



Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 95 stron.
Kup pełny egzemplarz na buycoffee.to a lepiej zaprenumeruj tu: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>

10/2024 Październik (22)

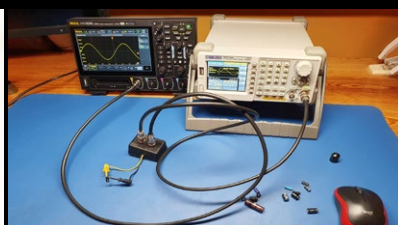
piotr-gorecki.pl

modyfikacja fotografii: Martin Falbisoner CC BY-SA 4.0

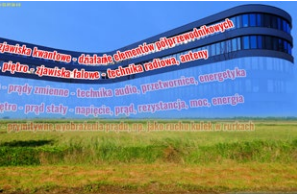

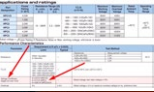











- 4. piętro - zjawiska kwantowe - działanie elementów półprzewodnikowych
- 3. piętro - zjawiska falowe - technika radiowa, anteny
- 2. piętro - prądy zmienne - technika audio, przetwornice, energetyka
- 1. piętro - prąd stały - napięcie, prąd, rezystancja, moc, energia
- parter - prymitywne wyobrażenia prądu, np. jako ruchu kulek w rurkach

Radiowa Ośła Łączka

- Prąd płynie w przewodach, a jak przepływa energia? • Cap Zero
- Prawo Ohma prawdziwe „w stałej temperaturze”? • Pomiar ESR kondensatorów elektrolitycznych
- Najtańszy warsztat elektronika? • Lampy elektronowe: sprzężenie zwrotne i wtórnik
- Nie zawsze musi być kawior • Historia zasilania – Prostowniki półprzewodnikowe



Zawartość numeru 10/2024

FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		<h2><u>Radiowa Ośła Łączka</u></h2>	<p>Poniższy artykuł rozpoczyna zapowiadany od lat cykl dotyczący podstaw techniki radiowej. Pokazuje, dlaczego przygotowania trwały tak długo. Trzeba bowiem nie tylko przedstawić w przystępny sposób trudne zagadnienia radiowe, ale najpierw wyprostować rozmaite fałszywe wyobrażenia.</p>
		<h2><u>3 Słowo wstępne – październik</u></h2>	
		<h2><u>4 Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników</u></h2>	
		<h2><u>10 Rozwiązania Łamigłówek Sierpień 2024</u></h2>	
		<h2><u>16 Łamigłówki elektroniczne październik 2024</u></h2>	
FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		<h2><u>24 Prąd płynie w przewodach, a jak przepływa energia?</u></h2>	
FUNDAMENTY ELEKTRONIKI		<h2><u>33 Prawo Ohma prawdziwe „w stałej temperaturze”?</u></h2>	
MIERNICTWO		<h2><u>41 Pomiar ESR kondensatorów elektrolitycznych</u></h2>	
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<h2><u>45 Cap Zero</u></h2>	
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<h2><u>49 Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 8</u></h2>	
PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA		<h2><u>54 Wspólnie projektujemy: Potężny amatorski zasilacz</u></h2>	
WARSZTAT		<h2><u>56 Najtańszy warsztat elektronika?</u></h2>	
WARSZTAT		<h2><u>62 Nie zawsze musi być kawior</u></h2>	
ELEKTRONIKA UŻYTKOWA		<h2><u>66 Podstawy automatyki – Prostowniki i inne</u></h2>	
MIKROPROCESORY		<h2><u>68 Mikroprocesorowa ośła łączka, część 5</u></h2>	
ELEMENTY I MODUŁY		<h2><u>76 Lampy elektronowe: sprzężenie zwrotne i wtórnik</u></h2>	
HISTORIA, RETRO		<h2><u>82 Historia zasilania – Prostowniki półprzewodnikowe</u></h2>	
TECHNIKA CYFROWA		<h2><u>88 3 Komputer na układach TTL, czyli wszystko na jedną kartę...</u></h2>	

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



Słowo wstępne – październik

Witam!

Z ogromną przyjemnością, ale też z pewnymi obawami informuję, że właśnie zaczynam zapowiadany od dawna cykl pod roboczą nazwą **Radiowa Ośła Łączka**. Wszystkie osoby, które mnie znają dłużej wiedzą, że prace nad Radiową Ośłą Łączką rozpocząłem ładnych kilka lat temu. Prace te zostały zaburzone wskutek rozstania z EdW i konieczności założenia nowego czasopisma o wymownej nazwie **Zrozumieć Elektronikę**. Zamiaru oczywiście nie porzuciłem. Zgromadziłem sporo materiałów. Wstępnie przygotowałem też, ściśle z tym związany, elementarny kurs „Fascynujące przemiany energii” i czekam na skompletowanie (głównie w Chinach) zestawu do praktycznych ćwiczeń.

Kurs o energii i jej przemianach, ponieważ analiza zagadnień związanych z Radiową Ośłą Łączką wykazała, iż powinienem zacząć właśnie od energii. Analiza pokazała też, że tematyka radiowa jest niezrozumiała dla większości elektroników dlatego,

że w ich umysłach głęboko zakorzeniły się różne fałszywe wyobrażenia. Głównie wyobrażenia w jakis sposób związane z prawem Ohma.

Okazało się, że wyjaśnienie „kwestii radiowych” to z jednej strony przystępne przedstawienie pewnych trudnych zagadnień związanych z falową naturą energii, a z drugiej – wyprostowanie i wykorzeniecie różnych błędnych wyobrażeń.

Zadanie stworzenia Radiowej Oślej Łączki okazało się trudniejsze niż myślałem. I oto zaczynam – zapraszam do lektury trzech artykułów na ten temat.

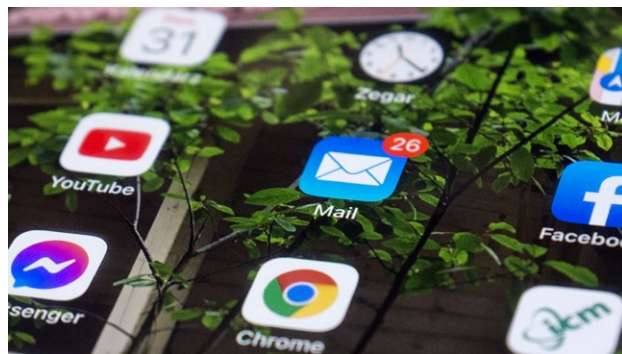
Oczywiście zapraszam do lektury całego numeru! A **poniższa fotografia** pokazuje zamówiony na początku wakacji sprzęt, który niedawno wreszcie do mnie dotarł. To akumulator o pojemności 180 amperogodzin i masie około 15 kilogramów, ładowarka, inwerter oraz ładowarka-tester. To zapowiedź serii artykułów o tematyce „akumulatorowej”.

Pozdrawiam serdecznie!

Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

*Szanowny Panie Piotrze,
dziękuję Panu za treści i formę, w jakiej uczy Pan innych (w tym mnie) elektroniki.*

Pytanie: jaki miernik LCR warto kupić na Aliexpress? Ewentualnie czego i dlaczego nie.

Krzysztof

Temat jest szeroki. W sklepach Aliexpress jest wiele mierników LCR w cenach od kilkudziesięciu złotych do kilkunastu tysięcy złotych. Nie ma jednej prostej odpowiedzi. Decyzja będzie zależeć głównie od zasobów finansowych.

Generalnie – czym droższy miernik, tym lepsze ma parametry. Ale są różne wyjątki.

Najtańsze mierniki LCR to dwie rodziny: jedna wywodząca się od mikroprocesorowego GM328, druga od LC100. Jest mnóstwo odmian i wariantów w różnych cenach. Opiszę te dwie rodziny, w tym ich zalety i wady. Zapisalem sobie to pytanie jako temat artykułu z kategorii Pytania i odpowiedzi. Spróbuję to opracować jak najszybciej.

(...) Czytając artykuł z przyszłego wydania ZE natknąłem się na literówki. (...) czy w przyszłości tego typu artefakty mam wysyłać mailem (...)

Swoją drogą czekam na więcej w temacie energii. To jest megaciekawe. Szczególnie jak człowiek bierze się za projektowanie elektroniki. Pozdrawiam serdecznie

Mariusz

Miesiąc przed oficjalną publikacją, dla moich Patronów z progu 20 zł oraz z wyższych progów, dostępna jest wstępna, niepełna jeszcze wersja następnego numeru ZE. Dwa tygodnie przed oficjalną publikacją powstaje pełna wersja, która dostępna

jest dla Patronów 50 zł+. Te wstępne wersje rozsyłane są też do wąskiego grona innych zaprzyjaźnionych osób z prośbą o informacje o znalezionych nieuniknionych błędach i usterkach. Człowiek jest ułomny i nikt w pojedynkę nie wyłapie wszystkich usterek. Cenny jest każdy sygnał o błędach.

Bardzo dziękuję za wszelkie zgłoszenia błędów znalezionych w tych wstępnych wersjach!

Dziękuję i polecam się na przyszłość!

Właśnie dzięki takim wczesnym zgłoszeniom błędów zostają usunięte z finalnej wersji, która ukazuje się przed początkiem miesiąca. Natomiast nie można już usunąć błędów z finalnej wersji, która zostaje rozesłana do prenumeratorów.

Witam,

potrzebuję informacji na temat ekranu dotykowego: sterownik, budowa, zasada działania, schemat, diagnozowanie usterek w tym obwodzie. Wyczytałem, że udostępni Pan informacje dotyczące zagadnienia za kawę, a ja chętnie taką Panu postawię – mało tego, wypiję jedną za Pańskie zdrowie... ;)

Proszę napisać czy i na jakich zasadach mógłby mi Pan pomóc. Pozdrawiam

Czytelnik

Odpisałem, że są różne ekrany dotykowe (głównie pojemnościowe i rezystancyjne).

A swoją drogą, wykorzystanie w systemach Arduino (podobnych) gotowych modułów ekranów dotykowych zwykle okazuje się zaskakująco łatwe, a rozczarowaniem w porównaniu ze smartfonami są właściwości paneli rezystancyjnych, ale to zupełnie inna kwestia. Temat jest szeroki i wyjaśnienie potrzebnych Czytelnikowi informacji wymagałoby bardzo dużo czasu (i mnóstwa kaw ;)).

Moim największym problem jest właśnie brak czasu. Aktualnie pracuję pilnie nad Radiową Oślą Łączką, więc sytuacja jest dodatkowo utrudniona. W najbliższym czasie nie przewiduję w ZE materiału na temat ekranów dotykowych. No chyba, że ktoś z Czytelników chciałby przedstawić w ZE to zagadnienie.

Oto list jednej z osób, która miała dostęp do wstępnej wersji tego, październikowego numeru:

Do rubryki „Listy czytelników”

Z zainteresowaniem przeczytałem artykuł-opowiadanie o prądzie elektrycznym: „Prąd płynie w przewodach, a jak przepływa energia?” w ZE2410. Takie pojęcia jak prąd i napięcie wydają nam się obecnie czymś oczywistym, a tak naprawdę nie wiemy ile tajemnic jeszcze kryją. Wniosek, iż prąd płynie w drucie, ale energia „wokół niego” do niedawna był traktowany na poważnie tylko przez „rasowych fizyków”. Pan Piotr Górecki tę wiedzę, jak i wiele, wiele innych aspektów rozumienia elektroniki podaje nam w bardzo przystępny sposób w ZE, a wcześniej w EdW. Bardzo ciekawa jest też historia mało docenianego geniusza Oliviera Heaviside’a. Piotr Górecki krótko wspomina o tym uczonym. W tym liście dodam tylko parę zdań, ale również pozwolę sobie dopisać swoje skojarzenie, że podobnie niesprawiedliwie niedocenionym wydaje mi się wydawca ZE Pan Piotr. Nie przez nas czytelników. To wąskie grono prawdopodobnie ocenia go należycie. Ale „władze oświatowe” które wydają miliony na bzdury, a nie widzą potencjału w autorze ZE.

Aby nie być posądzonym o „wazeliniarstwo”, dopowiem tylko parę słów o Olivierze Heaviside. Jego nazwisko zachowało się głównie dzięki „jedynce Heaviside’a” (skok jednostkowy; scałkowana delta Diraca), i może też dzięki warstwie jonosfery, zwanej czasem warstwą Heaviside’a. Ten niedoceniany za życia geniusz żył skromnie dzięki dożywotniej rencie ufundowanej przez rząd brytyjski (Pan Piotr, o zgrozo, dzięki Patronite). A główne osiągnięcia Oliviera Heaviside to:

– równania linii długiej zwane dzisiaj równaniem telegrafistów, jako pierwszy wyprowadził właśnie Heaviside; to dzięki zrozumieniu i matematycznemu ujęciu tych zjawisk była możliwa transmisja informacji na dalekie odległości przez telegraf wynaleziony raptem kilka lat wcześniej; wielkim wysiłkiem i kosztem było położenie kabli podmorskich, po czym wielkim zdziwieniem okazało się, ...co tu się dzieje?; dzięki równaniom telegrafistów nie tylko rozumiano „co się dzieje”, ale i co należy zrobić, aby szybka i bezbłędna transmisja informacji na duże odległości była możliwa; to właśnie dzięki tej pracy Heaviside’a, ale i staraniom „uznanych fizyków” rząd brytyjski przyznał wspomnianą wyżej rentę dożywotnią dla Oliviera Heaviside,

– mniej znany jest wkład Heaviside’a w opracowanie rachunku operatorowego traktowanego początkowo jako matematyczne herezje,

– innym znaczącym osiągnięciem tego naukowca samouka było wyjaśnienie propagacji fal elektromagnetycznych w górnych warstwach atmosfery ziemskiej; jak to możliwe, że odbiór radiowy sięga poza „krzywizną Ziemi”; zjonizowana warstwa odbijająca fale elektromagnetyczne, jest obecnie czasem nazywana nazwiskiem tego odkrywcy,

– największym osiągnięciem Oliviera Heaviside są chyba równania Maxwella. A o jego skromności świadczy jego odpowiedź na propozycję nazwania ich równaniami Maxwella-Heaviside’a. Miał bowiem podobno odpowiedzieć, że postać równań zapisanych przez niego nie wnosi nic więcej, aniżeli oryginalne równania Maxwella. James Clerk Maxwell nie znał matematyki „teorii pola” i jego równania były zapisane oddzielnie dla wszystkich składowych wektorów pola elektrycznego i magnetycznego; równań tych było dwadzieścia. Zwarta postać czterech równań którymi dziś wszyscy się posługują została zapisana właśnie przez Heaviside’a.

Wydawałoby się, że takie historie i losy ludzi niedocenianych, którzy wnieśli wielki wkład w samą Naukę i jej propagowanie, należą już do przeszłości. Podam dwa przykłady przeczące takiej tezie. Mało kto zna nazwisko Henryk Dot (choć to pseudonim, a skoro takim się posługuje, to ja nie czuję się upoważniony do podania prawdziwego imienia i nazwiska). Zachęcam natomiast Czytelników ZE którzy mają ochotę „zanurkować na głębsze wody”, aby wpisać w wyszukiwarkę albo „Henryk Dot”, albo „Fizyka mojej urojonej czasoprzestrzeni”. Ostrzegam – matematyka tam jest naprawdę wysokich lotów. Ale wnioski są niesamowite. Znajdziecie tam dalszą żonglerkę i rozwiązania równań Maxwella. Znajdziecie też np. piękny opis ruchu orbitalnego w polu grawitacyjnym. Takie zagadnienia jak powiązanie stałej struktury subtelnej „alfa” ze stałą Plancka. Zrozumiecie, że fundamentalne prawa fizyki, jak zachowania pędu czy energii, nie są w istocie prawami fizyki, lecz „matematyki czasoprzestrzeni”. W trzeciej książeczce „Fizyka 3 mojej urojonej czasoprzestrzeni” jest piękny i jakże prosty dowód Wielkiego Twierdzenia Fermata. Za dowód bardzo skomplikowany („opaśny” na 108 stron) honory zebrał w 1995 roku anglik A. Wiles, a H. Dot jest zupełnie nieznaną. Każdy z nas lubi patrzeć w niebo, ale nie każdy zauważył pewnie, że Księżyc w czasie pierwszej i trzeciej kwadry „nie patrzy” na Słońce! Wyjaśnienie też znajdziecie w Fizyce Urojonej Czasoprzestrzeni Henryka Doda. Że autor tego dzieła nie jest znany szerokiej publiczności, to nie jest trudno zrozumieć. Ale, że nie jest doceniony w gronie ludzi świata nauki, tego ja osobiście nie rozumiem.

Drugim takim nazwiskiem (choć dryfującym bardziej w stronę popularyzacji wiedzy) jest dla mnie autor ZE (Zrozumieć Elektronikę z Piotrem Góreckim).

Czy i tu powtórzy się „bajka” jak z Olivierem Heaviside’em docenionym zbyt późno? Myślę, że prawdopodobnie dopiero Michał, Lenka i Polusia (moje wnuki) poznają odpowiedź na to pytanie.

Karol Świerc

Oto dwa e-maile w sprawie wzrostu pojemności starych kondensatorów elektrolitycznych.

Dzień dobry, po przeczytaniu odpowiedzi Pana **Artura Krawczyka** w „Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2407” postanowiłem pomierzyć pojemność dostępnych kondensatorów pokrewnym testerem. Mierzone były kondensatory: 1 mF/16 V prod. Leaguer – 2 szt, 22 uF/16 V prod. Nichicon – 5 szt.

Oba zostały zakupione kilka lat temu w sklepie elektronicznym. Pojemność kondensatora 1 mF wyniosła 1,088 mF, tj. o prawie 9% więcej od nominalnej. Natomiast pojemność kondensatora 22 uF wyniosła 25,55 uF, czyli ponad 16% więcej niż deklarowana. W załącznikach przesyłam wyniki pomiarów. Pozdrawiam

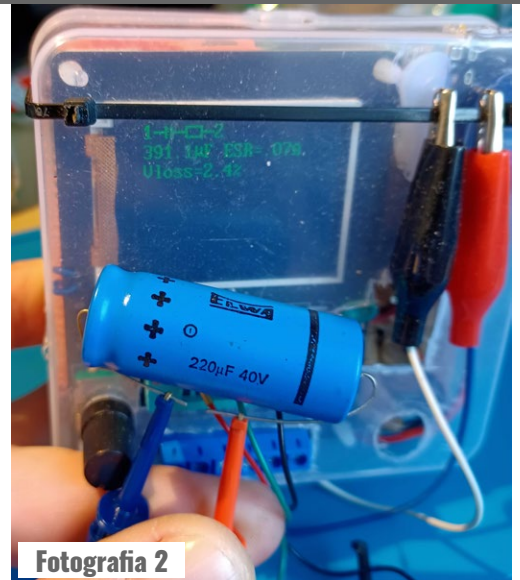
Mirosław Kaszowski

Na **fotografii 1** pokazane jest jedno z nadesłanych ujęć. To są kondensatory zachodniej (a raczej dalekowschodniej) produkcji, prawdopodobnie z organicznym, a nie z wodnym elektrolitem. Trudno powiedzieć, czy to jest wynik wzrostu pojemności, czy raczej 16-procentowa odchyłka, jak najbardziej mieszcząca się w bardzo szerokiej tolerancji tego rodzaju kondensatorów. A oto bardziej miarodajny przykład starych kondensatorów, zapewne z elektrolitem wodnym:

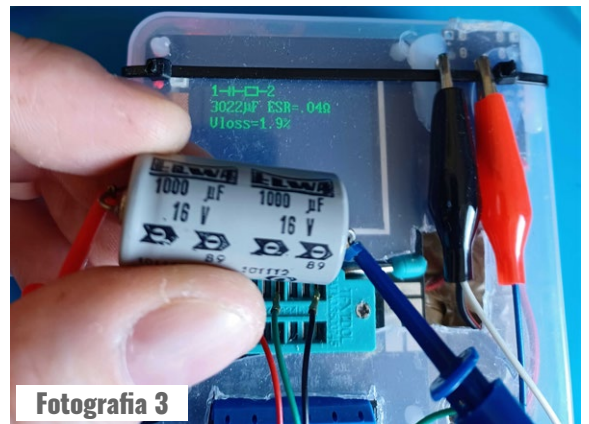
Witam, (...) była dyskusja w czasopiśmie o kondensatorach, czy zwiększają swoją pojemność z upływem czasu. Jeśli są wątpliwości, to mogę (...) dostać foto dokumentujące podwójny wzrost pojemności na „elwach” z lat 80. :) (...) nadsyłam kilka zdjęć (...) do dyskusji odbywającej się na łamach ZE, dotyczącej przyrostów i spadków pojemności kondensatorów po leżakowaniu. Na zdjęciach pokazuję otrzymane leżaki. Są to fabrycznie nowe kondensatory marki Elwa, z datą produkcji 1984...1986 r. Przechowywane były w domu w rzadko otwieranej szafie. Większość tych kondensatorów ma zawyżoną o ok 50% pojemność, ale znalazło się również kilka sztuk ze zmniejszoną pojemnością, jednak nie było ich więcej niż 10%. Jednego z zaniżoną pojemnością również przedstawiłem na fotografii. Dla ludzi, którzy mają wątpliwości co do dokładności testera, wysyłam także foto z pomiaru współczesnego Nichiconu 2200 uF. Pozdrawiam

Jacek Widera

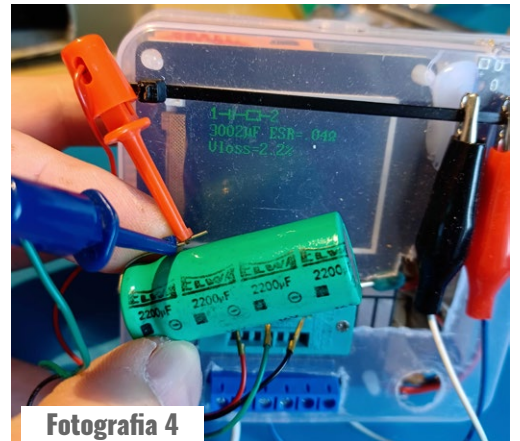
Część nadesłanych zdjęć pokazana jest na **fotografiach 2...5**.



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4



Fotografia 5



Fotografia 1

Witam Panie Piotrze,
przepraszam, że zawracam głowę, ale bardzo polegam na Pańskiej opinii w sprawie elektroniki oraz związanych z nią urządzeń.

Tak więc jestem ogromnym zwolennikiem przedstawianego przez Pana oscyloskopu Rigol DHO924. Jednakże jego cena trochę mnie przerasta. Oczywiście nie jest aż tak zaporowa, iż nie mógłbym jej w jakiś sposób uzyskać, tym niemniej jest sporo innych wydatków, które wydają się bardziej celowe (np. szybki laptop z dużym RAM i odpowiednio zwinny procesorem). Ostatnio pojawił się chiński oscyloskopopodobny „wynałazek” FNIRSI 1014D w dość przystępnej cenie 500–600 zł. Ciekaw jestem Pańskiej opinii na temat jego przydatności.

Pracuję jeszcze na pół etatu jako elektronik, ale zajmuję się stosunkowo prostymi zagadnieniami, jak analiza prostych uszkodzeń w typowych systemach mikroprocesorowych i cyfrowych. Jednakże elektronika jest moim zawodem, hobby i „miłością” od ponad 50 lat i lubię troszkę „pobawić się” różnymi układami na procesorach AVR i ESP. Z poważaniem
Wojciech

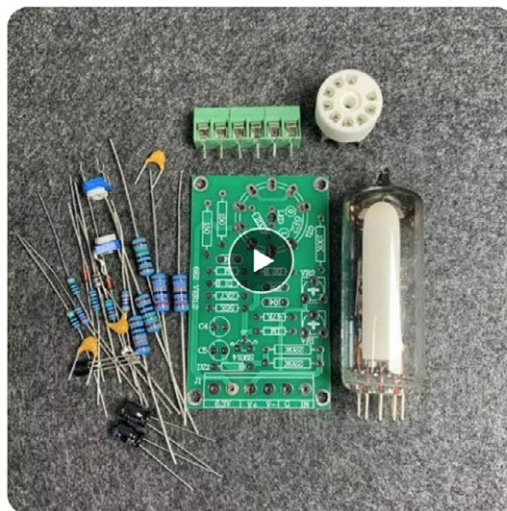
Odpisałem, że u osób, które zajmują się tylko niskonapięciowymi układami cyfrowymi, taki przyrząd powinien zdać egzamin. Główną wadą takich tanich zabawek jest bowiem mała odporność wejścia na zbyt wysokie napięcie, w tym napięcie sieci 230 V.

Nie miałem go jeszcze w ręku (mam inny, „słabszy” FNIRSI), nie wiem więc, jakie właściwości mają obwody synchronizacji – wyzwalania. Tego nie da się szybko sprawdzić, to wyjdzie „w praniu”, ale dopiero podczas dłuższego wykorzystania. Kwestie synchronizacji „trudniejszych przebiegów” są w praktyce bardzo ważne. To jest więc jedyna niewiadoma. Reszta przy niewygórowanych oczekiwaniach względem taniego sprzętu powinna się sprawdzić.

Dzień dobry,
znalazłem Pana poprzez YT. Jestem od dziesiątek lat z elektroniką. „Zaprenumeruję” coś na pewno. Mam do Pana pytanie. Czy te „magiczne oko” sprzed lat jest gdzieś u Pana w szufladach? Konkretnie to chociażby płytki. Zwrócił się do mnie młody chłopak z prośbą o zrobienie takiego wskaźnika. Wspólnie – jestem na tak. Może łyknie bakcyła starej elektroniki. Nie mam możliwości wykonania płytki. Zakupię po cenie którą Pan określi. Może być kit. Proszę o odpowiedź.

Serdecznie pozdrawiam
Czytelnik

Czytelnikowi zapewne chodziło o wpis: <https://piotr-gorecki.pl/er019> opisujący projekt sprzed wielu lat. Odpowiedziałem, że z tym starym „magicznym okiem” sprzed wielu lat jest kłopot. Ale dziś można tanio kupić lampy, płytki i całe moduły, np. na Aliexpress. Ja kupiłem: <https://pl.aliexpress.com/item/1005003031977107.html> <https://pl.aliexpress.com/item/1005003695614036.html> jak pokazuje **rysunek 6**, co zaowocowało też artykułem w ZE: **Magiczne oko z lampą 6E2**



24,89zł

Zobowiązanie AliExpress

Wysyłka: 5,88zł

Cena zawiera podatek VAT | Dodatkowe 5% zniżki

3 × 8,30zł bez odsetek

6E2 170-250V wysokiego napięcia magiczne oko Tube wskaźnik poziomu Audio VU Meter zestaw DIY

★★★★★ 5.0 2 Recenzje | 11 sprzedanych



10,99zł

Zobowiązanie AliExpress

Darmowa dostawa

Cena zawiera podatek VAT

3 × 3,67zł bez odsetek

6E2 wzmacniacz zawór elektroniczny wskaźnik rury wymiennic EM84 poprawić dźwięk głośnika

Ali-HomeLiving Store (★4.9 | Sprzedano +4 000)

Rysunek 6

Witam Panie Piotrze,

nazywam się Grzegorz (...) i jestem byłym prunumeratorem EDW i EP. Jestem od lat Pana fanem i posiadam wszystkie Pana książki wydane przez BTC, zarówno w wersji papierowej, jak i dzisiaj najważniejsze dla mnie z uwagi na wzrok PDF (mam 56 lat).

Obejrzałem Pana film o masie na YT i chciałbym zadać Panu kilka pytań z zagadnienia właśnie masy, ponieważ moje wątpliwości zapewne wynikają ze złego, bądź braku zrozumienia tematu.

Zrewersowany schemat zasilacza ATX Neo-TEC w załączeniu PDF i jpg [fragment na **rysunku 7**] i właśnie tam kwestie „szazii” aka PE vel „uziemiaenie” nie pozwalają mi zrozumieć, co się dzieje i dlaczego jest to tak zrobione. Pozwolę sobie zadać Panu 3 pytania i liczyć skrycie na jakieś oświecenie z Pana strony:

1. Lewa strona schematu po stronie 230 V AC jeszcze przed mostkiem prostowniczym:

C27 i C28 mają wyprowadzone wyjście na obudowę – zupełnie nie rozumiem w jakim celu? W szczególności nie rozumiem, albo źle rozumiem, jak miałyby to działać w powiązaniu z bezpiecznikiem F1 PO JEGO PRZEPALENIU, ponieważ wg mnie po przepaleniu bezpiecznika prąd przemienny w pełnym zakresie zostanie podłączony do obudowy poprzez kondensator C27!!! (???) Przecież to zgroza i narażanie życia!

2. C5 i C14 tworzą dzielnik napięcia i dla prądu przemiennego tworzą (lepiej lub gorzej) punkt 0 V i jest to wyprowadzone na obudowę – moje wątpliwości dotyczą tego, co by się stało po przepaleniu C14 i wg mnie znów pełne napięcie przez kondensator C5 zostałoby przesłane na obudowę, co nazwałbym śmiertelnym zagrożeniem – więc moje rozumienie jest takie – czy warto konstruować tak niebezpieczne obwody?

3. **JAK UPALIĆ SOBIE OSCYLOSKOP?** Ze zdziwieniem obejrzałem filmy, że nie mogą ot tak sobie przełączać przebiegów oscyloskopem z takiego zasilacza ATX – ponieważ wywołał przebieg prądu przez PE, gdyż masa oscyloskopu i sond (BNC) jest uziemiona i nierozważna próba pomiaru na takim ATX wywoła pełne zwarcie z masą sondy pomiarowej, która może mi eksplodować w ręce nie wspominając o uszkodzeniu oscyloskopu.

O ile w jakimś stopniu to zaczynam rozumieć, o tyle moje rozważania dotyczą takiej opcji:

Mój blok był budowany w latach 70. i cała instalacja elektryczna w mieszkaniu jest bez jakiegokolwiek uziemienia – czy wobec tego mogę uznać w takim przypadku mój oscyloskop za „pływający” i spokojnie mierzyć przebiegi na ATX, lub oglądać sinusoidę w gniazdku przez sondę 1:100 – CZY NADAL JEST TO PRZEPIS NA ZRUJNOWANIE OSCYLOSKOPU?

Pozdrawiam
Grzegorz

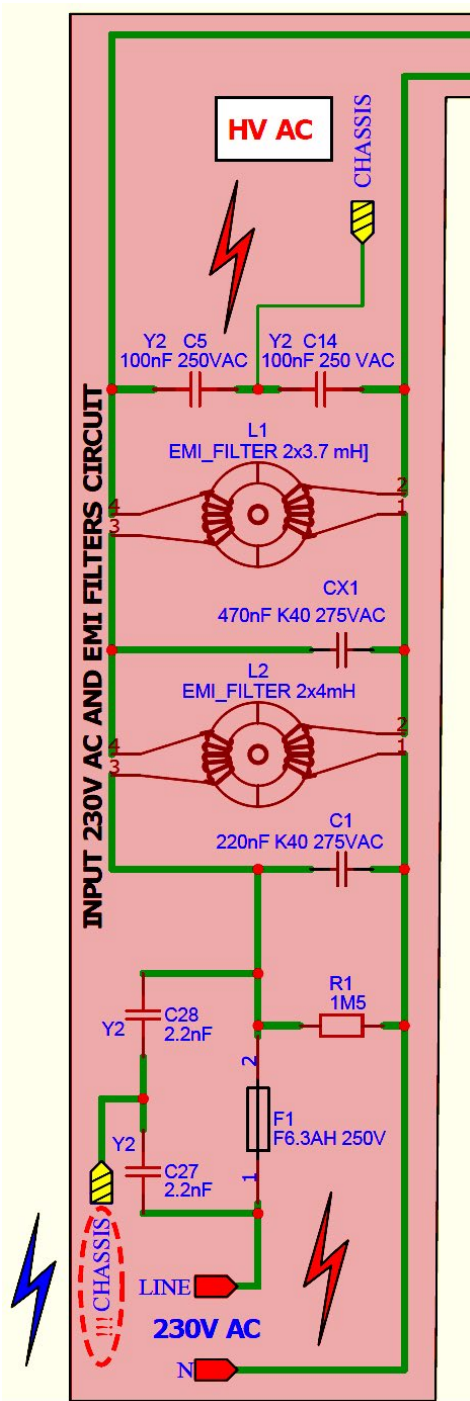
Temat jest interesujący i oczywiście szeroki. Odpisałem krótko: przede wszystkim proszę policzyć, jakie reaktancje X_c mają wymienione kondensatory i jaki prąd popłynie przez nie przy napięciu 230 V 50 Hz.

2. C5, C14 to obwody filtru EMI – to prawidłowe rozwiązanie, w razie zwarcia (bardzo mało prawdopodobne) zadziała różnicówka w instalacji.

1. Dziwne włączenie – podejrzewam błąd na schemacie (C28 prawdopodobnie jest dołączony do N) – wtedy wszystko ma sens – jest to wejściowy obwód filtru EMI. To zapewne kondensatory na 2 kV – przy zwarcu zadziała różnicówka.

3. Nawet gdy we wszystkich gniazdkach nie ma bolca uziemiającego – jest groźnie, bo mogą być inne punkty uziemienia (wodociąg, instalacja c.o.). A jeśli bolce są, i jeśli są zerowane – też jest problem. Ale to jeszcze szerszy temat.

Zapraszam na swoją stronę: <https://piotr-gorecki.pl>, gdzie jest szereg artykułów o sieciach 230 V oraz oczywiście do Patronite: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>



Rysunek 7

Jeden z moich Patronów napisał:
*Dzień dobry,
jaki jest koszt nabycia płytki do testowania op-ampów? Pozdrawiam*

Wojciech

Odpowiedziałem, że dopisuję to zgłoszenie do listy chętnych i mam nadzieję że wystarczy, bo pierwszeństwo mają Patroni z najwyższych progów. Niedawno otrzymałem taką informację:

*Dzień dobry,
Panie Piotrze, dziękuję za przesyłkę – płytki dotarły. Aż dwie – czy celowo, czy przez pomyłkę?
Bardzo dziękuję, cieszę się, wiem że moje wsparcie jest skromne. Będzie można pobawić się i potestować wzmacniacze.
Mam Pana książkę o wzmacniaczach, fajne kompendium, będzie można do niego wrócić. (...)*

Pozdrawiam serdecznie

Wojciech

Akurat z płytkami do testowania wzmacniaczy operacyjnych było dużo lepiej (zamówiłem ich dużo więcej), niż z płytkami uniwersalnego stanowiska lampowego, którymi nie mogłem obdarować wszystkich chętnych. Jak pisałem wcześniej, kwestia dostępności płytek z ZE nie jest jeszcze rozwiązana.

W mojej skrzynce pojawił się e-mail od osoby, która nie jest moim Patronem:

*Dzień dobry,
czy jak postawię kawę za 10 zł, mogę już otrzymać numer (...) [wstępną wersję następnego numeru]?
Pozdrawiam*

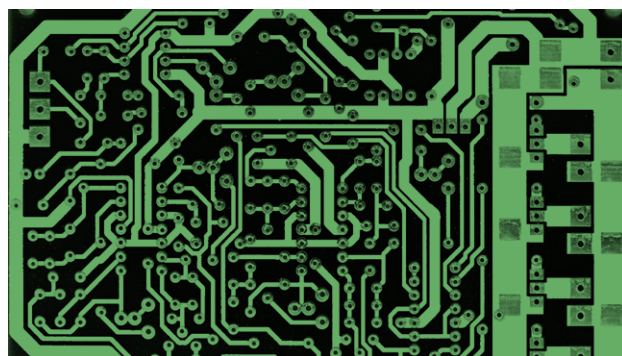
Robert

Odpowiedziałem, że nie przewiduję takiej możliwości. Moim źródłem utrzymania są stałe wpłaty Patronów z Patronite, a nie „stawiane kawy”, głównie za wcześniejsze numery ZE, które są drobnym dodatkiem. Dlatego moi Patroni muszą mieć i mają większe przywileje, bo są moimi chlebobdawcami.

Z tego względu pełny plik ze wstępną wersją następnego numeru otrzymują tylko Patroni z progu 20-złotowego i wyższych. Dodatkowo Patroni z progów 50 zł i 100 zł w połowie miesiąca (czyli 2 tygodnie przed publikacją) otrzymują pełną wersję następnego numeru.

W przypadku niektórych moich filmów, które udaje mi się umieścić na YT wcześniej, przed oficjalnym udostępnieniem, Patroni otrzymują o tym informację i link do takiego, niepublicznego jeszcze filmu.

Rozwiązania Łamigłówek Sierpień 2024

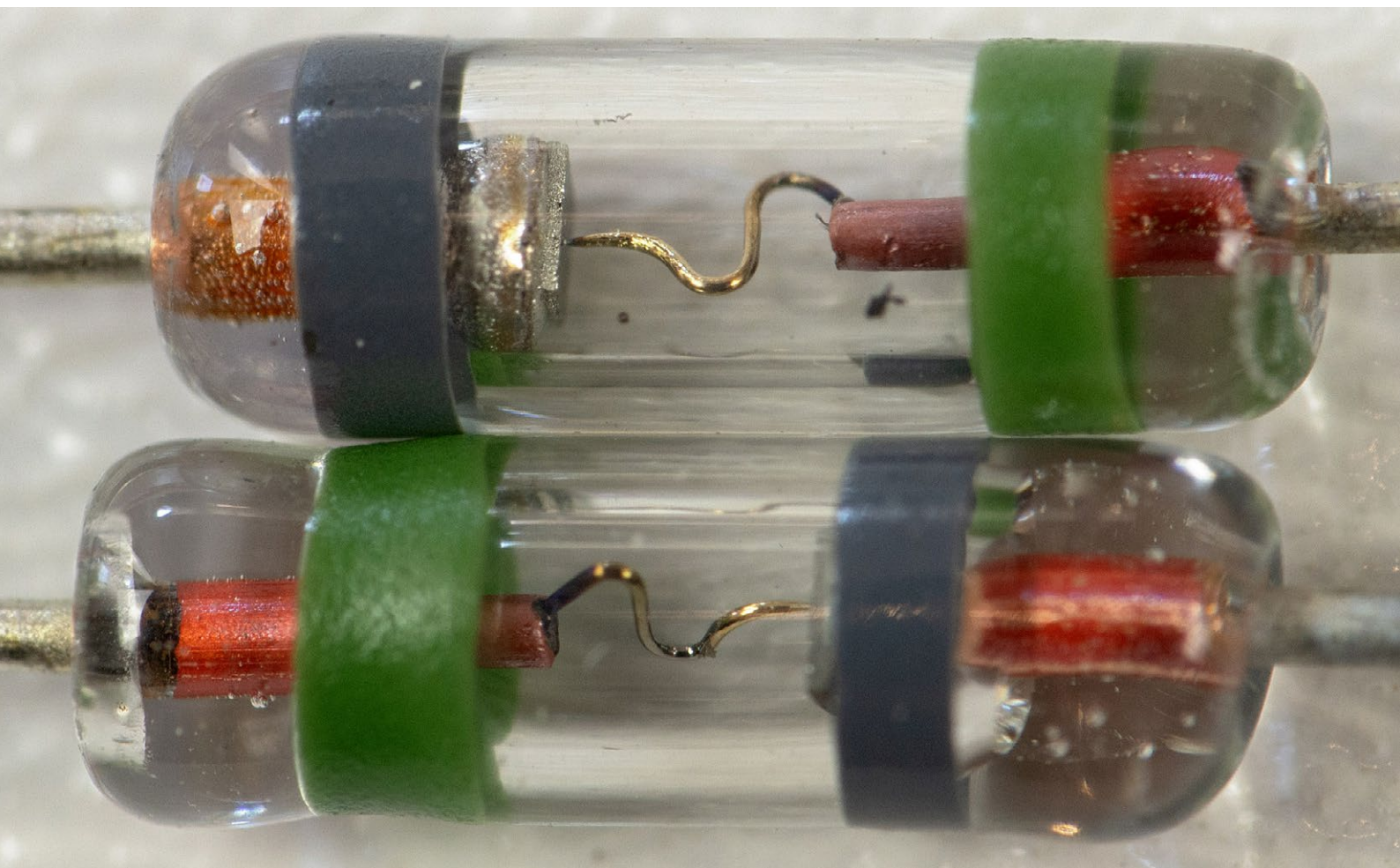


Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze sierpniowym (8/2024). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów czy upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Co to jest? 2408
Rozwiązanie – Zagadka 2408

Rozwiązanie – Jakiś komentarz? 2408
Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2408

Rozwiązanie – Co to jest? 2408



W sierpniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *Na fotografii pokazane są dwa egzemplarze pewnego elementu. Pytanie konkursowe*

*brzmi: **Co to jest? Do czego może dziś służyć?***

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

Dzień dobry,
zdjęcie przedstawia diodę ostrzową. Może mieć zastosowanie w ochronie układów elektronicznych przed przepięciami i nadmiernymi napięciami.

Pozwala na szybkie i efektywne „rozładowanie” nadmiaru energii, chroniąc w ten sposób wrażliwe elementy.



Pozdrawiam
Mirosław Kaszowski

dajnik AM na 225 kHz, jeśli ktoś chce poczuć klimat dawnych lat i mieszka niedaleko Solca Kujawskiego, to może zbudować odbiornik detektorowy z wykorzystaniem takiej diody.

Pozdrawiam
Artur Krawczyk

Dzień dobry,
przesyłam rozwiązanie zagadki. Na zdjęciach przedstawione są diody ostrzowe, najprawdopodobniej germanowe (krzemowe diody ostrzowe były rzadkością). Diody takie były wykorzystywane głównie jako detekcyjne, a nawet dziś czasem używane są w tym celu.

Od strony szarego paska widać wyraźnie miejsce styku ostrego drutu z kryształem półprzewodnika.

Tego typu diody oznaczane były kodem paskowym. Niestety, dioda z szarym i zielonym paskiem nie występowała w żadnym katalogu, do którego mam dostęp. Znalazłem takie oznaczenie jedynie w jednym radzieckim katalogu w Internecie (<https://comprad.narod.ru/Radio/diod.htm>), skąd wynika, że są to diody o oznaczeniu KC522A (KS522 A). Niestety, po wpisaniu tego oznaczenia w wyszukiwarkę internetową, nie mam żadnych wyników dotyczących takiej diody. Pokazują się jedynie prostownicze o takim samym oznaczeniu, ale to zupełnie inne diody.

drunek

Dzień dobry,
jest to germanowa ostrzowa dioda detekcyjna ze złotym ostrzem. Załączam podobny obrazek.

Pozdrawiam
Paweł Pawłowicz

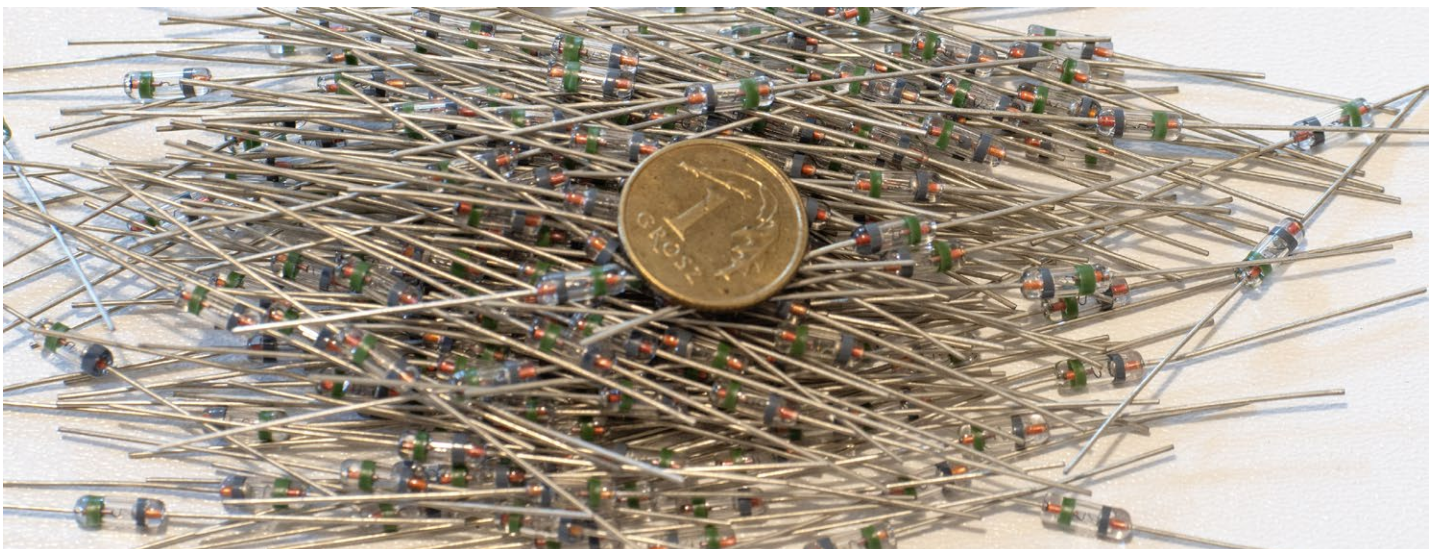
„Co to jest? 2408”

Zdjęcie przedstawia germanową diodę ostrzową. Taka dioda, ze względu na bardzo małą pojemność złącza, nawet dziś może być wykorzystana w układach wysokiej częstotliwości. Zastanawiałbym się też, czy i jak można wykorzystać fakt, że „kolano” jej charakterystyki jest łagodniejsze niż diody krzemowej. Może w przesterach gitarowych, do osiągnięcia łagodniejszego efektu.

Circuit Chaos

Dzień dobry,
na załączonych obrazkach widzimy diodę ostrzową. Dawniej takie diody były używane do demodulacji sygnału zmodulowanego amplitudowo. Dziś taką diodę także można użyć do tego celu. Mamy w Polsce na-

Rzeczywiście, są to stare ostrzowe diody germanowe. Radzieckie D9, ale dokładnej wersji – odmiany – nie sposób ustalić na podstawie powszechnie dostępnych katalogów, bowiem prawdopodobnie jest to jakaś wersja do zastosowań specjalnych. ▢



Rozwiązanie – Zagadka 2408

W sierpniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na rysunku pokazany jest schemat pewnego układu. Pytanie konkursowe jest takie:

Jak działa taki układ?

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

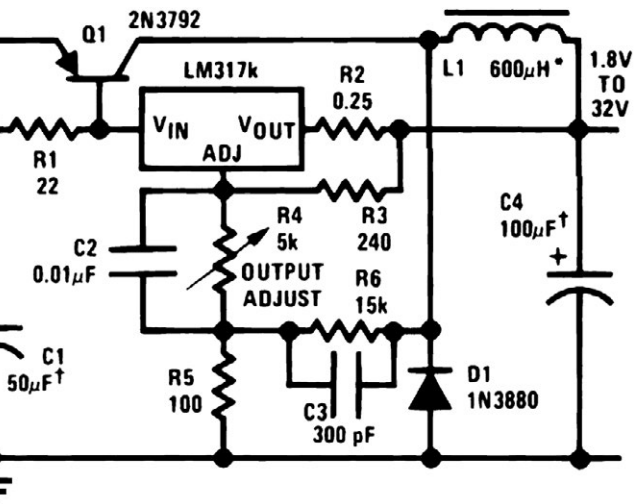
Dobry wieczór,

zamieszczony schemat przedstawia nietypowe zastosowanie LM317 w roli sterownika przetwornicy impulsowej. Schemat pochodzi z karty katalogowej firmy National Semiconductor, zaś dokładny opis działania można znaleźć w dokumencie National Semiconductor AN181 „3-Terminal Regulator Is Adjustable” z 1975r. Do pobrania np. z Elenoty:

<https://www.elenota.pl/datasheet-pdf/88778/National-Semiconductor/AN-181>

Co ciekawe, we współczesnych kartach katalogowych LM317 pochodzących od różnych producentów (w tym Texas Instruments, które przejęło National Semiconductors) takiego schematu nie ma. Może to oznaczać, iż jest to rozwiązanie na miarę swoich czasów (lata 70. ubiegłego wieku), nie zaś na miarę XXI wieku. Moim zdaniem to rozwiązanie należy traktować raczej jako ciekawostkę.

Pozdrawiam
Artur Krawczyk



cewkę L1. Wprowadzenie R6, C3 przekształca obwód regulatora LM317 w obwód oscylatora wysokiej częstotliwości, zmuszając wyjście LM317 do szybkiego włączania/wyłączania ze zmienną częstotliwością, zależną od ustawienia potencjometru R4. Tranzystor Q1 wraz z cewką indukcyjną L1 i diodą D1 tworzy standardowy obwód przetwornicy obniżającej, który jest sterowany impulsowo przez obwód LM317. Regulacja potencjometru R4 zmienia częstotliwość impulsów napięcia na R1, powodując, że Q1 przełącza L1 zgodnie ze zmieniającymi się impulsami. W ten sposób sterowany LM317 powoduje, że pracuje on impulsowo, co skutkuje mniejszymi stratami mocy, co szczególnie ma znaczenie przy większych różnicach napięć $\Delta U = U_{we} - U_{wy}$, dla niskich napięć wyjściowych.

Tadeusz Suszał ✉

Dzień dobry,

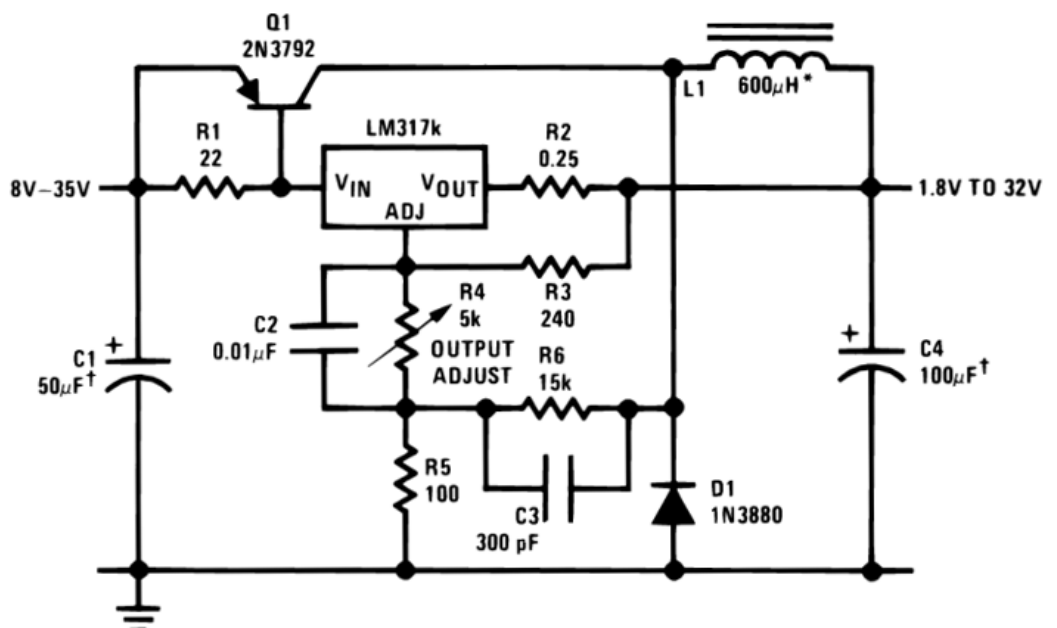
jest to pochodzący ze strony 18 karty katalogowej LM317 National Semiconductor schemat „Low Cost 3 A Switching Regulator”.

Pozdrawiam
Paweł Pawłowicz

ZAGADKA 2408

Jest to układ regulatora napięcia DC. W układzie zastosowano dodatkowo trzy elementy R6, C3 i D1 w stosunku do klasycznego rozwiązania regulatora w oparciu o LM 317. Mamy również dodatkowo

Low Cost 3A Switching Regulator



Rozwiązanie – Jakiś komentarz? 2408



W sierpniu postawione zostało następujące pytanie konkursowe: **Czy masz może jakiś komentarz do zamieszczonej fotografii?**

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

*Dzień dobry,
tego typu szczypce nie nadają się do przecinania monet :)*

Pozdrawiam

„Jakiś komentarz? 2408”

Na zdjęciu widzimy obcinaczki z miękkiej stali, użyte (przynajmniej w prawej części) do cięcia drutu, który był dla nich zdecydowanie za twarde – choć niech pierwszy rzuci obcinaczkami ten, kto nigdy nie ciął trochę za grubego drutu tym, co miał akurat pod ręką...

Zastanawia mnie tylko wgłębienie w lewej górnej części (dużo większe niż w lewej dolnej) – ciężko mi uwierzyć, że cięcie nawet bardzo grubego i twardego drutu pod kątem mogło spowodować aż takie uszkodzenie. Prędzej te cążki by pękły. Więc może to korozja chemiczna? Albo ktoś próbował ciąć śrubę (ale wtedy też wgłębienie wyglądałoby inaczej, tu ostrze jest nienaruszone)? Może więc trzymał cążkami coś, co było wiercone? Ciekawie to wygląda, i ciekawi mnie źródło tego uszkodzenia.

Circuit Chaos

*Dzień dobry,
ciąłem 230!*

*Pozdrawiam
Paweł Pawłowicz*

piotr-gorecki.pl/K2408R

Dzień dobry,

ktos ciął tymi szczypcami przewody pod napięciem. Czy zrobił źle i coś mu groziło? Zapewne tak, ponieważ jak znam życie były to przewody pod napięciem 230 V, a te szczypce ewidentnie nie mają właściwej dla takiego napięcia izolacji. Natomiast ogólnie rzecz biorąc, nie trzeba wysokiego napięcia aby powstały takie dziury w szczypcach, równie dobrze mogło to być napięcie względnie bezpieczne (kilkadziesiąt V) ale źródło miało wysoką wydajność prądową. Nie mniej jednak, zawsze należy unikać odcinania przewodów będących pod jakimkolwiek napięciem. Dobra praktyka nakazuje upewnić się, że napięcie zostało odłączone zanim rozpoczniemy prace.

*Pozdrawiam
Artur Krawczyk*

Tak, to jest przykład uszkodzenia bardzo dobrych i dość drogiej szwedzkich szczypiec powstałego podczas omyłkowego przecinania nimi przewodu będącego pod napięciem 230 V. Bezpiecznik, a właściwie wyłącznik nadprądowy zadziałał, ale szczypiec nie da się niestety odratować. ▣



Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2408

W sierpniu postawione zostało następujące zadanie: *Nad tą kwestią mało kto się zastanawia. Ale warto o tym pomyśleć. W multimetrach w obwodzie (mili) amperomierza umieszczony jest bezpiecznik topikowy. Chcielibyśmy, żeby spadek napięcia na amperomierzu był jak najmniejszy. Czy można zaniedbać obecność bezpiecznika? Jaki może być spadek napięcia na bezpiecznikach topikowych?*

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

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

Dzień dobry,

to trzeba po prostu zmierzyć [fotografia poniżej]. Wyniki pomiarów bezpieczników do mierników, oczywiście metodą czteroprzewodową, są następujące:

- Aneng 200 mA 140 mΩ (napięcie przy 200 mA 28 mV),
 - Aneng 20 A 7 mΩ (napięcie przy 10 A 70 mV),
 - Sanwa 670 mA 882 mΩ (napięcie przy 200 mA 176 mV),
 - Siba 670 mA 517 mΩ (napięcie przy 200 mA 103 mV),
 - Siba 12,5 A 8 mΩ (napięcie przy 10 mA 80 mV),
 - Metex 2 A 74 mΩ (napięcie przy 200 mA 148 mV),
- (Metex ma tylko jeden bezpiecznik).

Nieco zaskakujące. Trudno jednak bezpośrednio porównywać bez wiedzy o szybkości działania. Wszystkie są oznaczone jako F.

Pozdrawiam

Paweł Pawłowicz

Jak odpowiesz? 2408

Nie można zaniedbać obecności bezpiecznika w obwodzie amperomierza. Jest on niezbędny, gdyż zapewnia, że w przypadku przepływu prądu przekraczającego bezpieczną wartość, obwód zostanie przerwany, chroniąc tym samym zarówno miernik, jak i mierzony obwód. W multimetrach są stosowane bezpieczniki rurkowe ceramiczne, różniące się nie tylko wartością prądu, ale i konstrukcją, co przekłada się na wartość rezystancji bezpiecznika. Dwa bezpieczniki o tej samej wartości prądu a różnej konstrukcji będą miały inną rezystancję. Jako przykład niech posłużą multimetry

AOS02, UT61E, AN870, gdzie w każdym z tych mierników są zastosowane innego typu bezpieczniki, różniące się wymiarami i rezystancją.

Spadek napięcia na bezpieczniku topikowym zależy od takich czynników jak:

- Rezystancja bezpiecznika. Każdy bezpiecznik ma pewną rezystancję wewnętrzną, która powoduje spadek napięcia podczas przepływu prądu. Rezystancja ta jest zazwyczaj bardzo mała, ale niezerowa.

- Prąd przepływający przez bezpiecznik. Spadek napięcia na bezpieczniku jest proporcjonalny do prądu płynącego przez niego (...) ($V = I \times R$).

Przykładowo, rezystancja bezpiecznika topikowego może wynosić od ułamków oma do kilku omów, w zależności od jego konstrukcji i przeznaczenia. Przy małych prądach rzędu miliamperów, spadek napięcia na bezpieczniku będzie zazwyczaj bardzo niewielki, często w zakresie miliwoltów. Przy większych prądach, np. kilku amperach, spadek napięcia może wynosić od kilku do kilkadziesiąt miliwoltów.

Aby obliczyć spadek napięcia na bezpieczniku w przypadku dwóch różnych zakresów (200 mA i 10 A), musimy znać rezystancję bezpieczników dla tych zakresów. Wartości rezystancji dla bezpieczników:

- Bezpiecznik 200 mA: rezystancja = 1 Ω,

- Bezpiecznik 10 A: rezystancja = 0,01 Ω.

Zakres 200 mA z bezpiecznikiem 200 mA

$$V_{200} = I \times R_{200} = 0,2 \text{ A} \times 1 \Omega = 0,2 \text{ V} = 200 \text{ mV}.$$

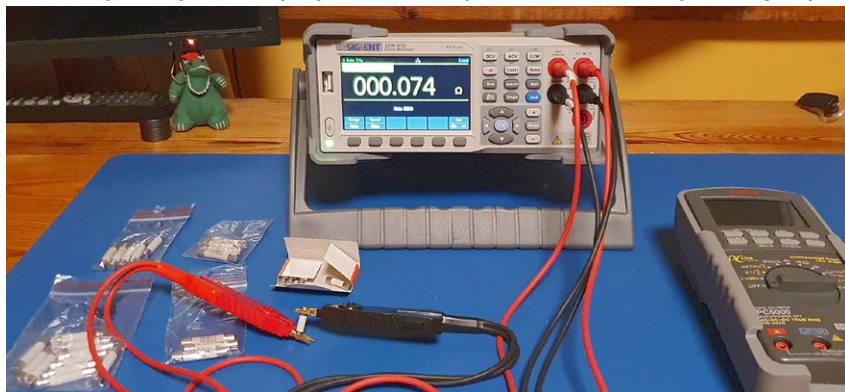
Zakres 10 A z bezpiecznikiem 10 A $V_{10} = I \times R_{10} = 10 \text{ A} \times 0,01 \Omega = 0,1 \text{ V} = 100 \text{ mV}.$

Oba spadki napięcia są stosunkowo małe, ale dla dokładnych pomiarów mogą mieć znaczenie, szczególnie w przypadku mniejszych prądów, gdzie spadek napięcia stanowi większy procent wartości mierzonego napięcia. W praktyce większość nowoczesnych multimetrów uwzględnia spadek napięcia na bezpieczniku automatycznie, co oznacza, że użytkownik nie musi dokonywać dodatkowych obliczeń. Niemniej jednak, w bardzo precyzyjnych pomiarach lub przy użyciu starszych urządzeń może być konieczne uwzględnienie tego spadku napięcia.

Tadeusz Suszał

„Jak odpowiesz? 2408”

Spadek napięcia na bezpieczniku topikowym – oraz jego złącza (stykowym) – może być znaczny, w porównaniu ze spadkiem napięcia na boczniku pomiarowym. Przypomniał mi się cykl artykułów o bezpiecznikach topikowych, opublikowany przez Pana w 1995 r. w EP. W drugiej części cyklu była tabelka



z rezystancją niektórych wkładek topikowych i ich prądem znamionowym: <https://ep.com.pl/files/7053.pdf> Wynika z tego, że np. dla wkładki 500 mA możemy liczyć się ze spadkiem rzędu nawet jednego wolta. Zaskakująco dużo!

Czy możemy ten spadek zaniedbać? Zależy od zastosowania. Na pewno podczas pomiaru możemy go „obejść” (i zapewne multimetry tak robią), stosując podłączenie Kelvina bezpośrednio na boczniku. Miernik zmierzy wtedy rzeczywisty prąd, płynący w układzie z tym miernikiem, ale pozostaje pytanie, czy ten prąd bez włączonego miernika byłby taki sam. Czasem tak, czasem nie. Natomiast w praktyce nie spotkałem się z sytuacją, w której spadek na samym bezpieczniku byłby za wysoki (choć spotkałem się z sytuacją, w której spadek na najniższym zakresie miliamperomierza był za wysoki do poprawnego działania układu i musiałem mierzyć prąd na wyższym zakresie).

Circuit Chaos

Aby odpowiedzieć na postawione pytania należy zacząć od analizy budowy jakiegoś miernika. Weźmy dla przykładu popularny niegdyś (a może i dziś?) miernik M830B, który nadal można kupić za kwotę poniżej 20 zł. W tym mierniku bezpiecznikiem chronione są tylko zakresy pomiaru prądu do 200 mA, zakres pomiarowy 10 A nie jest chroniony.

Dla zakresów pomiarowych do 200 mA bezpiecznik ma nominalną 200 mA, zaś boczni pomiarowe mają rezystancje 1 om dla 200 mA, 10 omów dla 20 mA, 100 omów dla 2 mA i 1 k dla zakresu 200 uA. Dla zakresu pomiarowego 10 A bocznik ma rezystancję 10 miliomów, wprawdzie nie jest on chroniony, ale możemy założyć, że mógłby być (w innych miernikach jest) i byłby to bezpiecznik o nominalnie 10 A. Znając wartości rezystancji boczników, wystarczy zestawzić to z danymi katalogowymi jakiegoś bezpiecznika.

Ja posłużę się danymi bezpieczników 20 mm firmy Littelfuse (w załączniku). Według danych zawartych w karcie katalogowej, bezpiecznik o nominalnie 200 mA ma rezystancję „na zimno” 3,35 oma i maksymalny spadek napięcia przy prądzie nominalnym równy 3,5 V, co oznacza, że po rozgrzaniu rezystancja bezpiecznika wzrasta do 17,5 oma. Z kolei bezpiecznik o nominalnie 10 A „na zimno” ma rezystancję 7,9 milioma, zaś maksymalny spadek napięcia przy prądzie nominalnym równy 200 mV, co oznacza, że jego rezystancja może wzrosnąć do 20 miliomów.

Na dobrą sprawę nie musimy się zagłębiać w szczegóły i sprawdzać, o ile wzro-

śnie rezystancja po nagraniu, wystarczy bowiem spojrzeć na wartości rezystancji „na zimno” i porównać je z rezystancjami boczników. Widać od razu, że dla zakresu 200 mA rezystancja bezpiecznika jest wyższa niż bocznika, dla 20 mA stanowi ok. 1/3 rezystancji bocznika, zaś dla zakresu 10 A byłaby porównywalna.

Takie rezystancje rzecz jasna nie są pomijalne, jednak jako użytkownicy mierników nie bardzo mamy na to wpływ, po prostu trzeba mieć świadomość, że tak jest. Należy pamiętać także, że rezystancja samego bezpiecznika to nie wszystko, dochodzi nam przecież rezystancja styku bezpiecznik-oprawka, rezystancja styków w gniazdach pomiarowych, przewodów czy wreszcie rezystancja samych ścieżek na płytce. Trzy ostatnie mają szczególne znaczenie przy zakresie pomiarowym 10 A, ponieważ łącznie mogą się okazać kilka rzędów wielkości wyższe niż rezystancja samego bocznika.

Dopiero dla najniższych zakresów pomiarowych 2 mA i 200 uA rezystancję bezpiecznika i wszystkie dodatkowe możemy zaniedbać, ponieważ rezystancja bocznika jest znacznie wyższa (szczególnie dla 200 uA).

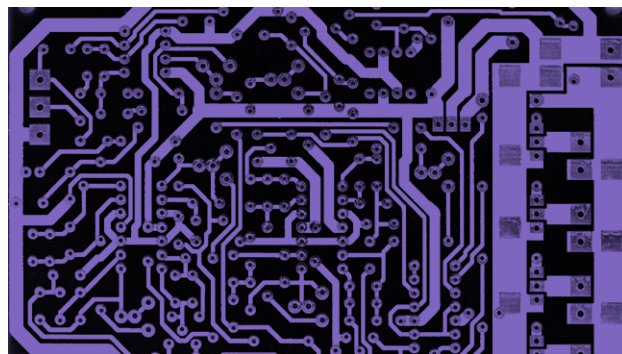
Pozdrawiam
Artur Krawczyk ✉

216 Series, 5x20 mm, Fast-Acting Fuse



Amp Code	Amp Rating (A)	Voltage Rating (V)	Interrupting Rating*	Nominal Cold Resistance (Ohms)	Nominal Melting I ² t (A ² sec)	Maximum Voltage Drop at Rated Current (mV)	Maximum Power Dissipation at 1.5I _n (W)
0.050	0.05	250	1500A@ 250Vac	15.9000	0.00019	10000	1.6
0.063	0.063	250		10.4500	0.00079	8800	1.6
0.080	0.08	250		7.8850	0.00084	7600	1.6
0.100	0.1	250		5.7925	0.00450	7000	1.6
0.125	0.125	250		3.6750	0.00546	5000	1.6
0.160	0.16	250		5.3490	0.00326	4300	1.6
0.200	0.2	250		3.3500	0.00439	3500	1.6
0.250	0.25	250		2.3500	0.01350	2800	2.5
0.315	0.315	250		1.8500	0.02320	2500	2.5
0.500	0.5	250		0.8660	0.16500	1800	2.5
0.630	0.63	250		0.4650	0.05940	1500	2.5
0.800	0.8	250		0.2950	0.14600	1200	2.5
001.0	1	250		0.2370	0.18000	1000	2.5
1.25	1.25	250		0.1530	0.48000	800	4
01.6	1.6	250		0.1112	1.00500	600	4
002.0	2	250		0.0764	1.87000	500	4
02.5	2.5	250		0.0584	3.67200	400	4
3.15	3.15	250		0.0368	6.70000	350	4
004.0	4	250		0.0247	14.99500	300	4
005.0	5	250		0.0183	27.46000	250	4
06.3	6.3	250	0.0137	56.43000	200	4	
008.0	8	250	0.0123	64.31500	200	4	
010.0	10	250	0.0079	154.34000	200	4	
12.5	12.5	250	0.0057	175.00000	200	N/A**	
016.	16	250	750A@ 250Vac	0.0040	462.50000	200	N/A**

Łamigłówki elektroniczne październik 2024



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

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

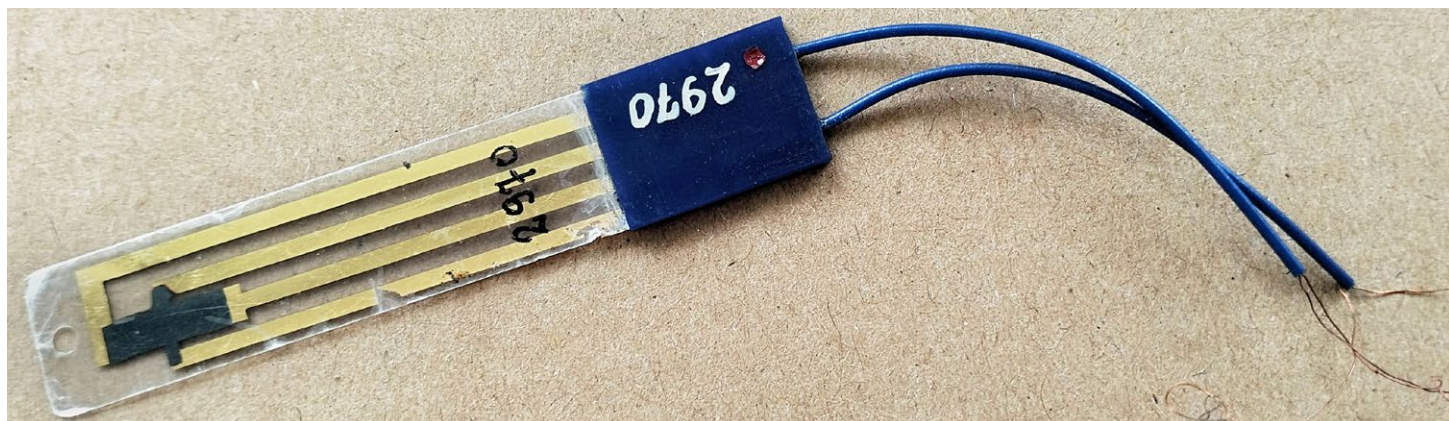
Co to jest? 2410
Co to za element? 2410

Do czego służy? 2410
Jak to działa? 2410

Co to jest? 2410

Na fotografii poniżej pokazany jest pewien element elektroniczny. Standardowe pytanie brzmi:

Co to jest za element?
Do czego służy lub raczej do czego służył?



Autorem tego zadania konkursowego jest **Piotr Rudziński z Gdańska**. Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca października 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

Co to za element? 2410

Na fotografii obok pokazany jest pewien niemłody, ale bardzo interesujący element elektroniczny. Zagadka jest taka:

Jaki typ elementu został przedstawiony na zdjęciu? Jaką rolę mógł pełnić?

Dla ułatwienia: jego długość to 5 mm.



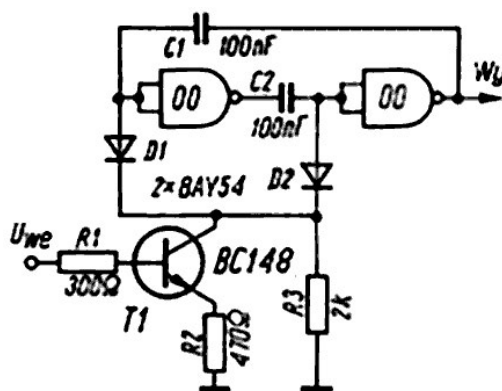
Autorem tego zadania konkursowego jest **Piotr Rudziński z Gdańska**

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

Do czego to służy? 2410

Na rysunku przedstawiony jest prosty układ z dwiema, dawniej bardzo popularnymi, bramkami. Pytanie brzmi:

Do czego mógł służyć taki układ?



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

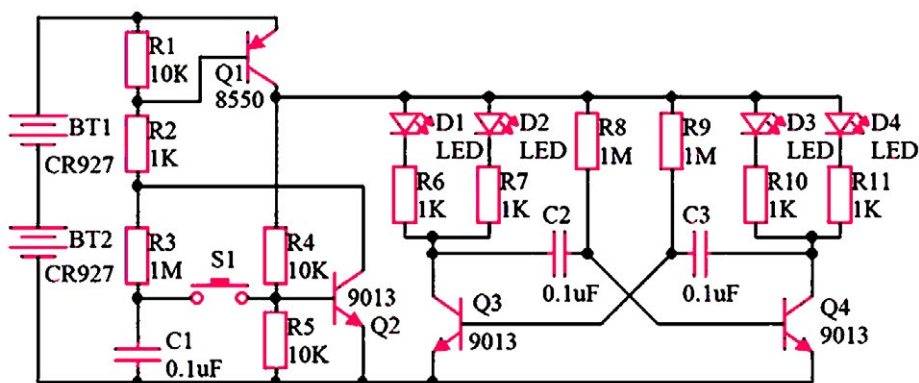
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca października 2024 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

Jak to działa? 2410

Na rysunku pokazany jest prosty schemat z czterema tranzystorami bipolarnymi.

Pytanie konkursowe brzmi:

Jak działa taki układ?



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

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

modyfikacja fotografii: Martin Falbisoner CC BY-SA 4.0



Radiowa Ośła Łączka

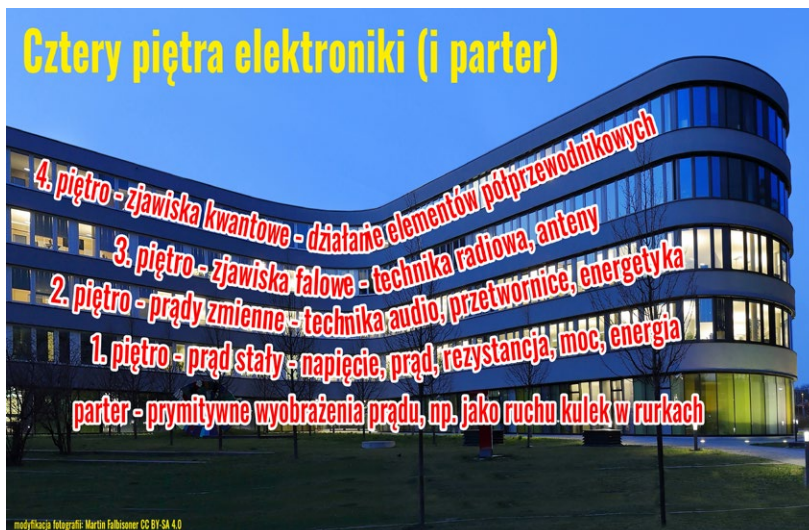
Film [A009](#) i poniższy artykuł rozpoczyna zapowiadany od lat cykl dotyczący podstaw techniki radiowej. Pokazuje, dlaczego przygotowania trwały tak długo. Trzeba bowiem nie tylko przedstawić w przystępny sposób trudne zagadnienia radiowe, ale najpierw wyprostować rozmaite fałszywe wyobrażenia.

[Na którym jesteś piętrze?](#)
[A gdzie technika cyfrowa?](#)

[„Nie tak szybko pod tę górę!”](#)
[Czy warto uczyć się teorii? Edison i Tesla](#)

Powyższa **ilustracja tytułowa** sygnalizuje kluczowy problem, jaki napotykają osoby, które chcą zrozumieć technikę radiową.

Otóż elektronika okazuje się przede wszystkim dziedziną niesamowicie obszerną, którą trudno „ogarnąć w całości”. W trakcie procesu edukacji zaczynamy od tego, co (na pozór) najłatwiejsze, a następnie próbujemy stopniowo poznawać kwestie trudniejsze, co można porównać do wchodzenia na kolejne piętra pięciokondygnacyjnego gmachu elektroniki – **rysunek 1**. Problem w tym, że dla mnóstwa osób technika radiowa wydaje się być oderwana od fundamentów elektroniki i niejako zawieszona w powietrzu.



modyfikacja fotografii: Martin Falbisoner CC BY-SA 4.0

Rysunek 1

Na którym jesteś piętrze?

Na początek podkreślę, że można naprawiać, budować, a nawet projektować prostsze układy i urządzenia elektroniczne, mając bardzo mało wiedzy o elektronice. I jest mnóstwo osób, które mają skromną wiedzę teoretyczną, a mimo to słusznie nazywane są dobrymi elektronikami. Elektronikami praktykami. To zupełnie odrębny temat i nie o nich tu mówimy.

W tym artykule mówimy o osobach, które chcą zrozumieć, dlaczego w elektronice jest tak, a nie inaczej, skąd to się bierze i z czego wynika. Mówimy o osobach, które chcą pogłębiać swoją wiedzę i swoje zrozumienie elektroniki. A w szczególności o tych, które chcą zrozumieć i może też lepiej wykorzystywać tajemniczą technikę radiową.

Ja zajmuję się popularyzacją elektroniki od kilkadziesiąt lat. Dopiero teraz podejmuję bardzo trudną próbę. Otóż **spróbuję w możliwie przystępny sposób pokazać, że wbrew wyobrażeniom wielu osób, technika radiowa wcale „nie wisi w powietrzu”, tylko jest spójną częścią jednolitego gmachu elektroniki**, który jest przede wszystkim potężny, obszerny, a wcale nie tak trudny do poznania, jak się wydaje.

Jednak **trzeba dobrze zacząć, żeby dostrzec harmonię tego potężnego gmachu elektroniki**, budowanego mozolnie od ponad 200 lat. A nie jest to łatwe z uwagi na zawiłą historię oraz powszechne fałszywe wyobrażenia dotyczące elektryczności i elektroniki.

Elektryczność i elektronikę badamy od ponad dwustu lat, a od prawie dwustu wykorzystujemy w praktyce (pierwszym praktycznym wykorzystaniem był telegraf). Z powodzeniem wykorzystujemy w praktyce, ale postęp w tej kwestii jest możliwy dlatego, że coraz lepiej tę elektryczność i elektronikę rozumiemy. Ale nadal nie rozumiemy do końca!

Problem w tym, że czym bardziej naukowcy wnikają w fizyczne zasady elektryczności (elektromagnetyzmu) i elektroniki, tym dziwniejsze i trudniejsze się to okazuje.

Praktyczne wykorzystanie elementów elektronicznych generalnie jest bardzo łatwe, ale zasady fizyki rządzące zachowaniem tych elementów nadal nie są do końca poznane. Od ponad stu lat rozwija się fizyka kwantowa, której jednym z fundamentów są zjawiska elektryczne, a ściślej elektromagnetyczne.

Elektryczność widziana „od strony fizyki kwantowej” okazuje się tak dziwna i niezrozumiała, że tylko garstka osób ma wystarczające zdolności umysłowe, żeby w to wnikać. I to jest **4. piętro** elektroniki

elektrodynamiki kwantowej) i najnowszych odkryć po prostu okazują się zbyt trudne – nie do ogarnięcia.

Mało tego, dla większości osób zainteresowanych elektrycznością i elektroniką niezrozumiałe są ustalenia sprzed 160 lat, dokonane przez niejakiego Maxwella na bazie jeszcze starszych odkryć Ampera i Faradaya. Nawet studenci elektroniki mają duży kłopot ze zrozumieniem przestarzałej już dziś, niekompletnej teorii Maxwella. To jest **3. piętro – rysunek 3**.

Nikt nie ma kłopotu ze zrozumieniem analogii prądu elektrycznego rozumianego jako ruch kulek w rurce (szeregu piłeczek pingpongowych czy tenisowych w rurce odpowiedniej średnicy). To jest nie piętro, tylko **parter elektroniki – rysunek 4**.



Rysunek 2

modyfikacja fotografii: Martin Fabianer CC BY-SA 4.0



Rysunek 3

modyfikacja fotografii: Martin Fabianer CC BY-SA 4.0



parter - prymitywne wyobrażenia prądu, np. jako ruchu kulek w rurkach

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

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



Diliff CC BY-SA 3.0

Prąd płynie w przewodach, a jak przepływa energia?

Poniższy artykuł pokazuje w zarysie, dlaczego naukę tak obszernej i trudnej dziedziny jak elektronika warto zaczynać NIE od prądu, napięcia i prawa Ohma, tylko od energii, w szczególności od dwóch sposobów przekazywania energii elektrycznej na odległość: bezprzewodowego i przewodowego.

[Co to jest energia?](#)

[Przemiany różnych form energii](#)

[Przekazywanie energii na odległość](#)

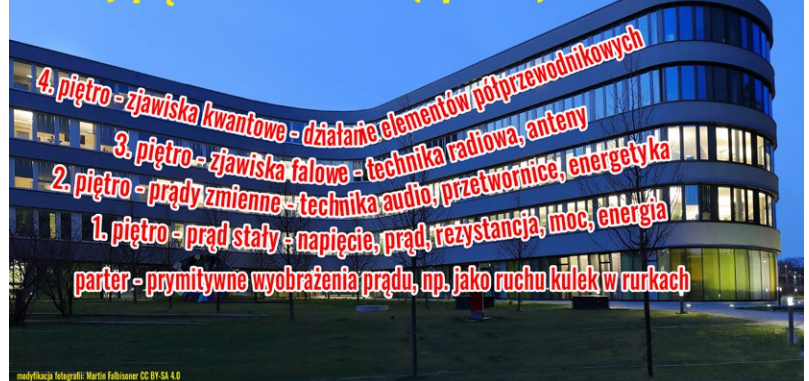
[Loomis i Tesla: przewodowo lub bezprzewodowo](#)

[Przewodowo, a może jednak bezprzewodowo?](#)

[Przeptyw prądu czy przepływ energii?](#)

W filmie **B010** opowiedziałem o pięciokondygnacyjnym gmachu elektroniki (**rysunek 1**) i zasygnalizowałem kłopoty związane z wchodzeniem na kolejne piętra. W oddzielnym cyklu kilku artykułów spróbuję pokazać, w jakie pułapki wpada dziś większość uczniów, co związane jest właśnie z prawem Ohma i pokrewnymi fałszywymi wyobrażeniami. Natomiast w poniższym artykule i w następnych wykażę, dlaczego rozpoczęcie nauki od energii pozwala dużo łatwiej wspinać się na kolejne piętra elektroniki, a także łatwiej zrozumieć kwestie radiowe.

Cztery piętra elektroniki (i parter)



modyfikacja fotografii: Martin Fabianer CC BY SA 4.0

Rysunek 1



Fotografia 2

Moim zadaniem jest wytłumaczenie zjawisk, powiedzmy radiowych, ale nie można od razu wskoczyć na 3. piętro. Trzeba jednak zacząć od przypomnienia podstaw. **Ale uwaga – poniższy artykuł przeznaczony jest dla osób, które już mają jakąś wiedzę o elektryczności i elektronice.**

Natomiast elementarne podstawy, zupełnie od zera, w sposób zrozumiały także dla dzieci i młodzieży, mogę omówić w oddzielnej serii artykułów i filmów o roboczym tytule „Elektronika dla Tymona i Noli”, tak bowiem nazywają się moje wnuczki.

A w poniższym artykule pokażę, od jakich podstaw należałoby moim zdaniem zaczynać naukę elektroniki. Nie od prądu, napięcia i prawa Ohma, tylko od energii. Wtedy o wiele łatwiej jest zrozumieć między innymi także „kwestie radiowe”.

Co to jest energia?

Dokładna definicja energii okazuje się zaskakująco skomplikowana! Badamy te zagadnienia od kilkuset lat i czym więcej wiemy, tym dziwniejsze się to wszystko okazuje.

Dobra wiadomość jest taka, że nie trzeba się wgłębiać we wszystkie szczegóły. Na początku nauki elektroniki wystarczy definicja energii bardzo uproszczona, łatwa, zgodna z intuicją.

W szkole mówi się, że **energia to zdolność do wykonania pracy**. Tak! Ale nie musimy szukać definicji – można też ogólnie powiedzieć, że **energia to zdolność do zmian. Jeżeli następują jakieś zmiany, to mamy do czynienia z energią i jej przemianami.**

A na razie kluczowa informacja: **energia jest tylko jedna, ale ma różne formy, różne postacie.** Bardziej

Co najważniejsze, energia może występować w różnych formach, postaciach i stale mamy do czynienia z przemianami form energii oraz z przekazywaniem energii na odległość. A nas teraz zdecydowanie najbardziej interesuje energia elektryczna, która często zamienia się w inne formy energii, a także uzyskiwana jest z innych form energii. Wszystko to, co dzieje się w naszym Uniwersum to właśnie przemiany form energii.

Przemiany różnych form energii

Spektakularnym przykładem niekontrolowanych przemian energii jest **piorun – wyładowanie atmosferyczne (fotografia 2)**, podczas którego energia elektryczna zamienia się w energię świetlną, energię dźwięku, energię fal elektromagnetycznych, po części też w energię ciepłą i może spowodować pożar, a także zabić ludzi i zwierzęta.

Innym, z życia wziętym, przykładem jest **energia zgromadzona w akumulatorach samochodu elektrycznego**. Zasadniczo jest przez silnik elektryczny zamieniana przede wszystkim w energię mechaniczną, poruszającą pojazd. Ale umożliwia też działanie radia, używanie multimediiów, i (zwykle oszczędnie) wykorzystywana jest też do ogrzewania i klimatyzacji. Szczególnym przypadkiem, o którym dość często słyszymy, są pożary samochodów elektrycznych, gdy energia elektryczna zawarta w akumulatorach w niekontrolowany i widowiskowy sposób zamienia się na ciepło.

Powszechnie mamy do czynienia z **instalacjami fotowoltaicznymi**, które energię promieniowania elektromagnetycznego, świetlnego, zamieniają na

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

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

applications and ratings

Part Designation	Power Rating @ 40°C	Resistance Range (Ω)		T.C.R. (x10 ⁻⁴ /K)	Maximum Working Voltage	Maximum Overload Voltage	Rated Ambient Temp.	Operating Temp. Range
		K: ±10% E-12	M: ±20% E-6					
HPC1/2	0.5W	10 - 390K	3.3 - 330K	-500 ~ -1300: 3.3Ω≤R<10Ω	200V	400V	+40°C	-40°C to +200°C
HPC1	1.0W			-600 ~ -1500: 10Ω≤R<100Ω	300V	600V		
HPC2	2.0W			-700 ~ -1800: 100Ω≤R<1kΩ	400V	800V		
HPC3	3.0W			-900 ~ -1900: 1kΩ≤R<100kΩ	450V	900V		
HPC4	4.0W			-900 ~ -2000: 100kΩ≤R<200kΩ	500V	1000V		
HPC5	5.0W			-900 ~ -2200: 200kΩ≤R≤390kΩ	550V	1100V		

Rated voltage = √Power Rating X Resistance Value or Max. working voltage, whichever is lower

Performance Characteristics

Parameter	Requirement Δ R ±(% + 0.05Ω)		Test Method	
	Limit	Typical		
Resistance	Within regulated to tolerance	-	Resistance	Measurement voltage
			3.3Ω≤R<10Ω	0.3V
			10Ω≤R<100Ω	1.0V
			100Ω≤R<390kΩ	3.0V
T.C.R	-500~-1300:3.3Ω≤R<10Ω -600~-1500:10Ω≤R<100Ω -700~-1800:100Ω≤R<1kΩ -900~-1900:1kΩ≤R<100kΩ -900~-2000:100kΩ≤R<200kΩ -900~-2200:200kΩ≤R≤390kΩ	-	+25°C/-40°C and +25°C/+125°C	
Voltage Coefficient (Apply for over 1kΩ)	0~-0.2%/V (HPC1/2) 0~-0.1%/V (HPC1) 0~-0.05%/V (HPC2,3,4,5)	-	Rated voltage and rated voltage x 10%	
Overload	2%	0.4%	Rated voltage x 2.5 or maximum overload voltage for 5s, whichever less	

Prawo Ohma prawdziwe „w stałej temperaturze”?

Oto drugi artykuł z serii dotyczącej fundamentalnych podstaw elektroniki. W poprzednim artykule zatytułowanym Czy prawo Ohma jest prawdziwe? przedstawiłem wyniki doświadczeń przeprowadzonych według wskazówek z pewnego podręcznika. Oto dalsze informacje na ten temat, dotyczące nie tylko temperatury.

Co wynika z prawa Ohma?

Prawo Ohma i wpływ temperatury

TCR – cieplny współczynnik rezystancji

PCR – współczynnik mocy

VCR – napięciowy współczynnik rezystancji

Podsumowanie

W poprzednim filmie (A010) i poprzednim artykule (A010) zajmowaliśmy się prawem Ohma. Przeprowadziłem pomiary zgodnie ze wskazówkami podanymi w pewnym szkolnym podręczniku. Dla wielu osób wyniki pomiarów okazały się ogromnym zaskoczeniem. Panuje bowiem powszechne przekonanie, że prawo Ohma to fundament całej elektroniki.

Wiele, a może nawet większość osób nadal sądzi, że prawo Ohma jest niejako matematyczne, bezwzględnie ściśle, wynikające z fundamentalnych zasad rządzących naszym światem. A tymczasem wyniki dostęp-

nych dziś dla każdego, prostych pomiarów zakłócają, a wręcz rujną takie wyobrażenie. Ewidentnie też zaprzeczają opisom zamieszczonym w podręczniku, co może wprowadzić w niemałe zakłopotanie nauczycieli, którzy próbowaliby wytłumaczyć uczniom taką niespójność. Wbrew twierdzeniom z podręcznika, żaden z badanych elementów, odbiorników energii (żarówka, metalowe druty, rezystory) nie spełnia prawa Ohma, a przykładem najbardziej rażącym (dosłownie i w przenośni) są żarówka. Jak wybrnąć z problemu niezgodności podręcznika z doświadczeniem?

Tu nie chodzi jedynie o „wybrnięcie z problemu”. Sprawa ma kilka naprawdę bardzo ważnych aspektów. W tym artykule wrócę do wspomnianego wcześniej wpływu temperatury. A w następnych artykułach przedstawię też kilka innych problemów związanych z prawem Ohma.

Co wynika z prawa Ohma?

Przede wszystkim zawsze trzeba pamiętać, że **prawo Ohma mówi o proporcjonalności prądu i napięcia**. A proporcjonalność prądu I i napięcia U świadczy, że rezystancja R jest niezmienna, że ma jakąś ustaloną wartość, niezależną od wartości napięcia i prądu. Tak naprawdę **prawo Ohma mówi, że rezystancja przewodników jest niezmienna**, niezależna od wartości napięcia i prądu.

Jeżeli jednak rezystancja z jakichś powodów się zmienia, a konkretnie, jeżeli zależy od wartości napięcia i prądu, to prawo Ohma nie jest spełnione. I to właśnie okazuje się w praktyce! Dziś wiemy, że **praktycznie żadne materiały w pełni nie spełniają prawa Ohma, bo ich rezystancja nie jest stała**.

A w świadomości, czy może podświadomości wielu z nas, prawo Ohma i związany z nim prosty wzór wydają się idealnie dokładne, „matematycznie ścisłe” jako fundament elektrotechniki i elektroniki.

I między innymi właśnie **przekonanie, że prawo Ohma i prosty wzór wręcz idealnie, „fundamentalnie” opisują rzeczywistość, jest przeszkodą w zrozumieniu trudniejszych aspektów elektroniki, w tym kwestii radiowych**.

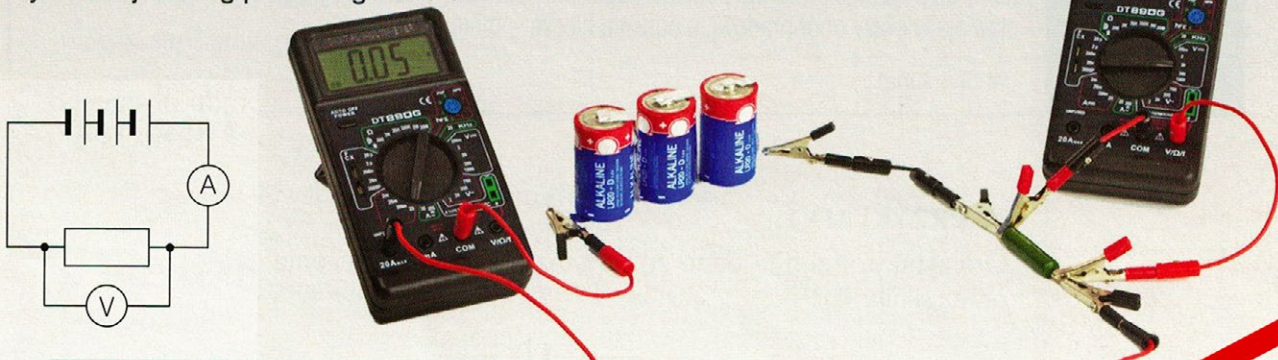
Na razie widzimy jednak głównie problem proporcjonalności napięcia i prądu oraz stałości rezystancji. Nawet proste testy wykazują, że rezystancja nie jest stała! Pod koniec poprzedniego artykułu zasygnalizowałem kwestię wpływu temperatury. Można byłoby bowiem próbować „bronić” prawa Ohma stwierdzając, że chodzi o podręcznik do gimnazjum, gdzie „prawo Ohma podane jest w sposób uproszczony”, bez uwzględnienia wpływu temperatury.

Prawdą jest, że elektronika jest skomplikowana i powinniśmy, a nawet musimy, wykorzystywać rozmaite uproszczenia. Przykładem są idealizowane **modele** elementów, którymi szerzej zajmiemy się oddzielnie i opowiem o nich więcej.

Uproszczenia są potrzebne! Ale zarówno zbyt wiele uproszczeń, jak i brak świadomości o stosowaniu uproszczeń powodują powstanie i silne zakorzenienie się fałszywych wyobrażeń na temat fundamentów elektroniki. Potem wszystko to mocno przeszkadza, a często nawet uniemożliwia zrozumienie trudniejszych aspektów elektroniki.

Doświadczenie 21 ●●

Zmontuj obwód według schematu z doświadczenia 20, zamiast żarówki używając opornika. Zmieniaj napięcie za pomocą zasilacza lub dołączając kolejne baterie. Obserwuj wskazania amperomierza i woltomierza. Wyniki zanotuj w zeszycie, w tabeli wykonanej według poniższego wzoru.

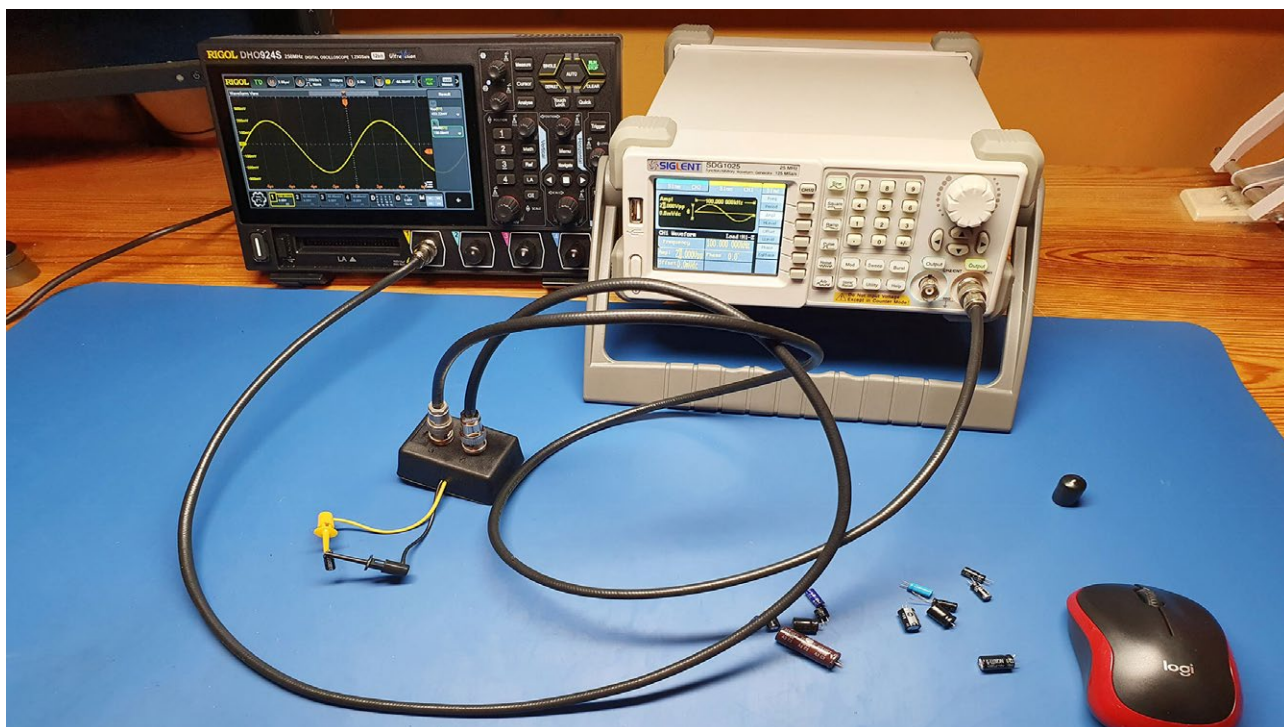


Pomiar	U [V]	I [A]	$\frac{U}{I}$ $\left[\frac{V}{A} \right]$
1.			

Analizując wyniki doświadczenia, z pewnością zauważasz, że natężenie zmienia się wprost proporcjonalnie do napięcia, a rezystancja opornika jest wielkością stałą. Zależność tę odkrył Georg Simon Ohm (czyt. georg zimon om). Nosi ona nazwę **prawa Ohma**.

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

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



Pomiar ESR kondensatorów elektrolitycznych

W artykule przedstawiony jest sposób określania jakości kondensatorów elektrolitycznych za pomocą bardzo prostej przystawki do oscyloskopu

Budowa i działanie

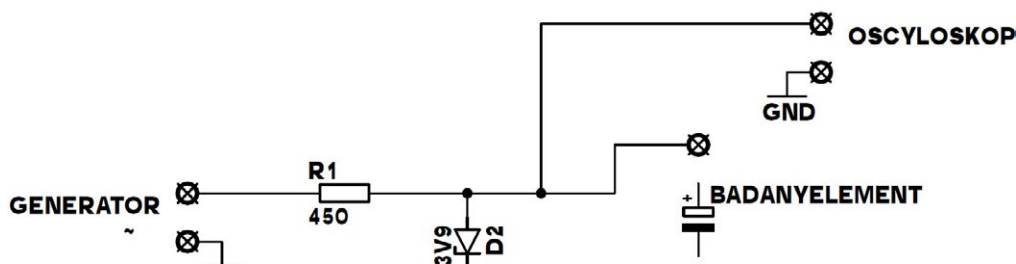
Część praktyczna – pomiary kondensatorów

Wnioski

Budowa i działanie

Przystawka stanowi modyfikację układu opisanego w literaturze [1]. Aby ją zbudować wystarczy para gniazd BNC, para chwytaków pazurkowych, dwie diody Zenera i jeden rezystor. Budowa nie jest krytyczna. Schemat pokazany jest na **rysunku 1**. Przystawkę zamknięto w małej obudowie,

kondensatory elektrolityczne jedynie okazjonalnie, przystawka tego typu może być wystarczająca. Jeśli jednak robimy to często, warto rozważyć zakup dedykowanego miernika.



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

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



Cap Zero

Banalnie prosta konstrukcja do niebanalnych zadań. Narzędzie umożliwiające łatwe i bezpieczne rozładowanie kondensatorów w układach pracujących pod groźnymi napięciami. Na przykład w zasilaczach anodowych układów lampowych, obwodach sieciowych zasilaczy SMPS, falowników itp.

Nacisk na bezpieczeństwo pracy

Podczas serwisowania wszelkich urządzeń, pracujących pod groźnym dla człowieka napięciem (czyli w praktyce warsztatowej od 50 VAC lub 120 VDC wzwyż), zawsze pojawia się problem ładunku zgromadzonego w kondensatorach elektrolitycznych, obecnego niekiedy przez długi czas po odłączeniu zasilania.

Zjawisko jest szczególnie groźne tam, gdzie kondensatory o znacznych pojemnościach pracują pod wysokim napięciem, a więc w zasilaczach anodowych układów lampowych, obwodach sieciowych zasilaczy SMPS, falowników i tym podobnych – ale nie tylko.

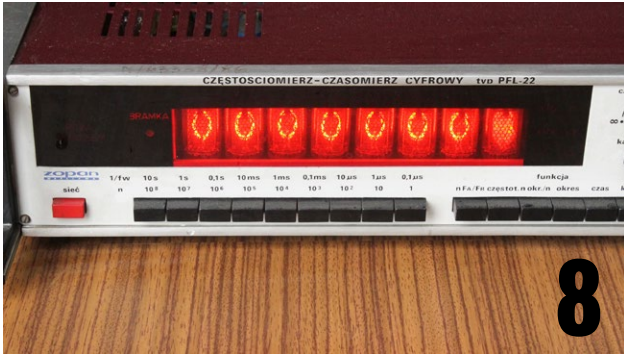
Warto pamiętać, że nawet w obwodach o względnie niskich napięciach, rzędu kilkudziesięciu woltów,

Postępowanie się urządzeniem

na w nich energia jest naprawdę duża. W sytuacji zwarcia konsekwencje mogą być więc tyleż spektakularne, co przykre. Jak długo, po odłączeniu zasilania, w kondensatorach pozostaje niebezpieczny ładunek? Nigdy nie wiemy tego na pewno. Przekonałem się o tym na własnej skórze wiele lat temu, gdy próbowałem naprawić starą lampę błyskową mojego ojca. Sądziłem, że dwa dni (!!!) wystarczą, aby kondensator lampy wyładowczej (ok. 160 μF , 300 V) uległ samorozładowaniu. Źle sądziłem. Poczciwa lampka poszybowała kilka metrów w powietrzu, ulegając trwałym uszkodzeniom mechanicznym, a na moim kciuku pozostało trudno gojące się oparzenie.

Niektóre urządzenia mają wbudowane układy służące szybkiemu rozładowaniu pojemności fil-

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



Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 8

Rozwiązanie zabezpieczenia
Symulacja działania i pomiary

Rzeczywisty układ
Inne rozwiązania

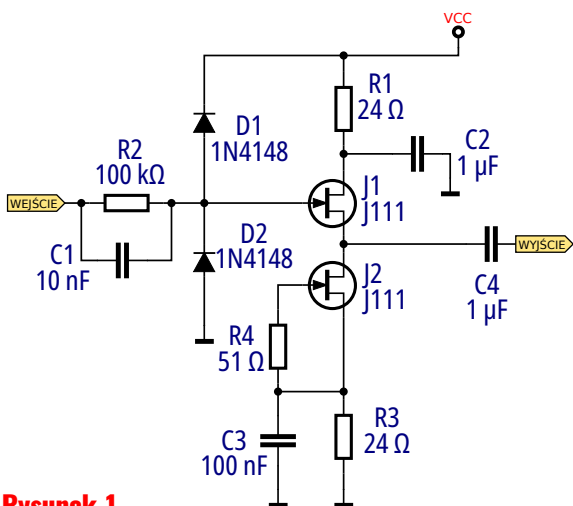
Przeanalizowanych zostało kilka wariantów układowych obwodów wejściowych częstościomierza. Istotnym ich składnikiem są zabezpieczenia przed zbyt dużym sygnałem, który w skrajnym przypadku może nawet doprowadzić do uszkodzenia obwodów wejściowych.

Zabezpieczenie układów wejściowych przed uszkodzeniem jest na tyle istotnym detalem, że zostało ogłoszone zadanie konkursowe dotyczące zabezpieczenia stopnia wejściowego przed zbyt dużym sygnałem wejściowym. Nie dotarły do mnie żadne sugestie ani pomysły, jak można to zrobić, więc moją rolą jest przedstawienie możliwych pomysłów i wariantów rozwiązań. Takie rozwiązanie to nawet już wystąpiło (niejawnie) w poprzednich częściach cyklu, zarówno przy wykorzystaniu linearyzowanych bramek (istotny fragment układu pokazu-

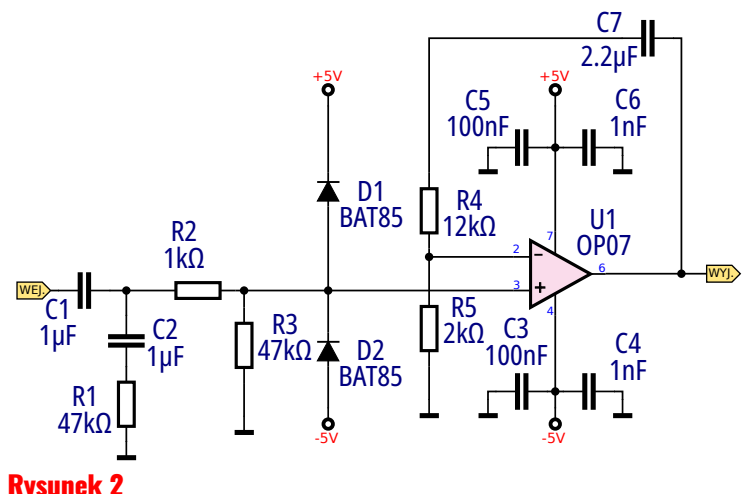
je **rysunek 1**) jak i przy zastosowaniu klasycznych wzmacniaczy operacyjnych (**rysunek 2**, również we fragmencie). Taką funkcję pełnią diody D1 oraz D2 na obu rysunkach.

Rozwiązanie zabezpieczenia

Zauważmy, że diody te są włączone „zaporowo” (rysunki 1 i 2). Przy takim zastosowaniu w „normalnych” warunkach przez diody nie popłynie żaden prąd z zacisków zasilacza. Jak wiadomo, każda dioda w kierunku przewodzenia wykazuje na sobie pewne niewielkie napięcie (około 0,5 V i mniej w zależności od diody).



Rysunek 1



Rysunek 2

Pojawienie się na wejściu zbyt dużego napięcia może doprowadzić do uszkodzenia wzmacniacza operacyjnego. W nocie katalogowej opisującej zastosowany układ można przeczytać, że jest on w stanie wytrzymać całkiem spore napięcie: ± 14 V (**rysunek 3**). Te informacje są prawdziwe jedynie w sytuacji, gdy są spełnione określone dodatkowe warunki. W tej samej nocie katalogowej, w sekcji opisującej maksymalne dopuszczalne warunki pracy, jest informacja,

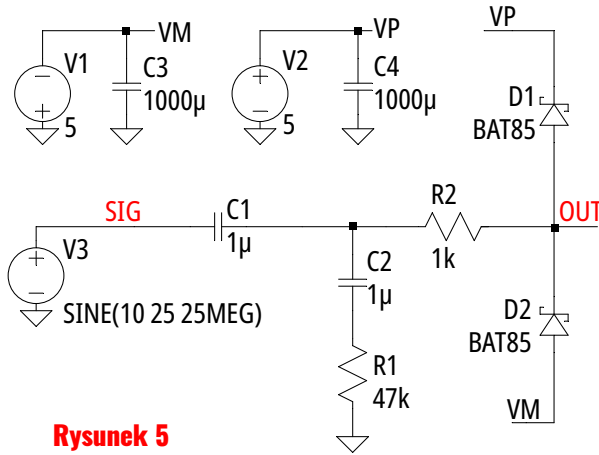
ANALOG DEVICES
Data Sheet
OP07

FEATURES
 Low V_{os} : 75 μ V maximum
 Low V_{os} drift: 1.3 μ V/ $^{\circ}$ C maximum
 Ultrastable vs. time: 1.5 μ V per month maximum
 Low noise: 0.6 μ V p-p maximum
Wide input voltage range: ± 14 V typical
 Wide supply voltage range: ± 3 V to ± 18 V
 125 $^{\circ}$ C temperature-tested dice

PIN CONFIGURATION

Figure 1.

Rysunek 3



Rysunek 5

że napięcie wejściowe nie może przekroczyć napięcia zasilającego (**rysunek 4**). Korzystając z programu do symulacji można sprawdzić zachowanie się układu zabezpieczającego. Prosty obwód przedstawia **rysunek 5**. Zostały tam zastosowane diody BAT85 (diody Schottky). Symulacja działania układu dla małych częstotliwości pokazuje **rysunek 6**, natomiast dla dużych – **rysunek 7**.

OP07

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS
Table 3.

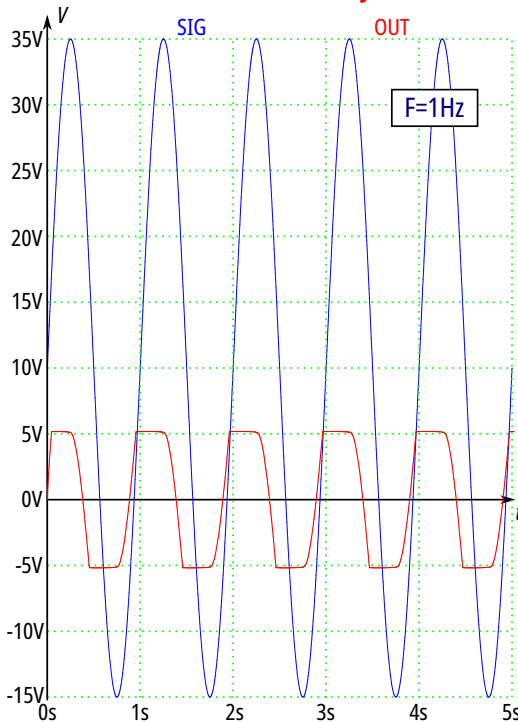
Parameter	Ratings
Supply Voltage (V_s)	± 22 V
Input Voltage ¹	± 22 V
Differential Input Voltage	± 30 V
Output Short-Circuit Duration	Indefinite
Storage Temperature Range	
S and P Packages	-65° C to $+125^{\circ}$ C
Operating Temperature Range	
OP07E	0° C to 70° C
OP07C	-40° C to $+85^{\circ}$ C
Junction Temperature	150° C
Lead Temperature, Soldering (60 sec)	300° C

¹ For supply voltages less than +22 V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

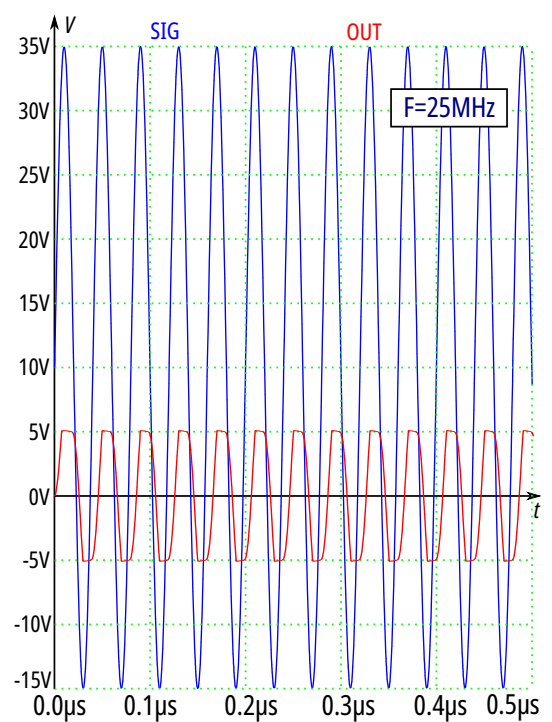
Table 4. Thermal Resistance

Package Type	θ_{JA}
8-Lead PDIP (P-Suffix)	10
8-Lead SOIC_N (S-Suffix)	15

Rysunek 4



Rysunek 6



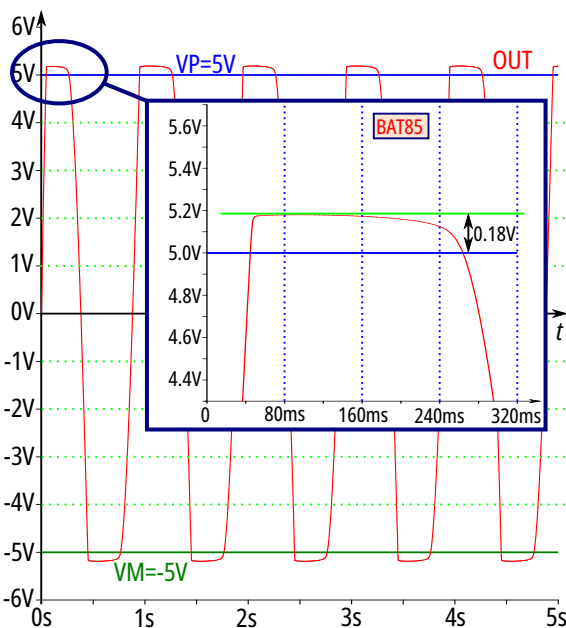
Rysunek 7

Te przebiegi napięcia pokazują dużą skuteczność obwodów zabezpieczających.

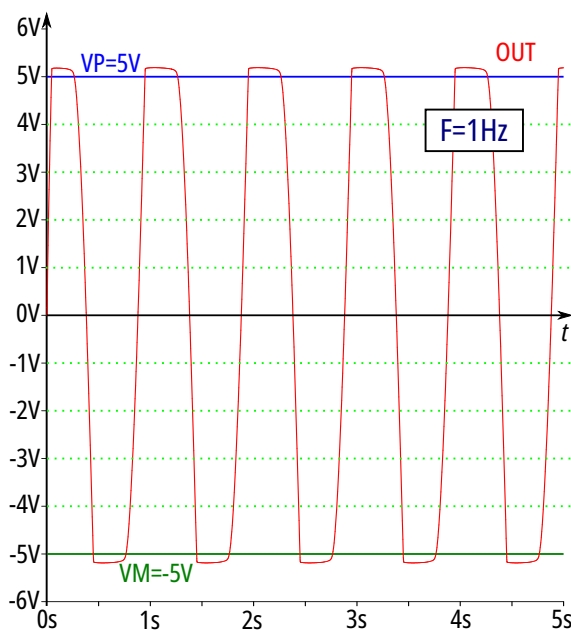
W symulacji jako sygnał wejściowy został użyty taki, który ma wartość stałego offsetu, wynoszącą 10 V oraz amplitudę 25 V. Finalnie napięcie wejściowe będzie się zmieniać w granicach: -15...35 V. Podanie tego sygnału bezpośrednio na wzmacniacz operacyjny doprowadzi do trwałego uszkodzenia go. Podczas normalnej pracy, gdzie napięcie wejściowe po przejściu przez elementy pasywne (R1...R3 oraz C1...C2, rysunek 2) nie przekroczy „progów załączenia” diody, nie przepłynie przez nią prądu (stanowi element izolacyjny). Przekroczenie tego progu prowadzi do włączenia diody w kierunku przewodzenia i „cały nadmiar” zostanie przekazany do zacisku +5 V zasilacza. Klasyczne rozwiązanie układów zasilających zawiera zawsze na wyjściu kondensator o dużej pojemności, który będzie stanowił zwarcie dla sygnałów przemiennych. Podobnie wystąpienie napięcia na wejściu o odpowiednio dużej wartości ujemnej może doprowadzić do włączenia drugiej diody, która „nadmiar” przekaże do zacisku -5 V zasilacza.

Symulacja działania i pomiary

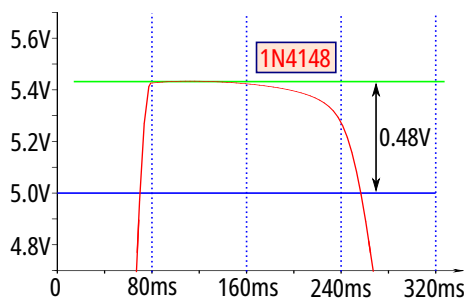
Realizując symulację działania tego układu (rysunek 5) można zaobserwować korelację między sygnałem wyjściowym a napięciami zasilającymi, jak pokazuje **rysunek 8**. Można tu dostrzec, że napięcie sygnału wyjściowego nieznacznie przekracza zasilające (zarówno na



Rysunek 9



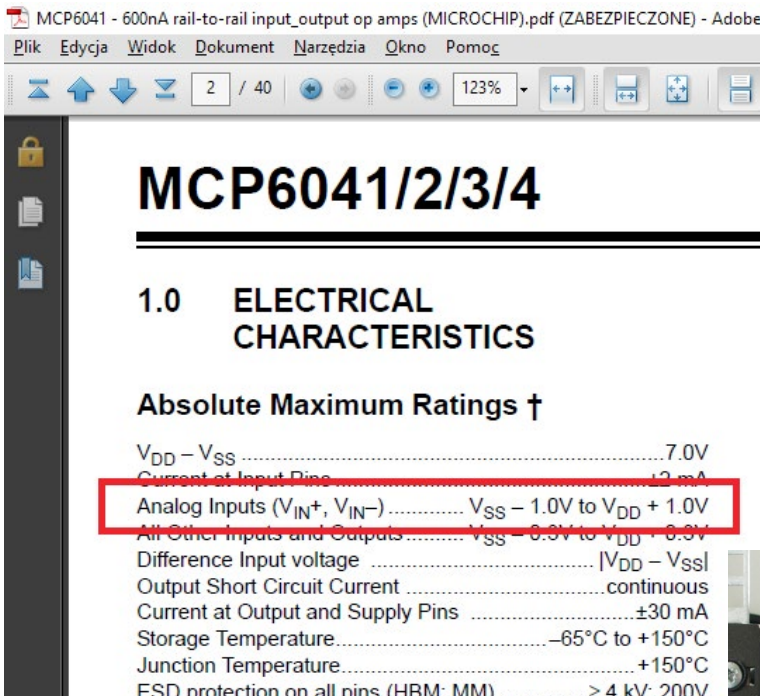
Rysunek 8



Rysunek 10

zacisku dodatnim jak i ujemnym). Wartość tej różnicy jest zależna od zastosowanej diody – **rysunek 9** przedstawia ją dla zastosowanej diody BAT85 (dioda Schottky). Można przeprowadzić identyczną symulację przy zastosowaniu innej, bardzo popularnej diody 1N4148 (normalna dioda krzemowa). Tym razem wartość napięcia na wyjściu bardziej przewyższa napięcie zasilające (**rysunek 10**).

Z tego można wyciągnąć wniosek, że do zabezpieczenia lepiej nadają się diody typu Schottky. Pozwalają one ograniczyć występujące napięcia do wartości bliższych napięć zasilających, niemniej przekraczają o ułamek wolta napięcie zasilające. Istnieje grupa wzmacniaczy operacyjnych, dla których tego typu przekroczenia nie stanowią żadnego zagrożenia. Są to wzmacniacze operacyjne typu R-R (ang. rail to rail) na wejściu (oraz wyjściu). Określenie R-R oznacza, że wzmacniacz może przetwarzać na wejściu sygnały o wartości zbliżonej do napięcia zasilającego (R-R wejściowe). Jest również możliwe uzyskanie na wyjściu sygnałów o napięciu zbliżonym do zasilającego (R-R wyjściowe). Bardzo często te wzmacniacze są przystosowane do zasilania pojedynczym napięciem, a takim przykładem jest MCP6041 (stosowany w poprzedniej części). W jego danych katalogowych można znaleźć informację, że jest w stanie on wytrzymać „bez uszczerbku” na swoich wejściach analogowych

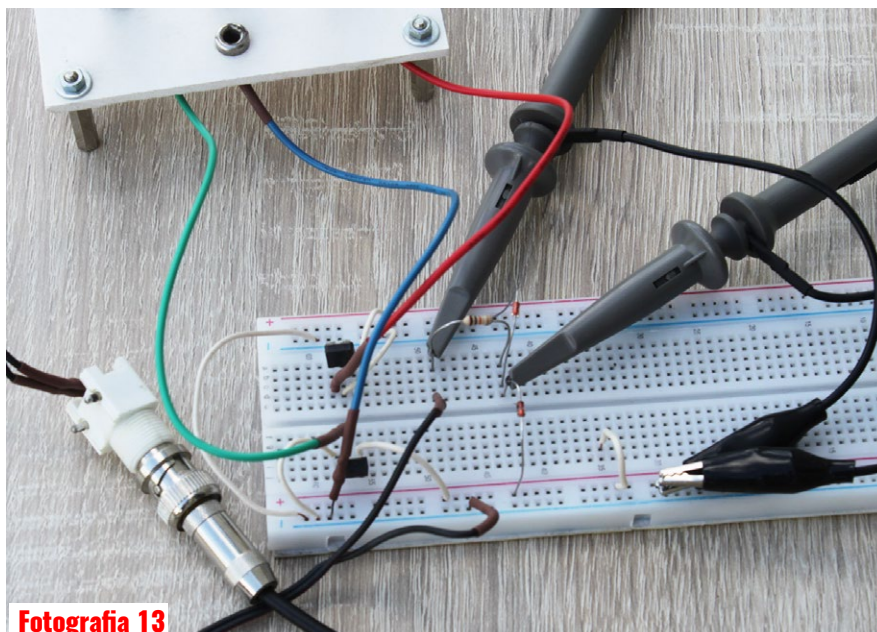


Rysunek 11

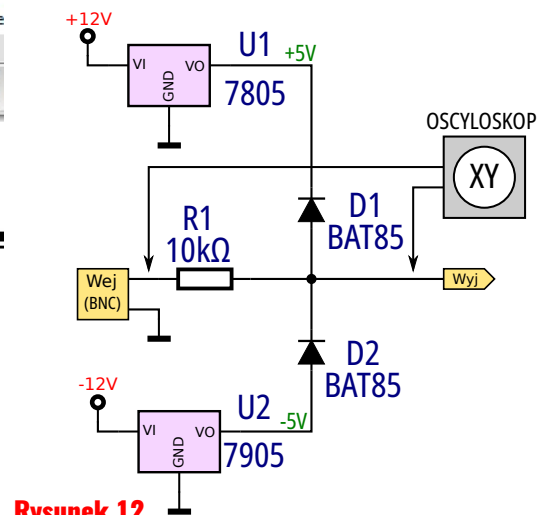
sygnał, którego napięcie przekracza napięcie zasilające nawet o 1 V (rysunek 11).

Rzeczywisty układ

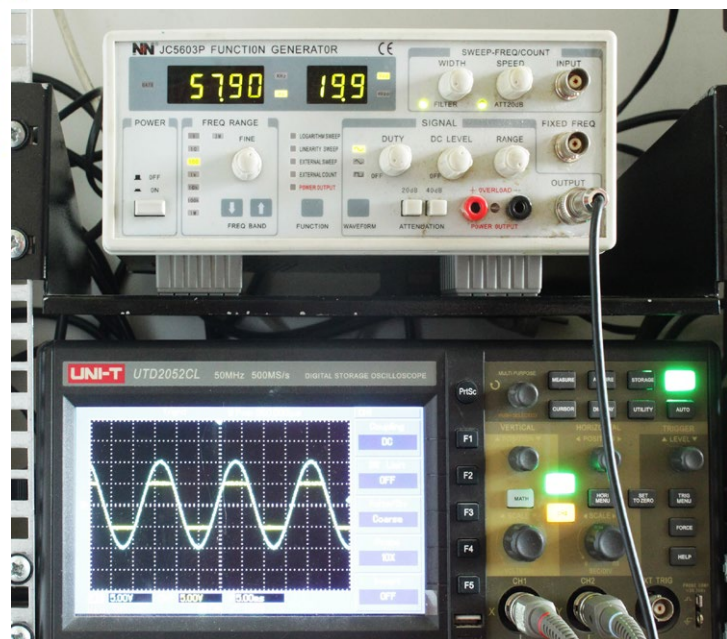
Symulacja to tylko wyidealizowany świat, więc dotarcie do prawdy wymaga zbudowania układu testowego i sprawdzenia jego działania. Aby mieć klarowną postać, pozwalającą na wyciąganie wniosków, postanowiłem zbudować układ bez zbędnych detali, jak pokazuje **rysunek 12**. Zawiera on stabilizatory napięć zasilających oraz przedmiotowe diody wraz z niezbędnym rezystorem (**fotografia 13**). Układ testowy jest „napędzany” generatorem sinusoidalnym o częstotliwości kilkudziesięciu



Fotografia 13



Rysunek 12



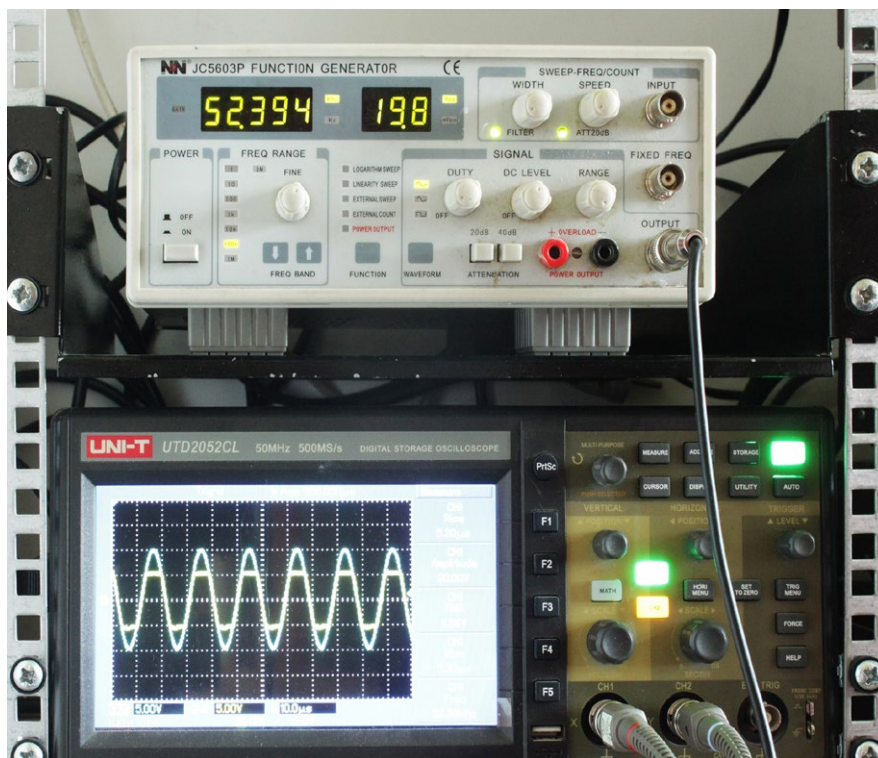
Fotografia 14

Hz i maksymalnej amplitudzie, jaką może wyprodukować generator (**fotografia 14**). Na fotografii widać ustawioną amplitudę około 20 V (jest to napięcie pik-pik), więc amplituda sygnału sinusoidalnego wynosi około 10 V. Potwierdza to oscyloskop (sygnał w kolorze niebieskawym): przy ustawieniach 5 V na działkę, amplituda wynosi dwie działki. Istotne jest, aby jego amplituda była większa od napięcia zasilającego, wynoszącego 5 V. Sygnał wyjściowy jest pokazany we wspólnym układzie współrzędnych na oscyloskopie (w kolorze żółtawym).

Przy przekroczeniu napięcia zasilającego jest on „ucięty”. Jego amplituda wynosi plus/minus jedną działkę. Przy skali 5 V na działkę jest on ograniczony do wartości -5 V do +5 V. Jest to zgodne z wynikami przeprowadzonej symulacji. Zmiana częstotliwości sygnału wejściowego nie wpłynęła na działanie układu zabezpieczającego (**fotografia 15**).

Inne rozwiązania

Będąc w temacie zabezpieczeń warto wspomnieć o innych rozwiązaniach, jak przykładowo elementy TVS (ang. Transient Voltage Suppressor) popularnie zwane transilami. Są to wyspecjalizowane diody zabezpieczające, chroniące wrażliwe elementy elektroniczne przed skutkami przepięć, stosowane często do tłumienia przepięć i impulsów o wysokim napięciu. Powszechnie występują w ochronie interfejsów cyfrowych, przykładowo są stosowane w urządzeniach ethernetowych i telekomunikacyjnych. Transil po przekroczeniu napięcia progowego zaczyna gwałtownie przewodzić. Podstawową jego zaletą jest bardzo krótki czas reakcji – rzędu 1 pikosekundy. Pozwala to na zastosowanie go do ochrony przed wyładowaniami elektrostatycznymi. W stosunku do rozwiązania diodowego opisanego wyżej występuje znacząca różnica w działaniu: transil po-



Fotografia 15

chłania energię w sobie, natomiast układ diodowy przekazuje ją do zasilacza. Takie „bijące iskry” zdarzają się dosyć sporadycznie, natomiast zbyt duży sygnał wejściowy jest zjawiskiem stałym (przykładowo rysunek 6), w związku z czym istnieje obawa, że może nie spełniać stawianych wymagań. Nie oznacza to, że element ten nie jest wart zbadania pod kątem zastosowania w obwodach wejściowych częstotliwościomierza, ale to już w kolejnej części.

Andrzej Pawluczuk
apawluczuk@vp.pl



Wspólnie projektujemy: Potężny amatorski zasilacz

Proponuję, żebyśmy wspólnie „pochylili się” nad tematem, który budzi żywe zainteresowanie wielu elektroników. Chodzi o **zasilacz o dużym prądzie wyjściowym**. Dużym, czyli co najmniej 10 amperów, a może nawet dużo więcej. Jaki jest sens i możliwości budowy takiego zasilacza we własnym zakresie?

Od lat otrzymuję różne pytania, prośby i propozycje, dotyczące **stabilizowanych i regulowanych zasilaczy o dużym i bardzo dużym prądzie wyjściowym** rzędu dziesięciu amperów, a nawet dużo więcej, nawet do 100 amperów. Niektórzy chcieliby mieć potężny zasilacz niejako „dla sportu”, żeby mieć poczucie, że pracownia jest dobrze wyposażona, choćby tylko na wszelki wypadek. Inni mają konkretne potrzeby – zastanawiają się, skąd wziąć źródło zasilania, dostarczające prądu stałego o dużej wartości. Podkreślam, że chodzi o zasilacz stabilizowany, najlepiej o płynnie regulowanym napięciu wyjściowym.

W większości takich przypadków potrzebne jest napięcie rzędu kilkunastu woltów. Wtedy w grę wchodzi zasilacz o mocy rzędu kilkuset watów – przykładowo prąd 30 A i napięcie 15 V dają moc wyjściową 450 W. Taka jest większość potrzeb.

Jednak wielu z nas chciałoby mieć zasilacz o dużym prądzie, ponad 10 A z napięciem wyjściowym regulowanym w szerokich granicach, na przykład od 1 wolta do 30 woltów, a nawet szerszym.

Z doświadczenia wiem, że dość często do różnych testów potrzebne jest źródło energii o dużym prądzie i małym napięciu, poniżej 1 wolta. Wtedy moc jest wprawdzie niewielka, do kilkudziesięciu watów, a jeżeli napięcie wyjściowe ma być tak małe, to ujawniają się dodatkowe problemy. Nieco więcej uwag za chwilę. A na razie idea zadania YK019.

Celem zadania YK019 jest po pierwsze, analiza sytuacji: potrzeb i możliwości. Niektóre oczekiwania i wyobrażenia są nierealne i warto to opisać. Jednak generalnie temat jest aktualny i realny, tylko trudny z kilku powodów. Dlatego po drugie, warto przedstawić koncepcje realizacji dostępne dla amatora.

Zadanie konkursowe YK019 brzmi:

Przeanalizuj sens i możliwości budowy zasilacza o dużym prądzie (>10 A) i ewentualnie zaproponuj koncepcję realizacji takiego zasilacza w warunkach amatorskich.

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

Rozwiązania można **nadsyłać do końca listopada 2024 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania YK019 zająć się tylko analizą i koncepcją realizacji, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości z nadesłanych rozwiązań zostaną omówione w numerze 1/2025 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.

Wnioski z przeprowadzonej analizy mogą być różne. Niektórym młodym, niedoświadczonym elektronikom może przydałoby się „wiadro zimnej wody na głowę”. Nadal bowiem dla wielu elektroników prąd 10 A, 50 A czy 100 A to tylko cyferki na papierze. Przedstawiają oni różne nierealne pomysły, nie mając świadomości, czym naprawdę są prądy rzędu kilkudziesięciu amperów. Dlatego czekam też na rozwiązanie zadania YK019, pokazujące tylko trudności i nierealność niektórych tego rodzaju pomysłów.

Jednak są uzasadnione i realne potrzeby. W warunkach amatorskich można zrealizować sensowny zasilacz o dużym prądzie wyjściowym. Można, i to na kilka sposobów.

Tylko to nie jest łatwe, a wręcz przeciwnie – okazuje się zaskakująco trudne, co potwierdzą ci, którzy takiego zadania się kiedykolwiek podjęli.

Zasygnalizuję teraz tylko jeden problem. Otóż zwykle nie zwracamy uwagi na rezystancję przewodów i styków w obwodach zasilania. A duże prądy ponad 10 A powodują powstanie na tych szkodliwych rezystancjach znaczących spadków napięcia, co też powoduje grzanie tych przewodów i styków.

Problem spadku napięć na przewodach i stykach na pewno staje się poważny przy małych i bardzo małych napięciach wyjściowych. Poważnym kłopotem stają się wtedy też tętnienia i fluktuacje napięcia. Przykładowo tętnienia czy spadki napięcia o wielkości 50 mV występujące w napięciu wyjściowym 10 V to tylko 0,5% napięcia zasilania. Natomiast takie same tętnienia 50 mV w napięciu wyjściowym 0,5 V to aż 10%, co może być nieakceptowalne w wielu zastosowaniach.

Zadanie polegające na zbudowaniu wysokoprądowego zasilacza o szerokim zakresie napięć wyjściowych jest więc trudne, ale realne! Zależnie od postawionych warunków i wymaganych parametrów, można wykorzystać różne koncepcje.

Ale też niektóre koncepcje trzeba odrzucić, jeśli wymagania co do „jakości” napięcia wyjściowego są wyższe. Na przykład idealnym rozwiązaniem, przynajmniej „na pierwszy rzut oka”, wydaje się wykorzystanie przetwornic impulsowych. Wydaje się, że dziś problemu nie ma, bo dostępnych jest też sporo różnych przetwornic impulsowych o prądach większych niż 10 amperów. Tak, tylko większość elektroników wie, że przetwornice impulsowe „strasznie śmiecą”, zwłaszcza te tańsze pracujące bez żadnej obudowy czy ekranu.

Do bardziej precyzyjnych zastosowań tanie przetwornice impulsowe po prostu się nie nadają właśnie z uwagi na „mnóstwo śmieci na wyjściu”. A przy dużych prądach te impulsowe „śmieci” są wręcz nie do opanowania.

Jednak nawet tanie przetwornice mogą dobrze spełnić swoje zadanie, jeśli wymagania na „jakość” napięcia wyjściowego są niskie. Ale nawet wtedy należy kontrolować napięcie na wyjściu nie tylko woltmierzem, pokazującym napięcie uśrednione, ale też oscyloskopem, który pokaże nie tylko „impulsowe śmieci”, ale też dziwne wahania napięcia występujące zwłaszcza przy zmianach poboru prądu.

Samodzielna budowa dobrej, stabilnej przetwornicy wysokoprądowej jest bardzo trudnym wyzwaniem nawet dla doświadczonego konstruktora. Natomiast dostępne na rynku chińskie przetwornice mają różną jakość i bardzo różne właściwości. Niektóre pracują stabilnie, ale w innych występują nieoczekiwane wahania napięcia. To jednak odrębny temat istotny dopiero przy praktycznej realizacji.

Wcześniej trzeba przeanalizować różne koncepcje, które są realnie dostępne dla hobbystów.

I tak na przykład znakomity wydaje się zasilacz sieciowy o odpowiednio dużym prądzie i o napięciu regulowanym w potrzebnych szerokich granicach. Problem w tym, że takiego zasilacza nie sposób kupić w cenie dostępnej dla hobbysty.

Można tanio kupić zasilacze impulsowe o potężnym prądzie, ale o stałym napięciu lub napięciu regulowanym w wąskim zakresie.

Dlatego w grę wchodzi też „analogowy” zasilacz z klasycznym transformatorem i potężnym stabilizatorem liniowym. Można wykorzystać jakiś duży transformator „z odzysku”, np. ze starej spawarki, z jakiegoś złomowanego urządzenia, np. transformator(-y) od kuchenki mikrofalowej z przewiniętym uzwojeniem wtórnym.

A może udałoby się wykorzystać jakąś hybrydę? Podwójną lub potrójną hybrydę składającą się z:

- 1 – jakiegokolwiek źródła niedużego napięcia stałego (akumulatora, nieregulowanego zasilacza klasycznego lub impulsowego)
- 2 – przetwornicy impulsowej o regulowanym napięciu wyjściowym (obniżającej lub podwyższającej).
- 3 – ewentualnego wyjściowego stabilizatora liniowego, którego zadaniem byłoby usunięcie „impulsowych śmieci” i precyzyjne zapewnienie potrzebnej wartości napięcia wyjściowego.

Taka hybryda mogłaby być kompletnym zasilaczem w jednej obudowie. Ale może byłoby to raczej oddzielne „półprodukty”, które w razie potrzeby pozwolą zestawić potrzebny system zasilający zbudowany „z klocków”.

Jak widać, możliwości jest wiele, problemów do rozwiązania też. Niemniej temat jest i interesujący, i jak najbardziej praktyczny, więc do końca listopada 2024 czekam na rozwiązanie zadania YK019.

Piotr Górecki



Najtańszy warsztat elektronika?

Artykuł zawiera interesujące, ale nieco kontrowersyjne opinie jednego z Czytelników, pokazujące jak niskim kosztem można wyposażyć pracownię elektronika. Kontrowersję może wzbudzić fakt, że sprzęt kupowany był w sklepach Aliexpress i że jest to w dużej części sprzęt najtańszy, a więc niewysokiej jakości.

Kryteria wyboru

Mam na imię Jacek, elektronika towarzyszyła mi całe życie, natomiast około 2 lata temu postanowiłem zainwestować kilka PLN w swój miniwarsztacik. Od tamtej pory moim głównym celem stało się bycie coraz lepszym w tej dziedzinie. Robię różne rzeczy, składam kity, uczę się, podejmuję się wszelakich napraw, eksperymentów, itd.

Zobowiązałem się w komentarzu na YT opisać historię budowy swojego amatorskiego warsztaciku (z czego wyszły dwa artykuły w ZE).

Moja lista wyposażenia warsztatu

Żeby nie zanudzać, zacznę od momentu w którym około dwóch lat temu, w wyniku splotu różnych wydarzeń, postanowiłem w końcu na poważnie zabrać się za tę piękną dziedzinę życia, jaką jest elektronika, i uzbroić w końcu w miarę porządnie (jak na amatorskie warunki) swój skromny biurkowy warsztacik. Natomiast nie będąc pewnym, czy z różnych względów nie będę musiał przerwać uprawiania tej pięknej pasji, postanowiłem zaopatrzyć się we wszystkie niezbędne urządzenia warsztatowe.

Kryteria wyboru

Wyposażając mój skromny warsztat, pokazany na **fotografiach 1...4**, miałem na uwadze dwa główne kryteria – urządzenia mają być możliwie jak najtańsze, jednakże prezentujące w miarę niezły poziom jakości, czyli takie, które nie rozpadną się po godzinie użytkowania.

Na przykład mogłem kupić lutownicę za 15 PLN, ale jednak, żeby miało to ręce i nogi, wybrałem stację lutowniczą na groty T12 za 120 PLN z uwagi na dużo szybsze nagrzewanie, dużo dokładniejszą kontrolę temperatury, dużo trwalsze groty, itp.

Kupując lutownicę za 15 PLN możesz się zniechęcić, że nie potrafisz lutować, podczas gdy głównym powodem twoich niepowodzeń będzie tania lutownica, której używasz. To samo multimetr – pomiary nie wychodzą zgodnie z obliczeniami ze wzorów i myślisz, że to twoja wina, bo coś źle robisz. A w rzeczywistości to twój multimetr pokazuje jakiegoś bzdury, zamiast poprawnego wyniku.

Mając na względzie powyższe, po dokładnym „riserczu” postanowiłem zakupić opisane dalej urządzenia. Na poniższej liście kolejność jest losowa. **Jedną gwiazdką oznaczyłem sprzęty, które nie są bezwzględnie konieczne, a dwoma gwiazdkami sprzęty, które uznałem za niezbędne**, bez których w moich zastosowaniach niemożliwym byłoby jakiegokolwiek działanie. Oto moja lista.

Moja lista wyposażenia warsztatu

× Suwmiarka z elektronicznym odczytem; dokładność 0,1 mm – 2,71 PLN.

×× Multitool stalowy (bardzo przydatny, bardzo często korzystam z niego jako z doskonałych precyzyjnych kombinererek, świetne narzędzie) – 6 PLN.

× Wkrętak Bosh ixo (kiedyś znalazłem obok kontenera stary komputer PC, za który jeden z kolegów zaproponował mi 50 PLN, a drugi wymianę za Bosch ixo, pełen komplet; wybrałem Bosch ixo, więc tak naprawdę nie kosztował mnie nic) – 0 PLN.

×× Odsysacze cyny, 3 sztuki



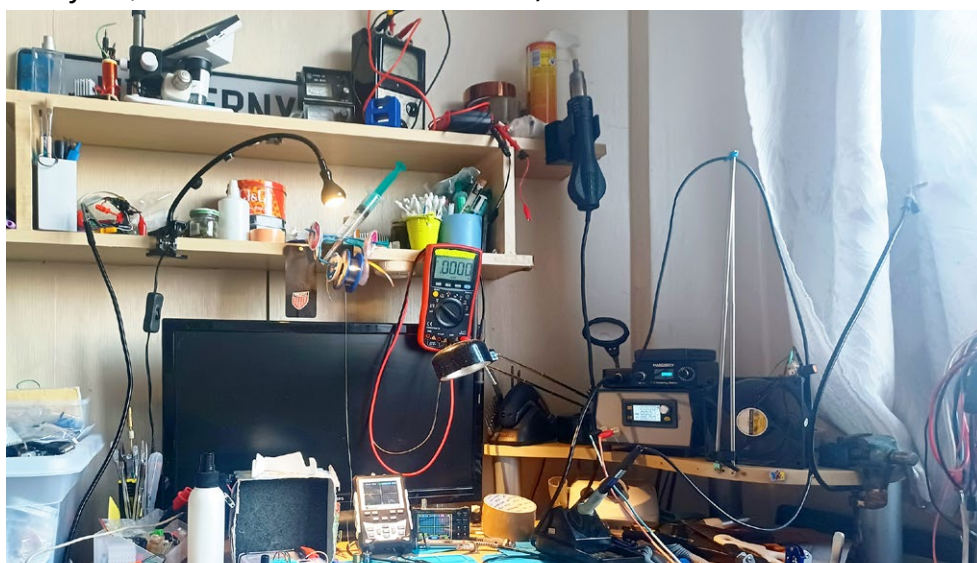
Fotografia 1

szeniu miała mieć 3 mm, przysłano mi 1 mm zwrócono mi pieniądze bez konieczności odsyłania towaru) – 0 PLN.

× Skalpel metalowy + 10 ostrzy (niezbędny przy wielu czynnościach, natomiast tutaj chodziło o sam uchwyt, ostrza polecam dokupić renomowanych producentów, np. Swan Morton, są dużo ostrzejsze, ale trzeba uważać, bo nie każda rączka pasuje do każdego ostrza) – 8,55 PLN.

×× Szczypce boczne małe do cięcia (niezbędne do wszelakich zastosowań) 8,49 PLN.

× Szczypce boczne duże izolowane 1000 V Parkside (przepełacone, bo nabyte w Lidlu, nie są niezbędne; do większości zastosowań wystarczą w zupełności te małe wymienione w poprzednim punkcie, a jako ciekawostkę dodam, że na 25 sztuk będących na sklepie tylko 3 sztuki nadawały się do zakupu, reszta miała strasznie krzywe, nieprzylegające idealnie do siebie ostrza) – 28 PLN.



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

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



Nie zawsze musi być kawior

Nie zawsze musimy mierzyć multymetrem Fluke i lutować Wellerem... Ale z drugiej strony, dlaczego nie?

Moje pierwsze radio
Czasy się zmieniały
Coś, co nie ma sensu

Kawałek drutu, czyli przewody pomiarowe
Wreszcie zakończenie

Moje pierwsze radio

Zbudowałem je, gdy miałem dziesięć lat. Odbierało tylko jedną stację, w dodatku mówili tam w jakimś dziwnym języku z którego nic nie rozumiałem. I grało dość cicho. Ale GRAŁO! Były to lata sześćdziesiąte, siermiężny komunizm. Polska była krajem biednym, oboje moi rodzice byli lekarzami, a wtedy liczył się ROBOTNIK. Biedy nie było, ale w domu się nie przelewało, nie było mnie stać na porządne narzędzia. Do dziś pamiętam, jak chciałem wymienić żaróweczkę w zasilaczu do kolejki Piko. Aby dostać się do wnętrza zasilacza trzeba było odkręcić cztery śruby znajdujące się w głębokich tulejach na spodniej płycie zasilacza. Z trzema nie było pro-

jakoś dziwnie. Zapieczona śruba odzywa się charakterystycznym szczeknięciem gdy puszcza, a później już obraca się gładko. A tu kręciło się trudno i jakoś tak gumowato. Potem nastąpił zgrzytliwy dźwięk i zabawa skończyła się. Wyjąłem śrubokręt (a raczej to, co z niego zostało) i ze zdumieniem zobaczyłem skręcony trzpień i coś w stylu śmigielka na jego końcu. O dziwo śruba nie uległa uszkodzeniu.

Potem nastąpił szereg wydarzeń, po których nabrałem serdecznej niechęci do narzędzi niskiej jakości. Plastikowe rękojeści wkrętaaków rozpadały mi się w rękach, kalecząc dłonie, tępiące się śrubokręty zsuwały się z łbów śrub z podobnym rezultatem... Najgorzej było, gdy pękła rączka kombinerek, nie

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

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



Podstawy automatyki – Prostowniki i inne

Zmierzamy do końca cyklu artykułów opisujących metody regulacji prędkości silników niskiego napięcia. Dziś omówimy dwa ostatnie tematy, z pogranicza automatyki i elektroenergetyki oraz kolejnictwa.

[Cyfłokonwertery](#)

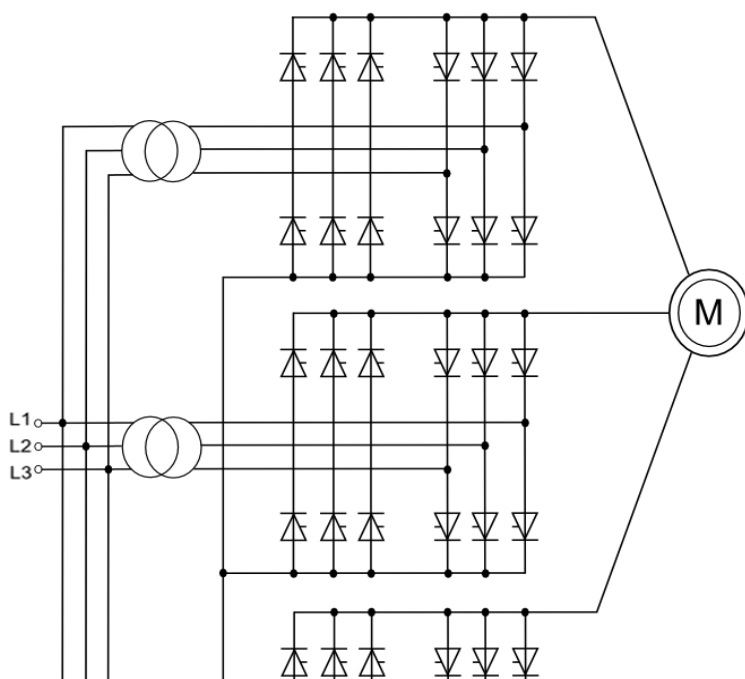
[Podstacje trakcyjne](#)

[Prostowniki trakcyjne](#)

[Przyszłość napędów w kolejnictwie](#)

Cyfłokonwertery

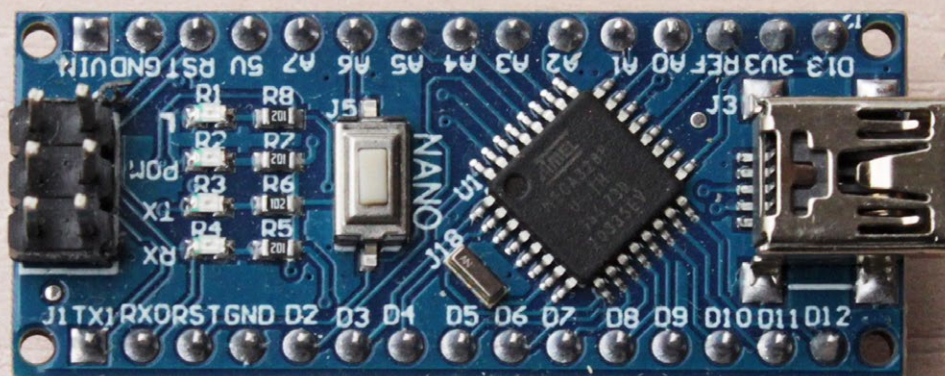
W poprzednich odcinkach omówiliśmy urządzenia do zmiany częstotliwości napięcia zasilającego – przetwornice częstotliwości, nazywane, nie do końca poprawnie, falownikami. Jako jeden z elementów tych urządzeń został wskazany układ napięcia stałego. Istnieją jednak inne urządzenia, do zmiany częstotliwości napięcia, bez układu DC – cyfłokonwertery. Ich główną wadą jest brak możliwości regulacji częstotliwości napięcia powyżej częstotliwości napięcia zasilającego. Zastosowane w cyfłokonwerterach układy tyrystorowe są kolejno załączane, co pozwala na uzyskanie



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

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

5



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 5

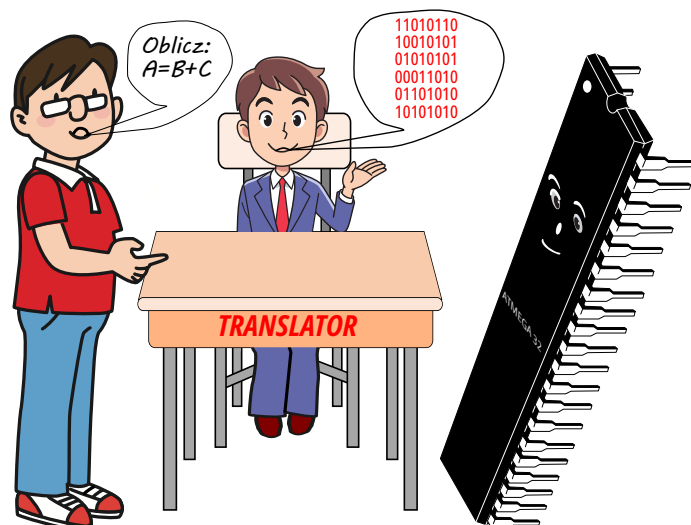
Praca, jaką wykonuje translator będący częścią całego środowiska Atmel Studio, jest ogromna. W gruncie rzeczy jest to praca zespołowa: efekty działania translatora przetwarza linker. To na ich pracy opieramy swoje cele: z ich wykorzystaniem poprawiamy własne błędy w programie.

[Kompilacja programu, co to jest?](#)
[Naprawianie błędów](#)

[Elastyczność programu](#)
[W ramach własnych eksperymentów](#)

Kompilacja programu, co to jest?

Stworzyliśmy pierwszy, bardzo prosty ale działający program do operowania pinem portu. Jego prostota, bez zbędnego zagłębiania się w szczegóły, pozwoli na poznanie i zrozumienie pewnych szczegółów związanych z „technologią” tworzenia oprogramowania. Przypomnę tu ilustrację z jednej z początkowych części cyklu (**rysunek 1**), gdzie występuje element określany jako translator (ang. *translator* to tłumacz). Wspomniany translator (jest stosowana inna nazwa – kompilator) jest programem, którego zadaniem jest przetłumaczenie programu źródłowego (napisanego przez człowieka) na język zrozumiały przez mikroprocesor. Ponieważ program może składać się z wielu „kawałków”



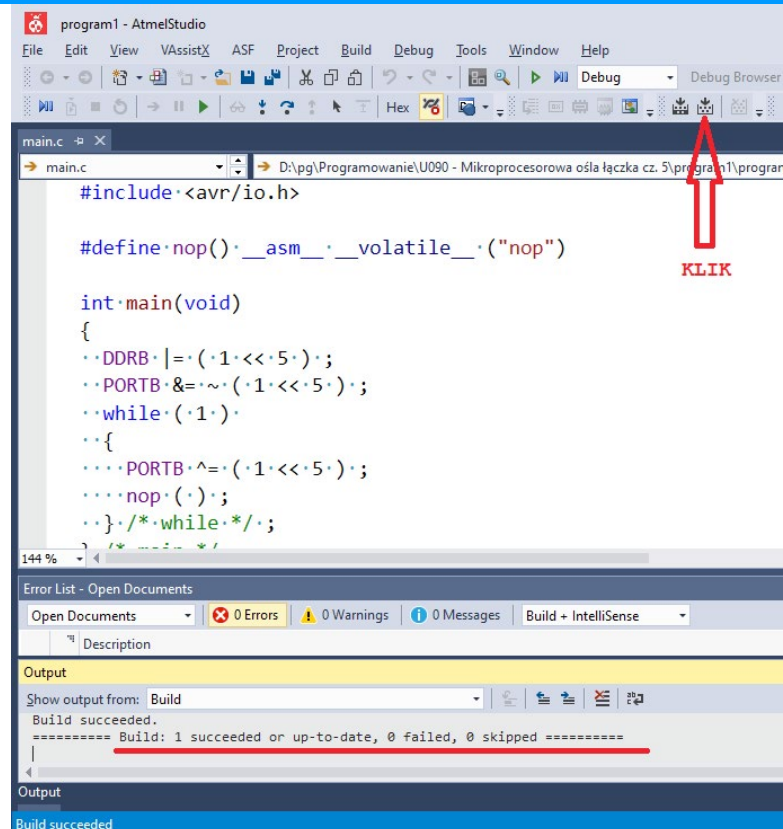
Rysunek 1

źródłowych, translator/kompilator dokonuje „tłumaczenia” każdego kawałka składowego na postać „półskompilowaną”. Finalny program, ten ładowany do pamięci Flash mikrokontrolera, jest wynikiem działania innego programu, który jest określany jako linker, którego zadaniem jest połączenie wszystkich naszych kawałków wyprodukowanych przez translator do finalnej postaci binarnej, akceptowanej przez mikroprocesor. W to wchodzi również dodanie niezbędnych elementów zawartych w standardowych bibliotekach dołączanych do naszego programu, gdyż przykładowo chcąc obliczyć w programie wartość funkcji *sinus* nikt nie będzie tworzył tej funkcji, gdyż taka jest już gotowa, znajduje się w bibliotece i można z niej skorzystać.

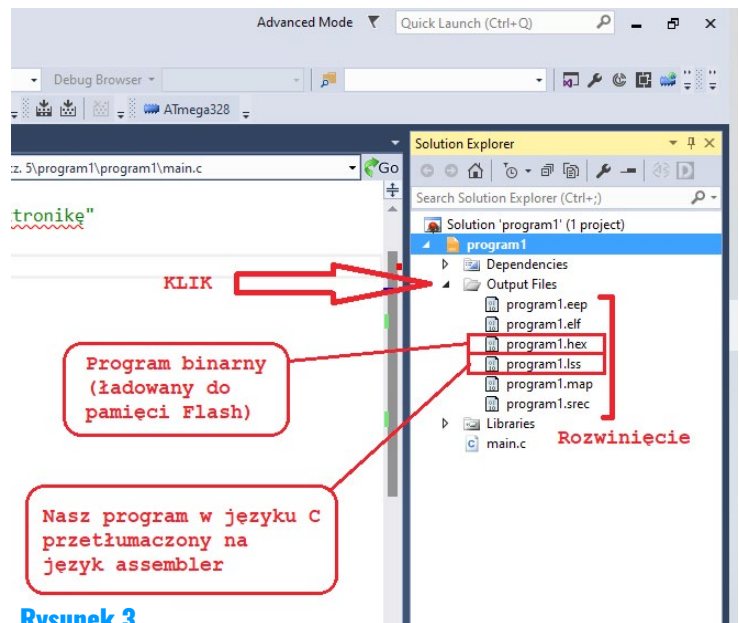
Mając już napisany program należy dokonać jego kompilacji (przetłumaczenia z postaci źródłowej, **rysunek 2**). Po poprawnej kompilacji (nie zostały zgłoszone żadne błędy składniowe w zapisie programu źródłowego) istnieje możliwość „podejrzenia” efektu finalnego związanego z procesem tłumaczenia. Klikając na *Output Files* w okienku *Solution Explorer* można rozwinąć jego zawartość – znajdziemy tam między innymi pozycję *program1.lss* oraz *program1.hex*, jak pokazuje **rysunek 3**. Pierwszy z tych plików pozwala obejrzeć efekt pracy translatora. Klikając na pozycję *program1.lss*, mamy możliwość zobaczenia, w jaki sposób zostały przetłumaczone zapisy programu źródłowego na postać zrozumiałą dla mikroprocesora (**rysunek 4**). Przykładowo, instrukcja zapisana jako `"PORTB ^= (1 << 5);"` została rozpisana na cztery następujące operacje wykonywane przez mikroprocesor:

- `ldi r25, 0x20` – operacja wpisania do rejestru mikroprocesora *r25* liczby 20 w zapisie szesnastkowym,
- `in r24, 0x05` – operacja wczytania do rejestru *r24* zawartości rejestru identyfikowanego liczbą 5 (łatwo sprawdzić w dokumentacji do mikrokontrolera ATMEGA328, że jest to rejestr *PORTB*),
- `eor r24, r25` – operacja EXOR zawartości rejestru *r24* oraz *r25*, wynik zostaje zachowany w *r24*,
- `out 0x05, r24` – operacja zapisu stanu przechowywanego w *r24* do rejestru identyfikowanego liczbą 5, czyli *PORTB*.

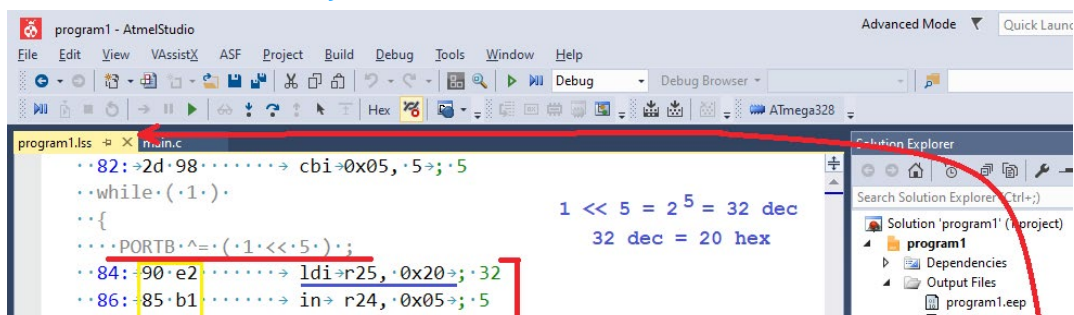
W rzeczywistości prawdziwym wynikiem kompilacji są liczby wypisane w żółtej ramce na rysunku 4. Wartości



Rysunek 2



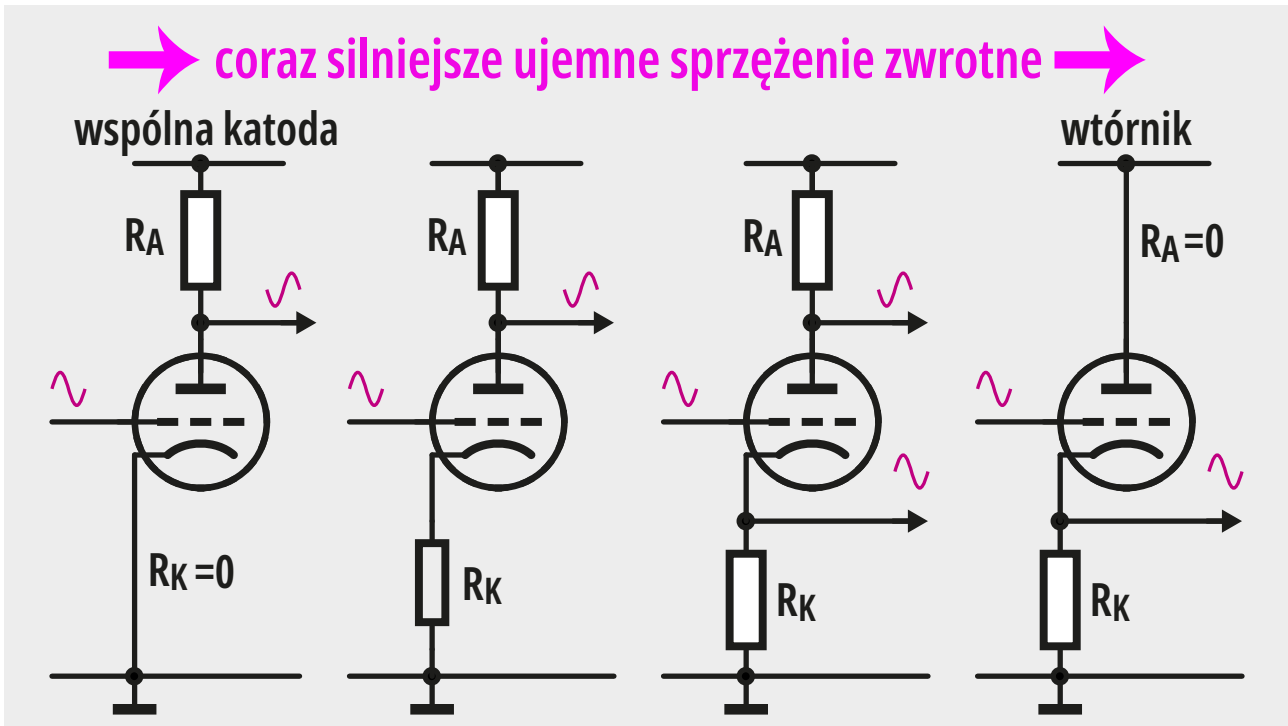
Rysunek 3



Rysunek 4

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

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



Lampy elektronowe: sprzężenie zwrotne i wtórnik

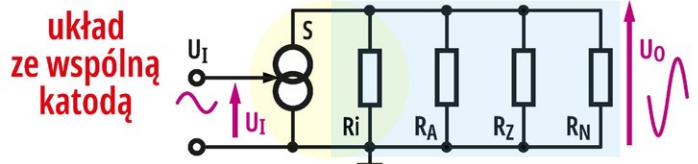
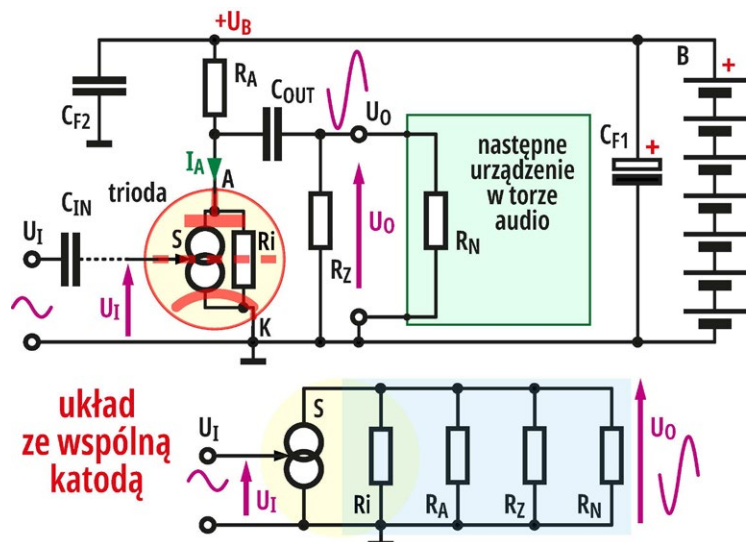
W kolejnym artykule serii przybliżającej w przystępny sposób podstawowe właściwości lamp elektronowych chcemy dokładniej omówić układ ze wspólną anodą, czyli wtórnik. Okazuje się jednak, że nie można tego zrobić bez omówienia ogromnie ważnej kwestii ujemnego sprzężenia zwrotnego.

- [Właściwości dynamiczne wtórnika](#)
- [Skromne zasoby, czyli zbyt krótka kotłdra](#)
- [Kompromisy i sprzężenie zwrotne](#)
- [Wzmacniacz z ujemnym sprzężeniem zwrotnym](#)

- [Inne sposoby realizacji sprzężenia zwrotnego](#)
- [Pojemność millerowska](#)
- [Rezystor antyparazytowy](#)

W poprzednich artykułach omówiliśmy parametry dynamiczne układu **ze wspólną katodą**. Podstawy okazały się zaskakująco klarowne i w sumie proste, gdy schemat zastępczy lampy dla przebiegów zmiennych przedstawiliśmy jako połączenie źródła prądowego sterowanego napięciem i wewnętrznej rezystancji R_i . Potem dodaliśmy do tego rezystancję R_A w obwodzie anody i inne rezystancje na wyjściu według **rysunku 1**. Łatwo obliczyliśmy wzmacnienie i rezystancję wyjściową.

Aż prosi się, żeby tak samo gładko omówić właściwości dynamiczne układu **ze wspólną anodą**, gdzie główna zewnętrzna rezystancja włączona jest w obwodzie katody, a nie anody. Niestety, w przypadku układu ze wspólną anodą tak łatwo nie jest.



Rysunek 1

Właściwości dynamiczne wtórnika

Prosta okazuje się jedynie analiza konfiguracji ze wspólną katodą, którą w dużym uproszczeniu przedstawiłem z lewej strony **rysunku 2**.

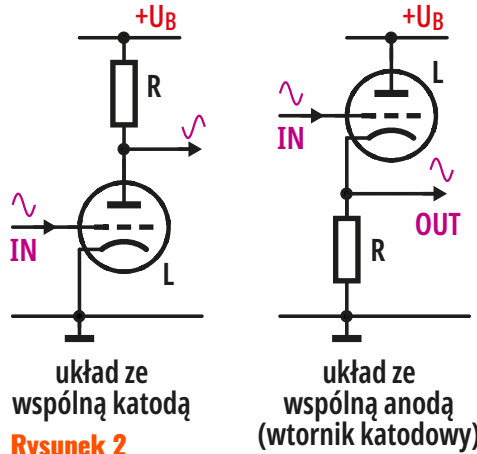
Paradoksalnie **układ ze wspólną anodą, czyli wtórnik katodowy**, w praktyce okazuje się łatwiejszy do zaprojektowania i praktycznego wykorzystania, jednak analiza jego właściwości jest zdecydowanie bardziej skomplikowana. Schematy wyglądają podobnie, ale analizę poważnie utrudnia fakt, że we wtórniku napięcie wejściowe (napięcie sygnału wejściowego) nie jest napięciem sterującym lampy (napięciem siatka – katoda).

Ten problem utrudniający analizę wtórnika pokazany jest na **rysunku 3**. Interesują nas teraz tylko przebiegi zmienne. Otóż prąd lampy w każdym przypadku, także w układzie ze wspólną anodą, we wtórniku, jest modulowany przez zmiany napięcia między siatką i katodą, co oznaczyłem U_S . W konfiguracji ze wspólną katodą sygnał wejściowy, czyli napięcie zmienne U_{IN} jest po prostu (zmiennym) napięciem sterującym U_S . Napięcie wyjściowe U_{OUT} nie ma wpływu na napięcie wejściowe U_S .

We wtórniku tak nie jest: tu zmienne napięcie U_{IN} jest sumą napięcia sterującego U_S i napięcia wyjściowego U_{OUT} . Już „na oko” widać, że zmienne napięcie wyjściowe U_{OUT} zapewne ma jakiś wpływ na wielkość napięcia sterującego U_S . Wygląda na to, że w takiej konfiguracji występuje sprzężenie zwrotne z wyjścia na wejście.

Takie sprzężenie komplikuje sytuację i utrudnia analizę. Owszem, można to ogarnąć i opisać matematycznie. Gdybyśmy pominęli niezaznaczoną na rysunkach 2, 3, a widoczną na rysunku 1 wewnętrzną rezystancję R_i lampy i zwrócili uwagę tylko na (sterowane) źródło prądowe, to wyliczenia byłyby nawet proste i łatwe. Wyszłoby na to, że rezystancja wyjściowa wtórnika (wyrażona w kiloomach) jest odwrotnością nachylenia charakterystyki S (transimpedancji wyrażanej w mA/V, czyli w milisimensach).

W dokładniejszych analizach, uwzględniających



Rysunek 2

wewnętrzną rezystancję dynamiczną triody R_i , moglibyśmy też wyliczyć, na ile wzmacnienie takiego układu (zawsze) jest nieco mniejsze od jedności i że w niewielkim stopniu jest zależne od współczynnika amplifikacji lampy μ (K).

Gdybyśmy jednak uwzględnili także wewnętrzną rezystancję lampy R_i , która w przy-

padku triody jest mała, analiza byłaby znacznie bardziej skomplikowana, ale też byśmy sobie z tym poradzili.

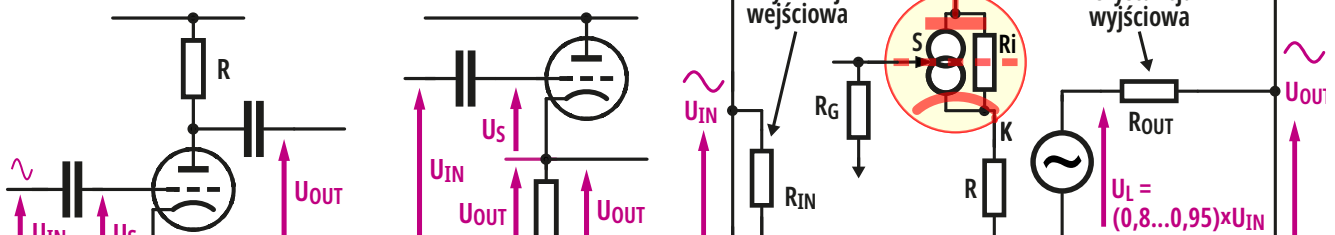
Zapewne tak, tylko czy taka matematyczna ekwilibrystyka dotycząca wtórnika katodowego jest konieczna?

Otóż w praktyce celowe i sensowne okazuje się tylko przeprowadzanie opisanych w poprzednim artykule nietrudnych obliczeń dotyczących konfiguracji ze wspólną katodą.

Okazuje się też, że nie ma potrzeby przeprowadzania podobnych szczegółowych obliczeń dla wtórnika katodowego, czyli układu ze wspólną anodą. W rzeczywistości wystarczą podstawowe informacje o triodowym wtórniku. Otóż dla wtórnika w pierwszym przybliżeniu możemy przyjąć, że dla przebiegów zmiennych, czyli w sumie dla sygnałów audio:

- jego wzmacnienie wynosi mniej więcej 0,8...0,95, co w rzeczywistości ma znikome znaczenie,
- jego dynamiczna rezystancja wyjściowa jest w sumie równa odwrotności transimpedancji, czyli katalogowej stromości S użytej lampy (jest nieco mniejsza, ale to nie ma istotnego znaczenia),
- jego dynamiczna rezystancja wejściowa (dla wejściowych przebiegów zmiennych) jest bardzo duża, co najmniej taka, jak wartość rezystora siatkowego R_G , a w układzie z autopolaryzacją – dużo większa.

Ilustruje to w uproszczeniu poglądowy **rysunek 4**.



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

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



Zen wave CC BY-SA 4.0

Historia zasilania – Prostowniki półprzewodnikowe

W dwóch poprzednich artykułach tej serii omówiłem prostowniki mechaniczne, prostowniki elektrolityczne oraz prostowniki lampowe, zarówno próżniowe jak i gazowane. Dziś absolutnie najpopularniejsze są rozmaite prostowniki półprzewodnikowe, które też mają fascynującą historię

Prostowniki miedziane, a raczej kuprytowe
Prostowniki selenowe
Diody germanowe i krzemowe

Półprzewodnikowe prostowniki sterowane
Prostownianie i prostowniki synchroniczne

Przełom XIX i XX wieku był okresem intensywnych poszukiwań najrozmaitszych prostowników i detektorów. Między innymi były to detektory do radiodbiorników, które niewątpliwie były prostownikami, ale kapryśnymi i delikatnymi. Ich historia zaczyna się od Karla F. Brauna, który zrealizował pierwszy prostownik ostrzowy w roku 1873, ale wtedy nie widział dla niego żadnego praktycznego zastosowania.

Potem prostowniki ostrzowe znalazły zastosowanie jako detektory sygnału w radiodbiornikach. Dla nas ważne jest to, że te delikatne i kapryśne

detektory radiowe absolutnie nie nadawały się do prostowania dużych prądów. A „silniejsze” prostowniki potrzebne były choćby do ładowania licznych już wtedy akumulatorów, do systemów galwanizacji oraz do różnych systemów z silnikami prądu stałego. Używano do tego prostowników mechanicznych oraz prostowników lampowych, ale nie próżniowych, tylko gazowanych, głównie z wykorzystaniem rtęci. Pełniły one swoją funkcję, ale były kosztowne, kłopotliwe w obsłudze i szkodliwe dla zdrowia obsługujących, a mechaniczne były nietrwałe.

Jeszcze w XIX wieku podejmowano rozmaite próby realizacji lepszych elementów prostowniczych, czyli przewodzących prąd tylko w jednym kierunku. Dość długo nie udawało się zrealizować dobrych prostowników, innych niż mechaniczne i lampowe, które przecież miały poważne wady. Dopiero mniej więcej w połowie lat 20. XX wieku udało się opracować prostowniki „metalowe”, a konkretnie miedziane i trochę później prostowniki selenowe.

Prostowniki miedziane, a raczej kuprytowe

Prototypy prostowników „metalowych” przedstawiono na początku lat 20., a na rynek wchodziły od roku 1927 (L.O. Grondahl, P.H. Geiger). U nas prostowniki „metalowe” nazywane były i są kuprytowymi, od nazwy minerału, kuprytu, który jednak ma niewiele wspólnego z prostowaniem. Dziś wiemy, że prostowniki kuprytowe nie powinny być nazywane „metalowymi”, ponieważ są bardzo prymitywną odmianą diod półprzewodnikowych typu metal – półprzewodnik, czyli odmianą diod Shottky’ego.

Podstawą konstrukcji jest w nich zwyczajna płytka miedziana (ale z bardzo czystej miedzi), której powierzchnia zostaje utleniona, czyli na której zostaje wytworzona warstewka tlenku miedzi.

W Internecie można znaleźć wskazówki, jak dziś w warunkach domowych można zrealizować prostownik kuprytowy, ale uzyskane właściwości silnie zależą od czystości miedzi i od warunków procesu technologicznego. Złącze półprzewodnikowe powstaje w warstewce tlenku miedzi. **Fotografia 1** przedstawia mostkowy prostownik o prądzie pracy do 0,5 A i napięciu do 12 V.

Takie prostowniki są mocno niedoskonałe. Dawniej wykorzystywano je jako prostowniki w miernikach (przykład na **fotografii 2** z Wikipedii Ulfbastel, CC BY-SA 4,0). Cieszyły się złą sławą, bo starzały się i zmieniały parametry. **Fotografia 3** (z Wikipedii, Wefo CC BY-SA 3,0) pokazuje budowę wewnętrzną tego typu prostownika.

Jedną z wad było niskie dopuszczalne napięcie wsteczne (rzędu 10 voltów), ale zestawy wielu prostowników kuprytowych połączonych w szeregi wykorzystywano też w układach wysokonapięciowych (do 100 kV). A duże płytki i zestawy płytek połączonych szeregowo-równolegle pracowały



Fotografia 1

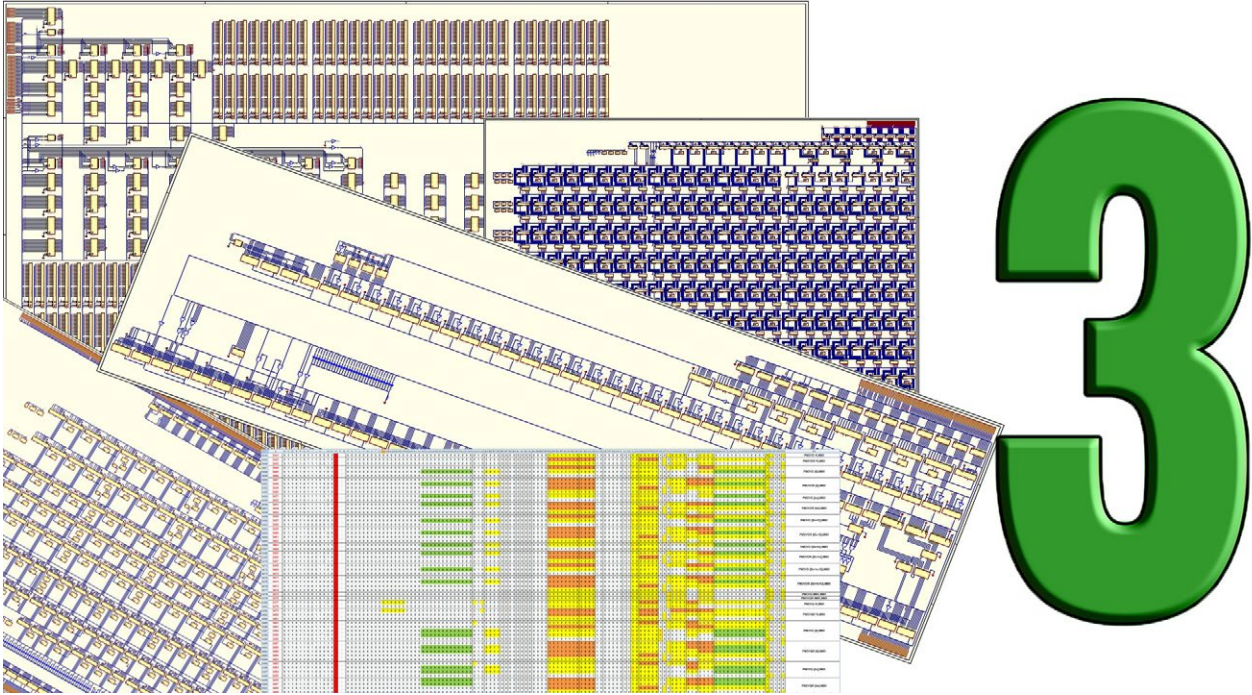


Fotografia 2



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

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



Komputer na układach TTL, czyli znów wszystko na jedną kartę...

Artykuł przybliży ogólną budowę instrukcji procesora KYRON w niskopoziomowym języku programowania. Z tej części można się dowiedzieć o ich formacie i specyfice związanej z funkcjonalnością oraz z pewnym wymyślonym przeze mnie standardzie, na którym się opierają.

Charakterystyka typów instrukcji
Warunkowanie instrukcji

Niskopoziomowy format instrukcji

Charakterystyka typów instrukcji

Wszystkie zaprojektowane przeze mnie instrukcje na ten procesor składają się z mnemonika oraz z operandów. Liczba operandów dla danego typu instrukcji może się wahać od zera do czterech.

Operandami dla standardowych 32-bitowych instrukcji stałoprzecinkowych mogą być:

Rejestry dostępne dla programisty z puli przydzielonej dla tych instrukcji:

(A0-A7, D0-D7, SPU, SPS, F, CS, DS, SS, ES).

Bezpośrednie odwołania do pamięci operacyjnej.

Dana natychmiastowa.

Rysunek 1 przedstawia wszystkie możliwe zaimplementowane kombinacje dla instrukcji z jednym operandem. Natomiast **rysunek 2** dla instrukcji z dwoma operandami.

1.	R		7.	I
2.	[A]	[Sx:A]		
3.	[Ax]	[Sx:Ax]		
4.	[Bx+D]	[Sx:Bx+D]		
5.	[Bx+Ix]	[Sx:Bx+Ix]		
6.	[Bx+Ix+D]	[Sx:Bx+Ix+D]		

Rysunek 1

1.	R,R		7.	R,I			
2.	[A],R	[Sx:A],R	8.	[A],I	[Sx:A],I	13.	[A],[A] [Sx:A,A]
3.	[Ax],R	[Sx:Ax],R	9.	[Ax],I	[Sx:Ax],I	14.	[Ax],[Ax] [Sx:Ax,Ax]
4.	[Bx+D],R	[Sx:Bx+D],R	10.	[Bx+D],I	[Sx:Bx+D],I	15.	[Bx+D],[Bx+D] [Sx:Bx+D,Bx+D]
5.	[Bx+Ix],R	[Sx:Bx+Ix],R	11.	[Bx+Ix],I	[Sx:Bx+Ix],I		
6.	[Bx+Ix+D],R	[Sx:Bx+Ix+D],R	12.	[Bx+Ix+D],I	[Sx:Bx+Ix+D],I		

Rysunek 2

1.	R,R,R		8.	R,R,I			
2.	[A],R,R	[Sx:A],R,R	9.	[A],R,I	[Sx:A],R,I	15.	[A],[A],[A] [Sx:A,A,A]
3.	[A],[A],R	[Sx:A,A],R	10.	[A],[A],I	[Sx:A,A],I	16.	[Ax],[Ax],[Ax] [Sx:Ax,Ax,Ax]
4.	[Ax],R,R	[Sx:Ax],R,R	11.	[Ax],R,I	[Sx:Ax],R,I	17.	[Bx+D],[Bx+D],[Bx+D] [Sx:Bx+D,Bx+D,Bx+D]
5.	[Ax],[Ax],R	[Sx:Ax,Ax],R	12.	[Ax],[Ax],I	[Sx:Ax,Ax],I		
6.	[Bx+D],R,R	[Sx:Bx+D],R,R	13.	[Bx+D],R,I	[Sx:Bx+D],R,I		
7.	[Bx+D],[Bx+D],R	[Sx:Bx+D,Bx+D],R	14.	[Bx+D],[Bx+D],I	[Sx:Bx+D,Bx+D],I		

Rysunek 3

1.	R,R,R,R
----	---------

Rysunek 4

Rysunek 3 prezentuje kombinacje dla instrukcji z trzema operandami, a **rysunek 4** dla instrukcji z czterema operandami.

Określnik **R** oznacza dowolny rejestr z przydzielonej puli, określniki w nawiasach kwadratowych [] określają odwołania do pamięci operacyjnej, różnego rodzaju jej adresowania, którymi zajmiemy się dokładniej w kolejnym odcinku tego cyklu. Napomknę tylko, że:

Określnik **[A]** to 32-bitowa zmienna adresowa, wykorzystywana przy adresowaniu bezpośrednim.

Określnik **[Ax]** oznacza zawsze rejestr adresowy (**A0-A7, SPU, SPS**). Rejestry te są wykorzystywane przy adresowaniu bezpośrednim rejestrowym.

Określnik **Bx** oznacza zawsze rejestr bazowy (**A0-A7, SPU, SPS**). Natomiast określnik **Ix** oznacza zawsze rejestr indeksowy (**A0-A7**). Często te określniki występują w różnych kombinacjach z 32 bitowym przesunięciem **D**. Te wszystkie kompilacje są wykorzystywane w adresowaniu bazowym z przesunięciem, bazowo indeksowym lub bazowo indeksowym z przesunięciem.

Określnik **I** to 32 bitowa dana natychmiastowa, jest ona używana w adresowaniu natychmiastowym.

Określnik **[Sx: ...]** w kontekście obsługi pamięci operacyjnej oznacza stronicowanie pamięci z segmentacją. Właśnie określnik **Sx** określa wybrany segment, czyli aktywny rejestr segmentowy (**CS, DS, SS, ES**). Gdy w sformułowaniu w nawiasie kwadratowym nie występuje wyrażenie **[Sx: ...]** tylko [...] oznacza to, że kontekst obsługi pamięci RAM obsługuje tryb rzeczywisty lub tryb stronicowania pamięci.

Zaprezentowane na rysunkach 1-4 kombinacje operandów są wszystkimi możliwościami. Jednak nie każda instrukcja wykorzystuje je wszystkie. Zależy to od typu danej instrukcji i jej logiki działania. Przykładowo w instrukcjach arytmetycznych, takich jak **ADD** lub **SUB**, wykorzystywane są wszystkie

daną natychmiastową. Dana natychmiastowa posiada zawsze niezmienną, przypisaną wartość ze względu na to, iż jest zintegrowana z instrukcją – nie można jej w żaden sposób modyfikować. To samo dotyczy się instrukcji **POP** – nie można zdjąć danych ze stosu i zmodyfikować daną natychmiastową.

Warto też zwrócić uwagę, że dla instrukcji składających się z czterech operandów jest zastosowana tylko jedna kombinacja opierająca się tylko i wyłącznie na rejestrach. Tego typu instrukcje zazwyczaj służą do wykonywania operacji mnożenia lub dzielenia z resztą. Chodzi w tym przypadku o jak najszybsze wykonywanie się tego typu instrukcji, a największą prędkość wykonawczą uzyskuje się, gdy operujemy tylko i wyłącznie na rejestrach. Ta sama zasada dotyczy nawet najnowocześniejszych procesorów w naszych komputerach PC i nie tylko.

Operandami dla 64-bitowych instrukcji SIMD mogą być:

*Rejestry dostępne dla programisty z puli przydzielonej dla tych instrukcji (**MM0-MM7**).*

Wszystkie 32-bitowe rejestry dostępne dla instrukcji stałoprzecinkowych

(A0-A7, D0-D7, SPU, SPS, CS, DS, SS, ES).

Bezpośrednie odwołania do pamięci operacyjnej.

Dana natychmiastowa.

Rysunek 5 przedstawia wszystkie możliwe zaimplementowane kombinacje dla instrukcji z dwoma operandami. Natomiast **Rysunek 6** dla instrukcji z czterema operandami.

a)

1.	MMX,MMX
----	---------

b)

1.	R,MMX	
2.	[A],MMX	[Sx:A],MMX
3.	[Ax],MMX	[Sx:Ax],MMX
4.	[Bx+D],MMX	[Sx:Bx+D],MMX
5.	[Bx+Ix],MMX	[Sx:Bx+Ix],MMX
6.	[Bx+Ix+D],MMX	[Sx:Bx+Ix+D],MMX
7.	I,MMX	

Rysunek 5

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 10/2024

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

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

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

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

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

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

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