



ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ

z Piotrem Góreckim

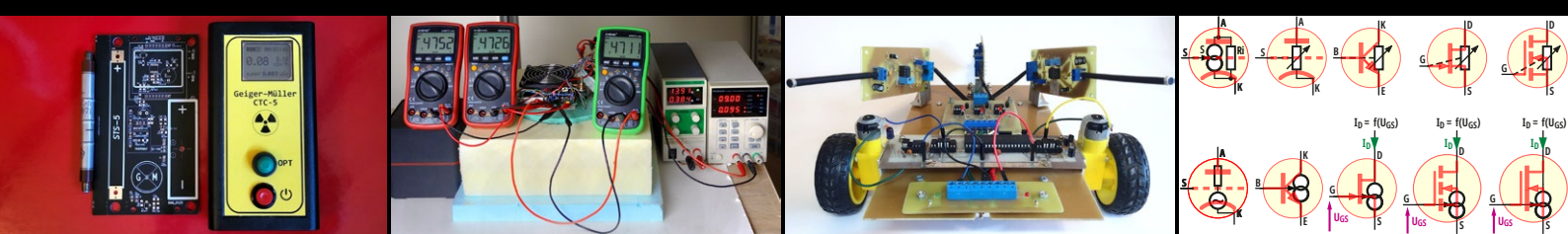
1/2024 Styczeń (13)

piotr-gorecki.pl



Zrozumieć Elektronikę: zaczniemy od podstaw

- Licznik Geigera-Müllera na STM32 • Komora termiczna z tanim sterownikiem
- Robot – tropiciel dźwięków • Lampy elektronowe: parametry dynamiczne
- Odkrywamy tajemnice multimetru Aneng AN870 • Podstawy automatyki – pomiary prądów i napięć
- Izolowany galwanicznie mostek USB-SPI • Parametry rozstrzygające o wyborze oscyloskopu



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

Zawartość numeru 1/2024

19

O ELEKTRONICE PRZYSTĘPNE



Zrozumieć Elektronikę: zacznijmy od podstaw

Artykuł jest uzupełnieniem filmu B001 na moim kanale YT. Zawiera informacje, których nie ma w filmie, ale film zawiera wątki, których nie ma w artykule. Jest to przeznaczone dla zupełnie nieorientowanych wprowadzenie do kursu „Fascynujące przemiany energii”, pokazującego fundamenty elektroniki.

3

Słowo wstępne – styczeń

4

Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników

9

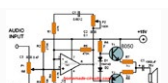
Łamigłówki elektroniczne styczeń 2024

11

Rozwiązania Łamigłówek listopad 2023

KONKURSY

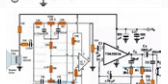
16



Tropimy błędy: Wzmacniacz 2 W do iPod'a

KONKURSY

18



Tropimy błędy: Elektroniczny stetoskop

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

30



Licznik Geigera-Müllera na STM32

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

40



Wspólnie projektujemy: Sterownik komory termicznej

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

41



Wspólnie projektujemy: Uniwersalny termostat

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

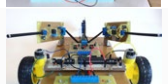
43



Komora termiczna z tanim sterownikiem

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

54



Robot – tropiciel dźwięków

ELEMENTY I MODUŁY

59



Lampy elektronowe: parametry dynamiczne

MIERNICTWO

64



Odkrywamy tajemnice multimetru Aneng AN870

ELEKTRONIKA UŻYTKOWA

71



Podstawy automatyki – pomiary prądów i napięć

MIKROPROCESORY

75



Izolowany galwanicznie mostek USB-SPI

MIERNICTWO

93



Parametry rozstrzygające o wyborze oscyloskopu

PYTANIA I ODPOWIEDZI

99



Jakie są typy, nazwy i cechy powielaczy napięcia?

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – styczeń



Witam!

Właśnie mija rok od czasu ukazania się czasopisma i oto mam przyjemność zapowiedzieć, że zgodnie z nazwą, i w czasopiśmie, i na moim kanale YouTube będą ukazywać się równolegle artykuły i filmy pozwalające „Zrozumieć Elektronikę”.

Stopniowo będziemy omawiać najróżniejsze zagadnienia i aspekty elektroniki, także te realizujące program *Radiowej Osłej Łączki*. Jednak to są zagadnienia trudniejsze, a trzeba zacząć od podstaw.

Podstawą, fundamentem jest energia i przemiany energii, które przedstawię w sposób praktyczny i zaproszę do działania w ramach kursu „Fascynujące przemiany energii”. Nawet dla doświadczonych elektroników będzie to znakomita okazja, by wreszcie osobiście, a może z dziećmi lub wnukami, zrealizować to, co zawsze chcieli zrobić, a na co ciągle brakowało czasu. Daje to ogromną radość – dobrze wiem, że tak jest, bo sam się o tym przekonałem, wstępnie realizując różne na pozór proste eksperymenty w ramach przygotowania tego kursu przemian energii.

Wszystko wskazuje, że dostępny będzie gotowy zestaw elementów, pozwalający bez problemu zrealizować proponowane interesujące ćwiczenia.

Ponieważ ćwiczenia kursu „Fascynujące przemiany energii” przeznaczone są nie tylko dla elektroników, ale też do osób początkujących i zupełnie niezorientowanych, dlatego postanowiłem wcześniej przedstawić kilka filmów i artykułów, przeznaczonych głównie dla tej grupy osób. W tym numerze jest to artykuł okładowy, którego wersją i uzupełnieniem jest film na moim kanale YouTube.

Do przeczytania i obejrzenia filmu zapraszam także Ciebie! Podobnie jak do lektury całego styczniowego wydania czasopisma, gdzie znajdziesz mnóstwo wartościowego materiału.

Zachęcam do udziału w licznych konkursach oraz do realizacji projektów, opisanych w tym numerze. Śmiało możesz też do mnie napisać. Bardzo dziękuję za wsparcie za pośrednictwem Patronite, które jest głównym źródłem finansowania czasopisma!

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.

Witam Panie Piotrze!

Przed chwilą udało mi się opublikować pierwsze części kolejnego znakomitego cyklu, który wyjaśnia podstawy techniki cyfrowej. Tak jak zawsze poprawiłem wszystkie literówki, małe błędy, które znalazłem i jeden rysunek, który zawierał bramkę AND na przekątnikach. Ze względu na to, że pierwsza część cyklu zawierała tylko jeden rysunek, dodałem siedem fotografii, tak żeby urozmaicić tekst (...)

Pozdrowienia
Rafał Wiśniewski

Po seriach o rezystorach, kondensatorach, cewkach i tranzystorach, przyszła kolej na podstawy techniki cyfrowej. Bardzo się cieszę, że Rafał sukcesywnie umieszcza na stronie piotr-gorecki.pl kolejne moje wcześniejsze materiały, które uznał za najbardziej wartościowe, przede wszystkim dla tych, którzy dopiero zaczynają. Ja jestem zajęty tworzeniem bieżących numerów ZE i nie dałbym rady tego robić.

Witam,
bardzo interesująca i pouczająca seria artykułów:
piotr-gorecki.pl/er023-poznajemy-kondensatory-czesc-4/

Na ww. stronie można by dodać zdjęcia (nie drukujemy tego, a dziś transfery są wystarczające na grafikę) poszczególnych typów kondensatorów.

Ja na pierwszy rzut oka rozróżniam kondensatory oczywiście elektrolityczne, ceramiczne typu lizaczki, zaś pozostała grupa, te prostokątne, to domyślam się, że są z grupy MKP i tym podobne. Nie mam tego utrwalonego, przeczytałem opis właściwości w zasadzie ile wiedziałem, tyle wiem, ponieważ ich nie rozróżniam i zlewa mi się to w umyśle.

A w starszym sprzęcie są kondensatory takie siwo-białe, leżące – mikowe, foliowe? Nie wiem jakiego są typu, a chciałbym wiedzieć.

Zaznaczam, z mojej strony, jednak pewnie są też inni czytelnicy, którym takie grafiki byłyby pomocne.

Pozdrawiam
Jacek Kosecki

Na stronie internetowej Rafał Wiśniewski umieszcza odświeżone moje starsze materiały. Ja pracuję nad nowymi artykułami i właśnie zapisałem kolejny temat do opracowania i zaprezentowania: podstawowe rodzaje kondensatorów, z jakimi aktualnie mamy do czynienia w praktyce. Temat czeka w kolejce, ale najpierw będą analogiczne artykuły o rezystorach, w tym także o rezystorach precyzyjnych oraz bardzo precyzyjnych i stabilnych.

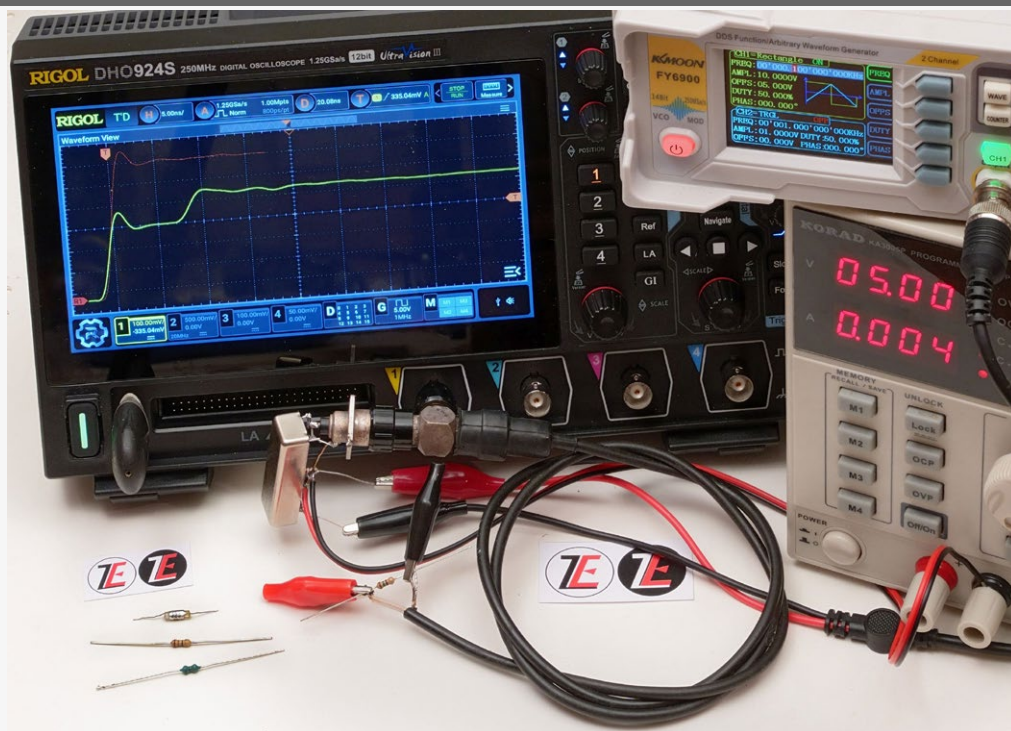
Dzień dobry,

niedawno trafiłem na YT na Pana filmiki, z sentymentem przypominały mi się moje początki nauki na studiach techniki mikroprocesorowej (20 lat temu ;-)
z Pana książki w Bascomie na ATtiny2313. Swoją drogą szkoda, że nie ma swojej młodszej wersji jak ATmega8 (328) czy ATmega32 (324).

Teraz ma Pan na tapecie radiokomunikację. Czy może Pan przygotować filmik(i) w temacie prądów wysokich częstotliwości w kontekście efektu naskórkowego? Szperając trochę w sieci na temat prac Tesli, zdałem sobie sprawę, że za moich czasów studenckich jak mantry uczono nas obwodów prądu stałego i prądu przemiennego, ale tylko dla 50 Hz. A przecież można generować szybsze sygnały i odpowiedź obwodu będzie zupełnie inna niż dla 50 Hz.

Pozdrawiam
Łukasz Michalski

E-mail od Łukasza przyszedł w czasie, gdy testowałem i pisałem artykuł na temat „szybkiego” oscyloskopu Rigol DHO924S. Na potrzeby testów naprędcie zbudowałem bardzo prosty generator wytwarzający bardzo krótkie impulsy, rzędu pojedynczych nanosekund, o bardzo stromych zboczach (**fotografia obok**). Już w tym artykule, który pojawi się w jednym z najbliższych numerów ZE, pokazane będą przykłady „odpowiedzi” zupełnie innych niż dla 50 Hz”. A temat zjawisk falowych będzie stopniowo rozwijany także w nowym cyklu filmów „Zrozumieć Elektronikę”.



Witam,
moja propozycja artykułu: topniki do SMD typu np. TK83 lub RF800; czym się różnią (skład chemiczny), jaki wpływ mają na rozlutowanie/lutowanie? Kiedy należałoby umyć płytkę po lutowaniu (ja zawsze myję). Kiedy zastosować pastę, żel lub w płynie, itd.

Wstęp można by zacząć od cyny i kalofonii – opisać dlaczego, po co i na co :), a potem rozwinąć na powyższe.

Pozdrawiam
Czytelnik

Witam,
pomiar metodą Kelvina (...) nurtuje mnie zagadnienie pomiarów ww. metodą. Jest ona dokładna, jednak przewody pomiarowe również mają jakąś niezerową rezystancję – małą, ale jednak. Na nich też występuje jakiś mały spadek napięcia, więc to zapewne wpływa w jakiś (mały) sposób na wynik.

Czy są to tak małe wartości, że nie bierzemy ich pod uwagę, a ta metoda jest najlepsza, jaką aktualnie możemy wykorzystać do pomiaru?

Pozdrawiam
Czytelnik

Pytanie jest interesujące. Zajmę się tym w artykule z serii *Skrzynka pytań i odpowiedzi*. Tam spróbuję w jak najbardziej przystępny sposób pokazać, dlaczego błędy są eliminowane przy czteropunktowych pomiarach Kelvina i co w praktyce stanowi ograniczenie dokładności.

Panie Piotrze,
taka myśl mi przeszła przez głowę przy czytaniu artykułu oznaczonego Y036 (a i wcześniej już mnie to zaczęło trapić)... Otóż na wejściu „lampowym” mamy stopień wejściowy tranzystorowy i na wyjściu również. To czy ten dźwięk lampowy, którego tak pragniemy, tak czy owak nie ulega (uwaga – neologizm) **krzemizacji**? Trzeba by to złożyć i sprawdzić. Kolejny eksperyment doszedł do mojej listy :)

Pozdrawiam
Jacek Kosecki

Rzeczywiście, warto osobiście sprawdzić kwestie **krzemizacji dźwięku**! Niedługo się tym zajmiemy! Jak pokazuje **fotografia poniżej**, gotowe są już udoskonalone po wstępnych testach płytki próbne, m.in. do ślepych testów audio i do eksperymentów z lampami elektronowymi serii ECC8x i PCC8x.



Dzień dobry,

(...) mam AN 870. Wstępnie mogę poinformować, że:

- zaniża temperaturę, powinien wskazywać 36 lub 37, a na wyświetlaczu było 33 (na UNI-T 70A było 34), może sondy niedokładne, używałem dwóch, załączonoj do AN870 i drugiej typu K

- NCV – do czego to może służyć? Przy gniazdku elektrycznym ze dwa razy coś piknęło, ale powtórzyć tego mi się nie udało; pewnie lepiej jakby prąd płynął, ale po co wtedy sprawdzać obecność napięcia, skoro prąd płynie. Na razie tyle.

(...) zakładając, że AN870 mierzy wedle specyfikacji wyszło, że mój zasilacz poniżej 15 V zawyża, przy 15 V jest 15 V, a powyżej zaniża. UT70A też ma odchyłki. Można spróbować kalibrować pozostałe multimetry przy pomocy AN870.

Pomiar 20 V już pewnie był mniej dokładny, ponieważ nie mamy 1 z przodu, a co za tym idzie trzeciego miejsca po przecinku. Mogłem zrobić pomiar przy 19,999 V. Zależało mi na okrągłych wartościach.

Poza tym, trzeba się przestawić i przyzwyczaić by najpierw wybrać tryb pomiaru a później podłączyć sondy (celem uniknięcia uszkodzenia multimetru). W sumie powinno się tak robić z każdym multimetrem.

Pozdrawiam

(...)

Krótki komentarz: rzeczywiście w warunkach amatorskich AN870 (ZT219) może służyć do kalibracji innych posiadanych multimetrów. Według specyfikacji, dokładność pomiaru napięć stałych to 0,05% i testy potwierdzają, że w większości egzemplarzy tak właśnie jest (przy wskazaniu 20,00 V ostatnia cyfra to właśnie 0,05%, więc nie ma co narzekać). Kto chciałby sprawdzać dokładniej, musi albo wykorzystać lepszy miernik, albo zaopatrzyć się w stabilny wzorzec napięcia – ten wątek pojawi się w kolejnych artykułach planowanych do ZE.

Co do dokładnych pomiarów temperatury multimetrem: nie nadaje się do tego termopara!



Specyfikacja dopuszcza błąd kilku stopni. Jeśli dokładniej mierzyć temperaturę, to najprościej za pomocą czujników platynowych (Pt100, Pt1000).

NCV – wykrywanie pola elektrycznego 50 Hz. To mało wartościowy gadżet – odsyłam do swoich artykułów o miernikach AN870. Niemniej warto trochę poeksperymentować dla ciekawości.

Witam,

zapraszam do zakupu mojej drugiej książki pt. „Wprowadzenie do projektowania układów elektronicznych subwooferów aktywnych. Poradnik praktyczny.”

<https://ksiegarnia.pwn.pl/Wprowadzenie-do-projektowania-ukladow-elektronicznych-subwooferow-aktywnych,1034324924,p.html>

Z poważaniem

Tomasz Łysek

Autor i stały współpracownik ZE, jak co miesiąc przysłał w kolejnych e-mailach między innymi to, co następuje:

Pokazałem coś o czym nie ma wzmianek w literaturze PL, czyli.... HOST USB klasa HID,

<https://youtu.be/mX0-kDOxuz4>

Było też o CDC:

<https://youtu.be/pnDhdiz8Nr8>

ogłębialność zerowa.

Zrobię jeszcze o MSM (podłączenie pendrive), ale pewnie też oglębialność będzie kiepska.

Ciekawostka dla retromaniaków:

Symulator EPROM do każdego komputera z LPT (PC, Amiga, MAC, C-64) i każdego systemu. (...) wyjaśnienia na filmach:

<https://youtu.be/r7ODJU-rFdo>

<https://youtu.be/5gvnqzFQgQE>

Sławomir Skrzyński

Ciekawa opcja dla wzmacniacza wejściowego częstotściomierza, a może... nawet oscyloskopu

(...) Ile kosztuje wzmacniacz operacyjny o paśmie 100–200 MHz i wzmocnieniu 1? 20, 50, 100 zł.

Ile kosztuje 6 wzmacniaczy o paśmie 50, 100, 160, 200 MHz? Kilka złotych! Wyjaśnienia w filmie:

<https://youtu.be/mZcvRCj2CLw>

Niedługo wypróbuję to w praktyce. W latach 80. testowałem na UCY7400, ale dla pasma audio, grało OK (jedyne mierniki zniekształceń wtedy to moje ucho). Teraz przetestuję na oscyloskopie (wersja dla fmetra). Z wersja dla oscyloskopu gorzej, bo nie mam sprzętu, który dałby radę :-(

(...) PS. Aż mi głupio, że zapomniałem o tej opcji realizując AVT-3275 :-(Na szczęście AVT-3278 jeszcze nie jest skończony :-(

Po 35 latach, wypróbowałem w praktyce (**fotografia**) wzmacniacz liniowy na 74LS04. 35 lat temu był UCY7400. (...) Wyniki testu (...) na filmie:

https://youtu.be/Mok_r5zxnCo

Sławomir Skrzyński

Potem pojawiła się dalsza korespondencja i propozycja układu, która być może zostanie przedstawiona w wątku *Projektujemy wspólnie: Częstościomierz*.

Witam,

piszę jako nieorientowany w tej kwestii [artykułu o automatyce z poprzedniego numeru] i nie mogę aż uwierzyć, że „każde zanieczyszczenie przylepione do powierzchni tocznej powoduje zmianę jego średnicy, a w konsekwencji zmianę odczytanej prędkości. Pozornie niewielka zmiana o ułamek milimetra przy dużych przepływach rzędu ton na godzinę może w końcowym rozliczeniu zużycia materiału spowodować różnicę setek ton między zmierzonym zużyciem a rzeczywistym z powodu błędnych wskazań urządzenia ważąco-dozującego.” Naprawdę aż tyle?

Pozdrawiam serdecznie
Rafał Wiśniewski

Autor artykułu wyjaśnił:

Dzień dobry,

przeprowadźmy krótkie inżynierskie szacunki. Założmy prędkość taśmociągu $V_0 = 1,5$ m/s (wartość odczytana z rzeczywistego przenośnika o długości 1,5 km).

Założmy wydajność przenośnika wg prawidłowo pracującej wagi $Q_0 = 1000$ t/h (informacyjnie: średnie wydajności koparek w kopalni w Bełchatowie to ok. 5000 ton/h, Turów i Konin powyżej 1000 ton/h).

Zatem w ciągu 1 h przez punkt pomiarowy przejedzie $l = 1,5$ m/s * 3600 s = 5400 m taśmy przenośnika.

Założmy rolkę (kółko pomiarowe) czyste o promieniu $r_0 = 3$ cm i ubrudzone o promieniu $r_1 = 3,05$ cm.

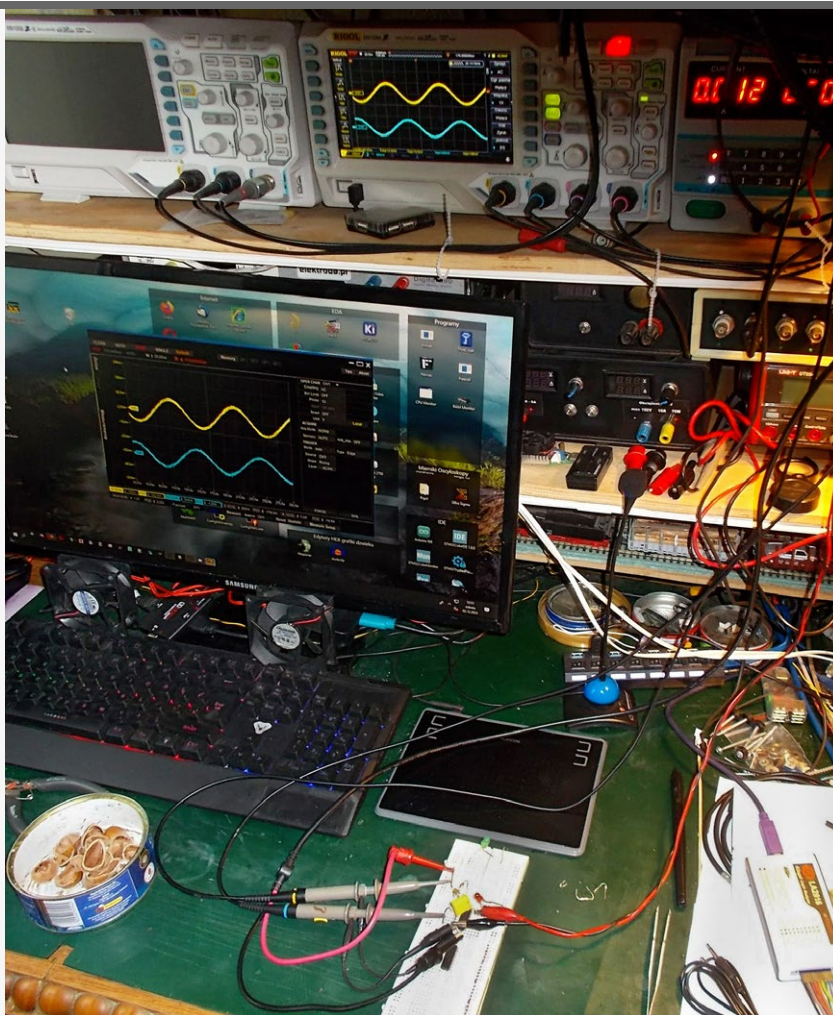
Zatem dla czystej rolki jej obwód to $l_0 = 2 \cdot \pi \cdot r_0 = 6 \cdot \pi = 0,1884$ m

Dla brudnej rolki jej obwód to $l_1 = 2 \cdot \pi \cdot r_1 = 6,1 \cdot \pi = 0,19154$ m

Czysta rolka wykona obrotów $x_1 = l/l_0 = 5400 / 0,1884 = 28\,662,42$

Brudna rolka wykona obrotów $x_2 = l/l_1 = 5400 / 0,19154 = 28\,192,54$

Jeśli dla 28 662,42 obrotów wydajność $Q_0 = 1000$



ton/h, to dla 28 192,54 będzie to proporcjonalnie mniej, czyli $Q_1 = 1000 \cdot 28192,54 / 28662,42 = 983,6$ ton/h.

Podsumowując: zmiana promienia rolki o 0,5 mm spowodowała przekłamanie pomiaru przepływu materiału przez wagę o blisko 17 ton/h. Jeśli pomnożymy to przez 24 godziny, to rozbieżność wynosi ponad 400 ton w każdej dobie. Oczywiście należy mieć na uwadze, że same wagi mają też pewną dokładność pomiaru, która dodatkowo będzie wpływała na rzeczywiste wyniki, a podane obliczenia traktować jako przybliżone.

Dodam jeszcze, dla wyobrażenia skali rozbieżności dla podanych wartości, że do wagonu węglarki można załadować ok. 60 ton ładunku, zaś naczepa wywrotka tzw. tira ma ok. 25–27 ton ładowności.

Z poważaniem
Mateusz Ostycharz

Miernik panelowy PZEM - 020

Po lekturze listopadowego numeru ZE zainteresowałem się miernikiem panelowym PZEM - 020 na tyle, że postanowiłem go kupić.

Gdy go otrzymałem, jako naturalne było, aby wykonać całość w obudowanej formie. Zarówno sam panel, jak również gniazdo elektryczne postanowiłem umieścić w ramach wspólnej obudowy. Ze względu

na wymiary samego panelu i gniazda elektrycznego wybrałem obudowę Z2A (90 mm×149 mm×178 mm). Do rozważenia w tym zastosowaniu jest obudowa Z3 (70 mm×150 mm×110 mm). Jest o 2 cm niższa od zastosowanej przeze mnie, co może mieć znaczenie ze względu na otwór pod panel. Jest też od niej krótsza. Na **fotografiach 1...3** przedstawiam wygląd zarówno wewnątrz, jak również po zamknięciu obudowy. Przewód sieciowy to 3×1,5 mm². Wszystkie wewnętrzne połączenia również wykonane są z użyciem przewodów 1,5 mm². Gniazdo elektryczne z kołkiem ochronnym. Do zacisku ochronnego gniazda elektrycznego podłączony został bezpośrednio przewód ochronny (żyła koloru zielono-żółtego).

W celu sprawdzenia działania panelu podłączyłem na próbę piekarnik elektryczny i kolejno uruchamiałem funkcje piekarnika. Na **fotografii 4** jest uruchomione tylko oświetlenie piekarnika. Ponieważ jest to żarówka, to $\cos \phi = 1$. Na **fotografii 5** widać pomiar z włączonym dodatkowo wentylatorem wewnętrznym. W tym wypadku $\cos \phi = 0,79$. Natomiast na **fotografii 6** pokazano pomiar z włączonymi oświetleniem, wentylatorem i grzałką. Grzałka jest obciążeniem rezystancyjnym i w tym wypadku $\cos \phi = 1$. W przypadku tego ostatniego pomiaru uruchomiła się funkcja alarmu przeciążeniowego, gdyż moc (2,35 kW) przekroczyła wartość dopuszczalną, jaka była ustawiona (2,2 kW). Widać było miganie wyświetlacza. Istnieje w tym panelu możliwość ustawienia wartości alarmu mocy, ale w zakresie nieprzekraczającym wartości dopuszczalnej, czyli 2,2 kW. Ustawienie wartości większej skutkuje tym, że miernik jej nie przyjmuje (nie zapisuje).

Na zakończenie artykułu Autor zasygnalizował:



Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4



Fotografia 6



Fotografia 5

„Na życzenie mogę rozwinąć ten interesujący temat”.

Tak! Jak najbardziej proszę kontynuować ten temat.

Tadeusz Suszał

Dzień dobry!

Zbliża się pora odnowienia patronatu. W ciągu ostatniego roku zmieniły się realne wartości deklarowanych kwot i w nowym roku chciałbym wspierać ZE i Pana kwotą 30 zł, ale w Patronite można zadeklarować tylko 20 lub 50 zł. Czy jest możliwość deklarowania ustalonej przez siebie kwoty? (...) Jeśli byłaby możliwość sumowania już istniejących kwot, to uzyskalibyśmy to co chcemy (...)

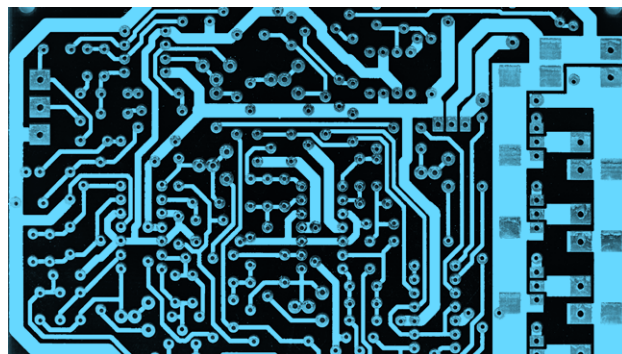
Pozdrawiam

Andrzej Lencznerowicz

Po tym e-mailu przeprowadziłem rozmowy z Patronite w sprawie nowego progu 30 zł i usunięcia progu 5 zł. **W związku z inflacją zachęcam do podwyższenia swoich progów wsparcia.**

Łamigłówki elektroniczne

styczeń 2024



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

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

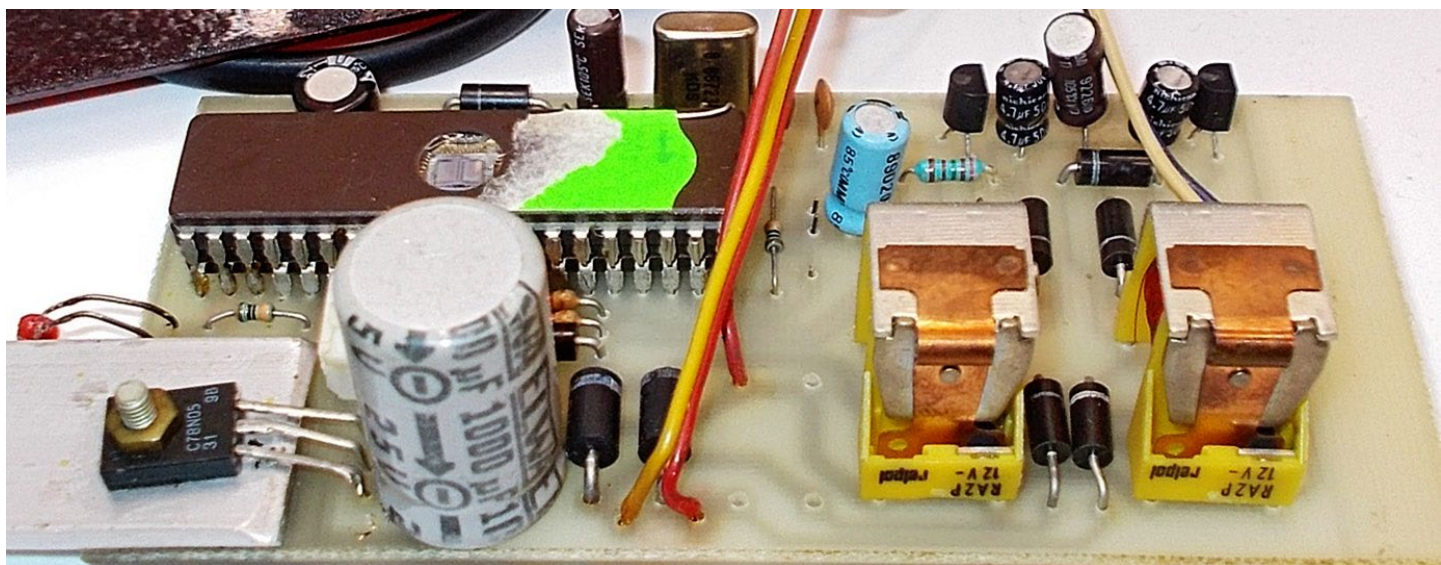
Zagadka 2401
Co tu nie gra? 2401

Policz 24xx
Jak odpowiesz? 2401

Zagadka 2401

Na fotografii widać, że układ scalony z okienkiem nie tkwi w podstawce, tylko jest nalutowany na inny układ scalony w obudowie DIP40. Pytania konkursowe są takie:

- **Co to za urządzenie (z końca lat 80. i początków 90.)?**
- **Jaki to może być układ scalony z okienkiem?**



Autorem tego zadania konkursowego jest **Sławomir Skrzyński z Rypina**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca stycznia 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Co tu nie gra? 2401

Na fotografii obok pokazane są 9-woltowe baterie, a raczej akumulatory, oferowane na chińskich portalach handlowych (i zapewne nie tylko tam).

Pytanie konkursowe jest oczywiste:

Co tu nie gra?



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca stycznia 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

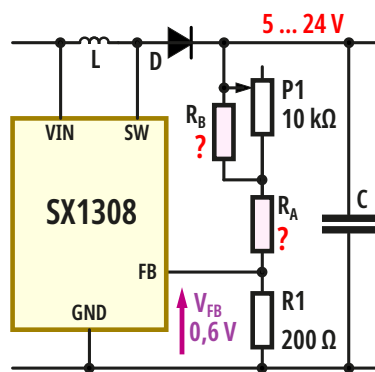
Policz 2401

Większość tanich chińskich modułów przetwornic podwyższających z układami scalonymi MT3608, SX1308 oraz odmianami B628 ma fatalnie rozwiązane obwody regulacji napięcia wyjściowego, co jest opisane w artykule [Kłopoty z modułami przetwornic impulsowych](#). Układy te mają napięcie odniesienia na wejściu FB, wynoszące 0,6 V. Chcemy przerobić jeden z takich modułów według rysunku 1. Na płytce zamontowany jest rezystor SMD o nominale 200 omów, który zostawimy, aby nie utrudniać przeróbki.

Do ustawienia napięcia wyjściowego ma służyć potencjometr 10 kΩ i ma on zapewnić regulację w zakresie 5...24 V.

Zadanie można byłoby rozwiązać rozmaicie. My chcemy przede wszystkim do potencjometru dodać szeregowy rezystor R_A , żeby wyznaczył on napięcie minimalne. Potrzebny jest też rezystor R_B równoległy do potencjometru, by ograniczyć zakres regulacji i ustawić maksymalne napięcie wyjściowe 24V. Pytanie konkursowe jest następujące:

Jakie powinny być wartości tych dwóch dodatkowych rezystorów?



Rysunek 1

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca stycznia 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Jak odpowiesz? 2401

W tym numerze ZE znajduje się rozwiązanie zadania Policz 2311, w ramach którego rozważaliśmy, jaką impedancję ma wejście typowego oscyloskopu. Okazuje się, że przy częstotliwości 10 MHz impedancja tego wejścia jest zaskakująco mała, rzędu jednego kilooma. Teraz chcemy zrobić następny mały krok.

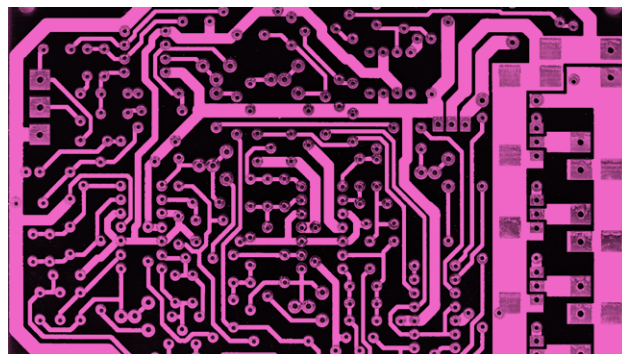
Co zmieni dołączenie do tego wejścia koncentrycznego kabla pomiarowego o długości 1 metra?

Niezmiennie zadanie konkursowe jest takie: **Jak odpowiesz na postawione pytanie?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca stycznia 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Drogi Czytelniku!
Czy może w tej rubryce zostanie zamieszczona
także jakaś łamigłówka Twojego autorstwa?
Śmiało możesz nadesłać propozycję
łamigłówki i jej rozwiązania!

Rozwiązania Łamigłówek listopad 2023



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze listopadowym (11/2023). 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 – Usterka 2311
Rozwiązanie – Policz 2311

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2311
Rozwiązania – Co to jest? 2311

Rozwiązanie – Usterka 2311

W listopadzie postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *Szykujemy się do testów układów i urządzeń audio z wykorzystaniem komputerowej karty dźwiękowej. (...) chcielibyśmy mieć możliwość wzmacnienia sygnału. (...) chcielibyśmy mieć wejście, symetryczne, różnicowe, o dużym tłumieniu zakłóceń. Na rysunku obok pokazany jest schemat wzmacniacza różnicowego. Niezmienne pytanie konkursowe jest takie: Czy na tym schemacie widzisz jakąś usterkę?*

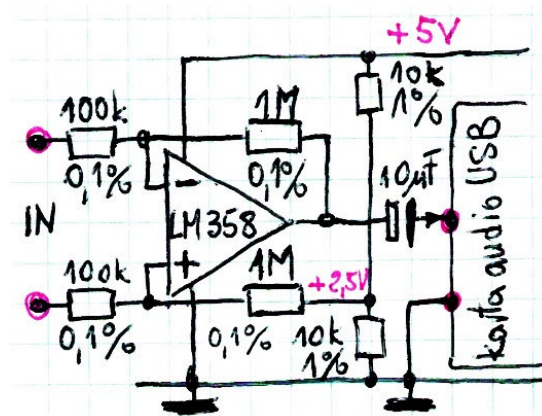
Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada.

Zadanie było trudne. Otóż podstawowa idea jest prawidłowa. Realizujemy prosty wzmacniacz różnicowy. Jego rezystancja wejściowa nie jest duża, nieco niekorzystny jest fakt, że rezystancje obu punktów wejściowych nie są jednakowe, ale w układach audio nie powinno to stanowić istotnego problemu.

Chcemy osiągnąć dobry współczynnik CMRR, więc stosujemy rezystory o tolerancji 0,1%, być może dodatkowo dokładniej dobrane.

Problemem i błędem, który to całkowicie psuje, jest obecność dzielnika składającego się z dwóch rezystorów 10 kΩ. Napięcie odniesienia 2,5 V jest potrzebne, ale w tej wersji **do „dolnej” rezystancji 1 MΩ 0,1% dodaje się rezystancja 5 kΩ, co całkowicie psuje symetrię i współczynnik CMRR.**

To jeszcze nie koniec błędów. Stały uczestnik, **Tadeusz Suszał** napisał: *Na pierwszym miejscu stawiam na zły wybór wzmacniacza operacyjnego. Zastosowany LM358 ma małe pasmo (0,7–1,2 MHz), mały SR (0,3–0,5 V/us), dużą wartość gęstości napięcia szumów*



40 nV/√Hz, większy poziom zniekształceń harmoniczných i nie najmniejsze napięcie offsetu. Biorąc pod uwagę, że wzmacnienie układu wynosi ×10, obliczone pasmo w tym przypadku to zakres 60–90 kHz. A praktycznie dużo mniej. Ponieważ ma to być wzmacniacz audio, to jego pasmo nie powinno być mniejsze niż 100 kHz a nawet większe. W tym zastosowaniu lepszy będzie NE5532, NE5534, OPA2134, LM4562. (...) W układzie zastosowano rezystory o dużych nominalach. Zdecydowanie za duże jak na to zastosowanie. W tym przypadku rezystory sprzężenia zwrotnego będą powodować większy szum niż źródło sygnału. (...) Szumy generowane przez rezystory mogą wpływać na jakość dźwięku. (...) Rezystory powinny generować minimalne zniekształcenia sygnału audio. (...) Rezystory powinny mieć jak najmniejszą indukcyjność i pojemność pasożytniczą (...) Rezystory o wysokiej jakości, takie jak rezystory metalizowane lub z folią metalową, mogą pomóc w zmniejszeniu zniekształceń. (...)

Tadeusz Suszał ✉

Rozwiązanie – Policz 2311

W listopadzie postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *W związku z planowanym cyklem na temat oscyloskopów chcemy wrócić do podstaw. Otóż wiadomo, że każdy oscyloskop ma znormalizowaną rezystancję wejściową R o dość dużej wartości 1 megaoma. Niestety, każdy oscyloskop ma też jakąś pojemność wejściową C, która przy większych częstotliwościach ma jakąś reaktancję pojemnościową. Oporność, czyli impedancja wejściowa jest równa równoległemu połączeniu rezystancji R i reaktancji X_C . Pytanie konkursowe jest takie:*

Jaką oporność (impedancję) ma przeciętny oscyloskop, przy częstotliwości 10 megaherców?

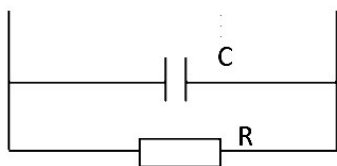
Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Wbrew pozorom, konkurs okazał się trudny. Część rozwiązań zawierała bowiem informację, że oporność to 1 megaom. Pojawiły się też wzmianki, że dla jej zwiększenia do 10 megaomów stosujemy sondy 10:1. Ktoś napisał nawet, że po zastosowaniu sondy 10:1 oporność jest tak duża, że można ją pominąć.

Niestety nie można! Sprawa jest dużo bardziej skomplikowana! I jak się okazuje – bardzo słabo rozumiana. W czasopiśmie ZE pojawiają się artykuły na temat właściwości oscyloskopów i sond oraz związanych z tym pułapek. A na razie poniżej przedstawiam tylko jedno z prawidłowych rozwiązań, nadesłane przez **Andrzeja Kubiaka** z Rumii:

$$R = 1 \text{ M}\Omega = 10^6 \Omega$$

$$C = 10 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F (przyjąłem taką do obliczeń gdyż pojemności oscyloskopów dobrej klasy mieszczą się w zakresie 6-30 pF)}$$

$$f = 10 \text{ MHz} = 10 \cdot 10^6 \text{ Hz}$$



Impedancję układu policzę wykorzystując przewodność pozorną Y

$$Y = \sqrt{G^2 + B_C^2} \quad \text{gdzie}$$

$$G = 1/R \quad (\text{przewodność czynna})$$

$$B_C = 1/X_C = 2\pi f C \quad (\text{przewodność bierna})$$

$$Y = 1/10^6 = 10^{-6} \text{ (S)}$$

$$B_C = 2 \cdot 3,14 \cdot 10 \cdot 10^6 \cdot 10 \cdot 10^{-12} = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ (S)}$$

$$Y = \sqrt{(10^{-6})^2 + (6,28 \cdot 10^{-4})^2} = 6,28 \cdot 10^{-4} \text{ (S)}$$

(po zaokrągleniu, 10^{-12} można pominąć)

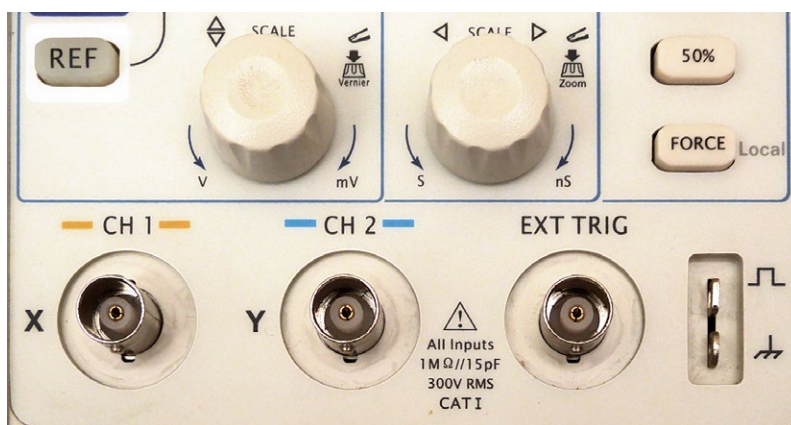
$$Z = 1/Y \quad (\text{impedancja pozorna})$$

$$Z = 1 / 6,28 \cdot 10^{-4} = 0,16 \cdot 10^4 \Omega = 1,6 \text{ k}\Omega$$

dla 50 Hz z obliczeń wynika impedancja wejściowa ok. 1 M Ω

Inni uczestnicy obliczali reaktancję pojemnościową ze wzoru $X_C = 1 / 2\pi f C$.

Do obliczeń trzeba było przyjąć jakąś wartość pojemności wejściowej C. O ile rezystancja wejściowa oscyloskopów jest znormalizowana i wynosi 1 megaom, o tyle pojemność może być różna – czym mniejsza, tym lepiej. Dobre oscyloskopy mają pojemność poniżej 15 pF. Przeciętne oscyloskopy mają pojemność wejściową w zakresie 15 pF do 25 pF.



Trzeba więc przyjąć jakąś wartość. Może to być na przykład „okrągłe” 20 pikofaradów.

Zgodnie ze wzorem $X_C = 1 / 2\pi f C$ reaktancja pojemnościowa przy częstotliwości 10 MHz wynosi:

$$X_C = 1 / 2 \times \pi \times 10 \text{ MHz} \times 20 \text{ pF}$$

$$X_C = 1 / 6,28 \times 10 \times 10^6 \text{ Hz} \times 20 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$X_C = 796 \Omega$$

czyli mniej niż 1 kiloom!

Ta reaktancja pojemnościowa jest połączona równolegle z rezystancją wejściową 1 M Ω , ale jest od niej ponad tysiąc razy mniejsza!

Właśnie dlatego, że reaktancja jest tak bardzo mała, w praktyce nie trzeba w tym przypadku dokładnie liczyć impedancji, czyli oporności wypadkowej ich połączenia równoległego

Przy częstotliwości 10 megaherców impedancja wejściowa oscyloskopu wcale nie wynosi 1 megaom, tylko jest niemal czystą reaktancją pojemnościową o wartości około 1 k Ω !

A dziś amatorzy z radością kupują tanie (pseudo)oscyloskopy o paśmie 100 MHz, nie biorąc pod uwagę konsekwencji tego, że przy takiej częstotliwości impedancja wejściowa samego oscyloskopu jest mniejsza niż 100 Ω . ▢

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2311

W listopadzie postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *W naszym czasopiśmie sporo uwagi poświęcamy dokładności, precyzji oraz pomiarom. Temat ten interesuje wiele osób, choć oczekiwania w zakresie dokładności są różne: mniejsze lub większe. Niektórzy bez konkretnej potrzeby, a tylko „dla sportu” chcieliby mieć możliwość przeprowadzenia jak najdokładniejszych pomiarów, a w szczególności chcieliby sprawdzić dokładność posiadanych multimetrów. Między innymi dokładność pomiaru rezystancji. Załóżmy, że jeden z młodych Czytelników odziedziczył mnóstwo elementów, w tym najrozmaitszych rezystorów po swoim dziadku, który zajmował się między innymi naprawą mierników wskazówkowych. Ten młody elektronik wpadł na pomysł, by przeszukać duże zbiory rezystorów, przez długie lata zbieranych przez dziadka, by poszukać jakichś egzemplarzy, które nadawałyby się do roli wzorców. Jak oceniasz taki pomysł wykorzystania starych rezystorów? Czy należałoby go do tego zachęcać? Czy raczej zniechęcać, by nie marnował na to czasu? Niezmienne zadanie konkursowe jest takie:*

Jak odpowiesz na postawione pytania?

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Oto rozwiązanie konkursu, który był podobny do zadania z poprzedniego miesiąca.

Warto przypomnieć, że przed miesiącem analizowaliśmy przykład zapasów podzespołów osoby, która zajmuje się naprawą sprzętu powszechnego użytku. Szansa na znalezienie tam rezystorów o wysokiej stabilności jest znikoma, wręcz żadna. Szkoda nawet czasu na sprawdzanie.

Zupełnie inaczej jest w przypadku najrozmaitszych rezystorów [odziedziczonych] po dziadku, który między innymi zajmował się naprawą mierników wskazówkowych. Otóż w dawnych miernikach stosowano elementy jak na owe czasy wysokiej jakości: precyzyjne, o wąskiej tolerancji, o parametrach stabilnych w funkcji czasu i temperatury. Prawdą jest, że dziś dostępne są rezystory o zdecydowanie lepszych parametrach, ale są one kosztowne, a nawet bardzo kosztowne. Najlepsze rezystory kosztują ponad 1000 złotych za sztukę, a za rezystory naprawdę dobrej jakości trzeba zapłacić kilkadziesiąt złotych za sztukę.

Jeżeli wśród najrozmaitszych rezystorów [odziedziczonych] po dziadku znajdzie się choćby kilka egzemplarzy wysokiej jakości, młody elektronik wejdzie w posiadanie naprawdę wartościowych elementów, których w innym przypadku prawdopodobnie by nie kupił z uwagi na wysokie ceny.

Są wyjątki, ale ogólnie biorąc, stare rezystory mogą mieć właściwości nawet lepsze od nowych, które mają takie same parametry katalogowe. Zagadnienie jest skomplikowane i jego różne aspekty są omawiane w cyklu artykułów dotyczących precyzyjnych pomiarów. Najprościej biorąc, po latach ich parametry są ustabilizowane, a stabilizacja parametrów świeżo wyprodukowanych elementów – w tym przypadku rezystorów wymaga czasu.

Warto więc zainteresować się starymi rezystorami, ale nie wszystkimi, tylko typami i rodzajami uznawanymi za precyzyjne i stabilne.

Jeden z uczestników konkursu napisał tak:

Na pytanie odpowiem na podstawie swojego doświadczenia. Korzystanie ze starych rezystorów traktuję bardzo pozytywnie. Wartości i stan techniczny rezystorów zależy od sposobu ich przechowywania. W warunkach domowych, gdzie wahania temperatur są niewielkie i wilgotność niewielka, nie zauważyłem zmiany parametrów rezystorów. W trakcie przygotowywania odpowiedzi zmierzyłem kilkadziesiąt różnych oporników z lat 70. i 80. i wartości znamionowe wahały się w granicach tolerancji (...). Nawet jakość lakieru i napisów nie wskazywała, że tak dawno zostały wyprodukowane. Pozdrawiam

Andrzej Kubiak

Najbardziej obszerna odpowiedź była taka:

Dzień dobry, jedynym sposobem odpowiedzi jest wygrzebanie w starociach takich oporników i ich pomiarzenie.

Załączam arkusz Excela [rysunek obok] z wynikami pomiarów i zdjęcia wygrzebanych oporników.

Pomiary wymagają kilku słów komentarza. Mierzyłem przyzwoitym miernikiem laboratoryjnym z przyzwoitymi przewodami pomiarowymi, oczywiście z kompensacją rezystancji przewodów. Jednak miernik był ostatnio kalibrowany cztery lata temu, nie można więc gwarantować dokładności pomiarów. Coś jednak da się powiedzieć.

R deklarowana	R zmierzona	Jednostka	Błąd [%]
18,274	18,2781	kΩ	0,022
10	10,0015	kΩ	0,015
1,47972	1,48013	kΩ	0,028
90	90,011	kΩ	0,012
200	200,09	Ω	0,045
166,466	166,487	kΩ	0,013
100	100,004	Ω	0,004
18	18,0293	kΩ	0,162
18	18,0799	kΩ	0,444
20	20,0995	kΩ	0,497
990	993,03	kΩ	0,306
2,52	2,5413	kΩ	0,845
45,7	45,957	kΩ	0,562
375	375,46	kΩ	0,123
12,5	12,661	MΩ	1,288
12,5	12,574	MΩ	0,592
10	10,117	MΩ	1,170
12,5	12,634	MΩ	1,072
1,05	1,05195	MΩ	0,186
4,7	4,7478	MΩ	1,017
240	239,96	kΩ	-0,017
49,9	49,788	kΩ	-0,224

Rysunek 1

Czarne oporniki z pierwszej grupy to bardzo przyzwolite rezystory o tolerancji 0,01% produkowane wiele lat temu przez Inco. Jak widać, wyniki pomiarów niewiele odbiegają od deklarowanych wartości. Co więcej, wszystkie odchyłki są dodatnie, może to wskazywać na problem z kalibracją miernika i zawyżanie wskazań. Niewykluczone, że autentyczne błędy są mniejsze od pokazanych na arkuszu. Można więc zaryzykować stwierdzenie, że w przypadku oporników wzorcowych z wysokiej półki grzebanie w starociach ma sens. Tym bardziej, że nie są to tanie zabawki.

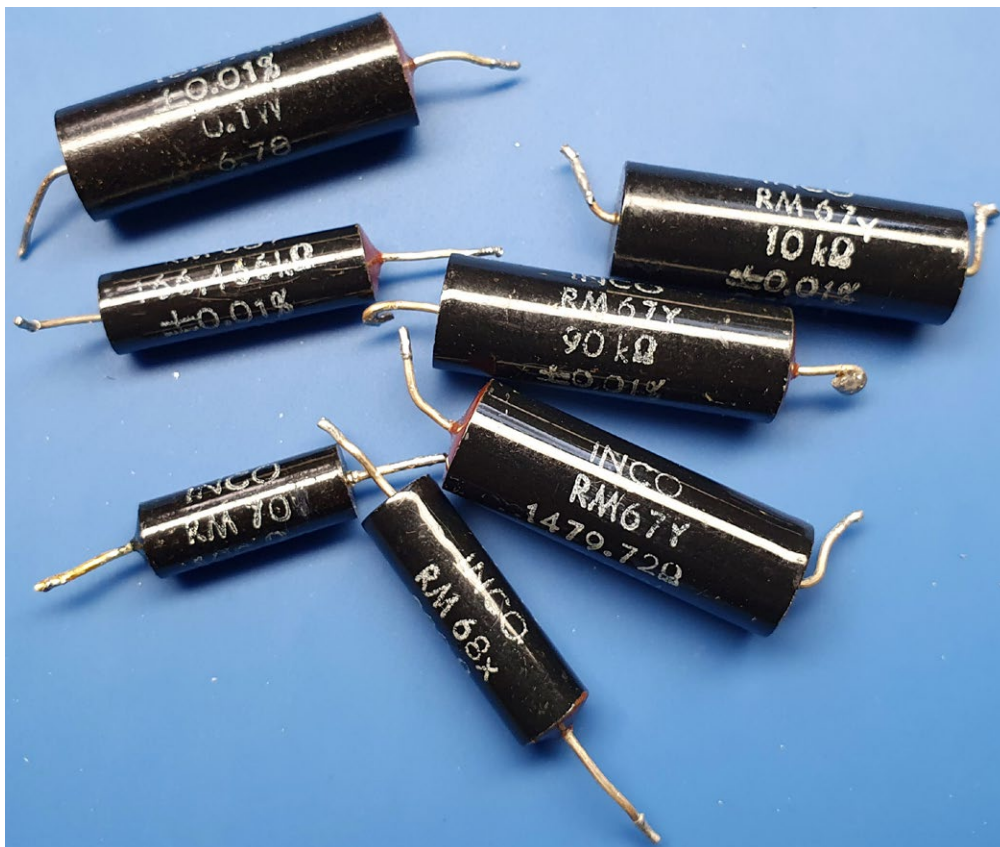
Oporniki niebieskie i czerwone są opisane jako 0,5%. Jak widać, tu już nie jest tak dobrze. Odchyłki są spore, zwłaszcza dla dużych oporności. Biorąc pod uwagę relatywnie niskie ceny takich oporników, szkoda czasu na wykopaliska.

Pozdrawiam serdecznie

Paweł Pawłowicz

W rzeczy samej! Nie wszystkie stare rezystory są godne uwagi. Czechosłowackie TR16x czy polskie AT nie należą do rezystorów z najwyższej półki. Natomiast krajowe rezystory produkowane przez INCO (Pyskowice) to przyzwolite rezystory drutowe, wykonywane prawdopodobnie z manganu albo lepszego materiału.

Pokazane na fotografii czarne rezystory RM67 w wersji specjalnej z literką Y mają współczynnik temperaturowy co najwyżej 10 ppm/°C. Także i moje pomiary pokazują, że warto się nimi zainteresować! I będziemy je bliżej badać w kolejnych artykułach planowanych do ZE. Nawet dużo mniej stabilne TR16x czy AT mogą się przydać, np. do realizacji transferów Hamona o dużej rezystancji. ▀



Rozwiązania – Co to jest? 2311

W listopadzie postawione zostało następujące nietrudne zadanie konkursowe, którego Autorem jest **Sławomir Skrzyński z Rypina**:

Na **fotografii obok** pokazany jest pewien stary element elektroniczny. Pytanie konkursowe brzmi: **Co to jest i do czego może służyć?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Wszystkie nadesłane rozwiązania były trafne. Oto przykłady odpowiedzi:

Z tego co widzę jest to stos selenowy.

Robert

Fotografia pokazuje 4 elementy prostujące (metal-selen), prawdopodobnie cały mostek Graetza (nie do końca widać wyprowadzenia pomiędzy elementami).

Pozdrawiam

Marek

*Witam,
na zdjęciu znajduje się prostownik selenowy.*

Pozdrawiam

Maksymilian

Dzień dobry Panie Piotrze.

Moim zdaniem są to płytki selenowe wyciągnięte ze starego prostownika. Widziałem takie na żywo chyba ze 30 lat temu, w starym prostowniku do ładowania akumulatorów.

Pozdrawiam

Dariusz

Witam, przedstawiony element to selenowy stos prostowniczy. Selen stosowany był do prostowania napięcia, tak jak dioda prostownicza, w czasach, gdy nie było jeszcze tak rozpowszechnionych diod. Na zdjęciu widać, że jest to prostownik pełnokresowy (mostek Greca), cztery płytki selenowe.

Pozdrawiam

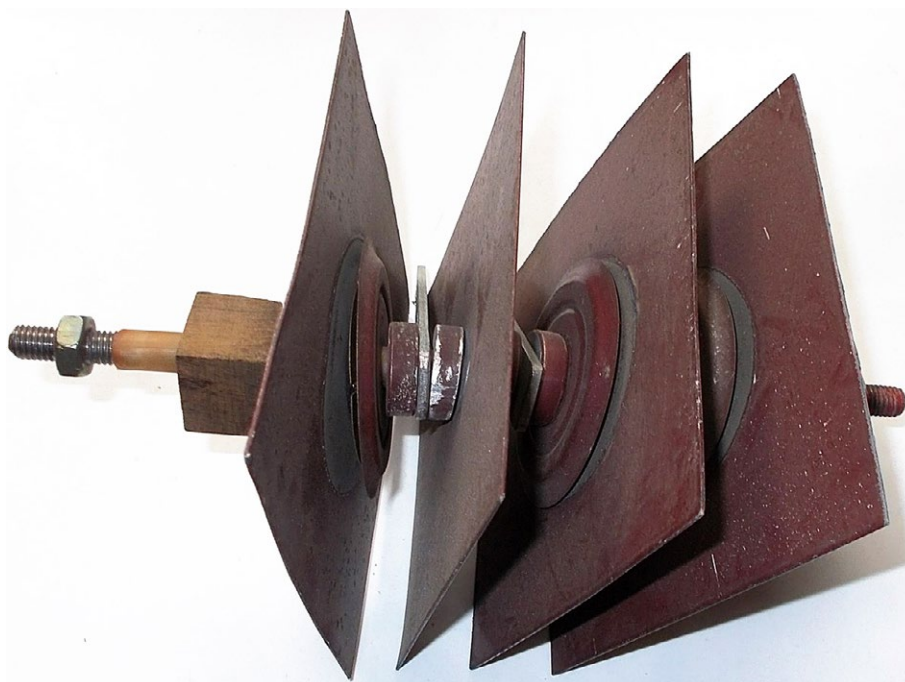
Andrzej

Dzień dobry!

Zdjęcie przedstawia nieco nadgryziony przez ząb czasu prostownik selenowy, czyli poprzednik współczesnych prostowników półprzewodnikowych. Służył, jak i obecne, do prostowania przebiegu prądu przemiennego.

Pozdrawiam

Andrzej



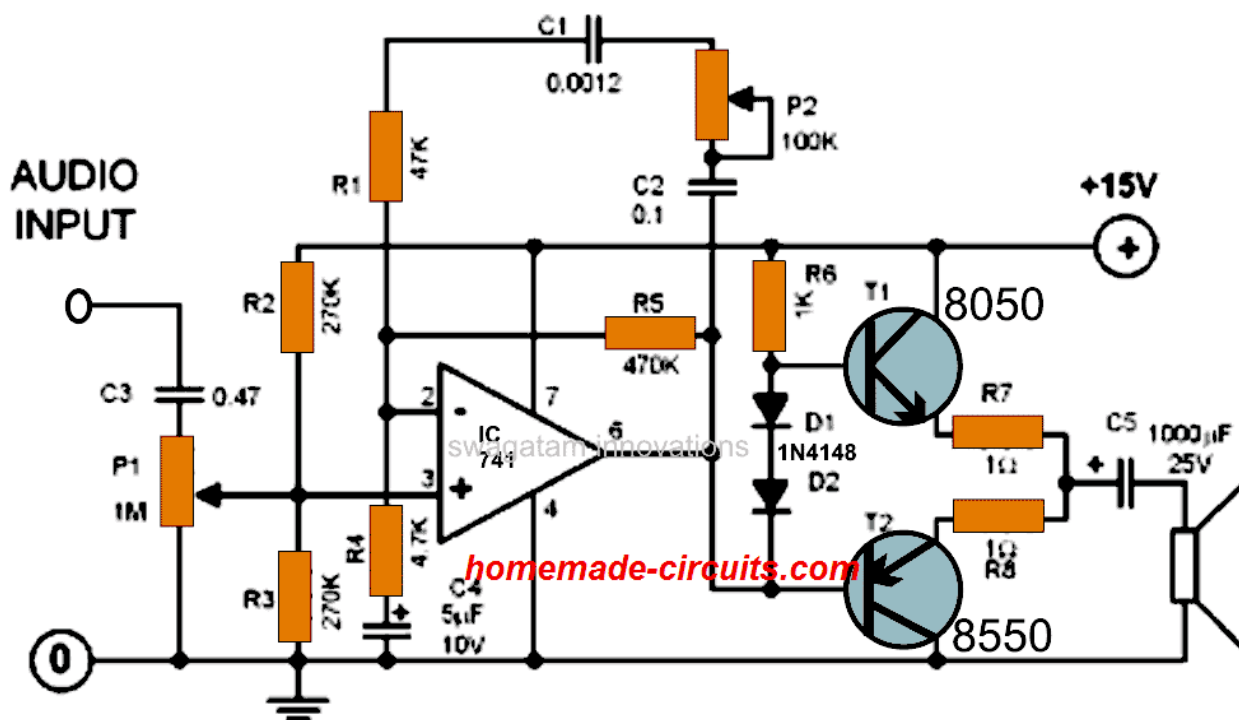
Zdjęcie przedstawia prostownik selenowy. Prostowniki te były stosowane od roku 1927 do lat 70. ubiegłego wieku, kiedy zostały wyparte przez diody półprzewodnikowe. Miały dość dobrą sprawność – ok. 80% i wytrzymałość mechaniczną na wstrząsy. Można było je łączyć w szeregowo pakiet (jak na zdjęciu). Takie pakiety można było łączyć szeregowo, równoległe lub w sposób mieszany, dla zwiększenia napięcia pracy lub prądu obciążenia. Stosowane były w prostownikach ładowania akumulatorów, w radiotechnice (np. radiostacje wojskowe i okrętowe). Na polskich statkach spotykałem je jeszcze po roku 2000 (w układach automatyki siłowni i w systemach alarmowych).

Andrzej ▣



Tropimy błędy: Wzmacniacz 2 W do iPod'a

W Internecie można znaleźć mnóstwo schematów budzących większe lub mniejsze wątpliwości. Niektóre są ewidentnie błędne i bezwartościowe. Inne mają jakąś wartość, ale zawierają usterki i niedoróbki. Jeszcze inne nie są błędne, tylko całkiem przestarzałe. Jak ocenisz schemat pokazany na poniższym rysunku?



Źródło schematu: <https://www.homemade-circuits.com/make-this-mini-hi-fi-ipod-amplifier/>

Schemat z powyższego rysunku był przedstawiony w wydaniu ZE z listopada roku 2023 w ramach konkursu **Tropimy błędy**, o oznaczeniu KX012. Konkurs jest zamknięty. Rozwiązania można było nadsyłać do końca listopada. Oto rozwiązanie konkursu.

Na powyższym rysunku przedstawiony jest schemat wzmacniacza audio, o mocy 2 watów, który według opisu na podanej stronie internetowej i nazwy oryginalnego artykułu, może być atrakcyjnym uzupełnieniem i wzbogaceniem iPod'a.

Według opisu, jest to „very simple 2 watt audio amplifier”, czyli bardzo prosty dwuwatowy wzmacniacz audio, zrealizowany na bazie popularnego, a wręcz kultowego dawniej, wzmacniacza operacyjnego '741 oraz dwóch tranzystorów.

Pierwotna wersja schematu pochodzi z zamierzonych czasów popularności wzmacniacza uA741, który... tak naprawdę nie nadaje się do układów audio.

Indyjski „inżynier” zmodyfikował schemat, na którym jest dyskwalifikujący błąd. Otóż jednakowe rezystory R2 i R3 mają być dzielnikiem napięcia zasilania, który spolaryzuje wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego. Powinno tam wystąpić napięcie równe połowie napięcia zasilania. A tak nie będzie z uwagi na wpływ potencjometru P1, który zależnie od ustawienia głośności zmienia to napięcie.

Nieodgadnioną zagadką jest „co poeta miał na myśli”, gdy pisał: *the pot P2 is used for rectifying high frequency interventions if they are above 20dB*. Zresztą w tym obwodzie zupełnie bezsensownie połączone w szereg są kondensatory C1, C2.

Można bez obaw wyrzucić R1, C1, C2, P2. Nawet jeśli ktoś mieszkałby w pobliżu nadajnika radiowego transmitującego sygnał z modulacją AM na falach długich lub średnich. Bo chyba o to chodziłoby w mętным sformułowaniu dotyczącym *rectifying high frequency interventions*. Jednak proponowany obwód niewiele pomoże, gdyby takie zjawisko nastąpiło. Taki problem długo występował w USA, gdzie na rozległych, słabo zaludnionych obszarach dominowały średniofalowe stacje wykorzystujące modulację AM. Sam się kiedyś z tym spotkałem w jednym z mazurskich miast, gdzie oddalona o kilkaset metrów lokalna radiostacja zakłócała działanie klasycznego systemu nagłośniania sali wykładowej – w głośnikach oprócz przekazu z lokalnego mikrofonu było słychać trochę także sygnał stacji radiowej. Dziś to już przeszłość i nie ma się czym przejmować.

A jeżeli chodzi o wzmacniacz z omawianego schematu, to po włączeniu kondensatora C3 między suwak potencjometru i wejście wzmacniacza operacyjnego powinien on jako tako działać.

Tadeusz Suszał z Warszawy zwrócił uwagę na następujące kwestie:

Przedstawiony w zadaniu konkursowym układ wzmacniacza przypomina klasyczny układ pracy w klasie AB, z zasilaniem niesymetrycznym. Ale tylko przypomina, bo nim nie jest. W układzie tym występuje asymetria, bowiem napięcie zasilające nie dzieli się po połowie (w przybliżeniu) między poszczególne tranzystory. [Jeżeli na wyjściu 741 wystąpi połowa stałego napięcia zasilania, to] na tranzystorze T2 będzie większe napięcie, a na T1 zdecydowanie mniejsze. To spowoduje, że dodatnie półoktywy sygnału wyjściowego będą zniekształcone. W związku z tym, żeby mówić o prawidłowej pracy w klasie AB należy wprowadzić poprawki układowe. (...) zwiększenie napięcia zasilającego, w tym przypadku nie polepszy sytuacji. Można wyjście WO połączyć poprzez kondensator z pkt. między diodami D1 i D2. Połączenie wyjścia WO z bazą tranzystora T2 należy rozłączyć. Od bazy tranzystora T2 do masy włączyć rezystor 1 kΩ.

Omówiłem podstawowy błąd tego układu ale są również inne dotyczące elementów układu:

- WO uA741 ma niskie pasmo przenoszenia i na zastosowania audio nie bardzo się nadaje, jest bardzo powolny $SR = 0,5 \text{ V}/\mu\text{s}$, ma duży poziom szumów napięciowych na wejściu – $23 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$, dryft temperaturowy napięcia niezrównoważenia nawet $15 \text{ uV}/^\circ\text{C}$,

- potencjometr P1 za duży,

- potencjometr P2 za mały,

- zastosowane tranzystory S8050 i S8550 o parametrach 25 V, 1,5 A, 1 W mają zdecydowanie za małą moc strat, biorąc pod uwagę (oczekiwane) parametry wzmacniacza,

- w obwodach emiterów są proponowane rezystory o wartości aż 1Ω – raczej za duże, bo będą ograniczać moc wyjściową i powodować dodatkowe straty.

Dla uzyskania większej mocy wyjściowej dobrze jest zastosować tranzystory Darlingtona lub połączyć w układ Darlingtona oddzielnie dla każdej półoktywy sygnału.

Warto nadmienić, że niesymetrię dodatnich i ujemnych półoktyw sygnału wyjściowego można byłoby też skorygować prościej, przez zróżnicowanie wartości R2, R3, ale nie warto nawet o tym myśleć, bo jak na dzisiejsze standardy, taki wzmacniacz zawsze będzie miał bardzo małą moc wyjściową i niepotrzebnie bardzo duże straty.

Na schemacie nie jest podana oporność głośnika. Jednak współpracujący kondensator C5 wskazuje, że może to być głośnik 4-omowy. Mianowicie kondensator $1000 \mu\text{F}$ przy częstotliwości 50 Hz będzie miał reaktancję $3,2 \Omega$. Wtedy trzeba się liczyć z dużymi prądami szczytowymi, nawet powyżej 1 ampera. Tranzystory przy takim prądzie mogą mieć małe wzmocnienie, nawet rzędu 40...50, a to oznacza, że rezystor R6 nie jest w stanie dostarczyć potrzebnego prądu bazy. Rozwiązanie jest bezsensowne, a zastosowanie „darlingtonów” pomoże niezbyt wiele. „Darlingtony” wprowadzą rozwiązać problem prądu bazy i rezystora R6, ale pogłębią problem wyjściowych napięć nasycenia.

Wyjaśnienia można zacząć od tego, że przy zasilaniu +15V w idealnym przypadku można uzyskać sygnał sinusoidalny o amplitudzie międzyszczytowej 15V, czyli o amplitudzie 7,5 V, co dla sinusoidy daje wartość skuteczną 5,32 V i na obciążeniu 4 omów znaczącą moc 7 watów. I właśnie prawie tak jest we współczesnych samochodowych wzmacniaczach mocy audio.

Tutaj jest dramatycznie gorzej. Już staruszek $\mu\text{A}741$ ma duże dodatnie i ujemne napięcia nasycenia wyjścia. Do tego dochodzi spadek napięcia na zbyt dużych rezystorach emiterowych R7, R8. I problem spadków napięcia baza-emiter tranzystorów lub „darlingtonów” wyjściowych.

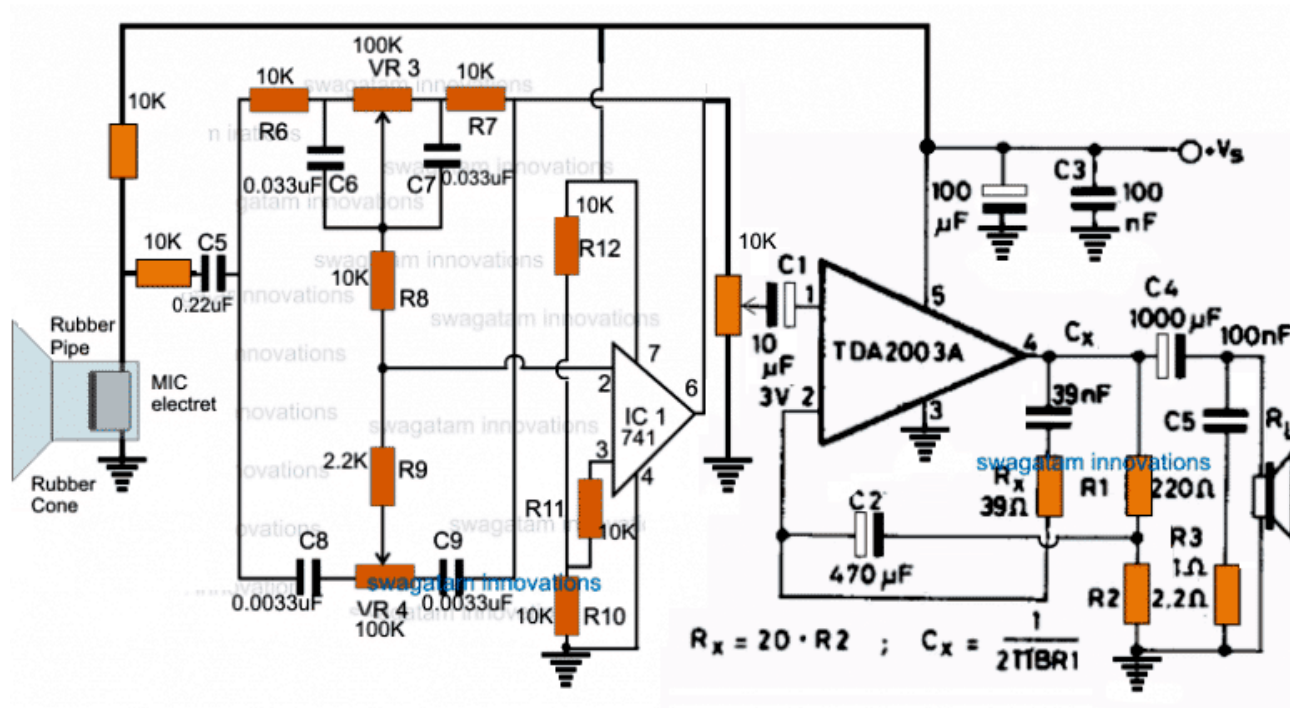
Szczegółowe obliczenia należałoby zacząć od parametrów wyjścia wzmacniacza operacyjnego, co zresztą nie byłoby takie łatwe. W każdym razie maksymalne możliwe do uzyskania napięcie zmienne na głośniku będzie miało amplitudę międzyszczytową dużo mniejszą niż 15 V. A to oznacza dużo mniejszą moc wyjściową. W wersji ze zwykłymi tranzystorami kilkukrotnie mniejszą, czyli znikomą moc wyjściową całego wzmacniacza.

Ogólnie biorąc, takim schematem w ogóle nie warto zawracać sobie głowy. ©

Piotr Górecki

Tropimy błędy: Elektroniczny stetoskop

W Internecie można znaleźć mnóstwo schematów budzących większe lub mniejsze wątpliwości. Niektóre są ewidentnie błędne i bezwartościowe. Inne mają jakąś wartość, ale zawierają usterki i niedoróbki. Jeszcze inne nie są błędne, tylko całkiem przestarzałe. Jak ocenisz schemat pokazany na poniższym rysunku?



Źródło schematu: <https://www.homemade-circuits.com/electronic-stethoscope-amplifier-circuit/>

Według opisu na podanej stronie jest to układ elektronicznego stetoskopu, pozwalający usłyszeć w głośniku wyraźny dźwięk bijącego serca oraz oddech badanego pacjenta. Autor stwierdza, że układ można zasilić z baterii 4,5 V lub 6 V, potencjometry

VR3, VR4 pozwalają uzyskać czysty i klarowny dźwięk, a zastosowany wzmacniacz z głośnikiem 8 Ω może dostarczyć do 10 watów mocy. Pod wskazanym adresem można też znaleźć inne schematy stetoskopów, którym też warto byłoby się bacznie przyjrzeć.

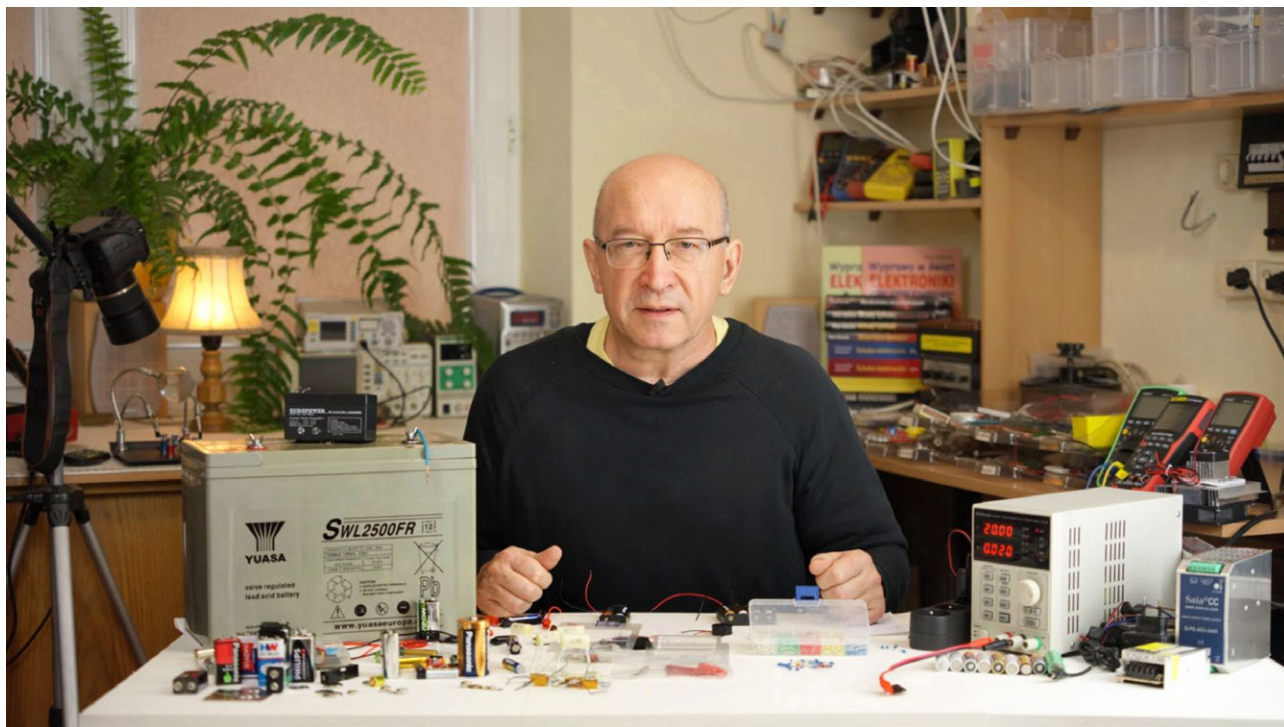
W ramach konkursu **Tropimy błędy KX014** możesz zgłosić swoje uwagi dotyczące tego znalezionej w Internecie schematu pokazanego na powyższym rysunku tytułowym. Jeśli chcesz, możesz albo króciutko, albo bardziej obszernie napisać, jak oceniasz ten schemat. Jaką ma wartość? Czy może nie jest błędny, tylko przestarzały? A może wprowadza w błąd? Możesz tylko wskazać, a ewentualnie także szerzej opisać błędy, usterki i niedoróbki, jakie Twoim zdaniem występują na tym schemacie.

Rozwiązanie tego konkursu **Tropimy błędy** możesz nadesłać do końca stycznia 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

Ponieważ inicjatywa „Zrozumieć Elektronikę” dopiero startuje, nie są przewidziane nagrody, natomiast źródłem satysfakcji może być publikacja fragmentów lub całości Twojego rozwiązania.

Jeżeli jednak 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.

Niezależnie od tego, czy przysłesz rozwiązanie, możesz też zgłosić jakiś inny błędny schemat, który mógłby zostać przeanalizowany w ramach któregoś z następnych wydań tego konkursu.



Zrozumieć Elektronikę: zaczniemy od podstaw

Artykuł jest uzupełnieniem filmu B001 na moim kanale YT. Zawiera informacje, których nie ma w filmie, ale film zawiera wątki, których nie ma w artykule. Jest to przeznaczone dla zupełnie nieorientowanych wprowadzenie do kursu „Fascynujące przemiany energii”, pokazującego fundamenty elektroniki.

Źródła energii – ogniwa i baterie elektryczne

Źródła energii – akumulatory i zasilacze

Biegunowość

Odbiorniki energii – sygnalizatory świetlne

Rezystor

Odbiorniki energii – sygnalizatory dźwiękowe

Energia, moc, napięcie i prąd

Analogia hydrauliczna

Mili, mikro, kilo, mega...

Podjąłem inicjatywę „Zrozumieć Elektronikę” i już sama ta nazwa zobowiązuje. Jak jednak rozpocząć poznawanie i rozumienie elektroniki, jeżeli to jest tak nieprawdopodobnie obszerna dziedzina?

Od czegoś trzeba zacząć! Otóż **najlepiej zacząć od energii**, bowiem elektronika to dziś przetwarzanie oraz przesyłanie energii i informacji.

To jeszcze nie jest właściwy, praktyczny kurs „Fascynujące przemiany energii”, który rozpocznie się już niedługo, też od filmu i artykułu. To na razie tylko wstęp, przygotowanie, gdzie podane są niezbędne informacje wprowadzające dla osób, które dotąd

z elektroniką nie miały zupełnie nic wspólnego. Teraz, na dobry początek, proponuję szereg praktycznych ćwiczeń, dotyczących baterii i rozmaitych sygnalizatorów, a także biegunowości, napięcia i prądu elektrycznego. W następnym filmie i artykule pokazuję, jak wykorzystać multimetr, czyli miernik uniwersalny. A w kolejnym – jak wykorzystać oscyloskop. Dziś i dobry multimetr i sensowny oscyloskop można kupić zaskakująco tanio – pokażę co i gdzie. A dopiero po takim kilkunastuminutowym wstępie przejdziemy do w 100 procentach praktycznego kursu podstaw elektroniki zatytułowanego „Fascynujące przemiany energii”.



Realizacja proponowanych ćwiczeń jest bardzo łatwa. Wykorzystamy rozmaite elementy elektroniczne, ale **nie trzeba niczego lutować!** Wszystkie połączenia są wykonywane za pomocą przewodów z krokodylkami. Nie trzeba mieć żadnej wiedzy o elektryczności ani o elektronice. Wszystkie niezbędne informacje będę podawał stopniowo, w kolejnych filmach i artykułach.

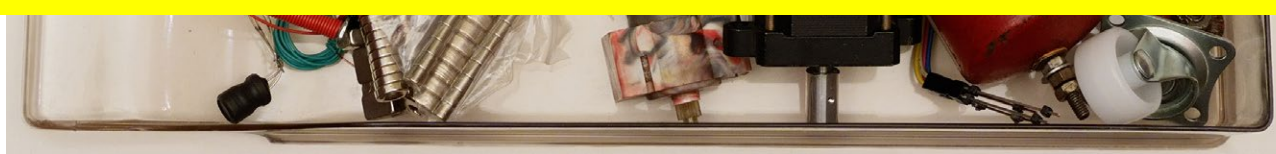
W głównym kursie „Fascynujące przemiany energii” będziemy w sposób praktyczny zajmować się

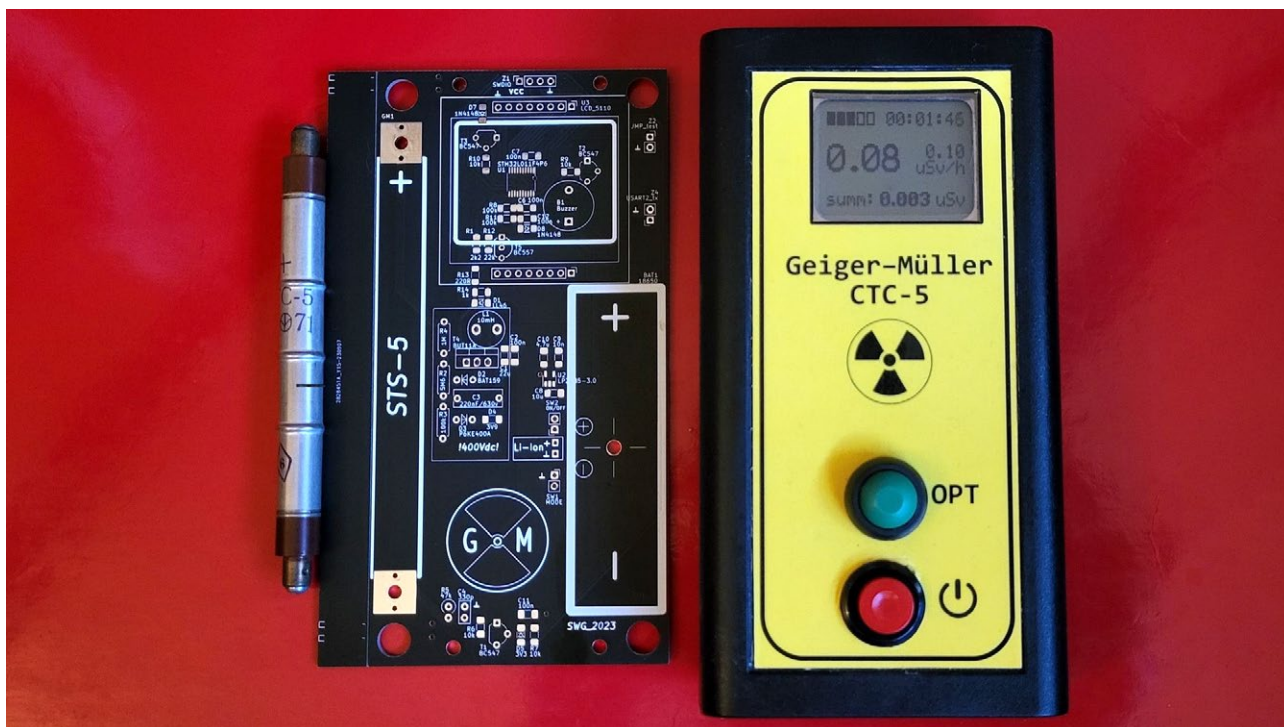
fotowoltaiką, oświetleniem LED, magnesami, elektromagnesami, bardzo dziwnymi silnikami, tajemniczymi elementami piezoelektrycznymi oraz jeszcze bardziej tajemniczymi modułami Peltiera i termoparami. **Fotografia powyżej** pokazuje zbiór elementów, które przygotowałem do odcinka dotyczącego chemicznych źródeł energii.

Na **fotografii poniżej** widać analogiczny zestaw elementów do badania dwukierunkowych przemian energii mechanicznej i elektrycznej.



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





Licznik Geigera-Müllera na STM32

Przedstawiany w artykule przyrząd to przenośny miernik promieniowania jonizującego. Jest to wersja optymalizowana pod kątem niskiego poboru mocy (standardowo $I_{zas} < 1$ mA). Urządzeniem steruje mikrokontroler STM32L011, a całość jest zasilania z 1 ogniwa Li-Ion serii 18650.

Wstęp i zarys teorii

Projekt i budowa licznika GM – kluczowa optymalizacja mocy

Budowa i sterowanie przetwornicy DC-DC

Część cyfrowa STM32L011 i obwody pomocnicze

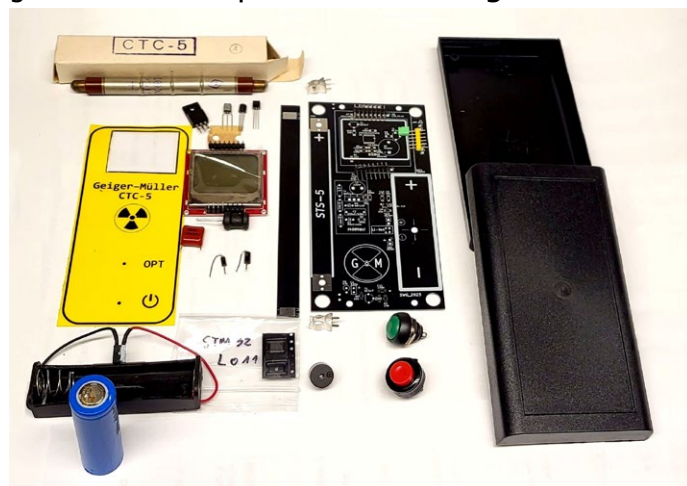
Opis funkcjonowania miernika – Licznika GM

Konstrukcja mechaniczna i podsumowanie budowy

W internecie opublikowano wiele wersji mierników promieniowania jonizującego, opartych na detektorze/tubie Geigera-Müllera (GM). Niestety często ich pobór prądu zasilania był znaczący, co eliminowało możliwość mobilnych zastosowań. Pojawiały się także ciekawe „wiekowe”, energooszczędne projekty, ale na miernikach wychyłowych jako wskaźnikach. Dlatego też pozostało wykonać własny projekt (zasadniczą inspiracją był pomysł kolegi „Cefaloid” z elektroda.pl).

Założeniem wstępnym, stawianym przed rozpoczęciem prac projektowych, było dążenie do wykorzystania wyłącznie ogólnodostępnych elementów elektronicznych i części mechanicznych. Założenie, z jednym oczywistym wyjątkiem (zastosowano radziecką tubę/detektor STS-5), udało się zrealizować – większość elementów składowych docelowego miernika przedstawia **fotografia 1**.

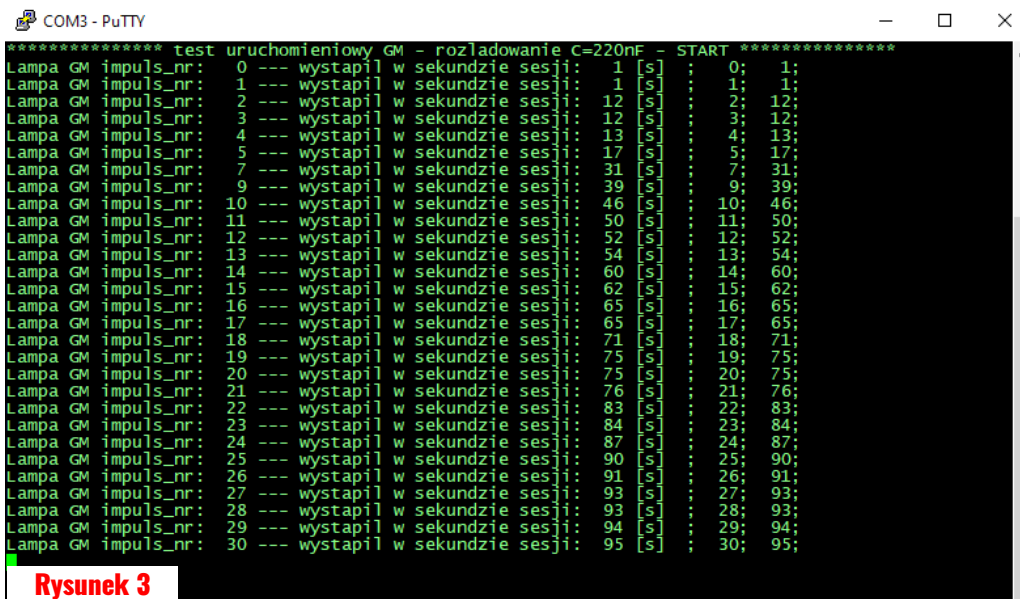
wać – większość elementów składowych docelowego miernika przedstawia **fotografia 1**.



Fotografia 1



Fotografia 2



Rysunek 3

Kluczowe elementy omówiono w dalszej części artykułu, natomiast dla zainteresowanych budową, w materiałach dodatkowych do artykułu umieściłem wykaz adresów skąd pozyskano mniej popularne podzespoły (np. STM32L011F4P6).

Gotowy przenośny miernik promieniowania jonizującego prezentuje fotografia 2. W trakcie realizacji stwierdzono, że kosztem ograniczenia przenośności miernika, można opcjonalnie przez szeregowy interfejs UART (115200 bps) dokonać akwizycji danych na komputerze – na rysunku 3 pokazano proces prostego odbioru informacji z wykorzystaniem PuTTY.

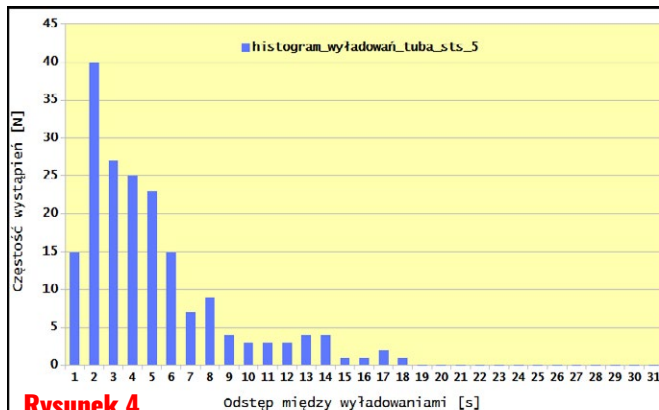
Umożliwienie podłączenia miernika do komputera otwiera szereg możliwości analizy i prezentacji danych o poziomie promieniowania jonizującego (amatorskie laboratorium, dodatkowa opcja pomiaru w domowej stacji meteo, itp.) – przykładowe zastosowania analizy danych widać na rysunkach 4 i 5.

Wstęp i zarys teorii

Na początek kilka słów o przedmiocie pomiarów. Promieniowanie jonizujące (tj. promieniowanie powodujące naruszenie stanu równowagi elektronu z atomem/cząsteczką) dzieli się na: promieniowanie alfa, promieniowanie beta i promieniowanie gamma.

Najbardziej szkodliwe dla zdrowia człowieka jest wysokoenergetyczne promieniowanie gamma i na pomiarach intensywności tego promieniowania skupia się większość prostych liczników GM.

Oto skrótowe przedstawienie podstawowych wielkości określających promieniowanie jonizujące:

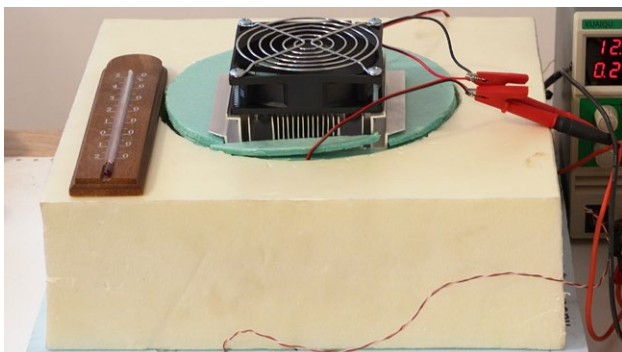


Rysunek 4



Rysunek 5

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



Wspólnie projektujemy: Sterownik komory termicznej

W październikowym numerze ZE projektem okładowym była zaskakująco tania i prosta komora termiczna, która potwierdziła swoją praktyczną przydatność, ale pozbawiona była sterownika, który ułatwiłby jej obsługę. W tym numerze zaprezentowany jest projekt Komora termiczna z tanim sterownikiem.

Moja komora termiczna, zrealizowana w sposób szybki i tani, przeznaczona jest głównie do testów precyzyjnych źródeł napięcia odniesienia i wysokostabilnych rezystorów. Na razie wyposażyłem ją w bardzo prosty sterownik, w pełni analogowy. Szczegóły przedstawiam w tym numerze czasopisma w artykule Komora termiczna z tanim sterownikiem.

Prezentowany tam analogowy sterownik jak najbardziej prawidłowo spełnia swoją funkcję, czyli stabilizuje temperaturę na zadanym poziomie, ale z kilku względów nie jest optymalny. Nie wykluczone, że zrealizuję lepszy sterownik, a może i większą komorę. Rozważania tego dotyczące przedstawiam w następnym zadaniu konkursowym z serii Wspólnie projektujemy: Uniwersalny termostat oznaczonym YK011. A teraz, w podsumowaniu zadania YK009, chciałbym króciutko zasygnalizować tylko jeden istotny aspekt zagadnienia.

Stabilizacja temperatury – jakiej temperatury?

Otóż elektroniczny sterownik stara się utrzymać jednakową temperaturę, ale temperaturę czego?

Trzeba mieć świadomość, że utrzymuje określoną temperaturę **czujnika**. Zwykle radzi sobie z tym zadaniem dobrze, często bardzo dobrze, wręcz znakomicie. Ale to nie znaczy, że utrzymuje właśnie taką temperaturę wnętrza całej komory!

Czym większa komora, tym większe mogą i będą w niej występować różnice temperatur. Zbadanie tego to bardzo szeroki temat. Z fizyki wiemy, że przekazywanie ciepła może następować przez promieniowanie, przez przewodnictwo cieplne i przez unoszenie.

Powietrze ma bardzo słabą przewodność cieplną. Nieprzypadkowo wnętrza niektórych termostatów wypełniano (nieprzewodzącym) olejem, który ma lepszą przewodność cieplną, co pozwala zmniejszyć różnice temperatur. To jednak odrębny temat.

Ogólnie biorąc, przewodność cieplna powietrza jest słaba i duże znaczenie ma przekazywanie ciepła przez unoszenie. Ciepłe powietrze ma mniejszą gęstość i unosi się do góry. U mnie chłodzona jest górna część komory, co jest korzystne. Ponadto wewnątrz umieściłem mały wentylator, żeby mieszał powietrze i zmniejszał różnice temperatur.

Umieszczenie czujnika wewnątrz komory, jak najbliższej testowanego obiektu, z jednej strony jest korzystne, bo regulator sterownik stabilizuje temperaturę praktycznie właśnie tego obiektu. Tak, ale z drugiej strony słabe przewodnictwo cieplne powietrza opóźnia reakcję, poważnie utrudnia dokładną regulację i zwiększa skłonność do przerzutów przy zmianach zadanej temperatury. Włączenie wentylatora zmniejsza opóźnienia, co jest korzystne. Jednak w pewnych przypadkach ruch powietrza może być niekorzystny.

Dlatego można wypróbować wersję, gdzie czujnik umieszczony jest na metalowej ścianie komory (garnka). Wtedy opóźnienie będzie małe i regulacja łatwiejsza. Tak, ale stabilizowana będzie temperatura ścianki w otoczeniu czujnika, a nie wnętrza komory. Należałoby wtedy sprawdzić (za pomocą dodatkowych czujników), jaki jest rozkład temperatur w różnych częściach komory z włączonym i wyłączonym wentylatorem. ©

Piotr Górecki



Wspólnie projektujemy: Uniwersalny termostat

W czasopiśmie ZE ukazało się kilka artykułów na temat tajemniczych modułów Peltiera oraz przedstawiających praktyczne wykorzystanie tych elementów. W kolejnym zadaniu cyklu **Wspólnie projektujemy** chcemy zastanowić się nad kolejną możliwością ich interesującego wykorzystania.

Finałem wcześniejszego zadania **YK009 Wspólnie projektujemy: Sterownik komory termicznej** jest prosty, w pełni analogowy układ, opisany w artykule **Komora termiczna z tanim sterownikiem**.

Okazuje się, że można w prosty i zaskakująco tani sposób zrealizować praktycznie użyteczną komorę termiczną. To zachęca do zastanowienia się, czy moduły Peltiera nie należałoby wykorzystać do realizacji czegoś podobnego, ale mniejszego: różnego rodzaju termostatów.

W elektronice od dawna stosowano termostaty, żeby zmniejszyć wahania temperatury, a tym samym radykalnie polepszyć stabilność parametrów. Większość zawiera grzałki i utrzymuje temperaturę wyższą, niż spodziewana maksymalna temperatura otoczenia. W ramach tego zadania warto zastanowić się nad innymi rozwiązaniami.

Grzać czy chłodzić?

Niewątpliwie prostsze jest grzanie. Jednak dziś moduły Peltiera są bardzo tanie i warto rozważyć ich wykorzystanie zarówno do grzania, jak i do chłodzenia. Moduł Peltiera może utrzymywać wewnątrz termostatu temperaturę wyższą lub niższą od temperatury otoczenia, ale jeśli ma mieć możliwość zarówno chłodzenia, jak i grzania, trzeba zastosować „dwukierunkowy” stopień sterujący, dający możliwość zmiany kierunku prądu płynącego przez moduł.

Dlatego zwracam uwagę na prostszą możliwość: jeżeli wykorzystamy moduł Peltiera i ustawimy temperaturę **poniżej** spodziewanej minimalnej temperatury otoczenia, to moduł Peltiera będzie tylko chłodził, a to oznacza, że można wykorzystać dużo prostszy sterownik jednokierunkowy, gdzie nie trzeba zmieniać kierunku, a tylko wartość prądu.

Zadanie konkursowe YK011 brzmi:

Zaproponuj koncepcję termostatu przydatnego w elektronice.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca lutego 2024 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania, zająć się tylko koncepcją, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze kwietniowym (4/2023) 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.

Tak czy inaczej, warto pamiętać, że istnieją specjalizowane scalone sterowniki – kontrolery do modułów Peltiera – warto się nimi zainteresować. Informacje katalogowe można znaleźć bez problemu, trzeba jednak sprawdzić dostępność i cenę.

Ja w sterowniku komory wykorzystałem samochodowy wzmacniacz mocy audio. Z uwagi na znaczne prądy pracy, warto się zastanowić, czy można byłoby analogicznie wykorzystać impulsowy wzmacniacz mocy klasy D?

Nie każdy scalony wzmacniacz klasy D się do tego nadaje – wiele układów scalonych ma wbudowane obwody zabezpieczeń, wyłączające układ w przypadku stwierdzenia obecności napięcia stałego na wyjściu. Takie kostki na pewno się nie nadają.

Od razu uprzedzam, że do roli dwukierunkowego sterownika nie nadają się popularne dwukierunkowe układy do sterowania silników DC. Pracują one przy małej częstotliwości, zwykle poniżej 1 kHz, a problem w tym, że przez moduł Peltiera powinien płynąć „gładki” prąd stały, a nie impulsy prądowe.

Ogólnie przyjmuje się, że przy sterowaniu impulsowym tętnienia prądu nie powinny przekraczać 10% jego maksymalnej wartości. Dlatego nawet przy zastosowaniu odpowiednio szybkiego impulsowego wzmacniacza mocy audio, być może trzeba będzie dołożyć dodatkowy uśredniający filtr LC.

Obudowa termostatu

Zadanie konkursowe dotyczy dowolnych termostatów, jakie mogą przydać się w elektronice. Termostat może być mały, albo duży. Trzeba zdecydować jaka ma być obudowa termostatu. Z jednej strony obudowa powinna zapewnić jednakową temperaturę w całej objętości termostatu, z drugiej maksymalnie izolować od wpływu otoczenia.

Można przyjąć, że dobrym rozwiązaniem jest obudowa metalowa, na przykład taka jak na **fotografii 1**, ale izolowana od otoczenia, na przykład pianką, choćby najtańszym styropianem.

Rozwiązania mogą być najróżniejsze, a duże znaczenia ma potrzebna wielkość termostatu.

Właściwy sterownik – regulator

Sterownik – termostat można zrealizować na wiele sposobów: zarówno na drodze analogowej, jak i cyfrowej. W przypadku termostatu temperatura jest ustalona, co ułatwia zadanie i może uprościć układ. Wiadomo, że najlepsze właściwości uzyskuje się stosując bardziej skomplikowany algorytm PID. Jednak w praktyce mogą z powodzeniem wystarczyć prostsze wersje, czyli zwyczajny regulator proporcjonalny P albo regulator PI obwodem całkującym.

Dostępne są algorytmy regulacji PID na mikroprocesory, jednak nie wszystkie nadają się do dokładniejszych zastosowań. Do termostatu z powodzeniem może wystarczyć nieskomplikowane rozwiązanie sterownika analogowego. A regulację PID można zrealizować na jednym wzmacniaczu operacyjnym. Zawsze największy problem i tak jest ze strojeniem, czyli doбором nastaw P, I, D.

Czujnik temperatury

W termostacie w zasadzie może pracować dowolny czujnik temperatury – analogowy albo cyfrowy, z wyjątkiem termopar. Czujnikiem może być najwyklesza dioda krzemowa, której napięcie przewodzenia zmniejsza się ze wzrostem temperatury o około 2 mV/°C. Można wykorzystać czujnik cyfrowy, choćby popularny Dallas DS18B20. Dziś dostępne są precyzyjne termistory o powtarzalnych charakterystykach.

Polecam uwadze czujniki Pt1000, które można kupić już za kilkanaście złotych, a które mają ściśle określoną charakterystykę i zapewniają dobrą stabilność długoczasową.

W ramach zadania YK011 chcemy zastanowić się, jak dobry termostat zrealizować możliwie najprościej i możliwie najtaniej.

Przypominam, że w Internecie choćby po wpisaniu: **thermal chamber OR box DIY** można znaleźć liczne inspiracje, różne przykłady realizacji amatorskiej komory termicznej.

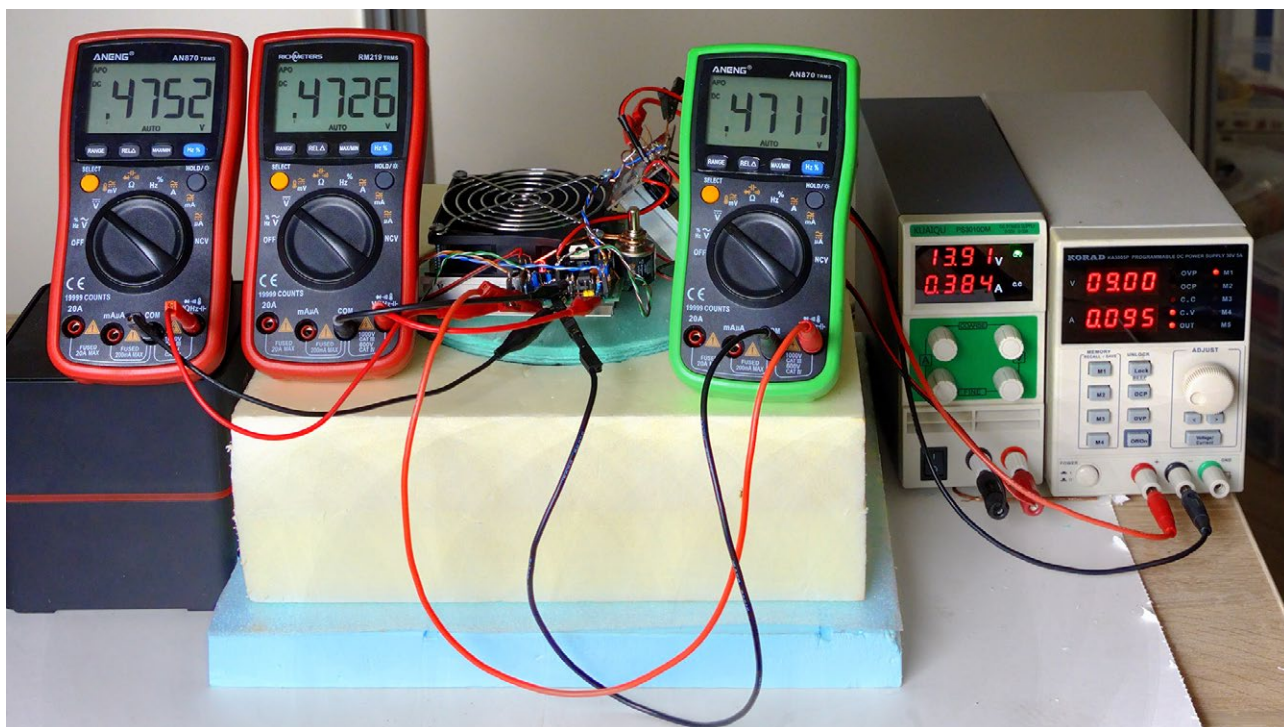
Zapraszam do udziału w zadaniu! Bardzo proszę o kontakt osoby, które są zainteresowane realizacją termostatów! ©

Piotr Górecki

1590A (92x38x31mm)
1590B (112x60x31mm)
1590BB (120x95x35mm)
1590XX (145x121x39mm)
1590LB (50.5x50.5x31mm)
1590G (100x50x26mm)
1590C (120x94.5x50mm)
1590DD (188x120x37mm)



Fotografia 1



Komora termiczna z tanim sterownikiem

W artykule [Komora termiczna za 100 zł z modułem Peltiera](#) opisałem samą komorę, która może chłodzić i grzać, ale która nie ma żadnego sterownika. W poniższym artykule opisuję prosty i tani sterownik zawierający trzy czujniki temperatury, zbudowany dosłownie na dwóch popularnych układach scalonych.

Analogowy sterownik komory termicznej

Opis układu sterownika

Kalibracja czujników LM335

Parametry dynamiczne komory termicznej

Pierwsze testy komory termicznej

Różnice temperatur we wnętrzu komory

Rozważania projektowe

Montaż i uruchomienie sterownika

Realizacja taniej komory termicznej z wykorzystaniem aluminiowego garnka i kawałków styroduru okazała się zaskakująco łatwym zadaniem. Następnym krokiem było zaprojektowanie i wykonanie jakiegoś przeznaczonego dla niej sterownika, możliwie jak najbardziej prostego i taniego.

Przyznam szczerze, że droga do opisanego tu sterownika była długa. Przeanalizowałem wiele możliwości. Dziś od razu nasuwa się pomysł wykorzystania Arduino i czujników DS18B20. Tak, ale ja po rozważeniu różnych za i przeciw, zdecydowałem się na układ w pełni analogowy, który jednak może też współpracować z mikroprocesorem czy komputerem.

Analogowy sterownik komory termicznej

Jak można się dopatrzeć na **fotografii tytułowej**, finalny układ zawiera właściwy sterownik z jednym popularnym wzmacniaczem operacyjnym LM358, zmontowany na płytce uniwersalnej. Współpracuje on z... samochodowym wzmacniaczem mocy TDA1516, który dostarcza do modułu Peltiera prąd o odpowiednim kierunku i wartości.

Temperaturę w komorze termicznej monitorują trzy indywidualnie, precyzyjnie skalibrowane czujniki temperatury LM335, umieszczone na różnej wysokości w różnych miejscach komory, co pozwala kontrolować także różnice temperatur jej wnętrza.

Fotografia 1 pokazuje sytuację, gdy w komorze panowała temperatura dokładnie $+20^{\circ}\text{C}$ ($20,03^{\circ}\text{C}$) przy temperaturze otoczenia w pokoju około $+25^{\circ}\text{C}$ stopni

Główny zasilacz z prawej strony, Korad KA3006, daje napięcie $9,0\text{ V}$ do zasilania modułu Peltiera. W chwili fotografowania pobór prądu wynosił $0,623\text{ A}$. Drugi mniejszy zasilacz daje napięcie $13,86\text{ V}$ do zasilania sterownika i wentylatorów. Pobierają one 390 mA .

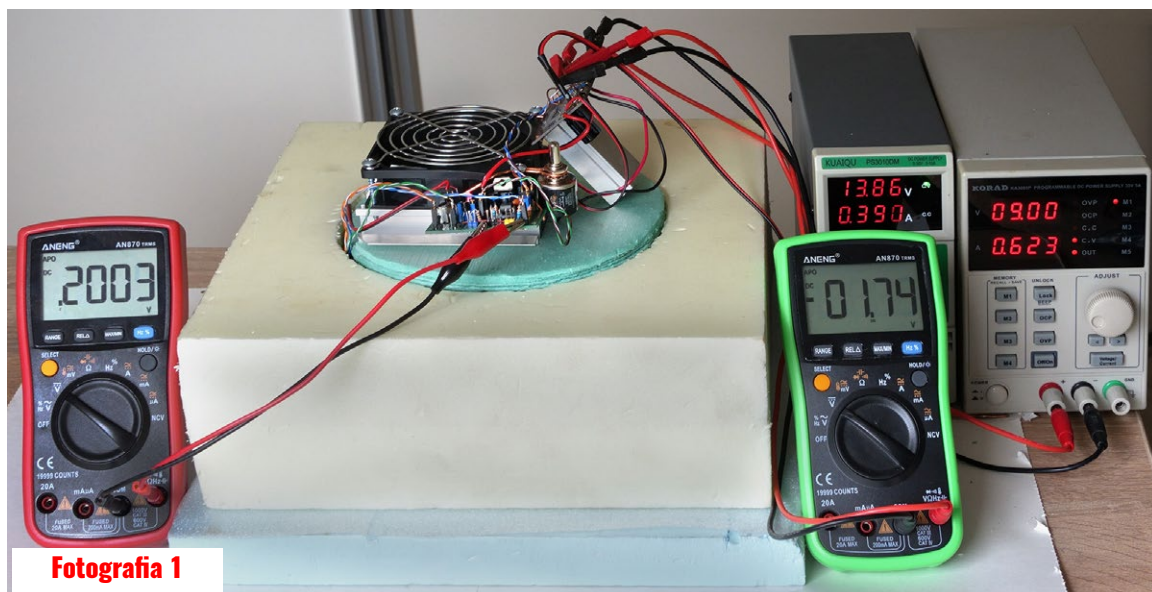
Czerwony multimetr z lewej strony pokazuje temperaturę jednego z trzech czujników umieszczonych w komorze.

Zielony multimetr z prawej strony wskazuje ujemne napięcie na module Peltiera, bo w tym czasie moduł chłodzi wnętrze komory, czyli wypompowuje z niej ciepło.

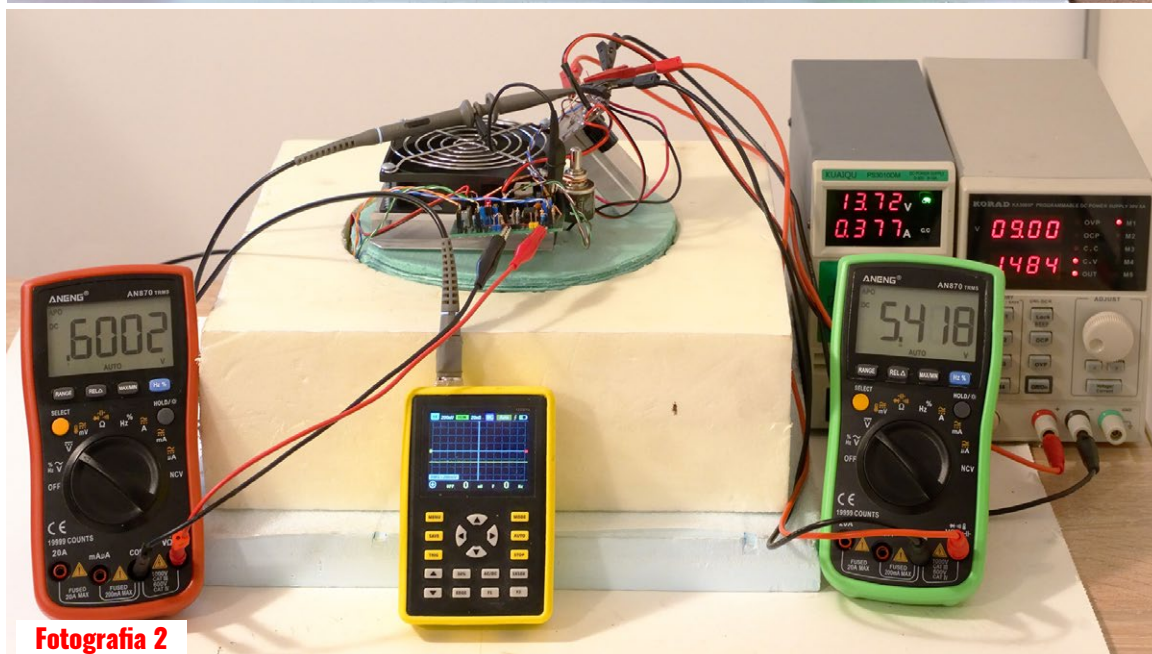
Na **fotografii 2** widać sytuację, gdy w takich warunkach otoczenia, w komorze utrzymywana jest temperatura $+60^{\circ}\text{C}$.

Zasilacze nadal dają takie same napięcia. Moduł Peltiera pobiera prawie $1,5$ ampera. Zielony woltomierz pokazuje dodatnie napięcie na module Peltiera, to znaczy, że ten podgrzewa wnętrze komory, czyli pompuje do niej ciepło. Mały ręczny oscyloskop dołączony do wyjścia sterownika pokazuje, że w układzie nie ma pasożytniczych oscylacji.

Interesujące wyniki prezentuje **fotografia 3**. Multimetry monitorują temperatury trzech czujników, jakie umieściłem w mojej komorze na róż-



Fotografia 1



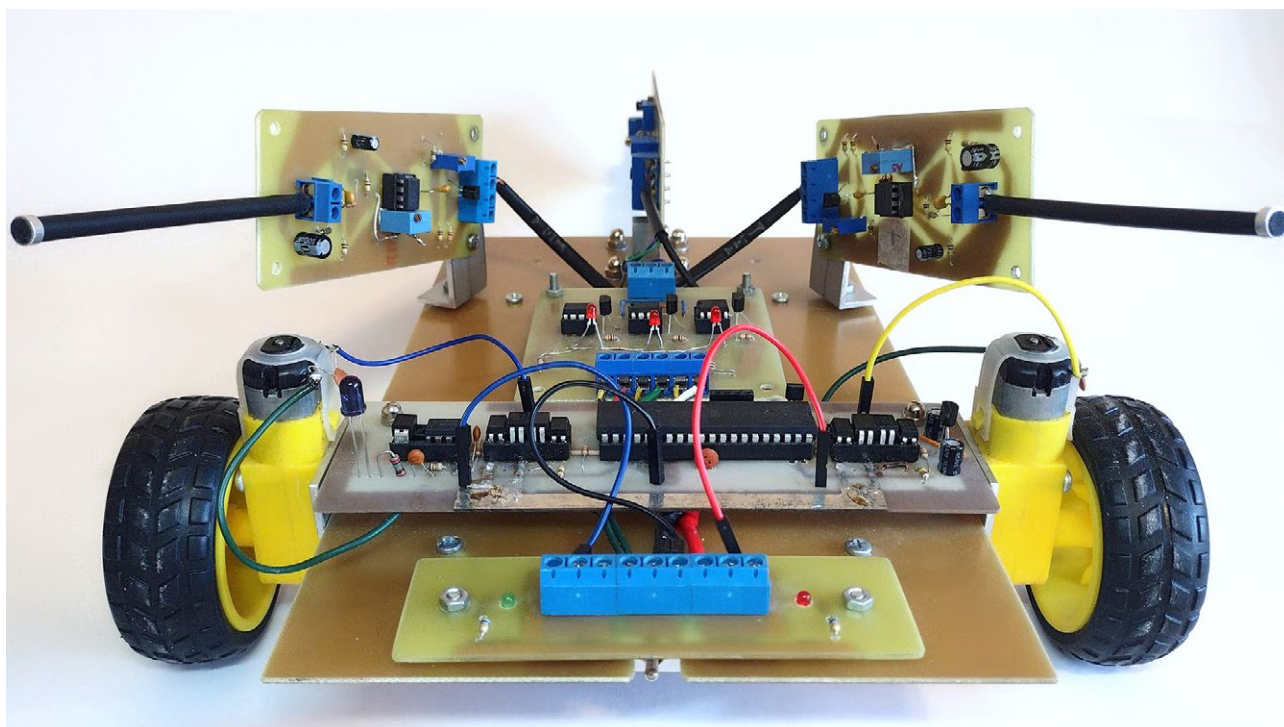
Fotografia 2

W połowie wysokości komory panuje temperatura $47,11^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,03^{\circ}\text{C}$), a na górze komory temperatura wynosi $47,35^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,03^{\circ}\text{C}$). Różnica jest więc zaskakująco mała, bo wynosi tylko około $0,4^{\circ}\text{C}$.



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

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



Robot – tropiciel dźwięków

Projekt prezentuje realizację robota, który jest autonomicznym trójkołowym pojazdem, wyposażonym w możliwość odbierania dźwięków, lokalizacji i odnalezienia źródła dźwięku. Realizacja nawet nieskomplikowanego projektu, połączona z pokonywaniem „oporu materii” daje twórcy ogromną satysfakcję.

Konstrukcja trójkołowca

Schemat zasilania

Schemat blokowy

„Pipek” czyli poszukiwane źródło dźwięku

Trzy wzmacniacze sygnału

Monitor i jego działanie

Blok sterowania silnikami

Atmega 16 + program

Od paru lat jestem elektronikiem amatorem. W związku z tym moje doświadczenie i umiejętności są niekompletne, a niektóre rozwiązania mogą wydawać się dziwne; dlatego proszę Czytelników o życzliwą wyrozumiałość. Jeśli chodzi o pisanie programów dla mikrokontrolerów, to jestem na początku drogi. Program dla prezentowanego „Tropiciela” jest moim czwartym działającym, który napisałem pół roku od zainteresowania się tą specjalnością. Programowanie uważam za uzupełniającą umiejętność, bardzo przydatną dla elektronika majsterkowicza.

W tym artykule chciałbym zaprezentować moją, zapewne niedoskonałą, konstrukcję. O jej słabościach wspominam w dalszej części artykułu.

Zdecydowałem się ją przedstawić dlatego, że realizacja przynosi mnóstwo satysfakcji i radości! Niech więc ten materiał będzie też zachętą dla innych, żeby realizowali takie i podobne zadania.

Konstrukcja trójkołowca

Silniki prądu stałego z przekładnią umieściłem z przodu płyty głównej (15×25 cm) w odległości 18 cm, tak by zamontowane do nich koła były

w odległości 24 cm. Trzecie tylne koło ma możliwość dostosowania swego kierunku do ruchu całego pojazdu, co umożliwia zawracanie w miejscu. Od spodu płyty głównej zamontowałem zestaw zasilający – **fotografia 1 i rysunek 2**. Natomiast elektronikę realizującą algorytm umieściłem na jej powierzchni.

Schemat zasilania

Do zasilania silników postanowiłem użyć napięć +6 V i -6 V. Do zasilania wzmacniaczy sygnału akustycznego +6 V, natomiast mikrokontroler Atmega 16 wymaga zasilania +5 V. Na fotografii 1 i na rysunku 2 widać cztery ogniwa Li-Ion 18650, które są zabezpieczone dwoma bezpiecznikami 1-ampierowymi. Napięcie dwóch szeregowo połączonych akumulatorów (około 8 V) jest ograniczane do +6 V i -6 V przez tranzystory BD139 i BD140, sterowane przez diody zenera. Układ L78L05 wraz z pojemnościami (zaznaczony na schemacie błękitnym prostokątem) znajduje się na płycie sterowania silnikami w bezpośrednim sąsiedztwie mikrokontrolera. Żółtym prostokątem zazaczyłem włącznik zasilania umieszczony z przodu pojazdu, pod płytą główną, w miejscu łatwo dostępnym.

Rysunek 2

Schemat blokowy

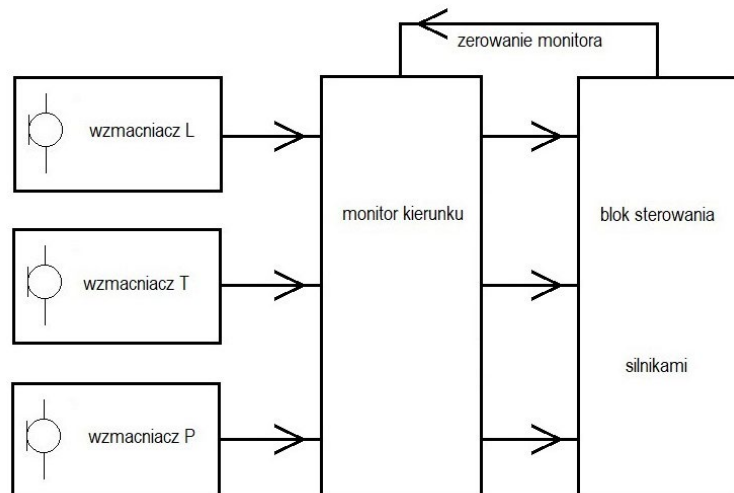
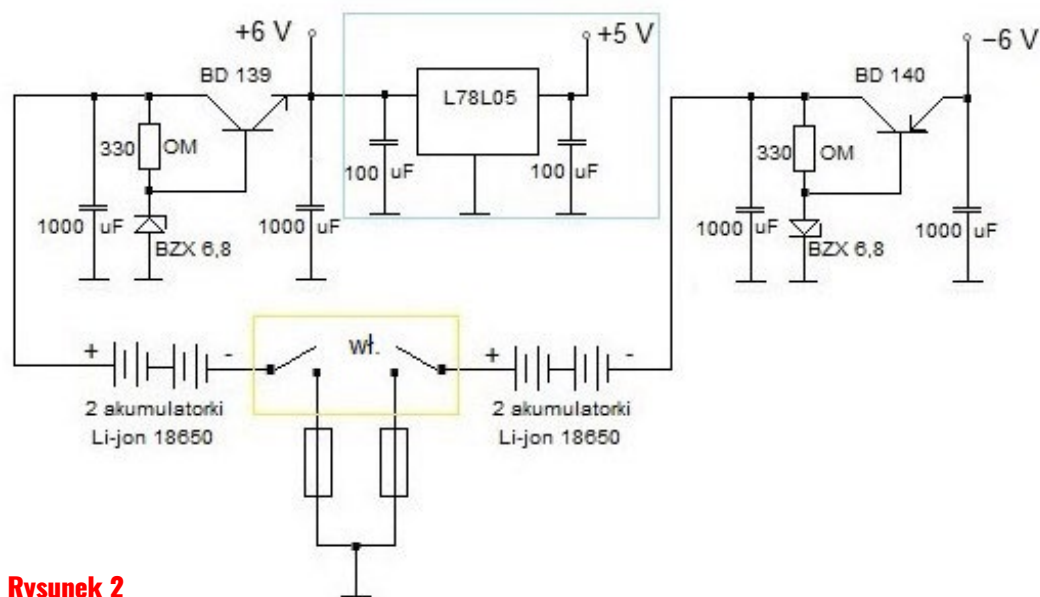
Trzy wzmacniacze mikrofonów rozstawione w płaszczyźnie działania co 120 stopni kątowych, przekazują monitorowi odebrane sygnały. Monitor w ułamku sekundy „stwierdza”, który mikrofon zareagował pierwszy i przekazuje swoją decyzję do bloku sterowania silnikami. A dokładnie podaje napięcie na jedno z trzech dostępnych mu wejść mikrokontrolera. Kod programu wykonuje ciąg czynności: zerowanie monitora, sprowokowanie „pipka” do ćwierknięcia oraz sterowanie silnikami. Cykl pracy trwający około 3 sekundy powtarza się do skutku. **Rysunek 3** zawiera schemat blokowy.

„Pipek” czyli poszukiwane źródło dźwięku

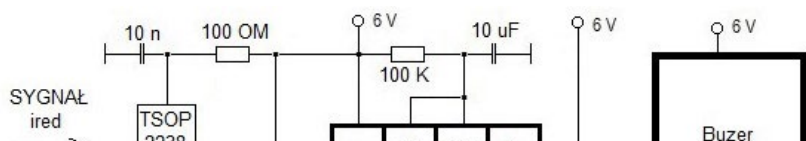
Kilka lat temu z potrzeby chwili skonstruowałem detektor działania pilota poczerwieni. **Rysu-**



Fotografia 1



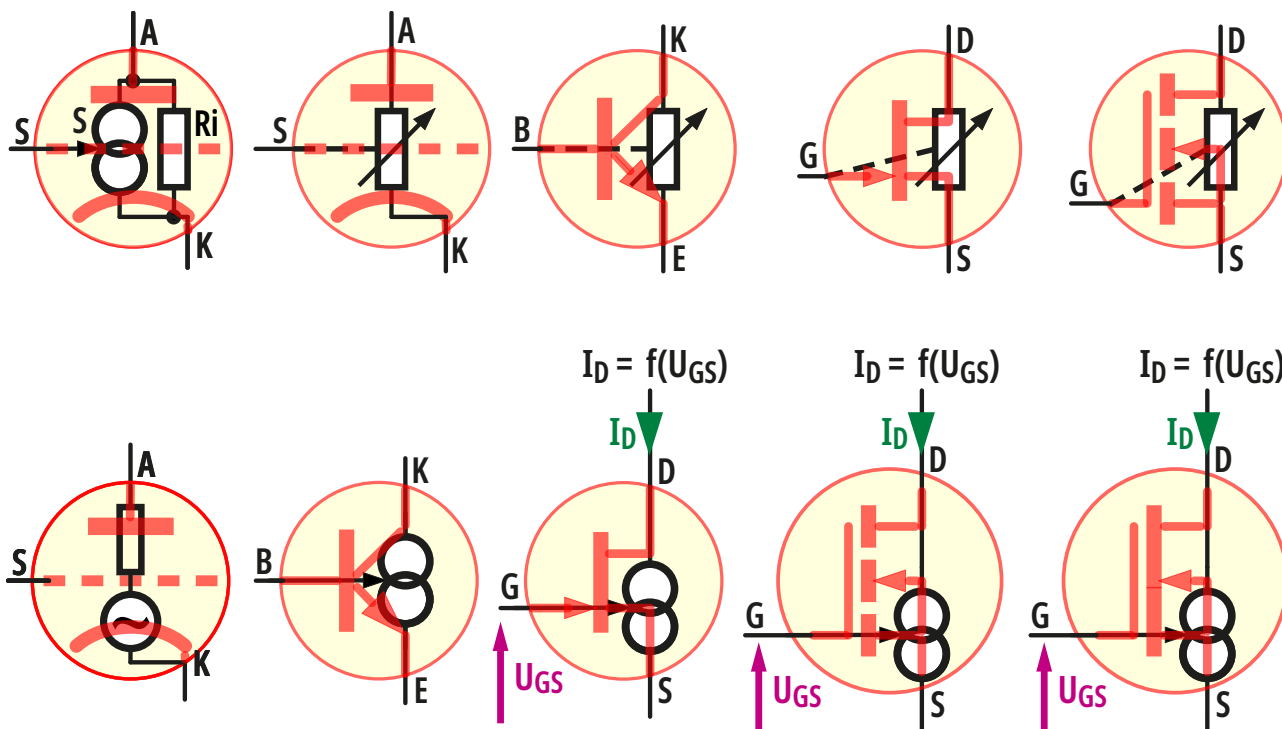
Rysunek 3



Rysunek 4

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

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



Lampy elektronowe: parametry dynamiczne

W tym kolejnym artykule serii przybliżającej w przystępny sposób podstawowe właściwości lamp elektronowych przedstawione są niezbędne dla każdego elektronika informacje dotyczące parametrów dynamicznych, w szczególności rozmaitych rezystancji, jakie występują w układach lampowych.

Czy lampa to zmienny rezystor?

Idea źródła prądowego

Sterowane źródła prądowe

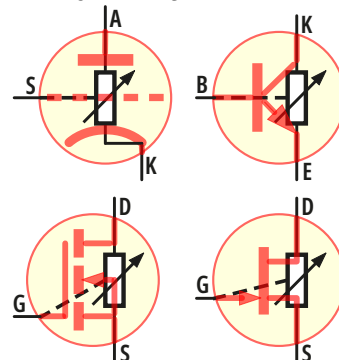
Czy trioda jest sterowanym źródłem prądowym?

W poprzednim artykule tej serii zatytułowanym Lampy elektronowe: kluczowe parametry i charakterystyki omówiliśmy charakterystyki lamp i koncentrowaliśmy się na parametrach statycznych, czyli dotyczących napięć i prądów stałych. Poniżej podane są fundamentalne informacje o parametrach dynamicznych, których zrozumienie jest absolutnie niezbędne dla każdego, kto chce zajmować się lampami. Bez zrozumienia ich miłośnik lamp jest jak dziecko we mgle, a ich przyswojenie otwiera drogę do zrozumienia wszystkich układów lampowych: i podstawowych, i tych uważanych za bardziej skomplikowane. Oto klucz do świata lamp! Dlatego jeśli nie wszystko zrozumiesz, uzupełnij podstawową wiedzę o źródłach prądowych i powróć do tego artykułu.

Czy lampa to zmienny rezystor?

Niekiedy lampę lub tranzystor przedstawia się jako element o zmiennej rezystancji. W przypadku lampy jako rezystor o rezystancji zmienianej przez napięcie siatki, co dałoby obraz jak na **rysunku 1**.

To jest ilustracja być może przydatna dla dzieci albo dla osób, które zupełnie nie znają się na elektronice. Dla wszystkich innych jest to zbyt daleko idące uproszczenie, które utrudnia analizę, a nawet mocno wprowadza w błąd.



Rysunek 1

Faktem jest, że niektóre tranzystory polowe JFET dawniej bywały wykorzystywane w roli zmiennej rezystancji, ale tylko przy bardzo dużych ograniczeniach, i na pewno nie w roli liniowych wzmacniaczy. Możemy to pominąć i stwierdzić, że przy normalnej pracy w roli liniowych wzmacniaczy tranzystory nie zachowują się jak rezystory o zmiennej wartości.

Ktoś może jednak powiedzieć: ale przecież *podczas pracy na lampie lub tranzystorze występują jakieś napięcia i płyną tam prądy, a więc można mówić, że tranzystor ma jakąś rezystancję ($R = U / I$) i że ta rezystancja zmienia się pod wpływem sygnału wejściowego.*

W zasadzie tak, ale takie rozumowanie jest bliskie prawdy tylko dla napięć i prądów *stałych*. Okazuje się natomiast bardzo mylące w przypadku zmian wartości napięć i prądów, czyli w przypadku interesujących nas najbardziej przebiegów *zmiennych*.

Tu jest problem, który sygnalizowałem w poprzednim artykule tego cyklu. Otóż wielu elektroników, nie tylko początkujących, jest bardzo mocno przywiązanych do napięć i prądów *stałych*. Potrafią sobie wyobrazić, i bardzo słusznie, że przebiegi *zmiennne* to tylko zmiany, okresowe pulsacje tych (spoczynkowych) napięć i prądów *stałych*. Rozumieją, że przebiegi *zmiennne* występują na tle (spoczynkowych) napięć i prądów *stałych*. Wiedzą, że przebiegi *zmiennne* nie mogą występować „samodzielnie”, bez tych napięć i prądów *stałych*.

Tak istotnie jest, ale problem w tym, że *przy analizie właściwości dynamicznych, nie tylko lamp, trzeba niejako zapomnieć o napięciach i prądach stałych oraz związanych z nimi parametrach, a zająć się tylko przebiegami zmiennymi i tylko parametrami, dotyczącymi prądów zmiennych.*

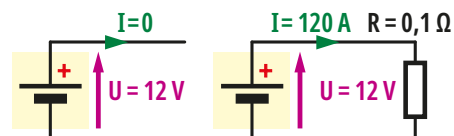
Trudność polega jednak na tym, że początkującym parametry statyczne często mieszają się z dynamicznymi. I nic dziwnego, bo niektóre parametry, na przykład rezystancje, dotyczą i prądów *stałych* (rezystancje statyczne), i *zmiennych* (rezystancje dynamiczne). Co jednak najważniejsze, parametry statyczne i dynamiczne tego samego elementu (lampy) mogą mieć, i zwykle mają, zdecydowanie różne wartości. Trzeba to dobrze zrozumieć, bo to klucz do świata lamp. A katalogi tego nie ułatwiają, bo tam parametry dotyczące prądów *stałych* i *zmiennych* są mocno pomieszane. Spróbujmy się w tym wszystkim rozeznaczyć.

Idea źródła prądowego

Tranzystor na pewno nie zachowuje się jak zmienna rezystancja z rysunku 1. Najprościej

że zmiany napięcia na tranzystorze (prawie) w ogóle nie powodują zmian prądu! A tak nie zachowuje się rezystor (rezystancja) tylko tak zwane **źródło prądowe**. **Bez zrozumienia idei źródła prądowego nie poznasz tajemnic lamp i tranzystorów!**

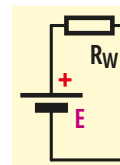
Ze *źródłami prądowymi* jest kłopot, bo w praktyce mamy do czynienia głównie ze *źródłami napięciowymi*. W idealnym źródle napięciowym napięcie jest niezmiennie, niezależnie od wartości prądu, co ilustruje prosty przykład 12-woltowego źródła napięciowego. Źródła napięciowe mają różne symbole graficzne, ja na **rysunku 2** wykorzystałem symbol częściej stosowany do oznaczania ogniw i baterii.



źródło napięciowe bez obciążenia

Rysunek 2

Baterie, akumulatory, a w szczególności zasilacze stabilizowane zachowują się jak bliskie doskonałości *źródła napięciowe*, w których napięcie nie(wiele) zależy od prądu. A niedoskonałość źródła napięciowego przedstawiamy w uproszczeniu jako obecność szeregowej rezystancji wewnętrznej według **rysunku 3**. I to jest proste, wręcz oczywiste.



niedoskonałe źródło napięciowe

Rysunek 3

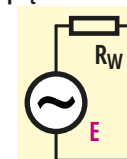
Niezbyt trudne jest też wyobrażenie sobie *zmiennoprądowego źródła napięciowego*, które wytwarza napięcie sinusoidalnie zmiennie, o wielkości niezależnej od prądu. Na schematach często takie zmiennoprądowe źródło napięciowe przedstawiamy za pomocą symbolu z **rysunku 4**, a jego niedoskonałość za pomocą rezystancji szeregowej. W pierwszym zgrubnym przybliżeniu można uznać, że takim źródłem napięciowym jest dobry generator o małej rezystancji wyjściowej (**fotografia 5 – NDN**). To też jest w sumie łatwe.

źródła napięciowe napięcia zmiennego



idealne

Rysunek 4

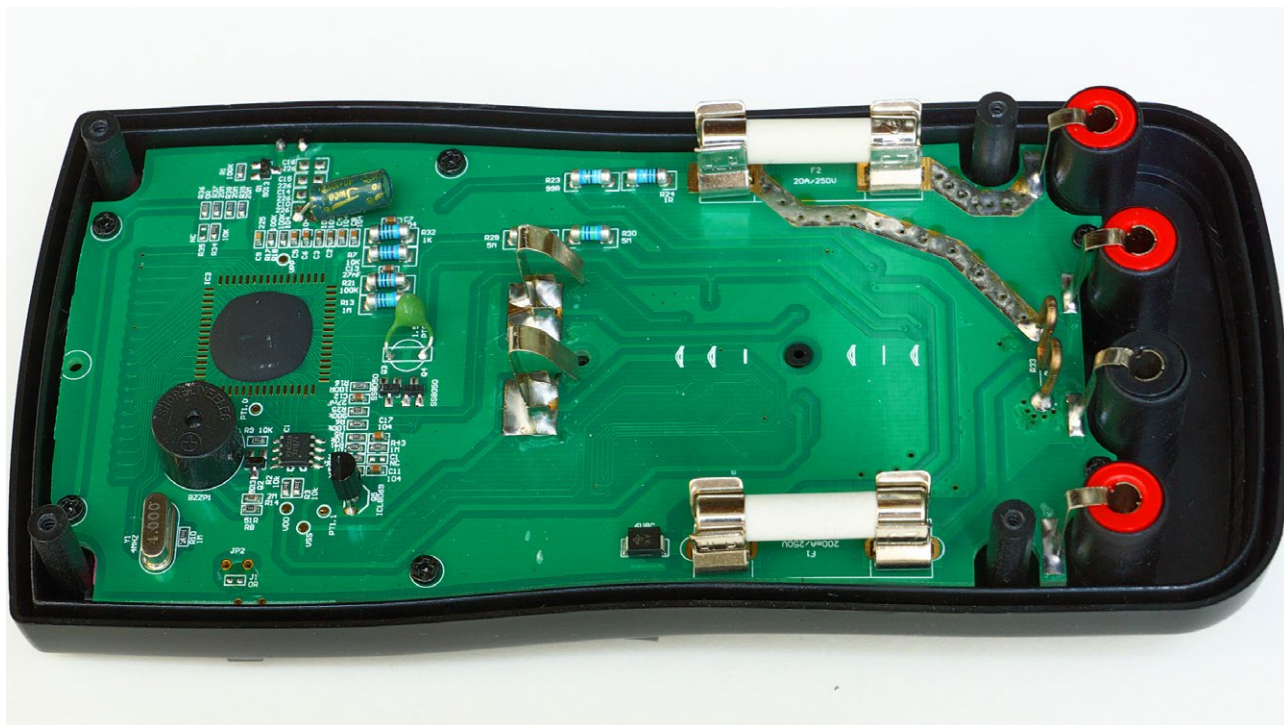


niedoskonałe



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

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



Odkrywamy tajemnice multimetru Aneng AN870

Multimetr Aneng AN870 oraz jego wersje bliźniacze, przy niskiej cenie mają zaskakująco dobre parametry oraz szerokie możliwości. Oczywiście mają też znaczące wady, co jest całkowicie zrozumiałe przy takiej cenie. Warto poznać budowę i specyfikę takich, coraz bardziej popularnych, multimetrów.

Pomiary skrajnie małych prądów
Rozwiązania układowe cyfrowych woltomierzy
Rezystancja wejściowa i prądy upływu

Korekta wskazań AN870
Podsumowanie

W pierwszym artykule tej serii, zatytułowanym **Aneng AN870: najlepszy multimetr dla hobbysty?**, pokazałem, dlaczego uważam, że multimetry AN870 oraz identyczne ZT219 i RM219 aktualnie, czyli w roku 2023, oferują najlepszy stosunek możliwości do ceny. W drugim – **Słabości i wady multimetru Aneng AN870** – omówiłem ich słabości i wady. Dopiero teraz przedstawię interesujące szczegóły budowy oraz specyficzne właściwości, w szczególności możliwość pomiaru tymi przyrządami znikomo małych prądów znacznie poniżej 1 pikoampera. Intrygujące pytanie brzmi tak: jakim cudem tani multimetr **AN870, kosztujący w sklepie BOTLAND około 200 złotych** może mierzyć prądy rzędu femtoamperów i rezystancje rzędu teraomów?

Pomiary skrajnie małych prądów

Otóż okazuje się, że może mierzyć, a kluczem do zagadki jest rezystancja wewnętrzna na poszczególnych zakresach pomiaru napięcia. Potocznie mówi się, że w multimetrach cyfrowych na wszystkich zakresach woltomierza rezystancja wejściowa ma niezmienną, jednakową wartość 10 megaomów. Nie jest to do końca prawdą. Po pierwsze, najtańsze multimetry, jak rodzina M830, mają rezystancję wejściową tylko 1 megaom. Popularny DT9205 A na najniższym zakresie 200 mV również ma tylko 1 MΩ.

Ale są też dobre wiadomości! Lepsze multimetry niekoniecznie mają rezystancję wejściową równą 10 megaomów – niektóre mają (dużo) większą.

Dla porządku trzeba odnotować, że Aneng AN870 na najniższym zakresie woltomierza ma rezystancję tylko trochę większą ($R_I = 11 \text{ M}\Omega$) z uwagi na wykorzystany sposób przełączania zakresów. **Fotografia 1** przedstawia pomiar tej rezystancji wewnętrznej (wejściowej) na zakresie woltomierza – zielony multimetr pracujący jako omomierz pokazuje rezystancję wejściową woltomierza multimetru czerwonego (na wyższych zakresach napięcia rezystancja jest bardziej zbliżona do $10 \text{ M}\Omega$, co nie ma tu znaczenia).

Na najniższym zakresie woltomierza maksymalna rozdzielczość pomiaru napięcia to $0,1 \text{ mV}$, więc przy rezystancji $R_I = 11 \text{ megaomów}$ można mierzyć prądy z rozdzielczością $0,0091 \text{ nanoampera}$ w sposób opisany w artykule **Twój teraomierz i pikoamperomierz**.

Ale to jeszcze nie wszystko – to dopiero początek! A jak można mierzyć prądy poniżej 1 pikoampera , czyli w zakresie femtoamperów?

Otóż niespodzianką, i to bardzo miłą, jest rezystancja wewnętrzna AN870 na zakresie miliwoltów. Jak świadczy **fotografia 2**, omomierz pokazuje przekroczenie zakresu, więc rezystancja wejściowa na pewno jest większa niż $200 \text{ M}\Omega$, bo taki maksymalny zakres ma (zielony) omomierz. Rezystancja wejściowa miliwoltomierza DC jest ogromna, nie do zmierzenia przez omomierz! Bardzo dobra wiadomość jest taka: nasz tani **AN870 na dwóch najniższych zakresach 20 mV i 200 mV jest elektrometrem, czyli woltomierzem o ogromnej rezystancji wejściowej**.

To na pozór drobny szczegół, o którym mało kto wie: **ogromna rezystancja wejściowa miliwoltomierza znacznie rozszerza możliwości tego akurat multimetru**. I właśnie ta właściwość przy odrobinie wysiłku pozwala mierzyć znikomo małe prądy i ogromne rezystancje rzędu teraomów. Ale uwaga! To dotyczy AN870, jego bliźniaków ZT219, RM219 oraz nielicznych innych multimetrów. **Niestety, w większości multimetrów tej możliwości nie ma**

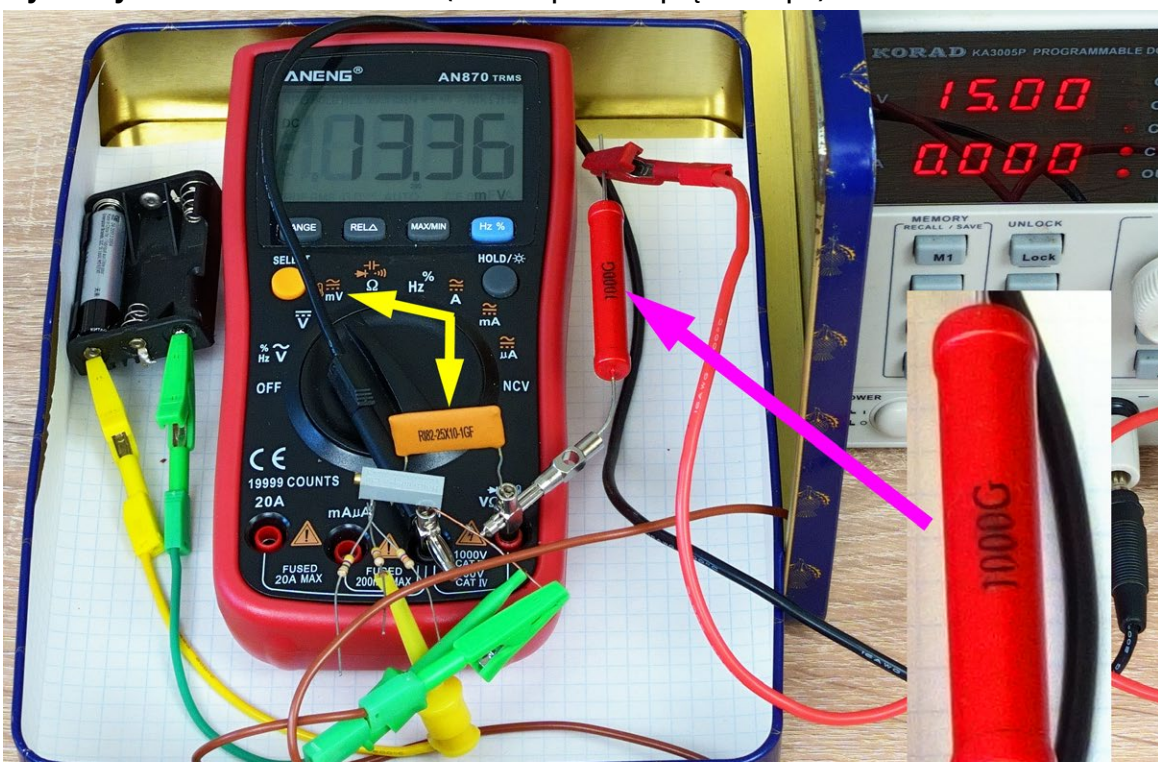
A jeżeli miliwoltomierz AN870 jest w istocie elektrometrem o ogromnej rezystancji wejściowej, to z jego pomocą spróbujemy mierzyć prądy nawet poniżej 1 pikoampera , stosując zewnętrzny rezystor o rezystancji większej niż $10 \text{ M}\Omega$. Na **fotografii 3** żółte strzałki wskazują, że na zakresie miliwoltomierza jest to pomiar napięcia na dodatkowym rezystorze $1 \text{ G}\Omega 1\%$, który pełni funkcję bocznika. Miliwoltomierz mierzy napięcie na tym boczniku, co daje informację o prądzie (1 mV odpowiada prądowi 1 pA).



Fotografia 1



Fotografia 2



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

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



Podstawy automatyki – pomiar prądów i napięć

W kolejnym odcinku temat z pogranicza automatyki i elektroenergetyki. Często potrzebujemy informacji o wartości napięcia lub prądu w obwodzie. Dla zwykłego operatora można zastosować zwykły woltomierz czy amperomierz. W jaki sposób możemy taką informację przekazać do sterownika PLC? O tym poniżej.

Transformator

Przekładniki prądowe

Przekładniki napięciowe

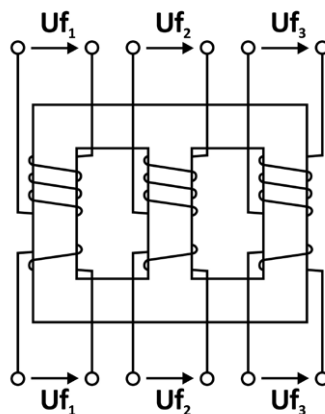
Błędy przekładników

Układy pomiarowe energii elektrycznej

Elektroenergetyczna automatyka zabezpieczeniowa (EAZ)

Transformator

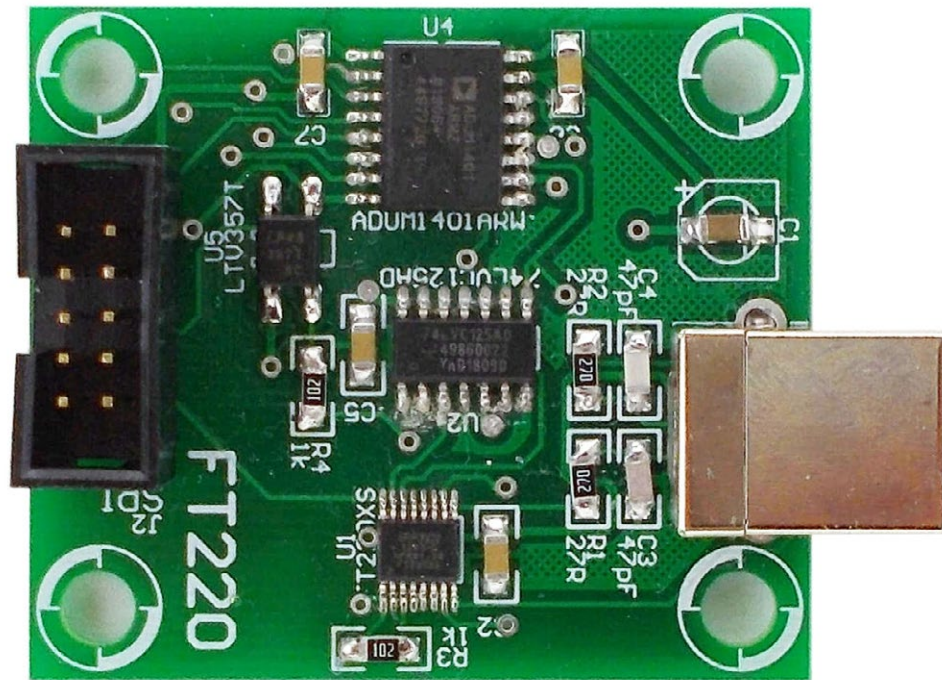
Na początek przypomnijmy sobie budowę transformatora. Najprostszy transformator to **dwie cewki** nawiniętą **na wspólnym rdzeniu** z ferromagnetyka. Na przestrzeni lat dopracowano jego budowę i w praktyce nie wykorzystuje się rdzeni w kształcie pręta, ze względu na duży strumień magnetyczny rozproszenia, lecz w kształcie litery O dla transformatorów jednofazowych i w kształcie dwóch sklejonych ze sobą liter E dla



mogą być oparte na rdzeniach **pięciokolumnowych**, co pozwala na zmniejszenie wysokości transformatora – **rysunek 2** (źródło: www.elhand.pl).

Uzwojenia transformatora powszechnie nazywane są pierwotne i wtórne, jednak w elektroenergetyce nazwy te mogą być mylące. W sieciach wysokich napięć często zdarza się, że kierunek przepływu energii przez transformator jest zmienny, w związku z tym bardziej

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



Izolowany galwanicznie mostek USB-SPI

Przykłady wykorzystania z Arduino, AVR i STM32

Prezentowany w artykule konwerter zapewnia izolację galwaniczną interfejsu USB od mikrokontrolera. Ponadto komunikacja z konwerterem odbywa się nie, jak to jest najczęściej, przy pomocy UART ale z wykorzystaniem SPI. Interfejs ten, w stosunku do UART, w przypadku mostków USB ma wiele zalet.

Wady mostków UART Jak to działa?

Opisywane urządzenie służy do galwanicznej izolacji interfejsu USB od mikrokontrolera. Istnieją izolatory USB, na przykład ADuM1460, ale do tanich nie należą. Zdecydowanie korzystniej jest zbudować izolator z wykorzystaniem układów FT220/221 i ADuM1402. Układy FT22x są mostkami USB-SPI i w stosunku do mostka z interfejsem UART mają szereg zalet, zwłaszcza przy współpracy z Arduino, AVR, PIC.

Wady mostków UART

- AVR mają mało UART. Jest to szczególnie odczuwalne w przypadku Arduino UNO. Niektóre AVR mają 2 UART, nieliczne Mega po cztery, ale tylko te montowane w obudowach co najmniej 100 pin.
- Zegar AVRmega/tiny musi być stabilizowany rezonatorem kwarcowym. Wbudowany RC ma zbyt

Montaż i uruchomienie Obsługa programowa.

małą stabilność aby wykorzystać go z UART.

– Wbudowane w mostki USB-UART FIFO nie spełnia swojej roli. Mostki mają FIFO, ale co z tego, jeśli znaki, które przysły z USB są wysyłane do UART, czy mikrokontroler tego chce czy nie (wyjaśnienie w dalszej części artykułu). Ten problem najbardziej odczuwalny jest w Arduino z AVRmega/tiny, w którym podczas komunikacji z WS2812 czy 1-Wire najczęściej zawieszane są przerwania.

– Kontrola przepływu wymaga dodatkowych GPIO mikrokontrolera oraz implementacji jej po stronie HOST-a, co nie zawsze jest możliwe, przykładowo gdy nie mamy kodów źródłowych HOST-a.

– Przez UART nie można stwierdzić, czy USB HOST jest przyłączony, czy nie. Tak samo jak odczytać stanu linii sterujących przepływem (DTR, DSR) czy je

ustawić (RTS, CTS, CDC, RI). Aby to zrobić trzeba zaangażować kolejne linie mikrokontrolera.

- Konfigurację mostka czyli VID, PID, desktpor, funkcje GPIO, itd. można przeprowadzić (o ile w ogóle można, bo w np. CP2101 – nie) tylko z poziomu komputera odpowiednią aplikacją. Dla układów FTDI jest to FT_PROG. Nie można tego zrobić z poziomu mikrokontrolera.

Wszystkich z wyżej wymienionych wad pozbawione są układy FT22x. Jak je mają możliwości?

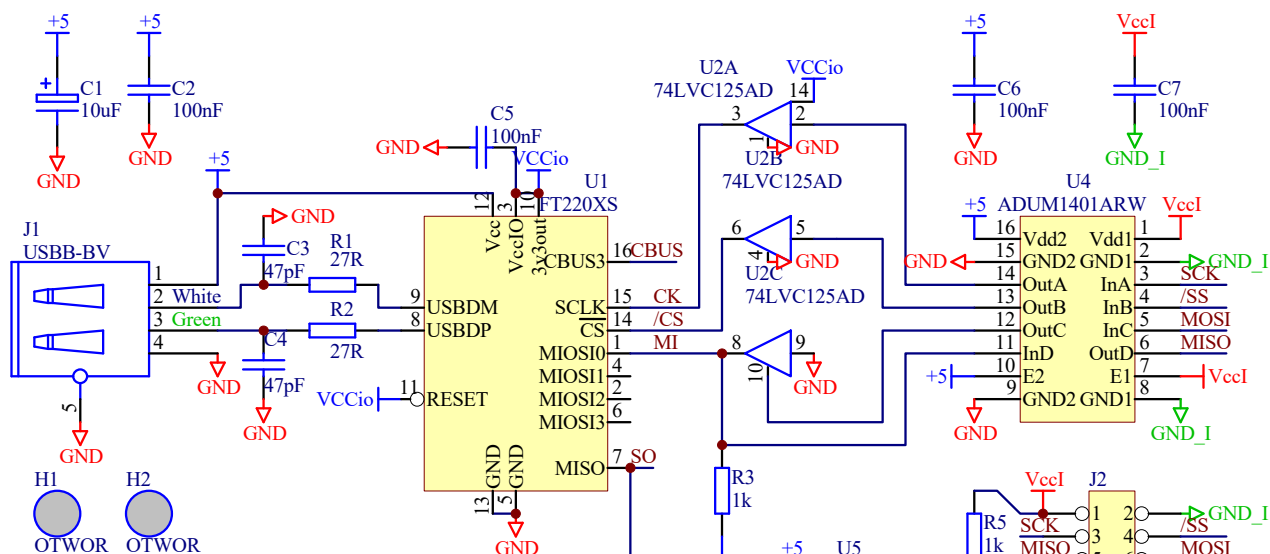
- Komunikacja interfejsem SPI zegarem do 12 MHz. SPI może pracować w trybach 1-, 2-, 4-, a w przypadku FT221 także 8-bit.
- Automatyczne rozpoznawanie szerokości szyny SPI.
- Automatyczne rozpoznawanie trybu pracy SPI pomiędzy MODE 1 a MODE 3.
- Prędkość komunikacji USB 1 Mb/s (500 kb/s dla FT220).
- 1kB FIFO, 512 bajtów bufora nadawczego, 512 odbiorczego.
- Wszystkie opcje konfiguracji programem FT_PROG dostępne z poziomu interfejsu SPI.
- Ponad 1 kB EEPROM do dyspozycji użytkownika.
- Jedna konfigurowana linia GPIO.

Jak to działa?

Schemat ideowy pokazany jest na **rysunku 1**. Układ zasilany jest z USB. U1 pracuje w typowym układzie aplikacyjnym. Szyna SPI jest izolowana układem U4. Ze względu na to, że układ U4 nie może zmienić kierunku konwersji w czasie pracy oraz nie ma pojedynczo sterowanych wyjść Open Drain, aby komunikować się z U1 zastosowano U2. Bramki 3-stanowe U2 pozwalają na zamianę interfejsu SPI

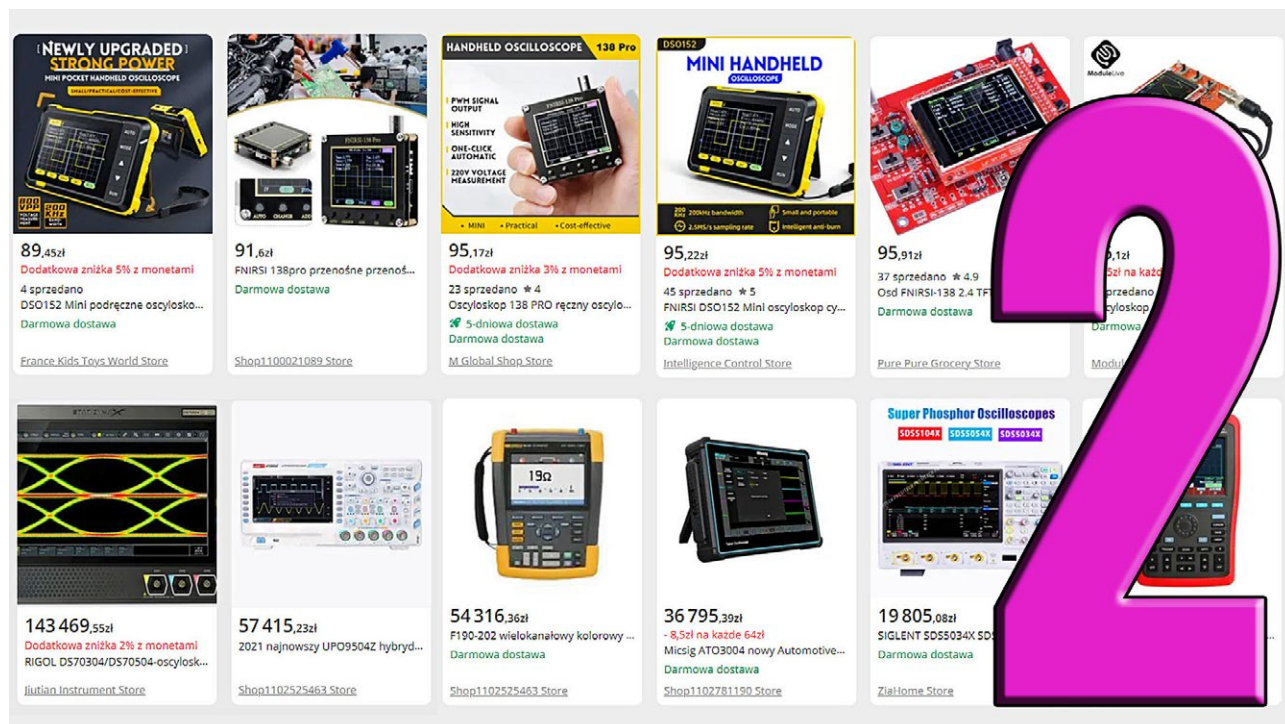
4-wire na 3-wire. Wyjście Open Drain (Open Collector) jest symulowane bramką U2C. Dzięki podłączeniu wejścia sterującego /OE U2C (pin 10) do linii danych MOSI oraz zwarcia wejścia U2C (pin9) do masy, stan niski MOSI wymusza stan niski na wyjściu U2C (pin 8) natomiast stan wysoki na wejściu wymusza stan trzeci na wyjściu, co jest tożsame (o ile nie jest przekroczone na wyjściu napięcie zasilania + ok. 600 mV) z pracą wyjścia Open Drain. Metoda ta jest powszechnie stosowana w układach FPGA, CPLD czy dawniej w GAL, które nie mają wyjść Open Drain. Linie sygnalizującą obecność znaku w odbiorczym FIFO izoluje transoptor U5. Rozwiązanie to ma pewną wadę związaną z szybkością pracy transoptora. Jak sobie poradzić z tym problemem będzie opisane w dalszej części artykułu. Linia CBUS3 U1 nie jest izolowana, jeśli istnieje taka potrzeba należy to zrobić poza płytką interfejsu.

Jak widać, budowa sprzętowa nie jest przesadnie skomplikowana, cała moc interfejsu jest w oprogramowaniu. Zanim przystąpię do opisu oprogramowania wyjaśnię funkcjonowanie FIFO w mostkach USB. W przypadku mostków z UART, dane przychodzące po USB są zapisywane w FIFO, skąd są wysyłane przez UART. Nie znam sposobu aby zatrzymać wysyłanie danych z FTDI. Zmiana stanu linii CTS czy DTR powoduje tylko zmianę stanu tych wirtualnych linii dostępnych w HOST przez API. HOST może reagować na stan CTS/RTS, ale to, co już jest w buforze układu FTDI musi zostać wysłane. Z tego powodu reakcja na zmianę CTS/RTS nie jest natychmiastowa i w najgorszym przypadku mikrokontroler może jeszcze otrzymać, w przypadku układów FTDI, 512 znaków od czasu zmiany stanu linii CTS/RTS. Ponadto nie zawsze program będzie reagował na stan owych linii.



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

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



Parametry rozstrzygające o wyborze oscyloskopu

To jest drugi artykuł omawiający kwestię wyboru i zakupu oscyloskopu. W pierwszym naświetlona była bardzo trudna kwestia wyboru oscyloskopu oraz omówione były trzy główne grupy sprzętu i producentów. Teraz w drugim artykule serii zajmiemy się najważniejszymi parametrami technicznymi.

Najważniejsze parametry – pasmo przenoszenia
Najważniejsze parametry – właściwości wejścia
Najważniejsze parametry – opcje wyzwalania

Dokładność oscyloskopów
Skopometr czy klasyczny oscyloskop?
Oscyloskop – inne właściwości i problemy

Zgodnie z zapowiedzią z pierwszego artykułu tej serii **Trudny dylemat: jaki oscyloskop warto kupić?** omówię teraz w trzech śródtytułach trzy główne parametry decydujące o technicznej atrakcyjności oscyloskopu. Właściwie tylko zasygnalizuję, bo są to zagadnienia trudne i bardzo obszerne, które są szerzej omówione w dwóch innych artykułach tej serii: **Parametry oscyloskopu: pasmo i próbkowanie** oraz **Parametry oscyloskopu: wyzwalanie, czułość i sondy**.

A na razie, w trzech następnych śródtytułach niniejszego artykułu zasygnalizuję inne istotne zagadnienia, między innymi interesującą kwestię, czy już warto inwestować w zasilany bateryjnie oscyloskop przenośny lub skopometr, czy nadal trzymać się klasycznych oscyloskopów zasilanych z sieci?

Najważniejsze parametry – pasmo przenoszenia

Wszyscy wiedzą, że najważniejszym parametrem oscyloskopu jest **pasmo przenoszenia**. Generalnie tak właśnie jest, ale w oscyloskopach cyfrowych nie wszystko jest jasne i oczywiste. Otóż w specyfikacjach i informacjach handlowych podawane są dwa parametry: **szerokość pasma** wyrażona w megahercach oraz **częstotliwość próbkowania** wyrażona w maksymalnej liczbie próbek na sekundę (MS/s lub MSps).

Niektórzy błędnie sądzą, że oba parametry określają to samo: pasmo przenoszenia. A tak nie jest. W oscyloskopach cyfrowych szerokość pasma analogowego i częstotliwość próbkowania to dwa oddzielne parametry, tak naprawdę zupełnie od siebie niezależne. Tym ważnym wątkiem możemy się zająć oddzielnie.

Niektórzy widzą różnicę między pasmem przenoszenia a częstotliwością próbkowania (przykład na rysunku 1), więc wydaje im się, że potrafią dokonać trafnego wyboru. Śledzą ofertę rynkową, głównie nowych niedrogich przenośnych oscyloskopów i szukają propozycji najnowszych, o najszerszym paśmie i najwyższej częstotliwości próbkowania. W takim podejściu jest trochę sensu, bo rzeczywiście nowsze modele zwykle mają pod niektórymi względami znacznie lepsze właściwości niż te starsze.

Tak, ale tu jest haczyk: i te opracowania starsze, i te nowsze nie były i nie są sprzętem profesjonalnym. Owszem, pasmo i próbkowanie mogą robić wrażenie, ale bardzo często są to parametry naciągane, nie pokazujące całej prawdy. Szczegóły w artykule **Parametry oscyloskopu: pasmo i próbkowanie**.

Duża deklarowana częstotliwość próbkowania rzędu kilkuset lub 1000 MS/s oraz stumegahercowe pasmo i duża szybkość narastania nie powinny przesłonić praktycznego znaczenia innych kluczowych parametrów i właściwości. Rysunek 1 to specyfikacja „tabletowego oscyloskopu” FNIRSI-1013D w cenie około 800 zł, pokazanego na **fotografii 2**. Bardzo atrakcyjne parametry „częstotliwościowe”, zaznaczone zielonymi strzałkami, nie powinny odwrócić uwagi od dyskwalifikujących wad (czerwone strzałki), które decydują, że ten na oko rewelacyjny przyrząd nie jest prawdziwym oscyloskopem, tylko produktem oscyloskopopodobnym. Oto szczegóły.

Najważniejsze parametry – właściwości wejścia

Ludzką rzeczą jest błądzić i mylić się. To nieuniknione! **Prawdziwy** oscyloskop nie ulegnie uszkodzeniu, **jeżeli na wejście podane zostanie napięcie sieci 230 V**. Natomiast obwody wejściowe najtańszych oscyloskopów (pseudooscyloskopów) są prymitywne i niedopracowane, więc takie napięcie zwykle powoduje ich uszkodzenie. **Maksymalne dopuszczalne napięcie na wejściu większości pseudooscyloskopów to ±40 V** (Highest Test Voltage na rysunku 1). W zasadzie uszkodzeniu zapobiega sonda 10:1, ale jeśli zostanie omyłkowo przestawiona

Number of Channel	2
Bandwidth	100MHz
Sample Rate	1GSa / s
Storage Depth	240Kb
Timebase	50S / div~10nS / div
Vertical Sensitivity	50 mV / div~500 V / div
Input Impedance	1M ohm
Trigger Modes	Auto / Normal / Single

Rysunek 1

Trigger Types	Rising Edge / Falling edge
Coupling	DC / AC
Highest Test Voltage	1X : 40V / 10X : 400V
Cursor	Position XY / Trigger
Waveform Manager	Support (1000 pic +1000 waveform)
Frequency Precision	±0.01%
USB Export	Support
Power Supply	6000 mAh lithium battery



Fotografia 2

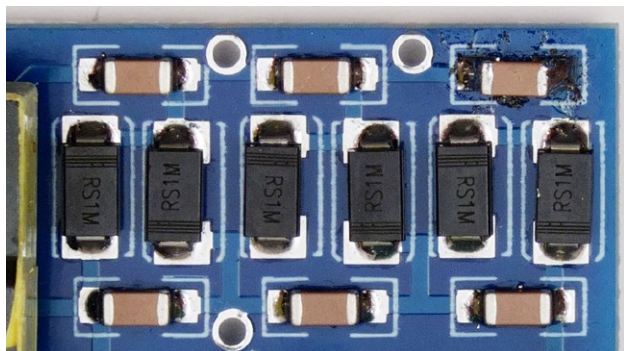
I druga sprawa: wielu amatorów tanich, na pozór bardzo atrakcyjnych nowości, nie zwraca uwagi, jaka jest **maksymalna czułość wejściowa**. (Vertical Sensitivity na rysunku 1). Dotyczy to szczególnie małych przyrządów przenośnych. Ogólnie biorąc, taki pseudooscyloskop jest prymitywny, „zaśmiecony”, ma duży poziom szumów i maksymalna czułość jest niezadowalająca. Często ta maksymalna czułość to żałosne 50 mV na działkę, jak w tym przypadku, albo 20 mV/dz. Czyli o wiele za mało jak na prawdziwy oscyloskop, który powinien mieć maksymalną czułość 1 mV/działkę lub co najwyżej 2 mV/dz.

Owszem, czułość 50 mV na działkę może być wystarczająca, ale tylko dla elektronika „cyfrowca”, który nie mierzy sygnałów analogowych, a jedynie

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

Skrzynka pytań i odpowiedzi

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



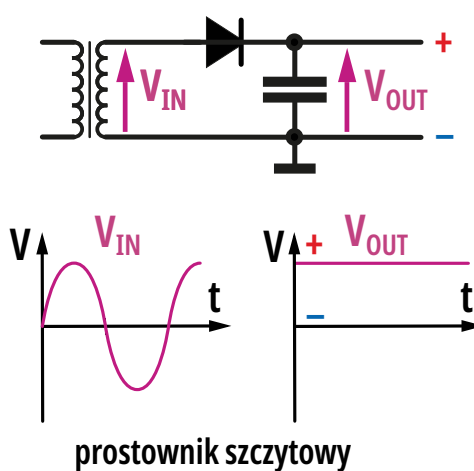
Jakie są typy, nazwy i cechy powielaczy napięcia?

(...) zainteresowałem się (...) różnymi podwajaczami i powielaczami napięcia (...) mam duże wątpliwości co do podwajania (...) spotkałem różne nazwy tych samych układów (...) czy to jest układ Villarda, czy Cockrofta-Waltona, czy Greinachera? (...) Jakże mają zalety i wady (...)?

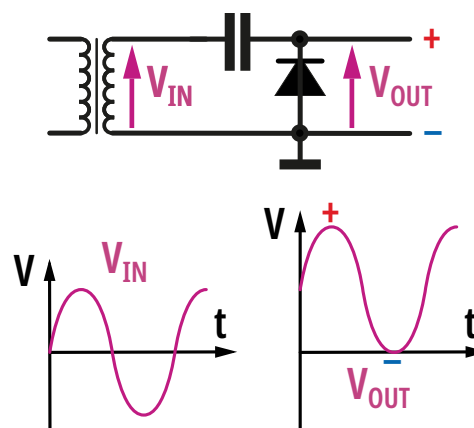
Pytanie ma dwa aspekty. Jeden, mniej ważny, dotyczy zamieszania i nieścisłości, związanych z nazwami poszczególnych konfiguracji. Drugi, ważniejszy, dotyczy praktyki, a mianowicie różnych konfiguracji oraz ich właściwości – zalet i wad.

Tutaj zajmiemy się głównie drugim aspektem, natomiast ten pierwszy w dużej części przedstawiam w oddzielnym artykule z kategorii Historia.

W telegraficznym skrócie: oczywistym rozwiązaniem jest prostownik jednopołówkowy, półokresowy według **rysunku 1**. Często jest też nazywany prostownikiem szczytowym,



Rysunek 1



przebiegu przemiennego z transformatora. W opisach nie wymienia się nazwiska wynalazcy. Prawdopodobnie to oczywiste rozwiązanie zostało zaproponowane przez różne osoby.

Natomiast chyba jeszcze w końcówce XIX wieku **Paul Ulrich Villard**, zaproponował układ, nazywany czasami prostownikiem równoległym, który dziś przedstawiany jest jak na **rysunku 2**. Dioda i kondensator są inaczej włączone. Zwróć uwagę na przebiegi wejściowy i wyjściowy w obu wersjach. Na wyjściu układu Villarda mamy przebieg wprowadzie jednokierunkowy, ale tętniący, a nie gładki.

Układ Villarda na wyjściu daje przebieg zmienny o kształcie takim samym jak sygnał z transformatora, tylko o przesuniętej składowej stałej. Układ ten był przydatny tylko w specyficznych za-

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

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

ZE 1/2024

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, Szymon Burian,
Rafał Kozik, Jacek Kosecki, Sławomir Skrzyński, Tadeusz Suszał

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.