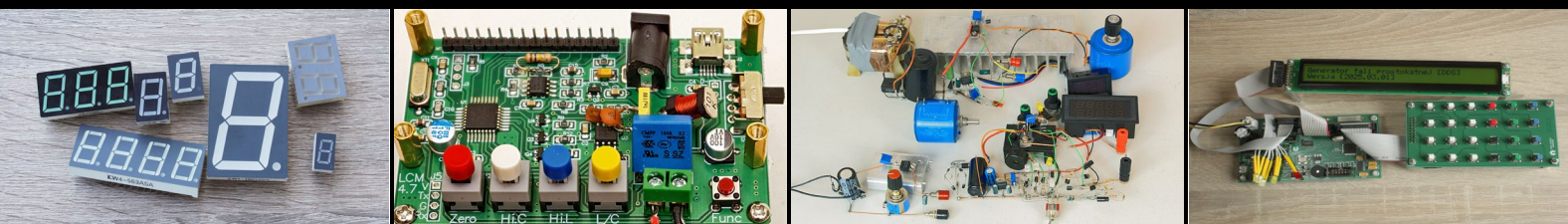




Tester kondensatorów także dla profesjonalistów

- Dopasowanie falowe – praktyczne przykłady • Mierniki LC-100A, LC-200A
- Historia europejskiego projektu – mikrokontroler AVR • Akumulatory wczoraj i dziś
- Mały liniowy zasilacz: Stabilizatory trzykońcówkowe • Generator fali prostokątnej
- Wspólnie projektujemy: Stanowisko energetyczne • Wyświetlacze 7-segmentowe LED



Zawartość numeru 7/2025

17

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Tester kondensatorów także dla profesjonalistów

Artykuł opisuje przyrząd pozwalający sprawdzić stabilność kondensatorów (nie tylko) ceramicznych. Pokazuje szokujący przykład: kondensator pod wpływem napięcia stałego zmniejsza pojemność 10-krotnie! I hobbyści, i profesjonalści powinni mieć świadomość, jak stabilne kondensatory kupują i posiadają.

3

Słowo wstępne – lipiec

4

Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników

9

Rozwiązania Łamigłówek Maj 2025

15

Łamigłówki elektroniczne Lipiec 2025

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

30



Generator fali prostokątnej, część 2

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

42



Wspólnie projektujemy: Stanowisko energetyczne

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

48



Wspólnie projektujemy: Wykorzystaj miernik analogowy

ELEMENTY I MODUŁY

49



Wyświetlacze 7-segmentowe LED

ZASILANIE

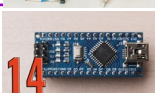
55



Mały liniowy zasilacz: Stabilizatory trzykońcówkowe

MIKROPROCESORY

63



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 14

FUNDAMENTY ELEKTRONIKI

71



Dopasowanie falowe – praktyczne przykłady

HISTORIA, RETRO

80



Historia europejskiego projektu – mikrokontroler AVR

MIERNICTWO

85



Mierniki LC-100A, LC-200A

ZASILANIE

93



Akumulatory wczoraj i dziś (2)

Zrozumieć ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – lipiec



Witam!

Zapraszam do lektury wakacyjnego, lipcowego numeru ZE, którego projektem okładkowym jest zaskakujący tester kondensatorów. Powstał on (przy pomocy **Rafała Wiśniewskiego**) w ścisłym związku z serią niedawnych artykułów dotyczących „dokładnych pomiarów kondensatorów i cewek”.

Problem w tym, że wielu elektroników, nie tylko hobbystów, ma fałszywe wyobrażenia o tych pożytecznych elementach. Osoby takie pytają: jaki kupić „dokładny miernik RLC”? Z naciskiem na „dokładny”. A tymczasem wielu kondensatorów i prawie wszystkich cewek nie można zmierzyć „dokładnie”. Opisany w tym numerze tester kondensatorów jaskrawo to pokaże. Zapraszam więc nie tylko do lektury, ale i do praktycznego sprawdzenia właściwości posiadanych kondensatorów.

W tym numerze zamieszczam też artykuł przedstawiający historię, wady, zalety oraz wskazówki dotyczące modyfikacji dość popularnych mierników LC, oznaczonych LC-100 i LC-200.

W cyklu Radiowej Oślej Łączki polecam artykuł „Dopasowanie falowe – praktyczne przykłady”, gdzie pokazuję i objaśniam ważne kwestie dotyczące dopasowania falowego.

Z kolei w cyklu o „małych” zasilaczach detalicznie i z praktycznymi przykładami omawiam popularny scalony stabilizator LM317. Cieszę się, że seria o projektowaniu zasilacza cieszy się uznaniem także doświadczonych elektroników, którzy mogą przypomnieć sobie ważne zagadnienia podstawowe.

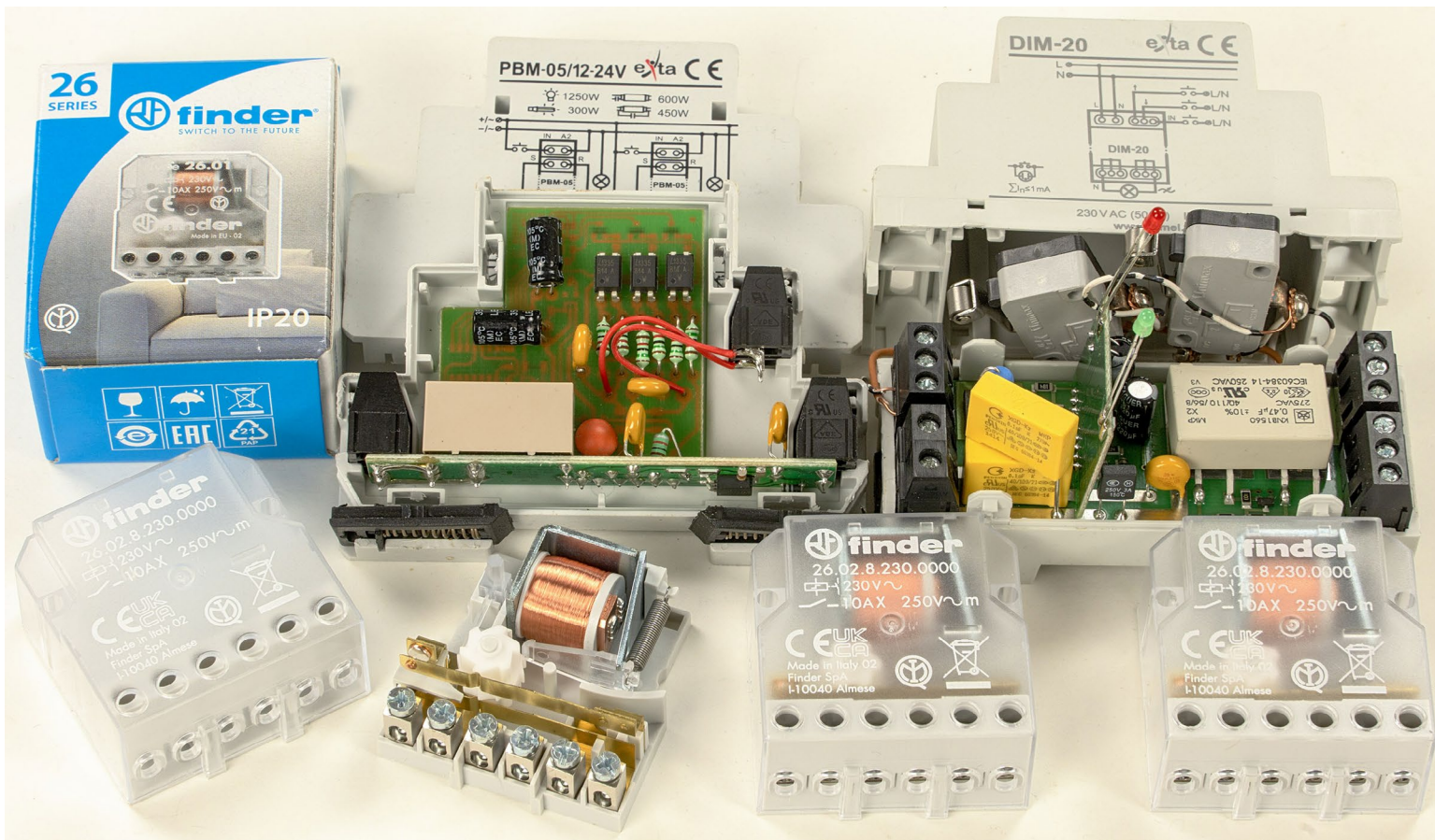
W numerze jest kolejny artykuł Mikroprocesorowej Oślej Łączki oraz dwa inne artykuły Andrzeja Pawluczuka, który w praktyczny sposób wprowadza w świat „cyfrowki” i mikrokontrolerów.

Jest też artykuł na temat najpopularniejszych dziś akumulatorów litowych i to dopiero początek.

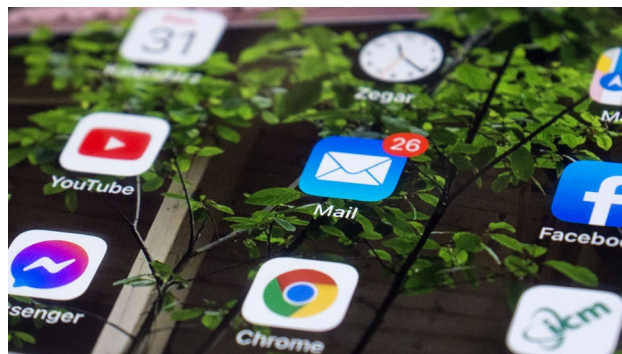
A na poniższej fotografii widać przełączniki bistabilne i interesujący, nietypowy regulator mocy, którymi zajmiemy się w najbliższej przyszłości.

Pozdrawiam serdecznie!

Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

*Dobry wieczór,
z dużym zainteresowaniem oglądałem pana filmiki na YouTubie (na razie kilka). Także bardzo ciekawy dla mnie był opis działalności Heaviside'a.*

Mogę dodać jeszcze jedną ciekawostkę dotyczącą Heaviside'a, która wydaje mi się mieć znaczenie edukacyjne.

https://pl.wikipedia.org/wiki/Transmitancja_operatorowa#Rys_historyczny

„Przez kilka lat poczynszy od 1888 roku brytyjski inżynier Oliver Heaviside publikował swoje artykuły na temat rachunku operatorowego.

Można w zasadzie powiedzieć, że w latach 1892–1898 Oliver Heaviside wynalazł rachunek operatorowy, przebadał zachowania systemu w stanie nieustalonym i wprowadził pojęcie odpowiadające późniejszej transmitancji. Chociaż jego metody dawały przekonujące wyniki dla odpowiedzi układów elektrycznych w stanie nieustalonym, został on ostro skrytykowany przez współczesnych mu matematyków za brak należytego rygoru i ostatecznie wyklęty przez swoje ówczesne środowisko naukowe.

...

Pewne ograniczenia stosowalności przekształceń całkowitych, a przede wszystkim rozwój analizy funkcjonalnej skłoniły matematyków do poszukiwania nowych koncepcji rachunku operatorowego. Całkowity nawrót do pierwotnego operatorowego punktu widzenia obserwujemy np. u Jana Mikusińskiego.

Daje on ściśle uzasadnienie rachunku operatorów Heaviside'a, bez odniesienia do przekształcenia Laplace'a. Dalsze prace nad nowymi ogólnymi podstawami rachunku operatorów, nawiązując również w pewnym sensie do koncepcji Heaviside'a.”

Teraz w kształceniu elektroników stosuje się całkowite transformaty Laplace'a, Z, itp., wymagające sięgania po zaawansowany rachunek całkowy zmiennej zespolonej. Algebraiczne podejście Heaviside'a jest o wiele prostsze. A co najważniejsze – nic nie transformujemy. Cały czas mamy funkcje w dziedzinie czasu (ciągłego, dyskretnego), tylko niekiedy są to funkcje abstrakcyjne, ale wyniki końcowe są funkcjami „zwykłymi” / „realnymi”.

Wydaje mi się, że ma to duży potencjał edukacyjny, w stosunku do obecnie stosowanych transformat całkowitych...

Co więcej – taki rachunek operatorowy poddaje się łatwej implementacji komputerowej (algorytmy operacji na wielomianach):

<https://www.pei.prz.edu.pl/~kubaszek/index.html>

Znalazłem też jeden z pionierskich artykułów Jana Mikusińskiego:

<https://bibliotekanauki.pl/articles/963761.pdf>

„Rachunek operatorów na tle aktualnych kierunków matematyki”, J. Mikusiński 1955.

Pozdrawiam

Andrzej Kubaszek

Politechnika Rzeszowska

*Dzień dobry, dobry wieczór,
polecono mi serię artykułów Pana autorstwa – Tranzystory dla początkujących.*

Mam 59 na karku. Dawno temu technikum elektroniki i automatyka w Toruniu (1980–85). Niestety na najwyższym poziomie mieliśmy język polski.

Skończyłem jako mgr chemii – też lubiłem.

Próbowałem odnaleźć na stronie <https://piotr-gorecki.pl/> ale tylko znalazłem 20 artykułów.

<https://piotr-gorecki.pl/er032-poznajemy-tranzystory-czesc-1/> oraz dalsze. Zapewne źle szukam.

Mogę prosić o pomoc lub wskazówki jak uzyskać te pliki w pdf lub jakkolwiek. Pojedyncze sztuki gdzie krążą lub na płatnych portalach.

Z poważaniem i pozdrowieniami
Marek

Odpisałem, że warto zacząć od „Kopalni skarbów”, czyli od strony https://piotr-gorecki.pl/n05_kopalnia-skarbow/ gdzie są linki do wszystkich pełnych artykułów udostępnianych bezpłatnie. Marek znalazł tam poszukiwane artykuły o tranzystorach. Warto tam zaglądać, ponieważ Rafał Wiśniewski co tydzień dodaje kolejne interesujące materiały.

Witam Pana bardzo serdecznie!

Oglądałem wszystkie Pana filmy i bardzo cenię Pana za wiedzę jaką Pan posiada i za to, że się Pan nią z nami dzieli.

Po filmiku o „Kopalni skarbów” rozpoczęłem przeglądanie artykułów od bardzo mi bliskich, czyli serii „Energetyka dla elektroników”. I w artykule o „uziemianiu” w mojej skromnej ocenie jest przedstawione zdjęcie zawierające kardynalny błąd. Mianowicie mam na myśli fotografię 11 ostatnią z tego artykułu. W myśl zasad i norm, które przytaczał Pan we wcześniejszych artykułach najpierw chronimy a potem zasilamy. Zgodnie z tym przewód niebieski N powinien być podłączony do bolca PE i dopiero od niego mostek do wtyku N. Bo wyobraźmy sobie taką sytuację (występującą nie tylko w teorii), że po iluś latach to połączenie się wypali, mamy wtedy podłączony odbiornik z nieuziemioną obudową czyli czyhającego skorpiona. Przy podłączeniu odwrotnym (PE jest a brak N) urządzenie po prostu przestaje działać przy zachowanym uziemieniu. Dla użytkownika jest sygnał żeby wezwać elektryka. Tę samą zasadę stosuje się przy podziale przewodu PEN, najpierw na szynę PE a później mostkiem na N, nigdy odwrotnie. Bardzo proszę wstawić poprawne zdjęcie albo poprawić mnie, jeśli nie mam racji lub coś nieopatrznie zrozumiałem.

Pozdrawiam
Paweł

Odpisałem, że uwaga jest jak najbardziej słuszna! To jest stary przykład błędnego podłączenia. Niestety takich i jeszcze gorszych przykładów można napotkać dużo więcej.

I nadal użytkowane są liczne stare instalacje z drutami aluminiowymi w czarnej izolacji, w tym instalacje wielokrotnie przerabiane i „poprawiane”, ale wciąż mało bezpieczne, choćby z uwagi na brak przewodu PE i ryzyko „upalenia zera”.

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

Zrozumieć ELEKTRONIKĘ

Kopalnia skarbów



Pobierz wykaz ponad 200 pełnych, nieskraczanych artykułów w formacie DOC albo w formacie XLS

Nasza cywilizacja opiera się na elektronice. Elektronika to wspaniała dziedzina, ale niewątpliwie 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 załącznik, składający się z jednej lub dwóch liter określających kategorię oraz trzycyfrowy numer kolejny, na przykład A001 (niektóre artykuły należą do więcej niż jednej kategorii). Znajdź 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 Najważniejsza kategoria, obejmująca wiele dziedzin elektroniki.

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

Y – Praktyczne elektroniki Zrob 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 Miernictwo nie tylko podstawowe parametry, ale też badamy rozmaite aspekty niedoskonałości, co jest ogromnie ważne w praktyce.

Z – 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 powołanych do życia w naszych domach.

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

O – Audio i wideo Fascynujący i ogromny temat odzwierciedlający dźwięk i obraz.

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

X – Rolnice Jak sama nazwa wskazuje...

Dodatkowo są jeszcze dwie, oddzielne kategorie:

B – Archiwizacja Litera B w oznaczeniu wskazuje, że jest to materiał, który już wcześniej był dostępny w drukowanym czasopiśmie, zapewne w formie wydruku wykazu ponad 200 pełnych, nieskraczanych artykułów w formacie DOC albo w formacie XLS.

C – Cykle Do tej kategorii należą wielodzielnikowe cykle edukacyjne.

Interaktywna lista linków do pełnych, nieskraczanych artykułów

- PKC Praktyczny Kurs Elektroniki (1) Labrynt 3D. Zgłoszenia gra twarzysko
- PKC (2) Praktyczne układy alarmowe
- PKC (3) Jędrzej wstęga
- PKC (4) Nowy dyktando – elektroniczny słownik
- PKC (5) Wskazywanie wskazówek/termometr
- PKC (6) Sól, czy to jest substancja wysoce niebezpieczna
- PKC (7) Najlepszy sensor ciśnienia
- PKC (8) Najlepszy sensor temperatury
- PKC (9) Kłopoty
- PKC (10) Różnorodność
- PKC (11) Wzrost, czyli superpamięć
- PKC (12) Podłączenie mierzalnego
- PKC (13) Problemy z brzośnią i kłopotami. Superzłoty wykrywacz
- PKC (14) Wzrostowy generator sinusoidalny
- PKC (15) Różnorodność
- PKC (16) Stabilizacja temperatury
- PKC (17) Generator hałasu i generator sygnału różnicowego
- PKC (18) Cyfrowy licznik
- PKC (19) Informacja o brzośniu i kłopotach. Superzłoty wykrywacz
- PKC (20) Cyfrowy dyktando, suchomierz, akumulator
- PKC (21) Centrala alarmowa
- PKC (22) Elektroniczna selekcja
- PKC (23) Uniwersalny sterownik
- PKC (24) Elektroniczna selekcja i szalony kryształ
- Puszczamy ręką – część 1
- Puszczamy ręką – część 2
- Puszczamy ręką – część 3
- Puszczamy ręką – część 4
- Puszczamy ręką – część 5
- Puszczamy ręką – część 6
- Puszczamy ręką – część 7
- Puszczamy ręką – część 8
- Puszczamy ręką – część 9
- Puszczamy ręką – część 10
- Puszczamy ręką – część 11
- Puszczamy ręką – część 12
- Puszczamy ręką – część 13
- Puszczamy ręką – część 14
- Puszczamy ręką – część 15

**tu jest „spis treści”
i tu są bezpośrednie linki
do poszczególnych
pełnych, nieskraczanych artykułów
Kopalni skarbów**

Witam,

bardzo podoba mi się Pańska strona i kanał YT. Jest to coś, czego szukałem od dawna.

Mam pytanie, ponieważ nie mogę znaleźć na Pańskiej stronie typowego okienka gdzie należy wpisać e-mail żeby zasubskrybować się do Pańskiego bloga. Czy nie istnieje taka opcja?

Dziękuję bardzo za odpowiedź.

Artur

Odpowiedziałem, że nie prowadzę bloga i że wydaję czasopismo „Zrozumieć Elektronikę” – informacje na mojej stronie internetowej.

Dzień dobry, w poprzednich miesiącach kupiłem „za pomocą kawy” numery ZE za dwa poprzednie lata. W tym miesiącu chciałbym opłacić bieżący rok. Czy muszę rozbijać to na kawę wstecz i Patronite do przodu, czy mógłbym po prostu zapłacić za kawę za cały 2025 rok?

Serdecznie pozdrawiam
Andrzej

Są osoby, które z takich czy innych względów nie chcą rejestrować się na Patronite. Jednak „kawa” za cały rok to nie jest najlepsze rozwiązanie, bo pośrednik pobiera sporą prowizję. Ponadto czasopismo ZE dostępne jest już w sklepie internetowym Botland: <https://botland.com.pl/489-czasopisma-dla-elektronikow> i być może możliwość „stawiania kawy” zniknie.

Jeżeli chodzi o rodzaj prenumeraty dla tych, którzy nie chcą korzystać z Patronite, lepiej wpłacić bezpośrednio (przelewem) na redakcyjne konto, a ja dopiszę taką osobę do listy „Patronów spoza Patronite”, tylko trzeba ustalić, czy ma to być „prenumerata podstawowa” – jak na razie za 10 zł/miesiąc, czy tak jak jest w Patronite, 20 zł (lub więcej) – wtedy wysyłał też miesiąc wcześniej wstępną wersję następnego numeru ZE. W każdym razie trzeba do mnie napisać e-mail w tej sprawie (kontakt@piotr-gorecki.pl).

Andrzej odpisał:

Oj, gdybym wiedział, że kawa drogo Pana kosztuje, to bym od razu napisał w sprawie płatności bezpośrednio... Jeśli macie Państwo metodę żeby przelewy bezpośrednie nie były dla Was kłopotem logistycznym przy wysyłce comiesięcznej, a widzę że metodę macie, to chyba bezpośredni przelew na konto będzie dla wszystkich najlepszym rozwiązaniem.

Ja, póki co, bym tak skromnie po 10 zł. Ale będę pamiętał na przyszłość, że mogę wspierać za 20 zł.

Jeśli mogę parę słów od siebie... Przyznaję że nie jestem Pana elektronicznym wychowankiem, ale mam ciepłe Pana wspomnienia, które spowodowały, że ostatnimi czasy postanowiłem poszukać Pana twórczości. Od dziecka fascynowała mnie elektronika, ale zawsze się z nią mijałem (ogólniak mat-inf zamiast technikum elektronicznego, studia fizyki zamiast elektrotechniki, potem doktorat z fizyki, a potem praca w rodzinnej firmie niezwiązanej z niczym, co mnie interesuje). Dopiero kilka lat temu siadłem, wymyśliłem sobie projekt, i sam bardzo dużo się nauczyłem i dużo zdobyłem doświadczenia odnośnie projektowania elektroniki i programowania wbudowanego. I teraz jest to moim zawodem, który kocham. I wspominam jak w czasach gimnazjum i liceum, co przypadało u mnie na lata 1999–2005, moja mama prenumerowa-

ła mi Pana czasopisma elektroniczne z AVT. Oczywiście EdW, ale też dwa inne, które były już zdecydowanie ponad moją głowę. Byłem tym wszystkim zafascynowany. I mimo że nie uczyłem się wtedy tej elektroniki praktycznie, a jedynie poprzez czytanie i złutowałem parę kitów, to było to wszystko paliwem dla mojej fascynacji elektroniką. Pamiętam przez te wszystkie lata jak jakiś czytelnik w rubryce z listami wymyślił Panu przydomek Piotr „Guru” Górecki. Ja pomimo że nie mam przywileju nazywania się Pana wychowankiem, to chcę, żeby Pan wiedział że Pana praca i osoba była ważnym kamieniem milowym ku temu, że robię teraz to, co kocham.

Z serdecznymi podziękowaniami i pozdrowieniami
Andrzej

Bardzo dziękuję za wspomnienia i miłe słowa! To jest dla mnie ważne, krzepiące i zachęcające do dalszego wysiłku przy tworzeniu ZE.

Szczęść Boże Panu w pracy dla narodu!

Jestem wspierającym ZE za dychę na Patronite od listopada pod e-mailem (...) Uprzejmie proszę o przesłanie pdf numerów od 2024 12 do 2025 04 (...)

Oczywiście pamiętam ostrzeżenie z filmu sprzed pół roku, że trzeba pobierać artykuły bo znikają, ale widziałem w poczcie, że przy e-mailu mam symbol załącznika więc byłem pewien że Patronite na koniec wysyła ten pdf, który oglądam, ale dzisiaj po przeczytaniu ostrzeżenia zauważyłem, że to dopiero po pobraniu pojawia mi się ten załącznik w gmail :(Obiecuję, że otrzymane zarchiwizuję sobie na poczcie :)

Pozdrawiam

T

PS Czy jest jakiś reklamujący plakat ZE czy baner – większych rozmiarów z tekstem czytelnym na A4~A3. Szukałem w obrębie strony w wyszukiwarce DuckDuckGo po obrazach dużych rozmiarów, ale nie znalazłem - site:piotr-gorecki.pl at DuckDuckGo

Numery ZE oczywiście wysłałem Patronowi, a jeżeli chodzi o plakat – baner, to póki co niestety nie udało się takowego sprokurować.

Dzień dobry panie Piotrze!

(...) Widziałem, że opublikował pan mój list, dotyczący wykorzystania transformatorów ze spawarek i mikrofalówek (str. 7), litościwie go anonimizując. Niepotrzebnie – nie jestem profesjonalistą i jeśli czegoś nie rozumiem, to chętnie się dowiem :)

Napisałem w nim, że bez obciążenia strumień magnetyczny wzrasta, a rdzeń zaczyna się nasycać. Nie wymyśliłem tego – wziąłem to stąd:

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

„For any power transformer, the maximum flux density is obtained when the transformer is idle.”

Artykułu jeszcze całego nie przeczytałem, ale stwierdziłem, że chcę zgłębić temat trochę bardziej, bo prawdę mówiąc, im bardziej się zastanawiam, jak tak naprawdę działa transformator (jak wygląda rozkład pól i strumieni magnetycznych w nim), tym bardziej mgliste mi się to wydaje. Przeczytałem zatem:

<https://www.pulseelectronics.com/wp-content/uploads/2020/12/Introduction-Transformer-Magnetics.pdf>

oraz zaopatrzyłem się w książkę „J & P Transformer Book”, ale na razie tylko ją przejrzałem (979 stron solidnej wiedzy wymaga jednak trochę czasu i energii, zresztą musi poczekać w kolejce...). Oczywiście wygląda na to, że temat jest bardziej skomplikowany. Na razie doszedłem do takich wniosków (i pytań):

1. Bez obciążenia płynie w uzwojeniu pierwotnym pewien prąd jałowy. Ten prąd powoduje powstanie strumienia magnetycznego, który stale przemagnetowuje rdzeń (i powoduje zaindukowanie napięcia w uzwojeniu wtórnym). Energia, która zostaje w to włożona, jest zużyta – i tu moje wyobrażenie, które może być nieprawdziwe – na pokonanie mechanicznych oporów, stawianych przez domeny magnetyczne w rdzeniu (trzeba włożyć energię, żeby je obrócić, i ta energia w wyniku tarcia zamienia się w ciepło). Pomiędzy „proste” straty rezystancyjne (w rezystancji uzwojenia pierwotnego). Podejrzewam, że pojawiają się tu też prądy wirowe (minimalizowane przez konstrukcję rdzenia z izolowanych blach, ale jednak nie zerowe), które tworzą własne strumienie, przeciwstawiające się strumieniowi magnesującemu, no i straty na magnetostrykcję (choć może te wchodzi „w skład” strat na obracanie domen magnetycznych?). Czy tak?

2. Pod obciążeniem prądy uzwojenia zarówno pierwotnego, jak i wtórnego, rosną. Wzrost prądu w uzwojeniu pierwotnym powoduje wzrost strumienia magnetycznego, ale prąd w uzwojeniu wtórnym tworzy własny strumień, który znosi się ze strumieniem uzwojenia pierwotnego, zatem wypadkowy strumień w rdzeniu jest stały.

3. Jedyne różnice (spadek wartości strumienia pod obciążeniem) mogą wynikać z rezystancyjnych strat w uzwojeniu pierwotnym – czy to może tłumaczyć niewiele mniejszy strumień magnetyczny w rdzeniu pod obciążeniem? Czy może to twierdzenie jest całkowicie nieprawdziwe (lub różnice są pomijalne)?

4. Nasylenie rdzenia rozumiem w ten sposób: gdy już domeny magnetyczne obrócą się w kierunku linii sił pola i dalej nie mogą się obrócić, to rdzeń będzie nasycony. Czy to prawda, czy błędne wyobrażenie?

5. Pytanie chyba podstawowe: Skąd uzwojenie pierwotne „wie”, że uzwojenie wtórne jest otwarte, obciążone, zwarte? Co się zmienia w transformatorze,

z punktu widzenia pola i strumienia magnetycznego, że pojawia się ten prąd w uzwojeniu pierwotnym?

6. Pozostaje również pytanie: Dlaczego transformator od mikrofalówki bez obciążenia pobiera tak kosztownie dużo mocy? Czy sprawność transformatora rośnie wraz z obciążeniem? Jeśli tak, to dlaczego?

Przypomina mi się, jak uruchamiałem silnik rozrusznika z motocykla bez obciążenia. Prąd również był ogromny, dużo większy, niż spodziewałbym się w nieobciążonym silniku. Podobnie z silnikiem z kompresora do klaksonu. Wszystkie te maszyny chodzą normalnie pod obciążeniem i intuicyjnie czuję, że te zjawiska mają ze sobą związek. Może po prostu indukcyjność takich urządzeń nie musi być duża, bo pod obciążeniem i tak większe znaczenie ma rezystancja uzwojeń? A może (wracając do transformatora) strumień magnesujący rdzeń musi być ogromny, bo to zmniejsza straty przy przenoszeniu strumienia do uzwojenia wtórnego? Chętnie dowiedziałbym się więcej.

Swoją drogą kusi mnie, żeby zrobić wykres sprawności takiego transformatora w funkcji obciążenia (przy nominalnym napięciu sieci), ale nie mam akurat przewiniętego, a zrobienie takich eksperymentów w bezpieczny sposób z nieprzewiniętym będzie wymagało trochę zachodu – zdobycia lub zrobienia odpowiednich obciążeń, dzielników, których nie przebijie napięcie, itd. Oczywiście gdyby komuś niedoświadczonemu przyszło do głowy wyręczyć mnie w tym pomysł, to mocno odradzam – uważam, że ze wszystkich rzeczy, które może zdobyć hobbysta, transformator z mikrofalówki jest w czołówce jeśli chodzi o niebezpieczeństwa.

Oczywiście może wystarczy zasilić taki transformator z niższego napięcia, ale chciałbym też zbadać charakterystykę prądu jałowego w funkcji napięcia (nasyca się ten rdzeń, czy nie nasyca? A może przy napięciu nominalnym zaczyna? A może pod obciążeniem jednak ten wypadkowy strumień magnesujący trochę maleje, chociażby przez to, że mamy aluminiowe uzwojenie pierwotne?). Pozostaje też kwestia boczników magnetycznych, które przy przewijaniu transformatora typowo się usuwa. Wtedy zapewne charakterystyka się zmienia...

Ogólnie, temat na pewno ciekawy i niestety wiem, że nie da się odpowiedzieć na moje pytania po prostu „tak” lub „nie”. To jest tak naprawdę temat na obszerny artykuł lub serię artykułów – i nie ukrywam, że gdyby po (lub obok) Radiowej Oślej Łączce pojawiły się tematy „okołomagnetyczne”, to byłoby świetnie.

Pozdrawiam serdecznie
Czytelnik

Tematy „okołomagnetyczne” będą już niedługo, bowiem pilnie pracuję nad materiałami o podstawach „elektroniki przewodowej”.

Zachęcam do nadsyłania propozycji zagadek! Bardzo się cieszę, gdy otrzymuję e-maile z propozycjami łamigłówek!

Wiele z nich nie budzi zastrzeżeń i trafia bezpośrednio do publikacji. Okazuje się jednak, że w niektórych e-mailach z propozycjami nie ma rozwiązania proponowanej łamigłówki.

Tymczasem okazuje się, że niektóre zagadki są bardzo trudne albo też wyobrażenia i tok myślenia proponującego zagadkę są bardzo specyficzne i znikoma jest szansa, że ktokolwiek odgadnie „co poeta miał na myśli”. Niedawno otrzymałem na przykład pokazany obok schemat z Radioelektronika, bez rozwiązania, a za to z informacją, że układ zawiera błąd, ale może działać prawidłowo.

Autorowi propozycji odpisałem, że moim zdaniem zagadka jest zbyt wymagająca i trudna dla większości współczesnych Czytelników, zwłaszcza dla tych, którzy chcą zagadek na zasadzie „szybko i krótko”. Dziś mało kto chce szczegółowo analizować stare schematy, natomiast duże zaciekawienie budzą stare elementy elektroniczne i inne ciekawostki.

Dlatego mam prośbę: nadsyłajcie propozycje rozmaitych łamigłówek, a wraz z propozycją zagadki od razu należy podać też jej rozwiązanie.

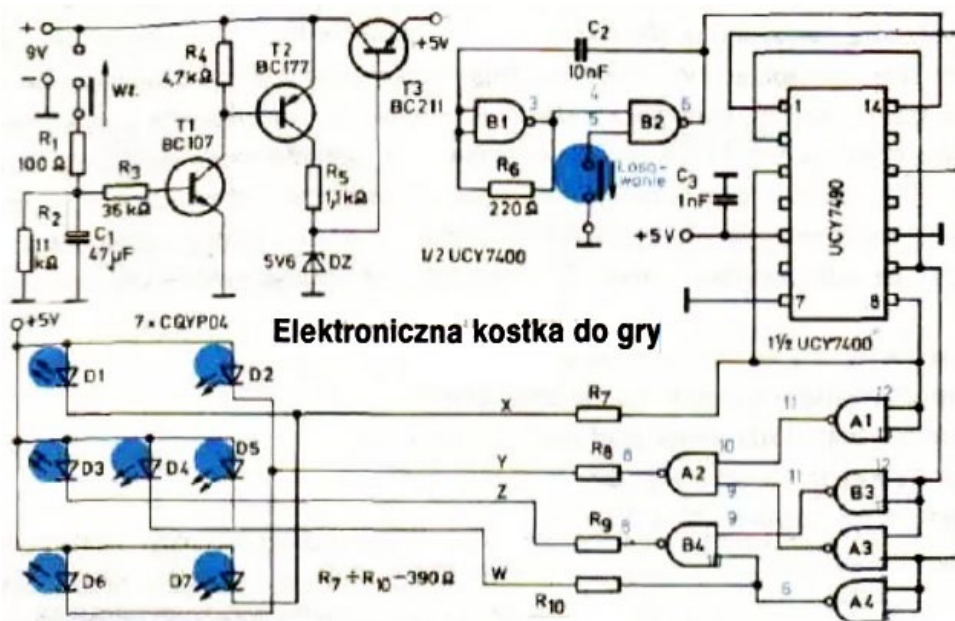
Witam,

jestem mocno zainteresowany pomocą – informacją o lutownicach Weller bo takową (chyba model 71, bo napisy się starły) kupiłem w 1993 roku w Holandii. Lutownicy używałem kilka lat przy serwisie TV i innych urządzeń, jak magnetowidy odtwarzacze i komputery. Grot zaczął się wżerać (...), a kabel 220 V jest przypalony. Jako bardzo zadowolony z niej chętnie ją odbuduję, zachęcany treścią filmu na YouTube: W001a Jaką lutownicę kupić?

Oczekując na odpowiedź pozdrawiam (...)

Piotr

Pozdrawiam
Piotr



Odpisałem, że w Polsce najpopularniejsze były 24-woltowe „wellerki” TCP-24, a opisywana wersja to najprawdopodobniej coś innego. Należałoby odszukać jej typ w starych katalogach i sprawdzić, czy nadal dostępne są części. Gdyby były, to przypuszczam, że będzie to bardziej kosztowne, niż zakup współczesnej dobrej stacji – klona JBC.

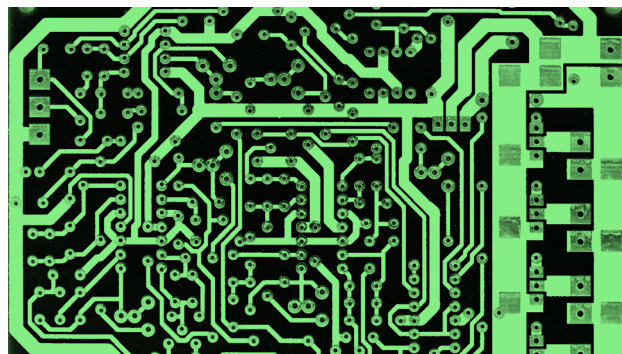
Piotr napisał:

Witam gorąco,

dziękuję za szybką odpowiedź. Znalazłem stare pliki na dysku z WIN XP (...) oraz znalazłem stronę: <https://www.sklep.cyfronika.com.pl/pl/p/WELL-W201-Lutownica-200W230V-Weller-200W-zasilanie-wprost-z-sieci-230V/37012> (...) kiedyś mieli sporo części. Okazało się, że moja lutownica to WELLER 60W 230V W61 i rzeczywiście, chyba warto z tego zrezygnować gdy mam dwa Elwiki, stacje oryginalną i drugą AVT987.

Skorzystam z rady z filmu Najlepsza lutownica (nie tylko) dla hobbysty i rady z klonem do którego pozostanie dokupić grot z TME – coś większego, żeby dobrze sobie radził z dużymi polami miedzi na płytach komputerowych przy wymianie części uszkodzonych. W tym roku zaczynam od nowa działalność hobby-styczna z elektroniką, bo dopiero jakoś funkcjonuję po dwóch ciężkich chorobach.

Rozwiązania Łamigłówek Maj 2025



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze majowym (5/2025). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

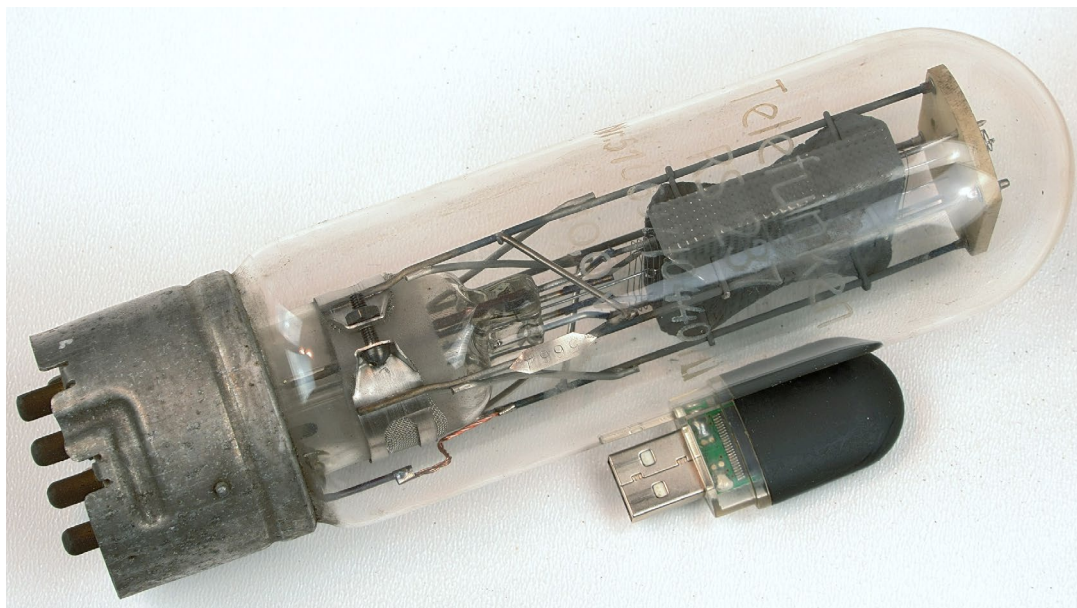
Rozwiązanie – Zagadka 2505
Rozwiązanie – Co to jest? 2505

Rozwiązanie – Jak odpowiedź? 2505
Rozwiązanie – Policz 2505

Rozwiązanie – Zagadka 2505

W maju postawione zostało następujące zadanie konkursowe zaproponowane przez **Karola Świerca** z Rudy Śląskiej: Na fotografii pokazana jest stara lampa elektronowa. Dla orientacji jaka jest jej wielkość, została sfotografowana wraz z pamięcią USB. Pytanie konkursowe jest takie: **Do jakich celów służyła taka lampa?**

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



Dzień dobry, jest to przedwojenna lampa RS237 produkcji Telefunken. Służyła jako trioda do wzmacniania sygnałów wysokiej częstotliwości w nadajnikach radiowych.

Pozdrawiam
Mirek Kaszowski

Ta lampa to Telefunken RS 237, co bez większego problemu daje się odczytać ze szklanej bańki. Produkowana w latach 30.–40. ubiegłego wieku, głównie na potrzeby wojskowe. Jest to trioda nadawcza, stosowana w krótkofalowych nadajnikach radiowych i to raczej w dużych stacjach nadawczych.

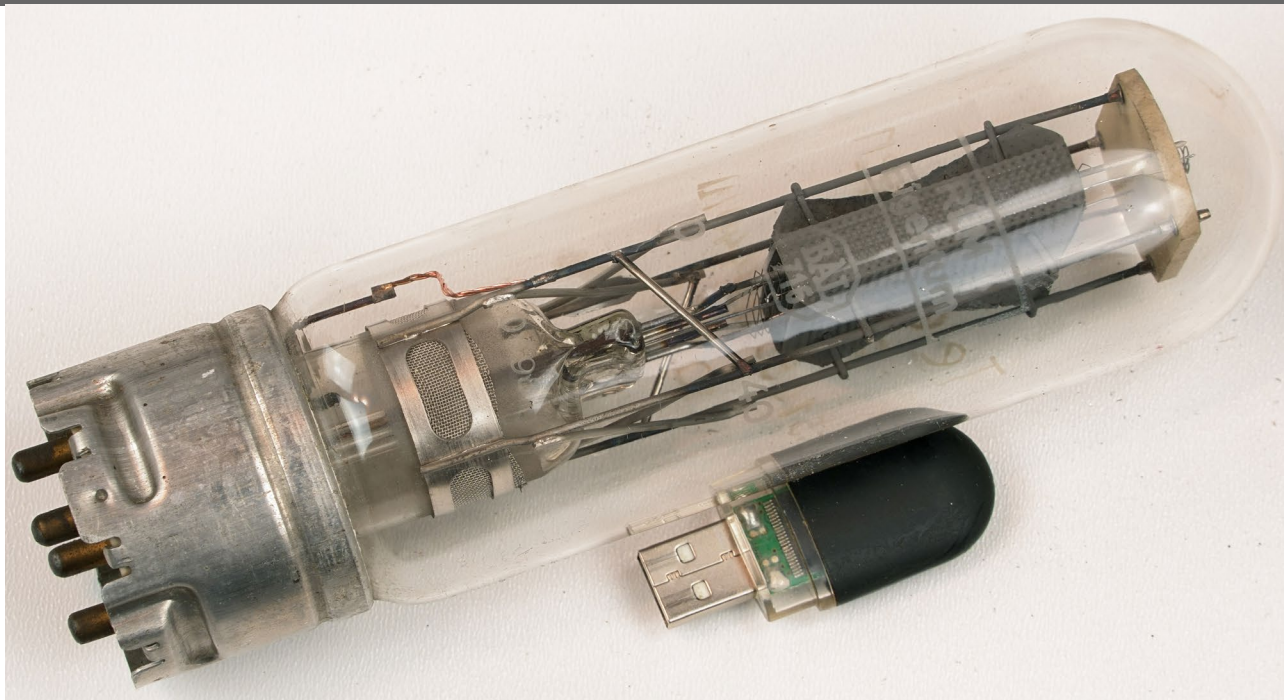
Pozdrawiam
Sławomir Załęcki

Na zdjęciu dosyć blado, ale jednak wyraźnie, widać symbol lampy: Telefunken RS 237. Jest to trioda nadawcza z okolic 1939 r. Na Allegro jest aukcja, na której lampa jest oferowana za jedyne 11 tysięcy zł. Możemy tam przeczytać (pisownia oryginalna):

„Pierwotnie tego typu lampy używane były w nadajnikach powietrznych, prawdopodobnie w bombowcach Heinkel HE-111. Anoda w postaci kwadratowej, wgłębianej płytki, specjalnie nawęglanej dla lepszego promieniowania. Główny izolator ceramiczny i dostosowany do pracy w wysokim napięciu”.

Na eBayu cena jest trochę niższa, bo zaledwie 8 tysięcy zł.

Circuit Chaos



Jest to wysokociśnieniowa trioda mocy RF – specjalna „Senderöhre” o symbolu RS 237, zaprojektowana do wzmacniania i nadawania sygnału radiowego. (...) RS 237 była używana jako stopień wyjściowy w nadajnikach radiowych (HF/VHF), przede wszystkim: • w pokładowych (lotniczych) nadajnikach łączności i radiokompasach III Rzeszy • w radiostacjach nadawczych o mocy rzędu 100 W. Dzięki dużej mocy anodowej i konstrukcji z wolframowym żarnikiem (10 V/3,3 A) lampy te potrafiły pracować jako końcowe stopnie nadawcze w radiotelefonii i radiokomunikacji wojskowej.

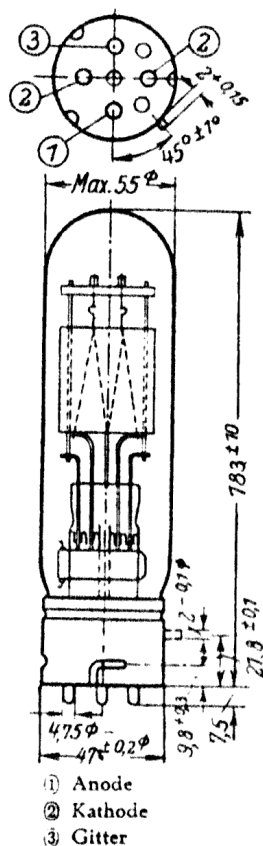
Tadeusz Suszał

Dzień dobry, jest to trioda nadawcza firmy Telefunken. Lampy te są odporne na wibracje, stosowane były w nadajnikach montowanych w niemieckich samolotach w czasie drugiej wojny światowej. W czasach bliższych współczesności stosowano je w audiofilskich wzmacniaczach audio, były wysoko cenione i osiągały audiofilskie ceny. (...) https://www.radiomuseum.org/tubes/tube_rs237.html.

Pozdrawiam

Paweł Pawłowicz

Napis RLM to „Reichsluftfahrtministerium” (Ministerstwo Lotnictwa Rzeszy). Karta katalogowa poniżej. ▣



TELEFUNKEN RS 237

100 Watt-Senderöhre

Allgemeine Daten

Kathode	Material	Thorium, direkt geheizt
	Heizspannung	$U_h = 10 \text{ V}^*)$
	Heizstrom	I_h etwa 3,3 A
Emission	bei $U_a = U_g = 220 \text{ V}$	I_e etwa 0,7 A ^{**)}
Durchgriff	gemessen bei $I_a = 80 \text{ mA}$, $U_a = 800 - 1000 \text{ V}$	D etwa 8,3 %
Verstärkungsfaktor		$\mu = 1/D$ etwa 12
Steilheit	gemessen bei $U_a = 1000 \text{ V}$, $I_a = 70 - 90 \text{ mA}$	S etwa 4 mA/V
Kapazitäten	Gitter/Anode	C_{ga} etwa 15 pF
	Gitter/Kathode	C_{gk} etwa 8,5 pF
	Anode/Kathode	C_{ak} etwa 7 pF
Max. Anodenbetriebsspannung		$U_a = 1000 \text{ V}$
Max. Anodenspitzenpannung		$U_{asp} = 2500 \text{ V}$
Max. Anodenverlustleistung		$Q_a = 100 \text{ W}$
Max. Gitterhochfrequenzstrom		$I_g = 2 \text{ A}$

*) Möglichst genaue Einhaltung dieses Wertes ist zur Erzielung großer Lebensdauer der Röhre erforderlich. Abweichungen von mehr als 6% setzen die Lebensdauer merklich herab. Sämtliche Betriebsdaten beziehen sich auf eine Heizspannung von 10,0 V.

**) Direkte Emissionsmessung gefährdet die Röhre. Messung darf nur nach Spezialmethoden erfolgen.



Rozwiązanie – Co to jest? 2505

W maju postawione zostało następujące zadanie konkursowe zaproponowane przez **Sławomira Skrzyńskiego z Rypina**: Na fotografii obok pokazany jest pewien niewielki przedmiot. Pytanie konkursowe brzmi: **Co to za element?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać tylko do końca maja. Oto nadesłane w tym czasie rozwiązania.



(...)

To było bardzo trudne, bo na zdjęciu nie ma widocznych



żadnych symboli. W końcu poddałem się i zatrudniłem mojego smartfona do pomocy. Okazało się, że jest to bezpiecznik! Działający na zasadzie topienia stopu Wooda. Stosowany w centralkach telefonicznych, ale także w odbiornikach radiowych.

Pozdrawiam
Sławomir Załęcki

Na zdjęciu widzimy bezpiecznik Siemens. Polecam film: <https://www.youtube.com/watch?v=3ZP2SyR5ueY>.

Polecam też komentarze pod filmem, z których możemy dowiedzieć się więcej.

Circuit Chaos

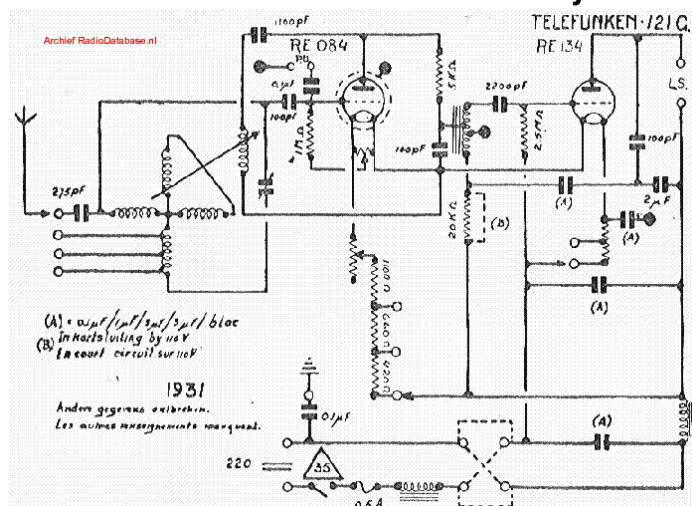
Jest to fascynujący bezpiecznik produkcji Siemens & Halske. Po lewej jego stronie widoczny jest element z nawiniętym drutem oporowym. Jeśli przez ten opornik popłynie zbyt duży prąd, rozgrzeje się on do temperatury topnienia stopu Wooda, którym pokryty jest znajdujący się wewnątrz trzpień. Spowoduje to odepchnięcie trzpienia przez sprężynę znajdującą się w prawej części urządzenia i wysunięcie trzpienia z bezpiecznika. W konsekwencji nastąpi rozłączenie styku współpracującego z bezpiecznikiem. Reset wykonuje się przez podgrzanie trzpienia lutownicą i jego wciśnięcie do wnętrza bezpiecznika.

Z rozwiązaniem działającym na podobnej zasadzie spotkałem się w czajniku z czasów PRL. Trzpień stykał się w nim z grzałką, a zamiast stopu Wooda użyto stopu cyny z cynkiem o temperaturze topnienia 199°C. Jeśli nastąpiło wygotowanie wody z czajnika i grzałka rozgrzała się do temperatury przekraczającej temperaturę topnienia stopu, następowało zwolnienie sprężyny i rozłączenie obwodu zasilania grzałki.

Pozdrawiam
Paweł Pawłowicz

To jest niemiecki bezpiecznik cylindryczny typu „Röhrensicherung” (dosł. „bezpiecznik rurowy”), używany często w lampowych radiach Telefunken (lata 30.–40.). Radio Telefunken 121 (znane również jako 121-WO, 121-W, 121-G lub 121E, w zależności od wersji regionalnej), pochodzące z początku lat 30. XX wieku, wykorzystywało bezpiecznik rurowy w obwodzie zasilania. Tego typu bezpieczniki były charakterystyczne dla niemieckich odbiorników lampowych z tego okresu. W normalnym stanie drut lub spoiwo trzyma bolec i sprężynę w pozycji ściśniętej. Gdy prąd przekroczy próg, następuje nadtopienie materiału, sprężyna zostaje uwolniona, bolec się wysuwa i następuje szybkie przerwanie połączenia – nawet fizyczne oderwanie styku. To dość zaawansowana jak na swoje czasy forma wyzwalanego bezpiecznika topikowego z mechaniczną separacją, wykorzystywana w sprzęcie wysokiej klasy (jak radio Telefunken) w latach 30.–40. Na rysunku jest pokazany schemat radia Telefunken 121, gdzie widać ten bezpiecznik o wartości 0,5 A. https://elektrotanya.com/telefunken_121g_radio_1931_sch.pdf/download.html?utm_source=chatgpt.com Więcej można zobaczyć i usłyszeć w filmie Ciekawy bezpiecznik w starym radiu. Ryszard Piasecki: <https://www.youtube.com/watch?app=desktop&v=3ZP2SyR5ueY>.

Tadeusz Suszał ▣



Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2505

W maju postawione zostało następujące zadanie konkursowe: Chcemy mierzyć pobór prądu pobieranego z zasilacza. Pierwszy, górny schemat na rysunku obok to popularne rozwiązanie: bocznik pomiarowy R_S włączony jest w obwódzie ujemnej szyny zasilania i napięcie bocznika jest wzmacniane za pomocą wzmacniacza operacyjnego. Z pewnych bardzo ważnych względów nie chcemy wstawiać bocznika w obwódzie ujemnej szyny zasilania – masy, tylko w obwodzie dodatniej szyny zasilania, według drugiego schematu, który jest niejako „lustrzanym odbiciem” pierwszego.

Pytanie konkursowe jest następujące: **Czy na tym drugim, dolnym schemacie widzisz zwiastun jakiegoś problemu?** Oto nadesłane rozwiązania.

Dzień dobry, na dolnym schemacie woltomierz jest podłączony bezpośrednio za zasilaczem. Jest on włączony pomiędzy plus zasilania a wyjście wzmacniacza operacyjnego. Brak masy dla woltomierza oznacza nieprawidłowy pomiar napięcia na wyjściu LM358.

MK

Na podstawie zbudowanych układów jak na rysunkach stwierdzam, że pierwszy układ działa poprawnie na bazie wzmacniacza nieodwracającego. Drugi natomiast nie będzie działał poprawnie, bo jego wzmocnienie nie będzie takie, jak w układzie powyższym ($G = R_A/R_B + 1$) ale będzie zależne od oporności obciążenia układu.

$G = R_A/(R_B + R_{obciążenia}) + 1$ czyli wzmocnienie napięcia na oporniku R_S zależne jest i od przepływającego przez niego prądu i od rezystancji obciążenia.

Andrzej

W tym drugim schemacie problem prawdopodobnie związany będzie z napięciem na wejściach układu. Nie powinno ono być wyższe niż 1,5 V. Tak przynajmniej podaje datasheet układu LM358. Na tym drugim schemacie najpewniej dojdzie do przekroczenia tej wartości.

Pozdrawiam

Sławomir Załęcki

Problem jest z wejściami pracującymi blisko napięcia zasilania wzmacniacza. Datasheet LM358 mówi: „The upper end of the common mode voltage range is $V_{CC} - 1,7$ V, but either or both inputs can go to +32 V without damage, independent of the magnitude of V_{CC} .”

Wyjście też nie będzie pracowało blisko napięcia zasilającego. „Low limit” to miliwoltów względem minusa, ale „High limit” to już konkretne wolty względem plusa (dla 30 V mamy ok. 27 V, czyli minimalnie ok. 3 V różnicy).

Circuit Chaos

Dzień dobry, zastosowany w układzie wzmacniacz operacyjny LM358 ma na wejściu tranzystory PNP. W rezultacie świetnie daje sobie radę z napięciami wejściowymi na poziomie ujemnej szyny zasilania, i zupełnie nie daje sobie rady z napięciami na poziomie dodatniej szyny zasilania. W karcie katalogowej znajdujemy informację, że napięcie wejściowe powinno być co najmniej o 1,5 V niższe od dodatniego napięcia zasilającego. Tak więc LM358 nie nadaje się do tego typu zastosowania.

Pozdrawiam

Paweł Pawłowicz

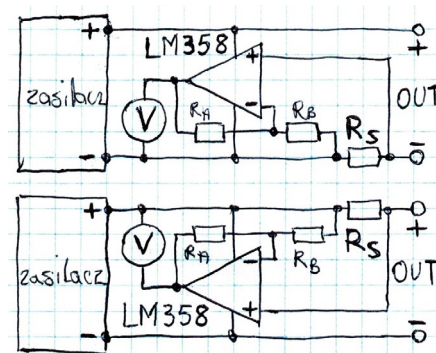
Układ „dolny” nie stanowi „lustrzanego” odbicia klasycznego wzmacniacza różnicowego względem szyny ujemnej i traci poprawność działania w tej konfiguracji. W wersji „dolnej” rezystor pomiarowy R_S znajduje się w dodatniej szynie zasilania, przez co napięcia na obu wejściach wzmacniacza operacyjnego są bliskie V_+ . Dla LM358 oraz innych prostych wzmacniaczy operacyjnych zasilanych asymetrycznie (0 – V_+) oznacza to przekroczenie dopuszczalnego zakresu napięć wspólnych (common – mode input range).

Common – mode range. Dla LM358 napięcia wejściowe muszą mieścić się w zakresie od $V_-(0$ V) do maks. $V_+ - 1,5$ V. Przy zasilaniu 0 – 12 V oznacza to maksymalnie ~ 10,5 V. W przypadku pomiaru spadku napięcia na R_S umieszczonym w szynie +12 V, wejścia wzmacniacza mogą znaleźć się np. na poziomie 11,8...11,9 V, czyli poza dozwolonym zakresem. Skutkuje to utratą liniowości, nasyceniem wejścia lub nieprzewidywalnym zachowaniem wzmacniacza.

Brak poprawnej pracy pętli sprzężenia zwrotnego. Wzmacniacz, nie mogąc prawidłowo odczytać różnicy napięć na wejściach (z powodu przekroczenia common-mode range), nie dostosowuje napięcia wyjściowego zgodnie z założeniami układu. Pętla sprzężenia zwrotnego nie działa prawidłowo, co prowadzi do błędnego ustalenia wzmocnienia lub całkowitej utraty funkcji regulacyjnej.

Ograniczenie zakresu napięcia wyjściowego. Nawet przy spełnionych warunkach napięcia wejściowego, wyjście LM358 nie jest w stanie osiągnąć napięcia zbliżonego do V_+ (typowo maks. $V_+ - 1,5$ V). Z tego względu również wyjście może nie osiągnąć poziomu wymaganego przez obciążenie, co ogranicza maksymalne możliwe wzmocnienie układu.

Tadeusz Suszał ✉



Rozwiązanie – Policz 2505

W maju postawione zostało następujące zadanie konkursowe, nadesłane przez **Artura Lewińskiego** z Wołomina: (...) przedmiotem zagadki jest sześcián zbudowany z dwunastu jednakowych rezystorów. Pytania konkursowe jest takie: **Jaka jest rezystancja „sześciánu po przekątnej”?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca maja. Na początek wspomnę, że Autor przysyłając zagadkę podał następujący link: https://www.youtube.com/watch?v=FcUBT_czrW8

Oto nadesłane rozwiązania.



Odpowiadam: dla rezystorów o rezystancji R będzie to $5/6R$, czyli $0,83(3)R$.

Andrzej Kubiak z Rumi przysłał rozwiązanie w postaci pokazanego poniżej rysunku.

Adam

Ta zagadka trochę mnie pochłonięła. Ale uświadomiłem sobie, że jest to twór dość symetryczny. Na początku prąd rozdzielany jest na 3 rezystory, potem każdy z nich rozdziela się jeszcze na 2 (razem 6), a następnie ponownie łączy przez 3 rezystory do wyjścia. Załóżmy, że byłyby to rezystory $1\text{ k}\Omega$. Jeśli przez ten układ będzie płynął prąd 30 mA , to przez pierwsze 3 rezystory popłyną prądy po 10 mA , przez następne 6 rezystorów popłyną prądy po 5 mA , a przez końcowe 3 rezystory znów 10 mA , by na wyjściu uzyskać znów 30 mA .

Czyli najpierw nastąpi spadek napięcia o 10 V , potem o 5 V , a na końcu znów o 10 V . Łącznie daje to 25 V .

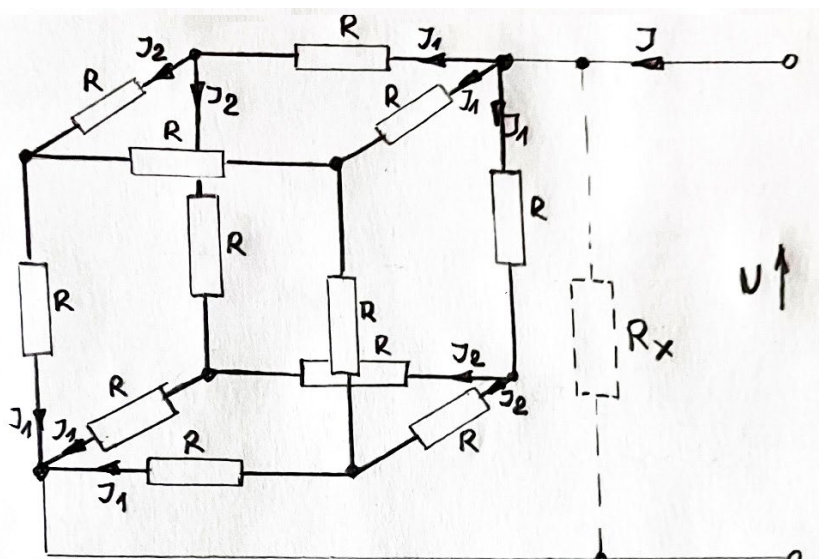
Dzieląc 25 V przez 30 mA mamy $5/6\text{ k}\Omega$, $\sim 833,33\Omega$. Czyli $R = 5/6 R$ – rezystorów.

Pozdrawiam
Sławomir Załęcki

Nie będę się wymądrzał, bo poległem na tym zadaniu, ale znalazłem rozwiązanie w sieci. Przykładowo: <https://www.rfcafe.com/miscellany/factoids/resistor-cube-equivalent-resistance-kirts-cogitations-256.htm>.

Polecam lekturę.

Circuit Chaos



R_x – oporność zastępcza sześciánu po przekątnej

$$J = 3J_1$$

$$J_1 = 2J_2 \rightarrow J_2 = \frac{1}{2}J_1$$

$$J_1R + J_2R + J_1R = U \rightarrow R(2J_1 + J_2) = U$$

$$R_x \cdot J = U$$

$$R_x = \frac{U}{J}$$

$$R_x = \frac{R(2J_1 + J_2)}{J} = \frac{R(2J_1 + \frac{1}{2}J_1)}{3J_1} = \frac{5}{6}R$$

$$\boxed{R_x = \frac{5}{6}R}$$

Dzień dobry,
Kluczem do rozwiązania zagadki jest zauważenie, że potencjały węzłów oddalonych o taką samą liczbę oporników od punktów podłączenia układu są identyczne. Można je więc połączyć ze sobą, połączeniem nie będzie płynął prąd, więc nic ono nie zmieni w kwestii oporności całego układu. Otrzymamy trzy szeregowo połączone zestawy połączonych równolegle oporników. W pierwszym zestawie są trzy oporniki, w drugim sześć a w trzecim ponownie trzy. Oporność sześcienu wyniesie więc $1/3R + 1/6R + 1/3R$, czyli $5/6R$.

Pozdrawiam

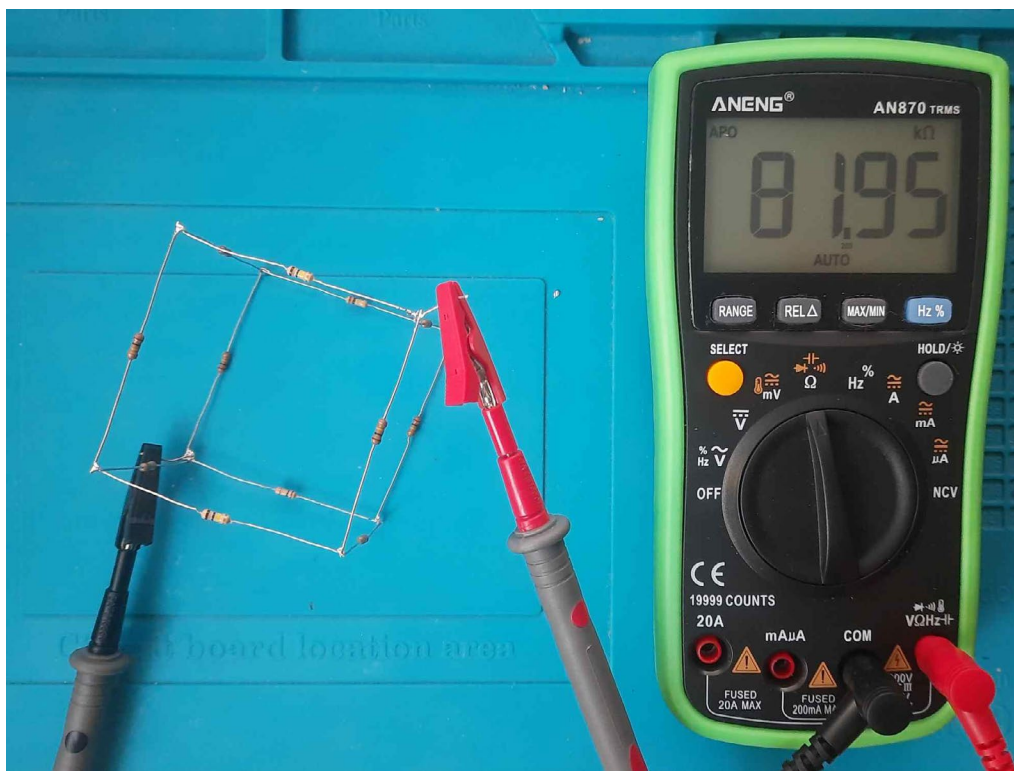
Paweł Pawłowicz

Rezystancja zastępcza sześcienu zbudowanego z 12 jednakowych rezystorów R , mierzona pomiędzy dwoma przeciwległymi wierzchołkami (tzw. „po przekątnej”), wynosi: $R_{eq} = (5/6)R$

Dla zainteresowanych tym tematem, jak rozwiązać to zadanie z teorii obwodów, link:

<https://physicstasks.eu/543/opor-szescianu>

Tadeusz Suszał



Witam,
zlutowałem sześcienną z rezystorów o wartościach 100 kiloomów.

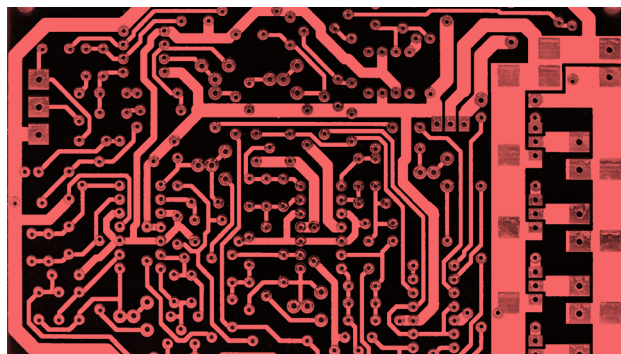
Rezystancja po przekątnej sześcienu to 81,95 kΩ. Zdjęcie jest w załączniku.

Mirek Kaszowski

Na powyższej fotografii widać kiepskiej jakości rezystory o tolerancji 5%. Miernik o dokładności dużo lepszej niż 5% pokazuje rezystancję 81,95 kilooma, natomiast idealna wartość dla zestawu dokładnych rezystorów 100 kΩ wynosiłaby $5/6$ tej wartości, czyli 83,3(3) kΩ. ▢

Łamigłówki elektroniczne

Lipiec 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 o tym sądzisz? 2507

Co to jest? 2507

Zagadka 2507

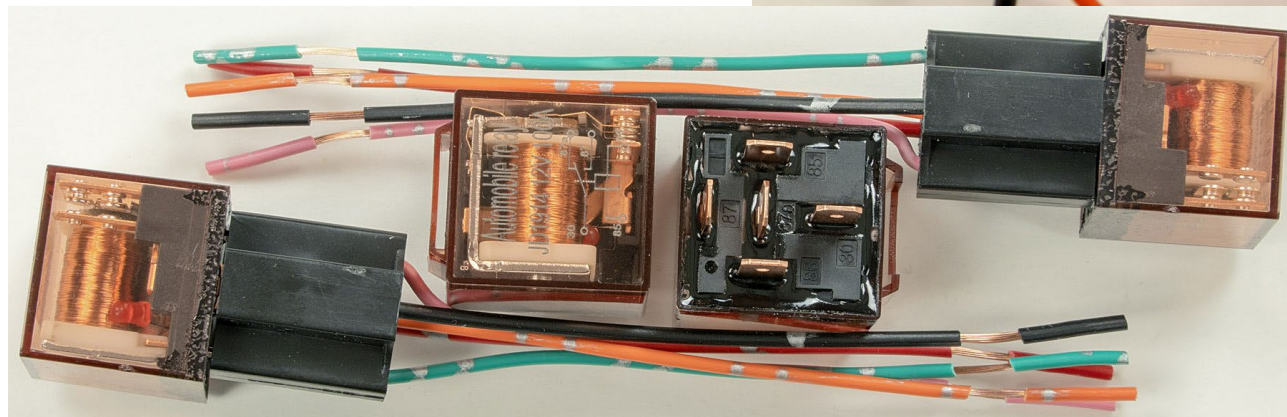
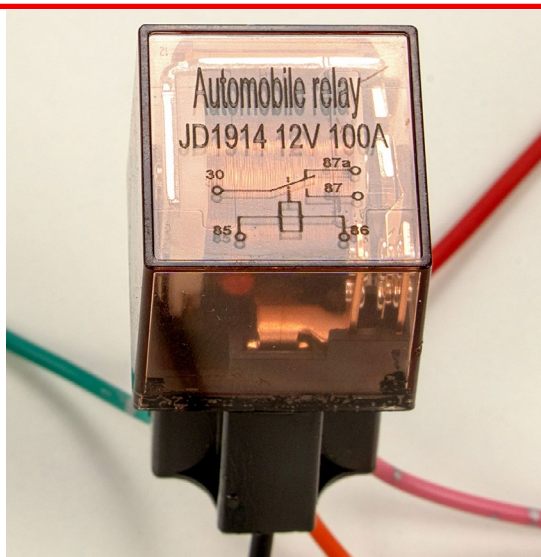
Co tu nie gra 2507

Co o tym sądzisz? 2507

Na **fotografiach** pokazane są zakupione niedawno w chińskim sklepie elementy (przełączniki). Pytanie konkursowe brzmi:

Co o tym sądzisz?

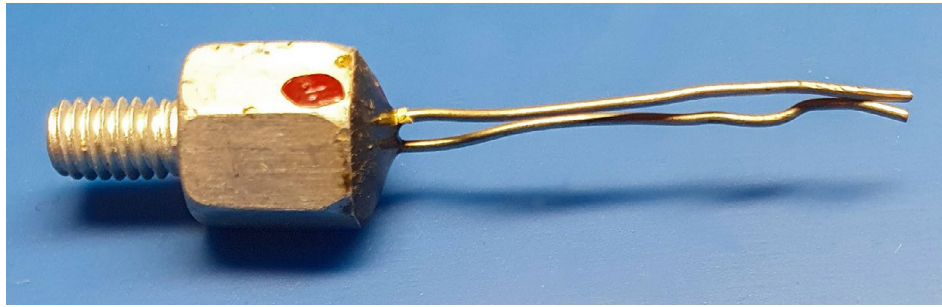
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca lipca 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl



Co to jest? 2507

Standardowe pytanie brzmi:

Co to jest?



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

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

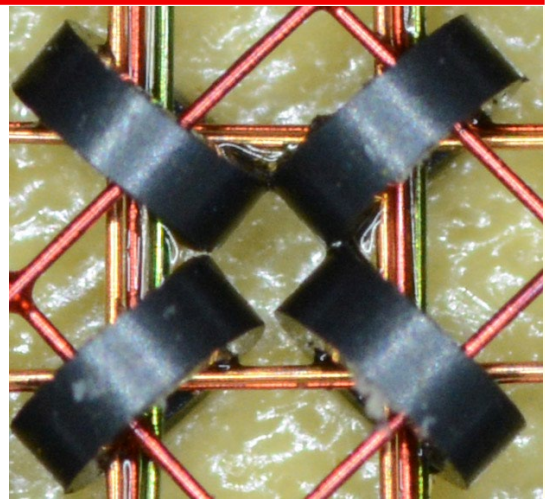
Zagadka 2507

Pytanie konkursowe jest oczywiste:

Co przedstawia fotografia obok?

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

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



Co tu nie gra? 2507

Pytanie konkursowe jest następujące: *Co tu nie gra?*



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

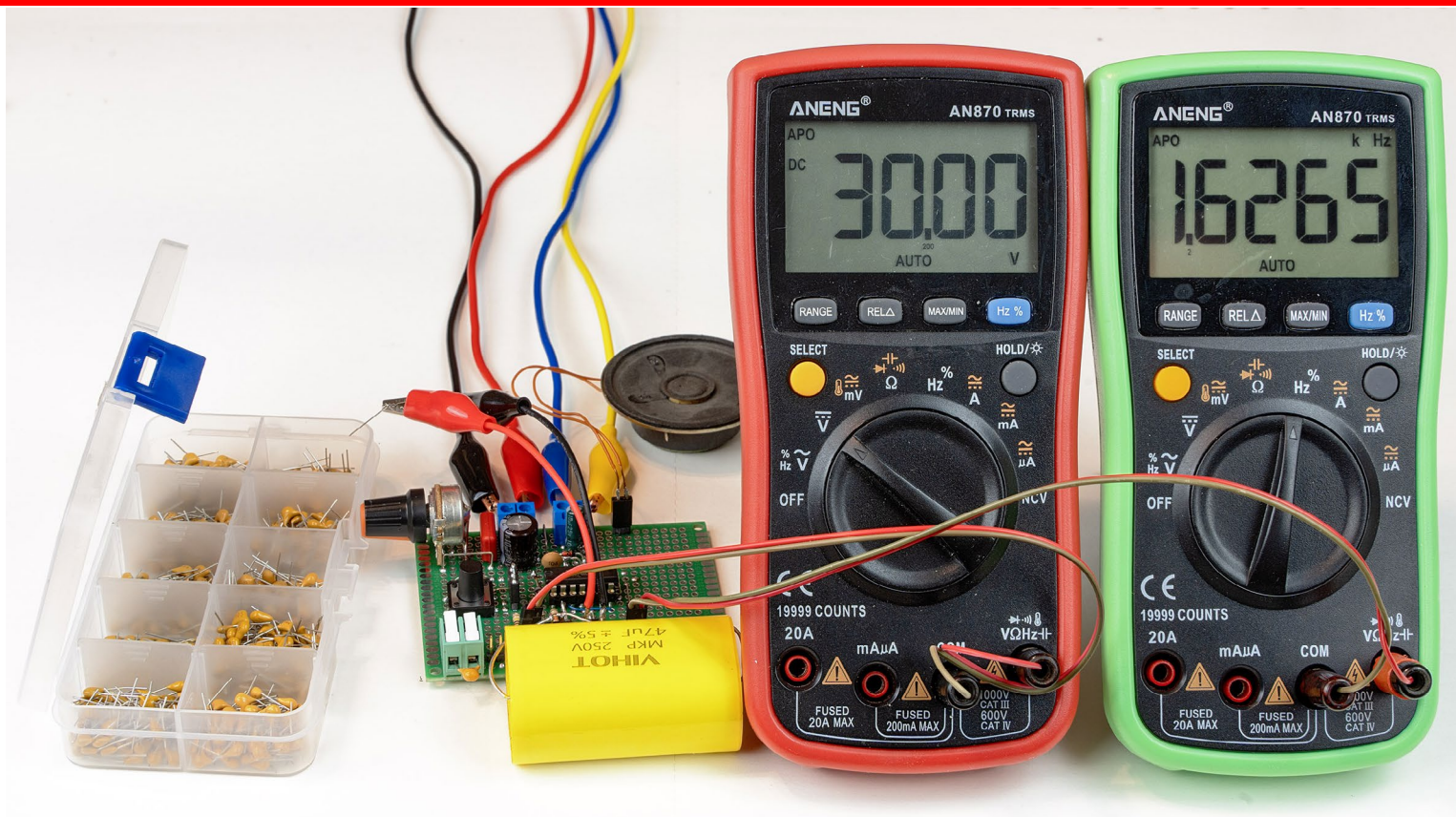
14 sprzedanych

Color: 10pcs



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca lipca 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!



Tester kondensatorów także dla profesjonalistów

Artykuł opisuje przyrząd pozwalający sprawdzić stabilność kondensatorów (nie tylko) ceramicznych. Pokazuje szokujący przykład: kondensator pod wpływem napięcia stałego zmniejsza pojemność 10-krotnie! I hobbyści, i profesjonaliści powinni mieć świadomość, jak stabilne kondensatory kupują i posiadają.

Koncepcja testera kondensatorów

Perypetie, czyli konfrontacja z rzeczywistością

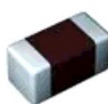
Pierwsze uruchomienie

Zaczynają się kłopoty...

Końcowe testy

Finalny model

Dziś w urządzeniach elektronicznych dominują kondensatory ceramiczne. Najczęściej w obudowach SMD – są to tak zwane wielowarstwowe kondensatory ceramiczne MLCC (Multi Layer Ceramic Capacitors). Ich właściwości są zadziwiające. Niektóre są bardzo stabilne. Inne kondensatory MLCC mają niebotyczne wręcz pojemności, obecnie dochodzące już do 470 mikrofaradów! Tak! Dostępne są miniaturowe kondensatory stałe 470-mikrofaradowe, jak pokazuje przykład z **rysunku 1**.



Mfr. Nr kat.

PMK432C6477MM-T

Nr

części Mouser

963-PMK432C6477MM-T

TAIYO
YUDEN

Kondensatory ceramiczne wielowarstwowe MLCC - SMD/SMT 963-MSASP45MSC6477MT RPLCMT PN 2.5V 470uF X6S 1812 20%

Taśma cięta

1 40,29 zł

10 30,62 zł

50 30,27 zł

100 25,54 zł

Szpuła

500 23,26 zł



Mfr. Nr kat.

KTD250B477M99A0B00

Nr części Mouser

661-KTD250B477M99A0

Chemi-Con

Kondensatory ceramiczne wielowarstwowe MLCC - ołowione 470uF 25V 20% X7R

1 142,72 zł

10 113,78 zł

50 109,22 zł

100 101,18 zł

250 Widok

Rysunek 1



Mfr. Nr kat.

MSASP45MSC6477MTN

Nr części Mouser

963-MSASP45MSC6477

TAIYO
YUDEN

Kondensatory ceramiczne wielowarstwowe MLCC - SMD/SMT 2.5V 470uF X6S 1812 20%

Taśma cięta

1 40,29 zł

10 30,62 zł

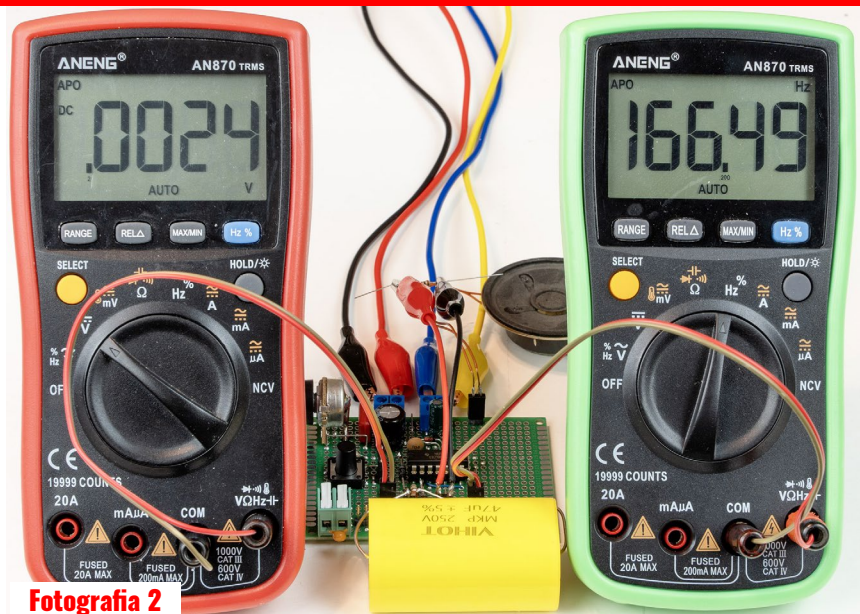
Owszem, jednak wysoką pojemność nominalną i małe rozmiary uzyskuje się wskutek rozmaitych kompromisów. Nie wszyscy wiedzą lub pamiętają, że w wielu kondensatorach ceramicznych pojemność wręcz katastrofalnie zmniejsza się pod wpływem napięcia stałego. Nominalna pojemność określana jest przy braku stałego napięcia polaryzującego. Natomiast gdy na takim kondensatorze ceramicznym występuje napięcie stałe, to pojemność może stać się kilkakrotnie niższa! Tak, kilkakrotnie niższa!

Realne przykłady pokazują **fotografia 2** i **fotografia 3**. Czerwony multimetr mierzy napięcie stałe na kondensatorze, a zielony to częstotlicznik pokazujący częstotliwość generatora RC, w którym pracuje testowany kondensator. Fotografia 2 przedstawia pomiar częstotliwości, a w sumie i pojemności przy praktycznie zerowym polaryzującym napięciu stałym 0,0024 V. Pojemność jest wtedy najbliższa nominalnej. Natomiast jak pokazuje fotografia 3, podanie na badany kondensator stałego napięcia polaryzującego 30 V, zwiększa częstotliwość, czyli zmniejsza pojemność. Zdecydowanie zmniejsza!

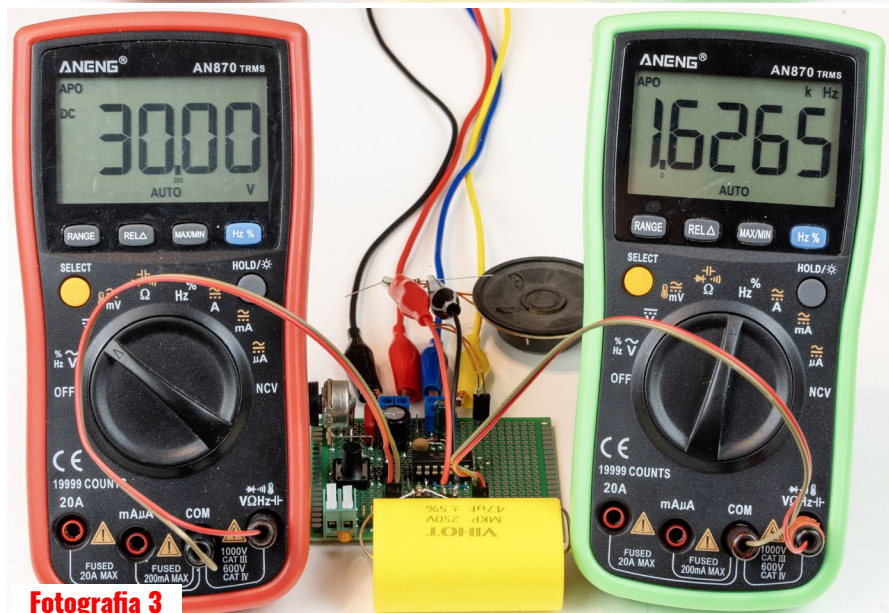
Podanie napięcia stałego 30 V zwiększyło częstotliwość generatora ze 166,5 Hz do 1626,5 Hz, czyli 9,77 razy. A to oznacza, że pojemność badanego kondensatora ceramicznego zmniejszyła się praktycznie dziesięciokrotnie! Co to za kondensator?

Pochodzi on z popularnego, taniego chińskiego zestawu, widocznego na **fotografii 4**. Natomiast **fotografia 5** pokazuje naszego bohatera podczas testu. Jak widać, jest to kondensator oznaczony 106, czyli o pojemności nominalnej 10 mikrofaradów. Oddzielna kwestia, czy w jakichkolwiek warunkach ma on te 10 μF , w każdym razie napięcie stałe radykalnie zmniejsza jego pojemność.

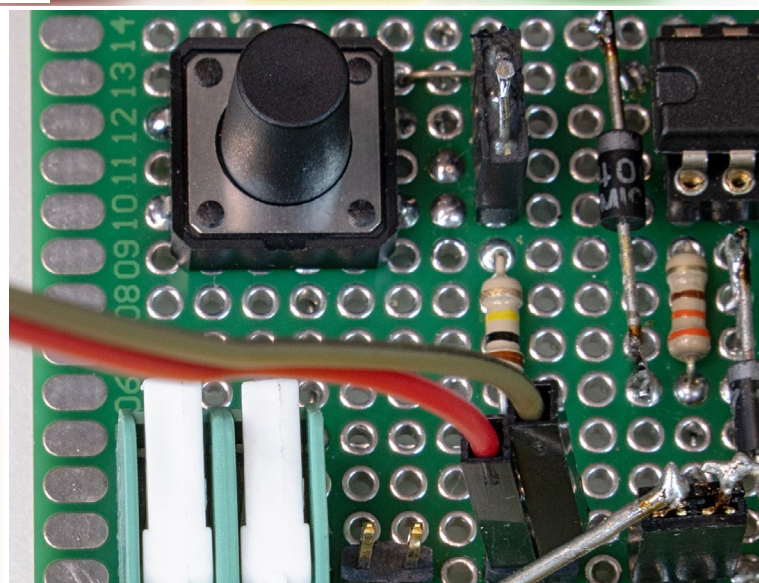
Gdy później mierzyłem inne takie egzemplarze różnice były nawet większe – kilkunastokrotne.



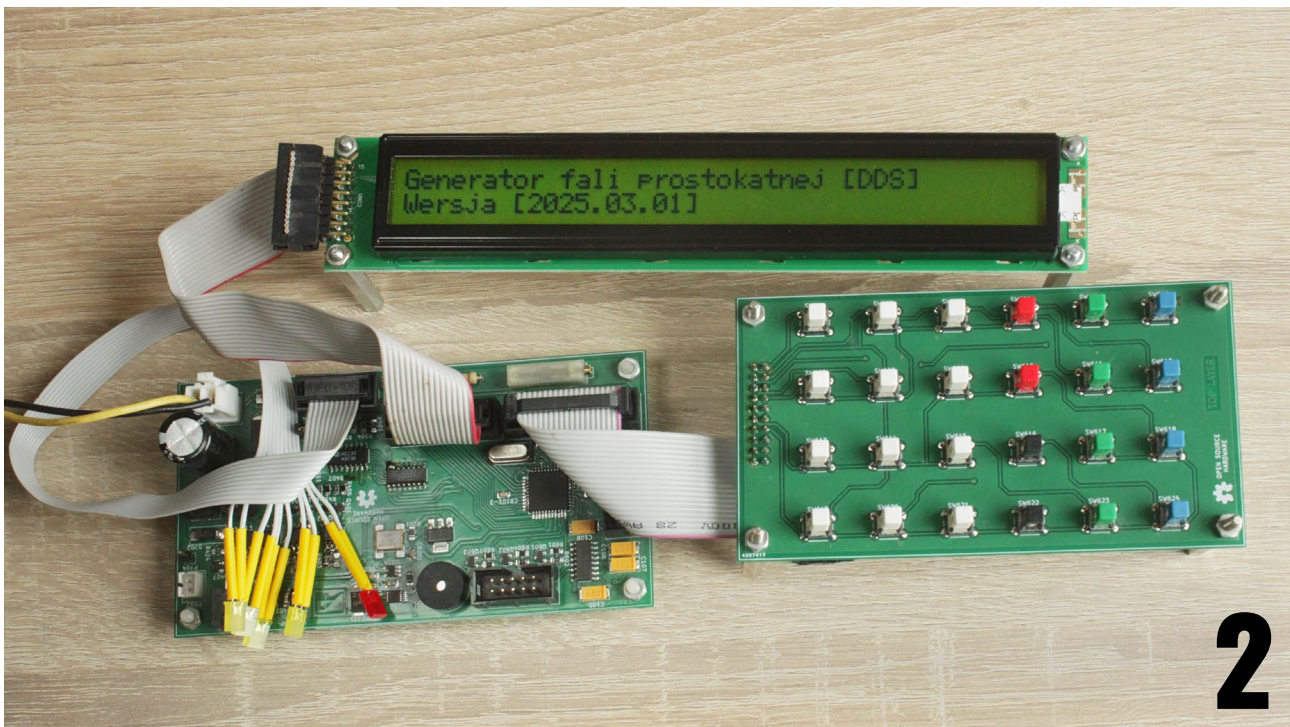
Fotografia 2



Fotografia 3



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



Generator fali prostokątnej, część 2

Po opisaniu części sprzętowej nadszedł czas na zagłębienie się w oprogramowanie. To pozwoli na końcową weryfikację montażu i pierwsze zabawy z nowym sprzętem, który znajdzie zastosowanie z warsztacie hobbysty.

Nowy program

Programowa obsługa klawiatury
Sterowanie stabilizatorem napięcia

Funkcje programu

Końcowa kontrola napięć

Uzyskanie poprawnego napięcia zasilającego, jak pokazuje rysunek 12 z poprzedniej części artykułu, oznacza, że działa sprawnie stabilizator napięcia. W układzie jest jeszcze jedno miejsce o dużej wrażliwości na poprawność montażu, ale tu już potrzebne jest oprogramowanie.

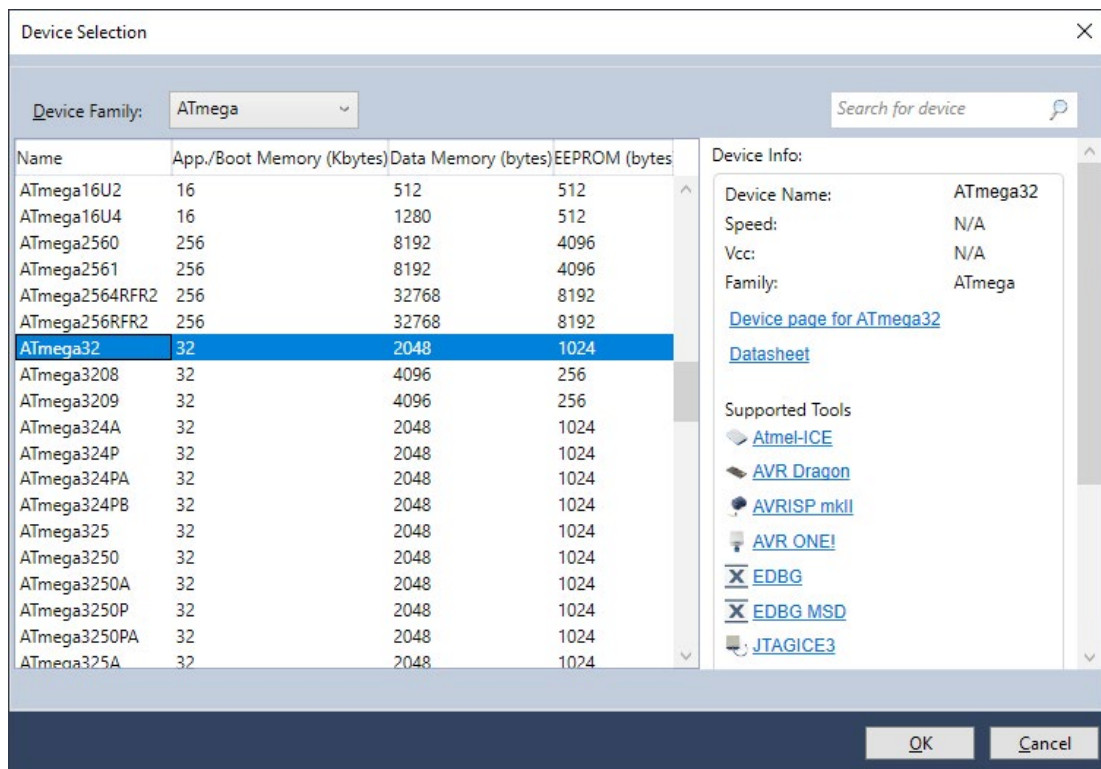
Nowy program

W środowisku narzędziowym Atmel Studio jest utworzony nowy projekt. W konstrukcji generatora używany jest mikrokontroler ATMEGA32, toteż taki należy wskazać jako docelowy w projekcie (**rysunek 1**). Po jego utworzeniu i dołączeniu do niego wszystkich niezbędnych modułów, wygenerowaniu kodu wyniko-

wego i umieszczeniu go w pamięci mikrokontrolera można dokończyć uruchamianie generatora. Jednak wcześniej należy opisać jego cechy użytkowe, a te są ściśle związane z zaprojektowaną klawiaturą. Składa się ona z 24 przycisków zorganizowanych w matrycę o 3 rzędach i 8 kolumnach. Znaczenie poszczególnych przycisków, ściśle odzwierciedlające ich rozmieszczenia na płycie drukowanej pokazuje **rysunek 2**. Można tu dostrzec przyciski pozwalające na wprowadzanie liczb wraz ze znakiem przecinka, gdyż z założenia częstotliwość generowanego sygnału może być wyrażona z dokładnością do dziesiątych części Hz. Wprowadzanie jakichkolwiek danych zwyczajowo wymaga dodatkowych przycisków związanych z edycją,

akceptacją oraz zaniechaniem. Na standardowej klawiaturze komputera zawsze znajdziemy klawisz *Enter*, którego użycie oznacza zakończenie wprowadzania danych, połączone z ich akceptacją – generator natychmiast jest programowany do uzyskania tej częstotliwości. Przeciwnieństwem takiej operacji jest zakończenie wprowadzania połączone z zaniechaniem. Do takich celów zwyczajowo jest używany klawisz *ESC*, który również występuje w naszej małej klawiaturze. Zaniechanie wprowadzania danych oznacza, że generowana częstotliwość nie ulega zmianie. Równie przydatnym przyciskiem jest odpowiednik klawiaturowego *Backspace*, którego naciśnięcie pozwala na usunięcie z wprowadzanych danych ostatniego znaku. Może on okazać się przydatnym w trakcie wprowadzania wartości częstotliwości generowanego sygnału. Ze względu na to, że możliwe jest generowanie wyjściowej fali prostokątnej o różnych poziomach logicznych, klawiatura ma cztery przyciski, które pozwalają na ustalenie „amplitudy” w generowanym przebiegu.

W funkcjonalności generatora istnieje coś, co nazywałem profilem. Jest to złożenie dwóch informacji: częstotliwości oraz amplitudy generowanego sygnału. Po wprowadzeniu tych nastaw (ich wartości są wyświetlane przez moduł LCD), istnieje możliwość zapisania bieżącego profilu w pamięci nieulotnej mikrokontrolera (pamięć EEPROM, w ATMEGA32 wielkość tej pamięci wynosi 1 kB) przy użyciu przycisku *Write*. Zostało przewidziane osiem pozycji (na osiem niezależnych profili). Z związku z tym możliwe jest ich przeglądanie poprzez naciśnięcie przycisku *List* lub pobranie danych z wcześniej zapisanych da-



Rysunek 1

1	2	3	ESC	1.8V	List
4	5	6	Enter	2.5V	Read
7	8	9	Next	3.3V	Write
,	0	Backspace	Prev	5.0V	TSC

Rysunek 2

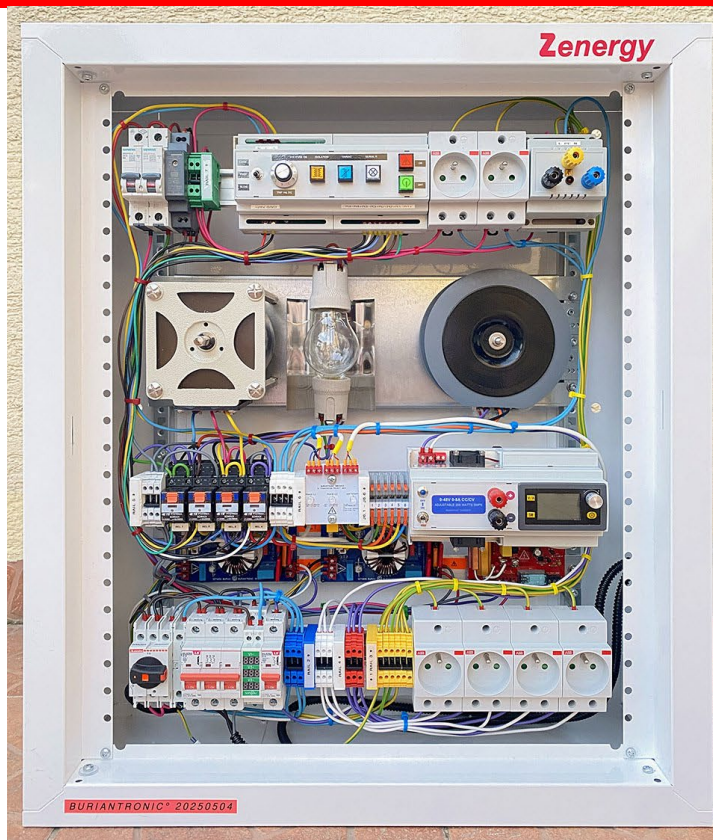
tabeli zapisanych profili lub wybierania z niej pozycji, która stanie się bieżącym profilem, przydatne są dwa przyciski, których naciśnięcie oznacza „daj następny” (przycisk *Next*) lub „daj poprzedni” (przycisk *Prev*). Ostatni przycisk, opisany jako *TSC*, służy do ustawienia stanu wysokiej impedancji na wyjściu generatora. Przycisk ten działa jak „dwójka licząca” – każde jego naciśnięcie zmienia stan na przeciwny.

Po włączeniu zasilania dla generatora, układ wyjściowy jest w stanie wysokiej impedancji do chwili określenia częstotliwości oraz amplitudy sygnału wyjściowego, aby nie być potencjalnym zagrożeniem dla zewnętrznego urządzenia, gdyż ono może tolerować przykładowo napięcie 2,5 V, a „startowo” generator miałby domyślnie określone 5 V.

Programowa obsługa klawiatury

Klawiatura składa się z 24 przycisków połączonych w macierzę o 3 rzędach i 8 kolumnach. Do jej obsługi przeznaczony został cały PORTB i część PORTA (jak pokazuje **rysunek 3**) i odbywa się ona w przerwanach od upływającego czasu. Uważny Czytelnik zapewne zauważy, że port wejściowy klawiatury jest współdzielony ze złączem programującym. W tym przypadku nie zachodzi żaden konflikt, gdyż ten

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



Wspólnie projektujemy: Stanowisko energetyczne

Zaproponowałem, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się ważną dla prawie każdego elektronika kwestią eksperymentów i napraw urządzeń zasilanych z sieci energetycznej. Kwestia ta ma dwa ważne aspekty. Jeden to szeroko pojęte zabezpieczenia, a drugi – monitorowanie napięcia, prądu i mocy.

W numerze ZE 4/2025 postawione było zadanie konkursowe YK025: **Zaproponuj skromniejsze lub bardziej rozbudowane energetyczne stanowisko zabezpieczająco – pomiarowe do pracowni elektronika.** A dlaczego stanowisko zabezpieczająco – pomiarowe?

Otóż napięcie sieci energetycznej 230 V jest śmiertelnie groźne, co potwierdzają informacje prasowe o zgonach spowodowanych przez kontakt z obwodami, gdzie występują takie napięcia.

Początkujący elektronik bez odpowiednich kwalifikacji nie powinien przeprowadzać eksperymentów i prac serwisowych, w których miałby do czynienia bezpośrednio z obwodami sieci energetycznej.

Jednak wielu elektroników chce lub wręcz musi przeprowadzać eksperymenty i pomiary w układach i obwodach dołączonych do sieci energetycznej. W najprostszym przypadku elektronika

interesuje tylko pobór mocy z sieci, a to wymaga pomiaru prądu i napięcia. Jednak pomiary za pomocą woltomierza i amperomierza nie są wygodne. Lepszym rozwiązaniem jest jakaś dedykowana przystawka pomiarowa, która oprócz napięcia i prądu zmierzy też od razu moc, przesunięcie fazowe i ewentualnie także zużyta energię. Czyli interesuje nas pomiar napięcia, prądu i mocy w obwodach sieci.

Druga sprawa to szeroko pojęte bezpieczeństwo. Z jednej strony chodzi o bezpieczeństwo człowieka, żeby minimalizować ryzyko jego porażenia. Z drugiej strony, w praktyce ogromnie ważne jest zabezpieczenie przed uszkodzeniem urządzeń i obwodów dołączanych do sieci. **Bardzo prostym i skutecznym sposobem ochrony badanego urządzenia jest wstępne załączanie go, gdy w szereg z nim włączona jest klasyczna żarówka.**

Fotografia 1 pokazuje mój tego rodzaju ogranicznik, który wykorzystuję od wielu lat. Jest to prosty, wręcz prymitywny sprzęt z jednym gniazdkiem na żarówkę z gwintem E27 i podwójnym wyłącznikiem.

W licznych przypadkach wystarczy takie stanowisko i żarówka 60-watowa. Jednak do różnych eksperymentów i rozmaitych urządzeń lepsza byłaby żarówka o innej mocy. Do wielu eksperymentów optymalna byłaby żarówka o jak najmniejszej mocy, 15 W lub jeszcze mniej. Z kolei do innych przydałaby się żarówka o mocy kilkuset watów, a nawet 1000 W.

Jeżeli chodzi o pomiary w obwodach sieci, to w ZE 11/2023 przedstawiłem artykuł Modułowe mierniki napięcia i prądu zmiennego, w którym opisałem swoje doświadczenia z trzema różnymi modułami pokazanymi na **fotografii 2**.

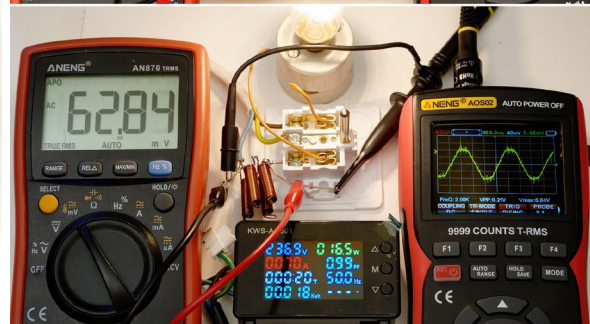
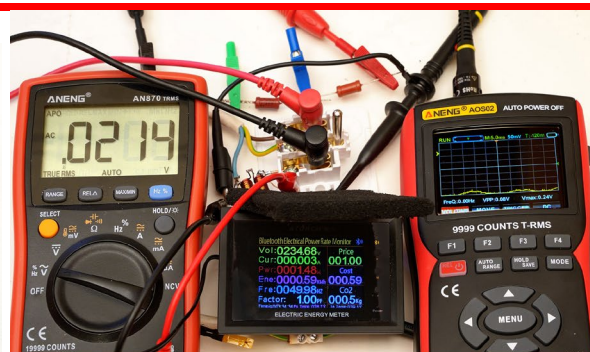
Efektem tych doświadczeń jest „przejściówka pomiarowa”, zawierająca taki moduł, wtyczkę i gniazdko – **fotografia 3**.

Zadanie YK025 zmobilizowało mnie do zrealizowania starych planów, dotyczących realizacji energetycznego, trójfazowego stanowiska testowego. Stawiając to zadanie w kwietniowym numerze pokazałem składniki takiego stanowiska – **fotografia 4**.

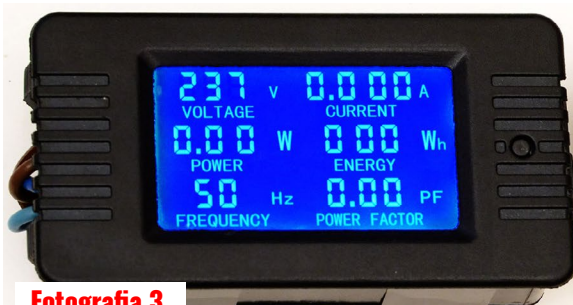
Jeszcze w kwietniu **Szymon Burian** zapewnił, że spróbuje zrealizować swoje stanowisko jako rozwiązanie zadania konkursowego YK025. Obietnicy dotrzymał, o czym świadczy **fotografia tytułowa** tego artykułu (na poprzedniej stronie). I już jest gotowy duży, dwuczęściowy artykuł zatytułowany **Dr Frankenstein Project – stanowisko**



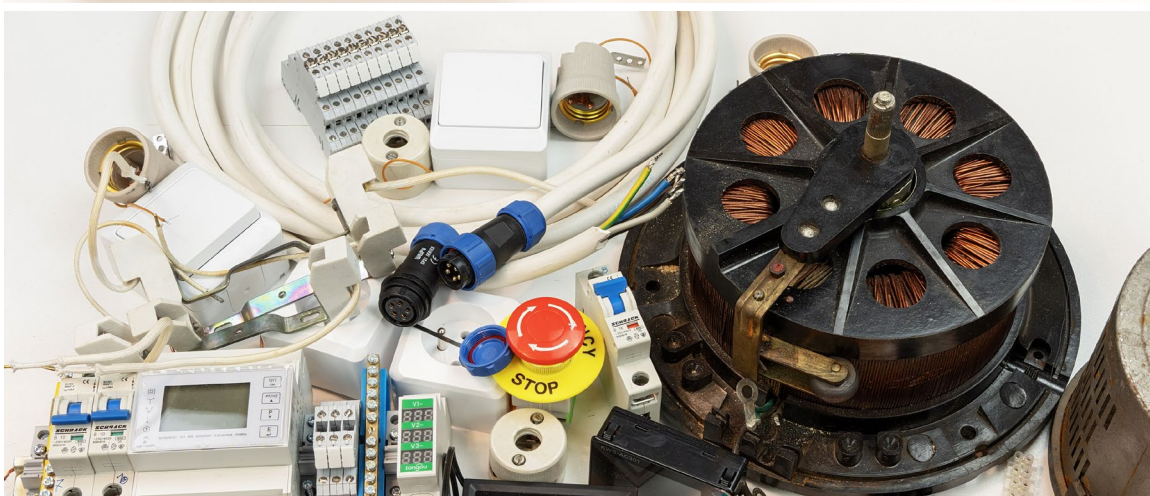
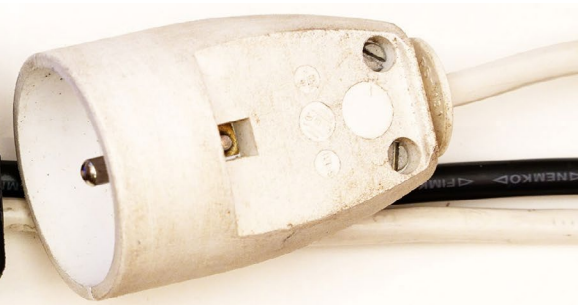
Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



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

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



Wspólnie projektujemy: Wykorzystaj miernik analogowy

Proponuję, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się miernikami i wskaźnikami analogowymi. Czyli przede wszystkim wskazówkowymi. Wprowadzie dziś dominują mierniki cyfrowe, jednak mnóstwo osób wciąż ma ogromny sentyment do starych dobrych mierników analogowych.

Epoka mierników wskazówkowych bezpowrotnie minęła, ale takie wskaźniki zdaniem wielu z nas „mają swoją duszę”. Warto się nimi zainteresować!

Powyższa **fotografia tytułowa** wprowadza w temat tego zadania. Nie chodzi o wykorzystanie analogowych *multimetrów*, tylko samych *wskaźników*.

Jeden kierunek to zastosowanie takiego ustroju do pokazywania wartości napięcia, prądu stałego czy zmiennego czy dowolnego innego parametru „elektronicznego”. Możliwości są nieograniczone.

Natomiast drugi kierunek to wykorzystanie go w roli wskaźnika dowolnej innej wielkości „nieelektronicznej”, na przykład czasu (sekund, minut, dni...). W tej drugiej roli oczywiście potrzebny jest jakiś sterownik – układ elektroniczny, bardziej czy mniej skomplikowany. Tu przyda się pomysłowość – do jakich typowych czy nietypowych celów można wykorzystać większy czy mniejszy miernik wskazówkowy? **Zapraszam do udziału w takim nostalgicznym zadaniu.**

Piotr Górecki

Zadanie konkursowe YK028 brzmi:

Zaproponuj wykorzystanie dowolnych mierników analogowych, przede wszystkim wskazówkowych, magnetoelektrycznych, ale nie tylko takich.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca sierpnia 2025 roku** na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 10/2025 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.



Wyświetlacze 7-segmentowe LED

Wyświetlacze 7-segmentowe LED są wręcz powszechnie używane w różnych urządzeniach do prezentacji informacji numerycznej. Występują w różnych kolorach, wielkościach oraz wariantach technicznych. Ta różnorodność z punktu widzenia konstruktorów jest bardzo istotną cechą.

Wyświetlacz jednocyfrowy LED
Wyższość jednego wariantu nad drugim

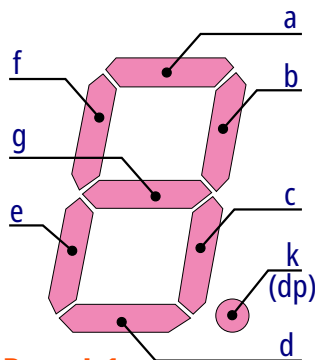
Wyświetlacze wielocyfrowe LED

Każde urządzenie elektroniczne musi mieć możliwość interakcji z użytkownikiem: zarówno jako możliwość wpływania człowieka na pracę urządzenia (to są przede wszystkim różnego rodzaju klawiaturki) oraz jako możliwość „informowania” otoczenia o aktualnych zdarzeniach. Jeśli chodzi o ten „kierunek” komunikacji, w grę wchodzi różnego rodzaju wyświetlacze. Obecnie coraz bardziej modne stają się komponenty, które mają w swej nazwie przymiotnik „graficzne” – jak na przykład graficzne wyświetlacze OLED lub TFT. Ich atrakcyjność wynika chociażby z możliwości

pokazania obrazków. Niestety jest to okupione ogromną złożonościąysterowania takiego wyświetlacza, toteż ich użycie wymaga zastosowania mikroprocesorów posiadających odpowiednio duże zasoby, a nie każdy mikrokontroler jest w stanie „dźwignąć” takie zadanie. Oprócz systemów z „górnej półki” w praktyce hobbystycznej znajdziemy szeroką gamę konstrukcji posilujących się prostymi rozwiązaniami do prezentacji informacji wyjściowej. Budując przykładowo zegarek wystarczy wykorzystać wyświetlacze 7-segmentowe LED.

Wyświetlacz jednocyfrowy LED

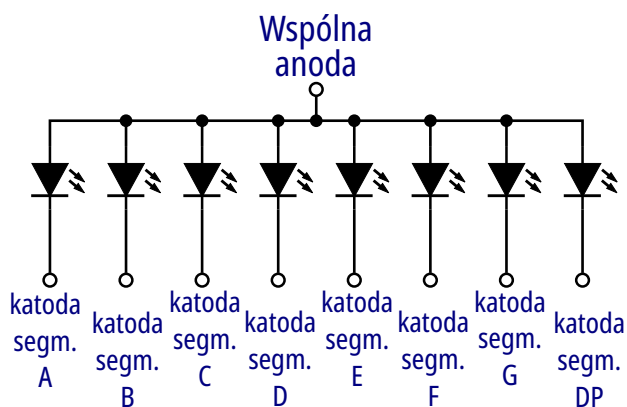
Do zaprezentowania cyfr w sposób wystarczająco czytelny wystarczy siedem segmentów (choć z elektronicznego punktu widzenia tych segmentów jest osiem). Poszczególne segmenty cyfry zostały nazwane kolejnymi literami alfabetu (od *a* do *g*) plus dodatkowy segment, oznaczony jako *k*, przedstawiający kropkę dziesiętną (w dokumentacjach występuje również jako *dp*: od *decimal point* – kropka dziesiętna). Przyporządkowanie poszczególnych segmentów do „grafiki” cyfr pokazuje **rysunek 1** – jest ich siedem. Zobrazowanie cyfry na wyświetlaczu polega na „włączeniu świecenia” odpowiednich segmentów, by sumarycznie złożyło się to do zobrazowania wymaganej cyfry. Uzyskuje się je, bazując na diodach LED – każdy segment to niezależna dioda świecąca. Obecnie diody takie potrafią emitować światło w różnych kolorach,



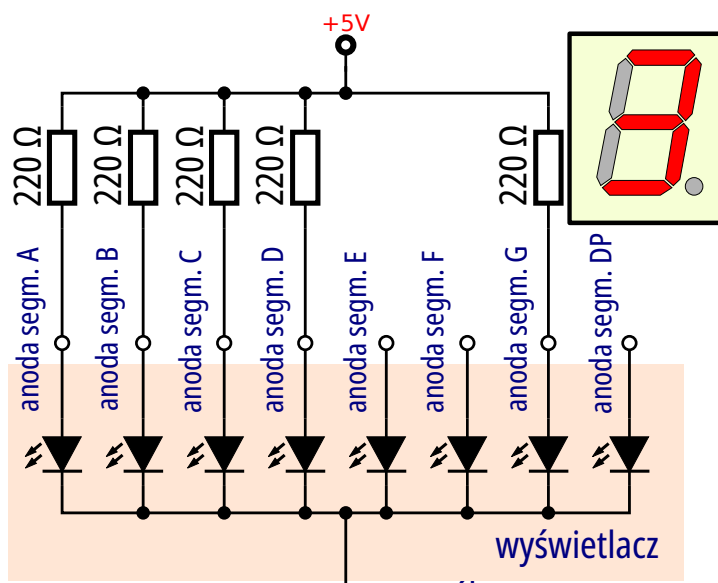
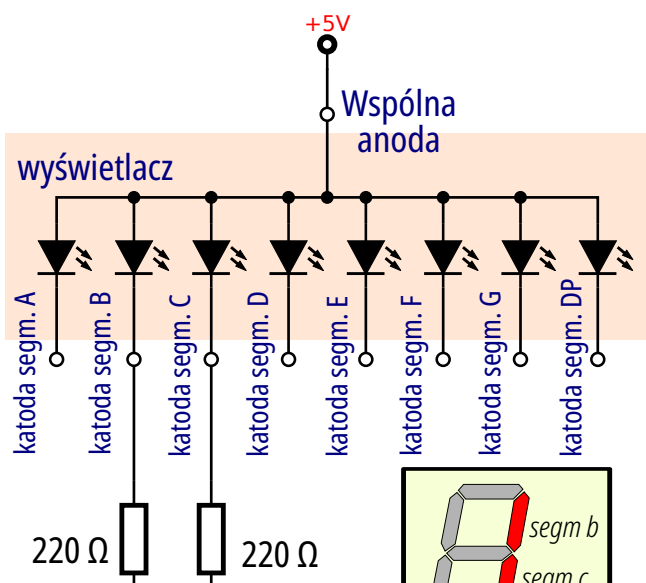
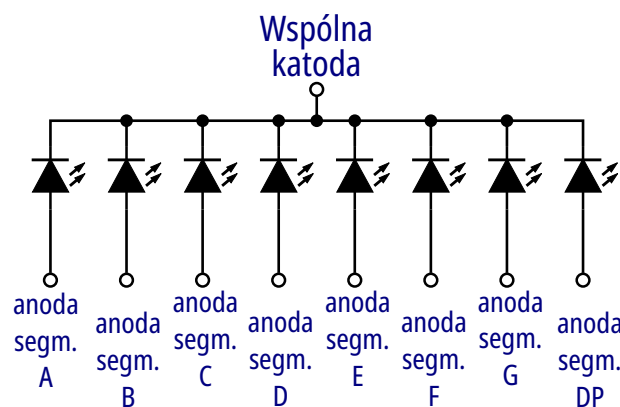
Rysunek 1

toteż przekłada się to na szeroką ofertę barw również w wyświetlaczach 7-segmentowych: najpopularniejsze są czerwone lub zielone. By zredukować liczbę wyprowadzeń z takiego komponentu, wewnątrz niego diody LED są już połączone „jednym końcem”. Istnieją dwa możliwe warianty: połączone ze sobą są wszystkie anody albo katody LED-ów, a drugie końcówki LED-ów są wyprowadzone na zewnątrz (jak widać na **rysunku 2**). W ten sposób mamy wyświetlacz o wspólnej anodzie lub o wspólnej katodzie.

Rzutuje to na sposób ich użycia. W przypadku elementu o wspólnej anodzie należy przyłączyć ją do plusa zasilania, natomiast każdą katodę, poprzez rezystor ograniczający prąd, przyłączyć do minusa (jeżeli dany segment ma świecić), jak pokazuje **rysunek 3**. W drugim wariantcie wspólną katodę łączy się do minusa zasilania, natomiast poszczególne anody poprzez rezystor z plusem (**rysunek 4**).

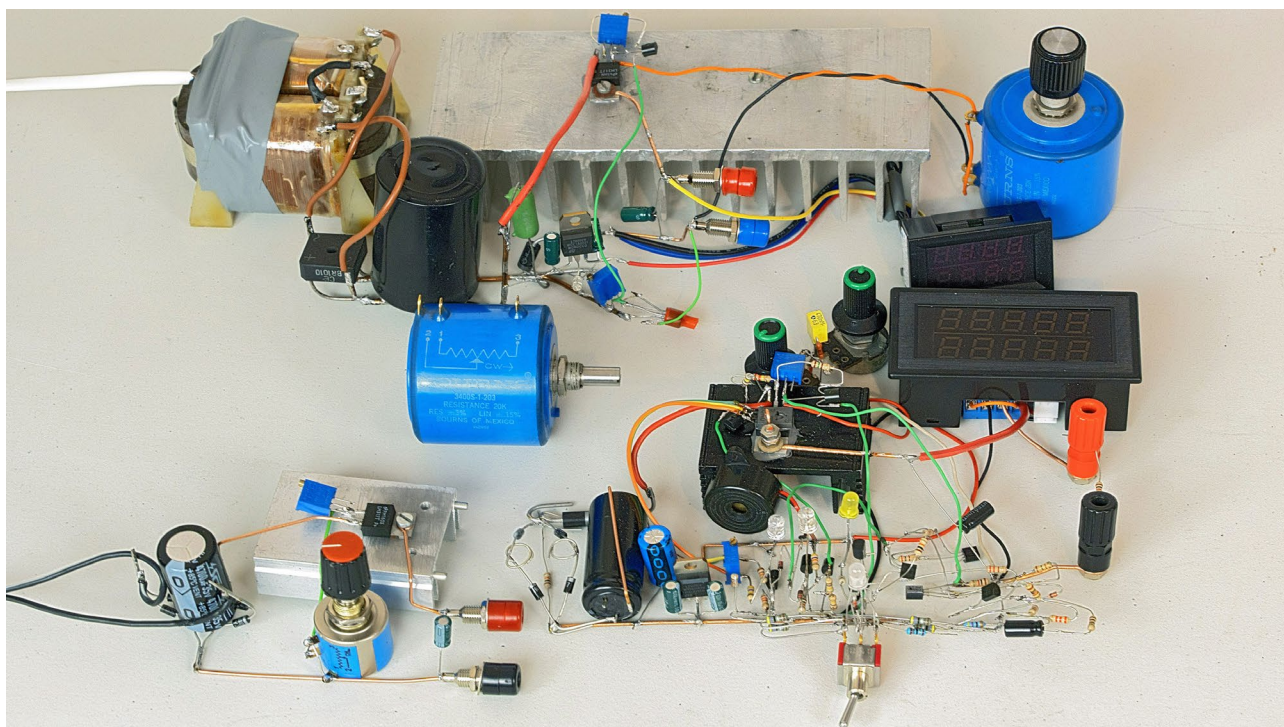


Rysunek 2



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

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



Mały liniowy zasilacz: Stabilizatory trzykońcówkowe

Oto czwarty artykuł serii pokazującej, jak elektronik dla swej ogromnej satysfakcji może zaprojektować i zrealizować niewielki zasilacz liniowy do swojej pracowni. Jeszcze raz podkreślam: liniowy, czyli nie wytwarzający zakłóceń, które są zmurą zasilaczy impulsowych, dominujących dziś na rynku.

Liniowy stabilizator napięcia

Trzykońcówkowe stabilizatory regulowane

Regulowane stabilizatory napięcia ujemnego

Minimalny prąd obciążenia

Jaka jest moc stabilizatora?

Problem mocy strat stabilizatorów liniowych

Moc strat bez radiatora

Moc strat z radiatorem

Napięcie U_{DQ} i stabilizatory LDO

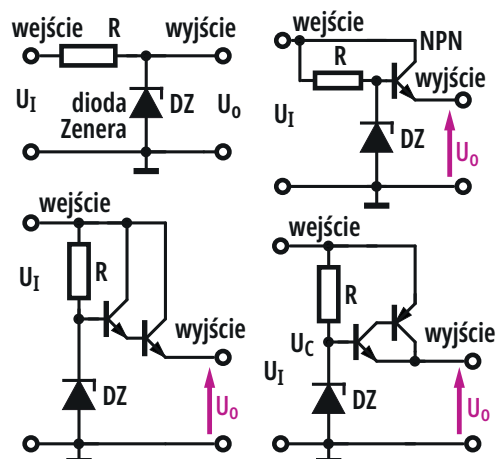
Skokowa regulacja napięcia wyjściowego

W poprzednich artykułach tego cyklu omawialiśmy kwestie doboru transformatora, prostownika i głównego kondensatora filtrującego i doszliśmy do zasilacza niestabilizowanego. Taki niestabilizowany zasilacz może być użyteczny, ale do pracowni elektronika pożądanym jest zasilacz stabilizowany, najlepiej z regulacją napięcia wyjściowego.

Liniowy stabilizator napięcia

Do dziś w podręcznikach można znaleźć schematy prymitywnych, bardzo niedoskonałych liniowych stabilizatorów z diodami Zenera i nielicznymi tranzystorami. Przykłady na **rysunku 1**.

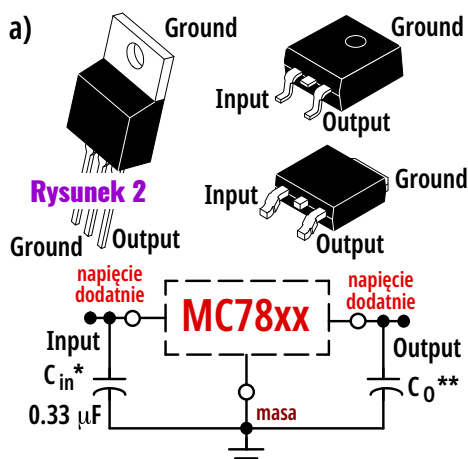
Zapomnij o nich!



Rysunek 1

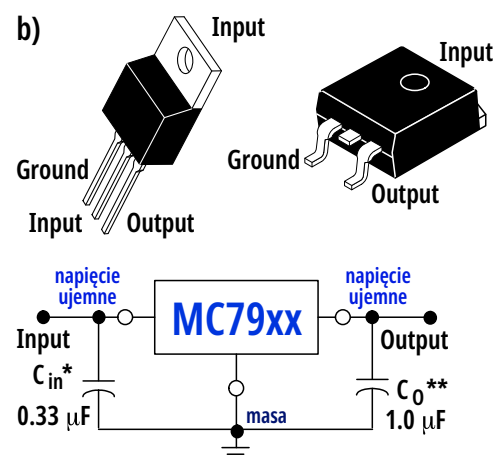
Od wielu lat wykorzystujemy nieporównanie lepsze, gotowe stabilizatory, będące układami scalonymi. Najpopularniejsze były i są wersje o ustalonym napięciu (dawniej z rodziny 78xx, dziś wersje zwane LDO). W rodzinie 78xx dwie ostatnie cyfry oznaczają napięcie wyjściowe; 7805 to stabilizator 5-woltowy, a 12-woltowy to 7812. Wszystkie pracują w takim samym układzie aplikacyjnym, według **rysunku 2a**. Wystarczy taki układ scalony i dwa kondensatory.

Analogicznie mamy stabilizatory napięcia ujemnego względem masy rodziny 79xx o schemacie aplikacyjnym według **rysunku 2b**. To w prosty sposób pozwala zrealizować zasilanie symetryczne napięciem dodatnim i ujemnym względem masy.



- * C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
- ** C_O is not needed for stability; however, it does improve transient response. Values of less than $0.1 \mu F$ could cause instability.

A common ground is required between the input and the output voltages. The input voltage must remain typically 2.0 V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.



- * C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
- ** C_O improve stability and transient response.

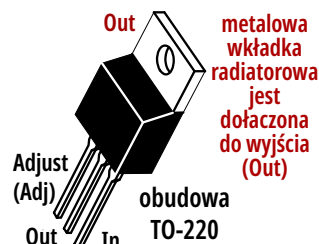
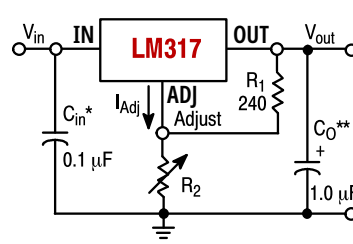
A common ground is required between the input and the output voltages. The input voltage must remain typically 2.0 V above more negative even during the high point of the input ripple voltage.

Trzykońcówkowe stabilizatory regulowane

Ale my chcemy zrealizować zasilacz warsztatowy i interesują nas liniowe scalone stabilizatory napięcia dodatniego o napięciu wyjściowym **regulowanym**, które są zbudowane inaczej. Interesują nas popularne od wielu lat trzykońcówkowe stabilizatory regulowane LM317 i pokrewne.

Nie są to układy nowoczesne – dziś powszechnie wykorzystywane są, działające podobnie, tak zwane stabilizatory LDO, które omówię w kolejnych artykułach. W tej serii artykułów nie zajmujemy się też mniej popularnymi, scalonymi stabilizatorami pracującymi na innych zasadach, np. skądinąd bardzo interesującymi układami rodziny LT308x czy LT304x.

Rysunek 3 pokazuje podstawowy układ aplikacyjny, oznaczenia i układ wyprowadzeń najpopularniejszych stabilizatorów LM317 w obudowie TO-220. Stabilizatory LM317 i pokrewne, w tym



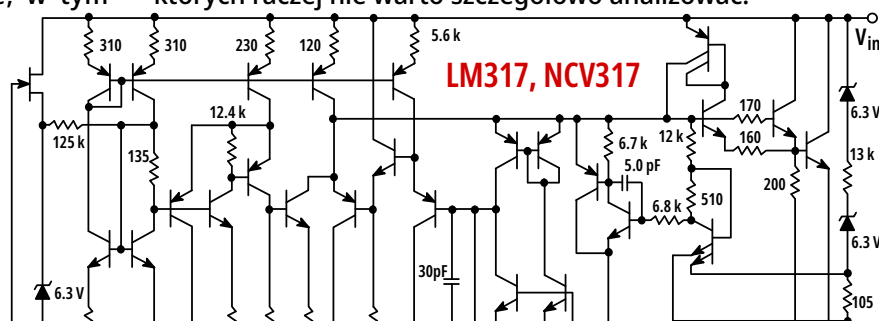
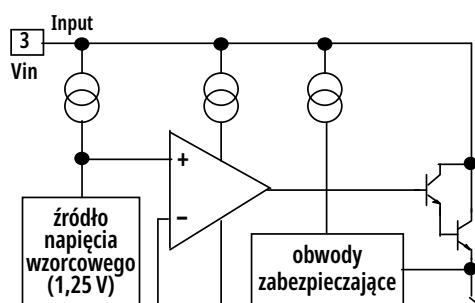
- * C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.
- ** C_O is not needed for stability, however, it does improve transient response.

Rysunek 3
$$V_{out} = 1.25 V \left(1 + \frac{R_2}{R_1} \right) + I_{Adj} R_2$$

Since I_{Adj} is controlled to less than $100 \mu A$, the error associated with this term is negligible in most applications.

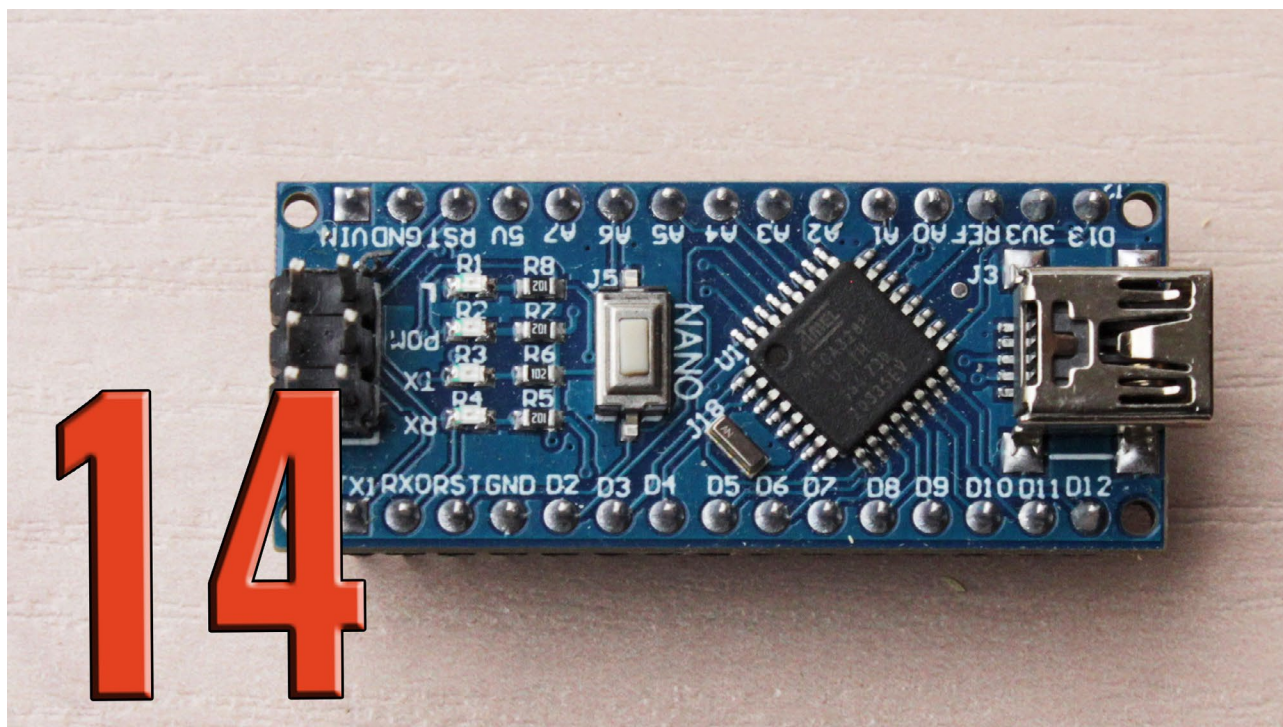
także trzykońcówkowe LDO, pracują według prostej, sprytnej, a nieoczywistej idei: **taki stabilizator stara się utrzymać napięcie 1,25 V między swoimi końcówkami OUT, ADJ.**

Rysunek 4 przedstawia mocno uproszczony schemat blokowy stabilizatora LM317. Natomiast **rysunek 5** pokazuje szczegóły budowy wewnętrznej, których raczej nie warto szczegółowo analizować.



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

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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 14

Aby sprawnie posługiwać się językiem należy przede wszystkim poznać jego możliwości. Takim istotnym elementem są zmienne w programie, a z nimi wiążą się jej typy. Typ zmiennej (poznaliśmy już kilka standardowych) ma duże znaczenie w tworzeniu programu.

[Liczby całkowite](#)

[Liczby rzeczywiste](#)

[Typ będący wskaźnikiem do funkcji](#)

[Zmienne i wskaźniki do zmiennych](#)

[Parametry wywołania funkcji](#)

[Specyfika używania wskaźników](#)

[Przekazywanie tablic przez parametry](#)

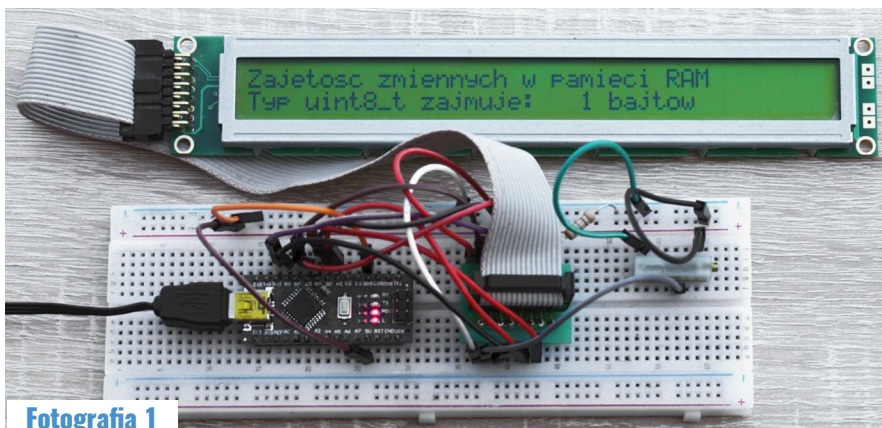
Liczby całkowite

Nieodzownym elementem w programie są zmienne, gdyż to one przechowują wszelkiego rodzaju informacje powstałe w trakcie działania programu. W dotychczasowych działaniach poznaliśmy kilka standardowych typów – liczb całkowitych bez znaku (*uint8_t*, *uint16_t*, *uint32_t* czy *uint64_t*), zajmujących w przestrzeni pamięci RAM obszar od jednego do ośmiu bajtów. Obok nich mamy liczby całkowite ze znakiem (*int8_t*, *int16_t*, *int32_t* oraz *int64_t*), które identycznie „rozpychają się” w pamięci operacyjnej. O zajętości w pamięci zmiennych poszczególnych typów można się przekonać, uruchamiając prosty program, którego fragment pokazuje **listing 1**:

```
int main(void)
{
    ( . . . )
    for ( ; ; )
    {
        ClrScrLCD ( ) ;
        WriteTextLCDFlash ( HelloInfoText ) ;
        NewLineLCD ( ) ;
        _delay_ms ( 1000 ) ;
        WriteTextLCDFlash ( Uint8TSizeText ) ;
        WriteSize ( sizeof ( uint8_t ) ) ;
        WriteTextLCDFlash ( BytesText ) ;
        _delay_ms ( 3000 ) ;
        ( . . . )
    } /* for */ ;
    return ( 0 ) ;
}
```

Efekt działania programu jest widoczny na **fotografii 1**.

Jest tu zastosowana standardowa w języku C funkcja o nazwie *sizeof*, której wynikiem jest liczba całkowita bez znaku, informująca o wielkości wyrażonej w bajtach. Jest to dosyć osobliwa funkcja, gdyż jej parametrem może być identyfikator zmiennej lub typu (normalnie identyfikator typu nie może być przekazany w parametrach). Można jej użyć również w stosunku do własnych typów, przykładowo poznać zajętość w pamięci typu do kolejki FIFO klawiatury, który był opisany w poprzedniej części. Do wyświetlenia liczby jest zastosowana funkcja *WriteSize*, która ma wewnątrz interesujące rozwiązanie – ilustruje to **rysunek 2**. Bez względu na wielkość zmiennej *LocalBuffer* na wynik konwersji liczby do postaci znakowej, algorytm zawsze zachowa się poprawnie: „wyspacjuje” cały bufor, umieści na końcu bufora znak końca napisu i wykona konwersję liczby w taki sposób, by jej ostatni znak był umieszczony na końcu bufora (łańcuch znaków jest dosunięty prawostronnie).



Fotografia 1

Liczby rzeczywiste

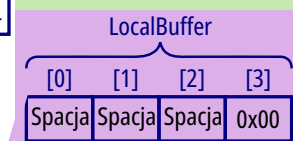
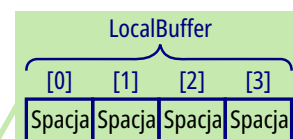
Istotnym standardowym typem zmiennych jest typ rzeczywisty, co nie znaczy, że inne są „wirtualne” jako opozycja do rzeczywistych. Znaczenia jego należy upatrywać w samej matematyce, gdzie istnieje zbiór liczb rzeczywistych, takich, które mogą przyjąć dowolną wartość. Ograniczenie filozofii mikroprocesorów (w tym również tych „dużych”, znajdujących się w naszych komputerach) jedynie do liczb całkowitych byłoby bardzo dużym zawężeniem w zastosowaniach. Komputery również posługują się liczbami rzeczywistymi, chociaż do liczb rzeczywistych im bardzo daleko, tego typu liczby są określane jako zmiennoprzecinkowe. Ich podstawową wadą jest „rozdzielczość”. Jednak zanim zagłębimy się w to

Ograniczając się do świata ludzi, każdą liczbę można zapisać jako $\langle \text{mantysa} \rangle \times 10^{\langle \text{wykładnik} \rangle}$, przykładowo zwykle 1,0 to 1×10^0 , 0,01 to 1×10^{-2} oraz 1000 to 1×10^3 . Ta notacja ma również swoje odbicie w języku C, gdyż poza powszechnie uznaną formą zapisu liczb ułamkowych w postaci $\langle \text{część całkowita} \rangle . \langle \text{część ułamkowa} \rangle$ (tu występuje pewna różnica w stosunku do ludzkich przyzwyczajzeń: znakiem oddzielającym część całkowitą od ułamkowej jest znak kropki, natomiast w zwyczajach ludzi jest to znak przecinka) jest wykorzystywana notacja mantysa – wykładnik. Zapis takiej liczby to „standardowa” liczba ułamkowa, znak E (może być ewentualnie D oraz pisownia wielką czy małą literą nie ma znaczenia) oraz wykładnik. Użyta litera (E albo D) odpowiada liczbie 10 w notacji ludzi. Przykładowo zamiast pisać 0.000001 można napisać 1E-6 – to określa tę samą wartość.

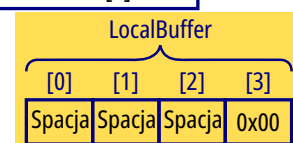
```
static void WriteSize ( uint8_t TypeSize )
```

```
{
    uint8_t Loop;
    uint8_t LocalBuffer [ 4 ];
    uint8_t LastDigit;
    /*-----*/
    for ( Loop = 0 ; Loop < sizeof ( LocalBuffer ); Loop ++ )
        LocalBuffer [ Loop ] = ' ';
    LocalBuffer [ sizeof ( LocalBuffer ) - 1 ] = 0;
    Loop = sizeof ( LocalBuffer ) - 2;
    for ( ;; )
    {
        LastDigit = ( uint8_t ) ( TypeSize % 10 );
        LocalBuffer [ Loop ] = LastDigit + ( uint8_t ) 0x30;
        TypeSize = TypeSize / 10;
        if ( ( ! Loop ) || ( ! TypeSize ) )
            break;
        Loop --;
    } /* for */;
}
```

Wielkość zmiennej w bajtach = 4



Wpis w ostatni element LocalBuffer[3]=0

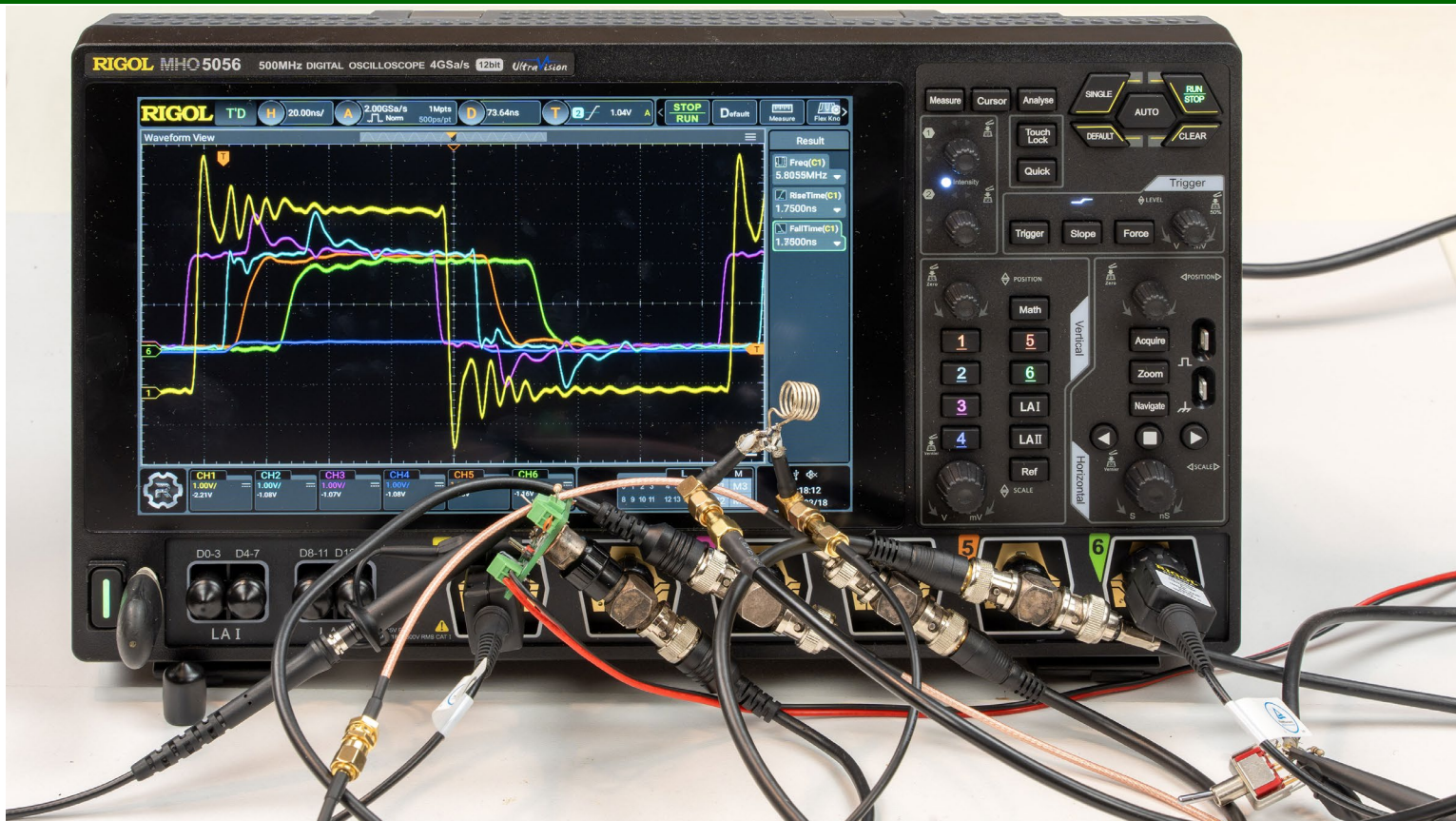


Zaczynamy przetwarzanie od: Loop=4 - 2 = 2

Loop=2

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

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



Dopasowanie falowe – praktyczne przykłady

W poprzednich dwóch artykułach tej serii omówiłem wstępne, podstawowe informacje na temat rezystancji (impedancji) falowej oraz dopasowania falowego. W tym artykule pokazuję oraz omawiam kilka prostych przykładów tego, co dzieje się w przypadkach obecności i braku dopasowania falowego.

Czy rezystancja falowa to rezystancja strat?
Kiedy jest problem z dopasowaniem falowym?

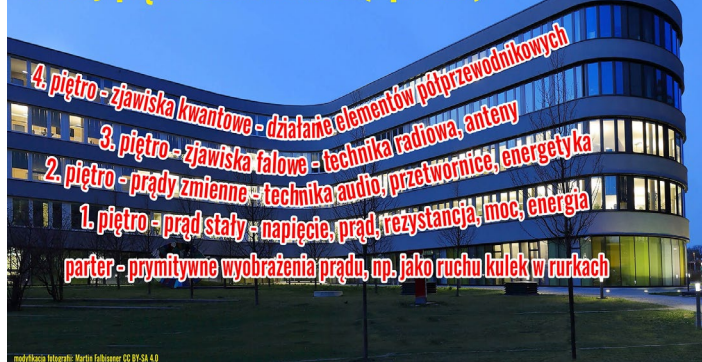
Bardzo dziwna oporność

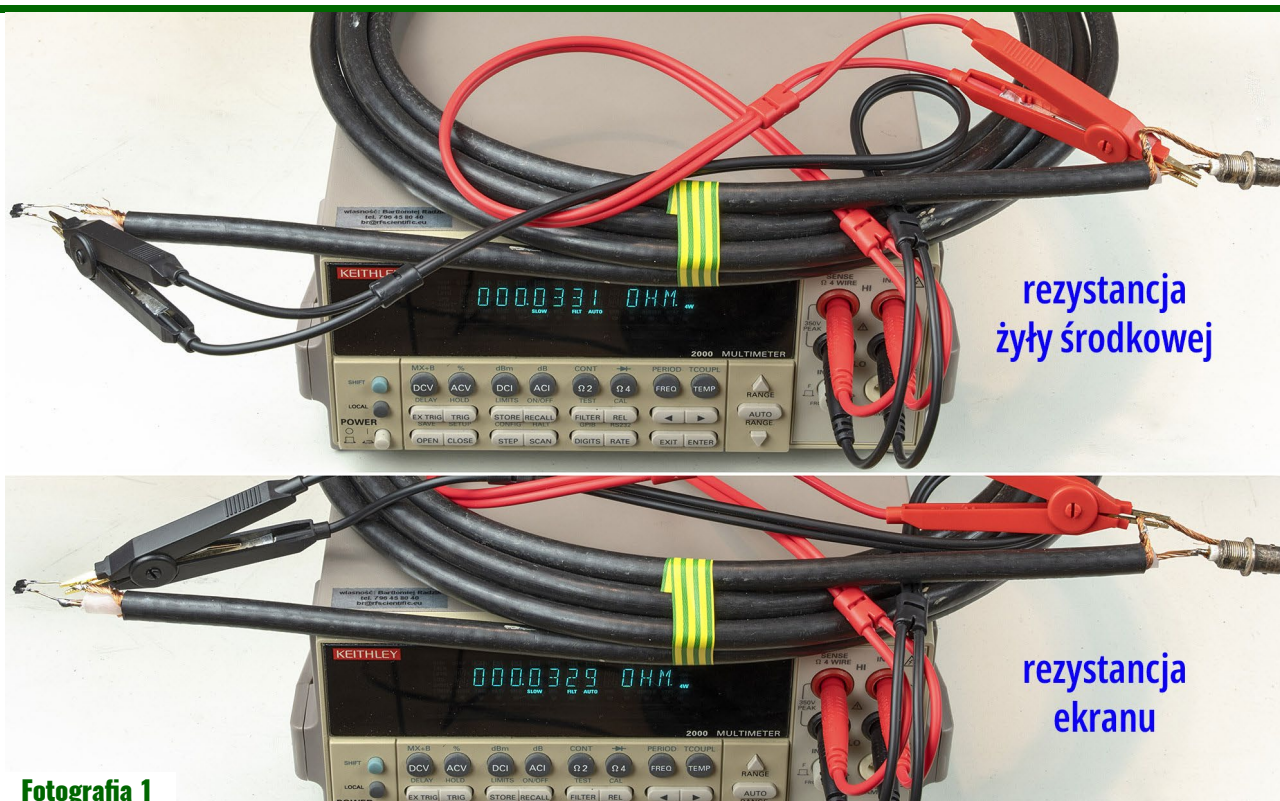
Fundamentem elektroniki, w szczególności „elektroniki radiowej” jest zaakceptowanie faktu, że energia elektryczna, a raczej elektromagnetyczna zawsze przekazywana jest w sposób bezprzewodowy, powiedzmy falowy, jako energia swego rodzaju drgań.

Nierozłącznie wiąże się z tym problem zjawisk falowych, w szczególności odbić. Omawiałem to w dwóch poprzednich i omawiam także w tym artykule serii.

A po takim krótkim omówieniu dopasowania falowego w następnych artykułach zajmiemy się dwoma innymi rodzajami dopasowania: dopasowaniem energetycznym oraz dopasowaniem szumowym.

Cztery piętra elektroniki (i parter)





Fotografia 1

Czy rezystancja falowa to rezystancja strat?

Zacznijmy od tego, że **najczęściej mamy do czynienia z kablami 75-omowymi i 50-omowymi**. Te omy to wartość *impedancji falowej* kabla. Potocznie zwykle mówimy jednak, że chodzi o kable o rezystancji 75 i 50 omów. I w sumie słusznie, ale może to prowadzić do nieporozumień.

W literaturze pisze się o *impedancji charakterystycznej* kabla, która, jak się okazuje, jest rezystancją. A raczej ma charakter „dziwnej rezystancji”. I właśnie tu trzeba wyjaśnić nieporozumienia.

Otóż po pierwsze, bardzo często mówi się, że **rezystancja to przeciwstawianie (się)** i zwykle rezystancja *kojarzy się ze stratami, z zamianą mocy elektrycznej na ciepło*.

Zasadniczo słusznie! Ale trzeba tu oddzielić, różnić dwie zupełnie różne kwestie.

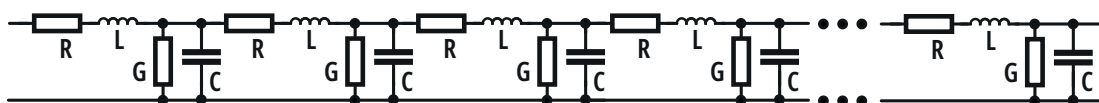
Otóż nie tylko początkujący słysząc, że kabel jest 50-omowy, biorą omomierz i próbują w takim kablu znaleźć te 50 omów. Bez skutku! Rezystancja *między żyłami* jest ogromna i omomierz na pewno jej nie zmierzy – pokaże rozwarcie. I słusznie. Z kolei *rezystancja obu żył* albo rezystancja żyły środkowej i rezystancja ekranu okazują się śmiesznie małe, zależne od długości kabla. **Fotografia 1** pokazuje pomiar rezystancji 50-omowego kabla o dłu-

Rezystancja żyły środkowej i rezystancja ekranu (oplotu) są znikome – wynoszą 0,033 oma! Nie tędy droga. Takie pomiary rezystancji żył nie mają nic wspólnego z impedancją charakterystyczną kabla!

Przypomnijmy, że rezystancja R i przewodność G na omawianym już wcześniej **rysunku 2** reprezentują właśnie straty, powodujące grzanie kabla.

Tak, ale mierząc zgodnie z rysunkiem 2 sumaryczną rezystancję drutu kabla zwyczajnym omomierzem możemy określić co najwyżej tylko część tych strat. Przy wysokich częstotliwościach z kilku powodów straty w kablu rosną (straty w przewodach z uwagi na nasłórkowość, ale przede wszystkim straty w dielektryku). I właśnie dlatego kable przeznaczone do pracy przy bardzo wysokich częstotliwościach, mające małe straty, są takie drogie. Ale to oddzielny temat.

My na razie chcemy rozróżnić dwa rodzaje rezystancji i w tym celu straty w kablu, reprezentowane na rysunku 2 przez R i G na razie całkowicie pomijamy. Teraz rozpatrujemy hipotetyczny kabel idealny, bezstratny, o schemacie jak na **rysunku 3**. Jak już wiemy, elementarne indukcyjności i pojemności w takim kablu wyznaczają właśnie impedancję



Rysunek 2

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

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



Historia europejskiego projektu – mikrokontroler AVR

Bardzo popularne obecnie mikrokontrolery z rodziny AVR mają swoją ciekawą i niejako zaskakującą historię, która zaczęła się w latach 90. XX wieku. Początkowo niepozorny projekt obecnie urósł wręcz do lidera w ofercie procesorów do prostych projektów.

Konkurencja dla rodziny C51
Pierwsze AVR'y

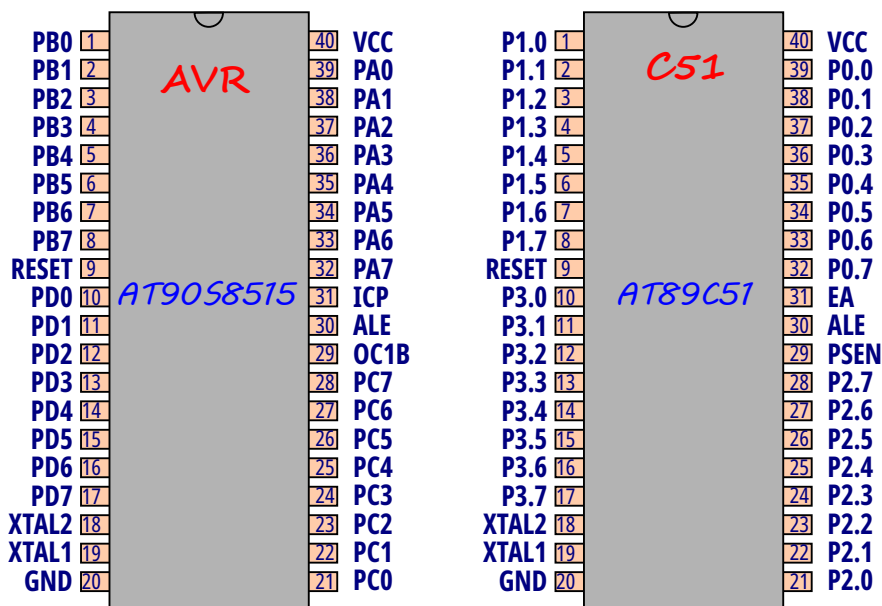
Rozłam w rodzinie
Oprogramowanie narzędziowe

Mikrokontrolery AVR są doskonałym przykładem, jak niepozorne marzenia mogą przerozdzic się w wielki projekt. Zapewne nie zdawali sobie z tego sprawy dwaj studenci Norweskiego Uniwersytetu Naukowo-Technicznego (**fotografia 1**, autor: Ssolbergj, licencja: Creative Commons), którzy opracowali platformę AVR. Istnieje sugestia, że symbol AVR pochodzi od pierwszych liter imion twórców (**A**lf, **V**egard oraz **RISC** jako Reduced Instruction Set Computer – komputer ze zredukowaną listą instrukcji). Ten projekt później został przejęty przez Atmel Norway, spółkę zależną od Atmel, ulokowaną w Norwegii. To tam był rozwijany w sensie sprzętowym jak i narzędziowym.



Fotografia 1

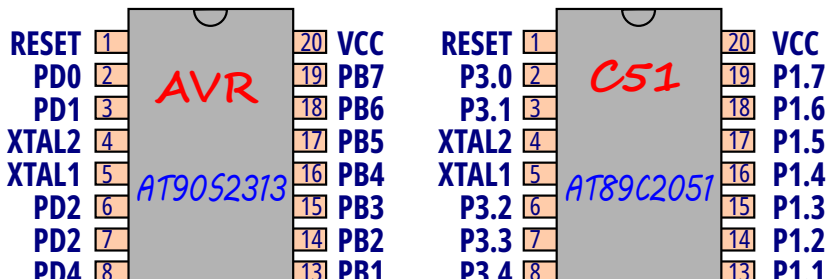
Później amerykańska firma Atmel doprowadziła do znacznego rozwinienia oferty. Do dyspozycji użytkowników są modele, różniące się zasobami przede wszystkim w sensie wielkości pamięci Flash, przeznaczonej na program, wewnętrznej pamięci operacyjnej RAM, pamięci nieulotnej EEPROM, jak również podzespołami peryferyjnymi do komunikacji na zewnątrz. Ostatecznie Atmel połączył swoje siły z firmą Microchip. Szeroka gama oferowanych modeli spowodowała, że ten europejski wynalazek stał się popularny na całym świecie.



Rysunek 2

Konkurencja dla rodziny C51

Trudno oprzeć się wrażeniu, że początkowa oferta mikrokontrolerów AVR była konkurencyjna dla popularnej ówczesnie rodziny mikrokontrolerów określanych jako C51. Flagowe układy tej rodziny to AT89C51 – mikrokontroler posiadający cztery porty wejścia-wyjścia oraz mikrokontroler AT89C2051 – model zredukowany do dwóch portów (układy z tej rodziny są/były produkowane przez wiele firm a podane symbole dotyczą oferty Atmela). Wystarczy popatrzeć na rozkład wyprowadzeń mikrokontrolera AT90S8515 w konfrontacji z AT89C51 (rysunek 2). Występuje duża zbieżność, ale nie da się wyjąć z konstrukcji procesora AT89C51 i w to miejsce wstawić AT90S8515 (pomijając już kwestię programu, mikrokontroler C51 oraz AVR mają całkowicie inny zestaw wykonywanych instrukcji, ale dysponując programem źródłowym taka adaptacja jest możliwa). Istotną występującą różnicą jest sygnał Reset: dla AVR jest aktywny stanem niskim, natomiast C51 resetuje się stanem wysokim. Dodatkowo występuje odmienne znaczenie pinów o numerach 29...31, jednak w sytuacjach, gdy nie jest używana dodatkowa pamięć, przyłączona do mikrokontrolera, nie mają one znaczenia, gdyż raczej należy uznać, że AVR jest „nadbudową” dla C51. Podobnie jest w przypadku „zredukowanego” modelu zawierającego po dwa porty (rysunek 3). Tu również występuje identyczna różnica dotycząca sygnału Reset.

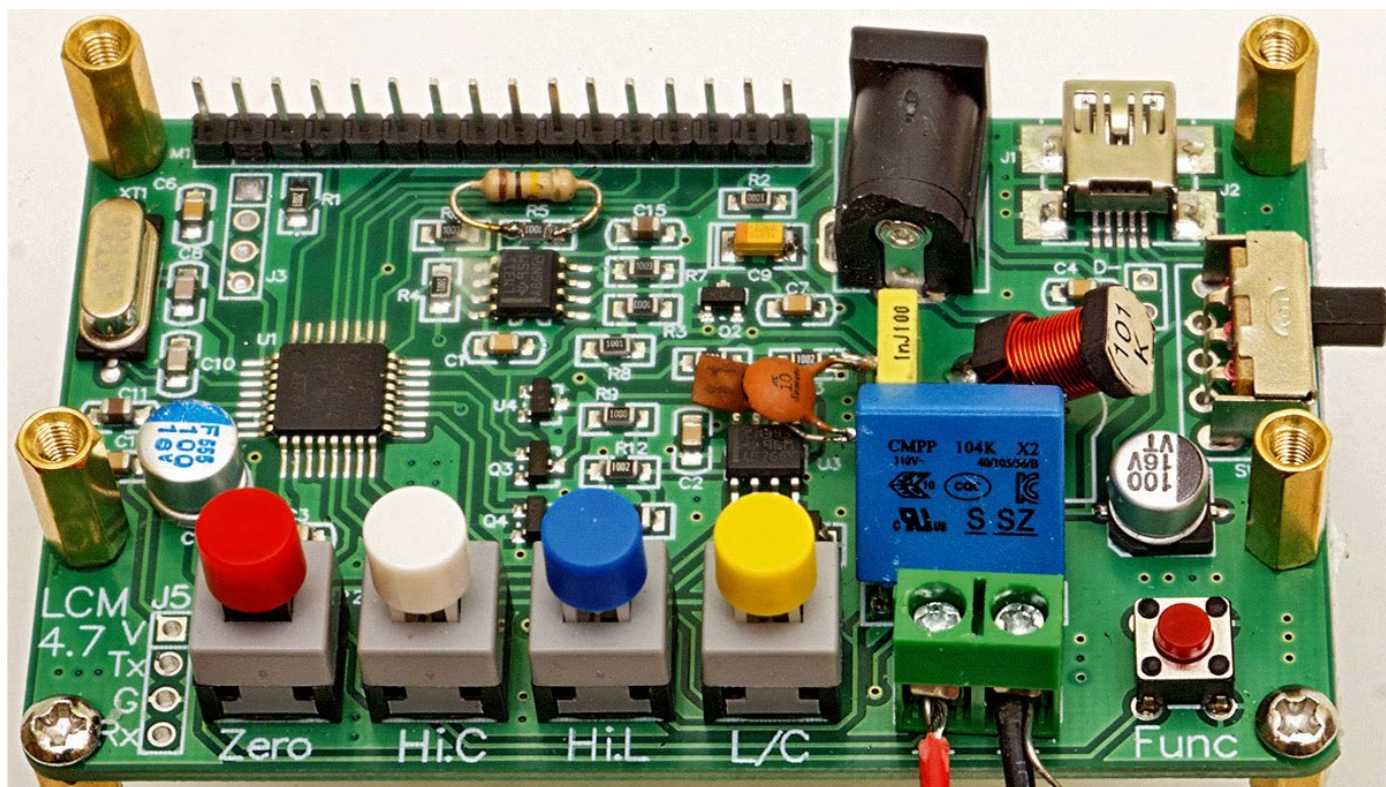


C51 oferował z istotnych kontrolerów jedynie dwa timery oraz obsługę transmisji szeregowej, to AVR jest znacznie bogatszy we wbudowane układy peryferyjne oraz posiada wewnętrzną pamięć EEPROM.

Inną cechą, która znacząco wpłynęła na popularność mikrokontrolerów AVR jest fakt, że mogą one być programowane w docelowej konstrukcji. Oznacza to, że w przeciwieństwie do C51 nie ma potrzeby wyjmowania układu z płytki i umieszczania go w odpowiednim programatorze, by w jego pamięci Flash umieścić nasz nowy program (z czasem taką cechę zyskały również układy C51). Znacząco komplikuje to proces opracowania docelowego programu i zmusza do stosowania podstawek w przypadku obudów typu DIP lub PLCC. Mikrokontrolery AVR mają możliwość wpisania do nich kodu programu w docelowej konstrukcji. Coraz większe ich możliwości niosą za sobą „zapotrzebowanie” na większą liczbę wyprowadzeń i to wymusza stosowanie obudów przewidzianych do lutowania powierzchniowego. Pozwala to na zastosowanie ich nawet w konstrukcjach hobbystycznych, gdyż przeniesienie kodu programu z komputera PC do pamięci mikrokontrolera nie wymaga skomplikowanego wyposażenia sprzętowego.

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

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



Mierniki LC-100A, LC-200A

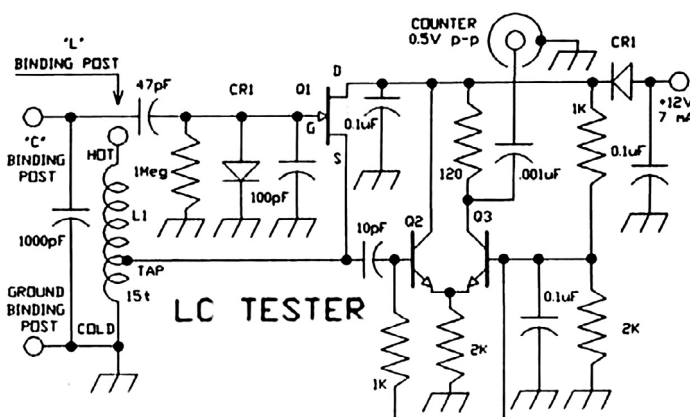
W poniższym artykule omawiam mierniki, wykorzystujące genialną zasadę pomiaru, które mierzą pojemność i indukcyjność z rewelacyjną wręcz rozdzielczością. Teoretycznie mogą mierzyć z dokładnością ułamka procenta, ale niestety mnóstwo egzemplarzy chińskich wersji ma bardzo istotne wady.

Praktyczne problemy z genialnym rozwiązaniem

Czy kupić LC-100A lub LC-200A?

Moje kłopoty z miernikiem LC100-A

Historia amatorskich mierników LC-100A zaczyna się mniej więcej w połowie lat 90. Podstawowa idea pochodzi od **Billa Carvera**, z artykułu z czasopiśma *Communications Quaterly* (Winter, 1993), gdzie Autor wskazuje, iż taka koncepcja była wykorzystana już w latach 60., w profesjonalnym mierniku LC Tektronix 130. Na **rysunku 1** pokazana jest jego przystawka do częstościomierza. Jest to generator Hartley'a z tranzystorem JFET. Częstotliwość drgań wyznaczona jest oczywiście przez iloczyn LC. Pomysł polega na tym, żeby mierzyć pojemność i indukcyjność na podstawie **zmiany** częstotliwości.



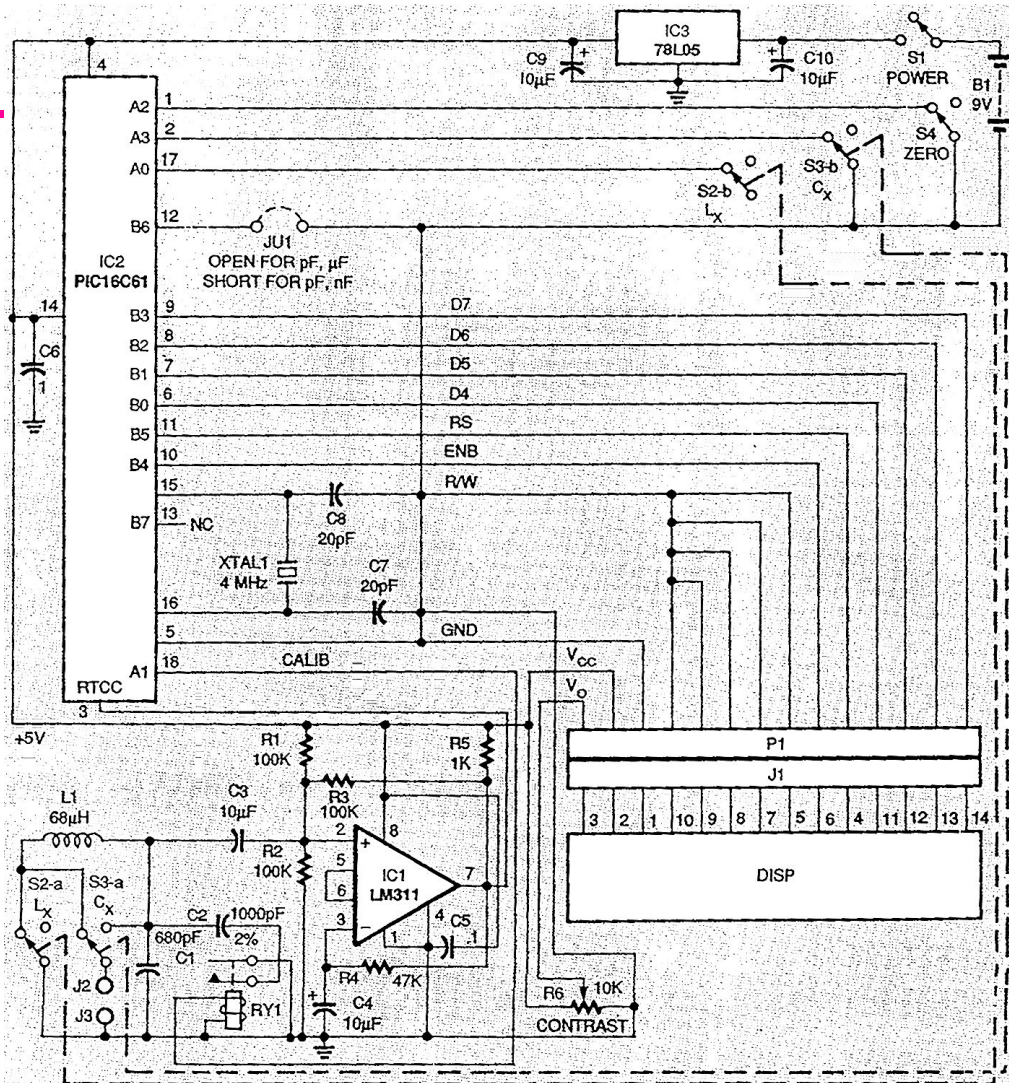
Rysunek 1

Tylko teoretycznie łatwe jest określenie L czy C na podstawie pojedynczego pomiaru częstotliwości. Nie wchodząc w liczne szczegóły, *głównym problemem przy prostym, jednokrotnym pomiarze pojemności byłaby konieczność użycia wzorcowej cewki o dokładnie określonej indukcyjności*. A to jest wymaganie nie do zrealizowania dla amatora!

Sprytny pomysł polega na tym, że *w układzie można wykorzystać niemal dowolną cewkę i nie trzeba znać jej indukcyjności*. Jej indukcyjność o tyle nie ma znaczenia, że może być wyliczona na podstawie różnicy częstotliwości, powodowanej dołączeniem do obwodu rezonansowego kondensatora o znanej, ściśle określonej pojemności. I właśnie ten *kondensator staje się jedynym wzorcem. Dokładność pomiaru zależy od jego dokładności i stabilności*. Stosunkowo łatwo

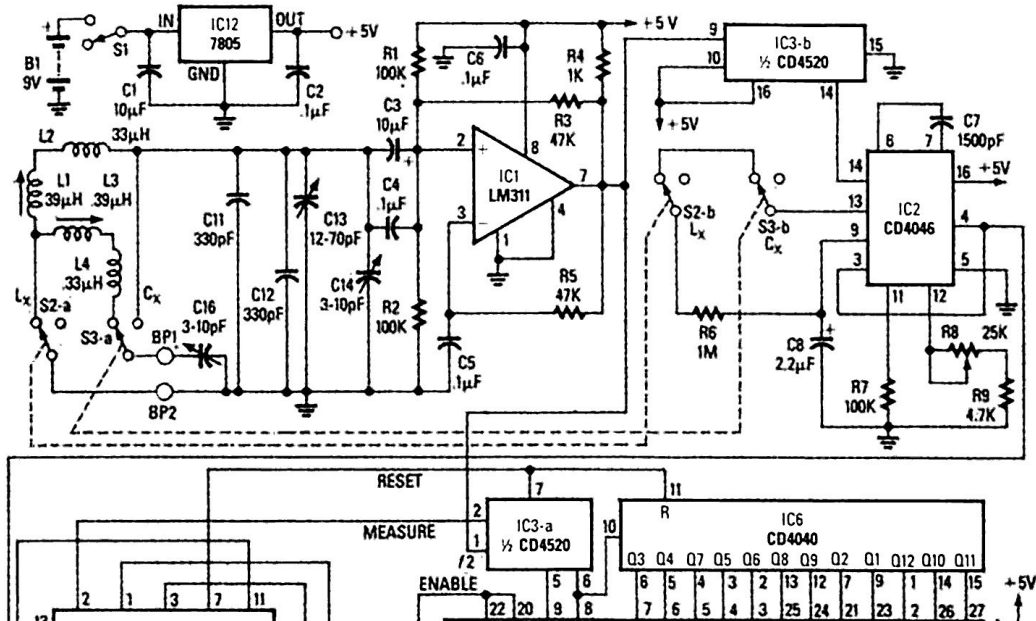
jest wejść w posiadanie dobrych, stabilnych kondensatorów o wąskiej tolerancji i niewielkiej pojemności.

W rozwiązaniu z rysunku 1 użytkownik musi przeprowadzić pomiary, zapisać wyniki i dokonać dość pracochłonnych obliczeń za pomocą kalkulatora. I tu przechodzimy do następnego kroku: w czerwcu roku 1996 **Neil Heckt** w czasopiśmie *Electronics Now* opisał swój projekt miernika LC. Schemat widoczny jest na **rysunku 2**. Generator zrealizowany jest na komparatorze LM311. Tu wyraźnie widać, że przekaźnik RY1 dołącza do C1 (680 pF) dodatkową pojemność C2 o wartości 1000 pF. I właśnie C2 to pojemność wzorcowa, od dokładności której zależą wyniki pomiarów. Natomiast tolerancja C1 i cewki L1 nie mają znaczenia, byle były to elementy



Rysunek 2

Co ciekawe, w roku 1996 Neil Heckt opublikował w czasopiśmie *Radio-Electronic* podobny, dokładniejszy miernik, o takiej samej zasadzie działania, także z generatorem na LM311, ale bez mikroprocesora, tylko z pamięcią EPROM – **rysunek 3**. „Na obciążonym dole” są tylko dekodery 4056 i wyświetlacz LCD.



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

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



Akumulatory wczoraj i dziś (2)

To jest drugi artykuł serii przybliżającej różne rodzaje akumulatorów. W poprzednim omówiłem zaskakująco długą historię akumulatorów kwasowo-ołowiowych oraz rozmaitych zasadowych. Poniższy artykuł przybliży historię i właściwości najpopularniejszych dziś akumulatorów litowych.

[Akumulatory litowe](#)
[Akumulatory fosfatowe](#)
[Inne rodzaje akumulatorów](#)

[Akumulatory ze stopioną solą i wanadowe...](#)
[Superkondensatory i ogniwa paliwowe](#)

Historia akumulatorów jest fascynująca, ale nas najbardziej interesują różne odmiany akumulatorów litowych, bowiem one są dziś najpopularniejsze.

Akumulatory litowe

W ostatnich latach, na naszych oczach wystąpiła istna eksplozja popularności **akumulatorów litowych**. Obiecujące właściwości litu jako składnika baterii i akumulatorów znano od dawna. Problemem było opracowanie nie tylko praktycznie użytecznych, ale przede wszystkim **bezpiecznych** akumulatorów litowych.

Wcześniej na rynku pojawiły się **jednorazowe** ogniwa i baterie litowe. Długo nie potrafiono jednak zrealizować dobrych **akumulatorów** litowych. W latach 60. i 70. w różnych ośrodkach uniwersyteckich i w laboratoriach firmowych prowadzono intensywne badania, ale wyniki były słabe. Trzeba było przezwyciężyć kilka poważnych problemów, w tym możliwość samozapłonu bardzo aktywnego metalicznego litu. Dlatego powstanie najpopularniejszych dziś akumulatorów litowych jest dziełem wieloletnich prac szeregu naukowców.

Nobel Prize in Chemistry 2019

W roku 2019 Nagrodę Nobla otrzymało trzech z nich (**fotografia 1**), ale trzeba przyznać, że znaczący wkład mieli też inni badacze. Badania trwały co najmniej od lat 60., ale trzeba było licznych kolejnych kroków, żeby uzyskać praktycznie użyteczny akumulator litowy. I tak w roku 1974 **M. Stanley Whittingham** zrealizował tak zwane **elektrody interkalacyjne**, gdzie czynne jony litu niejako wsuwały się między warstwy siarczku tytanu.

Następny ważny krok około roku 1980 zrobił **John Goodenough**, używając w roli katody nie kłopotliwego siarczku tytanu, tylko tlenku litowo-kobaltowego (LiCoO_2). Jego pomysł nie był jeszcze wystarczająco dobry do budowy akumulatorów komercyjnych.

Tu koniecznie trzeba podkreślić, że do dziś w akumulatorach **litowych** wykorzystuje się **kobalt**, dlatego właśnie, także w kontekście Chin, Afryki i niewolniczej pracy dzieci, mówi się o strategicznym znaczeniu nie tyle **litu**, co właśnie **kobaltu**, powszechnie wykorzystywanego w większości dzisiejszych akumulatorów litowo-jonowych.

Następnym ważnym krokiem było zastąpienie anody wykonanej z niebezpiecznego metalicznego litu węglem, a ściślej interkalacyjnym grafitem, co pozwoliło zbudować w połowie lat 80. praktycznie użyteczne prototypy (**Akira Yoshino**). Pomysł został skomercjalizowany przez zespół **Sony** i koncern chemiczny **Asahi Kasei** w 1991 roku – właśnie wtedy pierwsze akumulatory litowe pojawiły się na rynku.

Były to akumulatory **litowo-jonowe (Li-Ion)**, gdzie przenoszący jony elektrolit był cieczą. Później ten ciekły elektrolit zastąpiono stałym polimerem (kompozycją polimerów). W roku 1997 Sony i Asahi Kasei wypuściły na rynek **akumulatory litowe polimerowe (Li-Poly, Li-Po)**.

W kwestiach nazewnictwa Li-Ion i Li-Po narosło sporo nieporozumień: akumulatory polimerowe to też są akumulatory litowo-jonowe, tylko przenoszący jony litu elektrolit ma postać pasty polimerowej. Dziś spośród wszystkich znanych akumulatorów najlepsze są właśnie aku-



© Nobel Media. Photo: A. Mahmoud
John B. Goodenough



© Nobel Media. Photo: A. Mahmoud
M. Stanley Whittingham



© Nobel Media. Photo: A. Mahmoud
Akira Yoshino

Fotografia 1



Fotografia 2

Mnóstwo akumulatorów litowych ma postać walców, a aktualnie najpopularniejsze są wersje o średnicy 18 mm i długości 65 mm, oznaczane 18650 – przykład na **fotografii 2** (z linku: https://s.click.aliexpress.com/e/_okjTWij). Akumulatory (kobaltowe) tej wielkości mogą mieć pojemność do około 3500 mAh, czyli 3,5 Ah, co przy napięciu 3,7 V daje zawartość energii około 13 watogodzin. Na rynku jest wiele tanich akumulatorów wielkości 18650 o deklarowanej (dużo) większej pojemności – przykład na **rysunku 3**, ale to jest jawne oszustwo, bo absolutnie nie jest to możliwe ze względów fizykochemicznych.



⚡ Zaoszczędź 13,72zł

Oszczędności na początek lata

148,39zł 8% zniżki

Koniec: 23:59 9 maja CET

Najniższa cena w ciągu 30 dni przed obniżką
cen. ~~162,11zł~~ ①

Cena zawiera podatek VAT; Dodatkowe 8% zniżki

🔥 12,00zł zniżki na zamówienia powyżej 120,00zł

30000mAh 3.7V 18650 akumulator litowo-jonowy LED latarka
wędkarska lampka nocna blokada hasła akumulator do elektronarzędzi
7 sprzedanych

kolor: 10PCS Battery

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 skarbow



Szukaj

Szukaj



Wspieraj na Patronite.pl

Dziękuję za Twoje wsparcie!



Wesprzyj

Powered by PATRONITE

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

X – Różne – Jak sama nazwa wskazuje.

Dodatkowo są jeszcze dwie, odrębne kategorie:

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

C – Cykle Do tej kategorii należą wieloodcinkowe cykle edukacyjne.

Obserwuj nas w mediach społecznościowych



Najnowsze artykuły



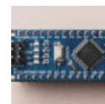
3 tygodnie ago

Wspólnie projektujemy: Trzecia ręka elektronika



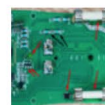
3 tygodnie ago

„Warsztatowe” zakupy w Chinach



3 tygodnie ago

Mikroprocesorowa ośla łączka, część 6



3 tygodnie ago

Skrzynka pytań i odpowiedzi.
Wytrzymałość wejść częstotściomierza AN870

Nasi przyjaciele



FORBOT

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 7/2025

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>
oraz konto buycoffee.to: [buycoffee.to/ piotr-gorecki](https://buycoffee.to/piotr-gorecki)**

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.