

Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 90 stron.
Kup pełny egzemplarz na buycoffee.to a lepiej zaprenumeruj tu: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>

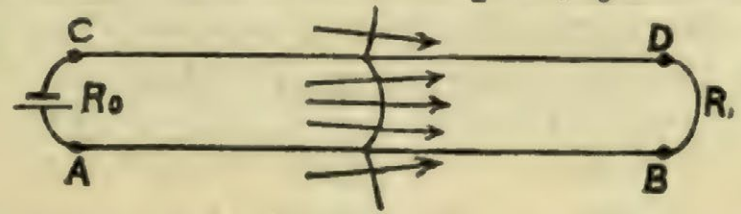
2/2025 Luty (26)

piotr-gorecki.pl

SECTION XXXV. THE TRANSFER OF ENERGY BY MEANS OF WIRELESS APPLICATION TO WIRES. ENERGY-CURRENT

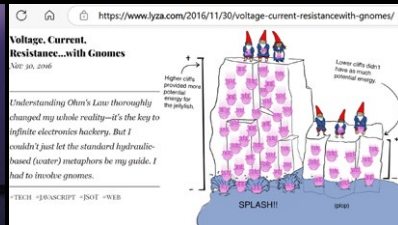
When the sage sits down to write an elementary work he devotes Chapter I. to his views concerning the very foundation of things, as they present themselves to his matured intellect. It may be questioned whether this is to the advantage of the learner, who may be well advised to “skip the Latin,” as the old dame used to say to her pupils when they came to a polysyllable, and begin at Chapter II. If this be done, Prof. Tait’s “Properties of Matter” is such an excellent scientific work as might be expected from its author. But Chapter I. is metaphysics. There are only two Things going, Matter and Energy.

In the figure, AB and CD are the two wires, enormously shortened in length compared with their distance apart, joined through terminal



Prąd elektryczny, czy raczej „prąd energii”?

- Budujemy potężny zasilacz • „Wiatr Poyntinga” i „okoliczności przewodowe”
- Schody na trzecie piętro – uzupełnienie • Kłopoty nauczycieli z elektromagnetyzmem
- Mikroprocesorowa ośła łączka, część 9 • Zjawiska falowe w sondach oscyloskopowych
- Czy należy bać się ESD? • Dokładne pomiary: 24- i 32-bitowe moduły ADC



Zawartość numeru 2/2025

- 16** **FUNDAMENTY ELEKTRONIKI**  **Prąd elektryczny, czy raczej „prąd energii”?**
Artykuł jest częścią Radiowej Osłej Łączki. Naświetla tło i rozszerza horyzonty trudnego zagadnienia, dotyczącego przekazywania energii. Przekonuje, dlaczego warto wiedzieć o koncepcji „prądu energii” Heaviside’a, oraz dlaczego i na ile ułatwia to zrozumienie podstaw techniki radiowej.
- 3** **Słowo wstępne - luty**
- 4** **Nasze wspólne czasopismo - listy Czytelników**
- 7** **Rozwiązania Łamigłówek grudzień 2024**
- 13** **Łamigłówki elektroniczne luty 2025**
- FUNDAMENTY ELEKTRONIKI**  **22** **„Wiatr Poyntinga” i „okoliczności przewodowe”**
- FUNDAMENTY ELEKTRONIKI**  **29** **Schody na trzecie piętro - uzupełnienie**
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **36** **Wspólnie projektujemy: System przechowywania elementów**
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **42** **Wspólnie projektujemy: Nietypowe wykorzystanie zasilaczy**
- FUNDAMENTY ELEKTRONIKI**  **45** **Kłopoty nauczycieli z elektromagnetyzmem**
- MIKROPROCESORY**  **53** **Mikroprocesorowa ośła łączka, część 9**
- ZASILANIE**  **67** **Budujemy potężny zasilacz**
- MIERNICTWO**  **72** **Dokładne pomiary: 24- i 32-bitowe moduły ADC**
- MIERNICTWO**  **79** **Zjawiska falowe w sondach oscyloskopowych**
- PYTANIA I ODPOWIEDZI**  **87** **Czy należy bać się ESD?**

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



Słowo wstępne – luty

Witam!

Piszę te słowa 15 stycznia i na początku chciałbym serdecznie podziękować za wszelkie życzenia, które dotarły do mnie na przełomie roku!

Przez ostatnie miesiące bardzo pilnie pracuję nad trudną Radiową Oślą Łączką. Na razie pomału przebijamy się przez podstawy fizyczne. Okazało się, że dla mnóstwa osób ogromnym problemem jest zaakceptowanie faktu, że energia zawsze przekazywana jest bezprzewodowo, przez pole elektromagnetyczne, a bez tego ani rusz!

Trzeba to wyjaśnić dokładnie, dlatego w tym numerze są artykuły opisujące koncepcje Heaviside'a i Poyntinga. Nie są to jedynie ciekawostki, tylko ogromnie ważne informacje podstawowe.

Nie pomiń tych artykułów, bowiem wszystko to jest częścią przemyślanego cyklu, który pokazuje elektronikę w odmienny sposób i z odmiennej strony, niż jesteśmy przyzwyczajeni.

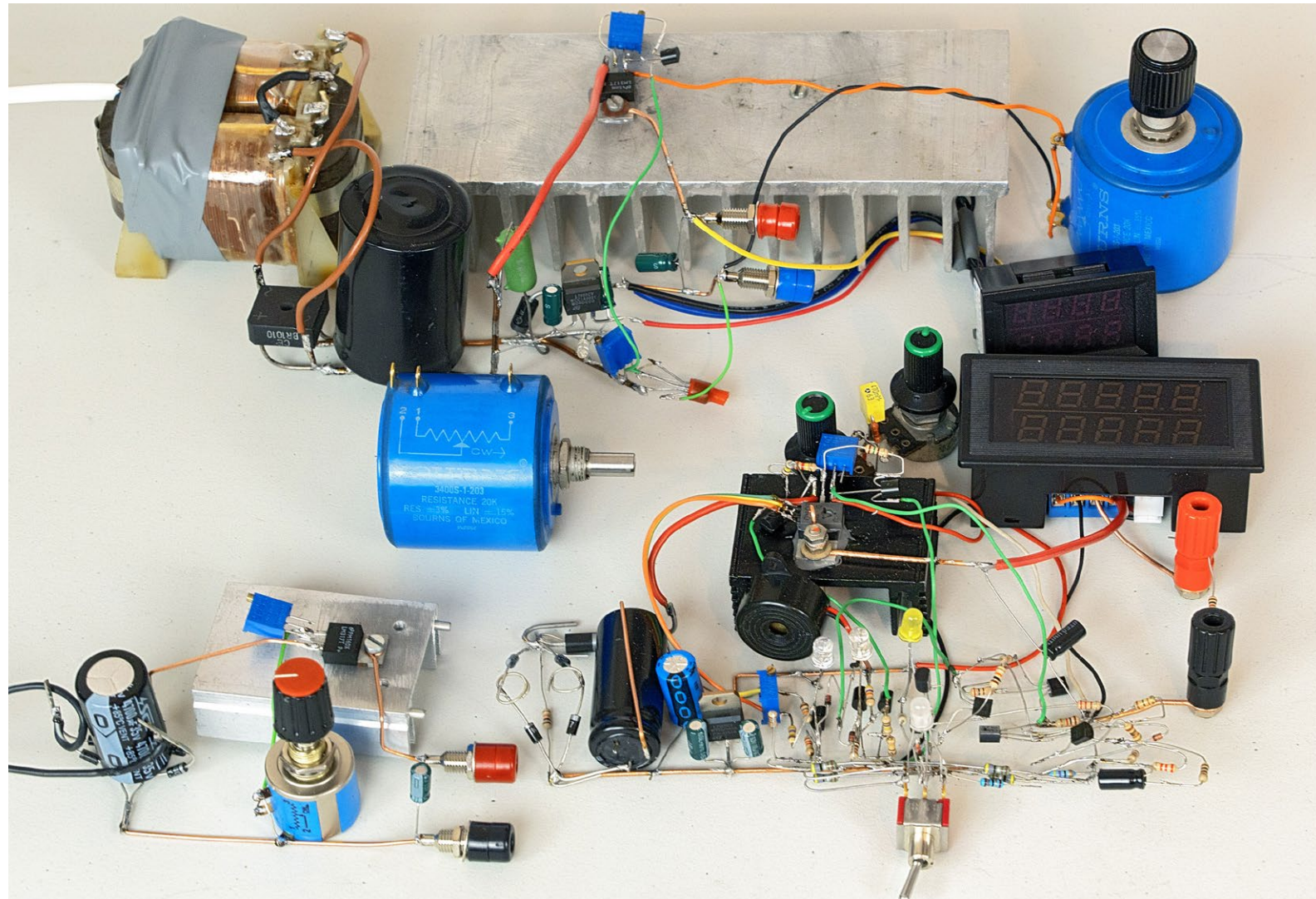
Celowo tematy ułożone są tak, a nie inaczej, ponieważ takie nietypowe podejście stopniowo doprowadzi nas do lepszego zrozumienia, czym jest rezystancja, impedancja, reaktancja, a to są też ogromnie ważne podstawy „radiówki”. Odmiennie podejście do oporności pokaże też inny obraz tego, co można nazwać elektroniką przewodową.

Prace nad Radiową Oślą Łączką nie wygasły innych tematów. Przygotowuję materiały o EMC, EMI i ESD, o wykorzystaniu kart audio, o rozmaitych miernikach RLC oraz o ultraniskoszumnych wzmacniaczach pomiarowych.

Od początku istnienia czasopisma, a także i w tym numerze, zajmujemy się tematem zasilaczy. Na poniższej fotografii przedstawione są trzy moje prototypy, które będą dokładnie opisane w cyklu pokazującym, jak od zera projektuje się nieszumiące zasilacze liniowe.

Pozdrawiam serdecznie!

Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Bardzo dziękuję za wszystkie życzenia świąteczno-noworoczne! I bardzo przepraszam że z powodu natężenia zajęć nie dałem rady na wszystkie indywidualnie odpowiedzieć.

Czasopismo ukazuje się już dwa lata. Od roku staram się regularnie zamieszczać filmy na moim kanale YT. Sytuacja się stabilizuje, niemniej zawsze bardzo cieszę się wszelkie słowa wsparcia. Oto przykład.

Szanowny Panie Piotrze, dziękuję za to, co Pan robi! Oczywiście przedłużyłem moje skromne wsparcie. Obiecuję że przy najbliższej dogodnej okazji kwota się podniesie.

To również dzięki Panu, w wieku 50+ zacząłem interesować się elektroniką i rozwijać moją (już) pasję. Bardzo odpowiada mi to, że stara się Pan wytłumaczyć temat rzetelnie, a nie tylko nabijać clickbaity

Z wykształcenia jestem elektrykiem, z zamiłowania i wykonywanej pracy - informatykiem. Pana podejście do tematu odpowiada mi bardzo :)

Wszystkiego dobrego w 2025 roku! Niech spełniają się Pańskie życzenia zarówno osobiste jak i zawodowe :)

Serdecznie pozdrawiam

Rafał

Nadchodzą też e-maile tego rodzaju:

Dzień dobry, jestem patronem na Patronite przez konto Apple (numer subskrypcji #8xxxx2).

Zapomniałem pobrać listopadowe wydanie czasopisma „Zrozumieć Elektronikę”. Wspominał Pan, że możliwe jest uzyskanie linku do starszych wydań.

Czy mogę prosić o link?

Pozdrawiam i życzę wszystkiego dobrego w nowym roku!

Bartłomiej

Niestety, mechanizm Patronite nie jest optymalizowany do prenumeraty, dlatego każdy numer należy pobrać w ciągu dwóch miesięcy. Po ich upływie trzeba pisać do mnie – indywidualnie wyślę link.

Analogicznie przy „stawianiu kawy” za numery wcześniejsze pliki trzeba pobrać w ciągu 7 dni.

Dzień dobry Panie Piotrze, subskrybuję czasopismo ZE i mam niewielką sugestię co do artykułu jaki mógłby Pan zamieścić i na jaki być może czeka spora liczba osób. Myślę, że poważnym problemem dla konstruktorów hobbystów (i nie tylko) są wzbudzenia układów (stabilizatory, wzmacniacze operacyjne itd.). Bardzo przydałby się artykuł (lub kilka, bo podejrzewam, że zagadnienie jest skomplikowane) mówiący o tym, jak konstruować układ, aby zminimalizować ryzyko wystąpienia wzbudzeń, oraz jakie elementy zmieniać lub dodawać do układu, aby powstałe już wzbudzenia zmniejszyć.

Drugie moje pytanie jest bardziej osobiste i wynika z czystej ciekawości. Zastanawiam się jak elektronicy pasjonaci, z tak dużym doświadczeniem jak Pan, patrzą na dzisiejsze produkty. Czy widząc smartfon lub dzisiejszy komputer jest Pan zachwycony tym dziełem techniki, tym zaawansowaniem układów, miliardami tranzystorów w procesorach i świetną jakością ekranów, czy raczej jest Pan rozczarowany kompromisami, niedopracowaniem, ewentualnymi błędami w oprogramowaniu lub cięciem kosztów na każdym kroku (np. żywotnością baterii)? Tak po prostu chciałbym Pana oczami spojrzeć na elektronikę powszechnego użytku, poznać Pana opinie w nieco innym kontekście niż w artykułach i na filmach.

Pozdrawiam serdecznie i życzę wszystkiego dobrego w Nowym Roku.

Bartek

Samowzbudzenie w układach elektronicznych! Temat ogromnie intrygujący, tajemniczy, bardzo słabo rozumiany nawet przez elektroników po studiach inżynierskich. Podstawowa zasada jest prosta: w systemie ze sprzężeniem zwrotnym to sprzężenie z zasady powinno być ujemne, bo wtedy samowzbudzenie nie grozi. Niestety, ze wzrostem częstotliwości zwiększa się przesunięcie fazy i sprzężenie z ujemnego staje się dodatnie. Jeśli przy tej częstotliwości wzmocnienie w pętli będzie większe od jedności – niewątpliwie nastąpi samowzbudzenie. To wie prawie każdy elektronik.

Problem zaczyna się wtedy, gdy chodzi o konkretny układ, w którym pojawia się albo ciągłe samowzbudzenie, albo „dzwonięcie”, świadczące o pracy na granicy samowzbudzenia. Wtedy sama szkolna teoria to za mało i w grę wchodzi doświadczenie lub brak doświadczenia. Z jednej strony trzeba rozumieć zależności matematyczne i kwestie przesuwania fazy, z drugiej – wiedzieć, w którym miejscu obwodu dodać mały rezystor, kondensator czy obwód RC. A to wyższa szkoła jazdy – tego nie można się nauczyć z książek.

Jeszcze inna sprawa to dobra praktyka konstruktorska, przewidywanie i zapobieganie kłopotom, nie tylko samowzbudzeniu na etapie projektowania schematu, ale przede wszystkim na etapie projektowania płytki drukowanej i realizacji modelu.

To są trudne, bardzo szerokie zagadnienia, bo wiem w grę wchodzi szereg czynników, w szczególności praktyczne doświadczenie. W naszym wspólnym czasopiśmie będziemy omawiać te zagadnienia, ale bez praktyki się nie obejdzie!

Najbliższą okazją do poćwiczenia w zakresie walki z samowzbudzeniem będzie cykl o projektowaniu od zera liniowego zasilacza (fotografia na stronie 3). Jeśli ktoś zechce dodać w takim zasilaczu precyzyjny ogranicznik prądu, to niewątpliwie pojawi się problem samowzbudzenia. I będzie okazja poćwiczyć.

Drugi wątek z listu to pytanie, jak ja patrzę na dzisiejsze produkty elektroniczne. Nie ma jednej odpowiedzi. Choćby dlatego, że zagadnienie ma szereg najróżniejszych aspektów – wymienię tylko trzy główne: techniczny, produkcyjny, ekonomiczny.

Nie planowałem tego rodzaju publikacji, czy to w postaci artykułów czy felietonów, czy filmów YT.

Może jednak e-mail Bartka skłoni mnie, żebym wygospodarował czas na stworzenie czegoś takiego. Wbrew pozorom, jest to jednak dość trudne i bardzo czasochłonne zadanie. Wcześniej myślałem raczej o przystępnym cyklu, przybliżającym osobom mniej zaawansowanym oraz „zupełnie nietechnicznym” działanie współczesnych urządzeń elektronicznych powszechnego użytku.

*Dzień dobry,
czy mógłby mi pan podpowiedzieć jak obliczyć, wyznaczyć, a może pomierzyć oscyloskopem kupionym dzięki pana sugestii, szczelinę dławika?*

Chodzi mi o nasycanie dławika.

Dławik podłączony jest szeregowo na wyjściu spawarki. Na rdzeniu o przekroju 34 cm kwadratowych nawinęłem około trzydziestu zwojów płaskownikami miedzianymi o przekroju 34 mm kwadratowych.

Prąd spawania regulowany jest poprzez prostownik tyrystorowy. Układu wyzwiania tyrystorów nie zbudowałem tylko kupiłem. Chciałbym uzyskać ładny proces spawania bez nadmiernych odprysków.

W załączniku pokażę schemat połączeń na wyjściu.

Dziękuję za pomoc.

Przykro mi, niestety nie dam rady pomóc z uwagi na nawał zajęć i permanentny brak czasu. Elementy indukcyjne, zwłaszcza o tak dużym prądzie pracy, to bardzo szeroki temat, który interesuje tylko bardzo wąskie grono Czytelników.

Na indywidualne porady nie starcza mi czasu. A jeśli mógłbym się zająć jakimś zagadnieniem – to takim, które zainteresuje szerokie grono Czytelników ZE i widzów moich filmów. Proszę więc o nadsyłanie pytań i propozycji – na pewno na część z nich odpowiem na łamach ZE lub w filmach.

*Panie Piotrze,
czy można łączyć równolegle kondensatory elektrolityczne i foliowe? Czy też powinny być tego samego rodzaju?*

Pozdrawiam

Piotrek

Można łączyć! Nie muszą być tego samego rodzaju. Jednak w praktyce najczęściej równolegle łączymy kondensatory elektrolityczne oraz ceramiczne.

I ma to ważny cel – zmniejszenie szkodliwej rezystancji ESR przy wyższych częstotliwościach, czyli polepszenie skuteczności odsprzęgania obwodów zasilających. Od lat standardem jest łączenie równolegle kondensatora elektrolitycznego, np. 100 mikrofaradów i ceramicznego 100 nanofaradów.

*Dzień dobry,
jestem stałym czytelnikiem ZE i mam kilka sugestii na temat tematyki:*

1. Trochę więcej na temat sond oscyloskopowych. W polskiej literaturze brak jest serii artykułów na ten temat. Ostatnia książka o oscyloskopach wyszła w 1993.

Jak mierzyć, kupować, podłączać sondy? Jak interpretować odczyty oscyloskopu. Pytanie zasadnicze dla młodego technika: po co używać? Jak to ugryźć?

2. Przy projektowaniu układów lampowych są znaczne prądy. Jak obliczyć, dobrać przekrój przewodu aby się nie spalił. I tematy związane: opór podstawki lampy, opór końcówki lampy, opór lutu, opór przełączników, etc.

3. Przekrój ścieżki miedzianej na płytce. Obecnie są płytki wielowarstwowe. A jakie były Polskie Normy dotyczące ścieżek? Warstwa miedzi była grubsza?

4. CHŁODZENIE LAMP I ELEMENTÓW ELEKTRONICZNYCH Oczywiście czytam: T. Pelc, J. Borczyński „Odprowadzanie ciepła z przyrządów półprzewodnikowych” WKŁ 1986 ale... nie było wtedy: podkładek, past odbierających ciepło, radiatorów miedzianych, radiatorów palczastych (tzw. jeź), radiatorów czernionych, radiatorów o kształtach specjalnych, radiatorów z wentylatorami (konwekcja wymuszona). Jak obliczyć, dobrać, rozplanować, jak przeprowadzić obliczenia szczegółowe i uproszczone.

Pozdrawiam
Paweł

Dziękuję za sugestie! Omówię je po kolei.

Tematyka sond oscyloskopowych będzie kontynuowana. Odpowiedź na większość postawionych pytań była już zawarta w artykułach o oscyloskopach i o sondach oscyloskopowych. Kluczowym problemem jest pojemność obciążająca badany układ.

Przekroje przewodów oraz kwestie dotyczące prądów rezystancji ścieżek na płytkach drukowanych – mogę przypomnieć zasady w artykule kategorii Q, czyli *Pytania i odpowiedzi*.

Małe oporności styków, elementów i połączeń – to wszystko już omawiałem – były co najmniej dwa projekty oraz artykuły o układzie Kelvina pokazujące, jak mierzyć maleńkie rezystancje metodą czteropunktową. Pawła zachęcam, żeby odszukał te artykuły i sam zmierzył te rezystancje, o które pyta.

Polskie Normy – temat niemal nieaktualny, bo są to w sumie normy europejskie. Profesjonalista musi to znać. Dla hobbysty to nieistotne, ale warto poznać podstawowe zasady projektowania płytek drukowanych – ogromnie szeroki temat.

Chłodzenie. Z typowymi lampami kłopotu praktycznie nie ma, byle tylko zapewniona była możliwość przepływu powietrza przez otwory w obudowie. Natomiast tematem chłodzenia elementów półprzewodnikowych i radiatorów będziemy się zajmować od strony praktycznej już niedługo, najpierw w ramach kilkuodcinkowego cyklu o projektowaniu zasilacza liniowego ze stabilizatorami trzykońcówkowymi. Być może zrobimy też prosty miernik rezystancji termicznej radiatorów. Wszystkie materiały do takiego miernika już są gotowe.

Dzień dobry Panie Piotrze,

mam krótkie pytanie, zająłem się restauracją starych wzmacniaczy lampowych Marshall, których mam sporo w posiadaniu. One są już dość stare i czasem mam problem ze znalezieniem usterki, albo jest to przerwana śnieżka, albo już nie działający lub źle działający kondensator. Chciałem sobie kupić jakiś prosty oscyloskop do tych hobbyistycznych prac.

Co by mi Pan polecił? Myślę, że dwa kanały wystarczy, chyba że jest sens iść w cztery. Czy lepiej szukać jakiegoś z generatorem czy generator osobno? To są dość proste przebiegi na wąskim zakresie częstotliwości jak Pan przecież doskonale wie.

Patrzyłam na oferty Rigol i Siglent, ale to są urządzenia myślę, zbyt profesjonalne. Wzmacniacze lampowe mają wysokie napięcia ale nie mają jakichś skomplikowanych parametrów do pomiarów. Byłbym Panu bardzo wdzięczny za pomoc.

Dziękuję z góry za odpowiedź.

Piotrek

Odpisałem, że we wzmacniaczach lampowych są wysokie napięcia. Dlatego ważne, żeby oscyloskop wytrzymał przypadkowe podanie co najmniej 300 V (lepiej więcej) bezpośrednio na wejście. Oscyloskopy Rigol i Siglent powinny wytrzymać, a Hantek nie, tanie Hanmatek też nie, niektóre FNIRSI podobno tak, ale nie sprawdzałem. Polecałbym jakiś możliwie tani Rigol – 4-kanałowy DS1054 kosztuje ok 1500zł, 2-kanałowy taniej. Generator – lepiej oddzielnie, żeby masa nie była wspólna z oscyloskopem.

Dzień dobry,

będąc zafascynowanym Pańskim kanałem na You Tube, chciałbym zaprenumerować Pańskie czasopismo. Ponieważ tematyka jest bardzo rozbudowana, chciałbym prosić o listę tematów w celu zaprenumerowania odpowiednich numerów.

Zaczęłam od darmowych trzech części na Pańskiej stronie z cyklu „poznajemy tranzystory”, chciałbym zaprenumerować następne (jeśli istnieją) w tym temacie, oraz numery opisujące tranzystory MOSFET, triaki, tyrystory oraz inne proste elementy dla początkujących.

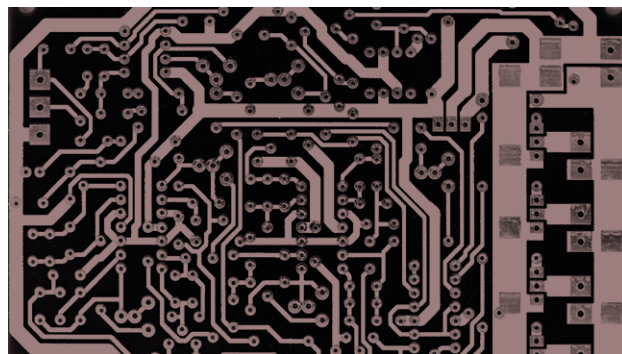
Z góry dziękuję za odpowiedź.

Grzegorz

Przypominam, że takie informacje są na mojej stronie: <https://piotr-gorecki.pl/> Po pierwsze, kliknięcie okładki danego numeru ściąga PDF skróconej wersji. Wszystkie wcześniejsze numery są na stronie: <https://piotr-gorecki.pl/n11-poprzednie-numery-ze/>

Natomiast mnóstwo darmowych artykułów jest tu: <https://piotr-gorecki.pl/kategorie/archiwum/>

Rozwiązania Łamigłówek grudzień 2024



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze grudniowym (12/2024). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

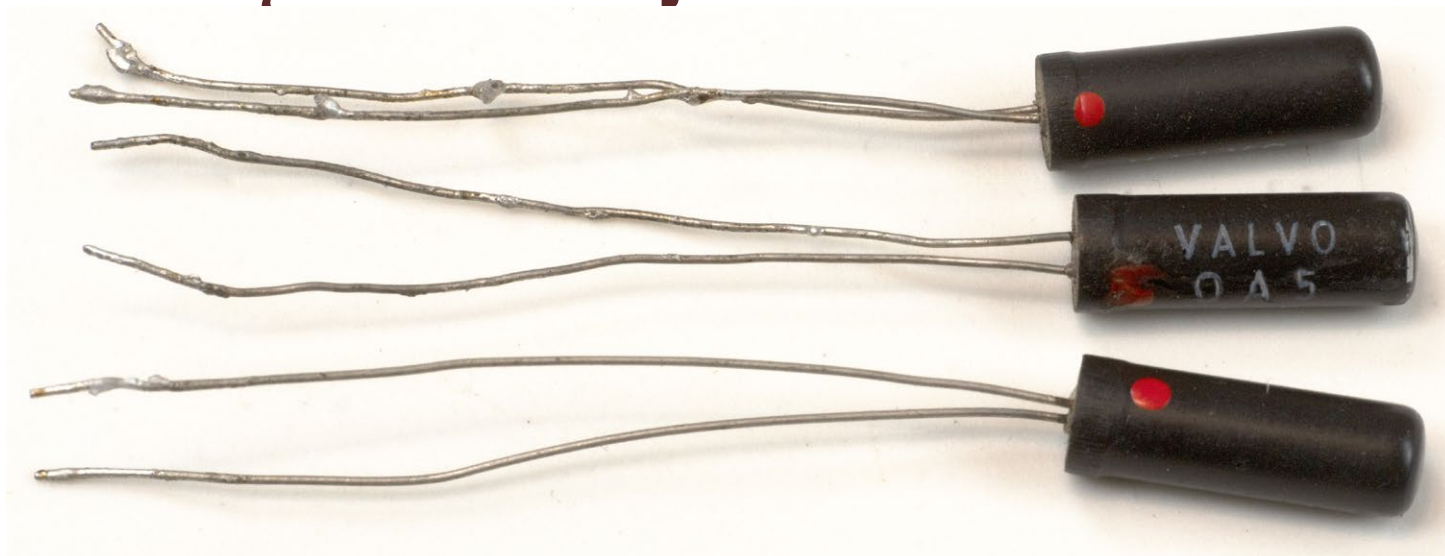
Rozwiązanie – Co to jest? 2412

Rozwiązanie – Co to za schemat? 2412

Rozwiązanie – Policz 2412

Rozwiązanie – Kwestie energetyczne 2412

Rozwiązanie – Co to jest? 2412



W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *Na fotografii pokazane są trzy egzemplarze pewnego elementu elektronicznego.*

Pytanie konkursowe brzmi:

Co to jest za element?

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca grudnia. Oto rozwiązanie konkursu.

*Dzień dobry,
są to diody germanowe firmy Valvo.*

Mirosław Kaszowski

*Dzień dobry,
to jakaś stara dioda germanowa.*

Andrzej Sędziewski

*Dzień dobry,
poniżej odpowiedź dotycząca konkursu „Co to jest? 2412”.*

Zdjęcie przedstawia półprzewodnikowe diody germanowe. Sporo informacji można znalazłem na stronie https://www.radiomuseum.org/tubes/tube_oa5.html, zarówno po niemiecku jak i angielsku. Pozdrawiam

Dawid Ptaszyk

*Dzień dobry,
bardzo krótko: dioda germanowa OA5.*

Pozdrawiam
Paweł Pawłowicz

*Dzień dobry,
o ile nie ma tutaj jakiegoś haczyka, to na zdjęciu widzimy zgodnie z oznaczeniem diody germanowe OA5*

firmy Valvo. Czerwona kropka oznacza katodę. W diodach tych german połączony jest ze złotym drucikiem. Złącze to charakteryzuje się niską pojemnością i pozwala osiągnąć dużą szybkość przełączania diody.

Pozdrawiam
Grzegorz Niemirowski

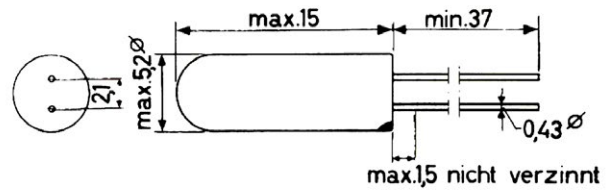


GERMANIUM – GOLDDRAHTDIODE

Allzweckdiode mit kleinem Durchlaßwiderstand, für hohe Sperrspannungen

Abmessungen in mm:

Roter Punkt:
Katodenseite



Absolute Grenzwerte:

	$T_{ugb} \leq 25^{\circ}C$	$T_{ugb} = 75^{\circ}C$	
$-U_D$	= max. 100	50	V
$-u_D M$	= max. 100	50	V
$I_D (-U_D = 0 V)$	= max. 130	45	mA ¹⁾
$I_D (-u_D M \text{ max})$	= max. 115	35	mA ¹⁾
$i_D M$	= max. 350	350	mA
$i_p (t_p \leq 1 \mu s, V_T = 0,01)$	= max. 1000		mA
$i_{stoB} (t \leq 1,0 s)$	= max. 500		mA
$i_{stoB} (t \leq 0,3 s)$	= max. 600		mA

$T_{ugb} = \text{max. } 75^{\circ}C$
 $T_{ugb} = \text{min. } -55^{\circ}C$
 $T_s = \text{max. } 90^{\circ}C$
 $T_s = \text{min. } -55^{\circ}C$

Kennwerte:

	$T_{ugb} = 25^{\circ}C$	$T_{ugb} = 60^{\circ}C$
$U_D (I_D = 0,1 \text{ mA})$	= 0,15 (0,10...0,25) V	0,08 (0,03...0,20) V
$U_D (I_D = 10 \text{ mA})$	= 0,4 (0,25...0,55) V	0,35 (0,20...0,50) V
$U_D (I_D = 200 \text{ mA})$	= 0,8 (0,50...1,00) V	0,77 (0,48...1,00) V
$U_D (I_D = 300 \text{ mA})$	= 0,9 (0,55...1,25) V	0,88 (0,55...1,25) V
$-I_D (-U_D = 1,5 \text{ V})$	= 0,8 (0,2...0,5) μA	15 (5,0...26) μA
$-I_D (-U_D = 10 \text{ V})$	= 1,1 (0,3...0,6) μA	20 (5,5...30) μA
$-I_D (-U_D = 50 \text{ V})$	= 2,5 (0,45...0,9) μA	32 (7,5...60) μA
$-I_D (-U_D = 100 \text{ V})$	= 8,0 (0,7...3,0) μA	

¹⁾ $t_{av} = \text{max. } 50 \text{ ms}$

Odpowiedzią jest napis na jednym z elementów: VALVO OA5. Jest to stareńka ostrzowa dioda germanowa ogólnego przeznaczenia.

Informacje:

https://www.radiomuseum.org/tubes/tube_oa5.html

<https://pdf.datasheetcatalog.com/datasheet/valvo/OA5.pdf>

Circuit Chaos

Są to diody germanowe ze złotym ostrzem. Jedna z nich, albo wszystkie to VALVO OA5. Identycznie wygląda VALVO OA7 i bywa na Allegro. W załączeniu datasheet.

Pozdrawiam
Marcin

Co to jest? 2412

Na fotografii widać trzy diody germanowe w metalowo-plastikowych obudowach firmy VALVO, oznaczone symbolem OA5. Diody te były używane w latach 50. i 60. XX wieku, głównie w układach detekcyjnych, prostownikach niskonapięciowych oraz urządzeniach radiowych. Charakteryzowały się niskim napięciem przewodzenia (około 0,2–0,3 V) oraz stosunkowo dużą wrażliwością na temperaturę w porównaniu do współczesnych diod krzemowych.

Diody takie jak OA5 były powszechnie stosowane w czasach, gdy elementy półprzewodnikowe z germanu dominowały na rynku, a diody krzemowe nie były jeszcze szeroko dostępne. Ich główne zastosowania obejmowały detekcję sygnałów w odbiornikach radiowych, prostowanie sygnałów o małych amplitudach oraz pracę w układach wysokiej częstotliwości. Dzięki bardzo dobrym właściwościom w tego rodzaju aplikacjach, znajdowały zastosowanie w odbiornikach AM/FM, gdzie były wykorzystywane do demodulacji sygnałów AM (zamiany sygnału radiowego na sygnał audio).

Ze względu na niskie napięcie przewodzenia idealnie nadawały się do prostowania sygnałów o małym

napięciu, co sprawiało, że były często używane w miernikach analogowych do detekcji sygnałów elektrycznych. Jednak ich maksymalne napięcie wsteczne było stosunkowo niskie (poniżej 100 V), a prąd wsteczny był wysoki w porównaniu z diodami krzemowymi.

Diody germanowe, takie jak OA5, były kluczowymi elementami w początkowych etapach rozwoju elektroniki półprzewodnikowej, lecz zostały stopniowo wyparte przez bardziej niezawodne i lepiej działające diody krzemowe. Tranzystory i diody germanowe były mniej odporne na wysokie temperatury, co prowadziło do większych prądów wstecznych i problemów ze stabilnością.

W momencie ich produkcji german był droższy i trudniej dostępny niż krzem, co przyczyniło się do jego stopniowego wycofania z rynku.

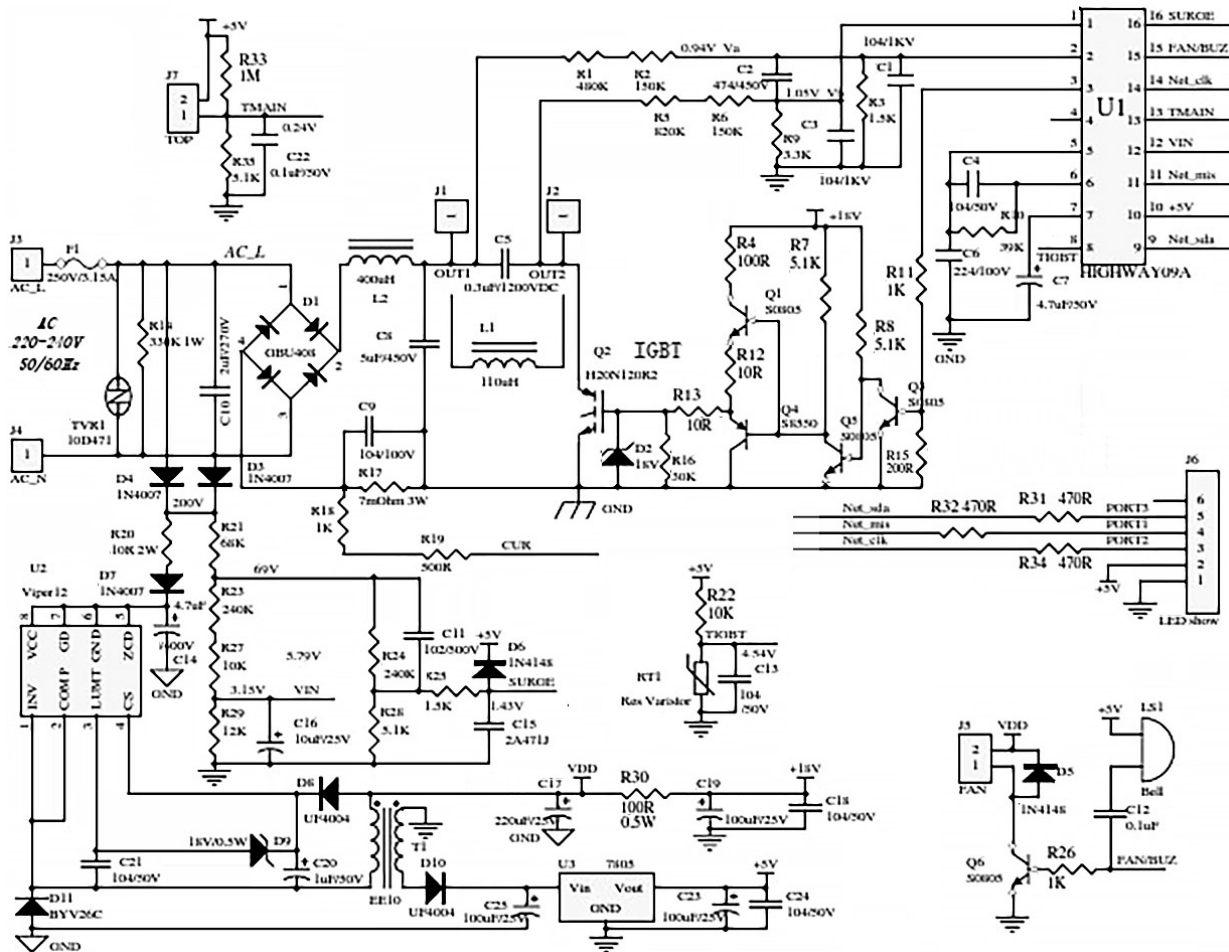
Więcej informacji na temat tych diod można znaleźć pod poniższymi linkami:

<https://www.silicon-ark.co.uk/datasheets/OA5%20datasheet%20philips.pdf>

https://www.radiomuseum.org/tubes/tube_oa5.html

Tadeusz Suszał ✉

Rozwiązanie – Co to za schemat? 2412



W grudniu postawione zostało zadanie konkursowe, w ramach którego **należało określić, co to jest za schemat**. Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca grudnia. Oto rozwiązanie.

Wydaje się, że to kuchenka indukcyjna.

Andrzej Sędziewski

Dzień dobry, HIGHWAY09 A to jakiś mikrokontroler. Google wskazuje, że jest używany w płytach indukcyjnych (choć pewnie nie tylko). Sam schemat, zawierający IGBT i L1 dołączaną do styków J1 i J2, też wskazuje na płytę indukcyjną. Mamy termistor, buzzer, wszystko się zgadza. To płyta indukcyjna.

Circuit Chaos

Dobry wieczór, wygląda to na generator kuchennej płyty indukcyjnej. Widać, że to oscylator mocy z przyległościami, a to że do płyty indukcyjnej wskazuje układ scalony HIGHWAY09 A. Pozdrawiam

Marcin

Dzień dobry, schemat pochodzi z małej, przenośnej kuchenki indukcyjnej. Cewka L1 przekazuje energię, a sterują nią tranzystory Q1–Q4. Sygnał sterujący pochodzi

z mikrokontrolera U1, który odbiera też sygnał zwrotny z cewki przez obwód RC, złożony z 6 rezystorów i 3 kondensatorów. Mikrokontroler obsługuje też przyciski i diody świecące. W dolnej części schematu widoczny jest układ zasilania z przetwornicą impulsową i stabilizatorem liniowym. W prawym dolnym rogu umieszczono ciekawy układ, w którym jeden sygnał z mikrokontrolera steruje zarówno wentylatorem jak i brzęczykiem. Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

(...) układ ten prawdopodobnie znajduje zastosowanie w kuchence mikrofalowej lub innym urządzeniu wykorzystującym magnetron, które wymaga precyzyjnego sterowania zasilaniem o dużej mocy. (...) Obecność elementów takich jak tranzystor IGBT, układ HIGHWAY09 A, a także diody prostownicze, komponenty zasilające i zabezpieczające sugeruje zastosowanie w urządzeniu charakteryzującym się dużym zapotrzebowaniem na moc (...)

Istnieje również możliwość, że jest to schemat kuchenki indukcyjnej jednofazowej, takiej jak model Esperanza lub IKEA „TILLREDA” o mocy 2 kW.

Tadeusz Suszał

Tak, to jest schemat małej kuchenki indukcyjnej. ▣

Rozwiązanie – Policz 2412

W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Kierowca ciężarówki do zasilania pewnego czułego urządzenia potrzebuje stabilizatora liniowego 5 V ±5% o prądzie maksymalnym 2 A (bo przetwornice impulsowe zakłócają działanie tego urządzenia). Pytanie konkursowe brzmi:

Jaką maksymalną moc strat musi rozproszyć taki stabilizator?

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

Na początek wspomnę, że kilku uczestników nie do końca zrozumiało treść i cel zadania i wyszły im małe moce strat, poniżej 10 watów. Ważną informacją było to, że chodzi o kierowcę ciężarówki. To wskazuje, że stabilizator będzie zamontowany w samochodzie ciężarowym.

Uznajmy, że nominalne napięcie to 24 V (bo to ciężarówka), czyli w instalacji będziemy mieli podczas pracy ok. 28 V (liczymy 29,6 V, więcej raczej nie będzie, choć szpilki mogą być dużo większe). $(29,6 \text{ V} - 5 \text{ V}) \times 2 \text{ A} = 49,2 \text{ W}$. Sporo, raczej bez wentylatora się nie obejdzie. Zastanowiłbym się, czy nie rozdzielić tego na kilka tranzystorów – tranzystor ma jakąś rezystancję cieplną złącze – obudowa, założymy np. $1,5 \text{ }^\circ\text{C/W}$, więc nawet mając idealny radiator, który utrzyma obudowę na poziomie powiedzmy 25°C (pomijamy rezystancję cieplną obudowa – radiator), złącze mamy na poziomie 100°C . Inna sprawa, że elektryka w samochodzie jest pełna szpilek, zakłóceń, przepięć, to wszystko trzeba uwzględnić, odfiltrować, zabezpieczyć stabilizator. Ogólnie zadanie wykonalne, ale nietrywialne.

Circuit Chaos

Dzień dobry, pozornie wydaje się, że wydzieli się moc = 24 V (tyle zwykle mają samochody ciężarowe) – 4,75 V (5 V – 5%) razy 2 A, co daje 38,5 W, ale gdy silnik pracuje na akumulatorze może być i 28 V. Wtedy mamy $(28 - 4,75) \times 2 = 46,5 \text{ W}$, a ja bym przyjął 30 V: $(30 - 4,75) \times 2 = 50,5 \text{ W}$ Myślę, że przyjęcie 50 W byłoby OK. Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

Dobry wieczór,

w ciężarówce zazwyczaj jest instalacja 24-woltowa, ale zakładam, że powinno być także gniazdo 12-woltowe (takie jak do zapalniczki samochodowej). 5% tolerancji daje zakres 4,75 – 5,25 V. Więc moc strat dla 12 i 4,75 wolta wyniosłaby:

$$P_{\max} = (U_{\text{we}} - U_{\text{wy}}) \times I = (12 - 4,75) \times 2 = 14,5 \text{ W}$$

To dużo, nie wiem czy stabilizator w obudowie TO220 dałby radę, nawet z dużym radiatorem. Znalazłem informacje o stabilizatorze 7805 w obudowie TO3, ale nie wiem czy takie są jeszcze produkowane. Pozdrawiam

Andrzej Sędziewski

Dzień dobry, (...) Maksymalną moc strat można policzyć mnożąc maksymalny spadek napięcia i maksymalny prąd. Powiedziałbym, że prawdziwą zagadką jest tu właściwie kwestia wyznaczenia maksymalnego spadku napięcia, gdyż maksymalny prąd mamy podany wprost: 2 A. Napięcie wyjściowe również jest podane: 5 V ±5%. Dla obliczeń maksymalnej mocy strat potrzebujemy znać wartość minimalnego napięcia, czyli będzie to $5 \text{ V} - 5\% = 4,75 \text{ V}$. Trudniej natomiast jednoznacznie wskazać napięcie wejściowe z uwagi na to, że:

1. Napięcie w instalacji samochodowej nie jest stałe, i zmienia się w zależności od stanu naładowania akumulatora i tego, czy jest on aktualnie doładowywany (pojazd na chodzie).

2. Napięcie w instalacji samochodów ciężarowych może wynosić zarówno 12 V jak i 24 V w zależności od modelu i wyposażenia.

3. Należało by wziąć pod uwagę nie tyle wartości, rzeczywiste, co dopuszczalne, podawane przez normy dla tego typu instalacji.

Przeszukując różne źródła ostatecznie odnalazłem informację, że napięcie to na pewno nie powinno przekraczać 30 V i takie przyjmę do obliczeń.

Ostatecznie otrzymuje: $(30 \text{ V} - 4,75 \text{ V}) \times 2 \text{ A} = 50,5 \text{ W}$. Zakładając, że kierowca ma do dyspozycji zasilanie 12 V i tylko tego zasilania będzie używał można by założyć znacznie mniejszą moc strat równą $(15 \text{ V} - 4,75 \text{ V}) \times 2 \text{ A} = 20,5 \text{ W}$, ale dla bezpieczeństwa należałoby wykrywać czy stabilizator nie został podłączony do instalacji o wyższym napięciu, aby nie doprowadzić do jego uszkodzenia. Pozdrawiam

Dawid Ptaszyk

Dzień dobry,

do obliczeń musimy przyjąć warunki brzegowe. Możemy założyć, że napięcie na akumulatorze przy prawidłowo działającym układzie ładowania nie przekroczy 14,8 V. Minimalne napięcie na wyjściu stabilizatora wyniesie 4,75 V. Między wejściem a wyjściem stabilizatora powstanie więc różnica napięć wynosząca 10,05 V. Przy prądzie 2 A trzeba będzie więc rozproszyć 20,1 W mocy. Stabilizator w obudowie TO-220 może rozproszyć do 1 W, zatem potrzebny będzie odpowiednio duży radiator. Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

Dzień dobry,
nie podano, jaka to ciężarówka, więc odpowiedź w dwóch wariantach i trzeba wziąć pod uwagę napięcie w instalacji podczas pracy silnika. Również nie podano, jaki stabilizator jest przewidziany, więc pomijam jego pobieraną / rozpraszaną moc jałową. To zwykle bardzo mało i można pominąć. (...)

1. Ciężarówka z instalacją 12 V.

Napięcie podczas pracy silnika maksymalnie 14,4 V

$$P_{\text{strat}} = (14,4 \text{ V} - 5 \text{ V}) \times 2 \text{ A} = 18,8 \text{ W}$$

Stabilizator musi mieć spory radiator. Więcej energii pójdzie na straty, niż będzie wykorzystane użytecznie

2. Ciężarówka z instalacją 24 V.

$$P_{\text{strat}} = (28,8 \text{ V} - 5 \text{ V}) \times 2 \text{ A} = 47,6 \text{ W}$$

Tu chyba trzeba by zastosować radiator i wymuszone chłodzenie, bo moc tracona jest potężna.

W obydwu przypadkach przy wyłączonym silniku straty będą mniejsze, bo akumulator będzie miał najwyżej 13,8 V i za chwile sporo mniej: 11–12 V, ale nadal będzie to sporo ciepła i rozładowywanie akumulatora prądem 2 A, co nie jest pomijalne. Pozdrawiam

Marcin

POLICZ 2412. Aby obliczyć maksymalną moc strat, którą musi rozproszyć stabilizator liniowy 5 V $\pm 5\%$ o prądzie maksymalnym 2 A, musimy uwzględnić różnicę napięć wejściowego i wyjściowego oraz przepływający przez układ prąd. Załóżmy przykładowo, że napięcie wejściowe wynosi 12 V. Moc strat P_{strat} w stabilizatorze liniowym oblicza się ze wzoru: $P_{\text{strat}} = (V_{\text{wej}} - V_{\text{wyj}}) \times I_{\text{max}}$ Podstawiając: $P_{\text{strat}} = (12 \text{ V} - 5 \text{ V}) \times 2 \text{ A}$, $P_{\text{strat}} = 7 \text{ V} \times 2 \text{ A} = 14 \text{ W}$.

Maksymalna moc strat, którą musi rozproszyć stabilizator, wynosi 14 W przy napięciu wejściowym 12 V. Oczywiście, jeśli napięcie wejściowe jest inne, (...) zasada pozostaje ta sama. Napięcie akumulatora w ciężarówkach i innych pojazdach nominalnie wynosi 12 V, ale w rzeczywistości zmienia się w zależności od warunków pracy. Spoczynkowe napięcie akumulatora (bez obciążenia) po pełnym naładowaniu wynosi około 12,6–12,8 V. Alternator w trakcie pracy ładuje akumulator i utrzymuje napięcie w zakresie 13,8–14,4 V. Jest to typowy zakres dla układów ładowania 12 V w pojazdach. W niektórych przypadkach, np. podczas intensywnego ładowania w niskich temperaturach, napięcie może chwilowo osiągnąć nawet 14,8 V lub więcej, jeśli regulator napięcia alternatora nie działa precyzyjnie. Napięcie może spaść nawet do około 10 V podczas rozruchu, zwłaszcza w chłodniejszych warunkach, ale to są chwilowe spadki.

Dla stabilizatora liniowego pracującego w ciężarówce należy zaprojektować układ, który uwzględni napięcie wejściowe z przedziału 10–15 V, z uwzględnieniem chwilowych skrajnych wartości. To określa moc maksymalną ok. 20 W.

W większości ciężarówek napięcie akumulatora wynosi 12 V. Jest to standardowe napięcie dla układów elektrycznych w pojazdach (...) Jednak w niektórych większych pojazdach, szczególnie w ciężarówkach o dużych wymaganiach energetycznych, mogą występować także układy 24 V, zwłaszcza jeśli chodzi o zasilanie silników rozrusznika czy innych systemów wysokoprądowych. W takich przypadkach napięcie akumulatora w pojazdach może wynosić 24 V. W przypadku ciężarówek z akumulatorami 24 V, napięcie również podlega wahaniom w zależności od stanu naładowania i warunków pracy.

Spoczynkowe napięcie akumulatora (bez obciążenia) po pełnym naładowaniu wynosi około 25,2–25,6 V (12,6–12,8 V na jedno ogniwo, łącznie 2 ogniwa połączone szeregowo). Alternator w systemie 24 V utrzymuje napięcie w zakresie 27,6–28,8 V, co odpowiada zakresowi 13,8–14,4 V na jedno ogniwo. To jest typowy zakres dla układów ładowania. Przy intensywnym ładowaniu, np. w niskich temperaturach, napięcie może chwilowo osiągnąć nawet 29,6–30 V. Napięcie może spaść do około 20 V, zwłaszcza w ciężkich warunkach pracy, ale to są krótkotrwałe spadki.

Stabilizator liniowy zaprojektowany do pracy w takim systemie powinien uwzględniać napięcie wejściowe w przedziale 20–30 V, aby zapewnić niezawodną pracę w pełnym zakresie warunków. Moc strat w stabilizatorze będzie wyższa przy zasilaniu z systemu 24 V niż z 12 V, ponieważ różnica między napięciem wejściowym a wyjściowym będzie większa. I może osiągnąć wartość ok. 50 W. Należy więc zwrócić szczególną uwagę na chłodzenie stabilizatora.

Tadeusz Suszał

Część rachunkowa zadania jest bardzo łatwa, jeżeli znamy lub przyjmujemy maksymalne napięcie wejściowe stabilizatora. Praktyczny problem leży gdzie indziej i bardzo się cieszę, że uczestnicy zwrócili na to uwagę. Otóż produkowane są scalone stabilizatory liniowe o prądzie wyjściowym 2 ampery, choćby regulowany trzyamperowy LM350. Jednak w praktyce problem będzie z mocą strat. **Zdecydowana większość scalonych stabilizatorów nie zdoła odprowadzić do otoczenia mocy strat rzędu 50 watów, nawet przy użyciu idealnego radiatora!** Na przeszkodzie staną rezystancja termiczna R_{thjc} oraz wysoka maksymalna temperatura otoczenia.

W praktyce albo trzeba byłoby połączyć równolegle kilka scalonych stabilizatorów, co jest możliwe przy zastosowaniu rezystorów wyrównawczych, albo zrobić prościej: w szereg ze stabilizatorem włączyć rezystancję (najprościej żarówkę lub zestaw żarówek 24 V), żeby na takiej rezystancji wytracić większość mocy strat, żeby liniowy stabilizator zasilany był niższym napięciem. ▣

Rozwiązanie – Kwestie energetyczne 2412

W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *Ktoś nam podarował panel fotowoltaiczny 5-woltowy o rozmiarach 18 × 12 cm. Pytanie konkursowe jest takie:*

Jak oceniasz realne szanse wykorzystania go w roli ładowarki solarnej do smartfona?

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

Panel 18 × 12 cm to 0,0216 m². Niech sobie słońce promieniuje 1 kW/m² (gorący, letni dzień, południe), panel ma sprawność 22% (monokrystaliczny), a my na niego dmuchamy, żeby go chłodzić – czyli warunki idealne i nieosiągalne. Z m² panelu osiągniemy wtedy 220 W, a z naszego panelu 4,75 W. Założmy, że mamy przetwornicę MPPT o sprawności 100%, która faktycznie da 5 V i nieco poniżej 1 A, nie pobierając żadnego prądu. Wydaje się realne. Tyle teorii.

W praktyce (bo chodzi o „realne szanse” a nie o teoretyczne, papierowe wyliczenia) będzie dużo mniej. Panel się nagrzej, sprawność spadnie (22% to teoretyczna, maksymalna), przetwornica też ma swoją sprawność (i potrzebuje prądu do pracy), a słońce rzadko kiedy świeci prosto na panel. Realnie zakładałbym, że wyciągniemy z tego zestawu 300 mA (przy 5 V). Smartfon pewnie naładujemy (co zajmie wiele godzin), jeśli będzie wyłączony i w ogóle będzie umiał wykorzystać takie źródło. Z włączonym raczej będzie problem. Raczej nie da rady ładować (ani nawet podtrzymać) smartfona podczas używania, można najwyżej opóźnić reładowanie.

Circuit Chaos

Myślę że w naszej strefie klimatycznej szanse są marne. Znalazłem taki panel o nieco mniejszych wymiarach (170 × 110 mm) na AliExpress: <https://www.aliexpress.com/item/1005008198611420.html>.

Niby ma moc 10 W, ale nie wiem jak, skoro w parametrach jest 5 V (working voltage) i 0,75 A (working current). W dodatku te parametry pewnie są osiągalne w południe na równiku :)

Andrzej Sędziewski

Dzień dobry,

maksymalny prąd jaki będzie można pobrać z panelu o podanych wymiarach wyniesie ok. pół ampera. Więc nawet przy idealnym nasłonecznieniu i ignorując spadek napięcia, będziemy na granicy wymagań tzw. wolnego ładowania z USB (5 V, 500 mA), nie mówiąc już o szybszych trybach. Ładowanie telefonu wymaga zdecydowanie większego panelu. Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

Kwestie energetyczne 2412 Dane : panel fotowoltaiczny 18 × 12 cm, 5 V. Porównałem moc tego panelu z katalogowym 16,5 × 13,5 cm, 3,5 W / 6 V. Powierzchnie paneli : 18 × 12 = 216 cm², a 16,5 × 13,5 cm = 222 cm².

Można przyjąć, że panele te są porównywalne. Do tego rozpatrywanego panelu można dobrać zasilacz TP4056 o parametrach: U_{zas} 4,5 do 5,5 V; $U_{ład}$ 4,2 V; I_{max} – 1 A. Ja mam w telefonie Samsung baterię 4,4 V, 11,63 Wh, 3200 mAh, czas ładowania ok. 1,5 h.

$$t = Q / I \quad t = 3200 \text{ (mAh)} / 1000 \text{ (mA)} = 3,2 \text{ (h)}$$

Orientacyjny czas ładowania mojego smartfona wynosiłby ok. 3,2 h w dniu słonecznym.

Andrzej Kubiak

Kwestie energetyczne 2412.

Aby ocenić, czy 5-woltowy panel fotowoltaiczny o powierzchni 18 × 12 cm (216 cm²) nadaje się do ładowania smartfona, należy uwzględnić kilka kluczowych czynników:

1. Moc panelu fotowoltaicznego. (...) Panel o rozmiarze 18 × 12 cm, zakładając typową sprawność na poziomie 15–20%, może generować od 1 do 2 W mocy w optymalnych warunkach oświetleniowych.

2. (...) Większość smartfonów ładuje się przy napięciu 5 V, ale wymaga prądu o natężeniu 1–2 A (5–10 W). Panel o mocy 1–2 W będzie zbyt słaby, aby w rozsądnym czasie naładować smartfon. (...) w przypadku gorszych warunków oświetleniowych może okazać się, że urządzenie nie ładuje się do pełna w ciągu dnia.

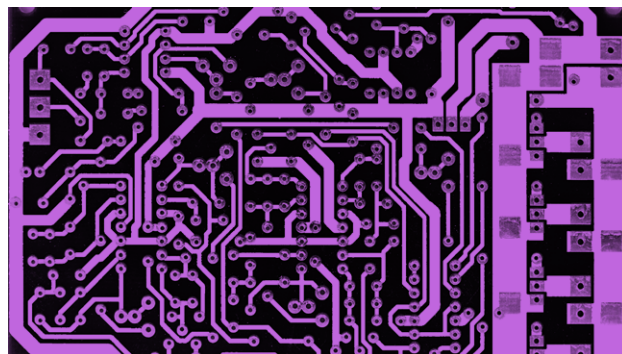
3. Wpływ nasłonecznienia na wydajność panelu. (...) przy zmiennym nasłonecznieniu (np. w obecności chmur lub podczas zmierzchu) rzeczywista moc panelu może być znacznie niższa od wartości nominalnej, co dodatkowo wydłuży czas ładowania.

4. (...) Typowa bateria w smartfonie ma 2500 do 5000 mAh (9–18 Wh). Aby naładować taką baterię za pomocą panelu o mocy 1–2 W, potrzebny byłby bardzo długi czas ładowania, szczególnie w mniej sprzyjających warunkach pogodowych.

5. (...) Panel fotowoltaiczny 5 V, mający wymiary 18 × 12 cm może być użyteczny jako źródło energii do awaryjnego doładowania telefonu w terenie (...) Może być również stosowany w połączeniu z powerbankiem (...) ale nie zapewni szybkiego ładowania ani pełnego naładowania w krótkim czasie. Jeśli planujemy regularnie używać panelu fotowoltaicznego do ładowania smartfona, warto rozważyć zakup większego panelu o wyższej mocy, np. 10 W lub więcej. Pozwoli to na szybsze i bardziej niezawodne ładowanie w różnych warunkach oświetleniowych.

Tadeusz Suszał ✉

Łamigłówki elektroniczne luty 2025



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

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

Go to jest? 2502
Jak odpowiesz? 2502

Policz 2502
Zagadka 2502

Co to jest? 2502

Na **fotografii obok** pokazany jest pewien stary element elektroniczny.

Pytanie konkursowe brzmi:
Co to jest?

Dla porównania i w celu określenia rzeczywistej wielkości, na fotografii umieszczona jest też pamięć pendrive, ale nie ma ona nic wspólnego z „elementem konkursowym”

Autorem tego zadania konkursowego jest
Karol Świerc
z **Rudy Śląskiej**



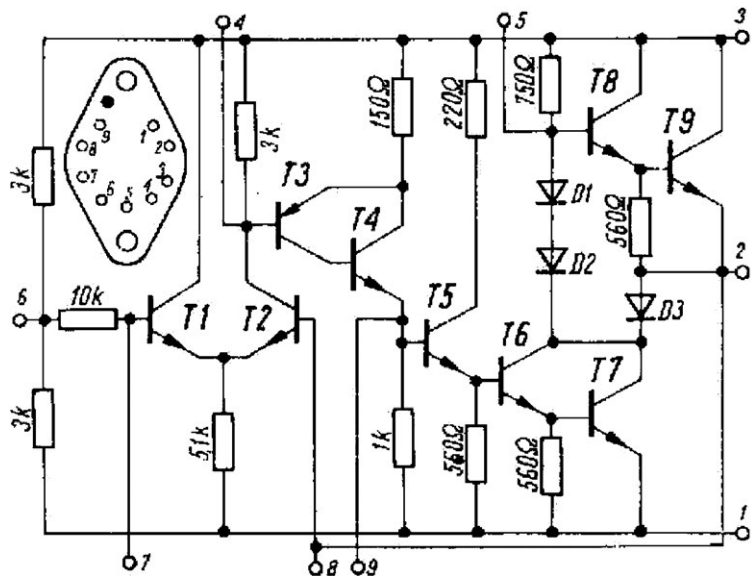
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca lutego 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Jak odpowiesz? 2502

W jednym z poprzednich numerów zajmowaliśmy się starą propozycją budowy stabilizatora napięcia zrealizowanego z wykorzystaniem scalonego wzmacniacza mocy audio typu UL1401...5. Teraz na **rysunku obok** pokazany jest pochodzący z Radioelektronika 3/1983 schemat wewnętrzny takich wzmacniaczy.

Jak odpowiesz na pytanie:
Czy ten schemat jest prawidłowy?

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



Rys. 1. Schemat układu scalonego z serii UL1401L... UL1405L
1 – masa układu, 2 – wyjście, 3 – zasilanie, 4–5 – tłumienie oscylacji, 6 – odsprężenie zasilania, 7 – wejście, 8 – sprzężenie zwrotne, 9 – korekcja częstotliwości

Policz 2502

Na **rysunku poniżej** pokazana jest (oszukańcza) oferta z jednego ze sklepów Aliexpress. **W ramach zadania konkursowego policz, a raczej oszacuj wydajność prądową takiego ogniwa słonecznego**, ewentualnie też czas ładowania akumulatora.

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

20000mah 315,79zł

Cena zawiera podatek VAT Dodatkowe 5% zniżki

100000mAh bezprzewodowe ładowanie powerbank do telefonu komórkowego słonecznej o dużej pojemności bateria zewnętrzna szybkiego ładowania w podróży i na kempingu

kolor: Red 20000mAh

30000mah

50000mah

80000mah

100000mah

200000mah

300000mah

80000mah

100000mah

200000mah

500000mah

Pojemność baterii: Powyżej 100000mAh

Powyżej 100000mAh

Zagadka 2502

W jednym z najbliższych numerów pojawi się artykuł o wykorzystaniu stabilizatorów trzykońcówkowych, takich jak LM317. Interesujący zasilacz z LM317, przerzutnikami i tranzystorami MOSFET opisany jest w poprzednim numerze w artykule **Andrzeja Pawluczuka** (ZE 1/2025, str. 53). Są też różne inne sposoby skokowej regulacji napięcia wyjściowego tego rodzaju stabilizatorów. I właśnie tego dotyczy niniejsze zadanie, które zachęca do znalezienia możliwie prostego rozwiązania.

Oto zadanie:

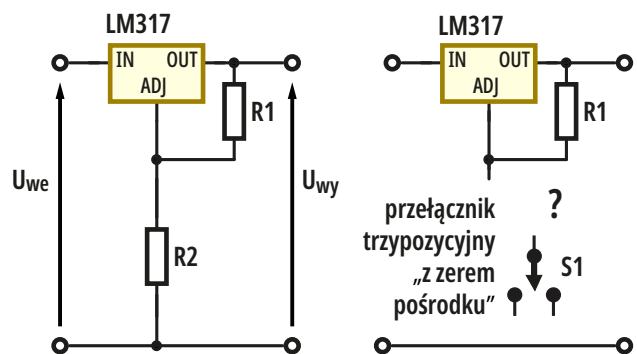
Zaproponuj układ do skokowej regulacji napięcia stabilizatora LM317 za pomocą popularnego, jednoobwodowego przełącznika 3-pozycyjnego „z zerem pośrodku”. W dwóch pozycjach przełącznika napięcie wyjściowe ma wynosić 3,3 V oraz 5,0 V, natomiast w trzeciej pozycji napięcie ma być regulowane potencjometrem w dość szerokim zakresie – od 1,25 V do, powiedzmy, 12 V.

Nie trzeba podawać wartości elementów, wystarczy tylko zaproponować schemat.

Zadanie należy potraktować jako ćwiczenie umysłu i rozrywkę. Na **rysunku 1** pokazany jest podstawowy układ aplikacyjny stabilizatorów LM317. Wartość napięcia wyjściowego wyznaczona jest przez „dolną” rezystancję R_x , włączoną między masę i końcówkę ADJ.

W ramach zadania trzeba tak rozbudować układ, żeby w sposób możliwie prosty móc skokowo ustawić jedno z trzech niezależnie ustawianych napięć wyjściowych.

Niewątpliwie trzeba dodać jakieś elementy, najlepiej popularne, tanie i w możliwie małej liczbie.

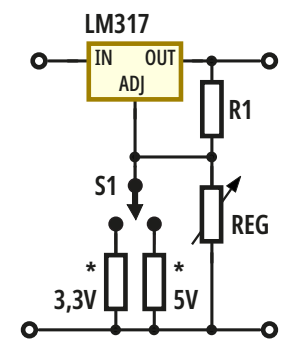


Rysunek 1

Pożądane, ale niekonieczne jest też wykorzystanie trzech kontroltek – diod LED, które będą sygnalizować wybór poszczególnych zakresów.

Trudność polega na tym, że w ramach zadania trzeba wykorzystać popularny przełącznik trzypozycyjny, a w środkowym położeniu styki takiego przełącznika są rozłączone. Są rozłączone, a wybranie tej środkowej pozycji ma ustawić na wyjściu jedno z trzech napięć (zapewne napięcie regulowane potencjometrem).

W ramach tego zadania konieczne jest wykorzystanie pojedynczego przełącznika trzypozycyjnego „z zerem pośrodku” (nie spełnia warunków zadania propozycje wykorzystania innego przełącznika). Nie ma też sensu przykładowa realizacja według **rysunku 2**, choćby tylko dlatego, że ustawienie potencjometru wpływałoby na ustawienia w dwóch pozostałych pozycjach.



Rysunek 2

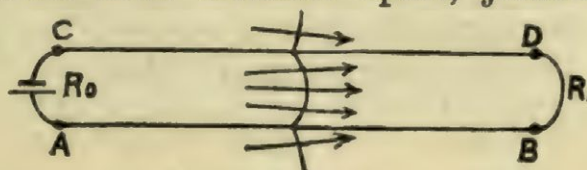
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca lutego 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

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

SECTION XXXV. THE TRANSFER OF ENERGY AND ITS APPLICATION TO WIRES. ENERGY-CURRENT.

When the sage sits down to write an elementary work he naturally devotes Chapter I. to his views concerning the very foundation of things, as they present themselves to his matured intellect. It may be questioned whether this is to the advantage of the learner, who may be well advised to “skip the Latin,” as the old dame used to say to her pupils when they came to a polysyllable, and begin at Chapter II. If this be done, Prof. Tait’s “Properties of Matter” is such an excellent scientific work as might be expected from its author. But Chapter I. is metaphysics. There are only two Things going, Matter and Energy.

In the figure, AB and CD are the two wires, enormously shortened in length compared with their distance apart, joined through terminal



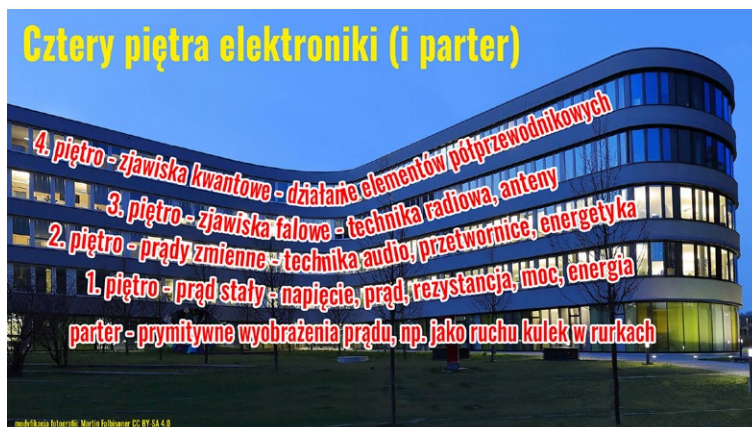
Prąd elektryczny, czy raczej „prąd energii”?

Poniższy artykuł jest częścią Radiowej Oślej Łączki. Naświetla tło i rozszerza horyzonty trudnego zagadnienia, dotyczącego przekazywania energii. Przekonuje, dlaczego warto wiedzieć o koncepcji „prądu energii” Heaviside’a oraz dlaczego i na ile ułatwia to zrozumienie podstaw techniki radiowej.

Amper, Faraday, Maxwell, Poynting, Heaviside
Prąd energii Heaviside’a

Skutek i przyczyna – „odwróćmy to!”

Tytuł tego artykułu, **Prąd elektryczny, czy raczej „prąd energii”?**, sygnalizuje ogromnie ważną kwestię, którą omawiam poniżej. Otóż na poszczególnych piętrach gmachu elektroniki wykorzystujemy różne uproszczone wyobrażenia i koncepcje, które wcale nie są „całą prawdą o elektronice”. Wykorzystujemy niedoskonałe modele, różne spojrzenia na elektryczność, mające różne zalety, ale też różne wady. W tym artykule opowiem Ci o tym, jak elektryczność widział genialny Oliver Heaviside.



Artykuł dotyczy pewnej bardzo interesującej koncepcji Heaviside'a (**rysunek 1**), ale najpierw parę zdań wprowadzenia. Otóż na 1. i 2. piętrze wydaje się, że podstawą elektroniki jest prąd, napięcie i prawo Ohma. Na tych piętrach panuje powszechne, fałszywe wyobrażenie, że to prąd elektryczny, czyli uporządkowany ruch elektronów, przenosi energię. I ten błędny pogląd wręcz uniemożliwia zrozumienie „kwestii radiowych”!

Aby w miarę łatwo „wejść na 3. piętro” trzeba zaakceptować fakt, że **także przy wykorzystaniu przewodów energia ze źródła do odbiornika energii wcale nie jest przekazywana wewnątrz przewodów, tylko „przez powietrze”**, a ściślej przez pole elektromagnetyczne, czyli dzięki współdziałaniu pola elektrycznego i pola magnetycznego, czymkolwiek one są.

Według definicji prąd elektryczny to ruch, przenoszenie ładunków elektrycznych. Fałszywe jest pokrewne wyobrażenie, że sam ruch ładunków automatycznie oznacza też ruch, przenoszenie energii! Otóż ładunek elektryczny to coś zdecydowanie innego niż energia.

W zdecydowanej większości źródeł znajdziemy następujące wyjaśnienie: *Postawą są ładunki elektryczne. Ładunki „jako takie” nie istnieją, bo ładunek elektryczny to cecha, właściwość. W praktyce najczęściej mamy do czynienia z elektronami, które są nośnikami ujemnego ładunku elektrycznego. Ale są też ładunki dodatnie i nośniki ładunków dodatnich, np. protony. Ładunki elektryczne (w praktyce nośniki ładunków elektrycznych) wytwarzają pole elektryczne. Pole, czyli przestrzeń, w której działają siły, których przyczyną są właśnie ładunki elektryczne, siły określane przez prawo Coulomba. Pole elektryczne to nie tyle przestrzeń, co raczej stan przestrzeni, gdy działają te siły „elektryczne”. Ale są też inne siły – „magnetyczne”.*

Otóż poruszające się ładunki (poruszające się nośniki ładunku elektrycznego) powodują powstawanie pola magnetycznego, czyli przestrzeni, gdzie występują, gdzie działają siły „magnetyczne”.

W szczególności prąd elektryczny, czyli uporządkowany ruch elektronów, powoduje powstawanie pola magnetycznego (ale pole magnetyczne może być wytwarzane inaczej, np. w magnesach trwałych, gdzie bezpośrednio ruchu ładunków nie widzimy).

Już sama obecność ładunków powoduje powstanie pola elektrycznego, natomiast ruch takich ładunków powoduje powstanie pola magnetycznego.

Klasyczne wyobrażenie jest takie, że ruch ładunków powoduje „jedynie” powstanie pola magnetycznego, a nie oznacza jeszcze przenoszenia, transportu, przeka-



Rysunek 1

Przekazywanie, przenoszenie energii następuje dopiero wtedy, gdy jednocześnie występuje i pole magnetyczne, i pole elektryczne. Energię przekazuje współdziałanie pola elektrycznego i magnetycznego, czyli, krótko mówiąc, energię bezprzewodowo przekazuje pole elektromagnetyczne.

W takim wyobrażeniu (ślimaczo powolny) prąd elektryczny sam w sobie nie przenosi energii elektrycznej, a jedynie wytwarza pole magnetyczne, niezbędne do przenoszenia energii z prędkością bliską prędkości światła.

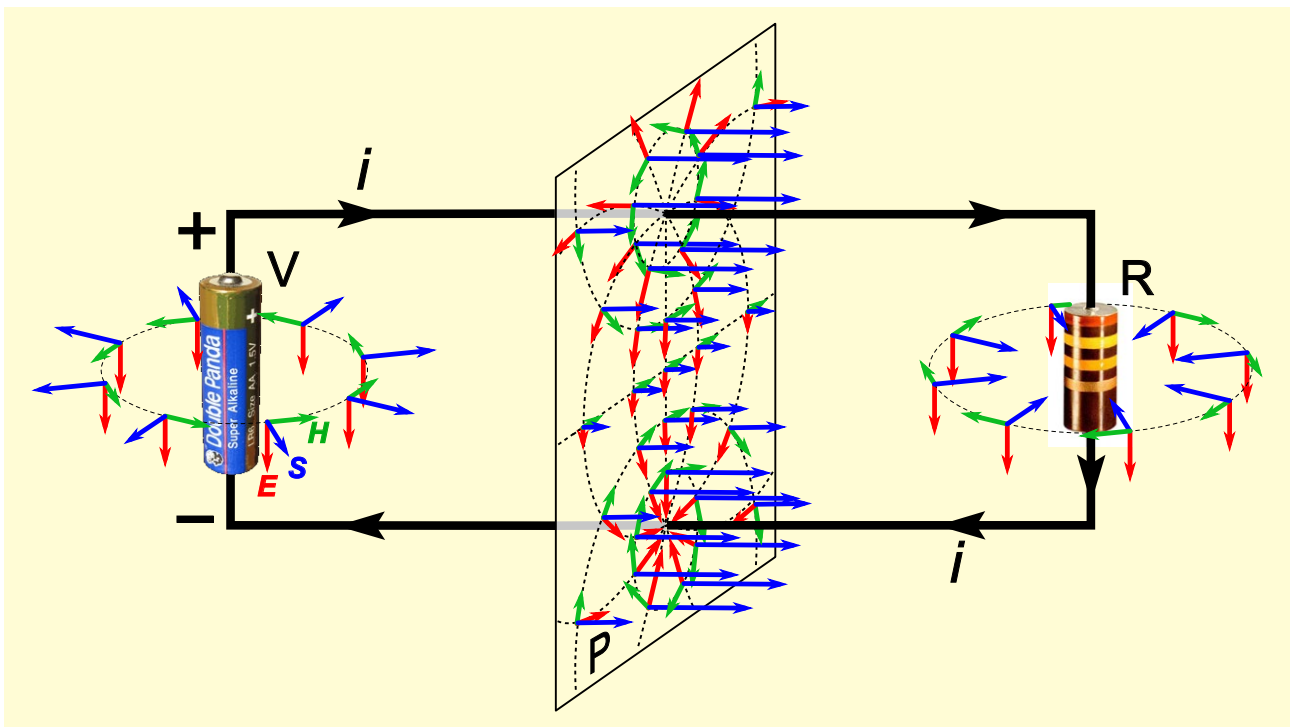
Mamy do czynienia z „dwoma prądami”. W słownikach znajdziemy informację, że **prąd** to uporządkowany ruch, przemieszczanie się w jakimś kierunku, bieg, ruch wody, strumień, kierunek, tendencja.

„Jeden prąd” to prąd elektryczny, czyli uporządkowany ruch nośników ładunku (najczęściej elektronów) i jego prędkość jest śmiesznie mała. Ale mamy też „drugi prąd” – przenoszenie (z ogromną prędkością) energii, realizowane przez pole elektromagnetyczne. O tym „drugim prądzie” mówi się niewiele.

Praktyka pokazuje, że dość łatwo zaakceptować podane właśnie wyjaśnienie bezprzewodowego przekazywania energii, jeżeli dotyczy ono wysokich częstotliwości, co wiąże się z pojęciem fal radiowych. Natomiast ogromnie trudno zaakceptować takie wy-

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

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



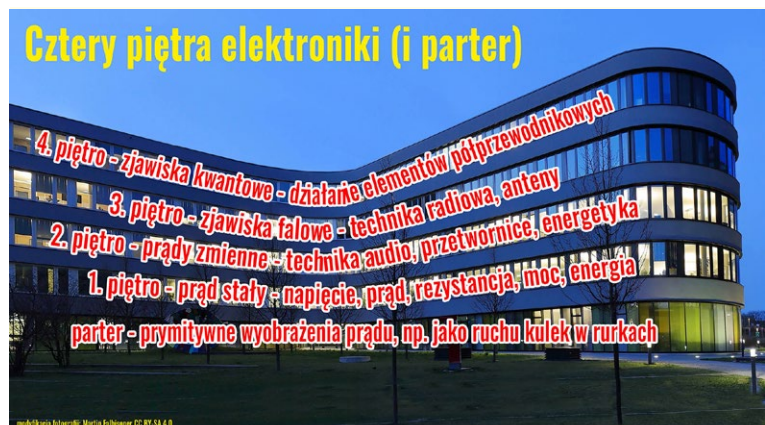
„Wiatr Poyntinga” i „okoliczności przewodowe”

Poniższy artykuł jest ważną częścią Radiowej Oślej Łączki, ponieważ pokazuje szereg aspektów związanych z ważnym w technice radiowej pojęciem wektora Poyntinga. Sygnalizuje kilka interesujących zagadnień, a także jest zachętą do samodzielnego zbadania pewnych fundamentalnych kwestii.

„Prąd energii” oraz wektor Poyntinga
„Chmura Poyntinga” czy „wiatr Poyntinga”?
Przewody jako „prowadnice i kierunkowskazy”
Wizualizacja wektora Poyntinga

Wektor Poyntinga dla mniej zorientowanych
Szczęśliwe okoliczności „przewodowe”
Smutna konieczność radiowa

W poprzednim artykule tej serii omówiłem, a właściwie krótko przypomniałem, mało znaną koncepcję „prądu energii”, którą pod koniec XIX wieku bezskutecznie próbował spopularyzować genialny Heaviside. Przypomniałem też wyobrażenia tego geniusza, który uważał, że napięcie i prąd elektryczny nie są przyczynami, tylko skutkami przepływu, przekazywania energii. Zawsze bezprzewodowego przekazywania energii poprzez współdziałanie pola elektrycznego i pola magnetycznego.



XV. *On the Transfer of Energy in the Electromagnetic Field.*

By J. H. POYNTING, M.A., late Fellow of Trinity College, Cambridge, Professor of Physics, Mason College, Birmingham.

Communicated by Lord RAYLEIGH, M.A., D.C.L., F.R.S.

Received December 17, 1883,—Read January 10, 1884.

Rysunek 1

A SPACE containing electric currents may be regarded as a field where energy is trans-

„Prąd energii” oraz wektor Poyntinga

Jak pokazałem w poprzednim artykule tej serii, koncepcja „prądu energii”, którą próbował wprowadzić samouk Heaviside, nie zyskała popularności. Ale mamy z nią do czynienia w praktyce! Tylko inaczej to wszystko nazywamy – mianowicie studenci uczą się o wektorze Poyntinga, czyli o kwestiach, którymi zajmował się też Heaviside.

John Henry Poynting był szanowanym naukowcem, profesorem (rysunek 1), a w omawianych teraz kwestiach niejako następcą wcześniej zmarłego Maxwella. Kontynuował prace Maxwella i, podobnie jak Heaviside, zajmował się m.in. kwestią transferu, transportu energii elektromagnetycznej, czego przykładem jest pochodzący z jego pracy **rysunek 2**.

Trudne pojęcia „prądu energii” Heaviside’a oraz równie trudne pojęcie wektora Poyntinga okazują się ogromnie ważne, wręcz niezbędne w kontekście „elektroniki radiowej”. Bez tego ani rusz!

Oto wstępne wyjaśnienia, ale absolutnie nie przejmuj się, jeśli nie wszystko z tego zrozumiesz.

Otóż przenoszeniem energii elektromagnetycznej rządzi na pozór prosty wzór Poyntinga: $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$, a raczej $\hat{\mathbf{S}} = \hat{\mathbf{E}} \times \hat{\mathbf{H}}$, gdzie \mathbf{E} to natężenie pola elektrycznego (związanego z napięciem elektrycznym \mathbf{U}), a \mathbf{H} to natężenie pola magnetycznego (związanego z prądem elektrycznym \mathbf{I}).

Wielkość \mathbf{S} , a właściwie $\hat{\mathbf{S}}$, związana z przenoszeniem energii, jest *potężeniem natężeń pola elektrycznego i magnetycznego*, a to słusznie i nieprzypadkowo przypomina jakże znajomy, podstawowy, oczywisty wzór $\mathbf{P} = \mathbf{U} \cdot \mathbf{I}$.

W przypadku zależności $\hat{\mathbf{S}} = \hat{\mathbf{E}} \times \hat{\mathbf{H}}$ sprawa okazuje się trudna, bo tu już nie sposób znaleźć dobrych, prostych analogii „na chłopski rozum” i nie unikniemy odrobiny zaawansowanej matematyki. Wzór na pozór jest prosty, tylko czy wielkość \mathbf{S} jest mocą? Słusznie niepokoić mogą też „daszki nad literami”.

Otóż \mathbf{S} ($\hat{\mathbf{S}}$) to **nie jest moc, tylko (punktowa) gęstość mocy strumienia energii**. Natomiast „daszki” sygnalizują, że należy tu mówić o wektorach, a może nawet o tensorach.

350

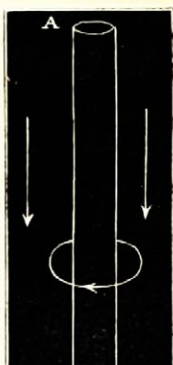
PROFESSOR J. H. POYNTING ON THE TRANSFER

APPLICATIONS OF THE LAW OF TRANSFER OF ENERGY.

(1.) *A straight wire conveying a current.*

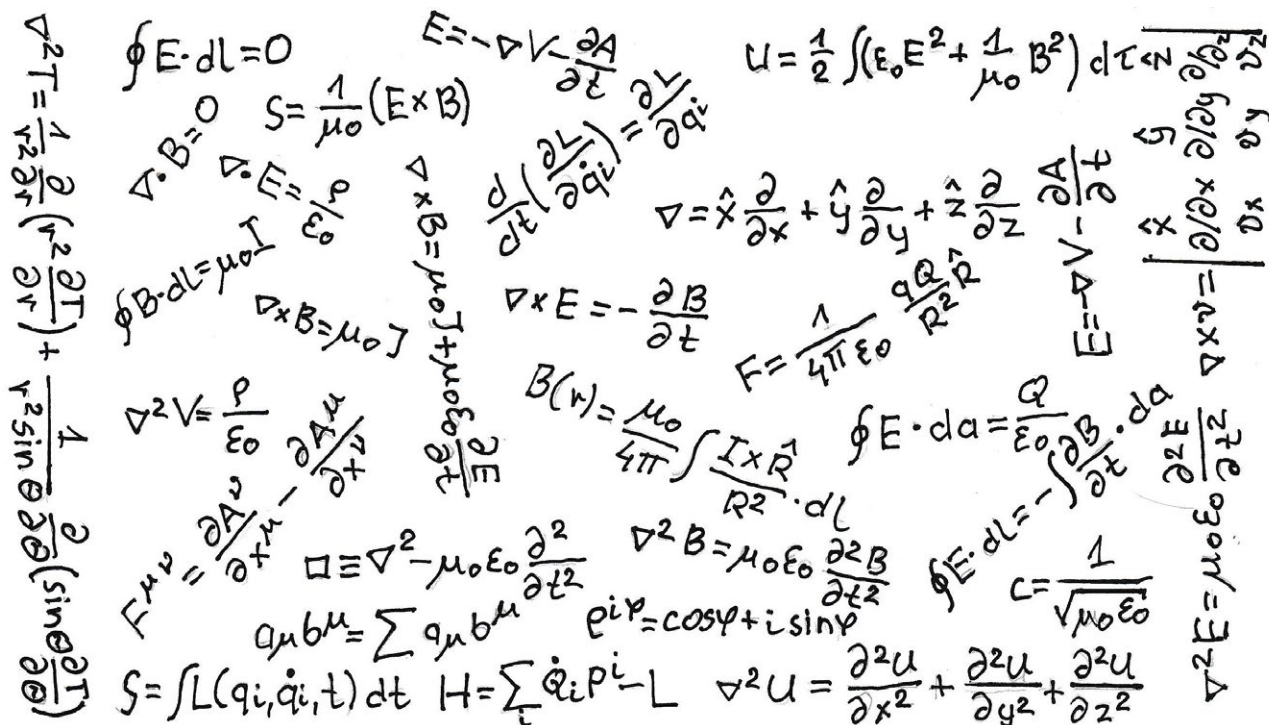
In this case very near the wire, and within it, the lines of magnetic force are circles round the axis of the wire. The lines of electric force are along the wire, if we take it as proved that the flow across equal areas of the cross section is the same at all parts of the section. If A B, fig. 1, represents the wire, and the current is from A to B, then a tangent plane to the surface at any point contains the directions of both the electromotive and magnetic intensities (we shall write E.M.I. and M.I. for these respectively in what follows), and energy is therefore flowing in perpendicularly through the surface, that is, along the radius towards the axis. Let us take a portion of the wire bounded by two plane sections perpendicular to the axis. Across the ends no energy is flowing, for they contain no component of the E.M.I. The whole of the energy then enters in through the external surface of the wire, and by the general theorem the amount entering in must just account for the heat developed owing to

Fig. 1.



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

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



Schody na trzecie piętro – uzupełnienie

Nazywam się Karol Świerc, jestem elektronikiem zajmującym się praktyką, w szczególności serwisem, ale nie tylko. Do obszernych wyjaśnień, wprowadzających w technikę odbioru radiowego (serwowanych przez Piotra Góreckiego w ramach Radiowej Oślej Łączki), chciałbym dorzucić jeszcze „trzy grosze”.

Piękno matematyki i fizyki

Tajemnicze piękno elektromagnetyzmu

Elektryczność, magnesy i magnetyzm

Pola i ich parametry

Czym dalej w las...

Abstrakcja matematyczna czy zdrowy rozsądek?

Lagranżjan, hamiltonian, laplasjan...

Trudno nie odnieść wrażenia, iż czasem czym prościej „jakąś rzecz” chce się wyjaśnić, tym bardziej sprawa się komplikuje... Przypomina się tu znane powiedzenie (pochodzące chyba od Alberta Einsteina), iż **o rzeczach należy mówić tak prosto jak to tylko możliwe, ale nie prościej!** Zapewne nie jestem odosobniony we wrażeniu, iż Pan Piotr Górecki jest mistrzem w tym zakresie. Mimo to, chciałbym dorzucić swoje trzy grosze.

Kluczem jest zrozumienie takich pojęć jak prąd elektryczny, napięcie, pole elektryczne i pole magnetyczne. Pojęcia te są tak powszechne, że wydają się niemal oczywiste, ale czy na pewno? Ta wątpliwość dotyczy nie tylko początkujących adeptów elektroni-

ki. W tym samym stopniu dotyczy rasowych fizyków zajmujących się tym tematem zawodowo.

Wyrażenie „na chłopski rozum” czy „wyjaśnić intuicyjnie” dotyczy głównie chęci omijania matematyki. Faktycznie, funkcjonuje też powiedzenie, że każdy napisany wzór matematyczny redukuje o połowę liczbę słuchaczy lub czytelników.

Tak, ale jednak o rzeczach należy mówić tak prosto jak to możliwe, ale nie prościej! A **matematyka ma pomóc, a nie utrudnić to zadanie. Dlatego bardzo pomocne są analogie fizyczne dla trudnych wzorów matematycznych, a to są właśnie modele**, którymi posługujemy się, chcąc dany proces czy zjawisko zrozumieć i wyjaśnić.

Piękno matematyki i fizyki

Jest też nieformalny test poprawności każdej teorii fizycznej. Test „piękna”! Funkcjonuje też inna maksyma: „ta teoria jest zbyt piękna, aby mogła być nieprawdziwa”! Pojęcie piękna jest dalece nieprecyzyjne i jest raczej atrybutem humanizmu, a nie nauk ścisłych. A więc „co ma piernek do wiatraka”?

Na pozór nic, jednak przegląd „tych prawdziwych” teorii fizycznych zdaje się potwierdzać poprawność tego „nieformalnego testu piękna”. A teoria prądu elektrycznego i elektromagnetyzmu nie tylko wpisuje się w ten trend, ale wręcz przoduje.

Wymóg poczucia piękna przewijał się w nauce od starożytności. W tamtych czasach jednak był on motywowany religijnie. Przecież Bóg nie mógłby stworzyć świata i praw które nim rządzą inaczej aniżeli tak, iż muszą zasługiwać na najwyższą ocenę w kategorii piękna. A gdy dostrzeżono, że Ziemia jest w istocie kulą, także uzasadniano to tym, iż to najdoskonalsza bryła geometryczna.

Taki punkt widzenia świata dotyczył nie tylko tych bardzo odległych czasów. Okrąg jest krzywą doskonałą od elipsy i Keplerowi trudno było przełamać ten próg stwierdzając, że planety krążą w istocie po krzywych eliptycznych.

Jeden z większych matematyków wszechczasów, Gottfried Wilhelm Leibniz, który w większym stopniu niż Newton przyczynił się do opracowania rachunku różniczkowego i całkowego, również kierował się tego rodzaju motywacją. Twierdził że świat, który zamieszkujemy musi być „najlepszym z możliwych światów” bo Stwórca nie mógłby uczynić go innym.

Doskonałość teorii fizycznych łączono z pięknem matematyki, która je opisuje. I chyba coś w tym jest! Trudno odnieść inne wrażenie spoglądając np. na zasadę Fermata lub ogólniej – na zasadę najmniejszego działania, wg której przyroda jakoś przewiduje, która trajektoria będzie najbardziej optymalna.

Niemal nam współczesny fizyk Paul Dirac, który zmarł w 1984 roku, twierdził (cytuję z notatek autobiograficznych): *Badacz w swoich wysiłkach na rzecz wyrażenia fundamentalnych praw natury w formie matematycznej, powinien głównie kierować się matematycznym pięknem.* W tej biografii jest również wątek, iż Dirac już po otrzymaniu nagrody Nobla, poproszony o podsumowanie swojej filozofii fizyki, podszedł do tablicy i napisał: *Prawa fizyczne powinny posiadać matematyczne piękno.* Podobnie uważał Albert Einstein, choć jak mówił *koncepcja Boga nie jest do tego potrzebna.* Wypowiedział się kiedyś (także cytuję z biografii uczonego):

(Zazębiające się) filary elektromagnetyzmu: fizycy (eksperyment) matematycy (teoria)

Michael Faraday	Joseph Louis de Lagrange
James Clerk Maxwell	Jean d’Alembert
Georg Simon Ohm	Leonhard Euler
Peter Barlow	Philipp Lenard
Joseph Henry	Bernard Riemann
Emil Lenz	Pierre Fermat
Andre Marie Ampere	Carl Friedrich Gauss
Hans Christian Oersted	Jean-Baptiste Joseph de Fourier
Humphry Davy	Leon Foucault
Jean Baptiste Biot	Oliver Lodge
Felix Savart	Oliver Heaviside
Gustav Robert Kirchhoff	Pierre Simon de Laplace
Hippolyte Fizeau	Simeon Denis Poisson
Albert Abraham Michelson	Hermann Helmholtz
Edward Morley	Hendrik Antoon Lorentz
James Prescott Joule	Philipp Lenard
Wilhelm Edouard Weber	Henri Poincare
Heinrich Hertz	Paul Dirac
Heinrich Ruhmkorff	Max von Laue
Guglielmo Marconi	William Rowan Hamilton
Wilhelm Conrad Roentgen	Wilhelm Wien
Joseph John Thomson	Albert Einstein

Mimo że argument Stwórcy stopniowo ustępował argumentowi eksperymentu, to „nieformalny test piękna” chyba w nauce nie słabnie. Przycóż jeszcze jedną, być może anegdotę z biografii Pierre’a Simona de Laplace’a. Kiedy Laplace ofiarował pierwszy tom swojego dzieła (traktatu o mechanice ciał niebieskich) Napoleonowi Bonaparte, Napoleon po zapoznaniu się z treścią miał podobno zwrócić taką uwagę: *Panie Laplace, powiedziano mi, że napisał Pan tak obszerną książkę o systemie Świata, i nigdzie w tekście nie wspomniał pan o jego Stwórcy.* Podobno Laplace miał odpowiedzieć: *Ta hipoteza nie była mi potrzebna.* Napoleon miał ponoć powtórzyć tę wymianę zdań innemu guru matematyki swoich czasów – Josephowi Louis de Lagrange’owi. Ten z kolei zareagował inną odpowiedzią: *Ale to jest piękna hipoteza, bo tłumaczy tak wiele.*

Czy po tych wskazówkach „wielkich autorytetów” możemy stronić od matematyki, chcąc poznać prawa i reguły rządzące choćby zjawiskami elektryczności? Tyle tytułem, być może nieco przydługiego, wstępu.

Tajemnicze piękno elektromagnetyzmu

Dodam jeszcze moje osobiste zauroczenie z wczesnych lat dziecięcych. Najlepszą zabawką dla mnie

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

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



Wspólnie projektujemy: System przechowywania elementów

To jest już trzecie zadanie z serii „warsztatowej”. Pierwsze dotyczyło realizacji i organizacji mikropracowni, drugie dotyczyło „trzeciej reki elektronika”. Teraz proponuję, żeby w tym zadaniu cyklu konkursowego „Wspólnie projektujemy” zająć się kwestią, która dotyczy prawie każdego elektronika praktyka.

W listopadowym numerze naszego czasopisma przedstawiony było zadanie konkursowe zatytułowane: **Zaproponuj sposób lub system przechowywania elementów przydatny w pracowni elektronika – hobbysty, ze szczególnym uwzględnieniem klasycznych rezystorów THT.**

Inspiracją do tego zadania był e-mail od Czytelnika, podpisującego się **Circuit Chaos**. Przypomnę fragmenty: (...) W temacie pracowni elektronika nurtuje mnie w zasadzie tylko jedno pytanie: **Co z rezystorami THT?** (...) Elementy mam w dużej mierze posortowane, skatalogowane w komputerze (...) ideę burzą też trzy pojemniki podpisane „elementy do posortowania” (...) Rezystory THT trzymam w torebkach strunowych, które są umieszczone w większych torebkach strunowych (z danym zakresem wartości, żeby było łatwiej szukać), i te wszystkie torebki są w pudle 5-litrowym (też skatalogowane w komputerze). Nie sprawdza się to kompletnie. Rezystory przebijają torebki, wypadają, torebki się rwą. Dlatego szukam inspiracji.

Autor szuka inspiracji dotyczącej przechowywania klasycznych rezystorów przewlekanych, które mają dość długie druciane końcówki. Ja rozszerzyłem zakres tego zadania konkursowego na przechowywanie wszelkich elementów i modułów wykorzystywanych w pracowni elektronika.

Otrzymałem e-mail ze specyficzną propozycją, której zresztą trochę się spodziewałem.

Otóż jeden z młodych uczestników napisał: (...) nie widzę potrzeby przechowywania rezystorów i innych elementów na zapas. Może kiedyś miało to sens, gdy były braki na rynku, ale czasy się zmieniły (...) są liczne dobrze zaopatrzone sklepy internetowe. Można w nich zamówić potrzebne elementy (...) kurier je przywiezie na następny dzień. (...) Nie ma sensu zaśmiecać sobie domu elementami, które może nigdy nie zostaną wykorzystane (...) kurier kosztuje 15 złotych, a elementy kupione na zapas i na wszelki wypadek, których się nie wykorzysta na pewno więcej. (...) tym bardziej (...) rezystory THT, które są przestarzałe (...) Wystarczy kupić to, co potrzebne na bieżąco (...)

Marcin

Pozostawiam bez żadnego komentarza ten napisany z przekonaniem e-mail, choć aż prosiłoby się odnieść do dwóch aspektów zagadnienia.

Zdecydowana większość z nas, praktykujących elektroników, ma i chce mieć spore zapasy, nie tylko rezystorów, ale i innych elementów. I prawie każdy może potwierdzić, że są kłopoty z sensowną organizacją rezystorów, kondensatorów, diod, tranzystorów, modułów i utrzymaniem porządku.

Mirosław Kaszowski napisał tak:

Dzień dobry,

(...) Z uwagi na to, że mieszkam w bloku, przechowuję swoje komponenty w plastikowych organizerach, które znajdują się w szufladzie – **fotografia A**. Wszystkie są wyposażone w przegródki stanowiące część pudełka i skutecznie uniemożliwiają mieszanie się ze sobą różnych części. Wyjęcie jednej z przegródek pozwala na uzyskanie miejsca w większej powierzchni, jak widać na **fotografiach B, C**. W celu szybkiego odnalezieniażądanego elementu każdą przegródkę wyposażyłem w opis. W ten sposób wiemy gdzie dana część się znajduje i nie musimy zawracać sobie głowy jej poszukiwaniem. Etykiety łatwo można sobie stworzyć w np. programie typu Inkscape czy też w dowolnym arkuszu kalkulacyjnym. Mój rozmiar etykiety to 20 × 10 mm (...) są one widoczne na **rysunku D**. (...)

Z odpowiednim poukładaniem było na początku trochę pracy, ale efekt jest jak najbardziej zadowalający. Oczywiście w miarę przybywania elementów, należy co jakiś czas dodrukować opisy i poukładać w kolejności komponenty w przegródkach.

Organizery, które mogę polecić to na 36 przegródek (idealny dla układów scalonych, tranzystorów, kondensatorów, rezystorów THT), na znanym polskim portalu kosztują 26 zł z przesyłką. Są również inne o innych wielkościach.

Dla dobrze zorganizowanych konieczne jest jeszcze utrzymywanie na komputerze bazy danych części, która zawierałaby dane wszystkiego, co kiedykolwiek kupiono, łącznie z datą, źródłem pochodzenia, typem komponentu i liczbą sztuk. Ja korzystam z prostszej wersji, jak na **rysunku E**.

Jeśli chodzi o części SMD, to Aliexpress ma w ofercie odpowiednie pudełka i przegródki. Łatwo je znaleźć wpisując: „organizer parts SMD” do wyszukiwarki. (...)

Pozdrawiam

Mirosław Kaszowski



Fotografia A



Fotografia B

UKŁADY SCALONE			
Lp.	Nazwa	Ilość	Uwagi
1	74HC00	4	
2	74HC02	4	
3	74HC04	4	
4	74HC08	4	
5	74HC32	4	
6	74HC86	2	
7	74LS06	2	
8	74LS27	2	
9	74LS92	3	
10	7805	1	
11	7812	1	
12	7912	1	
13	CD4017	1	HCF40
14	CD4026	5	
15	CD4047	1	
16	CD4069	2	
17	CD4071	1	
18	CD4075	2	
19	CD4081	2	
20	CD4093	1	
21	CD40106	1	
22	HCF-4017	1	CD40
23	HEF-4094	2	
24	L293	1	
25	LM35	1	
26	LM311	2	
27	LM317	2	
28	LM358	2	
29	LM368	1	
30	LM368	1	
31	LM368	1	
32	LM368	1	



Fotografia C



2N2907	74HC148	7555	JLN2003	CD4514	CD4514	74HC30	74HC266	62 Ω	62 Ω
MSGEQ7	74HC151	LM339	LM358	LM368	LM386	NE555	SN7447		

Rysunek D

Rysunek E

Zadanie konkursowe zaczęło się od kwestii: jak przechowywać rezystory THT, czyli klasyczne, przewlekane. Ja zajmuję się elektroniką od prawie pięćdziesięciu lat. Szczercze mówiąc nie znam dobrego sposobu przechowywania tego rodzaju rezystorów. Wykorzystuję pudełka po zapałkach oraz pudełka po przekaźnikach R15, które zgromadziłem, pracując „za komuny” w zakładzie produkującym sprzęt telekomunikacyjny. Widać je na **fotografii tytułowej**. **Fotografia 1** prezentuje podstawowy zestaw rezystorów 5-procentowych. Z jakichś zestawów pochodzą podzielone „dekadowo” rezystory w odcinkach taśm, pokazane na **fotografii 2**.

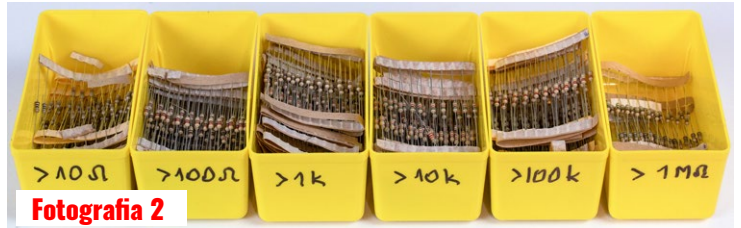
Kupiłem też kiedyś tanio na Aliexpress zestaw ponad 2500 rezystorów rzekomo 1-procentowych, też jako odcinki taśm. Jeszcze ich nie wyrzuciłem, ale coraz trudniej z nich korzystać, bowiem po kilku latach papierowe taśmy się rozklejają i jest coraz większy kłopot, by znaleźć potrzebny nominał.

Prawdziwe rezystory 1- i 2-procentowe przechowuję oddzielnie (i oddzielnie rezystory o mocy większej niż 0,25 W). Z 1-procentowymi jest taki kłopot, że w jednej tylko dekadzie szeregu E96 jest 96 nominałów, a dekad jest kilka. Dlatego jak widać na **fotografii 4**, u mnie jedno pudełko przeznaczone jest na cztery nominały E96.

Jeszcze gdzie indziej trzymam rezystory o szczególnych właściwościach, głównie te naprawdę precyzyjne, o tolerancji poniżej 1% i TCP poniżej 50 ppm/°C, a także te o najwyższych nominałach, powyżej 10 megaomów. Przyznam, że nie mam sposobu na takie naprawdę precyzyjne rezystory. Mają one bardzo różne rozmiary i jak pokazuje **fotografia 5** u mnie większość z nich umieszczona jest w rozmaitych torebkach plastikowych.



Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4



Fotografia 5

Mam też pojemnik (**fotografia 6**), do którego wrzucam rezystory już gdzieś wykorzystane, np. na płytkach stykowych. Nie mam czasu na włożenie ich do właściwych pudełek i dość często z tego pojemnika korzystam.

Trochę inaczej jest z kondensatorami. Wcześniej też umieszczone były w pudełkach takich jak rezystory, ale jakiś czas temu umieściłem je w plastikowych przejrzystych pojemnikach zbiorczych.

Mam kłopot z małymi kondensatorami elektrolitycznymi. Moje plastikowe pojemniki mają przegródki, które łatwo wysuwać i wysuwają się one w sposób przypadkowy, a kondensatory „wchodzą pod nie”, utrudniając zamknięcie pokrywy – **fotografia 7**.

Polietylen z uwagi na słabą adhezję i konieczność specjalnego przygotowania powierzchni trudno jest skleić. Ja w wolnej chwili (o ile taka będzie) spróbuję rozwiązać problem stosując klej na gorąco, ale na razie zadanie czeka, bo nie mam na to czasu.

Oczywiście mam też pojemnik z zawierającymi rezystory układami „do rozlutowania” – **fotografia 8**, które zwykle długo czekają na demontaż.

Nie ma kłopotu z rezystorami i kondensatorami



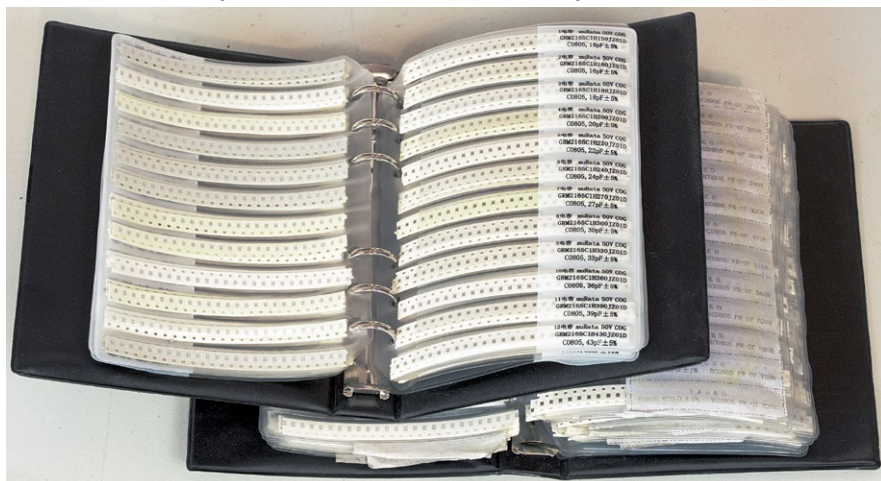
Fotografia 6



Fotografia 7



Fotografia 8



Fotografia 9

SMD. Te standardowe o rozmiarze 0805 zawarte są w „książeczkach” – **fotografia 9**.

Wcześniej wiele podzespołów było umieszczonych w nieprzezroczystych pudełeczkach i kartonikach, a większe były umieszczone w rozmaitych kartonach, ale przezroczyste pojemniki są zdecydowanie lepsze, bo przynajmniej z grubsza widać, co jest w środku. Przekonałem się, że przejrzyste pojemniki są lepsze od kartonów, i to z kilku powodów.

Wypróbowałem różne plastikowe walizki i pojemniki. Mam działkę w województwie warmińsko-mazurskim. Przez pewien czas miałem zestaw większych i mniejszych plastikowych walizek, które pozwalały zabierać ze sobą na okres letni cały sprzęt i mnóstwo najbardziej potrzebnych części.

Wtedy przekonałem się, że walizki narzędziowe i walizkopodobne pojemniki na podzespoły nie są dla mnie optymalne.

Przeanalizowałem ofertę rynkową i zamówiłem kilka rodzajów plastikowych pojemników. Kupowałem je w różnych sklepach. Wybrałem takie, jakie pasowały mi do rozmiarów, w szczególności do głębokości półek mojego regału (około 30 cm).

Wykorzystuję dwa rodzaje stosunkowo dużych pojemników z przegródkami (około 20 x 3 cm), a do tego kilka rodzajów pojemników bez przegródek, o różnych wielkościach. Widać je na **fotografii 10**. Niektóre to pojemniki kuchenne. Inne to pojemniki „wielozadaniowe”. Wszystkie mają zalety i wady, ale to temat na oddzielny artykuł.



Fotografia 10



Fotografia 11

Ja akurat mieszkam w niezbyt dużej podwarszawskiej miejscowości w dwurodzinnym domu i mam sporo miejsca. Bardzo długo zajmuję się elektroniką. Co jakiś czas, mniej więcej co kilkanaście lat, robię remanent – albo z wolnej woli, albo jestem do tego zmuszony (dwa razy się przeprowadzałem). Podczas remanentów (zwykle z bólem serca) wyrzucam część swoich zapasów. Niestety, zdarza się, że potem żałuję niektórych pochopnych decyzji, np. pozbycia się kilku lamp oscyloskopowych czy elementów mikrofalowych.

Celowo przechowuję niektóre starsze oraz bardzo stare, archaiczne elementy, których absolutnie nie zamierzam wykorzystać do budowy jakiegokolwiek układu, a jedynie dla porównania oraz dla pokazania „jak to robiono kiedyś” – przykłady widać na **fotografii 11** w pudełku „starocie”. Wykorzystuję je m.in. jako przykłady do porównania oraz rekwizyty w moich filmach YouTube.

W tych filmach nie widać całego zaprojektowanego i wykonanego przez mnie regału. Jego dolna część z dużymi pojemnikami przedstawiona jest na **fotografii 12**.

W podsumowaniu mogę jeszcze raz stwierdzić, że nie znam idealnych sposobów przechowywania elementów. Najwięcej problemów bywa z sytuacjami typu: *wiem, że to mam, ale nie pamiętam, gdzie to położyłem*. Aby minimalizować takie przypadki, **stanowczo doradzam podzielenie swoich zapasów na grupy** i konsekwentne utrzymywanie tego podziału. Z doświadczenia wiem, że to procentuje, bo przy poszukiwaniach trzeba sprawdzić wtedy co najwyżej kilka pudełek, a nie wszystkie.

Na koniec zapraszam także Ciebie: **jeśli możesz podzielić się swoimi pomysłami i doświadczeniami w kwestii przechowywania elementów, przedstaw to na łamach czasopisma ZE!**

Piotr Górecki



Fotografia 12



Wspólnie projektujemy: Nietypowe wykorzystanie zasilaczy

Proponuję, żebyśmy w cyklu „Wspólnie projektujemy” zajęli się ważnym, praktycznym zagadnieniem, które wstępnie omówiłem w rozwiązaniu zadania YK019, w poprzednim numerze czasopisma (ZE 1/2025). A mianowicie wykorzystaniem dużych fabrycznych zasilaczy, które można pozyskać „za małe pieniądze”.

Zasilacze nigdy za dużo! Dziś dominują zasilacze impulsowe i każdy takowy ma w domu, choćby w postaci nazywanej ładowarką USB. Dziś „ładowarka USB” to najprawdziwszy zasilacz 5-woltowy o wydajności prądowej 1...3 amperów, a niektóre wersje potrafią „na życzenie odbiornika” zwiększyć napięcie wyjściowe. Wprowadzenie jednego standardu ładowarek ze złączem USB-C jest krokiem w dobrym kierunku, ale elektronikowi potrzebne są różne zasilacze. Jeżeli ktoś zajmuje się techniką analogową, to wręcz koniecznie powinien posiadać klasyczne zasilacze liniowe, które „nie śmiecą”, czyli nie wytwarzają zakłóceń impulsowych.

W poprzednim numerze czasopisma na stronie 46 zamieszczony został obszerny artykuł wstępnie omawiający szereg różnych możliwości budowy potężnego amatorskiego zasilacza o dużej mocy. Możliwości jest wiele, między innymi można wykorzystać jakiś fabryczny zasilacz „z odzysku”.

I właśnie w ramach niniejszego zadania YK023 proponuję, żebyśmy zajęli się możliwościami nietypowego wykorzystania przez hobbystów zasilaczy fabrycznych o dużej mocy. Różnych zasilaczy, które coraz częściej trafiają w nasze ręce i z którymi zwykle nie wiemy, co zrobić. Wyrzucić szkoda, a nie bardzo wiadomo jak je sensownie zagospodarować.

Zadanie konkursowe YK023 brzmi:

Zaproponuj nietypowe wykorzystanie fabrycznego zasilacza dużej mocy: komputerowego, serwerowego lub dowolnego innego o mocy co najmniej 100 watów. Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca marca 2025 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania zająć się przede wszystkim schematem, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 5/2025 czasopisma **Zrozumieć Elektronikę**.

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

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



Fotografia 1

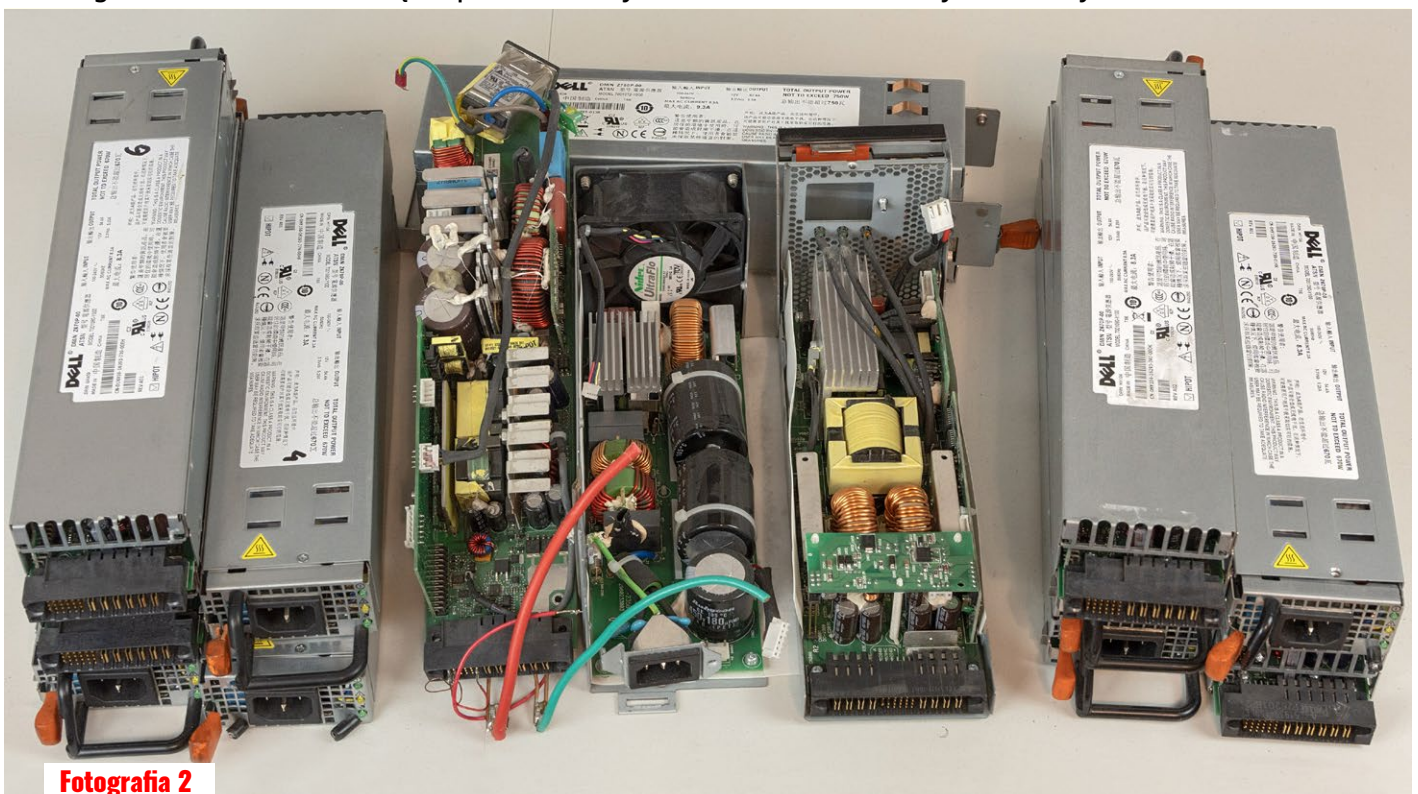
Wiadomo, że od dawna hobbyści wykorzystują, i to bez praktycznie żadnej przeróbki, zasilacze standardu AT i ATX od komputerów „blaszaków”. **Fotografia 1** pokazuje kilka takich zasilaczy.

W zasadzie wystarczy tylko „zielony kabelek” dołączyć do masy i uzyskać zasilacz o dużej wydajności prądowej, który dostarczy napięcie 12 V, 5 V oraz 3,3 V. Taki zasilacz ATX można też przerobić na ładowarkę akumulatorów kwasowych, ale wtedy trzeba zaangażować w układ i rozwiązać problem licznych

obwodów chroniących przez zbyt niskim obniżaniem oraz podwyższaniem napięć wyjściowych.

Nie zawsze jest to łatwe, bo zasilacze ATX mają różną budowę, niemniej dużo informacji można znaleźć w Internecie. Jeśli Ty nietypowo wykorzystasz taki zasilacz – podziel się informacją z innymi!

Dużo mniej znane są zasilacze serwerowe o mocach nawet ponad 1000 watów i sposoby ich nietypowego wykorzystania. **Fotografia 2** przedstawia kilkanaście zasilaczy serwerowych.



Fotografia 2

Zasilacze serwerowe mają napięcie wyjściowe 12 V, a ich prądy wyjściowe to kilkadziesiąt do ponad 100 amperów. Mają też znakomite rozwiązania techniczne – pochodzą z profesjonalnego sprzętu, dlatego są zaprojektowane i zrealizowane bardzo starannie. Używane zasilacze serwerowe często można kupić śmiesznie tanio, tylko trzeba mieć świadomość dwóch problemów.

Po pierwsze, takie najtańsze egzemplarze to mogą być zasilacze albo uszkodzone, albo „nie trzymające parametrów”, na przykład z powodu utraty pojemności zawartych w nich kondensatorów elektrolitycznych.

Po drugie, choć ogólne zasady budowy zasilaczy serwerowych są wspólne, to jednak poszczególne firmy stosują odmienne standardy i rozwiązania. Do włączenia komputerowego zasilacza ATX wystarczy zwrzeć do masy „zielony kabelek”. Podobnie w zasilaczach serwerowych trzeba (co najmniej) jedną szpilkę złącza zwrzeć do masy, jednak nie ma jednolitego standardu, złącza są różne i różne są numery szpilek służących do włączania oraz do realizacji mnóstwa innych pożytecznych funkcji.

Niestety, producenci nie publikują szczegółowych informacji o funkcjach poszczególnych szpilek złącza, ani tym bardziej schematów czy „serwisówek” zasilaczy serwerowych, które występują w różnych odmianach i wersjach. W Internecie można znaleźć sporo informacji o różnych zasilaczach serwerowych, ale często są to informacje szczątkowe.

I tu moja serdeczna prośba: **jeżeli Ty masz jakieś, dobre czy złe, doświadczenia z zasilaczami serwerowymi, podziel się nimi w ramach konkursu YK023!**

A jeśli nie masz, to może to zadanie konkursowe skłoni Cię do zainteresowania się tematem zasilaczy serwerowych i przedstawienia tak uzyskanych doświadczeń? Gorąco do tego zachęcam!



Fotografia 3

Coraz częściej w nasze ręce trafiają różne zasilacze dużej mocy. **Fotografia 3** przedstawia zasilacze (laptopa Dell) 19,5 V 12,5 A, czyli o mocy wyjściowej 240 watów! Zaletą jest bezpieczeństwo użytkowania. Jednak problemem jest nietypowe, dość wysokie napięcie wyjściowe – około 19 woltów.

Ingerencja we wnętrze zasilacza nie wchodzi w grę, ale może warto pomyśleć o dodaniu na wyjściu jakiejś regulowanej przetwornicy obniżającej? Idea jest prosta, przetwornic obniżających jest mnóstwo, także wersji z wbudowanymi cyfrowymi miernikami napięcia i prądu wyjściowego. Tak, tylko w praktyce zapewne wystąpią jakieś niespodzianki, dlatego chętnie przedstawiłbym jakieś praktyczne realizacje takiej koncepcji. W rozwiązaniu tego zadania konkursowego można wykorzystać informacje z artykułu „Budujemy potężny zasilacz” który zaczyna się na stronie 67 tego numeru. Zachęcam do działania! ©

Piotr Górecki

NIEBEZPIECZEŃSTWO

DANGER

Uwaga! Uwaga! Uwaga!

Energia elektryczna może spowodować śmierć lub kalectwo.

Osoby niedoświadczone i niepełnoletnie mogą wykonać tego rodzaju eksperymenty wyłącznie pod opieką wykwalifikowanych opiekunów, np. nauczycieli.

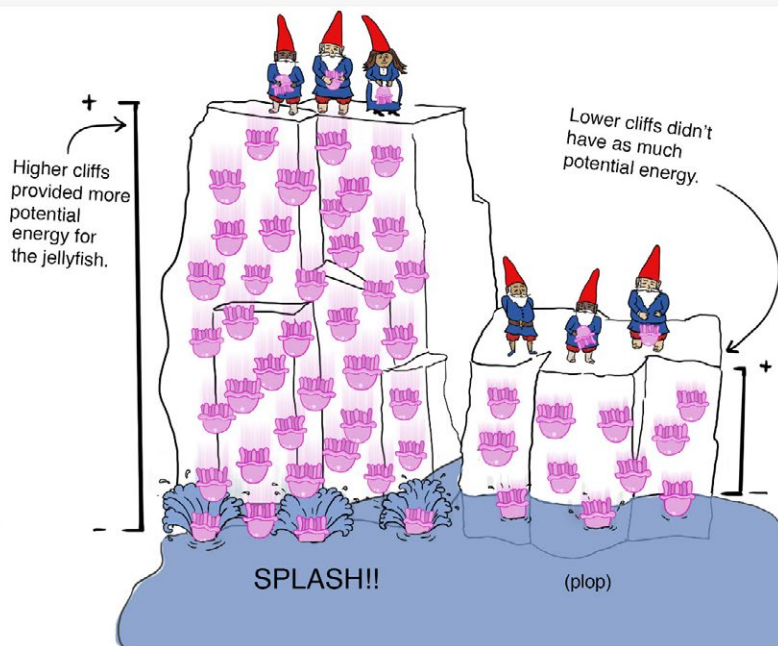


Voltage, Current, Resistance...with Gnomes

Nov 30, 2016

Understanding Ohm's Law thoroughly changed my whole reality—it's the key to infinite electronics hackery. But I couldn't just let the standard hydraulic-based (water) metaphors be my guide. I had to involve gnomes.

#TECH #JAVASCRIPT #JSOT #WEB



Kłopoty nauczycieli z elektromagnetyzmem

W tym artykule pokazuję, jak ja jako „wierzący i praktykujący” elektronik, widzę problem nauczania elektroniki i ogólnie wyjaśniania elektryczności początkującym. Artykuł ma ścisły związek z moim kursem Radiowej Oślej Łączki, którego celem jest pokazanie podstaw techniki radiowej w sposób jak najprostszy,

Najprostsze analogie
Analogia „samochodowa”

Analogia „wagonikowa” – problem z ładunkiem

Jestem elektronikiem praktykiem, w latach 80. i 90. pracowałem w przemyśle. Od roku 1993 jestem popularyzatorem elektroniki, między innymi od roku 1997 do kwietnia 2022 prowadziłem czasopismo EdW jako Redaktor Naczelny. Obecnie wydaję własne, nietypowo finansowane czasopismo Zrozumieć Elektronikę, prowadzę stronę piotr-gorecki.pl i stopniowo rozwijam kanal na YT.

Ponad 20 lat temu opublikowałem cykl artykułów: *Wyprawy na elektroniczną oślą łączkę*, który mimo upływu tylu lat nadal jest w sprzedaży jako pierwszy oraz drugi tom wydany przez WKiŁ.

Od kilku lat przygotowuję też kurs Radiowej Oślej Łączki, czyli cykl materiałów pozwalających zrozumieć podstawy techniki radiowej i przedstawiających zarys niełatwych zagadnień „radiowych” w sposób jak najbardziej przystępny.

Okazało się jednak, że dla mnóstwa chętnych ogromną przeszkodą, dla niektórych nie do pokonania, są fałszywe wyobrażenia o elektryczności i elektromagnetyzmie, jakie utrwaliły się w ich umysłach w procesie edukacji. W tym artykule przedstawię kilka przykładów, a potem opiszę, jak widzę podstawowe problemy z nauczaniem o elektryczności.

Natomiast w kolejnych artykułach tej serii pokażę dalsze przykłady informacji dotyczących prawa Ohma, które budują fałszywe wyobrażenia.

Jestem popularyzatorem elektroniki i celem mojej Radiowej Oślej Łączki jest pokazanie zarysu zagadnienia, ogólnego obrazu, niejako „panoramy radiowej”. Nie tylko dla elektroników, którzy już dużo wiedzą, ale także dla początkujących, który jak narciarz na oślej łączce uczą się o rzeczach elementarnych.

Komentarze do moich wcześniejszych filmów pokazały, że powszechnie panujące błędne wyobrażenia co do elektryczności są dużą, wręcz ogromną przeszkodą w zrozumieniu „tematów radiowych”.

Nie ulega wątpliwości, że dzieciom oraz zupełnie początkującym trudne zagadnienia trzeba przedstawić w sposób uproszczony, obrazowy. A nie jest to łatwe, ponieważ nauka o elektryczności „od zawsze” była tajemnicza. I tak pozostało do dziś – jest to bardzo skomplikowane i nawet dziś nauka nie wie wszystkiego o zjawiskach elektromagnetycznych. Dziś wykorzystuje się głównie trzy różne analogie, trzy modele, co omawiałem na YT, w swoim filmie o numerze A022. Najprostszą jest analogia hydrauliczna, trudniejsze są modele: falowy i kwantowy.

Ale na samym początku edukacji używa się jeszcze innych, jeszcze prostszych analogii i przykładów. Niektóre są interesujące i pożyteczne, ale inne mniej czy bardziej wprowadzają w błąd.

Problem w tym, że najprostsze analogie przedstawiają elektryczność w sposób fragmentaryczny.

OHM'S LAW ANALOGIES

Electrons

Resistance to Movement

Amperage: The number of mice per unit of time that make it to the cheese

Rysunek 1

Co jeszcze gorsze – odwracają uwagę od tego, co najważniejsze, a kierują na nieistotne aspekty, albo wręcz na manowce. Zwykle też budują w umyśle ucznia fałszywe wyobrażenia, które potem są przeszkodą w dalszym poznawaniu elektryczności.

Najprostsze analogie

I tak dla mnie sposób „wy tłumaczenia” elektryczności i prawa Ohma w sposób pokazany na **rysunku 1** (*fair use*) to horrendalne nieporozumienie, i to z kilku względów. Dla mnie nie do przyjęcia!

Podobna analogia, według **rysunku 2** (*fair use*) jest znacznie lepsza, ale na stronie są błędy (choćby to, że elektron nie ma masy). W dalszej części tego wpisu jest próba pokazania, że chodzi nie tylko o przyciąganie ładunków, ale też o transport energii.

The Mouse - Cheese Analogy for Electricity

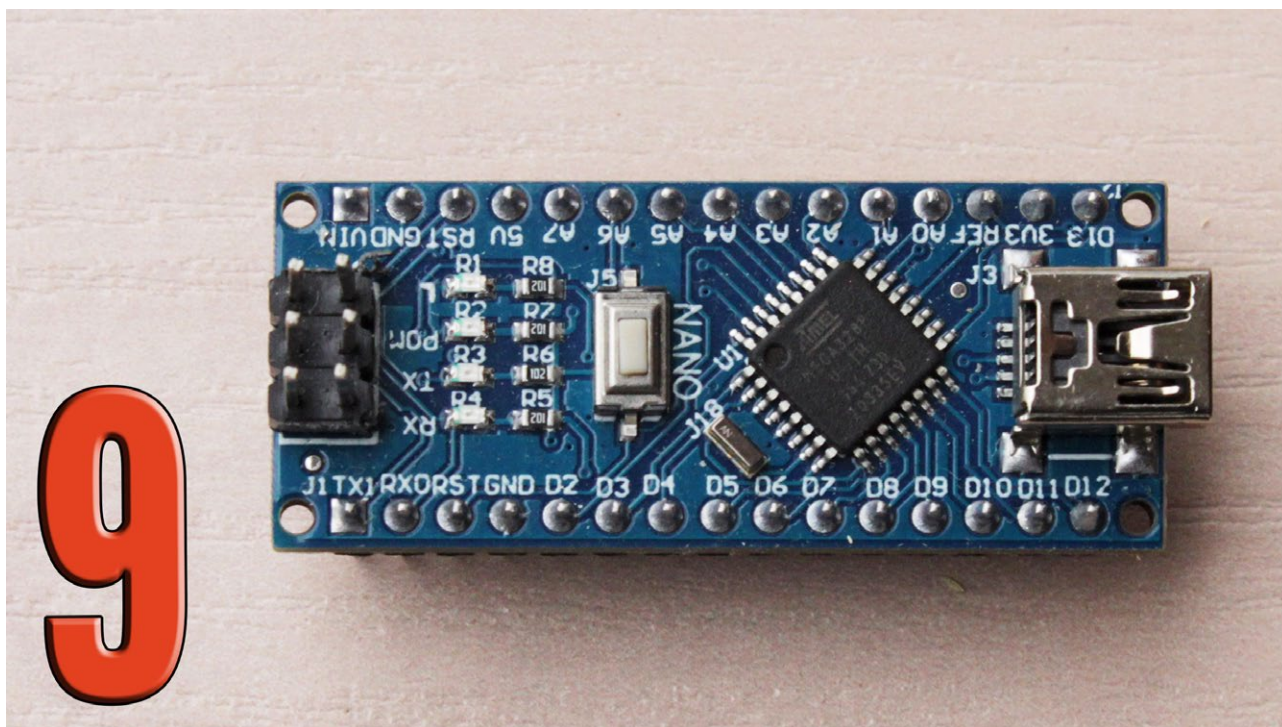
All matter is made up of positive charges and negative charges. The positives have mass and are not usually free to move. The negatives have no mass and are free to move through some materials (conductors). Negative charges are attracted to positive charges the same way mice are attracted to cheese. Any time there is a natural attraction between two things we can use it to make the objects do work. The negative charges (mice) will gladly do work in order to get to the positive charges (cheese).

Voltage:
The amount of work that each charge (mouse) will do as it goes through the circuit. Can also be thought of as the amount of push on the charges or how hungry the mice are.

Current:
The number of charges (mice) passing a point per second. The rate of flow of charges.

Resistance:

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



Mikroprocesorowa ośła łączyka, część 9

Zaprezentowany dotychczas moduł 8-cyfrowego wyświetlacza 7-segmentowego LED ma znacznie więcej możliwości. Nadszedł czas by się z nimi zapoznać. Jednocześnie zrobimy duży krok tworząc program źródłowy składający się z wielu plików.

[Możliwości modułu wyświetlacza z układem MAX7219](#)

[Podział modułu na dwa typy plików](#)

[Plik nagłówkowy](#)

[Nowy typ zmiennych](#)

[Zawartość modułu obsługi wyświetlacza](#)

[„Przywiązanie” programu do środowiska](#)

[Niezależność kompilacji modułów](#)

[Rozwiązania wybranych funkcji modułu obsługi wyświetlacza i przykład ich użycia](#)

Oprogramowanie samego modułu wyświetlacza może stanowić fragment wchodzący w skład wielu różnych projektów. Wystarczy, że tworzone rozwiązanie (jako połączenie dwóch elementów: części sprzętowej, zawierającej mikrokontroler, oraz elementu oprogramowania) będzie zawierać wspomniany wyświetlacz. Warto więc stworzyć oddzielny i niezależny plik zawierający funkcje związane z obsługą tego wyświetlacza (bazującego na MAX7219). Dołączenie go do bieżącego programu będzie podobne jak dołączenie standardowej biblioteki (poprzez `#include`). Wcześniej jednak musimy zagłębić się w „filozofię” działania tej dyrektywy.

Możliwości modułu wyświetlacza z układem MAX7219

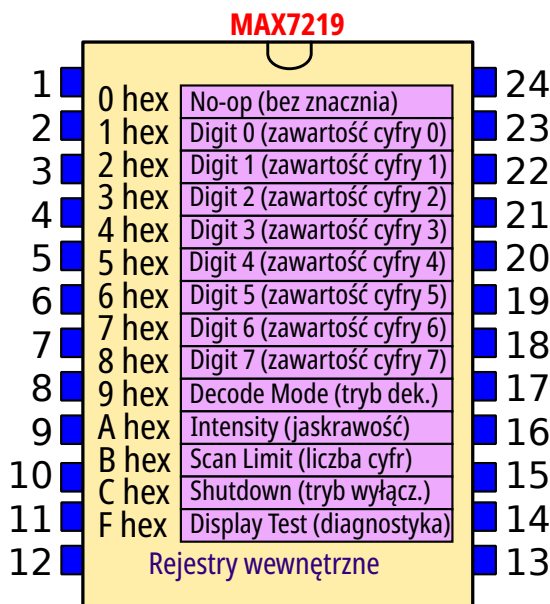
Zanim stworzymy moduł obsługi wyświetlacza, konieczne jest zapoznanie się z układem MAX7219 – z jego budową i możliwościami. Zawiera on 14 rejestrów, z których każdy jest identyfikowany swoim adresem (**rysunek 1**). Rejestr o adresie 0 hex (No-Op) jest używany przy kaskadowym połączeniu kilku układów. Kolejnych 8 rejestrów zawiera treść wyświetlaną na poszczególnych pozycjach znakowych. Pozostałe rejestry są przeznaczone do specyficznych funkcji realizowanych przez wyświetlacz, jak przykładowo *Intensity* określa jasność wyświetlacza

czy *Scan Limit* pozwala określić ile jest używanych cyfr z całego zestawu. Aby wpisać dane do odpowiedniego rejestru należy wysłać szeregowo słowo 16-bitowe, które zawiera jednocześnie adres docelowego rejestru oraz jego zawartość (rysunek 2). Do transmisji używane są trzy sygnały (rysunek 3). Układ może pracować w jednym z dwóch trybów (konfigurowanych poprzez wpis do rejestru *Decode Mode*, rysunek 1). Z dekodowaniem – wtedy na najmłodszych 4 bitach danych zapisywanych do rejestrów *Digit 0...Digit 7* podawany jest binarny kod cyfry (można wyświetlić jedynie cyfry i kilka wybranych znaków, przykładowo odstęp lub minus), układ sam przetworzy to na odpowiednie sterowania segmentami by zobrazował się wymagany znak. Inną możliwością jest praca bez dekodowania – wtedy należy na 8 bitach określić segmenty, jakie muszą być włączone (w tym przypadku bit o wartości 1 oznacza włączenie danego segmentu, gdzie przyporządkowanie poszczególnych bitów do segmentów jest ściśle ustalone i nie można tego zmieniać).

Podział modułu na dwa typy plików

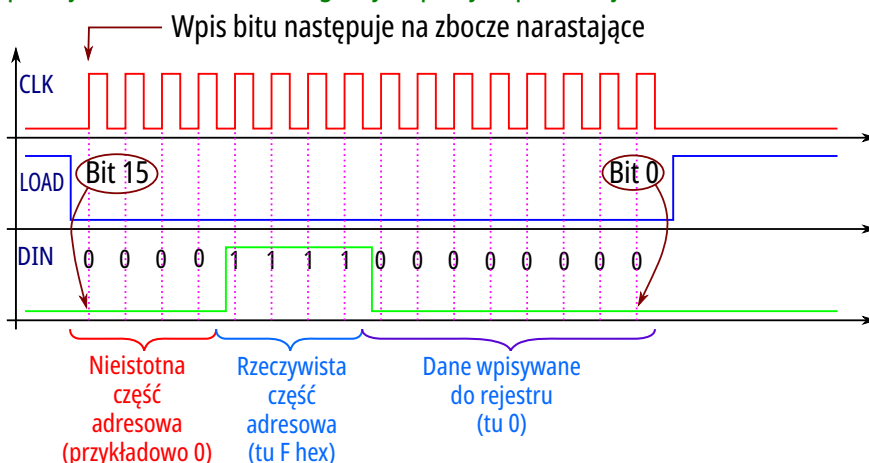
Dotychczas tworzyliśmy plik zawierający funkcje oraz zmienne programu. W początkowej części występowały użycia dyrektywy *#include* (przykładowo *#include <avr/interrupt.h>*) oznaczające dołączenie do programu określonych funkcji bibliotecznych. Może zrodzić się naturalne pytanie, czy sami możemy stworzyć coś podobnego: dołączyć do programu własny zestaw funkcji, który jako coś uniwersalnego może wchodzić w skład wielu innych programów. Takim przykładem może być ze-

plik zawierający zapisy w języku C miał rozszerzenie „.c”, natomiast pliki dołączane do programu poprzez *#include* mają rozszerzenie „.h”. Występuje tu podział na dwa rodzaje plików: plik o rozszerzeniu „.c”, zawierający zmienne i funkcje realizujące jakieś operacje wynikające z algorytmu działania programu, oraz pliki nagłówkowe o rozszerzeniu „.h” (to *h* pochodzi od słowa *header* – nagłówek). Plik nagłówkowy powinien zawierać jedynie zgłoszenia (funkcji i zmiennych) zawartych w „synchronicznym”

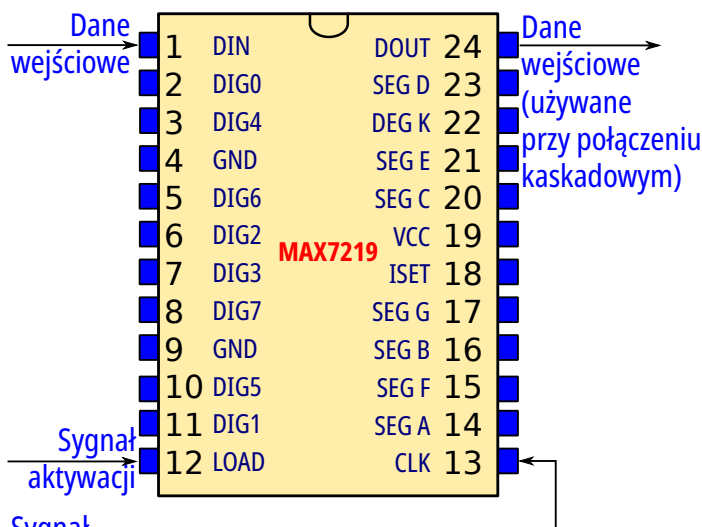


Rysunek 1

Operacja określenia normalnego trybu pracy (wpis do rejestru F hex wartości 0)



Rysunek 2



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

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



Budujemy potężny zasilacz

Każdy elektronik chciałby posiadać co najmniej jeden dobry stabilizowany zasilacz o dużej mocy kilkuset watów, dużym maksymalnym napięciu i dużym prądzie wyjściowym rzędu 10 amperów lub jeszcze więcej. Artykuł pokazuje, jakie mogą być drogi prowadzące do realizacji takiego niełatwego celu.

Rozważania podstawowe Zasilacze komputerowe?

Marzeniem i potrzebą elektronika jest posiadanie dobrego stabilizowanego zasilacza o dużej mocy, dużym maksymalnym napięciu i dużym prądzie wyjściowym. Najlepiej, gdyby to był zasilacz o napięciu płynnie regulowanym od zera do co najmniej 30 V, a raczej do 50...60 V. Potrzebny prąd wyjściowy to co najmniej 3 A, a lepiej 5...20 A. Zasilacz taki powinien też mieć regulowany ogranicznik – stabilizator prądu.

Zakup fabrycznego zasilacza o takich właściwościach to dla wielu zdecydowanie zbyt duży wydatek. Jednak **przy odrobinie zaradności i pomysłowości potężny zasilacz można wykonać samodzielnie, przy zaskakująco małym nakładzie finansowym.** W tym artykule przeanalizujemy tylko jeden z pomysłów. A dalszy ciąg będzie zależeć także od Ciebie.

Regulowane zasilacze komputerowe? Zasilacz hybrydowy?

Rozważania podstawowe

Budowa zasilacza regulowanego o napięciu maksymalnym 30...50 V i prądzie maksymalnym co najmniej 5 A okazuje się bardzo trudnym zadaniem, nie tylko z uwagi na potrzebną moc kilkuset watów.

Nie wystarczy zdobyć podzespoły i schemat. Liczne zasilacze stabilizowane mają tendencję do oscylacji, zwłaszcza ich obwody ograniczników prądu. W praktyce **najpoważniejszym problemem są nieuniknione straty, grzanie się elementów oraz konieczność stosowania potężnych radiatorów i wentylatorów.**

Radykalne zmniejszenie mocy strat ciepłych jest możliwe w zasilaczach impulsowych. Tak, ale **wszelkie stabilizatory impulsowe mają w napięciu wyjściowym różne zakłócenia impulsowe.**

Czym większy prąd, tym zwykle te zakłócenia są większe. Ponadto parametry dynamiczne zasilaczy impulsowych są zwykle słabe. Wprawdzie teoretycznie możliwe jest wykonanie dobrego regulowanego impulsowego zasilacza laboratoryjnego o małych zakłóceniach na wyjściu, ale jest to zadanie bardzo trudne z kilku powodów. A dla mniej zaawansowanych hobbystów wręcz nie do wykonania.

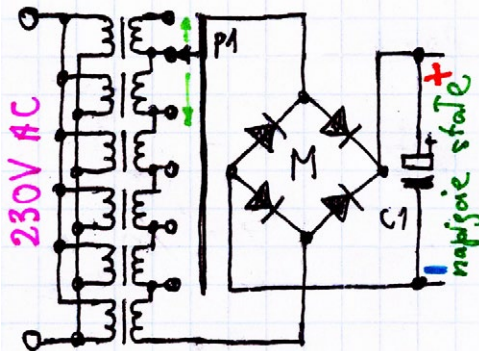
Projektowanie nawet prostego zasilacza, zwykłego czy impulsowego, okazuje się niezmiernie trudnym zadaniem. **Projektowanie przetwornic dużej mocy to nie jest zadanie dla hobbysty, tylko dla bardzo doświadczonego zawodowca! Dlatego warto rozważyć inne kierunki działania.**

Projekowanie nawet prostego zasilacza, zwykłego czy impulsowego, okazuje się niezmiernie trudnym zadaniem. **Projektowanie przetwornic dużej mocy to nie jest zadanie dla hobbysty, tylko dla bardzo doświadczonego zawodowca! Dlatego warto rozważyć inne kierunki działania.**

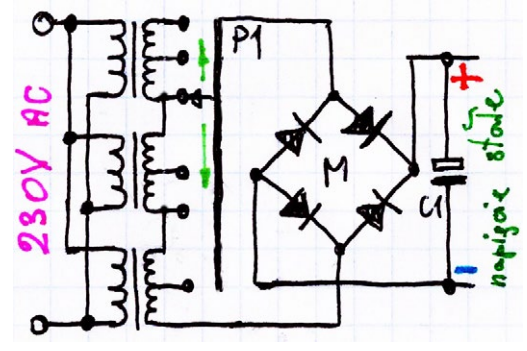
Jakie? Otóż jeżeli miałyby to być zasilacz dobrej jakości, laboratoryjny, precyzyjny, to powinien na wyjściu zawierać stabilizator liniowy, a nie impulsowy. Sensownie zaprojektowany stary, poczciwy stabilizator liniowy da na swym wyjściu czyste, niezasmańczone napięcie wyjściowe. Niestety, bardzo poważną wadą stabilizatorów liniowych są właśnie duże straty mocy w postaci ciepła. Przykładowo w klasycznym stabilizatorze liniowym zbudowanym według rysunku 1a, o napięciu wyjściowym 0...50 V, przy nastawionym napięciu wyjściowym 5 V i prądzie 5 A, w pracującym liniowo tranzystorze T1, a raczej w zestawie tranzystorów regulacyjnych, wydzieliliby się mniej więcej 250 watów mocy strat w postaci ciepła, co wymagałoby zastosowania ogromnego radiatora z wentylatorem. To błędny kierunek!

Rozsądną opcją, pozwalającą na zmniejszenie mocy strat, jest zastosowanie transformatora z odpowiednio dobranymi odczepami i przełącznikiem P1, według rysunku 1b. Taki transformator o mocy kilkuset watów byłby kosztowny, bo trudno byłoby dobrać gotowy z rynkowej oferty i należałoby indywidualnie go zamawiać lub samodzielnie nawijać.

Prostszą i tańszą opcją jest wykorzystanie kilku gotowych transformatorów o umiarkowanej mocy



Rysunek 2



Rysunek 3

i możliwie małym napięciu, według rysunku 2, albo lepiej transformatorów z wyjściowymi uzwojeniami symetrycznymi według rysunku 3. To jest naprawdę godne uwagi rozwiązanie, zwłaszcza jeżeli ktoś miałby możliwość pozyskania po okazjnych cenach lub za darmo sprawnych, używanych transformatorów o napięciu wyjściowym 3...10 V i prądzie kilku amperów.

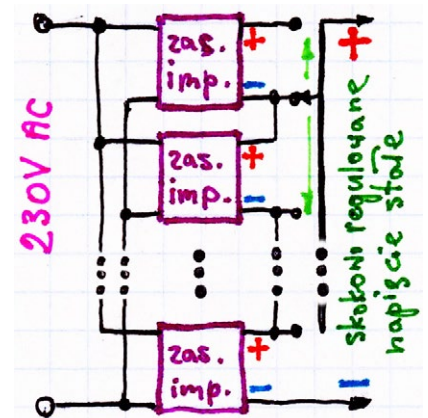
Zasilacze komputerowe?

Niestety, aktualnie miedź jest bardzo droga i takie okazje są coraz radsze, dlatego należy wziąć pod uwagę kolejną możliwość.

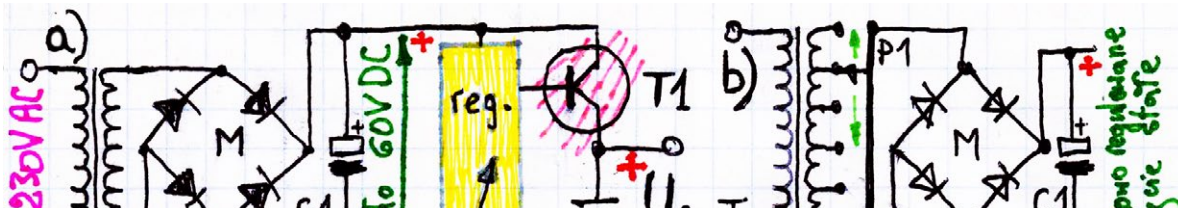
Otóż zamiast zestawu jednakowych, klasycznych transformatorów według rysunku 2, można wykorzystać zestaw... zasilaczy komputerowych albo innych zasilaczy impulsowych.

Opcja ta jest naprawdę atrakcyjna i prawdopodobnie najtańsza, ponieważ używane zasilacze od coraz mniej popularnych „blaszaków”, mające moc 250...500 W, są nadal powszechnie dostępne i bardzo często można je pozyskać za darmo, na przykład od rodziny i znajomych.

Analogią rysunku 2 jest schemat pokazany na rysunku 4. Niestety, w rzeczywistości sprawa jest troszkę bardziej skomplikowana.



Rysunek 4



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

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



32-Bit, 10 kSPS, Sigma-Delta ADC with 100 μ s Settling and True Rail-to-Rail Buffers

AD7177-2

FEATURES

32-bit data output
 Fast and flexible output rate: 5 SPS to 10 kSPS
 Channel scan data rate of 10 kSPS/channel (100 μ s settling)
 Performance specifications
 19.1 noise free bits at 10 kSPS
 20.2 noise free bits at 2.5 kSPS
 24.6 noise free bits at 5 SPS
 INL: ± 1 ppm of FSR
 85 dB filter rejection of 50 Hz and 60 Hz with 50 ms settling
 User configurable input channels
 2 fully differential channels or 4 single-ended channels
 Crosspoint multiplexer
 On-chip 2.5 V reference (± 2 ppm/ $^{\circ}$ C drift)
 True rail-to-rail analog and reference input buffers
 Internal or external clock
 Power supply: AVDD1 – AVSS = 5 V, AVDD2 = IOVDD = 2.5 V

GENERAL DESCRIPTION

The AD7177-2 is a 32-bit low noise, fast settling, multiplexed, 2-/4-channel (fully/pseudo differential) Σ - Δ analog-to-digital converter (ADC) for low bandwidth inputs. It has a maximum channel scan rate of 10 kSPS (100 μ s) for fully settled data. The output data rates range from 5 SPS to 10 kSPS.

The AD7177-2 integrates key analog and digital signal conditioning blocks to allow users to configure an individual setup for each analog input channel in use. Each feature can be user selected on a per channel basis. Integrated true rail-to-rail buffers on the analog inputs and external reference inputs provide easy to drive high impedance inputs. The precision 2.5 V low drift (2 ppm/ $^{\circ}$ C) band gap internal reference (with output reference buffer) adds embedded functionality to reduce external component count.

The digital filter allows simultaneous 50 Hz and 60 Hz rejection at a 27.27 SPS output data rate. The user can switch between

Dokładne pomiary: 24- i 32-bitowe moduły ADC

W poprzednim artykule tej serii przedstawione były wstępne rozważania, dotyczące szans na wykorzystanie tanich przetworników analogowo-cyfrowych, 24- i 32-bitowych, do budowy w warunkach amatorskich przyrządów pomiarowych konkurencyjnych względem najlepszych fabrycznych. Oto dalsze informacje.

Różne 24-bitowe przetworniki ADC
Szybkość, „śmieciowe bity” i ENOB

Nieliniowość przetwarzania – INL

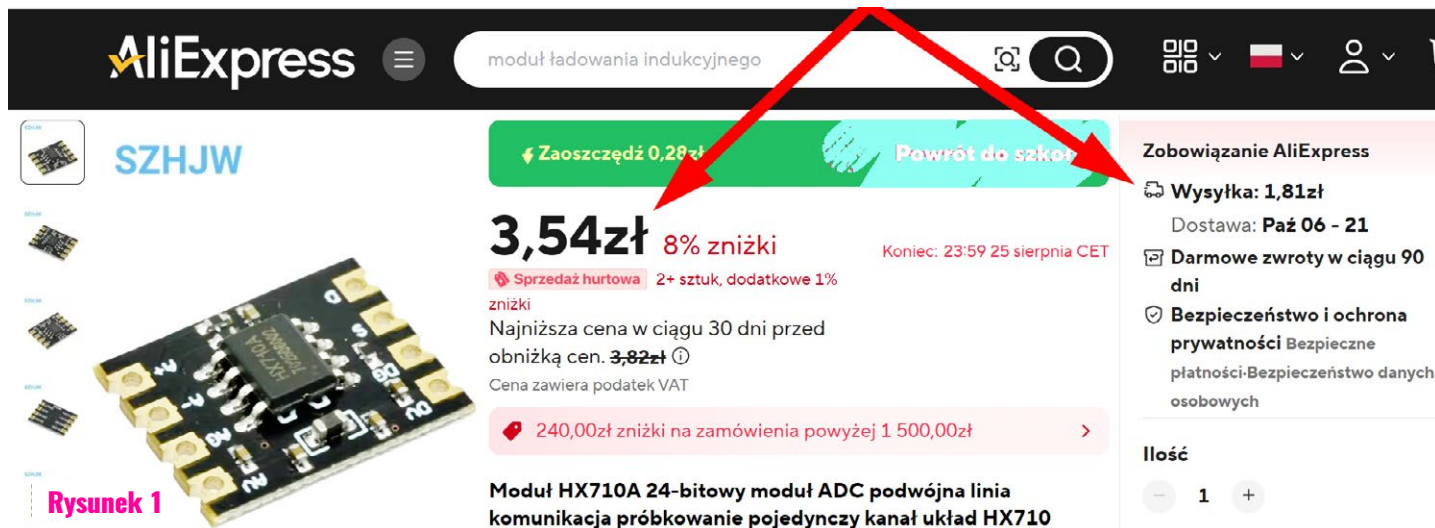
Także i w tym artykule zastanawiamy się nad możliwością realizacji naprawdę dobrego amatorskiego multimetru z zastosowaniem 24-bitowego przetwornika ADC. Już wiemy, że **możliwości nawet najbardziej precyzyjnego przetwornika 24-bitowego, pracującego w roli woltomierza, są ograniczone nie tylko niedoskonałością samego przetwornika ADC, ale głównie dokładnością i stabilnością współpracującego źródła napięcia odniesienia oraz współpracujących rezystorów.**

Z kilku względów nie ma sensu próba budowy kompletnego multimetru, ale możliwa jest budowa dokładnego woltomierza napięcia stałego, amperomierza prądu stałego oraz precyzyjnego omomierza.

W tym artykule zajmiemy się przede wszystkim 24- i 32-bitowymi przetwornikami ADC. Szczegółowe omówienie ich działania, specyfiki i parametrów to materiał na długą serię artykułów.

Dlatego poniżej omawiam tylko niektóre kwestie, najważniejsze w przypadku próby realizacji dokładnego przyrządu pomiarowego z wykorzystaniem jednego z licznych gotowych modułów, zawierających scalony przetwornik o rozdzielczości 24 bitów lub nawet większej.

Do zrozumienia podanego dalej materiału potrzebne są podstawowe wiadomości o przetwornikach ADC z poprzedniego artykułu tej serii, zatytułowanego **Dokładne pomiary: multimetr swojej roboty?**



Rysunek 1

Różne 24-bitowe przetworniki ADC

Na **rysunku 1** przypominam bodaj najtańszą ofertę modułu 24-bitowego przetwornika ADC. Zupełnie się on nie nadaje do roli precyzyjnego woltomierza, jest to bowiem układ przeznaczony do popularnych, tanich wag.

Szczegółowa analiza budowy i parametrów tego przetwornika ADC byłaby zbyt obszerna i w sumie bezsensowna. Problem również polega na tym, że w kartach katalogowych najtańszych przetworników 24-bitowych brakuje jasnych informacji o właściwościach kluczowych dla pracy w roli woltomierza. Nie są one bowiem przeznaczone do takich zadań, a jedynie do porównywania spadków napięć w układach tanich wag.

Nie wchodząc w szczegóły: dla hobbystów zainteresowanych precyzyjnymi woltomierzami najbardziej atrakcyjne są moduły zawierające wielobitowe przetworniki ADC typu sigma – delta ($\Sigma\Delta$), ale nie te najtańsze za kilka czy kilkanaście złotych. I nie te przeznaczone do kodeków audio, tylko przetworniki „ogólnego przeznaczenia”

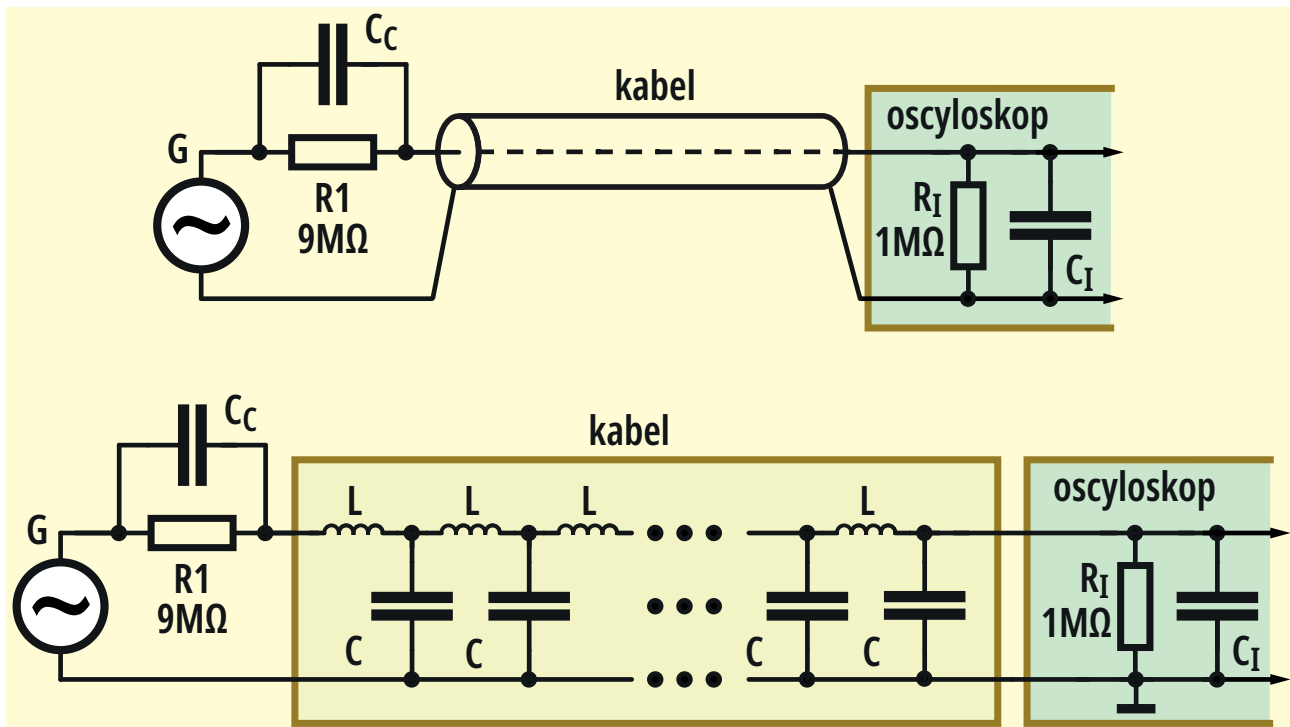
Podobnie jak najlepsze scalone źródła napięcia odniesienia, także najlepsze 32-bitowe scalone przetworniki ADC trochę kosztują, ale ceny wcale nie są szokujące i są dostępne nawet dla amatorów. Przykład z **rysunku 2** to fragment oferty jednego ze znanych dystrybutorów. Znankomity 32-bitowy przetwornik ADS1263 (TI) o maksymalnym próbkowaniu 38,4 kSps kosztuje 92 złote netto, czyli trochę więcej niż 110 zł z podatkiem, a do tego trzeba dodać koszty przesyłki. Nie jest to na pewno cena szokująca jak na dobry przetwornik.

Podkreślam jednak, że zakup „gołego” scalonego przetwornika ADC to poważne wyzwanie, bo trzeba prawidłowo zaprojektować płytkę drukowaną, a to wcale nie jest takie łatwe, jak może się wydawać. W tym przypadku obudowa jest dość duża, ale w przypadku innych przetworników dojdzie kłopot z lutowaniem dużo mniejszej obudowy.

Moduły ewaluacyjne oferowane przez czołowych producentów zwykle są zbyt drogie dla hobbystów. Przykład właśnie na **rysunku 2** – płytkę ewaluacyjną TI kosztuje w sumie sporo ponad tysiąc złotych.

Porównaj	Nr części producenta	Nr katalogowy Farnell	Opis / Producent	Dostępność	Cena netto dla	Cena (bez VAT)
	↑↓	↑↓	↑↓	↑↓		↑↓
<input type="checkbox"/>	ADS1263IPW	3004334 RoHS Date/Lot Code	Przetwornik analogowo-cyfrowy, 32 bit, 38.4 kSPS, Różnicowe, niesymetryczne, SPI, Podwójne (+/-) TEXAS INSTRUMENTS	864 W magazynie	sztuka	1+ 91,940 zł 10+ 80,900 zł 25+ 73,190 zł 50+ 65,480 zł 100+ 58,650 zł Więcej cen
	ADS1263EVM-PDK	3125734 RoHS	Płytkę ewaluacyjną, do 32-bitowego, precyzyjnego ADC, 38kSPS, ADS1263 TEXAS INSTRUMENTS	Dostępne do zamówienia	sztuka	1+ 955,980 zł

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



Zjawiska falowe w sondach oscyloskopowych

Kolejny artykuł serii pokazuje, jak w przypadku najpopularniejszych biernych sond wysokoomowych można skutecznie walczyć z odbiciami, wynikającymi z niedopasowania falowego, oraz dlaczego w warunkach amatorskich budowa dobrej sondy biernej jest trudna, a praktycznie wręcz niemożliwa.

[Przyczyny problemu](#)

[Walka z problemem odbić](#)

[Nietypowe kable do sond oscyloskopowych](#)

[Parametry biernych sond oscyloskopowych](#)

[Bierna sonda oscyloskopowa DIY?](#)

W tym artykule wracam do pytania: jak to jest możliwe, że przy zastosowaniu ewidentnie (z dwóch stron) niedopasowanych sond wysokoomowych, na ekranie oscyloskopu nie widać nieuniknionych odbić? Jak zbudowane są „klasyczne” sondy 10:1 o pasmie kilkuset megaherców?

Wcześniej w artykule [Niskoomowe sondy oscyloskopowe?](#) omówiłem sposób rozwiązania problemu niedopasowania i odbić przez zmniejszenie rezystancji wejściowej oscyloskopu do 50 omów.

W poprzednim artykule [Tajemnice dobrych sond oscyloskopowych](#) naświetliłem bardzo poważny problem

niedopasowania i odbić w sondach wysokoomowych, które niejako „z natury” nie są dopasowane.

Warto też wrócić do pierwszego artykułu [Sondy oscyloskopowe – dlaczego są niezbędne?](#), gdzie omawialiśmy oscyloskopowe sondy bierne i mogłoby się wydawać, że tamten artykuł wyjaśnia wszystkie szczegóły z nimi związane. Tam ani jednym słowem nie zająknąłem się o problemie zjawisk falowych, (nie) dopasowania i odbić sygnału.

Okazuje się, że z problemem niedopasowania i odbić można zaskakująco skutecznie walczyć także w przypadku wejścia 1-megaomowego.

Przyczyny problemu

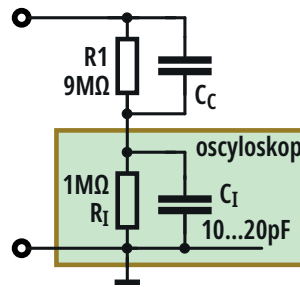
Wracamy do podstawowego, dramatycznie uproszczonego schematu oscyloskopowej sondy tłumiącej 10:1. Otóż gdyby nie było kabla sondy (albo gdyby kabel można było potraktować tylko jako pojemność), to schemat zastępczy wyglądałby jak na **rysunku 1**. Wiemy, że musi zawierać kondensator kompensujący C_C dołączony równolegle do „górnego” rezystora dzielnika R_1 .

W praktyce dochodzi do tego kabel sondy, który ma jakąś pojemność. Jednak już wiemy, że kabel sondy nie jest czystą pojemnością. Owszem, przy niższych częstotliwościach można tak przyjąć. Ale przy wysokich częstotliwościach, rzędu kilkudziesięciu megaherców i więcej, kabel sondy trzeba traktować jako linię długą, czyli wnoszącą pewne opóźnienie. Można to przedstawić jak na **rysunku 2**, gdzie łańcuch „malutkich” filtrów LC jest odpowiedzialny za opóźnienie sygnału. Taka linia długa ma impedancję – rezystancję charakterystyczną R_K , wyznaczoną przez wartości elementarnych obwodów L, C.

Taki kabel jest linią długą, linią transmisyjną o jakiejś impedancji (rezystancji) charakterystycznej R_K rzędu kilkudziesięciu do najwyżej kilkuset omów. Z jednej strony tej linii dołączony jest 9-megaomowy rezystor i pojemność kompensująca C_C . Z drugiej 1-megaomowa rezystancja wejściowa oscyloskopu i jego pojemność wejściowa C_I . Wobec tego schemat sondy oscyloskopowej można obrazowo przedstawić jak na **rysunku 3**. Kluczowe znaczenie ma tu kabel, który jest linią transmisyjną.

Podkreślam, że gdy oscyloskop ma rezystancję wejściową 1 megaom, nie ma szans na bezpośrednie dopasowanie wejścia oscyloskopu do wyjścia kabla, bowiem kable mają rezystancję falową rzędu kilkudziesięciu, najwyżej kilkuset omów. Tak samo nie ma szans na prawidłowe dopasowanie wejścia kabla, gdzie dołączony jest 9-megaomowy rezystor R_1 .

Co teraz dla nas najważniejsze, przy braku dopasowania z obu stron, sygnał na pewno będzie się odbijał od obu końców kabla, a biorąc pod uwagę czas przejścia sygnału przez kabel, taki obwód stanie się

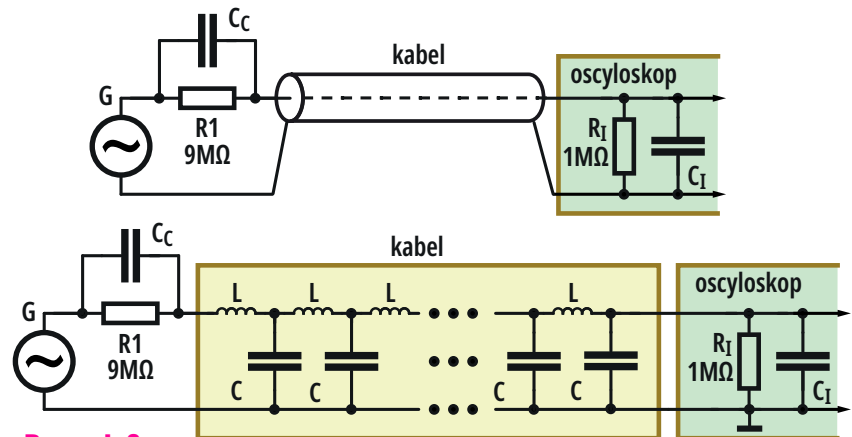


Rysunek 1

przez długość kabla, natomiast dobroć takiego „obwodu rezonansowego” będzie zależna od kilku czynników, między innymi od stopnia niedopasowania, ale też od strat energii w kablu. Od strat, które na schemacie zastępczym kabla mogą być reprezentowane przez rezystancje szeregowo i równoległe albo przez rezystancje i konduktancje, jak pokazuje **rysunek 4**.

Finalne efekty działania takiej sondy oscyloskopowej zależne będą od dwóch głównych czynników: od wielkości odbić, czyli od stopnia niedopasowania, i od tłumienia sygnałów wysokiej częstotliwości w niedoskonałym kablu.

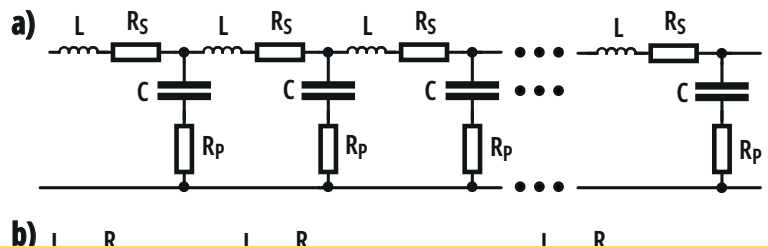
W zasadzie należałoby zmniejszać odbicia, czyli dopasować rezystancje z obu stron kabla, ale sytuacja wygląda na beznadziejną, bo w grę wchodzi rezystancja wejściowa oscyloskopu równa 1 megaom, z bocznikowaną pojemnością kilkunastu pikofarów, a w praktyce często też ewentualną pojemnością kompensującą sondy, włączoną równoległe do rezystancji wejściowej oscyloskopu.



Rysunek 2



Rysunek 3



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, odpowiesz](#).



Czy należy bać się ESD?

(...) w związku z podjętym przeze mnie krokiem unowocześnień i przyspieszenia trochę już leciwego laptopa (m.in. wymiana dysku na SSD, dodanie kości pamięci RAM) zakupiłem na znanym portalu aukcyjnym opaskę na rękę ESD. ...I tu pytanie :) (...) czy nie przesadziłem? (...) Marcin

Autor tego e-maila pytał ponadto: (...) czy także dla elektroników hobbystów elektrostatyczność faktycznie może stanowić duże zagrożenie? (...) Czy to tematy tylko dla profesjonalnych serwisów komputerowych/elektronicznych? Jak w warunkach domowych w miarę bezpiecznie radzić sobie z elektrostatycznością?

Już treść pytania słusznie wskazuje, że temat ESD jest lekceważony przez zdecydowaną większość hobbystów. Tymczasem problem ten dotyczy nie tylko profesjonalistów, ale jak najbardziej także hobbystów i **nie ma żadnej przesady w stosowaniu tak zwanej opaski ESD** – przykład na **fotografii 1**. Temat ESD jest bardzo obszerny, a poniższy artykuł pokazuje tylko zarys zagadnienia.

Zacznijmy od skrótu ESD, który pocho-

nych, czego spektakularnym przykładem jest błyskawica (piorun).

Szczegółowa analiza kwestii ładowania i rozładowania ładunków statycznych jest zaskakująca, ale zagadnienie można uprościć. Otóż **na początek można rozumieć problem ESD po prostu jako problem rozładowania małych pojemności (małych kondensatorów) naładowanych do wysokich napięć rzędu kilowoltów**.

Jakich pojemności?

W amatorskiej praktyce głównie pojemności, jakie tworzą się między (przewodzącym) ciałem człowieka, a wszystkimi innymi przewodzącymi obiektami.



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

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

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

ZE 2/2025

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

Stali współpracownicy: Andrzej Pawluczuk, Tadeusz Suszał, Karol Świerc,
Mateusz Ostrycharz, Paweł Pawłowicz, Rafał Kozik, Szymon Burian, Jacek Kosecki

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

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

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

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

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

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