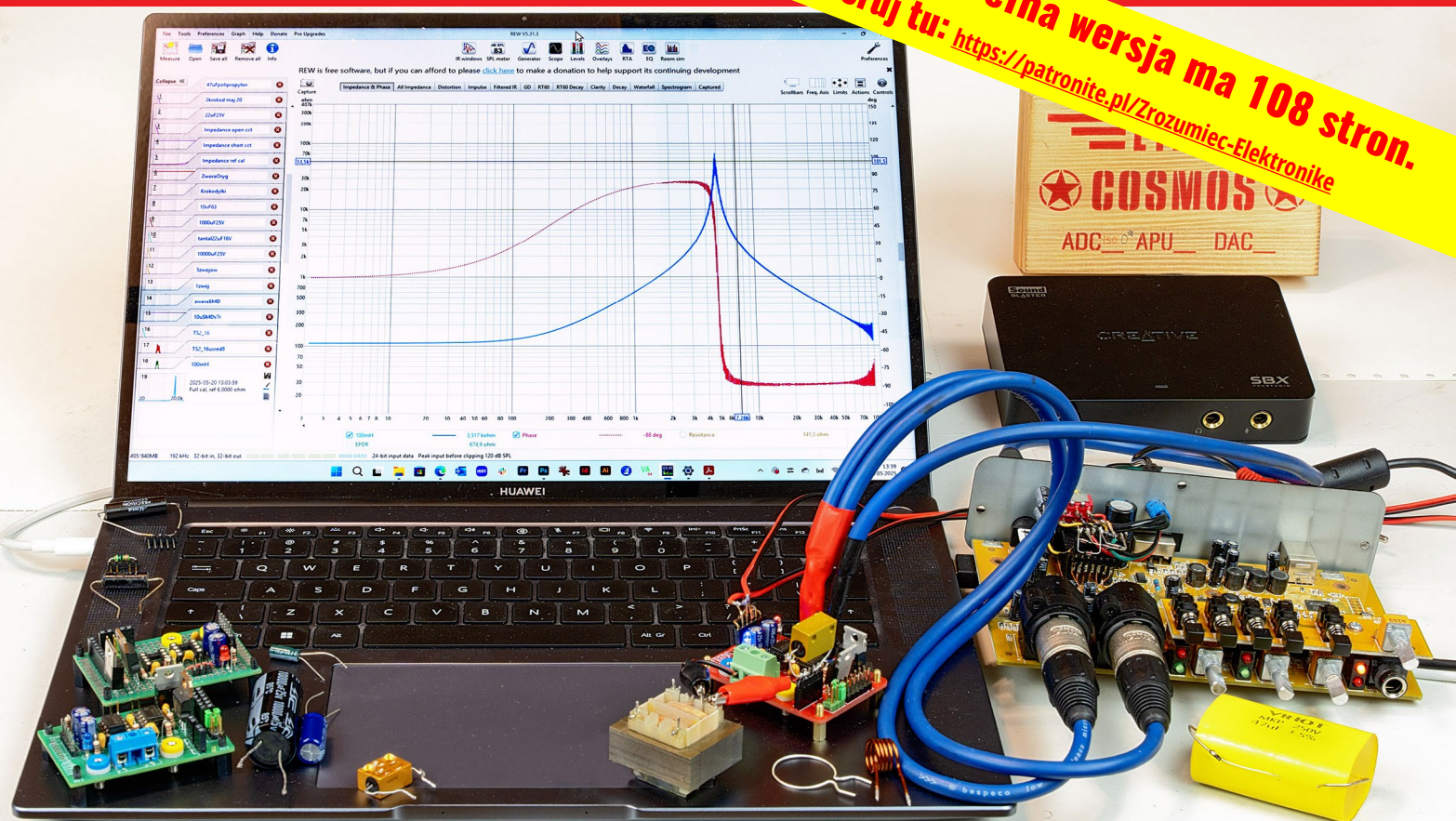


Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 108 stron.
Kup pełny egzemplarz na buycoffee.to, a lepiej zaprenumeruj tu: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>

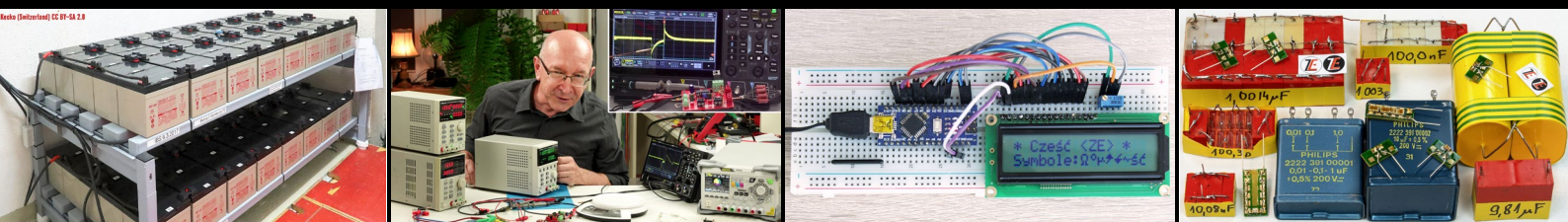
9/2025 Wrzesień (33)

piotr-gorecki.pl



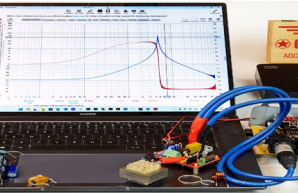
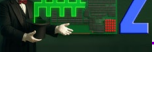
Przystawka do precyzyjnego pomiaru impedancji

- Mały liniowy zasilacz: Ogranicznik prądu • Realizacja amatorskich wzorców pojemności DIY
- Wyświetlacz 7-segmentowy LCD • Dr Frankensteina Project – stanowisko energetyczne
- Prawidłowe wykorzystanie i ładowanie akumulatorów • Moja droga do okiełznania szybkich sygnałów
- Wybór optymalnego zasilacza laboratoryjnego • Alfanumeryczne moduły LCD – definiowanie fontów



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

Zawartość numeru 9/2025

16		Przystawka do precyzyjnego pomiaru impedancji Artykuł jest przeznaczony głównie dla nieco bardziej zaawansowanych elektroników i pokazuje, jak za pomocą niedrogiej komputerowej karty dźwiękowej oraz prostej przystawki precyzyjnie mierzyć impedancję elementów i obwodów w zakresie częstotliwości, od pojedynczych herców nawet do 100 kHz.
3		Słowo wstępne – wrzesień
4		Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników
8		Rozwiązania Łamigłówek lipiec 2025
14		Łamigłówki elektroniczne wrzesień 2025
26		Dr Frankenstein Project – stanowisko energetyczne (2)
36		Realizacja amatorskich wzorców pojemności DIY
44		Wspólnie projektujemy: Amatorskie wzorce R, L, C, U
45		Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie taśm LED
50		Wyświetlacze 7-segmentowe LCD
55		Mały liniowy zasilacz: Ogranicznik prądu
63		Wybór optymalnego zasilacza laboratoryjnego
69		Prawidłowe wykorzystanie i ładowanie akumulatorów
76		Mikroprocesorowa ośła łączka, część 16
86		Alfanumeryczne moduły LCD – definiowanie fontów
90		Dopasowanie falowe... widziane z innej strony
97		Moja droga do okiełznania szybkich sygnałów

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



Słowo wstępne – wrzesień

Witam!

W tym numerze projektem okładowym jest długo czekająca na publikację **Przystawka do precyzyjnego pomiaru impedancji**. Mam nadzieję, że pokazane przykłady po pierwsze, zmieniają opinię na temat przydatności kart audio do dokładnych pomiarów, a po drugie, zachęcą do samodzielnych testów w tym zakresie.

Do samodzielnych działań zachęca też kolejny artykuł: **Realizacja amatorskich wzorców pojemności DIY**, a tym bardziej najnowsze zadanie konkursowe w cyklu Wspólnie projektujemy.

W cyklu o projektowaniu polecam też bardzo ważny artykuł: **Mały liniowy zasilacz: Ogranicznik prądu**, który sygnalizuje wiele ważnych aspektów związanych z na pozór śmiesznie prostym układem zasilacza.

Przed obszerną analizą akumulatorów litowych przedstawiam kolejny artykuł wprowadzający: **Pravidłowe wykorzystanie i ładowanie akumulatorów**.

Zachęcam do skorzystania z rzetelnie opracowanych, praktycznych artykułów „mikroprocesorowych” autorstwa **Andrzeja Pawluczuka**.

W serii o fundamentach polecam artykuł: **Dopasowanie falowe... widziane z innej strony**. Tak się przypadkiem złożyło, że w tym numerze jest również autorski, wręcz osobisty artykuł **Rafała Wiśniewskiego** na ten sam temat: **Moja droga do okiełznania szybkich sygnałów**.

A na obrazku poniżej można zobaczyć wstępne przymiarki do wydawania zeszytów tematycznych.

Pozdrawiam serdecznie

Piotr Górecki

Zrozumieć ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim
Zeszyt tematyczny 1/2025 ISSN 3071-7965
piotr-gorecki.pl
<https://piotr-gorecki.pl>

Wybór i zakup multimetru

- Jaki kupić miernik uniwersalny – multimetr? • Zrozumieć Elektronikę: wykorzystujemy multimetry
- Multimetr – podstawowe funkcje • Multimetr – dodatkowe funkcje • Multimetr – pytania i wątpliwości
- Jaki multimetr dla elektronika? • Dlaczego ceny multimetrów są tak różne?
- Najważniejsze parametry multimetru dla hobbysty? • Co jeszcze brać pod uwagę przy zakupie multimetru?
- Aneng AN870: najlepszy multimetr dla hobbysty? • Słabości i wady multimetru Aneng AN870
- Odkrywamy tajemnice multimetrów • Kategorie CAT mierników uniwersalnych – multimetrów
- Multimetr jako pętla pomiarowa • Jak jest maksymalna dokładność pomiarów?
- Jak jest określana dokładność pomiarów? • Jaka jest maksymalna dokładność pomiarów?
- Pomiar prądu, co to jest bieżący i jak go zrobić? • Wytrzymałość wejść częstotliwościomierz AN870

Zaprenumeruj czasopismo „Zrozumieć Elektronikę” – <https://patronite.pl/Zrozumieć-Elektronikę>

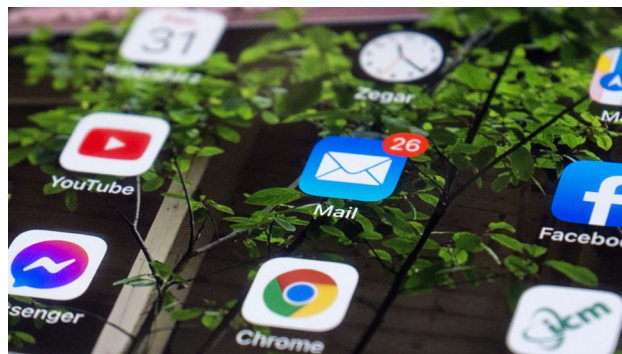
Zrozumieć ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim
Zeszyt tematyczny 0/2025 ISSN 3071-7965
piotr-gorecki.pl

Fascynujące lampy elektronowe Wzmacniacze lampowe dla Ciebie!

- Część I • Czy chcesz być audioekspertem? Czy audiofilom?
- Mikroprocesory – organizacja pamięci
- Konstruktor • Pułapki w nauczaniu elektroniki
- Czy chcesz być audioekspertem? Czy audiofilom?
- Mikroprocesory – organizacja pamięci
- Konstruktor • Pułapki w nauczaniu elektroniki
- Czy chcesz być audioekspertem? Czy audiofilom?
- Mikroprocesory – organizacja pamięci
- Konstruktor • Pułapki w nauczaniu elektroniki

~ „Zrozumieć Elektronikę” – <https://patronite.pl/Zrozumieć-Elektronikę>

Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

*Witam,
przede wszystkim chciałbym wyrazić wdzięczność za materiały na YT, które konsumuję bezpłatnie. Rozważam wsparcie Patronite, bo rozumiem, że lodówka sama się nie chce zapęlniać. :)*

Jednak mam pytanie – czy patroni poza numerami bieżącymi mają dostęp do numerów archiwalnych w całości?

Pozdrawiam serdecznie

Darek

Oprócz bezpłatnych filmów na moim kanale YT, mnóstwo pełnych materiałów jest też w Kopalni Skarbów: https://piotr-gorecki.pl/n05_kopalnia-skarbow/.

Nowy Patron otrzymuje dostęp do numeru bieżącego i poprzedniego. Nie byłoby uczciwie wobec wcześniejszych Patronów, żeby osoba, która zaczęła prenumeratę w najniższym progu, otrzymała dostęp do wszystkich numerów poprzednich.

W najbliższym czasie planuję zamknięcie „stawiania kawy”, bieżące i poprzednie numery można kupić w sklepie Botland:

<https://botland.com.pl/489-czasopisma-dla-elektronikow>.

*Dzień dobry,
posiadam wszystkie numery od początku i pismo bardzo mi się podoba. Tylko od kilku numerów porzucony został temat lamp elektronowych, który przyznam, najbardziej mnie interesuje. Kiedy można się spodziewać ponownych artykułów w tym temacie?*

Pozdrawiam

Tomasz

Mam wstępne wersje kolejnych artykułów, gdzie omawiam tematykę konfiguracji wzmacniaczy na-

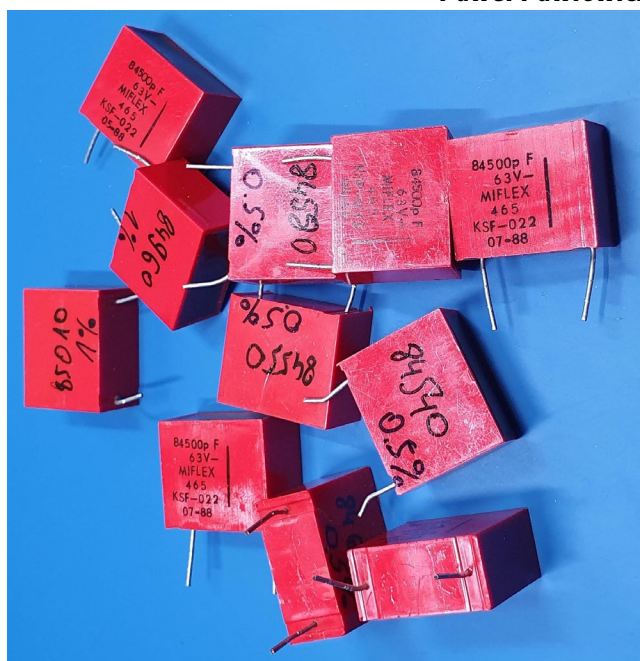
pięciowych z dwiema triodami. Trzeba je uzupełnić i dodać ilustracje. Co jednak znacznie ważniejsze, krystalizuje się pomysł, żeby „kącik lampowy” poprowadził ktoś inny, kto oprócz regularnych artykułów dodatkowo zaoferuje możliwość zakupu płytek, podzespołów a także kompletnych zestawów.

Mam nadzieję, że dzięki temu „kącik lampowy” znakomicie się rozwinie.

*Dzień dobry,
w starociach wygrzebałem 11 jednopięciowych kondensatorów KSF-022. Udało mi się pomierzyć je na przyzwoitym mostku – wszystkie mieściły się w podanej tolerancji. Osiem z nich mieściło się nawet w tolerancji 0,5%. Czterdziestoletnie kondensatory. Miflex, czapki z głów!*

Pozdrawiam serdecznie

Paweł Pawłowicz



W zerowym numerze ZE, czyli prawie trzy lata temu, był artykuł zatytułowany: **Interesujące układy: Mini Tesla Coil** (<https://piotr-gorecki.pl/y100>). Niedawno otrzymałem dotyczące go pytanie:

Witam,
gdzie można kupić taki KIT Mini cewka Tesli
Pozdrawiam

Odpisałem, że ja kupuję tego rodzaju zestawy na Aliexpress, na przykład:

https://s.click.aliexpress.com/e/_onwAGNL

https://s.click.aliexpress.com/e/_oEFSJTF

Mnóstwo sklepów na Aliexpress ma takie zestawy, nazywane **Mini tesla coil**, a także różne pokrewne.

Witam,
sprowokował mnie Pan filmikiem na YT o RCD do pytania o sposób na zbadanie parametrów działania RCD. Takie typu AC to sprawa banalna i tanie przyrządy są, ale taka typu B to byłoby coś, móc zweryfikować chińską RCD B z tymi za 30 tys. (...)

Zastanawiam się nad takim stanowiskiem, by móc wymusić prąd upływu o zadanym kształcie i wartości. I tu zapytam czy może ma Pan jakieś pomysły którymi mógłby się podzielić?

Pozdrawiam serdecznie
Tomek

Idea jest interesująca! Nie planowałem jednak stanowiska do badania różnych odmian RCD, w szczególności klasy B, gdzie trzeba wytworzyć różnicowy prąd stały. Zadanie nie jest trywialne, choćby dlatego, że ten prąd stały ma płynąć w obecności napięcia przemiennego 230 V, co narzuca wymagania dotyczące bezpieczeństwa. Pomysł jest interesujący, ale zaciekawo co najwyżej kilka osób. Ponieważ mam nawał innych tematów, interesujących zdecydowanie szersze grono Czytelników, nie dam rady zająć się testowaniem różnych typów RCD.

Po publikacji artykułu o schematach wewnętrznych układów scalonych otrzymałem bardzo interesujący e-mail:

Szanowny Panie Piotrze,
w nawiązaniu do Pańskiego artykułu o schematach układów scalonych chciałbym dodać swój komentarz na ten temat. Zacznę od tego, że od wielu lat projektuję układy scalone w technologii CMOS i to głównie analogowe i mieszane analogowo-cyfrowe. (...)

(...) Podsumowując, schemat to za mało aby dowiedzieć się więcej o układzie scalonym (...) Użytkownikowi danego układu pozostają karty katalogowe, no i eksperymenty.

Niemniej zachęcam młodych elektroników do zgłębiania tajników projektowania układów scalonych. Kilka uczelni wyższych w Polsce ma kierunki kształcące w kierunku mikroelektroniki. A pracy dla projektantów US wbrew pozorom nie brakuje.

Serdecznie pozdrawiam
Maciej Luty

E-mail był dużo obszerniejszy, ale nie cytuję go w całości, ponieważ napisałem do Autora i zapytałem, czy nie zechciałby dodać jakichś ilustracji, rozszerzyć go i przedstawić w ZE w formie artykułu.

Z uwagi na kilka czynników nie jest to jeszcze 100-procentowo pewne, ale jest duża szansa, że w naszym wspólnym czasopiśmie pojawi się artykuł, a może artykuły przybliżające zagadnienia dotyczące projektowania i realizacji układów scalonych, z czego wszyscy bardzo byśmy się cieszyli.

Dzień dobry,
rok temu na YouTube robił Pan eksperyment o prędkości przekazywania energii przez przewody o różnej długości. Wykorzystał Pan do tego oscyloskop.

To bardzo ciekawy eksperyment. Chciałbym sobie sprawdzić w ten sposób przewody z różnych materiałów. Niestety u mnie oscyloskop pokazuje te same czasy na obu kanałach. Coś robię źle. Czy mógłbym Pana prosić o schemat połączeń i elementów w tym doświadczeniu?

Ma Pan niesamowity dar przekazywania wiedzy. Ogląda się Pana z wielką przyjemnością.

Serdecznie pozdrawiam
Darek

Niedawno przedstawiłem nowy film, pokazujący szczegóły: https://youtu.be/Eh_isXyKE-o

Eksperymenty są bardzo proste, niezbędny jest jakikolwiek generator przebiegów prostokątnych o w miarę stromych zboczach. Ja akurat wykorzystałem moduł z szybkim układem 74AHC14, ale całkowicie wystarczy generator z popularniejszą kostką 74HC14 lub jakąkolwiek inną. Oscyloskop nie musi mieć wcale szerokiego pasma – 20 megaherców całkowicie wystarczy.

Dzień dobry,
mam pytanie związane z nielegalnymi eksperymentami z bronią energii skierowanej, a konkretnie z falami em. Kolega odkrył, że ma napięcie elektryczne skóry na poziomie 450 mV (twierdzi, że jest ofiarą tej broni), a jego znajomy, który nie jest ofiarą ma pomiary na poziomie 10–30 mV. Ja sobie kiedyś mierzyłem i miałem około 370 mV, ale nie miałem pojęcia że to dużo, bo nikomu innemu nie mierzyłem.

Czy to możliwe ze ofiary broni „elektromagnetycznej” mają wyższe napięcie elektryczne ciała? Czy robił Pan kiedyś takie pomiary i jeśli tak, to jakie one były? Według podręcznika do biofizyki napięcie generowane przez ludzkie ciało nie przekracza 71 mV (91 mV).

Te pytania i odpowiedzi na nie są ważne dla członków stowarzyszenia (...)

PS. Oglądałem Pana filmy o oscyloskopach i miernikach cyfrowych. Mam zamiar wykryć broń energii skierowanej przy pomocy oscyloskopu i cewki indukcyjnej lub hallotronów ze wzmacniaczem sygnału operacyjnego.

Ten mail absolutnie nie jest żartem. Traktujemy nasze problemy bardzo poważnie. Będę wdzięczny za wszelką pomoc

*Łączę wyrazy szacunku
[Imię i Nazwisko]*

Niestety, wszystko wskazuje, że ten e-mail rzeczywiście nie jest żartem. Zwolennik jednej z teorii spiskowych próbuje znaleźć „dowód” na działanie rzekomej broni energii skierowanej przez pomiar napięcia skóry. Wymieniłem z Autorem kilka e-maili, postawiłem kilka pytań, a efektem jest artykuł i film sygnalizujący zagadnienie: **Czy elektryczność i elektromagnetyzm leczy, czy szkodzi?** Artykuł planowany jest do następnego numeru czasopisma.

Szanowny Panie Piotrze,

czy chciałoby się Panu szkolić ludzi w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej części pojazdów określonych w regulaminie nr 10 ONZ. Mogę przesłać materiały. Proponuję spotkanie w Warszawie.

(...)

Ze sporym opóźnieniem odpowiedziałem, że tematyka EMC jest interesująca, niełatwa, ambitna i że ja od pewnego czasu pomału planuję cykl artykułów na ten temat do naszego czasopisma.

Główny mój problem to nawał bieżących zajęć (czasopismo ZE i filmy YT) i to wyklucza możliwość zaangażowania się w szkolenia stacjonarne.

Po informacji rozesłanej na początku sierpnia do wszystkich dotychczasowych Patronów otrzymałem kilka e-maili. Oto jeden z nich:

*Dzień dobry,
podwyższyłem z 10 zł na 15 zł.*

*Pozdrawiam
Wojciech*

Zgodnie z otrzymaną ode mnie wiadomością, część Patronów „przepisała się” na inne formy płatności, żeby nie zwiększać wysokości progów.

A ja serdecznie dziękuję wszystkim tym, którzy przecież nie musieli, a podwyższyli progi wsparcia!

Witam Panie Piotrze,

odnośnie do zwiększenia najniższych progów wsparcia ZE na Patronite sugeruję – jeśli można oczywiście – aby oprócz tych zmian wprowadzić dodatkowy próg 75 zł miesięcznie i wprowadzić mechanizm zmiany progu na nieco wyższy bez dodatkowych komplikacji typu zrywanie dotychczasowego wsparcia i zakładanie nowego. Próg 100 zł to nieco za wiele, ale z kolei ze względu na inflację 50 zł straciło mocno na wartości.

Aby dzień był miłszy przytoczę pewną anegdotkę: Pewien człowiek dostał na pięćdziesiąte urodziny kopertę z włożonymi do środka pięćdziesięcioma złotymi i napisał na niej: Zobacz Irek, 50 – jak to niewiele!

*Pozdrawiam
Wojciech*

Wzrost cen i inflacja swoje robi. A z Patronite sprawa jest dość złożona. Patronite jest pośrednikiem, ułatwiającym pewne kwestie księgowe, pobierającym prowizję. Do tego dochodzi prowizja pośredników finansowych, i w efekcie ja z wpłacanych przez Was pieniędzy otrzymuję mniej więcej 90% (a raczej nieco mniej, a największą prowizję pobiera PayPal). Kluczową kwestią są bowiem przepisy, powiedzmy skarbowe, które przy regularnych przychodach wymagają zarejestrowania działalności gospodarczej, prowadzenia księgowości, płacenia podatków i ZUS. Do tego dochodzą wszelkie koszty związane z wydawaniem czasopisma ZE i realizacją filmów YT.

Wszystko to powoduje, że ja z Waszych wpłat realnie otrzymuję jeszcze mniej. Próbuję badać te kwestie pod względem przepisów skarbowych (podatkowych), żeby znaleźć sposób na zmniejszenie opłat pobieranych przez pośredników. Jeśli znajdę zgodną z prawem możliwość bezpośrednich wpłat na konto – niezwłocznie o tym poinformuję.

Dzień dobry,

na schemacie elektronicznej kostki do gry z Listów Czytelników błąd jest w obwodzie zasilania. Brakuje rezystora przy bazie T2, przez co ten tranzystor wraz z T1 będą się niepotrzebnie grzały. W zależności od wzmocnienia T1 popłynie prąd od ok. 25 mA do ok. 200 mA. Dużo więc będzie zależało od szczęścia. Jeśli jako T1 zostanie użyty BC107 w wersji A, kostka będzie działać poprawnie, jedynie bateria szybciej się wyczerpie. Przy wersjach B i C zaczniesz o sobie dawać znać rezystancja wewnętrzna baterii i obwód zasilania może mieć problem z zapewnieniem napięcia 5 V. Natomiast przy dużym wzmocnieniu T1, oraz dobrej świeżej baterii, tranzystory mogą ulec uszkodzeniu.

*Pozdrawiam
Grzegorz Niemirowski*

Dzień dobry,
wziąłem sie w końcu po latach za Praktyczny Kurs Elektroniki. Lepiej późno niż wcale. W lekcji 18 i 19 są pokazane proste generatory o zmiennym okresie.

Potrzebuję skonstruować generator na NOT lub NAND o częstotliwości 50 Hz o zmiennym okresie 1,5–2,5 ms do sterowania serwem modelarskim, ale o stałej częstotliwości, nie zmieniającej się, a tam jak zmieniam długości okresu rezystorami, również częstotliwość się zmienia.

Czyli jednak cały czas jestem zdany na NE555...

Pozdrawiam
Michał

Sposobów realizacji postawionego zadania jest kilka. I z wykorzystaniem bramek, i wzmacniacza operacyjnego. Jestem przekonany, że Autor e-maila samodzielnie znajdzie rozwiązanie swojego problemu w dalszej części kursu zaczynającego się tu:

<https://piotr-gorecki.pl/br001>.

Otrzymałem pytanie dotyczące bardzo starego kursu programowania mikrokontrolerów ATtiny:

Uczę się programowania z j.w.

Używam płytki AVT 3500, programator zrobiony z kilku kabelków podłączonych do portu LPT komputera stacjonarnego Dell 745 system XP.

Dobrnąłem do ćwiczenia C019c (zapis do Eprom). Nie mogę zaprogramować ATtiny 2313. Bascom pokazuje, że programuje najpierw fłasz później Eprom, a na wyświetlaczu nic nie ma.

Czytałem w necie na ten temat ale porady tam przedstawione u mnie nie działają.

Próbowałem programatorem USB-ASP, Win 7 i też lipa. Mam komunikat: „differs at bytes adres 00080”. Jeśli mógłby Pan coś podpowiedzieć, byłbym wdzięczny.

Tadeusz

To jest naprawdę bardzo stary kurs wykorzystujący mikrokontrolery, które dziś należy uznać za przestarzałe. Nie mogę podjąć się szczegółowej, czasochłonnej analizy z powodu braku czasu. Mam nadzieję, że Tadeusz poradzi sobie z problemem lub ominie go.

A przy okazji zwracam uwagę, że na mojej stronie jest zdecydowanie nowszy kurs programowania z wykorzystaniem Arduino. Początek jest tu:

<https://piotr-gorecki.pl/ur000>

<https://piotr-gorecki.pl/ur001>

<https://piotr-gorecki.pl/ur002>

i tak dalej...

Dzień dobry,
drabina R-2R:

<https://youtu.be/ZdmmNKHpBy8>

S&H:

<https://youtu.be/HWeC76cWyUw>

Pozdrawiam
Sławomir Skrzyński

Drogi Panie Piotrze,
czy ukażą się artykuły z cyklu A – Fundamenty elektroniki z nr 015–019.

Andrzej

Kolejne artykuły z kategorii A – Fundamenty elektroniki będą się sukcesywnie ukazywać w czasopiśmie. Tylko niestety okazuje się, że stosunkowo niewiele osób jest zainteresowanych takimi zagadnieniami, choćby kwestią energii. Więc nie jest to priorytet.

Ale sprawa ma jeszcze inny aspekt. Częściową odpowiedzią jest fotografia na stronie 3. Otóż wreszcie przygotowywane są zeszyty tematyczne, zawierające wcześniej publikowane artykuły na dany temat. O tego rodzaju zbiory artykułów upomina się część Czytelników, którzy chcieliby mieć dany temat „w jednym kawałku”, a nie szukać go w poszczególnych numerach.

Od jednego z Patronów otrzymałem pytanie i prośbę dotyczącą strony internetowej i Kopalni Skarbów:

Dzień dobry,

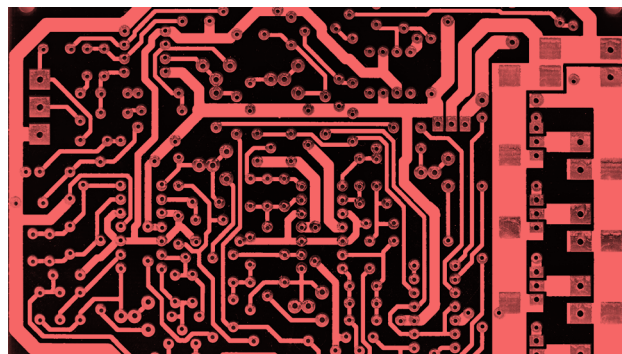
przechodzę przez cykl Elektronika (nie tylko) dla informatyków. Cykl jest świetny dla osób początkujących, takich jak ja. Zastanawiam się jednak czy w części 8 (Oporność kondensatora) nie wkraść się błąd. Ze wzorów $X_c = 1/\omega$ i $\omega = 2\pi$ został wyprowadzony wzór $X_c = 1/2\pi fC$. Wg Gemini wyprowadzony wzór jest poprawny natomiast dwa pierwsze wzory powinny wyglądać tak: $X_c = 1/\omega C$ i $\omega = 2\pi f$. Nie wiem jednak czy mogę zaufać AI ;)

(...) Mam jeszcze jedną prośbę. Czy mógłbym prosić o dodanie rysunku 9 w tym artykule? <https://piotr-gorecki.pl/br045-elektronika-nie-tylko-dla-informatykow-11-tajemnice-liczb-zespolonych/>

Pozdrawiam
Michał

Nikt nie jest doskonały i także w moich artykułach zdarzają się błędy i niedoróbki. Większość błędów w pełnych, bezpłatnych materiałach w Kopalni Skarbów wykrywa i koryguje Rafał Wiśniewski, który pracownice i sukcesywnie wrzuca kolejne materiały na stronę internetową. Przekazałem mu powyższe uwagi.

Rozwiązania Łamigłówek lipiec 2025

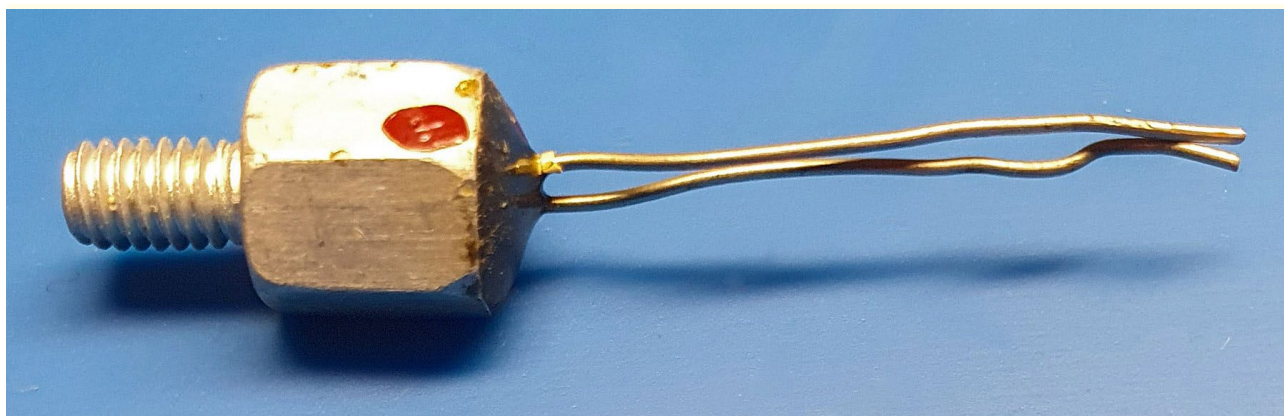


Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze lipcowym (7/2025). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Co to jest? 2507
Co tu nie gra 2507

Co o tym sądzisz? 2507
Zagadka 2507

Co to jest? 2507



W lipcu postawione zostało zadanie konkursowe, zaproponowane przez **Pawła Pawłowicza** z Wrocławia: Standardowe pytanie brzmi:

Co to jest?

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca lipca 2025. Oto nadesłane rozwiązania.

Na fotografii widoczny jest diodowy czujnik temperatury (np. termistor) typu śrubowego, używany często w zastosowaniach przemysłowych, pomiarach w radiatorach, urządzeniach wysokoprądowych lub przy silnikach.

Tadeusz Suszał

*Dzień dobry,
na zdjęciu widać termistor NTC w obudowie do wkręcania.*

*Pozdrawiam
Grzegorz Niemirowski*

Termistor pomiarowy

*Pozdrawiam
Bogumił*

Jest to stary termistor. Zgaduję, że czerwona kropka koduje rezystancję.

Circuit Chaos

*Dzień dobry,
(...) z przyjemnością spróbuję rozwiązać zagadki z lipcowego numeru ZE.*

Paweł Pawłowicz zamieścił zdjęcie termistora. A w każdym razie termistor w identycznej obudowie wykorzystałem jakieś 30 lat temu, próbując zamienić mojego „Malucha” 126p w prawdziwy samochód. Termistor pełnił w nim funkcję pomiaru temperatury silnika. Samochód nadal jeździł paskudnie i palił jak smok, ale linijki LED w zespole wskaźników wzbudzały podziw i szacunek.

*Serdecznie pozdrawiam
Szymon Burian*

Co tu nie gra 2507

14500 Battery 3800mAh



10pcs

71,39zł **Darmowa dostawa**

Cena zawiera podatek VAT ; Dodatkowe 5% zniżki

8,00zł zniżki na zamówienia powyżej 60,00zł

Nowy akumulator litowo-jonowy 14500 3,7 V 3800 mah do latarki LED latarka zabawki + ładowarka

14 sprzedanych

Color: 10pcs



W lipcu postawione zostało następujące, dość proste zadanie konkursowe: **Co tu nie gra?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca lipca 2025. Oto rozwiązania.

Akumulatory 14500, 3,7 V mają najczęściej pojemność do 600 mAh. Podejrzewam, że 3800 to chwyt marketingowy i może dotyczyć całego kompletu 10 szt. Pozdrawiam

Andrzej Kubiak z Rumi

Dzień dobry, na zdjęciu widać ogniwa 14500, których typowa pojemność to 700–1000 mAh. Podana pojemność 3800 mAh to chwyt marketingowy. Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

Dzień dobry, jest to nieco bardziej finezyjne oszustwo marketingowe [niż przykład z przekąźnikami]. Z pozoru może się wydawać, że deklarowana pojemność 3,8 Ah jest tylko trochę przez sprzedawcę naciągnięta, ostatecznie gdzieś tam pisali, że najlepsze pojedyncze ogniwa mają pojemność do 3,5 Ah... Tak, tyle tylko, że dotyczy to ogniwa Li-Ion 18650. Z bardzo dużym przybliżeniem można zatem przyjąć, że skoro ich objętość wynosi ok. 16,5 cm³, to gęstość zgromadzonej w nich energii wynosi w najlepszym razie nieco ponad 200 mAh/cm³. Tymczasem oferta dotyczy zdecydowanie mniejszych akumulatorów 14500, o objętości 7,7 cm³. Przyjmując maksymalną gęstość energii podaną powyżej można założyć, że ich pojemność nie przekracza 1,5 Ah. Oczywiście przy założeniu, że są to akumulatory wysokiej klasy. Oznacza to, że handlarz zawyżył pojemność oferowanych ogniwa dwa i pół raza. Przykre, ale prawdziwe.

Serdecznie pozdrawiam

Szymon Burian

Na tym ogłoszeniu z bateriami 14500 o rzekomej pojemności 3800 mAh jest kilka bardzo podejrzanych i nie-

zgodnych z rzeczywistością informacji. Ogniwo 14500 (czyli rozmiar podobny do AA, ale napięcie 3,7 V, bo to akumulatory Li-Ion) realnie ma pojemność od 600 do 1000 mAh, maksymalnie około 1200 mAh w najlepszych modelach (np. od Keppower, Efest, Sanyo). 3800 mAh to nierealna wartość w tak małym formacie. Nawet ogniwa 18650 (dużo większe) mają często 2600–3500 mAh. Marka „DAWEIKALA” to anonimowa chińska marka znana z zawyżania parametrów. Często takie baterie: • mają w środku bardzo słabe ogniwo, • bywają częściowo puste lub mają pojemność mniejszą od 500 mAh, • mogą nie mieć zabezpieczenia PCM/BMS, • mogą być wręcz niebezpieczne przy dużym obciążeniu prądowym.

Oryginalne ogniwa 14500 ważą ok. 18–21 g. Te fałszywe często ważą poniżej 12 g. Nie istnieją ogniwa o rozmiarach 14500 Li-Ion 3,7 V o realnej pojemności 3800 mAh. To typowy przykład taniego oszustwa marketingowego.

Tadeusz Suszał

Pojemność 3800 mAh wydaje się realna, ale dla ogniwa 18650. Tu mamy mniejsze ogniwa 14500, których typowa, prawdziwa pojemność to około 900 – 1000 mAh. Te, patrząc też po cenie (7 zł za sztukę, a nawet mniej, zależnie od wartości dołączonej ładowarki), zapewne mają ułamek tej pojemności. Pozdrawiam serdecznie

Circuit Chaos

Dzień dobry, pojemność 3800 mAh to poziom najlepszych dostępnych obecnie akumulatorów 18650. Objętość takiego akumulatora wynosi 16,53 cm³.

Tymczasem objętość akumulatora 14500 wynosi 7,69 cm³, a więc mniej niż połowę objętości 18650. Wniosek oczywisty: Chińczyk przeszacował pojemność ponad dwukrotnie.

Pozdrawiam

Paweł Pawłowicz ✉

Co o tym sądzisz? 2507

W lipcu postawione zostało następujące zadanie:
Na **fotografiach** pokazane są zakupione niedawno w chińskim sklepie elementy (przełączniki).

Pytanie konkursowe brzmi:

Co o tym sądzisz?

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca lipca 2025. Oto rozwiązania.

(...) Przełączniki typu JD1914 mają parametry 12 V i 40 A. Nie znalazłem na stronach oferujących dokładnie ten typ z parametrem prądu 100 A. Prawdopodobnie opis na obudowie przełącznika nie jest prawdziwy. Jeżeli to jest faktycznie przełącznik 40A to styki nie powinny wytrzymać kilku do kilkunastu przełączeń 100 A. Pozdrawiam

Andrzej Kubiak z Rumi

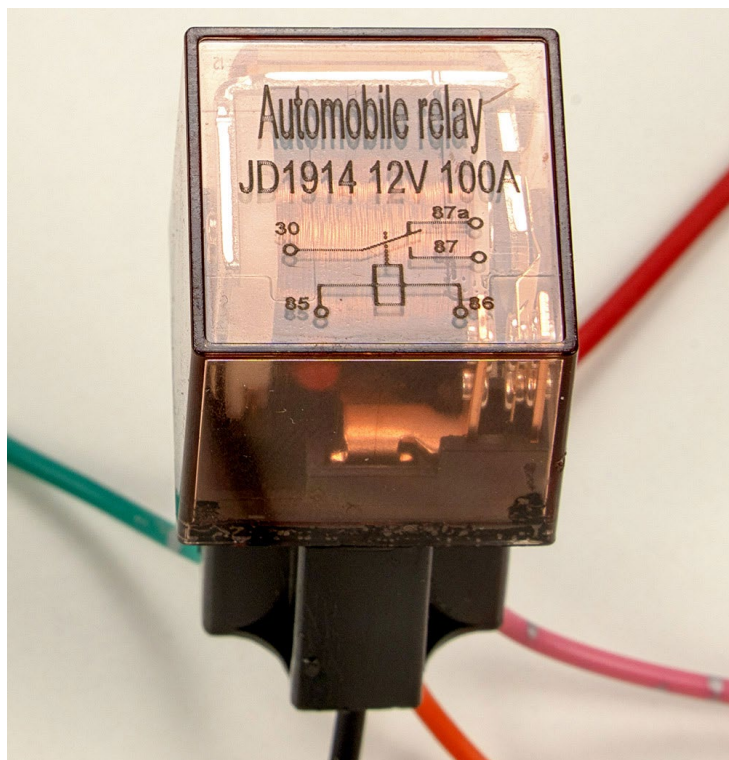
Dzień dobry, obciążalność tych przełączników jest chyba podana w chińskich amperach, bo oficjalnie ten typ przełącznika ma obciążalność 40 A (NO) i 30 A (NC). Również przewody wydają się za cienkie. Powinny mieć ok. 9 mm² przekroju, a na tyle nie wyglądają. Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

Dzień dobry, 100 amperów! WOW!!! Proszę o namiar, kupuję. Choćby cały wagon. Pozdrawiam

Paweł Pawłowicz

Sądzę, że deklarowany prąd 100 A przepłynie przez ten przełącznik i te przewody jedynie jednorazowo, po uderzeniu pioruna. Może to niestety ujemnie wpłynąć na funkcjonalność przełącznika. Innymi słowy – Chińczyk równie dobrze mógł napisać 1 kA i byłoby to tak samo zgodne z rzeczywistością. Chyba że to nie jest deklarowany prąd styków, tylko fragment oznaczenia modelu (spotkałem się z tym w przypadku huba USB 1.1, który wprowadzie nazywał się „USB 2.0”, ale było to jedynie oznaczenie modelu). Nie podoba mi się też

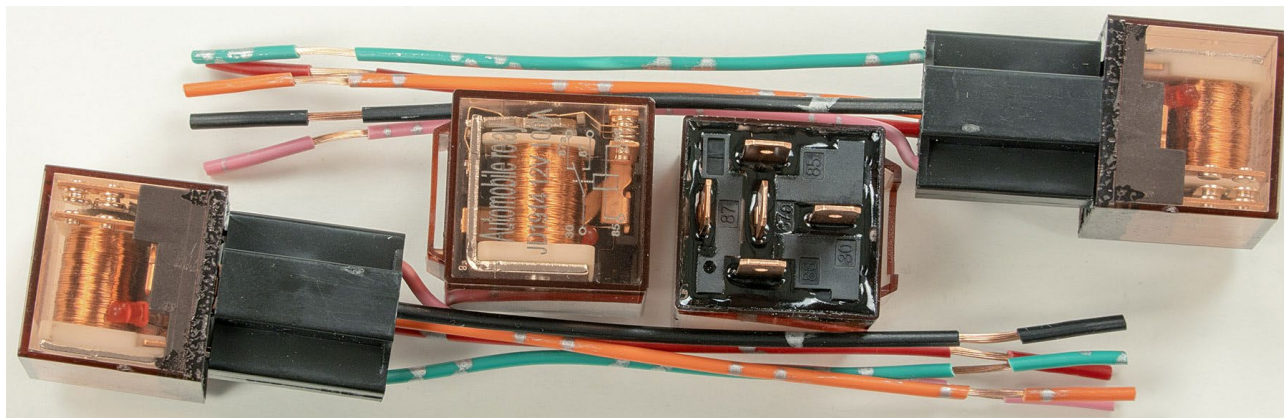


łączenie obudów tych przełączników z podstawą. Z tej perspektywy ciężko stwierdzić, czy to klej, czy ktoś to otwierał i zamykał zgrzewając plastik np. lutownicą.

Circuit Chaos

Dzień dobry,
mam wolną chwilę, więc z przyjemnością spróbuję rozwiązać zagadki z lipcowego numeru ZE. Tytuł zagadki powinien brzmieć „Zgubne skutki chińskiego marketingu, czyli jak puścić z dymem nasz ukochany pojazd”. Przedstawione przełączniki SPDT poradzą sobie być może z prądami rzędu kilkadziesiątu A (trudno mi jednoznacznie to określić, oceniając „na oko” wielkość powierzchni roboczej ich styków).

Problem zaczyna się z, powiedzmy, „peryferiami”, bo zastosowane w kostkach konektory płaskie 6,3 mm mogą pracować z prądem do 50 A (tu dane są różne, ale na ogół dla większych prądów konektory płaskie mają szerokość 9,5 mm). Prawdziwą miną są jednak widoczne na zdjęciach kabelki, jakby żywcem wyciągnięte



z zestawu „Mały Elektryk”. Wydaje się, że to rozmiar około AWG18-19, czyli okolice 0,75 mm². Tego rodzaju przewody mogą w instalacji samochodowej pracować z małymi prądami, na pewno nie większymi niż 4–6 A, i to pod warunkiem, że połączenia będą krótkie. Jeżeli więc przedłużymy je solidnym kablem o przekroju dobranym zależnie od jego długości, prawdopodobnie uda się wykorzystać złącza opisanych przełączników do sterowania np. dodatkowymi światłami w samochodzie, choć będzie to co najmniej nieeleganckie. Natomiast próba obciążenia ich prądem 100 A zakończy ich żywot w obłokach magicznego dymu. Jedynym rozsądnym rozwiązaniem będzie usunięcie „fabrycznych” konektorów z kostek i zastąpienie ich nowymi, zaciśniętymi na solidnych, grubych przewodach. W warunkach amatorskich, jeśli nie dysponujemy profesjonalną (czytaj: drogą) zaciskarką, bezpieczniejsze jest lutowanie konektorów do przewodów (pamiętając, że nie da się tego zrobić standardową, kilkudziesięciowatową lutownicą do PCB). Serdecznie pozdrawiam

Szymon Burian

(...) Przełączniki JD1914 są przystosowane do dużych prądów (nawet do 100 A), ale głównie w zastosowaniach impulsowych (np. rozruch silnika), używanych choćby w instalacjach samochodowych do przełączania dużych obciążeń. Do pracy ciągłej z takim prądem są za delikatne.

Na podstawie fotografii trudno ocenić precyzyjnie, ale wydaje się, że to przewody o przekroju rzędu 1–2,5 mm², może 4 mm² maks. Dla prądu 100 A potrzeba przekrojów 16 mm² i więcej, zwłaszcza jeśli długość przewodu przekracza kilkadziesiąt centymetrów.

Dla obciążenia rzędu 100 A potrzebujemy naprawdę solidnych przewodów, ze względu na:

- bezpieczeństwo (minimalizacja ryzyka przegrzania i pożaru),
- straty napięcia (mniejszy przekrój = większy opór = większe straty),
- trwałość układu.

Brak certyfikacji – nie widać żadnych oznaczeń jakości, np. CE, UL, RoHS. To typowe dla tanich

produktów z chińskich źródeł. Dla tej klasy przełączników bez dodatkowego chłodzenia czy solidnych styków, częste przełączanie 100 A prądu DC może być ryzykowne. Typowe wartości dla takich przełączników to raczej 30–40 A ciągłego prądu.

Jeśli zależy nam na niezawodności i trwałości, zwłaszcza przy dużych prądach, warto rozważyć zakup markowych odpowiedników (np. Bosch, Omron, Panasonic).

Tadeusz Suszał

Niewątpliwie **największą słabością są cienkie przewody podstawek**. Tak cienkie przewody nie nadają się do prądów rzędu kilkudziesięciu amperów.

Zestaw sześciu takich przełączników i sześciu podstawek z przewodami został kupiony niedawno za śmieszną cenę 6,33 zł za sztukę (!) na potrzeby projektu potężnego zasilacza modułowego, wykorzystującego zasilacze serwerowe, gdzie przewidywany maksymalny prąd to 30, najwyżej 40 amperów. Nie mierzyłem rezystancji styków ani rezystancji drutów w podstawkach. „Na oko” podwójne styki przełącznika wyglądają solidnie i nadają się do takiej pracy.

W grę wchodzi dwie podstawowe kwestie: jaka jest trwałość styków? Co ważne, trwałość niewiele

zależy od prądu, a przede wszystkim od wypalania styków, czyli od łuku elektrycznego, powstającego podczas rozłączania. Drugą kwestią dotyczy rezystancji wszystkich elementów, w szczególności właśnie styków i kwestii ich nagrzewania. O wynikach ewentualnych testów poinformuję. ▣



Aideepen Direct Store > ☰

Automotive relays and sockets

4-pinowy 5-pinowy 80A 100A A...

Suma: 38,01 zł



12V 100A 5Pin

12V 100A 5Pin

2,80 zł x6

Darmowe zwroty produktów

Dodaj do koszyka

Usuń



Aideepen Automatic relays and sockets



24V 4Pin 80A

4-pinowy 5-pinowy 80A 100A Automatyczny przełącznik samochodowy 12V 24V z otworem montażowym Cewka Zasilanie Samochodowe urządzenie sterujące z gniazdem przełącznika

★★★★★ 5.0 4 Recenzje | 8 sprzedanych

2,54zł 1% zniżki

🔴 Sprzedaż hurtowa 2+ sztuk, dodatkowe 1% zniżki

Najniższa cena w ciągu 30 dni przed obniżką cen. **2,58zł** ⓘ

Cena zawiera podatek VAT; Dodatkowe 2% zniżki

🔴 7,47zł off over 82,22zł

Rozmiar: 24V 80A 4PIN



Sprzedaż i dostawa Ai...(Pr

Gwarancja usługi

🚚 Punkty odbioru 🌿

Wysyłka: 8,30zł

Dostawa: Wrz 01 - 06

📦 Darmowe zwroty w ciągu

🛡️ Bezpieczeństwo i ochron

Ilość

1 +

99994 dostępnych

Kup teraz

Dodaj do koszyka

Zagadka 2507

W lipcu postawione zostało następujące oczywiste zadanie konkursowe:

Co przedstawia fotografia obok?

(Fot. Bubba73 – Jud McCranie CC BY-SA 4.0 cropped)

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca lipca 2025. Oto nadesłane rozwiązania tego konkursu.

Dzień dobry, to pamięć ferrytowa starego komputera.

Pozdrawiam

Paweł Pawłowicz

Dzień dobry, na fotografii widać pamięć ferrytową, stosowaną w komputerach w latach 1955–1975.

Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

Dzień dobry, to fragment pamięci ferrytowej, dokładniej 4 bity.

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Fotografia przedstawia zbliżenie struktury pamięci ferrytowej – jest to pamięć ferrytowa, używana powszechnie w komputerach od lat 50. do wczesnych lat 70. XX wieku.

Każdy pierścień może być namagnesowany w jednym z dwóch kierunków, reprezentując bit informacji. Aby odczytać lub zapisać bit, prąd jest przesyłany przez odpowiednie kombinacje drutów, zmieniając magnetyzację rdzenia lub wykrywając jej zmianę.

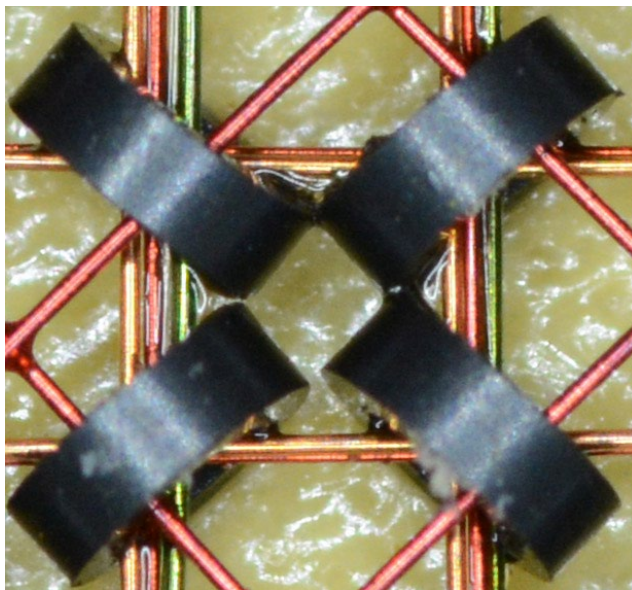
Pamięć ferrytowa była niezawodna, trwała (nieulotna) i odporna na promieniowanie, dlatego używano jej również w komputerach kosmicznych, np. Apollo Guidance Computer.

https://en.wikipedia.org/wiki/Apollo_Guidance_Computer

Pamięć ferrytowa na początku była produkowana ręcznie, ale z czasem wprowadzano coraz więcej technologii półautomatycznych i maszyn wspomagających, choć pełna automatyzacja nigdy nie była całkowicie możliwa z uwagi na bardzo drobne, precyzyjne operacje i konieczność wysokiej jakości.

Pamięć ferrytowa przestała być produkowana komercyjnie na szeroką skalę w latach 70. i 80., kiedy została zastąpiona przez półprzewodnikowe pamięci RAM, które były tańsze, szybsze i łatwiejsze w produkcji z użyciem fotolitografii.

Tadeusz Suszał



Są to komórki pamięci ferrytowej. W znanym komunikacie „Segmentation fault (core dumped)” słowo „core” (rdzeń) nawiązuje do pamięci tego typu.

Circuit Chaos

(...) Na zdjęciu widać starożytny RAM (a może raczej EEPROM?), czyli pamięć ferrytową.

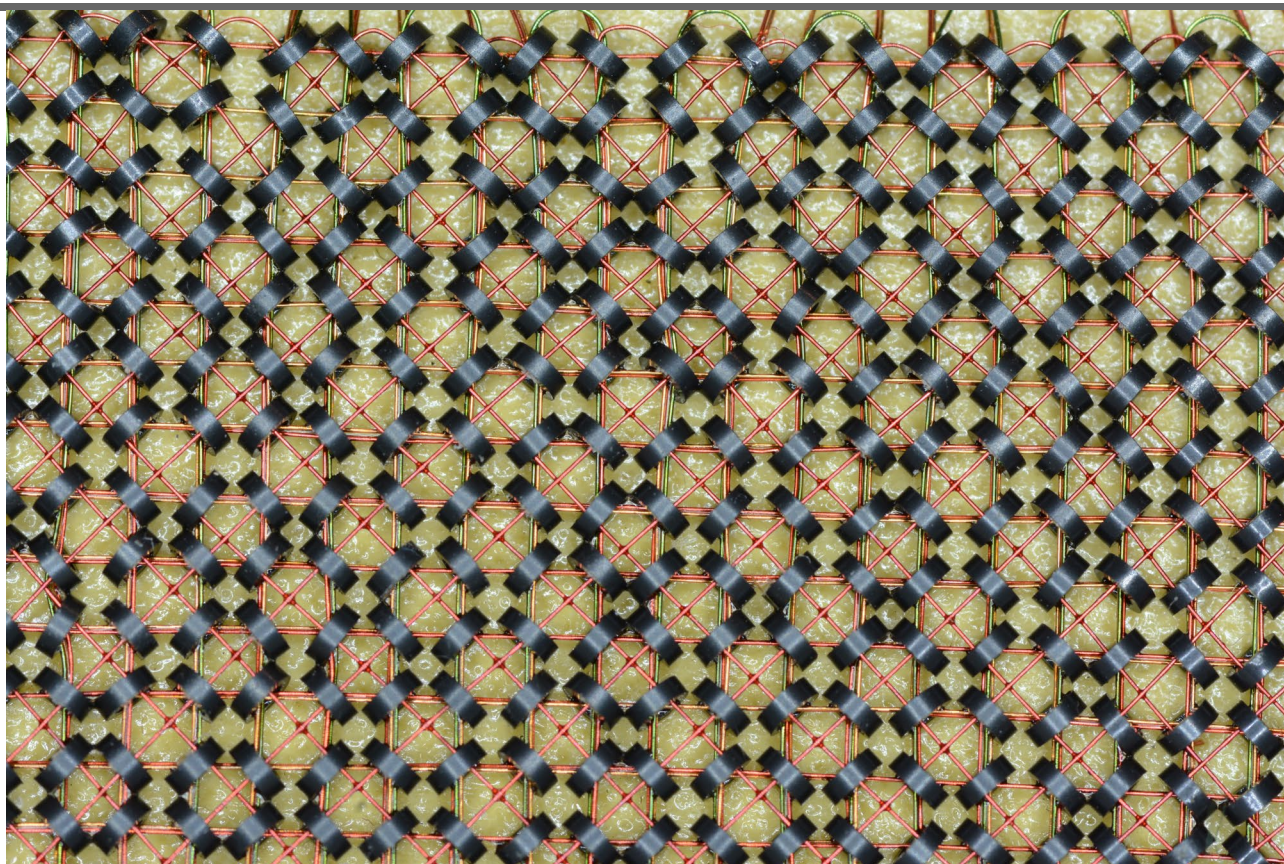
Fascynujące urządzenie, produkowane jeszcze na początku lat 80. ubiegłego wieku. Fascynujące, jeśli po pierwsze uświadomimy sobie, że każdy z widocznych na fotografii rdzeni ferrytowych przechowywał 1 bit, wymagał nanizania na co najmniej trzy przewody, więc łatwo wyobrazić sobie rozmiary i komplikację mechaniczną pamięci o rozmiarach nawet kilku kb, zwłaszcza w początkach ich kariery w latach 50., gdy produkowano je ręcznie.

Po drugie, odczyt komórki pamięci był destrukcyjny: po odczytaniu logicznej 1 pozostawało logiczne 0, aby więc dane nie zostały trwale skasowane, współpracująca z nią elektronika musiała natychmiast przywrócić odczytaną komórkę do stanu pierwotnego. Wbrew pozorom, tak wydawałoby się subtelny sposób zapisu, jak namagnesowanie rdzenia ferrytowego okazywał się zaskakująco trwały (używano specjalnie dobranych materiałów o szerokiej, prostokątnej pętli histerezy).

Pamięci ferrytowe były szeroko używane w misjach kosmicznych (w tym Apollo 11 i modułach lądowników księżycowych), pamięć taka przetrwała nawet katastrofę promu kosmicznego Challenger w 1986, umożliwiając odczyt danych pokładowych. Serdecznie pozdrawiam

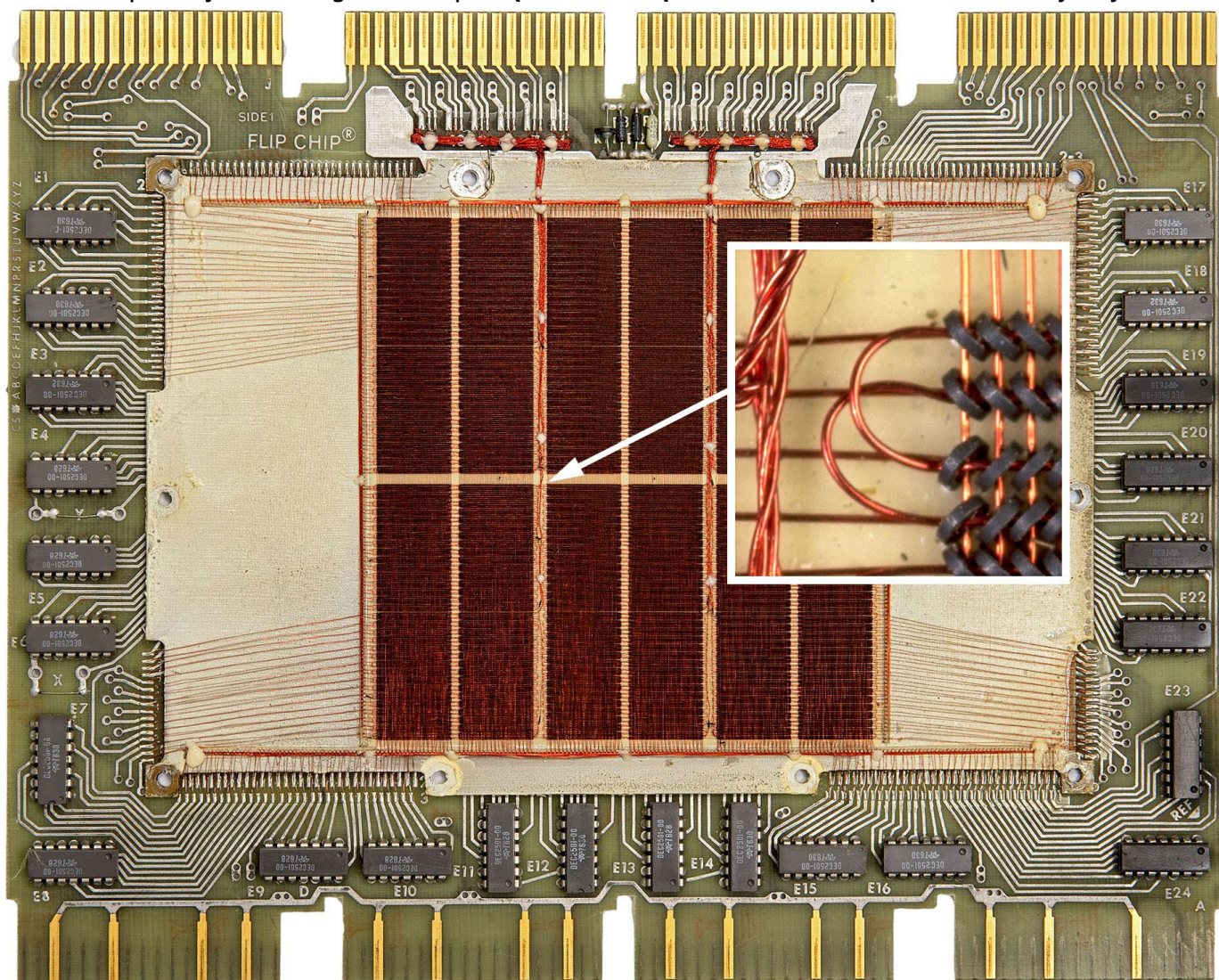
Szymon Burian

Rzeczywiście jest to drobny wycinek, malutki fragment fotografii nieulotnej pamięci magnetycznej – archaicznej pamięci ferrytowej.



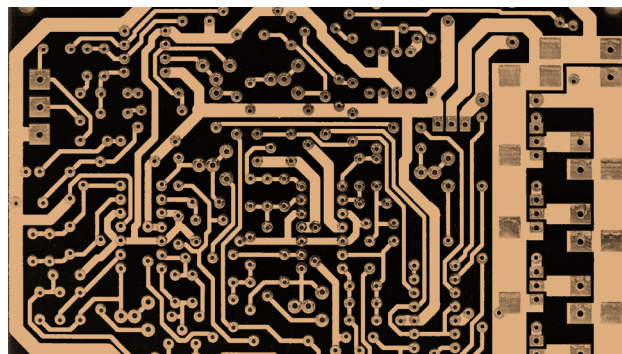
Na **fotografii powyżej** widać oryginalną fotografię (fot. Bubba73 - Jud McCranie CC BY-SA 4.0), która też nie pokazuje całości tego modułu pamięci.

Fotografia poniżej (José Luis Briz Velasco CC BY-SA 4.0) pokazuje pamięć 8k × 12 bit, czyli zawierającą 98 304 komórek – pierścionków ferrytowych. ▢



Łamigłówki elektroniczne

wrzesień 2025



W tej rubryce przedstawiane są łamigłówki związane z elektroniką, także te nadsyłane przez Czytelników. Po pierwsze, możesz nadesłać rozwiązanie jednej lub wszystkich zaproponowanych niżej łamigłówek. Po drugie, proszę i serdecznie zachęcam także Ciebie: zaproponuj tu innym Czytelnikom krzyżówkę, zagadkę lub dowolną inną trudniejszą lub łatwiejszą łamigłówkę, która ma związek z elektroniką! Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie i Internecie.

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

Co to jest? 2509

Zagadka 2509

Dlaczego? 2509

Co o tym sądzisz? 2509

Co to jest? 2509

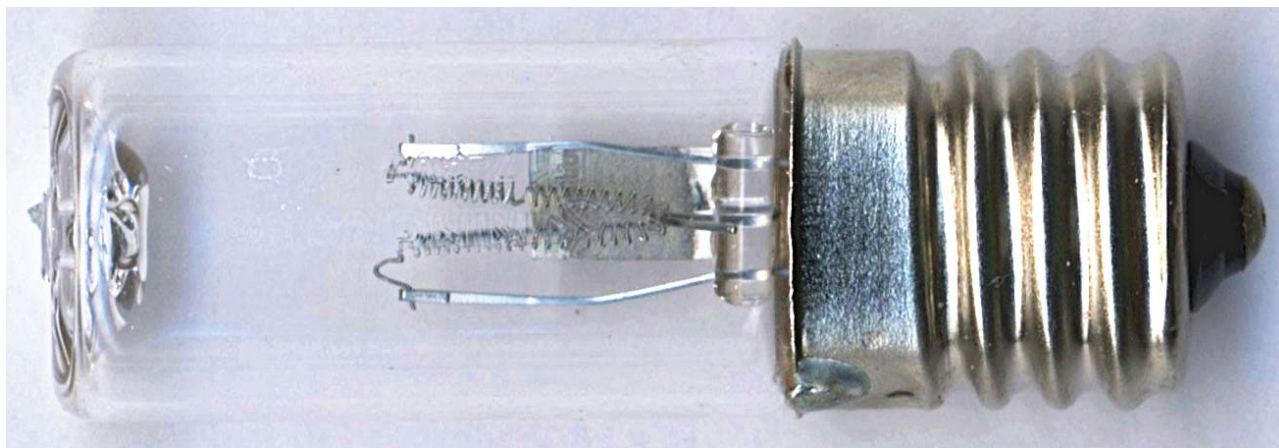
Zygmunt Flisak z Opola napisał:

Dzień dobry,

proponuję do rozważenia następującą łamigłówkę. Pytanie brzmi:

Co to jest i jak działa?

Pozdrawiam (...)



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca września 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

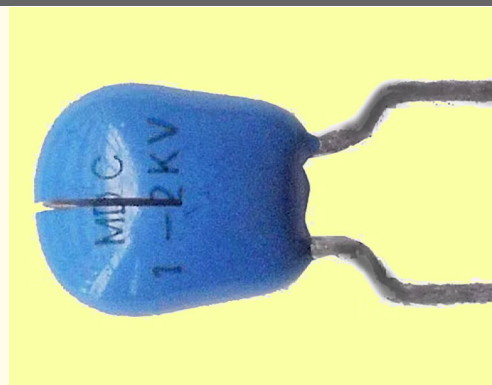
Zagadka 2509

Chodzi o takie przecięte jakby kondensatory.

Pytanie konkursowe brzmi:

Czy to jest uszkodzenie, czy celowe działanie?

Autorem tego zadania konkursowego jest
Sławomir Skrzyński z Rypina.



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca września 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Dlaczego? 2509

Niedawno mieliśmy zagadkę dotyczącą geofonu. Oto jeszcze jeden e-mail w tej sprawie.

Dzień dobry, w nawiązaniu do zagadki dotyczącej geofonu pojawia się możliwość kontynuacji zagadki:

Dlaczego wyjścia przyrządu są zwarte opornikiem?

Pozdrawiam serdecznie

Paweł Pawłowicz



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

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca września 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

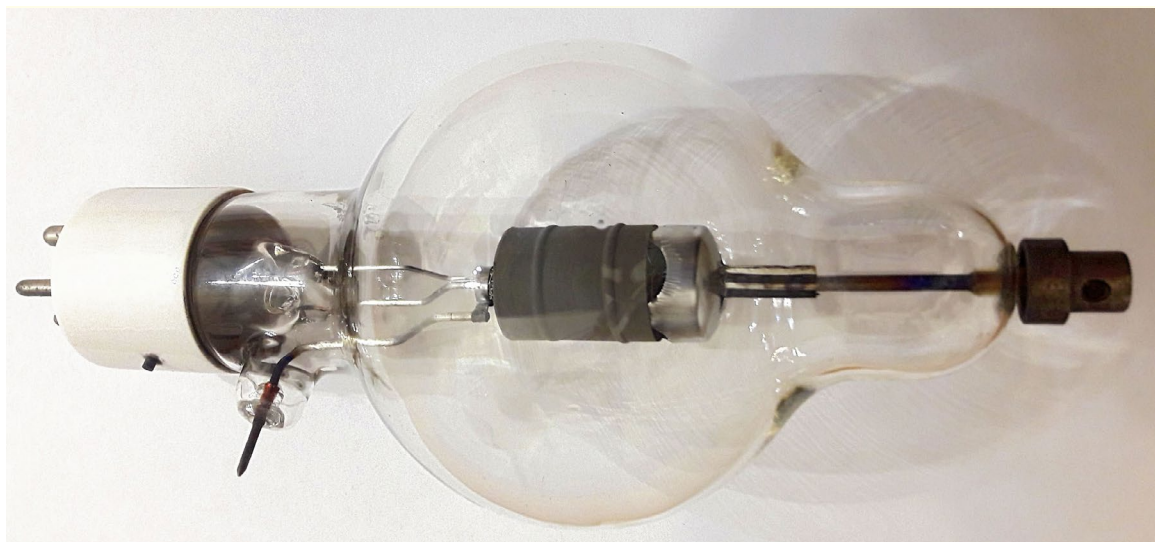
Co o tym sądzisz? 2509

Karol Świerc

z Rudy Śląskiej przysłał szereg propozycji. Między innymi taką:

Na fotografii pokazana jest (...) Tu może nie ma sensu pytać „co to jest?”. Ale można zadać pytanie:

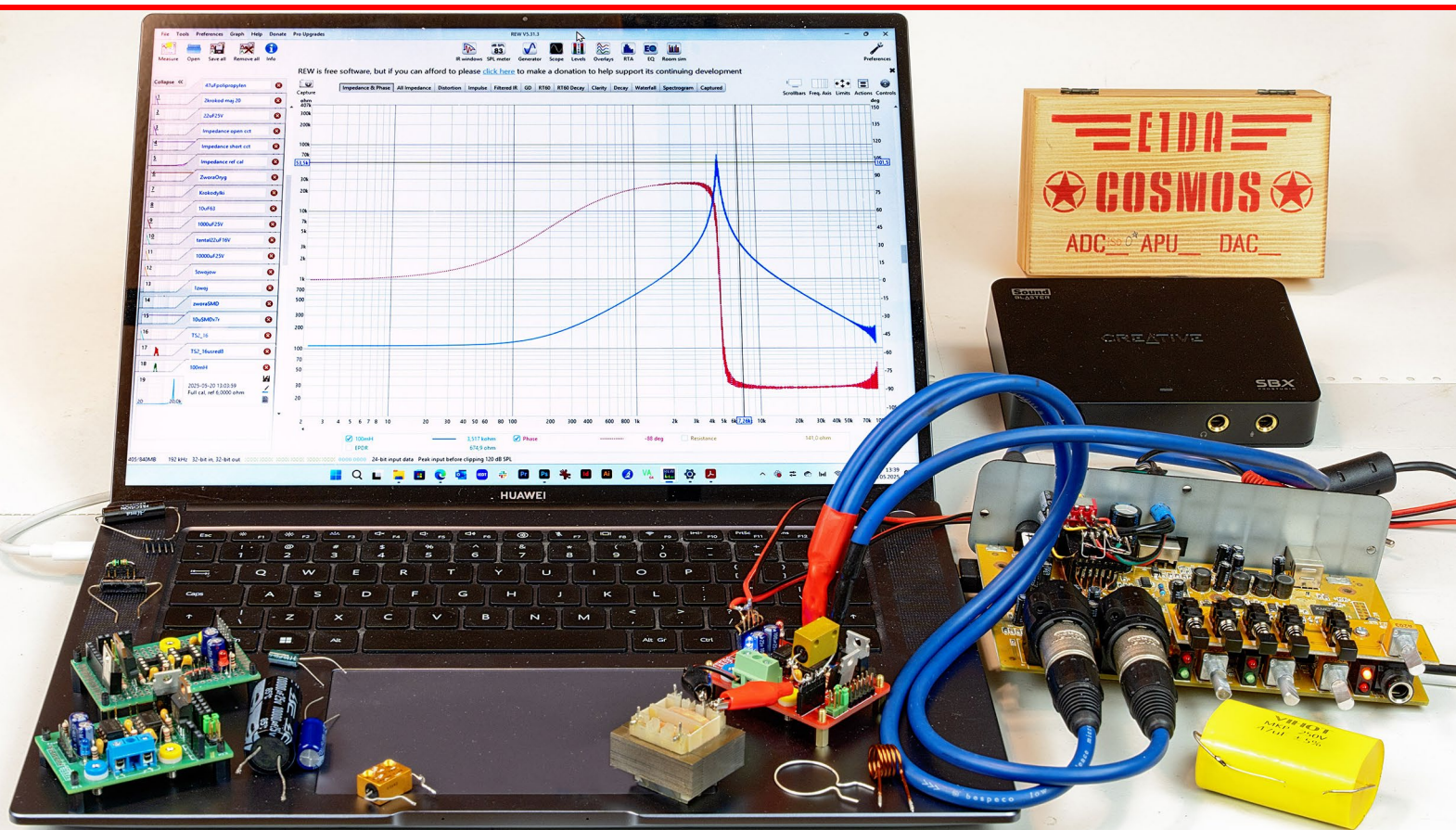
W jakim przedziale czasowym mogła być wyprodukowana ta lampa?



Autorem tego zadania konkursowego jest **Karol Swierc z Rudy Śląskiej.**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca września 2025 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!



Przystawka do precyzyjnego pomiaru impedancji

Artykuł jest przeznaczony głównie dla nieco bardziej zaawansowanych elektroników i pokazuje, jak za pomocą niedrogiej komputerowej karty dźwiękowej oraz prostej przystawki precyzyjnie mierzyć impedancję elementów i obwodów w zakresie częstotliwości od pojedynczych herców nawet do 100 kHz.

Miernik LCR czy miernik impedancji?
Idea pomiaru impedancji z kartą audio
Rozważania projektowe

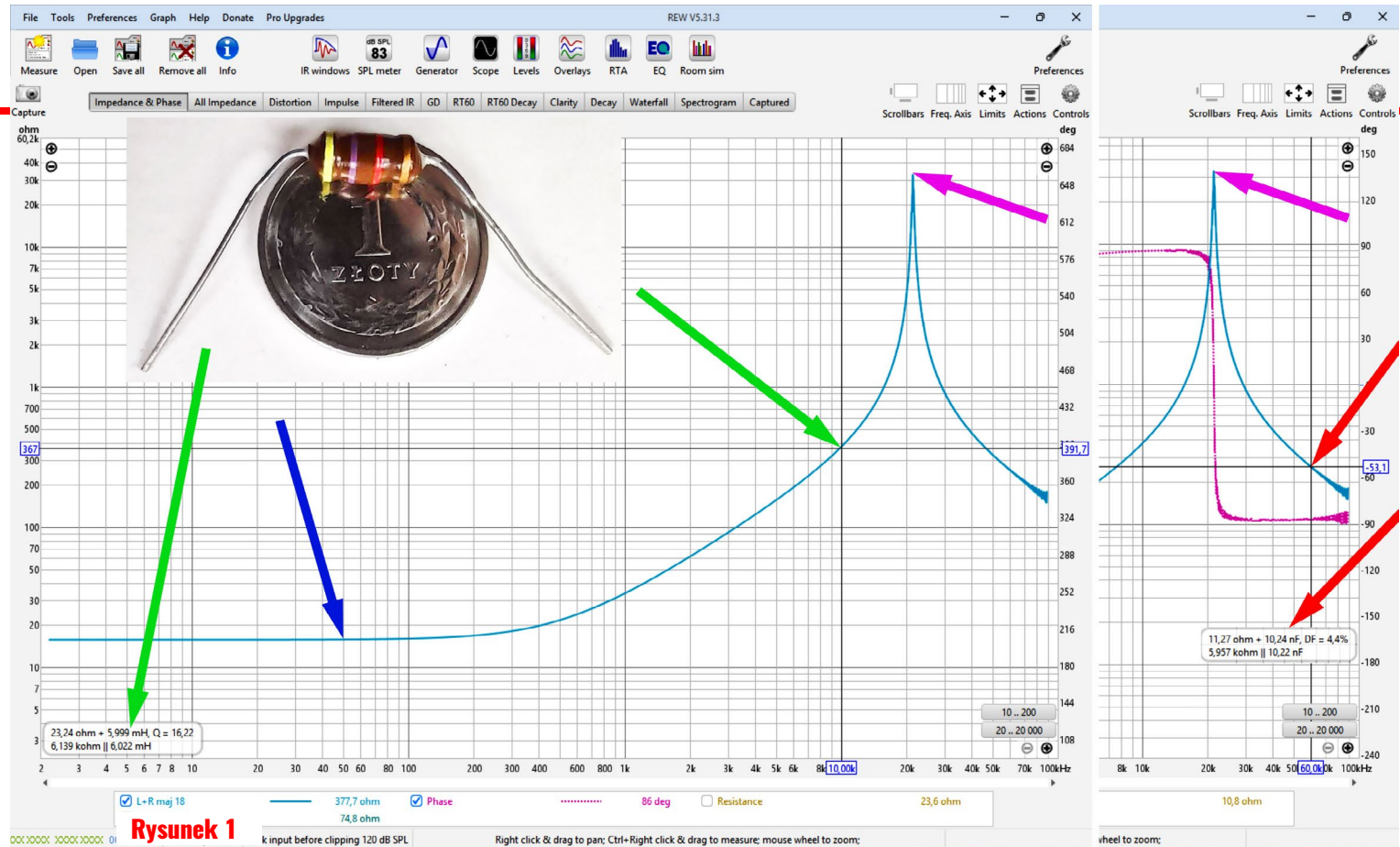
Programy komputerowe
Wykorzystanie programu REW

Wielu elektroników pyta, który tani miernik pozwoli dokładnie mierzyć pojemność i indukcyjność? Pytają, jaki miernik RLC (LCR) warto kupić?

W dwóch filmach: <https://youtu.be/OMBY3TpwxU> oraz https://youtu.be/aKW_AestKBI, a zwłaszcza w czterech artykułach ([Q027](#), [M024](#), [M025](#), [M026](#)) wyczerpująco przedstawiłem amatorskie testery i mierniki pojemności. Opisałem bardzo interesujące historie trzech rodzin przyrządów, które mogą mierzyć pojemność i indukcyjność. Podkreślałem też bardzo mocno, że są to konstrukcje amatorskie i mają liczne wady. Tymczasem wyobraźnię wielu

hobbystów rozpała informacja, że niektóre chińskie przyrządy (np. XJW01) mogą mierzyć z dokładnością 0,3%, czyli rewelacyjną, jak na dokładność pomiaru pojemności i indukcyjności.

Owszem, jest to możliwe, ale pod kilkoma warunkami. Natomiast główny problem jest inny. Otóż naiwne jest wyobrażenie, że indukcyjność i pojemność realnych elementów jest stała. Powyższa fotografia tytułowa prezentuje pomiar impedancji elementów indukcyjnych i uzyskane na ekranie charakterystyki pokazują poważny problem z określeniem indukcyjności takich elementów.



Problem pomiarów indukcyjności i pojemności dokładniej sygnalizuje **rysunek 1**, pokazujący wynik pomiaru małej cewki – dławika o nominale 4,7 milihenra za pomocą zestawu widocznego na fotografii tytułowej. Wykorzystałem opisywaną wcześniej kartę Behringer UMC202HD (w wersji nieprzerobionej), darmowy program komputerowy REW oraz swojej roboty przystawkę (czerwona płytki), której dwie inne wersje też widać na fotografii tytułowej (zielone płytki z lewej strony).

Na rysunku 1 niebieska linia to przebieg oporności – modułu impedancji w zakresie częstotliwości od 2 herców do około 90kHz. Naprawdę rewelacyjny program REW pozwala ustawić kursor (dwie skrzyżowane linie) w dowolnym punkcie charakterystyki i wtedy w okienku na dole z lewej strony ekranu można odczytać dodatkowe informacje, w tym indukcyjność lub pojemność przy wybranej częstotliwości. To nie jest artykuł dla zupełnie początkujących, więc nie będę tłumaczył, dlaczego w okienku tym wyświetlane są dwie kombinacje wartości (model szeregowy i równoległy). W każdym razie, jak wskazują zielone strzałki, przy częstotliwości 10 kHz element ten zachowuje się jak cewka o indukcyjności 5,999 milihenra o rezystancji szeregowej 23,24 oma, czyli o dobroci $Q = 16,22$. Tu wszystko pasuje!

Problem w tym, że każda cewka ma też jakąś pojemność własną i zachowuje się jak równoległy obwód rezonansowy. I to doskonale widać na rysunku 1! Dla

ponad 20 kiloherców. Wtedy jej oporność (moduł impedancji) osiąga maksimum, wskazane fioletowymi strzałkami i jest to czysta rezystancja. Przy większych częstotliwościach moduł impedancji maleje, ale co najważniejsze, wtedy dominuje pojemność własna cewki i jej impedancja nie jest już reaktancją indukcyjną, tylko reaktancją pojemnościową. Cewka zachowuje się jak... kondensator!

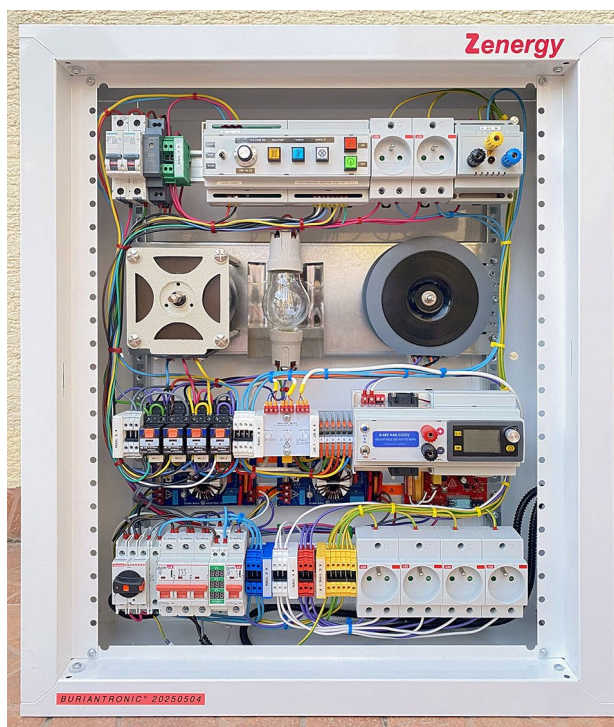
Z prawej strony rysunku 1 umieściłem fragment innego zrzutu ekranu, gdy kursor ustawiłem na częstotliwość 60,0 kHz. Czerwone strzałki pokazują, że cewka zachowuje się wtedy jak szeregowo połączenie rezystancji 11,27 Ω i pojemności 10,24 nF oraz jak równoległe połączenie rezystancji 5,957 k Ω i pojemności 10,22 nF.

Tak! Przy większych częstotliwościach realna cewka naprawdę zachowuje się jak kondensator! Świadczy też o tym fioletowa krzywa, która pokazuje przesunięcie fazowe (z jednostkami na osi z prawej strony rysunku). Poniżej rezonansu przesunięcie wynosi 90 stopni, czyli tak jak w indukcyjności. Dla rezonansu osiąga zero, czyli mamy wtedy czystą rezystancję, a powyżej rezonansu przesunięcie wynosi -90 stopni, co jest typowe dla pojemności.

Rysunek 1 świadczy o tym, że badany dławik prawidłowo pracuje w swojej roli tylko w zakresie częstotliwości mniej więcej od kilkuset herców do 20 kiloherców. Wtedy jego oporność rośnie – impedancja jest reaktancją indukcyjną. „Powyżej” zachowuje

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

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



Dr Frankenstein Project – stanowisko energetyczne (2)

Masz dosyć zasilania byle czym i byle jak testowanych urządzeń, pracujących pod napięciem sieci 230 V? Drażni Cię kłębowisko kabli i bylejakość łączonych naprędcie żarówek, chroniących badany sprzęt? Czy zawsze chciałeś mieć autotransformator lub transformator bezpieczeństwa? Jeśli tak, ten artykuł jest dla Ciebie!

Moduł zasilacza DC

Moduł bezpiecznika elektronicznego

Moduł miękkiego startu

Moduł zacisków wyjściowych

Uwagi końcowe

To jest druga część artykułu przedstawiającego realizację warsztatowego stanowiska energetycznego, przeznaczonego do pracowni elektronika. W części pierwszej omówiłem całokształt konstrukcji mechanicznej i elektrycznej, zaprezentowałem też budowę zabezpieczenia przeciwprzepięciowego i filtra EMI. W tej części będzie zdecydowanie więcej elektroniki – przedstawię konstrukcję modułów zasilacza DC, układu softstartu do transformatorów oraz regulowanego zabezpieczenia nadprądowego AC.

Moduł zasilacza DC

Moduł zasilacza DC przedstawia **fotografia 8**. Ma on jak widać konstrukcję kompaktową, tzn. całość udało się zmieścić w obudowie Kradex ZD1010.

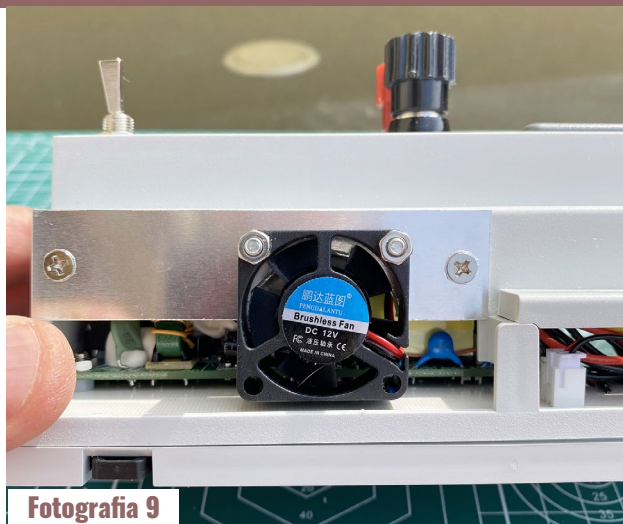


Fotografia 8

Jak na zasilacz o mocy 200 W jest to niezły wynik, bo obudowa ma szerokość 10 modułów (177 mm), wysokość 89 i głębokość 65 mm. Zasilacz składa się z przetwornicy SMPS 48 V/200 W Mean Well (oznaczenie EPP 200/48), która nie jest co prawda tania, ale jak na tak dużą moc ma zaskakująco małe wymiary, zaledwie 100×50 mm. Płytkę przetwornicy umieszczona jest na kawałku odręcznie przygotowanego PCB i przytwierdzona do dna obudowy, natomiast przetwornica step-down jest wciśnięta w jej pokrywę. Na pokrywce obudowy umieściłem też wyłącznik sieciowy i zaciski wyjściowe.

Specyfikacja zasilacza EPP200/48 wskazuje, że dla osiągnięcia mocy 200 W konieczne jest zastosowanie chłodzenia wymuszonego, które zrealizowałem na dwóch wentylatorach 30×30. Są one umieszczone szeregowo z dwóch stron obudowy (jeden zapewnia nadmuch, drugi wydmuch powietrza). Moduł ma osobne wyjście 12 V do ich zasilania, ciekawostką jest, że napięcie to rośnie wraz ze wzrostem poboru mocy, co zapewnia regulację obrotów. Przytwierdzenie wentylatorów wymagało zastosowania dodatkowego wzmocnienia w postaci cienkich płaskowników – szczegóły widoczne są na **fotografii 9**. Trzeci wentylator jest integralną częścią przetwornicy step-down.

Sama przetwornica to bardzo popularny model, dostępny w dziesiątkach wcieleń na AliExpress. Użyta przeze mnie ma symbol XY5008, ale niewiele z tego wynika, bo ten typ bywa dostępny pod różnymi nazwami. W każdym razie, jest to bardzo mały moduł w typowej do montażu panelowego „na wcisk” obudowie, z wyświetlaczem monochromatycznym, enkoderem obrotowym do zmiany parametrów i wspomnianym wentylatorem (modele o mniejszej mocy nie są w niego wyposażone). Według producenta umożliwia uzyskanie na wyjściu do 50 V i do 8 A, ma więc mieć moc 400 W; nie wiem, ile w tym marketingu, bo porzuciłem na testowaniu jej z opisanym wyżej, dwustuwatowym zasilaczem. Muszę jednak przyznać, że byłem zaskoczony, bo można rzeczywiście „wycisnąć” z niej moc 200 W: dziesięciominutowe katowanie zasilacza żarówkami samochodowymi, nie spowodowało żadnych uchwytanych problemów, więc jak na takie maleństwo jest to bardzo dobry wynik.

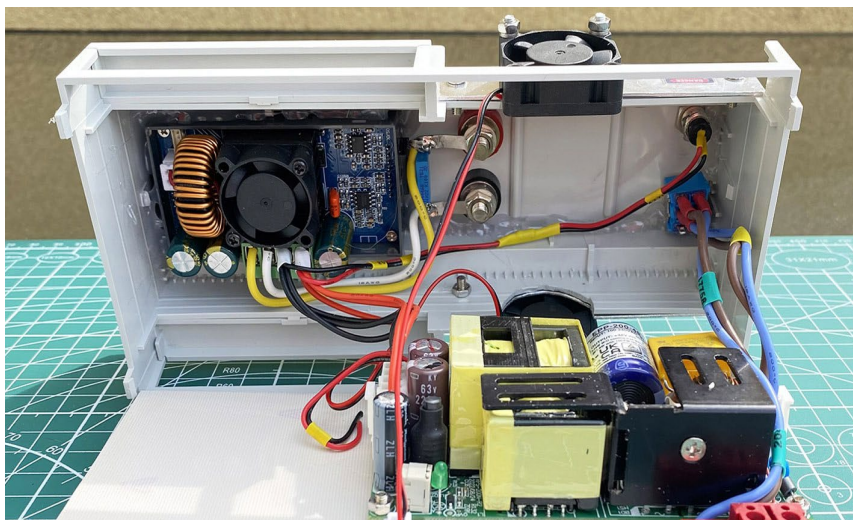


Fotografia 9

w tym ograniczenie maksymalnej mocy (przydane z racji słabszego SMPS); nastawy są zapisywane w pamięci nieulotnej. Po ustawieniu na wyjściu zasilacza sieciowego napięcia 50 V (EPP200-48 ma możliwość jego regulacji od 45 do 50,4 V) można bez problemu uzyskać na wyjściu całego zasilacza 48 V przy prądzie ponad 4 A.

Obsługa modułu nie jest szczególnie intuicyjna, i jak to często w chińskiej elektronice no name bywa, zachowuje się on niekiedy dziwnie, np. ignoruje naciśnięcia przycisków. Nie zaryzykuję zasilania tym wynalazkiem szczególnie cennych urządzeń, ale nie taki był cel jego budowy: chodziło o szybki i łatwy dostęp do źródła prądu stałego regulowanego w możliwie szerokim zakresie. W tej roli zasilacz spełnia swoje zadanie znakomicie.

Schematu nie załączam, bo jest on banalny: dwa połączone ze sobą moduły, plus wyłącznik sieciowy na wejściu i złącza laboratoryjne z przylutowanym do nich kondensatorem 100 nF na wyjściu. Z okablowaniem tablicy moduł łączy się złączem ARK 7,5. Wnętrze urządzenia widoczne jest na **fotografii 10**.



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



Realizacja amatorskich wzorców pojemności DIY

Artykuł Jaki miernik RLC kupić? A jakiego nie kupować? zawierał wskazówki, na jakie tanie amatorskie mierniki pojemności i indukcyjności warto zwrócić uwagę, a w artykułach M024, M025 oraz M026 omówiłem trzy grupy przyrządów. Wszystkie są opracowane przez amatorów i do ich sprawdzenia potrzebne są jakieś wzorce.

Wzorce – w jakim zakresie pojemności?
Kondensatory styrofleksowe i mikowe
Okazyjnie kupione wzorce

Wykorzystanie kondensatorów ceramicznych
Porównawcze testy pojemności
Laboratoryjne sprawdzenie pojemności

W artykule Amatorskie wzorce pojemności przedstawiłem szereg informacji ogólnych o możliwościach realizacji wzorców pojemności, niezbyt wprawdzie dokładnych, ale w pełni użytecznych w pracowni hobbysty. W poniższym artykule przedstawiam szczegóły dotyczące ich realizacji oraz pomiarów.

Przypomnę też krótko, że w roli amatorskich wzorców warto wykorzystywać, nadal dość łatwo dostępne i tanie, stare krajowe kondensatory styrofleksowe (polistyrenowe) KSF-022 o tolerancji 0,5%

(z literą D) lub zagraniczne KS o tolerancji 1% (F). Można też wykorzystać znacznie droższe, mikowe kondensatory srebrzone (*silver mica*), ale tylko wersje o tolerancji 1% lub lepszej.

Jest też mnóstwo stabilnych kondensatorów ceramicznych COG (NP0) o tolerancji 1%. Najprościej jest użyć wersji w obudowach THT, które nie wymagają żadnego przygotowania. A w tym artykule opisuję próbę wykorzystania tanich wersji SMD i przedstawiam wyniki moich eksperymentów.



Fotografia 1

Wzorce – w jakim zakresie pojemności?

Oczywiście najbardziej pożądane jest posiadanie nie jednego, lecz szeregu wzorców o szerokim zakresie pojemności, przykładowo w zakresie 1 pF do 100 μF, czyli obejmującym 8 dekad. W idealnym przypadku należałoby mieć dobre wzorce: 1 pF, 10 pF, 100 pF, 1 nF, 10 nF, 100 nF, 1 μF, 10 μF, 100 μF, ewentualnie też 0,1 pF.

Uwaga! Amatorskie wzorce oczywiście nie muszą mieć „okrągłych” pojemności, będących (pod)wielokrotnością liczby 10. Pojemności mogą być jakiegokolwiek, byle ich wartość była dokładnie określona. I najlepiej, żeby ich pojemności obejmowały zakres od 1 pikofarada do 100 mikrofaradów. Najłatwiej i najtaniej jest zrealizować wzorce o pojemnościach od 10 pikofaradów do 1 mikrofarada. Wzorce „mniejsze” i „większe” z reguły będą miały gorszą dokładność, ale z tym trzeba się pogodzić.

Kondensatory styrofleksowe i mikowe

W najprostszym przypadku można wprost wykorzystać zakupione na aukcjach lub w małych sklepach pojedyncze egzemplarze kondensatorów styrofleksowych o tolerancji $\pm 0,5\%$ lub $\pm 1\%$. Najczęściej oferowane są nominały w granicach od kilkadziesiąt pikofaradów do około 100 nanofaradów.

Można kupić i bezpośrednio użyć. Natomiast mniejsze i większe pojemności uzyskamy przez łączenie szeregowo i równoległe. Ja z posiadanych KSF-022 i zagranicznych KS złożyłem zestawy „dziesiętne”, pokazane na **fotografii 1**. Przy montażu takich zestawów w miarę możliwości nie należy skracać wyprowadzeń, tylko lutować ze sobą ich końce. Można też zmniejszyć nagrzewanie wnętrza kondensatora podczas lutowania, przez odprowadzenie ciepła za pomocą pincety czy szczypiec trzymających wyprowadzenie tuż przy obudowie. Ja najpierw przyjąłem, że moje zestawy mają pojemności wynikające



Fotografia 2

Okazyjnie kupione wzorce

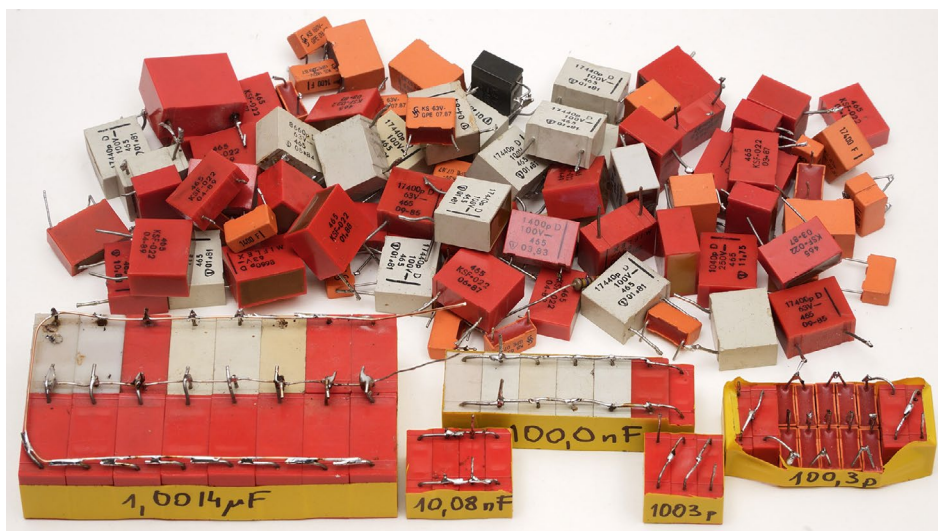
Na rynku trafiają się interesujące oferty kondensatorów o tolerancji 1% i lepszej. **Fotografia 2** przedstawia dwa porządnie wyglądające kondensatory o tolerancji $\pm 0,5\%$, które znalazłem na znanym portalu aukcyjnym w związku z przeglądem rynku, przeprowadzonym na potrzeby niniejszego artykułu. Jak widać, jeden z nich zawiera trzy kondensatory, więc za około 80 złotych (plus koszty transportu) nabyłem cztery wzorce. I co bardzo ważne – ten większy o dość dużej pojemności wynoszącej aż 10 mikrofaradów!

Od **Marka Pacuka** z Białegostoku niedawno otrzymałem w prezencie dwie dekady kondensatorowe – **fotografia 3**. Są one bardzo solidnie wykonane.



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

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



Wspólnie projektujemy: Amatorskie wzorce R, L, C, U

W tym i w poprzednim numerze czasopisma przedstawiłem artykuły pokazujące możliwość realizacji amatorskich wzorców pojemności. Proponuję, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się właśnie amatorskimi wzorcami, nie tylko pojemności, ale też dowolnych innych wielkości elektrycznych.

Elektronik praktyk nie potrzebuje superdokładnych i kosztownych wzorców. Jednak wielu hobbyistów chciałoby posiadać elementy, które pozwoliłyby sprawdzić prawidłowość wskazań multimetrów czy mierników RLC. Naprawdę warto mieć godne zaufania elementy, które można wykorzystać między innymi do sprawdzenia mierników. Dokładność nie musi być rewelacyjna. W tym numerze, w artykule **Realizacja amatorskich wzorców pojemności DIY** pokazuję praktyczne przykłady, które mogą Cię zainspirować. Artykuł ten absolutnie nie wyczerpuje zagadnienia. Wcześniej w ZE przedstawiłem artykuły dotyczące testów amatorskich wzorców napięcia oraz rezystancji.

Dziś można zrealizować lub pozyskać dobre amatorskie wzorce rezystancji i napięcia. Jeśli masz takie – przedstaw je! Jest pewien kłopot z kondensatorami. A znacznie gorzej jest z jakimikolwiek wzorcami indukcyjności – to odrębny temat, nad którym też warto się zastanowić. W ramach tego zadania warto „pochylić się” nad „wzorcami prądu”. Budowa kalibratora prądu nie jest łatwa, ale wystarczy dobry bocznik i dobry woltomierz. Jak widzisz tę kwestię?

A może zaproponujesz jeszcze inne wzorce lub sposoby pomiaru innych wielkości elektronicznych?

Bardzo proszę – podziel się swoimi pomysłami, przemyśleniami i praktycznymi doświadczeniami.

Piotr Górecki

Zadanie konkursowe YK030 brzmi:

Zaproponuj pomysł lub przedstaw przykład realizacji jakiegokolwiek amatorskiego wzorca: napięcia, rezystancji, pojemności lub indukcyjności, itp.

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

Propozycje można **nadsyłać do końca października 2025 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 12/2025 czasopisma **Zrozumieć Elektronikę**.

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

Jeżeli nie chcesz, żeby przy omawianiu nadesłanych rozwiązań pojawiło się Twoje nazwisko, tylko ewentualnie imię czy pseudonim, napisz o tym wyraźnie w treści e-maila z rozwiązaniem.



Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie taśm LED

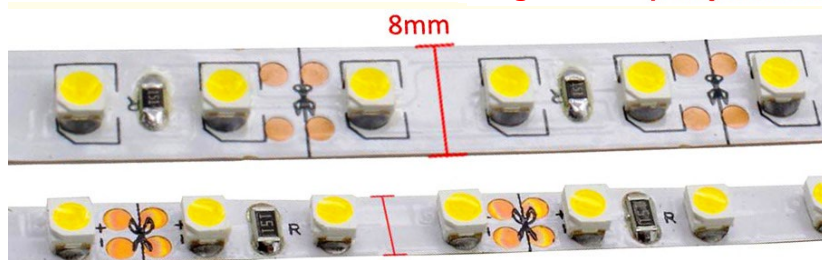
W zadaniu lipcowym zaproponowałem, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się taśmami LED. Na rynku najpopularniejsze są taśmy 12-woltowe, ale dostępne są też taśmy 5-woltowe i 24-woltowe, zwane profesjonalnymi. Oto wskazówki, jak takie taśmy można wykorzystać w naszych domach.

W lipcowym numerze ZE postawione było zadanie: **Zaproponuj lub przedstaw wykorzystanie dowolnych taśm LED**. Dostępne są liczne odmiany taśm LED. **Fotografia 1** oraz **fotografia 2** pokazują najpopularniejsze taśmy jednokolorowe 12-woltowe, dające światło białe. Z kolei **fotografia 3** przedstawia taśmy ze strukturami świecącymi w kolorach RGB, a także taśmy RGB+W, czyli z dodatkowymi diodami białymi. Takie taśmy wielokolorowe przeznaczone są do oświetlenia efektowego i trzeba przyznać, że uzyskiwane efekty świetlne mogą być rewelacyjne.

zwykła (bez ochrony) IP20



Fotografia 1 pokryta żel IP65

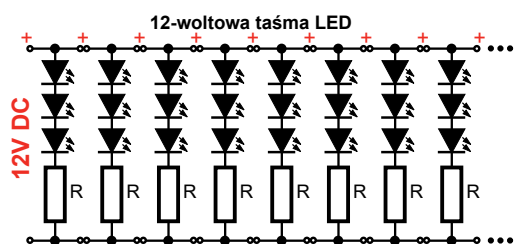


Fotografia 2

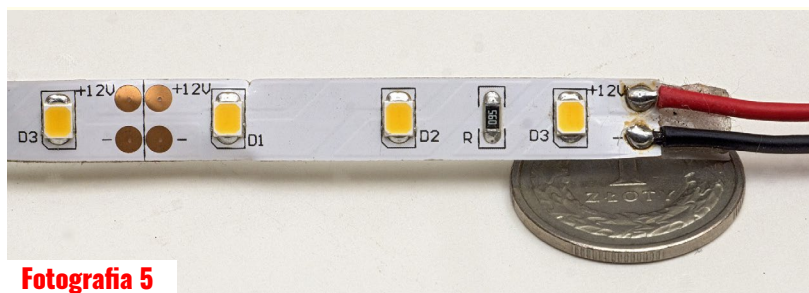
5mm



Fotografia 3



Rysunek 4



Fotografia 5

Na rynku jest bardzo dużo różnych gotowych rozwiązań, zawierających i taśmy, i gotowe sterowniki. Naprawdę jest w czym wybierać.

Jednak tematem tego artykułu są taśmy wytwarzające światło białe, nadające się do oświetlenia pomieszczeń. Otóż w ostatnich latach do oświetlenia naszych domów wykorzystywane są głównie białe diody LED. W związku z ich specyfiką, optymalne jest zasilanie ich za pomocą jakiegoś źródła prądowego (zasilacza prądowego). „Bezstratne” zasilanie diod LED nie jest łatwe, bo potrzebne są odpowiednie zasilacze prądowe, ale **dziecinnie proste jest wykorzystanie „zwykłych” taśm LED, bo do ich zasilania wystarczy zwykajny zasilacz napięciowy.**

Podstawową, najważniejszą zaletą taśm LED jest właśnie łatwość wykorzystania, co jest okupione zwiększonymi stratami. Typowa 12-woltowa taśma LED ma budowę jak na **rysunku 4** – składa się z sekcji zawierających po trzy diody i rezystor ograniczający prąd. **Fotografia 5** przedstawia jedną taką sekcję. I właśnie w tym rezystorze marnuje się część dostarczonej energii – mniej więcej 25%.

To jest wada powodująca, że taśmy LED nie są optymalne do roli głównego oświetlenia. Jeśli jednak godzimy się na mniejszą efektywność energetyczną, to można je z powodzeniem zastosować także w takiej roli i wykorzystać inne ich zalety.

Tych zalet jest sporo, warto o nich wiedzieć, a także trzeba unikać pewnych błędów, co omówię w dalszej części tego artykułu. A na razie przykłady.

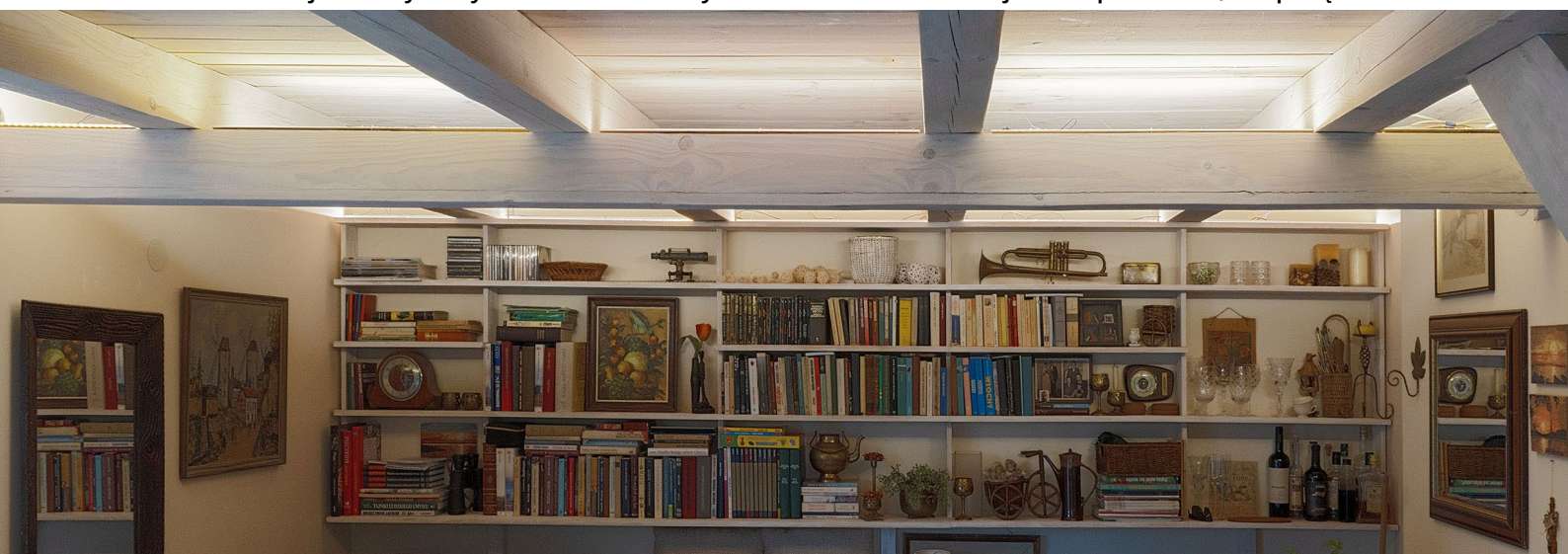
Uwaga! Fotografie nie są w stanie wiernie odwzorować sytuacji, głównie z uwagi na logarytmiczną charakterystykę czułości oka ludzkiego i w przybliżeniu liniowe charakterystyki kamer i monitorów.

Ja w swoim domu z powodzeniem zrealizowałem oświetlenie kuchni taśmami LED wysokiej jakości, co pokazane jest na **fotografii tytułowej**.

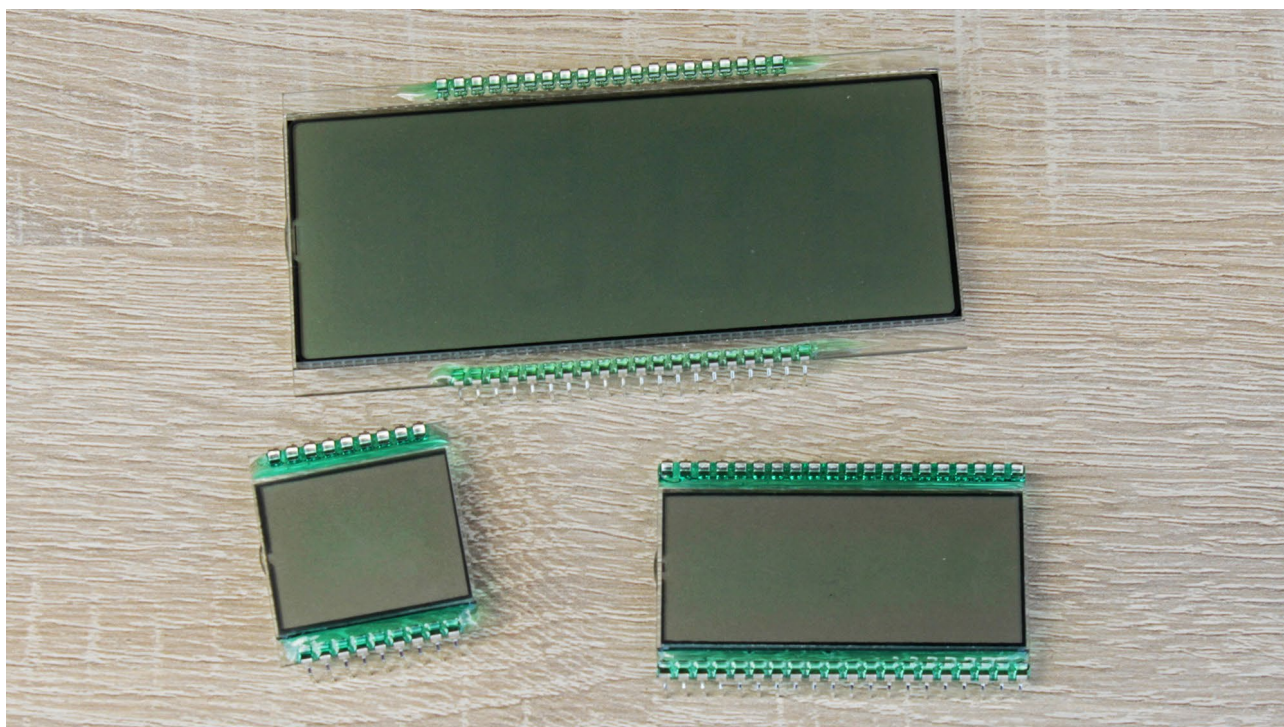
Natomiast w (drewnianym) domku na wsi zrealizowałem prawie całe oświetlenie za pomocą 12-woltowych taśm LED, które zasilane są bezpośrednio z akumulatorów, pracujących w trybie buforowym.

Fotografia 6 przedstawia oświetlenie głównego pokoju. Jeden zestaw odcinków taśm zamontowany jest na środkowej belce podtrzymującej strop, a dwa inne zestawy taśm są umieszczone blisko ścian pomieszczenia.

Wszystkie odcinki taśm LED są naklejone na aluminiowe kątowniki, które umieszczone są pod odpowiednim kątem względem sufitu. Światło wszystkich taśm skierowane jest na pomalowany białą bejcą drewniany sufit. Z jednej strony oznacza to stratę dużej ilości światła, ale z drugiej – zapewnia znakomity efekt wizualny. A w tym pomieszczeniu silne światło nie jest ani potrzebne, ani pożądane.



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



Wyświetlacze 7-segmentowe LCD

Wyświetlacze 7-segmentowe LCD nie są tak popularne jak te wykonane w wersji LED. Przyczyny tego zjawiska zapewne należy szukać w większej komplikacji układowej potrzebnej do uzyskania obrazu i w jakimś stopniu można to uznać za wadę. Jednak przy tym wszystkim mają one jedną bezdyskusyjną zaletę.

Wady i zalety wyświetlaczy 7-segmentowych LCD

Budowa wyświetlacza

Działanie

Sterowanie wyświetlaczem LCD

Konkluzje

Tego typu komponenty jako elementy pozwalające zobrazować przede wszystkim informacje cyfrowe są niekwestionowanym liderem w zastosowaniach, w których istotna jest minimalizacja zużycia energii. Dlatego częściej znajdziemy je w urządzeniach zasilanych z baterii, jak choćby zegarki elektroniczne czy mierniki uniwersalne. Powodem jest fakt, że sam wyświetlacz (czyli samo „szkło”) praktycznie nie potrzebuje prądu, by dany segment cyfry był widoczny, w przeciwieństwie do LED-owych odpowiedników, gdzie każdy segment wymaga kilku mA prądu. Z tego względu trudno użyć w stosunku do tych komponentów (w wersji LCD) określenia „wyświetlacz”, gdyż one nie emitują żadnego świa-

ła. Jednak funkcjonalność zbliżona do odpowiedników LED, które rzeczywiście emitują światło, pozwala posłużyć się takim określeniem – w końcu służą do zobrazowania informacji liczbowych.

Wady i zalety wyświetlaczy 7-segmentowych LCD

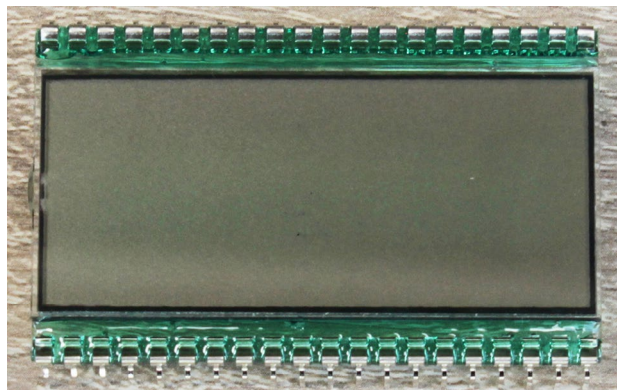
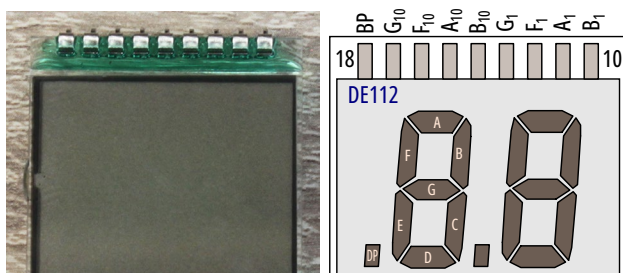
Podstawową zaletą 7-segmentowych wyświetlaczy LCD (ogólnie – elementów obrazujących informacje bez zintegrowanego sterownika) jest bardzo mały pobór mocy przez sam wyświetlacz. Również jako zaletę należy wymienić możliwość wbudowania w taki wyświetlacz różnych symboli i piktogramów o dowolnym kształcie, które są traktowane jak każdy inny segment.

Mówiąc o ich zaletach, z czystej rzetelności należy wspomnieć także o wadach. Główną jest fakt, że nie emitują światła, w warunkach słabego oświetlenia są mało czytelne, toteż wymagają podświetlenia. Drugim problemem jest bardziej złożona procedura sterowania (w stosunku do wersji LED, gdzie sterowanie należy do banalnie prostych) – aby uzyskać zamierzony obraz konieczne są układy pośredniczące. Nie bez znaczenia jest również to, że są wykonane ze szkła, a to jak wiadomo można potłuc (wyświetlacza LED jeszcze nie udało mi się potłuc).

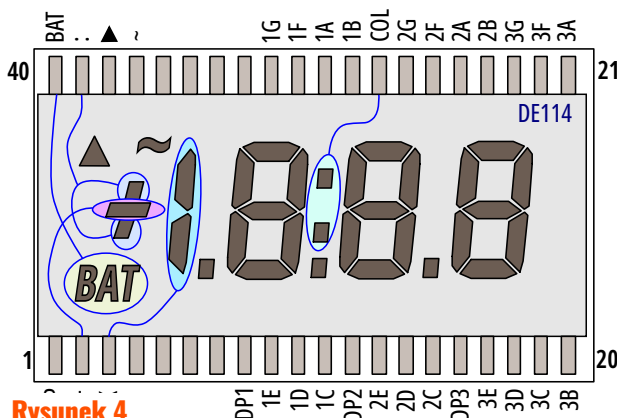
Budowa wyświetlacza

Opisując budowę można posłużyć się pewną analogią do wyświetlaczy LED, gdzie ileś segmentów z wyświetlacza jest połączonych do jednego wyprowadzenia (przykładowo wspólna anoda) oraz drugi koniec każdego segmentu jest wyprowadzony niezależnie. Coś podobnego można dostrzec w wersji LCD. Typowy wyświetlacz (gdzie liczba segmentów nie jest zbyt duża) zawiera jedną wspólną elektrodę tła, oznaczaną w literaturze jako **BP** (ang. **Back Plane**), oraz po jednej elektrodzie na każdy segment. Przy większych wyświetlaczach (w sensie większej liczby obsługiwanych segmentów) jest więcej wyprowadzeń tła (sygnałów BP) i obsługa ich bardziej już przypomina metodę multipleksową. Wręcz klasycznym przykładem może być alfanumeryczny moduł wyświetlacza LCD, gdzie każdy znak to małe kilkadziesiąt pikseli, a znaków może być nawet 80. Daje to liczbę wyrażoną w tysiącach niezależnie sterowanych segmentów (pikseli). Tego typu wyświetlacze sterowane są inaczej, a obecnie skupimy swoją uwagę na „małych” wyświetlaczach (z jednym BP). Najprostszym, popularnym i łatwo dostępnym jest dwucyfrowy (**fotografia 1**, **rysunek 2**). Ma on dwa wyprowadzenia elektrody tła BP (połączone wewnętrznie, nie jako BP dla cyfry dziesiątek i jedności) oraz poszczególne segmenty obu cyfr (łącznie z segmentami kropek).

Zaprezentowany wyświetlacz (rysunek 2) w sensie funkcjonalności jest identyczny, jak odpowiednik bazujący na diodach świecących, dysponuje jedynie



Fotografia 3



Rysunek 4

segmentami cyfr (wraz z ewentualnym segmentem kropki). Do tego zestawu często dodawane są inne elementy obrazujące odpowiednie symbole, których trudno szukać w wyświetlaczach LED. Często są one dedykowane do określonych zastosowań, jak przykładowo widoczny na **fotografii 3** i **rysunku 4**. Ten raczej niesie ze sobą skojarzenie z wykorzystaniem go w miernikach. Bazując na tym modelu również możliwe jest zbudowanie zegara (pokazującego godziny w systemie 12-godzinny). Ostatecznie można go użyć do pokazania informacji liczbowej z zakresu 0...1999 (ewentualnie ze znakiem minus przed liczbą).

Działanie

W dużym (ale wystarczającym) uproszczeniu, wyświetlacze LCD działają wykorzystując zmiany polaryzacji światła przez ciekłe kryształy pod wpływem pola elektrycznego. Ciekłe kryształy, umieszczone między dwiema szklanymi płytkami, zmieniają swoją orientację pod wpływem pola elektrycznego (wywołanego wystąpieniem napięcia między elektrodami), co wpływa na przepuszczanie lub blokowanie światła. Dzięki temu możliwe jest kontrolowanie, które obszary ekranu będą jasne, a które ciemne i utworzenie w ten sposób obrazu. Elektroda wspólna BP

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

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



Mały liniowy zasilacz: Ogranicznik prądu

Oto szósty artykuł serii pokazującej, jak elektronik dla swej ogromnej satysfakcji może zaprojektować i zrealizować niewielki zasilacz liniowy do swojej pracowni. Omawiam obszernie najtrudniejszy w praktyce problem ograniczników prądu, ryzyko samowzbudzenia oraz nieuniknione kompromisy.

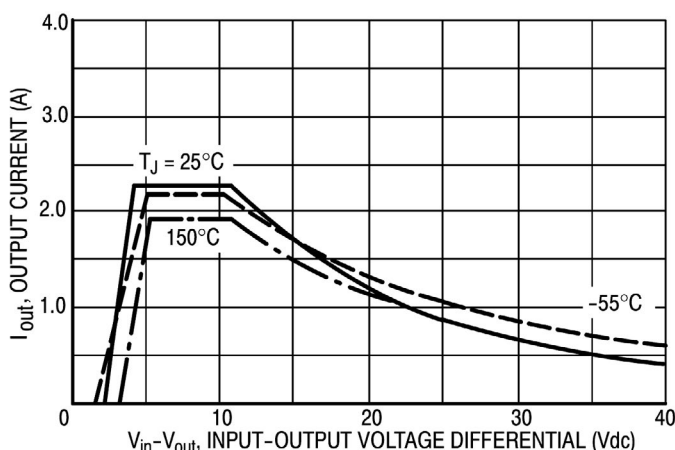
Stabilizator - ogranicznik prądu
Wielozakresowy ogranicznik prądu

Niedoskonałości ogranicznika prądu

W poprzednich artykułach tej serii podałem wszystkie informacje, potrzebne do zaprojektowania i zrealizowania prostego liniowego zasilacza regulowanego z kostką LM317. Teraz, zgodnie z zapowiedzią, zajmiemy się kwestią ograniczania prądu, a potem problemem pomiaru napięcia i prądu.

Stabilizator - ogranicznik prądu

Scalony stabilizator LM317 (i pokrewne) ma wbudowany wewnętrzny ogranicznik prądu o charakterystykach zależnych od temperatury i różnicy napięcia U_{DO} , jak pokazuje pochodzący z katalogu **rysunek 1**.



Rysunek 1

Jak widać na rysunku, ogranicza on prąd do wartości rzędu nawet dwóch amperów, zależnie od warunków pracy. Przy wzroście napięcia U_{DO} na stabilizatorze (oznaczonym $V_{in} - V_{out}$), prąd maksymalny staje się mniejszy, co jest oczywiste ze względu na wzrost mocy strat ciepłych. Ale my na razie chcemy zbudować zasilacz o prądzie maksymalnym co najwyżej pół ampera. Ponadto nasz zasilacz będzie używany do rozmaitych eksperymentów, dlatego chcielibyśmy wyposażyć go w jakiś dodatkowy ogranicznik prądu, który ochroniłby w przypadku błędu nie stabilizator, tylko zasilane układy i zawarte w nich delikatne elementy.

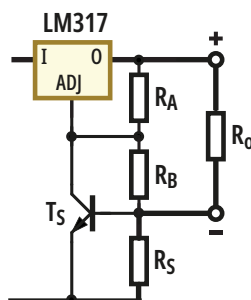
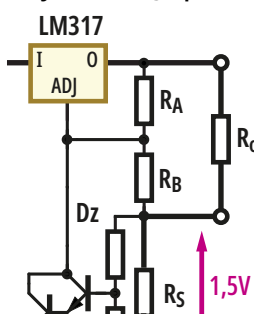
Realizacja dobrego, dodatkowego ogranicznika dla stabilizatora LM317 nie jest łatwa. W tym cyklu artykułów projektujemy „mały” zasilacz, zrealizowany z najprostszych elementów i chcemy się jak najwięcej nauczyć. Dlatego celowo pomijam możliwość wykorzystania wzmacniacza operacyjnego (wrócimy do tego w cyklu o projektowaniu „dużego” zasilacza). A na razie chcemy zbadać rozwiązania najprostsze.

Nie nadaje się tu jednak rozwiązanie według najprostszej idei z **rysunku 2**, gdzie wzrost prądu powoduje przewodzenie tranzystora T_S i zmniejszenie napięcia wyjściowego. Niestety, w taki sposób nie zmniejszymy napięcia wyjściowego LM317 do zera (a jedynie spalimy tranzystor), bowiem przy bardzo małych napięciach wyjściowych i przy zwarceniu wyjścia (rezystancji R_O) przez złącze baza – emiter tranzystora popłynie duży prąd wyznaczony przez wewnętrzny ogranicznik.

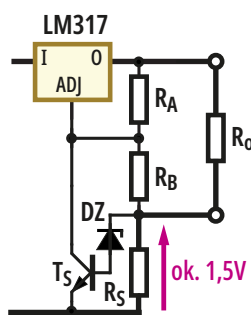
Wystarczy jednak nieco zmodyfikować taki układ, by był skuteczny. Na przykład według idei z **rysunku 3**, gdzie w obwodzie bazy warto byłoby jeszcze dodać rezystor ochronny. Albo według **rysunku 4** – wersja z rysunku 4 z rezystorami jest lepsza, bo rezystory chronią tranzystor.

We wszystkich wersjach chodzi o to, żeby tranzystor T_S został otwarty dopiero przy wystąpieniu na rezystorze R_S spadku napięcia powyżej 1,25 V, np. 1,5 V lub troszkę więcej (więcej z uwagi na napięcie nasycenia tranzystora).

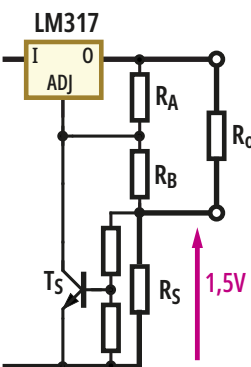
Właśnie z uwagi na duże napięcie nasycenia nie nadaje



wersja NIEskuteczna
Rysunek 2



Rysunek 3



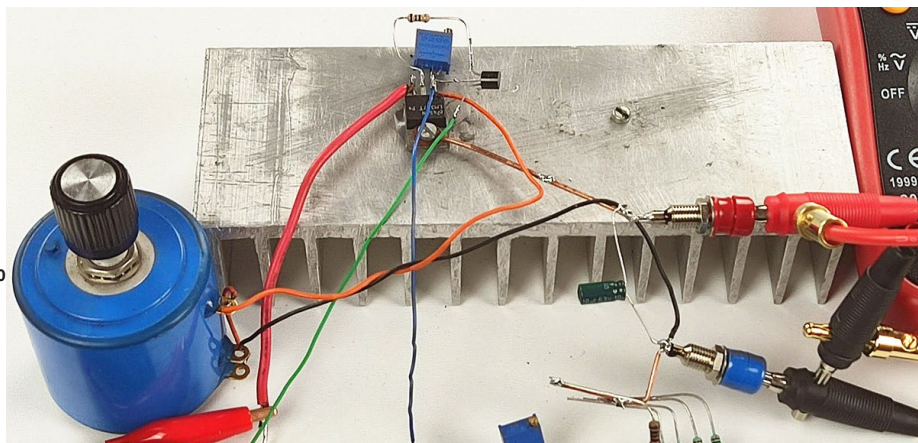
Rysunek 4

Ten prosty sposób z rysunku 4 ze zwiększonym do około 1,5 V spadkiem napięcia na R_S pozwoli zredukować napięcie wyjściowe (na R_O) do zera, czyli zrealizować skuteczny ogranicznik prądu wyjściowego, jak pokazuje **fotografia 6**. Z $R_S = 5,1 \Omega$ (cztery rezystory $20,5 \Omega$) i dobranym dzielnikiem (2 rezystory i potencjometr po $1 \text{ k}\Omega$), przy zwarceniu wyjścia amperomierzem prąd zostaje ograniczony do 300 mA.

Zwiększenie wymaganego spadku napięcia na R_S do około 1,5 V oczywiście zwiększa moc strat w R_S . Przy dużych prądach byłoby to niedopuszczalne, ale przy niedużych prądach jest całkowicie akceptowalne. Przykładowo ogranicznik 0,5-amperowy wymaga rezystora R_S o wartości około 3 omów i obciążalności co najmniej 0,75 wata. Nawet przy prądzie ograniczania 1 A jest to rozwiązanie do zaakceptowania, bowiem wymaga rezystora 1,5-omowego o obciążalności co najmniej 1,5 W.

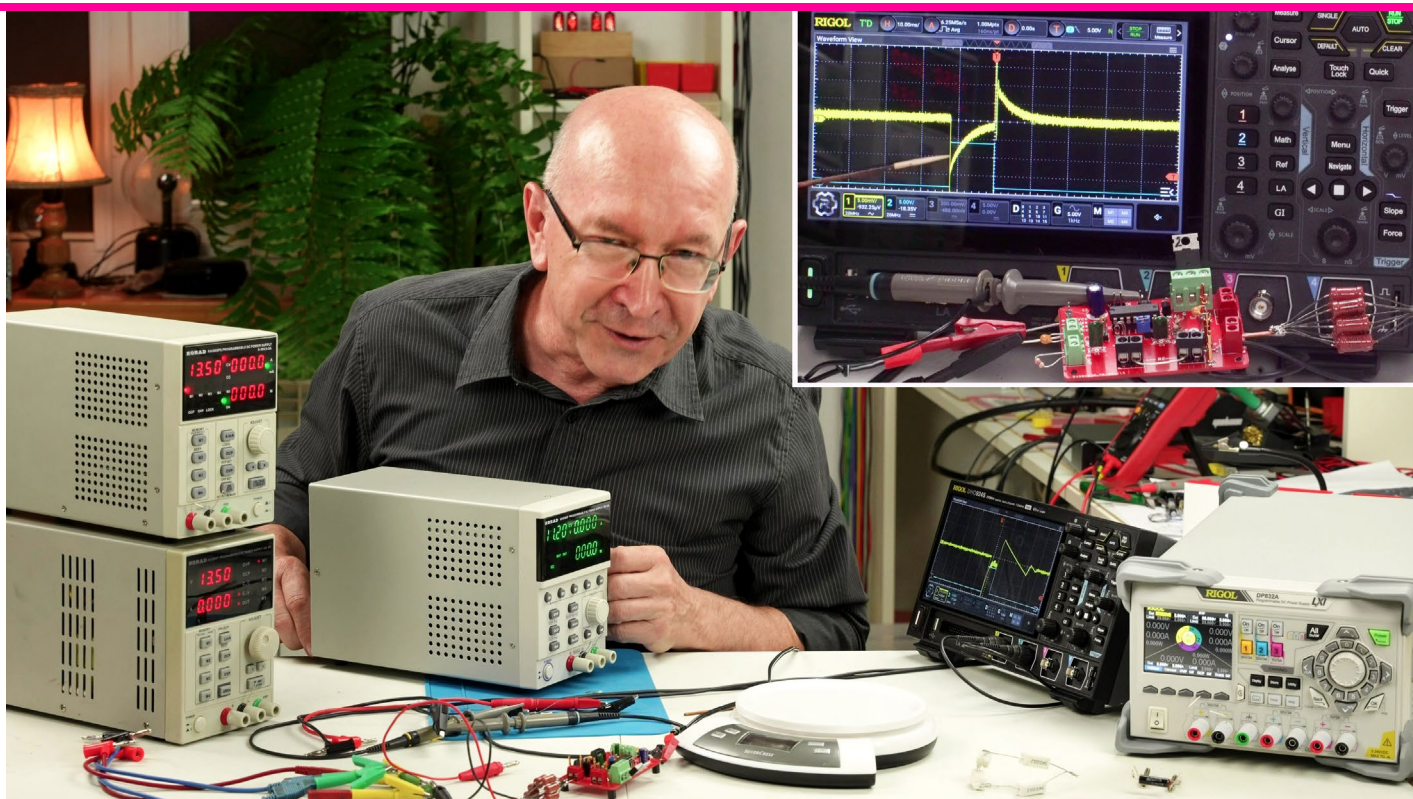
Należy jednak mieć świadomość, że nie jest to ogranicznik precyzyjny – wartość prądu ograniczania zależy też od temperatury, ponieważ napięcie U_{BE}

tranzystora T_S maleje ze wzrostem temperatury o około 2 miliwołty na stopień Celsjusza. To jednak jest jak najbardziej akceptowalne w tanim i nieskomplikowanym zasilaczu.



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

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



Wybór optymalnego zasilacza laboratoryjnego

Optymalny znaczy najlepszy. Ściślej, najlepszy z możliwych w konkretnych warunkach. Najlepszy dla danej osoby, z uwzględnieniem jej potrzeb i możliwości. W przypadku wyboru budżetowego zasilacza laboratoryjnego dla profesjonalisty lub hobbysty warto wziąć pod uwagę informacje podane w tym artykule.

Zasilacze liniowe czy impulsowe?
Nie kupuj KA3005P!

Zdecydowanie KKG305P zamiast KA3005PS!
Laboratoryjny Rigol DP832A

W tym artykule nie omawiam najdroższych zasilaczy laboratoryjnych, a tym bardziej mocno zaawansowanych urządzeń SMU (*source measure unit*). Ich ceny są rzędu kilkudziesięciu tysięcy złotych lub więcej, jak pokazuje przykład z **rysunku 1**.

Nie omawiam też najprostszych zasilaczy, które w reklamach handlowych niesłusznie nazywane są „laboratoryjnymi”, a na takie określenie z kilku względów absolutnie nie zasługują.

ITECH IT7625 ZASILACZ AC, 1PH/3PH, 4,5KVA,...

Zasilacz laboratoryjny AC 1-fazowy (maks. 300 V, 36 A, 4500 VA) lub 3-fazowy, złączami czujników i interfejsem USB, LAN, RS232 i CAN.

50 000,00 zł netto
Cena: 61 500,00 zł brutto (23% VAT)

[CZYTAJ WIĘCEJ...](#)



ROHDE&SCHWARZ NGU401 CZTEROKWADRANTOWA...

Czterokwadrantowa jednostka pomiarowa źródła, -20 V do 20 V, maks. 8 A, maks. 60 W, obciążenie elektroniczne (maks. 20 V/8 A/60 W), rozdzielczość do 1 uV / 100 pA

30 150,00 zł netto
Cena: 37 084,50 zł brutto (23% VAT)

Rysunek 1

ROHDE&SCHWARZ NGU201 DWUKWADRANTOWA...

Dwukwadrantowa jednostka pomiarowa źródła, -20 V do 20 V, maks. 8 A, maks. 60 W, obciążenie elektroniczne (maks. 20 V/8 A/60 W), rozdzielczość do 1 uV / 100 pA

32 630,00 zł netto
Cena: 40 134,90 zł brutto (23% VAT)

[CZYTAJ WIĘCEJ...](#)



ROHDE&SCHWARZ NGP824-COMB ZASILACZ DC 4CH...

Zasilacz DC, 4 wyjścia, 4 x 64 V/10 A, moc 800 W; rozdzielczość 1 mV/0.5 mA.

25 540,00 zł netto
Cena: 31 414,20 zł brutto (23% VAT)

ROHDE&SCHWARZ NGM-COM2B...

Zasilacz 2 kanały; 0-20V; 6A; max 120W. Praca jako zasilacz i obciążenie.

32 190,00 zł netto
Cena: 39 593,70 zł brutto (23% VAT)

[CZYTAJ WIĘCEJ...](#)



ROHDE&SCHWARZ NGM202 ZASILACZ/OBCIĄŻENIE 2...

Zasilacz 2 kanały; 0-20V; 6A; max 120W. Praca jako zasilacz i obciążenie.

25 190,00 zł netto
Cena: 30 983,70 zł brutto (23% VAT)

Dziś bowiem „laboratoryjnymi” niesłusznie nazywane są wszelkie zasilacze, które mają regulowane napięcie wyjściowe, regulowany ogranicznik prądu oraz cyfrowe wyświetlacze napięcia i prądu. Na zdjęciach w ofertach handlowych wyglądają interesująco, jak pokazuje przykład z **fotografii 2**. Tylko nie mają praktycznie nic wspólnego z prawdziwymi zasilaczami laboratoryjnymi.

Prawdziwy zasilacz laboratoryjny po pierwsze ma bardzo dobre parametry i właściwości, o czym za chwilę, a ponadto, dziś zasilacz laboratoryjny obowiązkowo musi mieć możliwość współpracy z komputerem, co ogromnie rozszerza możliwości jego wykorzystania w laboratorium.

Dlatego **w ramach tego artykułu za laboratoryjne uznajemy tylko zasilacze z interfejsem komputerowym, oferujące i dobre parametry techniczne, i inne właściwości użytkowe.**

Zasilacze liniowe czy impulsowe?

W naszych domach praktycznie nie wykorzystujemy już klasycznych zasilaczy liniowych, zawierających ciężki transformator sieciowy. Dziś absolutnie dominują dużo tańsze zasilacze, ładowarki, przetwornice impulsowe, które zawierają leciutki transformator impulsowy, zapewniający dużą moc przy małych rozmiarach i masie.

Owszem dominują, tylko zasilacze impulsowe, zwłaszcza te niedrogie, mają dyskwalifikującą je wadę: wytwarzają rozmaite zakłócenia, a napięcie wyjściowe jest „zaśmiecone”. Realizacja „nieśmiecącego” zasilacza impulsowego w zasadzie jest możliwa, ale jest trudna i kosztowna, dlatego **nadal zasilacze laboratoryjne mają klasyczny, ciężki transformator i zawierają stabilizator liniowy.**

Natomiast budżetowe zasilacze impulsowe wprowadzie w większości spełniają wymagania „przeciwzakłóceńowych norm” EMC, EMI, ale nie nadają się do laboratorium, a nawet do pracowni hobbysty. Jest jeden wyjątek: budżetowe zasilacze laboratoryjne z klasycznym transformatorem, w większości mają stosunkowo niewielki maksymalny prąd wyjściowy, zwykle 3...5 amperów. A w laboratorium czasem potrzeba prądu rzędu 10 amperów lub więcej. Jeżeli zakłócenia impulsowe nie są kwestią krytyczną, to uzasadnionym rozwiązaniem, ale wyjątkiem, będzie wykorzystanie zasilacza impulsowego o dużym prądzie maksymalnym. Zapewne lepszego, niż prymitywna wersja pokazana na fotografii 2.

Ale to wyjątek, odstępstwo od nadal obowiązującej reguły: **zasilacz laboratoryjny ma klasyczny**



Fotografia 2

Nie kupuj KA3005P!

W ciągu ostatnich kilkunastu lat, zarówno wśród hobbystów, jak i profesjonalistów, ogromną popularność zdobyły niedrogie zasilacze KORAD KA3005D oraz KA3005P – **fotografia 3**. Odmiana KA3005P oferuje możliwość współpracy z komputerem (USB, RS232), a parametry są przyzwoite, przynajmniej w późniejszych wersjach, w których usunięto wady „wieku dziecięcego”. Od biedy można byłoby nawet bronić tezy, że jest to zasilacz laboratoryjny, ale ważniejsze jest co innego: **dziś już NIE warto kupować tej starej wersji zasilacza (KA3005P), ponieważ dostępne są modele dużo lepsze!**



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

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

Kecko (Switzerland) CC BY-SA 2.0



Prawidłowe wykorzystanie i ładowanie akumulatorów

Niewątpliwie dziś największe znaczenie mają różne odmiany akumulatorów litowych. Jednak do ich prawidłowego wykorzystania konieczna jest też wiedza na temat nadal popularnych akumulatorów kwasowych, w tym dobre zrozumienie podobieństw i różnic między akumulatorami kwasowymi i litowymi.

Akumulatory kwasowe o różnym przeznaczeniu

Akumulatory do pracy cyklicznej

Akumulatory do pracy buforowej

Ładowarki i ochrona przed przeładowaniem

Prosty i bezpieczny sposób ładowania – CCCV

Ochrona przed rozładowaniem

Nadal powszechnie mamy do czynienia z akumulatorami kwasowymi, choćby w samochodach, i na pozór są one dobrze znane. Problem w tym, że nadmiernie uproszczone wyobrażenia oraz „niedbłą” praktykę dotyczącą dość odpornych na błędy akumulatorów kwasowych niejako przenosimy na zdecydowanie delikatniejsze akumulatory litowe, a to często kończy się kłopotami, a nawet szybkim uszkodzeniem tych nowoczesnych akumulatorów litowych. Właśnie dlatego dla prawidłowego wykorzystania akumulatorów litowych niezbędna jest rzetelna wiedza na temat akumulatorów kwasowych oraz brzemiennych w skutki różnic między nimi.

Te różnice stopniowo przedstawiam w poprzednim i w tym artykule cyklu. Ostatnio omówiłem zasadę działania akumulatorów kwasowo-ołowiowych oraz wspomniałem o pracy cyklicznej i o pracy buforowej. Teraz trzeba temat rozszerzyć, ponieważ ma to ścisły związek z akumulatorami litowymi.

Dopiero zrozumienie specyfiki i różnic jasno pokazuje, dlaczego akumulatory litowe z reguły wyposażane są w tak zwane „beemesy” – BMS (Battery Management System), czyli systemy, układy zarządzania i dlaczego sens ma wtedy stosowanie tak zwanych balanserów oraz dlaczego takie „wynałazki” nie są potrzebne w akumulatorach kwasowych.

Akumulatory kwasowe o różnym przeznaczeniu

Zanim przejdziemy do różnych odmian akumulatorów litowych, konieczne jest przypomnienie i to dość obszerne, dotyczące akumulatorów kwasowych. Otóż interesują nas nie tylko akumulatory samochodowe, rozruchowe (**fotografia 1**), ale przede wszystkim akumulatory stosowane jako rezerwowe źródła energii. Są one dla nas najbardziej interesujące, bo tak pracuje mnóstwo akumulatorów litowych.

Otóż w profesjonalnych zastosowaniach eksperci dobierają akumulatory kwasowo-ołowiowe do konkretnego zastosowania, żeby uzyskać optymalne, czy też wymagane w danym przypadku parametry systemu. Często stosują kosztowne odmiany akumulatorów o specyficznej budowie wewnętrznej. Takie kosztowne akumulatory mają większą trwałość i w wielu przypadkach właśnie ich zastosowanie sumarycznie okazuje się bardziej opłacalne, niż akumulatorów tańszych, mniej trwałych.

A trwałość w danych warunkach pracy wynika ze szczegółów i solidności budowy wewnętrznej. To szeroki temat, a ten artykuł dotyczy głównie hobbystów, którzy po pierwsze nie mają specjalistycznej wiedzy, a po drugie chcieliby zrealizować swoje cele jak najtaniej, często z wykorzystaniem akumulatorów z odzysku. Niestety, często się to nie udaje!

Dlaczego? Nietrudno zauważyć, że akumulator samochodowy o danej pojemności jest zdecydowanie tańszy od „niesamochodowego” o tej samej pojemności. Wynika to między innymi z faktu, że akumulator samochodowy jest przeznaczony do pracy w stosunkowo łagodnych warunkach. Wprawdzie zmiany temperatury podczas jego użytkowania są duże, od -20°C do ponad $+40^{\circ}\text{C}$, jednak w samochodzie jest on podładowywany przez alternator i regulator, utrzymywane jest na nim wtedy napięcie około 14,4 V, a prąd oddaje niezbyt często – na pewno duży prąd przez kilka do kilkunastu sekund podczas rozruchu oraz niezbyt duże prądy podczas postoju. Natomiast podczas pracy silnika akumulator praktycznie nie pracuje.

Najważniejsze, żeby akumulator uruchomił samochód, czyli ważna jest mała rezystancja wewnętrzna, a mniej ważna jest pojemność, bo do rozruchu potrzeba niewiele energii, o czym świadczą małe prze-



Fotografia 1

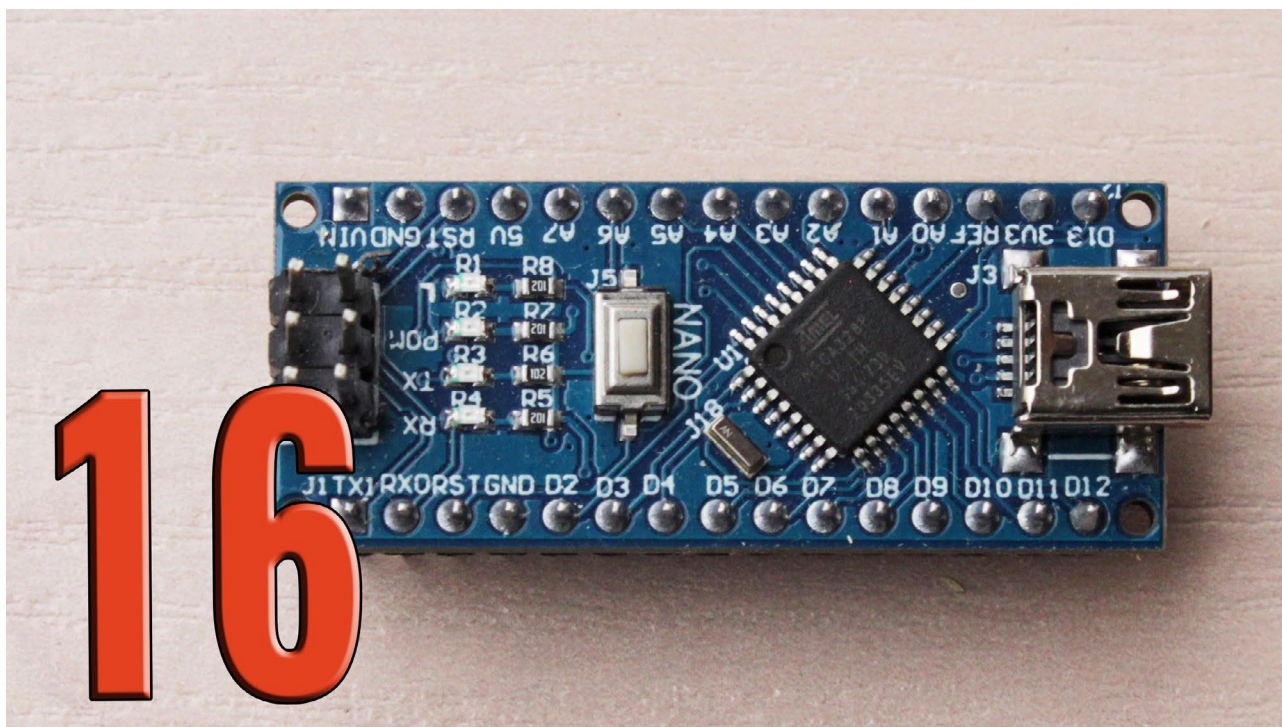
Akumulatory do pracy cyklicznej

Wprawdzie szczegóły są obszerne i skomplikowane, ale najprościej biorąc, w związku z taką pracą **akumulatory samochodowe mają stosunkowo delikatną budowę i nie nadają się do ciężkiej pracy cyklicznej**, gdy po naładowaniu są rozładowywane prawie całkowicie. Nie nadają się więc na przykład do napędu elektrycznych wózków widłowych i golfowych ani do napędu elektrycznych silników do łodzi wędkarskich. Przy ciężkiej pracy cyklicznej (ładowanie/pełne rozładowanie), będą po prostu miały żałośnie małą trwałość i stracą pojemność po niewielkiej liczbie cykli. Akumulatory samochodowe z innych względów praktycznie nie nadają się też do roli magazynów energii, na przykład w systemach fotowoltaicznych czy wiatrowych.



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

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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 16

Niektóre urządzenia mające przyciski klawiszowe potrafią odróżnić „zwykłe” naciśnięcie przycisku od naciśnięcia „przedłużonego”. Daje to podwojenie liczby funkcji przy użyciu tej samej klawiatury. Innym przydatnym wariantem jest klawiatura wyposażona w funkcję autorepetycji.

Rozbudowa automatu sterującego
Autorepetycja
Dodatkowe możliwości

Połączenie „sprzecznych działań”
Dodanie sygnalizacji naciśnięcia przycisku

Wariant obsługi klawiatury opisany w poprzedniej części zostanie rozbudowany o nowe funkcjonalności. W swoim domu mam kilka urządzeń z „automatyki domowej”, w których rozróżniane jest standardowe naciśnięcie przycisku oraz naciśnięcie i przytrzymanie go przez znacząco dłuższy czas. W ten sposób można, bazując na jednym przycisku, uzyskać dwie funkcje. Kuchenny wentylator po każdym naciśnięciu zwiększa ciąg, inny przycisk zmniejsza i aby wyłączyć wentylator należy ileś razy zmniejszyć ciąg, by dojść do zera lub wykorzystać możliwość podwojenia funkcji: przytrzymanie pierwszego włącza maksymalny ciąg wentylatora, natomiast przytrzymanie drugiego wyłącza wentylator. Inną przydatną funkcją, która przykładowo jest typową w klawiaturach komputerowych jest au-

torepetycja. W samochodzie do ustawiania zegarka jest zastosowany jeden przycisk. Każdorazowe jego naciśnięcie przestawia zegarek o jedną minutę do przodu. Przy zmianie czasu, gdzie trzeba zegar cofnąć o jedną godzinę, takie klikanie to wręcz koszmar (przejsz o 23 godziny do przodu). Na szczęście konstruktorzy dodali funkcję autorepetycji. Po pierwszym naciśnięciu (i przytrzymaniu) przycisku, po pewnym czasie zaczyna się on powielać w szybkim tempie. Takie funkcje są przydatne w konstruowanych urządzeniach.

Rozbudowa automatu sterującego

Wszystkie własności tego typu wymagają rozbudowy automatu sterującego o jeden stan, który właściwie wystąpi jedynie w wariacie klawiatury

z autorepetycją (krótkie i długie naciśnięcie przycisku można rozwiązać, bazując na tych samych stanach automatu, który był opisany w poprzedniej części). Rozpatrując pierwszy przypadek (krótkiego i długiego naciśnięcia przycisku) zmianie ulega funkcja logiki, determinująca przejścia między wybranymi stanami automatu oraz znaczenie odpowiednich interwałów czasu. Pierwszym elementem jaki można dostrzec w nowej wersji modułu obsługi klawiatury jest odmienny sposób pomiaru czasu. Dotychczas była zmienna z nadaną wcześniej wartością, która następnie była dekrementowana o jeden. W sytuacji gdy w stałych odcinkach czasu (przykładowo w obsłudze przerw od zegara/licznika) ciągle odejmując jeden, stan zmiennej osiągnął zero, oznacza to, że upłynął ściśle określony interwał czasu. Jest to najprostsza i bardzo efektywna metoda odliczania (czegokolwiek), wymaga jedynie jednej zmiennej, będącej licznikiem. Inną możliwością jest wyzerowanie licznika w odpowiednim momencie i inkrementowanie go w stałych odcinkach czasu. Po każdej operacji dodania jedynki do zmiennej pełniącej funkcję licznika, wystarczy sprawdzić, czy osiągnęła ona zakładaną wartość (do przechowywania której wymagana jest dodatkowa zmienna). Takie rozwiązanie pozwala na od-

mierzanie kilku interwałów jednocześnie w prosty sposób. Ideę pokazuje **rysunek 1**. Oczywiście odmierzanie kilku interwałów w połączeniu z operacją dekrementacji również jest możliwe, ale w pewnych miejscach niesie większe komplikacje (nowy algorytm jest bardziej intuicyjny).

Oprócz tej zmiany zachodzi kilka modyfikacji w operacjach określania czasów trwania odpowiednich czynności oraz zmiany w stanie osiągnięcia stabilnego naciśnięcia przycisku. Dotychczas, po wstępnym wykryciu naciśnięcia przycisku do pokonania zjawiska dzwonienia styków był specyfikowany odpowiedni czas. W nowym rozwiązaniu następuje zmiana „sensu” wykonywanych operacji: odmierzany jest czas, po upływie którego oprogramowanie uznaje, że nastąpiło długie naciśnięcie przycisku zamiast „przetrwania” dzwonienia styków (**rysunek 2** – na następnej stronie). Jednak to zjawisko również musi zostać uwzględnione w programie i obecnie znajduje się w obrębie zainteresowania następnego stanu (**rysunek 3** – na następnej stronie), w którym (*KeybActive*), z założenia mierzony jest czas, po upływie którego program uznaje, że przycisk został naciśnięty „długo”. Jeżeli ten stan został osiągnięty (czas stabilnego trzymania naciśniętego przycisku), następuje przekodowanie

Dotychczasowe rozwiązanie

matrixkeybmodule.h

```
typedef struct {
    (...)
    uint16_t
    (...)
} MatrixKeybInstanceType;
```

Wystarczy jedna zmienna będąca licznikiem

KeybDelayCt;

matrixkeybmodule.c

```
void KeybService ( PtrMatrixKeybInstanceType KeybInstance )
{
    switch ( KeybInstance -> KeybStatus )
    {
        case KeybIdle :
            (...)
            KeybInstance -> KeybDelayCt = KeybDelayLimit;
            (...)
        case KeybWaitOnPress :
            Operacja dekrementu
            KeybInstance -> KeybDelayCt -- ;
            if ( ! KeybInstance -> KeybDelayCt )
                Sprawdzenie, czy osiągnięto zero
            {
                Tak, upłynął wymagany interwał czasu
            } /* if */;
    } /* switch */;
} /* KeybService */
```

Nowe rozwiązanie

extendmatrixkeybmodule.h

```
typedef struct _MatrixKeybInstanceStruct {
    (...)
    uint16_t
    uint16_t
    (...)
} MatrixKeybInstanceType;
```

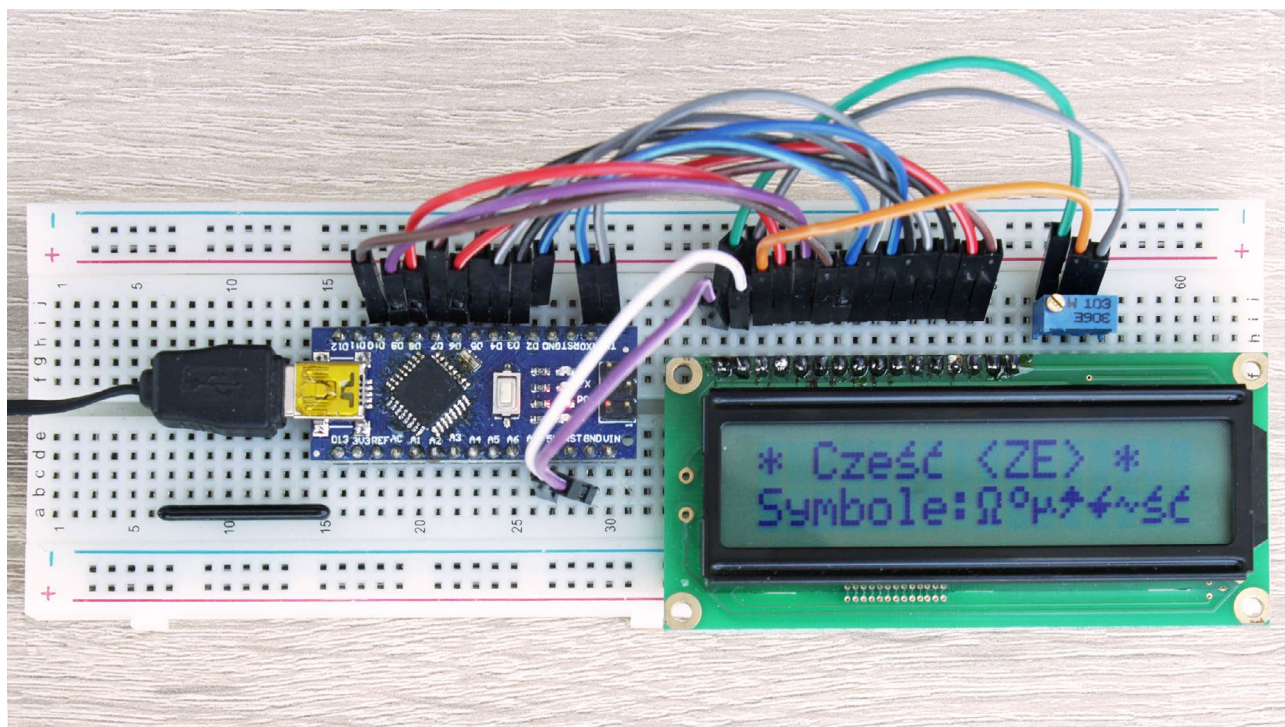
Potrzebne są dwie zmienne: licznik oraz zmienna przechowująca limit, do którego należy się doliczyć

CurrentDelayCt;
KeybDelayCt;

extendmatrixkeybmodule.c

```
void KeybService ( PtrMatrixKeybInstanceType KeybInstance )
{
    switch ( KeybInstance -> KeybStatus )
    {
        case KeybIdle :
            Podstawienie wielkości interwału czasu i wyzerowanie licznika
            (...)
            KeybInstance -> KeybDelayCt = DebounceDelayLimit;
            KeybInstance -> CurrentDelayCt = 0;
            (...)
        case KeybWaitOnPress :
            Operacja dekrementu
            KeybInstance -> CurrentDelayCt ++ ;
            if ( KeybInstance -> CurrentDelayCt >= KeybInstance -> KeybDelayCt )
            {
                Tak, upłynął wymagany interwał czasu
                Sprawdzenie, czy osiągnięto założony limit
            } /* if */;
            break;
    }
}
```

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



Alfanumeryczne moduły LCD – definiowanie fontów

Moduły wyświetlaczy LCD stały się praktycznie obowiązującym rozwiązaniem, pozwalającym systemom mikroprocesorowym komunikować się z użytkownikiem, gdyż potrafią wyświetlać wszystkie znaki z zestawu ASCII. Czasami jednak jest to za mało, ale na szczęście jest rozwiązanie.

Moduł LCD

Moduły alfanumeryczne LCD zadomowiły się w konstrukcjach mikroprocesorowych praktycznie na stałe. Ich możliwości obejmują wyświetlanie wszystkich znaków z 7-bitowego zestawu ASCII, a te jak wiadomo nie mają wielu przydatnych znaków. Wystarczy tu wspomnieć o znaku „Ω”, jeżeli budujemy przyrząd do pomiaru rezystancji, czy choćby „µ” jako często występujący znak w jednostkach pojemności elektrycznej. Można powiedzieć, że to sprzęt specjalistyczny i ich użytkownicy mogą sobie poradzić bez tych kilku znaczków. Jednak te specjalistyczne znaczki również występują w sprzę-

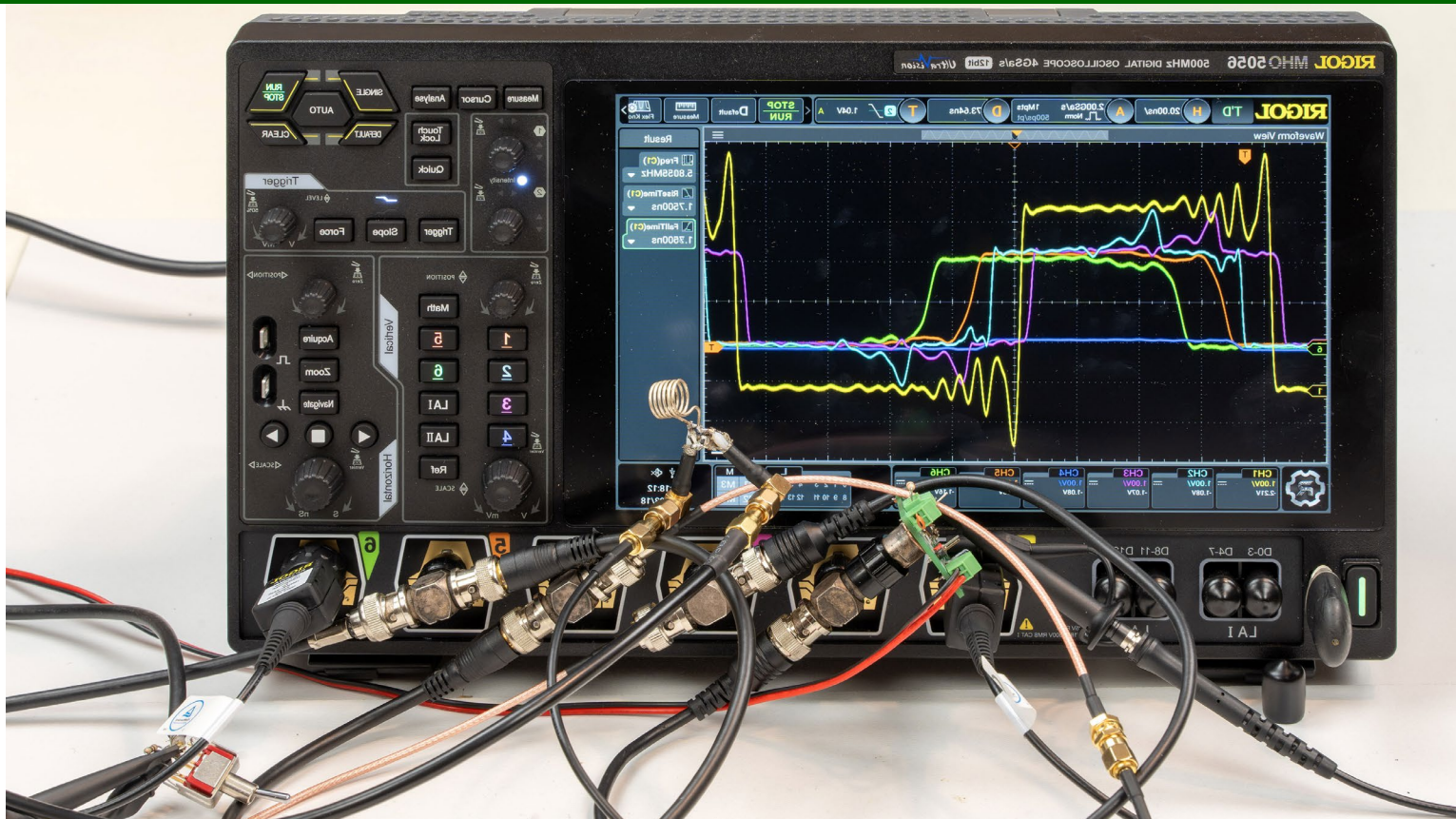
Znak na ekranie

wyświetlaczy graficznych, gdyż te mają techniczną możliwość operowania na pojedynczych pikselach obrazu. Inaczej wygląda to w modułach LCD gdyż te mają już ustalone „kształty znaków”. Jednak producenci tych komponentów zostawili użytkownikom „małą furtkę” pozwalającą rozwiązywać tego typu problemy.

Moduł LCD

Samym modułem LCD jest poświęcony artykuł *Mikroprocesorowa ośła łączka, część 11* (ZE, kwiecień 2025), gdzie są wystarczająco dokładnie opi-

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



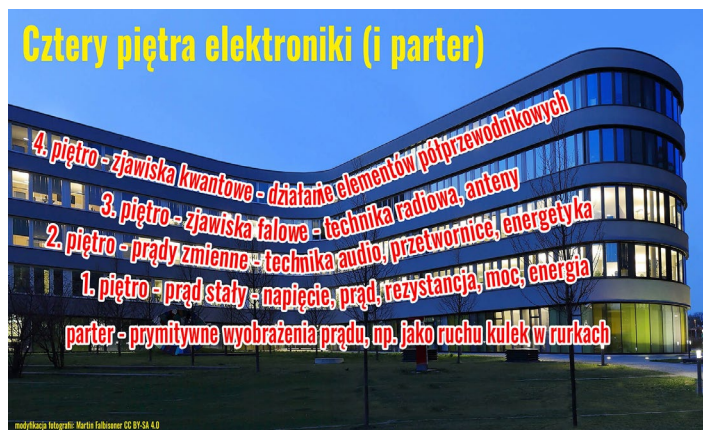
Dopasowanie falowe... widziane z innej strony

We wcześniejszych artykułach serii omówiłem podstawowe informacje na temat rezystancji (impedancji) falowej oraz dopasowania falowego. W tym artykule spróbujemy spojrzeć na dopasowanie falowe z jeszcze innej strony oraz wrócimy do sposobów dopasowania w układach cyfrowych za pomocą rezystancji.

Czym tak naprawdę jest rezystancja falowa?
Dopasowanie i pole elektromagnetyczne
Obustronne dopasowanie falowe

Dopasowanie falowe w systemach cyfrowych
Dopasowanie jednostronne

Podstawą „elektroniki radiowej” jest zaakceptowanie faktu, że energia elektryczna, a raczej elektromagnetyczna zawsze przekazywana jest w sposób bezprzewodowy, falowy, jako energia swego rodzaju drgań. Nierozłącznie wiąże się z tym problem zjawisk falowych, w szczególności odbić. W poprzednim artykule serii przedstawiłem kilka interesujących przypadków (nie)dopasowania falowego, a w tym, zgodnie z obietnicą, na kwestię dopasowania spojrzymy z jeszcze innej strony. W następnym omówię różne sposoby dopasowania falowego, a potem zajmiemy się dopasowaniem energetycznym oraz dopasowaniem szumowym.



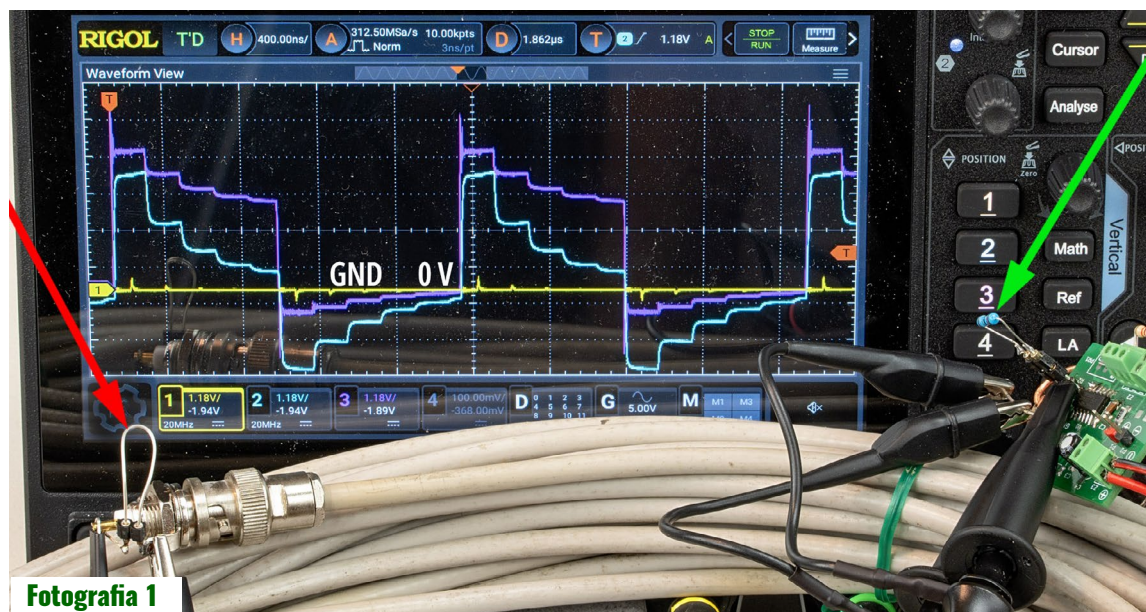
Na razie mówimy o dopasowaniu falowym, czyli w sumie o tym, żeby przy przesyłaniu energii elektromagnetycznej nie było odbić. Czy to takie ważne?

Nie jest ważne przy przesyłaniu energii elektromagnetycznej na „małe odległości”, a bardzo ważne w technice radiowej i w technice cyfrowej. **Fotografia 1** przekonuje, że odbicia wynikające z niedopasowania falowego deformują „szybkie” sygnały cyfrowe, co niewątpliwie może spowodować i rzeczywiście powoduje pojawienie się błędów, a może nawet uniemożliwić działanie.

Trudniej pokazać skutki odbić w przypadku techniki radiowej, gdzie nie mamy do czynienia z „ostrymi” impulsami, tylko głównie z przebiegami sinusoidalnymi lub podobnymi do nich. Ale i tam odbicia oznaczają zniekształcenia przetwarzanych sygnałów, a ponadto powodują niepotrzebne, dodatkowe marnowanie energii. Dopasowaniem w układach w.c.z. nieco bliżej zajmiemy się w następnym artykule tej serii. A na razie omawiamy podstawy.

Czym tak naprawdę jest rezystancja falowa?

Jeszcze raz powtarzam, że to, o czym teraz mówimy, to „czarna magia” dla elektryków, wychowanych na fałszywych wyobrażeniach opartych na pracach i prawie Ohma sprzed 200 lat. My nie będziemy mieć problemu, jeśli po pierwsze zaakceptujemy falowy sposób przekazywania energii, a po drugie jeżeli raz na zawsze „odczepimy się” od rezystancji (oporności) rozumianej jako „przeciwstawianie się”.

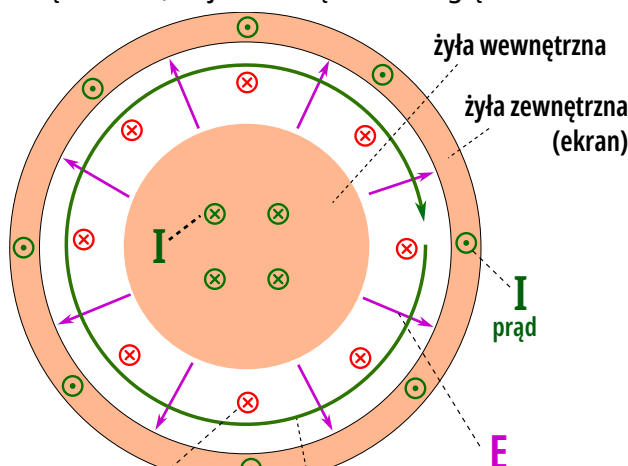
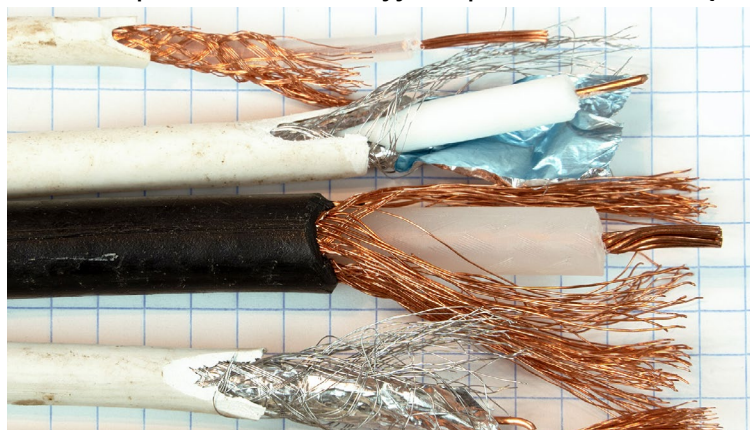


Fotografia 1

Nieprzypadkowo już we wcześniejszych artykułach sygnalizowałem, że oporność to „okoliczności przesyłania energii elektromagnetycznej” i że jest to stosunek natężenia pola elektrycznego i pola magnetycznego. Nazywamy to ogólnie opornością, a ściślej impedancją.

Oporność – impedancja dotyczy wszelkich przypadków przesyłania energii elektromagnetycznej, także w próżni (impedancja falowa próżni to około 377 Ω , przynajmniej dla fal płaskich TEM). Ale nas teraz interesuje przesyłanie energii elektromagnetycznej z wykorzystaniem przewodów: najróżniejszych kabli oraz ścieżek na płytkach drukowanych.

Kable czy ścieżki po pierwsze okazują się liniami opóźniającymi. Po drugie energia może odbijać się od ich końców. Spośród kabli w pewnym sensie najprostszy i najlepszy jest wynaleziony przez Olivera Heaviside’a kabel współosiowy czyli koncentryczny (przykład na **fotografii 2**), bo jak pokazuje **rysunek 3** i pole elektryczne, i magnetyczne zawiera się tam wewnątrz kabla, co jest zaletą z kilku względów.



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



Moja droga do okiełznania szybkich sygnałów

Cykl ten opowiada o mojej coraz większej świadomości dotyczącej zjawisk falowych, a szczególnie dopasowania falowego. Zjawiska te nabierają coraz bardziej znaczenia w moim projekcie komputera TTL, ze względu na to, że będzie on zbudowany z wykorzystaniem szybkich układów cyfrowych.

Terminacja szeregową – nie ma czego się obawiać!

Linia transmisyjna pod lupą
Bardziej intuicyjne podejście

Analiza przy innych warunkach wejściowych

Terminacja szeregową zaskakuje niewtajemniczonych

To jest druga część dużego artykułu, który ze względu na swoją obszerność został podzielony na trzy części. W poprzednim wykładzie przedstawiłem moje wyniki testów dotyczących statycznych właściwości buforów cyfrowych z różnych rodzin TTL. Testy te rzuciły światło na pewne ograniczenia i problemy kompatybilności połączeń różnych rodzin układów cyfrowych.

W tej części skupię się na szczegółowym wyjaśnieniu terminacji szeregową, która będzie wieść prym w moim komputerze TTL. Przedstawię wady i zalety tego jednostronnego dopasowania. Mam wielką na-

dzieję, że dla wielu Czytelników terminacja ta zyska przy bliższym poznaniu.

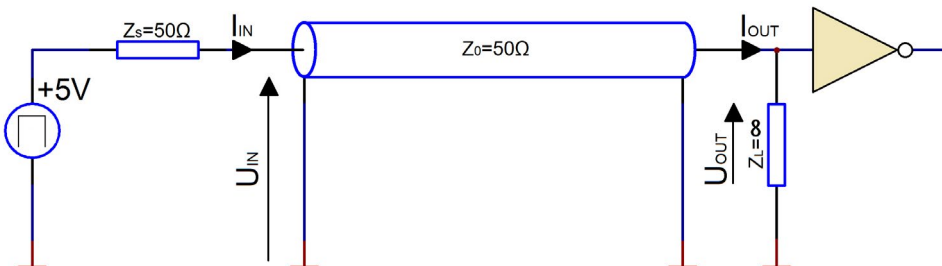
W ostatniej części przedstawię wyniki testów właściwości dynamicznych szybkich buforów cyfrowych. Dzięki analizie tych testów wyciągnę istotne wnioski, które z pewnością zmaterializuję w fizycznym projekcie mojego komputera. Testy te zostaną przeprowadzone przy użyciu płytki, która całkowicie odbiega od prawidłowych zasad projektowania dla szybkich sygnałów. Dzięki temu będzie można się przekonać, jakie dodatkowe problemy stwarzają płytki PCB, które są nieprawidłowo zaprojektowane.

Terminacja szeregowa – nie ma czego się obawiać!

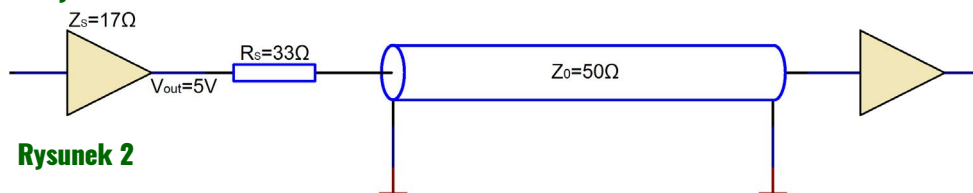
Ideę terminacji szeregowej prezentuje **rysunek 1**. Sposób ten jest powszechnie wykorzystywany w technice cyfrowej. Również terminacja szeregowa będzie wiodła prym w moim komputerze TTL, jako sposób na radzenie sobie z odbiciami sygnału – jednak w tym przypadku **wykorzystam te odbicia na swoją korzyść**, co jest z pewnością pozytywną cechą tej metody.

Na rysunku 1 widzimy źródło sygnału generujące impuls prostokątny. Jest to hipotetycznie idealne źródło, dlatego przyłączony jest do niego rezystor szeregowy Z_S o rezystancji 50 Ω . Dzięki temu źródło jest dopasowane od strony wejścia linii transmisyjnej, której impedancja charakterystyczna Z_0 również wynosi 50 Ω . Dopasowanie nie występuje na wyjściu linii transmisyjnej. Jest tam przyłączony inwerter CMOS, którego impedancja wejściowa jest ogromna, symbolicznie prezentuje to rezystor Z_L . Zanim opowiem, co się dalej dzieje zerknijmy na **rysunek 2**. Rysunek ten przedstawia bardziej realną sytuację, gdzie impedancja Z_S drivera, wynosząca 17 Ω , łączy się szeregowo z rezystancją R_S o wartości 33 Ω . Dzięki temu mamy dopasowanie na wejściu linii transmisyjnej. Nie występuje tam żadne odbicie, co potwierdza wzór na **rysunku 3a**. Gdy podstawimy do niego wartości Z_S (w tym przypadku połączenie szeregowe impedancji wyjściowej drivera i rezystora szeregowego) oraz Z_0 , otrzymamy 0% odbicie na wejściu linii. **Współczynnik odbicia Γ_S wynosi 0**.

Oprócz dopasowania, które chcieliśmy osiągnąć i osiągnęliśmy, mamy jeszcze jedną konsekwencję



Rysunek 1



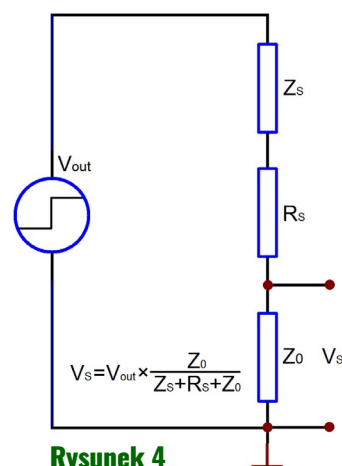
Rysunek 2

$$\begin{aligned} \text{a)} \quad \Gamma_S &= \frac{Z_S - Z_0}{Z_S + Z_0} \times 100\% \\ \text{b)} \quad \Gamma_L &= \frac{Z_L - Z_0}{Z_L + Z_0} \times 100\% \end{aligned}$$

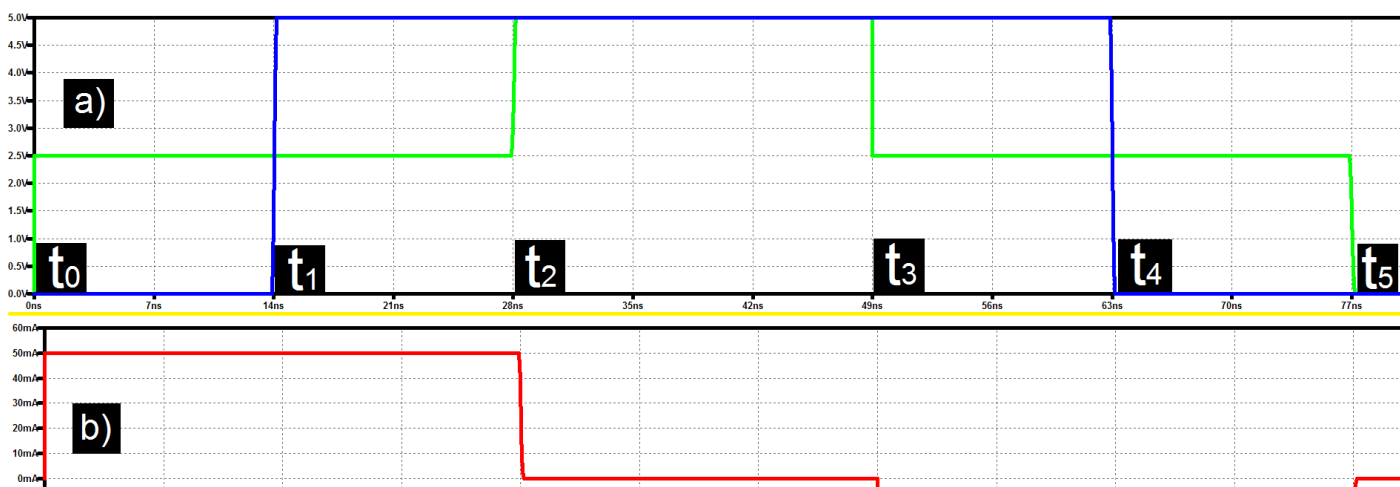
Rysunek 3

tego połączenia. Otóż na wejściu linii długiej tworzy się nam dzielnik napięcia, na który składają się: impedancja charakterystyczna Z_0 linii długiej oraz szeregowe połączenie impedancji wyjściowej drivera Z_S z rezystancją szeregową R_S . Schematycznie tę sytuację przedstawia **rysunek 4**. Jak łatwo obliczyć, gdy na wyjściu generatora V_{out} pojawi się napięcie w wysokości 5 V, dzielnik ten spowoduje, że na wejściu linii transmisyjnej napięcie V_S będzie miało wartość 2,5 V. I to jest dosyć intuicyjne, bo rysunek 4 przedstawia klasyczny dzielnik napięcia, utworzony z trzech rezystorów, które symbolizują wspomniane komponenty. Wykorzystujemy tu czysto elektrotechniczne obliczenia.

Jednak napięcie o takiej połowicznej wartości nie będzie się tam zbyt długo utrzymywać, co już nie jest do końca intuicyjne... Spójrzmy ogólnie na **rysunek 5**, który jest symulacją obwodu z rysunku 2.



Rysunek 4



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

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

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 skarbów



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

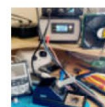


Najnowsze artykuły



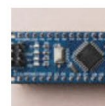
3 tygodnie ago

Wspólnie projektujemy: Trzecia ręka elektronika



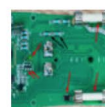
3 tygodnie ago

„Warsztatowe” zakupy w Chinach



3 tygodnie ago

Mikroprocesorowa ośła łączka, część 6



3 tygodnie ago

Skrzynka pytań i odpowiedzi. Wytrzymałość wejść częstotściomierza AN870

Nasi przyjaciele



FORBOT

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 9/2025

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

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

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

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

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

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

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