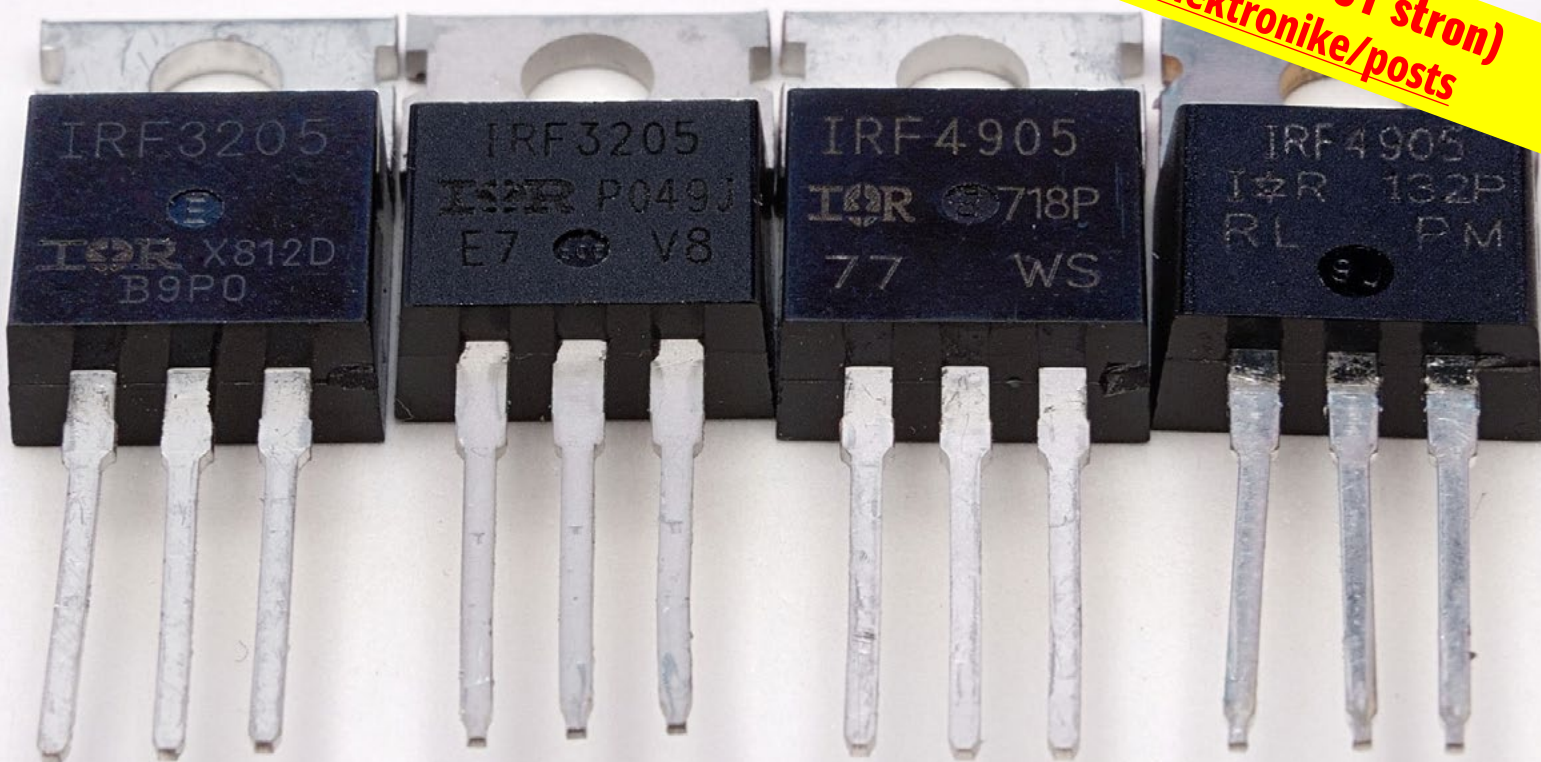


Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja (101 stron) dostępna jest dla Patronów na profilu: patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike/posts

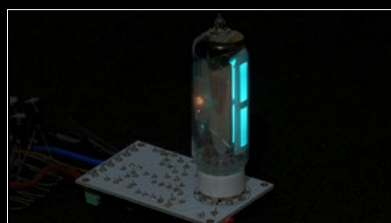
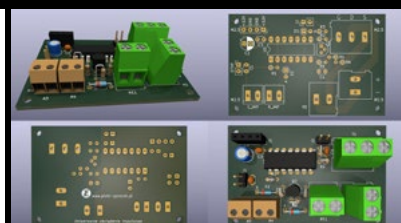
6/2023 Czerwiec

piotr-gorecki.pl



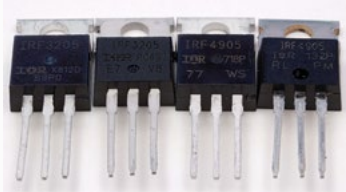
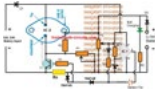
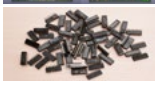
Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET

- Przetwornice do zasilania układów lampowych 1 • Płytki drukowane – projektowanie i realizacja
- Podstawy układów cyfrowych – meandry rozwoju • Bezpieczeństwo, znak CE oraz odstępki izolacyjne
- Profesjonalne Arduino? Watchdog i usypianie CPU • Arduino i Raspberry – sterowanie przekaźnikami
- Ratowanie całkowicie rozładowanych akumulatorów • Interesujące układy: Magiczne oko z lampą 6E2



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

Zawartość numeru 6/2023

18		<u>Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET</u>
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		Tranzystory MOSFET są podstawą dzisiejszej cywilizacji. Stanowią elementarne cegiełki mikroprocesorów i innych układów cyfrowych. Na przykładzie pojedynczych tranzystorów MOSFET można nie tylko bliżej poznać ich właściwości i specyfikę, ale też sprawdzić, czy są sprawne i czy aby nie są to podróbki.
3		<u>Słowo wstępne – czerwiec</u>
4		<u>Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników</u>
8		<u>Łamigłówki elektroniczne czerwiec 2023</u>
10		<u>Łamigłówki elektroniczne kwiecień 2023</u>
13		<u>Tropimy błędy: Zasilacz „mikroprocesorowy”</u>
KONKURSY		<u>Tropimy błędy: Ładowarka pakietów Li-Ion</u>
17		
ZASILANIE		<u>Przetwornice do zasilania układów lampowych 1</u>
27		
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<u>Wspólnie projektujemy: Prosty układ lampowy</u>
36		
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<u>Wspólnie projektujemy: Ogranicznik napięcia 12 V</u>
38		
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<u>Interesujące układy: Magiczne oko z lampą 6E2</u>
39		
RÓŻNE		<u>Płytki drukowane – projektowanie i realizacja</u>
43		
TECHNIKA CYFROWA		<u>Podstawy układów cyfrowych – meandry rozwoju</u>
46		
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		<u>Podstawy automatyki – pomiary i czujniki temperatury</u>
53		
FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		<u>Zasilacze prądowe oraz zasilacze napięciowe</u>
57		
MIKROPROCESORY		<u>Profesjonalne Arduino? Watchdog i usypianie CPU</u>
62		
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		<u>Kuchenka indukcyjna – szczegóły techniczne</u>
68		
O ELEKTRONICE PRZYSTĘPNIE		<u>Arduino i Raspberry – sterowanie przekaźnikami</u>
72		
RÓŻNE		<u>Bezpieczeństwo, znak CE oraz odstępy izolacyjne</u>
89		
PYTANIA I ODPOWIEDZI		<u>Ratowanie całkowicie rozładowanych akumulatorów</u>
94		
FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		<u>Czym tak naprawdę jest energia?</u>
96		

Zrozumieć **E**LEKTRONIKĘ

z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – czerwiec



Witam!

W tym czerwcowym numerze absolutnie najważniejszy jest projekt okładowy: **Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET**. Artykuł pokazuje, jak w zaskakująco prosty sposób można zidentyfikować podrobione, słabsze wersje tych najważniejszych dziś elementów elektronicznych. Temat wykrywania podróbek i testowania elementów będzie kontynuowany – poniżej zamieszczam strony tytułowe pokrewnych artykułów, które już czekają na publikację.

Drugi kluczowy wątek to lampy elektronowe i ich praktyczne wykorzystanie. W numerze mamy projekt **Przetwornice do zasilania układów lampowych** pokazujący, jak w prosty sposób uzyskać napięcie anodowe rzędu 200 woltów. Do kompletu jest artykuł **Interesujące układy: magiczne oko z lampą 6E2**.

W ramach przygotowania gruntu i wstępu do planowanego cyklu Radiowej Oślej łączki mamy ważny artykuł **Czym tak naprawdę jest energia?**

W tym numerze zamieszczam dwie wersje artykułu **Arduino i Raspberry – sterowanie przekąźnikami**.

Wiele osób zainteresuje się innymi artykułami, jak: **Płytki drukowane – projektowanie i realizacja, Zasilacze prądowe oraz zasilacze napięciowe, Profesjonalne Arduino? Watchdog i usypianie CPU, Bezpieczeństwo, znak CE oraz odstępy izolacyjne oraz Ratowanie całkowicie rozładowanych akumulatorów**.

Miłej lektury! Zapraszam do udziału w konkursach oraz do innych form współpracy. A przede wszystkim serdecznie zachęcam: także i Ty stań się moim Patronem albo nawet Mecenaszem!

Piotr Górecki

7ZEMIEC ELEKTRONIKA Y – PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Mój uniwersalny tester impulsowy

Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...
Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...

Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...
Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...

Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...
Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...

Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...
Wieloletni tester impulsowy...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester impulsowy...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA Y – PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Tester półprzewodników dużej mocy

Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...

Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...

Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...

Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...

Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...
Opisany jest prosty, uniwersalny tester...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA S – ZASILANIE



Testowy zasilacz wysokonapięciowy 1200 V

W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...

W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...

W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...

W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...
W artykule przedstawiono...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA Y – PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Uniwersalny tester baterii i akumulatorów

Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...

Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...

Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...

Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...
Wieloletni tester baterii...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA E – ELEMENTY I MODUŁY



Elementy, ich parametry i karty katalogowe

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA E – ELEMENTY I MODUŁY



Karty katalogowe, czyli... opis niedoskonałości elementów

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

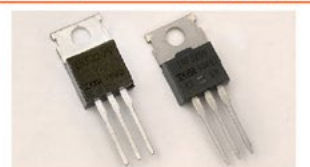
W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA E – ELEMENTY I MODUŁY



Tranzystory MOSFET: parametry na przykładzie IRF3205

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

7ZEMIEC ELEKTRONIKA E – ELEMENTY I MODUŁY



Tranzystor MOSFET: ideały i rzeczywistość

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

W tym artykule...
W tym artykule...
W tym artykule...

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.

Podstawy Elektroniki??

Dzień dobry, kupiłem książkę o powyższym tytule. W pierwszym rozdziale jest trochę matematyki. Jeśli wykazemy dobrą wolę, to może nawet uda się znaleźć wzór, w którym nie ma błędu.

A dalej? A dalej jest jak w załączniku.

Do ewentualnego wykorzystania w dziale „Tropimy błędy”.

Pozdrawiam serdecznie
Paweł Pawłowicz

Materiał trafi do rubryki Łamigłówek jednego z najbliższych numenów, a ja przy okazji zachęcam do nadsyłania wszelkich propozycji do tej rubryki.

Witam serdecznie Panie Piotrze,

w załączeniu przedstawiam opis zasilacza, o którym wcześniej wspominałem. Jeżeli uzna Pan, że warto ten opis upublicznić, to proszę wykorzystać na łamach ZE. Jakby coś trzeba było zmienić czy uzupełnić, to proszę o informację w tej sprawie. Mogę sam to zrobić jak również Pan może wprowadzić swoje uwagi. Według swojego uznania. Gdyby były jakieś herezje też proszę pisać. ;)

Miałem już kilka dni wcześniej wysłać te materiały ale robiłem kolejne próby zakończone zniszczeniem tranzystora (o czym napisałem w tekście, dlaczego tak się stało). W tej chwili mam uszkodzenie, które muszę naprawić albo przerobić rozwiązanie z chłodzeniem tranzystora. To byłoby najlepsze, ale miejsca w obudowie nie za dużo. Cały opis powstał niejako przy okazji. Skoro nabyłem płytkę z elementami to po zmontowaniu całości zostałem sprowokowany (przez samego siebie) do przeprowadzenia prób, aby zbudowa-

wane urządzenie używać z pełną świadomością. Poznać zalety, ale głównie wady. I tak przechodziłem od jednej próby do drugiej niejako nałogowo. Co z tego wyszło i czy jest to warte pokazania szerszemu gronu zainteresowanych pozostawiam do oceny Pana, Panie Piotrze.

Pozdrawiam
Tadeusz Suszał

Materiał opisujący zasilacz z chińskiego zestawu DIY zostanie wkrótce opisany w ZE.

Dzień Dobry,

Panie Piotrze przedstawię Panu problem: elektro-narzędzia, stare zdegradowane akumulatory wymienione na lipo, łączenie równoległe – szeregowo. Część z ogniw bardzo głęboko się samowyladowuje – zabezpieczone BMS-em (ogniwa dobrych firm jak Samsung, Liitokala sprawdzone w innych rozwiązaniach, prawidłowo zbalansowane w momencie łączenia przez opornik). Wydaje mi się, że problem wywołuje równoległe połączenie ogniw. Czy spotkał może się Pan z takim problemem? Ewentualnie jego wyjaśnieniem? Właśnie kilka takich układów testuję. Inna sprawa, że prądy 20–30 A które deklarują BMS-y (chińskie moduły) są z sufitu.

Rafał

Jeśli chodzi o równoległe łączenie i ładowanie tak połączonych ogniw, to według mojej wiedzy jest to najlepszy sposób, choć nie zawsze praktyczny z uwagi na duże prądy. Nic nie wskazuje, że równoległe łączenie ogniw litowych jest szkodliwe.

A temat akumulatorów, BMS-ów i balanserów niedługo pojawi się w ZE w postaci serii artykułów.

(...) A! Byłbym zapomniał!

Mam pomysł na kolejny tutorial. Po świetnym cyklu o multimetrach, może coś o oscyloskopach z niższej półki? Nikt z czytelników ZE nie będzie raczej mierzył w Tektonix czy Le Croy. Widzę, że sam używa Pan niemal już kultowego DS1052

Właśnie dojrzewam do myśli o zakupie DSO, mój starszerek Hameg ma wartość sentymentalną i niewiele większą. A tymczasem na rynku aż się roi, Chiny rzeczywiście zaoferowały amatorom sprzęt, o jakim kilkanaście lat temu mogli śnić zawodowi konstruktorzy.

Pana Rigol ma następców w niższej cenie (czego nie rozumiem, bo 1052 jest cały czas w ofercie, a następcy mają lepsze, przynajmniej na papierze, parametry). A do tego są Hanteki, Siglenty, Owony – ten ostatni wypuścił ostatnio bardzo ciekawy skopometr 3 w 1, z pasmem 2×200 MHz, 1GSa, 10 mV/div w cenie (u Chińczyka) około 1200 złotych... Świat się kończy i w głowie się roi.

Może Botland lub inny dystrybutor wypożyczyłby sprzęt do testów? Pana test mógłby być kapitalnym przewodnikiem po zakupach w pułapie do maksymalnie 2000–2500 zł Pozdrawiam!

Szymon

Dzień dobry. Mam pytanko. Muszę nabyć kable do oscyloskopu 200 MHz i tu moje pytanie: które nabyć? Czy ma Pan kontakt z kimś kto by mi doradzić potrafił?

Jołki

Od dłuższego czasu szykuję się do opisu tańszych oscyloskopów i ich kluczowych wad. Niestety, wiele najtańszych, na pozór rewelacyjnych oscyloskopów ma istotne wady, o których koniecznie trzeba wiedzieć. Mam już sporo materiałów na ten temat. Są już gotowe artykuły na temat sond oscyloskopowych, bo to bardzo ważne i bardzo mało znane zagadnienie (wysłałem je do Czytelnika „Jołki”). Do wyjaśnienia jest jeszcze, skąd wziąć sprzęt do testów.

Dzień dobry!

Widzę że mój projekt (Wykrywacz pola NFC z neonówką) został zakwalifikowany do publikacji – dziękuję! Jakby było zainteresowanie, to zbudowałem też taki powielacz w klasycznym układzie Cockrofta-Waltona (nie podobała mi się konieczność szeregowego łączenia diod w opublikowanym układzie) – ten egzemplarz na 6 diodach generuje około 270 V, co udowadnia, że parametry elementów można dobierać tylko do napięć pomiędzy stopniami powielania (napięcie wsteczne diod – 100 V) – tylko neonówka słabiej świeci jeżeli nie zastosujemy prostownika na wyjściu – prawdopodobnie wchodzi w grę pojemność, co przy częstotliwości 27 MHz może generować sporą upływność.

Druga rzecz – widziałem planowany artykuł o usypianiu Arduino. Do takich prac dobrze byłoby mieć **power profiler** – albo gotowy albo samodzielnie zbudowany (bo gotowe to koszt zwykle ~ 100\$). Na potrzeby testów sensorów z ESP8266 zbudowałem taki (dość prymitywny, prawdę powiedziawszy) bo amperomierzem trudno szacować pobór mocy gdy radio włącza się co 10 minut, a resztę czasu moduł śpi. (...)

Tak, wiem że to prowizorka (zwłaszcza część analogowa) ale może jakby to trochę dopracować to by się komuś przydało?

Pozdrawiam

Jarosław Węgliński

W wyniku wymiany e-maili ustaliliśmy, że Autor przygotuje artykuł o prostej wersji „Power profilera”.

A ja zachęcony tą korespondencją już przygotowałem projekt prostego uniwersalnego wzmacniacza pomiarowego do rozmaitych przetworników ADC. Trzeba będzie zaprojektować płytkę i przetestować układ. Być może powstanie projekt nie tylko „Power profilera”, ale uniwersalnego bloku pomiarowego, przeznaczonego do dowolnego wewnętrznego czy zewnętrznego przetwornika ADC, nadającego się do systemów Arduino, ESP, RPi, itp.

Szanowny Panie Piotrze,

dziękuję za maila i informację o czasopiśmie. Chętnie dołączę do grona wspierających.

Precyzyjne pomiary to mój konik. Odnośnie techniki pomiarowej na poziomie 1 ppm, jakie rozwiązania stosuję w projektach to między innymi:

– rezystory i źródła napięcia odniesienia w hermetycznych obudowach (wpływ wilgotności i związanej z nią utlenianiem jest często dominujący nad wpływem współczynnika cieplnego). Nawet kupując superprecyzyjne rezystory Vishay Z-foil po 100 zł / szt z deklarowanym TC 0,05ppm/°C można spotkać się z dryfem spowodowanym szokiem po lutowaniu. Udokumentowałem to kiedyś tu: <https://www.eevblog.com/forum/projects/vishay-bulk-foil-drift-after-soldering/>

– statistical arrays – obszerny temat, którego badanie kiedyś zainicjowałem na eevblogu: <https://www.eevblog.com/forum/metrology/statistical-arrays/>. Zbudowany dla testu dzielnik 10:1 używał sieci rezystorów za 20 zł i bez żadnej regulacji miał błąd podziału 12 ppm i wsp. cieplny podziału 0,32 ppm/°C. Technika bazuje na spostrzeżeniu, że rezystory wykonane na wspólnym podłożu mają nie tylko dobry TCR racking, ale też bardzo podobnie dryfują z upływem czasu.

– transfer Hamona. Proste i genialne rozwiązanie opisane np. na stronie 3–4 instrukcji https://download.flukecal.com/pub/literature/752A_imeng0100.pdf

– nie stosuję tego, ale cała elektronika poniżej 0,01 ppm na tym bazuje: mostki transformatorowe, indukcyjne dzielniki napięcia, komparator prądów „DCC” zaprezentowany w 1963 przez Kustersa.

Bazuje to na fakcie, że chyba najbardziej stałą wartością w technice jest stosunek liczby zwojów. Robiłem kiedyś podejście do tematu precyzyjnego dzielnika napięcia DC na zasadzie stosowanej w miernikach firmy Datron Wavetek i kilku kalibratorach produkcji ZSSR: napięcie wzorcowe zamienić na prostokąt, wysterować uzwojenie pierwotne specjalnie nawiniętego transformatora, odebrać napięcie przemienne z wybranego odczepu uzw. wtórnego i na koniec zdemodulować synchronicznie. Stabilność wyszła poniżej oczekiwań. Tu link do wątku: <https://www.eevblog.com/forum/metrology/datron-calibrator-7v-to-10v-conversion-with-a-transformer/msg1019807/#msg1019807>

Pozdrawiam
Bartłomiej Radzik

Ten list zachęcił mnie do zajęcia się tematem skrajnie precyzyjnych pomiarów, gdzie w grę wchodzi wartości na poziomie 1 ppm, czyli 0,0001%.

Już powstał pierwszy artykuł *Dokładność i zakres pomiarów w elektronice*, łagodnie i wprowadzający w tematykę. Planowane i częściowo opracowane są kolejne: *Wielkości, wartości, wzorce, dokładność, rozdzielczość oraz Dokładność i precyzja w praktyce hobbysty*.

Co prawda w warunkach amatorskich i przy ograniczonym budżecie, o dokładności czy raczej niepewności rzędu 0,0001% nie ma co marzyć, ale na łamach ZE będziemy podejmować praktyczne próby uzyskania dużej dokładności. Pracuję nad artykułami o wzorcach napięcia, rezystancji, pojemności i indukcyjności. Zamówiłem też różne precyzyjne rezystory, żeby wykorzystać idee nie tyle transferów, co dzielników Hamona, między innymi bardzo dokładnego dzielnika 1:10:100:1000. Mam też wstępne projekty prościutkiego amperomierza, który mierzyłby prądu dużo mniejsze od 1 pikoampera. Zobaczmy, jak to się sprawdzi w praktyce.

A poniżej efekt konsultacji na ten temat:

(...) Artykuł o precyzji pomiarów byłby **BARDZO** potrzebny, ale równie potrzebne byłoby opracowanie, konieczne Pana autorstwa, o pomiarach w ogóle.

Może jedno z drugim? Takie kompendium, może nawet w formie tabularycznej – co i jak mierzymy? Co to są te magiczne „+20 dg” obok intuicyjnie zrozumiałej dokładności miernika cyfrowego podanej w %? Co to jest Usk, Upp, Umax? O co chodzi z tym TrueRMS? Niech to będzie nawet w formie łopatologicznej, z przykładami obliczeń, być może w formie leksykonu. Pisał Pan

już o tym kiedyś, wiem, pamiętam. Ale znaczna część odbiorców ZE – nie. Zebranie tego w jednym miejscu byłoby bardzo pomocne.

Wiem też, że odpowiedź na każde z w/w pytań można znaleźć w Sieci – ale znalezienie odpowiedzi podanych jednocześnie w strawnej formie, szybko i do tego wiarygodnych – jest absolutnie niemożliwe. Młody czytelnik ZE, który poda google hasło „pomiar napięcia przemienne” albo „dokładność woltomierza” znajdzie zapewne w pierwszej kolejności skrypt do ćwiczeń którejś z polskich politechnik, nudny, najeżony suchą matematyką, autorstwa kogoś, kto nigdy nie powinien nawet otrzeć się o dydaktykę (czyli standardowego nauczyciela akademickiego w Polsce, niezależnie od profilu akademii).

(...) Co do mojego artykułu [o multimetrach ze średniej półki] – trudne zadanie o tyle, że moje doświadczenia własne z multimetrami są bardzo ograniczone. Mógłbym spróbować opisać, co w mojej opinii jest istotne przy wyborze miernika, na co zwracam uwagę i co mogłoby być istotne dla hobbystów zajmujących się specyficznymi działami, typu elektrotechnika samochodowa – ale taki artykuł wymagałby Pańskiej korekty.

Serdecznie pozdrawiam
Szymon Burian

W moim cyklu o multimetrach skoncentrowałem się tylko na multimetrach najtańszych, które z konieczności mają ograniczenia. Przydałby się artykuł o sprzęcie ze średniej półki. Czekam na taki materiał!

Dzień dobry,

Szanowny Panie Piotrze, Piszę do Pana kolejny raz, gdyż potrzebuję pomocy w temacie pewnej przetwornicy pracującej we wzmacniaczu tuby basowej (w załączniku przesyłam zdjęcia). A więc tak: nie udało mi się znaleźć kompletnego schematu całego wzmacniacza, ale znalazłem schemat przetwornicy zbudowanej na bazie układu TL494CN. U mnie napięcia wyjściowe wynosiły 27 V. Częstotliwość pracy układu na każdy kanał to 27 kHz. Na linii zasilania nie było również dławika L3 oraz kondensatora C8. Problem polegał na tym, że tranzystory Q3, Q4 były całkowicie spalone, a w zasadzie wybuchły. Tak więc brak możliwości identyfikacji. I tutaj zaczęły się schody. Po odnalezieniu schematu zacząłem dobierać tranzystory precyzyjną metodą „na oko”. Ponieważ nie posiadałem IRF1404, a w sklepie też brak, postanowiłem, iż dobiórę coś z zapasów. I tak, po zastosowaniu RFP50N06, IRF3205 prąd jałowy wynosił 3,7 A i bardzo grzał się kondensator C7, natomiast po zastosowaniu tranzystorów IRFZ44 N, NDP6051, IRF740 prąd jałowy wyniósł 400 mA przy zasilaniu napięciem wynoszącym 14 V DC.

Kondensator C7 przestał się grzać. Ostatecznie zastosowałem tranzystory NDP6051. Tuba gra poprawnie. Po zmontowaniu całości i dołączeniu reszty wzmacniacza pobór prądu jałowego wyniósł 500 mA, przy napięciu zasilającym 14 V.

I z racji tego, że udało mi się to naprawić, niekoniecznie dobrze sypiam, gdyż już któryś wieczór z kolei siedzę nad kartami katalogowymi w/w elementów i próbuję doszukać się jakiejś konkretnej różnicy, która sprawia, że jedne z tranzystorów bardzo się grzeją, a inne pracują poprawnie. Doszedłem do wniosku, że grzejące się tranzystory nie do końca się otwierają i występują na nich duże straty mocy. No i ten gorący kondensator C7...

Panie Piotrze, Pana jedno zdanie wyjaśnienia na pewno przyniesie mi spokojny sen, tym samym proszę o wskazówkę.

Serdecznie pozdrawiam
Paweł Lewandowski

Mówisz i masz: znakomitą pomocą w znalezieniu odpowiedzi będzie okładkowy projekt tego numeru – jeżeli problemem z nadmiernym grzaniem były podróbki o dużo gorszych parametrach. A jest to bardzo prawdopodobne. W pierwszej kolejności zachęcam Pawła to przeprowadzenia testów tych grzejących się MOSFET-ów. Gdy to się wyjaśni, możemy zastanowić się nad grzaniem kondensatora.

Dzień dobry,
serdecznie dziękuję za wszystkie podsyłane materiały. Czyta się je jak dobry kryminał – kiedy zaczniesz nie skończysz dopóki nie doczytasz do końca.

Wydania ZE drukuję sobie pojedynczo, bo istnieje obawa wciągnięcia na cały dzień.

Jeżeli chodzi o podróbki elementów, temat staje się megaważny. Jest ich tyle, że ciężiej o oryginał niż podróbkę. Również sam tego doświadczyłem.

Do uszkodzonego inwertera SinusPro kupiłem IRF3205 z tej oferty: <https://pl.aliexpress.com/item/33045074018.html>.

Rozrzut napięcia bramek był tak duży, że część tranzystorów nie otwierała się na testerze elementów od 3 do 7V. Następnie (na podstawie Pańskiego artykułu) kupiłem tutaj: <https://pl.aliexpress.com/item/1005004235856766.html>. Te wyglądają na oryginał. Planuję (...) przeprowadzić testy wg schematu z ZE 3/23.

Zamontowanie podróbek do inwertera, gdzie płyną prądy po 200 A zapewne skończyłyby się spektakularną eksplozją. Proszę przypomnieć Pański adres lub nr paczkomatu to podeślę wspomniane podróbki oraz te IRF3205 wyglądające na oryginał. Myślę że znajdę również IRF3205, które kupujemy w TME.

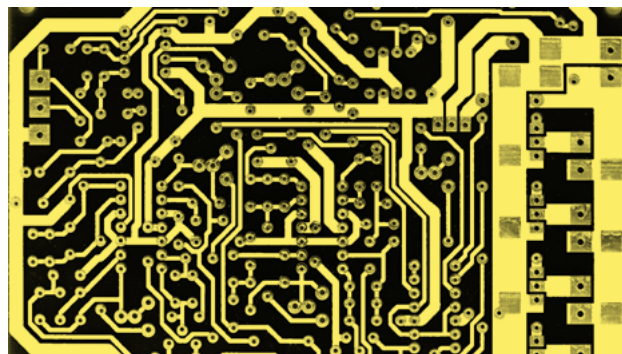
Pozdrawiam serdecznie
Michał Stach

Zachęciłem Michała, żeby zamiast przysyłać do mnie tranzystory, przysłał artykuł.

A swoją drogą, temat identyfikacji podróbek wzbudził ogromne zainteresowanie i już zdążyłem napisać kilka artykułów o sposobach testowania różnych elementów, tranzystorów bipolarnych, diod, tyrystorów i triaków, a także akumulatorów i baterii.

Łamigłówki elektroniczne

czerwiec 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 2306A
Zagadka 2306B

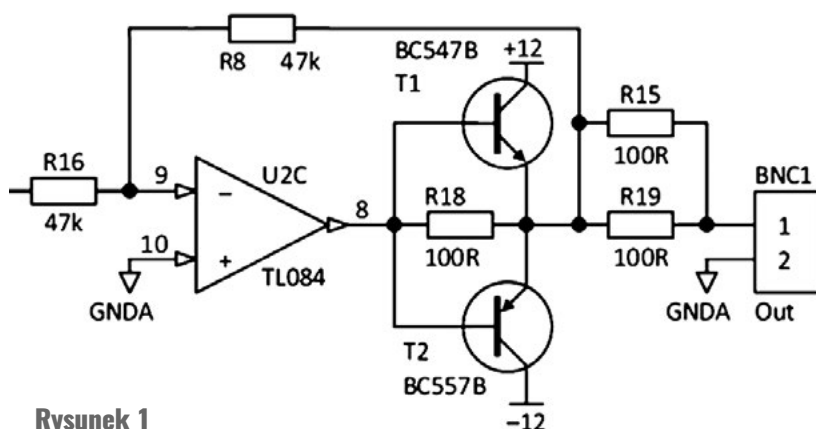
Jak odpowiesz? 2306
Oblicz 2306

Zagadka 2306A

W wielu aplikacjach na wyjściu wzmacniacza operacyjnego dołącza się dwa komplementarne tranzystory bipolarne, które pełnią funkcję wtórniaka zwiększającego 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**

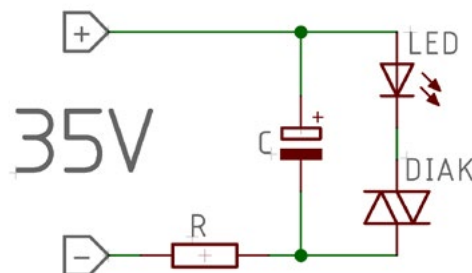
Rozwiązanie konkursu można nadsyłać do końca czerwca 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Zagadka 2306B

Rysunek 1 przedstawia bardzo 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 nadsyłać do końca czerwca 2023 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Jak odpowiesz? 2306

Załóżmy, że niezbyt zaawansowany elektronik przedstawi Ci następujący dylemat:

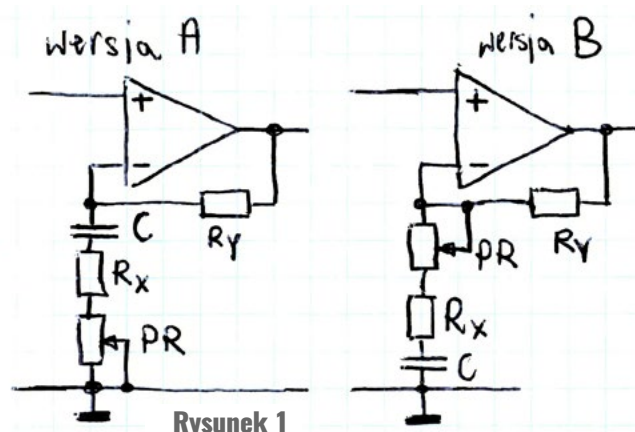
Będę budował czuły wzmacniacz do pomiarów audio i znalazłem dwie niewiele się różniące odmiany schematu. Prawie wszystko jest takie same, a różnicę pokazuje rysunek 1.

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

Niezmiennie zadanie konkursowe brzmi:

Jak odpowiesz na tak postawione pytanie?

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

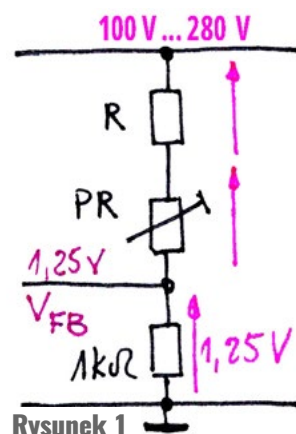


Rysunek 1

Oblicz 2306

Zadanie dotyczy praktycznego, interesującego zagadnienia. Otóż na 27 stronie tego numeru jest artykuł *Przetwornice do zasilania układów lampowych*, gdzie na rysunku 14 przedstawiony jest przykład przeróbki przetwornicy na zakres wyższych napięć około 80V...200V. 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 V ... 280 V?**

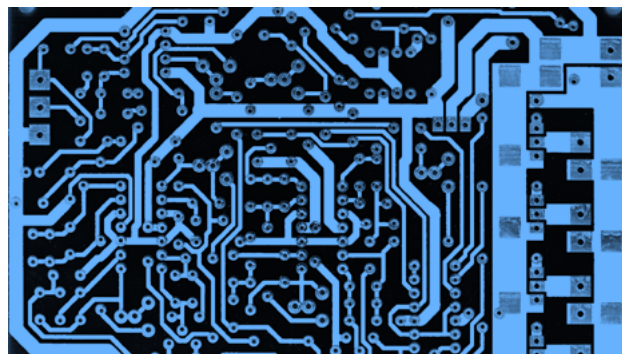


Rysunek 1

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca czerwca 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 kwiecień 2023



Rozwiązanie – Oblicz 2304
Rozwiązanie – Zagadki 2304

Rozwiązanie – Jak odpowiedzieć? 2304

Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze kwietniowym (4/2023). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Oblicz 2304

Chcemy zbudować bezpiecznik elektroniczny – zabezpieczenie nadnapięciowe, gdzie elementem czujnikowym będzie popularny układ TL431 według **rysunku 1**. Zabezpieczenie ma zadziałać przy wzroście napięcia w punkcie A do wartości 5,75 V. Wartość ta nie musi być precyzyjna. Próg zadziałania może mieć tolerancję $\pm 0,25$ V, czyli wynosić 5,5...6 V.

Pytanie konkursowe brzmi:

Jakie powinny być wartości rezystorów R1, R2?

Oto rozwiązania:

Dane: TL 431, $V_{ref} = 2,495$ V, $V_a \max = 42$ V, $I_{ref} = 0,05$ do 10 mA

$R2 = 10$ k Ω (wartość sugerowana przez Texas Instruments).

Według **rysunku 2** liczymy: $V_a = V_{ref} \times (1 + R1/R2)$ stąd $R1 = R2 \times (V_a/V_{ref} - 1)$

Zakładamy $V_a = 5,75$ V z tolerancją $\pm 0,25$ V, $V_{a1} = 5,5$ V, $V_{a2} = 6$ V

$R1_{min} = R2 \times (V_{a1}/V_{ref} - 1) = 10 \times (5,5/2,495 - 1) = 12$ k Ω

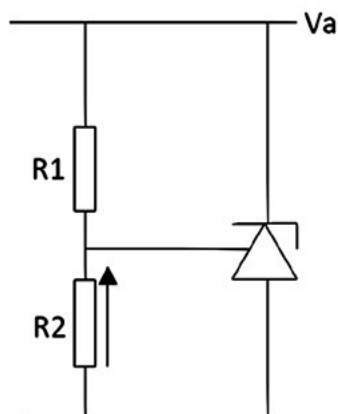
$R1_{max} = R2 \times (V_{a2}/V_{ref} - 1) = 10 \times (6/2,495 - 1) = 14$ k Ω

Dobre $R1 = 12 \dots 14$ k Ω a $R2 = 10$ k Ω

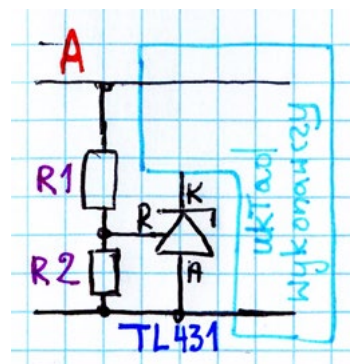
Pozdrawiam

Andrzej Kubiak

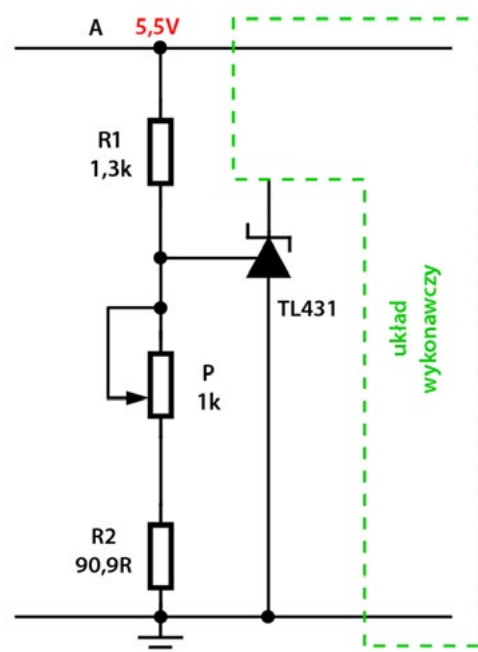
Układ według **rysunku 3** przy potencjometrze P skróconym na max działa od 5,5 V wzwyż. Daje to gwarancję, że dla napięć poniżej 5,5 V układ nie zadziała. Skręcając potencjometr na mniejszą wartość możemy precyzyjnie ustawić próg zadziałania na wartość 5,75 V i więcej. Zmniejszenie rezystancji potencjometru P powoduje zwiększenie progu zadziałania układu.



Rysunek 2



Rysunek 1



Rysunek 3

Tadeusz Suszał

Rozwiązanie – Zagadki 2304

Zagadka jest kontynuacją zadań dotyczących pomiarów rezystancji. Otóż w starych urządzeniach powszechnie stosowane były rezystory o tolerancji $\pm 20\%$ oraz $\pm 10\%$. Dziś dominują rezystory o wartościach z szeregu nominałów E24 i tolerancji $\pm 5\%$. Coraz częściej stosowane są rezystory o tolerancji $\pm 1\%$. Tym razem zagadka dotyczy właśnie **tolerancji rezystorów**, z którymi współczesny elektronik ma lub może mieć do czynienia. Pytanie brzmi:

Jakie największe tolerancje mają produkowane współcześnie rezystory?

Oto rozwiązania:

Dzień dobry,

w odpowiedzi na zagadkę 2304 podaję poniżej największe tolerancje rezystorów jakie znalazłem:

TME ($\pm 0,1\%$): https://www.tme.eu/html/PL/precyzyjne-rezystory-metal-film-0-6w-0-1/ramka_137_PL_pelny.html

Wikipedia $\pm 0,05\%$: <https://pl.wikipedia.org/wiki/Rezystor>
 $\pm 0,005\%$: <https://www.mouser.pl/ProductDetail/Vishay-Precision-Group-Foil-Resistors/Y00071K00000V0L?qs=ANp4oyDELkFyH31iIT3PdQ%3D%3D>

$\pm 0,005\%$: <https://evertiq.pl/design/10639>

Digikey $\pm 0,001\%$: <https://www.digikey.pl/pl/products/detail/vishay-foil-resistors-division-of-vishay-precision-group/SC005C1K00-99K0BQ/8581317?s=N4IgiCBcoEwwnAZigA-xIAZgQwDYGcBTAGhAHsoBtEANmoHYQBdEgBwBcoQBINGj-wEsAdgHMQAXzEkYIELwIAvAJ542pXgAIwAayZigA>

Tak więc największa tolerancja wg mnie to: 0,001%

Pozdrawiam

Mirosław Kaszowski

Nie są to klasyczne pojedyncze rezystory. **Fotografia 2** oraz **fotografia 3** pokazują ich wygląd. A tematem precyzji i pomiarów będziemy się szeroko zajmować w oddzielnych artykułach czasopisma.



Fotografia 2



Fotografia 3

Przy najwyższych dokładnościach zamiast procentów, czyli setnych części całości, używa się milionowych części całości, w skrócie ppm (parts per million). 0,001% to 10 ppm.

Warto wiedzieć, że istnieją też rezystory, a właściwie wzorce rezystancji (często składające się z wielu rezystorów), których najogólniej mówiąc tolerancja jest rzędu 1 ppm, czyli 0,0001%. Przykład na **rysunku 1** to fragment oferty wzorców (standardów rezystancji) znanej firmy IET Labs. Jak widac, w „środkowym” zakresie rezystancji, od 1 oma do 10 megaomów nominalna rezystancja zachowana jest z dokładnością ± 2 ppm (0,0002%), a krótkoterminowo nawet poniżej 1 ppm.



IET LABS, INC. in the GenRad Tradition

SRL Series

Nominal Value	Model Number	Adjustment to Nominal	Stability per year (max change)	Max Resistance Change 18-28°C from 23 °C
1 mΩ	SRL-0.001	± 100 ppm	± 50 ppm	25 ppm/°C
10 mΩ	SRL-0.01	± 5 ppm	± 15 ppm	5 ppm/°C
100 mΩ	SRL-0.1	± 5 ppm	± 12 ppm	2 ppm/°C
1 Ω	SRL-1	± 2 ppm	± 8 ppm	3 ppm tot
10 Ω	SRL-10	± 2 ppm	± 8 ppm	3 ppm tot
100 Ω	SRL-100	± 2 ppm	± 6 ppm	3 ppm tot
1 kΩ	SRL-1K	± 2 ppm	± 6 ppm	3 ppm tot
10 kΩ	SRL-10K	± 2 ppm	± 4 ppm	1.5 ppm tot
100 kΩ	SRL-100K	± 2 ppm	± 6 ppm	2 ppm tot
1 MΩ	SRL-1M	± 2 ppm	± 8 ppm	2 ppm tot
10 MΩ	SRL-10M	± 2 ppm	± 9 ppm	3 ppm tot
100 MΩ	SRL-100M	± 10 ppm	± 20 ppm	5 ppm/°C
1 GΩ	SRL-1G	$\pm 0.1\%$	± 200 ppm	23 ppm/°C
10 GΩ	SRL-10G	$\pm 0.1\%$	± 500 ppm	25 ppm/°C
100 GΩ	SRL-100G	$\pm 0.3\%$	± 500 ppm	25 ppm/°C
1 TΩ	SRL-1T	$\pm 0.5\%$	± 500 ppm	50 ppm/°C

Rysunek 1

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2304

Młodzi elektronicy oraz kandydaci na elektroników, w szczególności miłośnicy Arduino, często mają wątpliwości co do portów I/O. Wiedzą, że programowo można dowolnie sterować stanem pinu portu I/O. Załóżmy, że taki początkujący przedstawi Ci następującą kwestię: *Na niektórych schematach dioda świecąca jest dołączona do napięcia zasilania +5 V, a na innych do masy, jak pokazuje to **rysunek 1**. Który sposób jest lepszy?* Niezmienne zadanie konkursowe brzmi:

Jak odpowiesz na tak postawione pytanie?

Oto rozwiązania:

Dzień dobry,

lepszym sposobem jest podłączenie diody LED do masy. W drugim przypadku konieczne jest zastosowanie zasilacza +5 V.

Pozdrawiam

Miroslaw

Sposób podłączenia będzie zależał od projektu i oczekiwań. W każdym z tych przypadków świecenie diody zachodzi przy innym stanie pinu wyjściowego. W przypadku podłączenia do nap. +5 V, dioda świeci się wtedy, gdy pin jest ustawiony na stan niski. Natomiast w przypadku podłączenia diody do masy, dioda świeci się gdy pin jest ustawiony na stan wysoki.

Tadeusz

Rysunek 1

Dzień dobry,

wydaje się, że na tak proste pytanie odpowiedź jest oczywista ale tak nie jest! Arduino to platforma i może mieć różne uC a nawet FPGA. Nie wszystkie układy mają taką samą wydajność w stanie H jak i L. Warto tu przypomnieć legendarny, beznadziejny (ale nic lepszego nie było) 8051. Miał on dużą wydajność w stanie L i nikłą w H. tak jak do dziś używane PCF8574 (taka sama budowa portów jak P1-Px w 8051, P0 miał odmienną budowę).

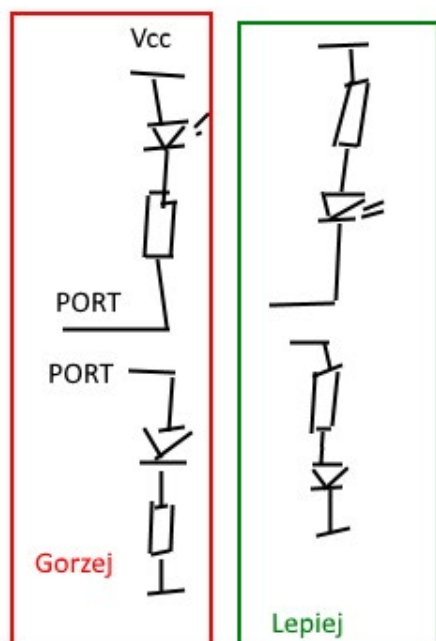
Odpowiedź na pytanie zależy jaki uC/FPGA jest w Arduino.

*Z praktyki: sposób włączenia ma znaczenie, co pokazują **rysunki 2, 3**. Wprowadzie nie powinno się lutować przy włączonym zasilaniu, ale nich rezystorem rzuci we mnie ten, kto ani razu tak nie robił.*

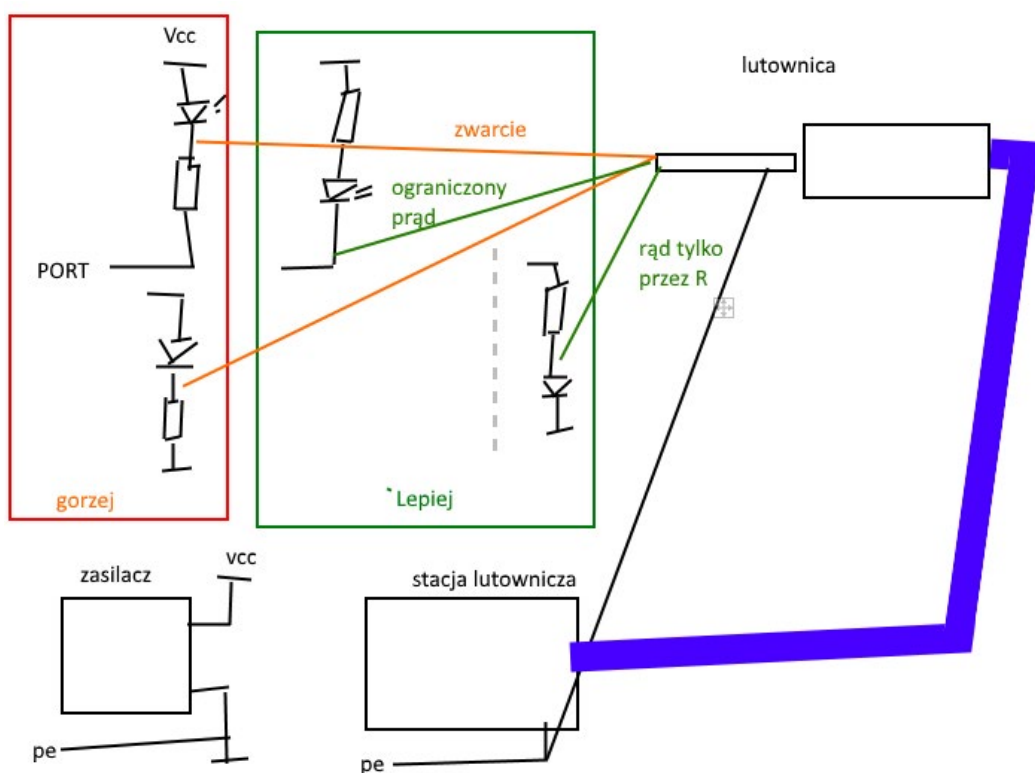
Z poważaniem:

Sławomir Skrzyński

Omawiane zagadnienie ma też jeszcze inne interesujące aspekty, którymi zajmiemy się oddzielnie.



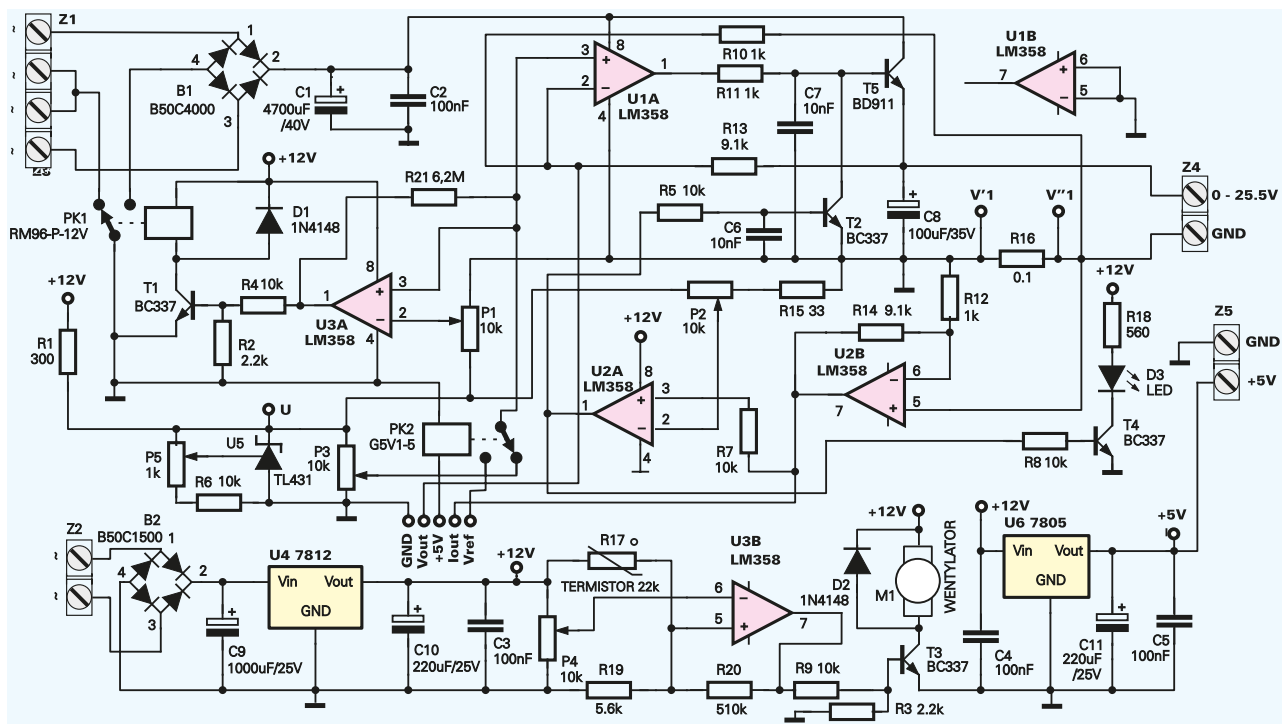
Rysunek 2



Rysunek 3

Tropimy błędy: Zasilacz „mikroprocesorowy”

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



Źródło schematu: <https://serwis.avt.pl/manuals/AVT2757.pdf>

Schemat z powyższego rysunku był przedstawiony w wydaniu ZE z kwietnia 2023 roku w ramach konkursu **Tropimy błędy** o oznaczeniu KX005. Pomysł zadania konkursowego nadesłał **Szymon**, jeden z Czytelników ZE, w związku z cyklem **Wspólnie projektujemy: zasilacz z LM317**.

Powyższy schemat jest częścią projektu, nadesłanego przez młodego Czytelnika, opublikowanego w roku 2005 w EdW. Projekt został zakwalifikowany do produkcji i ukazał się jako zestaw do montażu – kit AVT-2757. Trzy lata później młody Autor projektu opublikował w EP pokrewny projekt <https://serwis.avt.pl/manuals/AVT5161.pdf>. W Internecie można znaleźć opinie o tych układach.

Rozwiązanie konkursu nie było łatwe także z powodu dość skomplikowanego schematu i kłopotów z określeniem, jak układ jest zasilany. Największy kłopot był z wytropieniem obwodów masy i zasilania. Oto dwie odpowiedzi uczestników:

Witam!

(...) schemat jest po pierwsze skomplikowany, a po drugie dziwnie narysowany. Można się pogubić z masami. Na przykład oznaczenie GND przy złączu Z5 dotyczy masy zaznaczonej na schemacie typowym symbolem masy, a już GND przy złączu Z4 wprowadza w błąd, bo między tym punktem i masą jest opornik R16 0,1 oma. Tu na pewno jest gdzieś błąd, ale nie analizowałem gdzie.

Zgłaszam tylko jeden, a może jest i więcej błędów, ale można dostać oczopląsu.

*Pozdrawiam
Michał Kamiński*

*Dzień dobry,
miałem duży kłopot z rozszyfrowaniem działania (...) najbardziej podejrzanie wygląda mi R11, który uniemożliwi pobór dużego prądu.*

Jacek

Zadanie było trudne, szczegółowa analiza zajęłaby kilka stron. Układ, opublikowany w 2005 roku, został zrealizowany przez bardzo młodego, zdolnego Autora, który w tamtym czasie ewidentnie był bardziej informatykiem niż elektronikiem.

Zrealizował on na pozór bardzo atrakcyjny „zasilacz mikroprocesorowy”, którego główną zaletą była możliwość programowania napięcia, zarówno ręcznie, potencjometrami, jak też za pomocą mikroprocesora z 8-bitowymi przetwornikami DAC.

Pokrewny układ tego samego Autora z roku 2008 można znaleźć pod adresem:

<https://serwis.avt.pl/manuals/AVT5161.pdf>

Ten drugi układ zawiera te same podstawowe, poważne błędy, o których szerzej za chwilę.

Na początek zasygnalizowana kwestia R11. Otóż tranzystor BD911 nie jest „darlingtonem”, tylko „zwykłym tranzystorem” o niedużym wzmacnieniu. Według katalogu, przy maksymalnym prądzie zasilacza (2,55 A) można się spodziewać, że niektóre z egzemplarzy tranzystorów będą mieć wzmacnienie 20...30×. Przy prądzie emitera 2,55 A wymaga to prądu bazy około 100mA.

Po pierwsze, wzmacniacz operacyjny nie da takiego prądu, a po drugie, prąd 0,1 A spowodowałby na rezystorze R11 o nominale 1 kΩ spadek napięcia... 100 V. Oczywiście wartość R11 jest niedopuszczalnie duża.

Warto nadmienić, że do regulacji napięcia rezystor R11 jest całkowicie zbędny, a pojawił się w układzie chyba tylko z uwagi na sposób realizacji ogranicznika prądowego.

Drugi poważny problem w układzie tego zasilacza związany jest z obecnością rezystora R16 o nominale 0,1 Ω, który służy do pomiaru prądu wyjściowego.

Jest on włączony w pętlę regulacji napięcia.

Po pierwsze występuje na nim stosunkowo duży spadek napięcia (0,255 V przy maksymalnym prądzie), ale nie to jest najgorsze.

Otóż tak zrealizowana pętla regulacji napięcia nie tylko nie eliminuje wpływu obecności R16, ale jeszcze pogłębia problem.

Zamiast tłumaczyć zależności na podstawie wzorów, przedstawię problem na przykładzie. Na **rysunku 1** pokazane są dwie sytuacje. Zakładamy, że chcemy uzyskać na wyjściu tego zasilacza napięcie 3 V. Dla uproszczenia obliczeń przyjmę jako wartość R13 „okrągłe” 9 kiloomów, co z 1 kiloomem R10 daje, a przynajmniej powinno dać wzmacnienie wzmacniacza operacyjnego równe 10×. Czyli jeżeli chcemy uzyskać na wyjściu jakieś napięcie V_L , to z suwaka potencjometru P3 powinniśmy podać na wejście nieodwracające wzmacniacza operacyjnego napięcie 10 razy mniejsze.

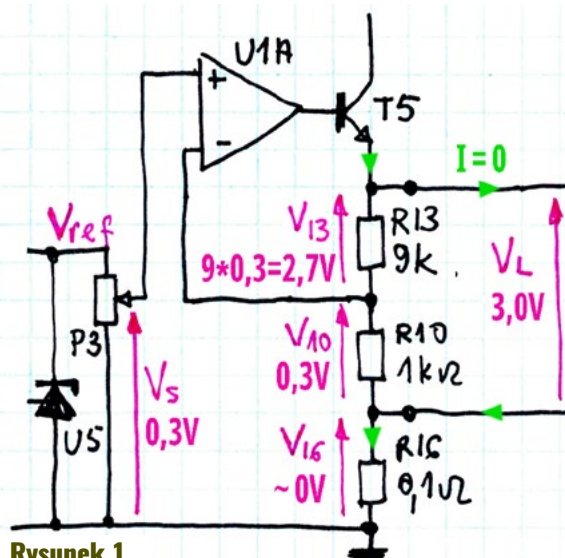
I praktycznie właśnie tak jest, gdy wyjście nie jest obciążone, co pokazuje to rysunek 1. Żeby nie komplikować sytuacji, pominąłem na tym rysunku znikomy spadek napięcia na R16.

Problem powstaje, gdy wyjście zostaje obciążone.

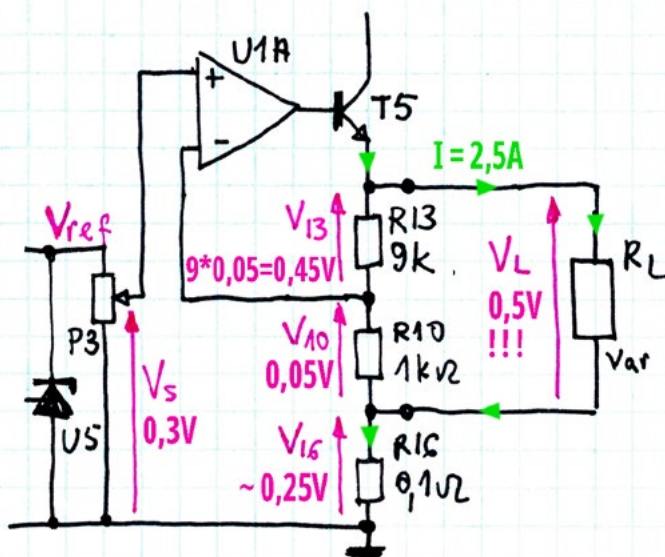
Rysunek 2 pokazuje sytuację, gdy przy takim samym ustawieniu potencjometru P3 wyjście zostaje obciążone prądem 2,5 ampera. Prąd ten wywołuje na rezystorze R16 spadek napięcia 0,25 V.

Bez zastanowienia można byłoby sądzić, że napięcie na obciążeniu zmniejszy się o te 0,25 V, czyli z 3,0 V do 2,75 V, co nie byłoby wielką tragedią.

Jednak w rzeczywistości jest dużo gorzej. Prąd obciążenia wywołuje spadek napięcia na R16. A wzmacniacz operacyjny z zasady swego działania utrzymuje jednakowe napięcia na obu swych wejściach. Na wejście nieodwracające cały czas jest podawane napięcie 0,3 V i wzmacniacz operacyjny tak ustawi napięcie wyjściowe, żeby na swoim wejściu nieodwracającym też uzyskać 0,3 V. Nastąpi to przy spadku napięcia na R10 równym 0,05 V.



Rysunek 1



Rysunek 2

Prąd płynący przez R10 wywoła też 9 razy większy spadek napięcia na R13: $9 \times 0,05 \text{ V} = 0,45 \text{ V}$.

Wzmacniacz operacyjny nic nie wie o napięciu wyjściowym. On tylko dba, żeby napięcia na obu jego wejściach były równe. A nastąpi to przy napięciu wyjściowym (na obciążeniu) równym... 0,5 V!

Spodziewaliśmy się redukcji napięcia wyjściowego o 0,25 V, a napięcie to zmniejszyło się 10-krotnie więcej – aż o 2,5 V!

Jest to bardzo poważny problem, przede wszystkim przy małych napięciach wyjściowych. Analogiczną sytuację przy wyższym napięciu pokazuje **rysunek 3** oraz **rysunek 4**.

Okazuje się, że przez taki sposób włączenia R16 rezystancja wyjściowa tego zasilacza zostaje zwiększona 10-krotnie, z 0,1 oma do 1 oma. A powinna być bliska zera.

I można to osiągnąć w bardzo prosty sposób. Trzeba tylko inaczej włączyć R16 – trzeba go usunąć z pętli regulacji napięcia. Możemy to poruszyć przy okazji projektowania zasilacza z kostką LM317.

W tym skądinąd interesującym zasilaczu zaprojektowanym przez bardzo młodego Autora jest sporo innych niedoróbek, które można usunąć – teoretycznie w dość prosty sposób. W praktyce wymagałoby to jednak przeprojektowania całego układu, a także przeprojektowania płytki drukowanej, na której nie są uwzględnione pewne zdrowe reguły projektowe.

Z takich mniej i bardziej istotnych szczegółów można byłoby wymienić kwestię włączenia rezystora R21. Co prawda jest to rezystor o dużej wartości, ale zmiana stanu przerywnika U3A będzie robiła „schodek” w charakterystyce regulacji.

Osoby chcące zgłębić to dość obszerne zagadnienie opis kłopotów znajdą pod adresami:

<https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic750593.html>

<https://forum.ep.com.pl/viewtopic.php?t=19369>

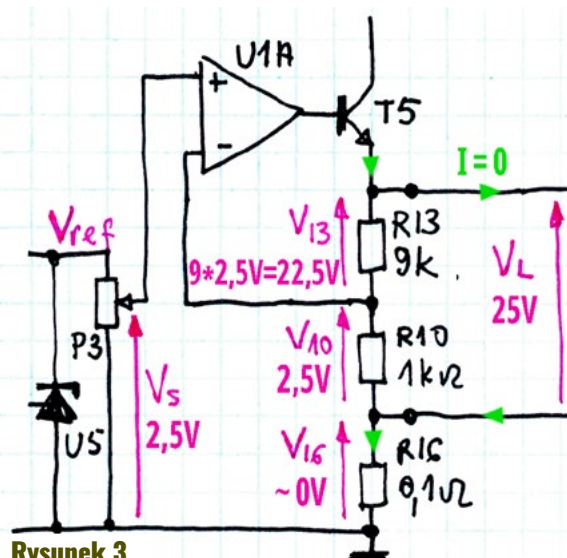
Natomiast szereg sensownych uwag, ale też chyba też nie wszystkie, można znaleźć w wątku:

<https://forum.ep.com.pl/viewtopic.php?p=86873#86873>

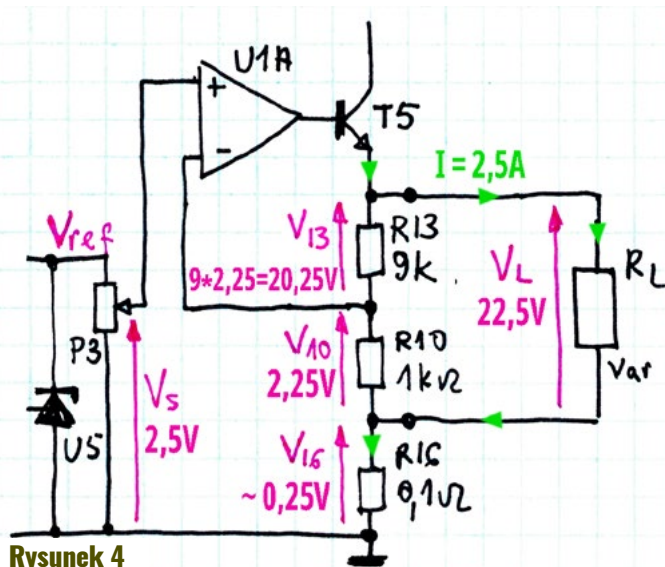
Wszystko wskutek braku doświadczenia młodego Autora, który bardziej skoncentrował się na łatwiejszych kwestiach „mikroprocesorowych”, a nie zdawał sobie sprawy z problemów „analogowych”. To jest coraz powszechniejsze zjawisko wśród współczesnych młodych elektroników. Ogólna koncepcja jest dobra, część cyfrowa jest zrealizowana poprawnie, ale jak to często bywa „diabeł tkwi w szczegółach” – szczegółach powiedzmy analogowych. ©

Piotr Górecki

Jeden ze stałych uczestników przysłał następujące obszerne rozwiązanie:



Rysunek 3



Rysunek 4

W linkach poniżej jest duża dyskusja na temat tego układu zasilacza i jego działania.

<https://www.elektroda.pl/rtvforum/topic1364952.html#6756142>

<https://forum.ep.com.pl/viewtopic.php?p=86873#86873>

Powtórzę rzeczy najistotniejsze:

- Dobór tranzystora T5 oraz rozwiązanie jego występowania. Autorzy wypowiedzi sugerują zastosowanie układu dwustopniowego, czy tranzystora Darlingtona,
- Zależność napięcia wyjściowego od obciążenia,
- Źle działający ogranicznik prądowy,
- Z układu zasilacza podczas ograniczenia prądu robi się generator czyli na wyjściu mamy zarówno napięcie DC jak i składową zmienną AC,
- Źłe połączenia dla niewykorzystanego U1B, niezgodnie z zasadami.
- Duży prąd TL431 niepotrzebnie go obciążający przy dużo mniejszym prądzie obciążenia. Wydaje się, że rezystor R1 o wartości 1 k rozwiązałby problem.

Oprócz tych błędów da się zauważyć inne:

a. Mostek prostowniczy B1 ma za mały prąd. (...) Należy dobrać mostek na większy prąd z zapasem.

b. Kondensator C1 też jest za mały dla tej wartości prądu wyjściowego. 10 – 12 mF najmniej.

c. Wzmacniacz LM358 ma maksymalne napięcie zasilające 32 V. Wzmacniacz U1 jest zasilany bezpośrednio z mostka B1, co gwarantuje napięcie zasilające nie mniejsze niż 32 V. A nawet większe niż wartość dopuszczalna szczególnie gdy transformator może podawać nieco większe napięcie niż 24VAC. To powoduje, że wzmacniacz pracuje przy napięciu równym a nawet większym niż dopuszczalne. Należy dobrać WO na większe napięcie zasilające np. na 36VDC – 44VDC.

d. W opisie pod podanym linkiem można przeczytać, że „kondensator C2 zwiera do masy ewentualne krótkie przełączenia z sieci energetycznej”. Ten kondensator jest jak najbardziej potrzebny, ale jego rola jest inna (odsprężanie oraz filtracja wysokich częstotliwości). Te kondensatory powinny się znaleźć przy każdym pi-nie zasilającym poszczególne WO. A przełączenia należy tłumić już po pierwotnej stronie transformatora za pomocą warystora z bezpiecznikiem na zasilaniu 230V.

Tego nie pokazano na schemacie ani również w opisie nie wspomniano.

e. Przedstawiony opis pod podanym linkiem dotyczy tego, co widzimy na płycie PCB i na schemacie. Brakuje ujęcia całej konstrukcji z uwzględnieniem zabezpieczeń zarówno po pierwotnej i wtórnej stronie transformatorów. Brak na rysunku, brak w opisie. Tak jakby to było mało istotne zagadnienie. Zwłaszcza że jest stosowane przełączanie uzwojeń i powinno to być przedstawione jak to zostało rozwiązane dla obu wariantów pracy.

f. Na schemacie, na wyjściu zasilacza jedną z końcówek opisano jako GND. Dla mnie GND to masa a ta końcówka powinna być oznaczona jako minus – bo masą nie jest. W odróżnieniu dla wyjścia +5 V gdzie tam faktycznie jest masa GND.

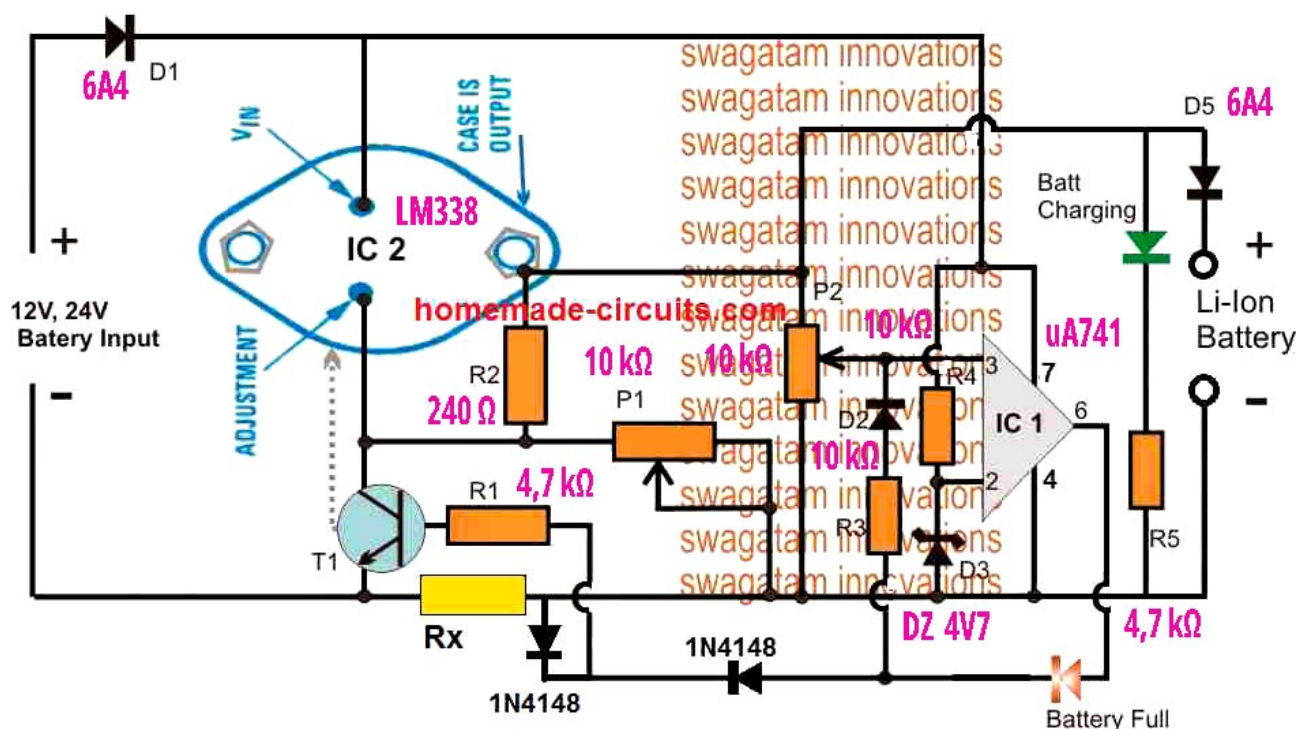
g. Cewka przekątnika PK2 powinna być również zbocznikowana diodą.

h. Rezystor R18 można wybrać o wartości 1 k. Dioda LED nie musi pracować z takim prądem (kilkanaście mA).

Pozdrawiam
Tadeusz Suszał

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.

Ma to być schemat samochodowej 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. Jest to druga, ulepszona wersja z obwodem zapewniającym niezmienny prąd ładowania. Na podanej stronie są też inne pokrewne propozycje, które również warto dokładnie przeanalizować.

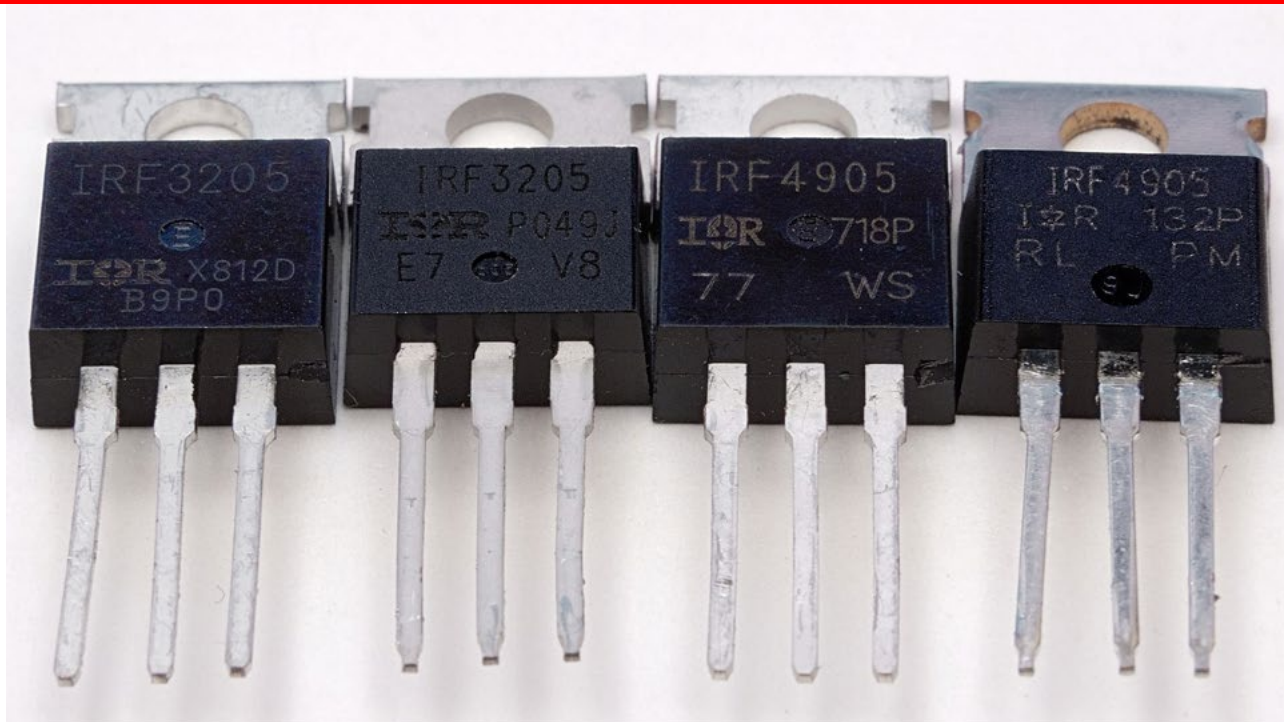
W ramach konkursu **Tropimy błędy KX007** możesz zgłosić swoje uwagi dotyczące tego znalezionej w Internecie schematu, pokazanego na powyższym rysunku tytułowym. Jeśli chcesz, możesz albo króciutko, albo bardziej obszernie napisać jak oceniasz ten schemat. Jaką ma wartość? Czy może nie jest błędny, tylko przestarzały? A może wprowadza w błąd? Możesz tylko wskazać, a ewentualnie także szerzej opisać błędy, usterki i niedoróbki, jakie Twoim zdaniem występują na tym schemacie.

Rozwiązanie tego konkursu **Tropimy błędy** możesz nadesłać do końca czerwca 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 przysłesz rozwiązanie, możesz też zgłosić jakiś inny błędny schemat, który mógłby zostać przeanalizowany w ramach któregoś z następnych wydań tego konkursu.



Odkrywamy tajemnice tranzystorów MOSFET

Tranzystory MOSFET są podstawą dzisiejszej cywilizacji. Stanowią elementarne cegiełki mikroprocesorów i innych układów cyfrowych. Na przykładzie pojedynczych tranzystorów MOSFET można nie tylko bliżej poznać ich właściwości i specyfikę, ale też sprawdzić, czy są sprawne i czy aby nie są to podróbki.

Miernik MOSFET-ów
Pomiar napięcia V_{GSth}
Pomiar rezystancji R_{DSon}

Znaczenie pojemności C_{iss}
Pomiar napięcia przebicia $V_{(BR)DSS}$
Moc i prąd maksymalny

Niniejszy artykuł pozwala poznać tranzystory MOSFET od strony praktycznej. **Fotografia tytułowa** pokazuje cztery tranzystory: dwa MOSFET-y N IRF3205 oraz dwa MOSFET-y P IRF4905. Dwa z nich są oryginalne, a dwa to tanie chińskie podróbki.

Artykuł pokazuje, jak w prosty sposób zidentyfikować fałszyfikaty w warunkach domowych, za pomocą popularnego sprzętu. Wyniki prostych pomiarów dadzą bezdyskusyjną odpowiedź, czy to jest oryginał, czy raczej nędzna podróbka o fatalnie słabych parametrach. Omawiany przykład pokazuje, że różnice między fałszyfikatami i oryginałami bywają bardzo duże. Wyniki skłaniają też do zastanowienia, a wyniki wręcz narzucają odpowiedź w kwestii: czy warto ryzykować zakup w „tanich sklepach”?

Podróbek nie można poznać po wyglądzie, bo oznaczenia też są podrobione. Trzeba mierzyć!

Zbadamy dwa MOSFET-y N typu IRF3205. Według katalogu są to tranzystory 55-woltowe o rezystancji R_{DSon} co najwyżej 8 miliomów, o mocy 200 watów i prądzie do 100 amperów.

Zbadamy też dwa MOSFET-y P typu IRF4905: też 55-woltowe, też 200-watowe, o maksymalnej rezystancji R_{DSon} 20 mΩ i prądzie 74 amperów.

Materiał ten jest ściśle powiązany z serią artykułów o tranzystorach MOSFET. Podstawy są omówione w artykule [Co to jest? Tranzystor MOSFET](#). Informacje o ich podstawowych właściwościach i parametrach katalogowych w artykułach zaczynających się od [Tranzystor MOSFET: ideały i rzeczywistość](#).



Fotografia 1

Fotografia 1 pokazuje przykład identyfikacji podróbek MOSFET-ów IRF3205. Choć widać, że pod ręką miałem lepsze multimetry, celowo wykorzystałem popularny, tani DT-9205A aby pokazać, iż do takich pomiarów wcale nie jest potrzebny kosztowny sprzęt. Wystarczy jakikolwiek multimetr z funkcją pomiaru pojemności lub inny miernik pojemności.

Fotografia 1 pokazuje najprostszy sposób pomiaru pojemności wejściowej Ciss MOSFET-a. W tym celu zwieramy końcówki drenu (D), źródła (S) i jakimkolwiek miernikiem sprawdzamy pojemność między nimi i bramką (G). Jak widać, w jednym z tranzystorów wynosi ona 0,94 nF czyli 940 pF, a w drugim 5200 pF. Szczegóły omówione są dalej w artykule.

A na razie najważniejszy wniosek: tranzystor o dużo mniejszej pojemności wejściowej to ewidentna podróbka. Oryginał to egzemplarz oznaczony numerem 2, który ma pojemność wejściową ponad 5 nanofaradów, czyli zaskakująco dużą.

Taką samą sytuację mamy na **fotografii 2**, która pokazuje pomiar pojemności dwóch egzemplarzy IRF4905, czyli MOSFET-ów z kanałem P. W jednym pojemność wejściowa to 1410 pF, w drugim 7070 pF. Ten o pięć razy mniejszej pojemności to chińska podróbka. Oryginał to egzemplarz oznaczony numerem 4. Dla osób, które trochę znają kwestie pojemności wejściowej prawdopodobnie zaskoczeniem jest aż tak duża pojemność – ponad 7 nF. Wrócimy do tego.



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

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



Przetwornice do zasilania układów lampowych 1

W numerze marcowym czasopisma ukazał się artykuł [Twój pierwszy wzmacniacz lampowy](#), gdzie przedstawiony był wzmacniacz z lampą elektronową zasilaną napięciem anodowym 12 V. Poniżej omówione są sposoby wytwarzania dużo wyższych napięć anodowych za pomocą popularnych przetwornic impulsowych.

[Przetwornica wysokonapięciowa](#)
[Moduł przetwornicy XL6019 i XL6009](#)
[Najprostsza przeróbka modułu XL6019](#)

[Zaawansowana przeróbka modułu XL6019](#)
[Uwagi i ostrzeżenia końcowe](#)

Część osób zajmujących się układami lampowymi uważa, że powinny one być zasilane w sposób klasyczny, to znaczy za pomocą transformatora sieciowego 50 Hz, który ma oddzielne uzwojenia żarzenia i anodowe. Należy uszanować taki pogląd, który, słusznie lub nie, można uznać za purystyczny, a przy okazji warto przypomnieć, że dziś w wielu okolicach zastosowanie paneli fotowoltaicznych powoduje nadmierne podwyższanie napięcia sieci, nawet powyżej 250 woltów, co jest szkodliwe, a może być groźne dla lamp. Stosując klasyczne obwody zasilania należy kontrolować, czy napięcie żarzenia nie jest zbyt wysokie. W takim przypadku należy obniżyć napięcie sieci, co jest możliwe na kilka sposobów i czym możemy zająć się w oddzielnych artykułach.

Nie zawsze zasilanie sieciowe jest możliwe, a czasem jest mocno niewygodne (np. w efektach gitarowych), dlatego wiele osób zamiast klasycznych zasilaczy z powodzeniem stosuje różne przetwornice.

Nawet jeśli ktoś finalnie zdecyduje się na zasilanie klasyczne, to rozwiązaniem wręcz idealnym podczas eksperymentów, testów i pomiarów, jest zasilanie układów lampowych za pomocą przetwornic. Ja przyjąłem koncepcję, że podstawowym źródłem zasilania jest zasilacz albo akumulator 12-woltowy.

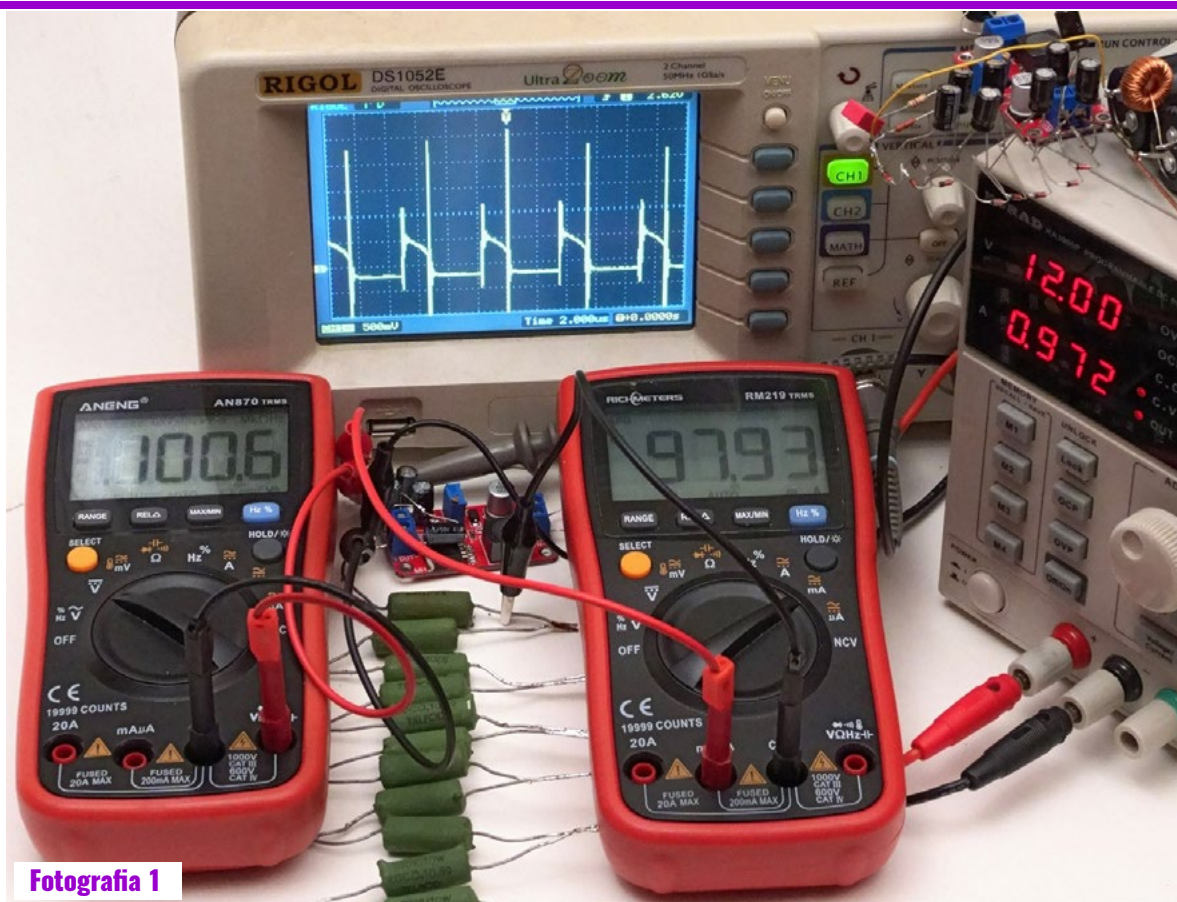
W artykule [Twój pierwszy wzmacniacz lampowy](#) przedstawione były możliwości zasilania obwodu żarzenia ze źródła napięcia stałego 12 V. A poniżej pokazane jest wykorzystanie popularnej przetwornicy podwyższającej do wytworzenia napięcia anodowego.

W artykule pokazane są przykłady przeróbki modułu taniej przetwornicy podwyższającej z kostką XL6019 lub XL6009, by uzyskać napięcie anodowe. Do moich eksperymentów nie było potrzebne wyższe niż 200 V, ale może ono być dowolnie duże.

Fotografia 1 pokazuje bardzo prostą wersję. W tym przypadku przeróbka jest bardzo łatwa. Tutaj dodanie prostego, tylko dwustopniowego powielacza pozwala zwiększyć napięcie wyjściowe maksymalnie do 120 V, co

z zapasem wystarcza do planowanych testów z lampami ECC88, PCC88 i pokrewnymi. Jak widać na fotografii, napięcie wyjściowe wynosi 100,6 V, a prąd obciążenia 97,93 mA, co daje moc 9,85 W, czyli praktycznie 10 watów. Dużo większą niż będzie nam potrzebna do przedwzmacniaczy lampowych. Tu trzeba przypomnieć, że maksymalna moc strat lamp E(P)CC88 to 1,8 W, a maksymalny prąd katody to 25 mA. Przetwornica pobiera 11,66 wata, co oznacza, że jej sprawność wynosi 85%.

Natomiast **fotografia 2** pokazuje znacznie bardziej przerobioną przetwornicę, z dodatkowym wyjściowym filtrem LC, też zasil-



Fotografia 1

bilizowane napięcie 180 V i jest obciążona prądem około 52 mA – też dużo większym niż prąd potrzebny w planowanych eksperymentach z układami lampowymi w torze sygnałowym.



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

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



Wspólnie projektujemy: Prosty układ lampowy

W marcowym wydaniu ZE były zawarte dwa artykuły na temat lamp elektronowych oraz zadanie konkursowe: „Zaproponuj schemat jakiegoś prostego układu z co najmniej jedną lampą próżniową, przeznaczony dla osób, które dopiero zaczynają przygodę z lampami elektronowymi”.

W związku z tym zadaniem **Sławomir Chmielewski** już wiele tygodni temu napisał w dwóch e-mailach:

Projekty, które chcę przygotować: „Prosty odbiornik lampowy na 2 lampach” zasilany 12...24 V (...) oraz „Najprostszy odbiornik na 1 lampie”.

I projekt, który od dawna chodzi mi po głowie, ale jeszcze się za niego nie zabrałem. Można wykorzystać jako projekt na lampach i na tranzystorach: „Radiowe klocki 3D”. W skrócie np. proste radio lampowe, gdzie każdy blok odbiornika jest podzielony na osobny klocek.

„Klocek” czyli wydrukowany na drukarce element wielkości np 8×8×8 cm w formie puzzla 3D, w którym jest zamontowana podstawka pod lampę. Łącząc różne puzzle budujemy mniej lub bardziej skomplikowane radio. Nie każdy ma drukarkę więc można by w ramach jakiegoś konkursu rozdać parę drukowanych klocków. Mogę wykonać projekt 3D i udostępnić STL. Parę klocków byłbym też w stanie dać.

(...) Co do modułów audio, to będę dla siebie robił do końca ten wzmacniacz lampowy.

Mógłbym przygotować materiał na temat wzmacniacza stereo i mono (do gramofonu GE-56) i może coś o „Magicznych oczkach”. Tylko nie wiem, co było by ciekawsze dla Czytelników. Łatwo dostępne chińskie 6E1, 6E2 czy na naszych używanych EM4, EM84. Na 6E1 i 6E2 są materiały w Internecie i na Aliexpress gotowe moduły, więc się zastanawiam nad sensem powielania tego.

Obecnie siedzę nad trochę kontrowersyjnym tematem, jakim jest regeneracja lamp elektronowych, w tym magicznych oczek. Efekty są bardzo zadowalające.

Jest jeszcze temat naprawy lamp, np. takich, które straciły próżnię czy mają całkowicie pękniętą bańkę, ale ze względu na brak dostępu do jednego produktu i tego że nie mam tego opanowanego w praktyce nie chcę o tym nigdzie pisać.

(...) Bardzo dawno temu zrobiłem projekt „Śmieciasek”. Najprostszy odbiornik na tranzystorach z tego co znalazłem w pracowni. Chodziło o zrobienie działającego radia nie wydając pieniędzy na części. I wbrew pozorom, nie było to tak proste, jak się wydawało na początku.

Jak by to było jakoś przydatne. to mógłbym też napisać coś o regeneracji kondensatorów „smolaków” tych szklanych. Ale to raczej jako ciekawostkę bo wątpię, że wielu ludzi by to zainteresowało. (...)

Zobaczmy na ile Autorowi uda się zrealizować przedstawione plany. A niezależnie od tego, w ZE temat lamp ma i będzie miał ważne miejsce.

W dwóch wcześniejszych artykułach Twój pierwszy wzmacniacz lampowy oraz w towarzyszącym mu Lampy elektronowe – podstawowe informacje podane są elementarne informacje o lampach elektronowych i przedstawione są propozycje, jak można zupełnie od zera rozpocząć swoją przygodę z tymi fascynującymi, dla wielu bardzo tajemniczymi, elementami.

Podane są tam informacje, jak w zaskakująco prosty sposób można sprawdzić, czy posiadana lampka elektronowa (trioda) jest sprawna oraz przedstawione są dwa, bodaj najprostsze, układy lampowe, zasilane napięciem 12 V.

Są to w pełni użyteczne układy, które mogą być z powodzeniem wykorzystane w roli lampowych ocieplaczy dźwięku, ale trzeba przyznać, że celowo są to wersje najprostsze, a wręcz bardzo prymitywne. Warto je zbudować, nacieszyć się nimi, ale na pewno to nie powinien być koniec kontaktu z lampami.

W tym numerze znajdziesz interesujący artykuł [Przetwornice do zasilania układów lampowych 1](#), który pokazuje, jak w prosty i tani sposób z napięcia stałego 12 V można uzyskać napięcie rzędu 100...200 V.

W naszym wspólnym czasopiśmie będą też zamieszczane kolejne informacje o lampach i ich specyfice, między innymi właśnie pod kątem rozmaitych ocieplaczy dźwięku, co już wkrótce doprowadzi nas do uniwersalnego modułu dla popularnych duotriod, o czym daje pojęcie **fotografia 1**.

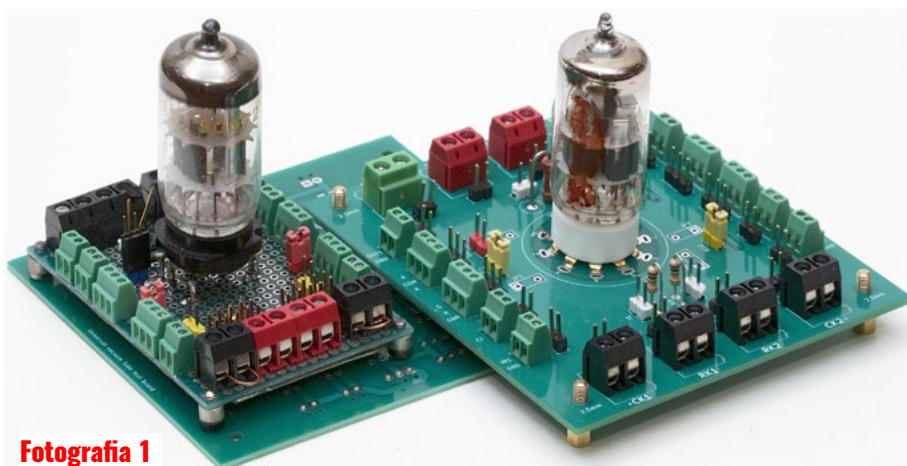
Właśnie kwestie „lampowych ocieplaczy” doprowadzą nas też do stanowiska do pomiarów i porównywania jakości dźwięku. Prace trwają, na co wskazuje choćby **fotografia 2**.

Do wzmacniania sygnałów audio wykorzystamy między innymi nietypowe, a mianowicie świecące zielono-niebieskim światłem triody. To fascynujący temat, obejmujący nie tylko znaną, ale kosztowną i trudną do zdobycia świecącą triodę Korg Nutube 6P1, ale rozwiązania wcale nie gorsze, a nieporównanie tańsze – już przygotowałem zbiór takich świecących triod, pokazany na **fotografii 3**. Będzie się działo!

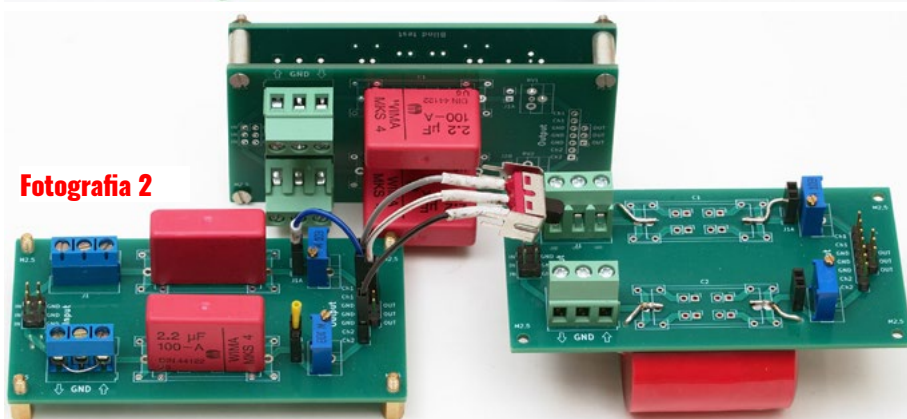
Najpierw będziemy się zajmować różnymi triodami, a później przejdziemy do pentod. Jeżeli chodzi o pentody, to zbadamy ich bardzo nietypowe układy pracy – niektóre zaskoczą nas bardzo pozytywnie, inne bardzo negatywnie.

Fotografia 4 pokazuje moje spore zapasy bardzo interesujących małych, ale aż 7-watowych pentod paluszkowych 6P30B. Liczba zgromadzonych lamp wskazuje, że ich wykorzystaniem możemy zająć się wspólnie. Wstępnie planuję, że zgromadzonym zasobem będę się dzielił z Czytelnikami, a w szczególności z moimi Patronami z progów 20 zł i wyższych.

Oczywiście lampy elektronowe można wykorzystać na mnóstwo sposobów. Nie tylko w roli ocieplaczy dźwięku i w innych układach audio, ale też w wielu innych rolach. Zadanie konkursowe YK004 dotyczyło wszelkich sposobów wykorzystania lamp



Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4

elektronowych, nie tylko triod i pentod. I właśnie praktycznym rozwiązaniem konkursu jest zawarty w tym numerze artykuł: [Interesujące układy: magiczne oko z lampą 6E2](#). ©

Piotr Górecki



Wspólnie projektujemy: Ogranicznik napięcia 12 V

W ramach inicjatywy i stałego konkursu *Wspólnie projektujemy...* tym razem chcemy zrealizować możliwie prosty ogranicznik napięcia o ustalonym napięciu wyjściowym. Ogranicznik, czyli inaczej mówiąc stabilizator napięcia. Będzie to też praktyczne wprowadzenie w tematykę zasilaczy LDO.

Pomysł realizacji ogranicznika ma związek z pokazanym na fotografii tytułowej modemem – routerem internetowym. Otóż zasadniczo jest on zasilany za pomocą zasilacza wtyczkowego 12 V 2 A. Mam taką umowę z dostawcą usług, że modem ten może pracować w dowolnej lokalizacji na terenie całego kraju.

W samochodzie jest akumulator 12 V. Powstał pomysł, żeby wypróbować, jak modem sprawuje się w samochodzie podczas jazdy, co byłoby istotne zwłaszcza na dłuższych trasach – nie trzeba byłoby zużywać limitu dostępnego w smartfonach.

Nie zrobiłem jednak kabelka – przejściówki, która poda napięcie z gniazdka samochodowej zapalniczki na gniazdko zasilania modemu (DC 5,5/2,1 mm).

Otóż nie wiem jak zaprojektowane są obwody zasilania modemu. Zasilacz sieciowy zapewnia napięcie 12 V z maksymalną tolerancją przypuszczalnie $\pm 15\%$, co dawałoby zakres napięć 10,2...13,8 V. A co się stanie, gdy zasilem modem napięciem wyższym?

W samochodzie tylko nominalna wartość napięcia wynosi 12 V. Podczas jazdy jest ono znacznie wyższe

i teoretycznie powinno wynosić 14,4 V. Jednak tu też wchodzi tolerancja i może się okazać, że podczas jazdy napięcie akumulatora sięga 15 woltów.

Jest jeszcze inny problem: w instalacji samochodowej mogą pojawić się rozmaite skoki napięcia, przepięcia i zakłócenia. Wszelki sprzęt motoryzacyjny „od urodzenia” musi być odporny na takie przypadki. A modem? Nie chciałem tego sprawdzać doświadczalnie. Postanowiłem zrealizować jakiś **możliwie prosty ogranicznik, który nie pozwoli zasilić modułu napięciem znacząco wyższym niż 12 V.**

Podkreślam, że nie chodzi o przetwornicę, która z dowolnego napięcia wyższego czy niższego zrobi potrzebne napięcie wyjściowe 12 V.

Nie! W ramach kolejnego zadania **Wspólnie projektujemy...** chcemy możliwie jak najprościej zrealizować nie tyle stabilizator, co właśnie ogranicznik o prądzie maksymalnym 2 A lub więcej, który po prostu „obetnie” ewentualny nadmiar napięcia i nie pozwoli na wzrost napięcia zasilającego odbiornik powyżej powiedzmy 13, maksimum 14 woltów.

Zadanie konkursowe YK003 brzmi:

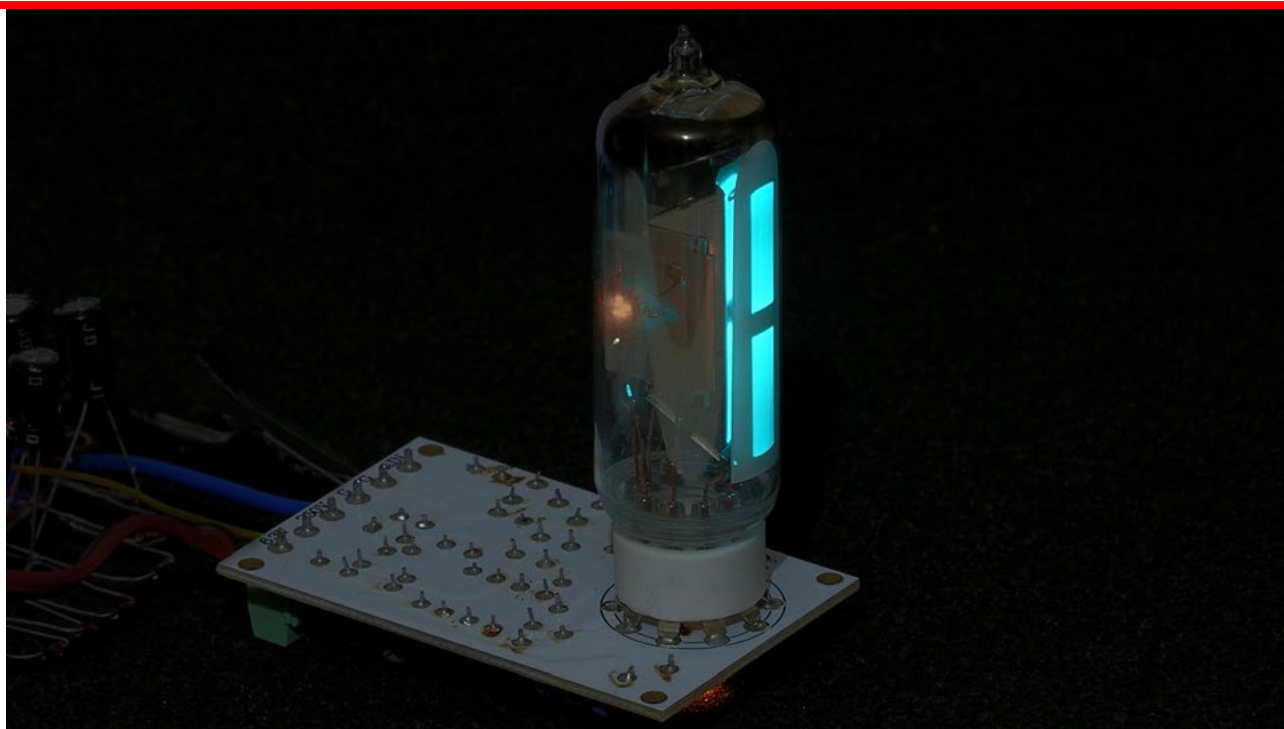
Zaproponuj schemat możliwie prostego ogranicznika napięcia 12 V.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca czerwca 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 8/2023 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.



Interesujące układy: Magiczne oko z lampą 6E2

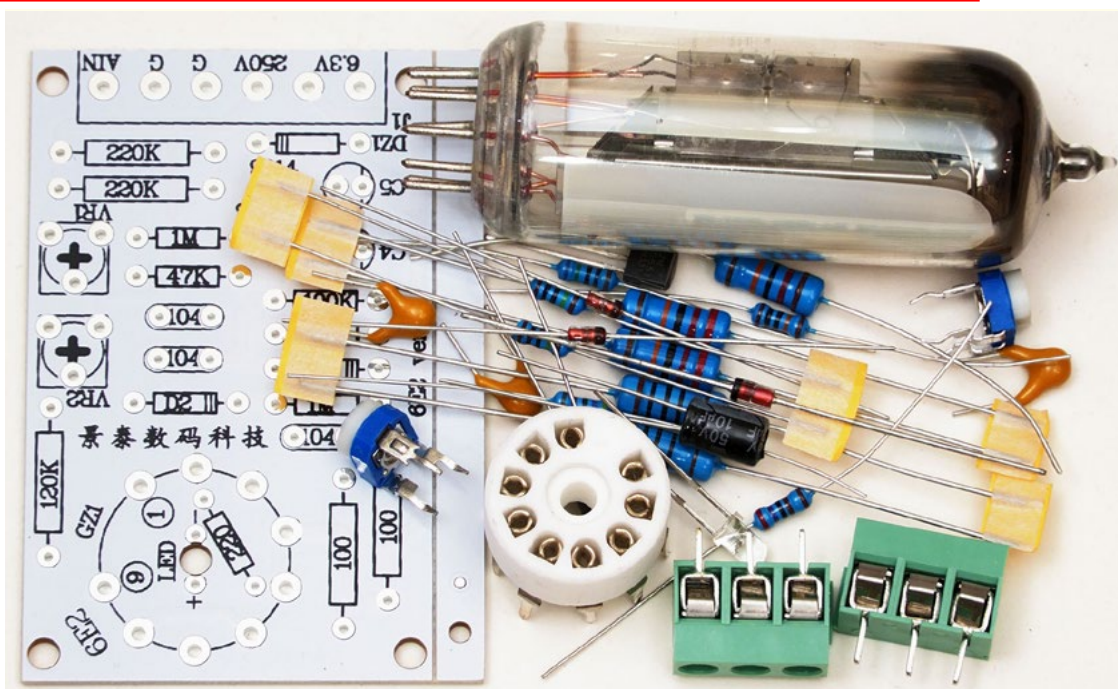
Lampy elektronowe cieszą się ogromnym zainteresowaniem. Artykuł pokazuje, jak w prosty sposób można zbudować praktycznie użyteczny układ i cieszyć się tajemniczym działaniem „magicznego oka”. Wskazuje, jak w prosty sposób zrealizować zasilanie napięciem anodowym 200 V i napięciem żarzenia 6,3 V.

Co to właściwie jest?
Montaż

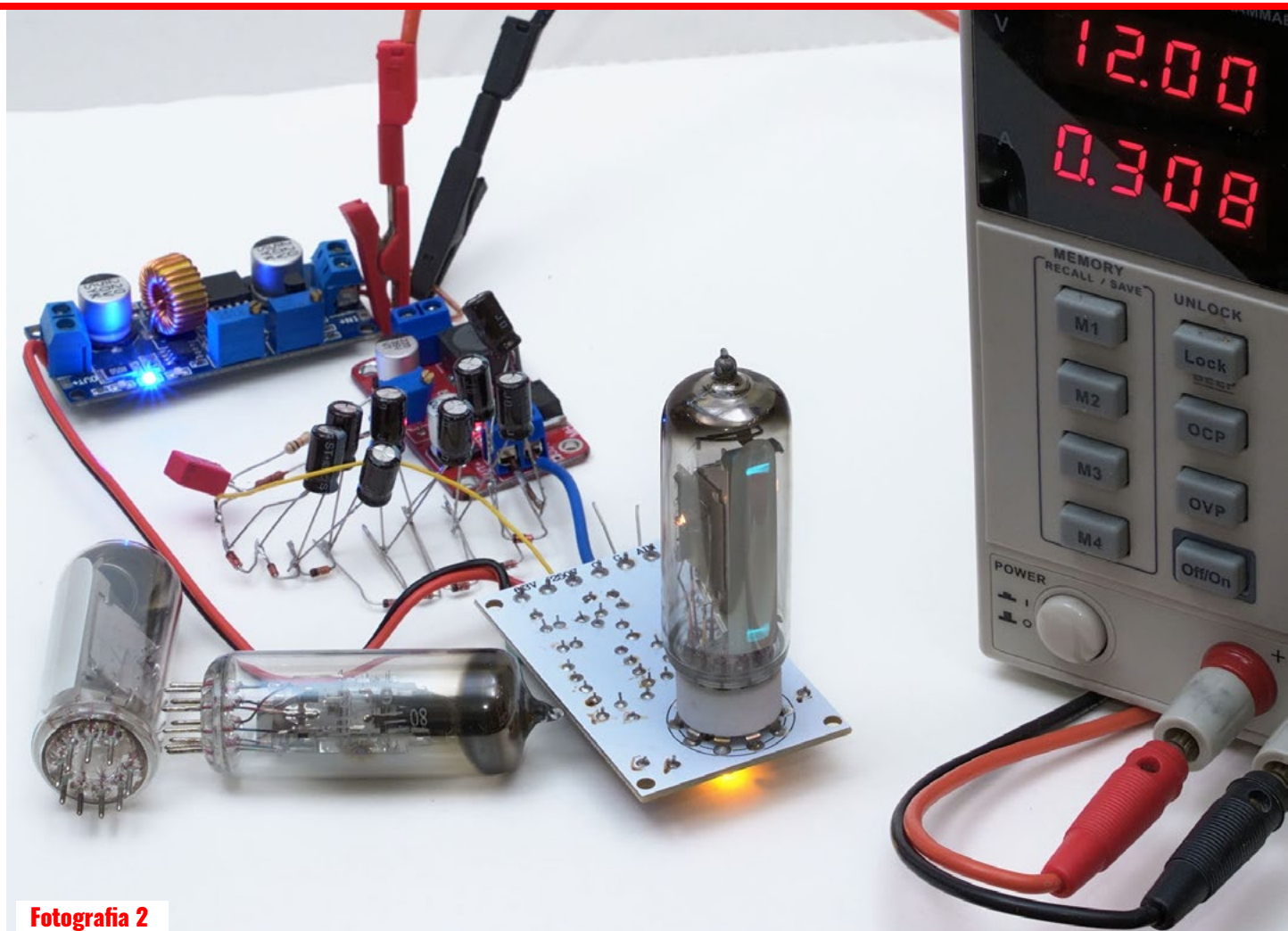
Szczegóły układowe

W serii „Interesujące układy” chcemy budować rozmaite układy elektroniczne, cieszyć się ich działaniem, a przy okazji bliżej zapoznawać się z zasadami ich działania, by coraz lepiej rozumieć elektronikę.

Artykuł opisuje, jak zmontować i wykorzystać pokazany na **fotografii 1** chiński zestaw do samodzielnego montażu z lampą 6E2, będącą przybliżonym odpowiednikiem znanych lamp EM84 i EM87.



Fotografia 1

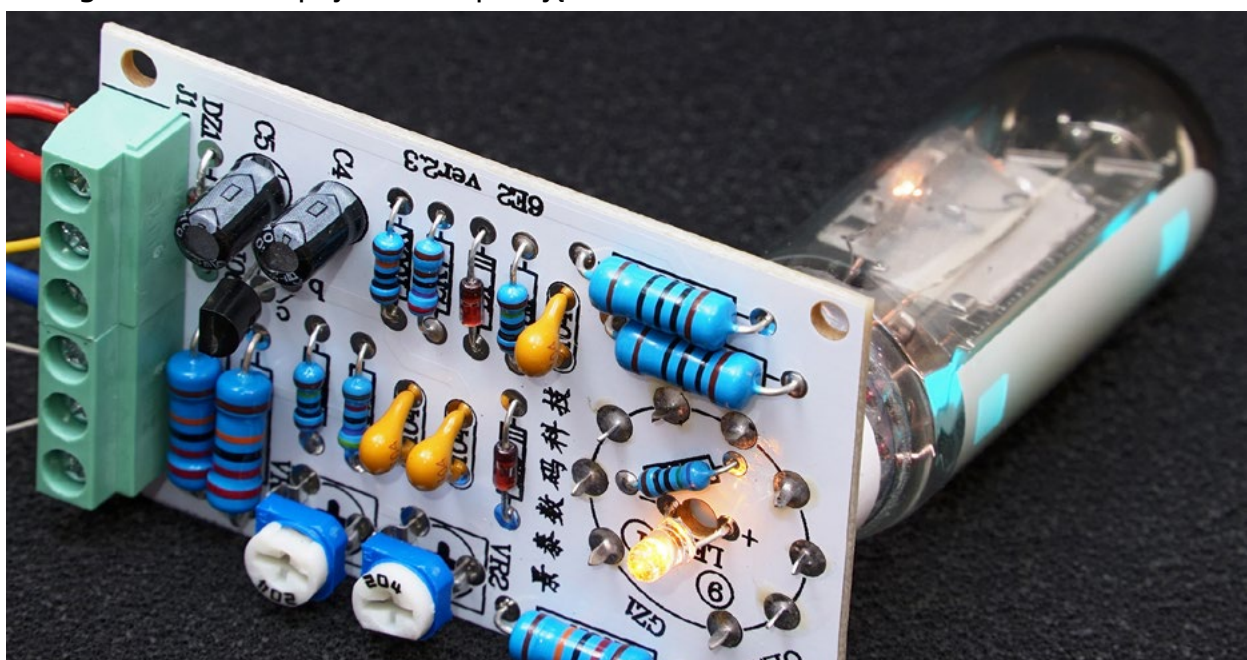


Fotografia 2

Fotografia tytułowa pokazuje intrygujący wygląd modelu w przyciemnionym pomieszczeniu.

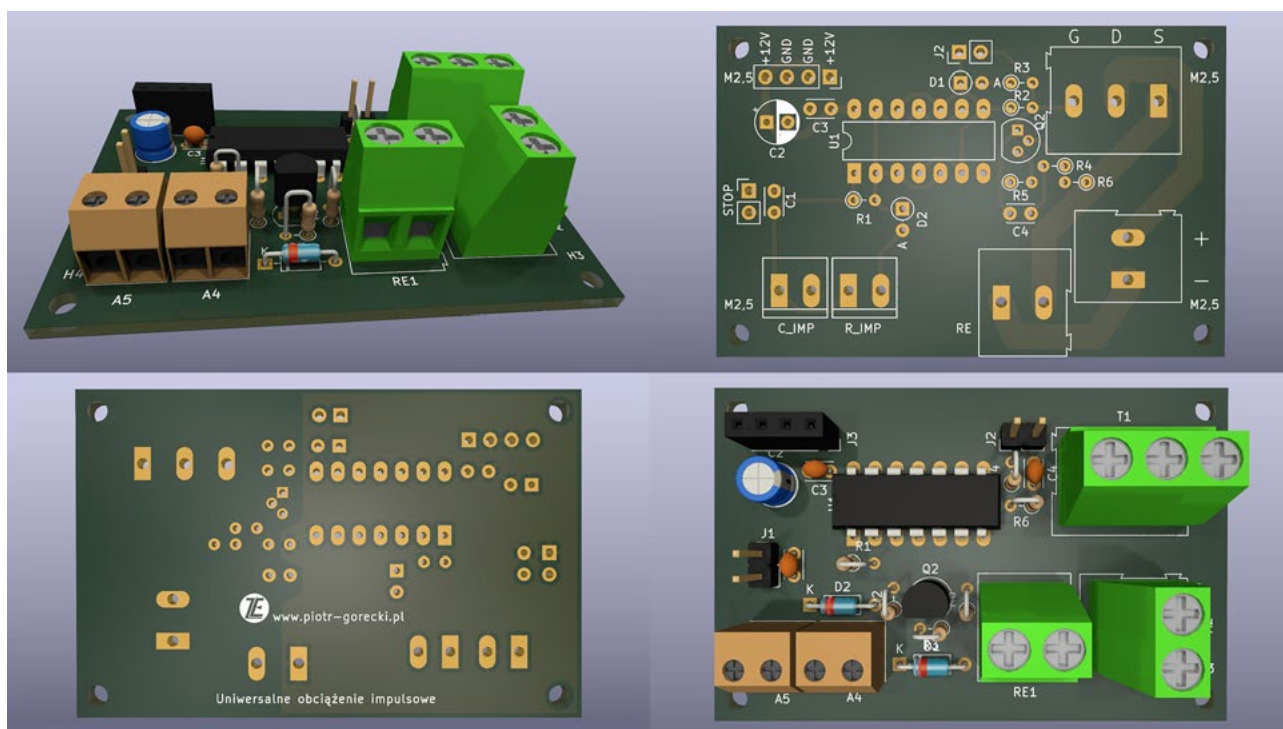
Natomiast na **fotografii 2** dużo lepiej widać wszystkie detale. W szczególności to, że ten lampowy układ jest zasilany pojedynczym napięciem 12 V (i prądem 308 mA). Co bardzo ważne, oprócz wskazówek co do montażu, w artykule zaproponowany jest prosty sposób zasilania

napięcia anodowego 180...250 V. **Fotografia 3** pokazuje zmontowany układ. Jako uzupełnienie artykułu planuję też film na moim kanale YouTube.



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

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



Płytki drukowane – projektowanie i realizacja

Docierają do mnie pytania dotyczące zarówno projektowania, jak też fizycznej realizacji płytek drukowanych. W jakim programie projektować płytki? Jak wykonać pojedyncze płytki do realizowanych prototypów? Samodzielnie, czy zlecić wykonanie jakiejś firmie?

Realizacja płytek drukowanych

Dokumentacja projektu

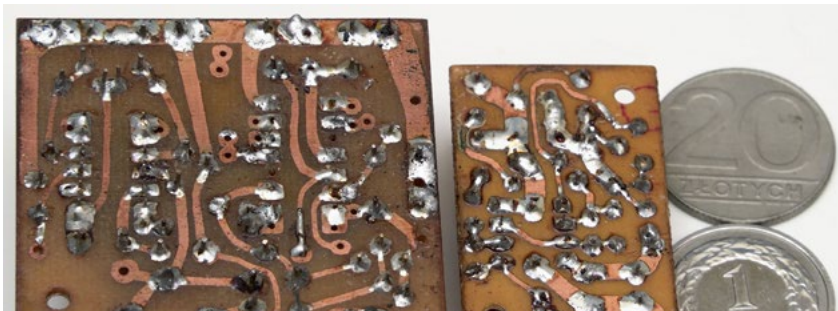
W jakim programie projektować?

Aktualnie prosta jest tylko odpowiedź na drugie z postawionych pytań, o czym za chwilę. Natomiast odpowiedź na pytanie w jakim programie projektować płytki okazuje się dziś trudna i nie sposób wyjaśnić wszystkiego w jednym aktyndule.

Inne dość proste jak malowanie ścieżek lakierem ochronnym i wytrawianie miedzi z obszarów niepokrytym lakierem. Przykład na **fotografii 1**, przedstawiającej dwie moje płytki sprzed ponad 25 lat.

Realizacja płytek drukowanych

Dawniej mnóstwo hobbystów wykonywało płytki w warunkach domowych. W przypadku elementów THT konieczne jest wiercenie otworów w płytce, co realizowano za pomocą rozmaitych wiertarek i wiertel. Wykorzystywano najróżniejsze sposoby obróbki powierzchni miedzi



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



Podstawy układów cyfrowych – meandry rozwoju

Obecna szeroko rozumiana technika cyfrowa zaczyna zawłaszcząć coraz większe obszary zastosowań. Nawet klasycznie analogowe urządzenia, jak telewizja czy odtwarzacze muzyki, zostały zdominowane przez rozwiązania cyfrowe. Dokąd zmierza ten świat? Czy ciąg bitów jest panaceum na wszystko?

Czy świat jest analogowy
Czy świat jest dyskretny
Bramki logiczne

Pierwsze rozwiązania układów logicznych
Współczesne układy logiczne
Układy ECL

Jeszcze nie tak dawno elektronika była postrzegana przez przeciętnego Kowalskiego jako wiedza i umiejętność budowy radia lub wzmacniacza (przeważnie akustycznego). Patrząc z perspektywy czasu, w ciągu ostatnich pięćdziesięciu lat w naszych domach znajdowały się odbiorniki radiowe oraz telewizyjne, jakieś zestawy do odtwarzania muzyki z płyt gramofonowych, ewentualnie z magnetofonu. Wszystkie te urządzenia mają jedną wspólną cechę, jaką jest przetwarzanie sygnału analogowego. Przenosząc się do czasów współczesnych i pomijając fakt, że powszechnie używa się komputerów, również mamy telewizor (ale już cyfrowy), muzyki słuchamy z płyt CD, a na regale stoi małe pudełko wyświetlające cyfrowo aktualną godzinę – to również urządzenie cyfrowe. Tak całkiem niedawno

znajomy poprosił mnie o naprawę małej latarki ledowej. Oczywiście musiałem ją rozebrać by rozwiązać jej problem, ale najistotniejsze jest to, że w środku znalazłem mały mikrokontroler do sterowania diodą LED (latarka miała kilka funkcji: świeciła jaśniej lub ciemniej – zapewne dzięki wykorzystaniu techniki PWM oraz błyskała z częstotliwością ułamka Hz). Wszędzie są układy logiczne/cyfrowe i mikroprocesory/mikrokontrolery (jako wyższe stadium układów cyfrowych).

Czy świat jest analogowy

Początki elektroniki to obróbka sygnału analogowego. W uproszczeniu można powiedzieć, że jest to sygnał, który można narysować ołówkiem na kartce papieru bez odrywania ołówka. Patrząc na to oczami

matematyki, sygnał analogowy można porównać do funkcji ciągłej. Tu wypłynęła istotna własność sygnału analogowego: jest on ciągły. Jeżeli wyobraźmy sobie, że mamy w oczach mikroskop, który może powiększać obraz, to przy dowolnym powiększeniu nadal będzie to linia ciągła (**rysunek 1**). Jest to w rzeczywistości taka wyidealizowana abstrakcja, gdyż prąd elektryczny jest przepływem określonego ładunku w jednostce czasu. Jak z fizyki wiadomo, elektron ma ściśle określony ładunek i przez rezystor przepłynęły przykładowo dwa elektrony lub trzy elektrony (nie może przepłynąć dwa i pół elektrona). To sugeruje, że przepływ prądu elektrycznego nie jest w pełni ciągły.

Czy świat jest dyskretny

Oglądając na ekranie oscyloskopu przebieg cyfrowy zauważymy, że sygnał przyjmuje w sposób stabilny jedną z dwóch wartości napięcia (**rysunek 2**). Można zapytać, co dzieje się w chwili przerzutu sygnału z logicznego zera na jedynkę (lub odwrotnie)? Czy zmiana sygnału „trwa” zero sekund?

W elektronice jest mowa o szybkości narastania sygnału. Gdyby czas zmiany mógł wynosić zero sekund, to szybkość narastania miałaby wartość równą nieskończoności i wymagałaby nieskończonej wielkiej energii. To oczywiście jest niemożliwe. Ponownie mając „mikroskop w oczach” i dowolnie powiększając sygnał (**rysunek 3**) w chwili przerzutu, stanowi on sygnał ciągły – analogowy.

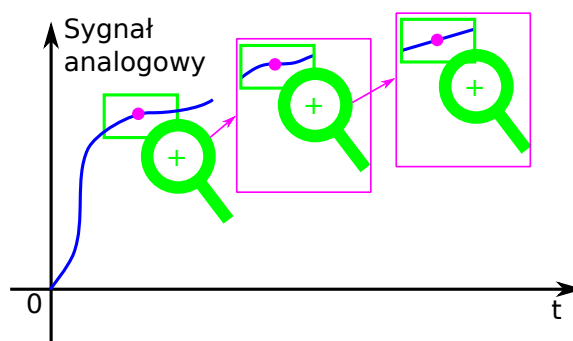
Nasuwa się wniosek, że sygnał dyskretny w rzeczywistości jest sygnałem analogowym. Czy jest to jakaś sprzeczność?

Oczywiście można długo prowadzić dysputy filozoficzne na temat fizyki kwantowej i postrzegania świata przez nasze zmysły. W rzeczywistości jest to jedynie kwestia interpretacji. W każdym przypadku występuje dualność cech, w sygnale analogowym znajduje się jakaś cząstka „świata cyfrowego” oraz w sygnale cyfrowym można dostrzec aspekty „świata analogowego”. Pozostaje jedynie kwestia wyważenia: od kiedy dany sygnał będziemy traktować jako analogowy lub cyfrowy.

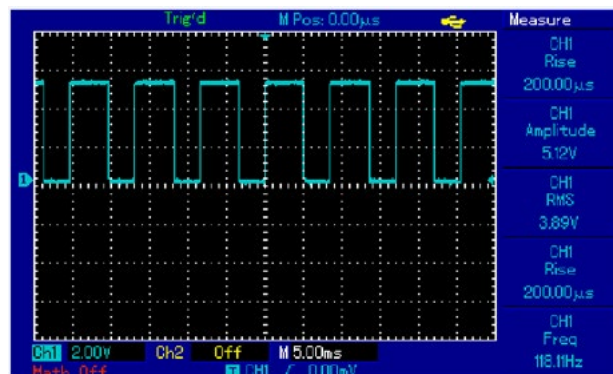
Skupiając się teraz na stanach ustalonych i pomijając fakt, że czas narastania nie jest zerowy, przejdźmy do rozważań z zakresu układów logicznych.

Bramki logiczne

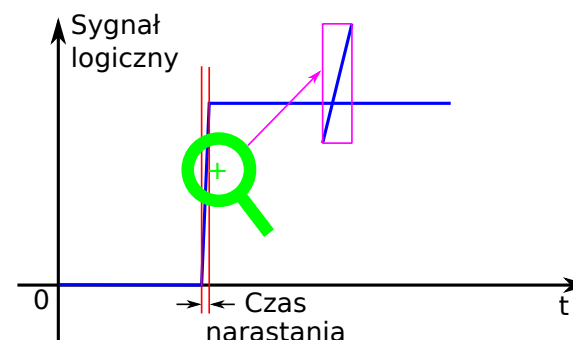
Postępująca automatyzacja, mająca zastosowanie głównie w nadzorze i sterowaniu procesami technologicznymi w przemyśle (choć również istot-



Rysunek 1



Rysunek 2



Rysunek 3

przede wszystkim trzy funkcje: sumy logicznej, iloczynu logicznego oraz negacji logicznej (celowo dodaję wszędzie określenie „logicznej” by nie mylić tych pojęć z operacjami arytmetycznymi). W układach elektronicznych takie elementy są nazywane bramkami (ang. *gate*). Symbole podstawowych bramek logicznych występujących na schematach pokazuje **rysunek 4** i są to: bramka **AND** realizująca funkcję iloczynu logicznego, bramka **OR** realizująca funkcję sumy logicznej oraz negator **NOT** realizujący negację logiczną (często stosowaną konwencją do oznaczania negacji jest kreska nad oznaczeniem sygnału logicznego lub wyrażenia logicznego).

AND

OR

NOT

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



Podstawy automatyki – pomiar i czujniki temperatury

Najczęściej mierzymy temperaturę naszego ciała. Dawniej używaliśmy do tego termometrów rtęciowych i pochodnych, obecnie zazwyczaj termometrów wykorzystujących podczerwień. W jaki sposób mierzymy temperaturę w przemyśle? Jakie metody są wykorzystywane? Czy istnieją czujniki uniwersalne?

Metoda pomiaru
Termorezystory
Termistory

Czujniki półprzewodnikowe i elektroniczne
Termopary
Termografia

Metoda pomiaru

Metody pomiaru temperatur można podzielić na dwie: *stykowe* i *bezstykowe*. Metoda stykowa wymaga bezpośredniego styku termometru z medium, którego temperaturę mierzymy. Metoda bezstykowa pozwala wykonać pomiar z pewnej odległości – jest stosowana tam, gdzie niemożliwe jest wykorzystanie metody stykowej ze względu na bezpieczeństwo lub właściwości materiału.

Do metod stykowych wykorzystuje się w przemy-

Termorezystory

Termometry rezystancyjne – termorezystory – wykorzystują zmianę rezystancji specjalnie wykonanego rezystora. W przemyśle powszechnie używane są termorezystory typu *Pt100*, rzadziej *Pt1000* oraz *Pt500*. Oznaczenie *Pt100* należy rozszyfrować następująco:

Pt oznacza materiał rezystora – platynę;

100 oznacza rezystancję w temperaturze 0°C.

Zatem termorezystor *Pt100* jest wykonany z platyny,

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



Zasilacze prądowe oraz zasilacze napięciowe

W dwóch artykułach omówione są tak zwane zasilacze prądowe – zarówno ze strony teoretycznej, jak i praktycznej. Podstawą jest kwestia: czy źródło napięcia oraz źródło prądu to jest to samo? Aby zrozumieć dlaczego tak nie jest, trzeba przypomnieć pojęcia źródła napięciowego i źródła prądowego.

Źródło napięcia, czy może źródło prądu?

Źródło napięciowe to nie jest źródło prądowe!

Źródło napięciowe

Źródło prądowe

Zasilanie napięciowe i zasilacze napięciowe

Zasilanie prądowe i zasilacze prądowe

Coraz częściej mówi się o **zasilaczach prądowych**. Czy to coś nowego? Czy może to tylko nowe określenie marketingowe, mająca zwiększyć sprzedaż?

W mowie potocznej często wymiennie używamy określeń: **źródło napięcia** oraz **źródło prądu**, na przykład mając na uwadze baterie. Może się wydawać, że nie ma też problemu z zasilaczami, a tymczasem taka nieścisłość wprowadza oraz utrzuca błędne wyobrażenia i przyzwyczajenia, które dziś poważnie przeszkadzają w praktyce.

W zasadzie, najprościej mówiąc, **zasilacze napięciowe to stabilizatory napięcia, a zasilacze prądowe to stabilizatory prądu**, ale dziś trzeba te kwestie zbadać dokładniej, bowiem te drugie zasilają diody LED, które są bardzo specyficznym obciążeniem.

Źródło napięcia, czy może źródło prądu?

Czy rozróżnianie między **źródłem napięcia** i **źródłem prądu** ma sens? Ktoś może słusznie stwierdzić, że to nie ma znaczenia, bo to jednocześnie i jedno, i drugie: źródło napięcia jest też jednocześnie źródłem prądu, a w grę wchodzi jeszcze oporność (rezystancja), która wyznacza zależność między prądem i napięciem według prawa Ohma i bodaj najpopularniejszego w elektronice wzoru $I = U / R$ oraz jego przekształconych form: $U = I \times R$, $R = U / I$.

Argument taki wydaje się logiczny. Prawdą jest, że podczas pracy źródła zawsze w grę wchodzi i napięcie, i prąd. Prawdą jest też, że ogromnie ważna jest oporność. Jednak rzeczywistość jest znacznie bardziej skomplikowana i dlatego trzeba to zbadać.

Powszechne wyobrażenia wyniesione głównie z codziennej praktyki więcej tu przeszkadzają niż pomagają. W zasadzie zagadnienie nie jest bardzo trudne, ale sprostowanie nieprecyzyjnych wyobrażeń i uporządkowanie fragmentarycznej wiedzy wymaga sporo wysiłku i czasu. Po pierwsze, nie rezygnuj i przeczytaj do końca i ten artykuł, i następny, wyjaśniający szczegóły. Po drugie, potem potrzeba będzie trochę czasu, żeby te nowe, dziwne informacje naprawdę przyswoić i zaakceptować.

Najprościej biorąc, dotychczas w praktyce mieliśmy do czynienia tylko z zasilaczami napięciowymi (źródłami napięciowymi). Bardzo rzadko mieliśmy do czynienia z zasilaczami prądowymi, więc ich właściwości dziwią i wprowadzają w zakłopotanie.

Drugą przyczyną zamieszania jest brak precyzji i mieszanie odrębnych pojęć, na przykład utożsamianie **źródła napięcia** ze **źródłem prądu**.

Trzecią przyczyną zamieszania i niejasności jest to, że bardzo różne właściwości mają realne elementy i obwody, które nazywamy źródłami prądowymi.

Źródło napięciowe to nie jest źródło prądowe!

Najpierw muszę przypomnieć fakt, że w elektronice mówimy o czymś takim jak: **źródło prądowe** (nie **źródło prądu**) oraz **źródło napięciowe** (nie **źródło napięcia**). W elektronice zdecydowanie rozróżniamy te dwa pojęcia, a przynajmniej rozróżniają je ci, którzy już zrozumieli związane z tym zagadnienia.

Źródło prądowe (current source) ma zdecydowanie inne właściwości niż **źródło napięciowe** (voltage source). To prawda, że te pojęcia wykorzystywane są przy analizie obwodów i że są to teoretyczne, hipotetyczne, doskonałe **modele**. Tak, jedynie teoretyczne modele, a nie realne elementy, jednak ma to bardzo ścisły związek z rzeczywistością i zasilaczami.

Źródła napięciowe i prądowe na schematach przedstawiane są za pomocą różnych symboli graficznych; niektóre z nich pokazano na **rysunku 1**. Tą różnorodnością zupełnie się nie przejmuj. Symbole graficzne są różne, ale najważniejsza jest idea. Przypomnijmy ją.

Źródło napięciowe

Źródło napięciowe to taki hipotetyczny, idealny element obwodu elektrycznego, który ma tylko jeden parametr: napięcie (wyściowe, napięcie na zaciskach), często oznaczane nie literą U, tylko literą E jako

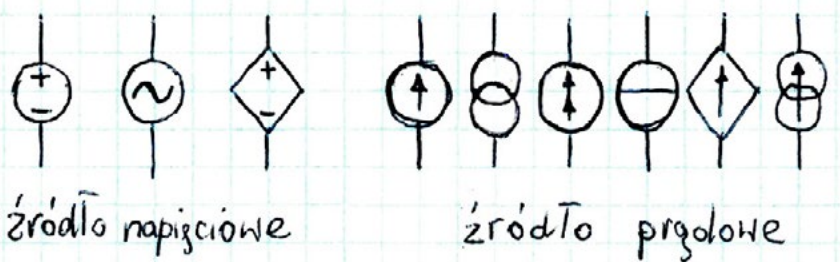
Nieprzypadkowo na rysunku przedstawiłem dwa pokazujące to wykresy z odwrotnie oznaczonymi osiami. Prąd obciążenia I_L może zmieniać się od zera do nieskończoności i jest wyznaczony przez dołączoną rezystancję obciążającą: $I_L = E / R_L$. Podkreślmy, że hipotetyczne, doskonałe źródło napięciowe zachowałoby swoje nominalne napięcie E nawet przy nieskończenie wielkim prądzie obciążenia.

Napięcie jest tu niezmiennie, więc moc pobierana ze źródła napięciowego jest wprost proporcjonalna do poboru prądu ($P = U \times I$), a odwrotnie proporcjonalna do rezystancji obciążenia R_L . Czym większa rezystancja obciążenia, tym mniejszy prąd i mniejsza moc pobierana z tego źródła. To wydaje się naturalne – jesteśmy do tego przyzwyczajeni.

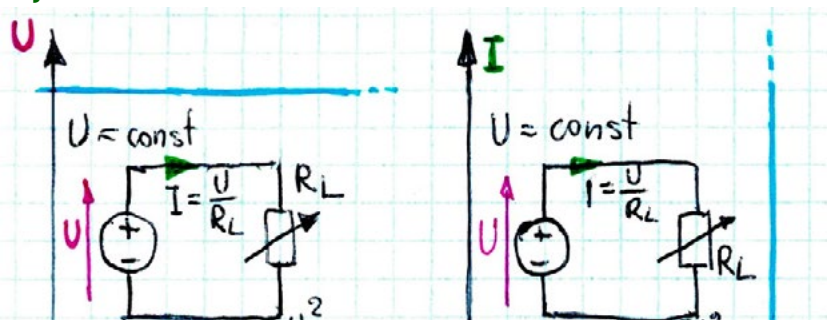
Właściwości zbliżone do idealnego źródła napięciowego ma potężny akumulator – przykład na **fotografii 3** (Aliexpress), z którego można pobrać duży prąd, nawet rzędu setek amperów.



Fotografia 3

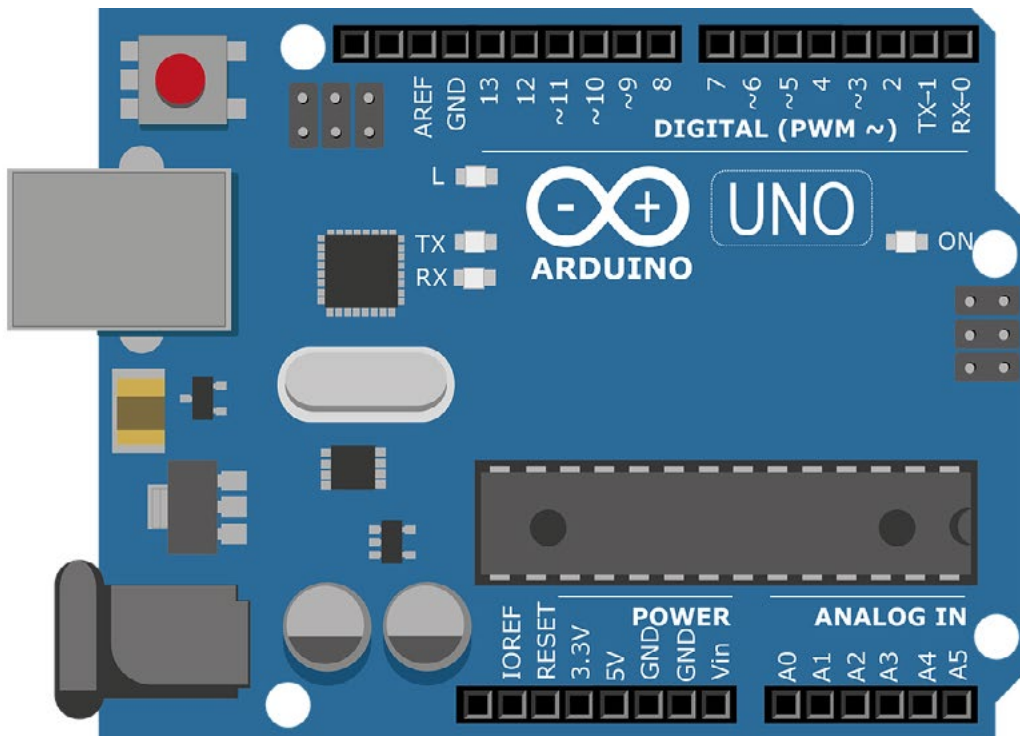


Rysunek 1



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

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



Profesjonalne Arduino? Watchdog i usypianie CPU

Czy na Arduino można pisać profesjonalne programy? Można! Co prawda programy na mikrokontrolery AVR (ATmega...), z którymi zwykle utożsamia się Arduino, pisze się trudniej i dłużej niż na ARM, ale jak najbardziej, możliwe są profesjonalne rozwiązania na AVR.

Gdy tworzymy nowy projekt w Arduino IDE, naszym oczom ukazuje się taki listing:

```
void setup(){
}
void loop(){
}
```

Czego w nim brakuje? Profesjonalista odpowie: „brak obsługi Watchdog’a i usypiania CPU”.

Do czego dłuży Watchdog? Resetuje on CPU gdy program utknie w wiecznej pętli.

A po co usypiać CPU? W celu zmniejszenia poboru prądu i zmniejszenia generowanych zakłóceń.

Jak więc powinien wyglądać profesjonalny szkic Arduino? Na przykład tak:

```
void setup(){
    włączenie_watchdoga();
}
void loop(){
    reset_watchdoga();
```

```
    uśpienie_CPU();
}
```

W praktyce będzie to wyglądać tak:
//---- Najpierw dodajemy dwie biblioteki,

o których zapominają „Arduinowcy” !!!!!

```
#include <avr/sleep.h>
```

```
#include <avr/wdt.h>
```

```
#include <util/atomic.h>
```

```
//=====
```

```
#define LED_RUN 8
```

```
#define LED_ST 9
```

```
//=====
```

```
void usypianie_i_wdg() {
```

```
    wdt_reset(); // Resetujemy Watchdog
```

```
    //---- - Usypiamy mikrokontroler, co
```

```
    zmniejsza pobór prądu i zakłócenia EMI !!!!!
```

```
    - ----//
```

```
    /*
```

```
    #define SLEEP_MODE_IDLE
```

```
    0
```

```
#define SLEEP_MODE_PWR_DOWN 1
#define SLEEP_MODE_PWR_SAVE 2
#define SLEEP_MODE_ADC 3
#define SLEEP_MODE_STANDBY 4
#define SLEEP_MODE_EXT_STANDBY 5
*/
ATOMIC_BLOCK(ATOMIC_RESTORESTATE) {
  //cli(); // „ATOMIC_BLOCK” wyłącza IRQ
  set_sleep_mode(SLEEP_MODE_IDLE); // sleep
mode is set here
  sei(); // Aby wybudzić CPU muszą
być włączone przerwania
  //sleep_mode(); // Makro robi
funkcjonalnie to co ponizej
  sleep_enable(); // enables the sleep bit
in the mcucr register
  sleep_cpu();
  sleep_disable();
}
}
//=====//
void setup() {
  /*
    15 mS WDTO_15 MS
    30 mS WDTO_30 MS
    60 mS WDTO_60 MS
    120 mS WDTO_120 MS
    250 mS WDTO_250 MS
    500 mS WDTO_500 MS
    1 S WDTO_1 S
    2 S WDTO_2 S
    4 S WDTO_4 S
    8 S WDTO_8 S
  */
  wdt_enable(WDTO_500 MS); // Włączamy
Watchdog. Można też na stałe włączyć w FUSES
  //....
  wdt_enable(WDTO_120 MS); // jeśli to
konieczne - zmieniamy czas
}
//=====//
void loop() {
  usypianie_i_wdg();
}
//=====//
Pojawi się jednak problem.
Przypuśćmy, że chcemy migać diodą świecącą
w pętli głównej z częstotliwością 1 Hz, a watchdog
musi być resetowany częściej niż co 120 ms. Odpada
więc rozwiązanie z delay jak poniżej:
void loop() {
```

```
  delay(1000);
  digitalWrite(LED_RUN, HIGH);
}
```

W takim przypadku, w czasie wykonywania pierwszego „delay” po 120 ms nastąpi reset CPU. Wydaje się, że można wydłużyć czas watchdog’a do przykładowo 4 sekund, ale nie tędy droga! Dlaczego?

Pierwszy problem to maksymalny interwał czasowy watchdog’a, w płytkach Arduino z ATmega wynoszący 8 sekund. Jeśli więc obsługa pętli głównej trwałaby dłużej, resety byłyby nieuniknione albo trzeba byłoby zrezygnować z watchdog’a, a to nie najlepszy pomysł. **Tu widać przewagę ARM.** W STM32 można wydłużyć czas zadziałania watchdog’a do 26 sekund. Kolejna zaleta to dodatkowy watchdog okienkowy, który resetuje CPU w dwóch sytuacjach:

- gdy jest zbyt rzadko odświeżany,
- gdy jest odświeżany zbyt często.

Ponadto, w nowych wykonaniach STM32 użytkownik decyduje, czy watchdog pracuje gdy CPU jest uśpiony, czy nie pracuje.

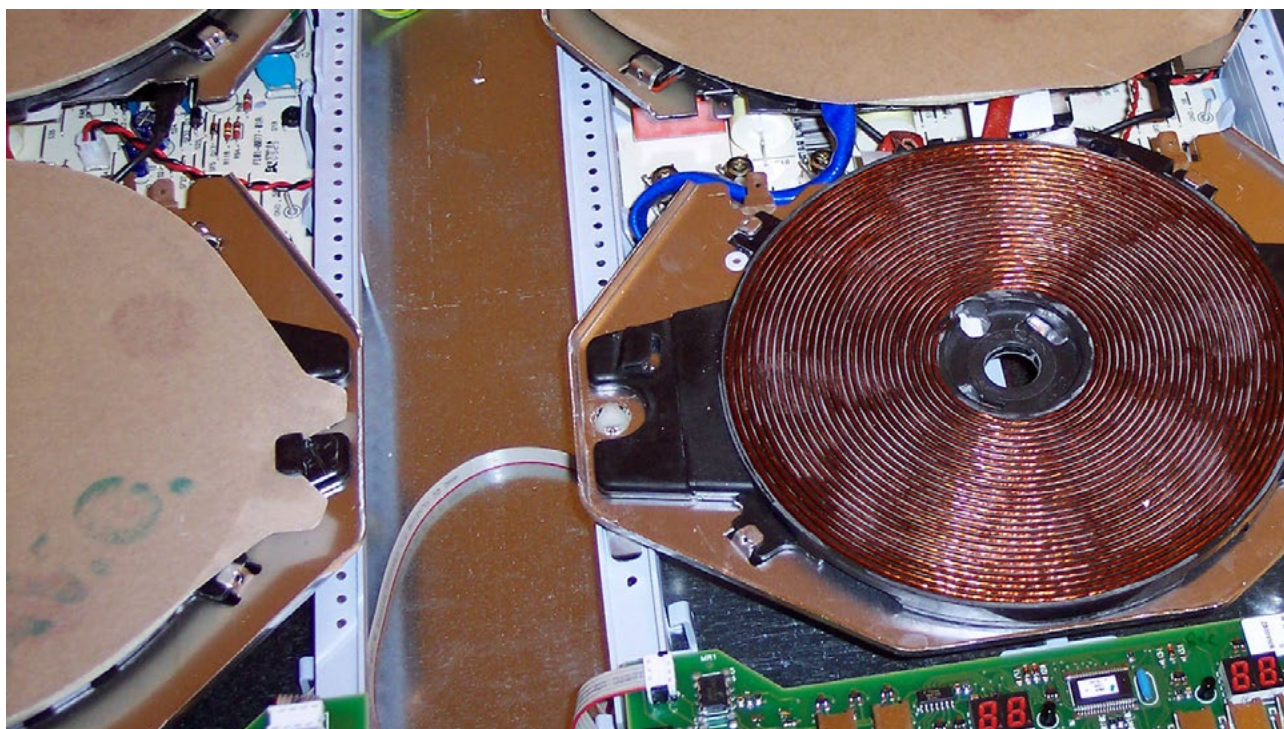
Nawet jeśli obieg pętli głównej trwa krócej niż czas odliczania CPU, polecenie **delay** jest niekorzystne, ponieważ w czasie jego wykonywania CPU pracuje zużywając energię. Taką sytuację określa się powiedzeniem „para idzie w gwizdek”.

Co więc zrobić? Rozwiązanie jest banalnie proste i likwiduje odwieczny problem początkujących programistów – jak migać dwoma diodami z różną częstotliwością? Rozwiązanie poniżej:

```
//---- - Dwie biblioteki, o których zapominają
„Arduinowcy” !!!!!
#include <avr/sleep.h>
#include <avr/wdt.h>
#include <util/atomic.h>
//=====//
#define LED_RUN 8
#define LED_ST 9
//=====//
void usypianie_i_wdg() {
  wdt_reset(); // Resetujemy Watchdog
  //---- - Usypiamy mikrokontroler, co
zmniejsza pobór prądu i zakłócenia EMI !!!!!
- ----//
  /*
    #define SLEEP_MODE_IDLE 0
    #define SLEEP_MODE_PWR_DOWN 1
    #define SLEEP_MODE_PWR_SAVE 2
    #define SLEEP_MODE_ADC 3
    #define SLEEP_MODE_STANDBY 4
    #define SLEEP_MODE_EXT_STANDBY 5
```

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

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



Kuchenka indukcyjna – szczegóły techniczne

W artykule pierwszym i drugim tej serii omówiliśmy podstawowe informacje o zasadach działania kuchenek elektrycznych, w szczególności kuchenek indukcyjnych, oraz wyjaśniliśmy wiele kwestii użytkowych. Niniejsza część trzecia jest przeznaczona dla dociekliwych elektroników.

Wytwarzanie czy przekazywanie energii

Sprawność energetyczna

Czy kuchenka indukcyjna to nadajnik radiowy?

Kuchenka indukcyjna i transformator

„Uzwojenie wtórne” w kuchenie indukcyjnej

Straty w rdzeniu w kuchenie indukcyjnej

Omawianie aspektów technicznych zaczniemy od zagadnień podstawowych, najłatwiejszych, ogólnych, ale też bardzo ważnych.

Wytwarzanie czy przekazywanie energii

W wielu opisach kuchenek indukcyjnych jest mowa o „wytwarzaniu energii” albo o „wytwarzaniu ciepła”. Są to określenia nieścisłe, ale można by te kwestie pominąć, bo dużo większe znaczenie mają inne szczegóły. Tak, ale nagromadzenie tego rodzaju nieścisłości powoduje zamęt i trudności ze zrozumieniem wielu innych kwestii kluczowych dla elektroniki.

Dlatego warto mieć jasność co do podstaw. A podstawą jest to, że **według współczesnej wiedzy, energii nie można ani stworzyć, ani zniszczyć.**

W praktyce mamy do czynienia nie z wytwarzaniem energii, tylko z jej różnymi przemianami.

W przypadku kuchenki indukcyjnej łańcuch tych przemian (przetwarzania) energii jest taki: z sieci energetycznej (zwykle 230 V AC) pobieramy energię niesioną przez napięcie i prąd zmienny. W kuchenie mamy prostownik, co oznacza zamianę na energię prądu stałego (a przynajmniej jednokierunkowego). Następnie z użyciem elementów elektronicznych zamieniamy energię prądu i napięcia stałego na energię prądu zmiennego, ale o dość dużej częstotliwości. W większości tańszych kuchenek indukcyjnych częstotliwość pracy wynosi 24 kiloherców lub nieco więcej. Tylko w droższych kuchenkach częstotliwość jest większa, ale jedynie w bardzo nielicznych przekracza 100 kHz.

Można powiedzieć, że energia prądu zmiennego o takiej częstotliwości jest przez dużą cewkę indukcyjną zamieniana na energię pola magnetycznego.

Pole magnetyczne pośredniczy w przekazywaniu energii, ale tylko wtedy, gdy w zasięgu tego pola jest jakiś „odbiornik” – w tym wypadku metalowy garnek. Najprościej biorąc, szybkozmienne pole magnetyczne indukuje w przewodzącym dnie tego garnka napięcie, zgodnie z prawem indukcji Faradaya. A jeżeli w przewodniku wytwarzane jest napięcie, to płynie tam prąd elektryczny.

W dnie garnka mamy więc napięcie U i prąd I , a to oznacza, że przekazywana jest energia w tempie określonym przez moc ($P = U \times I$). W zasadzie energia niesiona przez pole magnetyczne zamienia się na energię elektryczną, ale ponieważ mamy do czynienia z rezystancją, od razu cała ta energia elektryczna zostaje zamieniona na najmniej szlachetną formę energii – na energię cieplną. A to powoduje wzrost temperatury – grzanie najpierw dolnej części dna garnka, a potem dzięki przewodzeniu ciepła w dnie i ściankach garnka – także ścianek.

Z dna i ścianek energia cieplna jest przekazywana do składników potrawy w garnku. Tak mniej więcej wygląda łańcuch przekazywania energii.

Sprawność energetyczna

W wielu opisach znajdziemy stwierdzenie, iż inne rodzaje kuchenek są nieefektywne, ponieważ duża część ciepła marnuje się tam bezproduktywnie. To w dużej części prawda. Jednak elektronik wie, że bzdurą są stwierdzenia, że *w kuchenkach indukcyjnych nie ma marnowania energii*, co oznaczałoby ich 100-procentową sprawność.

O sprawności energetycznej mówimy przy przemianach różnych form energii oraz przy przekazywaniu energii na odległość. Właśnie omówiliśmy dość długi łańcuch przemian energii i na każdym etapie sprawność nie jest idealna. Już na etapie przetwarzania energii prądu zmiennego 230 V 50 Hz na napięcie stałe występują straty choćby w diodach prostowniczych. Potem występują jakieś straty w obwodzie rezonansowym, zawierającym główną cewkę i kondensator oraz straty w „napędzającym” tranzystorze IGBT.

W elementach samej kuchenki występują straty w postaci ciepła, dlatego w kuchenkach indukcyjnych są montowane niezbędne do rozproszenia ciepła radiatorzy i wentylatory chłodzące.

Bardzo interesująca, ale i trudna jest kwestia strat pola magnetycznego. Otóż generalnie w kuchence

Gdyby główna cewka i kondensator były idealne, to nie byłoby strat. Najprościej biorąc, w idealnym przypadku kuchenki bez garnka – odbiornika, porcja energii pulsowałaby – byłaby przekazywana na przemian między cewką, gdzie gromadzona jest w polu magnetycznym, a kondensatorem, gdzie gromadzona jest w polu elektrycznym.

W idealnym przypadku to pulsowanie odbywałoby się bez strat. Interesujące nas pulsujące pole magnetyczne „byłoby gotowe” przenosić energię, ale z „braku odbiornika” przenoszenia dalej by nie było, a występowałoby tylko pulsowanie porcji energii między cewką i kondensatorem.

Idealna kuchenka indukcyjna w spoczynku nie pobierałaby energii, a w jej idealnym obwodzie rezonansowym pulsowałaby porcja energii. Oczywiście rzeczywista kuchenka w spoczynku pobiera energię z sieci, bo występują straty, a choć na kuchence nie ma garnka, to zawsze są jakieś inne „odbiorniki”, a konkretnie jakiegokolwiek przewodzące przedmioty w zasięgu pola magnetycznego.

Na pewno więc **sprawność energetyczna kuchenki indukcyjnej nie jest idealna: część energii pobieranej z sieci nie podgrzewa potrawy w garnku, tylko podgrzewa elementy kuchenki.**

W grę wchodzi też kwestia wypromieniowywania energii w postaci fal radiowych.

Czy kuchenka indukcyjna to nadajnik radiowy?

I tak, i nie!

W zasadzie jeżeli mamy obwód rezonansowy LC, pracujący z jakąś częstotliwością f , gdzie cewka wytwarza silne pole magnetyczne, to mamy do czynienia z nadajnikiem fal radiowych o częstotliwości f .

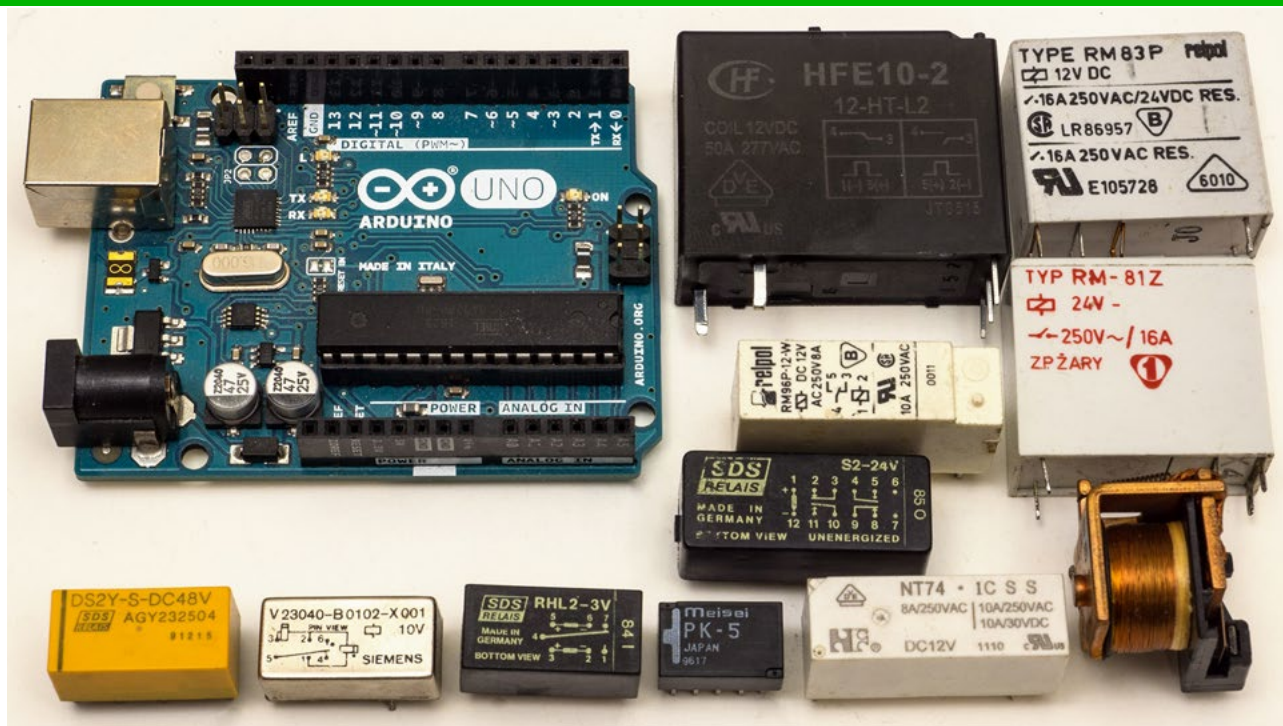
Tak, ale **zmienne pole magnetyczne to nie są fale radiowe**. To bardzo trudne zagadnienie, które będziemy stopniowo oswajać. Najprościej biorąc, fale radiowe to specyficzne, nierozłączne zestawienie zarówno pola magnetycznego, jaki i pola elektrycznego. Można powiedzieć, że fale radiowe to pole elektromagnetyczne, a nie magnetyczne.

Natomiast pole magnetyczne to tylko składowa pola elektromagnetycznego. Co teraz bardzo ważne, możemy wytworzyć pole magnetyczne bez pola elektrycznego. Tak jest, gdy przez cewkę przepuścimy prąd stały – wytworzymy stałe pole magnetyczne, bez pola elektrycznego.

W kuchence indukcyjnej przez główną cewkę płynie prąd zmienny, ale o stosunkowo małej częstotliwości, zwykle 24...25 kiloherców, czyli tuż powyżej pasma akustycznego. A zwykle o falach radiowych

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

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



Arduino i Raspberry – sterowanie przekaźnikami

UWAGA! UWAGA! To jest pierwsza wersja artykułu - z rysunkami odręcznymi. Dalej jest druga - z rysunkami przerysowanymi.

W tym artykule, przeznaczonym głównie dla początkujących, przypomnimy krótko, czym jest przekaźnik oraz omówimy różne możliwości sterowania różnymi przekaźnikami za pomocą popularnych modułów Arduino, Raspberry Pi i podobnych. Omówimy możliwości, ale także problemy z tym związane.

Co to jest przekaźnik?

Jak dołączyć przekaźnik wprost do Arduino?

Najprostszy sposób sterowania przekaźnikiem

Sterowanie „plusem” czy „minusem”?

Czego unikać?

Moduły przekaźnika z transoptorem

Transoptory i izolacja

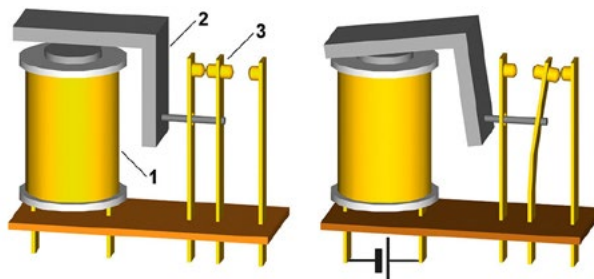
Kwestie izolacji i bezpieczeństwa

W przeznaczonym dla nieco bardziej zaawansowanych artykule Moduł Arduino z przekaźnikiem i transoptorem omówione są niektóre problemy, jakie może napotkać nabywca taniego modułu z przekaźnikiem czy z kilkoma przekaźnikami. Natomiast w niniejszym artykule przedstawione są podstawy.

Co to jest przekaźnik?

Temat przekaźników jest bardzo obszerny, ale najprościej biorąc, **przekaźnik to przełącznik, przełączany za pomocą elektromagnesu**. Przykład przekaźnika z jednym zestykiem przełącznym pokazany jest na **rysunku 1** (z Wikipedii, Bisgaard, Teslaton CC-BY-SA 3,0) Istnieje mnóstwo typów i odmian przekaźników,

a ich cechą wspólną jest między innymi to, że elektromagnes, a konkretnie **cewka przekaźnika** (1) **jest elektrycznie odizolowana od styków** (3), a przełączanie zapewnia tak zwana kotwica (2). Podanie na cewkę napięcia i przepływ prądu powoduje przyciągnięcie kotwicy i połączenie styków.



Rysunek 1

Dla użytkownika największe znaczenie ma to, jaki może być maksymalny prąd styków i przełączane przez nie napięcie, a także jakim napięciem (i prądem) ma być zasilana cewka (elektromagnes) przekaźnika.

Rysunek 2 pokazuje fragment karty katalogowej tanich przełączników NT73-2, dostępnych w sklepie BOTLAND. Maksymalny prąd przełączany to 5A do 20A, zależnie od warunków pracy (to odrębny, szeroki temat). Dla nas teraz jest ważne, że do działania cewka potrzebuje mocy kilkuset miliwatów. Jak widać, dostępne są trzy odmiany, o mocy pobieranej przez cewkę 0,36W, 0,45W i 0,8W. Zwróć uwagę, że cewka w wersjach 12-woltowych ma kilkaset omów, na pewno ponad 100 omów, natomiast wersje 3-woltowe mają cewki o rezystancji co najwyżej 25 omów.

Czym wyższe napięcie zasilania, tym mniejszy prąd pobiera cewka przekaźnika podczas pracy. Dla wersji 3-woltowej o rezystancji cewki 20Ω nominalny prąd działania wynosi 150mA. Odmiana 12-woltowa z cewką 320Ω pobiera niecałe 38 miliamperów. Dlatego unikamy stosowania przekaźników na napięcie 3 czy 3,3 V, dość często stosujemy przekaźniki 5-woltowe, a nadal bardzo często, w miarę możliwości 12-woltowe, w których prąd cewki jest jeszcze mniejszy.

Mniejsze przekaźniki, tak zwane sygnałowe, mają delikatne styki, które nie mogą przełączać ani dużych napięć, ani dużych prądów. Ale ich cewki podczas działania zwykle potrzebują mniej mocy.

Dostępne są też przekaźniki bardziej czułe, w których pracująca cewka pobiera dużo mniej mocy. Przykładem może być 1-amperowy przełącznik V23026 z oferty TME, którego 12-woltowa wersja wymaga tylko 64mW mocy. To przekaźnik sygnałowy, który nie nadaje się do obwodów sieci 230V, bo maksymalne napięcie na stykach to tylko 125...150V. Na **rysunku 3** czerwona strzałka pokazuje błąd w oryginalnej karcie katalogowej: przy napięciu 12V i rezystancji cewki 2250 Ω prąd nominalny to tylko 5,3mA, a moc to nie 34mW, tylko 64mW.

Istnieją też specjalizowane przekaźniki o dużo mniejszej mocy sterowania. **Fotografia 4** pokazuje przełącznik pomiarowy Struthers-Dunn, którego cewka do zadziałania wymaga tylko 12 miliwatów mocy!

Z reguły przekaźniki, których styki mogą pracować przy dużo większych prądach i napięciach zawierają cewki, wymagające mocy zasilania większej niż 1 wat. Kto chce zmniejszyć moc potrzebną dla



NT73 -2

CQC 03001003508

UL E158859

R50142718

Coil Parameter

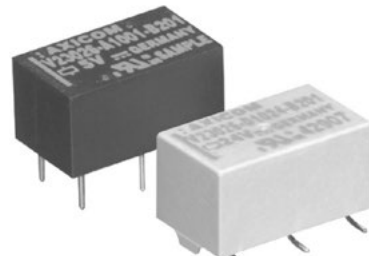
Dash numbers	Coil voltage VDC		Coil resistance $\Omega \pm 10\%$	Pickup voltage VDC(max) (75% of rated voltage)	Release voltage VDC(min) (10% of rated voltage)	Coil power consumption W
	Rated	Max.				
003-360	3	3.9	25	2.25	0.3	0.36
005-360	5	6.5	70	3.75	0.5	
006-360	6	7.8	100	4.50	0.6	
009-360	9	11.7	225	6.75	0.9	
012-360	12	15.6	400	9.00	1.2	
024-360	24	31.2	1600	18.0	2.4	
048-360	48	62.4	6400	36.0	4.8	0.45
003-450	3	3.9	20	2.25	0.3	
005-450	5	6.5	55.6	3.75	0.5	
006-450	6	7.8	80	4.50	0.6	
009-450	9	11.7	180	6.75	0.9	
012-450	12	15.6	320	9.00	1.2	
024-450	24	31.2	1280	18.0	2.4	0.80
048-450	48	62.4	5120	36.0	4.8	
003-800	3	3.9	11	2.25	0.3	
005-800	5	6.5	31	3.75	0.5	
006-800	6	7.8	45	4.50	0.6	
009-800	9	11.7	101	6.75	0.9	
012-800	12	15.6	180	9.00	1.2	
024-800	24	31.2	720	18.0	2.4	0.80
048-800	48	62.4	2880	36.0	4.8	

Rysunek 2



Signal Relays

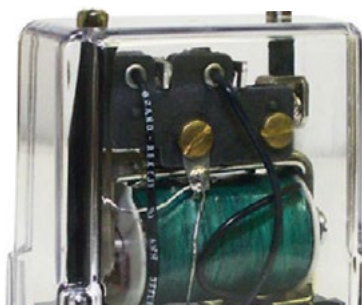
P1 Relay V23026



Coil versions, THT, monostable

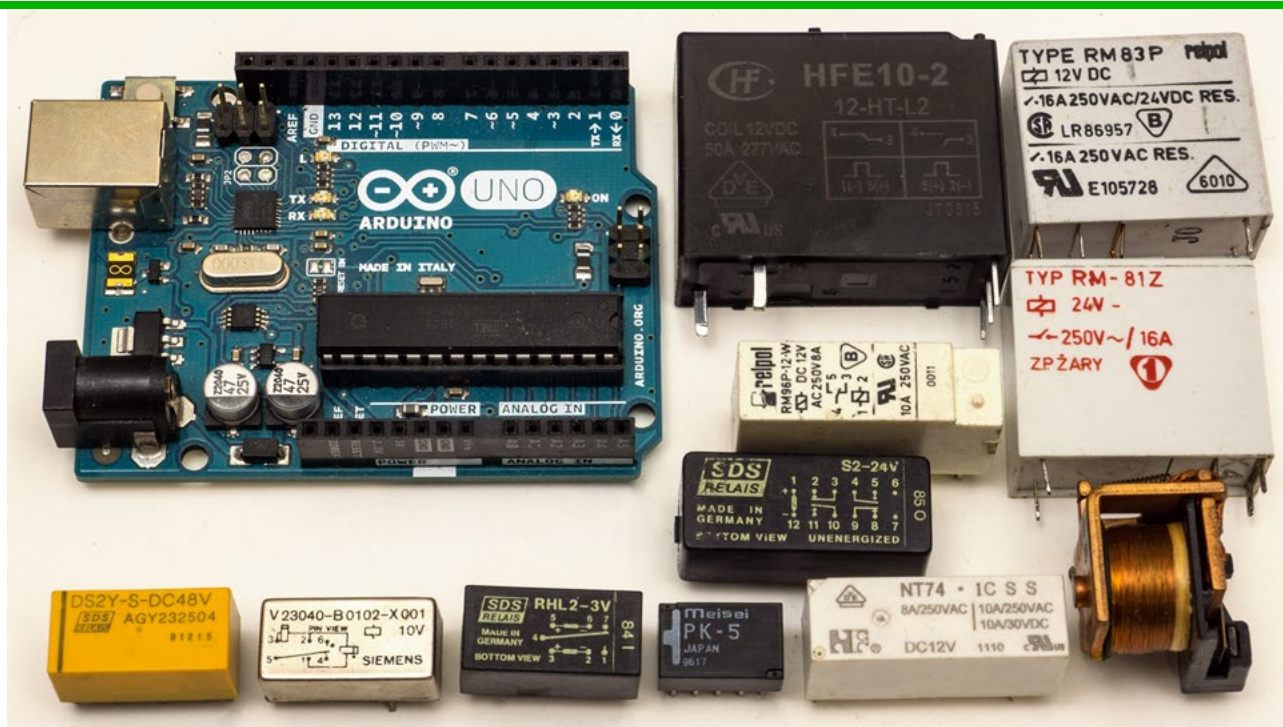
Coil code	Rated voltage VDC	Operate voltage VDC _{min.}	Release voltage VDC _{min.}	Coil resistance $\Omega \pm 10\%$	Rated coil power mW
006	3	2.25	0.3	137	66
001	5	3.75	0.5	370	68
005	9	6.75	0.9	1165	70
002	12	9.00	1.2	2250	34
004	24	18.00	2.4	4500	128

Rysunek 3



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

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



Arduino i Raspberry – sterowanie przekaźnikami

UWAGA! UWAGA! To jest druga wersja artykułu - z rysunkami przerysowanymi.

W tym artykule, przeznaczonym głównie dla początkujących, przypomnimy krótko, czym jest przekaźnik oraz omówimy różne możliwości sterowania różnymi przekaźnikami za pomocą popularnych modułów Arduino, Raspberry Pi i podobnych. Omówimy możliwości, ale także problemy z tym związane.

Co to jest przekaźnik?

Jak dołączyć przekaźnik wprost do Arduino?

Najprostszy sposób sterowania przekaźnikiem

Sterowanie „plusem” czy „minusem”?

Czego unikać?

Moduły przekaźnika z transoptorem

Kwestie izolacji i bezpieczeństwa

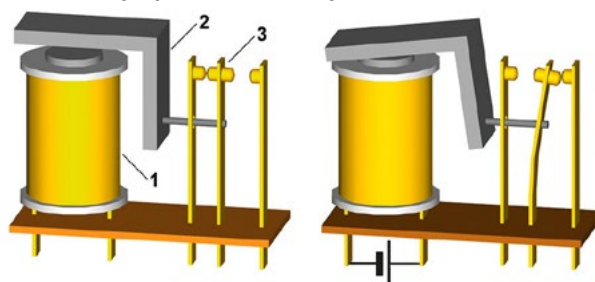
Transoptory i izolacja

W przeznaczonym dla nieco bardziej zaawansowanych artykule Moduł Arduino z przekaźnikiem i transoptorem omówione są niektóre problemy, jakie może napotkać nabywca taniego modułu z przekaźnikiem czy z kilkoma przekaźnikami. Natomiast w niniejszym artykule przedstawione są podstawy.

Co to jest przekaźnik?

Temat przekaźników jest bardzo obszerny, ale najprościej biorąc, **przekaźnik to przełącznik, przełączany za pomocą elektromagnesu**. Przykład przekaźnika z jednym zestykami przełącznym pokazany jest na **rysunku 1** (z Wikipedii, Bisgaard, Teslaton CC-BY-SA 3,0) Istnieje mnóstwo typów i odmian przekaźników,

a ich cechą wspólną jest między innymi to, że elektromagnes, a konkretnie **cewka przekaźnika** (1) **jest elektrycznie odizolowana od styków** (3), a przełączanie zapewnia tak zwana kotwica (2). Podanie na cewkę napięcia i przepływ prądu powoduje przyciągnięcie kotwicy i połączenie styków.



Rysunek 1

Dla użytkownika największe znaczenie ma to, jaki może być maksymalny prąd styków i przełączane przez nie napięcie, a także jakim napięciem (i prądem) ma być zasilana cewka (elektromagnes) przekaźnika.

Rysunek 2 pokazuje fragment karty katalogowej tanich przełączników NT73-2, dostępnych w sklepie BOTLAND. Maksymalny prąd przełączany to 5A do 20A, zależnie od warunków pracy (to odrębny, szeroki temat). Dla nas teraz jest ważne, że do działania cewka potrzebuje mocy kilkuset miliwatów. Jak widać, dostępne są trzy odmiany, o mocy pobieranej przez cewkę 0,36W, 0,45W i 0,8W. Zwróć uwagę, że cewka w wersjach 12-woltowych ma kilkaset omów, na pewno ponad 100 omów, natomiast wersje 3-woltowe mają cewki o rezystancji co najwyżej 25 omów.

Czym wyższe napięcie zasilania, tym mniejszy prąd pobiera cewka przekaźnika podczas pracy. Dla wersji 3-woltowej o rezystancji cewki 20Ω nominalny prąd działania wynosi 150mA. Odmiana 12-woltowa z cewką 320Ω pobiera niecałe 38 miliamperów. Dlatego unikamy stosowania przekaźników na napięcie 3 czy 3,3 V, dość często stosujemy przekaźniki 5-woltowe, a nadal bardzo często, w miarę możliwości 12-woltowe, w których prąd cewki jest jeszcze mniejszy.

Mniejsze przekaźniki, tak zwane sygnałowe, mają delikatne styki, które nie mogą przełączać ani dużych napięć, ani dużych prądów. Ale ich cewki podczas działania zwykle potrzebują mniej mocy.

Dostępne są też przekaźniki bardziej czułe, w których pracująca cewka pobiera dużo mniej mocy. Przykładem może być 1-amperowy przełącznik V23026 z oferty TME, którego 12-woltowa wersja wymaga tylko 64mW mocy. To przekaźnik sygnałowy, który nie nadaje się do obwodów sieci 230V, bo maksymalne napięcie na stykach to tylko 125...150V. Na **rysunku 3** czerwona strzałka pokazuje błąd w oryginalnej karcie katalogowej: przy napięciu 12V i rezystancji cewki 2250 Ω prąd nominalny to tylko 5,3mA, a moc to nie 34mW, tylko 64mW.

Istnieją też specjalizowane przekaźniki o dużo mniejszej mocy sterowania. **Fotografia 4** pokazuje przełącznik pomiarowy Struthers-Dunn, którego cewka do zadziałania wymaga tylko 12 miliwatów mocy!

Z reguły przekaźniki, których styki mogą pracować przy dużo większych prądach i napięciach zawierają cewki, wymagające mocy zasilania większej niż 1 wat. Kto chce zmniejszyć moc potrzebną dla



NT73 -2

cqc 03001003508

us E158859

R50142718

Coil Parameter

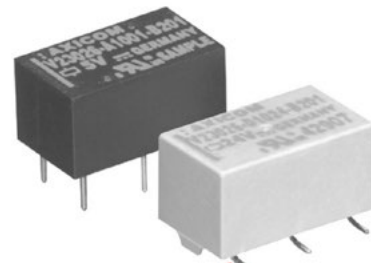
Dash numbers	Coil voltage VDC		Coil resistance $\Omega \pm 10\%$	Pickup voltage VDC(max) (75% of rated voltage)	Release voltage VDC(min) (10% of rated voltage)	Coil power consumption W
	Rated	Max.				
003-360	3	3.9	25	2.25	0.3	0.36
005-360	5	6.5	70	3.75	0.5	
006-360	6	7.8	100	4.50	0.6	
009-360	9	11.7	225	6.75	0.9	
012-360	12	15.6	400	9.00	1.2	
024-360	24	31.2	1600	18.0	2.4	
048-360	48	62.4	6400	36.0	4.8	0.45
003-450	3	3.9	20	2.25	0.3	
005-450	5	6.5	55.6	3.75	0.5	
006-450	6	7.8	80	4.50	0.6	
009-450	9	11.7	180	6.75	0.9	
012-450	12	15.6	320	9.00	1.2	
024-450	24	31.2	1280	18.0	2.4	0.80
048-450	48	62.4	5120	36.0	4.8	
003-800	3	3.9	11	2.25	0.3	
005-800	5	6.5	31	3.75	0.5	
006-800	6	7.8	45	4.50	0.6	
009-800	9	11.7	101	6.75	0.9	
012-800	12	15.6	180	9.00	1.2	
024-800	24	31.2	720	18.0	2.4	0.80
048-800	48	62.4	2880	36.0	4.8	

Rysunek 2



Signal Relays

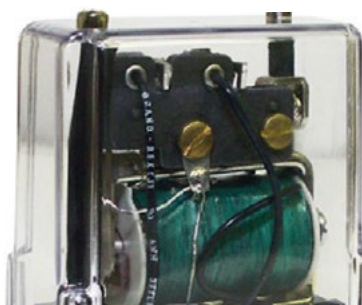
P1 Relay V23026



Coil versions, THT, monostable

Coil code	Rated voltage VDC	Operate voltage VDC _{min.}	Release voltage VDC _{min.}	Coil resistance $\Omega \pm 10\%$	Rated coil power mW
006	3	2.25	0.3	137	66
001	5	3.75	0.5	370	68
005	9	6.75	0.9	1165	70
002	12	9.00	1.2	2250	34
004	24	18.00	2.4	4500	128

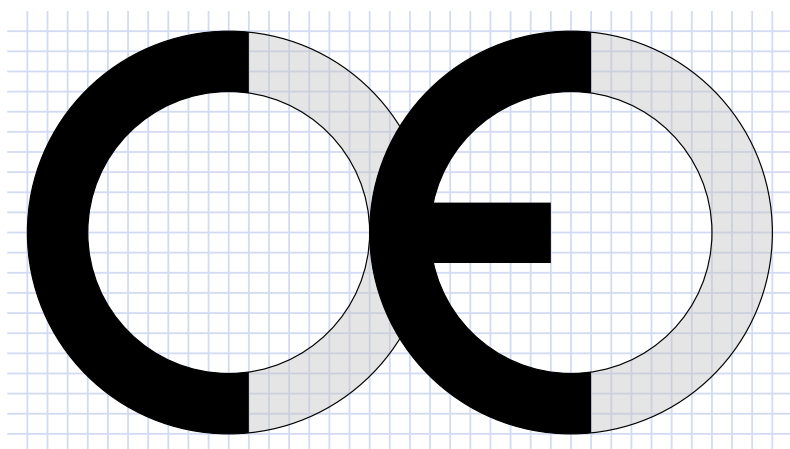
Rysunek 3



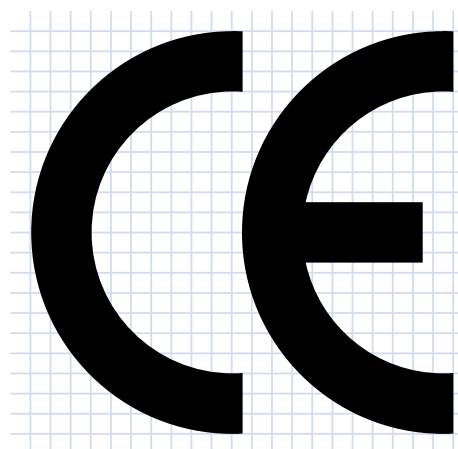
Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

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

Conformité Européenne



China Export



Bezpieczeństwo, znak CE oraz odstępy izolacyjne

Tematyka bezpieczeństwa, wymagań, dobrej praktyki, odstępów izolacyjnych, obowiązujących przepisów, znaku CE oraz ROHS to bardzo szerokie i w sumie bardzo trudne zagadnienia. Poniższy artykuł dotyczy tylko bardzo wąskiego wycinka problemu, ale bardzo ważnego w praktyce.

Obecnie na terenie całej Unii Europejskiej obowiązują jednolite zasady i przepisy dotyczące bezpieczeństwa. Nie będziemy zagłębiać się bardzo skomplikowane szczegóły. Wystarczy ogólna informacja, że wszystkie urządzenia wprowadzane na rynek europejski muszą być bezpieczne. Pomijamy bardzo istotne dla branży elektronicznej wymagania ROHS, a zajmiemy się tylko znaczkami CE.

Skrót **CE** pochodzi od francuskiego **Conformité Européenne** i oznacza, że wyrób spełnia dotyczące go wymagania (dyrektywy) obowiązujące w Unii.

Umieszczenie na wyrobie znacznika CE jest **deklaracją** producenta, że produkt spełnia dyrektywy unijne. Ogólnie biorąc, w przypadku większości wyrobów, producent nie musi uzyskiwać żadnych zaświadczeń, poświadczeń, wyników badań czy testów. Generalnie jest to **deklaracja** producenta a nie **certyfikat** jakiejś instytucji.

Zasadniczo znacznik CE umieszcza na wyrobie producent, ale jeżeli wyrób zostaje importowany (przede wszystkim z Chin), to odpowiedzialność za obecność czy brak znacznika CE ponosi ten, kto wy-

rób wprowadza na rynek europejski. Czyli importer – dystrybutor. Sama obecność znacznika nie stanowi dowodu, że wyrób spełnia dyrektywy unijne. Przecież chiński producent, żeby zwiększyć sprzedaż, mógłby myśleć o umieszczeniu znacznika CE na wyrobie, który nie spełnia wymagań. Dlatego importer musi się upewnić, czy zasadne jest oznaczenie CE, co po prostu oznacza dodatkowe koszty.

Najprościej biorąc: w zasadzie znacznik CE to dobrowolna deklaracja producenta, ale w przypadku wyrobów chińskich jeśli okaże się, że dotyczące wyrobu dyrektywy nie są spełnione – odpowiedzialność poniesie importer, który produkt wprowadza na rynek europejski. Mogą to być dotkliwe kary finansowe lub jeszcze gorsze, jeśli doszłoby do śmiertelnego wypadku, np. porażenia prądem.

Są mniej i bardziej ostrożni importerzy, ale to odrębny watek. Jednak generalnie żaden krajowy importer nie zaryzykuje i nie wprowadzi na rynek wyrobu, jeśli nie sprawdzi nie tylko to, czy wyrób ma znacznik CE, ale to, czy rzeczywiście spełnia on wymagania unijne. Za to „upewnienie się”

musi zapłacić. Dlatego praktycznie wszystkie chińskie towary sprzedawane w polskich sklepach są znacząco droższe, niż podobne lub te same produkty ściągane indywidualnie z chińskich sklepów internetowych.

I tu dochodzimy do sedna sprawy: niektóre tanie urządzenia ściągane wprost w Chin mają znaczek CE i spełniają wymagania unijne. Niektóre mogą tych wymagań nie spełniać, ale mieć na obudowie znaczek CE. Jeszcze inne nie spełniają dyrektyw, nie mają znacзка CE, ale za to mają wprowadzający w błąd, podobny z wyglądu znaczek China Export, pokazany na rysunku tytułowym. I wreszcie jeszcze inne urządzenia nie mają ani znacзка CE, ani China Export, co z prawdopodobieństwem graniczącym z pewnością świadczy o niespełnieniu dyrektyw unijnych.

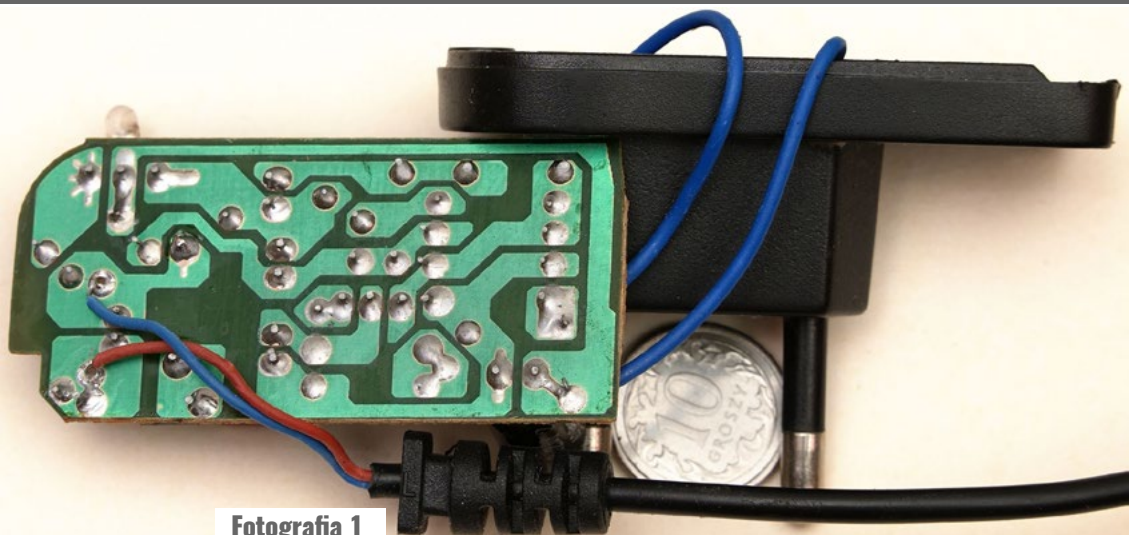
Jeżeli kupujemy na chińskim portalu jeden egzemplarz urządzenia, nie stajemy się importerami. Wtedy realny problem dotyczy jedynie bezpieczeństwa naszego i osób nam najbliższych. W praktyce dotyczy to urządzeń, które są dołączane do sieci energetycznej. Czy są one bezpieczne i czy ich użytkowanie nie grozi porażeniem?

Ryzyko dotyczy więc przede wszystkim zasilaczy i ładowarek, ale też wszelkich innych urządzeń dołączanych do sieci.

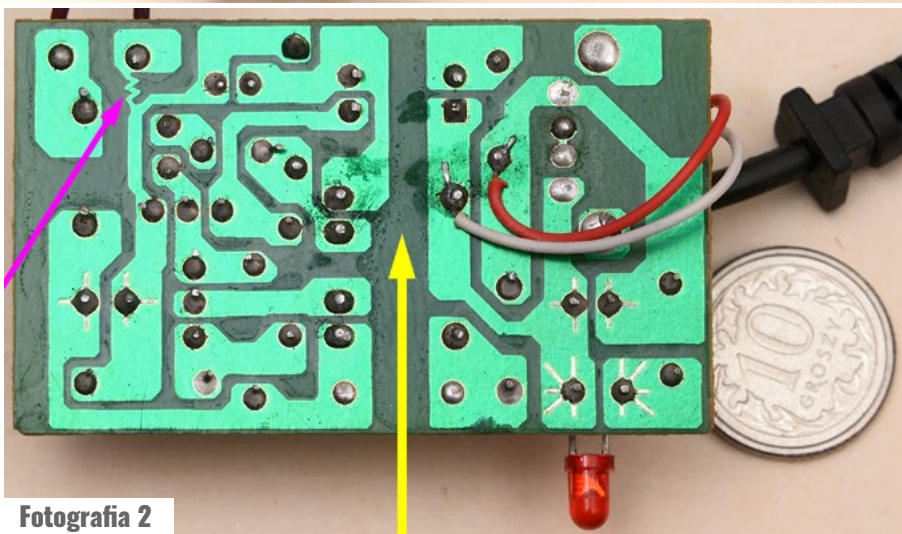
Nie chcielibyśmy cieszyć się okazynie niską ceną chińskiej ładowarki czy zasilacza tylko do momentu, gdy ktoś z naszych najbliższych ulegnie śmiertelnemu porażeniu.

Nie znaczy to wcale, że wszystkie chińskie wyroby są niebezpieczne – trzeba tylko zachować ostrożność i równowagę. Podane w artykule przykłady pokazują zarys problemu, ale oczywiście nie wyczerpują zagadnienia.

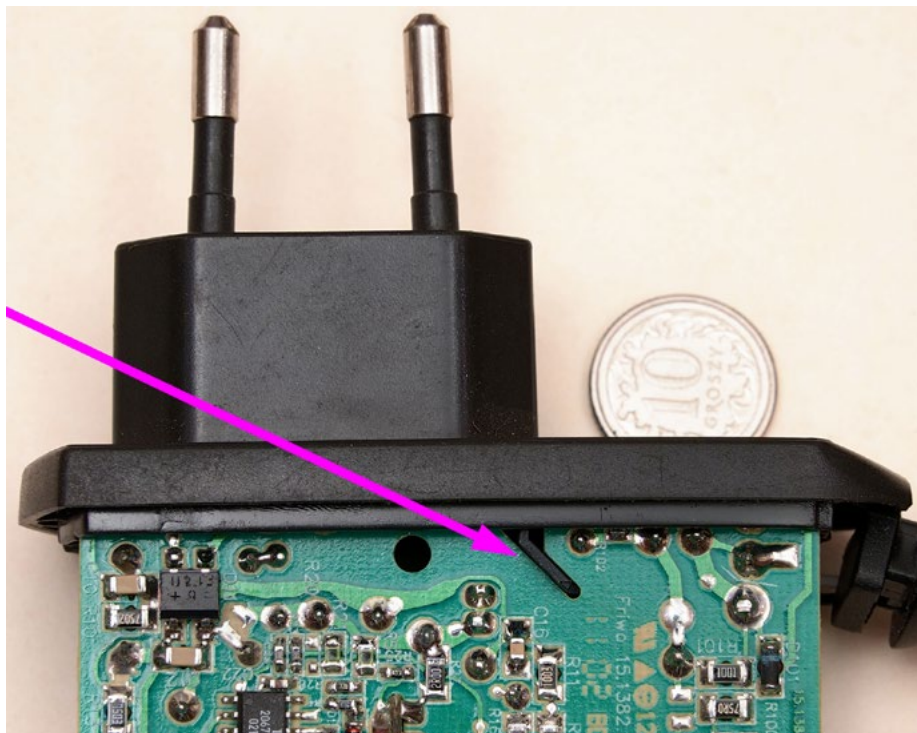
I tak **fotografia 1** przedstawia ścieżki płytki drukowanej małego zasilacza impulsowego. **Fotografia 2** to płytki innego za-



Fotografia 1



Fotografia 2



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

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

Skrzynka pytań i odpowiedzi

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



Ratowanie całkowicie rozładowanych akumulatorów

[Dwa akumulatory] z UPS, które były szeregowo połączone (...) Jeden miał ok. 3 V drugi ok. 6 V. Męczyłem je ze dwa dni. Jeden ma 10 V i coś tam prądu pobiera, maksymalnie (...) 180 mA. Drugi ma 9 V i nie chce już w ogóle brać prądu, pod ładowarką mikroprocesorową IMAX6 wykazuje przerwę. (...) przy podłączeniu napięcia na dwa szeregowo ok. 28 V, na pierwszym jest ok. 10 V, a na drugim ok. 17 V. Dla czego woltomierz mierzy napięcia, jeśli ten drugi ma niby przerwę? To jednak jakieś prądy płyną (...)

Pytanie i poniższa odpowiedź dotyczy wyłącznie akumulatorów kwasowo-ołowiowych, w tym przypadku akurat AGM, ale też żelowych i klasycznych mokrych. Zupełnie inna jest sytuacja w przypadku akumulatorów litowych (Li-Ion, Li-Po, LiFePO₄) oraz zasadowych (NiMH i NiCd).

Całkowite rozładowanie „do zera” akumulatorów kwasowych zawsze jest niekorzystne, bowiem w mniejszym lub większym stopniu prowadzi do tak zwanego zasiarczenia.

Zasiarczenie polega na wytworzeniu w płytach akumulatora nierozpuszczalnych kryształów siarczanu ołowiu, co najprościej mówiąc, zmniejsza masę czynną akumulatora, a przez to zmniejsza pojemność i zwiększa rezystancję wewnętrzną.

Rozbite tych niepożądanych kryształów jest trudne, a często niemożliwe. Zdecydowanie łatwiej zapobiegać niż leczyć. Kryształy te tworzą się, gdy akumulator jest rozładowany, a najbardziej, gdy zostaje rozładowany „do zera”.

Warto jednak bliżej przyjrzeć się sytuacji. Po pierwsze trzeba rozróżnić dwie oddzielne kwestie: jedna to właśnie zasiarczenie, druga to zwyczajne wyładowanie, czyli brak energii.

Najpierw założmy, że akumulator nie jest zasilany (albo jest, ale tylko w niewielkim stopniu), tylko został przypadkowo rozładowany „do zera”.

Wiadomo, że podczas ładowania gęstość elektrolitu rośnie. Tym elektrolitem jest roztwór kwasu siarkowego (H₂SO₄) w wodzie, co ważne – destylowanej lub demineralizowanej. Natomiast podczas rozładowania gęstość maleje. Potocznie mówi się, że podczas rozładowania kwas „wchodzi w płyty”.

Można to tak rozumieć. Otóż skutek przemian elektrochemicznych z kwasu siarkowego (H₂SO₄) powstaje siarczan ołowiu (PbSO₄), w tym jego niepożądana odmiana krystaliczna powodująca zasilanie. W trakcie rozładowania elektrolit zawiera coraz mniej kwasu siarkowego, czyli elektrolit staje się coraz bardziej... wodą.

Ogólnie wiadomo, że akumulator kwasowy 12-woltowy nie powinien być rozładowany do napięcia niższego niż 10 V. Wtedy jeszcze zawiera sporo kwasu. Natomiast przy rozładowaniu „do zera” elektrolit staje się wodą, podkreślmy: destylowaną lub demineralizowaną. Wbrew potocznym wyobrażeniom, idealnie czysta woda bardzo słabo przewodzi prąd elektryczny, a wręcz można uznać ją za izolator.

Tak! I właśnie taka sytuacja jest w akumulatorze kwasowym rozładowanym „do zera”. Elektrolitem jest czysta woda, która nie chce przewodzić prądu.

To przypadek idealny, skrajny. W rzeczywistości elektrolit oprócz cząsteczek wody zawiera jakieś inne substancje, może odrobinę kwasu siarkowego, albo jakieś inne składniki, w tym jony. Jest ich bardzo mało, więc jeżeli nawet miałby tam płynąć jakiś prąd, na pewno będzie on bardzo mały, wręcz znikomy.

W efekcie po dołączeniu woltomierza o dużej rezystancji wewnętrznej może on pokazać jakieś napięcie. Co najważniejsze, jest problem z przepływem prądu przez taką czystą wodę podczas ładowania.

Ładowarki akumulatorów kwasowych podczas ładowania podają na akumulator napięcie rzędu kilkunastu woltów. Jeżeli takie napięcie podamy na akumulator wyładowany „do zera”, to prąd ładowania będzie rzędu mikroamperów, co mikroprocesorowa ładowarka potraktuje jako przerwę – rozwarcie.

Na razie rozważamy przykład akumulatora, który nie jest zasiarczony, czyli w zasadzie jest sprawny, tylko nie można go naładować, ponieważ prąd ładowania nie chce płynąć przez czystą wodę.

W takim idealizowanym przypadku chodzi tylko o to, żeby akumulator „ruszył”, żeby mógł przezeń płynąć prąd ładowania, który znów zamieni siarczan ołowiu w kwas siarkowy. W szczelnym akumulatorze nie mamy możliwości dolać „kropli kwasu do każdej celi”, żeby to przyspieszyć. Trzeba wykazać cierpliwość.

Najprostszym, ale mało skutecznym sposobem jest dołączenie ładowarki, czyli napięcia około 15 woltów i długie czekanie, nawet kilkanaście dni, żeby akumulator „ruszył”. Zwykle „rusza”, ale trzeba na to bardzo długo czekać.

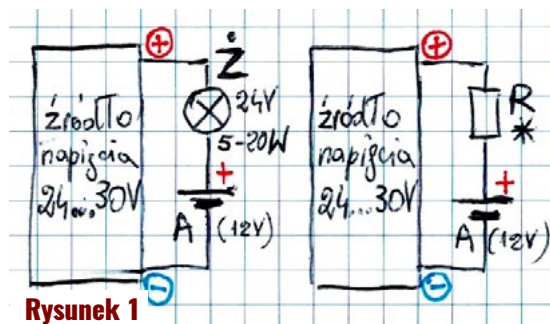
Lepszym sposobem jest podanie na taki akumulator napięcia znacznie wyższego, na przykład 24...30 V lub więcej. W czystej wodzie zawsze są jakieś minimalne ilości jonów i podwyższenie napięcia znacząco zwiększa przepływ prądu. Akumulator dołączony do wyższego napięcia „ruszy” dużo szybciej!

Ale uwaga! Gdy już „ruszy”, nie zostanie od razu naładowany – stanie się rozładowanym akumulatorem, przez który chętnie płynie prąd, i na którym napięcie pomalutku rośnie w miarę ładowania od 10 do co najwyżej 15 woltów. Wcześniej destylowana woda nie chciała przewodzić prądu i rezystancja wewnętrzna była ogromna, rzędu megaomów. Dołączone źródło podwyższonego napięcia praktycznie nie jest obciążone. A gdy akumulator „ruszy”, w elektrolicie będzie coraz więcej kwasu i rezystancja wewnętrzna zmniejszy się do ułamka oma. Grozi to uszkodzeniem wykorzystanego źródła podwyższonego napięcia, które zostanie obciążone i zapewne przeciążone zreanimowanym akumulatorem.

Właśnie dlatego wykorzystując źródło takiego podwyższonego napięcia, by akumulator „ruszył”, koniecznie trzeba w szereg włączyć jakiś element

ograniczający –
rysunek 1.

Może to być żarówka 24-woltowa o niedużej mocy 5...20 W, ewentualnie rezystor o sensownie dobranej rezystancji i mocy (obciążalności).



Rysunek 1

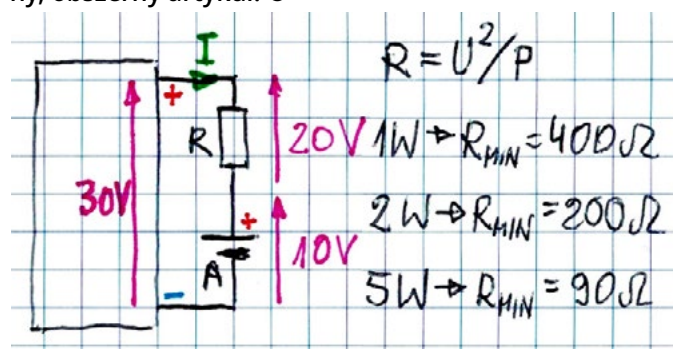
W każdym przypadku na początku prąd ładowania będzie znikomo mały. Na akumulatorze wystąpi całe napięcie źródła zasilania. Z czasem prąd ładowania będzie pomalutku rósł. A to spowoduje zmniejszenie napięcia na akumulatorze.

Można przyjąć, że gdy akumulator „ruszy”, to niezależnie od żarówki czy rezystora, wystąpi na nim napięcie około 10 woltów, charakterystyczne dla rozładowanego akumulatora. **Rysunek 2** ilustruje, jak obliczyć minimalną rezystancję rezystora ograniczającego o danej mocy, żeby go nie przeciążyć. W rzeczywistości należałoby zastosować rezystor o mocy 5 W lub większej. W praktyce lepsza okaże się (24-woltowa) żarówka.

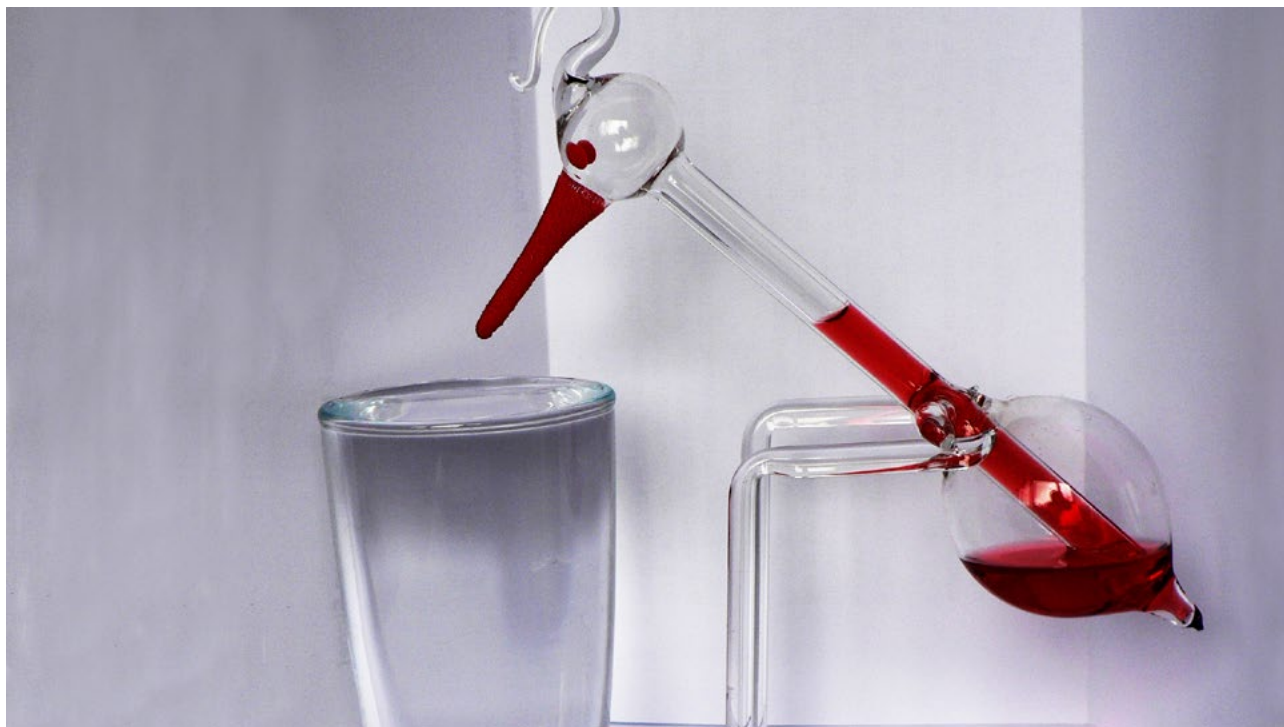
To były teoretyczne rozważania zakładające, że akumulator nie został zasiarczony, a jedynie przypadkowo rozładowany „do zera”. Opisana procedura pozwala przywrócić mu pełną sprawność.

W praktyce każde nadmierne rozładowania w jakimś stopniu powoduje zasiarczenie akumulatora. Gdy pozostaje on rozładowany „do zera” przez długi czas, po przeprowadzeniu opisanej procedury, owszem „ruszy” i naładuje się, ale jego pojemność będzie obniżona, a rezystancja wewnętrzna zwiększona. Nie ma tu prostej reguły, bo poszczególne egzemplarze lepiej lub gorzej znoszą rozładowanie „do zera”. W każdym razie praktyka pokazuje, że jeżeli akumulator dłuższy czas pozostawał całkowicie rozładowany, to nie da się mu przywrócić pierwotnej pojemności. Jeśli nawet uda się go naładować, będzie miał dużo mniejszą pojemność wskutek zasiarczenia.

Natomiast z zasiarczeniem można próbować walczyć przez impulsowe ładowanie czy rozładowywanie, ale tak zwane **desulfatory** to temat na oddzielny, obszerny artykuł. ©



Rysunek 2



Czym tak naprawdę jest energia?

Podobnie jak poprzedni, ten artykuł również poświęcony jest energii. Stanowi też wprowadzenie w zagadnienia związane z falami radiowymi, którymi będziemy się zajmować w ramach przygotowywanej do publikacji Radiowej Oślej Łączki. Zagadnień „radiowych” nie sposób zrozumieć bez wiedzy o energii.

Termodynamika

Różne znaczenia słowa energia

Wytwarzanie i zużywanie energii?

Energia odnawialna?

Energia odnawialna w fizyce?

Zużycie energii w fizyce

Ujemna energia?

W poprzednim artykule i filmie **Co to jest energia?** (A005) zasygnalizowałem dlaczego tak trudno jest zdefiniować fundamentalne pojęcie energii. Próbowaliśmy też przybliżyć sens pojęcia *energia*. Zadanie to okazuje się nieprawdopodobnie trudne także z kilku innych względów. W niniejszym artykule omówimy znaczenie różnych określeń, związanych ze słowem „energia”. W następnym **Niesamowita historia energii** (A007) prześledzimy fascynujący rozwój pojęcia energii w ciągu ostatnich 300 lat.

Termodynamika

W poprzednim artykule pisałem, że dla mnie termodynamika długo była czymś dziwnym, obcym, a wręcz niepotrzebnym. Chyba głównie dlatego, że najwięcej tam było o przemianach dotyczących gazów, a to mnie nie interesowało, nawet w kontekście działania silnika spalinowego. A nikt mi

nie wytłumaczył szerszego kontekstu ani nawet tego, dlaczego mówiono tylko o gazach. Wtedy na pewno nie potrafiłbym wytłumaczyć działania pokazanego na fotografii tytułowej „pijącego ptaka”, który absolutnie nie jest rodzajem perpetuum mobile, tylko jest nietypową formą silnika cieplnego, wykorzystującego zasady termodynamiki.

Tymczasem termodynamika powinna nas teraz interesować, ponieważ według Wikipedii: *Termodynamika to dział fizyki zajmujący się badaniem energetycznych efektów wszelkich przemian fizycznych i chemicznych, które wpływają na zmiany energii wewnętrznej analizowanych układów (...).*

No i niestety, zaczyna się! Pomijając kwestię gazów, już na początku definicji mamy bardzo ważne, wręcz kluczowe pojęcie *energii wewnętrznej*. I należałoby określić, czym jest, a także czym nie jest ta *energia wewnętrzna*. Bo pojęcie to jest bardzo często używane.

My nie będziemy teraz definiować energii wewnętrznej. Choćby tylko dlatego, że to złożone zagadnienie, a przy okazji pewnie zaplątałibyśmy się w kwestię potencjałów termodynamicznych.

Powiedzmy tylko, że na energię wewnętrzną składają się różne formy energii. Nie ważne jakie.

Między innymi coś, co niezbyt ściśle nazywane jest *energiją cieplną*. I tu dochodzimy do punktu, bardzo ważnego także dla każdego elektronika. Otóż wcześniej mówiliśmy, że można przekształcać różne formy energii niemal dowolnie i co ważne, wielokrotnie, w nieskończoność. Z energią cieplną jest inaczej. Najogólniej mówiąc, jest to też forma energii, ale taka, której w całości nie można zamienić na inny rodzaj energii. **Energiją cieplną można zamienić na inny rodzaj energii co najwyżej tylko częściowo.** Właśnie dlatego nazywam ją *nieszlachetną* lub *najmniej szlachetną formą energii*.

Przyczyny wynikające z fundamentalnych cech naszego wszechświata, dążącego od porządku do chaosu, związane są z czymś takim jak *entropia* i **różnica temperatur**. Zagadnienie jest skomplikowane, ale ogólne końcowe wnioski są jednak bardzo proste: **na inne rodzaje energii można zamienić taką część energii cieplnej, która związana jest z różnicą temperatur.** Czym większa różnica temperatur, tym więcej energii cieplnej można zamienić na inny, szlachetniejszy rodzaj energii. Natomiast jeśli nie ma różnicy temperatur, a tym samym przepływu energii cieplnej (ciepła), to choć energia cieplna jest, nie można z nią nic sensownego zrobić – nie można zamienić jej na inną formę energii. W elektronice dosłownie widzimy to na własne oczy próbując wykorzystać moduł Peltiera (**fotografia 1**) do wytwarzania energii elektrycznej, czyli realizując tak zwany generator Seebecka (TEG).

W każdym razie można powiedzieć, że *część energii cieplnej można wykorzystać*. Ta część nazywana jest też **egzergią**, ale częściej *energiją swobodną*, żeby nie wspomnieć o *entalpii*. Natomiast „bezużyteczna” część energii cieplnej nazywana bywa **anergią**. W procesie nauczania te kwestie omawia się na przykładzie najłatwiejszym – na przykładzie gazów. I tu jest problem, bo tak to nam się utrwala w głowie, a w rzeczywistości zagadnienie przekształcania energii cieplnej dotyczy nie tylko gazów, ale i wszelkich innych systemów,

w szczególności dotyczy też elektroniki – elementów i układów w niej wykorzystywanych.

W związku z **egzergią**, czyli *użyteczną częścią energii cieplnej*, pojawia się pojęcie **otoczenia** i pojęcie **temperatury otoczenia**. Przepływy energii są związane z różnicą temperatur. To też jest ogromnie ważne dla elektronika, ponieważ elementy i układy elektroniczne trzeba chłodzić. Już teraz wspomnijmy nie tylko o klasycznych sposobach chłodzenia z zastosowaniem radiatorów, ale też o sposobach chłodzenia za pomocą pomp ciepła, choćby właśnie w postaci modułów Peltiera. Możemy to szeroko omówić, bo właśnie energia, w tym energia cieplna i ciepło naprawdę są najważniejsze dla elektronika. Na razie przypominamy tylko fundamenty i musimy omówić jeszcze inne aspekty.

Różne znaczenia słowa energia

Słowo energia ma bardzo szeroki zakres znaczeniowy. Jeśli chcesz rozszerzyć horyzonty, poświęć trochę czasu na samodzielne sprawdzenie, jakie znaczenia nietechniczne ma słowo *energia*.

Nawet w roli określenia technicznego ma szereg znaczeń, z których liczne są nieścisłe i mogą wprowadzać w błąd. Oto szczegóły.

Wytwarzanie i zużywanie energii

Na początek przypomnijmy podstawową, szkolną informację, że *energia jest niezniszczalna i że nie można jej wytworzyć. Można tylko przetwarzać energię z jednej postaci w inne postaci*. Tymczasem w języku potocznym powszechnie mówimy o **wytwarzaniu energii**.

Zgadzamy się ze stwierdzeniem, że w akumulatorze mamy do czynienia ze zmianami form energii: najpierw podczas ładowania energia elektryczna zamieniana jest na energię chemiczną, a przy rozładowaniu odwrotnie: energia chemiczna zamieniana jest na elektryczną (przy czym wiązania chemiczne wykorzystują siły, oddziaływania elektromagnetyczne). Natomiast niektórym wydaje się oczywiste, że w elektrowni energia elektryczna *powstaje*, że jest *wytwarzana*. **Fotografia 2** (prasowa Siemens CC-BY-SA 3,0) pokazuje potężny turbogenerator „wytwarzający” energię elektryczną.

W rzeczywistości w każdej elektrowni mamy nie *wytwarzanie*, tylko *przetwarzanie* form energii, i to kilkustopniowe. Powszechnie wiadomo, że *nie ma darmowych obiadów*, a tylko takie, za które ktoś zapłacił. A jeszcze wcześniej wiadano, że *z próżnego, to i Salomon nie naleje*. Otóż generator – prądnica jedynie zamienia energię mechaniczną na elektryczną. Jeżeli jest



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 6/2023

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.