciąż bardzo aktualnego tematu: **tanie sondy różnicowe**. Dziś mamy do dyspozycji najróżniejsze wzmacniacze, najróżniejsze elementy bierne i na pewno można zbudować niedrogą sondę różnicową DIY do multimetru, jeszcze bardziej potrzebną do oscyloskopu. Jakie miałyby mieć pasmo przenoszenia? Czy potrzeba wielu megaherców? Czy może do większości zastosowań wystarczy pasmo rzędu 100 kHz czy 1 MHz? Nie ma dziś problemu z zasilaniem takiej aktywnej sondy, bo można wykorzystać akumulator Li-Ion 3,7 V, o wielkości „małego paluszka”. Na największy praktyczny kłopot wygląda sposób regulacji czułości takiej sondy. Czy trzeba zastosować przełącznik? A może jakieś nasadki tłumiące, jak bywało kiedyś?

Jak Ty widzisz potrzebę, sens i możliwości realizacji rozmaitych sond do mierników i oscyloskopów? Jak masz realne potrzeby czy oczekiwania w tym zakresie? W ramach cyklu **Wspólnie projektujemy** możemy zająć się realizacją sond DIY, tylko najpierw trzeba określić potrzeby – wymagane parametry i właściwości. Wypowiedz się w tej kwestii!

Uwaga! Nie można zbagatelizować kwestii bezpieczeństwa! Zwłaszcza gdy w grę wchodzi

wysokie napięcia! Za sondy i „dodatki” wysokonapięciowe albo się w ogóle nie bierzemy, albo, jeśli mamy odpowiednie kwalifikacje i doświadczenie, starannie badamy temat bezpieczeństwa i ostrożnie eksperymentujemy na własne ryzyko.

Przystawki związane (nie tylko) z zasilaniem

Dziś często badamy źródła zasilania, w szczególności stabilizatory i przetwornice oraz potrzebne nam obwody zasilające o specyficznych parametrach, na przykład rozmaite zdalnie regulowane źródła napięciowe i źródła prądowe.

Przykładowo dość często potrzebne są źródła prądowe, mające jak największą oporność dynamiczną dla przebiegów zmiennych w jak najszerszym zakresie częstotliwości i szerokim zakresie napięć stałych. Takie źródło prądowe przydałoby się choćby do badań pasma przenoszenia i problemu nasycenia transformatorów audio. Czy warto byłoby pomyśleć nad nieskomplikowanym uniwersalnym źródłem prądowym, zrealizowanym z wykorzystaniem (wysokonapięciowych) tranzystorów?

Do niektórych pomiarów, np. do pomiaru charakterystyk Bodego zasilaczy, potrzebne są transformatory pomiarowe (injectors), w tym szerokopasmowe. Te fabrycznie są koszmarnie drogie, a ich godne odpowiedniki można zrealizować za kilkadziesiąt złotych. Tylko nie trzeba się bać i trzeba mieć trochę wiedzy, żeby dostosować parametry do potrzeb. Czy Ty jesteś zainteresowany takim tematem?

Coraz więcej osób z własnej chęci lub z przymusu interesuje się obszerną i niełatwą tematyką EMC. Realizacja pomiarów ściśle według obowiązujących przepisów nie jest łatwa nawet w profesjonalnych laboratoriach. Ale w zasięgu hobbystów są tanie analizatory widma, w szczególności tiny SA, więc może warto zająć się tematem sond DIY do takich przyrządów, sond magnetycznych i elektrycznych.

W kwestii EMS interesująca jest samodzielna realizacja LISN (Line Impedance Stabilisation Network), ale LISN do pomiarów w sieci energetycznej to temat dość trudny z uwagi na bezpieczeństwo. Dużo łatwiej jest z LISN do pomiarów niskonapięciowych.

Z kwestią kompatybilności EMC ściśle związane są coraz popularniejsze impulsowe wzmacniacze audio klasy D oraz inne „siekacze PWM”. Często ze względów oszczędnościowych nie mają skutecznych filtrów wyjściowych. Może do ich pomiarów należałoby zrealizować jakieś „dodatki” w postaci filtrów?

Przedstaw swoje opinie: co w zakresie „dodatków pomiarowych” jest potrzebne, co jest możliwe, co w obecnych warunkach jest realne i sensowne, czym warto się zająć, a czym nie warto? ©

Piotr Górecki



Moduł wyświetlacza z układem TM1637

Praktycznie w każdym systemie mikroprocesorowym niezbędne są elementy wyświetlające informacje. Na rynku dostępnych jest wiele rozwiązań o różnych cechach użytkowych. Jednym z nich jest tytułowy wyświetlacz ze specjalizowanym układem scalonym TM1637.

Moduł wyświetlacza
Polecenia układu TM1637

Moduł pod kontrolą mikrokontrolera

Moduł wyświetlacza z układem TM1637 to popularny, tani i łatwy w obsłudze komponent elektroniczny, służący do wyświetlania cyfr oraz kilku znaków semigrafiki (w tym liter pozwalających na prezentację danych w systemie szesnastkowym). Sam układ (TM1637) potrafi trochę więcej, niż oferuje moduł wyświetlacza. Technicznie może on sterować wyświetlaczem o maksymalnie 6 cyfrach oraz dysponuje możliwością obsługi prostej klawiatury o 16 przyciskach. Tytułowy moduł wykorzystuje układ w ograniczonym zakresie, co nie oznacza, że nie można zastosować TM1637 we własnych konstrukcjach wykorzystujących jego pełne możliwości.

Moduł wyświetlacza

Układ TM1637 autonomicznie obsługuje kilku-cyfrowy wyświetlacz 7-segmentowy LED w trybie multipleksowania. Ten sposób polega na szybkim zapalaniu i gaszeniu poszczególnych segmentów danej cyfry, przez synchroniczne włączanie zasilania odpowiedniej cyfry. Dzięki temu, że proces zachodzi z częstotliwością kilkudziesięciu Hz, ludzkie oko, ze względu na swoją bezwładność, odbiera obraz jako ciągły. Autonomiczność rozwiązania wymaga, by istniało kilka rejestrów 8-bitowych do przechowywania informacji, które segmenty w obrębie każdej cyfry mają być włączone (siedem segmentów wyświetlacza oraz sterowanie kropką lub dwukropkiem)

oraz układ cyklicznie przełączający zasilanie anod wyświetlaczy. Wszystkie te operacje realizuje układ scalony TM1637, toteż nie ma konieczności realizacji w programie jakichkolwiek operacji związanych z odświeżaniem danych. Jedyne działania jakie musi podjąć mikrokontroler, to wysłanie przez dedykowany interfejs szeregowy danych o włączeniu odpowiednich segmentów wyświetlacza (segment do świecenia włącza się jedynką logiczną). Układ sterujący nie ma wbudowanego generatora znaków, czyli program sam musi „rozłożyć” dany znak na poszczególne segmenty. Takie rozwiązanie z jednej strony zmusza do stworzenia w programie rozwiązania przekształcającego znak na sterowanie poszczególnymi segmentami, ale z drugiej strony umożliwia wyświetlanie znaków semigrafiki.

Wspomniany interfejs szeregowy w oryginalnej dokumentacji określony jest jako *two-wire serial* (**rysunek 1**), co może sugerować, że jest to interfejs typu I²C (w mikrokontrolerach ATMEGA również używa się określenia *two wire serial interface*). Pomimo pewnych podobieństw do I²C nie jest to ten interfejs. Główna różnica polega na braku adresowania układów oraz odwróconej kolejności przesyłanych bitów (w I²C przesyłanie bitów zaczyna się od najbardziej znaczącego, w TM1637 od bitu najmniej znaczącego), przez co TM1637 nie jest zgodny ze standardem I²C. Brak możliwości adresowania implikuje, że na jednej magistrali szeregowej może być przyłączony jeden moduł.

Schemat modułu pokazuje **rysunek 2**, gdzie jego złącze zawiera 4 sygnały: dwa do zasilania modułu (dopuszczalna wartość napięcia zasilającego to 3,3 V...5 V, co pozwala na użycie modułu w syste-

TITAN MICRO™
ELECTRONICS

LED Drive Control Special Circuit TM1637

Features description

TM1637 is a kind of LED (light-emitting diode display) drive control special circuit with keyboard scan interface and it's internally integrated with MCU digital interface, data latch, LED high pressure drive and keyboard scan. This product is in DIP20/SOP20 package type with excellent performance and high quality, which is mainly applicable to the display drive of induction cooker, micro-wave oven and small household electrical appliance.

Function features

- Applied power CMOS technique
- The display mode (8 segments*6 bit) supports output by common anode LED.
- Keyboard scan (8*2bit), with enhanced identification circuit with anti-interference keys
- Luminance adjustment circuit (adjustable 8 duty ratio)
- Two-wire serial interface (CLK, DIO)
- Oscillating type: Built-in RC oscillator
- Built-in power-on reset circuit
- Built-in automatic blanking circuit
- Package type: DIP20/SOP20

Rysunek 1

mach o obniżonym napięciu zasilającym), sygnał zegarowy (CLK) oraz przesyłanych danych (DIO). Źródłem sygnału CLK jest zawsze mikrokontroler, natomiast w przypadku obsługi jedynie wyświetlacza (bez klawiatury), sygnałem DIO steruje mikrokontroler z wyjątkiem jednego bitu potwierdzenia ACK, który jest wymuszany przez TM1637.

Polecenia układu TM1637

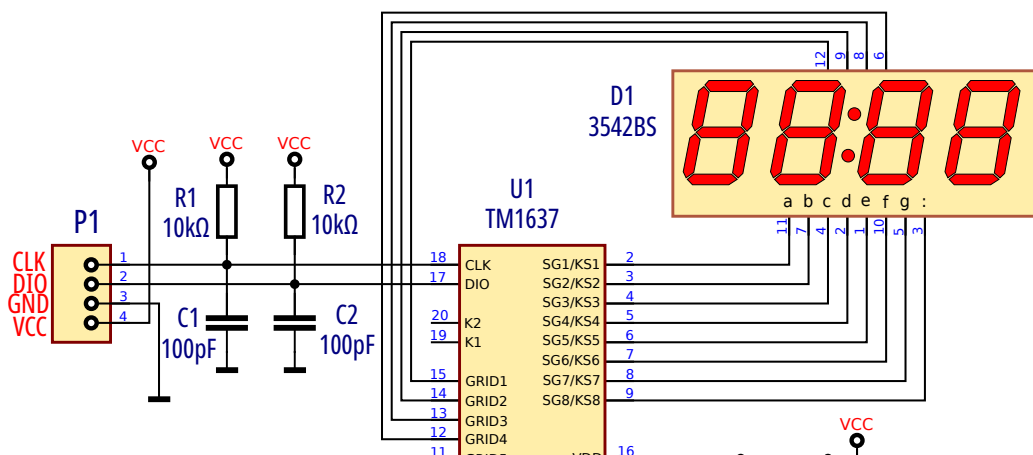
Komunikacja z układem TM1637 opiera się na przesyłaniu jednobajtowych rozkazów za pomocą interfejsu szeregowego. Polecenia te są identyfikowane przez dwa najbardziej znaczące bity wysyłanego bajtu.

Kombinacja binarna 01xxxxxx (40 hex) oznacza polecenie konfiguracyjne, które na młodszej części zawiera odpowiednie szczegóły. Możliwe są:

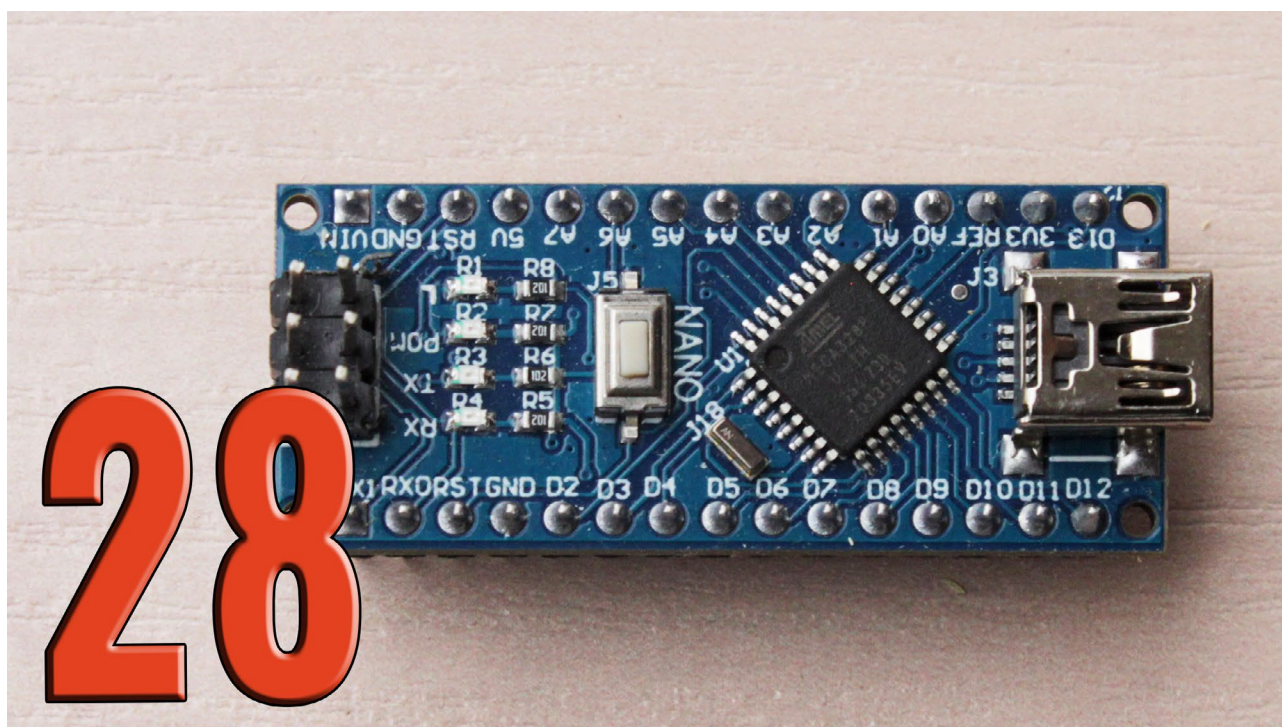
- polecenie o kodzie 40 hex oznacza automatyczną inkrementację adresu, po wysłaniu adresu pierwszej cyfry, każdy kolejny wysłany bajt danych automatycznie trafia na następną pozycję wyświetlacza,
- polecenie o kodzie 42 hex oznacza odczyt klawiatury, w przypadku modułu z fotografii tytułowej ta

możliwość nie jest wykorzystana (nie ma klawiatury),

- polecenie o kodzie 44 hex oznacza ustawienie adresu (pozycji na wyświetlaczu, gdzie ma być umieszczony znak, przeciwieństwo autoinkrementacji), każdy wyświetlany znak



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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 28

Dziedziczenie pozwala na realizację różnorodnych rozwiązań. Tu można wskazać na funkcjonalność typu HAL, która pozwala na adaptację obsługi sprzętu do konkretnych uwarunkowań sprzętowych. Inną możliwością jest rozszerzenie funkcjonalności istniejących komponentów.

Analizator leksykalny

Proste zastosowanie analizatora leksykalnego

Rozbudowa analizatora leksykalnego

Analizator syntaktyczny

Układ praktyczny

W poprzedniej części została opisana możliwość adaptacji obsługi odpowiedniego sprzętu elektronicznego do określonego środowiska. Warto oddzielić logikę sterowania dołączanych komponentów od rzeczywistego rozwiązania samego przyłączenia. Teraz zostanie przedstawiona koncepcja rozbudowy funkcjonalności komponentu o nowe możliwości. Tłem do rozważań jest analiza składniowa. Wiele urządzeń jest sterowanych poleceniami tekstowymi przesyłanymi z zewnątrz. To może być kanał transmisji szeregowej, poprzez który dostarczane są polecenia. Bardziej nowoczesne jest zastosowanie sieci ethernetowej. Różnica związana jest jedynie z „nośnikiem danych”. Wspólną częścią jest analizator tych poleceń wbu-

dowany w mikrokontroler. Składa się on z kilku warstw, gdzie podstawową jest analiza leksykalna.

Analizator leksykalny

Analiza leksykalna (ang. lexical analysis) to proces wstępnego przetwarzania tekstu, polegający na podziale ciągu znaków na mniejsze, logiczne jednostki zwane tokenami (np. wyrazy, liczby, znaki przestankowe). Proces ten obejmuje też odrzucenie elementów bez znaczenia, jak przykładowo spacje. Wyodrębniając podstawowe elementy (tokeny), analizator sprawdza poprawność ich zapisu i może zgłosić błąd formatu zapisu. Przykładowo jako napis (ciąg znaków zapisany między znakami apostrofów lub cudzysłowu) musi mieć znak zamknięcia

łańcucha, identyczny jak znak otwierający (apostrof lub cudzysłów). Podobnie wymagane jest, by liczba z ułamkiem dziesiętnym po znaku oddzielającym część całkowitą od ułamkowej (w tej roli występuje znak kropki), zawierała cyfry.

Do analizy leksykalnej zdefiniowana jest klasa *TLexicalAnalyzer* zawarta w (*LexicalModule.h* oraz *LexicalModule.cpp*). Postać komponentu pokazuje listing 1.

```
class TLexicalAnalyzer {
public:
    TLexicalAnalyzer ( ) ;
    void AnalError ( uint16_t ErrorNo ) ;
    void AnalCardError ( uint16_t ErrorCode ,
                        uint32_t LCValue ) ;
    void AnalStrError ( uint16_t ErrorCode ,
                      uint8_t * StrValue ) ;
    uint8_t ReadSymbol ( ) ;
    uint32_t ReadCardinal ( ) { return CardInpValue ; } ;
    float ReadReal ( ) { return RealInpValue ; } ;
    uint8_t * ReadString ( ) { return StrInpValue ; } ;
    void SetRealEnable ( uint8_t Enable ) { RealEnable = Enable ; } ;
    void OpenLineAnalyser ( uint8_t * LineBuffer ) ;
    void CheckEndOfLine ( uint16_t ErrorCode ) ;
    uint8_t ErrorsPresent ( ) { return ErrorPresent ; } ;
    void PrintAllErrors ( ) ;
    virtual void StartPrintErrors ( ) ;
    virtual void StopPrintErrors ( ) ;
    virtual void PrintError ( uint16_t ErrorCodes ,
                          uint8_t * ErrorSpelling ) ;
    virtual void PrintLine ( uint8_t * Buffer ) ;
public:
    SpellingType      InpSpelling ;
private:
    uint8_t GetNextChar ( ) ;
    void PutSpellCh ( uint8_t PCh ) ;
    void ReadString ( uint8_t Terminator ) ;
private:
    LineBuffType      SourceLine ;
    uint8_t           RealEnable ;
    uint8_t *         CurrChar ;
    uint32_t           CardInpValue ;
    float             RealInpValue ;
    uint8_t           LineChar ;
    uint8_t           LineChar2 ;
    uint16_t          SpeelCt ;
    InpStringType      StrInpValue ;
    uint16_t           ErrCodes [ MaxErr ] ;
    SpellingType       ErrSpell [ MaxErr ] ;
    uint8_t            ErrIndex ;
```

Publicznie dostępne elementy pełnią następujące funkcje:

- *TLexicalAnalyzer* – konstruktor obiektu, inicjuje wartości początkowe zmiennych obiektu, między innymi „włącza” rozpoznawanie liczb ułamkowych (aby umożliwić analizę adresów IP jako czterech liczb rozdzielonych znakiem kropki, należy „wyłączyć” analizę liczb ułamkowych),

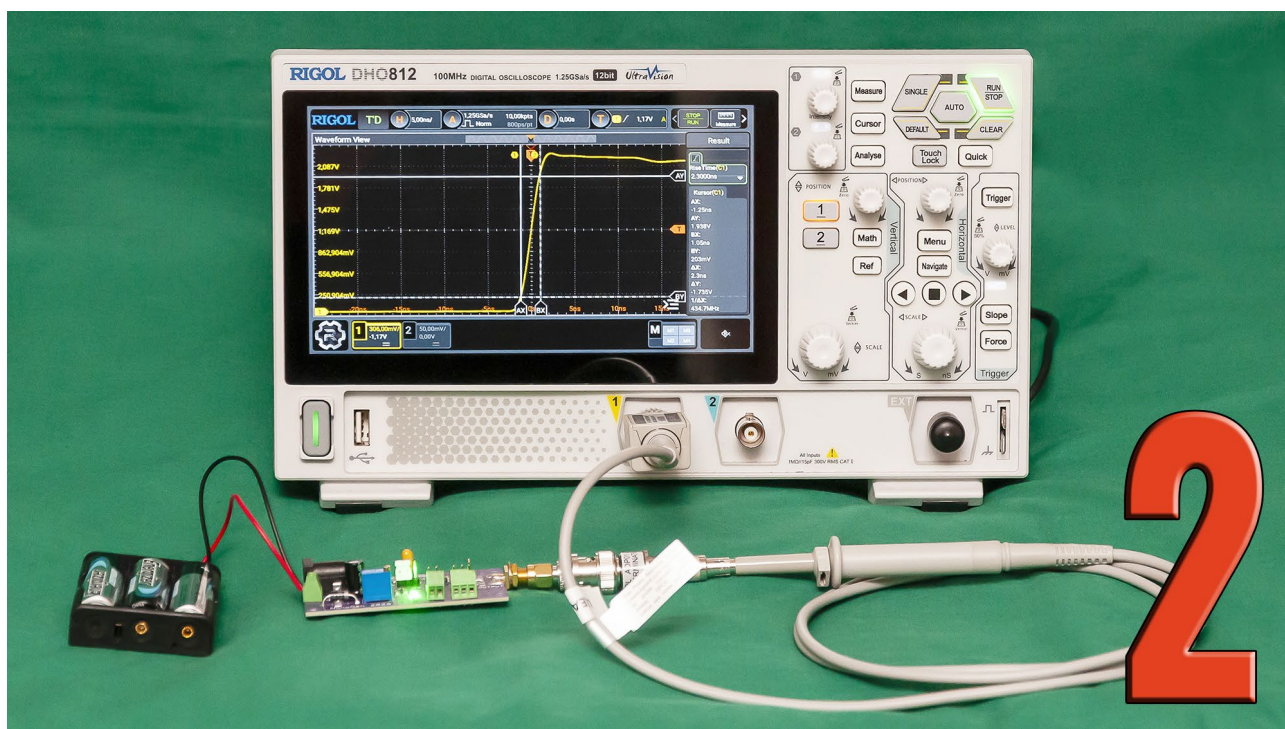
- *OpenLineAnalyser* – metoda przyłączająca do

analizatora bufor zawierający tekst do analizy, podany parametr wywołania jest tablicą znakową w rozumieniu języka C/C++ (zakończony znakiem o kodzie 0),

- *SetRealEnable* – metoda do włączania/wyłączania rozpoznawania liczb ułamkowych (aby analiza adresu IP zapisanego w konwencjonalnym formacie nie kolidowała z rozpoznawaniem liczb ułamkowych należy ją wyłączyć),

- *ReadSymbol* – podstawowa metoda do wczytania kolejnego tokena, jego treść zawsze jest zawarta w *InpSpelling*, przy zgłaszaniu błędów treść tokena jest zapamiętana, by umożliwić lokalizację błędnych zapisów, wynikiem funkcji jest liczba 8-bitowa pozwalająca na rozpoznanie wczytanego tokena, przykładowo *LexicNoSy* oznacza, że wczytany token nie jest rozpoznany, *LexicIdentSy* sygnalizuje, że został wczytany wyraz, *LexicEndLineSy* informuje, że w analizie został

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



Impulsowy test oscyloskopów i sond pomiarowych, część 2

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

Referencyjny pomiar oscyloskopu Rigol DH0812
Architektura stanowiska pomiarowego
Konfiguracja wejściowa oscyloskopu
Analiza wpływu terminacji

Referencyjny czas narastania oscyloskopu
Metodologia podłączania sond w pomiarach nanosekundowych
Podsumowanie

Referencyjny pomiar oscyloskopu Rigol DH0812

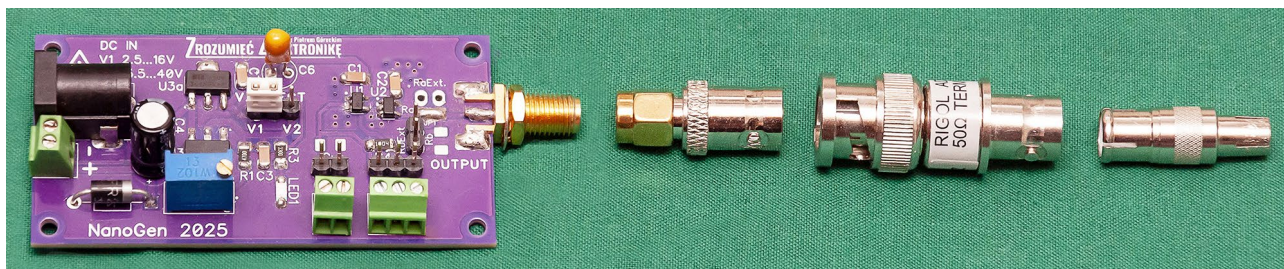
W pierwszej części cyklu przedstawiłem podstawy metody impulsowej oraz omówiłem zależność między czasem narastania a efektywnym pasmem przenoszenia toru pomiarowego. Kolejnym krokiem było wyznaczenie referencyjnej odpowiedzi impulsowej oscyloskopu Rigol DH0812, która miała stanowić punkt odniesienia dla wszystkich dalszych pomiarów sond.

Celem eksperymentu nie było jedynie określenie czasu narastania samego oscyloskopu. Równie istotne było sprawdzenie wpływu terminacji linii

transmisyjnej na obserwowany przebieg oraz pokazanie, jak łatwo można uzyskać pozornie lepsze wyniki wskutek nieprawidłowej konfiguracji pomiarowej.

Architektura stanowiska pomiarowego

Głównym źródłem sygnału testowego był nanogenerator impulsowy, opisany w poprzedniej części cyklu. Generator wytwarza impulsy o bardzo krótkim czasie narastania, dzięki czemu może pełnić funkcję szerokopasmowego źródła pobudzającego podczas badań odpowiedzi impulsowej aparatury pomiarowej.



Fotografia 7

Przy czasach narastania liczonych w pojedynczych nanosekundach wszystkie połączenia należy traktować jak elementy linii transmisyjnych. Dodatkowe złącza, przejściówki oraz przewody wprowadzają pasożytnicze indukcyjności i pojemności, które mogą powodować odbicia sygnału, lokalne rezonanse oraz zniekształcenie odpowiedzi impulsowej.

W początkowej konfiguracji stanowiska pomiarowego stosowałem bardziej rozbudowany łańcuch połączeń zawierający przejściówkę SMA-BNC (gniazdo) oraz dodatkowy łącznik typu „beczka” BNC. Analiza przebiegów wykazała zwiększony poziom oscylacji przejściowych oraz wydłużony czas ich wygaszania. Każde dodatkowe złącze stanowi bowiem lokalną nieciągłość impedancji, która przy bardzo szybkich zboczach może stać się źródłem odbić i rezonansów pasożytniczych.

W kolejnej iteracji stanowiska zastąpiłem przejściówkę SMA-BNC (gniazdo) przejściówką SMA-BNC (wtyk), co umożliwiło całkowite wyeliminowanie dodatkowego łącznika BNC (**fotografia 7**).

Pozwoliło to ograniczyć liczbę nieciągłości impedancyjnych oraz wpływ pasożytniczych elementów RLC w torze pomiarowym. W rezultacie odpowiedź impulsowa stała się bardziej stabilna, a amplituda oscylacji przejściowych uległa zmniejszeniu.

Przyjęta przeze mnie metodologia obejmowała dwa etapy:

- wyznaczenie referencyjnej odpowiedzi impulsowej samego oscyloskopu,
- pomiary z udziałem sond oraz porównanie ich wpływu na odpowiedź impulsową całego toru pomiarowego.

Konfiguracja wejściowa oscyloskopu

Kanały analogowe oscyloskopu Rigol DH0812 charakteryzują się impedancją wejściową 1 MΩ, równoległą z pojemnością około 15 pF. Oscyloskop nie ma przełączanej terminacji 50 Ω, dlatego podczas pomiarów szerokopasmowych konieczne jest zastosowanie zewnętrznego terminatora. W trakcie badań wykonałem pomiary w dwóch konfiguracjach połączeń. Pozwoliło to zobrazować jeden z najczęściej popełnianych błędów podczas pomiarów bardzo szybkich sygnałów.

Połączenie A – bezpośrednie (błędne metrologicznie)

Łańcuch połączeń miał postać:

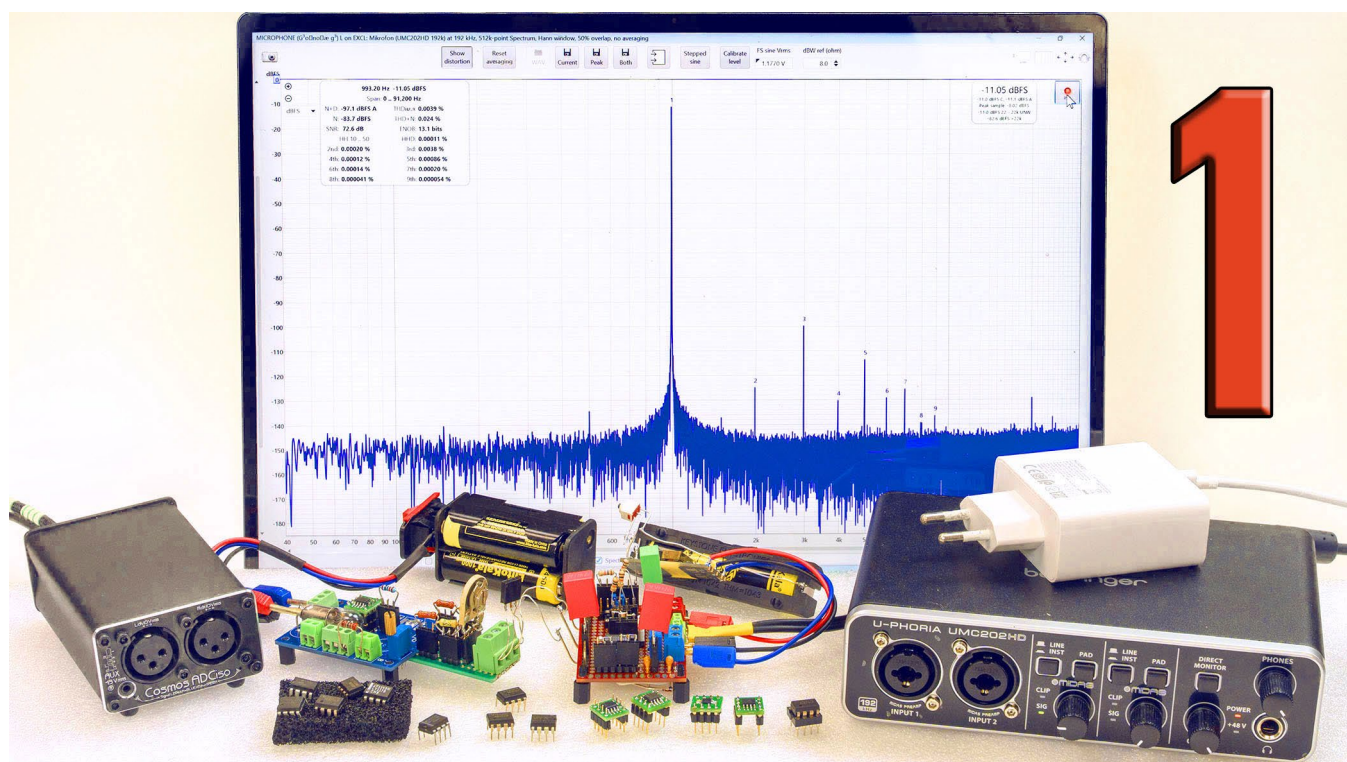
[Wyjście SMA generatora] → [adapter SMA-BNC] → [wejście oscyloskopu].

W tej konfiguracji linia transmisyjna została zakończona wejściem o impedancji około 1 MΩ. Dla



sygnałów o bardzo dużej szybkości narastania oznacza to praktycznie rozwarcie linii transmisyjnej. Sygnał docierający do wejścia oscyloskopu ulegał niemal całkowitemu odbiciu. Fala odbita powracała do punktu pomiarowego i nakładała się na falę padającą, powodując lokalny wzrost amplitudy oraz pozorne

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



Generatory z mostkiem Wiena (1)

W trzyczęściowym artykule opisane są nadal atrakcyjne i bardzo pożyteczne generatory analogowe z mostkiem Wiena. Część pierwsza przedstawia podstawowe informacje i proste rozwiązania, druga pokazuje historię i rozwiązania trudniejsze, a trzecia przeznaczona jest głównie dla eksperymentatorów.

Komu naprawdę są potrzebne takie generatory?
Jak mierzyć skrajnie małe zniekształcenia?
Analogowe generatory „sinusa”
Generator z mostkiem Wiena - podstawy

Wartości elementów określających częstotliwość
Diodowa stabilizacja amplitudy
Wykorzystanie termistora
Stabilizacja za pomocą żarówki

Dziś dominuje technika cyfrowa, ale **nadal najlepsze generatory sinusoidalne realizowane są w sposób analogowy**. Dawniej w laboratoriach, pracowniach i w warsztatach elektronicznych używano generatorów pracujących na różnych zasadach. Dziś dominują generatory wykorzystujące bezpośrednią syntezę cyfrową (DDS). Faktem jest, że ich możliwości są coraz lepsze, a ceny coraz niższe. Jednak w niektórych zastosowaniach nadal potrzebne są inne generatory. Na przykład impulsów o bardzo stromych zboczach. Innym przykładem są generatory jak najbardziej czystego „sinusa”, czyli przebie-

gu sinusoidalnego o jak najmniejszych zniekształceniach harmonicznym (THD). Najmniejszych, czyli jakich? Dobre generatory DDS dają „sinus” o zawartości harmonicznym rzędu -60dB, czyli 0,1%. Jeśli to nie wystarczy, potrzebny jest inny generator. Dobre komputerowe karty audio mogą wytwarzać przebiegi dużo czystsze, ale są kosztowne i mają też swoje wady. Dlatego **nadal w niektórych zastosowaniach potrzebne są analogowe generatory „czystego sinusa” o zawartości harmonicznym rzędu jednego „pipiema”**: 1 ppm = 0,0001% czyli -120 decybeli, a nawet mniej.

Komu naprawdę są potrzebne takie generatory?

To interesujące, że nadal jest sporo osób, którym taki generator o ultraniskich zniekształceniach THD potrzebny jest „dla miecia”. Chcą oni taki generator samodzielnie zbudować i mieć tylko dla własnej ogromnej satysfakcji. Właśnie samodzielnie zbudować, a nie kupić, bo tu kluczowe znaczenie ma walka o jak najmniejsze zniekształcenia. Dość łatwo się przekonać, że poziom zniekształceń wyznacza głównie użyty element aktywny, czyli w praktyce wzmacniacz operacyjny. To może być interesująca „sztuka dla sztuki” i forma specyficznych zawodów sportowych. Ale niekoniecznie!

Są osoby, które znają się na elektronice i chcą sprawdzać „skrajne” parametry różnych układów, a jeszcze bardziej elementów elektronicznych. W szczególności sprawdzają liniowość, czyli badać jakie zniekształcenia mogą wprowadzać różne odmiany wzmacniaczy operacyjnych, kondensatorów i rezystorów przy różnych częstotliwościach i amplitudach sygnału. Tak, nie tylko zniekształcenia wzmacniaczy, ale też zniekształcenia wprowadzane choćby przez kondensatory i rezystory, które też idealne nie są i nie do końca spełniają prawo Ohma!

„Bardzo czysty sinus” potrzebny jest miłośnikom techniki audio do sprawdzania parametrów sprzętu. To wcale nie są fanaberie pseudoaudiofilów, tylko interesujące, pożyteczne i wartościowe testy, do których potrzebne jest źródło sygnału sinusoidalnego o naprawdę znakomitej czystości, czyli o skrajnie małych zniekształceniach.

Faktem jest, że „czyste” przebiegi można dziś wytworzyć „cyfrowo”, choćby za pomocą komputerowych kart dźwiękowych. Tak, ale dobry analogowy generator „sinusa” jest potrzebny między innymi

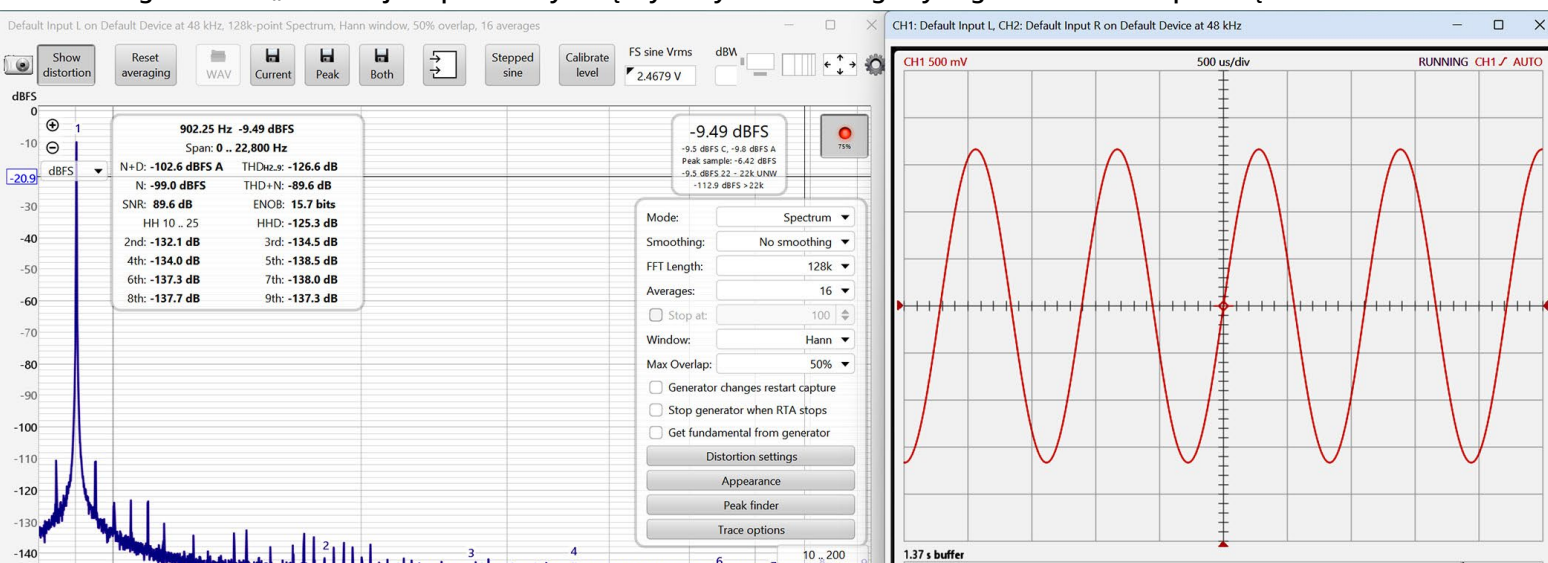
właśnie do sprawdzania parametrów takich kart, w szczególności zawartych w nich przetworników ADC. Dlatego naprawdę warto zainteresować się analogowymi generatorami „czystego sinusa”, w szczególności wersjami z mostkiem Wiena.

Oczywiście pojawia się podstawowe pytanie...

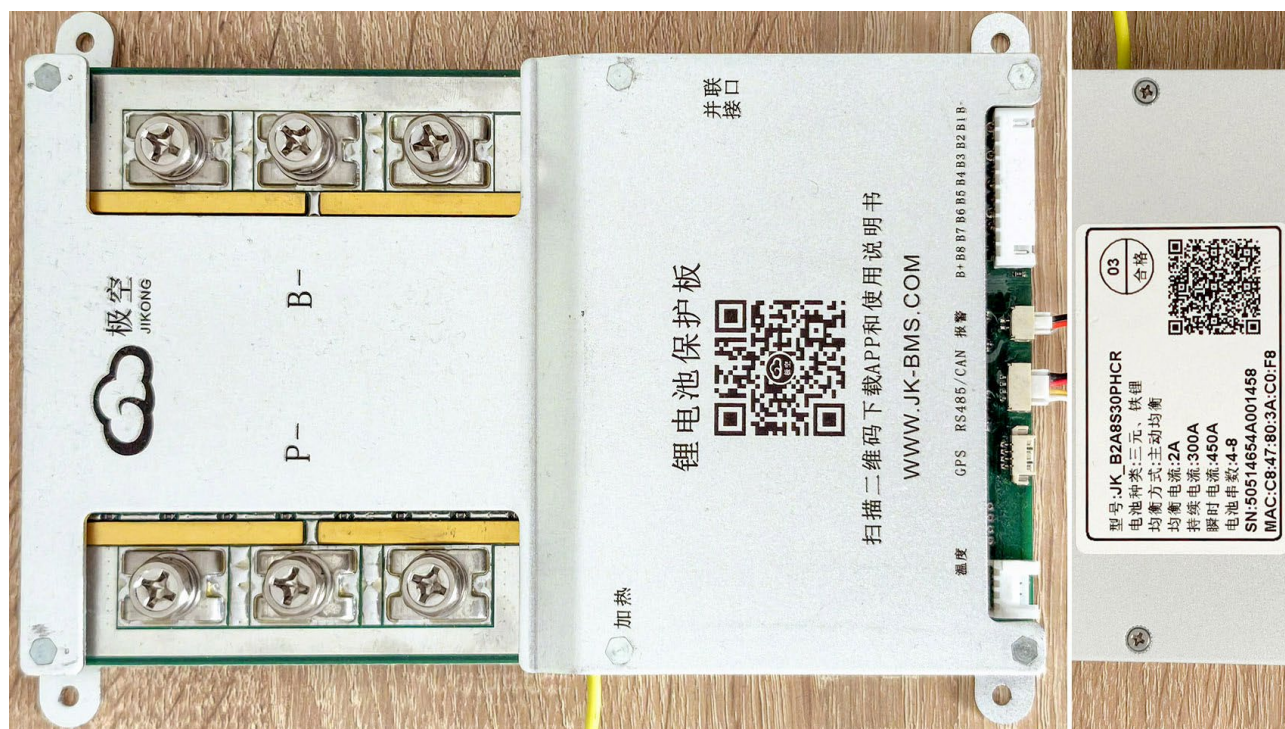
Jak mierzyć skrajnie małe zniekształcenia?

Nieliniowość objawia się przede wszystkim pojawieniem w sygnale składników o częstotliwościach harmonicznych. Jeżeli są to przebiegi z zakresu częstotliwości akustycznych, a nie sygnały w.cz., to akurat dziś możliwy jest pomiar tych harmonicznych także w warunkach amatorskich i nie trzeba mieć horrendalnie drogiego sprzętu pomiarowego kosztującego tysiące dolarów. Jesteśmy w dobrej sytuacji, ponieważ dostępne są niedrogie, komputerowe karty dźwiękowe, zawierające 24-, a nawet 32-bitowe przetworniki ADC. Takie karty komputerowe mogą z powodzeniem pracować w roli sprzętu pomiarowego, a konkretnie jako analizatory widma o dynamice rzędu 120, a nawet więcej decybeli. I właśnie na **fotografii tytułowej** przedstawiony jest pomiar zawartości harmonicznych zaskakująco prostego generatora przebiegu sinusoidalnego, za pomocą kosztującej około 300 złotych karty Behringer UMC202HD (i prostej przystawki).

Natomiast **rysunek 1** pokazuje pomiar zawartości widmowej sygnału innego egzemplarza takiego generatora, ale za pomocą dużo lepszej karty z 32-bitowym przetwornikiem ADC. Generator opisany jest w artykule **Eksperymentalny generator przebiegu sinusoidalnego**. Aby jednak taki generator zrealizować, warto mieć trochę więcej wiedzy na temat analogowych generatorów. Naprawdę warto!



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



BMS w akumulatorze – co to i po co?

Akumulatory litowe zostały wstępnie omówione w artykule [Akumulatory wczoraj i dziś \(2\)](#), w numerze 7/2025. A w trzech ostatnich artykułach tej serii zacząłem omawiać przyczyny oraz rozmaite sposoby zabezpieczania pojedynczych ogniw litowych. W tym artykule omawiam układy nazywane BMS.

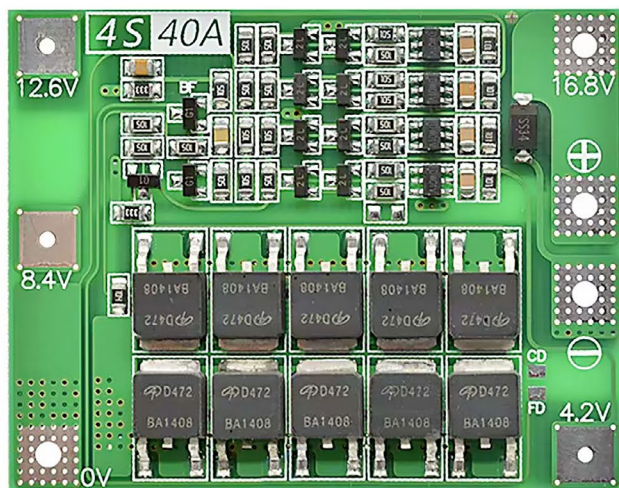
Czy BMS i balanser to to samo?
Rozmaite rozwiązania BMS-ów
BMS-y z układami DW01

Zabezpieczenie nadprądowe w BMS-ach
BMS-y ze specjalizowanymi układami scalonymi

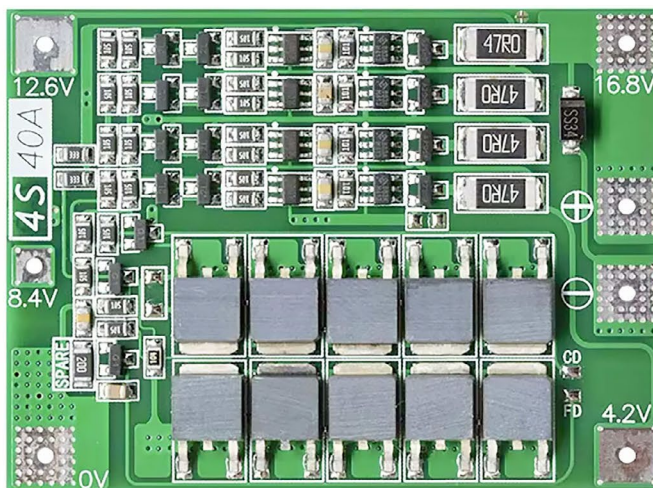
W dwóch poprzednich artykułach tego cyklu wyczerpująco omówiłem sposoby zabezpieczenia pojedynczych akumulatorów litowych, których napięcie nominalne zawiera się w granicach 3,2...3,8 V. Dla wielu zastosowań jest to napięcie małe, dlatego powszechnie wykorzystuje się też pakiety ogniw litowych połączonych w szereg (*serial connected*) lub równolegle (*parallel connected*). Zestaw trzech połączonych w szereg ogniw, oznaczony 3S, ma trzy razy wyższe napięcie, a pojemność w amperogodzinach taką samą, jak akumulator pojedynczy. Natomiast pakiet sześciu akumulatorów, w którym po dwa połączone są równolegle, a potem te trzy grupy szeregowo, ma oznaczenie 3S2P – ma napię-

cie trzy razy wyższe, a pojemność dwa razy większą niż pojedyncze ogniwo.

Bardzo popularne są kwasowe akumulatory 12-woltowe, składające się z sześciu ogniw – cel. Z akumulatorów litowych budowane są ich przybliżone odpowiedniki. Mianowicie zestaw 3S, czyli zestaw trzech ogniw Li-Ion ma napięcie nominalne $3 \times 3,7 \text{ V} = 11,1 \text{ V}$. Po pełnym naładowaniu napięcie wynosi $3 \times 4,2 \text{ V} = 12,6 \text{ V}$. Jeżeli chodzi o fosfatowe LiFePO₄, to zestaw 4S, czyli cztery połączone szeregowo ogniwa, ma napięcie nominalne 12,8 V, a po pełnym naładowaniu napięcie 14,6 V – nie tylko pod względem napięcia zestawu 4S z ogniwami LiFePO₄ są podobne do akumulatorów kwasowych.



Fotografia 1 „Poczwórny” BMS bez balansera



„Poczwórny” z balanserem

Oprócz zestawów 12-woltowych, popularne są zestawy o wyższym i dużo wyższym napięciu kilkunastu woltów, przeznaczone do rozmaitych pojazdów elektrycznych, np. do deskorolek, hulajnóg, rowerów i skuterów. Natomiast w samochodach elektrycznych są montowane zestawy ogniw Li-Ion, dające napięcie rzędu kilkuset woltów.

I wracamy do najważniejszego: **akumulatory litowe są delikatne, łatwo je uszkodzić**. Przedstawione w poprzednich artykułach serii sposoby ochrony **pojedynczych** ogniw okazały się rozbudowane i skomplikowane, natomiast w przypadku **zestawów ogniw połączonych szeregowo**, zadanie jest jeszcze trudniejsze, bo trzeba chronić nie tyle cały zestaw, co **indywidualnie trzeba chronić wszystkie składowe ogniwa połączone szeregowo**.

Wszystko to związane jest z faktem, że te szeregowo połączone akumulatory nie mają identycznej pojemności. Występują różnice między ogniwami i problem narasta z czasem. Problem, którego nie ma przy ochronie pojedynczego akumulatora. To doprowadza nas najpierw do tematu BMS-ów, a potem także do balanserów.

Czy BMS i balanser to to samo?

Mnóstwo osób nie ma jasności co do określeń „beemes” (BMS – Battery Management System) oraz balanser (*Balancer*). Na pewno nie są to synonimy!

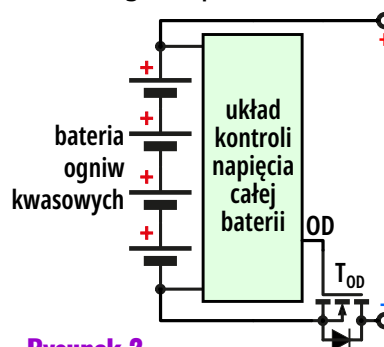
Określenie **BMS** jest szersze i obejmuje wszelkie systemy zarządzania baterią ogniw. Natomiast **balanser** to urządzenie lub blok, który ma coś balansować, czyli równoważyć, wyrównywać. W założeniu ma „wyrównywać pojemność” poszczególnych ogniw składowych, co będę omawiał później.

W każdym razie **prostsze systemy BMS nie zawierają żadnego balansera**, a jedynie obwody ochrony

Na **fotografii 1** pokazane są dwa stosunkowo proste BMS-y: jeden z balanserem, drugi bez. Bardziej rozbudowane „beemesy” mają więcej funkcji ochronnych, w tym zabezpieczenia termiczne i zawsze, mniej lub bardziej skuteczne, obwody balansera.

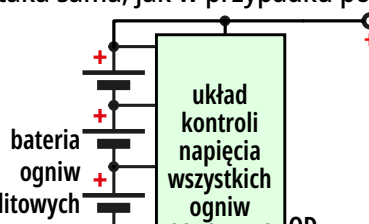
Różne rozwiązania BMS-ów

Otóż dla ochrony przed rozładowaniem, także w przypadku akumulatorów kwasowych, niekiedy stosowano wyłączniki według idei z mocno uproszczonego **rysunku 2**, gdzie przekaźnik, lub lepiej pojedynczy MOSFET odłączał akumulator, gdy jego napięcie obniżyło się do określonej granicy (dla 12-woltowych kwasowych około 10 V). W przypadku ogniw litowych komplikacja polega na tym, że **akumulatory litowe są bardzo delikatne, poszczególne ogniwa zestawu mają trochę inne parametry i dlatego nie wystarczy pomiar sumarycznego napięcia całego zestawu. Niezbędna jest kontrola napięcia każdego z ogniw**.



Rysunek 2

Podstawowa idea ochrony baterii ogniw litowych jest więc dokładnie taka sama, jak w przypadku pojedynczego ogniwa: nadmierne rozładowanie dowolnego z ogniw składowych ma powodować odłączenie.



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



Zakup przekaźników „rtęciowych”

W ZE 5/2026, w artykule Przekaźniki ze stykami zwilżanymi rtęcią opisałem te bardzo interesujące elementy, których nie wolno stosować w sprzęcie powszechnego użytku, ale które nadal można wykorzystywać do celów specjalnych, m.in. „na potrzeby własne”. Poniżej garść informacji o możliwościach zakupu.

Problem z napięciem nominalnym

Najprościej, technicznie biorąc, **kontaktrony rtęciowe są wielokrotnie lepsze od „zwykłych” kontaktronów, a także od wielu innych przekaźników.**

Dobra wiadomość jest taka, że na rynku nadal jest sporo przekaźników – kontaktronów rtęciowych. **W chwili pisania artykułu niektóre można było kupić w śmiesznie niskich cenach, kilku złotych.** Szczegóły za chwilę. Jednak ogólnie biorąc, na aukcjach i znanych portalach przekaźniki rtęciowe są bardzo drogie. Owszem, warto na przykład w wyszukiwarce e-Bay wpisać: **mercury relay**,

Wyszukiwanie przekaźników rtęciowych

i mniej dolarów, głównie od dostawców z krajów „mniej godnych zaufania”, na przykład z Bułgarii: <https://www.ebay.pl/itm/175660794496>.

Przekaźniki – kontaktrony rtęciowe są też dostępne na krajowych platformach. Ja niedawno kupiłem cztery przekaźniki HG1002T po umiarkowanej cenie około 25 złotych za sztukę. A mniej więcej dwa lata temu kupowałem 12-woltowe przekaźniki HGRM51111 po około 4 złote za sztukę. Widać je na powyższej fotografii wstępnej

Do niedawna można było kupić (używane) podobne

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



Elektroenergetyka – przesył i dystrybucja, część 4

W tym odcinku zajmiemy się obiektami, które każdy z nas mija na co dzień. W terenach miejskich są one może bardziej ukryte niż na wsiach, ale dzięki nim każdy z nas ma w swoim domu energię elektryczną. Temat na dziś to stacje transformatorowe średniego napięcia.

Stacje transformatorowe SN/nn
Stacje słupowe
Stacje wewnętrzne

Rozdzielnia średniego napięcia
Rozdzielnia niskiego napięcia
Projektowanie stacji

Stacje transformatorowe SN/nn

Stacje transformatorowe tego typu przekształcają energię elektryczną przesyłaną na napięciu średnim, na napięcie niskie, które jest przesyłane do większości odbiorców. Stacje te mogą być w wykonaniu dwojakim – jako wewnętrzne i napowietrzne. Stacje napowietrzne to stacje słupowe, zaś wewnętrzne to rozwiązania kontenerowe lub w formie murowanego budynku. Budynek może być wieżowy lub parterowy.

Stacje słupowe

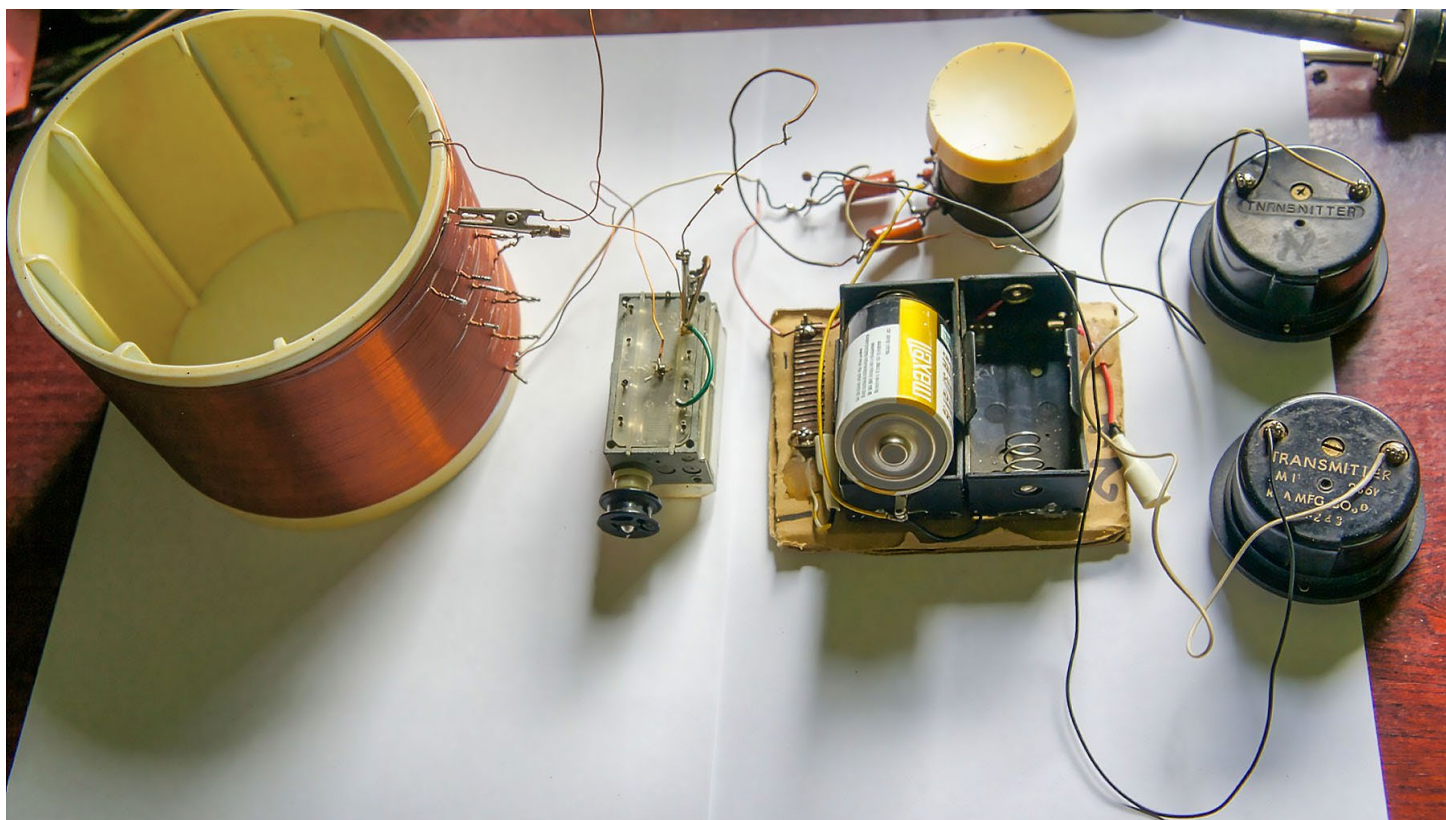
Stacje słupowe budowane w czasach PRL, to zazwyczaj



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



Fotografia 1



Odbiornik detektorowy i nie tylko detektorowy

W artykule przedstawione są praktyczne, bardzo pożyteczne informacje na temat odbiorników detektorowych, a co jeszcze bardziej interesujące – są informacje o wykorzystaniu diody tunelowej w roli jednocześnie i detektora, i wzmacniacza. Jest też wiele konkretnych, praktycznych porad z życia wziętych.

Trochę mojej historii

Antena

Wykorzystanie diody tunelowej

Słuchawki

Moje działania i plany

Nazywam się **Krzysztof Kleczyński**, jestem inżynierem elektronikiem po Politechnice Warszawskiej. Obecnie na emeryturze – mam 78 lat. Mieszkam koło Rawy Mazowieckiej, a do anteny programu pierwszego Polskiego Radia pod Solcem Kujawskim mam w prostej linii około 210 kilometrów.

Trochę mojej historii

Elektroniką zainteresowałem się już w szkole podstawowej. Był rok chyba 1959 albo 1960 i w tej mojej dziurze, Rawie nie można było dostać części radiowych. Dioda germanowa była marzeniem, a kryształki były dawno wyrzucone na śmieci. Dostępny był

tylko kondensator zmienny z demobilu. W końcu wyprosiłem od przewijacza silników drut nawojowy i zrobiłem cewkę. Jakiś kryształek gdzieś załatwiłem i słuchawki. Mieszkalem w domu, gdzie nie można było założyć anteny, więc chciałem się podłączyć do sieci przez kondensator i oczywiście był ogień, dym i na tym się skończyło. Potem były tranzystory (1962 rok), więc odbiornik kryształkowy był już „be”. Po wielu latach przeniósłem się z Rawy na wieś, wybudowałem dom i było już miejsce na prawdziwą antenę. Ma ona około trzydzieści metrów długości i jest rozciągnięta od wschodu do zachodu, tak że odbieram najlepiej z południa i północy.

Wysokość zamocowania to około 7 metrów. Uziemienie zakopane głęboko, dwa wiadra ocynkowane, doprowadzenie 4 mm średnicy, w izolacji. Ważne by miejsce połączenia drutu z wiadrem okleić lepka plasteliną aby nie dopuścić tam wilgoci. Cewka radia detektorowego nawinięta jest na dziesięciocentymetrowym odcinku rury PCV o średnicy około 130 mm. Cewka nawinięta jest drutem w emalii 0,6 mm. Marginesy na początku i końcu po 10 mm. Zrobiłem 8 odczepów, równo rozmieszczonych, aby można było eksperymentować z dopasowaniem anteny i diody.

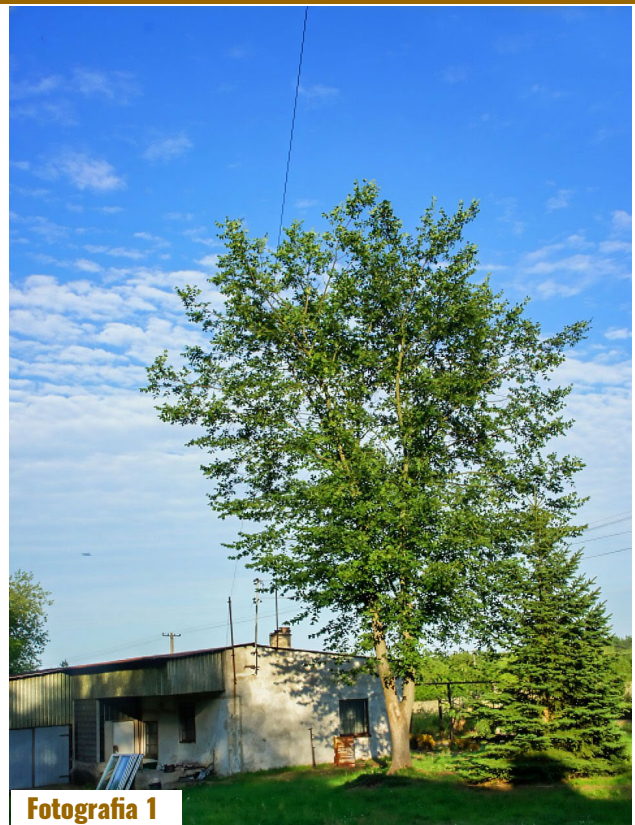
Jako detektor – dioda germanowa, kryształek, dioda krzemowa – wszystko gra, nawet stare kombinerki i żyłtka z ołówkiem zaostrzonym – to nie jest krytyczne.

Teraz najlepsze: ja z racji wieku jestem już porządnie głuchy i zwykłe słuchawki są dla mnie za słabe – na słuchawkach takich 2 kiloomy, normalnych, coś tam słyhać, ale słabo. Swego czasu trafiłem w necie na stronę **Crystal Radio Stay Tuned**. To była dosłownie encyklopedia na temat odbiorników detektorowych – od A do Z. Były tam opisane słuchawki, tzw. Sound Power, zbudowane podobnie jak stary głośnik kotwiczny albo głośnik od tzw. hitlerka – taki z papierowym koszem. Takie słuchawki są o wiele, wiele czulsze od normalnych, ale u nas nie były produkowane.

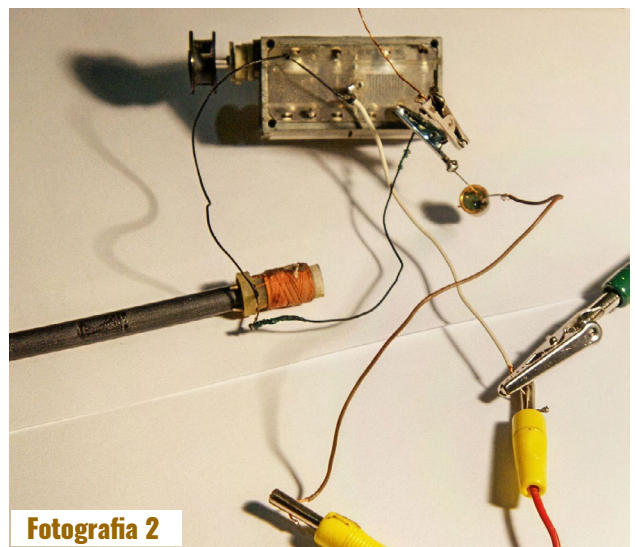
Antena

Fotografia 1 przedstawia moją antenę rozciągniętą od nowego domu do starego. Linka jest w izolacji, więc nawet gdy jakaś gałąź jej dotknie, to nie ma to większego wpływu na jakość odbioru. Antena musi być, ale nie musi być koniecznie taka. Kiedyś miałem antenę **DWZO**, czyli Drut Wyrzucony Za Okno – było tego około piętnaście metrów drutu nawojowego 0,5 mm w emalii, rozciągniętego od okna w domu do gruszki na podwórku i też działało zupełnie dobrze. Uziemienie do odbiornika detektorowego musi być dobre, np. w blokach może być wykorzystany do tego kaloryfer. Wszystko zależy od odległości od nadajnika i chęci eksperymentowania. Kiedyś, przed laty, mój nieżyjący już wujek z Łodzi opowiedział mi, że on, przed wojną, jako młody chłopak zakładał na uszy słuchawki radiowe i dotykał jedną końcówką przewodu słuchawkowego do zlewu w kuchni i słyszał w słuchawkach muzykę. Zlew był emaliowany ale w miejscu gdzie on dotykał, emalia była uszkodzona i metal był zardzewiały albo pokryty takim ciemnym nalotem.

Wtedy nie za bardzo mu wierzyłem ale teraz wierzę

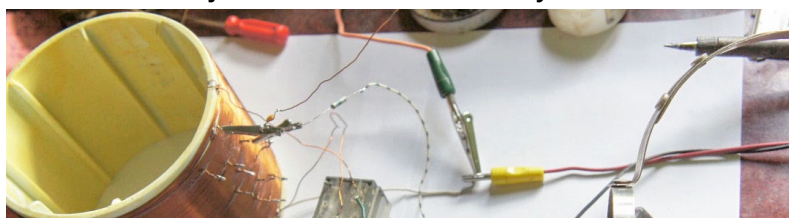


Fotografia 1



Fotografia 2

Fotografia 2 przedstawia odbiornik z cewką z anteny ferrytowej od radia tranzystorowego. Mamy tutaj dodatkową możliwość strojenia rdzeniem ferrytowym cewki. Cewka jest długofalowa i ma indukcyjność około dwóch milihenrów. Na **fotografii 3** cewka jest tradycyjna, ma 138 zwojów drutu w emalii o średnicy 0,5 mm.



Fotografia 3

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



Co to jest ładowanie kondensatora?

Podstawowe zależności w kondensatorze

(Nie)podobieństwo kondensatora i akumulatora

Źródłem właściwości kondensatora jest (nadal bardzo tajemnicze) pole elektryczne. Nie tylko początkujący mają kłopot ze zrozumieniem szczegółów dotyczących pola elektrycznego, jego wektorowego natężenia, jego skalarnego potencjału, konsekwencji występowania i ładunków dodatnich, i ujemnych, dlatego ***na początkowych etapach edukacji powszechnie wykorzystuje się modele, w szczególności modele hydrauliczne***. Jak pisałem we wcześniejszych artykułach, wykorzystuje się co najmniej dwie analogie hydrauliczne – wodne: ciśnieniową (poziomą) oraz wysokościową (pionową). Obie są bardzo mocno niedoskonałe i obie mogą wprowadzić w błąd.

Tak, ale w miarę przystępnie pokazują niektóre ważne aspekty zagadnienia, dlatego pomimo wad warto je wykorzystać. W obu odpowiednikiem napięcia elektrycznego jest ciśnienie wody, a odpowiednikiem prądu elektrycznego – przepływ wody.

W literaturze można znaleźć modele hydrauliczne kondensatora, gdzie kluczową rolę odgrywa elastyczna membrana. Przykład pustej w środku kuli przedzielonej gumową membraną, z **rysunku 1** pochodzi z interesującej strony, którą prowadzi W. Beaty (<http://amasci.com/emotor/cap1.html>). Ten model prawidłowo pokazuje, że przez kondensator nie może płynąć prąd stały. Pokazuje, jak należy rozumieć ładowanie i rozładowanie. Wielkość kuli i jej pojemność słusznie kojarzy się z pojemnością kondensatora. Oprócz tych zalet, model ten ma wiele poważnych ograniczeń, wad i może wprowadzić w błąd.

Pokrewny model pokazany jest na **rysunku 2**. Kondensator przedstawiony jest jako tłok poruszający się wewnątrz cylindra. Ma zalety poprzedniego, a obecność sprężyn wskazuje na magazynowanie w nich energii.

Dużo gorszy hydrauliczny model kondensatora (jako animowany GIF) można łatwo znaleźć w Wikipedii – **rysunek 3**. To elastyczna membrana zamontowana w rurze. Podstawowy problem, że tu nigdzie nie widać pojemności. To bardzo kiepski model.

Żaden z tych modeli nie ilustruje w przystępny sposób najważniejszych kwestii: związku prądu, napięcia i energii. Do tego zdecydowanie lepsza jest „wysokościowa” analogia kondensatora, która niestety, też ma liczne wady.

W analogii „wysokościowej” mamy dobry pod pewnymi względami model kondensatora w postaci pojemnika na wodę o kształcie pionowej rury, wysokiego walca – **rysunek 4**. Model ten też ma bardzo poważne wady: nie widać tu, iż przez kondensator nie może płynąć prąd stały. U dołu zbiornika narysowałem dwa dopływy/odpływy, ale wystarczyłby jeden.

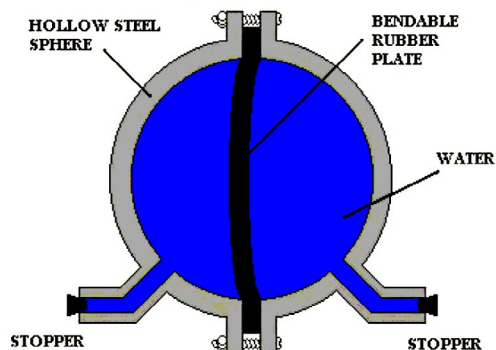
W tej analogii „wysokościowej” napięcie między okładkami kondensatora, czyli „ciśnienie elektryczne”, reprezentowane jest oczywiście przez ciśnienie wody na dole zbiornika, wyznaczone przez wysokość słupa wody. Czyli napięcie na okładkach kondensatora reprezentuje tu wysokość wody w rurze.

Pojemność i zdolność magazynowania energii

Zacznijmy od „oczywistej oczywistości”: sam fakt, że mamy kondensator o jakiejś pojemności wcale

amasci.com/emotor/cap1.html

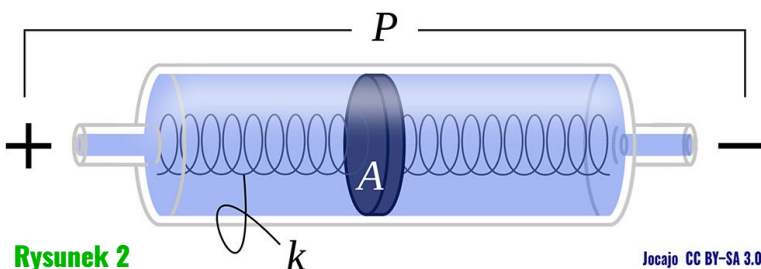
I have beefs with textbook explanations of capacitors too. "Capacitors store charge?" No! Flat out wrong! Wait and hear me out, I'm not insane.



CAPACITOR
(water analogy)

When we "charge" a conventional metal-plate capacitor, the power supply pushes electrons into

Rysunek 1

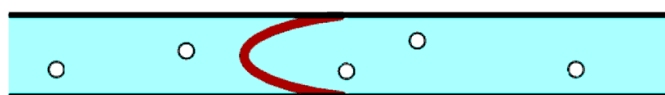


Rysunek 2

Jocajo CC BY-SA 3.0

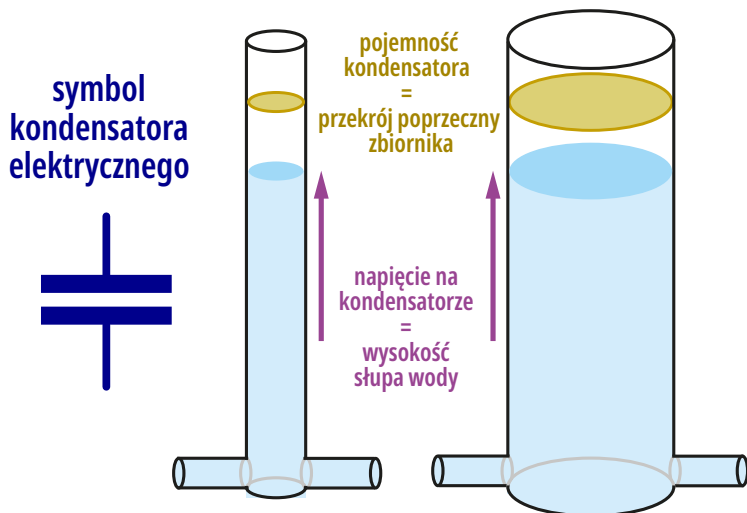
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:CapacitorHydraulicAnalogyAnimation.gif>

File:CapacitorHydraulicAnalogyAnimation.gif

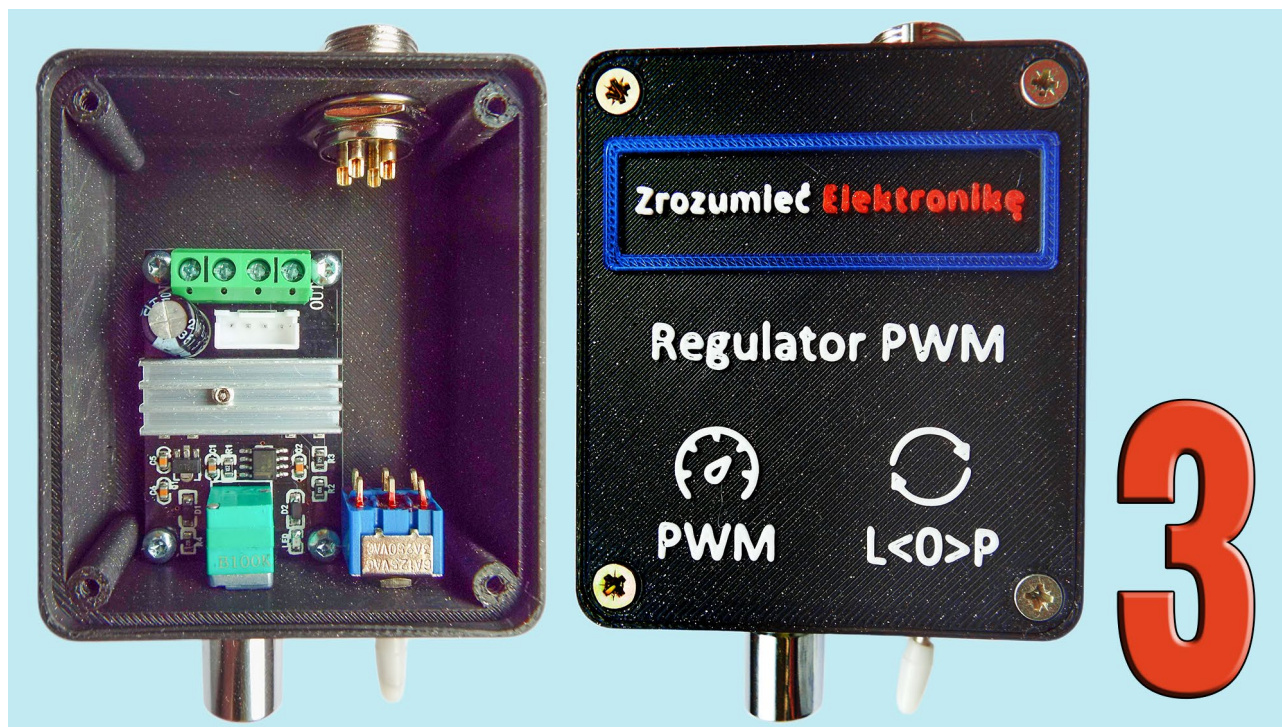


MIME type: image/gif, looped, 8 frames, 3.0 s)

Rysunek 3



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



Druk 3D – wykorzystanie kreatorów, część 3

W dwóch poprzednich częściach artykułu zostało szczegółowo przedstawione, jak za pomocą kreatora samodzielnie zrealizować obudowę do konkretnej płytki drukowanej. Trzecia część pokazuje jak utworzyć do niej pokrywę z własnymi napisami, ikonami i elementami graficznymi.

Płyta czołowa z drukarki 3D

Podział obudowy

Tworzenie, dodawanie i kolorowanie logo

Dodawanie napisów

Ikonki i dodawanie ikon

Dodanie tekstu

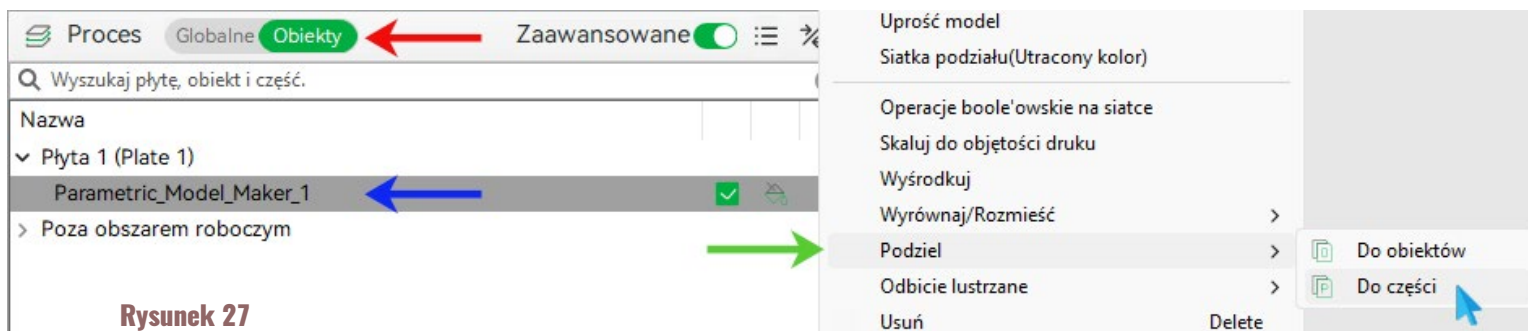
Podsumowanie

Płyta czołowa z drukarki 3D

W poprzednich częściach opisu projektowania obudowy za pomocą kreatora, poruszyłem zagadnienie jakości druku napisów na pokrywie zaprojektowanej obudowy. Na fotografii 22 z drugiej części artykułu widać było, że napisy z kreatora obudów są słabej jakości. Napisy z programu Bambu Studio, widoczne na fotografii 23, też nie wyglądają dużo lepiej. Postanowiłem więc zaprojektować zupełnie nową płytę czołową do opisywanej obudowy. Płytę tę możemy zobaczyć na fotografii tytułowej oraz na fotografiach 24 i 26 z drugiej części artykułu.

Podział obudowy

Chcąc utworzyć indywidualny projekt pokrywy do naszej obudowy, musimy zaprojektować w serwisie <https://makerworld.com> i wyeksportować wybraną obudowę bez napisów na jej pokrywie. Projekt obudowy wczytujemy do programu Bambu Studio narzędziem z ikoną sześciennego znacznika + w obwódce (Ctrl+I), wskazaną żółtą strzałką na rysunku 32 (w dalszej treści artykułu). Aby móc edytować naszą obudowę trzeba w panelu **Proces** włączyć przełącznik **Obiekty**, wskazany czerwoną strzałką na **rysunku 27** (na następnej stronie).



Rysunek 27

Po wczytaniu okazuje się, że nasz projekt to jeden obiekt o nazwie **Parametric_Model_Maker_1**, jak wskazuje to niebieska strzałka na rysunku 27. My natomiast potrzebujemy oddzielić pokrywę obudowy do edycji jako odrębny obiekt. Klikamy prawym klawiszem myszki na nasz projekt i z menu kontekstowego myszki wybieramy opcję **Podziel** → **Do części**, jak wskazuje zielona strzałka. Po wykonaniu tej operacji, jak widzimy na **rysunku 28**, nasz projekt został podzielony na dwa obiekty o nazwach **Parametric_Model_Maker_1_1** i **Parametric_Model_Maker_1_2**, widocznych na **rysunku 28**. Czerwona strzałka pokazuje korpus naszej obudowy, a zielona jej pokrywę. Klikając na te obiekty myszką możemy zaobserwować na podglądzie obudowy, że osobno zaznaczana jest obudowa i osobno jej pokrywa. Usuwamy zaznaczony korpus obudowy klawiszem **Del** i zapisujemy (**Ctrl+Shift+S**) projekt pokrywy w nowym pliku, wybierając z menu **Plik** → **Zapisz projekt jako...** Korzystając z opcji **Cofnij** (**Ctrl+Z**) możemy cofnąć usunięcie obudowy i usunąć pokrywę, tym razem zapisując w osobnym pliku korpus obudowy. W ten sposób mamy rozdzielone i zapisane w odrębnych plikach obudowę i jej pokrywę. Po usunięciu korpusu obudowy należy zaznaczyć **Parametric_Model_Maker_1_2** i wcisnąć klawisz **F2** z klawiatury. Wówczas będziemy mogli zmienić domyślną nazwę **Parametric_Model_Maker_1_2** na odpowiadającą danemu obiektowi. Ja zmieniłem u siebie tę nazwę na **pokrywa obudowy**. Na dalszym etapie projektu, nadając poszczególne obiektem własne nazwy można łatwiej się

Rysunek 28

Tworzenie, dodawanie i kolorowanie logo

Pierwsze próby utworzenia logo za pomocą narzędzi wbudowanych w Bambu Studio zakończyły się u mnie niepowodzeniem. Stworzyłem sześciang, który miał być ramką i umieściłem go na górnej płaszczyźnie pokrywy. Zrobiłem drugi sześciang, jako tak zwaną część ujemną, która utworzyła wgłębienie w pierwszym sześcianie i wraz z pierwszym sześcianiem miała tworzyć ramkę logo. Wewnątrz powstałej ramki dodałem tekst „Zrozumieć Elektronikę”. Pomimo wizualnie poprawnego projektu, Bambu Studio wyświetlało ostrzeżenie „**plywające regiony**”, widoczne na **rysunku 29**. Prawdopodobnie część ujemna, mająca utworzyć wgłębienie w ramce logo, powodowała, że później dodany napis był traktowany przez Bambu Studio jako zawieszony w powietrzu. Dodatkowo, po pokolorowaniu tekstu, na podglądzie wydruku, pokryta kolorem była tylko wierzchnia warstwa napisu, co wskazuje żółta strzałka z **rysunku 29**.



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

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

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

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

NASZE
CZASOPISMO

ZAPYTAJ
ODPOWIEDZ

KOPALNIA
SKARBÓW

ARDUINO
PROGRAMOWANIE

PROJEKTY
EKSPERYMENTY

ELEKTRONIKA
UŻYTKOWA

PANORAMA
AUDIO

PATRONAT
MECENAT

O MNIE
KONTAKT

Kopalnia skarbow



Szukaj

Szukaj



Wspieraj na Patronite.pl

Dziękuję za Twoje wsparcie!



Wesprzyj

Powered by PATRONITE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

X – Różne – Jak sama nazwa wskazuje.

Dodatkowo są jeszcze dwie, odrębne kategorie:

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

C – Cykle Do tej kategorii należą wieloodcinkowe cykle edukacyjne.

Obserwuj nas w mediach społecznościowych

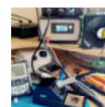


Najnowsze artykuły



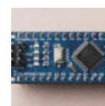
3 tygodnie ago

Wspólnie projektujemy: Trzecia ręka elektronika



3 tygodnie ago

„Warsztatowe” zakupy w Chinach



3 tygodnie ago

Mikroprocesorowa ośla łączka, część 6



3 tygodnie ago

Skrzynka pytań i odpowiedzi.
Wytrzymałość wejść częstotściomierza AN870

Nasi przyjaciele



FORBOT

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 9/2026

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

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

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

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

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

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

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