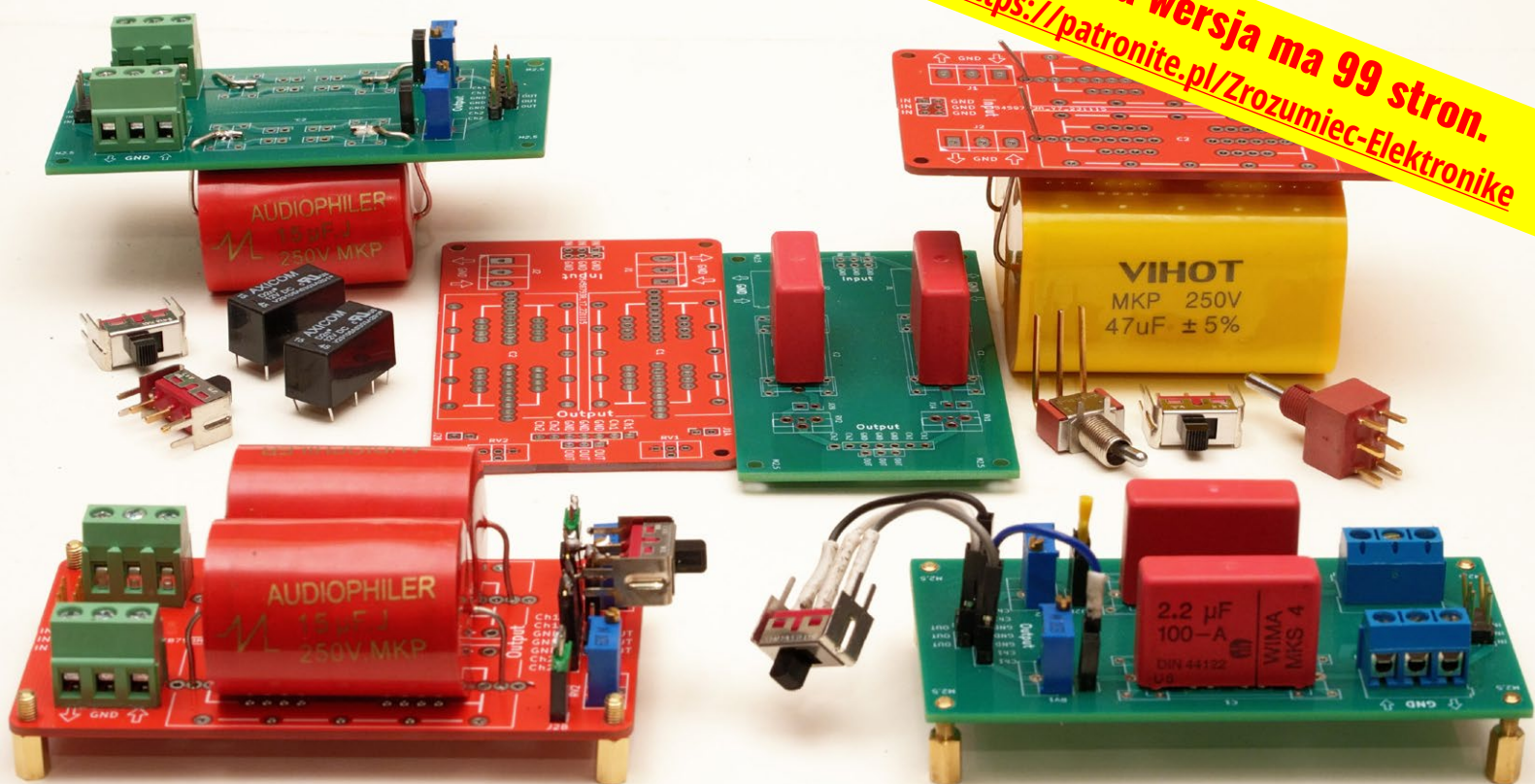
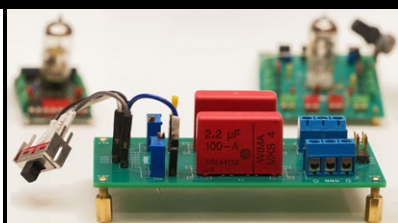




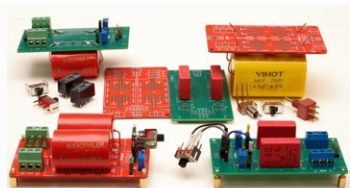
# Układy do ślepych testów aparatury audio

- Rigol DH0924S w praktyce: parametry i możliwości
- Nie ma napięcia? Czy nie ma prądu?
- Jak przeprowadzić wiarygodne ślepe testy?
- Tajemnice dokładności dzielnika rezystorowego
- Montaż elementów SMD na płytkach z Aliexpress
- Od czego zależy wydajność mikrokontrolera?
- Multimetr z oscyloskopem Aneng AOS02 i ZT702S
- Pamięci typu FIFO



# Zawartość numeru 3/2024

**17**  
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



## Układy do ślepych testów aparatury audio

Artykuł opisuje prosty przyrząd, który znakomicie ułatwi testowanie wszelkich urządzeń i układów audio. Prezentowana przystawka pozwoli przeprowadzić najrozmaitsze pomiary porównawcze, w tym umożliwi przeprowadzenie prób odsłuchowych, w szczególności realizację naprawdę wiarygodnych ślepych testów.

## 3 Słowo wstępne – marzec

## 4 Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników

## 7 Łamigłówki elektroniczne marzec 2024

## 9 Rozwiązania Łamigłówek styczeń 2024

KONKURSY

## 15 Tropimy błędy: Elektroniczny stetoskop

AUDIO I VIDEO

## 25 Jak przeprowadzić wiarygodne ślepe testy?

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

## 33 Wspólnie projektujemy: Sygnalizator braku stabilizacji

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

## 38 Wspólnie projektujemy: Elektronizacja pojazdu dziecka

MIERNICTWO

## 44 Rigol DHO924S w praktyce: parametry i możliwości

MIERNICTWO

## 52 Multimetr z oscyloskopem Aneng AOS02 i ZT702S

ZASILANIE

## 59 Nie ma napięcia? Czy nie ma prądu?

ELEMENTY I MODUŁY

## 63 Pamięci typu FIFO

MIKROPROCESORY

## 72 Zrozumieć mikroprocesory – porty mikroprocesora

ELEKTRONIKA UŻYTKOWA

## 84 Podstawy automatyki – pomiary specjalistyczne

WARSZTAT

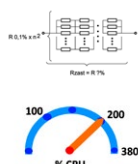
## 87 Montaż elementów SMD na płytkach z Aliexpress

MIERNICTWO

## 91 Tajemnice dokładności dzielnika rezystorowego

MIKROPROCESORY

## 95 Od czego zależy wydajność mikrokontrolera?







## Słowo wstępne – marzec

Witam!

To wydanie ZE ma dwa główne tematy. Jeden to ślepe testy audio. Drugi to oscyloskopy.

Okładkowy projekt przedstawia prostą przystawkę, znakomicie ułatwiającą przeprowadzanie testów porównawczych aparatury audio, w tym testów ślepych i podwójnie ślepych. Dodatkowy artykuł zawiera mnóstwo uzupełniających informacji na temat podzespołów, które warto, a wręcz trzeba, wykorzystać podczas tego rodzaju testów.

Zapraszam osoby zainteresowane do kontaktu, także w kwestii płytek drukowanych.

Drugi główny temat to praktyczne podejście do oscyloskopów. W poprzednich numerach ZE przedstawiłem cztery artykuły obszernie i chyba wyczerpująco opisujące rozmaite aspekty wyboru oscyloskopu. Teraz przechodzimy do praktyki. Aktualna oferta rynkowa jest ogromna. Każdy znajdzie coś dla siebie. W numerze znajdziesz artykuł opisujący dwa przykłady. Jeden to tak naprawdę zabaweczka, a nie prawdziwy oscyloskop, jednak zaskakująco dobry multimetr i równie zaskakująco niska cena mogą zainteresować szerokie grono hobbystów.

Drugi opisywany przyrząd to najprawdziwszy oscyloskop dla profesjonalistów. Najwyższa wer-

sja, którą opisuję, dla większości hobbystów jest zbyt kosztowna, ale chcę zwrócić uwagę, że dziś już jest czas, żeby kupować oscyloskopy czterokanałowe, których najtańsze wersje kosztują niewiele ponad 2000 złotych, a więc są też w zasięgu większości amatorów.

Uzupełnieniem materiałów na temat oscyloskopów są filmy o tej tematyce na moim kanale YT. A pisana wersja filmu oznaczonego B003 ukaże się jako artykuł w następnym numerze ZE.

Patroni z wyższych progów zauważą znaczne zmiany względem wersji wstępnej numeru, co ma kilka przyczyn. W numerze jest też nieco mniej konkursów niż wcześniej. Wszystko dlatego, że więcej uwagi muszę poświęcić przygotowaniu filmów na YT, co oznacza konieczność nabycia zupełnie nowych dla mnie umiejętności. Także dlatego tanim kosztem samodzielnie zaprojektowałem, zamówiłem formatki i z pewnym wsparciem najbliższych zamontowałem już meble do nowej pracowni i „studia filmowego” jak widać poniżej. Po uporaniu się z przenosinami z przyjemnością wrócę do rozpoczętych projektów.

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](mailto: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.

*Dzień dobry,*

*zachęcony artykułem o pomiarach bardzo małych prądów pomierzyłem moje multimetry. Aneng AN870 ma rezystancję 35 gigaomów i prąd upływu +9,8 pA. Niestety, prąd nie jest stabilny, używanie funkcji REL nie ma więc sensu. Ciekawe wyniki uzyskałem z Siglitem SDM3055. Rezystancja 102 gigaomy i prąd -3,59pA. Stabilny :-)*

*Aby jednak nie było zbyt dobrze, wynik ustala się trzy godziny. Trzy godziny!*

*Pozdrawiam  
Paweł Pawłowicz*

W związku z moimi filmami na YT otrzymałem pytanie:

*Dzień dobry,  
czy ten wzór:  $i=U/R$  jest fałszywy?*

*Pozdrawiam  
Czarek*

*PS Nie mam konta na YT.*

Odpowiedziałem, że sprawa jest dość skomplikowana. Na pewno prawdziwy jest wzór  $R = U / I$ , bo to definiuje oporność (rezystancję i impedancję). Sprawami tymi będziemy się zajmować w kolejnych filmach.

*Dziękuję za odpowiedź!*

*A jak już jestem przy narzekaniu, to absolutnie niech Pan nie zmienia miejsc i foteli. Drugie, to wykładowca do studentów czy nauczyciel w szkole czy pani w przedszkolu do uczniów, dzieci mówi WY, nie mówi do nich TY.*

*Pozdrawiam, bez odbioru :)  
Czarek*

*Dzień dobry,*

*chciałbym odnieść się do słów ze „Wstępniaka” w ZE 02/2024. Nie zgadzę się z tym, że odniesienie sukcesu na YouTube wymaga inwestycji w drogi sprzęt. Za przykład podam dwa moje ulubione kanały: DiodeGoneWild (<https://www.youtube.com/@DiodeGoneWild>) oraz bigclivedotcom (<https://www.youtube.com/@bigclivedotcom>). Pierwszy ma ok. 200 tysięcy subskrybentów, drugi ponad milion. Obaj panowie (bo są to jednoosobowe przedsięwzięcia) nagrywają ciekawe rzeczy, ale nie wydaje się, żeby dysponowali nie wiadomo jakim sprzętem – raczej wygląda to jak po prostu aparat lub komórka, a w przypadku DiodeGoneWild być może też dodatkowy mikrofon.*

*Jakość ma być dobra, ale nie musi być doskonała (i współczesny smartfon spokojnie do tego wystarczy). Dużo ważniejsza jest treść. Znam kanały, które mają filmy na bardzo wysokim poziomie technicznym, ale są zwyczajnie nudne. Za dużo lania wody, za mało konkretów.*

*Z mojej osobistej perspektywy: w dzisiejszych, przeładowanych informacjami czasach, gdy ludzie (i widzę to niestety również po sobie) mają coraz krótszą zdolność koncentracji („attention span”), liczy się treść. Im więcej konkretów tym lepiej. Jeśli skomplikowany temat jest rozbity na mniejsze, maksymalnie 20-minutowe (a najlepiej krótsze) filmy, to też lepiej. Zdarza mi się wyłączyć film, który ma zaledwie cztery minuty, bo już po minucie widzę, że nie ma w nim treści, a jest jedynie lanie wody. Zdarza mi się nie oglądać filmów, które mają po 40 minut, bo moja zdolność koncentracji sprawia, że jest to trudne i musi mi bardzo zależeć, żeby poświęcić 40 minut na ten konkretny film. Tu podam jeden kontrprzykład: kanał Technology Connections (<https://www.youtube.com/@TechnologyConnections>).*



*Twórca czasem tworzy filmy po 40-50 minut, ale ogląda się je z przyjemnością, bo po prostu mimo długości są pełne konkretów i dzięki temu potrafią utrzymać uwagę. Jeśli chodzi o sprzęt, edycję, efekty – w zasadzie brak. W większości jest to statycznie ustawiony aparat, gadająca głowa i jakieś przedmioty na biurku. Ale głowa gadająca ciekawie.*

Oczywiście mamy też kanały, takie jak ElectroBoom czy Veritasium, robione z dużo większym budżetem, które też ciekawie się ogląda, ale moim zdaniem ten budżet, sprzęt użyty do nagrywania, efekty, a w przypadku ElectroBoom także jego charyzma i świetne zdolności aktorskie, są tylko dodatkiem do treści.

Na koniec – warto, żeby spróbował Pan jednak nie rezygnować z rubryk „Pocztą”, czy konkursów. To są te działy, do których zaglądam najpierw (choć nie zawsze mam czas, żeby zagłębić się w łamigłówki, a czasem po prostu nie znam odpowiedzi). W starej EdW była to także „Skrzynka porad”. Dział „Pocztą” jest szczególnie wartościowy, bo jest to platforma, która łączy Czytelnika z pismem. Dzięki niej jesteśmy nie tylko biernymi odbiorcami, ale także możemy coś przekazać.

Płynnie przechodząc do łamigłówek, poniżej moje odpowiedzi. (...)

Pozdrawiam  
**Circuit Chaos**

*Dzień dobry Panie Piotrze!*

Nazywam się Paweł (...). Piszę do Pana (...) bo jest Pan niewątpliwie moim autorytetem w dziedzinie elektroniki. Ja sam zajmuję się tą dziedziną od niedawna i, że tak powiem, jestem niedaleko za etapem przepalania diod. Ale ja nie o tym.

Do swojej, że tak się „uniosę”, pracowni zakupiłem zasilacz „KORAD....” i chciałem, żeby ten zakup służył mi przez lata i z biegiem czasu dorównywał mojemu doświadczeniu.

Niestety, kiedy jeszcze chodziłem do szkoły nie uczono w niej języka angielskiego, tylko rosyjski. Teraz mam problem, bo instrukcja jest właśnie w języku angielskim.

Przechodzę już do sedna, nie chcąc zajmować Panu za dużo czasu. Zasilacz nie wyświetla mi poboru prądu i mocy układów pod niego podłączonych. Jeśliby Pan podpowiedział, jak należy go skonfigurować, bo tu jeszcze w grę wchodzi kalibracja tego sprzętu...

Będę wdzięczny. Zasilacz jest podobny do tego, który pokazuje Pan na swoich filmach, także funkcje będzie mój miał pod tymi samymi przyciskami. Tak przynajmniej podejrzewam.

A może jest to temat na jakiś króciutki film? Dziękuję z góry poruszenie tego tematu na platformie YouTube lub za odpowiedź zwrotną.

**Paweł**

Odpowiedziałem, że trudno pomóc „w trybie zdalnym”, bo mój zasilacz jest inny. Podobny, ale możliwości są trochę inne. Zasilacze są różne i ich obsługa bardzo różna. Zwłaszcza w kwestiach działania i obsługi zabezpieczeń oznaczanych OVP i OCP.

Nowy zasilacz wprost ze sklepu powinien od razu prawidłowo pracować. W razie kłopotów trzeba przede wszystkim zwrócić się do sprzedawcy – do sklepu. Kłopot, gdy był to zakup w chińskim sklepie internetowym. Wtedy luksusem jest, że sprzedawca dostarcza instrukcję w języku... chinglish, bo zwykle nie jest to język angielski.

Przy zakupie w polskim sklepie jest zdecydowanie lepiej – można domagać się wyjaśnień od sprzedawcy (nie jestem pewien, ale prawdopodobnie według prawa unijnego wymagane są jakieś dokumenty – instrukcja w języku polskim).

*Dzień dobry Panie Piotrze,*

*mam w swoim miniwarsztaciku kilka woltomierzy i multimetrów od chińskich przyjaciół. Jak wiadomo z dokładnością jest różne.*

Chętnie postawiłbym Panu kawę za określenie parametrów rezystora, który potem służyłby mi za wzorcowy do kalibracji takiego miernika. Co Pan na to?

(...) Ja z zawodu jestem monterem urządzeń elektro-nicznych, ale moja droga zawodowa tak się potoczyła, że w tej chwili elektroniką zajmuję się amatorsko. I taki właśnie amatorski rezystor wzorcowy byłby mi potrzebny. (...) Wydaje mi się, że do moich domowych zastosowań posiadanie rezystora 1000  $\Omega$  zmierzonego z dokładnością 0,01% to już jest luksus. (...) do użytku domowego chyba wystarczy 0,01% + oczywiście charakterystyka temperaturowa.

Pozdrawiam  
**Dariusz**

Odpisałem, że to niegłupi pomysł i jest wysoce prawdopodobne, że już niedługo coś takiego będzie możliwe. Tylko jest inny problem: co to znaczy „rezystor wzorcowy”? Jaka dokładność i stabilność jest potrzebna? Rezystory mają różny współczynnik cieplny i różne tempo starzenia.

Ważne pytania są takie: Czy byłby to odpowiedni „rezystor wzorcowy”? Jeden, czy kilka nominalów?

Bo przeciętny rezystor „precyzyjny 1-procentowy” zupełnie nie nadaje się do roli wzorca.

A co z pomiarem napięcia i prądu? Także napięcia i prądu zmiennego? Chyba jeszcze ważniejsza jest kalibracja woltomierza, a także amperomierza – temat się komplikuje.

Pomału, stopniowo będziemy to realizować. Niedługo w ZE będą artykuły na temat dobrych rezystorów i źródeł napięcia odniesienia oraz ich stabilności cieplnej i długoczasowej.

Może zainteresują Czytelników ZE moje filmy?  
<https://www.youtube.com/watch?v=eUyv0VEnV20>  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLdtkbzWTUVMnatLmwV\\_btm-M-oue-JMpe](https://www.youtube.com/playlist?list=PLdtkbzWTUVMnatLmwV_btm-M-oue-JMpe)  
<https://www.youtube.com/playlist?list=PLdtkbzWTUVMnuikvhhwnpFGDa5FzkUU7t>  
 linki do zaawansowanego wyzwalania oscyloskopu:  
<https://youtu.be/XBpeOxdjg2k>  
<https://youtu.be/UI766RpsxkU>  
<https://youtu.be/kNqauL8CX9s>  
<https://youtu.be/Chb2J-Zwz88>

Pozdrawiam  
**Sławomir Skrzyński**

Witam Panie Piotrze,  
 chciałbym spytać i zaproponować, czy mógłby Pan dołączać do linków na stronie <https://piotr-gorecki.pl> kod odbezpieczający artykuł na [www](http://www), do którego odnosi się Pan w [skrótowym] artykule?  
 Chodzi o to, by po kliknięciu w link w artykule pojawił mi się cały artykuł bym mógł sobie wrócić pamięcią do poprzedniego. Teraz wchodzę na stronie i dowiaduje się, że cały artykuł mogę przeczytać w wydaniu z dn ...  
 Pozdrawiam serdecznie i życzę długich i zdrowych wieczorów przy pisaniu artykułów

**ChomArektus** z Leśnego Grodu

Propozycja jest bardzo interesująca i godna wdrożenia. Podstawowym problemem jest to, że ja praktycznie wszystko robię sam, a wdrożenie tego wiąże się z licznymi procedurami administracyjno-finansowo-bankowymi.

Właśnie z uwagi na permanentny brak czasu zdecydowałem się na najprostsze rozwiązania z Patronite.pl i buycoffee.to, choć te firmy biorą znaczącą prowizję za swoje usługi.

12 grudnia jeden z moich Patronów przesłał mi wiadomość za pośrednictwem Patronite:

Witam,

chciałbym zapytać o obwód przedstawiony jako Zagadka 2310 (stabilizator prądu diody LED), którego rozwiązanie znajduje się w grudniowym numerze ZE.

W jaki sposób należy podejść do analizy takiego układu? Przedstawię poniżej mój tok rozumowania:

(...) Czy mogę prosić żeby w kilku zdaniach opisał Pan, jak należy podejść do analizy takiego obwodu?

Pozdrawiam

**Michał**

W numerze lutowym na stronie 80 ukazał się artykuł Q019 (Analiza sterownika diody LED), a ja 12 lutego otrzymałem drugą wiadomość:

Witam,  
 chciałem serdecznie podziękować za odpowiedź na moje pytanie dotyczące analizy stabilizatora prądu diody LED w lutowym wydaniu ZE.

Muszę przyznać, że zaskoczył mnie rozmiar i zakres Pana wypowiedzi. Liczyłem jedynie na kilka opisowych zdań, a znalazłem wręcz artykuł z omówieniem układu i metody jego analizy, zwięzłym wykładem zagadnień teoretycznych i opisem aspektów praktycznych wraz z pomiarami które Pan wykonał.

Mogę się jedynie domyślać ile czasu potrzeba było na przygotowanie tak rzetelnej i wyczerpującej odpowiedzi. Dziękuję raz jeszcze i pozdrawiam.

**Michał**

(...) właśnie przeczytałem Pana artykuł „Analiza sterownika diody LED” w ZE luty 2024.

Oczywiście zostawił Pan najlepsze na koniec ;-)

Nie, nie, oczywiście wszystkie artykuły są równie dobre, aby nie powiedzieć bardzo dobre. „Dobrze jest gdy nie jest za dobrze”. :-)

Również na sam koniec odpowiedział Pan na pytanie, co tak naprawdę zadziałało, że układ zaczął pracować. Też miałem podobne pytanie, jak inny czytelnik ZE, ale nie miałem śmiałości napisać. Nawet przez chwilę się zastanawiałem, czy jednak to nie ja napisałem ten mail do Pana, było to takie bliskie moim rozważaniom.

„Rozruch omawianego układu następuje głównie wskutek innego mechanizmu. Otóż w tranzystorach występują tak zwane prądy zerowe. Są wprowadzanie małe, ale w tym przypadku to one doprowadzają do szybkiego włączenia wszystkich tranzystorów”.

Mam jeszcze w głowie Pana film „Jak płynie prąd”, w którym tłumaczy Pan, czym jest tak naprawdę obwód elektryczny. Przewody mają swoją oporność, pojemność i indukcyjność.

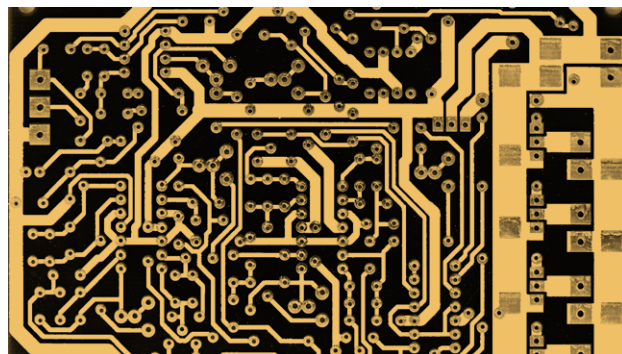
Inaczej mówiąc, prąd płynie w przewodzie po podłączeniu zasilania prawie natychmiast, przez to że wytwarza się indukcyjność w obwodzie zamkniętym. To powoduje indukowanie się pola elektromagnetycznego w przewodzie równoległym. Nie długość przewodu jest ważna, ale odległość między nimi. Czyli moje wnioski były takie, że napięcie między bramkami indukuje się przez pole elektromagnetyczne, potem zaczyna działać wzmocnienie i otwiera tranzystor pierwszy i wpuszcza dodatkowe napięcie do obwodu.

Ciekaw jestem, czy takie pole elektromagnetyczne byłoby w stanie zaindukować napięcie w wewnętrznym obwodzie między bramkami, a potem go wzmocnić poprzez układ do 0,7V, by otworzyć pierwszy tranzystor i połączyć się z głównym napięciem układu i zwiększyć prąd na wyjściu.

Pozdrawiam serdecznie  
**ChomArektus** z Leśnego Grodu

# Łamigłówki elektroniczne

## marzec 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](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl), dodając w treści e-maila następujące, podpisane imieniem i nazwiskiem oświadczenie: **Oświadczam, że załączona łamigłówka nie była nigdzie publikowana, jest moim dziełem, posiadam doń pełne prawa autorskie i niniejszym udzielam nieodpłatnej licencji na jej wykorzystanie w czasopiśmie „Zrozumieć Elektronikę” oraz na stronach internetowych prowadzonych przez Piotra Góreckiego.**

Co to jest? 2403  
Zagadka 2403

Jak odpowiesz? 2403

## Co to jest? 2403

Na **fotografii obok** pokazane są stare elementy elektroniczne.

Podstawowe pytanie konkursowe brzmi: **Co to jest?**

To podstawowe pytanie jest łatwe. Kto chce, może też odpowiedzieć na praktyczne pytanie dodatkowe:

**Do jakich eksperymentów można dziś wykorzystać tego rodzaju elementy?**



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca marca 2024 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl).



## Zagadka 2403

Przy badaniu tematu regulatorów PID, potrzebnych do optymalnego sterowania modułem Peltiera w komorze termicznej, można znaleźć rozmaite materiały. Niektóre bardzo cenne, inne bezwartościowe, a wręcz wprowadzające w błąd.

Rysunek obok pochodzi ze strony <https://www.researchgate.net>, gdzie ogólnie biorąc, zamieszczane są poważne opracowania naukowe.

W jednej z zamieszczonych tam prac można znaleźć schemat analogowego regulatora PID z dodatkowym inwerterem na wyjściu, który przywraca odpowiedni kierunek zmian napięcia (odwraca fazę).

Pytanie konkursowe jest takie:

**Czy na tym schemacie widzisz jakiś problem lub błąd?**

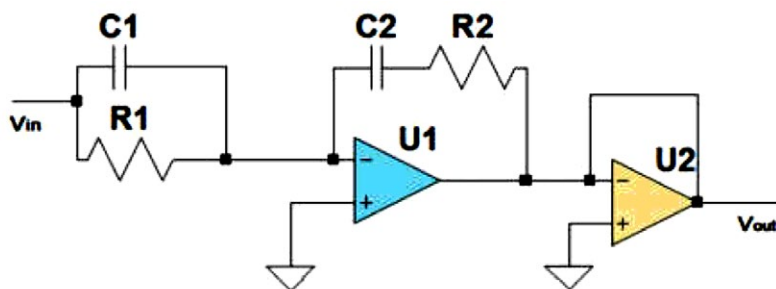


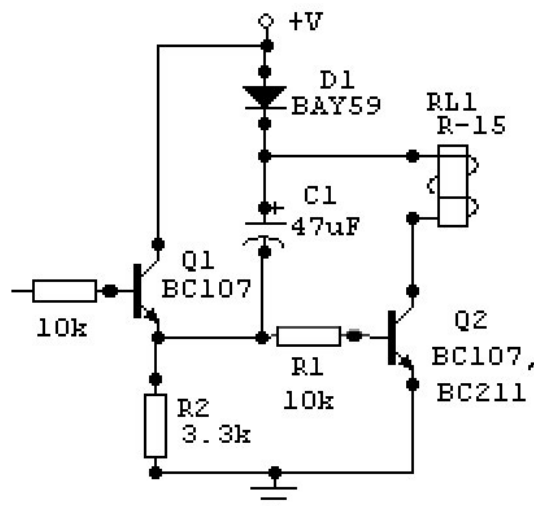
Figure-2: op-amp circuit, with inverting buffer to correct for initial inversion

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca marca 2024 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl).

## Jak odpowiesz? 2403

Na **rysunku obok** pokazany jest jakiś stary schemat. O jego wieku świadczą proponowane typy tranzystorów, diody i przełącznika. Pytania konkursowe są takie:

**Czy taki stary schemat może się dziś przydać?**  
**Do czego można byłoby wykorzystać taki układ?**

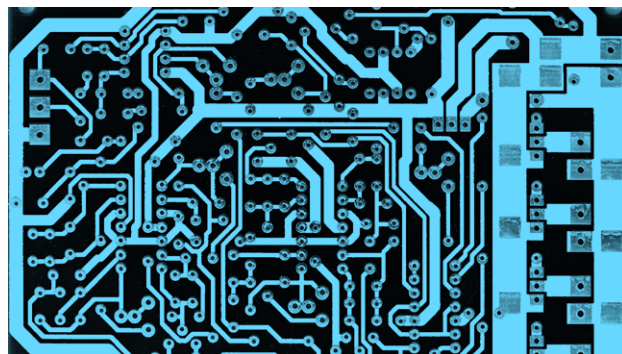


Autorem tego zadania konkursowego jest **Sławomir Skrzyński z Rypina**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca marca 2024 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto: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 styczeń 2024



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze styczniowym (1/2024). 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 – Policz 2401

Rozwiązanie – Co to jest? 2401

Rozwiązanie – Co tu nie gra? 2401

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2401

## Rozwiązanie – Policz 2401

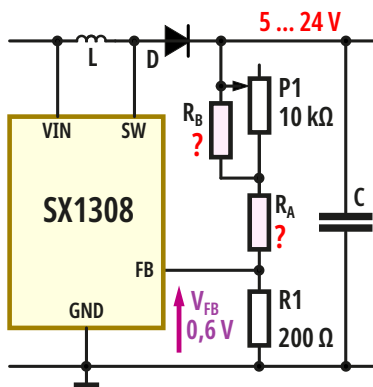
W styczniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

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

**Łopoty 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 200 omów, który zostawimy. Do ustawienia napięcia wyjściowego ma służyć potencjometr 10 kΩ i ma on zapewnić regulację w zakresie 5 V ... 24 V. Można byłoby to rozwiązać rozmaicie. My chcemy po pierwsze do potencjometru dodać szeregowy rezystor RA, żeby wyznaczył on napięcie minimalne. Potrzebny jest też rezystor RB równoległy do potencjometru, by ograniczyć zakres regulacji i ustawić maksymalne napięcie wyjściowe 24 V. Pytanie konkursowe jest takie:

**Jakie powinny być wartości tych dwóch dodatkowych rezystorów?**

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



Rysunek 1

(...) Do tematu podszedłem następująco.

1. Jeśli P1 będzie 0 Ω to Rb nie będzie miało znaczenia:  $R_b \times 0 / (R_b + 0)$

$$U_{wyj} = 0,6 \text{ V} \times (1 + R_A / R_1)$$

W związku z tym, aby otrzymać 5 V na wyjściu rezystancja RA musi wynieść

$$((5 \text{ V} - 0,6 \text{ V}) \times 200 \Omega) / 0,6 \text{ V} = 1466,667 \Omega$$

2. Teraz muszę obliczyć Rb dla P1max=10 kΩ

$$R_A + R_b \times 10 \text{ k}\Omega / (R_b + 10 \text{ k}\Omega) = (24 \text{ V} - 0,6 \text{ V}) \times 200 \Omega / 0,6 \text{ V}$$

$$R_b = 10 \text{ k}\Omega \times ((24 \text{ V} - 0,6 \text{ V}) \times 200 \Omega / 0,6 \text{ V} - ((5 \text{ V} - 0,6 \text{ V}) \times 200 \Omega / 0,6 \text{ V})) / (10 \text{ k}\Omega - ((24 \text{ V} - 0,6 \text{ V}) \times 200 \Omega / 0,6 \text{ V} - ((5 \text{ V} - 0,6 \text{ V}) \times 200 \Omega / 0,6 \text{ V})))$$

$$R_b = 17\,272,727 \Omega$$

3. Na koniec warto sobie wyciągnąć ogólne wzory

$U_{wyjmin}$

$$R_A = R_1 \times \frac{U_{wyjmax} - U_{wyjmin}}{U_{fb}}$$

$$P1 \times R_1 \times (U_{wyjmax} - U_{wyjmin}) / U_{fb}$$

$$R_b = \frac{P1 - R_1 \times (U_{wyjmax} - U_{wyjmin}) / U_{fb}}{P1 \times R_1 \times (U_{wyjmax} - U_{wyjmin}) / U_{fb}}$$

lub gdy potrzebujemy dopasować Rb do RA

$$P1 \times (R_1 \times U_{wyjmax} / U_{fb} - R_1 - R_A)$$

$$R_b = \frac{P1 - (R_1 \times U_{wyjmax} / U_{fb} - R_1 - R_A)}{P1 \times (R_1 \times U_{wyjmax} / U_{fb} - R_1 - R_A)}$$

Pozdrawiam  
**Arkadiós**

Dzień dobry. Proponuję  $R_A = 1,5 \text{ k}\Omega$  i  $R_B = 17 \text{ k}\Omega$ . Wtedy napięcie będzie można regulować w zakresie 5,10–23,97 V. Ewentualnie łatwiej dostępny  $R_B = 18 \text{ k}\Omega$ . Wtedy zakres napięć to 5,10–24,39 V. Pozdrowienia

**Andrzej Sędziewski**

Dzień dobry (...)

Dla układu według (...) rysunku:

$$I = 0,6 \text{ (V)} / 200(\Omega) = 0,003 \text{ (A)}; R_x = R_A + R_B \times P / (R_B + P)$$

dla  $U_{x1} = 4,4 \text{ (V)}$

$$P = 0 \text{ (}\Omega\text{)} \text{ a } R_x = R_A = U_{x1} / I = 4,4 / 0,003 = 1466 \text{ (}\Omega\text{)}$$

$R_A$  przyjmujemy z katalogu 1500 ( $\Omega$ )

$$\text{dla } U_{x2} = 23,4 \text{ (V)}; R_x = U_{x2} / I = 23,4 / 0,003 = 7800 \text{ (}\Omega\text{)}$$

ze wzoru na  $R_x$  obliczamy  $R_B$ :

$$7800 = 1500 + R_B \times 10000 / (R_B + 10000), \text{ stąd } R_B = 17027(\Omega)$$

$R_B$  przyjmujemy z katalogu 15000 ( $\Omega$ ) + 2200 ( $\Omega$ )

do połączenia szeregowego. Sprawdzenie:

$$U_{x1} = R_A \times I = 1500(\Omega) \times 0,003 \text{ (A)} = 4,5 \text{ (V)}$$

$$U_{x2} = ((R_A + R_B \times P / (R_B + P)) \times I) = ((1500 + 17200 \times 10000 / (17200 + 10000)) \times 0,003 = 23,47 \text{ (V)})$$

Odchyłki napięć nie przekraczają 1%, a więc można przyjąć założone wartości rezystorów wiedząc, że ich tolerancje fabryczne mogą być większe.

**Andrzej Kubiak**

(...) Według noty aplikacyjnej układu SX1308, zgodnie z rysunkiem typowej aplikacji tam przedstawionym, napięcie wyjściowe określamy wg zależności:

$$V_{OUT} = V_{REF} \times (1 + R_1/R_2) \text{ gdzie: } V_{REF} = 0,6 \text{ V}, R_2 = 200 \Omega$$

Rozpatrzmy pierwszy przypadek dla napięcia minimalnego 5 V. Podstawiając do podanego równania wartość napięcia wyjściowego 5 V oraz  $V_{REF}$ ,  $R_2$  możemy wyznaczyć wartość  $R_1$  dla tego przypadku.

Z obliczeń wynika wartość 1467  $\Omega$ . Zgodnie z szeregiem wartości E96 (1%) przyjąłem wartość 1470  $\Omega$ . To będzie wartość naszej rezystancji:  $R_A = 1470 \Omega$

To samo wyliczenie zrobimy dla napięcia 24 V. Końcowy wynik obliczeń dla  $R_1$  w tym przypadku to  $R_1 = 7800 \Omega$ . Jest to wartość maksymalna bez uwzględnienia  $R_A$ , którą to rezystancję wyznaczyliśmy wcześniej. Należy ją zmniejszyć o wartość  $R_A$ :  $7800 - 1470 = 6330 \Omega$ .

Jest to jednocześnie wartość wypadkowa połączenia równoległego rezystancji  $R_B$  i potencjometru  $P_1$

$(R_B \times P_1) / (R_B + P_1) = 6330 \Omega$ . Znamy wartość  $P_1 = 10 \text{ k}$  i stąd możemy wyznaczyć wartość  $R_B$ . Z obliczeń uzyskano wartość  $R_B = 17247,9 \Omega$ . Wybrano wartość  $R_B$  z szeregu E96 równą 17,4 k.

Po podstawieniu wartości  $R_1$  wynikającej z uwzględnienia rezystancji  $R_A$  i  $R_B$  do równania na napięcie wyjściowe uzyskano wynik 24,06 V. Dla napięcia minimalnego

(tylko rezystancja  $R_A$ ) jest to wartość napięcia 5,01 V. Obliczenia końcowe potwierdzają prawidłowo przyjęte wartości  $R_A$  i  $R_B$ .

**Tadeusz Suszał**

Tylko w nielicznych rozwiązaniach wspomniana lub uwzględniona była kwestia tolerancji.

Problem w tym, że jakąś niezerową tolerancję mają nie tylko rezystory  $R_A$ ,  $R_B$ , które chcemy zastosować w układzie. Jakąś tolerancję ma napięcie odniesienia  $V_{FB}$ . Jak pokazuje tabela, pochodząca z karty katalogowej, tolerancja w tym przypadku wynosi  $\pm 2\%$ .

A jaką tolerancję ma fabrycznie zamontowany rezystor 200  $\Omega$ ? Tego nie wie nikt, ale można przypuszczać, że chiński wytwórca stosuje jakieś najtańsze rezystory, prawdopodobnie o tolerancji  $\pm 5\%$ .

Jest jeszcze gorszy problem! Istnieją wprawdzie precyzyjne potencjometry, ale w kosztującym od jednego do najwyżej kilku złotych module przetwornicy na pewno zastosowany będzie jakiś potencjometr tani, o tolerancji  $\pm 10\%$ , a może nawet  $\pm 20\%$ !

A to oznacza, że wszystkie tego rodzaju obliczenia są tylko przybliżone. Z nieco mniejszym spodziewanym błędem, około 5...7 procent, można oszacować potrzebną wartość  $R_A$ . Natomiast można się spodziewać dużo większego błędu w przypadku rezystora  $R_B$ .

W praktyce do wyboru są dwie drogi. Jedna to szacunkowe obliczenie potrzebnych rezystancji, wybór zbliżonych nominałów i praktyczny test układu z zamontowanymi rezystorami. Zapewne okaże się, że wartości rezystorów należy skorygować.

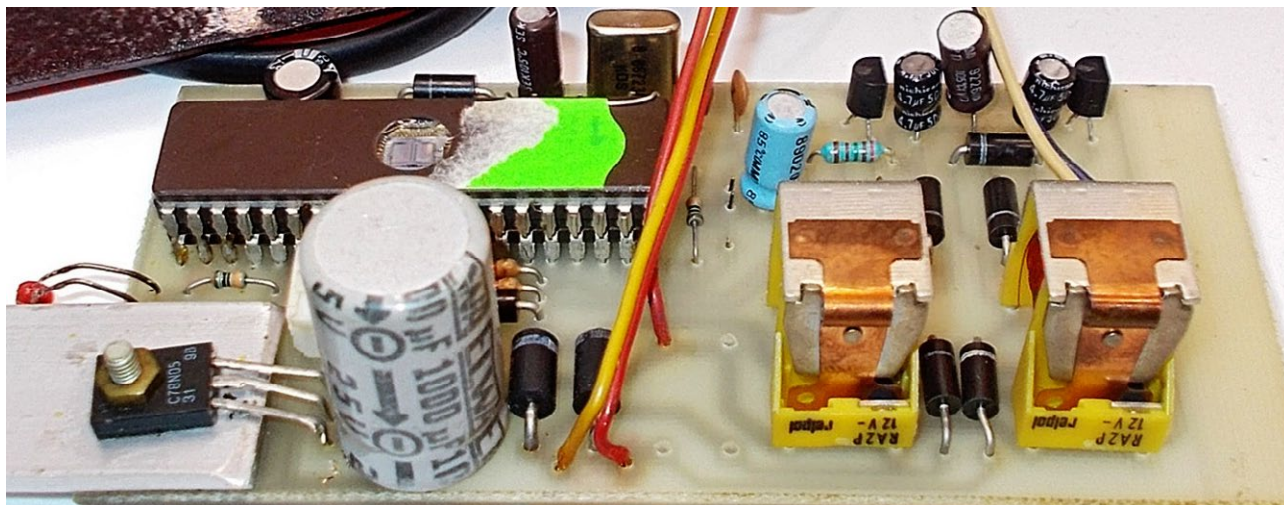
Druga droga to oszacowanie wartości rezystorów dla spodziewanych największych odchyłek pozostałych parametrów, a potem obliczenie „bezpiecznych wartości”. To jest dobra droga, gdy te odchyłki pozostałych parametrów są rzędu 1 procenta. Ale gdy sięgają  $\pm 10$ , czy  $\pm 20\%$ , lepiej pójść pierwszą drogą i indywidualnie dobrać rezystory do konkretnego egzemplarza przetwornicy. ▢

( $V_{IN} = V_{EN} = 5 \text{ V}$ ,  $T_A = 25^\circ \text{ C}$ , unless otherwise noted.)

| Parameter                        | Conditions                              | MIN   | TYP | MAX   | unit               |
|----------------------------------|-----------------------------------------|-------|-----|-------|--------------------|
| Operating Input Voltage          |                                         | 2     |     | 24    | V                  |
| Under Voltage Lockout            |                                         |       |     | 1.98  | V                  |
| Under Voltage Lockout Hysteresis |                                         |       | 100 |       | mV                 |
| Current (Shutdown)               | $V_{EN} = 0 \text{ V}$                  |       | 0.1 | 1     | $\mu \text{ A}$    |
| Quiescent Current (PFM)          | $V_{FB} = 0.7 \text{ V}$ , No switch    |       | 100 | 200   | $\mu \text{ A}$    |
| Quiescent Current (PWM)          | $V_{FB} = 0.5 \text{ V}$ , switch       |       | 1.6 | 2.2   | mA                 |
| Switching Frequency              |                                         |       | 1.2 |       | MHz                |
| Maximum Duty Cycle               | $V_{FB} = 0 \text{ V}$                  | 90    |     |       | %                  |
| EN Input High Voltage            |                                         | 1.5   |     |       | V                  |
| EN Input Low Voltage             |                                         |       |     | 0.4   | V                  |
| FB Voltage                       |                                         | 0.588 | 0.6 | 0.612 | V                  |
| FB Input Bias Current            | $V_{FB} = 0.6 \text{ V}$                | -50   | -10 |       | nA                 |
| SW On Resistance (1)             |                                         |       | 80  | 150   | m $\Omega$         |
| SW Current Limit (1)             | $V_{IN} = 5 \text{ V}$ , Duty cycle=50% |       | 4   |       | A                  |
| SW Leakage                       | $V_{SW} = 20 \text{ V}$                 |       |     | 1     | $\mu \text{ A}$    |
| Thermal Shutdown                 |                                         |       | 155 |       | $^\circ \text{ C}$ |



## Rozwiązanie – Co to jest? 2401



W styczniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: 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.)?**

**I jaki to może być układ scalony z okienkiem?**

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

Oto rozwiązanie konkursu. Jego Autor, **Sławomir Skrzyński** napisał:

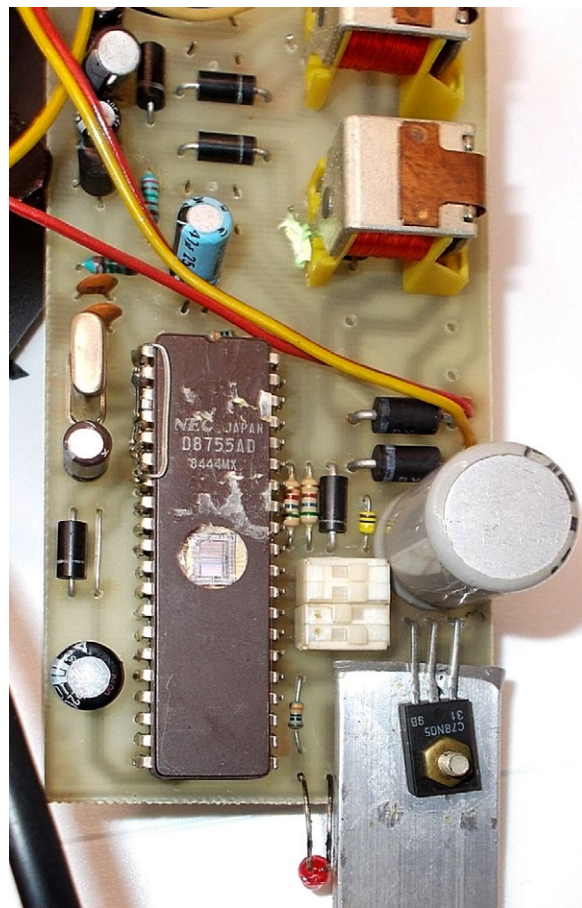
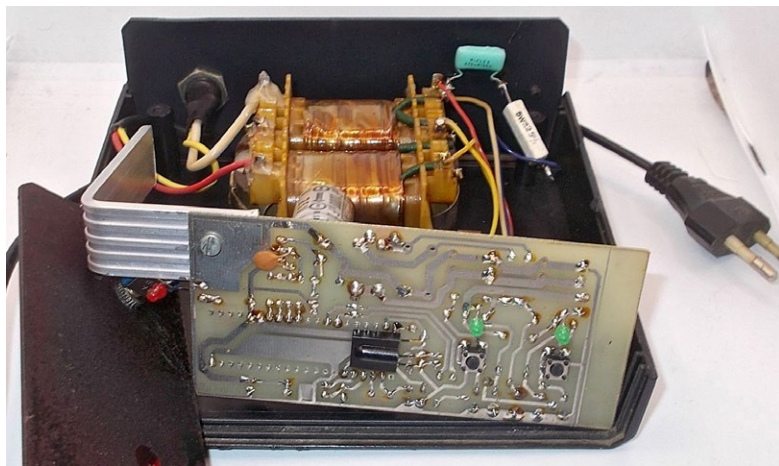
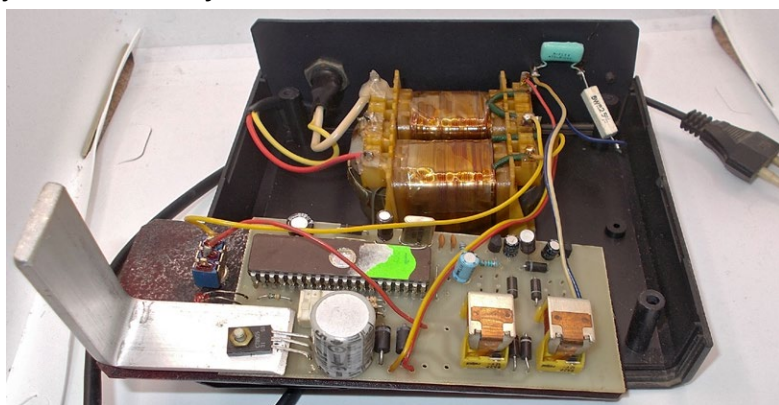
*To jest popularny na początku lat 90. pozycjoner do anteny satelitarnej. (...) Mikroprocesor, to oczywiście jak na tamte czasy 8051 ale...*

*W pierwszej chwili nie zauważyłem, że układ z „okienkiem” jest nalutowany na inny i myślałem, że to 8051 z EPROM, np. 7850 itp.*

*Gdy zauważyłem, że pod spodem jest jakiś układ DIP pomyślałem, że to EPROM 16-bit nalutowany na 51, aby zaoszczędzić miejsce na PCB. Gdy zdrapywałem naklejkę pomyślałem, że to 8051 z EEPROM.*

*Okazało się jednak, że to EPROM dla uC z multipleksowaną magistralą Intel (8085, 8086, 8088) + GPIO. Obecnie jest to unikat! Kreatywność naszych rodaków jest godna podziwu :-)*

Jak z tego widać, zadanie to było bardzo trudne i za prawidłowe można uznać odpowiedzi, że to pamięć EPROM lub mikroprocesor z taką pamięcią. ▢





## Rozwiązanie – Co tu nie gra? 2401

W styczniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: 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?

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca stycznia. Oto niektóre nadesłane rozwiązania.

Prawidłowy jest jedynie akumulator o pojemności 650 mAh. Pozostałe są ewidentnymi podróbkami, ich pojemności to fikcja. Zachęcają jedynie do zakupu nie zorientowanych kupujących podając nieprawdziwą (nieosiągalną) pojemność dla tego typu akumulatorów.

Pozdrawiam

**Mirosław Kaszowski**

Pojemności pierwszych dwóch (12,8 Ah i 28 Ah) są mocno zawyżone. Ostatnia 650 mAh jest też raczej dwukrotnie zawyżona.

Pozdrawiam

**Arkadiós**

(...) Akumulator 9 V – 12800 mAh i bateria 9 V – 28000 mAh mają nieprawdopodobnie wielkie pojemności, co budzi dużą wątpliwość co do tych danych. Może zamiast mAh powinny być mWh, co byłoby odpowiednio dla 12800 mWh – 1422 mAh oraz dla 28000 mWh – 3111 mAh. Ale i to jest bardzo mało prawdopodobne.

Na rynku do tej pory baterie i akumulatory 9 V tego typu mają pojemność 500–800 mAh

**Andrzej Kubiak**

Tak, niewątpliwie maleńki „błoczek” nie ma pojemności 28 amperogodzin! To jest jawne wprowadzanie w błąd niedoświadczonych klientów chińskich sklepów internetowych. Na pewno nie warto kupować tanich wersji o tak przesadzonych parametrach, pokazanych na rysunkach (28000 mAh oraz 12800 mAh).

Ja jednak zdecydowałem się kupić do testów droższą wersję za ponad 30 zł o... najmniejszej pojemności 650 mAh. Wyniki przedstawię w czasopiśmie.

Daweikala

### 9V 28000mAh



**19,93zł** -68%

Najniższa cena w ciągu 30 dni  
Cena z VAT

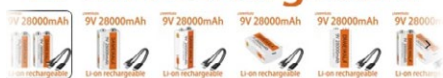
2023 9 V 28000mAh litowo-jo  
ładowania przez Micro USB 9  
zabawka pilot do użytku KTV

★★★★★ 4.7 10 Recenzje

kolor: 1pcs

1pcs 2pcs 4pcs  
12pcs 20pcs

### Li-on rechargeable



Ma to być bateria litowa, ładowana za pomocą kabla USB. Jeśli tylko pojemność była większa niż 500 mAh, byłby to godny uwagi zamiennik kosztownych 9-woltowych „błoczków”, które nadal wykorzystujemy do zasilania (starszych) multimetrów.

A oto linki dla tych, którzy chcą zbadać temat:

- <https://pl.aliexpress.com/item/1005001445920782.html>
- <https://pl.aliexpress.com/item/1005006213704507.html>
- <https://pl.aliexpress.com/item/1005006050331618.html>
- <https://pl.aliexpress.com/item/1005006145827490.html>
- <https://pl.aliexpress.com/item/1005005976147010.html>

### 9V USB 12800mAh

Charging Fully Charged



**27,52zł**

Cena z VAT | Dodatkowo 5% zniżki

Sprzedaż hurtowa 12+ sztuk, doc.

2023 akumulator 9V akumulator jonowy do multimetru mik

★★★★★ 5.0 3 Recenzje

Napięcie znamionowe: 9V

9V

kolor: 1pcs



### 9V 650mAh

USB Rechargeable battery



**34,60zł**

Cena z VAT | Dodatkowo 5% zniżki

YouTu 9V akumulator na USB-bateria litowo-jonowa, 650mAh, przyjazne dla środowiska, 1200 wykorzystuje, ładowania typu C, 1.5h szybkiego ładowania, akumulator litowo-jonowy

12 sprzedany

Color: 1 PCS battery



# Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2401

W styczniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

W tym [styczniowym] numerze ZE jest 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?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca stycznia. A oto nadesłane odpowiedzi świadczące, co Czytelnicy o tym sądzą.

Część uczestników stwierdziła, że dołączenie kabla nie zmieni parametrów wejścia oscyloskopu. Oto jedna z takich odpowiedzi:

(...) Dołączenie kabla koncentrycznego o impedancji 75 Ω (1 m ma rezystancję 0,023 Ω) nie zmieni impedancji wejściowej oscyloskopu.

Gdybyśmy taki przewód podłączyli do wejścia odbiornika sygnału 10 MHz z anteny, to ze względu na nieodpowiednią długość nie byłoby właściwego dopasowania do odbiornika. (...)

W takich odpowiedziach jest niewielkie ziarno prawdy, bo dołączenie kabla nie zmienia parametrów samego oscyloskopu. Co jednak ogromnie ważne i jak się okazuje, bardzo słabo rozumiane, poważnie zmienia impedancję, jaką obciążony jest mierzony obwód.

Jeden ze stałych uczestników napisał:

Dzień dobry,

(...) Do rozwiązania „Jak odpowiesz 2401” załączam zrzut ekranowy tabeli z parametrami kabli koncentrycznych 50R. Ponieważ plik z tabelą zaciągnięty ze strony jest słabej jakości to zrobiłem, całkiem dobrej jakości zrzut ekranowy. (...) Pod podanym niżej linkiem możemy zapoznać się z parametrami nisko stratnych kabli koncentrycznych 50 Ω.

<https://kl.letowice.pl/tlumienie-kabli-koncentrycznych-50-ohm/>

Typowy kabel ekranowany długości 1 m ma pojemność ok. 80–100 pF. Przy 10 MHz daje to reaktancję ok. 160–200 Ω. Dołączenie do wejścia oscyloskopu koncentrycznego kabla pomiarowego o długości 1 metra przy częstotliwości 10 MHz spowoduje zmniejszenie impedancji wejściowej oscyloskopu, co może prowadzić do zaburzenia pracy badanego układu i fałszywych pomiarów.

Tadeusz Suszał

## Parametry niskostratnych kabli koncentrycznych 50ohm

|                                          |                      | H1500       | H1000       | H1001       | H500        | 9913        | RG214         | RG213         | H155          | RG58 ALL      | RG316         |
|------------------------------------------|----------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| charakterystyka impedancji falowej       | Ohm                  | 50±2        | 50±2        | 50±2        | 50±2        | 50±2        | 50±2          | 50±2          | 50±2          | 50±1          | 50±2          |
| pojemność jednostkowa                    | pF/m                 | 80          | 80          | 80          | 82          | 80,7        | 101           | 100           | 82            | 99,2          | 95,8          |
| współczynnik skrócenia                   |                      | 0,83        | 0,83        | 0,83        | 0,81        | 0,84        | 0,66          | 0,66          | 0,81          | 0,67          | 0,70          |
| rezystancja dla prądu stałego            | Ohm/km               | 4,2         | 11          | 15          | 15          | -           | -             | 11            | 32            | 51            | -             |
| tłumienność falowa                       | 10 Mhz dB/100m       | 0,8         | 1,2         | 1,5         | 1,3         | 1,3         | 1,8           | 2,0           | 3,0           | 4,5           | 8,9           |
|                                          | 50 Mhz dB/100m       | 1,8         | 2,7         | 3,3         | 2,9         | 3,0         | 4,3           | 4,6           | 6,5           | -             | 18,4          |
|                                          | 100 Mhz dB/100m      | 2,5         | 3,9         | 4,6         | 4,1         | 4,3         | 6,2           | 6,5           | 9,3           | 11,1          | 27,2          |
|                                          | 230 Mhz dB/100m      | 4,0         | 6,1         | 7,2         | 6,4         | 6,1         | 9,1           | 10,1          | 14,1          | 21,2          | -             |
|                                          | 300 Mhz dB/100m      | 4,6         | 7,0         | 8,3         | 7,4         | 7,1         | 11,2          | 11,6          | 16,3          | 24,5          | 48,4          |
|                                          | 470 Mhz dB/100m      | 6,1         | 8,3         | 10,6        | 9,5         | 8,5         | 14,1          | 14,9          | 16,9          | 29,8          | -             |
|                                          | 600 Mhz dB/100m      | 7,0         | 10,4        | 12,2        | 10,9        | 10,6        | 18,7          | 17,0          | 18,2          | 34,2          | 71,0          |
|                                          | 860 Mhz dB/100m      | 8,7         | 12,8        | 14,9        | 13,4        | 12,9        | 24,1          | 20,7          | 27,5          | -             | 86,3          |
|                                          | 1000 Mhz dB/100m     | 9,5         | 13,9        | 16,2        | 14,6        | 14,1        | 26,2          | 22,6          | 30,9          | 45,4          | 95,1          |
|                                          | 1350 Mhz dB/100m     | 11,5        | 16,6        | 19,2        | 17,4        | 15,8        | 29,7          | 26,8          | 35,9          | -             | -             |
|                                          | 1750 Mhz dB/100m     | 13,6        | 19,4        | 22,4        | 20,3        | 19,6        | 38,3          | 31,1          | 42,3          | -             | -             |
|                                          | 2150 Mhz dB/100m     | 15,5        | 22,0        | 25,3        | 22,9        | 22,2        | 46,8          | 35,1          | 46,9          | -             | -             |
| współczynnik tłumienności niedopasowanej | 5-470 dB Mhz         | >23         | >23         | >23         | >23         | -           | -             | >20           | >23           | >20           | -             |
|                                          | 470-862 Mhz dB       | >20         | >20         | >20         | >20         | -           | -             | >18           | >20           | >18           | -             |
|                                          | 862-2150 Mhz dB      | >18         | >18         | >18         | >18         | -           | -             | >16           | >18           | >16           | -             |
| tłumienie ekranu                         | 30-1000 Mhz dB       | >95         | >85         | >85         | >85         | -           | -             | >65           | >85           | >65           | -             |
|                                          | 1000-2150 Mhz dB     | >95         | >85         | >85         | >85         | -           | -             | >65           | >85           | >65           | -             |
| <b>Wymiary i konstrukcja</b>             |                      |             |             |             |             |             |               |               |               |               |               |
| żyła wewnętrzna                          |                      | bare copper | bare copper | bare copper | bare copper | bare copper | silver copper | bare copper   | bare copper   | bare copper   | silver copper |
| wymiar żyły wewnętrznej                  | mm                   | 4,2         | 2,62        | 19x0,54     | 2,5         | 2,6         | 7x21          | 7x0,75        | 19x0,28       | 19x0,18       | 7x0,02        |
| izolator                                 |                      | FOAM        | FOAM        | FOAM        | FOAM        | TTPE        | PE            | SOLID PE      | FOAM          | solid PE      | TFE           |
| wymiar izolatora                         | mm                   | 11,5±0,15   | 7,15±0,15   | 7,15±0,15   | 7,0±0,15    | ±7,26       | ±7,24         | 7,25±0,15     | 3,9±0,15      | 2,95±0,15     | ±1,52         |
| ekran                                    | folia                | bare copper | bare copper | copper-PET  | bare-copper | duo-bond    | -             | -             | AL Dufoil     | -             | -             |
|                                          | pierwszy opłot       | bare copper | bare copper | bare copper | bare copper | -           | silver copper | tinned copper | tinned copper | tinned copper | 95            |
|                                          | gęstość pokrycia w % | 60          | 50          | 50          | 50          | 90          | -             | 93            | 80            | 93            | 95            |
| wymiar zewnętrzny ekranu                 | mm                   | 12,5±0,2    | 7,8±0,2     | 7,8±0,2     | 7,5±0,2     | -           | -             | 7,7±0,2       | 4,5±0,15      | 3,5±0,15      | -             |
| powłoka zewnętrzna                       |                      | PE          | PE          | PE          | PE          | PVC         | PVC           | PVC           | PE/(PVC)      | PVC           | FEP           |
| wymiar powłoki zewnętrznej               | mm                   | 15,0±0,2    | 10,3±0,2    | 10,3±0,2    | 9,8±0,2     | 10,3        | 10,8          | 10,3±0,2      | 5,4±0,2       | 4,95±0,2      | 2,49          |
| <b>Własności mechaniczne</b>             |                      |             |             |             |             |             |               |               |               |               |               |
| min promień gięcia                       | mm                   | 100         | 100         | 60          | 75          | 100         | 60            | 50            | 35            | 25            | -             |
| max. Wytrzymałość na rozciąganie         | N                    | 2000        | 450         | 450         | 400         | -           | -             | 250           | 100           | 40            | -             |
| masa całkowita                           | g/m                  | 280         | 140         | 135         | 107         | 140         | 150           | 147           | 35/(39)       | 35            | -             |
| min. temperatura instalacji              | -5                   |             |             |             |             |             |               |               |               |               |               |
| zakres temperatur pracy i składowania    | -40 do +80           |             |             |             |             |             |               |               |               |               |               |
| Polietylenu                              |                      |             |             |             |             |             |               |               |               |               |               |
| jak wyżej dla PCW                        | -30 do +75           |             |             |             |             |             |               |               |               |               |               |



A oto dłuższe rozwiązanie:

Witam! Mało kiedy biorę udział w konkursach, ale ten jest dosyć ciekawym praktycznym zagadnieniem – mało rozumianym, jak wskazało rozwiązanie poprzedniego konkursu Policz2311 na temat impedancji typowego oscyloskopu. Przyjmijmy, że podłączamy metr przewodu koncentrycznego o średniej pojemności powiedzmy 100 pF/m, przewód taki ma impedancję falową wynoszącą 50 Ω – co teraz nie jest istotne, ale odniosę się jeszcze do tej kwestii dalej. Oczywiście pojemność wejściowa oscyloskopu i pojemność elektryczna kabla koncentrycznego sumują się – jest to połączenie równoległe dwóch pojemności (pomijamy rezystancję wejściową, która niewiele zmniejszy wypadkową impedancję).

Liczymy tak powstałą impedancję:

$$X_c = 1 / 2 \times \pi \times f \times C$$

$$X_c = 1 / 2 \times \pi \times 10 \text{ MHz} \times 120 \text{ pF}$$

$$X_c = 1 / 6,28 \times 10^6 \text{ Hz} \times 120 \times 10^{-12} \text{ F}$$

$$X_c = 66 \Omega$$

czyli bardzo, bardzo mało!

Tak mała impedancja spowoduje znaczne obciążenie badanego obwodu – zapewne spowoduje nieprawidłową jego pracę bądź całkowicie uniemożliwi jego działanie. Ale to nie wszystko, taka dołączona dodatkowa pojemność jaką reprezentuje kabel koncentryczny do oscyloskopu, spowoduje zmniejszenie jeszcze bardziej jego pasma przenoszenia na zakresie 1:1 – stanie się to ponieważ, chcąc nie chcąc, powstanie filtr dolno-przepustowy, który będzie tłumiał przebiegi o odpowiednio wysokiej częstotliwości – co jest oczywiście niechcianym skutkiem wykorzystania w ten sposób oscyloskopu...

Jak temu zaradzić? Bardzo prosto – należy zastosować sondę tłumiącą o współczynniku co najmniej 1:10.

Co nam to da? Poza tym, że taką sondą możemy mierzyć wyższe napięcia, to przede wszystkim jej dobrodziejstwo polega na tym, iż zmniejsza pojemność własną oscyloskopu... W idealnym przypadku byłoby to zmniejszenie tej pojemności dziesięciokrotne, jednak znów należy uwzględnić wiele realnych czynników, które powodują, że skuteczność takiej sondy będzie na poziomie zmniejszania pojemności oscyloskopu o dwa, trzy razy.

Wróćmy jeszcze do impedancji falowej kabla, wynoszącej w tym przykładzie 50 Ω. Otóż dobry przewód koncentryczny ma stałą dielektryczną  $\epsilon_r$ , wynoszącą od 2 do 2,5. Dzięki temu możemy obliczyć prędkość rozchodzenia się fali w tym ośrodku:  $V=c/\sqrt{\epsilon_r}$  – gdzie  $c$  jest prędkością światła. Po podstawieniu danych do wzoru (uwzględniając  $\epsilon_r = 2,25$ ) daje to prędkość: 200 000 km/s. W związku z tym odległość 1 m fala pokona w czasie 5 ns. Jaki z tego wniosek? Ano bardzo ważny – rozważaliśmy częstotliwość 10 MHz – przy-

mijmy, że są to impulsy prostokątne. Każdy półokres tego przebiegu to 50 ns. A ile wynosi w tym przebiegu czas narastania i opadania zboczy? (...) Ale do sedna – właśnie te czasy narastania/opadania zboczy są bardzo, ale to bardzo ważne. Obliczyliśmy, że podróż fali w kablu o długości 1 m wynosi 5 ns w jedną stronę – w dwie strony to 10 ns. Powstała linia długa (stratna linia transmisyjna)... Ponieważ czas propagacji sygnału (prędkość narastania/opadania) jest krótszy niż czas przemieszczania się sygnału do oscyloskopu i z powrotem. W takim przypadku sygnał się odbije od wejścia oscyloskopu i wróci z tą samą polaryzacją do źródła! Wróci ponieważ impedancja wejściowa oscyloskopu jest sporo wyższa od impedancji falowej zastosowanego kabla. Więc jak można wnioskować – w tym przypadku należy rozpatrywać wszelkie zjawiska odnosząc się do teorii falowej. Należy jeszcze wspomnieć dwie bardzo ważne sprawy, których wielu elektroników nie jest do końca świadomych: nie ma ostrej, wyraźnej granicy w długości przewodnika, gdzie trzeba rozpatrywać już tylko same zjawiska falowe – wróćmy do powyższego przykładu – nawet gdyby czasy narastania/opadania wynosiły 10 ns (gdzie ten metr przewodu nie będzie już linią długą) to i tak trzeba się spodziewać zjawisk falowych w jakimś mniejszym stopniu! Należy brać to pod uwagę przy projektowaniu szybkich płytek PCB. W elektronice nic nie jest czarne ani białe – musimy zawsze brać pod uwagę wiele realnych czynników – czy je do końca rozumiemy czy nie!

Drugą kwestią jest to, co już wspominałem wcześniej, ale jeszcze raz przypomnę tę bardzo ważną zależność – nawet przebieg prostokątny o bardzo małej częstotliwości, powiedzmy 10 kHz, na pierwszy rzut oka jest „bezpieczny” pod względem zjawisk falowych. Lecz czy na pewno? No właśnie... czasy narastania/opadania zboczy. Co się stanie gdy taki przebieg wytworzony z generatora na zwykłych bramkach CMOS4000 przepuścimy przez jakiś bardzo szybki bufor na przykład z serii 74FCT lub 74ABT? Zbocza impulsów staną się bardzo strome – i tu już należy być tego świadomym, że transmitowanie takich „przetworzonych” impulsów po odpowiednio długich ścieżkach, przewodach spowoduje powstanie mniejszych lub większych kłopotów ze zjawiskami falowymi.

Pozdrawiam serdecznie

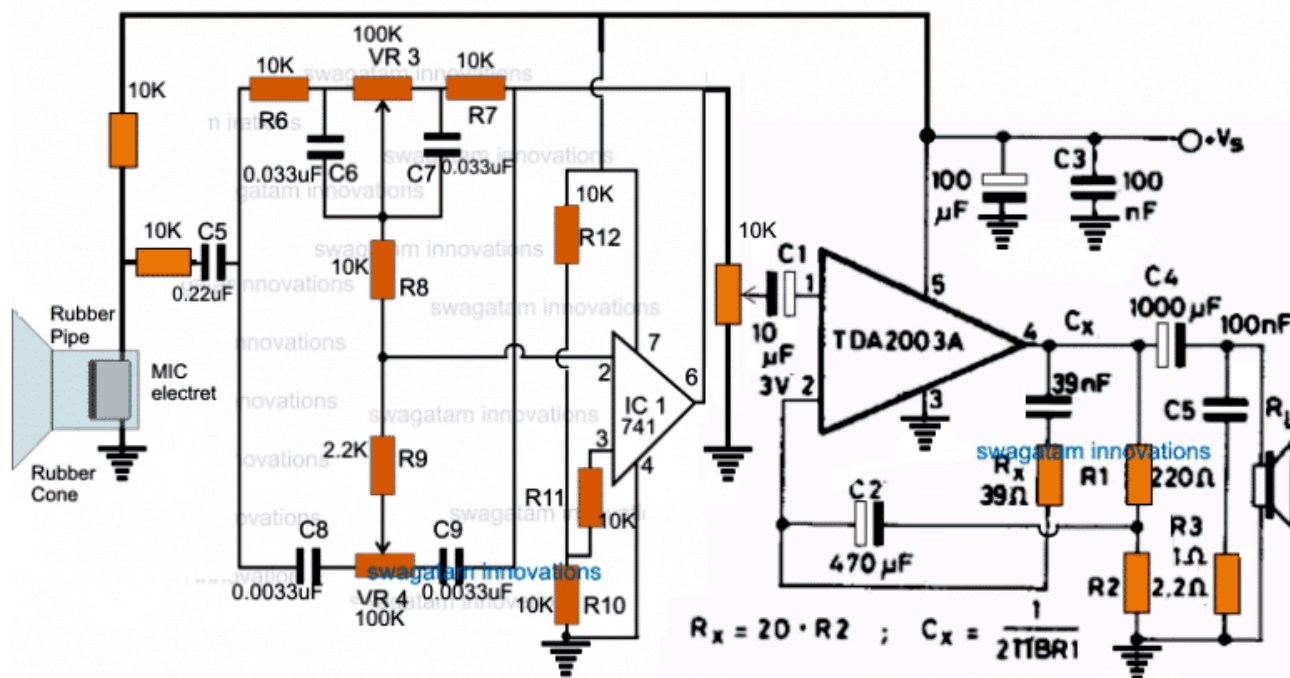
**Rafał Wiśniewski**

Jak z tego widać, temat oscyloskopów, a w szczególności sond do oscyloskopów, jest bardzo słabo znany i rozumiany. Nie tylko zresztą wśród hobbyistów. Dlatego tematyka związana z oscyloskopami będzie nadal obecna na łamach czasopisma.

**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/>

Schemat z powyższego rysunku był przedstawiony w wydaniu ZE ze stycznia roku 2023 w ramach konkursu **Tropimy błędy** o oznaczeniu KX014. 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  $\Omega$  może dostarczyć do 10 watów mocy. Pod wskazanym adresem można też znaleźć inne schematy stetoskopów, którym też warto byłoby się bacznie przyjrzeć.

Konkurs jest zamknięty. Rozwiązania można było nadsyłać do końca stycznia. Oto rozwiązanie.

Jeżeli chodzi o błędy układowe i koncepcyjne, to warto zacząć od końca. Schemat wzmacniacza TDA2003A pochodzi z karty katalogowej i tu nie ma się czego „czepiać”. Podstawowy problem z głośnikiem dającym donośny i głośny dźwięk jest taki, że ten dźwięk dotrze też do mikrofonu. Jeżeli układ ma być stetoskopem, to niewątpliwie powinien wzmac-

niać bardzo słabe dźwięki i szmery, czyli cały tor musi mieć bardzo duże wzmocnienie.

A jeśli tak, to niewątpliwie wystąpi akustyczne sprzężenie zwrotne z głośnika do mikrofonu i na pewno układ się wzbudzi i będzie piszczał lub dudnił. Sam pomysł na wykorzystanie głośnika jest bezsensowny, chyba że głośnik byłby umieszczony za kilkoma drzwiami, by sprzężenie zwrotne nie wystąpiło.

Jeżeli ma to być czuły stetoskop, tor musi mieć duże wzmocnienie. Tymczasem tu typowe wzmocnienie będzie za małe. Wzmacniacz mocy wzmocni sygnał mniej więcej 100-krotnie, co wyznaczają rezystory R1, R2. Natomiast wzmacniacz operacyjny IC1 to w istocie regulator barwy dźwięku o średnim wzmocnieniu równym jedności!

Fatalnym błędem jest to, że na potencjometrze regulacji głośności (10 kΩ) występuje napięcie stałe – połowa napięcia zasilania.

Wzmacniacz operacyjny uA741 jest jednym z najgorszych do wzmacniania sygnałów audio! Przede wszystkim ze względu na duże szумы, ale także żałośnie wąskie pasmo przenoszenia.



Jeżeli w stetoskopie miałby pracować mikrofon elektretowy, to trzeba zmienić obwody, które są jego obciążeniem. Tu do mikrofonu dołączone jest wejście regulatora barwy dźwięku, i to przez szeregowy rezystor 10 kiloomów, co jest totalnym nieporozumieniem. Podobnie obecność rezystora R11. Układu nie należy zasilać napięciem 4,5 wolta, zarówno z uwagi na właściwości TDA2003A, jak też wzmacniacza operacyjnego uA741. A oto uwagi stałego uczestnika konkursów:

1. Trzeba od razu zaznaczyć, że pomysł takiego amatorskiego stetoskopu traktować należy jako ciekawostkę i zabawę w wykonaniu na potrzeby własne. Na odnośnej stronie jest ostrzeżenie przed stosowaniem tego do poważnej diagnostyki serca. Stetoskopy w zastosowaniach lekarskich różnią się między sobą zastosowaniem i budową. Istnieją stetoskopy specjalistyczne, takie jak internistyczne, pediatryczne, kardiologiczne, weterynaryjne i anestezjologiczne. Każdy dostosowany do konkretnych potrzeb medycznych. W stetoskopach internistycznych stosuje się dreny jednokanałowe, natomiast w kardiologicznych – dreny dwukanałowe, które przekazują dźwięk oddzielnie do każdego ucha. Stetoskopy mogą być mechaniczne (akustyczne) lub elektroniczne. Mechaniczne wykorzystują tradycyjną konstrukcję z głowicą, drenem akustycznym i lirą, podczas gdy elektroniczne wzmacniają dźwięki za pomocą technologii cyfrowej.

2. Stetoskopy lekarskie, szczególnie te elektroniczne, mogą być kalibrowane w celu zapewnienia dokładności i niezawodności odczytów. Kalibracja polega na dostosowaniu urządzenia do standardów i norm, aby jego pomiary były jak najbardziej precyzyjne. W przypadku stetoskopów elektronicznych, mogą one przekształcać dźwięk akustyczny na sygnały elektroniczne, które są następnie przetwarzane i mogą być wzmacniane dla optymalnego słuchania.

Tradycyjne stetoskopy mechaniczne (akustyczne) nie wymagają kalibracji w takim stopniu jak urządzenia elektroniczne, ponieważ działają na zasadzie bezpośredniego przekazywania dźwięków przez powietrze w drenie akustycznym. Warto sprawdzać ich stan techniczny, aby upewnić się, że nie ma uszkodzeń mogących wpływać na jakość słyszanych dźwięków. Jeśli chodzi o stetoskopy używane w telemedycynie, to programy takie jak E-STE-TOSKOP w Polsce wykorzystują elektroniczne stetoskopy, które są zdolne do przesyłania dźwięków do komputera lekarza, co może wymagać regularnej kalibracji w celu zapewnienia dokładności pomiarów.

3. W stetoskopach elektronicznych, membrana jest często połączona z elektronicznym przetwornikiem dźwięku. W modelach elektronicznych dren może zawierać przewody elektryczne przesyłające sygnały do elektroniki stetoskopu. W projekcie tym użyto określenia „rubber pipe” (rura gumowa) odnośnie części zwanej drenem. A od tej części zależy jakość przekazywanego dźwięku.

Jest to bardzo ważny element gdyż od wykonania drenu zależy sposób transmisji dźwięku i jakość izolacji badanego dźwięku. Nie jest to zwykła rurka. W tym przypadku na końcu drenu mamy mikrofon elektretowy, a takie rozwiązanie jest niedoskonałe, gdyż mikrofon będzie „zbierał” zakłócenia. Zastosowanie mikrofonu elektretowego jako czujnika w stetoskopie lekarskim ma wiele wad:

- jest podatny na zakłócenia elektromagnetyczne i mechaniczne,
- ma niską impedancję wyjściową i wymaga zasilania,
- może ulegać degradacji elektretu i utracie ładunku w czasie,
- może nie być wystarczająco dokładny i wierny w rejestrowaniu dźwięków serca.

Istnieją lepsze alternatywy, takie jak mikrofon piezoelektryczny, mikrofon MEMS lub mikrofon optyczny.

W układzie jest wzmacniacz operacyjny uA741, który w tym przypadku nie nadaje do tego zastosowania, jest wolny  $SR = 0,5 \text{ V/us}$ , ma duży poziom szumów napięciowych na wejściu  $23 \text{ nV}/\sqrt{\text{Hz}}$ , duże wejściowe napięcie niezrównoważenia do  $6 \text{ mV}$ , dryft temperaturowy napięcia niezrównoważenia nawet  $15 \text{ uV}/^\circ\text{C}$ .

Zastosowano również układ TDA2003A, który jest wzmacniaczem do stosowania w aplikacjach samochodowych i do wzmacniania sygnału bicia serca kompletnie się nie nadaje. Według dokumentacji technicznej, pasmo przenoszenia TDA2003A wynosi  $40 \text{ Hz} - 15 \text{ kHz}$  przy zniekształceniach harmonicznych  $0.2 \%$  i obciążeniu  $4 \Omega$ . Pasmo przenoszenia powinno obejmować typowe częstotliwości sygnału pracy serca, czyli od około  $0.05 \text{ Hz}$  do  $100 \text{ Hz}$ . Zniekształcenia powinny być jak najmniejsze, aby nie wpływać na jakość i wiarygodność sygnału pracy serca. Zniekształcenia mogą być spowodowane przez nieliniowość, szum, przesterowanie, zakłócenia, itp.

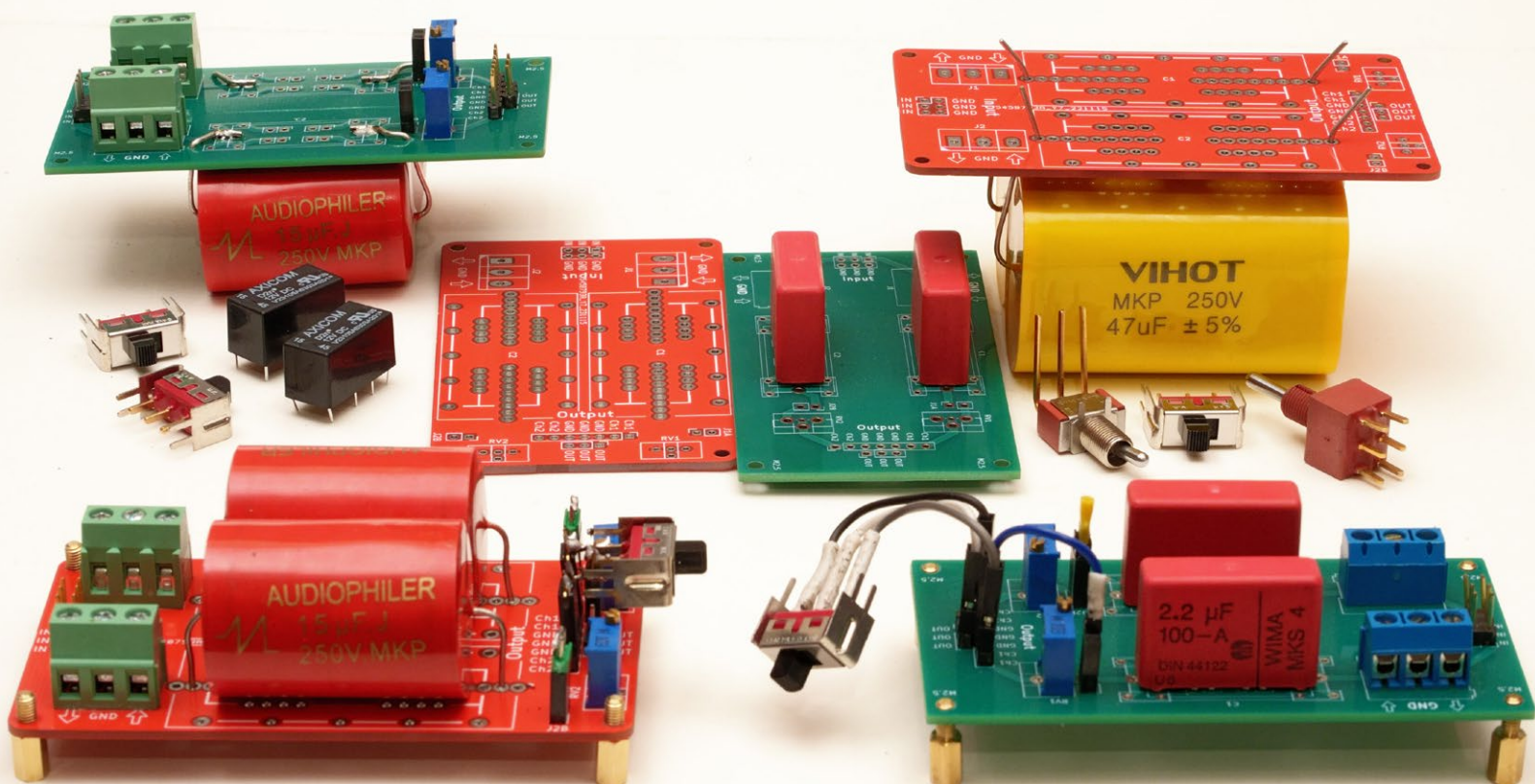
Użycie głośnika do odsłuchu z mocą  $10 \text{ W}$  można traktować jako ciekawostkę i zabawę, ale nie do prawdziwej diagnozy. Swoją drogą moc  $10 \text{ W}$  jest możliwa do uzyskania, ale przy pracy z obciążeniem  $2 \Omega$  i napięciu  $14,4 \text{ V}$  (wg dokumentacji technicznej TDA2002A). Nie przewidziano pracy z obciążeniem  $8 \Omega$  i mocą  $10 \text{ W}$ .

W stetoskopach elektronicznych oliwki (końcówki, które lekarz wkłada do uszu) mogą być wyposażone w dodatkowe funkcje, takie jak izolacja dźwięku z otoczenia.

Nie wgłębiałem się w analizę przedstawionego układu, ale układ podobno działa jako wzmacniacz, co zostało stwierdzone przez osobę, która go wykonała. Z zastrzeżeniami co do czułości układu i słyszalności faktycznie bicia serca. Uwagi te można znaleźć pod linkiem podanym w treści zadania.

Podsumowując, układ coś wzmacnia, może nawet coś słyszeć, ale nie bardzo wiadomo, co słyszeć. Czy na pewno tylko bicie serca? Ale na pewno nie nadaje się do tego żeby na jego podstawie stawiać diagnozę.

**Tadeusz Suszał**



# Układy do ślepych testów aparatury audio

Artykuł opisuje prosty przyrząd, który znakomicie ułatwi testowanie wszelkich urządzeń i układów audio. Prezentowana przystawka pozwoli przeprowadzić najrozmaitsze pomiary porównawcze, w tym umożliwi przeprowadzenie prób odsłuchowych, w szczególności realizację naprawdę wiarygodnych ślepych testów.

**Przystawka do ślepych testów audio**  
**Kluczowy czynnik – jednakowa głośność**

**Audiofilska jakość elementów przystawki...**

Mnóstwo elektroników zainteresowanych tematyką audio stoi przed dylematem: **czy w ogóle, a jeśli tak, to na ile, można wierzyć audiofilskim opiniom dotyczącym dźwięku i jego jakości?**

Oto moja propozycja: **nie zastanawiaj się, czy i na ile można wierzyć złotouchym audiofilom!** Jeśli tylko chcesz, pomogę Ci, wyposażę w wiedzę i narzędzia, pozwalające osobiście sprawdzić, jak się rzeczy mają. Przekonaj się i samodzielnie sprawdź: zmierz, odsłuchaj, porównaj, oceń i miej własne zdanie. Szeręg ważnych informacji podanych jest w artykule Jak przeprowadzić wiarogodne ślepe testy?.

Ocena wrażeń dźwiękowych w ogromnym stopniu jest subiektywna i zależna od wielu rozmaitych czynników, dlatego uważam, że **kształtowanie własnej opinii musi opierać się na rzetelnych porównaniach.**

I właśnie opisana dalej prościutka przystawka pozwoli w rzetelny sposób zrealizować miarodajne porównania, a w szczególności **pozwoli przeprowadzić uczciwe ślepe testy, a nawet podwójnie ślepe testy.**

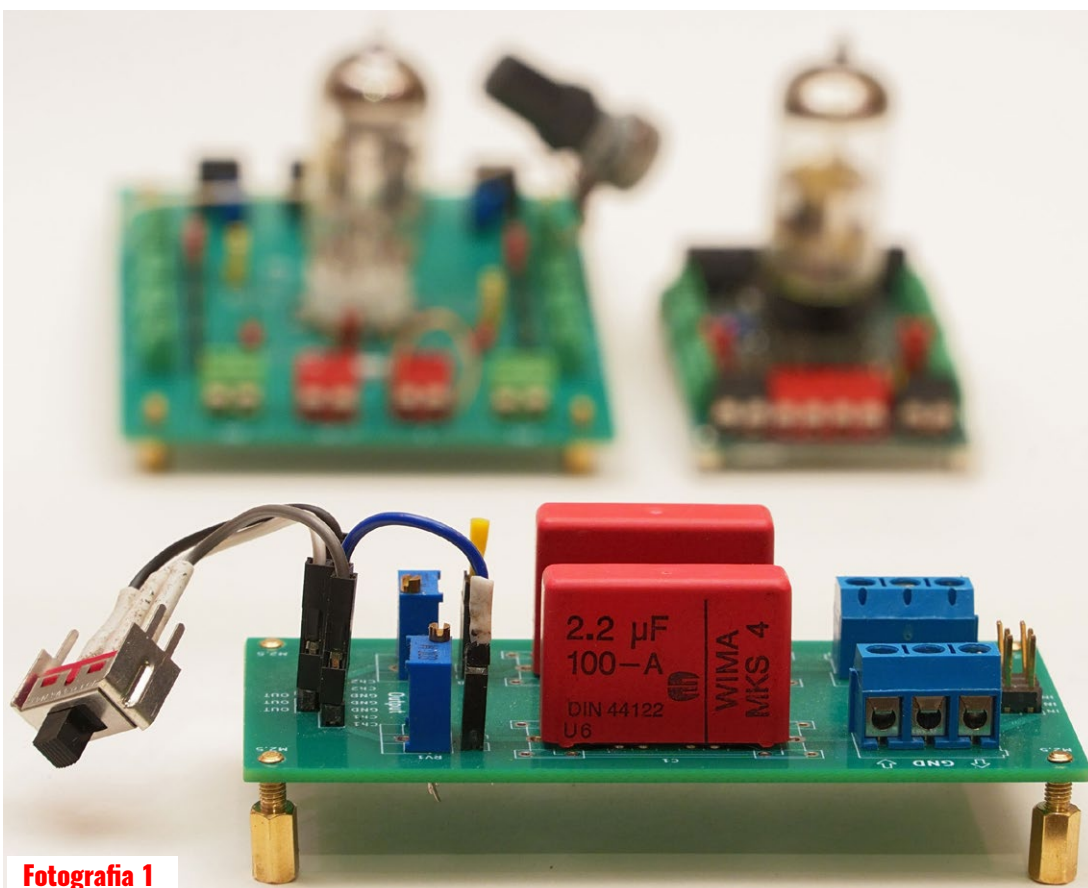
Może też znakomicie ułatwić wykonywanie pomiarów za pomocą przyrządów i porównywanie ich wyników, ale przede wszystkim jest to genialnie proste narzędzie do miarodajnych ślepych testów.



Na **fotografii tytułowej** pokazane są płytki, kluczowe elementy oraz modele przystawki testowej z różnymi kondensatorami.

**Fotografia 1** pokazuje model zrealizowany na pierwszej wersji płytki drukowanej. Model potwierdził swą przydatność zarówno do testów odsłuchowych, jak i do pomiarów za pomocą przyrządów (w tym komputerowej karty dźwiękowej i oprogramowania REW). Moje wstępne testy tego pierwszego modelu (przeprowadzone kilka miesięcy temu) polegały na odsłuchowym sprawdzeniu skutków obecności w torze audio prostych „lampowych ocieplaczy dźwięku” w postaci wtórnika lampowego – widocznych w tle fotografii 1. Zmiana pozycji przełącznika wyjściowego pozwala porównać oryginalny dźwięk, gdy sygnał z odtwarzacza jest podawany wprost na wzmacniacz mocy i głośnik, z dźwiękiem uzyskanym po włączeniu w tor „ocieplacza” w postaci tego prostego wtórnika lampowego.

Te wstępne eksperymenty nasunęły jednak pomysł, że dobrze byłoby nieco powiększyć płytkę, aby umożliwić wykorzystanie w przystawce najróżniejszych kondensatorów, w szczególności tak zwanych audiofilskich, cokolwiek miałyby to znaczyć.



**Fotografia 1**

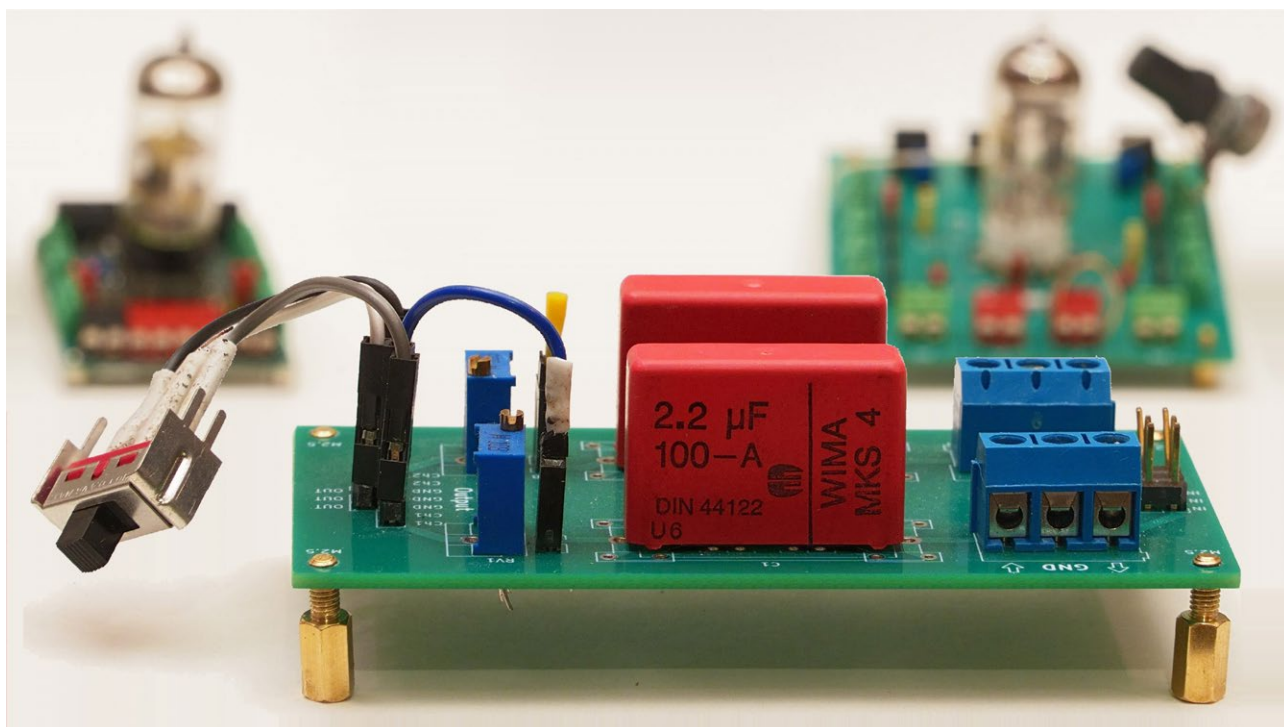
**Fotografia 2** pokazuje finalny model zrealizowany na drugiej, ulepszonej wersji płytki drukowanej. Ani zdjęcia, ani film nie pokażą wrażeń audio. Trzeba samodzielnie się przekonać, czy i na ile lampowy „ocieplacz” modyfikuje dźwięk. W tym artykule nie będę omawiał szczegółów. Do tematu możemy wrócić w planowanym projekcie Uniwersalnego stanowiska do testów lamp. Wspomnę tylko, że temat jest bardzo szeroki, a wrażenie zależy nie tylko od „ocieplacza lampowego”, ale też od jakości źródła sygnału oraz jakości wzmacniacza mocy i kolumn (lub słuchawek).



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

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

**Fotografia 2**



# Jak przeprowadzić wiarygodne ślepe testy?

W czasopiśmie „Zrozumieć Elektronikę” oprócz ogólnego materiału wprowadzającego, ukazały się dwa artykuły dotyczące bardzo intrygującego, ale i kontrowersyjnego tematu ślepych testów: pierwszy oraz drugi. Poniższy artykuł jest ich praktycznym uzupełnieniem – zawiera szereg ważnych wskazówek technicznych.

## Parametry przystawek do ślepych testów

### Styki w przystawkach pomiarowych

### Konfiguracje pomiarowe

### Rozgałęzianie sygnału

## Przełącznik sygnałowy

### Przełącznik „głośnikowy”

### Przełącznik kabli zasilających

Wszystkie najważniejsze i niezbędne informacje o ślepych testach są zawarte we wspomnianych powyżej artykułach: pierwszym oraz drugim. Przypomnę, że przeprowadzenie rzetelnych i wiarygodnych testów sprzętu audio wymaga spełnienia podstawowych warunków podanych poniżej.

- W trakcie testu cały system audio i program muzyczny powinien być ten sam, a wymieniać należy tylko jeden element, który jest testowany/porównywany.
- Nie powinno być znaczących przerw odsłuchu – należy przełączać szybko.
- Ewentualne dodatki (przystawki) służące do przełączania nie powinny mieć wpływu na dźwięk.

W jakiś sposób trzeba szybko przełączać badane urządzenia lub tory sygnałowe. Ręczne przepinanie kabli nie wchodzi w grę, bo trwa zbyt długo – **trzeba wykorzystać jakieś przystawki**. W zasadzie można wykorzystać dobre ręczne przełączniki, jednak zdecydowanie lepiej zastosować przekaźniki.

Dlaczego zdecydowanie lepiej?

Przeprowadzając naprawdę wiarygodne testy, po pierwsze powinniśmy jak najmniej ingerować w system. Chodzi o to, że na czas testów do systemu audio dołączamy jakąś przystawkę przełączającą i ta przystawka nie powinna wpływać na parametry tego systemu – powinna być „przezroczysta”.



Wszystko to dlatego, żeby nie było wątpliwości, czy aby przystawka pomiarowa nie zmienia dźwięku.

Świat nie jest idealny, oczywiście wpływu przystawki nie uda się zredukować absolutnie do zera, ale można z powodzeniem i w bardzo prosty sposób ten wpływ tak zredukować, by był marginalny, pomijalnie mały. Najprościej biorąc, można to w prosty sposób osiągnąć, jeżeli szeregowo rezystancje i reaktancje (indukcyjne) przystawki będą znikome, a z kolei równoległe rezystancje i reaktancje (pojemnościowe) upływu muszą być ogromne – pomijalnie duże.

### Parametry przystawek do ślepych testów

Biorąc pod uwagę rezystancje i reaktancje w systemach audio, które przenoszą sygnały o częstotliwościach do 20 kHz, powiedzmy maksymalnie do 100 kHz, można na początek bardzo restrykcyjnie przyjąć, że w najbardziej newralgicznych obwodach sygnałowych, pojemności nie powinny być większe niż 10 pikofaradów, a indukcyjności – nie większe niż 1 mikrohenr. Rezystancje szeregowo powinny mieć poniżej 0,1 oma, a równoległe – powyżej 1 megaoma.

To są arbitralnie, przyjęte z zapasem, dotyczące torów sygnałowych wartości graniczne, które nie powinny wywołać żadnych kontrowersji. W praktyce przy wykorzystaniu dobrych przełączników uzyskane parametry przystawek mogą być i będą zdecydowanie lepsze. A w przypadku torów głośnikowych i zasilania wymagania oczywiście mogą być wielokrotnie łagodniejsze.

Warto przypomnieć, że pojemność 10 pF przy częstotliwości 1 kHz ma reaktancję około 16 megaomów, a przy 20 kHz około 800 kΩ, czyli blisko 1 megaoma. Z kolei indukcyjność 1 mikrohenra przy 1 kHz ma reaktancję nieco ponad 6 miliomów (0,006 Ω), a przy 20 kHz tylko około 0,12 oma. Są to oporności liniowe, więc nie wprowadzają zniekształceń nieliniowych.

W praktyce chodzi o to, żeby wszelkie połączenia przystawki przełączającej, używanej podczas ślepych testów były jak najkrótsze, najlepiej poniżej 10 centymetrów. Tak, w miarę możliwości poniżej dziesięciu centymetrów, bo wtedy nie będą miały wpływu na dźwięk. Jeżeli obsługa przystawki ma być wygodna, trudno byłoby to zrealizować za pomocą zwykłych przełączników. Zastosowanie przełączników pozwala i skrócić połączenia, i zachować wygodę obsługi przez wykorzystanie sterowania

### Styki w przystawkach pomiarowych

Aby uniknąć wątpliwości na pewno trzeba zastosować klasyczne styki, a nie przełączniki elektroniczne – półprzewodnikowe, które jak wiadomo, mogą wprowadzać pewne zniekształcenia. Jednak nie powinny to być pierwsze lepsze styki. Nie wszyscy wiedzą, że materiał styków trzeba dobrać do wielkości prądów i napięć.

Popularna opinia mówi, że najlepsze są styki złote. Owszem, złoto ma istotne zalety, przede wszystkim to, że w normalnych warunkach nie utlenia się. Złote gniazda i wtyki powinny być standardem wszędzie tam, gdzie to tylko możliwe.

Teraz jednak rozpatrujemy nie ogólne właściwości złota, tylko konkretne parametry styków w przełącznikach, a przede wszystkim styków w przełącznikach. Otóż w przełącznikach, gdzie często przełączane są znaczne napięcia i duże prądy, generalnie NIE STOSUJE się styków złotych.

Problem w tym, że przy rozłączaniu (podczas przerywania przepływu prądu) wskutek istnienia nieuchronnych indukcyjności występują przepięcia – iskrzenie styków. Każda iskra to powstanie łuku elektrycznego – plazmy o bardzo wysokiej temperaturze. Najprościej biorąc, wysoka temperatura łuku (plazmy) może roztopiać, a nawet powodować parowanie metalu, z którego zbudowane są styki. I właśnie złoto jest nieodporne na takie niszczące procesy.

Dlatego styki dla większych napięć i prądów nie zawierają złota, tylko inne metale i ich stopy, które są dużo bardziej odporne na wypalanie przez łuk elektryczny. Złote styki przełączników zwykle mają prąd maksymalny rzędu 1 ampera, niektóre mniej, a tylko nieliczne więcej (o czym za chwilę).

Najprościej biorąc, styki dużej mocy są odporne na wypalanie, ale mają inną istotną wadę: zwykle są zbudowane z metali nieszlachetnych (np. cyny, kadmu, niklu, wolframu pomijając srebro, rod, pallad i platynę) i ich powierzchnia pokrywa się cieniutką warstwą tlenków, które zwykle słabo lub w ogóle nie przewodzą prądu elektrycznego.

Warstewka tlenku jest cieniutka i łatwo ulega przebicciu już przy napięciach rzędu kilku woltów. Ale może nie ulec przebicciu przy napięciach rzędu 1 wolta, czyli w przypadku audio – przy sygnałach liniowych. Tego problemu nie ma, gdy styki są złote – wtedy nie ma tlenku, więc złote styki nadają się do przełączania małych sygnałów.

Krótko mówiąc, w obwodach głośnikowych na-

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



# Wspólnie projektujemy: Sygnalizator braku stabilizacji

W cyklu **Wspólnie projektujemy** budujemy zasilacz warsztatowy. Wprowadzeniem był artykuł Projektowanie zasilacza liniowego. Dalsze informacje są [tutaj](#). Poniżej przedstawione są różne możliwości rozwiązania zadania YK010, dotyczącego sygnalizowania braku stabilizacji napięcia wyjściowego.

Od kilku miesięcy zajmujemy się wspólnym projektowaniem, na pozór bardzo prostego, zasilacza na bazie scalonego stabilizatora LM317. Okazuje się, że od popularnego stabilizatora do praktycznie użytecznego zasilacza droga jest bardzo daleka.

W numerze ZE 12/2023 postawione było kolejne, następujące zadanie konkursowe YK010:

**Zaproponuj schemat obwodu, który światłem lub dźwiękiem zasygnalizuje brak stabilizacji napięcia wyjściowego w zasilaczu z kostką LM317.**

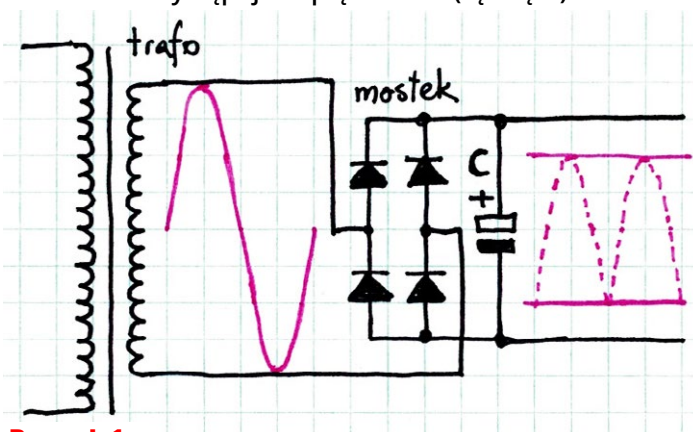
**Konkurs jest zamknięty**, rozwiązania można było nadsyłać do końca stycznia 2024 roku. Oto dalsze informacje na temat tego zadania. Przypomnę też, że wcześniej, w kilku kolejnych zadaniach konkursowych zajmowaliśmy się elementarnymi problemami oraz sposobami ich rozwiązania. Podstawowy układ stabilizatora napięcia jest prosty i dla jego wzbogacenia dotychczas zajmowaliśmy się dodatkowymi obwodami ogranicznika – stabilizatora prądu oraz możliwościami pomiaru napięcia i prądu.

Zadanie YK010 dotyczyło ważnej w praktyce kwestii. Otóż w dobrym amatorskim zasilaczu powinny być też pewne dodatkowe obwody kontroli i sygnalizacji. Między innymi obwód sygnalizujący, że zasilacz pracuje na granicy możliwości i już nie jest stabilizatorem. Konkretnie, że nie jest stabilizatorem napięcia. **Chodzi o sygnalizację, że w napięciu na wyjściu zasilacza z kostką LM317 pojawiły się tętnienia.**

## Problem braku stabilizacji

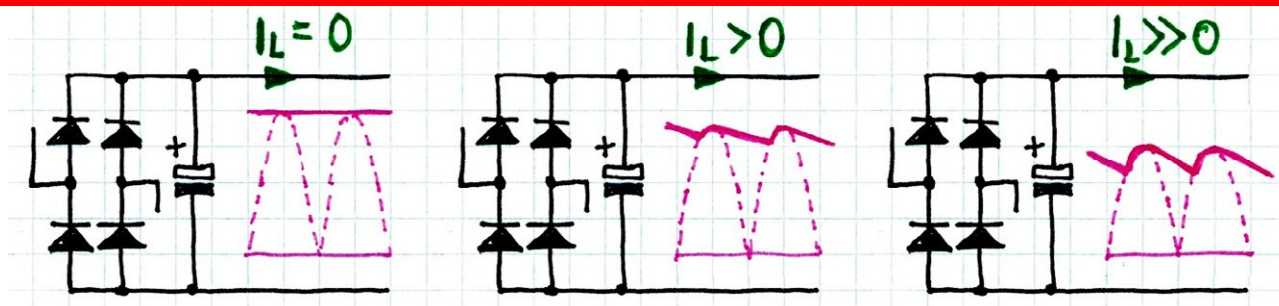
Na początek trzeba wyraźnie podkreślić, że to zadanie konkursowe NIE dotyczyło sygnalizacji obniżenia napięcia wyjściowego wskutek zadziałania ogranicznika prądowego. Dotyczyło pokrewnej sytuacji, gdy z jakichkolwiek powodów napięcie wyjściowe nie jest takie, jak wynikałoby z ustawienia potencjometru regulacyjnego. Najczęściej dotyczy to sytuacji, gdy napięcie wyjściowe ustawiane jest na maksimum lub blisko maksimum. W szczególności gdy napięcie uzyskiwane z transformatora zmniejsza się przy znaczącym poborze prądu, przez co układ nie może już stabilizować napięcia.

W klasycznym zasilaczu uzwojenie wtórne dołączone jest do mostka prostowniczego i głównego kondensatora filtrującego – **rysunek 1**. Na tym kondensatorze występuje napięcie stałe (tętniące).



Rysunek 1





**Rysunek 2**

Otóż tylko przy braku prądu obciążenia, napięcie na kondensatorze jest idealnie gładkie. Gdy płynie prąd obciążenia, po pierwsze w tym napięciu występują tężnienia, po drugie średnia wartość napięcia obniża się, głównie z uwagi na rezystancje wewnętrzne transformatora.

Krótko mówiąc, ze wzrostem poboru prądu tężniące napięcie na wejściu stabilizatora zmniejsza się i tężnienia rosną.

**Rysunek 2** pokazuje w pewnym uproszczeniu trzy przypadki przebiegu napięcia na tym kondensatorze, zależnie od prądu obciążenia  $I_L$ .

Napięcie na kondensatorze zależy też znacząco od aktualnego napięcia sieci energetycznej.

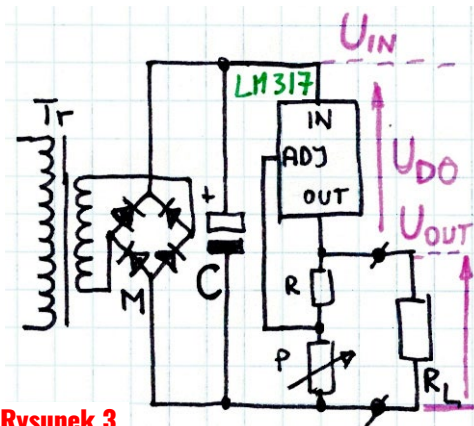
Dlatego w pewnych sytuacjach chwilowe napięcie przed stabilizatorem okazuje się zbyt niskie, by zasilacz dał na wyjściu napięcie nastawione potencjometrem P. W przypadku kostki LM317 według **rysunku 3**, w chwilach „dolin” przebiegu tężniącego, zbyt niskie staje się napięcie  $U_{DO}$  na stabilizatorze. Stabilizator nie może wtedy prawidłowo pracować i na jego wyjściu pojawiają się tężnienia.

Jeżeli potencjometrem P ustawimy niewielkie napięcie wyjściowe  $U_{OUT}$ , to nie ma problemu, bo na stabilizatorze, między jego wejściem a wyjściem występuje odpowiednio duży spadek napięcia  $U_{DO}$ , większy niż najniższe dopuszczalne napięcie *drop out*, wymagane dla prawidłowej pracy zasilacza.

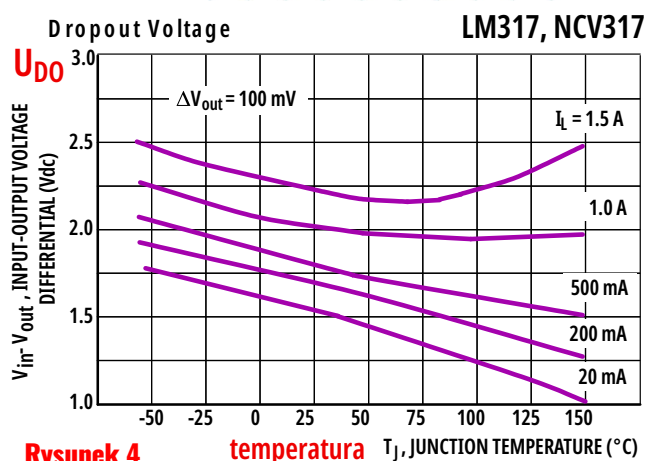
A dla LM317 to minimalne napięcie *drop out* wynosi mniej więcej 1,5 V...2,5 V, zależnie od prądu i temperatury. Dokładniej pokazuje to **rysunek 4**, pochodzący z karty katalogowej LM317 Onsemi.

W praktyce problem powstaje wtedy, gdy przy ustawieniu potencjometrem P napięcia wyjściowego  $U_{OUT}$  blisko maksimum, chcemy z zasilacza pobrać prąd o dużej wartości. Pobór prądu powoduje wtedy obniżanie napięcia na wejściu stabilizatora według rysunku 2 i gdy różnica napięć między wejściem i wyjściem stabilizatora stanie się mniejsza od katalogowego napięcia *drop out* według rysunku 4, wtedy w napięciu wyjściowym pojawiają się tężnienia, co pokazuje **rysunek 5**.

W dobrych fabrycznych zasilaczach laboratoryjnych tego problemu nie ma dlatego, ponieważ układ, w szczególności transformator, projektowany



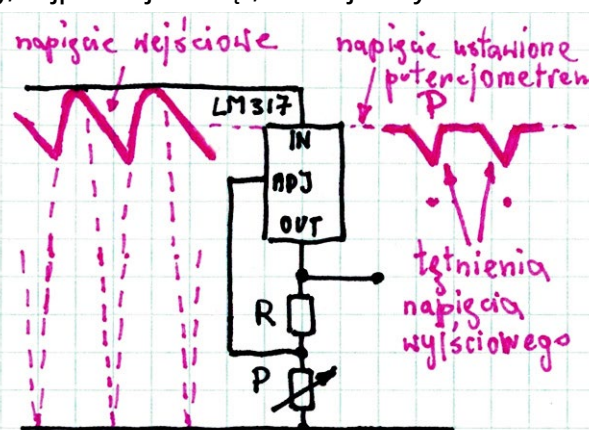
**Rysunek 3**



**Rysunek 4** temperatura  $T_J$ , JUNCTION TEMPERATURE ( $^{\circ}\text{C}$ )

jest z odpowiednim zapasem, a napięcie i prąd maksymalny są dobrane tak, żeby opisana sytuacja nie wystąpiła.

Problem powszechnie występuje w zasilaczach realizowanych przez hobbystów, ponieważ tam często są stosowane przypadkowo wybrane transformatory, najprościej mówiąc, o małej mocy.



**Rysunek 5**

Wtedy może się zdarzyć i zdarza się, gdy napięcie wyjściowe ustawione jest blisko maksimum i prąd też jest bliski maksymalnemu, że wystąpi sytuacja z rysunku 5. Oczywiście można tego uniknąć, gdy maksymalne napięcie wyjściowe  $U_{OUT}$ , jakie można ustawić za pomocą potencjometru P, będzie dużo mniejsze, niż napięcie na kondensatorze przy małych prądach obciążenia (rysunek 2a, 2b). Wtedy przy dowolnym ustawieniu potencjometru napięcie  $U_{DO}$  na stabilizatorze będzie dużo większe od niezbędnego minimalnego.

Tak, ale w zasilaczu amatorskim po prostu chcemy z danego niewielkiego transformatora „wycisnąć ile się da”. I nie chcemy ograniczać napięcia maksymalnego, jakie można ustawić potencjometrem. Przy ustawieniu maksymalnego napięcia wyjściowego gotowi jesteśmy pracować „na granicy stabilizacji”.

Ogólnie biorąc, z „oszczędnie zaprojektowanego” amatorskiego zasilacza z niewielkim transformatorem przy małych napięciach wyjściowych można pobrać jakiś stosunkowo duży prąd (pomijamy problem strat mocy w stabilizatorze). Ale chcemy też mieć możliwość ustawienia jak najwyższego napięcia wyjściowego.

Oczywiście przy wyższych napięciach wyjściowych godzimy się, że użyteczny prąd maksymalny będzie mniejszy, może nawet dużo mniejszy, z uwagi na pojawienie się tętnień, czyli brak stabilizacji. Godzimy się na to, tylko chcemy wiedzieć, kiedy zasilacz przestaje stabilizować napięcie z opisywanego właśnie powodu.

Jeżeli w zasilaczu zamontowany jest woltomierz – monitor napięcia wyjściowego, to w niektórych sytuacjach wystarczająco zasygnalizuje on omawiany problem, ale niestety łatwo to przeoczyć. Dlatego warto przewidzieć w zasilaczu dodatkowy obwód sygnalizacji tętnień.

I właśnie zadanie YK010 dotyczyło kwestii: **jak wykryć i zasygnalizować, że w napięciu wyjściowym już pojawiły się tętnienia?** A jeszcze lepiej, gdyby taka sygnalizacja była włączana nieco wcześniej, gdy zasilacz jeszcze stabilizuje, ale już jest na granicy prawidłowej pracy i gdy dalsze zwiększanie prądu spowoduje pojawienie się na wyjściu tętnień.

Od razu informuję, że nie spełni tej roli sygnalizator przekroczenia jakiejś dobranej eksperymentalnie wartości prądu. Otóż próg sygnalizatora nie może być nastawiony na konkretną wartość prądu. Choćby tylko dlatego, że wydajność prądowa transformatora, a tym samym napięcie na głównym kondensatorze filtrującym, silnie zależy też od napięcia w sieci energetycznej 230 V, które może zmieniać się w dość szerokich granicach. Jednoczesne obniżenie napięcia sieci i znaczny pobór prądu zaskakująco

mocno zmniejszają napięcie wyjściowe transformatora – w efekcie już na wejściu stabilizatora napięcie jest za małe, żeby prawidłowo pracował on przy zaplanowanym i ustawionym maksymalnym napięciu zasilacza i znacznym prądzie.

Podkreślam, że można zastosować odpowiednio duży transformator z dużym zapasem i tak określić napięcie i prąd maksymalny, żeby wykluczyć opisywaną tu możliwość wystąpienia tętnień napięcia wyjściowego. I tak było w starych profesjonalnych, laboratoryjnych 220-woltowych zasilaczach analogowych, które prawidłowo pracują także przy napięciu sieci zmniejszonym o 15%, czyli wynoszącym 195 V. Z uwagi na takie wymagania, dobre profesjonalne zasilacze muszą być odpowiednio przewymiarowane, a więc i odpowiednio drogie (dlatego też są takie ciężkie z uwagi na potężny transformator).

Co istotne, nie warto takiego przewymiarowania robić w zasilaczach amatorskich. Zdecydowanie lepiej jest dodać sygnalizator braku stabilizacji, który jest tematem tego zadania.

## Wykrywanie tętnień występujących na wyjściu

Jeden z uczestników konkursu napisał:

*Witam!*

*Sygnalizacja braku stabilizacji – już kiedyś Pan to zrobił (...) Nawet kupiłem kity (...) do zasilaczy, które służyły mi około 10 lat.*

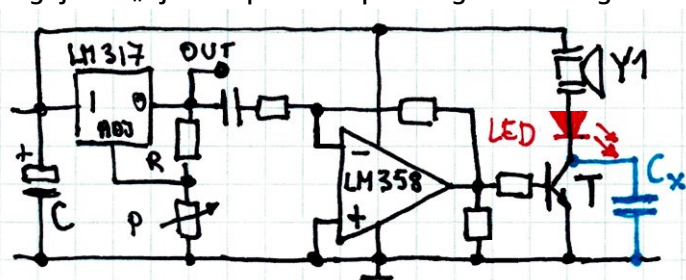
*Gdybym miał wykryć brak stabilizacji teraz, to badałbym tętnienia napięcia na wejściu (wyjściu): jeżeli pojawia się 50/100 Hz o zbyt dużej amplitudzie to powinno wywoływać alarm. Ja już prawie nie potrafię zbudować czegośkolwiek bez mikrokontrolera, ale jakbym musiał, to LPF 100 Hz [filtr dolnoprzepustowy 100 Hz] na OpAmpie. Tak napisałem spontanicznie, bez zbędnego myślenia.*

*Pozdrawiam*

**SS**

„Bez zbędnego myślenia” można też szybko narysować schemat tego rodzaju sygnalizatora. Możliwości jest wiele.

W przypadku najpopularniejszego wzmacniacza operacyjnego LM358 można byłoby rozważyć wykorzystanie mocno nietypowego układu ze wzmacniaczem odwracającym według **rysunku 6**, który reaguje na „ujemne połówki” przebiegu zmiennego.



**Rysunek 6**



Trzeba zastanowić się, jakim napięciem byłby zasilany taki obwód? A wartości elementów należałoby dobrać w sposób praktyczny.

Można byłoby też wykorzystać bardziej klasyczny układ według **rysunku 7**, gdzie wzmacniacz operacyjny pracuje jako typowy wzmacniacz nieodwracający, wzmacniający tylko dodatnie połówki sygnału zmiennego. Dlatego bez kondensatora  $C_x$  brzęczyk będzie terkotał w rytm częstotliwości tętnień 100 Hz. Obecność kondensatora „złagodzi dźwięk”, niemniej terkotanie w tym przypadku może być zaletą, a nie wadą. Dlatego warto dobrać pojemność eksperymentalnie.

Obwody wyjściowe z tranzystorem, diodą LED i brzęczykiem piezo (z generatorem) można skonfigurować i dostosować, zależnie od potrzeb i parametrów wykorzystanego brzęczyka.

Takie rozwiązania zapewniają sygnalizację „po fakcie”. A jeżeli ktoś chciałby zrealizować sygnalizator „przed faktem” może kontrolować spadek napięcia na stabilizatorze.

## Kontrola spadku napięcia na stabilizatorze

Idea kontroli spadku napięcia na stabilizatorze według **rysunku 8** jest prosta. Sygnalizator powinien zadziałać, gdy napięcie  $U_{DO}$  zmniejszy się poniżej pewnej granicy.

Trzeba jednak mieć na uwadze dwie kwestie. Po pierwsze, mamy mierzyć napięcie „pływające względem masy”, więc prawdopodobnie nie będzie to pomiar napięć względem masy, tylko jakiś obwód „pływający w powietrzu”.

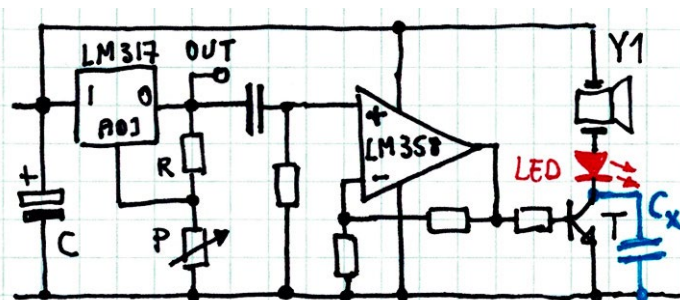
Po drugie, wcześniejszy rysunek 4 wskazuje, że wymagane minimalne napięcie  $U_{DO}$  na stabilizatorze zależy i od poboru prądu, i od temperatury. Gdybyśmy więc chcieli „wycisnąć z zasilacza wszystko co się da”, to w zasadzie należałoby uwzględnić też wpływ temperatury (struktury) i aktualny prąd pracy. To zadanie możliwe do zrealizowania, ale dość trudne.

W prostym i tanim zasilaczu można zastosować jakieś podejście uproszczone. Otóż projektowany zasilacz nie będzie pracował przy prądach większych niż 1 amper. Dlatego można byłoby przyjąć w uproszczeniu, że dla zapewnienia prawidłowej pracy, minimalne napięcie na stabilizatorze nie może być mniejsze niż 2 wolty.

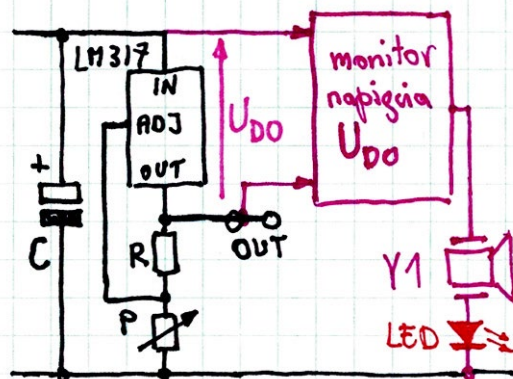
A jeżeli maksymalny prąd zasilacza wynosiłby 0,5 A, to można przyjąć mniejsze minimalne napięcie na stabilizatorze, w granicach 1,75...1,8 V.

Jaki obwód miałby kontrolować spadek napięcia na stabilizatorze?

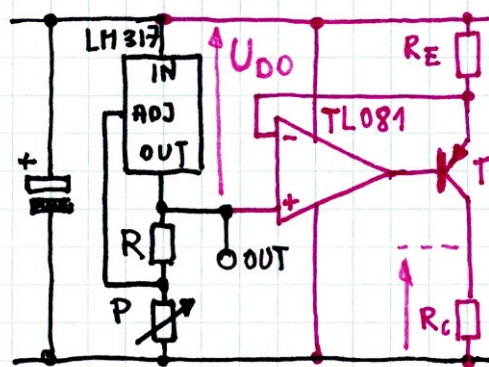
Możliwości jest wiele. Mógłby to być obwód z pojedynczym wzmacniaczem operacyjnym TL081 lub



Rysunek 7

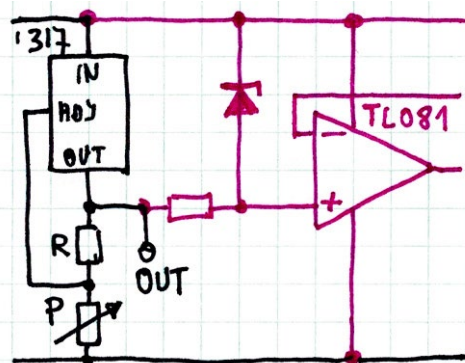


Rysunek 8



Rysunek 9

pokrewnym. Wejścia tych wzmacniaczy mogą prawidłowo pracować na poziomie dodatniej szyny zasilania. **Rysunek 9** pokazuje podstawową ideę. Maksymalne napięcie zasilania kostek TL081 (TL071) to 36 V, więc ujemny zacisk zasilania można dołączyć do masy. Drobny problemem jest maksymalne dopuszczalne napięcie między wejściami wynoszące 15 V, dlatego trzeba ograniczyć napięcie wejściowe, na przykład według **rysunku 10**.



Rysunek 10

Zamiast starej kostki TL081 można wykorzystać dowolny nowoczesny wzmacniacz z wejściem rail-to-rail, tylko takie wzmacniacze z reguły mają małe maksymalne napięcie zasilania, często tylko 5,5...7 V. Wtedy trzeba byłoby zastosować jakiś ogranicznik napięcia zasilania według idei z **rysunku 11**.

W wersjach z rysunków 10 i 11 wzmacniacz operacyjny nie jest komparatorem, lecz pracuje liniowo i prąd kolektora dołączonego tranzystora oraz mierzone względem masy napięcie na rezystorze  $R_C$  są wprost proporcjonalne do napięcia występującego na stabilizatorze. Można je w różny sposób mierzyć lub wykorzystać układ sygnalizatora, na przykład według **rysunku 12**.

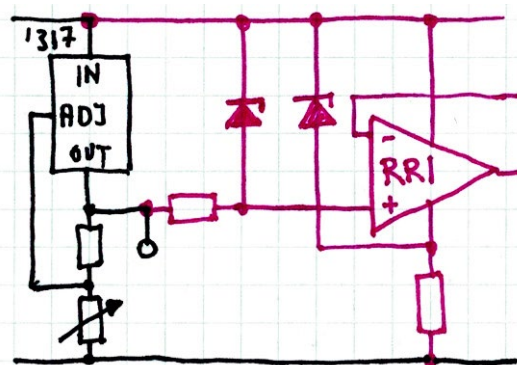
Można też czujnik napięcia na stabilizatorze i sygnalizator akustyczno-optyczny zrealizować dużo łatwiej, na przykład według mocno uproszczonej idei z **rysunku 13**. Gdy napięcie na stabilizatorze jest odpowiednio duże, przewodzi tranzystor  $T_A$ , świeci zielona kontrolka i tranzystor  $T_B$  jest zatkany. Próg zadziałania wyznacza tu dioda Zenera.

W praktyce należałoby to zrealizować inaczej. Otóż wartość rezystora  $R_B$  powinna być jak największa, by prąd przezeń płynący nie podnosił napięcia wyjściowego, a z obwodu bazy raczej należy usunąć diodę Zenera, która nie powinna pracować przy znikomym małym prądzie. Tranzystor  $T_A$  powinien być „darlingtonem”. Do otwarcia „darlingtona” potrzebne jest napięcie około 1,0...1,2 V, czyli zdecydowanie mniejsze, niż próg zadziałania potrzebnego tu sygnalizatora. Wartość napięcia progowego można zwiększyć włączając dwie dobrane diody, zwykłe lub Schottky’ego, na przykład w obwodzie emitera, a nie w obwodzie bazy. Możliwości jest wiele. **Rysunek 14** pokazuje jedną z możliwych wersji (której nie testowałem praktycznie).

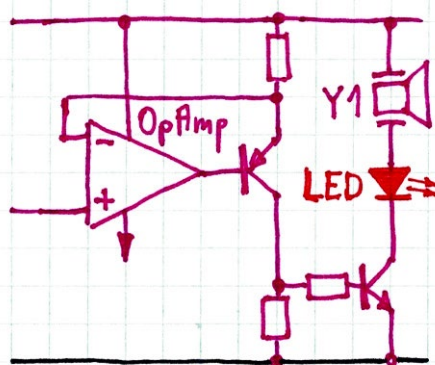
Rysunek 4 wskazuje, że przy prądach mniejszych niż 0,5 A, ze wzrostem temperatury struktury stabilizatora LM317 warto byłoby zmniejszać napięcie progowe omawianego teraz sygnalizatora. Można to zrealizować bardzo prosto, umieszczając „darlingtona”  $T_A$  i diody podwyższające  $D_x$  na stabilizatorze LM317, żeby miały one podobną temperaturę. Korekcja nie będzie idealna, ale lepsze to niż nic, tym bardziej, że takie rozwiązanie nic nie kosztuje.

## Podsumowanie

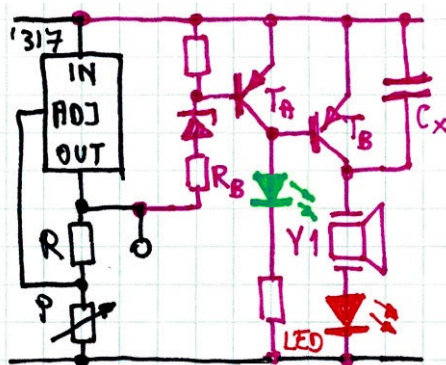
Omówiłem dwa kierunki działań: wykrywanie tętnień na wyjściu oraz monitorowanie spadku napięcia  $U_{DO}$  na stabilizatorze. Mam nadzieję, że podane informacje wystarczą chętnym do wypróbowania jednego ze sposobów, do czego zachęcam! **Może i Ty spróbujesz coś takiego zrealizować i zbadać?**



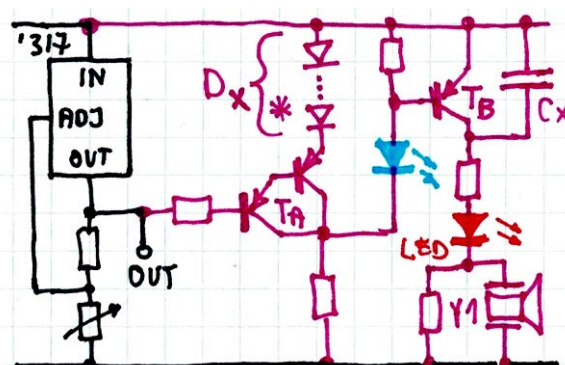
**Rysunek 11**



**Rysunek 12**



**Rysunek 13**



**Rysunek 14**

Oczywiście szczegóły, w tym wartości elementów, trzeba ustalić w finalnym układzie. Chętnie przedstawiłbym w czasopiśmie praktyczne rezultaty tego rodzaju prób.

Piotr Górecki





# Wspólnie projektujemy: Elektronizacja pojazdu dziecka

Nasze dzieci i wnuki korzystają z różnych pojazdów, takich jak hulajnogi, rowery oraz wszelkie samochodziki napędzane siłą mięśni lub elektrycznie. Warto pomyśleć nad możliwościami zwiększenia atrakcyjności takich pojazdów przez zamontowanie w nich rozmaitych układów elektronicznych.

Bezpośrednim impulsem do postawienia tego zadania był następujący e-mail:

*Dzień dobry,  
piszę do Pana, gdyż potrzebowałbym kilku porad w małym projekcie jaki mam przez okres zimowo-wiosenny na tapecie.*

*Otóż syn posiada traktor napędzany pedałami, a jako 5-latek korzysta z niego namiętnie, zwłaszcza w okresie letnio-jesiennym. Przy ostatnich zabiegach konserwatorskich zauważyłem, że jest w nim całkiem sporo miejsca, które można byłoby zagospodarować. I pojawił się pomysł, aby pojazd ten wyposażić w oświetlenie LED z przodu i z tyłu, zasilane przez akumulator, z możliwością jego podładowania.*

*W projekcie tym głównie bazuję na asortymencie z portalu azjatyckiego, mam wybrane lampki LED: (link) lub (link).*

*Chciałbym aby oświetlenie było zasilane akumulatorem tak, aby trochę te lampki świeciły. Stan akumulatora byłby monitorowany, na przykład: (link) tak, aby młody wiedział kiedy podładować zanim wyjedzie w podróż dookoła osiedla.*

*No i dobrze byłoby, gdybym umieścił jakieś gniazdo ładowania do tego akumulatora tak, aby można było podłączyć ładowarkę i spokojnie go podładować bez wyjmowania.*

*Ogólnie temat wydaje się nieskomplikowany na pierwszy i drugi rzut oka. Ale jak to wszystko podłączyć, aby miało to ręce i nogi i aby wszystko działało jak należy?*

*Jaki dobrać akumulator, aby te 4 lampki LED działały przez kilka godzin? Czy może Pan podpowiedzieć to i owo? Z góry dziękuję za pomoc.*

*Pozdrawiam serdecznie  
**Bartosz Dudziak***

## **Zadanie konkursowe YK013 brzmi:**

**Zaproponuj, jak wyposażać pojazd dziecka (rower, hulajnogę, samochodzik, traktorek, itp.) w układy elektroniczne, które zwiększą atrakcyjność korzystania z takiego pojazdu.**

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

Propozycje schematów można **nadsyłać do końca kwietnia 2024 roku** na adres [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl).

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania, zająć się przede wszystkim koncepcją i schematem, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 6/2024 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.

## Źródło zasilania

Kluczowa sprawa to źródło zasilania. Jeżeli jest to hulajnoga, samochodzik lub traktorek elektryczny, takie źródło już jest. Ewentualnie trzeba tylko zastosować przetwornicę podwyższającą lub obniżającą, aby uzyskać napięcie o potrzebnej wartości.

W pozostałych przypadkach trzeba coś dodać. Źródłem zasilania mogą być baterie jednorazowe, ale nie polecam ich z dwóch względów. Jeden to koszt i konieczność wymiany. Drugi to niezbyt duża wydajność prądowa, czyli niewielka moc. Dlatego lepiej zastosować jakieś akumulatory o rozsądnie dobranej pojemności. Oto dwie podstawowe możliwości:

– 12-woltowy, nieduży tzw. „żelowy”, w rzeczywistości AGM o pojemności od 1 do kilku amperogodzin. Przykłady na **rysunku 1**.

<https://botland.com.pl/305-akumulatory-zelowe>  
– litowo-jonowy o rozmiarze 18650 – jeden, dwa lub trzy (3,7 V; 7,4 V lub 11,1 V) – **fotografia 2**.

Do niedawna popularne były akumulatorki nikielowo-wodorkowe (NiMH, wcześniej NiCd). Jeśli ktoś jeszcze takie ma (**fotografia 3**) i jeżeli są w naprawdę dobrym stanie, to można byłoby wykorzystać cztery do ośmiu sztuk połączonych w szereg. Jednak generalnie akumulatorów niklowych nie polecam, bo często niejednokrotnie tracą pojemność i potem ten najsłabszy wyznacza pojemność zestawu.

W każdym przypadku trzeba przewidzieć sposób ładowania akumulatorów. Najłatwiej byłoby wykorzystać fabryczną ładowarkę, jednak niestety nie zawsze jest to możliwe.



Fotografia 2



Fotografia 3

piotr-gorecki.pl/YK013



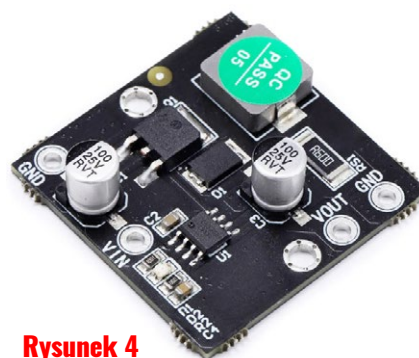
Akumulatory żelowe



Rysunek 1

## Ładowanie akumulatorów

12-woltowy akumulator AGM według rysunku 1 może być na stałe zamontowany w pojeździe i do jego ładowania potrzebne jest jakieś gniazdo, które wykluczy możliwość zamiany biegunów, czyli odwrotnego dołączenia. Ale tu znaczącego problemu nie ma. Problem w tym, jaką ładowarkę wykorzystać – a możliwości jest kilka. Między innymi można wykorzystać jakiś moduł przetwornicy. Przykłady na **rysunku 4** oraz **rysunku 5**. Będzie to prawie gotowy moduł – kontroler ładowarki (wymagający jednak jakiegoś źródła zasilania, co jest odrębnym tematem do zastanowienia i podjęcia decyzji).



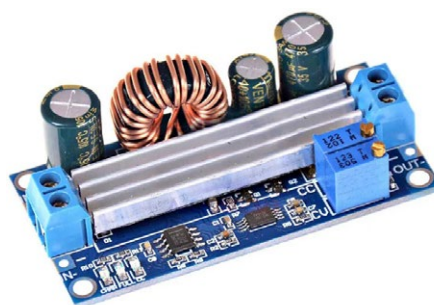
Rysunek 4

22,78zł

Cena z VAT

CN3768 moduł ładowania  
ładowarka akumulatora kwasowego  
moduł ładowania trójstopniowe  
ładowanie 12V

9 sprzedany



Rysunek 5

9,40zł

Cena z VAT | Dodatkowe 5% zniżki

🔴 Sprzedaż hurtowa 2+ sztuk, dodatkowe 1% zniżki

CC CV regulowany 3A 35W DC 5-30V  
do DC 0.5-30V Step Up Down Buck  
Boost Converter moduł zasilania  
Regulator napięcia

★★★★ 4.0 4 Recenzje | 40 sprzedany

Zniżka kuponu

4,10zł off  
na zamówienia za pona...

MARZEC 2024

39



Jeżeli natomiast będą wykorzystane akumulatory litowo-jonowe rozmiaru 18650, według fotografii 2, to zalecam wyjmowanie akumulatorów i wykorzystanie klasycznej, dedykowanej ładowarki dobrej firmy. Łatwe jest tylko ładowanie pojedynczych akumulatorów Li-Ion. Natomiast ładowanie dwóch lub trzech połączonych w szereg jest znacznie trudniejsze, ponieważ wymaga zastosowania balansera, a to jest dodatkowy kłopot.

Akumulatory Li-Ion można na czas ładowania łączyć równolegle, ale najprostsze jest wyjmowanie akumulatorów i ładowanie w sposób klasyczny – pojedynczo w fabrycznej ładowarce. Podobnie akumulatorki niklowe według fotografii 3 należałoby wyjmować i ładować w firmowej ładowarce.

### Oświetlenie główne, podstawowe

Mówimy o oświetleniu do pojazdu dziecka, pojazdu, który nie jest dopuszczony do ruchu drogowego i którego nie obejmują przepisy o ruchu drogowym. W takim przypadku mamy pełną dowolność, praktycznie bez ograniczeń.

Na pewno z przodu pojazdu potrzebna jest świecąca światłem białym główna lampa – reflektor lub kilka reflektorów. Oczywiście nie żarówka, tylko lampa LED. I tu jest pewien problem i dylemat.

Jeśli taka lampa ma być rzeczywiście atrakcyjna, to powinna dawać naprawdę silne światło. Po pierwsze trzeba zdecydować, jaka ma być moc zastosowanych LED-ów. Prawdopodobnie ograniczeniem będzie akumulator. Jeżeli przykładowo założymy, że akumulator 12 V 1,2 Ah ma starczyć na cztery godziny zabawy, to ciągły pobór prądu nie może być większy niż 0,3 ampera, co daje 3,6 watów całkowitego obciążenia. Główne obciążenie – lampa przednia nie może pobierać więcej niż około 3 waty. To nie jest mało, ale spektakularnego efektu nie da.

Gdyby zastosować akumulator 12 V 7 Ah, to przez 4 godziny mamy do dyspozycji ponad 20 watów! A wtedy można „zaszaleć”. Tylko niestety taki akumulator waży 2 kilogramy...

Chyba, żeby założyć krótszy czas pracy po naładowaniu, na przykład 2 godziny lub 1,5 h...

Po drugie, jeszcze ważniejsze, jak chłodzić LED-y głównej, przedniej lampy. To jest poważny problem przy mocy zasilania ponad 2 waty. Brak

odpowiedniego radiatora chłodzącego diody LED dramatycznie skróci ich żywotność.

Dylemat polega na tym, czy samodzielnie „kombinować”, czy zastosować jakiś gotowy reflektor LED?

Jeśli ktoś zdecyduje się na samodzielne „kombinowanie”, to oprócz problemu radiatora musi też rozwiązać kwestie formowania strumienia świetlnego.

Problem w tym, że białe diody LED większej mocy z reguły świecą bardzo szeroko (kąt świecenia zwykle wynosi 120...140 stopni), co w tym akurat przypadku daje mizerny efekt wizualny. Jeśli natomiast skupimy światło diody w wąską wiązkę, będzie to w omawianym zastosowaniu bardzo korzystne!

Nie tylko dla dziecka **zdecydowanie bardziej atrakcyjny jest silny „szperacz” – reflektor z wąską wiązką światła, a nie lampa świecąca szeroko**. Skupienie danej ilości światła w wąską wiązkę daje wrażenie, że reflektor jest wielokrotnie silniejszy. Imponujący efekt możemy uzyskać już przy stosunkowo małej mocy elektrycznej, nawet rzędu 2...3 watów. A przy mocy kilkunastu watów można uzyskać efekty spektakularne, porównywalne ze światłem prawdziwych samochodów. Wiem, bo wykorzystuję tego rodzaju reflektory oraz rozmaite latarki.

Trzeba pamiętać, że samodzielna budowa „wąskiego” reflektora wymaga użycia odpowiedniej soczewki lub zwierciadła. Ja (do oświetlenia zewnętrznego domku) zrobiłem i wykorzystuję kilka takich „wąskich reflektorków” kupionych w sklepach Aliexpress z wykorzystaniem soczewek o różnym stopniu skupiania wiązki. Niektóre pokazane są na **fotografii 6**. I to jest jedna droga, interesująca i godna uwagi: zakup diod lub modułów COB LED oraz dedykowanych do nich soczewek lub wklęsłych (parabolicznych) luster. Lustra i soczewki są rozmaite: różne są wielkości, kąty świecenia oraz oczywiście ceny. Szczegóły na życzenie mogę opisać szerzej.



**Fotografia 6**

Ale koniecznie trzeba też rozważyć dwie inne możliwości. Otóż można kupić gotowy reflektor przeznaczony do samochodu lub motocykla (**fotografia 7**), a konkretnie wybrać wersję o pożądanych parametrach wiązki.

Ja swego czasu kupiłem chińskie reflektory sprzedawane jako dodatkowe wyposażenie do prawdziwych samochodów off-road – **rysunek 8**.

Efekt jest rewelacyjny. Przykładowo wersja z rysunku 8 daje szeroką, ale „niską” wiązkę, pokazaną na **rysunku 9**. Pobór mocy to kilkanaście watów, a drobną wadą jest brak możliwości regulacji, bowiem wbudowana przetwornica utrzymuje mniej więcej jednakowy pobór mocy w szerokim zakresie napięcia zasilania.

Nie polecam natomiast, skądinąd znakomitego, reflektora widocznego na **fotografii 10** – wytwarza on bardzo wąską wiązkę – „słup świetlny” – zdecydowanie zbyt wąską do tego akurat zastosowania w pojeździe.

Inną bardzo atrakcyjną propozycją, godną co najmniej przemysłu, jest zakup dobrej, fabrycznej latarki LED i dodanie w pojeździe dziecka tylko dobrego uchwytu na tę latarkę. Naprawdę dobrą latarkę, np. Convoy S2, pokazaną na **fotografii 11**, można kupić na Aliexpress za około 70 złotych, co wraz z dobrym akumulatorem i sensowną ładowarką daje koszt ponad 120 zł. Dość dużo, ale efekt jest rewelacyjny, a porządna latarka normalnie będzie używana w domu, nie tylko jako zabawka dla dziecka.

## Oświetlenie efektowe

Podkreślam, że mówimy o przeznaczonym dla dziecka pojeździe, który nie jest dopuszczony do ruchu drogowego. Taki pojazd możemy wyposażyć w dowolne dodatkowe, efektowne oświetlenie. Oczywiście można i warto go wyposażyć w czerwone tylne światło, ale można też zamontować dowolne inne lampki, także wielokolorowe i migające w dowolnym rytmie.



**Fotografia 11**

piotr-gorecki.pl/YK013



**Fotografia 7**



Type I:9D flood 1pc



**Rysunek 8**

**53,66zł** -1%

Najniższa cena w ciągu 30 dni przed obniżką cen. **53,70zł** ©

Cena z VAT | Dodatkowe 2% zniżki

Witaj EOVO 4-calowa listwa LED listwa świetlna LED robocza dla wskaźników jazda motocyklem Offroad łódź samochód ciągnik siodłowy 4x4 SUV ATV 12V

★★★★★ 5.0 2 Recenzje | 5 sprzedany

kolor: 1PC 9D Flood



6pcs LED chips



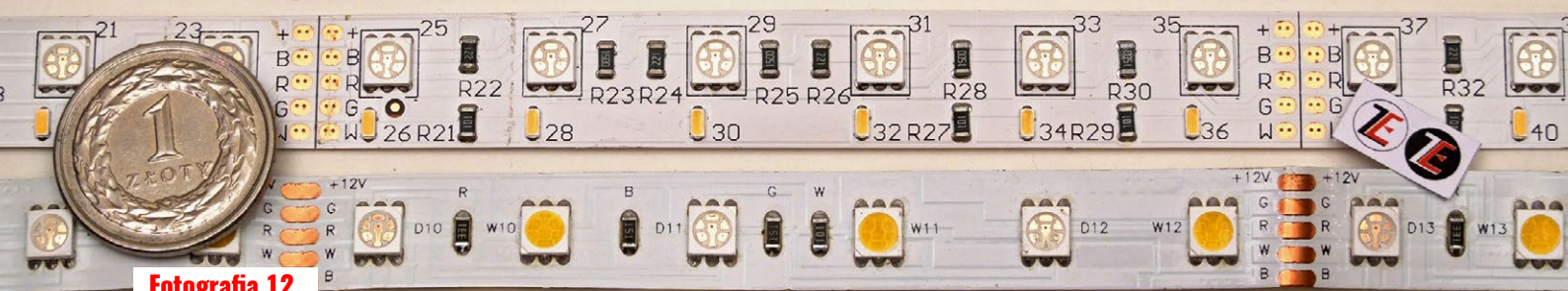
**Rysunek 9**

Practical use



**Fotografia 10**





Fotografia 12

To kwestia gustu, ale możemy o zwiększeniu atrakcyjności pojazdu dziecka, więc warto rozważyć wykorzystanie diod różnokolorowych. Pojedynczych o różnych kolorach, w tym fioletowych, pojedynczych diod RGB lub RGBW, zawierających kilka świecących struktur, czy wreszcie gotowych, popularnych, i – co bardzo ważne – bardzo łatwych do wykorzystania taśm LED, na przykład 24-albo 12-woltowej taśmy z diodami RGBW. Dwa przykłady na **fotografii 12**.

A jeżeli wykorzystane byłyby odcinki taśm LED, to dla wielu osób atrakcją będzie sterowanie nimi za pomocą jakichś fabrycznych sterowników. Sterowanie zdalne za pomocą pilota albo automatyczna realizacja różnych efektów świetlnych.

Przykład takiego prościutkiego dość starego sterownika pokazany jest na **fotografii 13** (dziś dostępne są też nieporównanie lepsze, bardziej uniwersalne). Oczywiście bardziej ambitnym zadaniem byłaby realizacja takiego sterownika we własnym zakresie, na przykład z wykorzystaniem Arduino.



Fotografia 13

## Sygnały dźwiękowe

Dzieci lubią sygnały dźwiękowe. Tu możliwości jest wręcz nieskończenie wiele. Atrakcją może być nawet prosty klakson o zwykłym, „pojedynczym” dźwięku.

Bardziej atrakcyjne dla dziecka mogą się okazać układy wytwarzające rozmaite efekty dźwiękowe, np. dźwięk syreny policyjnej czy pracującego silnika samochodowego. A może jeszcze bardziej atrakcyjny będzie gwizdek parowozu czy róg mgłowy wykorzystywany w żegludze?

Na rynku jest mnóstwo rozmaitych modułów realizujących efekty dźwiękowe. Niektóre moduły są beznadziejnie tanie, kosztują poniżej 1 złotówki za sztukę – **rysunek 14**.

Inne są droższe, ale dają zdecydowanie bardziej realistyczny dźwięk lub pozwalają nagrać własne dźwięki. Wybór jest bardzo szeroki i naprawdę łatwo zgubić się w ofertach.

**FengShengXin**  
Electronics co., LTD.

**5,54zł / partia** (10 części)

Cena z VAT

10 sztuk/partia KD9561 CK9561  
moduł alarmowy moduł głosowy 4  
rodzaj dźwięku zestaw DIY VCC GND

★★★★★ 5.0

22 Recenzje | 89 sprzedany

Wysyłamy do Poland

Dostawa >

Wysyłka: 4,43zł

Szacowany termin dostawy: Mär 31 - Kwi 15

**Voice Module KD9561 CK9561**

Rysunek 14

## Mini MP3 DF Player Module 4,06zł -1%



Rysunek 15

Niewątpliwie warto zbadać ofertę modułów, które pozwalają nagrać i odtwarzać dowolne dźwięki. Nie polecam modułów ze starą kostką ISD1820. Dziś są lepsze propozycje. Jedną z opcji do rozważenia jest wykorzystanie naprawdę uniwersalnego modułu DF PLayer (**rysunek 15**), który oferuje co najmniej dwie bardzo interesujące możliwości sterowania za pomocą przycisków, bez żadnego mikrokontrolera!

W prawie każdym przypadku do modułu dźwiękowego zapewne trzeba będzie dodać wzmacniacz mocy audio i jakiś w miarę duży głośnik.

Efekty dźwiękowe w pojeździe dziecka (i nie tylko tam) to szeroki temat, który warto zbadać, a może lepiej stopniowo, po kolei praktycznie wypróbować różne warianty.

Jedną z kluczowych kwestii będzie wybór przetwornika dźwięku. Ogólnie biorąc, najlepszą jakość dźwięku zapewniłyby klasyczne głośniki dynamiczne, ale z uwagi na masę i kwestie klimatyczno-pogodowe, raczej trzeba będzie zastosować coś innego. Albo dynamiczne głośniki tubowe, albo przetworniki ceramiczne (piezoelektryczne), być może też tubowe.

## Dopasowanie napięcia

W pojeździe dziecka wykorzystamy jakiś akumulator czy zestaw akumulatorów. Prawdopodobnie część planowanych elementów oświetleniowych lub dźwiękowych będzie wymagała innej wartości napięcia zasilania. Trzeba to jakoś dopasować.

Z tym dopasowaniem nie powinno być problemu, ponieważ dziś dostępne są niezliczone wersje przetwornic impulsowych obniżających, podwyższających i jeszcze innych. W przypadku mocy mniejszych niż 10 watów, wystarczą małe przetwornice, kosztujące kilka złotych.

## Podsumowanie

Zachęcam, żeby w ramach zadania konkursowego YK013 nadsyłać wszelkie pomysły, sugestie i rozwiązania, związane z wyposażeniem pojazdu dziecka w jakiegokolwiek układy elektroniczne.

Bardzo atrakcyjne mogą się też okazać drobne dodatki zasilane autonomicznie, na przykład małe kolorowe lampki LED zamocowane na szprychach kół roweru, które podczas jazdy będą kreślić różnokolorowe sinusoidy. Tu do uzyskania spektakularnego efektu praktycznie nie potrzeba elektroniki.

Oprócz wspomnianych wcześniej efektów świetlnych i dźwiękowych można zaproponować jeszcze

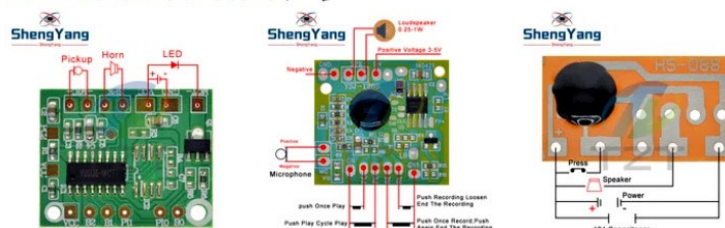
<https://www.aliexpress.com/p/order/index.html?spm=a2g0o.home.headerAccount.1.3011405fUQDSWh>

## Do wysyłki

Zamówienie złożono dnia: Feb 9, 2024

Numer zamówienia: 3030645799121189 [Kopiuuj](#)

TZT 123 Official Store >



## Do wysyłki

Zamówienie złożono dnia: Feb 9, 2024

Numer zamówienia: 3030622843681189 [Kopiuuj](#)

FSXSEMI FengShengXin Store >



**Rysunek 16**

inne. Podstawowym celem jest zwiększenie atrakcyjności pojazdu i danie radości jego użytkownikowi. Ogromną frajdę może też przynieść nie samo użytkowanie, lecz budowa tego rodzaju instalacji wspólnie z dzieckiem.

Oczywiście najbardziej bym się cieszył, gdybym otrzymał informacje – relacje z praktycznych działań zakończonych sukcesem.

Ale w ramach rozwiązań konkursowego zadania YK013 przede wszystkim można śmiało nadsyłać propozycje i sugestie teoretyczne, w tym także częściowe, dotyczące tylko drobnego wycinka zasygnalizowanych tu możliwości.

Może i Ty przyślesz mi ([kontakt@piotr-gorecki.pl](mailto:kontakt@piotr-gorecki.pl)) swoje rozwiązanie, propozycję uwagi albo pytania dotyczące szczegółów. Zapraszam!

Ja na potrzeby tego właśnie zadania „Projektujemy wspólnie”, zamówiłem kilka modułów do zbadania – **rysunek 16**. Na życzenie, chętnie podam dalsze informacje na ten interesujący temat.

**Piotr Górecki**





# Rigol DH0924S w praktyce: parametry i możliwości

„Dziwny jest ten świat” – nadeszły czasy, gdy hobbysta może kupić oscyloskop o możliwościach i parametrach do niedawna dostępnych tylko nielicznym profesjonalistom. Problemem przestaje być bariera cenowa, natomiast niepotrzebnie przestraszyć i zniechęcić może obfitość zaawansowanych opcji.

**Pierwszy kontakt z DH0924S**  
**Podstawowa obsługa oscyloskopu**  
**Niezliczone ustawienia dodatkowe**

**Wygląd i łatwość obsługi**  
**Najważniejsze funkcje oraz „wodotryski”**

Czy kupiłbym oscyloskop Rigol z rodziny DHO900 gdybym był wąsko specjalizowanym profesjonalistą?

Najprawdopodobniej nie, bo wtedy szukałbym jakiegoś droższego, o parametrach i możliwościach optymalizowanych do mojej wąskiej specjalizacji: albo oscyloskopu o jak najmniejszych szumach do „analogówki”, albo jakiegoś do „cyfrówki”, o jak najbogatszych opcjach analizy przebiegów cyfrowych.

Ale ja od ponad 30 lat jestem popularyzatorem szeroko pojętej elektroniki i moją uwagę zwróciły niedawno wprowadzone na rynek rodziny Rigol DHO800, DHO900, DHO1000, DHO4000. Po analizie parametrów i porównaniu cen uznałem, że dla mnie najlepszą relację możliwości do ceny daje DH0924S, widoczny na **fotografii tytułowej**.

Zaskakująco niska cena, jak na oferowane bogate możliwości oznacza, że konstrukcja niewątpliwie jest wynikiem licznych kompromisów. Przedstawię je **w drugimi artykule**, ale wypadkowy efekt tych licznych kompromisów bardzo mile zaskakuje.

W przypadku DH0924S otrzymuję trzy przyrządy:

- **czterokanałowy oscyloskop** o paśmie aż 250 MHz, o maksymalnej czułości 0,2 mV/dz, z przetwornikiem 12-bitowym o próbkowaniu 1,25 GS/s,
- **generator** podstawowych przebiegów (AFG) o częstotliwościach od 2 miliherców do 25 MHz,
- **16-kanałowy analizator logiczny** 200 MHz z wykrywaniem impulsów 5-nanosekundowych.

Jest to znakomity instrument do zastosowań ogólnych i, co dla mnie bardzo ważne, edukacyjnych.



Fotografia 1

Pomimo licznych kompromisów, taki przyrząd niewątpliwie można zaliczyć do profesjonalnych, ponieważ ma mnóstwo funkcji i opcji spotykanych dotąd tylko w kosztownym sprzęcie profesjonalnym – niektóre szczegóły w dalszej części artykułu. A cena jest niewątpliwie „bardzo amatorska”, bo najtańsze wersje z rodziny DHO900 kosztują tylko trochę więcej niż 3000 zł brutto. Jeśli dla kogoś to za drogo, niech zainteresuje się trochę tylko słabszą rodziną DHO800, gdzie ceny tańszych wersji wynoszą niewiele więcej niż 2000 złotych.

Dla mnie **kluczowe znaczenie ma obecność czterech kanałów – torów pomiarowych, co ogromnie rozszerza możliwości względem oscyloskopów 2-kanałowych**. Zdecydowałem się na najwyższą wersję 250-megahercową, ponieważ możliwie szerokie pasmo przenoszenia potrzebne mi jest m.in. do eksperymentów pokazujących zjawiska falowe. **Fotografia 1** przedstawia przykład badania zjawisk falowych (odbić) w półtorametrowym odcinku 50-omowego kabla koncentrycznego. Jedna działka na ekranie to znikome 10 nanosekund!

Sprawdziłem też, że czas narastania (*rise time*) tego oscyloskopu, a więc także szerokość pasma przenoszenia, jak najbardziej zgadzają się ze specyfikacją, gdzie podana jest wartość 1,4 ns, 250 MHz. Zrobiłem to w prosty sposób, przy zastosowaniu nietypowego „szybkiego” generatora impulsowego z kontaktronem o stykach zwilżanych rtęcią (*mercury wetted*), co jest szerzej opisane w artykule [Rigol DHO924S w praktyce: pomiar czasu narastania](#).

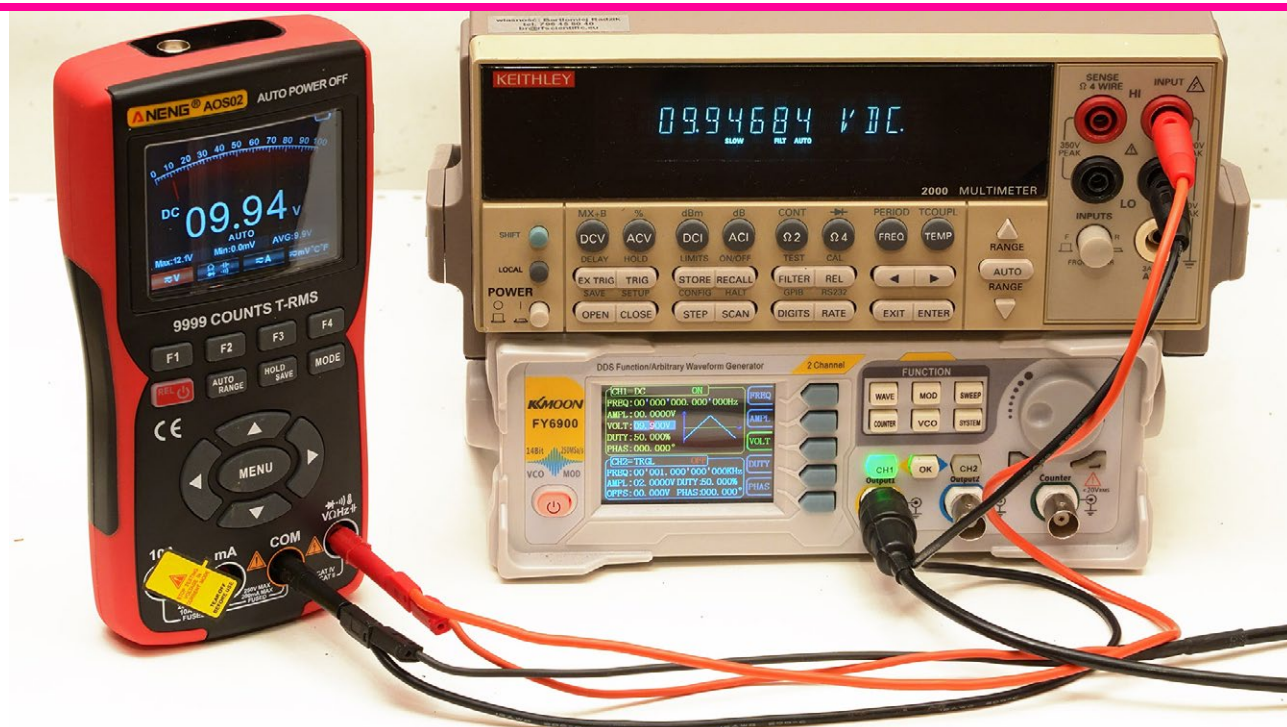
Dla mnie bardzo ważna jest nie sama obecność wbudowanego generatora AFG, tylko fakt, że oprogramowanie przyrządu pozwala w łatwy i szybki sposób mierzyć charakterystyki amplitudowo-fazowe Bodego. **Fotografia 2** pokazuje coś absolutnie zaskakującego! Jest to pomiar charakterystyk Bodego (amplitudowej i fazowej) bardzo specyficznego wzmacniacza lampowego. Wzmacniacza na próżniowej triodzie, ale bardzo nietypowej, świecącej magicznym niebieskozielonym światłem. Tą triodą jest... wyświetlacz VFD, wprawdzie nie 6P1 Korga, ale też wzmacniający (w układzie są też 4 tranzystory, ale tylko w roli wtórników i źródła prądowego).



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

Fotografia 2





# Multimetr z oscyloskopem Aneng AOS02 i ZT702S

Chińscy producenci zaskakują nas coraz to lepszymi budżetowymi przyrządami pomiarowymi. Wcześniej szeroko opisywałem właściwości multimetru AN870. Ten artykuł dotyczy multimetru z oscyloskopem Zetek ZT702 S, który sprzedawany jest pod różnymi markami, między innymi Aneng AOS02.

Pasmo pomiarowe multimetru AOS02  
Szerokość pasma oscyloskopu AOS02  
Rezystancja wejściowa

Słabości i wady ZT702 S / AOS02  
Mocne strony ZT702 S / AOS02  
Podsumowanie

Na początek podkreślam, że w żadnym wypadku nie jest to profesjonalny przyrząd pomiarowy. Niewątpliwie jednak jest to bardzo interesujący przyrząd do pracowni bardziej i mniej zaawansowanych hobbystów. Stosunek właściwości do ceny jest wręcz znakomity.

W chwili pisania tego artykułu (jesień 2023) można było go kupić w Chinach, z darmową dostawą, za mniej niż 300 złotych – **rysunek 1**. Za tę cenę otrzymujemy bardzo przyzwoity multimetr 4-cyfrowy (maksymalne wskazanie to  $\pm 9999$ ) oraz prosty oscyloskop z próbkowaniem 48 MHz, o paśmie użytecznym do 10 MHz.

Ja pod koniec października kupiłem do testów wersję oznaczoną ANENG AOS02 za 256 złotych.



Rysunek 1

**Choice** Darmowa dostawa w 11 dni • D...

ZT 702s 2in 1 multimetr oscyloskop cyfrowy 9999 zlicza automatyczny True RMS tranzystor Multimetra 48 M/S przebieg przechowywania danych

★★★★★ 5.0 3 Recenzje | 38 sprzedany

**278,96zł**

Cena z VAT  
Dodatkowe 2% zniżki

Wysyłamy do Poland

Delivery →  
Darmowa dostawa  
11-dniowa dostawa do Paź 19  
i kupon 4,76zł za opóźnienie

usługi →  
Darmowe zwroty • On-time ochrona kupującego

Ilość

Dostępna ilość: 32 części

**Kupuj teraz**



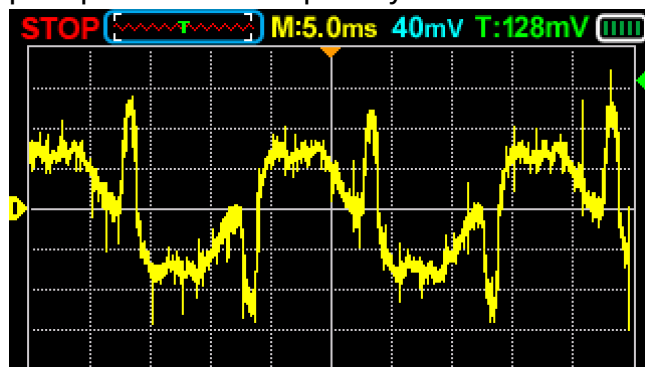
**Fotografia tytułowa** pokazuje wynik pomiaru napięcia stałego celowo odrobinę niższego niż 10 V. Wskazanie multimetru AOS02 w pełni zgadza się ze wskazaniem profesjonalnego Keithley K2000.

**Fotografia 2** przedstawia pomiar znikomo małego napięcia stałego o wartości 1 miliwolta. Jak widać, błąd wynosi tylko 0,75%.

Na **fotografii 3** widać pomiar napięcia sinusoidalnie zmiennego 1 kHz o wartości międzyszczytowej 20 V. Błąd względem profesjonalnego K2000 to pomijalne 0,14%.

Kolejna **fotografia 4** prezentuje pomiar przebiegu prostokątnego o częstotliwości 200 kHz. Źródłem sygnału jest generator FY6900. Sygnał z jego wyjścia za pośrednictwem przejściówek BNC jest podawany wprost na wejście oscyloskopu i dzięki trójnikowi także na wejście oscyloskopu kontrolnego Rigol DS1052E. Na ekranie AOS02 widać przebieg o ostrych zboczach, z niewielkimi przerzutami, a to wskazuje, że pasmo przenoszenia oscyloskopu jest dużo szersze niż 200 kHz.

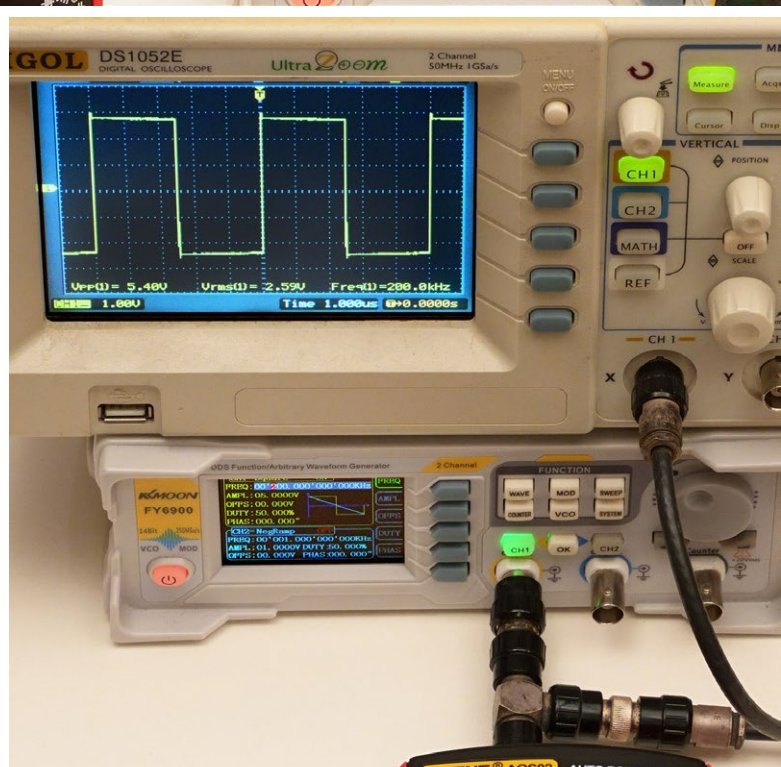
Natomiast **rysunek 5** to zrzut z ekranu oscyloskopu AOS02, który zostaje zapamiętany po naciśnięciu jednego klawisza przyrządu (HOLD/SAVE), a potem przekazany do komputera za pomocą łącza USB. To przebieg prądu pobieranego z sieci energetycznej przez pewien zasilacz impulsowy.



**Fotografia 2**



**Fotografia 3**



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







# Nie ma napięcia? Czy nie ma prądu?

Oto pierwszy artykuł z serii dotyczącej różnych aspektów zasilania energią elektryczną. Zaczynamy od kwestii najprostszych. W mowie potocznej określeń „prąd” i „napięcie” używamy wymiennie. W tym artykule za pomocą prostych analogii pokazuję, czym jest napięcie elektryczne, a czym prąd elektryczny.

**Uprozczone modele i analogie**

**Strzykawka jako analogia baterii**

**Napięcie elektryczne jako różnica potencjałów**

**Bateria: zbiornik czy pompa elektryczna?**

**Zasilacz jako odpowiednik pompy wodnej**

Poniższy artykuł jest pisaną wersją filmu na YouTube.

Często o tej samej sytuacji ktoś mówi: „nie ma prądu!”, a ktoś inny stwierdza wtedy: „nie ma napięcia!”.

Które z tych określeń jest prawidłowe? A może oba są właściwe? Czy prąd i napięcie to jest to samo?

Mnóstwo osób zupełnie nie zna się na „elektryce” – dla nich napięcie i prąd to dwa równorzędne określenia, które znaczą dokładnie to samo, nie bardzo zresztą wiadomo, co...

Bardziej zorientowani mają świadomość, że to coś

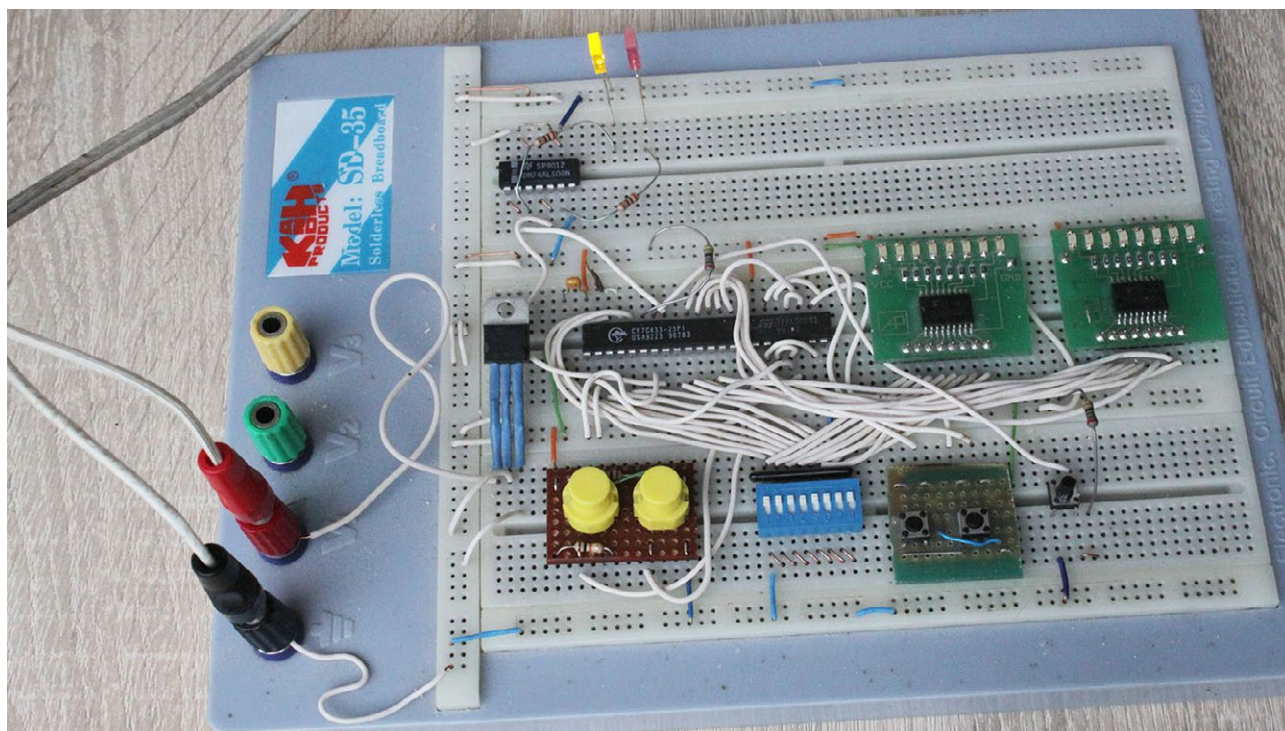
W sumie nie ma się czemu dziwić!

Z energii elektrycznej w sposób powszechny, masowy, korzystamy nie dłużej niż od stu lat. Zwykle nie wnikamy w szczegóły, tylko korzystamy. Bardzo dużo już o energii elektrycznej wiemy. Ale tak naprawdę, to nikt do końca nie wie, co to jest „prąd elektryczny” i co to jest „napięcie elektryczne”!

Najlepsi naukowcy wciąż badają te zagadnienia, i czym bardziej się w nie zagłębiają, tym bardziej dziwne i tajemnicze się to wszystko wydaje. „Całej

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

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



# Pamięci typu FIFO

O znaczeniu pamięci typu RAM nie trzeba nikogo przekonywać. Występuje ona powszechnie w każdym systemie mikroprocesorowym. Ale oprócz niej, w ofercie komponentów elektronicznych znajdziemy całą gamę innych rodzajów, między innymi pamięci FIFO. Do czego służą i jak ich używać?

**Pamięci RAM**

**Pamięci FIFO**

**Działanie pamięci typu FIFO**

**CY7C433 – układ pamięci FIFO**

**Proste eksperymenty z układem FIFO**

**Zaawansowane testy**

**Zastosowanie kolejek FIFO**

## Pamięci RAM

Pamięci o dostępie swobodnym typu RAM (ang. **Random-Access Memory**) są podstawowym typem pamięci występujących w systemach mikroprocesorowych/mikrokontrolerowych. Do przechowywania informacji są wykorzystywane różne rozwiązania technologiczne. W małych systemach mikroprocesorowych powszechnie stosuje się pamięci statyczne S-RAM (ang. **Static Random-Access Memory**), natomiast komputery (jak przykładowo PC) wcześniej bazowały na asynchronicznych pamięciach dynamicznych typu DRAM (ang. **Dynamic Random-Access Memory**), a obecnie na synchronicznych pamięciach dynamicznych SDRAM (ang. **Synchronous Dynamic Random-Access Memory**). Zaletą pamięci statycznych jest to, że mają prosty sposób obsługi, natomiast „wadą” – stosunkowo mała pojemność

(do kilku megabitów w jednym układzie). Odmienne sprawa przedstawia się w pamięciach dynamicznych. Osiągają one duże pojemności (rzędu gigabitów w jednym układzie), ale jest to okupione bardziej złożoną obsługą, wynikającą z ich „ulotności” (zapisane dane powoli zanikają, toteż niezbędne są cykle jej odświeżania). Tej wady nie mają pamięci statyczne, dane raz zapisane są przechowywane tak długo, jak długo pamięć ma zasilanie.

Cechą charakterystyczną wszelkich pamięci typu RAM jest to, że posiadają szynę danych, szynę adresową oraz sygnały sterujące pozwalające na określenie realizowanej operacji (zapis/odczyt). Po wystawieniu informacji na szynie adresowej i szynie danych można dane zapisać. Odczyt wymaga określenia adresu (szyna adresowa) i „zgarnięcia” zawartości zapisanej w pamięci z szyny danych.



## Pamięci FIFO

Odmienne wygląda budowa, obsługa i działanie pamięci typu FIFO (od ang. First In First Out – pierwsze weszło pierwsze wyszło). Przede wszystkim te pamięci nie mają szyny adresowej (a dokładniej – mają, lecz nie jest ona dostępna na pinach układu) i w gruncie rzeczy są pamięciami dwuportowymi (jest możliwy jednoczesny dostęp do komórek pamięci z dwóch niezależnych źródeł). Czasami w stosunku do tych układów stosuje się określenie: kolejki FIFO. To określenie chyba najwierniej odzwierciedla ich funkcję. Sam układ stanowi rodzaj bufora, kolejki przechowującej elementy zbudowanej na bazie pamięci typu RAM.

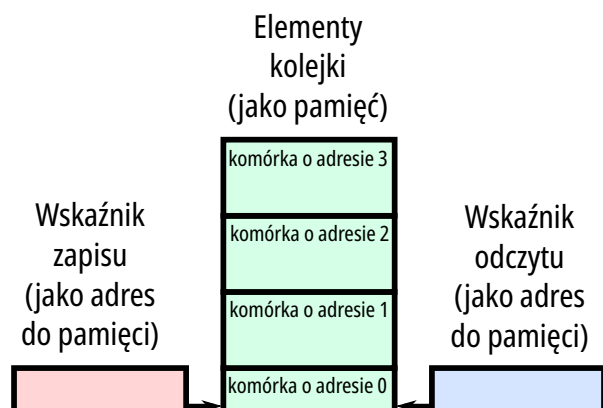
## Działanie pamięci typu FIFO

Działanie tego typu komponentów wynika z ich budowy. Jak wcześniej wspomniałem, układy te nie mają jawnej szyny adresowej, jednak musi być jakiś mechanizm pozwalający na identyfikację komórki, w stosunku do której realizowana jest operacja. Jej działanie najlepiej jest wyjaśnić przez analogię do rozwiązań stosowanych w oprogramowaniu mikroprocesorów/komputerów. Stosowane jest tam coś, co oprócz określenia kolejki FIFO, nazywane jest buforem cyklicznym. Wyobraźmy sobie strukturę danych opisanych następująco (język C, **listing 1**):

```
#define BuffSize          4 Listing 1

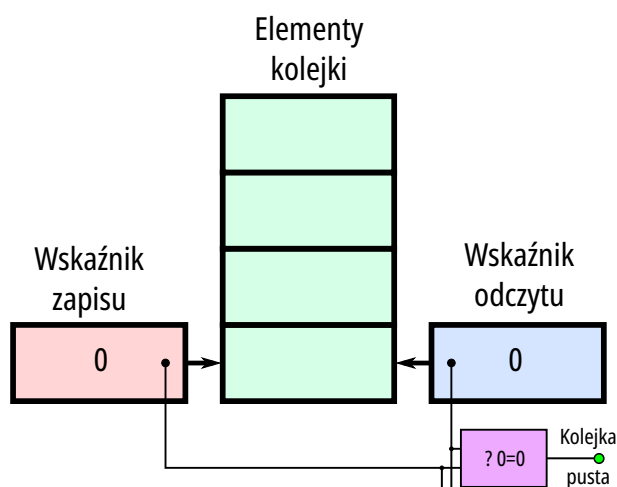
typedef struct { unsigned short FifoWrIndex ;
                unsigned short FifoRdIndex ;
                unsigned char FifoBuffer [ BuffSize ] ;
                } FifoRecT ;
```

W „piśmie rysunkowym” powyższą strukturę pokazuje **rysunek 1**. Mamy (w tym przykładzie) czteroelementowy obszar buforowy oraz wskaźnik za-



pisu i odczytu (pełniące rolę indeksową do obszaru buforowego). Zapis danych do kolejki sprowadza się do wpisu danych do obszaru buforowego w miejscu wskazanym przez indeks zapisu oraz zwiększenia jego o jeden (by zawsze wskazywał wolne miejsce do zapisu). Odczyt danych z kolejki FIFO sprowadza się do pobrania danych z obszaru buforowego z miejsca wskazanego przez indeks odczytu oraz zwiększenia tego wskaźnika o jeden (by zawsze wskazywał miejsce do odczytu). Oczywiście po pewnym czasie ciągle zwiększając odpowiedni wskaźnik „wyjdzie on poza obszar buforowy”, więc w takiej chwili należy go „zwrócić” na pozycję pierwszą (co w przypadku języka programowania C oznacza, że należy wskaźnik wyzerować, gdyż tablice zawsze są indeksowane od zera). Kolejka FIFO jest pusta (nie zawiera żadnych danych do odczytu) jeżeli oba wskaźniki mają tę samą wartość (wskazują na te same położenie w obszarze buforowym). Podobnie można określić, że kolejka jest pełna, jeżeli następnikiem wskaźnika zapisu będzie wskaźnik odczytu (**rysunek 2**).

Operacja pobrania elementu może być dokonana pod warunkiem, że w kolejce znajduje się minimum jeden element, czyli że kolejka nie jest pusta. Sprawdzenie, czy jest ona pusta polega na porównaniu obu wskaźników (odczytu oraz zapisu). Jeżeli oba wskaźniki pokazują to samo miejsce (mają identyczną zawartość) to kolejka jest pusta. W przeciwnym wypadku zawiera ona elementy. Jednocześnie z tego wynika sposób wstępnego zainicjowania całej struktury. Przed zastosowaniem w sensie operacji zapisu lub odczytu elementów kolejki należy ustawić wskaźniki, przykładowo nadać im wartość zero, chociaż w gruncie rzeczy nie jest istotne ile. Istotne jest to, by było tyle samo. To, że zwyczajowo realizuje się zainicjowanie wskaźników nadając



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



# Zrozumieć mikroprocesory – porty mikroprocesora

Porty mikroprocesora to sprzętowa realizacja interfejsu umożliwiającego komunikację z otoczeniem. Historycznie patrząc, ewoluowały one od prostych rozwiązań rejestrowych do podzespołów realizujących nawet bardzo złożone działania. To właśnie „siła” tych elementów wpływa na popularność tych czy innych mikrokontrolerów.

Dwie koncepcje

Elementarne rozwiązania

Kontrolery z dostępem równoległym

Odmierzanie czasu

Kontrolery transmisji szeregowej

Kanał DMA

Świat mikrokontrolerów

Na zakończenie

Trudno sobie dzisiaj wyobrazić jakkolwiek system mikroprocesorowy bez możliwości komunikacji z nim. To właśnie porty stanowią element pozwalający na interakcję procesora z otoczeniem. Można posłużyć się taką analogią: port w mikroprocesorze jest niczym port morski, stanowiący okno na świat, pozwalający na wymianę czegokolwiek z resztą świata (fotografia tytułowa jako własność publiczna udostępniona na stronie polskiej Wikipedii). W świecie mikroprocesorów takiej wymianie podlega jedynie informacja.

**Dwie koncepcje**

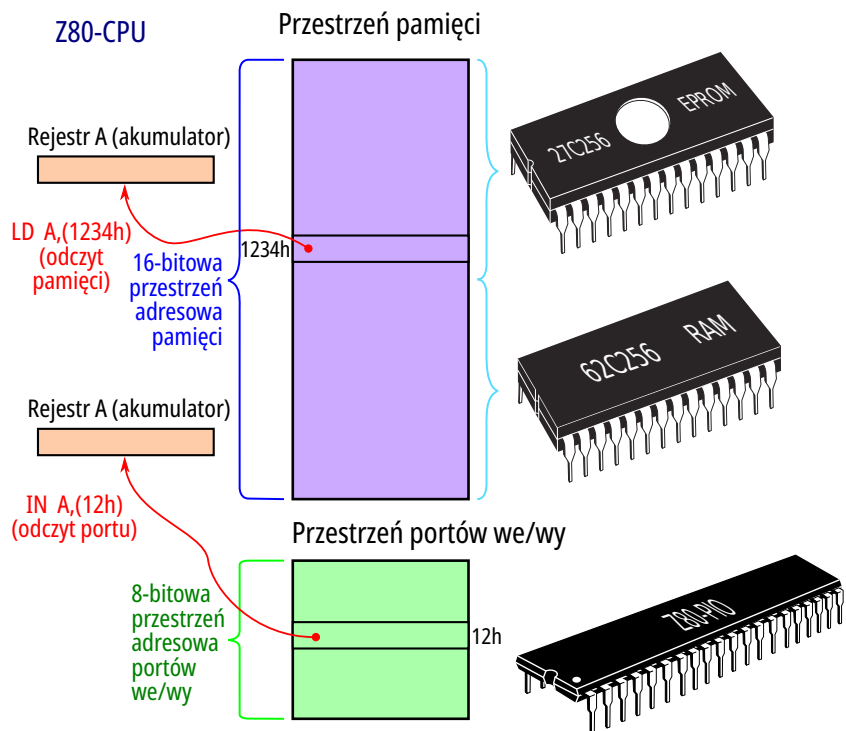
Naturalną konsekwencją użycia portu przez mikroprocesor jest konieczność rozróżnienia go spośród wszystkich innych. W tym świecie mechanizmem pozwalającym rozróżniać elementy jest jego

adres. W przypadku pamięci operacyjnej pozwala on na wyselekcjonowanie z całego zestawu jednej komórki i przesłanie jej do rejestrów mikroprocesora (jak i również w drugą stronę: z rejestru mikroprocesora do komórki pamięci). Dokładnie identycznie odbywa się to w komunikacji z portami.

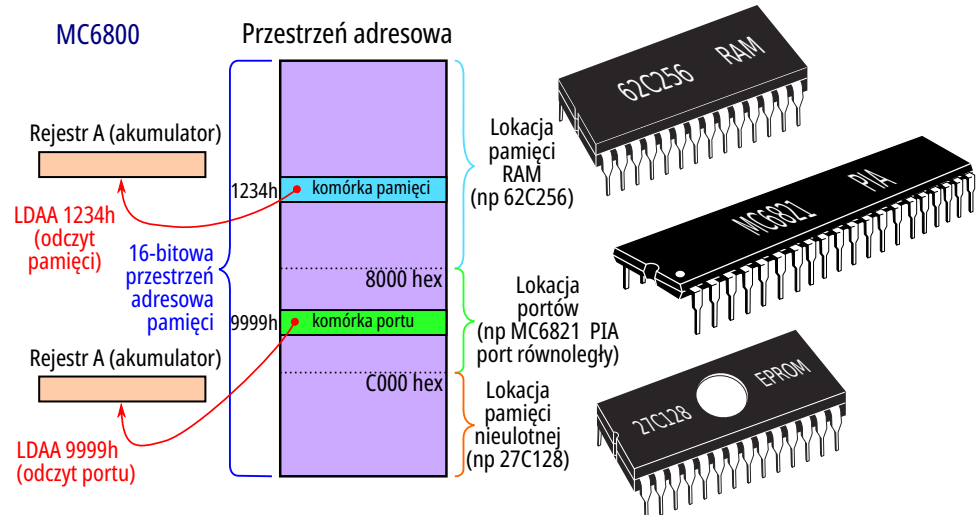
Skoro mowa jest o adresie, to oczywistym skojarzeniem jest przestrzeń adresowa. Możliwości są dwie: albo jest to nowa, niezależna przestrzeń, albo do tego celu wykorzystana jest już istniejąca. Pierwszy wariant początkowo był bardzo popularnym rozwiązaniem. Takim sposobem mogą pochwalić się procesory firmy Intel (zaczynając od i8080, i8088 aż do współcześnie różnych wariantów procesora Pentium) jak również procesory bazujące na tej koncepcji działania, jak przykładowo układy z rodziny Z80.



Dysponowały one innymi instrukcjami do operowania w przestrzeni pamięci oraz w przestrzeni portów wejścia/wyjścia. Przykładowo: instrukcja *LD A,(1234 h)* przesyła zawartość komórki o podanym adresie z komórki w przestrzeni pamięci (gdzie oczywiście do jej pełnej identyfikacji niezbędny jest adres 16-bitowy) oraz instrukcja *IN A,(12 h)*, której zadaniem jest wczytanie zawartości portu o podanym adresie z przestrzeni portów wejścia/wyjścia (gdzie port źródłowy jest identyfikowany liczbą 8-bitową). Reasumując, to instrukcja determinuje miejsce docelowe (lub źródłowe, w zależności od kierunku przesłania). Dla przestrzeni portów popularnym mnemonikiem takiej instrukcji jest *IN* (od ang. input – wejście) lub *OUT* (od ang. output – wyjście). Tego typu rozwiązania, jak to często bywa w rzeczywistości, miały swoje wady i zalety. Dodatkowa przestrzeń adresowa to pewna komplikacja sprzętowa w budowie samego procesora, ale jest to ból głowy raczej projektantów procesora, niż jego użytkowników. Procesor ma pin, którego stan pozwala określić, czy adres wystawiony na szynie adresowej dotyczy komórki pamięci czy portu z przestrzeni I/O (wejścia i wyjścia). Drugą komplikacją, która okazuje się istotną zaletą, jest konieczność budowy zewnętrznych (poza samym mikroprocesorem) rozwiązań umożliwiających wybranie danego portu. Bardzo często przestrzeń adresowa I/O była znacząco mniejsza od przestrzeni adresowej pamięci, jak w przypadku Z80 (jak również i8080, i8085) adres portu był 8-bitowy (**rysunek 1**). To pozwalało na prostszą budowę układów selekcji portów: zamiast budować dekodery rozpatrujący 16 bitów linii adresowych brano pod uwagę 8 linii. Również dodatkowa przestrzeń adresowa ma swoje implikacje w tworzeniu programów. Nie miało to większego znaczenia w czasach gdy programiści tworzyli programy w językach typu assembler. Postępująca automatyzacja procesu tworzenia oprogramowania doprowadziła do powstania kompilatorów języków, które musiały uwzględniać tę specyfikę adresową (ale to z kolei ból głowy



Rysunek 1



Rysunek 2

dodatkowa przestrzeń (**rysunek 2**). Jest ona określana jako mapowanie portów we/wy w pamięci (ang. memory mapped I/O). Jest to koncepcyjnie prosta idea oznaczająca, że określone komórki przestrzeni adresowej są traktowane odmiennie (nie jako komórki pamięci lecz jako komórki urządzeń wejścia/wyjścia). W takim przypadku projektant musiał dostępną przestrzeń jakoś sam podzielić, czyli określić w jakich rejonach przestrzeni będzie program (pamięć), gdzie są dane (również pamięć), a gdzie będą zlokalizowane porty wejścia oraz wyjścia (czyli już nie pamięć). Te działania mu-

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



# Podstawy automatyki – pomiaru specjalistyczne

W poprzednich odcinkach cyklu omówiliśmy podstawowe wielkości nieelektryczne i elektryczne, które są mierzone w przemyśle. W dzisiejszym odcinku zajmiemy się wybranymi pomiarami specjalistycznymi, które są stosowane w wybranych gałęziach przemysłu i dla dużego grona Czytelników mogą być nieznane.

[Pomiary specjalistyczne](#)  
[Pomiary zapylenia](#)  
[Pomiary energii cieplnej](#)

[Pomiary wibracji](#)  
[Pomiary wilgotności](#)

## Pomiary specjalistyczne

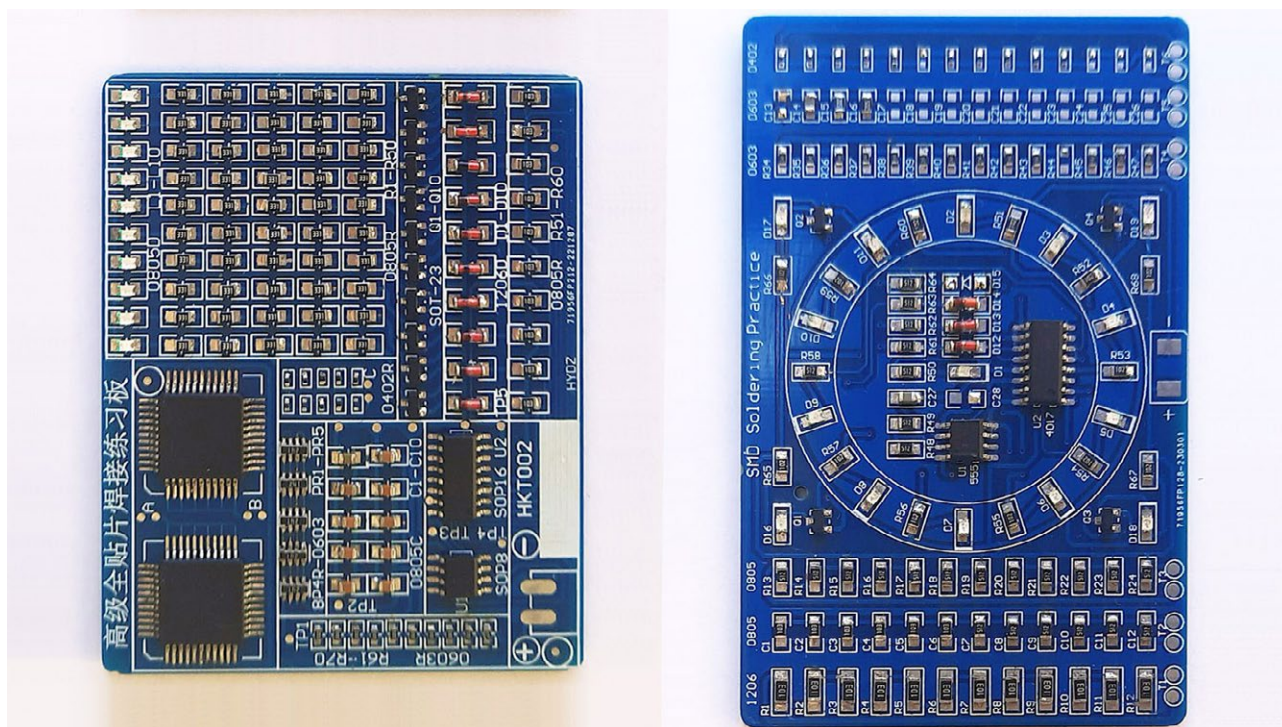
Do pomiarów specjalistycznych w naszym artykule zaliczymy pomiary, które są wykorzystywane w wybranych gałęziach przemysłu, głównie chemicznego. Są one raczej dość rzadko spotykane i nieznane szerszemu gronu Czytelników. Przykłady takich pomiarów to pomiary odczynu roztworu (pH), stężenia gazów, zapylenia, granulacji materiału, wibracji, zużytej energii cieplnej, wilgotności oraz pomiary wielkości teoretycznych, jak  $\cos \phi$ . W tych instalacjach stosowane są specjalne przetworniki, zamieniające mie-

## Pomiary zapylenia

Do pomiarów zapylenia powietrza stosowane są tzw. pyłomierze, montowane na czopkach (króćcach) kominów elektrowni, elektrociepłowni, hut, cementowni i innych zakładów emitujących do atmosfery spaliny. Podstawą działania pyłomierza jest układ optyczny, składający się z lasera (nadajnik) i odbiornika – miernika natężenia wiązki laserowej, odbitej od pyłu. Natężenie wiązki odbieranej przez odbiornik jest proporcjonalne do stopnia zapylenia strugi powietrza, która przepływa między nadajni-

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





# Montaż elementów SMD na płytkach z Aliexpress

W ZE 10/2023 ukazał się artykuł Montaż elementów SMD w warunkach domowych. Po przeczytaniu tego artykułu także i ja, jako elektronik hobbysta, postanowiłem sam zmontować elementy do montażu powierzchniowego (SMD) na fabrycznych płytkach drukowanych.

## Przesyłka z Aliexpress

## Pomiary i odczyt wartości elementów

## Narzędzia i materiały

## Proces lutowania

## Końcowa obróbka, czyli mycie płytki

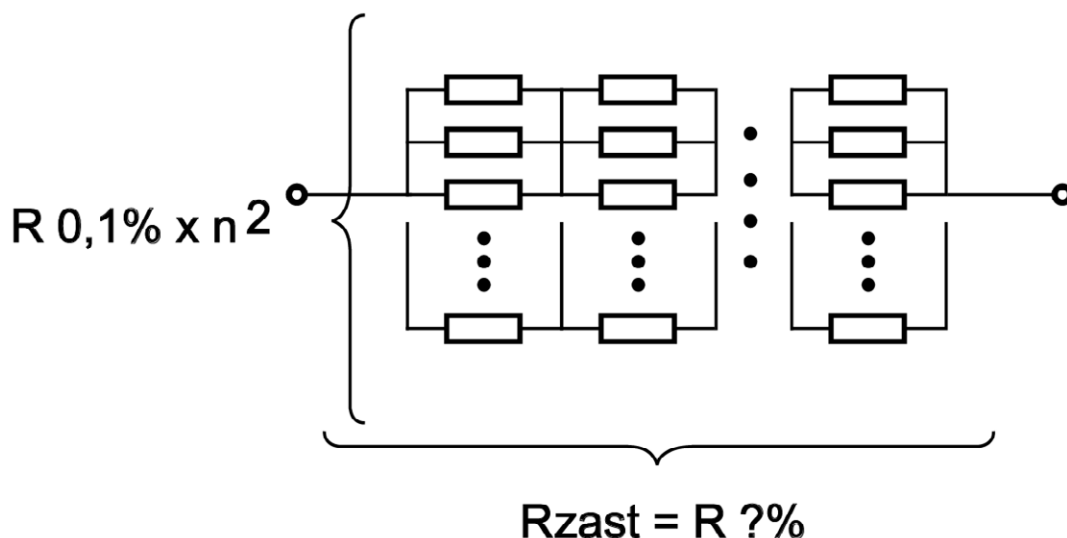
## Podsumowanie i wnioski

Już wcześniej na chińskim Aliexpressie kupiłem dwie sztuki płytek do nauki lutowania, odpowiednio w cenie ok. 6 zł i 7 zł. Całość zakupu wraz z przesyłką zamknęła się więc w kwocie niecałych 18 zł. Po otrzymaniu płytek (zwykle czas oczekiwania wynosi od dwóch tygodni do miesiąca) trafiły one do szuflady. Oglądałem na Youtube filmy pokazujące proces lutowania SMD, ale po prostu nie przemawiało to jakoś do mnie. Tym bardziej się ucieszyłem, gdy zobaczyłem w ZE artykuł opisujący krok po kroku, jak poprawnie lutować

## Przesyłka z Aliexpress

W komplecie z płytką PCB otrzymujemy elementy SMD, instrukcję montażu i zestawienie komponentów. Niestety instrukcja, jak i zestawienie, są napisane w języku chińskim, co może znacząco utrudniać identyfikację poszczególnych elementów. Dla ułatwienia montażu na płytce znajdują się napisy takie jak: 0805D – diody LED, 0805 C – kondensatory, 0603R – rezystory czy 0402R – rezystory. Po przestudiowaniu zestawienia elementów nie powinno już być problemu z umiejscowieniem ich na PCB.

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



# Tajemnice dokładności dzielnika rezystorowego

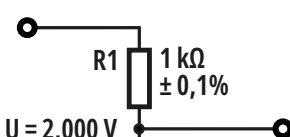
Poniższy komentarz do zadania „Jak odpowiesz? 2312” napisałem w reakcji na zachętę zamieszczoną w rozwiązaniu tego zadania w ostatnim numerze (ZE 2402): „Zachęcam do przeprowadzenia takich lub podobnych obliczeń! A może ktoś zbada i wyjaśni to intrygujące zagadnienie dokładniej?”

## Dzielnik z niejednakowymi rezystorami

## Precyzyjne dzielniki napięcia

Czy może być coś prostszego od dzielnika napięcia złożonego z dwóch rezystorów według **rysunku 1**? Okazuje się, że analiza tolerancji napięcia względem tolerancji rezystorów nie jest już taka banalna. Intuicja podpowiada, że tolerancja napięcia powinna być sumą tolerancji obu rezystorów. Prosty rachunek w ZE 2402 pokazał, że tak nie jest. Można do zadania podejść ściśle formalnie. Ułożyć proste równanie i je rozwiązać. Można też zastosować metodę rozumowania bliższą intuicji.

Otóż jeśli wylosujemy oba rezystory o wartości dokładnie równej nominalowi, to błąd będzie oczywiście zerowy. Ale jeśli oba wykażą ten sam błąd, powiedz-



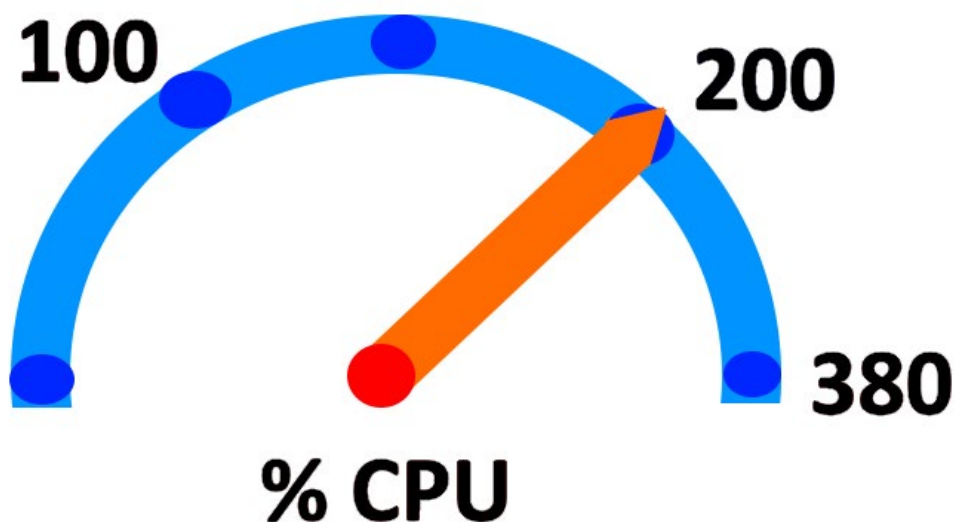
będzie zerowy. Najgorsza sytuacja będzie, gdy błąd wartości obu rezystorów będzie maksymalny, ale przeciwnego znaku. Ale nawet wtedy błąd napięcia nie będzie  $2p$  (lub  $p_1 + p_2$ ), tylko  $1p$  (w założeniach zadania  $p = 0,1\%$ ). Czy to jest zaskoczeniem? Jeśli wartość  $R_1$  wzrośnie o  $\Delta R$  i o tyle samo  $R_2$  będzie miał mniejszą rezystancję, to prąd w gałęzi dzielnika będzie dokładnie taki sam jak w przypadku rezystorów „bezbłędnych”. Ten prąd na rezystorze  $R_1$  wywoła błąd napięcia o wartości równej tolerancji (błędowi) tego rezystora. A więc mamy  $\pm p_1 (= 0,1\%)$ .

No tak, ale to jest sytuacja najmniej korzystna i prawdopodobień-

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

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





# Od czego zależy wydajność mikrokontrolera?

Czy wydajność mikrokontrolera zależy tylko i wyłącznie od szybkości taktowania CPU? Może inne czynniki wpływają na wydajność? Jeśli tak, to jakie? Na te pytania znajdziesz odpowiedzi w artykule.

**Co będzie potrzebne?**  
**Niezbędna teoria**

**Testy**  
**Wnioski**

Cały czas krąży mit, że wydajność mikrokontrolera czy innego systemu zależy tylko i wyłącznie od szybkości CPU. Niestety to mit, który powstał w ubiegłym milenium. W latach 80-90. szybkość ówczesnych komputerów zależała głównie od wydajności CPU. Były jednak wyjątki, jak Amiga czy Atari ST. Temat ten omawiam w filmie: <https://youtu.be/I8mTsk2Gg0E>. Mimo że od tych czasów minęły już ponad trzy dekady mit ten jest silnie zakorzeniony, zwłaszcza wśród osób używających AVR czy Arduino. Jak wykazałem, mimo zastosowania kilkunastokrotnie szybszego CPU program dla Arduino działa nadal tak samo wolno jak AVR

w filmie: <https://youtu.be/6lJWWCMnnFA>, gdzie zmiana taktowania CPU z 64 na 1 MHz nie powoduje zmian w szybkości działania programu. Jak to możliwe i co tak naprawdę ma wpływ na szybkość działania systemu? Odpowiedzi znajdziesz w artykule.

**Co będzie potrzebne?**

Testy przeprowadziłem na NUCLEO-G071RB, ale może to być praktycznie dowolna płytka NUCLEO czy DISCOVERY, a nawet popularne BluePill czy Black Pill.

**Niezbędna teoria**

Gdy zapoznamy się z budową typowego kompute-

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

# **ZROZUMIEĆ** **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

**ZE 3/2024**

**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](mailto:kontakt@piotr-gorecki.pl)

Redakcja techniczna: Ewa Górecka-Dudzik ([ewa@piotr-gorecki.pl](mailto: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.