

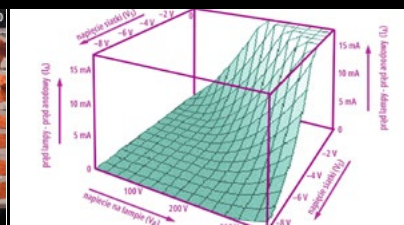
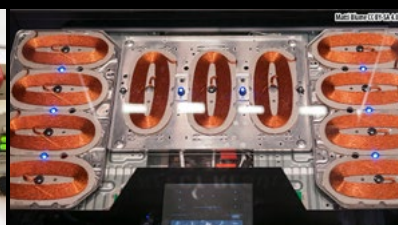
8/2023 Sierpień

piotr-gorecki.pl

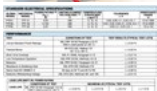
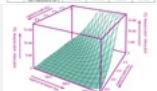


Interesujące układy: Nagrzewnica indukcyjna

- Uniwersalny tester baterii i akumulatorów • Karty katalogowe, czyli... opis niedoskonałości elementów
- Lampy elektronowe: kluczowe parametry i charakterystyki • Co to jest energia, praca i ciepło
- Transzystor MOSFET: ideały i rzeczywistość • Dokładność i precyzja w praktyce hobbysty
- DS18B20 – oryginał czy podróbka? • Kuchenka indukcyjna – tajemnice techniczne



Zawartość numeru 8/2023

19		<u>Interesujące układy: Nagrzewnica indukcyjna</u>
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		Poniższy artykuł jest ściśle związany z artykułem <u>Kuchenka indukcyjna</u> z kategorii Elektronika użytkowa. Przedstawiona jest tu propozycja praktycznego zapoznania się z prostą nagrzewnicą indukcyjną o niewielkiej mocy, której zasady działania są identyczne jak kuchenki indukcyjnej.
3		<u>Słowo wstępne – sierpień</u>
4		<u>Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników</u>
8		<u>Łamigłówki elektroniczne sierpień 2023</u>
10		<u>Łamigłówki elektroniczne czerwiec 2023</u>
14		<u>Tropimy błędy: Ładowarka pakietów Li-Ion</u>
18		<u>Tropimy błędy: Pure sine inverter 12VDC / 230VAC</u>
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<u>Uniwersalny tester baterii i akumulatorów</u>
26		
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<u>Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 3</u>
32		
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<u>Wspólnie projektujemy: rozbudowa zasilacza LM317</u>
54		
ELEMENTY I MODUŁY		<u>Karty katalogowe, czyli... opis niedoskonałości elementów</u>
55		
ELEMENTY I MODUŁY		<u>Lampy elektronowe: parametry i charakterystyki</u>
60		
ELEMENTY I MODUŁY		<u>Tranzystor MOSFET: ideały i rzeczywistość</u>
64		
MIERNICTWO		<u>Dokładność i precyzja w praktyce hobbysty</u>
68		
TECHNIKA CYFROWA		<u>Podstawy układów cyfrowych – układy sekwencyjne, część 1</u>
73		
MIKROPROCESORY		<u>Zrozumieć mikroprocesory – operacje mnożenia</u>
79		
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		<u>Podstawy automatyki – pomiary poziomu</u>
83		
RÓŻNE		<u>DS18B20 – oryginał czy podróbka?</u>
86		
ZASILANIE		<u>Zasilacz 30 V/3 A z Aliexpress</u>
91		
HISTORIA, RETRO		<u>Historia elektroniki – w poszukiwaniu tranzystora</u>
99		
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		<u>Kuchenka indukcyjna – tajemnice techniczne</u>
102		
FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		<u>Co to jest energia, praca i ciepło</u>
106		



Słowo wstępne – sierpień

Witam!

Zapraszam do lektury numeru sierpniowego, gdzie projekt okładkowy prezentuje zaskakująco prostą, naprawdę interesującą **nagrzewnicę indukcyjną**. Mniej niż 50 watów mocy elektrycznej wystarczy, żeby rozgrzać do czerwoności niewielki gwóźdź!

Ty zapewne nie będziesz hartować stalowych przedmiotów, ale niewątpliwie warto zapoznać się z projektem, ponieważ odsłania on obszary zupełnie nieznane do tej pory wielu osobom. Jest to też prosta ilustracja działania kuchenek indukcyjnych, opisywanych w innych artykułach. Pozwala również zrealizować fascynujące eksperymenty z wykorzystaniem wysokich napięć. Także i Ty możesz się do tego dotknąć, no może lepiej nie dosłownie.

Drugim bardzo ważnym projektem tego numeru jest **Uniwersalny tester baterii i akumulatorów**. To przykład wykorzystania impulsowego testera, który był przedstawiony w poprzednim numerze czasopisma. Teraz szczegółowo przedstawiam, jak można go wykorzystać do sprawdzania najróżniejszych baterii i akumulatorów.

W numerze jest szereg innych bardzo wartościowych materiałów. Nie odpuszczam tematyki audio i lamp, które z zupełnie nietypowej strony omówione są w artykule: **Lampy elektronowe: kluczowe parametry i charakterystyki**. Zgodnie z zapowiedziami rozwijam cykl dotyczący kart katalogowych i parametrów elementów w artykułach: **Karty katalogowe, czyli... opis niedoskonałości elementów** oraz **Tranzystor MOSFET: ideały i rzeczywistość**.

W numerze znajdziesz trzy artykuły **Andrzeja Pawluczuka** o układach cyfrowych, artykuł **Mateusza Ostrycharza** o podstawach automatyki, a w wątku dotyczącym identyfikacji falsyfikatów artykuł **DS18B20 – oryginał czy podróbka?**

Tadeusz Suszał w artykule **Zasilacz 30 V/3 A z Aliexpress** przedstawia szereg cennych, praktycznych informacji o wadach tanich chińskich kitów.

Spośród moich materiałów polecam artykuł z serii: **Ultrakrótka historia elektroniki: w poszukiwaniu tranzystora**. Zgodnie z zapowiedzią, rozwijam wątek pomiarów w artykule: **Dokładność i precyzja w praktyce hobbyisty**.

A na końcu kolejny tekst omawiający fundamenty elektroniki: **Co to jest energia, praca i ciepło**.

Zapraszam do lektury!

A jeżeli chodzi o **moje plany i aktualne prace**, to powstaje seria artykułów o różnych układach lampowych. Nie tylko tych podstawowych, ale też różnych dwulampowych, między innymi dokładnie wyjaśniających działanie takich konfiguracji jak Wtórnik White'a i Aikido, a przede wszystkim bardzo tajemniczej, zupełnie nie rozumianej, bo rzeczywiście dziwnej konfiguracji SRPP i wtórnik mi.

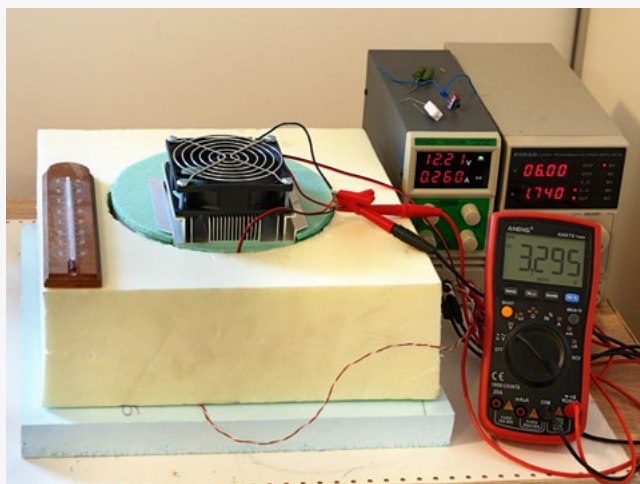
Powstaje też seria artykułów i projektów dotyczących precyzji, dokładności i stabilności elementów i pomiarów. W związku z tym powstała i już została wstępnie przetestowana mała, dwulitrowa komora termiczna, która będzie służyć do pomiarów właściwości termicznych. Fotografia poniżej pokazuje model podczas wstępnych testów

Zbieram elementy do projektu małego poręcznego femtoamperomierza, czyli także miernika ogromnych rezystancji, nawet rzędu petaomów. Prawie wszystko już mam, pracuję nad poważnym problemem przełączania zakresów i ochrony przed uszkodzeniem. Zapowiada się bardzo interesująco, ale praktyka pokaże, co uda się osiągnąć, bo pomiar prądów o wartościach pojedynczych femtoamperów to niełatwe zadanie. Na warsztacie mam też dwa fascynujące, ale niestety trudne do uruchomienia układy – modele realizujące lewitację magnetyczną.

Pracuję również nad cyklem eksperymentów do praktycznej realizacji przez dzieci i dorosłych, co też jest wstępem do długo oczekiwanej Radiowej Oślej Łączki. Niektóre szczegóły aktualnych prac na bieżąco sygnalizuję na moim profilu facebook (<https://www.facebook.com/profile.php?id=100064167489544>).

Pozdrawiam serdecznie!

Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

Witam serdecznie!

Oto mój (dosyć nietypowy) głos w dyskusji. W ostatnich numerach EdW (przed zmianą formy czasopisma) i częściowo w ZE, poruszamy niełatwy w sumie temat „panoramy audio” i jej różnych aspektów. Chciałbym zająć nieco nietypowe stanowisko, na polu rozważań z tym związanych.

Znaczna część melomanów chciałaby uzyskać jak najbardziej wierne odtworzenie warunków odsłuchu (idealnie by było, gdyby poczuł się tak, jak na sali koncertowej). Jest to niemożliwe! Kto ma wątpliwości, niech przeanalizuje odręczny rysunek Pana Piotra, który bardzo dobitnie pokazuje złożoność zagadnienia.

Problem leży, moim zdaniem, zupełnie gdzie indziej. Wyobraźmy sobie taką sytuację: meloman rozkoszujący się muzyką klasyczną, będzie dążył do uzyskania płaskiej charakterystyki przenoszenia dźwięku, być może nawet nieco „zimnego brzmienia”. Amator jazzu, będzie również szukał płaskiej charakterystyki, ale być może chciałby podbarwić nieco brzmienie, za pomocą lampowego ocieplacza dźwięku (w zasadzie rodzaju przedwzmacniacza, bufora podłączonego do wzmacniacza tranzystorowego). Miłośnik rocka, albo mocnego brzmienia, być może chciałby w ogóle zastosować wzmacniacz lampowy. Wszystkim tym melomanom prawdopodobnie wystarczą kolumny – monitory, o raczej płaskiej charakterystyce i dobrym (bogатым) odwzorowaniu „przestrzeni muzycznej” (cokolwiek to znaczy!). Gdy jednak odwiedzi te osoby miłośnik muzyki elektronicznej, EDM, czy nawet techno, zacznie z obrzydzeniem szukać equalizera, lub chociaż regulatora tonów niskich i wysokich. Dla niego bowiem taki zestaw będzie brzmiał płasko, beznamiętnie, nie będzie dawał „kopa”. Taka osoba będzie również preferować

zupełnie inne kolumny głośnikowe. Optymalna byłaby kolumna z głośnikiem niskotonowym, o dużej średnicy, wykonana w topologii bass reflex, nastrojona na wysoką efektywność w zakresie niskich tonów, nawet kosztem pogorszenia odpowiedzi impulsowej (wysoka dobroć i związane z nią „podzwanianie”) i przebiegu charakterystyki w dziedzinie częstotliwości.

Odmienne zdania panują też co do kwestii, z czego powinien dźwięk pochodzić. Części osób zupełnie wystarczają serwisy streamingowe. Inne spojrzą na to z obrzydzeniem, dla nich tylko płyta gramofonowa ma sens. Z takim odsłuchem wiążą się też aspekty estetyczne i psychologiczne, konieczność ustawienia gramofonu, wyciągnięcia płyty z koperty itp.

Istotne może być też wizualne wykończenie wzmacniacza i innych elementów zestawu. Być może konieczny jest jakiś analizator widma, lampa magiczne oczko, obudowa z anodowanego aluminium, talerz gramofonu ważący kilkadziesiąt kilogramów.

Jeszcze inne osoby lubią dźwięk zwykłego magnetofonu, który jest wręcz fatalnym źródłem dźwięku pod względem pomiarowym, ale jest w pewien sposób cieplejszy. Tutaj mogę przytoczyć pewne doświadczenie, które sam wykonałem jakiś czas temu. Doszły mnie słuchy o dosyć ciekawych efektach magnetofonowego ocieplacza dźwięku. Idea polegała na zastosowaniu kasety z „antyglowicą”. Temat takiej kasety pojawił się jakiś czas temu w ZE jako zagadka. Trzeba powiedzieć, że miałem nastawienie raczej złe i sceptyczne do tego eksperymentu. Należało się bowiem spodziewać zniekształceń, trudnych nawet do określenia, związanych między innymi z charakterystyką antyglowicy w funkcji amplitudy sygnału, problemów z nasyceniem jej rdzenia, przebiegu charakterystyki częstotliwościowej itp. Okazało się jednak, że faktycznie niektóre gatunki muzyki brzmiały cieplej i jakby lepiej!

Przytoczę również inną historię. Kilka lat temu zbudowałem stereofoniczny wzmacniacz lampowy. Bardzo trudna okazała się walka z wzbudzeniem się układu, po zamknięciu pętli globalnego sprzężenia zwrotnego, prowadzącego od wtórnego uzwojenia transformatora, na wejście układu. Postanowiłem więc zrezygnować z tego rozwiązania. Wzmacniacz, moim zdaniem, brzmi nieco dziwnie. Jakież jednak było moje zaskoczenie, kiedy konstrukcję pokazałem koledze. Nie wiem, czy zachwyciło go charakterystyczne brzmienie, czy też lampa typu magiczne oczko, ciekawie migająca w takt sygnału, ale chciał koniecznie odkupić ode mnie ten wzmacniacz!

W obliczu tych faktów, moim zdaniem, nie istnieje przepis na dobrą panoramę audio i dobre brzmienie. Pytanie jest w ogóle źle postawione i to na bardzo podstawowym poziomie. Nie powinno ono brzmieć „jak uzyskać najlepsze brzmienie i najbardziej wierne odwzorowanie warunków, w jakich powstała dana muzyka”, tylko „co możemy zrobić i jakich technologii użyć, aby brzmienie było dla nas przyjemne”. Bardzo często oferta handlowa może nie odpowiadać naszym potrzebom (zarówno jeśli chodzi o preferencje jak i względy ekonomiczne) i trzeba puścić w ruch lutownicę, pilarkę do przecinania płyty wiórowej i inne narzędzia. Być może wystarczy wzmacniacz typu gain clone, a być może konieczny jest wzmacniacz lampowy...

W każdym razie, moim zdaniem, coś takiego jak idealny zestaw audio nie istnieje i próżno takiego szukać. To tylko świetny sposób, na wpadnięcie w tunel poznawczy, prowadzący z definicji w ślepy (i cóż tu dużo mówić bardzo kosztowny) zaułek. Wiem, że tymi wywodami solennie narażę się purystom, ale moim zdaniem warto przeanalizować też taki punktu widzenia, przed rozpoczęciem poszukiwania własnego ideału dźwięku.

Pozdrawiam
Szymon Trygar

Witam serdecznie!
„Na dniach” prześlę artykuł pod mniej więcej takim tytułem „**Wzmacniacz stereo dosłownie... w 4 godziny**”.

Zapoznałem się oczywiście z szablonem [do artykułów w czasopiśmie ZE]. Jaki numer i jakie oznaczenie literowe mam przyjąć?

Myślę, że będzie to materiał interesujący, jest to propozycja wzmacniacza opartego na gotowych modułach, konstrukcja eliminuje wiele problemów, związanych z projektowaniem układu, co może być atrakcyjne dla „młodych i niecierpliwych”.

Pozdrawiam
Szymon Trygar

Cieszę się na ten projekt. Na razie tematyka audio w ZE to przede wszystkim lampy, Jednak mile widziane są oczywiście wszelkie projekty, nie tylko

z dziedziny audio. Zachęcam do współtworzenia czasopisma!

A może i Ty możesz i chcesz opublikować jakiś materiał w ZE? Przypominam o wskazówkach dla Autorów.

Dzień dobry Panie Piotrze,

bardzo się cieszę, że udało się wystartować z wydawaniem czasopisma. Jest to dla mnie powrót do przeszłości, pamiętam jak w 96 r. jako nastolatek z niecierpliwością czekałem na kolejny nr EdW. W poprzednim roku ze względu na syna, którego chcę trochę zarazić pasją elektroniki wróciłem do EdW, ale informacja, że Pan odchodzi strasznie mnie zmartwiła i niestety kolejne numery EdW bez Pana na pokładzie w mojej ocenie były totalną klapą. Jak tylko dowiedziałem się, że tworzy Pan nowe pismo, postanowiłem wspierać Pana dzieło, założyłem konto na Patronite.pl i wykupiłem subskrypcję. Pobrałem wszystkie numery, ale przez przypadek nr ZE2302 mam z kolorową szatą graficzną, a zorientowałem się dopiero teraz jak zacząłem drukować. Czy mogę prosić o udostępnienie linku do nr ZE2302 z jasną okładką?

Dziękuję i pozdrawiam serdecznie
Konrad

Oczywiście wysłałem Konradowi link, bowiem jako Patron może on pobrać plik wprost z konta Patronite.

Właśnie Patroni, czyli w sumie prenumeratorzy, mają dodatkowy przywilej i mogą pobierać wersję z jasną okładką, przeznaczoną do wydruku.

Natomiast każdy chętny może nabyć dowolne pojedyncze numery czasopisma „stawiając mi kawę”, co opisane jest w tym Poście Patronite oraz na górze strony głównej piotr-gorecki.pl.

Oto kilka postów od jednego z Autorów.

Dzień dobry,

w Internecie co jakiś czas pojawiają się CA na rezytorach. Są tacy, którzy budują CA 16-bit i to w postaci 2x8-bit + sumowanie przebiegów z obu DAC w stosunku 1:65536. Już sam sumator na rezystorach nawet 0,1% to nieporozumienie. Może warto poruszyć temat błędów CA i sposób ich pomiaru?

Pozdrawiam
Sławomir Skrzyński

PS. Zastanawiam się nad dokładnością przetwornika CA na PWM z filtrem LPF.

Dzień dobry,

w nawiązaniu do [rozwiązania mojego konkursu w poprzednim numerze ZE]: (...) zaproponowano również rozwiązanie o oznaczeniu i8205 do generowania sygnałów aktywujących. Tak się składa, że wspomniany i8205 jest w pełni kompatybilny z SN74xx138

(ma identyczną funkcjonalność oraz identyczne rozłożenie wyprowadzeń)... trochę zastanawiające, dlaczego został powielony układ pod innym oznaczeniem i zapewne zostanie to już tajemnicą Intel'a I8205 różni się od 74138 kilkoma cechami.

W czasie powstania 8205 królowały serie standardowe 74xx. 8205 był szybki, (odpowiednik 74Sxx). W PL produkowano zamiennik 8205 – 74S405. 8205 miał wejścia o poziomach C-MOS zarówno pod względem poziomów tych napięć jak i prądów wejściowych. Można porównać 8205 do układu 74LS138 o poziomach CMOS a szybkości układu 74S138. Teraz I8205 można zastąpić układem 74HC138, ale w latach 70 takich układów jeszcze nie było.

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Dzień dobry,

budując UPS 12 V zostałem niejako zmuszony do zastosowania podwajacza napięcia. Zanim go wykorzystałem w praktyce, sprawdziłem jego działanie ze sztucznym obciążeniem. Efekty: trafo 7,5 V, C w podwajaczu $2 \times 2200 \mu\text{F}$. Max. obciążenie 700–800 mA. Przy większym prądzie napięcie spadało poniżej 15 V (takie było u mnie wymagane minimum, bez obciążenia miałem 20,1). Kolejna próba z $C = 10000 \mu\text{F}$, wycisnąłem 1,5 A. Tyle jeśli chodzi o praktykę, w teorii nie liczyłem.

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Dzień dobry,

temat separacji galwanicznej (...) Chciałem dołożyć swoje 3 grosze. Do realizacji wykorzystałem trafo separacyjne 230/24 V. W takim trafie uzwojenia nie są nawijane jedno na drugim, tylko obok siebie. Zaleta to mała pojemność pomiędzy uzwojeniami. Odwinąłem uzwojenie 24 V i nawinąłem w to miejsce drutem trochę cieńszym niż pierwotne, robiąc przy okazji odczepy. Mam więc separację i możliwość skokowej regulacji napięcia zarówno w górę jak i w dół. Oczywiście trochę tracę na mocy (cieńszy drut).

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Dzień dobry,

miałem mniej niż 16 lat (podstawówka) i popełniłem błąd przewijając trafo. Zrobiłem ekran, który tworzył zwarty zwój :-). I zastanawiałem się, czemu bez obciążenia trafo się grzeje, a bez ekranu problemu nie było. Jak już rozwikłałem zagadkę, pojawił się kolejny problem, bo ekran podłączyłem do GND i brum sieciowy we wzmacniaczu audio zwiększył się! Poczytałem, popróbowałem i gdy ekran dołączyłem w inne miejsce, to brum zniknął! Magia!

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Po zamieszczeniu w poprzednim numerze ZE linku do interesującego materiału <https://solderedit.blogspot.com/2023/05/metodyka-pracy-konstruktor-eta.html> otrzymałem poniższą informację:

Dzień dobry,

cieszę się, że być może nasza współpraca odżyje. Dzięki za linka w pocście ZE. Mam nadzieję że ZE cieszy się dużym zainteresowaniem.

A tak z zupełnie innej beczki. Na mojej stronie, pod adresem: <https://solderedit.blogspot.com/2023/06/przez-twe-oczy-zielone.html>

znajduję się zmodyfikowana transkrypcja jednego z moich wykładów.

Jest to oczywiście „zupełnie inna bajka” niż elektronika. Elektroniką bardzo intensywnie zajmowałem się przez ponad dwadzieścia lat. Obecnie nieco mniej. Na chwilę obecną głównym nurtem mojej działalności jest administrowanie systemami IT, a nade wszystko informatyka śledcza.

Pozdrawiam

seanord

Tworzenie czasopisma ZE to dla mnie bardzo intensywne i w sumie ciężka praca, w której pomagają mi wolontariusze. Mała grupka osób wcześniej otrzymuje wstępne wersje kolejnych numerów czasopisma. Od tych osób otrzymuję informacje o różnych błędach i usterkach, także tych drobnych. Błędów, nieścisłości i różnych usterek nie sposób uniknąć, dlatego jestem bardzo wdzięczny za wszelkie tego rodzaju uwagi. Oto dwa spośród ostatnio nadesłanych przykładów.

Panie Piotrze!

Po przeczytaniu wersji roboczej sierpniowego numeru ZE mam następujące uwagi:

Strona 27: jest „poniżej jednego milioma ($<0,001 \text{ m}\Omega$)” – czy nie powinno być tu „ $<0,001 \Omega$ ”?

Strona 44: „pomiędzy dwoma elektrodami czujnika” —> „dwoma”.

Strona 45: „przy pomiarze materiałów pylistych” – w wyrazie „materiałów” litera „ó” ma inną czcionkę?

Strona 58: „jeden z przewodów jest uziemiony (oznaczenie N), a drugi to przewód fazowy oznaczony L. Do tego dochodzi trzeci przewód, tak zwany ochronny (PE)” – może dla ujednolicenia warto tu również „oznaczony L” również ująć w nawiasy?

Pozdrawiam

Marian Gabrowski

Witam (...)!

Jest mała nieścisłość mogąca wprowadzać w błąd początkujących: „Ostatnia bramka współdziała (...)”

Według mnie powinno być: „(...)”

Jeżeli jednak w tym stwierdzeniu chodzi Autorowi o bramkę negatora, to dioda LED będzie się świeciła przy logicznej jedynce, ale tylko wtedy gdy jej katoda będzie podłączona do masy. (...)

W żadnym wypadku nie jest to czepianie się (...) – to raczej konsekwencja bardzo uważnego projektowania obwodów mojego komputera TTL w ostatnich dwóch latach – dzięki temu stałem się trochę dokładniejszy i uważniejszy. Niestety zauważyłem, że zacząłem zwracać uwagę nawet na błędy w tekście czytając różne artykuły (jednak ich nie zgłaszam żeby nie robić niepotrzebnego szumu). To skutki uboczne mojej pracy z tym mega projektem :)

Pozdrawiam serdecznie

Rafał Wiśniewski

Autor artykułu odpowiedział:

Dziękuję za sygnał.

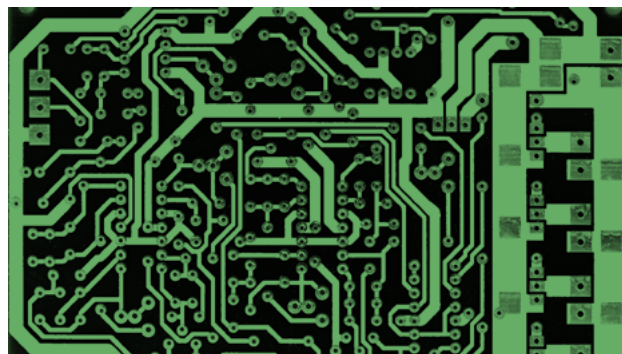
Jak widać, należy zwracać uwagę na wypowiedzianie (pisane) słowa, gdyż mają one istotne znaczenie. Oczywiście jest to kwestia interpretacji i nazewnictwa. Jednak mając na uwadze dobro odbiorców zgłoszę uwagę do korekty (...)

Nie uważam zgłoszonych uwag za „czepialstwo”. Natomiast daje się tu zauważyć cenna rzecz, jakim jest uważna lektura tekstów, które wyszły spod mojej ręki.

Pozdrawiam

Andrzej Pawluczuk

Łamigłówki elektroniczne sierpień 2023



W tej rubryce przedstawiane są łamigłówki związane z elektroniką, także te nadsyłane przez Czytelników. Proszę i serdecznie zachęcam także Ciebie: zaproponuj 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.

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

Zagadka 2308
Kwestie energetyczne 2308

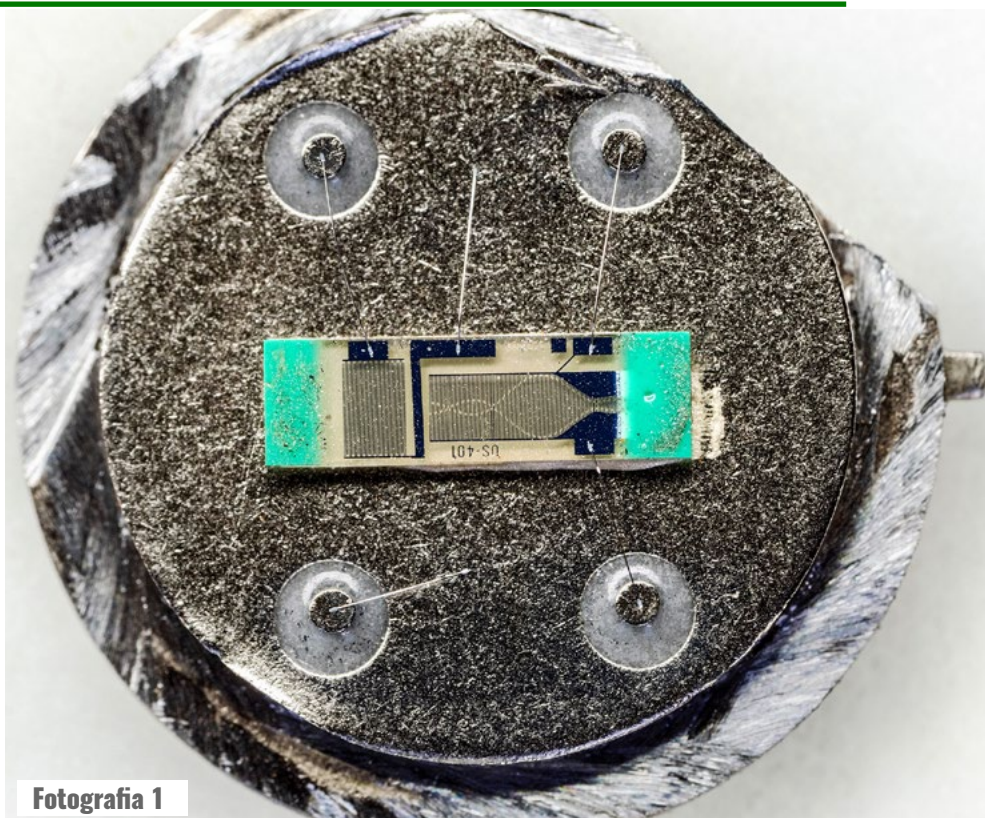
Jak odpowiesz? 2308
Usterka 2308

Zagadka 2308

Na fotografii obok pokazany jest pewien element elektroniczny, jak napisał Autor *brutalnie potraktowany Proxxonem*.

Pytania konkursowe są takie:

- **Co to za element?**
- **Do czego służy lub służył?**



Fotografia 1

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

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Kwestie energetyczne 2308

Kwestie energetyczne nabierają coraz większego znaczenia, i to w różnych aspektach. Jednym z nich są aspekty finansowe. W tym zadaniu chcemy zająć się prostą kwestią.

Pytania konkursowe są takie:

Ile kosztuje 1 watogodzina energii pochodzącej z baterii:

- **blozka 9-woltowego?**
- **„małych paluszków”, czyli ogniów AAA (R03)?**
- **alkalicznych „paluszków”, czyli ogniów AA (LR6)?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Jak odpowiesz? 2308

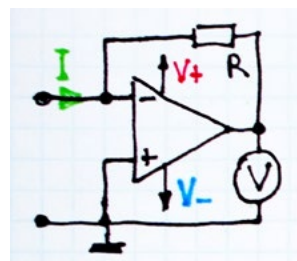
Wstępnie szykujemy się do pomiarów bardzo małych prądów. Chcemy do tego wykorzystać jakiś wzmacniacz operacyjny w roli przetwornika prąd / napięcie, według **rysunku obok**.

Potrzebny więc będzie jakiś wzmacniacz operacyjny o jak najmniejszym prądzie polaryzacji wejść. Wiemy, że istnieją wzmacniacze z tranzystorami bipolarnymi na wejściach, wyposażone w obwód kompensacji prądu polaryzacji. Zapewne jednak do takiego zastosowania lepiej będzie użyć jakiegś wzmacniacza z tranzystorami polowymi na wejściach. Zastanawiamy się

Jaki niezbyt drogi wzmacniacz do tego wykorzystać?

Niezmiennie zadanie konkursowe brzmi: **Jak odpowiesz na tak postawione pytanie?**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

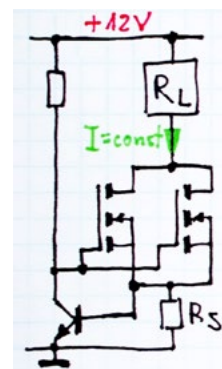


Usterka 2308

Chcemy zbudować źródło prądowe o dużym prądzie i dużej mocy strat. Ponieważ jeden MOSFET ma za małą dla naszych potrzeb moc strat, chcemy zastosować wzmocnione rozwiązanie z dwoma MOSFET-ami mocy, pokazane na **rysunku obok**.

Pytanie konkursowe jest takie:

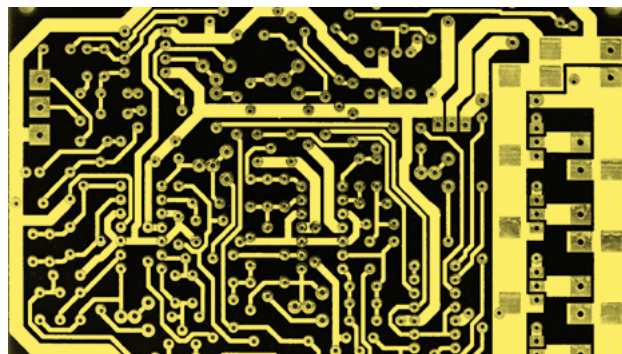
- **Czy w układzie widzisz jakiś problem, usterkę?**



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca sierpnia 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

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

Łamigłówki elektroniczne czerwiec 2023



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze czerwcowym (6/2023). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów czy upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązania – Zagadka 2306 A
Zagadka 2306B

Rozwiązanie – Jak odpowiedzieć 2306
Rozwiązanie – Oblicz 2306

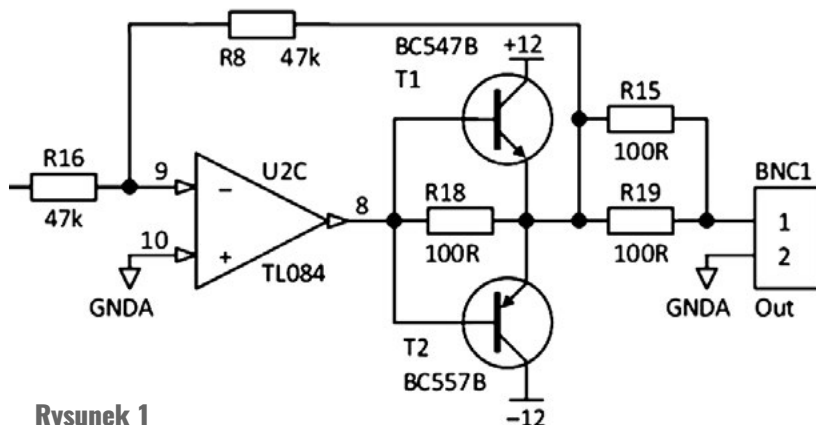
Rozwiązania – Zagadka 2306 A

Zagadka była taka:

W wielu aplikacjach na wyjściu wzmacniacza operacyjnego dołącza się dwa komplementarne tranzystory bipolarne, które pełnią rolę wtórników zwiększających prąd i moc wyjściową. Przykład na **rysunku 1**.

Pytanie konkursowe jest następujące:

Czy w układzie potrzebny jest rezystor R18?



Rysunek 1

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

Oto nadesłane rozwiązania:

Rezystor R18 jest potrzebny w układzie. Przyczynia się do zmniejszenia zniekształceń skrośnych (przejścia) we wtórniku przeciwobnym. Rezystor powinien być dobrany tak, aby załączał tranzystory przy większych sygnałach dla większych prądów obciążenia. Powodem tego jest martwy obszar na fali między ujemnym V_{BE} i dodatnim V_{BE} , w którym oba tranzystory są zamknięte (nie przewodzą).

Tadeusz Suszał

Wskazane jest stosowanie opornika R18 ok. 100 Ω , który zmniejszy zniekształcenia przejścia przez zero napięcia wyjściowego spowodowane przesunięciem Uwy do Uweo spadek napięcia na złączu baza emiter.

Andrzej Kubiak

Rzeczywiście, 100-omowy rezystor R18 nie jest konieczny. Bez niego układ też będzie działał, na pozór tak samo dobrze. Jeżeli układ miałby służyć tylko przy napięciach stałych oraz sygnałach wolnozmiennych różnica nie będzie dostrzegalna.

Jednak będzie się ujawniać coraz mocniej przy wzroście częstotliwości sygnału wyjściowego. Wzmacniacze TL08x są dość szybkie, mają współczynnik SR nawet ponad 10 V/ μ s, czyli mogą pracować przy dość dużych częstotliwościach. Bez rezystora R18 przy „przechodzeniu przez zero”, gdy przestaje przewodzić jeden z tranzystorów, a zaczyna drugi, musi nastąpić nagły skok napięcia o około 1,4 V. Przy obecności R18 nie ma skoku, tylko łagodniejsze przejście, co pozwala zmniejszyć zniekształcenia zwane skrośnymi.

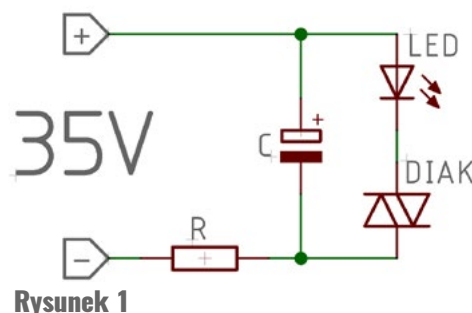
Zagadka 2306B

Druga zagadka w numerze czerwcowym była taka:

Rysunek 1 przedstawia prosty układ

Pytania konkursowe są takie:

- **Jak działa taki układ?**
- **Jaki inny element mógłby zastąpić diak w tym układzie?**
- **Czy mógłby to być tranzystor?**



Rysunek 1

Autorem tego zadania konkursowego jest **Aleksander Kawęczyński** z **Warszawy**

Rozwiązanie tego konkursu można było nadsyłać do końca czerwca 2023.

Układ jest generatorem. Dioda LED wysyła błyski o częstotliwości wyznaczonej przez RC, a siła błysków zależy głównie od pojemności kondensatora.

Pomysłodawca tego zadania napisał od razu:

Wykonałem również film z pracy układu:

https://www.youtube.com/watch?v=CZWvg8_Wig8

(...) Według mojego rozumienia, kondensator C jest ładowany poprzez rezystor R aż do napięcia przebicia diaka. W tym momencie ujawnia się ujemna rezystancja dynamiczna tego elementu, i pozostaje on w stanie przewodzenia, aż napięcie na kondensatorze obniży się znacznie poniżej progu przebicia. Wtedy cykl rozpoczyna się od nowa. Diak można zastąpić „odwrotnie” dołączonym tranzystorem NPN (emiter od strony „plusa”), lub tyrystorem. W przypadku tyrystora można odpowiednio spolaryzować dzielnikiem rezystorowym potencjał bramki, aby otwarcie tyrystora następowało przy ustalonym progu napięciowym.

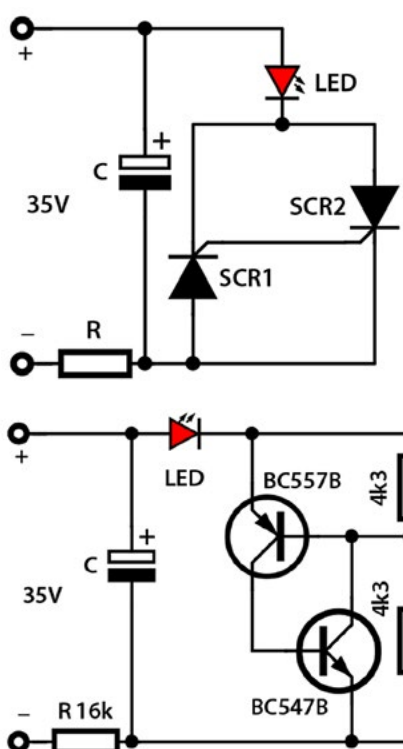
Oto nadesłane rozwiązania:

1. Diak nie przewodzi do określonego napięcia przebicia, powyżej tego staje się przewodzącym. Przebicie diaka powoduje przepływ prądu i zaświecenie diody LED. Gdy prąd spadnie poniżej wartości progowej, a to oznacza spadek napięcia wejściowego układu, diak przestaje przewodzić, dioda LED nie świeci. Układ może pełnić funkcję sygnalizatora przekroczenia napięcia.

2. W tym układzie diak można zastąpić tyrystorami SCR w połączeniu odwrotnie równoległym lub z użyciem tranzystorów.

Przy napięciu 35 V dioda świeci. Dla niższego napięcia przestaje świecić.

Tadeusz Suszał



Pojawiły się też rozwiązania nietrafne. Oto przykład:

1. W stanie ustalonym jak na rysunku, kondensator C jest naładowany, diak przewodzi i dioda LED się świeci. W przypadku rozładowanego kondensatora C i wyłączonego napięcia diak nie przewodzi i dioda nie świeci. Załączenie napięcia powoduje ładowanie kondensatora C i diak zaczyna przewodzić przy napięciu ok. 30 V i dioda LED zaczyna się świecić. Po naładowaniu się kondensatora C do napięcia 35 V sytuacja staje się stabilna.

2. Diak w tym układzie można zastąpić diodą Zenera 30 V aby uzyskać ten sam efekt w p.1.

3. Sam tranzystor nie da tego efektu co diak lub dioda Zenera.

Nic dziwnego, że nie wszystkie rozwiązania były poprawne. Przecież dziś bardzo rzadko wykorzystujemy diaki, tranzystory jednozłączowe (uni-junction transistor) i tranzystorowe ekwiwalenty tyrystora. Może warto byłoby na łamach czasopiśma ZE przypomnieć nie tylko te elementy półprzewodnikowe, ale też neonówki i ich bardzo podobne działanie w roli generatorów? Piszcie w tej sprawie.

Diak jest elementem z bardzo silnym ujemnym sprzężeniem zwrotnym i w pewnych warunkach pracy wykazuje ujemną rezystancję. Dlatego może służyć jako generator, ale nie jako dioda Zenera.

Nieprzypadkowo w konkursie pojawiło się pytanie, czy diak można zastąpić tranzystorem? Otóż powszechnie wiadomo, że złącze baza-emiter większości krzemowych tranzystorów może pełnić funkcję diody Zenera. Ale chyba nie diaka?

Odpowiedź jest zaskakująca: niektóre egzemplarze „zwykłych” tranzystorów mogą pracować w bardzo podobnym układzie właśnie w roli generatorów bardzo krótkich, nanosekundowych impulsów.

Na życzenie do tego też możemy wrócić na łamach „Zrozumieć Elektronikę”.

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2306

W numerze czerwcowym ZE było poniższe zadanie.

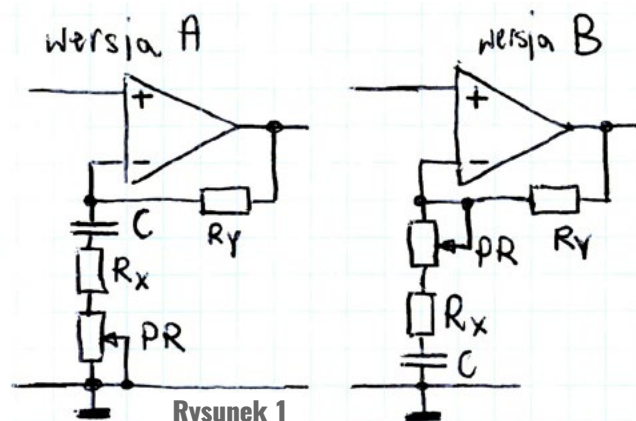
Załóżmy, że niezbyt zaawansowany elektronik przedstawi Ci następujący dylemat:

Będę budował czuły wzmacniacz do pomiarów audio i znalazłem dwie niewiele się różniące odmiany schematu. Prawie wszystko jest takie same, a różnicę pokazuje rysunek 1.

Czy któraś wersja jest lepsza? Czy może to tylko nieznaczająca kwestia narysowania schematu?

Niezmienne zadanie konkursowe brzmi:

Jak odpowiesz na tak postawione pytanie?



Rysunek 1

Zadanie wbrew pozorom było bardzo trudne oraz podchwytliwe. Różnica polega tylko na kolejności włączenia w szeregowym połączeniu trzech elementów. Generalnie kolejność nie ma znaczenia. Dlatego pojawiły się odpowiedzi w rodzaju:

- (...) kolejność nie ma znaczenia.
- Wzmocnienie wzmacniaczy w wersji A i B jest takie samo $k = 1 + R_y / (R_x + P_R)$. Układy będą działały tak samo.
- Można zastosować jedną lub drugą, jak komu wygodniej ułożyć elementy przy projektowaniu płytki.

Niestety, nie w tym przypadku! W zadaniu celowo pojawiła się informacja, że ma to być czuły wzmacniacz do pomiarów audio. Czuły, czyli niewątpliwie ma on wzmacniać małe sygnały zmienne. W tym przypadku sygnały audio, ale kwestia jest jeszcze poważniejsza, gdy miałyby być wzmacniane sygnały o wyższych częstotliwościach.

W takim zastosowaniu zdecydowanie lepsza jest wersja A, ta z suwakiem potencjometru dołączonym do masy. To ważny szczegół!

Dlatego gratulacje należą się Autorom prawidłowych odpowiedzi!

Oto jedna z nich:

Dzień dobry,

odpowiadam, bo w szkołach tego nie uczą. W szkole kolejność szeregowo połączonych elementów nie ma znaczenia. Szkoła uczy teorii oderwanej od praktyki!!!!

A w praktyce połączenie elementów często ma znaczenie! W przykładzie zadania Jak2306, jeśli wzmocnienie będzie duże, mogą pojawić się zakłócenia. Głównie przydźwięk, a nawet odbiór silnych stacji radiowych AM a nawet FM – długo trzeba wyjaśnia dlaczego.

Dlaczego rozwiązanie A jest lepsze od B?

Potencjometr jest dołączony od strony masy i „nie łapie zakłóceń”. W rozwiązaniu B „złapie” śmieci i wzmocni je!

Trzeba by jeszcze poruszyć temat podłączenia suwaka potencjometru, czy do masy czy do drugiej strony.

Pan wie, że ja wiem, ale pisać mi się nie chce...

PS. Poziom nauczania na uczelniach wyższych jest żenujący!!! Nie uczą myśleć!! Źródło problemu to przedszkole, a nie jak mówią dyrektorzy przedszkola „pseczkole”. A czemu tam jest źle? Bo dobrzy nauczyciele, nawet jak chcą, to są „gaszeni”, bo minister jest (...)! Wszyscy o tym wiedzą (uczniowie, nauczyciele itp.) w czym więc problem? (...)

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Niektórzy bardzo krótko stwierdzili, że lepsza jest wersja A. Wpłynęło też jedno rozwiązanie „dokładnie odwrotne”. Jego Autor napisał:

W przypadku zastosowania w tym, co podano w treści zadania, wybieram jako lepszą wersję „B”. Taki montaż potencjometru (przy wejściu odwracalnym) sprawia, że regulacja wzmocnienia jest bardziej stabilna i mniej podatna na wpływy szumów, zakłóceń. W przypadku bardziej wymagających aplikacji preferuje się taką właśnie konfigurację.

Podłączenie od strony masy ma wady w postaci możliwości wprowadzania szumów i ograniczoną precyzję regulacji.

To „odwrotne” rozwiązanie pokazuje, że temat jest bardzo słabo znany i rozumiany. Wszystko wskazuje, że kwestię zakłóceń trzeba będzie na łamach ZE omówić dokładniej. A tu, w krótkim rozwiązaniu konkursu, można tylko króciutko stwierdzić, że ze względu na budowę i rozmiary, suwak potencjometru jest swego rodzaju anteną odbiorczą dla „wszelkich śmieci przychodzących z zewnątrz”.

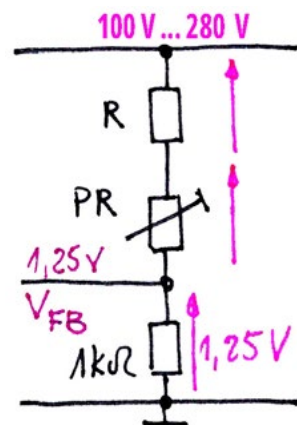
Najprościej biorąc, zdecydowanie lepiej tę antenę odbiorczą dołączyć do masy, a nie wprost do wejścia czułego wzmacniacza.

Rozwiązanie – Oblicz 2306

W czerwcowym numerze ZE była propozycja obliczenia regulowanego dzielnika:

Zadanie dotyczy praktycznego, interesującego zagadnienia. Otóż na 27 stronie czerwcowego numeru jest artykuł *Przetwornice do zasilania układów lampowych*, gdzie na rysunku 14 przedstawiono przykład przeróbki przetwornicy na zakres wyższych napięć około 80...200 V. W przetwornicy można zwiększać liczbę stopni powielania i dowolnie dostosowywać zakres regulacji napięcia wyjściowego. Przypuśćmy, że chcielibyśmy uzyskać zakres regulacji od 100 do 280 woltów. Dobrze byłoby zastosować „dolny” rezystor o wartości 1 kilooma, ale nie jest to konieczne.

Zadanie konkursowe jest następujące: **Jakie należałoby zastosować wartości rezystancji PR i R, żeby zakres regulacji wynosił około 100...280 V?**



Rysunek 1

Zadanie nie było trudne. Wprawdzie niewiadomych jest kilka, ale trzeba spróbować, od czegoś zacząć, sprawdzić i ewentualnie skorygować.

Można zacząć od wartości dolnego rezystora równej 1 kΩ. Wtedy prąd dzielnika (pomijając prąd wejścia FB) wyniesie 1,25 mA. Następnie warto zauważyć, że w idealnym przypadku na górnym rezystorze zawsze powinno występować napięcie 98,75 V (100 V – 1,25 V). W praktyce możemy pominąć 1,2-procentową różnicę i przyjąć 100 V, co daje wartość tego górnego rezystora 80 kΩ – w praktyce raczej 75 kΩ z szeregu E24.

Z kolei na całej rezystancji potencjometru ma wystąpić napięcie 180 V. To wymagałoby zastosowania potencjometru o wartości 144 kΩ (180 V / 1,25 mA). Jeśli ktoś taki potencjometr posiada, to bardzo dobrze, ale najprawdopodobniej nie znajdzie takiego nominału. Popularne nominały to 100 kΩ, 200 kΩ, 220 kΩ.

Tu warto policzyć, że przy napięciu 180 woltów, w 100-kiloomowym potencjometrze wydzieli się ponad 300 mW mocy strat. Jeśli nie mamy półwattowego, trzeba wykorzystać potencjometr 200-, 220-, albo nawet 470-kiloomowy.

Przykładowo jeśli na 200-kiloomowym potencjometrze mamy uzyskać 180 woltów, prąd musi wynosić 0,818 mA, a to daje wartość dolnego rezystora 1,53 kΩ. Najbliższa wartość z szeregu E24 to 1,5 kΩ. Jeżeli przy prądzie 0,818 mA napięcie na górnym rezystorze ma wynosić 100 V, to powinien on mieć 122 kiloomy (100V / 0,818mA). Najbliższa wartość z szeregu to 120 kΩ.

W grę wejdą też tolerancje, głównie potencjometru (±20%), dlatego w praktyce zapewne trzeba będzie wartości jednego lub dwóch tych rezystorów skorygować. Najlepiej zrobić to eksperymentalnie.

A oto nadesłane rozwiązania, od najdłuższych:

Oblicz 2306

Prąd opornika 1 kΩ obliczamy : $I = 1,25 \text{ V} / 1000 \Omega = 0,00125 \text{ A}$ $U_{min} = 100 \text{ V} - 1,25 \text{ V} = 98,75 \text{ V}$

$U_{max} = 280 \text{ V} - 1,25 \text{ V} = 278,25 \text{ V}$

dla U_{min} : $R + PR = 98,75 \text{ V} / 0,00125 \text{ A} = 79000 \Omega$

dla U_{max} : $R + PR = 278,25 \text{ V} / 0,00125 \text{ A} = 222600 \Omega$

Opornik R przyjmujemy z katalogu 75 kΩ

a $PR = 222,6 \text{ k}\Omega - 75 \text{ k}\Omega = 147,6 \text{ k}\Omega$

$R = 75 \text{ k}\Omega$ a $PR = 150 \text{ k}\Omega$

Pozdrawiam

Andrzej Kubiak

Witam,

proponuję $PR = 100 \text{ k}\Omega$, $R = 47 \text{ k}\Omega$, a na dole 620Ω z równolegle dołączonym dobranym rezystorem około 10 kilomów, albo 560Ω z dołączonym szeregowo dobranym rezystorem kilkadziesiąt omów.

Najkrótsze nadesłane:

Oblicz: $R = 75 \text{ k}$, $PR = 150 \text{ k}$.

W jednym z rozwiązań pojawił się błąd przy przekształcaniu wzoru.

OBLICZ 2306 Zgodnie z notą aplikacyjną układu XL6019 napięcie wyjściowe określone jest zależnością:

$$V_{OUT} = 1,25 \text{ V} (1 + R2/R1)$$

Przekształcając powyższe równanie wyznaczmy R2. Dla napięcia 100 V i dla $R1 = 1 \text{ k}$, $PR = 0$ otrzymamy zależność: $R2 = V_{OUT}/1,25 \text{ V} - 1 = 100\text{V}/1,25\text{V} - 1 = 79 \text{ k}\Omega$

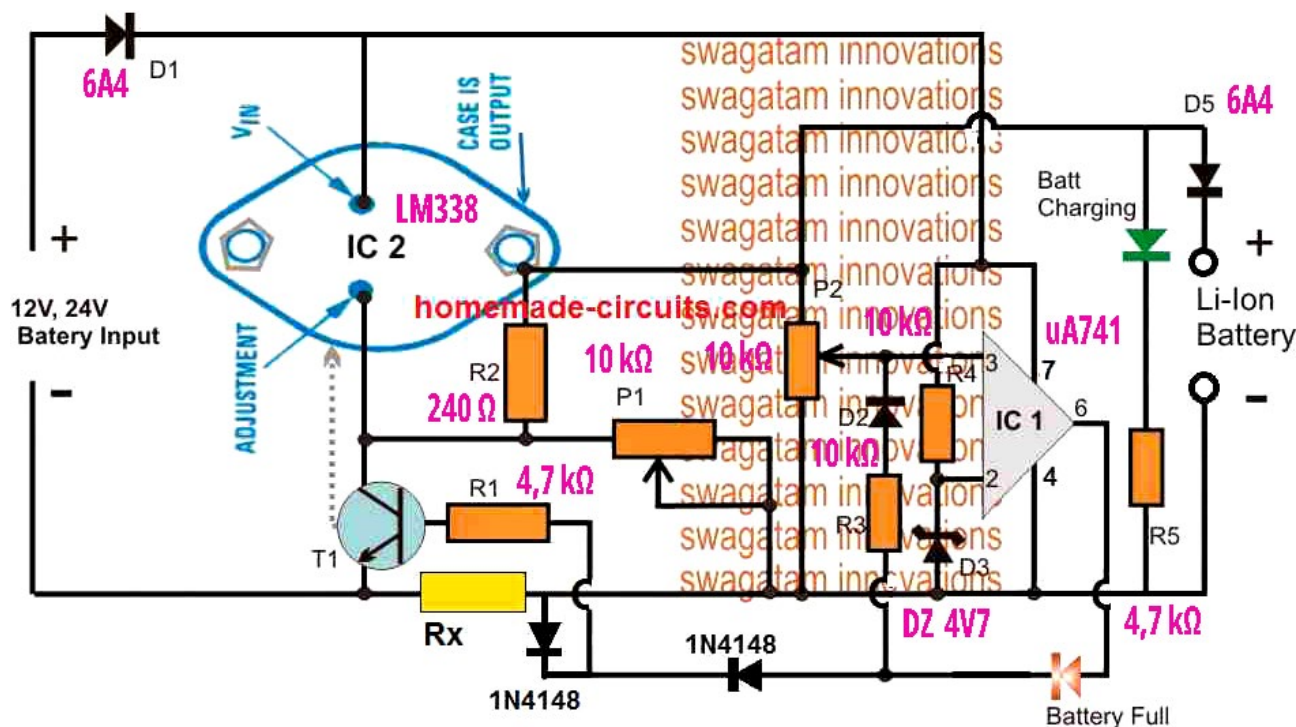
(...) R2 dla napięcia 280 V (...) 223 k. (...) zgodnie z równaniem: $R2 = R + PR$ stąd $PR = (...) = 142,4 \text{ k}$

Najbliżej tej wartości obliczonej jest wartość 150 k (...) lepiej użyć wartości 200 k i przed montażem wstępnie ustawić na ok. 150 k. (...)

Przypadkowo, pomimo błędu we wzorze, uzyskane wyniki są bliskie prawdy. Zresztą w praktyce dadzą o sobie znać różne odchyłki i finalne wartości zapewne i tak trzeba będzie dobrać stosownie do konkretnej sytuacji.

Tropimy błędy: Ładowarka pakietów Li-Ion

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/charging-li-ion-battery-12v-car/>

Ten schemat też pochodzi z nieprzebranych zasobów znanego już źródła indyjskiego inżyniera podpisującego się Swagatam.

Ma to być schemat wysokoprądowej ładowarki pakietów akumulatorów Li-Ion. Według wstępu zawartego na tej stronie, może ładować różne pakiety, między innymi 2S3P lub 3S2P prądem o dużej wartości. Według zapewnień Autora, ładowarka może też być wykorzystana do ładowania akumulatorów do samochodów, a nawet do ciężarówek!

Jest to druga, ulepszona wersja z obwodem zapewniającym niezmienny prąd ładowania. Na podanej stronie są też inne, pokrewne propozycje, które też warto dokładniej przeanalizować.

Schemat z powyższego rysunku był przedstawiony w wydaniu „Zrozumieć Elektronikę” z czerwca 2023 w ramach konkursu **Tropimy błędy** o oznaczeniu KX007. Oto rozwiązanie konkursu.

Nadesłane rozwiązania

W układzie jest wiele usterek i nieoptymalnych rozwiązań, a do tego cała koncepcja jest nie tylko wątpliwa, ale w sumie błędna. Wszystko to mocno utrudniło zadanie konkursowe. Uczestnicy wskazywali na różne szczegóły. Najwięcej uwag nadesłał **Tadeusz Suszał** z Warszawy. Oto jego spostrzeżenia (bez określania, na ile są słuszne).

- (...) *niepotrzebnie duży rezystor R1. Wystarczy kilkadziesiąt omów. (...) Niepotrzebna dioda D5.*
- *Napięcie wejściowe (12 V, 24 V) powinno być dostosowane do akumulatora, żeby zmniejszyć moc strat.*
- *Diada LED ładowania powinna być czerwona, a po naładowaniu powinna zaświecać się zielona.*
- *W opisie jest podane, że układ ma służyć do ładowania pakietów 2S3P lub 3S2P. Na pewno dla wariantu zasilania 12 V nie ładujemy pakietów 3S2P o nominalnym napięciu 11,1 V.*

• Na **rysunku 1** jest zaznaczona czerwona linią poprawka, jaką należy wprowadzić, aby można mówić o działaniu układu jako ładowarki. Tak, aby w momencie osiągnięcia stanu naładowania (napięcia nominalnego pakietu) nastąpiło przełączenie ze stanu ładowania w stan naładowania (zielona dioda gaśnie a zaczyna świecić dioda czerwona). Końcówkę potencjometru P2 należy połączyć z biegunem „+” wyjścia ładowarki.

• Kolejnym błędem jest dobór rezystora R2 i potencjometru P1. Niedopuszczalny jest tak duży iloraz $P1/R2$. Wystarczy w tym przypadku wartość ilorazu dobrać w granicach 10...13. LM338 ma minimalny prąd obciążenia 5 mA, a nawet zaleca się go ustawić na wartość ok. 10 mA. Ten warunek ma wpływ na wartość R2. Wykorzystanie potencjometru P1 do regulacji wartości napięcia w zależności od wybranego pakietu nie jest najlepszym rozwiązaniem. Lepiej dobrać rezystory stałe i przełączać je w zależności od ładowanego pakietu.

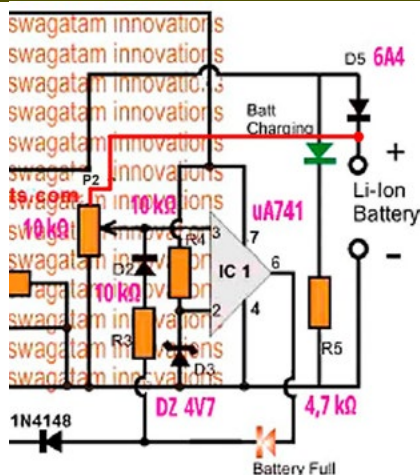
• Jako wzorzec napięcia referencyjnego użyto diody DZ Zenera 4V7. Jest to błąd. Użyta dioda Zenera powinna wartością napięcia odpowiadać napięciu nominalnemu pakietu. I tak dla pakietu 2S3P dioda Zenera powinna być na napięcie 7,5 V, a dla pakietu 3S2P na napięcie 11 V.

• LM338 ma maksymalny prąd obciążenia 5 A. Układ ma wewnętrzne zabezpieczenia i prąd obciążenia jest powiązany z maksymalną mocą, jaka może się wydzielć na układzie (max. 25 W). Moc wydzielona jest iloczynem prądu obciążenia i napięcia między wejściem i wyjściem LM338. Z tego wynika, że dla napięcia na układzie większym niż 5 V nie uzyskamy prądu obciążenia 5 A. Szczególnie będzie to zauważalne przy napięciu wejściowym 24 V. Jedynie dla napięcia wejściowego 12 V i pakietu 2S3P jest możliwość uzyskania prądu 5 A.

• Diody 6A4 są na prąd 6 A. Ze względu na to, że trudno będzie uzyskać prąd obciążenia 5 A możemy je zostawić. W przeciwnym wypadku należy dobrać diody na większy prąd.

• Rezystor Rx z tranzystorem T1 stanowią raczej ogranicznik prądu, a nie układ zapewniający stały prąd ładowania. Wysterowanie tranzystora T1 ma wpływ na wartość napięcia wyjściowego, a to wpływa na wartość płynącego prądu. Większy prąd powoduje, że tranzystor jest mocniej wysterowany (lepiej przewodzi) a to powoduje spadek napięcia wyjściowego LM338 i tym samym zmniejszenie prądu płynącego przez pakiet.

• Pozostaje jeszcze kwestia doboru wartości rezystorów. R1, R4, R5 wydaje się, że mają za duże wartości. Dobralibyśmy je o ok. 50% mniejsze.



Rysunek 1

Krótką ogólną oceną projektu

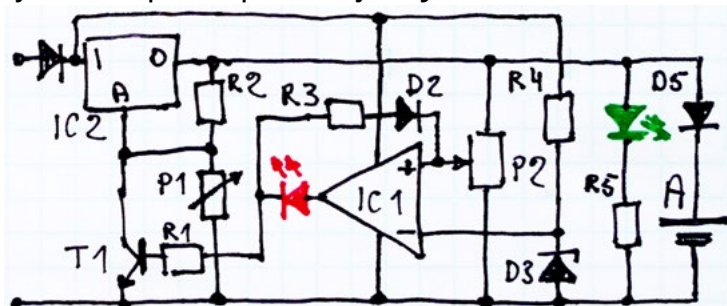
Podstawowa koncepcja przedstawionego rozwiązania w zasadzie nie jest ewidentnie błędna, ale na pewno nie warto go realizować w praktyce, i to z kilku ważnych względów. Zaproponowany układ ładowarki jest niepraktyczny, niepotrzebnie skomplikowany i zaprojektowany bardzo niestarannie, bez zrozumienia kluczowych zasad ładowania akumulatorów litowych oraz podobnie ładowanych kwasowo-ołowiowych.

W układzie wykorzystane są nieefektywne rozwiązania, które pogarszają parametry ładowarki. Schemat zawiera obwód sygnalizujący „naładowanie do pełna”, który jest zupełnie niepotrzebny, a wręcz przeszkadza i będzie powodować kłopoty. Fatalnie potraktowane są kwestie spadków napięcia oraz mocy strat, wydzielanej w elementach układu.

Nikomu nie warto polecać takiego rozwiązania.

Główne zarzuty

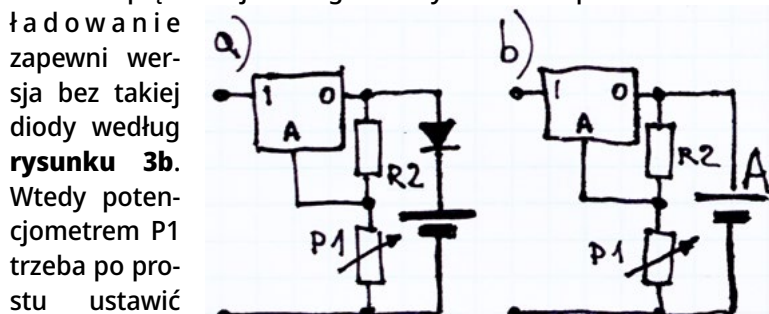
Na początek trzeba podkreślić, że analizowany schemat to jest druga, rzekomo ulepszona odmiana nieco prostszej wersji. Dla łatwiejszej analizy schemat tej podstawowej, pierwszej wersji warto przerysować do postaci pokazanej na **rysunku 2**.



Rysunek 2

Na początku ładowania, gdy akumulator jest rozładowany, nie przewodzi tranzystor T1 i akumulator jest ładowany w układzie według **rysunku 3a**.

W zasadzie takie ładowanie jest dopuszczalne, ale niekorzystny wpływ ma dioda D_{AKU}, która zapewne ma pełnić funkcję zabezpieczenia na okoliczność zaniku napięcia wejściowego. Zdecydowanie lepsze



Rysunek 3

właściwe napięcie ładowania. Dla pakietów 2SxP, czyli dwóch szeregowo połączonych akumulatorów Li-Ion będzie to napięcie 8,4 V, dla pakietów 3SxP będzie to 12,6 V, natomiast dla 12-woltowych akumulatorów kwasowych, zależnie od kilku czynników, będzie to 13,6 do 15,0 V.

I taki układ to pełnowartościowa ładowarka, która może prawidłowo naładować akumulatory. Jednak ta prosta wersja nie ma zewnętrznego ogranicznika prądu, a jego funkcję ewentualnie będzie pełnił obwód ogranicznika prądowego zawarty w układzie scalonym LM338. Nie jest to optymalne rozwiązanie, bo zależnie od kilku czynników prąd ograniczania może wynosić nawet kilkanaście amperów, jak pokazuje pochodzący z karty katalogowej **rysunek 4**.

Jeżeli jednak wydajność głównego źródła zasilania nie będzie tak duża lub akumulator (kwasowy) sam ograniczy prąd ładowania, to prosta wersja z rysunku 3 z prawidłowo ustawionym napięciem wyjściowym zapewnia prawidłowe naładowanie akumulatora i co w tym przypadku ogromnie ważne – nie grozi jego przeładowaniem!

Wracając do rysunku 2: tu też przeładowanie nie grozi, tylko za pomocą P1 trzeba ustawić trochę większe napięcie – większe o spadek napięcia na D_{AKU} . Ponieważ jednak ten spadek się nieco zmienia, obecność tej diody pogarsza parametry względem wersji z rysunku 3.

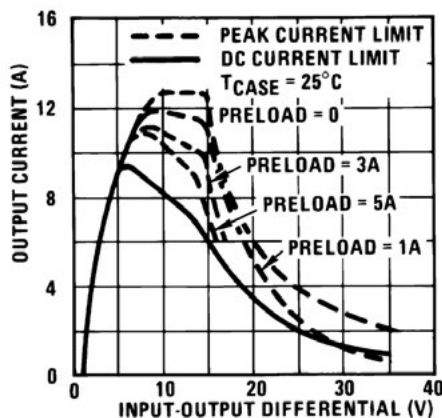
Przeładowanie nie grozi, bo jeżeli za pomocą P1 końcowe napięcie ładowania jest ustawione prawidłowo, to akumulator może bez ryzyka przeładowania dowolnie długo pozostawać podłączony – prąd ładowania samoczynnie zmniejszy się wtedy, praktycznie do zera.

Tymczasem w układzie z rysunku 1 mamy dodatkowy obwód ze wzmacniaczem operacyjnym i tranzystorem T1. W sumie bezsensowna i błędna idea jest taka, że ładowanie zostanie odłączone, gdy napięcie na akumulatorze wzrośnie do poziomu, wyznaczonego przez potencjometr P2.

Wtedy na wyjściu wzmacniacza operacyjnego pojawi się „stan wysoki”, co zaświeci czerwoną diodę LED i dzięki silnemu dodatniemu sprzężeniu zwrotnemu zatrzaśnie w tym stanie wzmacniacz operacyjny, który pełni tu rolę przerzutnika Schmitta.

„Stan wysoki” nie tylko zaświeci czerwoną diodę LED, ale też włączy i nasyci tranzystor T1, który obniży swoje napięcie wyjściowe do 1,25 V, a tym samym zakończy ładowanie.

Tylko po co?



Rysunek 4

Końcowe, bezpieczne napięcie ładowania wyznacza P1, więc P2 i obwód kontroli napięcia jest niepotrzebny. Tak nie ładujemy ani akumulatorów kwasowych, ani litowych. I jedno, i drugie ładujemy według procedury CC/CV: najpierw stały prąd (constant current), potem stałe napięcie (constant voltage), a tam nie jest przewi-

dziana dodatkowa kontrola napięcia.

Owszem, można ustawić za pomocą P1 napięcie końcowe nieco większe niż zalecane, a kończyć ładowanie przy prawidłowym dla danego akumulatora napięciu końcowym ustawionym przez P2, tylko dlaczego i po co?

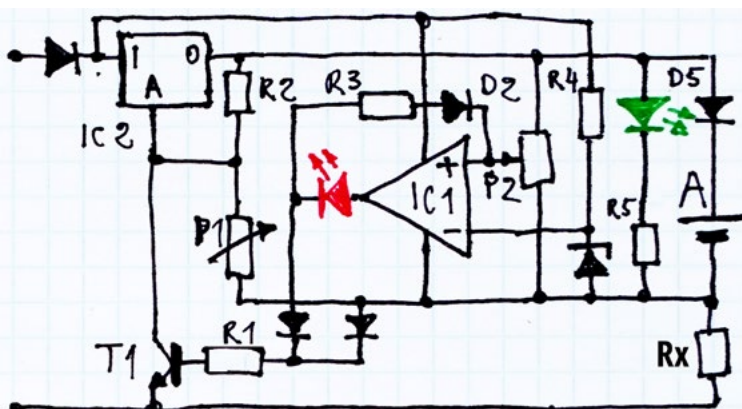
Wtedy bezzasadne jest zastosowanie LM338, który nie pełni żadnej sensownej funkcji.

Można się też słusznie zastanawiać, czy układ nie stanie się generatorem, co zależy od siły dodatniego sprzężenia zwrotnego w pętli wzmacniacza operacyjnego, a ta z kolei zależy od ustawienia potencjometru P2. Być może nawet układ U1 miał być generatorem, żeby po naładowaniu czerwona lampka zaczynała migać. Nie podejrzewam o to Autora, sądząc na podstawie jego „osiągnięć”. Trudno to stwierdzić bez szczegółowych obliczeń lub bez praktycznych testów. Jednak ogólnie biorąc, tak się po prostu nie robi!

Wersja „ulepszona”

Układ z rysunku 1, czyli pierwsza zaproponowana wersja ładowarki jest więc z gruntu błędna, ponieważ nie realizuje ładowania CC/CV, jakie powinno być stosowane dla takich akumulatorów.

I właśnie analizowana w tym zadaniu „ulepszona” wersja według **rysunku 5**, ma realizować pierwszą fazę ładowania typu CC dzięki obecności rezystora Rx. Mianowicie Rx ma być tak dobrany, żeby w pierwszej fazie ograniczał, stabilizował prąd stosownie do parametrów ładowanego akumulatora.



Rysunek 5

Tak, tylko Autor schematu nie ma pojęcia o prawidłowym projektowaniu układów! Otóż z uwagi na bezmyślne, bezrefleksyjne dodanie do układu zwykłej diody 1N4148 spadek na Rx jest niepotrzebnie duży, ponad 1,4 V, a to oznacza niepotrzebnie duże straty mocy.

Można byłoby to zmienić i polepszyć sytuację na kilka sposobów. W każdym razie wartość R1 powinna być znacznie mniejsza.

To szczegół, bo „ulepszona” wersja nadal jest błędna! Owszem realizuje ładowanie CC, ale nie realizuje fazy CV, gdy napięcie na akumulatorze jest stałe, a prąd samoczynnie maleje niemal do zera.

Indyjski (podobno) inżynier wbrew powszechnie znanym zaleceniom nie realizuje ładowania CC/CV, tylko proponuje własną, błędną koncepcję, która nie zapewni pełnego naładowania, bo nie zawiera fazy CV. A przecież w tej fazie do akumulatora dostarczana jest znacząca część energii, natomiast w omawianym tutaj układzie ładowanie jest kończone wcześniej, gdy napięcie na akumulatorze osiąga wartość końcową, czyli wtedy, gdy do pełnego naładowania jeszcze sporo brakuje.

Ładowane zbyt wcześnie i zupełnie niepotrzebnie przerywa komparator, a właściwie przerzutnik Schmitta ze wzmacniaczem operacyjnym.

Podkreślam, że taka koncepcja jest całkowicie błędna, bo akumulator litowy lub kwasowy nie zostanie w pełni naładowany. Obwód ze wzmacniaczem operacyjnym trzeba po prostu wyrzucić, żeby nie psuć właściwości ładowarki.

Sygnalizacja pełnego naładowania

Wiele ładowarek rzeczywiście ma kontrolkę LED, która sygnalizuje, że akumulator jest w pełni naładowany. Tak, tylko tam układ sygnalizacyjny działa zupełnie inaczej! Nie mierzy napięcia na akumulatorze, które w fazie CV z definicji nie rośnie. W fazie CV prąd ładowania samoczynnie maleje, bo akumulator pozostający pod stałym napięciem (CV) końcowym przyjmuje coraz mniej prądu. I właśnie obwód kontroli pełnego naładowania mierzy wartość prądu ładowania. Włącza kontrolkę pełnego naładowania, gdy prąd zmniejszy się do określonej małej wartości. W praktyce często 1/10 wartości prądu ustalonej w fazie CC.

Faktem jest, że niektóre ładowarki akumulatorów Li-Ion nie tylko włączają kontrolkę, ale też wyłączają ładowanie, ponieważ w przypadku akumulatorów litowych długie pozostawanie przy końcowym napięciu ładowania jest niekorzystne – zmniejsza trwałość.

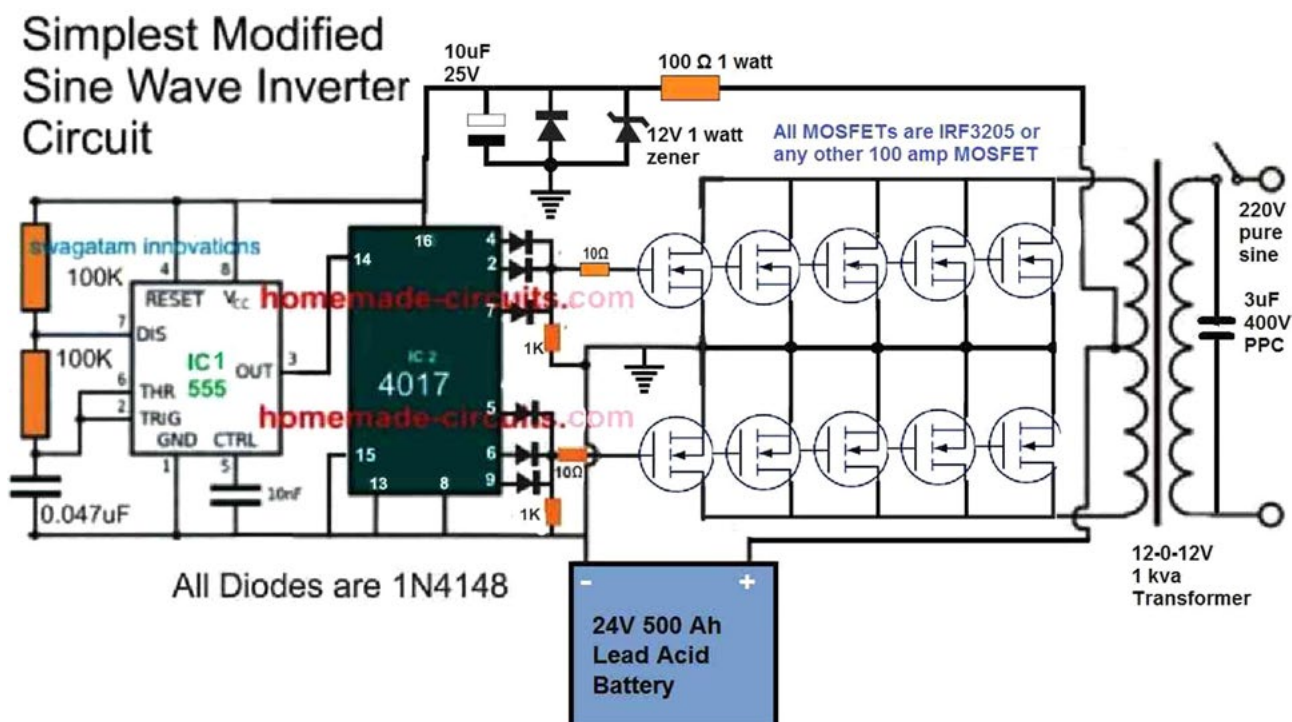
Inaczej jest w przypadku akumulatorów kwasowych, ale to oddzielna historia, bo tak w niektórych lepszych ładowarkach zamiast dwustopniowej procedury CC/CV jest stosowana trzy – lub czterostopniowa procedura zawierająca końcową fazę Float. To jednak temat na oddzielny artykuł.

Ogólnie biorąc, Autor tytułowego schematu „wie że dzwonią, ale nie wie, w którym kościele”. Zaproponował pokraczny układ, który działa jako tako, ale w sumie jest błędny i niegodny polecenia.

Piotr Górecki

Tropimy błędy: Pure sine inverter 12VDC / 230VAC

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



Źródło schematu: <https://www.homemade-circuits.com/make-this-1kva-1000-watts-pure-sine/>

W aktualizowanym rok temu wpisie zatytułowanym ***Make This 1KVA (1000 watts) Pure Sine Wave Inverter Circuit*** Autor zaprasza do realizacji obiektu marzeń wielu elektroników. Mianowicie proponuje budowę prostego inwertera o mocy 1000 watów i to

nie zwyczajnego, ale dającego na wyjściu czystą sinusoidę. Propozycja jest bardzo atrakcyjna, ponieważ wiele odbiorników, np. silniki, nie powinno być zasilanych z najprostszych inwerterów, dających przebieg o kształcie „połamanego prostokąta”.

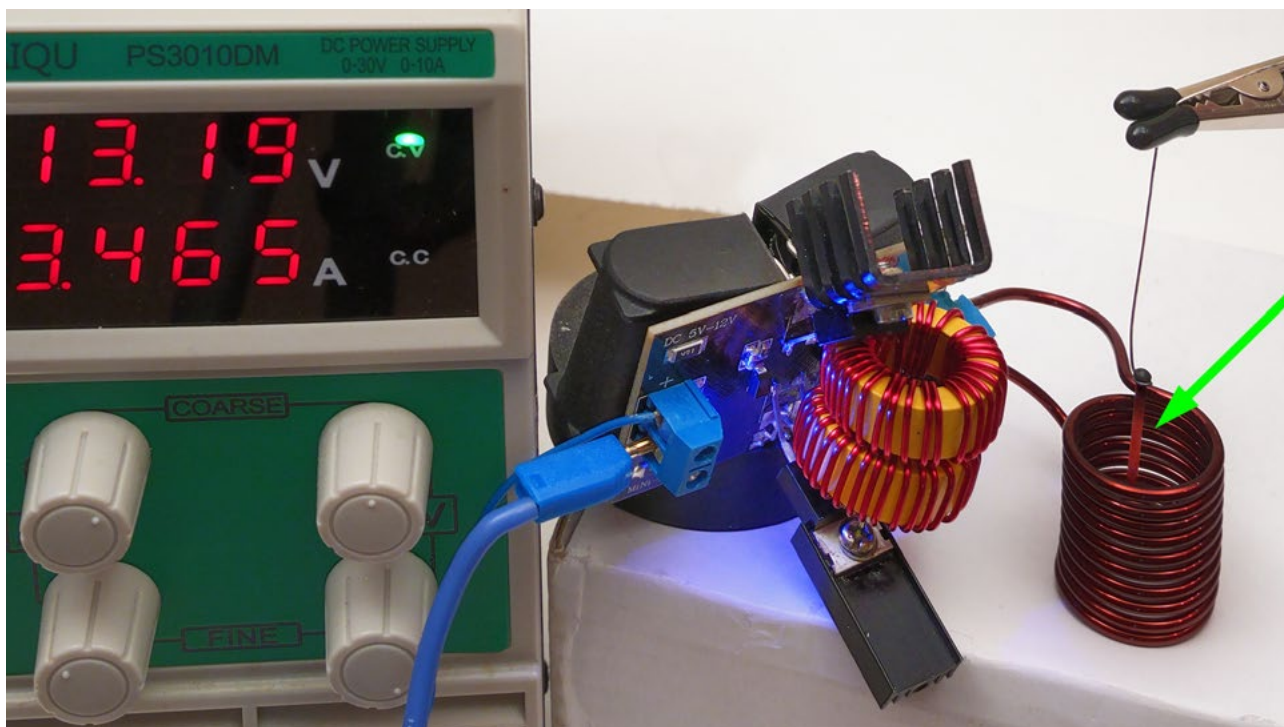
W ramach konkursu **Tropimy błędy KX009** możesz zgłosić swoje uwagi dotyczące tego znalezionej w Internecie schematu pokazanej na powyższym rysunku tytułowym. Jeśli chcesz, możesz albo króciutko, albo bardziej obszernie napisać jak oceniasz ten schemat. Jaką ma wartość? Czy może nie jest błędny, tylko przestarzały? A może wprowadza w błąd? Możesz tylko wskazać, a ewentualnie także szerzej opisać błędy, usterki i niedoróbki, jakie Twoim zdaniem występują na tym schemacie.

Rozwiązanie tego konkursu **Tropimy błędy** możesz nadesłać do końca sierpnia 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

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

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

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



Interesujące układy: Nagrzewnica indukcyjna

Poniższy artykuł jest ściśle związany z artykułem [Kuchenka indukcyjna](#) z kategorii Elektronika użytkowa. Przedstawiona jest tu propozycja praktycznego zapoznania się z prostą nagrzewnicą indukcyjną o niewielkiej mocy, której zasady działania są identyczne jak kuchenki indukcyjnej.

Uzyskane efekty

Poławiczny sukces

Działanie układu nagrzewnicy ZVS

Problem z włączaniem

Inne wersje układu

Możliwości wykorzystania

Niniejszy artykuł związany jest z dwoma wcześniejszymi z serii Interesujące układy: [Mini Tesla Coil – Y100](#) oraz [Ładowarka bezprzewodowa – Y101](#).

Opisywana prosta nagrzewnica jest też znana jako **Mazzilli ZVS driver** i pod takim hasłem warto szukać dodatkowych informacji o tym tajemniczym, zaskakująco prostym i bardzo efektywnym układzie.

Ja do cyklu *Interesujące układy* zamówiłem wersję najtańszą, kosztująca około 25 złotych – **rysunek 1**.

Na początek, do wstępnych eksperymentów całkowicie wystarczy.



Rysunek 1

Płyta grzewcza indukcyjna Mini ZVS 5-12V 120W
podgrzewacz sterownika Flyback
DIY kuchenka + cewka zapłonowa

★★★★★ 4,5 37 Recenzje 249 zamówienia

8,44 zł 18,76 zł -55%

Cena z VAT

Ilość:

1 1 najbardziej przez klienta

Wysyłamy do **Poland**

Wysyłka: 15,97 zł

Przybliżony termin dostawy Lut 22

15-dniowa dostawa na zamówienia warte powyżej 47,

Z China do Poland przez Cainiao Super Economy Global

Gwarancja terminowości

Kupuj teraz

Dodaj do koszyka

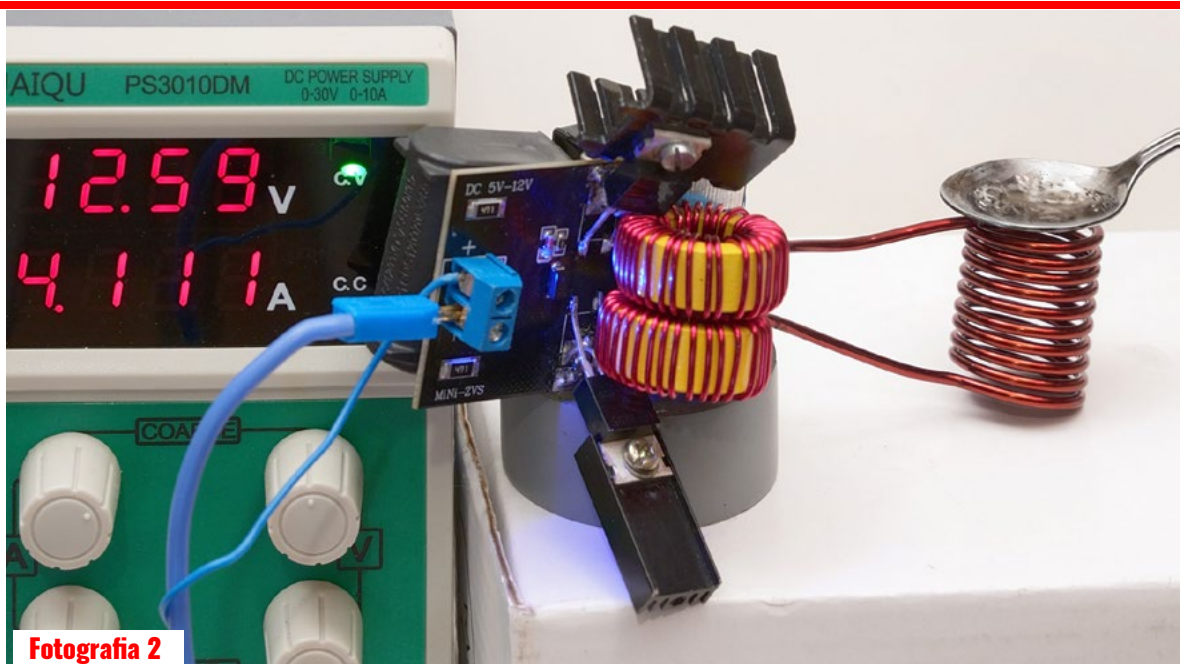
90-dniowa ochrona kupujących

Gwarancja zwrotu pieniędzy

Więcej informacji na temat cen

Uzyskane efekty

Fotografia 2 pokazuje, że ta bardzo tania nagrzewnica jest w stanie zagotować łyżeczkę wody. Przy napięciu 12,6 V pobiera 4,1 ampera, czyli niecałe 52 waty. Znaczna część tej mocy wydzielą się w elementach nagrzewnicy, ale mimo wszystko udaje się zagotować wodę w łyżeczce, co widać lepiej na **fotografii 3**.



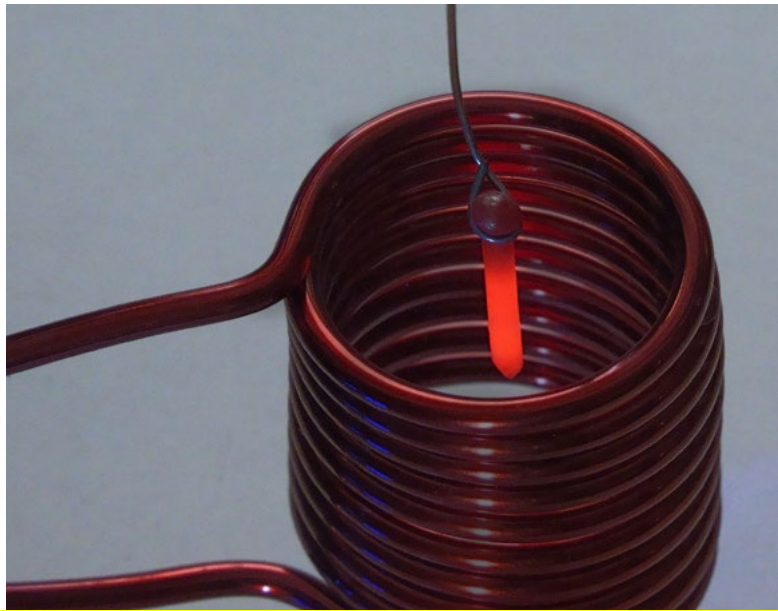
Fotografia 2

Na **fotografii tytułowej** pokazane jest rozgrzewanie do czerwoności gwoździa. Nagrzewnica pobiera niecałe 3,5 ampera prądu, co daje pobór mocy około 45 watów. Pomimo dużych strat w układzie elektronicznym przetwornicy, udaje się rozżarzyć gwoździ, co dobrze widać na **fotografii 4**.

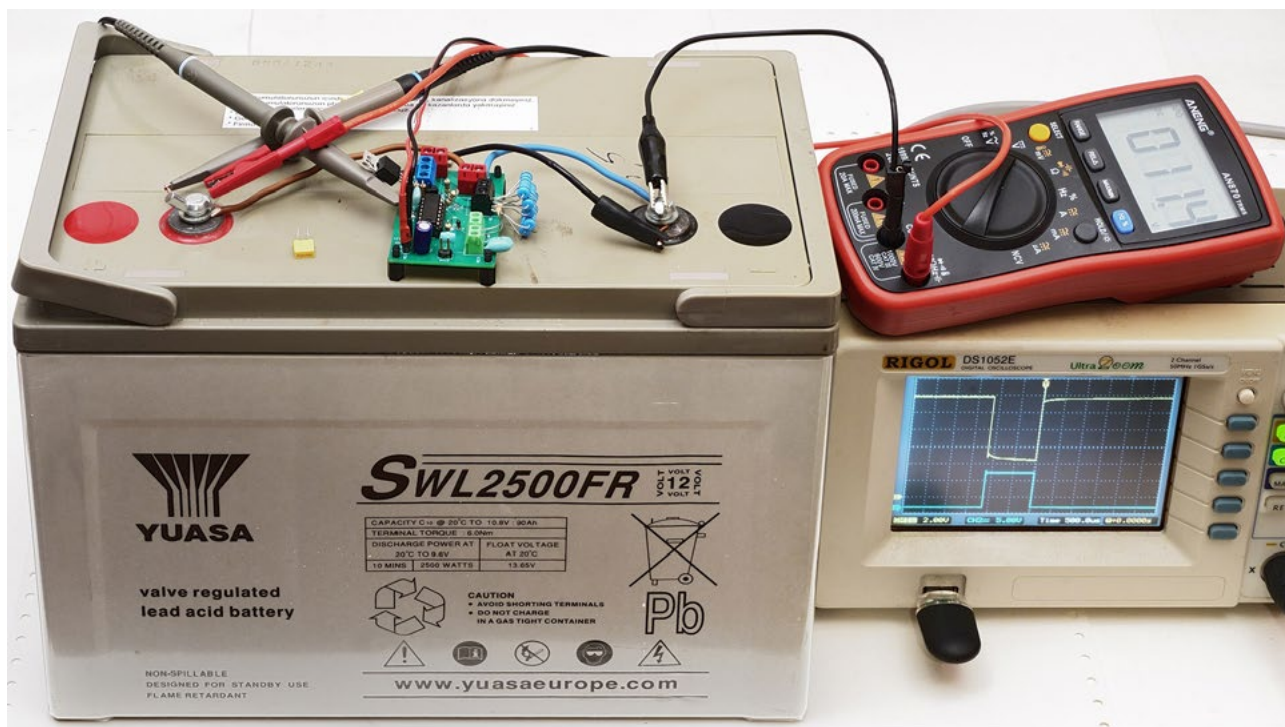
Zamieszczone zdjęcia pokazują spektakularne efekty. I wszystko to za mniej niż 25 złotych! A gdzie jest haczyk? Haczyka nie ma, tylko żeby pokazać takie spektakularne efekty musiałem trochę „pokombinować”. Nie udało się zagotować wody w klasycznej małej łyżeczce i musiałem od siostry pożyczyć najmniejszą jaką miała – **fotografia 5**. Nie udało się rozgrzać do czerwoności ani nakrętki M4, ani M3, a tym bardziej żadnej śrubki M3. Udało się dopiero z malutkim gwoździkiem 3/4-calowym (20 mm).



Fotografia 3



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



Uniwersalny tester baterii i akumulatorów

Materiał ten jest przykładem wykorzystania układu opisanego w artykule [Mój uniwersalny tester impulsowy](#). Ten prosty przyrząd pozwala mierzyć parametry półprzewodnikowych elementów dużej mocy, zasilaczy i przetwornic. Poniżej opisane jest wykorzystanie go w roli testera baterii i akumulatorów.

Omówienie wyników testów

Układ testowy

Praca przy dużych prądach

Maksymalny czas i wypełnienie impulsów

Uwagi końcowe

Coraz częściej wykorzystujemy urządzenia elektroniczne zasilane z baterii i akumulatorów. Niektóre z tych źródeł zasilania sprawiają kłopoty. Bardzo często chcielibyśmy mieć informację nie tyle o stanie rozładowania baterii czy akumulatora, co o jego możliwościach i kondycji.

Jeżeli chodzi o sprawdzanie właściwości chemicznych źródeł energii, to najczęściej sprawdzamy napięcie baterii czy akumulatora i na tej podstawie oceniamy stopień rozładowania. Można też przeprowadzić testowy cykl rozładowania i dokładnie zmierzyć dostępną pojemność. Owszem, daje to sporo informacji, ale ogromnie ważnym parametrem okazuje się rezystancja wewnętrzna.

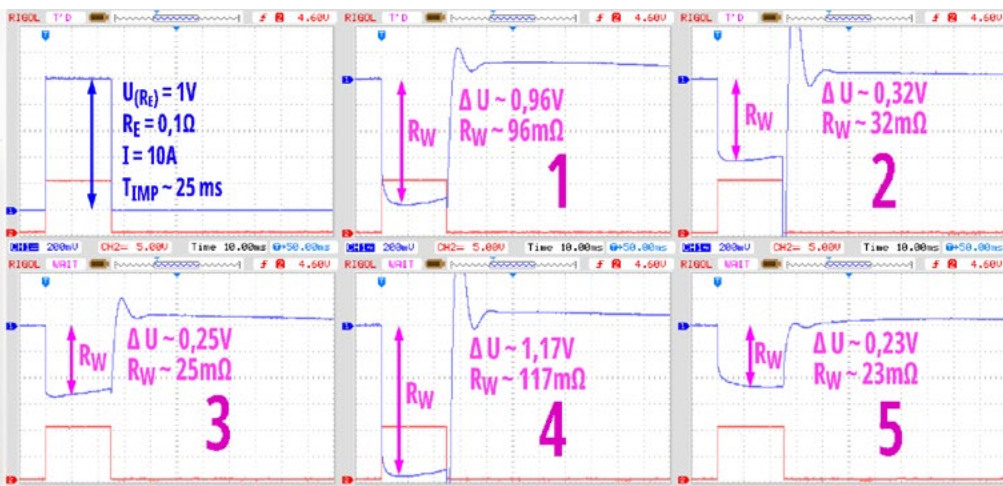
Jej wartość, a w szczególności zmiany tej rezystancji w czasie eksploatacji oraz porównanie z innymi egzemplarzami czy typami pozwalają ocenić możliwości, kondycję i stopień zużycia akumulatora.

Na rynku dostępne są różne testery baterii oraz ładowarki akumulatorów, które mają funkcję pomiaru rezystancji wewnętrznej. Jednak często jest to funkcja pomocnicza, realizowana w prymitywny sposób, przy małych prądach, co daje mało użyteczne lub wręcz bezwartościowe wyniki.

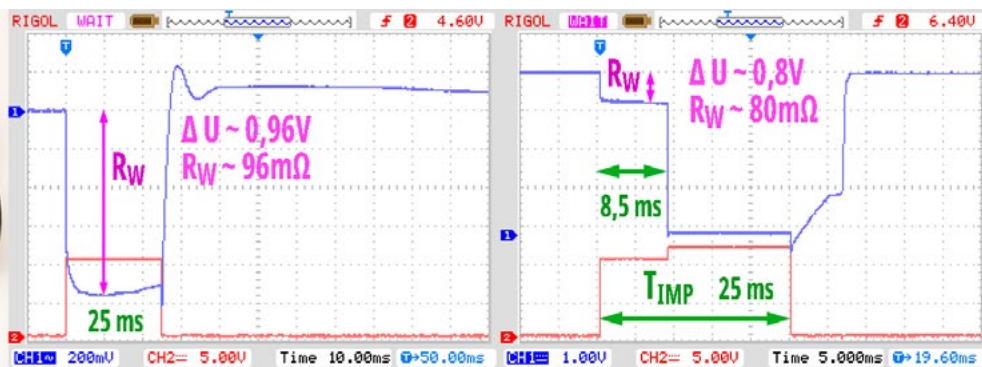
Poniżej opisane jest, jak sprawdzić rezystancję wewnętrzną baterii i akumulatorów przy wykorzystaniu uniwersalnego testera prądów nawet do 100 amperów. Tak! Stu amperów!



Fotografia 1



Fotografia 2



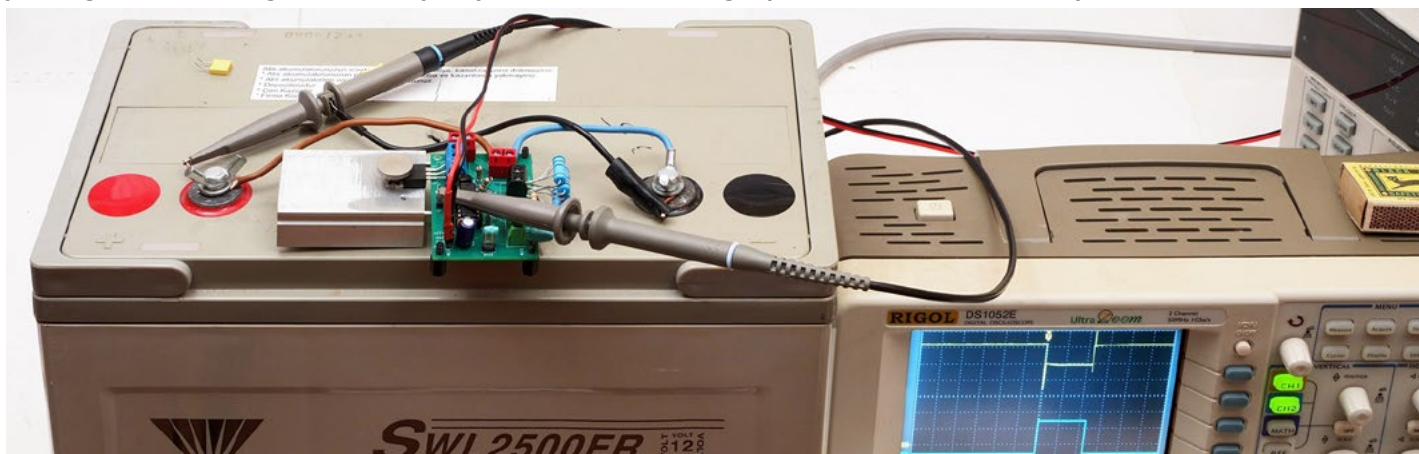
Fotografia 1 pokazuje wyniki testu pięciu niezabezpieczonych akumulatorów Li-Ion rozmiaru 18650. Egzemplarze oznaczone cyframi 1..3 są nowe, praktycznie nieużywane. Akumulator oznaczony cyfrą cztery pochodzi ze starego laptopa, czyli jest mocno używany. Z kolei akumulator 5 pochodzi ze starej, uszkodzonej wkrętarki z Lidla, czyli też jest mocno używany.

Fotografia 2 pokazuje porównanie chińskiej fałszywki z akumulatorem o dużej pojemności – ponad 3200 mAh – ze sklepu LiitoKala. Czerwone strzałki wskazują metalowy pasek prowadzący od bieguna ujemnego do dodatniego świadczący, że jest to wer-

sja akumulatora z wbudowanym elektronicznym zabezpieczeniem. Jak widać, zabezpieczenie zaczyna działać po około 8,5 ms i całkowicie przerywa obwód prądu. Zanim zadziała, można stwierdzić, że rezystancja wewnętrzna wynosi około 80 miliomów, ale jest to sumaryczna rezystancja akumulatora oraz dwóch MOSFET-ów w układzie zabezpieczenia.

Fotografia 3 pokazuje test obciążenia dużego, w pełni naładowanego akumulatora AGM 12 V 90 Ah impulsami prądu 40 amperów!

Natomiast **fotografia tytułowa** przedstawia test tego samego akumulatora, tylko znacząco rozładowanego, po kilku miesiącach bezczynności.



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



Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 3

Układy PLD

Stare w nowym wydaniu

Licznik

Encoder wyświetlacza

Wyświetlacz

Generator impulsów wzorcowych

Układ sterujący

Złożenie w całość

Konkluzje

W poprzedniej części, jako ciekawostka, została zaprezentowana konstrukcja rodem z ubiegłego wieku. Obecnie, również jako ciekawostkę, zaprezentuję połączenie „starożytnej” klasyki z nowoczesnością, czyli implementacja częstościomierza w środowisku układów logiki programowalnej.

Układy PLD

Tematyka związana z układami PLD (ang. Programmable Logic Device), czyli układów cyfrowych o programowalnej strukturze jest bardzo obszerna. Jednak przed omówieniem rozwiązania konieczne jest elementarne wprowadzenie w świat układów PLD. Są to elementy cyfrowe, które można skonfigurować by realizowały oczekiwaną funkcję. W języku polskim pewne wyrazy mają wiele znaczeń i taki właśnie przypadek tu zaistniał. Pomimo że czynność „programować” w stosunku do tego układu jest w pełni uzasadniona, jednak pod pojęciem programowania kryje się całkowicie odmienna operacja niż w przypadku mikroprocesorów. „Program” dla układów PLD nie zawiera w sobie kodów instrukcji do wykonania, a jedynie informacje dotyczące połączeń pomiędzy wewnętrznymi elementami (zasobami układu). Na programowanie można również spojrzeć z perspektywy „wbicia” kodu do pamięci układu. Tu taka operacja występuje – za pomocą odpowiedniego oprogramowania tworzy się

„wsad” dla takiego układu, który należy umieścić w jego wnętrzu. Zaprogramowane dane określają co z czym ma być połączone w jego wnętrzu.

Układy PLD można podzielić na dwie podstawowe rodziny: CPLD (ang. Complex Programmable Logic Device – złożone układy programowalne) oraz FPGA (ang. Field-Programmable Gate Array – programowalna matryca bramek). Różnią się one przede wszystkim wielkością zasobów (FPGA ma wręcz ogromne zasoby) oraz technologią wykonania. Z punktu widzenia użytkownika jedno i drugie dają się konfigurować, używa się tego samego języka do opisu układu a różnica „użytkowa” to taka, że FPGA są bardziej elastyczne oraz mają znacząco większe zasoby.

Do konstrukcji zostaje użyty układ CPLD z oferty Xilinx o oznaczeniu XC95144XL (fotografia 1), do konfiguracji którego zastosowany jest język VHDL (oczywiście są i inne języki). Te układy „obrabia się” za pomocą dedykowanego oprogramowania (tylko dla układów Xilinx). Można je



Fotografia 1

pobrać ze strony www.xilinx.com. Sama firma chwali się, że pakiet WebPack jest jedynym komercyjnym oprogramowaniem projektowym, które jest bezpłatne. Dokładniej, to wymagana jest licencja, którą można bezpłatnie

uzyskać od Xilinx na okres roku (można ją przedłużyć). Obecnie dostępna jest wersja o numerze 14. Ja w poniższym projekcie używam wersji o numerze 7.2, która ma już swoje lata. Ta wersja dla mnie jest niejako bezcenna, gdyż w chwili wejścia jej do użytku firma Xilinx udzielała licencji na jej użycie bez limitu daty. Można powiedzieć, że obecnie mam dożywotnią licencję na pracę z tym programem (nowsze mają jedynie większą ofertę „obrabianych” układów, a „stara” całkowicie mi wystarcza w moich zastosowaniach).

Stare w nowym wydaniu

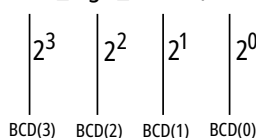
W odpowiedzi na moją prośbę, kolega Krzysztof Markowski udostępnił swój projekt do wykorzystania. Przeanalizowałem jego rozwiązanie, do którego wniosłem kilka modyfikacji, gdyż tu nie wykorzystujemy gotowych układów scalonych TTL (które są jakie są) a tworzymy własne, niejako wirtualne układy scalone (które sami kształtujemy). W metodologii projektowej można wyróżnić dwie metody podejścia: „od ogółu do szczegółu” (patrzmy na całość wyróżniając pewne bloki funkcjonalne, które są dalej uszczegóławiane) lub „od szczegółu do ogółu” (zaczynamy od detali i tworzymy coraz bardziej złożone struktury).

Jedną z modyfikacji, którą wniosłem do projektu jest dodanie globalnego sygnału wejściowego *Reset*, który ustawia wszystkie liczniki i przerzutniki do stanu początkowego (jego stan aktywny to logiczne zero). To bardziej jest potrzebne ze względu na użycie układów PLD, układy TTL „mają swoje przyzwyczajenia” i po włączeniu zasilania ustawiają się we właściwy sposób, układy PLD wymagają podania wszystkich szczegółów.

Częstościomierz składa się przede wszystkim z liczników dziesiętnych (SN74LS90), toteż w pierwszej kolejności zostanie zamodelowany ten układ (opiszemy w języku VHDL działanie takiego elementu).

Zanim do tego przejdziemy – kilka słów wyjaśnień. Każdy sygnał (czy-

signal BCD : std_logic_vector (3 downto 0) ;



Rysunek 2

ny jako *std_logic*. W przypadku stosowania magistral (kilku równoległych drucików, są one wtedy numerowane), należy je określić jako *std_logic_vector* oraz podać zakres indeksów.

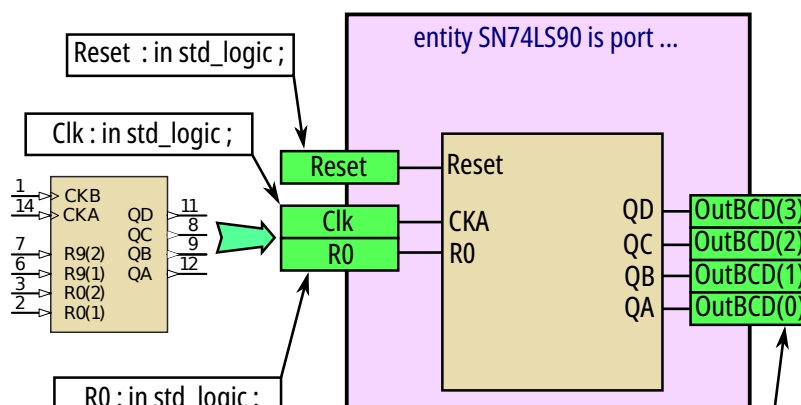
Tutaj używa się określenia *std_*

logic_vector (<liczba> to <liczba>) lub *std_logic_vector* (<liczba> downto <liczba>). Różnica (to/downto) dotyczy kierunku numeracji. Zwyczajowo skrajnie lewy sygnał ma najwyższą wagę (jest najbardziej znaczący) natomiast prawy ma najniższą wagę. By uzyskać zgodność numeru drucika z wagą binarną należy użyć sformułowania *downto*. Bit (drucik) najbardziej znaczący (skrajnie lewy) ma najwyższy indeks i każdy kolejny mniej znaczący (lokowany w prawą stronę) ma dekrementowany indeks. Ideę pokazuje **rysunek 2**.

Pomijając stały fragment (*library..., use...*) określających użyte specyfikacje i typy, każdy komponent, taki wirtualny układ scalony, zaczyna się od „entity <nazwa> is port (lista sygnałów wejściowych lub wejściowych danego komponentu)”. Ta lista sygnałów jest odpowiednikiem wyprowadzeń naszego wirtualnego układu scalonego. Dalej (za *architecture*) wymieniana jest lokalna lista użytych sygnałów, czasem innych użytych wirtualnych układów oraz w dalszej części (za *begin*) następuje opis danego komponentu. Często w opisie (za *begin* od *architecture*) występuje zapis *process*. Ten fragment (aż do *end process*) opisuje element sekwencyjny, który w dużym uproszczeniu można uważać za coś reagującego na sygnał zegarowy (przerzutnik, licznik, rejestr).

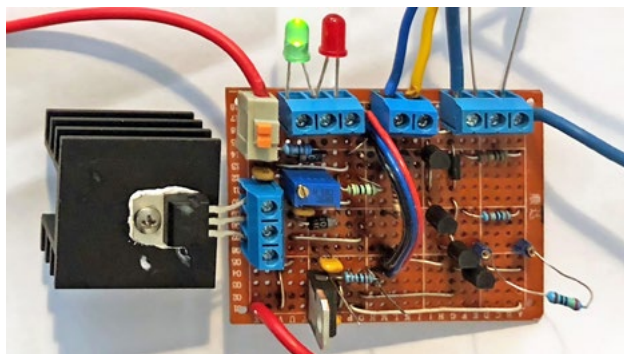
Licznik

Budowę licznika dziesiętnego symbolicznie pokazuje **rysunek 3**. Rzeczywisty układ 74LS90 ma wyprowadzenia do zerowania oraz ustawiania licznika



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

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



Wspólnie projektujemy: rozbudowa zasilacza LM317

W cyklu konkursowym **Wspólnie projektujemy** realizujemy zasilacz warsztatowy. Wprowadzeniem był artykuł: Projektowanie zasilacza liniowego. Rozważania wstępne. Dalsze informacje są tutaj. A poniżej przedstawione jest zadanie konkursowe YK007 dotyczącego monitorowania napięcia i prądu.

Zaprojektowanie nawet prostego zasilacza wcale nie jest tak łatwym zadaniem, jak mogłoby się wydawać. Dlatego projektowanie praktycznie użytecznego zasilacza warsztatowego rozłożyliśmy na kilka etapów. Rozwiązany już konkurs YK001 dotyczył podstawowego schematu stabilizatora napięcia. W ZE 7/2023 przedstawione było rozwiązanie konkursu YK005 dotyczące realizacji obwodu ogranicznika prądowego. W tych kwestiach mamy więc już jasność, a zgodnie z zapowiedzią, w następnej kolejności, w ramach dalszej rozbudowy zasilacza, chcemy dodać obwody pomiaru aktualnego napięcia i prądu wyjściowego. W praktyce jest to bardzo ważne.

Warto wiedzieć, jakie jest aktualne napięcie wyjściowe, ale w praktyce znacznie ważniejsza jest informacja o prądzie, który z zasilacza pobiera dołączony układ.

Monitorowanie napięcia i prądu można zrealizować na wiele sposobów. Na przykład z użyciem mierników wskazówkowych, które mają istotne zalety. Wiele osób preferuje mierniki wskazówkowe nie tylko z sentymentu.

Jednak dziś dostępnych jest mnóstwo gotowych modułowych mierników cyfrowych. Można wykorzystać dwa oddzielne mierniki albo jeden podwójny.

Możliwości jest wiele. Można tak zaprojektować układ monitora napięcia i prądu, żeby ani trochę nie zakłócał działania samego zasilacza – w tym celu prąd można mierzyć jako spadek napięcia na rezystorze ogranicznika prądu, który jest włączony poza pętlą stabilizacji napięcia. Pomiary można też zrealizować prościej, kosztem pewnych niewielkich kompromisów. Co Ty zaproponujesz?

Zadanie konkursowe YK007 brzmi:

Zaproponuj sposób pomiaru napięcia i prądu wyjściowego prostego zasilacza warsztatowego ze stabilizatorem LM317.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca sierpnia 2023 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania zająć się tylko schematem,

a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 11/2023 czasopisma **Zrozumieć Elektronikę**.

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

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

STANDARD ELECTRICAL SPECIFICATIONS						
GLOBAL MODEL	HISTORICAL MODEL	POWER RATING ⁽³⁾ $P_{85^{\circ}\text{C}}$ W	LIMITING ELEMENT VOLTAGE MAX. ⁽¹⁾ V	TEMPERATURE COEFFICIENT $\pm$ ppm/ $^{\circ}\text{C}$	TOLERANCE $\pm$ %	RESISTANCE RANGE Ω
PTF51	PTF-51	0.05	200	5, 10, 15	0.02, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1	15 to 100K
PTF56	PTF-56	0.125	300	5, 10, 15	0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1	15 to 500K
PTF65	PTF-65	0.25	500	5, 10, 15	0.05, 0.1, 0.25, 0.5, 1	15 to 1M

PERFORMANCE		
TEST	CONDITIONS OF TEST	TEST RESULTS (TYPICAL TEST LOTS)
Life (at Standard Power Ratings)	MIL-PRF-55182 Paragraph 4.8.18 1000 h rated power at +85 $^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 0.04$ %
Thermal Shock	MIL-STD-202, Method 107 -55 $^{\circ}\text{C}$ to +85 $^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 0.02$ %
Short Time Overload	MIL-R-10509, Paragraph 4.7.6	$\leq \pm 0.01$ %
Low Temperature Operation	MIL-PRF-55182, Methods 4.8.10	$\leq \pm 0.02$ %
Moisture	MIL-PRF-55182, Paragraph 4.8.15	$\leq \pm 0.08$ %
Resistance to Soldering Heat	MIL-STD-202, Methods 210	$\leq \pm 0.02$ %
Damp Heat IEC 60068-2-3	56 days at 40 $^{\circ}\text{C}$ and 92 % RH	$\leq \pm 0.08$ %
Dielectric Withstanding Voltage	MIL-STD-202, Methods 301 and 105	$\leq \pm 0.01$ %

LOAD LIFE SHIFT VS. POWER RATING					
LOAD LIFE	CONDITIONS OF TEST	MAXIMUM ΔR (TYPICAL TEST LOTS)			
	MIL-PRF-55182 Paragraph 4.8.18 1000 h rated power at +85 $^{\circ}\text{C}$	$\leq \pm 0.04$ %	$\leq \pm 0.15$ %	$\leq \pm 0.5$ %	$\leq \pm 1.0$ %

Karty katalogowe, czyli... opis niedoskonałości elementów

Warto wiedzieć, że większość informacji z kart katalogowych *nie jest opisem działania* elementów, tylko *jest opisem niedoskonałości* tych elementów. Aby nie zaplątać się w licznych skomplikowanych szczegółach, warto też spojrzeć na karty katalogowe w sposób przedstawiony w poniższym artykule.

Główne odmiany kart katalogowych

Idealne elementy, które nie mają parametrów

Parametry idealnych diod

Parametry idealnych modeli i elementów

Parametry idealnych tranzystorów

Elementy o specyficznych właściwościach

Układy scalone

W niniejszym artykule będziemy mówić głównie o elementach, które... nie mają parametrów. Ich omówienie znakomicie uzasadnia zaskakującą dla wielu tezę zawartą w tytule artykułu.

Oczywiście karty katalogowe nie są jedynie opisem niedoskonałości. Więcej niż połowę objętości wielu z nich zajmują informacje, powiedzmy handlowe. Dla elektronika są one nieistotne, ale są niezbędne dla zaopatrzeniowców i handlowców, pozwalają bowiem bez ryzyka pomyłek i niejasności zamówić dokładnie to, co trzeba.

Elektronik czasem też korzysta z danych „handlowych”, głównie w kwestii dostępnych odmian i opcji, ale najbardziej interesują go parametry techniczne.

Główne odmiany kart katalogowych

Na pytanie: *czym jest karta katalogowa*, większość z nas odpowie, że *karta katalogowa opisuje dany element*. W zasadzie tak, ale...

Bardzo często po kartę katalogową sięgamy tylko po to, żeby sprawdzić jaką funkcję mają wyprowadzenia – nóżki, np. stabilizatora LM317 czy AMS1117 albo układu scalonego 74HC132 czy NE5532. Jednak często chcemy się dowiedzieć więcej...

Aby uporządkować obraz zagadnienia warto podzielić karty katalogowe na dwie, a może nawet trzy podstawowe grupy.

Jedna grupa to karty, które głównie opisują działanie elementu. Przykładem – mikroprocesory.

Weźmy kartę katalogową popularnego mikroprocesora, a właściwie mikrokontrolera jednodukładowego ATmega328P. Jak pokazuje **rysunek 1**, karta zawiera 294 strony, z których większość **opisuje budowę, strukturę wewnętrzną oraz szczegóły działania tego elementu**.

Można podać mnóstwo innych przykładów, gdzie też zdecydowana większość materiału w karcie katalogowej opisuje budowę i działanie. Do takich kart możemy wrócić w innych artykułach tej serii, ale teraz chcemy się skupić na innych.

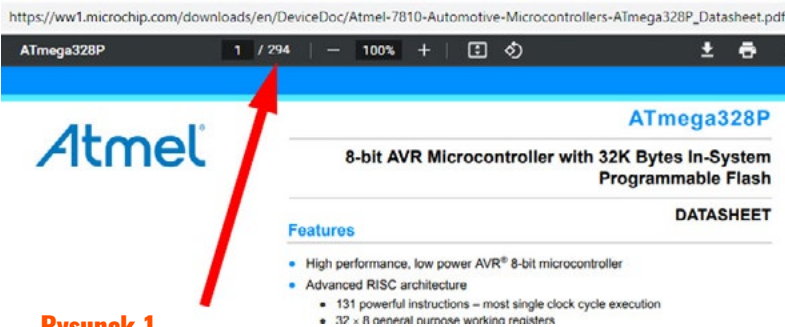
Otóż na przeciwnym biegunie są karty katalogowe wielu elementów, które w ogóle **nie zawierają opisu działania, a prawie cała treść merytoryczna karty katalogowej to opis ograniczeń i niedoskonałości**. Oczywiście takie karty zawierają też jakieś informacje handlowe, choćby sposób zamawiania i dostępne opcje dotyczące montażu.

Przykładem jest choćby karta katalogowa jakiegoś popularnego rodzaju rezystorów – przykład rezystorów węglowych tajwańskiego wytwórcy znajdziesz na **rysunku 2**. Karta ma tylko jedną stronę i nie ma w niej ani słowa o tym jak działa i jak jest zbudowany rezystor. Oprócz informacji handlowych, są tylko niezbyt liczne parametry, które w istocie opisują niedoskonałości i ograniczenia.

Gdy weźmiemy kartę katalogową precyzyjnego rezystora wysokiej klasy (**fotografia tytułowa**) – znajdziemy w niej dużo więcej informacji o niedoskonałości i ograniczeniach niż w karcie popularnych „zwykłych” rezystorów. **Rysunek 3** to fragment karty katalogowej metalowych (metal film) **rezystorów Vishay MBB**, która na 14 stronach zawiera dużo więcej informacji merytorycznych. A do tego oczywiście mnóstwo informacji handlowych o dostępnych typach i opcjach. Do precyzyjnych rezystorów będziemy często wracać na łamach czasopisma ZE.

Inny przykład to tranzystory. W ich kartach katalogowych też nie ma ani słowa o działaniu ani o wewnętrznej budowie. Jest natomiast mnóstwo parametrów w tabelach i na wykresach – w istocie też jest to głównie opis niedoskonałości i ograniczeń. Jeśli chcesz, wstępnie zapoznaj się z kartą katalogową tranzystorów BD243 różnych wytwórców.

Trzecia grupa to karty „pośrednie”, zawierające zarówno opis działania i możliwości, jak też parametry, czyli w sumie ograniczenia, między innymi transoptorów, stabilizatorów, przetwornic i różnego rodzaju wzmacniaczy. Przykładem może być zawierająca 25 stron karta katalogowa popularnej **przetwornicy obniżającej LM2596**.



Rysunek 1

Carbon Film Resistors - CR/FCR Series

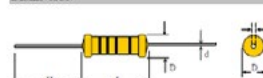
FEATURES

- Industry's lowest cost
- Excellent long term stability
- Used in all kinds of application
- Standard Value: 1000-100MΩ in E24 series
- Standard tolerance: $\pm 5\%$ (available $\pm 2\%$)
- Body Color: yellow-brown (tape)
- Color band marking
- Flameproof of coating available (As FCR-S type)
- Mini size available (As CR-S type)
- Operating Temperature: -55°C to $+125^{\circ}\text{C}$

MATERIAL

- Element: Deposited Carbon Film
- Core: High Purity Ceramic Al₂O₃
- Termination: Standard solder-plated copper lead
- Coating: Epoxy (FCR is grey silicone)

DIMENSION



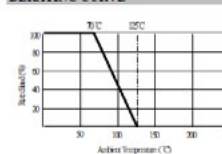
GENERAL SPECIFICATION

TYPE	DIMENSION (mm)			POWER RATING	MAXIMUM WORKING VOLTAGE*	MAXIMUM OVERLOAD VOLTAGE**	RESISTANCE RANGE
	L	D	H				
CR125	3.2 $\pm$ 0.2	1.6 $\pm$ 0.2	28 $\pm$ 1.0	0.43	140V	250V	10 $\sim$ 10MΩ
CR025	6.0 $\pm$ 0.5	2.3 $\pm$ 0.3	28 $\pm$ 1.0	0.55	140V	250V	0.47Ω $\sim$ 22MΩ
CR050	9.0 $\pm$ 0.5	3.0 $\pm$ 0.5	28 $\pm$ 1.0	0.63	170V	350V	0.47Ω $\sim$ 22MΩ
CR100	11 $\pm$ 1.0	4.0 $\pm$ 0.5	35 $\pm$ 3.0	0.73	1W	500V	0.47Ω $\sim$ 22MΩ
CR200	15 $\pm$ 1.0	5.0 $\pm$ 0.5	35 $\pm$ 3.0	0.73	2W	500V	0.47Ω $\sim$ 22MΩ
CR300	17 $\pm$ 1.0	6.0 $\pm$ 0.5	35 $\pm$ 3.0	0.73	3W	500V	0.5Ω $\sim$ 22MΩ

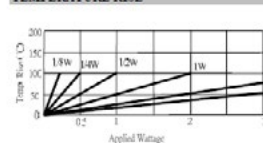
* Maximum Working Voltage determined by $E=\sqrt{P \times R}$, where E should not exceed value listed in column above.

** Maximum Overload Voltage equals to 2.5xL, but should not exceed value listed in column above.

DERATING CURVE



TEMPERATURE RISE



CHARACTERISTIC

Temperature Coefficient	$\pm 50\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ ($\pm 100\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$) $\pm 800\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$
Insulation Resistance	10,000MΩ Min
Load Life (1000 hours)	$\pm 1\%$ typical, $\pm 5\%$ Max
Shorttime Overload	$\pm 1.0\%$ Max
Temperature Cycling	$\pm 1.0\%$ Max
Moisture Resistance	$\pm 5.0\%$ Max
Shock & Vibration	$\pm 0.5\%$ Max or 0.5Ω
Effect of Soldering	$\pm 0.5\%$ Max or 0.5Ω

* Total maximum resistance change is $\Delta R \leq 0.01R$

HOW TO ORDER :

CR125	CR025	CR050	CR100	CR200	CR300
Type/Power	Tol.	Package	Resistance		
CR125	$\pm 5\%$	B-Bulk	10R = 10Ω		
CR025		TR=Type/val	10R = 1.0KΩ		
CR050		TR=Type/val	1M = 1MΩ		
CR100		Lead forming			
CR200		M			
CR300		MM			

HITANO ENTERPRISE CORP.

Tel: (886) 2-2299 1331 Fax: (886) 2-2298 2466

Rysunek 2

* Rd., Wo Ku Industrial Park, Taipei Hsien, Taiwan E-mail: info@hitano.com.tw



MBA/SMA 0204, MBB/SMA 0207, MBE/SMA 0414 - Professional

www.vishay.com

Vishay Beyschlag

Professional Metal Film Leaded Resistors



FEATURES

- CECC version (IECQ-CECC approved according to EN 140101-806)
- Excellent overall stability: class 0.25
- Wide ohmic range: 0.22 Ω to 22 MΩ
- AEC-Q200 qualified available (1)
- Radial version available for MBB/SMA 0207
- Alternative termination wires available e.g. weldable wire (MBA/SMA 0204 only)
- Material categorization: for definitions of compliance please see www.vishay.com/doc799912

Note

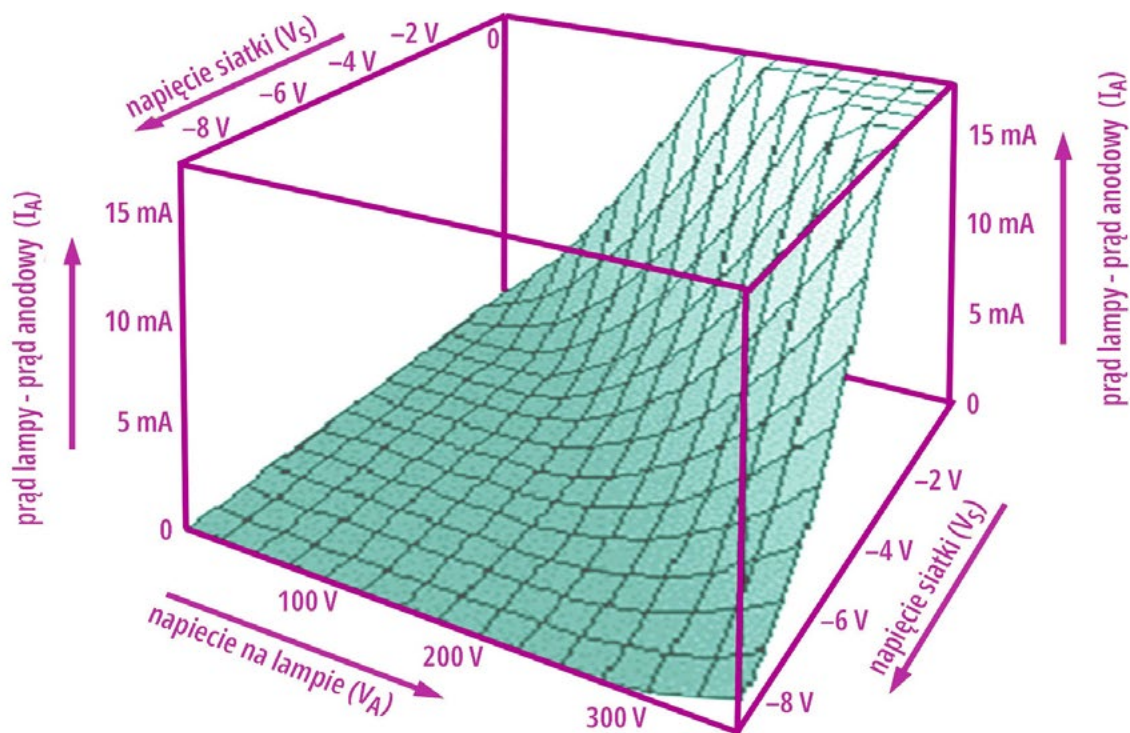
(1) AEC-Q200 qualified parts are available per tables "Temperature Coefficient and Resistance Range".

Rysunek 3

Niestety, zbyt często nie pamiętamy, że **parametry to w istocie opis ograniczeń** i właśnie to bywa jedną z głównych przyczyn kłopotów z analizą kart

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

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



Lampy elektronowe: kluczowe parametry i charakterystyki

W artykule przedstawione są ogromnie ważne informacje wprowadzające, absolutnie niezbędne dla każdego, kto choć trochę interesuje się lampami elektronowymi. W przystępny sposób omówione są właściwości, charakterystyki oraz podstawowe parametry lamp, a konkretnie triod.

Co to jest punkt pracy lampy?

Parametry stałoprądowe i zmiennoprądowe lamp

Właściwości dynamiczne – zmiennoprądowe lampy

Lampa jako wzmacniacz sygnałów

Tematyka lamp elektronowych jest bardzo szeroka. Trzeba zagłębiać się w nią stopniowo. Realizujemy to w szeregu artykułów. Niniejszy artykuł jest dopełnieniem praktycznego projektu: **Pomiar parametrów lamp – szybko, łatwo i przyjemnie.**

Poniżej znajdziesz kluczowe informacje dotyczące charakterystyk i doboru punktu pracy. Nie jest to wcale trudne, trzeba tylko zrozumieć podstawy.

Co to jest punkt pracy lampy?

Dla wielu początkujących coś takiego jak „dobór punktu pracy lampy” wydaje się zadaniem z pogranicza magii. A może nawet nie z pogranicza – niektórzy uważają, że to czysta czarna magia.

Tymczasem chodzi o kwestie, które można łatwo zrozumieć. Zrozumieć i bez żadnych obaw eksperymentować, aby sprawdzić, jak zmiany punktu pracy wpływają na dźwięk. **Także i Ty możesz z powodzeniem dobierać punkty pracy lamp!** Zajmiemy się tym już niedługo, ale na razie rozszyfrujemy nie dla wszystkich jasną definicję.

Otóż jeżeli realizujemy lampowy (przed)wzmacniacz i chcemy uzyskać „lampowy dźwięk”, to interesują nas właściwości dotyczące przebiegów *zmiennych*. Jednak wynikają one głównie z tego, jakie napięcia *stałe* występują na elektrodach lampy i jakie prądy *stałe* w niej płyną (a także z wielkości przetwarzanego sygnału zmiennego).

Najprościej biorąc: **punkt pracy lampy to wartości stałych napięć i prądu**, przy których pracuje lampa. „Właściwości dźwiękowe” wzmacniacza są wyznaczone głównie przez punkt pracy, czyli przez wartości napięć i prądów *stałych*.

Przed wszystkim trzeba zdemaskować całkowicie fałszywe wyobrażenie, iż każda lampa ma jakiś jeden „idealny punkt pracy, który trzeba znaleźć, by grała ona najlepiej”! Nie ma jednego jedyne, idealnego czy optymalnego punktu pracy. Określony wpływ lampy na przetwarzany sygnał i dźwięk w głośnikach można uzyskać w wielu punktach pracy.

Jak najbardziej warto wypróbować właściwości dźwiękowe lampy pracującej w różnych punktach pracy. I nie jest to wcale trudne.

Jednak mniej zaawansowanych określenie „dobór punktu pracy” mocno straszy, bowiem kojarzy się z katalogowymi charakterystykami lampy i narysowanymi na nich tajemniczymi dodatkowymi liniami i punktami. Dojdziemy i do tego – nie jest to aż tak skomplikowane, jak się wydaje.

Parametry stałoprądowe i zmiennoprądowe lamp

Punkt pracy lampy dotyczy głównie kwestii stałoprądowych. Niezbyt dobrze to widać na katalogowych charakterystykach lampy (przejściowej i wyjściowej). Mówimy o charakterystykach w liczbie mnogiej, ale właściwie są one uproszczonym zobrazowaniem jednej prawdziwej charakterystyki lampy, którą należałoby przedstawić jako wykres trójwymiarowy. Dlatego warto zacząć od **rysunku 1**, gdzie pokazana jest przykładowa charakterystyka triody.

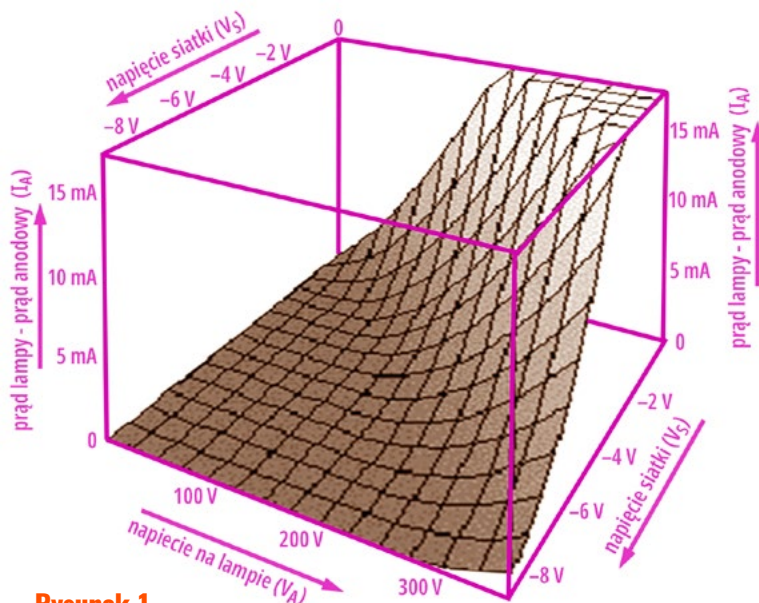
To jest naprawdę bardzo proste: **prąd lampy (prąd anodowy) zależy zarówno od napięcia siatki (napięcia siatka – katoda), jak też od napięcia na lampie (napięcia między anodą i katodą)**.

Na tym obrazku charakterystyka triody to powierzchnia w przestrzeni. Co bardzo ważne, nie widać tu jakichś szczególnych, wyróżnionych punktów tej powierzchni – charakterystyki. Podkreślam to, ponieważ niektórzy wyobrażają sobie, że we wzmacniaczu audio trzeba w niepojęty i tajemniczy sposób znaleźć jakiś jeden jedyne, optymalny, czyli najlepszy punkt pracy, coś na wzór poszukiwań świętego Graala. Na rysunku 1 na pewno trudno się doszukać, gdzie miałyby leżeć taki idealny punkt. Spoczynkowy punkt pracy lampy to dowolny punkt tej powierzchni, czyli wyznaczające ten punkt konkretne wartości: napięcia siatki i napięcia na lampie, co wyznacza ja-

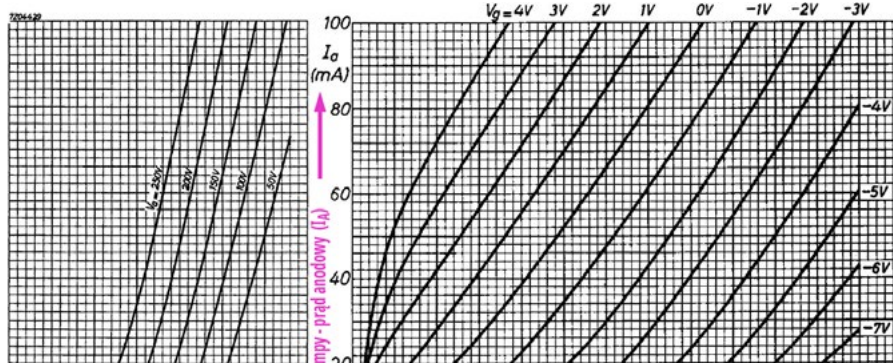
tej powierzchni – charakterystyce, bo przecież danemu napięciu siatki i danemu napięciu na lampie odpowiada jedna wartość prądu.

Najważniejsze jest coś innego: otóż bardziej czy mniej świadomie możemy spoczynkowy punkt pracy triody o takiej charakterystyce ustawić w dowolnym punkcie tej powierzchni – jej charakterystyki.

Podczas pracy zmienny sygnał (audio), czyli napięcie podane na siatkę, niejako spowoduje drgania, oscylacje, przemieszczanie się tam i z powrotem tego punktu pracy na powierzchni – charakterystyce. Wielkość przemieszczania zależy od amplitudy przebiegu zmiennego. Zmiany napięcia siatki będą powodować zmiany prądu anodowego, a także napięcia na lampie, ponieważ lampa włączona jest w szereg z rezystorem lub rezystorami. Zmiany prądu niewątpliwie będą powodować zmiany napięcia na rezystorze (rezystorach), a tym samym napięcia na lampie. Można to przedstawić na przestrzennej charakterystyce z rysunku 1, a częściej robi się to na charakterystykach katalogowych, takich jak pokazuje **rysunek 2**. Oczywiście nie są to jakieś inne charakterystyki.



Rysunek 1



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

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

IXYS

Advance Technical Information

Trench2™ GigaMOS™
Power MOSFET
 N-Channel Enhancement Mode
 Avalanche Rated
 Fast Intrinsic Diode

IXTK600N04T2
IXTX600N04T2

$V_{DSS} = 40V$
 $I_{D25} = 600A$
 $R_{DS(on)} \leq 1.5m\Omega$

Symbol	Test Conditions	Maximum Ratings	
V_{DSS}	$T_J = 25^\circ C$ to $175^\circ C$	40	V
V_{DGR}	$T_J = 25^\circ C$ to $175^\circ C$, $R_{GS} = 1M\Omega$	40	V
V_{GSM}	Transient	± 20	V
I_{D25}	$T_C = 25^\circ C$ (Chip Capability)	600	A
$I_{L(RMS)}$	External Lead Current Limit	160	A
I_{DM}	$T_C = 25^\circ C$, Pulse Width Limited by T_{JM}	1600	A
I_A	$T_C = 25^\circ C$	200	A
E_{AS}	$T_C = 25^\circ C$	3	J
P_D	$T_C = 25^\circ C$	1250	W
T_J		-55 ... +175	$^\circ C$
T_{JM}		175	$^\circ C$
T_{stg}		-55 ... +175	$^\circ C$
T_L	1.6mm (0.062 in.) from Case for 10s	300	$^\circ C$

TO-264 (IXTK)

PLUS247 (IXTX)

G = Gate D = Drain
 S = Source Tab = Drain

Tranzystor MOSFET: ideały i rzeczywistość

Oto pierwszy z serii artykułów o tranzystorach MOSFET, przypominający ich najważniejsze właściwości. Zawiera ogromnie ważne informacje na temat idealnych i realnych parametrów tych najważniejszych dziś elementów, na których opiera się cała współczesna elektronika.

Idealny MOSFET

Parametry, czyli wynik niedoskonałości

Maksymalne napięcie bramki V_{GS}

Maksymalne napięcie pracy V_{DSS}

Związek napięcia V_{DSS} i rezystancji $R_{DS(on)}$

Historycznie wcześniejsze są tranzystory bipolarne PNP i NPN, ale dziś absolutnie najpopularniejsze są tranzystory MOSFET. Dostępnych jest nieprzeliczone mnóstwo typów MOSFET-ów. Aby sensownie wykorzystać te tranzystory, trzeba najpierw zrozumieć sens i praktyczne znaczenie ich parametrów.

Ten materiał przeznaczony jest dla osób bardziej zaawansowanych. Natomiast podstawowe informacje o tych tranzystorach opisane są w artykule [Co to jest? Tranzystor MOSFET](#) z serii *O elektronice przystępnie*.

Niniejszy cykl przeznaczony jest dla praktyków, jednak **w tym artykule przypomniane są ważne zagadnienia podstawowe, ułatwiające przejście od podręcznikowej teorii do praktyki**.

Ponieważ w poniższym artykule omawiane są katalogowe parametry MOSFET-ów, warto wcześniej

zapoznać się z artykułem [Elementy, ich parametry oraz karty katalogowe](#) wprowadzającym w to zagadnienie.

Kontynuacją niniejszego materiału jest artykuł o wymownym tytule [Tranzystor MOSFET: kluczowe niedoskonałości](#). W artykule [Tranzystory MOSFET: parametry na przykładzie IRF3205](#) omówione są parametry tranzystorów MOSFET w ujęciu praktycznym, na konkretnym przykładzie dość popularnego tranzystora dużej mocy typu IRF3205. Planowane są też artykuły omawiające dobór tranzystorów z wykorzystaniem oferty rynkowej, na przykładzie znanego dystrybutora, jakim jest krajowa firma TME.

Artykuł [Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET](#) pokazuje proste sposoby pomiaru parametrów w celu odróżnienia oryginałów od, niestety coraz popularniejszych, podróbek. To dziś jest ogromnie ważne!

Idealny MOSFET

W kartach katalogowych MOSFET-ów znajdziemy mnóstwo parametrów, tabel schematów i rozmaitych wykresów, co zniechęca nie tylko początkujących. Dlatego zanim zaczniemy te katalogowe parametry omawiać, naprawdę warto zastanowić się nad właściwościami hipotetycznego idealnego MOSFET-a i porównać z takim ideałem realnie dostępne dziś elementy. Wnioski są zaskakujące!

Zanim przeczytasz dalszą część artykułu zastanów się: jakie parametry miałyby idealny MOSFET?

Pomyśl, nie żałuj na to czasu, bo to bardzo ważna kwestia. Potem czytaj dalej.

...

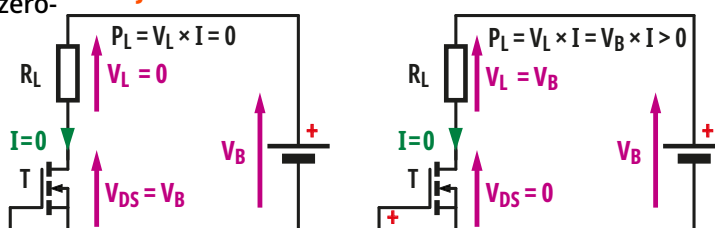
Otóż większość MOSFET-ów pracuje w roli przełączników: są albo całkowicie zatkane, albo w pełni otwarte. Idealny MOSFET pracujący w roli przełącznika powinien mieć nieograniczone, nieskończone wielkie maksymalne napięcie pracy V_{DS} ($V_{(BR)DS}$). Wtedy mógłby pracować przy napięciach nawet kilowoltów, ale równie dobrze przy napięciach rzędu kilku woltów.

W idealnym tranzystorze prąd drenu I_D mógłby być nieograniczony, nieskończenie wielki. Dlatego idealny MOSFET powinien mieć rezystancję w stanie pełnego otwarcia $R_{DS(on)}$ równą zero. Wtedy prąd drenu I_D , płynący przez tę zerową rezystancję nie powodowałby spadku napięcia, a więc nie powodowałby związanych z tym strat cieplnych i nie podwyższałby temperatury tranzystora.

Idealny MOSFET musiałby być nieskończenie szybki, czyli przełączenie od stanu zatkania do stanu pełnego przewodzenia powinno następować w czasie nieskończenie krótkim. Aby tak było, równe zero powinny być szkodliwe wewnętrzne pojemności, które w rzeczywistych MOSFET-ach ograniczają maksymalną częstotliwość przełączania oraz są przyczyną dodatkowych strat cieplnych.

MOSFET-y jako elementy unipolarne z zasady działania są bardzo szybkie i można byłoby je przełączać niewyobrażalnie szybko. Ale właśnie tylko wtedy, gdyby wspomniane szkodliwe pojemności wewnętrzne były równe zero.

Podczas pracy, w tym podczas przełączania idealnego MOSFET-a o zerowej rezystancji $R_{DS(on)}$ i zerowych wewnętrznych pojemnościach nie wydzielaliby się żadne straty cieplne. Przy pracy impulsowej nie byłoby mowy o żadnej mocy maksymalnej, czy kwestiach termicznych, ponieważ nie byłoby żadnych strat mocy, co ilustruje rysunek 1.



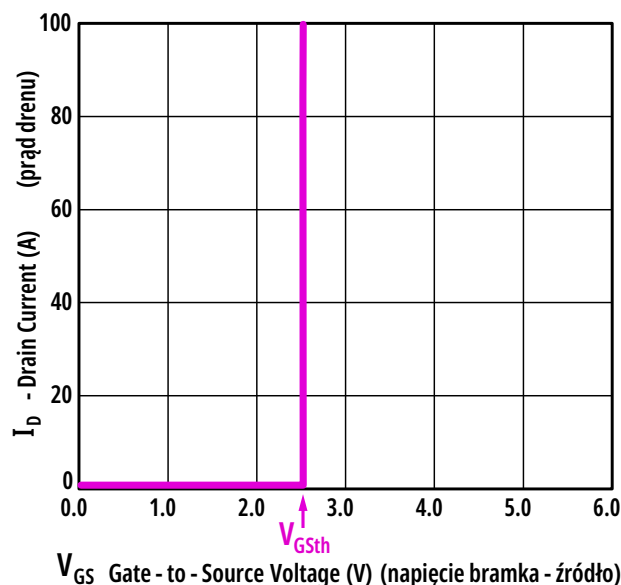
getyczną równą 100% i w ogóle by się nie grzała. Impulsowy wzmacniacz mocy audio z idealnymi elementami też miałby sprawność 100% i w ogóle by się nie grzał. Nie byłoby żadnych problemów z mocą i temperaturą.

A jeśli chodzi o parametry: taki **idealny MOSFET przełączający miałby tylko jeden parametr** – napięcie progowe $V_{GS(th)}$. Przy napięciach bramki (V_{GS}) mniejszych od progowego $V_{GS(th)}$ byłby całkowicie zatkany, prąd drenu wynosiłby dokładnie zero. Zapewne już napięcie bramki niewiele wyższe od progowego $V_{GS(th)}$ powodowałoby pełne otwarcie i zmniejszenie rezystancji $R_{DS(on)}$ do zera.

Charakterystyka przejściowa wyglądałaby jak na **rysunku 2**, ale nie trzeba byłoby jej rysować, bo wystarczyłoby tylko podanie wartości napięcia progowego $V_{GS(th)}$ (w tym przypadku 2,5V).

Jeśli taki idealny MOSFET miałby być praktycznie użyteczny, to wartość tego napięcia progowego $V_{GS(th)}$ powinna wynosić kilka woltów, najlepiej połowę napięcia zasilania układu sterującego jego bramką. Jeśli sterownik byłby zasilany napięciem 5V, to próg przełączania MOSFET-a powinien wynosić właśnie 2,5 wolta. Wbrew pozorom, idealny MOSFET nie powinien mieć napięcia przełączania $V_{GS(th)} = 0$ V.

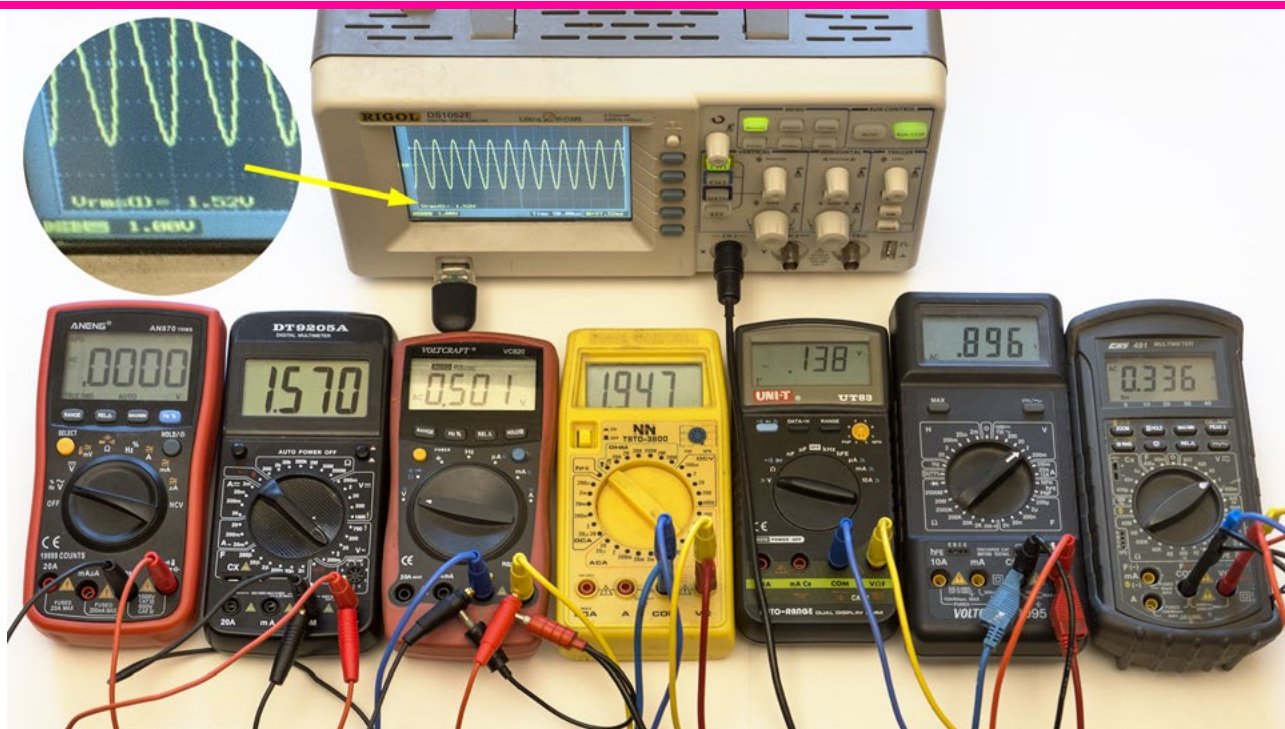
Transfer Characteristics (charakterystyka przejściowa)



Rysunek 2

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

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



Dokładność i precyzja w praktyce hobbysty

Wielu hobbystów w ogóle nie zwraca uwagi na dokładność i precyzję. Inni mają bardzo wysokie oczekiwania i fałszywe wyobrażenia w tej kwestii. Jeszcze inni wiedzą, że zagadnienie jest trudne, ale chcieliby przeprowadzać jak najbardziej precyzyjne pomiary. Artykuł naświetla ogólne tło zagadnienia.

Wrogowie dokładności i precyzji
Różne potrzeby, oczekiwania i wymagania
Jakie wielkości mierzy elektronik?
Idealne mierniki napięcia i prądu

Pomiary napięć zmiennych
Pomiary temperatury
Wzorce częstotliwości i czasu

Wśród hobbystów występują skrajne podejścia do, najogólniej mówiąc, kwestii dokładności. Początkujący nie są świadomi problemów – cieszą się, że do pomiarów wykorzystują rozmaite mierniki cyfrowe, które dają złudne przekonanie o dużej dokładności.

Niektórzy bardziej zaawansowani mają częściową świadomość problemu, ale niestety ich wyobrażenia w kwestiach precyzji i dokładności są wygórowane, nierealne w praktyce. Temat jest omawiany w szkole i na studiach, ale z hobbystami jest ten problem, że przytłaczająca większość nie ma dostępu do horrendalnie drogiego laboratoryjnego sprzętu pomiarowego o naprawdę dużej dokładności.

Hobbysta z reguły korzysta z różnych budżetowych mierników, a taki sprzęt właśnie z uwagi na niską cenę, musi mieć kompromisowe parametry.

Fotografia tytułowa pokazuje prosty przykład – próbę pomiaru napięcia zmiennego o znacznej częstotliwości (20 kHz). Niektóre multimetry w ogóle nie mierzą takiego sygnału. Inne wykazują duży błąd. Niektóre pokazują wynik bliski prawdy i nie zawsze są to przyrządy najdroższe. Najlepiej byłoby zbadać swój sprzęt w dobrym laboratorium, ale mało kto ma taką możliwość. Na łamach ZE będziemy pokazywać praktyczne przykłady, co w kwestii dokładności można uzyskać niewielkim kosztem w warunkach domowych.

Wrogowie dokładności i precyzji

Podstawowym wrogiem jest... brak pieniędzy, a ściślej – ograniczony budżet. Otóż najlepsze laboratoryjne multimetry kosztują ponad 10 000 dolarów czy euro, a za te 40...50 tysięcy złotych można kupić nienajgorszy samochód.

Natomiast najtańsze, najprostsze multimetry cyfrowe można kupić za kilkanaście złotych. Niewątpliwie stosowane są w nich najprostsze rozwiązania i najtańsze elementy. To musi odbić się na parametrach!

Początkujący niską cenę wiążą przede wszystkim z szeroką tolerancją wykorzystanych elementów, z produkcyjnym rozrzutem ich wartości. Głównie rezystorów. Jednak w kwestii wysokich parametrów multimetrów to nie tolerancja zastosowanych w nich elementów jest najważniejsza.

Na cenę multimetrów na pewno mają wpływ możliwości i dostępne zakresy pomiarowe, co sygnalizuje fotografia tytułowa, jednak nie jest to zależność oczywista. O cenie multimetrów decyduje głównie dokładność i stabilność wskazań. Co ciekawe, **najwięcej płacimy nie tyle za dokładność, co właśnie za stabilność wskazań**, która niestety nigdy nie jest idealna. I tu dochodzimy do **dwóch największych problemów**: jednym są **zmiany temperatury**, drugim **zmiany parametrów związane ze starzeniem**, z upływem czasu. Właśnie dlatego lepsze przyrządy pomiarowe muszą być okresowo wzorcowane i kalibrowane. Będziemy do tego bardzo ważnego wątku często wracać.

Cena multimetru zależy też od innych czynników, co omawiałem w serii zaczynającej się od artykułu **Jaki multimetr dla elektronika?**

Różne potrzeby, oczekiwania i wymagania

Większość multimetrów wykorzystywanych przez hobbystów ma dokładność (cokolwiek to naprawdę znaczy) około 1 procenta, a przy niektórych pomiarach nawet do 5%. Można uznać, że to co wskazuje miernik może różnić się od prawdy o ten jeden do kilku procent.

W wielu typowych układach elektronicznych odchyłki czy rozrzuty rzędu 5% czy 10% są jak najbardziej akceptowalne. Hobbysta rzadko potrzebuje więc miernika o dokładności lepszej niż 1%. Jednak niekiedy potrzebuje – przykładem może być pomiar

<https://botland.com.pl/mierniki-universalne/22702-miernik-universalny-z-autozakresem-i-ncv-aneng-an870.html>

botland dru SZUKAJ ZALOGUJ KONTAKT SCHOWEK (0,00 ZŁ)

STRONA GŁÓWNA > NARZĘDZIA I ZASILANIE > URZĄDZENIA POMIAROWE > MIERNIKI UNIWERSALNE

MIERNIK UNIWERSALNY Z AUTOZAKRESEM I NCV - Aneng AN870
Indeks: GTK-22702

★★★★★ Zadaj pytanie Dodaj do schowka

Wielofunkcyjny multimetr firmy Aneng, dzięki któremu wykonasz szereg różnych pomiarów. Urządzenie posiada funkcję **automatycznego wyboru zakresu** pomiarowego, można też dokonać go ręcznie. Wyniki pomiarów wykonanych przez miernik prezentowane są na **podświetlanym wyświetlaczu LCD**. Oprócz tego model AN870 posiada wiele udogodnień: funkcja HOLD, funkcja MAX/MIN, funkcja REL, automatyczny wyłącznik oraz buzzer. Miernik zasilany jest dwiema bateriami AA (w zestawie).

229,00 zł
186,18 zł netto

✓ Dostępny
📦 Wysyłka 24h
🚚 Dostawa od 9,90 PLN
🔄 30 dni na zwrot

PayPo Zapłać za 30 dni

1 + - DODAJ DO KOSZYKA

Rysunek 1

Aby mieć pewność, że tak jest, do pomiaru należałoby wykorzystać miernik – woltomierz o dokładności lepszej niż 1%, najlepiej lepszej o rząd wielkości, czyli 0,1%. A to nie będzie popularny miernik za kilkanaście czy kilkadziesiąt złotych.

Dlatego każdy elektronik hobbysta powinien mieć przynajmniej jeden lepszy multimetr, co dziś nie jest wcale tak kosztowne jak było jeszcze do niedawna. Jednak wielu z nas chciałoby mierzyć z dokładnością lepszą, a nawet dużo lepszą niż 0,1% i to nie tylko napięcia stałe.

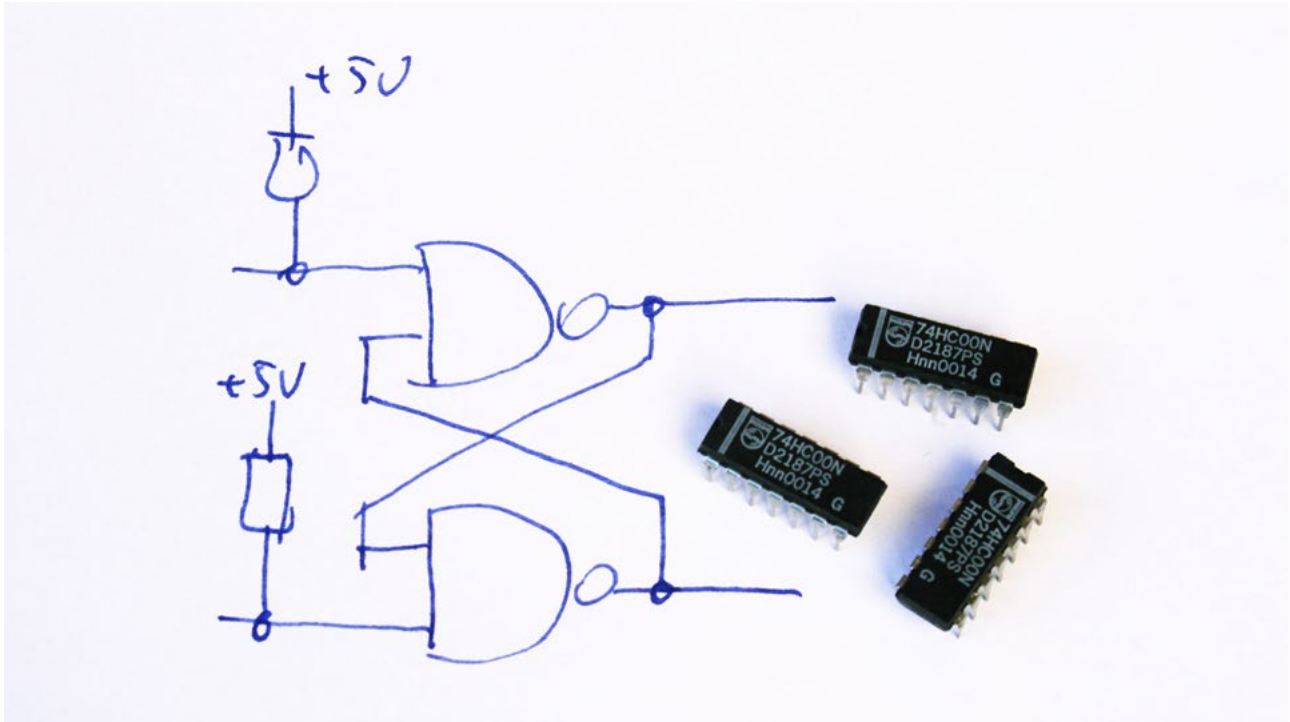
Dobra wiadomość jest taka, że na rynku jest sporo niedrogich multimetrów, których maksymalna dokładność jest lepsza niż 0,1%. Przykładem jest pokazany na **rysunku 1 Aneng AN870, w cenie nieco ponad 200 zł**. Przy pomiarze napięcia stałego błąd maksymalny to 0,05%. Inny przykład to pokazany na **fotografii 2 Owon B41 T+** o szerszych możliwościach (Bluetooth, autonomiczny rejestrator), **dostępny w bardzo dobrej cenie nieco ponad 400 zł brutto**.

To są przykłady godnych uwagi mierników, tanich jak na swoje możliwości. Maksymal-



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

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



Podstawy układów cyfrowych – układy sekwencyjne, część 1

Kolejnym stopniem wtajemniczenia są układy sekwencyjne, które bazują na różnego rodzaju przerzutnikach. Ten element to podstawa w budowie różnego rodzaju rejestrów, liczników oraz automatów synchronicznych. Co to jest przerzutnik? Zaczniemy od najprostszego: przerzutnik RS.

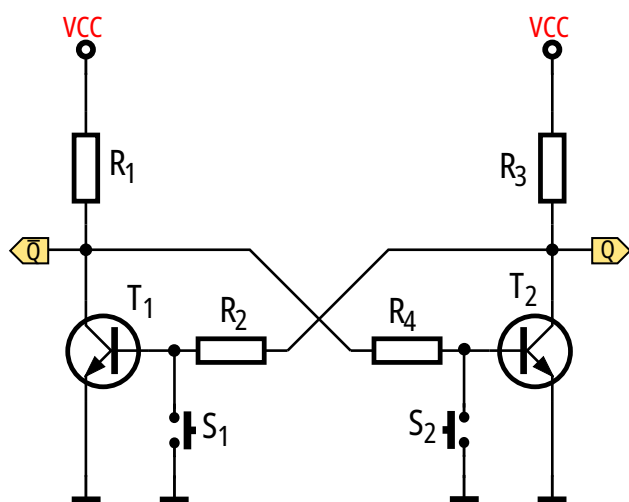
Co to jest przerzutnik
Dekompozycja przerzutnika

Cechy przerzutnika RS
Synchronizowany przerzutnik RS

Co to jest przerzutnik

W układach impulsowych występuje coś, co jest określane jako multiwibrator. Spośród kilku jego wariantów budowy swoją uwagę skupimy na wariancie bistabilnym (który ma dwa stany stabilne). Podstawowe jego rozwiązanie pokazuje schemat na **rysunku 1**. W stanie ustalonym na wyjściach (kolektorach tranzystorów T1 i T2) występują pewne stany logiczne.

Jeżeli stan na wyjściu zostanie oznaczony jako Q (kolektor tranzystora T2, rysunek 1), to wyjście po przeciwnej stronie będzie oznaczone jako zanegowane Q (kolektor tranzystora T1, ten sam rysunek). Odzwierciedla to jednocześnie stany logiczne występujące na tych wyjściach – będą miały wartości przeciwne.



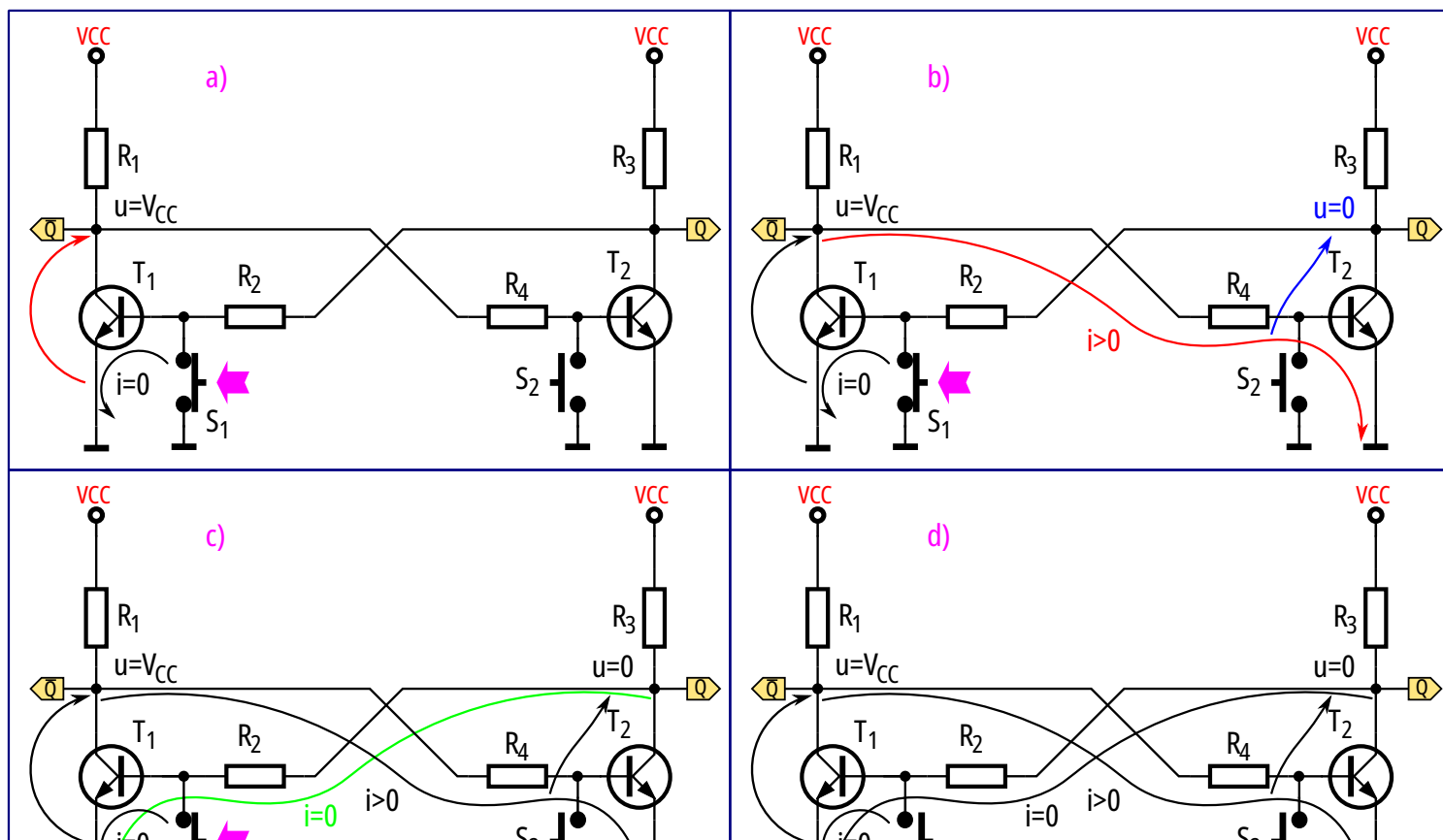
Rysunek 1

Co będzie się działo w układzie po naciśnięciu na przycisk S1 (**rysunek 2**)?

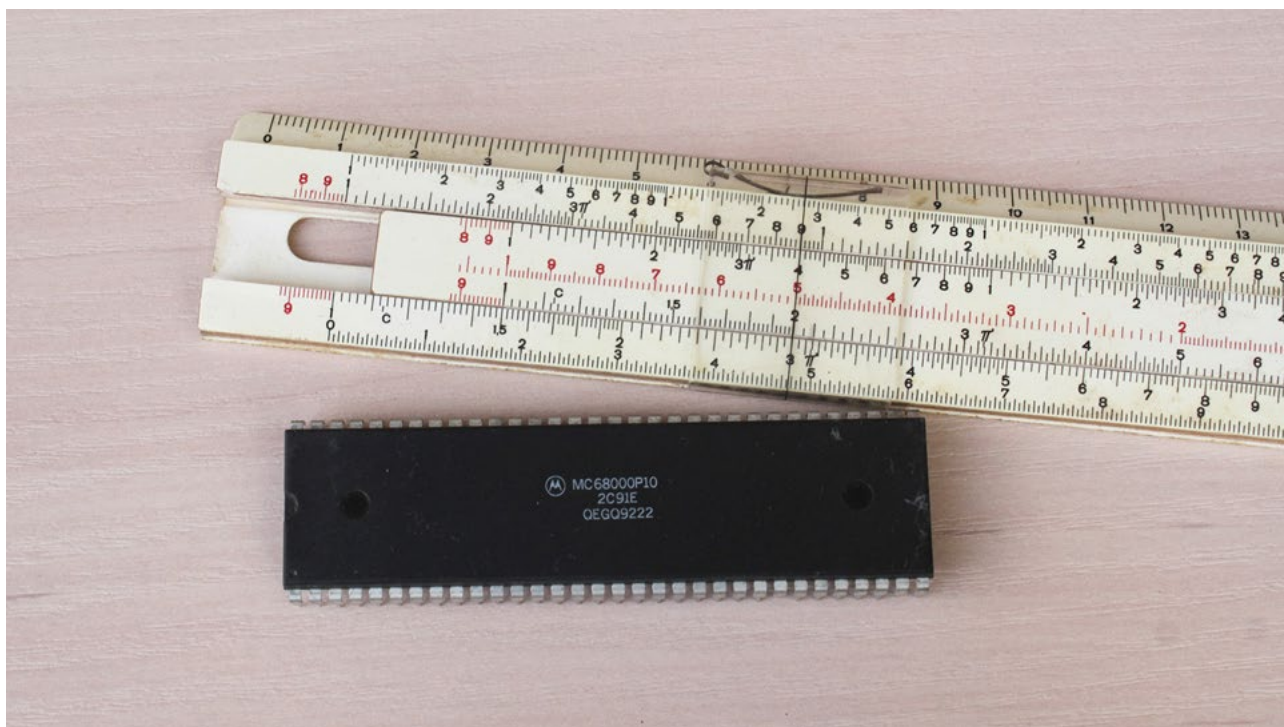
Sytuację pokazuje rysunek 2a. Spowoduje to brak wysterowania tranzystora T1: w obwodzie z elementami S1 i złącza baza-emiter tranzystora T1 nie popłynie prąd. To prowadzi do zatkania tranzystora T1 i jednocześnie pojawienia się na jego kolektorze napięcia bliskiego napięciu zasilającemu. To napięcie spowoduje przepływ prądu w obwodzie R4 i złącza baza-emiter tranzystora T2 (rysunek 2b). Jego skutkiem będzie nasycenie tranzystora T2 i pojawienie się na jego kolektorze napięcia bliskiego zeru. W wyniku tego tranzystor T1 zostaje zatkany (rysunek 2c). Ten stan wcześniej był wymuszony naciśnięciem przycisku S1, który w tej chwili może zostać zwolniony. Powstała sytuacja (rysunek 2 d) staje się stabilna. Występujące napięcia na kolektorach obu tranzystorów prowadzą do sytuacji, gdzie oba tranzystory będą się „wzajemnie podtrzymywać”. Można to interpretować w ten sposób, że naciśnięcie przycisku S1 wymusza stan wysokiego napięcia na kolektorze tranzystora T1, jednocześnie napięcia bliskiego zeru na kolektorze tranzystora T2. Oczywiście zagadnienie jest symetryczne: naciśnięcie przycisku S2 doprowadzi do rezultatu odwrotnego.

Warto zauważyć, że naciśnięcie jakiegokolwiek przycisku doprowadzi do powstania w układzie stanu wysokiego po stronie, gdzie znajduje się przycisk ($S1 \rightarrow T1$, $S2 \rightarrow T2$) bez względu na stan wcześniejszy. Powstał układ pełniący funkcję zapamiętywania stanu. W układach cyfrowych takie rozwiązanie jest określane jako przerzutnik: elementarna komórka zdolna do trwałego przechowywania informacji jednobitowej.

Nikt nikomu nie zabroni jednoczesnego naciśnięcia obu przycisków. To spowoduje wpisanie na oba wyjścia logicznej jedynki. Taka sytuacja jest w konflikcie z ideą działania przerzutnika, gdzie na wyjściach występują stany przeciwne. Jest to stan zabroniony (nie ze względów na możliwość uszkodzenia układu a jedynie na konflikt logiczny na wyjściu). Puszczanie obu przycisków spowoduje powrót „do normalności”. Jaka ona będzie? To zależy, nie da się tego przewidzieć, choć będzie ściśle zdeterminowana. Jednoczesne puszczenie obu przycisków „w świecie ludzi” jest inaczej postrzegane „w świecie kwantowym”. Zawsze któryś z przycisków będzie przytrzymany dłużej i to wpłynie na stan końcowy. Nawet jeżeli uda się rzeczywiście jednocześnie puścić oba przyciski, to również ustali się stan stabilny. Trudno jest



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



Zrozumieć mikroprocesory – operacje mnożenia

Operacje sumowania (odejmowania) realizuje jednostka ALU. Można uznać je za proste działania. Bardziej złożonymi są już operacje mnożenia lub dzielenia. Te są już wykonywane jako ciąg dodawań lub odejmowań. Pierwsze mikroprocesory robiły je programowo, jak one sobie radziły?

Mnożenie liczb bez znaku
Mnożenie liczb ze znakiem
Dzielenie liczb bez znaku

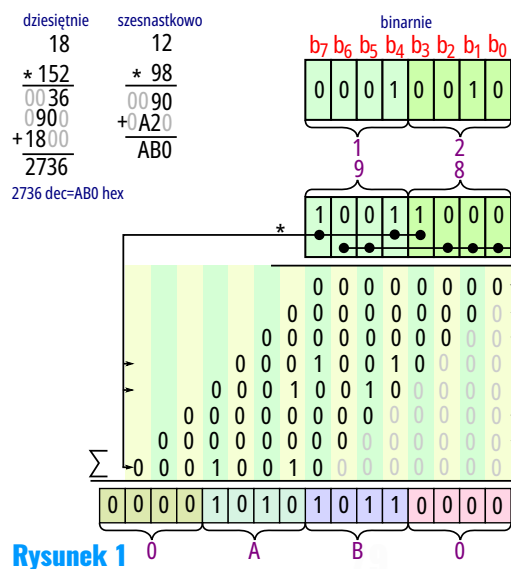
Dzielenie liczb ze znakiem
Na zakończenie

Kontynuując rozważania dotyczące arytmetyki układów mikroprocesorowych pora rozpocząć działania bardziej złożone. Operacje addytywne (dodawanie, odejmowanie) są wykonywane jakby „w jednym tacie” zegarowym. Inaczej sprawa przedstawia się w działaniach multiplikatywnych (mnożenie, dzielenie). Tu już by uzyskać oczekiwany efekt końcowy koniecznością staje się wykonanie szeregu kroków składających się z działań addytywnych. Obecnie zaawansowane mikroprocesory dysponują rozkazami nakazującymi realizację tych złożonych działań. Prostsze procesory, w szczególności wiele 8-bitowych mikrokontrolerów, musiały realizować te działania programowo.

Mnożenie liczb bez znaku

To podstawowa operacja jaką w swojej ofercie muszą mieć mikroprocesory. Sposób jej rozwiązania

opiera się na idei mnożenia pisemnego, której każdy z nas musiał się nauczyć w szkole podstawowej. Polega ona na sumowaniu odpowiednio przesuwanych w lewo o jedną pozycję bitową liczb, które są w a r t o ś c i ą mnożnej lub zerem w zależności od poszczególnych cyfr binarnych mnożnika. Ideą dla liczb 8-bitowych w kodzie NB pokazuje **rysunek 1**.



Wynik mnożenia dwóch liczb 8-bitowych jest liczbą 16-bitową. Wynika to z ośmiokrotnego (z tyłu bitów, z ilu składa się czynnik operacji) sumowania liczb przesuwanych arytmetycznie w lewo (co odpowiada mnożeniu przez 2). Wiadomo,

Jeżeli:

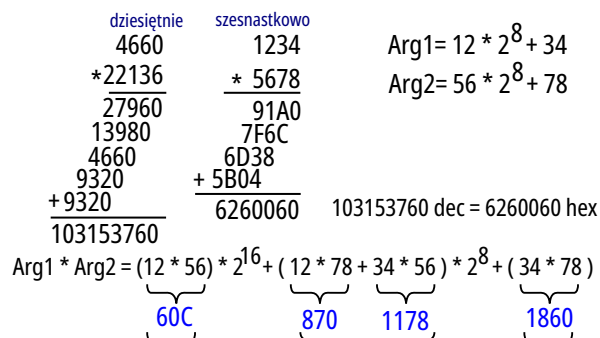
$$X_1 = X_h \cdot 2^8 + X_l$$

$$Y_1 = Y_h \cdot 2^8 + Y_l$$

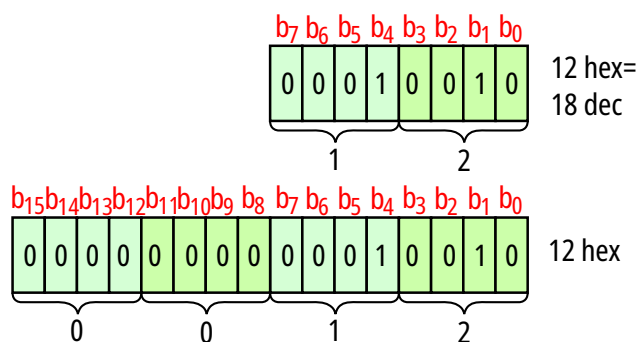
to:

$$X_1 \cdot Y_1 = (X_h \cdot 2^8 + X_l) \cdot (Y_h \cdot 2^8 + Y_l) = X_h Y_h \cdot 2^{16} + (X_h Y_l + X_l Y_h) \cdot 2^8 + X_l Y_l$$

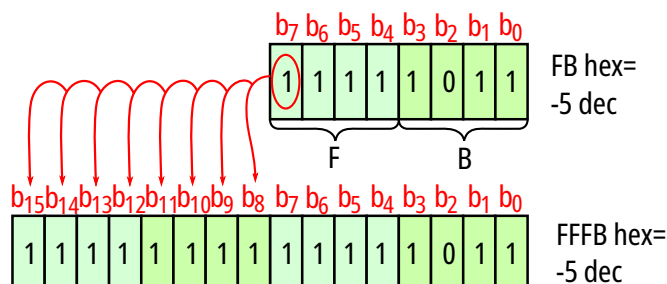
Rysunek 2



Rysunek 3



Rysunek 4



że procesory są w stanie przetwarzać liczby większe niż 8-bitowe w operacjach mnożenia. Jak zrobić to dla liczb 16-bitowych? Tu można zaproponować dwie koncepcje realizacji, jedna to identycznie jak dla liczb bajtowych, wykonać

działania w zakresie liczb 16-bitowych. Wymaga to już 32-bitowych rejestrów na wyniki pośrednie i wynik końcowy oraz 16 operacji dodawania liczb 32-bitowych. Pamiętając z poprzedniej części, że dodawanie 32-bitowe wymaga zwykłego dodawania oraz trzech dodawań z uwzględnieniem przeniesienia C, robi się już całkiem sporo operacji. Można zaproponować inne rozwiązanie. Liczbę 16-bitową można zapisać jak pokazuje **rysunek 2**, gdzie:

- y_h, x_h – to starszy bajt liczby 16-bitowej,
- y_l, x_l – to młodszy bajt liczby 16-bitowej.

Przykładową realizację mnożenia opartą na tej koncepcji pokazuje **rysunek 3**. W tym przypadku mamy mnożenie liczby 16-bitowej, bazujące na dostępności jedynie operacji 8-bitowej. Mnożąc 8-bitowo odpowiednie fragmenty liczb i realizując sumowanie odpowiednich części poszczególnych wyników działania, uzyskuje się finalny wynik. Należy tu pamiętać, że przy sumowaniu może wystąpić przeniesienie C, które również należy uwzględnić.

Mnożenie liczb ze znakiem

Dosyć podobnie realizowane jest mnożenie liczb w kodzie U2 (liczb ze znakiem). Jak już wspomniałem, wynik mnożenia liczb 8-bitowych mieści się na 16-bitach. To implikuje konieczność rozszerzenia liczb 8-bitowych do postaci liczb 16-bitowych. W przypadku kodu NB jest to wypełnienie starszej części liczby samymi zerami. Taka operacja również musi być wykonana przy mnożeniu liczb w kodzie U2. Tu powstają dwa przypadki: jeżeli liczba jest dodatnia, to jej rozszerzenie do postaci 16-bitowej sprowadza się do wyzerowania starszej części liczby (identycznie jak dla liczb w kodzie NB – przykładową operację pokazuje **rysunek 4**). Dla liczb ujemnych należy starszy bajt liczby wypełnić jedynekami – przykład ilustruje **rysunek 5**. Generalnie powieleniu podlega bit znaku liczby. W obu wariantach wartość liczby nie

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

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



Podstawy automatyki – pomiar poziomu

Z poprzednich artykułów wiemy już, jak można zmierzyć temperaturę i ciśnienie. Kolejnym ważnym pomiarem jest pomiar poziomu. Jak można sprawdzić wolne miejsce w kilkudziesięciometrowym silosie albo zbiorniku cieczy?

[Pomiar poziomu](#)
[Pomiary kontaktowe](#)

[Pomiary bezkontaktowe](#)

Pomiar poziomu

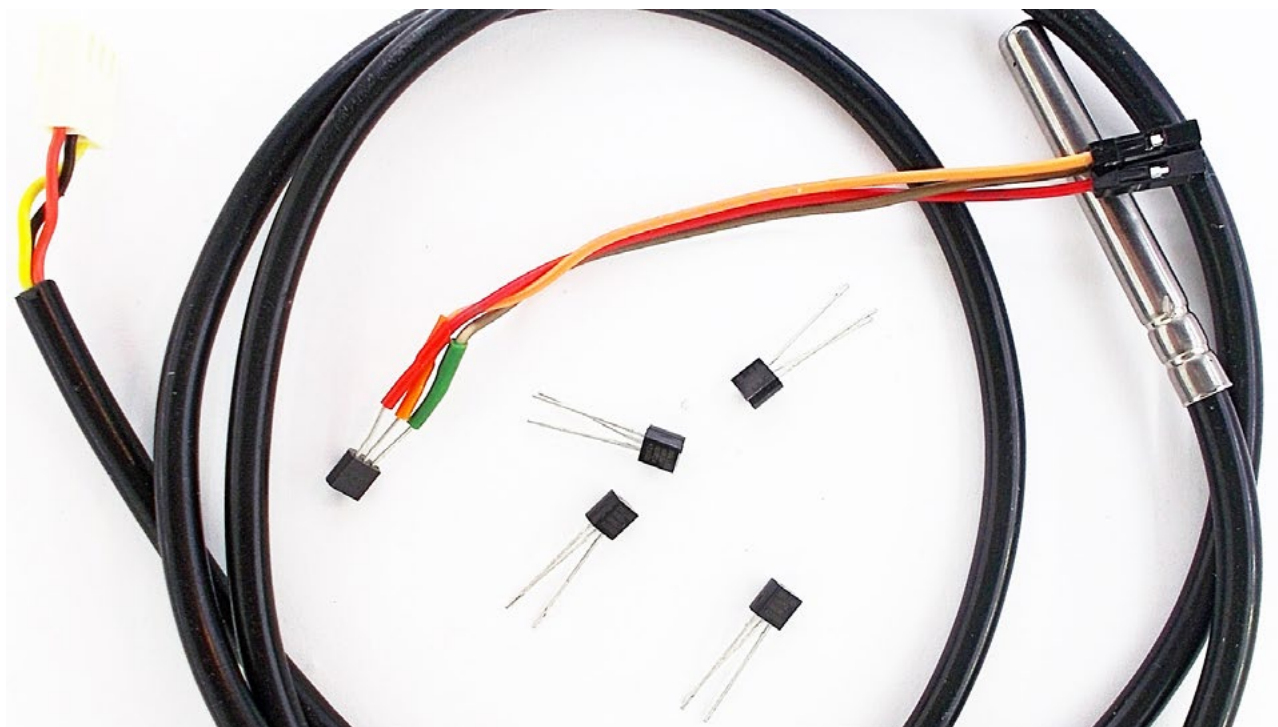
Pomiary poziomu, podobnie jak pomiary temperatury, mogą być wykonywane przez bezpośredni kontakt sondy z mierzonym medium, jak również metodą bezkontaktową. **Metody kontaktowe** oparte są na wszelkiego rodzaju pływakach i czujnikach zawieszonych na linach. **Metody bezkontaktowe** wykorzystują do pomiaru zjawisko echa, działają dzięki ultradźwiękom lub mikrofalom. Ponadto do pomiaru poziomu w zbiornikach cieczy można wykorzystać pomiar ciśnienia słupa cieczy, o czym było wspomniane w poprzednich artykułach z serii.

wartością z danego zakresu) oraz pomiary głównie poziomów **MINIMUM i MAXIMUM** (pomiary punktowe – generujące alarm w systemie sterowania).

Pomiary kontaktowe

Najprostszym pomiarem z wykorzystaniem metody kontaktowej jest pływak, unoszący się na powierzchni mierzonej substancji – cieczy. Pływaki najczęściej używane są z wyjściami stykowymi, jako pomiary poziomów alarmowych. Przesłanie pływak powoduje zadziałanie kontaktronu lub styku w sondzie (**fotografia 1** – źródło: <https://abc-rc.pl>).

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



DS18B20 – oryginał czy podróbka?

W ostatnich latach dużą popularność zdobył termometr DS18B20. W handlu najczęściej spotkamy się z tanimi (kilka zł) podróbkami posiadającymi kilka istotnych wad. Oryginalny układ kosztuje około 20 zł. Nie ma gwarancji, że płacąc za układ 20 zł otrzymamy oryginał. Jak odróżnić oryginał od podróbki?

Co będzie potrzebne?

Trochę teorii

Test 1 (numer seryjny)

Test 2 (rejstry alarmu)

Test 3 (EEPROM)

Test 4 (rejstry kalibracyjne)

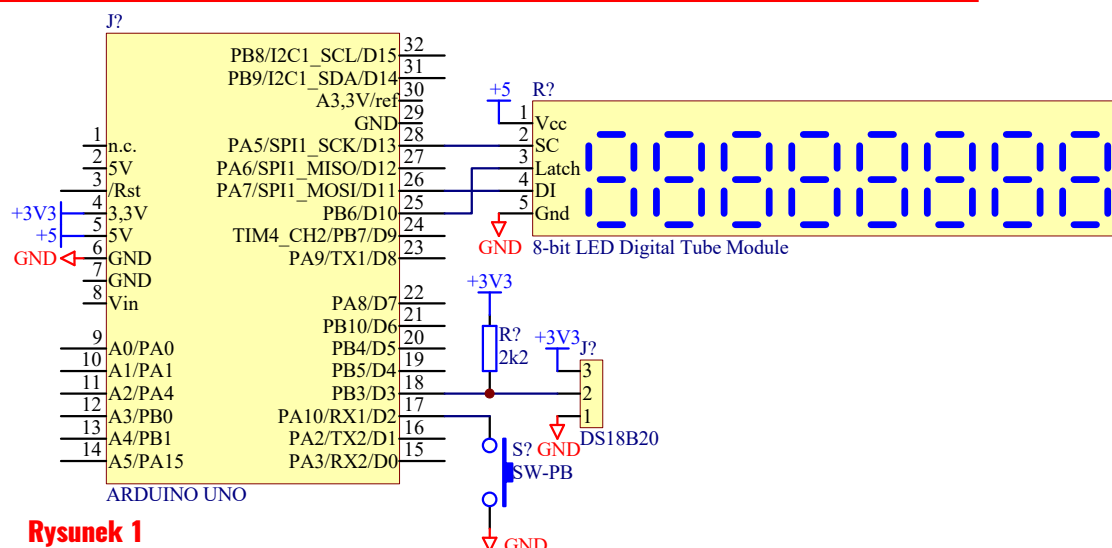
Pozostałe testy

Epilog

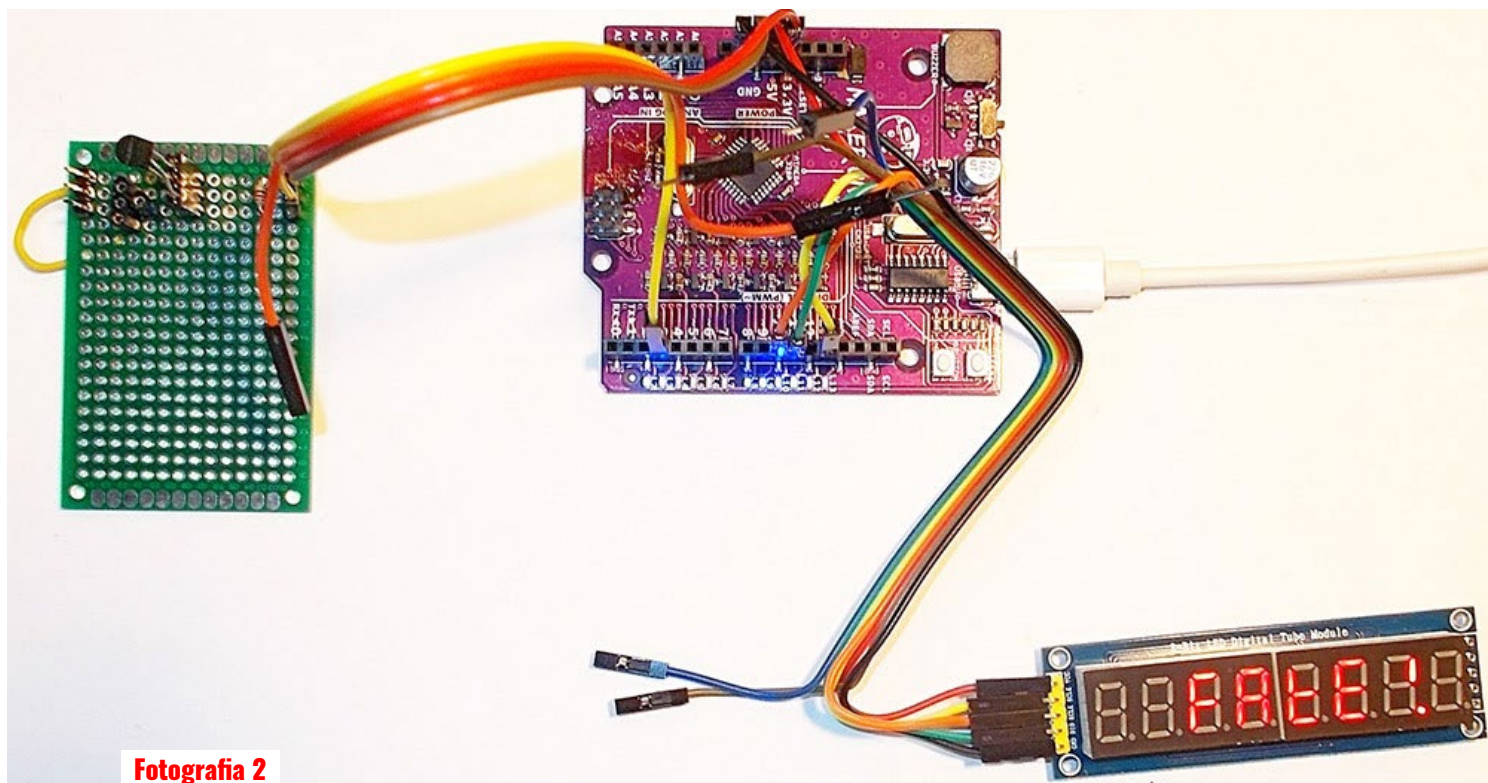
Jakie wady mają podróbki układów DS18B20? Co w nich nie działa lub działa źle? Na te pytania znajdziesz odpowiedź w tym artykule.

Co będzie potrzebne?

Arduino UNO i ewentualnie moduł wyświetlacza LED z układami 74HC595. Po zmontowaniu urządzenia według schematu z **rysunku 1** (przycisk i wyświetlacz



Rysunek 1



Fotografia 2

nie są niezbędne) i wgrania do Arduino programu „TestDS18B20” można przystąpić do testów. Zmontowany prototyp pokazano na **fotografii 2**.

Trochę teorii

Czym się różni oryginał od podróbki? Najważniejsze różnice, przy czym nie wszystkie muszą występować razem:

- 1) dokładność termometru przekracza dopuszczalne granice,
- 2) rozdzielczość mniejsza niż 12-bit,
- 3) nie działają rejestry alarmu,
- 4) nie działa pamięć EEPROM,
- 5) zakres numerów seryjnych przekracza 02'00'00'00'00'00'00 (562949953421312 dziesiętnie),
- 6) nie działają komendy kalibracji.

Pierwsze dwie różnice mogą być uciążliwe dla użytkownika, czwarta raczej rzadko dla arduinowca, bo nie widziałem jeszcze bibliotek, które by używały EEPROM, ostaną dla użytkownika nie ma znaczenia. Znajomość różnic pozwala oddzielić ziarno od plew. Opieranie się na punkcie numer jeden jest raczej problematyczne, najłatwiej testować na podstawie punktu 5. Producent układu numeruje układy, każdy ma unikalny numer. Numeracja zaczyna się od 0. Raczej nie jest możliwe aby wyprodukowano 562 949 953 421 312, czyli blisko 563 bilionów układów. Dla porównania Ziemia ma tro-

Test 1 (numer seryjny)

Najłatwiej stwierdzić podróbkę na podstawie numeru seryjnego układu, poniżej fragment kodu odpowiedzialny za sprawdzanie numeru:

```
if ( ! sensorAddress[5] && ! sensorAddress[6] ) {
    Serial.println(F(„SN ROM OK"));
} else {
    Serial.println(F(„SN ROM ERROR"));
    fake.fake = fake.rom = true;
}
```

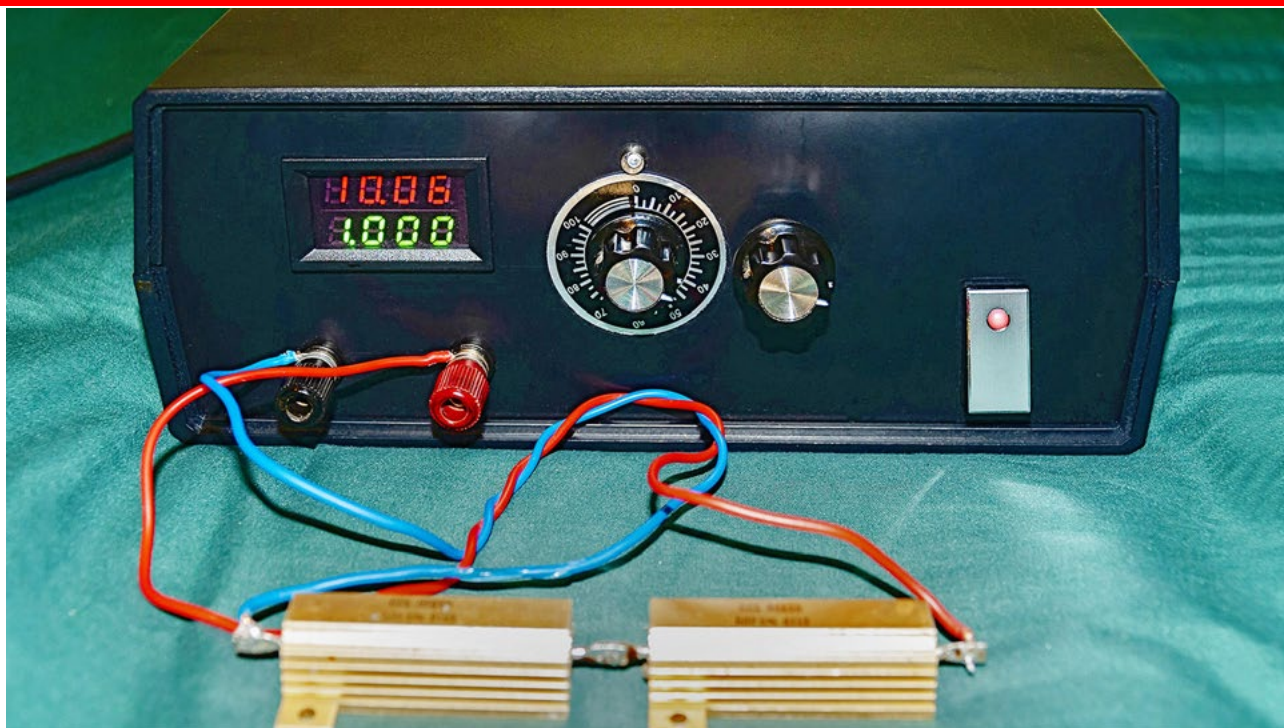
We fragmencie programu widać dziwny zapis `Serial.println(F(„SN ROM ERROR”));`

Co to za dziwne F? To informacja dla kompilatora aby tekst był umieszczony w pamięci FLASH. W przeciwnym wypadku znajdzie się on w RAM a ściślej w FLASH i RAM. Przy starcie programu tekst zostanie przepisany z FLASH do RAM i z niej wyświetlony. Gdy tekst znajduje się w F() będzie wyświetlany bezpośrednio z FLASH. Niestety, trzeba być ekspertem aby te wszystkie zawiłości znać i pamiętać o nich. Mimo że napisałem setki programów na AVR czasem o tym zapominam, **dlatego wolę ARM, gdzie tego problemu nie ma.**

Test 2 (rejestry alarmu)

Test nie jest mojego autorstwa. Można go znaleźć w pliku „discover_fake_DS18B20”. Do rejestrów

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



Zasilacz 30 V/3 A z Aliexpress

Przedmiotem opisu jest zasilacz kupiony na jednym z portali w Internecie w postaci zestawu do samodzielnego montażu. Deklarowane parametry (30 woltów, 3 ampery) wydają się znakomite, biorąc pod uwagę bardzo niską cenę zestawu. Niestety, realia okazują się dużo gorsze niż może się wydawać.

Zestaw do samodzielnego montażu kosztował około 12 zł – elementy wraz z płytką PCB. Podobała mi się ładnie wykonana płytką i zachęcające parametry 30 V/3 A oraz opis montażu i uruchomienia w postaci pliku pdf (po angielsku). Zdecydowałem, że jeżeli elementy (zwłaszcza tranzystory, WO) nie są najwyższej jakości, to się je podmieni na elementy z dobrego źródła. Dopiero później okazało się, że jest to znana od lat [konstrukcja z Electronics-Lab](#).

Po polsku opis tego zasilacza z modyfikacjami autora możemy znaleźć [tutaj](#).

W EdW nr 04/2001 również przeczytamy o tym zasilaczu. Występuje on jako kit SK-1138. W artykule tym są zawarte uwagi o niedoskonałościach tej konstrukcji zasilacza. Jak widać konstrukcja jest długowieczna, bo po tylu latach nadal można ją kupić w postaci zestawu do samodzielnego montażu.

W opisie na podanej stronie (drugi link) przedstawiono zmiany i modyfikacje dotyczące konstrukcji zasilacza jakie wprowadził Autor. Również i ja pozwoliłem sobie na zmiany i modyfikacje, o których piszę dalej. Zmiany, które zostały wprowadzone

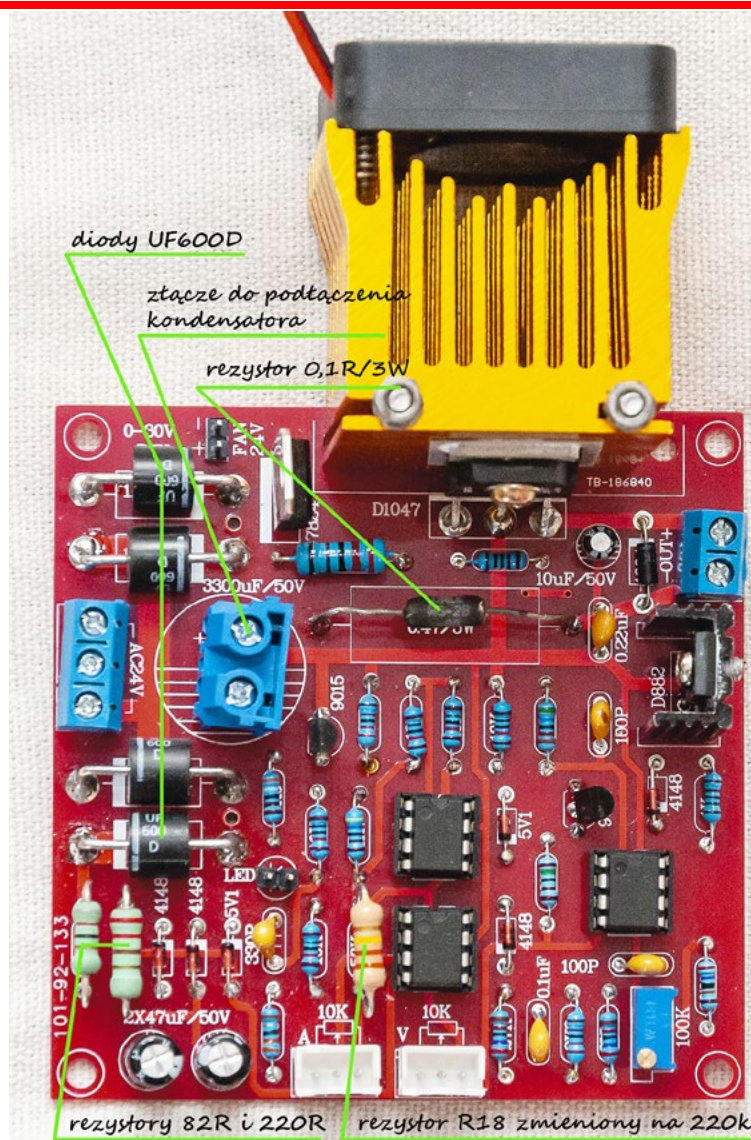
przeze mnie powstały zanim znalazłem powyższy opis w Internecie. Niektóre z nich są zbieżne ze zmianami w opisie na podanej stronie, jak np. wymiana kondensatora C1 na większy, ale generalnie pozostałe zmiany są inne. Potencjometr wieloobrotowy zastosowałem jedynie do regulacji napięcia wyjściowego. Zmiany jakie zostały wprowadzone są wynikiem testów i pomiarów jakim poddałem zasilacz. Można porównać przedstawione modyfikacje i wybrać według uznania.

Od razu zwrócił moją uwagę kondensator elektrolityczny C1 o wartości 3300 uF, zdecydowanie za mały jak na deklarowane parametry, czyli prąd wyjściowy 3 A. Miejsca na płytce PCB jest za mało aby można w jego miejsce podłączyć kondensator o większej pojemności. Na początek od spodu płytki do istniejącego kondensatora włączyłem równolegle dodatkowy kondensator 4700 uF (łącznie 8000 uF). Nie mając również zaufania do załączonego tranzystora 2SD1047 postanowiłem zastosować ten sam typ tranzystora, ale z pewnego źródła. Ostatecznie zdecydowałem się na użycie innego

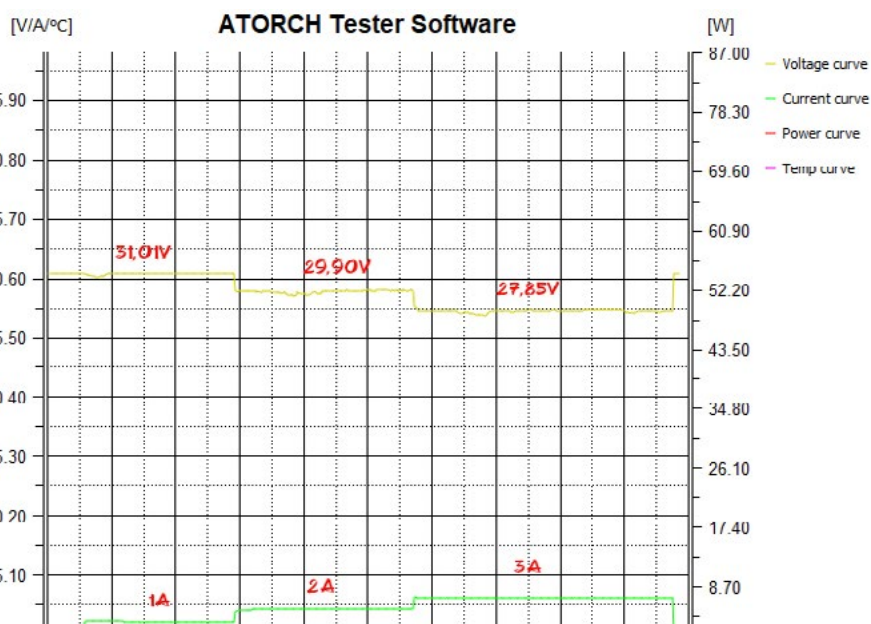
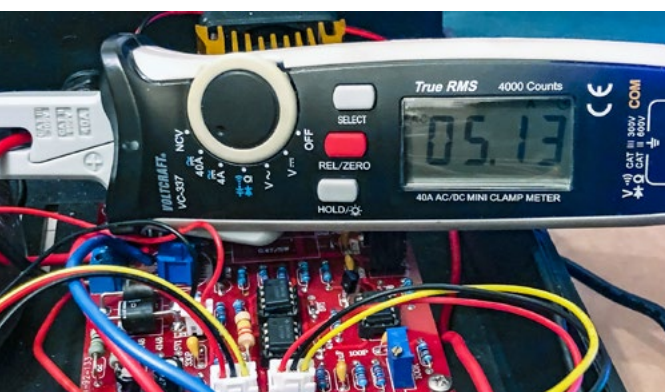
tranzystora, o większej mocy. W tym wyborze kierowałem się mniejszą wartością rezystancji termicznej między złączem a obudową i wybór padł na tranzystor NJW0281G. Tranzystor ten został zamontowany na radiatorze z wentylatorem na 24 V DC. Są gotowe takie zestawy radiator-wentylator. Na przedstawionej **fotografii 1** widać radiator z przymocowanym do niego tranzystorem. Radiator został przymocowany do płytki PCB.

Po tych zmianach i montażu całości przystąpiłem do uruchomienia. Zastosowany transformator toroidalny ma parametry 24 V AC/120 W. Został uwzględniony fakt, że dla poboru prądu wyjściowego na poziomie 3 A transformator będzie obciążony prądem 1,8 raza większym, czyli ok. 5,4 A. Dla potwierdzenia tego faktu na **fotografii 2** pokazano pomiar prądu miernikiem cęgowym dla zakresu AC między transformatorem a mostkiem prostowniczym. W tym przypadku pomiar prądu DC zaraz za mostkiem prostowniczym, bez ingerencji w obwód nie jest możliwy. Wynik pomiaru prądu 5,13 A RMS potwierdza fakt przepływu większego prądu płynącego przez mostek prostowniczy niż 3 A.

Po uruchomieniu okazało się, że obciążając zasilacz rezystorem 10 R nie da się uzyskać deklarowanych parametrów, czyli 30 V i prądu 3 A. Maksymalnie napięcie wyjściowe osiągnęło wartość ok. 27 V (przy 2,7 A na wyjściu i kondensatorze C1 o wartości 8000 uF). A bez obciążenia udało się uzyskać na wyjściu 31 V. Przy mniejszym napięciu uzyskałem prąd 3 A, ale jednocześnie zadeklarowanych parametrów 30 V/3 A nie można uzyskać w tym zasilaczu. Na **rysunku 3** pokazano zmianę maksymalnej wartości napięcia wyjściowego DC zasilacza przy zmianie wartości prądu obciążenia dla trzech wartości prądu 1 A, 2 A, 3 A. Na przedstawionych wykresach zaznaczono wartości prądów oraz nad nimi odpowiadające im wartości napięcia wyjściowego.

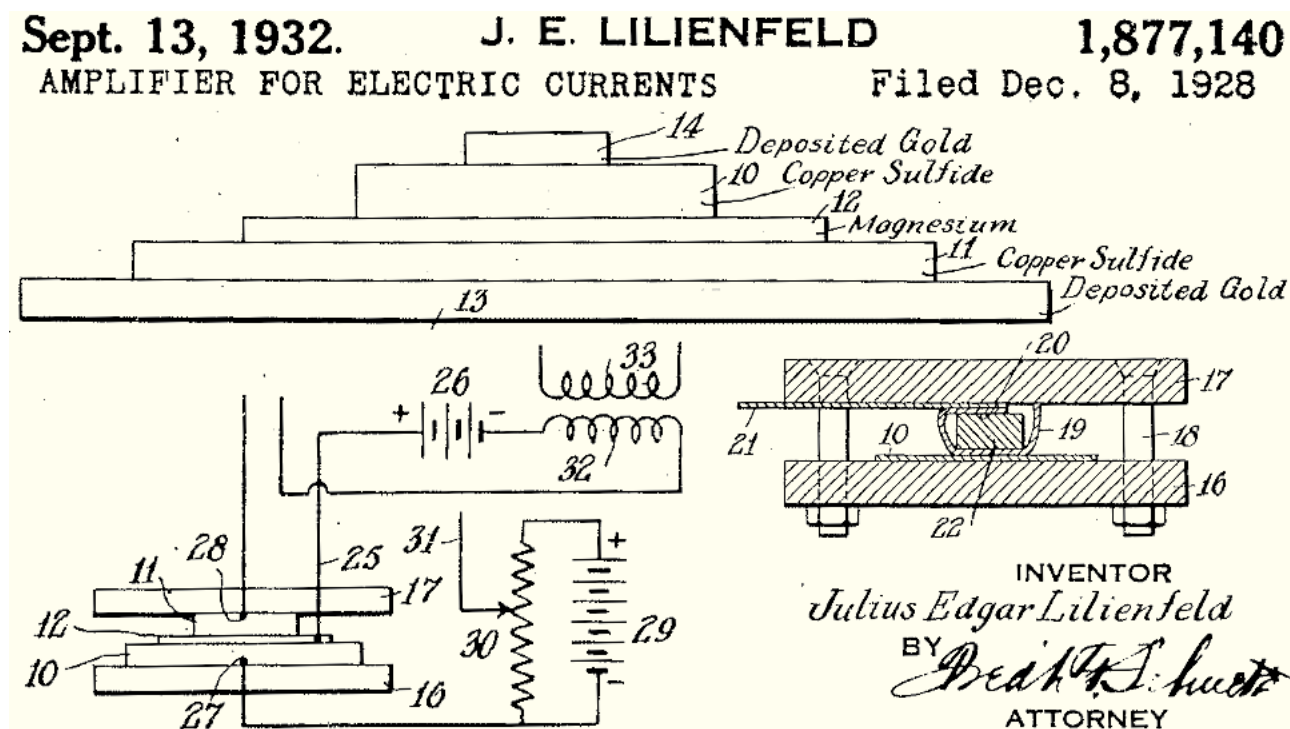


Fotografia 1



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

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



Ultrakrótką historia elektroniki – w poszukiwaniu tranzystora

We wcześniejszym artykule tej serii omówiliśmy wzmacniacze półprzewodnikowe oraz materiały półprzewodnikowe. Choć w niektórych wzmacniaczach elementem czynnym, wzmacniającym jest dioda, zdecydowana większość wykorzystuje tranzystory. Przypomnijmy historię prowadzącą do tranzystora.

**Na podobieństwo lampy elektronowej triody...
Wyboista droga...**

Shockley i spółka

W licznych źródłach można znaleźć informację, że *tranzystor został wynaleziony w roku 1947*. Niestety, w sumie nie jest to prawda. Prawda jest dużo bardziej skomplikowana.

Otóż po pierwsze, w ostatnich miesiącach roku 1947 nie został *wynaleziony*, tylko przypadkowo *odkryty* pokraczny, ułomny, „kulawy” twór, któremu dość szybko nadano mocno wprowadzającą w błąd nazwę *tranzystor* – tranzystor bipolarny. Dziś *tranzystory bipolarne mają marginalne znaczenie* – praktycznie zniknęły ze współczesnych układów.

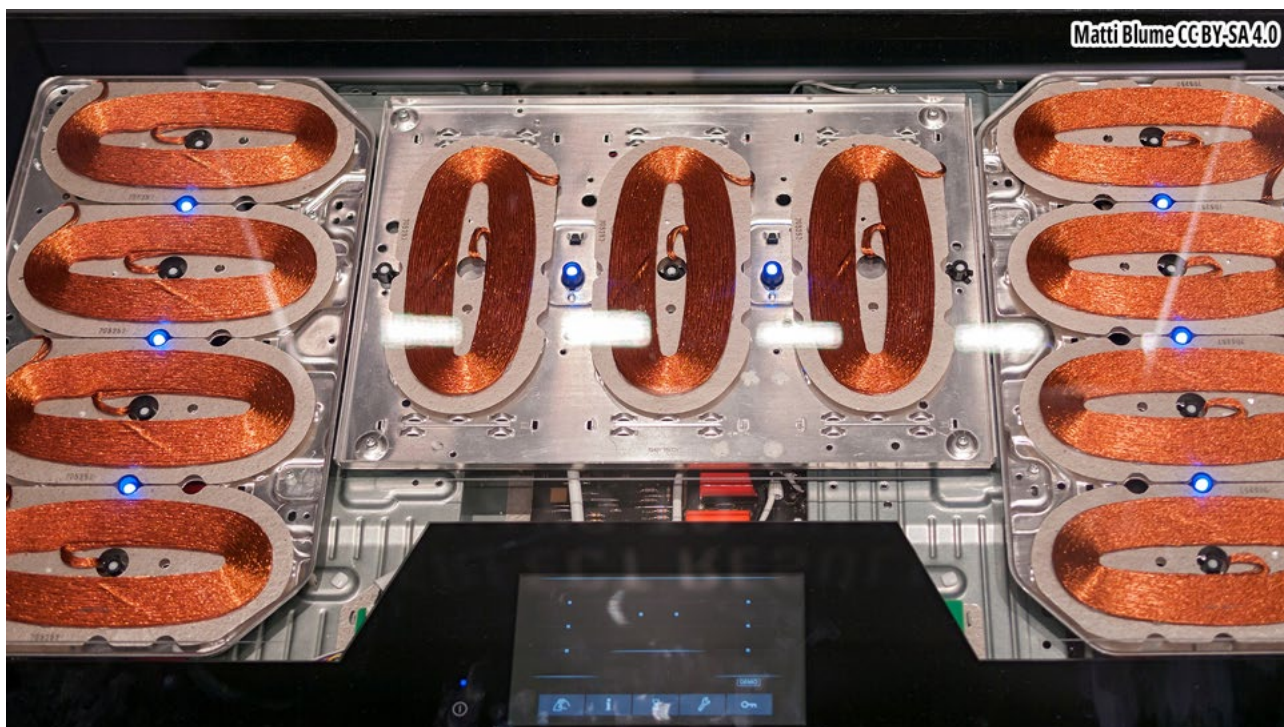
Po drugie, ten przypadkowo odkryty potworek

nych poszukiwań, okazał się dużym rozczarowaniem, a na „prawdziwe” tranzystory, które dziś stanowią przytłaczającą większość, trzeba było czekać mniej więcej do roku 1960.

Na podobieństwo lampy elektronowej triody...

Z poprzednich artykułów tej historycznej serii wiemy, że w latach 20. XX wieku znano szereg „dziwnych materiałów”, które wykorzystywano przede wszystkim w roli prostowników. W poprzednim artykule mówiliśmy o krystadynie, która dodatkowo mogła wzmacniać sygnał elektryczny. Już choćby tylko to

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



Kuchenka indukcyjna – tajemnice techniczne

W artykule [pierwszym](#) i [drugim](#) z tej serii omówiliśmy podstawowe informacje o kuchenkach indukcyjnych. Artykuł [trzeci](#) był przeznaczony dla dociekliwych elektroników. Teraz, w czwartym artykule, postaram się omówić najważniejsze tajemnice techniczne w sposób jak najbardziej przystępny.

Zjawisko (efekt) naskórkowości
Naskórkowość w kuchenice indukcyjnej

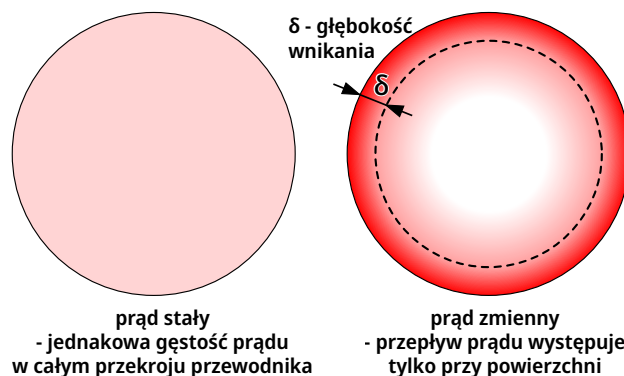
Naskórkowość garnków i patelni...

W poprzednim artykule przedstawiłem pewne, zbyt uproszczone wyobrażenia, dotyczące kuchenek indukcyjnych i konieczności stosowania garnków z materiału ferromagnetycznego, które elektroników mogą wprowadzić w błąd. Odrzuciliśmy te zbyt uproszczone i nietrafne wnioski. Teraz spróbujemy zgłębić sedno, jakim jest **zjawisko naskórkowości**.

Zjawisko (efekt) naskórkowości

Każdy elektronik uczył się w szkole o naskórkowości. Mało kto potrafi dokładniej wyjaśnić skąd się bierze to zjawisko. Ale prawie każdy elektronik pamięta główne wnioski: naskórkowość polega na tym, że **czym większa częstotliwość prądu, tym bardziej niechętnie prąd wnika w głąb materiału**.

Prąd stały płynie w całej objętości przewodu, a prądy zmienne – nie, bowiem płyną tylko w grubszej lub cieńszej warstwie zewnętrznej, przy powierzchni, a nie we wnętrzu, co ilustruje **rysunek 1**.



Rysunek 1

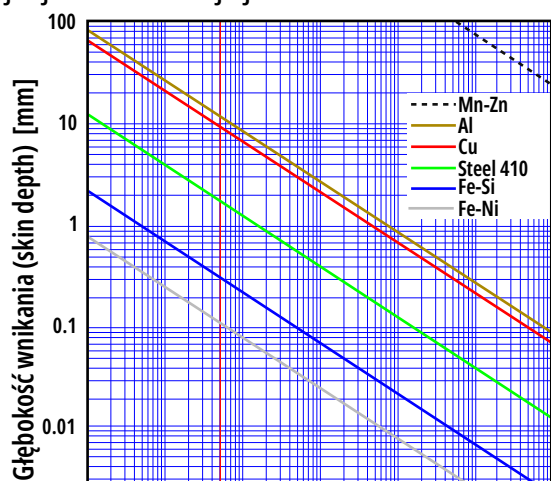
Rezystancje dla prądu stałego możemy zmierzyć omomierzem. Jednak przy prądzie zmiennym wskutek efektu naskórkowości rezystancja będzie większa, bo mniejszy jest czynny przekrój, gdzie rzeczywiście płynie prąd. Można powiedzieć, że czym większa częstotliwość, tym na mniejszą głębokość prąd wnika w przewód.

Wiadomo, że przy częstotliwości 50 herców problemu praktycznie nie ma, bo głębokość wnikania jest rzędu centymetrów. Jednak przy częstotliwościach rzędu megaherców głębokość wnikania jest znikoma, rzędu kilku mikrometrów, więc prąd płynie tylko tuż przy powierzchni przewodnika. Prawie wszyscy wiedzą, że właśnie dlatego cewki w.c. bywają srebrzone, by prąd płynął w cieniutkiej warstewce lepiej przewodzącego srebra. Prawie wszyscy wiedzą też, że przy wyższych częstotliwościach, dla zredukowania wpływu efektu naskórkowego, zamiast klasycznego drutu stosuje się albo licę, czyli wiązkę cieniutkich izolowanych przewodów, albo ciekłą taśmę.

Naskórkowość w kuchence indukcyjnej

I właśnie w kuchenkach indukcyjnych, które pracują przy stosunkowo niewielkich częstotliwościach od 24 kHz do powiedzmy 100 kHz, zjawisko naskórkowości zaczyna dawać o sobie znać. W tabelach przeczytamy, że głębokość wnikania w miedzi przy takich częstotliwościach wynosi mniej więcej 0,5 do 0,2 milimetra. **Rysunek 2** pokazuje jak zmniejsza się głębokość wnikania ze wzrostem częstotliwości. Nie pokazuje, na ile wpływ na to ma temperatura.

Można byłoby się zastanawiać, na ile praca przy prądzie zmiennym o częstotliwości kilkudziesięciu kiloherców zwiększy rezystancję drutu, ale nie ma takiej potrzeby. Istotne jest, że w kuchence indukcyjnej ta kwestia daje już o sobie znać.



Fotografia 3

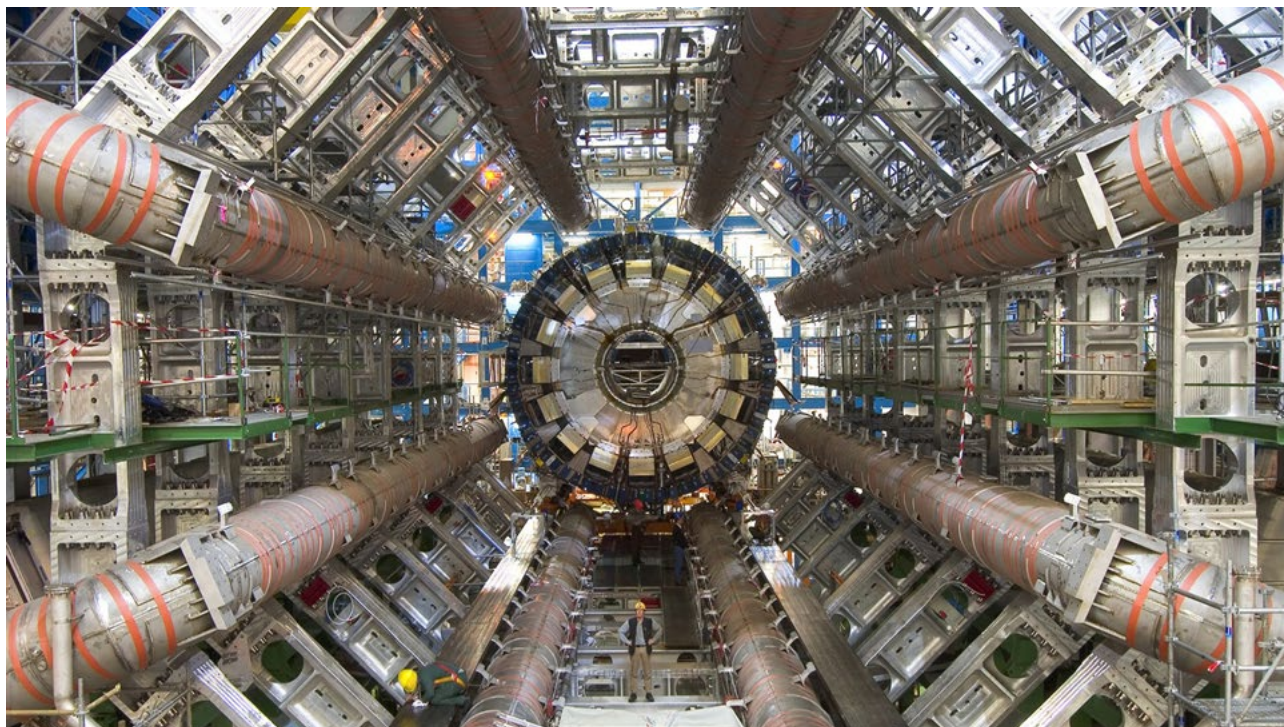
Fotografia 3 (z Aliexpress) pokazuje w zbliżeniu budowę nietypowej, płaskiej cewki indukcyjnej, przeznaczonej do kuchenek indukcyjnych. Widać wyraźnie, że nie jest wykonana klasycznym pojedynczym drutem, tylko właśnie uzwojenie wykonane jest licę, czyli przewodem, będącym spletem wielu cieniutkich izolowanych żyłek. Właśnie dlatego, żeby zmniejszyć wpływ zjawiska naskórkowości. Otóż prądy dużej częstotliwości nadal płyną tylko w cieniutkiej warstwie zewnętrznej i podzielenie przewodu na wiele cienkich, izolowanych żyłek zwiększa czynny przekrój, przez który płynie prąd. A to zmniejsza wypadkową rezystancję przewodu, a tym samym zmniejsza straty ciepłne ($P = I^2 \times R$).

Wróćmy też do **fotografii 4**, która już pojawiła się



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

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



Co to jest energia, praca i ciepło

W szkole uczymy się o energii, uczymy się też o pracy oraz o cieple. Zagadnienia te mają szereg niełatwych aspektów. Dlatego elektronik po zakończeniu nauki nie zawsze ma pełny, jasny i spójny obraz tych zagadnień, które okazują się mieć bardzo ważne, wręcz kluczowe znaczenie w elektronice.

Energia i przemiany energii

Co to jest praca? – definicja pracy

Co to jest ciepło? – definicja ciepła

Praca i ciepło jako proces

Różnica między pracą i ciepłem

Niedoskonałość przemian energii

Sprawność przemian energii

Moc – tempo przemian energii

Dżul, watosekunda czy (kilo)watogodzina?

Podsumowanie

W trzech wcześniejszych artykułach szeroko omówiliśmy różne aspekty energii. Wiemy już, że **energia tak jak matka, jest tylko jedna, ale istnieją różne formy energii**. Wbrew błędnym sformułowaniom o „produkcji energii”, w rzeczywistości energii nie potrafimy ani stworzyć, ani zniszczyć. Jeżeli energia jest niezniszczalna, to w grę wchodzi jedynie przemiany jej form. I właśnie wszystkie przejawy aktywności w naszym świecie wiążą się albo z przemianami form energii, albo z transportem, przemieszczaniem energii (z jej przekazywaniem na odległość). Dlatego tak ważne jest zrozumienie podstawowej kwestii, związanej z energią oraz z przemianami różnych form energii.

Energia i przemiany energii

Energia generalnie kojarzy się z działaniem, pracą, przemianami, ruchem. I słusznie! Jeżeli cokolwiek się zmienia, to ma nierozzerwalny związek z energią.

Tak, ale ważne jest, żebyśmy odróżnili *przemiany* różnych form energii, od samej *energii*. **Przemiany energii to nie energia**. Energia, zgodnie z definicją to „zdolność”, „właściwość” w pewnym sensie statyczna. Jeżeli jest to „zdolność”, „możliwość”, to nie przejawiająca się w działaniu, tylko niejako „oczekująca”, „oczekująca na przemianę”.

Słusznie więc mówimy, że większa czy mniejsza ilość energii „jest dostępna”, podobnie jak dostępna jest większa czy mniejsza ilość pieniędzy w banku.

Podkreślam, że energia jest w pewnym sensie statyczna, bo jest to jedynie „zdolność”, „możliwość”, a nie samo działanie. Co zaskakujące, w tym sensie statyczna jest nawet energia kinetyczna – energia ruchu. Jeżeli ciało jest w ruchu – w ruchu jednostajnym, to gromadzi niezmienną porcję energii (kinetycznej).

Można sobie słusznie wyobrażać, że energia oczekuje, trwa, że jest dostępna. Prostym i dobrym przykładem jest akumulator – zgromadzona w nim energia „czeka”, „jest do dyspozycji”.

Co to jest praca? Definicja pracy

Energia może zmienić formę. Dobrym prostym przykładem jest wahadło, gdzie cyklicznie energia kinetyczna zamienia się na potencjalną i na odwrót. Bardzo podobnego przykładu obwodu rezonansowego LC na razie nie będziemy analizować.

Teraz chcę natomiast zwrócić uwagę na coś innego, zdecydowanie najważniejszego: otóż nas, elektroników, interesują przede wszystkim właśnie **przemiany energii**. A tu trzeba rozróżnić dwa główne przypadki przemian.

I tak doszliśmy do ogromnie ważnej, słabo rozumianej, nie tylko przez elektroników, kwestii o bardzo istotnych konsekwencjach praktycznych. Oto wiadomość, która być może Cię zaskoczy, a mianowicie przypomnienie definicji pracy: **pracą nazywamy każdą przemianę (przepływ) energii, która może być doskonała, odwracalna, powtarzalna**.

Na początku edukacji szkolnej wkłada się nam w głowę, że *praca to iloczyn siły i przesunięcia* ($W = F \times s$), więc definicja *pracy* może być zaskoczeniem, bo pracą okazują się różne przemiany energii, nie tylko te związane z mechaniką.

Tak, iloczyn siły i przesunięcia to też jest praca – praca mechaniczna – zamiana form energii, powiedzmy, mechanicznej. Ale są różne inne rodzaje pracy, na przykład „praca elektryczna”, gdzie nie mówimy o sile i drodze, ale gdzie zgodnie z definicją następuje przekazywanie i zamiana form energii. **Pojęcie praca powinno kojarzyć się właśnie z przemianami i przesyłaniem energii**, a nie z siłą i przesunięciem.

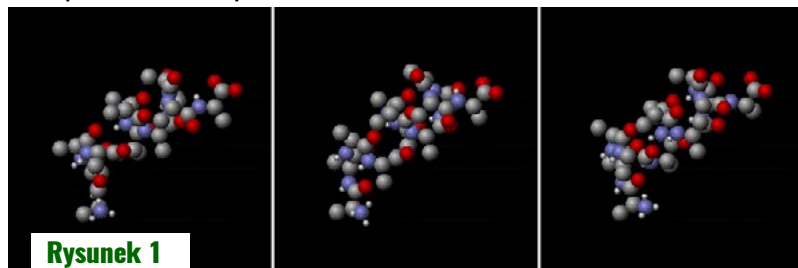
Co to jest ciepło? Definicja ciepła

Jeszcze większym zaskoczeniem może być definicja ciepła. Dlatego najpierw przypomnijmy, czym ciepło nie jest. Otóż słowo *ciepło* kojarzymy przede wszystkim z temperaturą. A **temperatura to nie ciepło!** Temperatura nie jest też miarą ciepła! Definicja temperatury okazuje się bardzo skomplikowana i nie będziemy tego zgłębiać. Podam tylko szczegóły

Temperatura i fale elektromagnetyczne? Jak najbardziej! Chodzi o fale elektromagnetyczne, ale nie fale radiowe, tylko tak zwane promieniowanie ciepłe, głównie w zakresie podczerwieni. Emisję tych fal elektromagnetycznych wykorzystujemy w termometrach bezkontaktowych (pirometrach) i w kamerach termowizyjnych.

Po tej dygresji wracamy do ciepła i kolejnego stwierdzenia, które może mocno zaskoczyć: **ciepło to nie jest energia cieplna (termiczna)!**

Najprościej biorąc, *energia cieplna (termiczna)* to energia przypadkowych drgań. W gazie – energia drgań przypadkowych ruchów cząstek gazu. W kryształach i innych ciałach stałych – **energia drgań cząstek** uwięzionych w strukturze materiału (**rysunek 1** z Wikipedii, Greg L CC BY-SA 3,0). W sumie energia termiczna – cieplna to energia kinetyczna przypadkowych, chaotycznych ruchów. Szczegóły nie mają teraz znaczenia, w każdym razie energia cieplna to nie ciepło.



Rysunek 1

Oto uproszczona, ale wystarczająca dla nas definicja: **ciepłem nazywamy zamianę dowolnej formy energii na energię cieplną, termiczną**.

Uff! Ciepło to nie jest **rodzaj** energii, tylko specyficzny **sposób przemiany** energii, gdzie jakiegokolwiek rodzaj energii zamienia się na energię cieplną.

Trzeba jednak stwierdzić, że pojęcia *ciepło* i *energia cieplna*, a także *temperatura*, są powszechnie mylone i utożsamiane. Nie bez powodu zresztą, ale w to nie będziemy się teraz wgłębiać. Dla elektronika praktyka najczęściej nie ma to większego znaczenia. **W codziennej praktyce bardzo często pojęcia energia cieplna i ciepło są stosowane wymiennie**. Jest to bardzo głębokie przyzwyczajenie, także moje, którego chyba nie sposób zmienić. Do praktyki będziemy wracać, a na razie omówmy dalsze aspekty fizyczne.

Praca i ciepło jako proces

Wcześniej mocno podkreślałem, że energia to „zdolność”, „właściwość” w pewnym sensie statyczna „oczekująca” i że energia oczekuje, trwa, jest dostępna.

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 8/2023

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

Stali współpracownicy: Andrzej Pawluczuk, Szymon Burian,
Rafał Kozik, Jacek Kosecki, Sławomir Skrzyński, Tadeusz Suszał

Inicjatywa **Zrozumieć Elektronikę** realizowana jest
dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez
konto autorskie Patronite: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>
oraz konto buycoffee.to: [buycoffee.to/ piotr-gorecki](https://buycoffee.to/piotr-gorecki)

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

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

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

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

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