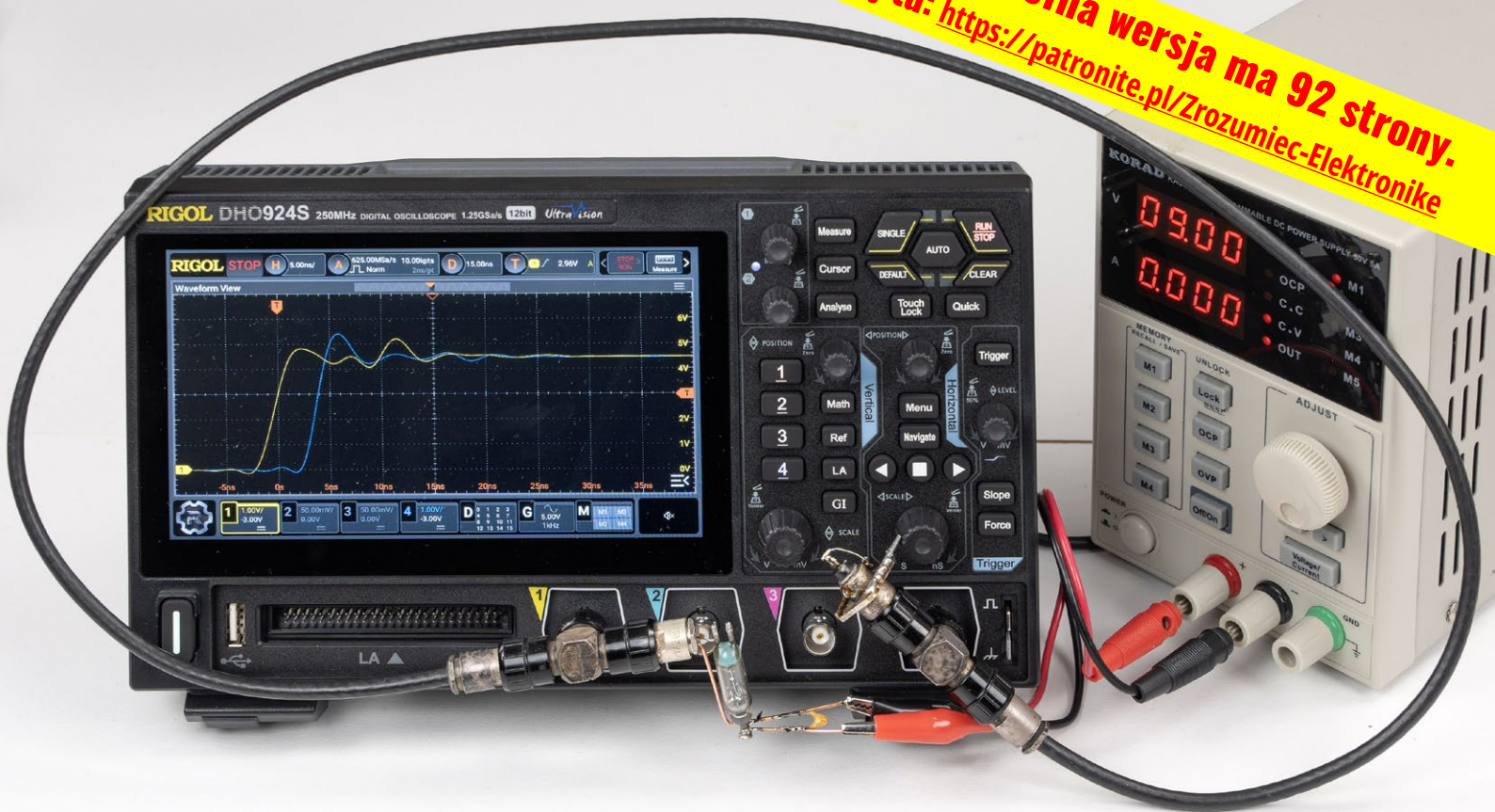


**Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 92 strony.**  
**Kup pełny egzemplarz na [buycoffee.to](https://buycoffee.to) a lepiej zaprenumeruj tu: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>**

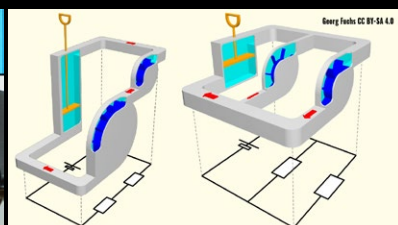
12/2024 Grudzień (24)

[piotr-gorecki.pl](https://piotr-gorecki.pl)



# To jak naprawdę płynie ten prąd?

- Cała prawda o elektronice, czy niedoskonałe modele? • Elektronika na „chłopski rozum”?
- Tajemnice dobrych sond oscyloskopowych • „Rezystancja materiałowa”, czyli drugie prawo Ohma
- Wspólnie projektujemy: Zabezpieczenie nad napięciowe • Lampy elektronowe dziwne odmiany obciążenia
- Kupujemy lutownicę • Pierwiastkowe prawo Barlowa, logarytmiczne prawo Ohma...



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





# ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



## Słowo wstępne – grudzień

Witam!

Mija dwa lata od początku istnienia czasopisma, którego wstępny, „zerowy” numer ukazał się w grudniu 2022 roku.

Bardzo się cieszę, że sytuacja się stabilizuje i że wreszcie mogłem rozpocząć publikację planowanego od dawna cyklu Radiowej Oślej Łączki (ROŁ). Ten numer zawiera co najmniej cztery artykuły związane z tą inicjatywą. I tak będzie też w najbliższych wydaniach ZE – planuję po kilka artykułów dotyczących Radiowej Oślej Łączki, by cykl nie ciągnął się długimi miesiącami. Takie były też oczekiwania i prośby Czytelników. Oznacza to przejściowe zmniejszenie liczby artykułów dotyczących innych tematów, w tym miernictwa.

Muszę wyraźnie podkreślić, że zmodyfikowałem swoje wcześniejsze plany dotyczące kolejności materiałów ROŁ. Komentarze do moich ostatnich filmów YT jasno wskazują, że mnóstwo osób ma bardzo mocno zakorzenione fałszywe wyobrażenia

dotyczące prądu, napięcia, energii. W szczególności bezprzewodowego przesyłania energii elektrycznej – a to jest klucz do „radiówki”. Dlatego musiałem dopisać kilka artykułów, pokazujących szerszy kontekst zagadnienia. Niektóre zamieszczam już w tym numerze.

Zapraszam do lektury całego wydania, a także do podzielenia się swoimi opiniami i pytaniami, dotyczącymi szeroko pojętej elektroniki.

A na poniższej fotografii przedstawiam mój nowy – stary nabytek. Otóż „w ciemno” kupiłem baaaardzo stary zasilacz laboratoryjny, sprzed pół wieku, o zakresie napięć 0,1 V do 500,0 V, gdzie stabilizację zapewnia sześć lamp elektronowych – pentod mocy PL36. Mam nadzieję, że uda się go wykorzystać w oryginalnej postaci, a jeśli nie – do zbudowania wersji z nowoczesnym stabilizatorem na elementach półprzewodnikowych.

Pozdrawiam serdecznie

**Piotr Górecki**



# Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

## Uwaga: „Postaw kawę”

Archiwalne numery ZE można nabyć „stawiając mi kawę”: <https://buycoffee.to/piotr-gorecki>. Jeżeli dokonasz wpłaty, a w ciągu 24 godzin nie otrzymasz e-maila z linkiem do pobrania PDF-ów, to przede wszystkim sprawdź folder **/Spam**. Nadgorliwe filtry antyspamowe potrafią tam skierować wiadomość z linkiem. Jeżeli ktoś takiej wpłaty dokonał wcześniej i nie pobrał plików, a link wygaś, niech śmiało do mnie napisze – wyślę link ponownie.

Szanowny Panie,

zdecydowałem się podwyższyć próg wsparcia do 50 zł, w podziękowaniu za całokształt Pana pracy dydaktycznej. W szczególności cieszy mnie „Radiowa Ośła Łączka”, która ruszyła od października 2024!

Z wyrazami szacunku  
**Przemysław**

Bardzo dziękuję wszystkim Patronom! A w szczególności tym, którzy zdecydowali się podwyższyć próg wsparcia!

Oto e-mail od osoby, która miała dostęp do roboczej wersji numeru grudniowego.

Dzień dobry Panie Piotrze,  
po przeczytaniu artykułu „To jak naprawdę płynie ten prąd” (oraz tytułu następnego – „Cała prawda o elektronice, czy niedoskonałe modele?”) (...) zrodziła mi się poniższa refleksja:

Otóż w temacie „jak to jest z tym prądem?” można dopisać ogólną, choć zaskakującą prawdę, dotyczącą całej fizyki.

Chcielibyśmy wiedzieć, jaka jest różnica między (prawdziwą) rzeczywistością, a modelami które ją opisują. I odpowiedź jest zaskakująca, że **nigdy nie poznamy odpowiedzi na tak postawione pytanie**. Nawet więcej, takie pytanie nie ma sensu!

Bowiem my dysponujemy tylko modelami otaczającej nas przyrody i zawsze tak będzie (niezależnie od tego, na ile bliższe rzeczywistości będą modele, które tworzymy i którymi „się wspomagamy”). Czy wobec tego nigdy nie będziemy w stanie dać sensownej odpowiedzi na pytanie – jak naprawdę płynie ten prąd? Pytanie i odpowiedź ma bardziej charakter filozoficzny. Bowiem „nasze modele” wcale nie są takie złe. A może właśnie w tym tkwi największe i prawdziwe piękno przyrody, której opisem zajmuje się dziedzina zwana fizyką? Dążenie i chęć coraz dokładniejszego zgłębiania praw przyrody, prowadzi czasem wręcz do absurdu. Do hipotezy wielu wszechświatów i teorii strun twierdzącej, że „Świat” jest naprawdę dziesięcio- lub jedenastowymiarowy.

Niektórzy twierdzą, że to już nie jest fizyka, bo nigdy nie będzie weryfikowalna. „Prawdziwa” fizyka zawsze szła dwoma torami: teorii i doświadczenia. Czasem teoria wyprzedzała i czekała na praktyczne potwierdzenie. W historii odkryć praw przyrody nie brakuje też przykładów na odwrotną kolejność. Wpierw było doświadczenie, które czekało na teoretyczne potwierdzenie. Widmo promieniowania ciała doskonale czarnego zaowocowało fizyką kwantową, w której „potęgę” na początku nie wierzył nawet sam Max Planck. Podobnie było z teorią względności Alberta Einsteina. A co wtedy, gdy doświadczenie nie potwierdzi przewidywań teoretycznych? Czy to jest jakaś porażka? To coś najpiękniejszego, co w nauce może się zdarzyć! Tak rodziła się każda nowa teoria! Tak było z poszukiwaniem eteru w doświadczeniu Michelsona i Morleya.



Wynik doświadczenia okazał się „fiaskiem”. Ale czy na pewno? To było najlepsze potwierdzenie Szczególnej Teorii Względności. A najciekawszym paradoksem było to, że genialny Albert Abraham Michelson nie wierzył w prawdziwość STW i długo był jej oponentem.

Aktualnie wiemy, że dwa najważniejsze filary współczesnej fizyki nie są ze sobą spójne. Mam na myśli Ogólną Teorię Względności i fizykę kwantową. Dlatego trwa poszukiwanie jednej „teorii wszystkiego”, czego załączkiem być może jest, a być może nie jest, Teoria Strun. Można zadać pytanie, czy zbliżamy się do coraz lepszego poznania rzeczywistości przyrody, czy od tego celu się wręcz oddalamy?

Według „mojego” poglądu jest całkiem prawdopodobne, że nigdy nie poznamy odpowiedzi na pytanie – jak naprawdę płynie ten prąd? Klucz jest tu w słowie – *naprawdę*. Bo być może „naprawdę” całkiem nieźle wiemy jak ten prąd płynie. Model z „pierwszego piętra” lub „parteru”, z tymi „kulkami elektronów” przesuujących się w przewodniku, jest całkiem niezły i też wiele tłumaczy. Naturalnym jest, że chcielibyśmy (nie tylko to) wiedzieć coraz lepiej, coraz więcej i coraz dokładniej. Ale, może przyroda „zabezpiecza się” przed takim naszym poznaniem? O tym świadczy np. nieoznaczoność Heisenberga. Także wiemy już, że stawianie pytania: to czy światło jest w końcu falą czy cząstką – po prostu nie ma sensu! Może jest tym i tym, ale jak może być równocześnie „czymś i czymś” co jest wzajemnie sprzeczne? Czy to przyroda „zgłupiała”, czy my chcielibyśmy wiedzieć „zbyt dużo”?

Jeszcze ciekawsza jest rola informacji w fizyce. Czy to tylko wiedza o rzeczywistości? Najnowsze doświadczenia ze „splątanych cząstkami” itp., pozwalają sądzić, że informacja kreuje rzeczywistość (nie jest „bytem pasywnym”). Dlaczego podglądany elektron zachowuje się inaczej niż wtedy, gdy nie mamy wiedzy „którą drogą podąża”? To bardzo ściśle wiąże się z tytułowym pytaniem „To jak naprawdę płynie ten prąd?”

Ciekawe jest też prawdziwe czy nieprawdziwe twierdzenie, że być może pole magnetyczne w ogóle nie istnieje. Że jest to tylko relatywistyczna poprawka dla pola elektrycznego? Można bowiem wykazać, że oddziaływania elektromagnetyczne można wyjaśnić (i wyliczyć) posługując się konsekwentnie (!) tylko pojęciami pola elektrycznego i teorią względności. Czy magnetyzm to tylko efekt „poprawki relatywistycznej” ślimaczo poruszających się elektronów?

A jeśli tak, to jak faktycznie silne są siły oddziaływania ładunków elektrycznych? Ogromne siły, a obserwujemy jedynie jak lekki papierek lub jakiś śmieć jest przyciągany siłami elektrostatycznymi. Wyjaśnieniem jest być może niemal idealna równowaga ładunków dodatnich i ujemnych w przyrodzie? Innym paradoksem może wydawać się dowód (na pewno prawdziwy!),

iż siły magnetyczne nie wykonują pracy. A przecież elektromagnes podnosi wrak samochodu, a silnik elektryczny może mieć bardzo dużą moc! Przypuszczenie, iż „cały magnetyzm” to tylko uboczny efekt elektryczności i „odchyłki” teorii względności od „klasycznej logiki” jest burzone przez równania Maxwella, w których jest pełna symetria między polami  $E$  i  $B$ . To jak to właściwie jest z tym prądem? Czyli z ładunkami elektrycznymi i ich ruchem? Skłaniam się do poglądu, że najważniejszy w całej fizyce i przyrodzie jest – właśnie „movement”, czyli ruch!

Chęć poznania „rozpływa się”, bo i ten tekst przyjmuje bardziej charakter filozoficzny, choć miałem zamiar trzymać się „czystej fizyki”. Więc jak w końcu jest z „tym prądem”?

Pięć pięter które nakreślił nam Pan Piotr Górecki i spostrzeżenie, że najważniejsze są przemiany energii, to już jest dużo. Czasem ważniejsze jest stawianie pytań niż odpowiedzi na nie. I chyba w tym tkwi największe piękno zajmowania się poznawaniem praw przyrody, której częścią jest elektryczność i elektronika!

Wydaje się, że modele fizyczne czym są bliższe rzeczywistości, tym stają się bardziej absurdalne. Nie tylko model prądu jako uporządkowany ruch elektronów, ale i model chaotycznych ruchów termicznych nie wytrzymuje „próby logiki”. Z obliczeń wychodzi, iż nawet przy dużych gęstościach prądu, ruch uporządkowany jest ślimaczo wolny, natomiast ruchy termiczne charakteryzują ogromne prędkości. Dlaczego zderzenia cząstek w ruchach termicznych są aż tak sprężyste? Wydawałoby się, że w wyniku zderzeń cząstki powinny zwalniać i każde ciało powinno „naturalnie stygnąć”.

No tak, ale co z zasadą zachowania energii? Także model budowy atomu jako jądra i orbitującego wokół niego elektronu nie wytrzymuje kolejnych testów logiki. Przecież „potrzebany ładunek” powinien promieniować falę elektromagnetyczną i elektron powinien spaść na jądro po czasie krótszym od mikrosekundy. To rozumowanie było powodem powstania teorii fal prawdopodobieństwa, itp.

Czy tworząc kolejne modele przybliżamy się do poznania rzeczywistości, czy wręcz przeciwnie? Wydaje się, że tu też nie ma „mądrej” odpowiedzi. Jak to jest, że elektron „nie podglądany” podąża wszystkimi możliwymi drogami jako „chmura prawdopodobieństwa”, a dopiero „akt obserwacji” skutkuje „kolapsem funkcji falowej”? To wszystko jest co najmniej dziwne, i „dziwactwa te” wpisują się w pytanie – jak naprawdę płynie ten prąd?

Natomiast inne odkrycie nauki ma niesamowitą wagę. Gdyby zadać pytanie, jakie prawo fizyczne jest najbardziej podstawowe i powszechne, należałoby odpowiedzieć – **zasada najmniejszego działania**.

Przyroda jest „leniwa” na ile to tylko możliwe. Zasada ta sprawdza się absolutnie zawsze i wszędzie.

Jest stosunkowo mało znana „szerszemu ogółowi ludzi”, bo jest skomplikowana i pojęciowo i matematycznie. Trzeba zdefiniować, co to właściwie jest „działanie” i takie pojęcia jak langrażjan. Ale to nie przeszkadza „Przyrodzie”, która choć nie wiadomo dlaczego „jakoś przewiduje która trajektoria będzie optymalna” i tak wiernie podąża właśnie tą drogą.

Ale czy tytułowe pytanie „jak płynie prąd” jest skazane na brak odpowiedzi? A może faktycznie ważniejsze jest stawianie pytań niż te odpowiedzi?

**Karol Świerc**

Dzień dobry,  
z tej strony, już nie anonimowo, ukrywający się pod (...) autor komentarza pod filmem:

<https://www.youtube.com/watch?v=PdmTvuMYiNo>

Dziękuję za propozycję przesłania ostatnich numerów czasopisma. Wykupiłem już prenumeratę w Patronite, więc nie ma takiej potrzeby.

Czysto hobbystycznie, od kilku lat interesuje mnie temat podstaw fizycznych obwodów rezonansowych i ewolucja techniki radiowej. Mało mam czasu na zgłębianie tematu, więc ucieszyło mnie rozpoczęcie cyklu Radiowa Ośla Łączka. A może jest jakaś anglojęzyczna książka w tej tematyce która szczególnie się Panu spodobała?

Pozdrawiam serdecznie

**Marcin**

P.S. mam do Pana sentyment, bo gdy zaczynałem zabawę z elektroniką ponad 20 lat temu, pamiętam Pana zdjęcie z pierwszych stron EdW z komentarzem od redaktora naczelnego :)

Co do pytania o anglojęzyczne książki: zapewne są jakieś wartościowe pozycje wprowadzające we wspomniane tematy. Jednak ja nie znam i nie korzystałem z takowych (dwie propozycje są w następnym wpisie). Materiałów do artykułów w ZE szukam w Internecie – czasem wyszukiwarka skieruje mnie do jakiejś książki i to bywa pomocne. Ale zwykle nie są to pozycje popularyzujące radiotechnikę. Ja szukam materiałów do konkretnego tematu. W Internecie jest mnóstwo prac naukowych oraz innych wartościowych materiałów, tylko niełatwo je znaleźć bo są rozproszone i ukryte wśród mnóstwa bezwartościowych śmieci.

A oto list od kolejnej osoby, która zapoznała się z roboczą wersją grudniowego numeru ZE.

Dzień dobry,

(...) Tyle poprawek. (...) Na stronie (...) pisze Pan o polu bliskim pod linią wysokiego napięcia. Można odnieść wrażenie, że istnieje tylko pole bliskie, reakcyjne, i pole dalekie, radiacyjne. Czy nie jest to zbyt

uproszczenie? Może warto byłoby zasygnalizować istnienie bliskiego pola radiacyjnego i strefy przejściowej?

Z drugiej strony, czy w przypadku 50 Hz możemy w ogóle mówić o polu innym niż bliskie reakcyjne? Rozciąga się ono na prawie 950 kilometrów. Można założyć, że na takiej odległości natężenie pola jest tak małe, że w praktyce nie ma już tam żadnego pola. Tym bardziej, moim zdaniem, nie możemy mówić o polu dalekim, które teoretycznie zaczynałoby się dopiero 11920 kilometrów od przewodów.

Odnosnie samej Radiowej Ośle Łączki – pomysł jest super, czekałem na nią odkąd była zapowiadana jeszcze w EdW. Z mojej perspektywy – uważam, że byłoby super, gdybym po przeczytaniu całego cyklu umiał odpowiedzieć sobie m.in. na pytania:

1. Czym tak naprawdę jest impedancja falowa linii elektrycznej, np. przewodu koncentrycznego (ale nie tylko, także np. linii symetrycznej)? Równania telegrafistów są do znalezienia w sieci, możemy dowiedzieć się z nich, jak tę impedancję wyliczyć, ale czym ona tak naprawdę jest i dlaczego jest istotna?

Czy odpowiedź na pytanie, jak naprawdę płynie prąd elektryczny w takim np. przewodzie koncentrycznym, może pomóc poznać odpowiedź?

2. Czy można myśleć o linii transmisyjnej jak o falowodzie? Jeśli tak, to czy można tak samo myśleć po prostu o przewodach elektrycznych? Jeśli nie, to dlaczego?

3. Dlaczego przy niedopasowaniu linii występują odbicia energii? Co się tam tak naprawdę odbija? Fala elektromagnetyczna? Czy zjawisko takie, jak częściowe odbicie światła na styku ośrodków o różnej gęstości (czyli też fali elektromagnetycznej, drgających fotonów), ma z tym związek?

W układach hydraulicznych i pneumatycznych też występują odbicia fali w momencie, w którym średnica otworu gwałtownie się zmienia. Weźmy np. taki układ wydechowy motocykla, szczególnie dwusuwowego, w którym odbicia fal w wydechu są wykorzystywane do wspomagania napełniania komory spalania. Czy to zjawisko ma związek z odbiciem fal w momencie niedopasowania impedancji linii transmisyjnej w układach wysokiej częstotliwości?

4. Wspomniane wyżej fotony. Światło jest falą elektromagnetyczną tak samo jak fale radiowe, a jednak mówiąc o świetle myślimy o fotonach, a nie o prądzie i elektronach. Czy można znaleźć wspólny mianownik i to jakoś odczarować? Czy nośnikami energii elektrycznej również nie są fotony? Co tak naprawdę promieniuje z anteny?

5. W jaki sposób działa antena? Weźmy dipol półfalowy, bo to chyba najprostszy przykład. Są w Internecie animacje pokazujące, jak wygląda rozkład prądu, napięcia, ładunków w takiej antenie i jak fala (fala czego? Fala elektromagnetyczna?) „odrywa się” od tej anteny.



*Dlaczego tak się dzieje? Co sprawia, że pole do tej pory „przyklejone” do przewodów nagle zostaje od nich oderwane, odklejone i wypromieniowane?*

6. Weźmy teraz inną antenę – pętlę rezonansową. Jest jakaś cewka, niech będzie że powietrzna (choć np. w popularnych radiach AM cewka jest nawinięta na rdzeniu), jest też kondensator, który wraz z tą cewką rezonuje na takiej częstotliwości, na jakiej chcemy. Taka antena zachowuje się zupełnie inaczej, niż antena „elektryczna” (wspomniany dipol półfalowy). Jest ze swojej natury kierunkowa, może być używana w miejscach izolowanych elektrycznie (np. w budynkach), mówi się, że wypromieniowuje składową magnetyczną a nie elektryczną. Czy mówi się poprawnie? O co w tym chodzi? Czym fala promieniowana przez tę antenę (a także fala, na którą ta antena jest wrażliwa) różni się od fali wypromieniowywanej przez dipol elektryczny? I to i to jest przecież falą elektromagnetyczną.

Czy możemy powiedzieć, że antena elektryczna wytwarza (i odbiera) składową elektryczną, a składowa magnetyczna jest konsekwencją drgań tej składowej elektrycznej (tak samo jak prąd drgający w cewce wytwarza pole magnetyczne), a antena magnetyczna (wspomniana pętla) odwrotnie (i zmienne pole elektryczne powstaje w powietrzu na tej samej zasadzie, na jakiej drgające pole magnetyczne indukuje w cewce napięcie)?

7. Fajnie byłoby wspomnieć o różnych „modach” (TE, TM, TEM) transmisji fali elektromagnetycznej. Czytam np. definicję: „TEM (Transverse ElectroMagnetic) – mody których natężenie pola elektrycznego i indukcja magnetyczna wzdłuż kierunku rozchodzenia jest zerowa”. Nic mi to nie mówi, rysunki prawdę mówiąc też niewiele pomagają. Byłoby super, gdyby po lekturze Radiowej Oślej Łączki mówiło.

8. Pan John Henry Poynting i jego wektor. Ma on związek z tym, jak naprawdę płynie prąd, ale jaki? O co w tym chodzi? Tak, czytałem definicję, ale niewiele z niej zrozumiałem.

9. Polaryzacja fali. Może być pozioma, pionowa, może być też kołowa, lewoskrętna lub prawoskrętna. Czy można zmienić polaryzację fali? Czy zależy to od częstotliwości? Z praktyki radioamatora – im wyższa częstotliwość, tym bardziej istotna jest polaryzacja fali. Dlaczego?

10. Przymierzając się do pracy przez satelitę QO-100 (projektuję teraz w wolnych chwilach tor nadawczy – cały, od syntezy po antenę; nie będzie żadnego skomplikowanego modulatora, bo na razie interesuje mnie tylko CW) wyczytałem, że można nadawać do satelity falą o polaryzacji poprzecznej zamiast kołowej, ale wtedy poziom odbieranego sygnału spadnie o 3 dB. Czy to prawda? Jeśli tak, to dlaczego akurat o 3 dB?

11. Dalsza lektura. Jakie książki (niekoniecznie polskojęzyczne) można polecić, żeby zgłębić zagadnienie i przestać traktować „radiówkę” jak czarną magię? Kłasyką, z tego co wiem, jest RF Circuit Design (Bowick), polecana jest też Microwave Engineering (Pozar). Czy te pozycje spełnią pokładane w nich oczekiwania? A może istnieją inne, bardziej przystępne?

Oczekiwanie jest takie: projektuję czasem układy radiowe, anteny, i one nawet działają, ale cały czas czuję, że poruszam się na ślepo, bez faktycznego zrozumienia zjawisk fizycznych, którym te urządzenia i układy podlegają. Ot chociażby wspomniane dopasowanie impedancji. Wiem, również z praktyki, że impedancja musi być dopasowana, ale nie rozumiem, tak naprawdę, dlaczego. Fala się odbija, wraca, zamiast lecieć dalej, widzę wskazanie na mierniku SWR, czy wykres na NanoVNA – ale jak i dlaczego to się dzieje?

Ostatnio zainteresowałem się mikrofalami (w związku ze wspomnianą QO-100, ale nie tylko) – tam dopiero jest prawdziwa magia, chociażby przeróżne konstrukcje wykonane jako microstrip – mamy jakąś dziwną konstrukcję na PCB i ona jest filtrem, takim czy innym, transformatorem impedancji, czy ogólnie dopasowaniem impedancji, albo np. anteną.

Chciałbym tę magię trochę odczarować, umieć świadomie projektować takie obwody i myśleć, że bez zrozumienia zjawisk, które w nich występują, nie będzie to możliwe. Mogę oczywiście kupić gotowe klocki albo skopiować gotowe projekty, ale to dopiero pierwszy krok – chcę mieć samemu takie klocki stworzyć.

Pozdrawiam serdecznie  
**Circuit Chaos**

Bardzo dziękuję za ten e-mail! Na wszystkie postawione pytania udzielę odpowiedzi w ramach ROŁ. Niektóre odpowiedzi już są w artykułach czekających na publikację. Jestem przekonany, że dla wielu osób ogromnym zaskoczeniem będzie odkrycie, że to wszystko łączy się w jedną spójną, harmonijną całość i że podstawy „radiówki” okazują się zaskakująco proste, gdy się dobrze zacznie.

Wszystko będzie detalicznie tłumaczone w kolejnych artykułach, ale nie od razu. Otóż komentarze do moich filmów na YT pokazują, jak trudno pozbyć się fałszywych wyobrażeń, które przeszkadzają dostrzec i zrozumieć tę harmonię. Dlatego zmieniłem nieco pierwotne plany i powstały dodatkowe artykuły naświetlające zagadnienie z różnych stron. W tym numerze są co najmniej trzy takie artykuły wprowadzające, w tym o modelach i o podejściu „na chłopski rozum”. Tylko na pozór mogą się wydawać niepotrzebne do zrozumienia kwestii radiowych. W rzeczywistości są wręcz niezbędne, żeby „wyczyścić przedpole”.

Panie Piotrze,  
dzielę się wspaniałym znaleziskiem: wykład Jima Williamsa dla studentów MIT

<https://www.youtube.com/watch?v=7xn7KSsAgsU>

Pozdrawiam

BR

Dzień Dobry Panie Piotrze,  
złożyłem miernik według Pana projektu zamieszczonego w EP 2-3/97 (załączam zdjęcie na dowód :-)). Mam pytanie odnośnie skali. W artykule jest napisane: „Dostępne zakresy to: 1,3...30%, 0,13...3% oraz 0,013...0,3%.” Kostka LM3915 ma charakterystykę logarytmiczną (-27-0 dB), czyli ewentualnie można by to wyrazić w procentach jako zakres 4,5-100%. Nurtuje mnie jak Pan skalę/zakres wyznaczył/wyliczył oraz jaki jest krok, odstęp na tej skali? Skąd 1,3% i skąd 30%?

Byłbym ogromnie wdzięczny za wskazówki/wyjaśnienie tej kwestii. Pozdrawiam i chylę czoła przed Pana wiedzą. Podziwiam pracę oraz poświęcenie dla szerzenia wiedzy o elektronice.

Piotr

Bardzo się cieszę, że moje projekty sprzed prawie 30 lat nadal cieszą się zainteresowaniem!

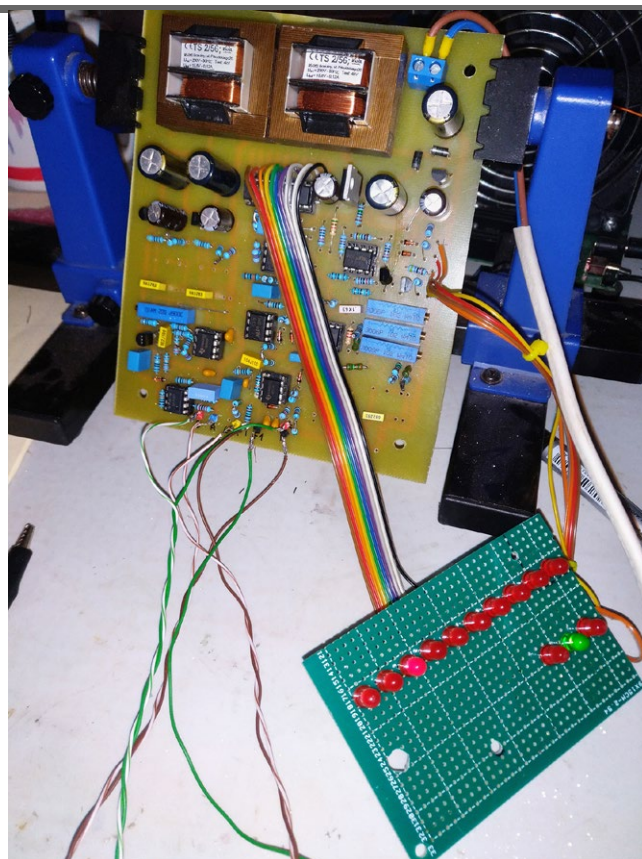
Autorowi odpisałem, że niestety nie dam rady zajmując się tym z uwagi na brak czasu. Obecnie bardzo pilnie pracuję nad Radiową Oślą Łączką. Nie pamiętam szczegółów tego starego projektu. Skala wynika zapewne z właściwości „logarytmicznej” kostki LM3915 i wzmocnienia całego toru.

A swoją drogą, gdyby było zainteresowanie, to może warto byłoby przypomnieć na łamach ZE słynne dawne układy scalone, w tym właśnie LM3914... LM3916? Proszę o e-maile w tej sprawie.

Szanowny Panie Piotrze,  
na wstępie chciałbym Panu podziękować za całą Pana twórczość dotyczącą popularyzacji i przekazywania wiedzy dotyczącej tajników elektroniki.

Dziękuję za to co Pan robi!

Jestem prenumeratorem (...) Pana nowego czasopisma „Zrozumieć Elektronikę” od początku jego powstania. Porównując wyjaśnianie zagadnień (...) bez zawahania mogę stwierdzić, że nikt nie potrafi wyjaśnić trudnych zagadnień tak łatwo jak Pan. I to z takimi szczegółami streszczonymi w minimum formy, z maksimum wiedzy. To dzięki Pana artykułom i przekazywanej w nich praktycznej wiedzy udało mi się choć w minimalnym stopniu zacząć rozumieć elektronikę i potrafić się w niej poruszać. A co za tym idzie zdobyć wymarzoną pracę i móc pracować w zawodzie, który sprawia mi przyjemność.



Niemiałe było moje zaskoczenie, gdy poinformował Pan na wstępie jednego z numerów EdW, że kończy Pan pracę jako naczelny czasopisma, a później, że w ogóle kończy działalność z nim związaną. Początkowo myślałem, że przechodzi Pan na zasłużoną emeryturę. I w tym momencie ogarnął mnie wielki strach, że rozwój mojej wiedzy w dziedzinie elektroniki się zatrzyma, bo nikt nie przekaze tej wiedzy tak zrozumiale jak Pan i to w wielu różnych dziedzinach. Jednocześnie wiedziałem, że kiedyś będzie musiał Pan zakończyć działalność zawodową. Jednak jeszcze większe było moje zaskoczenie, wręcz szok, gdy dowiedziałem się, że to nie była emerytura tylko wymuszona sytuacja życiowa.

Na szczęście nie trwało długo jak ogłosił Pan otwarcie nowego czasopisma, z czego bardzo się cieszę. Choć życzę Panu odpoczynku na zasłużonej emeryturze, to jednak po cichu mam nadzieję, że nie zdecyduje się Pan szybko na nią przejść i będzie Pan jeszcze długo kontynuował swoją działalność pod szyldem „Zrozumieć Elektronikę”.

Za długo zwlekałem z napisaniem do Pana, w związku z czym nazbierało się kilka wątków, co do których mam pytania. Aby ta wiadomość nie miała objętości kilku stron A4, postaram się ograniczyć do tych, które są dla mnie aktualnie najważniejsze.

1. (...) Mam taką metodę, że drukuję artykuły, które chcę przeczytać. Podczas czytania robię na nich notatki i wpinam do segregatorów, podzielonych tematycznie na różne zagadnienia. Dzięki temu mam w jednym

miejscu informacje związane z konkretnym zagadnieniem i łatwiej/szybciej mogą odnaleźć potrzebne informacje, gdy tego potrzebują.

2. Jak wspominałem powyżej, rozpocząłem budowę domu, a to idealna sytuacja do stworzenia automatyki budynkowej tak jak chcę i poprowadzenia wszystkich wymaganych przewodów tak jak jest to potrzebne, bez jakichś większych komplikacji (dopóki ściany nie zostaną otynkowane). Tylko powstaje pytanie jak chcę tę automatykę zrealizować.

Mam kilka różnych koncepcji. Część z nich została już zweryfikowana dzięki Pana artykułom jeszcze w EdW. I tutaj pojawia się pytanie, czy miał Pan przygotowane kolejne odcinki z tej serii? Jeżeli tak, czy jest możliwość ich wykupienia na przykład poprzez „postawienie kawy”?

Aktualnie moje największe wątpliwości dotyczą architektury systemu:

#### **I. Gdzie umieszczać moduły:**

a. W gniazdkach elektrycznych: jeżeli dobrze pamiętam odradzał Pan architekturę z modułami montowanymi w puszkach, choć wydaje się łatwa do rozbudowy w przyszłości, jeżeli do każdej puszki od razu doprowadzić skrętkę.

b. W rozdzielni elektrycznej (scentralizowane sterowanie) – montaż drugiej rozdzielni elektrycznej przeznaczonej na automatykę obok „standardowej” rozdzielni i „przekierowanie” przewodów z głównej rozdzielni do rozdzielni na automatykę i dopiero stamtąd do pomieszczeń?

× Dobrą opcją do tego celu, aby zapewnić automatykę „na start” wydaje się Pana projekt PCB z przekaźnikami i sterowaniem SET oraz RESET.

× Co w przypadku, gdy do jakiejś funkcjonalności nie zostanie uwzględniony przewód z rozdzielni automatyki? Tutaj bezpieczniejsza wydaje się opcja poprowadzenia skrętki do każdej puszki.

× Pozostawienie możliwości rozbudowy systemu o sieć bezprzewodową (ZigBee, LoRa) na wypadek takiej nieprzewidzianej wcześniej rozbudowy.

c. W każdym pomieszczeniu w jednym miejscu na przykład na szynie DIN? Opcja podobna do wersji scentralizowanej. Wydaje mi się najmniej atrakcyjna ze względu na problem ze znalezieniem miejsca na moduły w każdym pomieszczeniu (choć mogę się mylić). Gdzie umieszczać moduły? Nad drzwiami? Pozostałe wady i zalety wydają się podobne jak w przypadku jednej dodatkowej rozdzielni.

#### **II. Jaką komunikację zastosować:**

a. RS-485 (i Modbus?)

b. CAN: bardziej energooszczędne rozwiązanie z modułami Wake on CAN? Konieczność konwersji Modbus <--> CAN do komunikacji z fabrycznymi urządzeniami.

c. Ethernet: podobno pojawiły się rozwiązania prze-

znaczone do automatyki budynkowej z komunikacją po 1 parze skrętki.

d. Mieszane: Urządzenia w jednym pomieszczeniu z komunikacją po RS-485 lub CAN, podłączone do modułu Gateway, który dalej komunikuje się pod Ethernetie.

**III. Jak prowadzić zasilanie** jeżeli będzie to architektura rozproszona, z modułami montowanymi w puszcze:

– Poprowadzić skrętką zasilanie DC 12 V do każdego modułu i wykorzystywać niezależne przetwornice step-down? (Łatwość zasilania awaryjnego z akumulatora).

– Stosować w każdym module przetwornicę AC/DC? Wydaje mi się, że będzie za dużo strat energii.

Jeżeli dalsza część tej serii została przygotowana to jestem przekonany, że istnieją w niej odpowiedzi lub podane argumenty za i przeciw dotyczące moich wątpliwości. Chcę zacząć kłaść instalację na wiosnę przyszłego roku, więc do tego czasu chciałbym mieć wszystko mądrze rozplanowane. Czasu z pozoru dużo, ale tylko z pozoru. Będę wdzięczny za jakąkolwiek odpowiedź w temacie automatyki budynkowej.

Z wyrazami szacunku

**Przemysław**

Automatyka budynkowa to ogromnie szeroki temat. Ale spróbuję w najbliższym czasie nakreślić obraz sprawy w postaci artykułu Q&A.

---

witam serdecznie jestem studentem automatyki i robotyki i robię teraz pracę inżynierską, gdzie będę tworzył piec oporowy hartowniczy i chciałbym porozmawiać z kimś kto ma długoletnie doświadczenie w projektowaniu urządzeń. czy byłaby możliwość umówienia się z panem na jakąś godzinną rozmowę telefoniczną przy kawie i omówienia na jakie aspekty musiałbym zwrócić uwagę. ja już wstępnie zaprojektowałem ten piec natomiast chciałbym się upewnić czy słusznie postępuje i zgodnie ze sztuką.

W powyższym e-mailu pozostawiłem oryginalną pisownię. Autorowi odpowiedziałem, że nie podejmę się konsultacji z braku czasu i dlatego, że nie miałem do czynienia z oporowymi piecami hartowniczymi (kiedyś dawno miałem do czynienia tylko z automatyką do pieców do wypalania ceramiki).

---

Witam,  
chciałbym do swojej spawarki zrobić coś takiego:  
<https://youtu.be/-OycSpIvS1Q?si=ooSea19rTiW94bx8>  
Mam dotykowy sensor i do tego płytkę Arduino oraz potencjometr cyfrowy ds3502  
<https://allegro.pl/oferta/stemma-qt-ds3502-i2-c-digital-10-k-potentiometer-13838883705>  
Zasilacz też mam 5 V.



Pod naciskiem zmieniałby się amperaż w spawarce. To znaczy ustawiam max. 60 Amp i schodzę do 2-3 Amp

Mój telefon (...) Proszę śmiało dziś dzwonić

Pozdrawiam  
Marek

**Fotografia obok** pokazuje zakupione przez Marka elementy. Dziękuję za nadsyłane propozycje tematów, którymi mógłbym się zająć. Niektórymi zajmę się z przyjemnością. Jednak z uwagi na nawał prac bieżących nie dam rady zrealizować proponowanego, interesującego ale też pracochłonnego tematu.

Witam Pana,

od jakiegoś czasu słucham Pana na kanale w YT, ponieważ chcę się z grubsza nauczyć elektryki/elektroniki. Zawodowo zajmuję się zupełnie czymś innym (...) Zacząłem się jednak interesować elektryką głównie z 3 powodów: bo jest to ciekawa dziedzina nauki (tak jak Pan mówi: powiązana z innymi dziedzinami nauki), bo przyda się w życiu codziennym i co najważniejsze – bo uważam, że wiedza taka przyda mi się żeby **skonstruować generator i uniezależnić się od sieci**. W związku z tym mam 2 pytania:

1. Czy uważa Pan, że np. silnik Howarda Johnsona, Lutec 1000, Muammer Yildiz Magnetic Motor, Infinity Sav Magnetic Generator, połączenie przerobionego alternatora/silnika z silnikiem przez jakąś przekładnię, ... działają i można w domowych warunkach takie coś skonstruować i cieszyć się efektywnością takich urządzeń?
2. Jak pan wyjaśniłby zjawisko w załączonym filmie? <https://youtu.be/...>

Z góry dziękuję za odpowiedź

Pozdrawiam  
Wojciech

Pytanie dotyczy możliwości uniezależnienia się od sieci i wytwarzania w domowych warunkach „darmowej energii”. Osoby „techniczne” wiedzą, że w warunkach domowych jest to nierealne, a internetowe filmiki to różne sztuczki. Czy warto analizować i wyjaśniać, dlaczego są to oszukańcze sztuczki? Mnie szkoda na to czasu. Autorowi pytania odpisałem, że oglądałem w życiu trochę różnych pokazów „magików” – prestidigitatorów, iluzjonistów. Część można zobaczyć w telewizji lub w Internecie. Zdecydowanej większości z nich nie potrafię wytłumaczyć – nie wiem „jak on to robi?”. W „klasycznych” przypadkach wiadomo, że są to sztuczki zręcznościowe, a część wykorzystuje też nowoczesne technologie.

Chcielibyśmy wiedzieć, na czym polega taka „magiczna” sztuczka iluzjonisty, ale mało kto draży temat do końca. Ci, którzy „drażą do końca” często też zo-



stają prestidigitatorami. Nie szukamy tam „ukrytej prawdy o fizyce”, tylko „sztuczek zręcznościowych”.

Oglądałem też trochę filmików o różnych źródłach „darmowej energii”. Czasem człowieka nurtuje wtedy pytanie „jak on to robi?”, ale nie w kategorii „odkrywania zatajonej prawdy”, tylko właśnie rodzaju sztuczki zręcznościowej. Ludzie potrafią włożyć dużo pracy i sprytu, żeby zrobić interesujący filmik na YT. Wykorzystują różne sposoby (a to niewidoczny, ukryty pod spodem kabel zasilający, a to silne pole elektromagnetyczne, np. kuchenki indukcyjnej). Mnie szkoda czasu na dociekanie i badanie takich szczegółów, podobnie jak innych sztuczek iluzjonistów.

Po pierwsze, jak dotąd nikt nie podważył zasady zachowania energii obowiązującej w naszym Uniwersum. Po drugie, gdyby to było możliwe i było prawdą, to tacy ludzie z filmików byłoby bajecznie bogaci, bo mogliby nie tylko sami wykorzystywać „darmową energię”, ale też sprzedawać ją innym.

Legends miejskie głoszą, że „oni”, głównie lobby związane z ropą naftową, nie dopuszczają takich wynalazków na rynek. A to nieprawda! Gdyby to było możliwe, to takie specyficzne, nietypowe państwo jak Chiny, które musi kupować ropę od Rosji i od Arabów, już dawno wykorzystywałoby „darmową energię” z takich filmików. Chiny mają naprawdę zaawansowane technologie, wysyłają rakiety na Księżyc, a energię nadal pozyskują klasycznie, m.in. z ropy naftowej i budują kosztowne, ogromne elektrownie wodne. Dlatego, że **„darmowa energia” (free energy) w warunkach domowych to bajka dla słabo zorientowanych (czytaj: naiwnych)**.

Owszem, lobby naftowe dba o swoje interesy, ale na świecie są też inne bogate lobby, które natychmiast sprzedawałyby „darmową energię” i zarabiałby na tym ogromne pieniądze.

„Darmową energię” wykorzystywałyby przede wszystkim armie – wojskowi z największych państw. A nie wykorzystują, bo to bajka dla dzieci.

Ja zacząłem duży kurs Radiowej Oślej Łączki i chcę pokazać prawdziwe podstawy elektroniki. Nie mam zamiaru przekonywać zwolenników „płaskiej Ziemi” i „Free energy”, że to nieprawda, ale może przy okazji pokażę kilka „sztuczek elektro- nicznych”. Szkoda mi jednak czasu na dociekanie,

jaką sztuczkę wykorzystał autor filmiku podobnie jak nie dociekam, jakie sztuczki stosuje Copperfield.

Wielce Szanowny Panie Piotrze! Ogromnie dziękuję Panu za pracę popularyzującą wiedzę o elektronice.

Odkryłem Pana dwa razy. Pierwszy raz za sprawą „Elektroniki dla początkujących czyli wyprawy na ośłą łączkę” i „Praktycznego kursu elektroniki”, drugi raz oglądając filmy z kanału na YT.

Wstyd się przyznać, ale nie od razu powiązałem je ze sobą, ale kiedy już się to stało, moja radość była tym większa! Pańskie publikacje i filmy są bardzo wciągające i bardzo satysfakcjonujące, znajduję w nich ogromną ilość wiedzy na moją miarę. Do filmów, podobnie jak do publikacji, wracam wielokrotnie, ponieważ utrwalam dzięki temu wiedzę, czemu sprzyja ich przystępna wiarygodna, nienudzka, nieprzeładowana niezrozumiałymi treściami forma.

Z poziomu odbiorcy mogę zasugerować by zastanowił się Pan **czy wzbogacić narrację o animacje**. Ożywione, nawet w bardzo prosty sposób rysunki i schematy osiągają nowy poziom zrozumienia. Przywołam tu rysowane „animacje” z kanałów „Reduktor Szumu”, „ElektroPrzewodnik”, „Majsterkowanie i nie tylko”. Prymitywne, ale nie prostackie! A to wystarcza! Wszystkie przykłady łączy obrazowe narastanie wyjaśnienia.

Oczywiście, co bardzo istotne w wymienionych przykładach, ważne są osoby narratorów, których łączy dobra polszczyzna, którą posługuje się Pan znakomicie (bez tego ani rusz).

Na marginesie dodam, że można bez wysiłku uatrakcyjnić dla oka takie rysunki, tworząc je w formie negatywu (to taki myk który sprawia że plansza jest bardziej „sexy” ;DD) zupełnie jak w „Pogromcach mitów”. O prawdziwych animacjach nie wspomina, bo nie sposób zrobić je z marszu, ale wiadomo że są super! Na sto procent ktoś z entuzjastów rzuci się do robienia ich. Byle gdzieś utrwalić ich autorstwo, np. w stopce pod filmem.

Zbudował Pan markę! Niech Pan **wszyje do filmów jej logo**. Takie logo powinno być dostępne na koszulce. Na naklejce? Koszulka ląduje na studencie pierwszego roku Politechniki, a naklejka na laptopie licealisty i wędrują te powierzchnie reklamowe po świecie. Może należałoby **sprzedawać Pana czasopismo w formie papierowej**, np. na Allegro w postaci roczników? Odradzam tytuł „Rocznik” w pierwszej linijce. O sprzedaży na Allegro trzeba wspominać (ale krótko, mimochodem w czasie filmów). Ostatnio, autor kanału „Rakietomania” wspomniął, że gdyby nie sprzedawał na Allegro drukowanych przez siebie modeli rakiet ze SpaceX, o których kręci filmy, byłoby krucho finansowo. Wniosek – to działa. Wbrew twierdzeniom niektórych fantastów, dostęp do rozleglejszych treści w książce jest często o wiele szybszy niż na komputerku

z pedeeffa. Żeby otworzyć pedeeffa, trzeba zrezygnować z czegoś już wyświetlanego na ekranie. Pedeeffy są dobre do specyfikacji itp, a książka, przecież wiemy to wszyscy, może leżeć obok klawiatury i być konfrontowana z ekranem. (...) Portal Allegro wszyscy mają obcykany. Jak wiadomo, tam też są sklepy.

**Proszę nie powstrzymywać się przed humorystycznymi dygresjami.** Humor, jest Pana kolejną silną stroną. Przypuszczam że nie każdy go rozumie, ale to dobrze.

Może dla ilustracji w filmach o polach umieściłbym **jako dekorację lewitujący okazały magnes** (bliżej nie można sięgnąć). Oczywiście po wcześniejszym sprytnym wprowadzeniu go, a potem pozostawieniu w następnych filmach. Jestem zdania że trzeba fascynować. Kto wie, co wyzwoli w widzu korzystną refleksję?

Proszę **pomyśleć o rekomendowaniu widzom książek, a także ich autorów**. Dla wielu miłośników tematu takie wsparcie jest bezcenne.

**Pod filmami umieszczałbym spis (linki) umieszczonych już na YT filmów**, czyli każdy nowy film powiększałby taki spis o jeden. W tytułach filmów umieszczałbym ich numery, co ułatwi niejednemu poruszanie się po kanale, a i Panu pewnie też, bo łatwo powiedzieć „...umieszczam to w filmie 36 pt. (już opcjonalnie)”. Niektórzy autorzy umieszczają numer filmu na miniaturce, ale to jest słabe.

**I najważniejsze – angielska transkrypcja.** Nie wiem jak bardzo poszerzy to zasięgi, ale raczej ich nie zmniejszy :D Oczywiście.

Jeśli będzie Pan rozczarowany tym co napisałem, to nic sobie nie zrobię ;D. Z mojego poziomu początkującego entuzjasty mogę ograniczyć się tylko do zagadnień pozamerytorycznych, choć wspomnę, że zagadnieniem przesyłania energii zaciekał mnie Pan w sposób wstrząsający.

Napisałem Panu same banały, ale jestem pewien, że nie są to rzeczy kontrowersyjne, tylko proste i beznakładowe. Poza tym, co ja mogę Panu napisać oprócz drobiazgów? Kanał tak czy inaczej będzie zwiększał popularność, ponieważ stoi wiedzą! I Pana osobą ;D

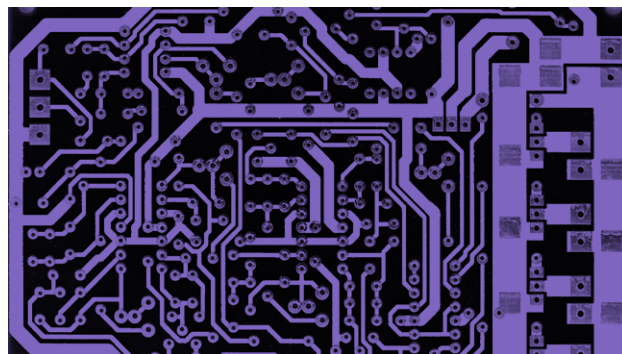
Serdecznie pozdrawiam (...) Z poważaniem

**Zbigniew**

P.S. YT usunął mój wpis z tym listem. Przypuszczam, że za dużo słów ;D

**Bardzo dziękuję! Ogromnie cenię sobie wszelkie takie uwagi!** Zapisalem je na liście do zrealizowania. Tylko podstawową kwestią jest brak czasu, ponieważ na początku obecnej aktywności z uwagi na szczupłość środków nie mogę sobie pozwolić na zatrudnienie pracownika i wszystko robię sam. Na razie jest jak w zamkniętym kole, ale pomału rysują się pewne perspektywy, że to się zmieni.

# Łamigłówki elektroniczne październik 2024



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze październikowym (10/2024). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Do czego służy? 2410

Rozwiązanie – Co to jest? 2410

Rozwiązanie – Jak to działa? 2410

Rozwiązanie – Zagadka 2410

## Do czego służy? 2410

W październiku postawione zostało następujące zadanie konkursowe **Sławomira Skrzyńskiego** z Rypina: Na rysunku przedstawiony jest prosty układ z dwiema dawniej bardzo popularnymi bramkami. **Do czego mógł służyć taki układ?**

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

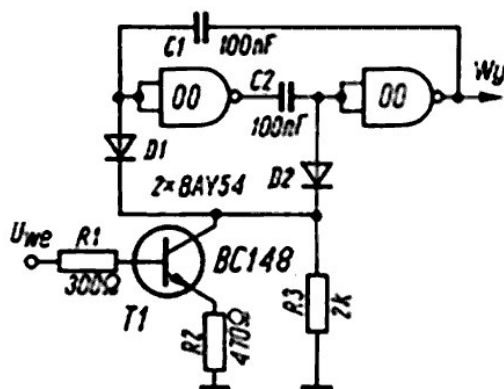
*Dzień dobry, schemat przedstawia układ detekcji sygnału.*

(...)

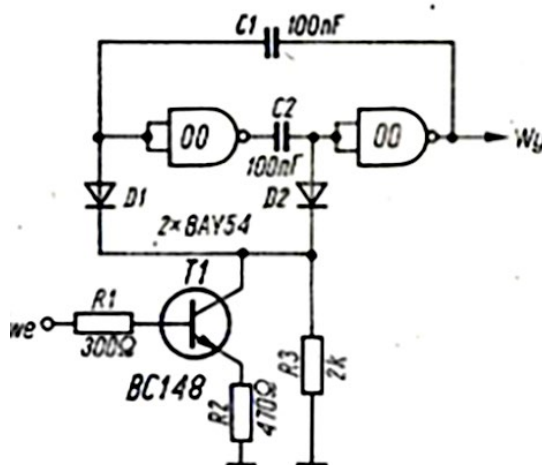
(...) Tego rodzaju układ mógł być użyty w roli detektora logicznego, przerzutnika, który ma reagować na określony sygnał analogowy lub logiczny. Jest to prosty sposób na konwersję sygnału analogowego na logiczny.

Układ ten mógł służyć do wykrywania przekroczenia określonego poziomu napięcia wejściowego. Kiedy napięcie na wejściu przekracza wartość progową, tranzystor przełącza się, co prowadzi do zmiany stanu wyjściowego bramek NAND. Opóźnienie przełączania wynosi około 1 ms.

Wykorzystanie bramek NAND sugeruje, że układ mógł być częścią większego systemu, gdzie różne warunki (np. stan logiczny 0 lub 1) sterowały pracą urządzenia.



Kolejną odmianą układu podstawowego jest układ przedstawiony na rys. 11. Jest to generator o częstotliwości powtarzania regulowanej napięciem wejściowym  $U_{we}$ . Zamiast rezystorów  $R1$  i  $R2$  użyto diod  $D1$ ,  $D2$  i tranzystora  $T1$ , który pracuje jako źródło prądowe. Dla podanych na rysunku wartości elementów zakres regulacji częstotliwości wynosi od 1,5 kHz do 5 kHz przy zmianie napięcia  $U_{we}$  od +1 V do +5V.



Rys. 11. Generator przestrajany napięciem

(...)

Rozwiązanie pokazane jest na rysunku obok, który jest fragmentem artykułu ze starego Radioelektronika. ▢



## Rozwiązanie – Co to jest? 2410



W październiku postawione zostało następujące zadanie konkursowe **Piotra Rudzińskiego** z Gdańska:

*Na fotografii poniżej pokazany jest pewien element elektroniczny.*

*Standardowe pytanie brzmi:*

**Co to jest za element?**

**Do czego służy lub raczej do czego służył?**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca października. Oto nadesłane rozwiązania zadania, które okazało się bardzo trudne.

Oto nieprawidłowe rozwiązania.

*To jest jakiś nietypowy zestaw, albo z jakiegoś przekaźnika, albo samodzielny, popychany pewnie jakąś krzywką albo popychaczem*

(...)

*Dzień dobry,  
jest to tensometr, nie wymaga polaryzacji i pracuje jak potencjometr sterowany siłą. Ma (miał?) zastosowanie w cyfrowej wadze łazienkowej. Pozdrawiam*

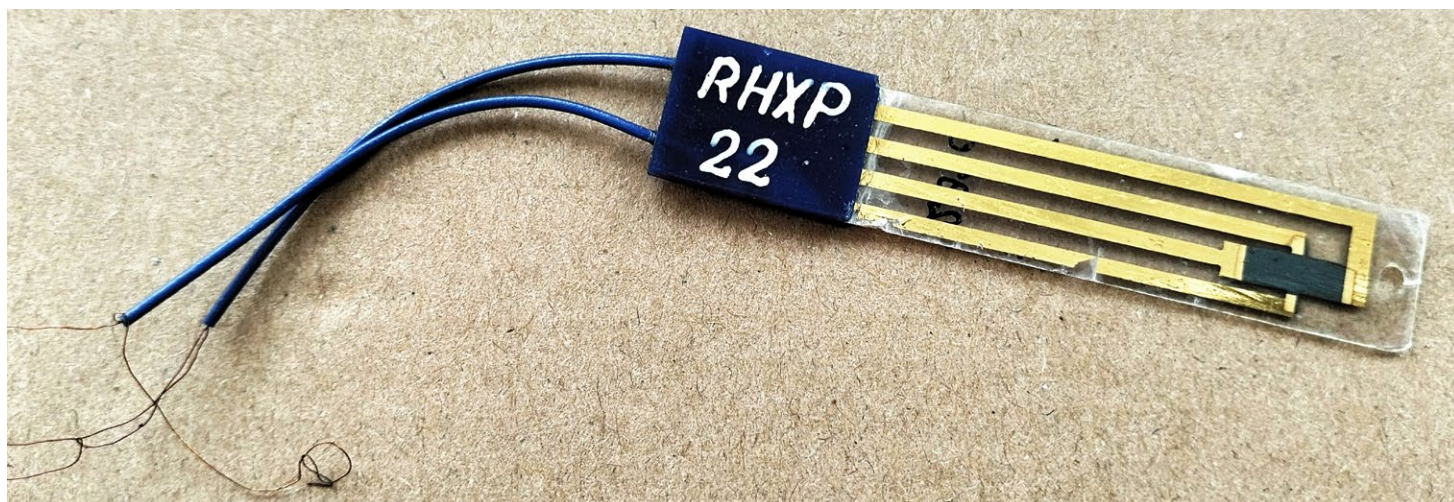
(...)

*Ten element to czujnik tensometryczny (tensometr), który mierzy odkształcenia materiału. Tensometry są najczęściej stosowane do pomiaru sił, naprężeń, czy deformacji w materiałach poddanych obciążeniu. Elementy tensometryczne zazwyczaj działają na zasadzie zmiany rezystancji elektrycznej pod wpływem rozciągania lub ściskania. Tensometry są szeroko stosowane w laboratoriach i przemyśle do badań wytrzymałościowych, wagi, monitorowania sił, naprężeń konstrukcji i innych. Można je znaleźć w wagach, systemach monitorowania mostów, budynków czy maszynach przemysłowych. Element, który został przedstawiony, wygląda na typowy tensometr rezystancyjny, być może używany w dawnych systemach pomiarowych z lat 70. lub 80.*

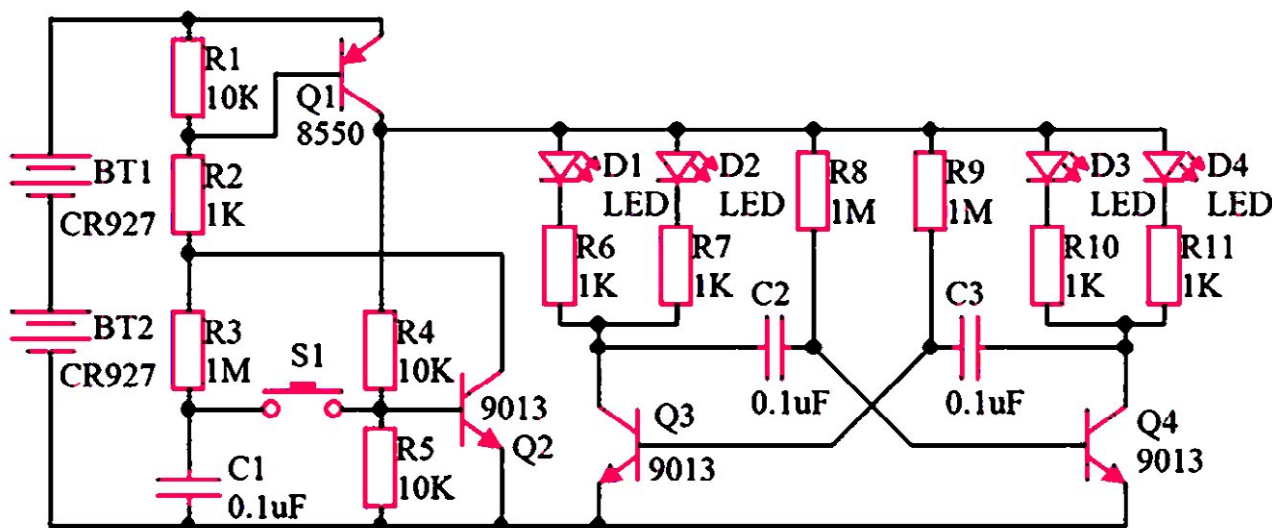
(...)

Autor zadania napisał:

**Ten element to hallotron cienkowarstwowy, czyli czujnik pola magnetycznego. Ten konkretny egzemplarz to RHXP-22.** Drugą stronę elementu pokazuje poniższa fotografia. ▣



## Rozwiązanie – Jak to działa? 2410



W październiku postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na rysunku pokazany jest prosty schemat z czterema tranzystorami bipolarnymi.

Pytanie konkursowe brzmi:

**Jak działa taki układ?**

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

Witam,

układ z tranzystorami Q3, Q4 jest banalny i szkoda czasu na jego omawianie. Zainterесował mnie obwód z tranzystorami Q1, Q2. Z początku nie kleiło się jego działanie, ale po pomyśleniu doszedłem, że to jest dobry przełącznik dwustabilny z jednym przyciskiem.

Wcześniej myślałem, że to niemożliwe, żeby zrobić przełącznik ZAŁ/WYŁ z jednym przyciskiem bez przerzutnika. A tu niespodzianka. Można, tylko potrzebny jest obwód opóźniający R3 C1, który pamięta poprzedni stan. Dziękuję za to zadanie i spróbuję wykorzystać. Pozdrawiam

**Michał**

**Jak to działa? 2410**

Ten układ to multiwibrator astabilny, który generuje naprzemienne miganie diod LED (D1, D2, D3, D4).

Kiedy jeden z tranzystorów (np. Q3) jest włączony, prąd przepływa przez odpowiednie diody LED (D1 i D2), co powoduje ich zaświecenie. W tym samym czasie kondensator C2 ładuje się, a po pewnym czasie rozładowuje, zmieniając stan kolejnego tranzystora Q4, który włącza się, zapalając drugą parę diod (D3 i D4). Proces ten powtarza się cyklicznie, powodując

naprzemienne miganie diod LED w określonym czasie, zależnym od wartości kondensatorów i rezystorów w układzie. Częstotliwość migania (czyli szybkość, z jaką zmienia się stan układu) można regulować przez zmianę wartości kondensatorów (C2, C3) lub rezystorów (np. R8, R9).

Na tym rysunku, przycisk S1 pełni funkcję włącznika (lub wyzwalacza) dla całego obwodu. Po jego naciśnięciu, tranzystor Q2 (9013) zostajeysterowany przez zestaw rezystorów R3, R4, co powoduje, że Q2 przewodzi. W ten sposób układ jest aktywowany, a dalsze elementy rysunku, takie jak Q3 i Q4, zaczynają współpracować, wyzwalając migotanie diod LED (D1–D4) poprzez oscylator.

Tranzystor Q1 (8550) w tym układzie pełni funkcję kluczowego elementu zasilającego resztę obwodu. Jest on tranzystorem PNP, który działa jako przełącznik sterujący przepływem prądu. Gdy przycisk S1 zostanie naciśnięty, Q2 przewodzi, co powoduje włączenie Q1. Tranzystor Q1 otwiera się i pozwala prądowi przepływać z baterii do reszty układu, zasilając oscylator oraz diody LED. Rola Q1 to w zasadzie uruchomienie lub aktywacja układu po naciśnięciu przycisku S1. Kiedy S1 zostanie zwolniony, układ będzie kontynuował działanie, dopóki nie wyczerpie się źródło zasilania lub prąd nie zostanie przerwany w inny sposób.

Kondensator C1 (0,1 μF) w tym układzie pełni funkcję elementu eliminującego zakłócenia i stabilizującego działanie obwodu przy włączaniu tranzystora Q2. Jego głównym zadaniem jest opóźnianie impulsu prądowego w obwodzie bazy Q2, co zapobiega niechcianym oscylacjom i zapewnia płynne przełączanie.

**Tadeusz Suszał** □



## Rozwiązanie – Zagadka 2410

W październiku postawione zostało następujące zadanie konkursowe **Piotra Rudzińskiego** z Gdańska: Na fotografii poniżej 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.

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca października. Oto nadesłane rozwiązania. Wszystkie były prawidłowe.

*Dzień dobry,  
jest to dioda stosowana w układach mikrofalowych.*

**Mirosław Kaszowski**

*Co to za element? 2410*

*Element wygląda na specjalistyczny półprzewodnikowy komponent RF, prawdopodobnie na diodę PIN lub diodę mikrofalową. Ceramiczna obudowa i metalowy kołnierz sugerują, że jest to element przeznaczone*



*czony do pracy w aplikacjach wysokiej częstotliwości, gdzie wymagana jest izolacja i dobre odprowadzanie ciepła.*

*Dioda PIN o takim wyglądzie mogła być używana w latach 70. w technologiach mikrofalowych, radarach, czy systemach komunikacji, gdzie często stosowano takie hermetyczne obudowy ceramiczno-metalowe.*

**Tadeusz Suszał**

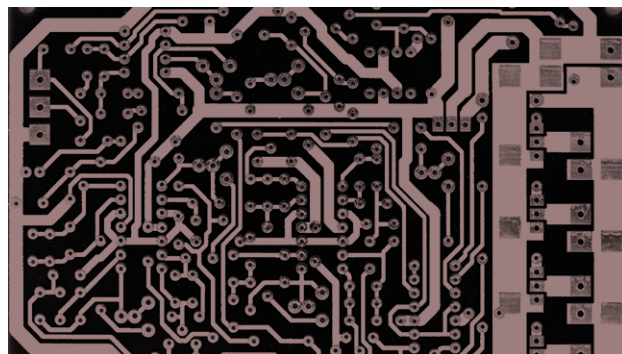
Autor tego zadania konkursowego, **Piotr Rudziński** napisał: **Ten element to dioda, a konkretnie waraktor BXDP-74B.** ▣





# Łamigłówki elektroniczne

## grudzień 2024



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

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

Co to jest? 2412  
Policz 2412

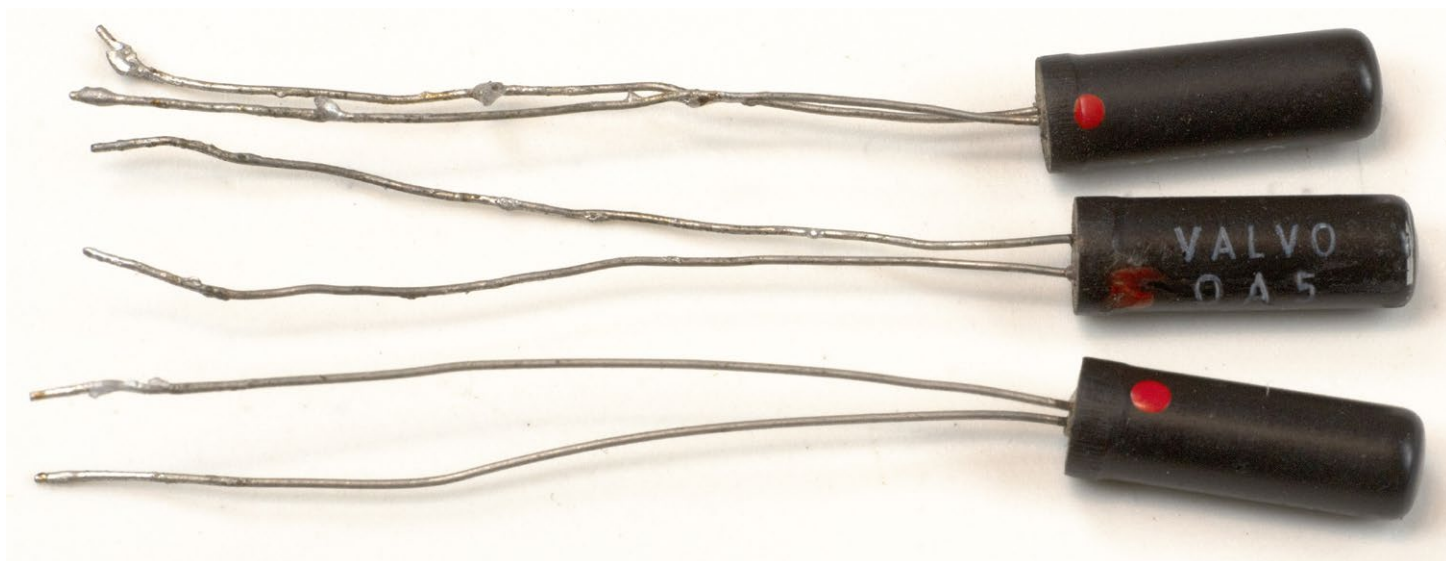
Kwestie energetyczne 2412  
Co to za schemat? 2412

## Co to jest? 2412

Na **fotografii poniżej** pokazane są trzy egzemplarze pewnego elementu elektronicznego.

Pytanie konkursowe brzmi:

**Co to jest za element?**



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

## Policz 2412

Kierowca ciężarówki do zasilania pewnego czułego urządzenia potrzebuje stabilizatora liniowego 5 V  $\pm 5\%$  o prądzie maksymalnym 2 A (bo przetwornice impulsowe zakłócają działanie tego urządzenia).

Pytanie konkursowe brzmi:

**Jaką maksymalną moc strat musi rozproszyć taki stabilizator?**

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

## Kwestie energetyczne 2412

Ktoś nam podarował panel fotowoltaiczny 5-woltowy o rozmiarach 18 x 12 cm.

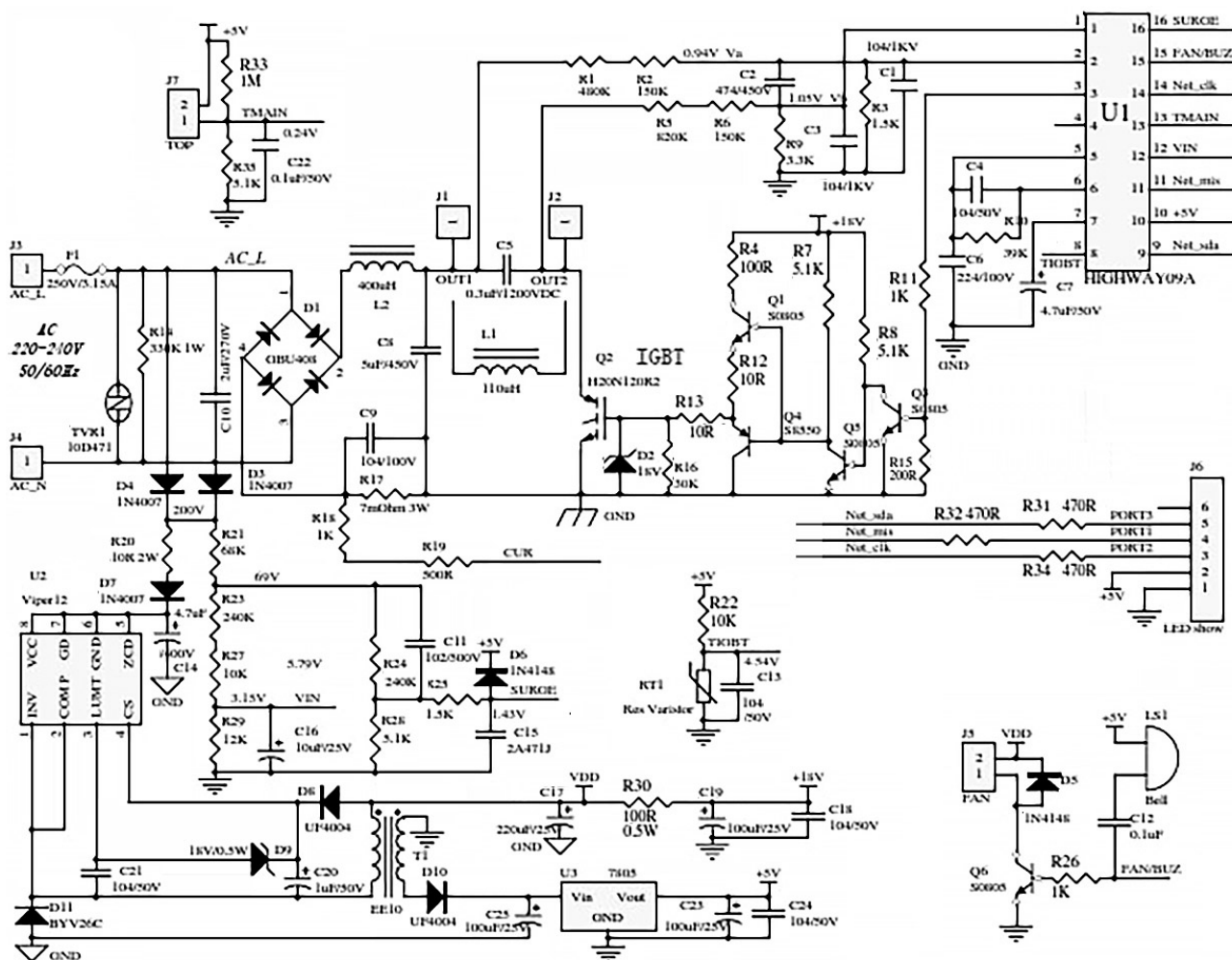
Pytanie konkursowe jest takie:

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

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

## Co to za schemat? 2412

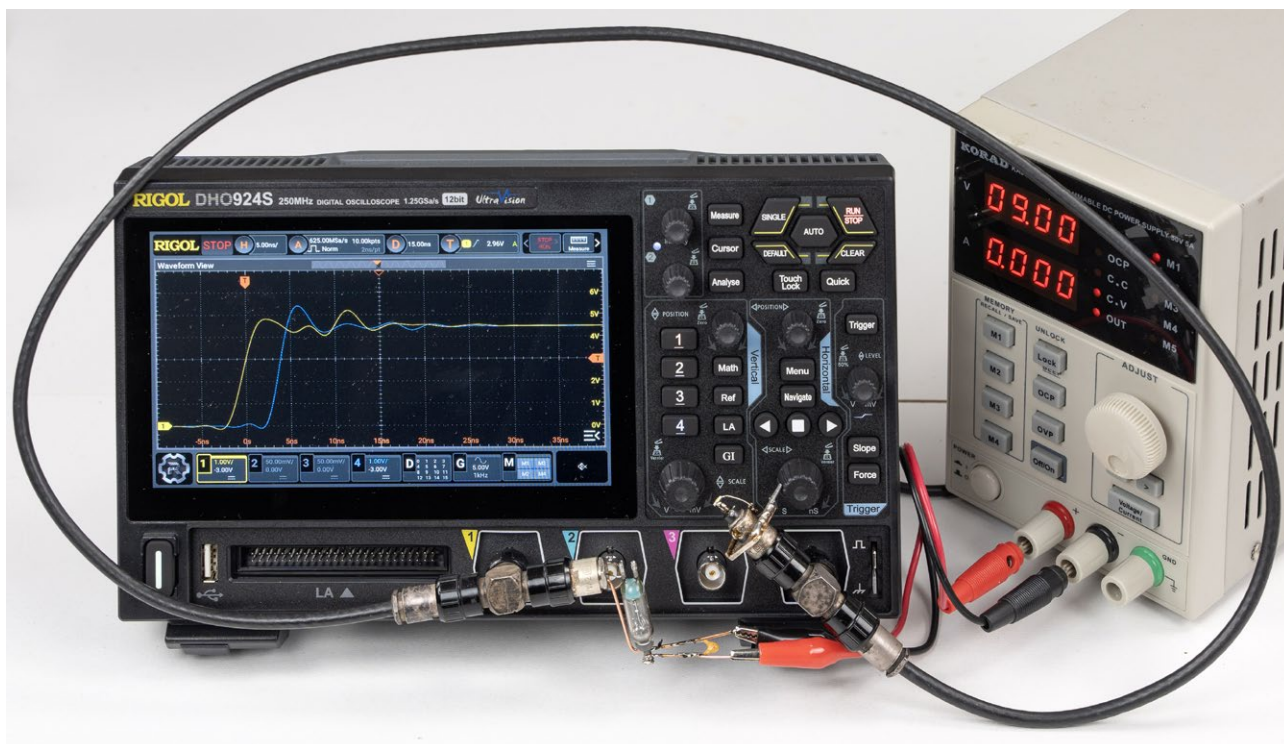
Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca grudnia 2024 na adres: [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl).



**Drogi Czytelniku! Czy może w tej rubryce zostanie zamieszczona także jakaś łamigłówka Twojego autorstwa?**

**Śmiało możesz nadesłać propozycję łamigłówki i jej rozwiązania!**





# To jak naprawdę płynie ten prąd?

Wszyscy uczymy się przecież o elektryczności w szkołach i na studiach. Dlatego może dziwić fakt, że niezależnie od poziomu wykształcenia mnóstwo osób pyta: jak „naprawdę” jest z tym prądem elektrycznym? Dlaczego mamy silny niedosyt i dlaczego szukamy „prawdy o prądzie elektrycznym”?

Czym jest prąd elektryczny?

Bieguny i kierunek prądu elektrycznego

Sztuczny problem kierunku prądu

Czy woda przewodzi prąd elektryczny?

Prąd elektronowy czy protonowy?

Czy prąd to uporządkowany ruch elektronów?

Ślimaczo mała prędkość prądu elektrycznego...

Błyskawiczne przekazywanie... energii

Ja jestem popularyzatorem elektroniki i przede wszystkim zachęcam do działań praktycznych, czyli do budowania układów elektronicznych! Czy i Ty już znasz uczucie wielkiej radości i satysfakcji, gdy z garstki niepozornych elementów powstaje działający układ? Ogromną radość daje realizacja nawet prostych układów elektronicznych, a źródłem nieustającej satysfakcji jest ciągły postęp w realizacji konstrukcji coraz bardziej złożonych i doskonalszych.

Budowanie prostych układów elektronicznych jest zaskakująco łatwe. Tak, tylko dość często sa-

modzielnie budowane oraz fabryczne układy elektroniczne nie pracują według oczekiwań i chcielibyśmy wiedzieć, dlaczego nie działają i jak je naprawić. A mnóstwo osób po prostu chciałoby rozumieć, jak one działają. I tu pojawia się kwestia podstaw elektroniki oraz bardzo popularne tytułowe pytanie: **To jak naprawdę płynie ten prąd?**

**Fotografia tytułowa** przynosi częściową odpowiedź – pokazuje, że impuls energii opóźnia się o około 4 nanosekundy po przejściu przez 92-centymetrowy kabel. Ale nie jest to „cała prawda” o prądzie.

Dziwić może to, że przecież w szkołach i na studiach jesteśmy uczeni o elektryczności, a jednak niezależnie od stopnia wykształcenia większość z nas pyta, jak to z tym prądem jest „tak naprawdę”?

Dlaczego mnóstwo osób szuka „prawdy o prądzie elektrycznym”? Wyjaśniam to w poniższym artykule i w uzupełniającym go **filmie, oznaczonym jako B005**.

Otóż najprościej biorąc dlatego, że na poszczególnych etapach nauki przedstawia się nam niespójne, a wręcz sprzeczne informacje dotyczące prądu, elektryczności i elektroniki. Wiele zależy od tego, jakich, szczęśliwym czy nieszczęśliwym trafem, mieliśmy nauczycieli. Niestety, często mamy tylko oddzielne okruszki wiedzy, które w naszych umysłach nijak nie chcą złożyć się w harmonijną całość. Mało tego – wielu z nas ma wrażenie, że czym więcej dowiaduje się o prądzie i elektryczności, tym większy ma zamęt w głowie.

Poszukujemy konkretnej i krótkiej odpowiedzi nie tylko na pytanie „jak naprawdę płynie prąd?”, ale też chcielibyśmy gdzieś w Internecie znaleźć zwięzłe wyjaśnienie podstaw elektroniki typu: „elektronika w pigułce”. Sprawę „elektroniki w pigułce” omawiam w następnym artykule tej serii, a teraz zajmijmy się prądem elektrycznym. Zagadnienie okazuje się zaskakująco szerokie i skomplikowane.

### Czym jest prąd elektryczny?

Często słyszymy: *ile płacisz miesięcznie za prąd?* Albo: *ceny prądu idą w górę*.

Potocznie i nieściśle *prądem elektrycznym* nazywana jest wtedy *energia elektryczna*, a to coś zupełnie innego, choć pokrewnego. Prąd mierzymy w amperach, a energię najczęściej w kilowatogodzinach i zakładowi energetycznemu nie płacimy za *prąd*, tylko za *energię* elektryczną.

Słowo **prąd** kojarzy się z ruchem płynu (cieczy lub gazu). Z ruchem, unoszeniem, przepływem.

Mnóstwo osób stwierdza, że „prąd to ruch elektronów”. I jest w tym sporo prawdy. Ale nie jest to cała prawda.

Najprościej biorąc, w metalowych drutach prąd elektryczny to rzeczywiście ruch, przepływ elektronów. Uporządkowany ruch tak zwanych swobodnych elektronów, które bardzo łatwo przemieszczają się wewnątrz drutu. Jednak są też inne przypadki. Według definicji,

Oprócz elektronów, takimi nośnikami ładunku elektrycznego są protony oraz jony (dodatnie i ujemne). I właśnie te dodatnie i ujemne jony umożliwiają przepływ prądu przez wodne roztwory licznych substancji, np soli. Sól rozpuszcza się w wodzie i ulega tzw. dysocjacji – rozpadowi na jony dodatnie i ujemne, które umożliwiają przepływ prądu w roztworze. Ale prąd praktycznie nie płynie w idealnie czystej wodzie, bo nie ma tam takich jonów. Pokazuję to w filmie B005 będącym uzupełnieniem tego artykułu.

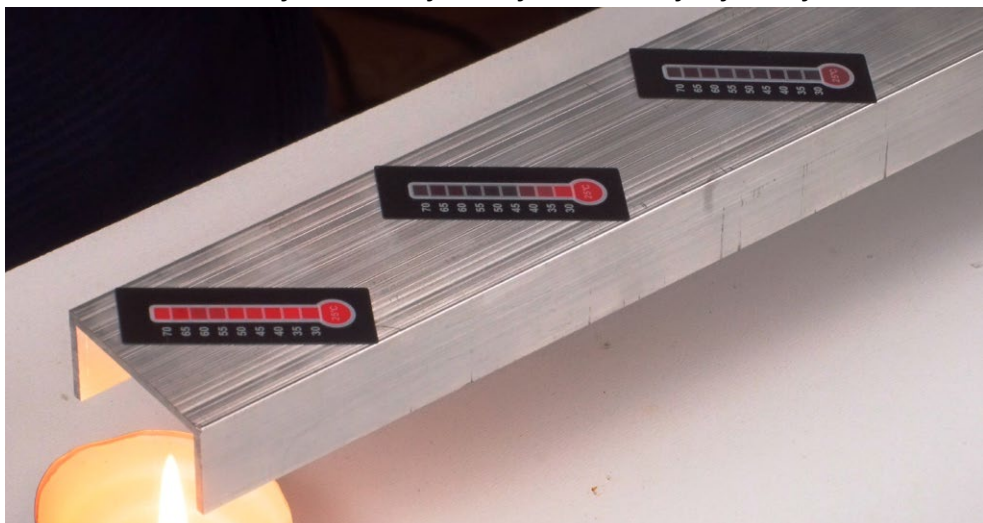
### Bieguny i kierunek prądu elektrycznego

Jest pewne zamieszanie dotyczące kierunku prądu elektrycznego, mające korzenie mniej więcej 250 lat temu. Wtedy budowano dopiero podstawy fizyki i wyobrażano sobie, że ciepło i elektryczność, ale też magnetyzm, światło i zjawiska związane z paleniem się substancji, oparte są na przepływie tak zwanych *fluidów*. Te *fluidy* to hipotetyczne niewidzialne, a wręcz niewykrywalne substancje, podobne do płynu. Intuicyjnie najłatwiej zrozumieć koncepcję fluidów na przykładzie ciepła. W filmie B005 pokazuję przykład przepływu ciepła w metalowym płaskowniku.

Podobnie wtedy (a nawet tak jest do dziś) wyobrażano sobie, że prąd elektryczny to przepływ fluidu lub fluidów.

W przypadku ciepła nie ma wątpliwości, że pomalutku przepływa ono z obszarów o wyższej temperaturze – cieplejszych, do obszarów o niższej temperaturze – zimniejszych. Taki powolny proces przepływu ciepła pokazany jest na **fotografii 1**.

Natomiast z elektrycznością od dawna był kłopot, bo zauważono, że są jakby dwa rodzaje elektryczności, czyli dwa fluidy elektryczne: szklany i żywiczny.



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

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



# Nie przegap bardzo cennych artykułów edukacyjnych zawartych w niepozornej kategorii: R – Achiwalne

https://piotr-gorecki.pl/n05\_kopalnia-skarbow/

**ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

NASZE  
CZASOPISMO

ZAPYTAJ  
ODPOWIEDZ

KOPALNIA  
SKARBÓW

ARDUINO  
PROGRAMOWANIE

PROJEKTY  
EKSPERYMENTY

ELEKTRONIKA  
UŻYTKOWA

PANORAMA  
AUDIO

PATRONAT  
MECENAT

O MNIE  
KONTAKT

## Kopalnia skarbow



Szukaj

Szukaj



Wspieraj na Patronite.pl

Dziękuję za Twoje wsparcie!



Wesprzyj

Powered by PATRONITE

Nasza cywilizacja opiera się na elektronice. Elektronika to wspaniała dziedzina, ale niewiarygodnie obszerna – poznając ją, możesz skorzystać z mojej pomocy.

**Kategorie.** Dla wygody wszystkie artykuły, i te publikowane najpierw w czasopiśmie **Zrozumieć elektronikę**, i te od razu umieszczane na stronie internetowej **piotr-gorecki.pl**, a także filmy na mojej stronie na **YouTube**, pogrupowane są według kategorii i wyróżnione kolorami. Każdy artykuł merytoryczny ma oznaczenie, składające się z jednej lub dwóch liter określających kategorie oraz trzycyfrowy numer kolejny, na przykład A001 (niektóre artykuły należą do więcej niż jednej kategorii). Znając to oznaczenie, np. właśnie A001, nie trzeba szukać, bowiem można po prostu wpisać w przeglądarce w pasku adresu: *piotr-gorecki.pl/A001*.

Zawsze można też skorzystać z umieszczonej na stronie wyszukiwarki (u góry, po prawej).

Listę opublikowanych dotychczas artykułów zobaczysz po kliknięciu poniżej na link z nazwą kategorii.

**A – Fundamenty elektroniki** Najobszerniejsza kategoria, obejmująca wiele dziedzin elektroniki.

**B – O elektronice przystępnie** Elektronika to bardzo szeroka dziedzina. Jak zacząć? Materiały dla wszystkich ciekawych świata, także nieelektroników, a szczególnie dla początkujących elektroników.

**Y – Praktyczna elektronika** Zrób to sam – wykonaj to własnoręcznie! Praktycznie zrealizowane projekty oraz przeprowadzone testy i eksperymenty.

**E – Elementy i moduły** Poznaj lepiej rozmaite elementy elektroniczne oraz łatwe do wykorzystania moduły.

**M – Miernictwo** Mierzmy nie tylko podstawowe parametry, ale też badamy rozmaite aspekty niedoskonałości, co jest ogromnie ważne w praktyce.

**S – Zasilanie** Zasilacze liniowe, impulsowe, baterie i akumulatory. Nie takie to wcale proste, jak może się wydawać...

**U – Mikroprocesory** Nie tylko o mikroprocesorach i mikrokontrolerach, ale przede wszystkim o Arduino.

**P – Programowanie** Współczesny elektronik nie uniknie programowania, ale nie musi być informatykiem.

**D – Podstawy techniki cyfrowej** Nie tylko elementarne podstawy techniki cyfrowej, ale też komputery, transmisja danych i różne interfejsy.

**C – Elektronika użytkowa** Budowa i zasady działania urządzeń elektronicznych powszechnego użytku, jakie mamy w naszych domach.

**H – Historia** Nie tylko historia elektroniki, ale i elektroniki historyczna, w tym technika lampowa.

**O – Audio i wideo** Fascynujący i ogromny temat przetwarzania dźwięku i obrazu.

**Q – Pytania i odpowiedzi** Tu zadasz pytania, znajdziesz odpowiedzi na popularne pytania dotyczące elektroniki.

**X – Różne** – Jak sama nazwa wskazuje.

Dodatkowo są jeszcze dwie, odrębne kategorie:

**R – Archiwalne** Litera R w oznaczeniu wskazuje, że jest to materiał, który już wcześniej był dostępny w drukowanym czasopiśmie, zapewne w EdW.

**C – Cykle** Do tej kategorii należą wieloodcinkowe cykle edukacyjne.

Obserwuj nas w mediach społecznościowych



Najnowsze artykuły



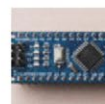
3 tygodnie ago

**Wspólnie projektujemy: Trzecia ręka elektronika**



3 tygodnie ago

**„Warsztatowe” zakupy w Chinach**



3 tygodnie ago

**Mikroprocesorowa ośła łączka, część 6**



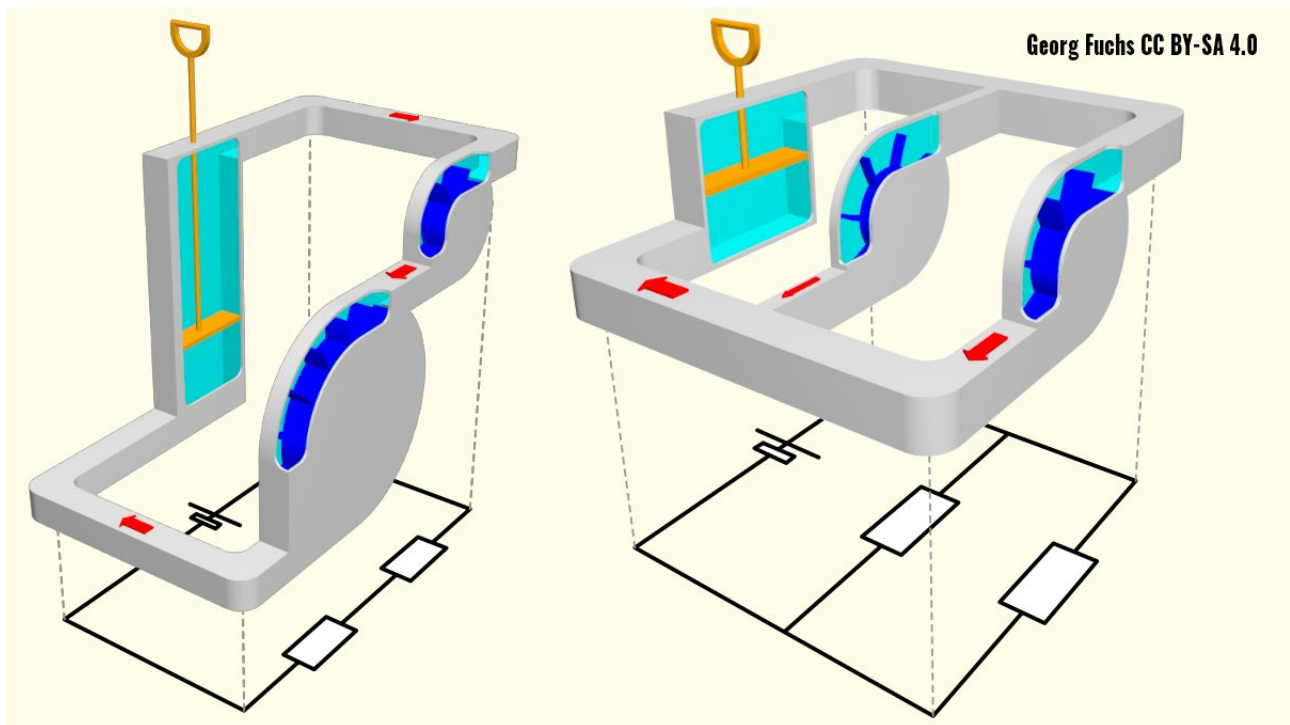
3 tygodnie ago

**Skrzynka pytań i odpowiedzi. Wytrzymałość wejść częstotściomierza AN870**

Nasi przyjaciele



FORBOT



# Cała prawda o elektronice, czy niedoskonałe modele?

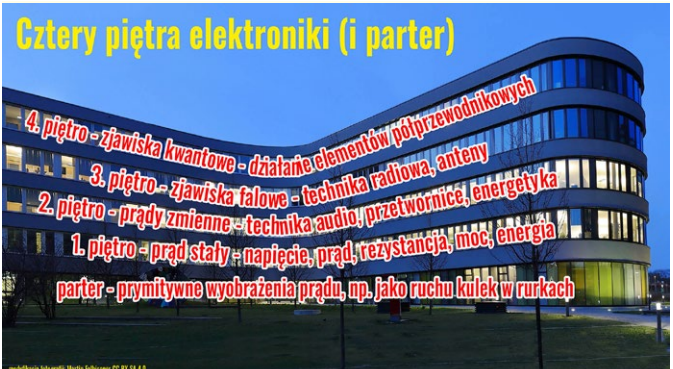
Poniższy artykuł jest ważną częścią Radiowej Oślej Łączki. Przypomina, że nie znamy jeszcze „całej prawdy o elektronice”. Pokazuje, dlaczego w procesie edukacji wykorzystujemy mniej i bardziej uproszczone modele, po części wzajemnie sprzeczne, przeszkadzające w zrozumieniu trudniejszych zagadnień.

## Zawiła i pokrętna historia elektryczności

## Piętra elektroniki – lepsze i gorsze modele

W poprzednim artykule tej serii, zatytułowanym Ewidentnie bezprzewodowe przesyłanie energii, podałem szereg argumentów, że **także przy wykorzystaniu przewodów, energia ze źródła do odbiornika energii wcale nie jest przekazywana wewnątrz przewodów, tylko „przez powietrze”**. To zaskakujące, bardzo dziwne, a dla wielu wręcz nie do przyjęcia. Ale mówimy teraz o Radiowej Oślej Łączce i zaakceptowanie tego niewyobrażalnego wręcz faktu już niedługo okaże się kluczem do techniki radiowej – kluczem i przepustką na radiowe 3. piętro gmachu elektroniki. Podkreślam, że ten cykl artykułów nie ma na celu „zglobiania całej prawdy o elektronice”, lecz ma pokazać, po pierwsze, dlaczego fałszywe wyobrażenia

dotyczące prądu, napięcia i prawa Ohma utrudniają zrozumienie trudniejszych aspektów elektroniki. Po drugie, ma w łatwy i przystępny sposób wprowadzić do zagadnień „radiowych”.





Dlatego znów musimy wrócić do historii. Otóż od ponad dwustu lat uczeni intensywnie badali elektryczność: najpierw „elektryczność naturalną” – statyczną, następnie elektryczność galwaniczną, potem elektromagnetyzm. Kolejno tworzyli rozmaite, bardziej i mniej uproszczone, wyobrażenia i teorie.

Szczegóły dotyczące elektryczności okazały się zaskakująco dziwne. Czym dokładniej je badano, tym bardziej okazywały się skomplikowane. Dziś mamy fizykę kwantową i potwierdza się powiedzenie: „czym dalej w las, tym więcej drzew”. I nawet dziś nie wiemy wszystkiego! A to, co wiemy, nie mieści się w głowie i jest tak skomplikowane, że tylko garstka ludzi nadąża za aktualnymi odkryciami.

### Zawiła i pokrętna historia elektryczności

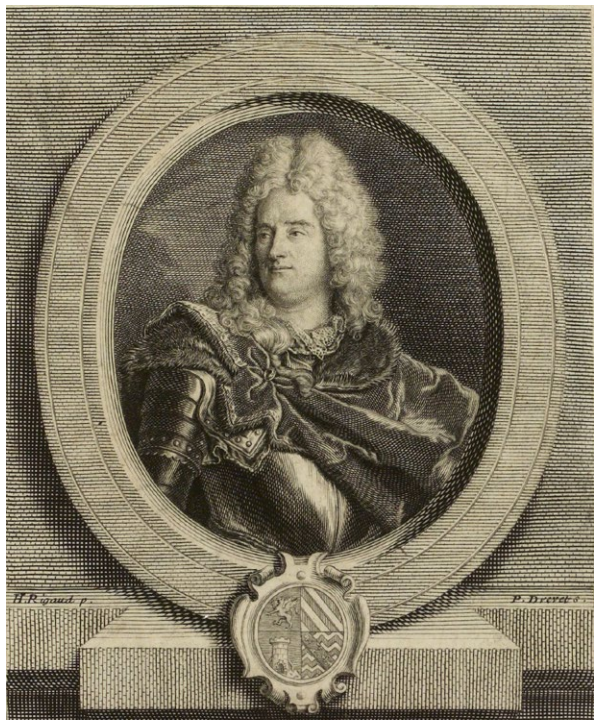
Badane od ponad dwustu lat zagadnienia dotyczące elektryczności, a raczej elektromagnetyzmu, od początku budziły fałszywe wyobrażenia i wnioski. Niemniej elektryczność wykorzystujemy praktycznie od połowy XIX wieku i wtedy do takiej praktyki wystarczyły bardzo proste wyobrażenia dotyczące natury elektryczności. Wiele z tych starych, przestarzałych teorii z czasów dziadka Jurka Ohma pokutuje do dziś, bo... są łatwe do zrozumienia, choć nieścisłe i mylące. Omawiam to szerzej w serii czterech artykułów zaczynającej się od Niezwykłe skromne prapoczątki elektroniki, a szczególnie w czwartym Jedno, czy raczej... dwa prawa Ohma?. A teraz, w ogromnym skrócie opowiem o różnych niedoskonałych,

ułomnych wyobrażeniach. Otóż najpierw były to teorie tak zwanych **fluidów elektrycznych**: dwóch fluidów, szklanego i żywicznego (DuFay – **rysunek 1**) lub jednego (Franklin **rysunek 2**). Były to wczesne prymitywne wyobrażenia, słabo odzwierciedlające rzeczywistość. Później odkrycia Luigi Galvaniego wzbudziły gorące dyskusje na temat tak zwanej **elektryczności zwierzęcej**. Długo nie było jasności, czy tak zwana **elektryczność galwaniczna** jest znaną wcześniej „zwykłą elektrycznością”. Omawiam to m.in. we wspomnianej właśnie serii czterech artykułów „historycznych”. Kwestię „jednej elektryczności” wyjaśnił dopiero Faraday w roku 1832.

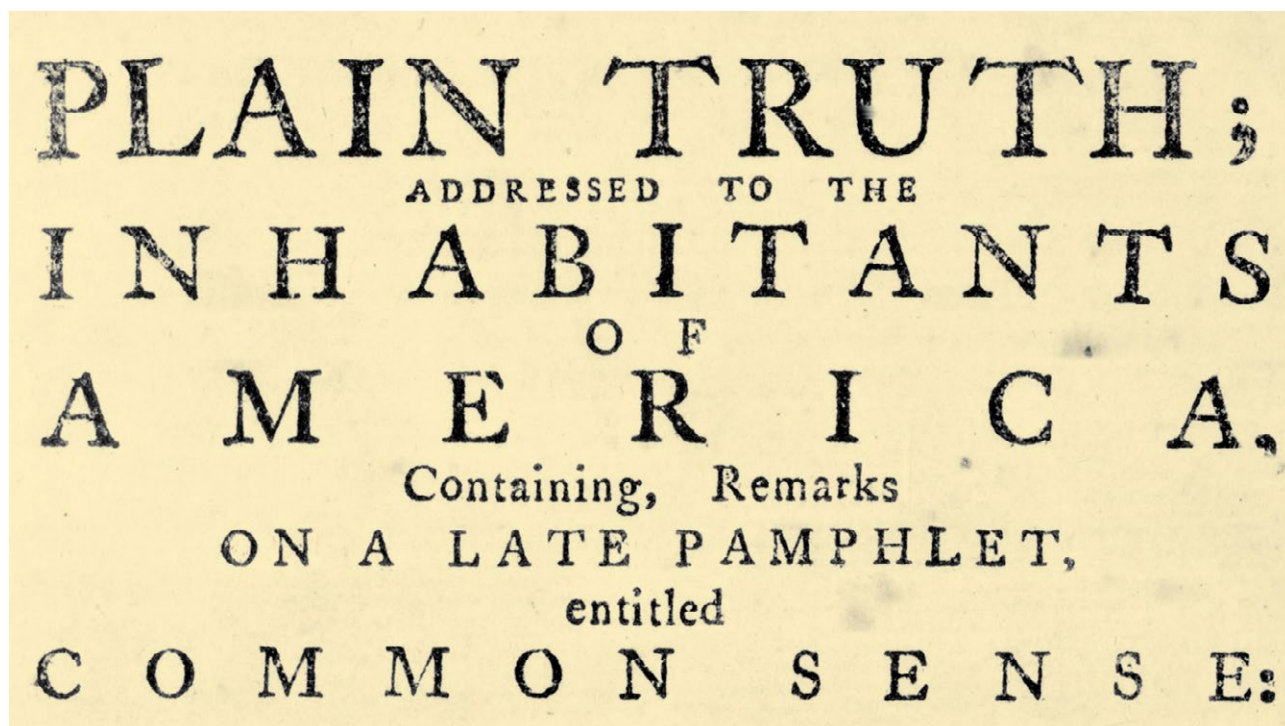
Nieco wcześniej, mniej więcej dwieście lat temu, wprowadzono pojęcia prądu i napięcia elektrycznego (A. M. Amper) oraz powstało prawo Ohma, którego uzasadnienie oparte było właśnie na fałszywej teorii fluidów (a także na bazie prac Fouriera i Poissona dotyczących przepływu ciepła).

Od połowy XIX wieku pojęcia napięcia i prądu elektrycznego są wyjaśniane za pomocą **analogii hydraulicznej**. Prąd elektryczny jest tam przedstawiany jako analogia przepływu, ruchu wody w rurach. Natomiast napięcie elektryczne jest przedstawiane jako elektryczny odpowiednik ciśnienia, czy nieco ściślej mówiąc, jako różnica ciśnień w poszczególnych punktach instalacji hydraulicznej.

Analogia hydrauliczna znakomicie obrazuje najprostsze zagadnienia elektryczne „z pierwszego piętra elektroniki”, na przykład działanie diody –



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



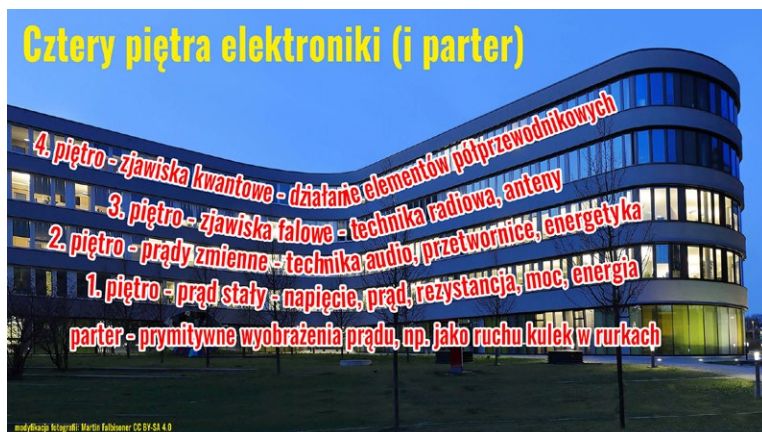
# Elektronika na „chłopski rozum”?

Artykuł jest częścią Radiowej Oślej Łączki. Pokazuje dwa skrajne podejścia „elektronika – księgowego” oraz „elektronika zdroworozsądkowego”. Uzasadnia, dlaczego tak trudno jest zrozumieć „na chłopski rozum” elektronikę, a zwłaszcza technikę radiową. Wspomina o urzekającym pięknie matematyki.

Podejście „na zdrowy rozum”  
Podejście „elektronika – księgowego”  
Zdolności matematyczne elektronika

Przekleństwo czy piękno matematyki?  
Pole elektryczne i pole magnetyczne  
Energia elektryczna czy elektromagnetyczna?

W poprzednim artykule Cała prawda o elektronice, czy niedoskonałe modele? pokazałem, że na poszczególnych piętrach elektroniki wykorzystujemy różne modele i rozmaite wyobrażenia, po części wzajemnie sprzeczne. To jest jeden z powodów zamieszania, jakie wytworzyło się w głowach wielu elektroników. Ale są też inne powody. W poniższym artykule omawiam dwa główne podejścia do elektroniki. Jedno to „podejście księgowego”, drugie to podejście „zdraworozsądkowe”, od którego zaczniemy.





## Podajcie „na zdrowy rozum”

Mnóstwo dociekliwych elektroników praktyków chce nie tylko uzyskać efekt w postaci działającego układu, ale też szczegółowo rozumieć „na zdrowy rozum” (*common sense*), jak i dlaczego właśnie tak działa jego układ. Chce znać oraz rozumieć uzasadnienie i wzajemne zależności.

I ktoś taki ma problem! Bo najpierw jest uczony w przedszkolu czy w podstawówce, że prąd elektryczny jest jak *kulki popychane w rurce*. Potem kto inny „objawia” mu, że „tak naprawdę” to nie kulki, tylko elektrony i że *prąd jest jak przepływ wody pod ciśnieniem w rurach*. Albo przepływ wody wskutek różnicy wysokości, jak na **rysunku 1** (MikeRunCC By-SA 4.0). To wie-

le wyjaśnia, ale potem też budzi rozmaite wątpliwości takiego dociekliwego elektronika. Budzi wątpliwości, których na podstawie analogii hydraulicznej nie da się wyjaśnić „na zdrowy rozum”. I co?

Są dwie główne możliwości, obie równie złe. Taki elektronik albo „odpuszcza” i pozostaje z fatalnym przekonaniem, że jest „za cienki”, żeby to zrozumieć, albo bez powodzenia nieustannie „kombinuje jak koń pod górę”, żeby jednak na podstawie analogii hydraulicznej jakoś je zrozumieć i wyjaśnić.

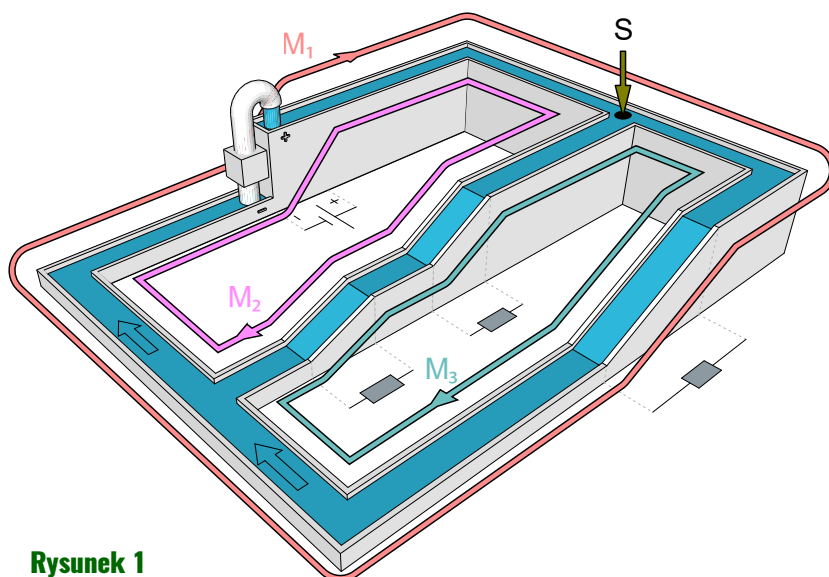
A to jest niemożliwe, bo analogia hydrauliczna to nie jest „cała prawda o elektronice”, tylko bardzo prymitywny model, ułatwiający zrozumienie wyłącznie najprostszych aspektów elektroniki.

Problem w tym, że opierając się na pojęciach prądu, napięcia, prawa Ohma i analogii hydraulicznej nie da się „na zdrowy rozum” wytłumaczyć trudniejszych aspektów elektroniki. I powodem wcale nie są ograniczone zdolności umysłowe elektronika, tylko niedoskonałość modelu hydraulicznego.

Potrzebny jest lepszy model. Dlaczego tylko model, a nie „cała prawda o elektronice”?

Otóż dlatego tylko model, że „całej prawdy o elektronice i elektryczności” jeszcze nie znamy, a to co wiemy, jest nieprawdopodobnie skomplikowane.

Właśnie dlatego potrzebny jest model lepszy od analogii hydraulicznej. Lepszy, ale w przypadku techniki radiowej jest to model oparty na koncepcjach Faradaya i na teorii Maxwella. A to jest dość trudne do zrozumienia. Zwłaszcza wyobrażenia, czy raczej koncepcja pola elektrycznego i magnetycznego w próżni. I tu ma kłopot każdy, kto chce zrozumieć elektronikę „na zdrowy rozum”, a może nawet „na chłopski rozum”, czyli bez zagłębiania się



### Rysunek 1

## Podajcie „elektronika – księgowego”

I tu dużo łatwiej mają elektronicy o „podejściu księgowego”. Księgowy, dawniej nazywany buchalterem, skoncentrowany jest na księgach rozrachunkowych. Dla niego najważniejsze jest, żeby na koniec miesiąca bilans się zgadzał. Dla księgowego nie ma specjalnej różnicy, czy pracuje w fabryce gwoździ, fabryce autobusów czy w firmie informatycznej. Najważniejsze, żeby bilans się zgadzał. Liczą się cyferki i właściwe przeprowadzenie operacji matematycznych.

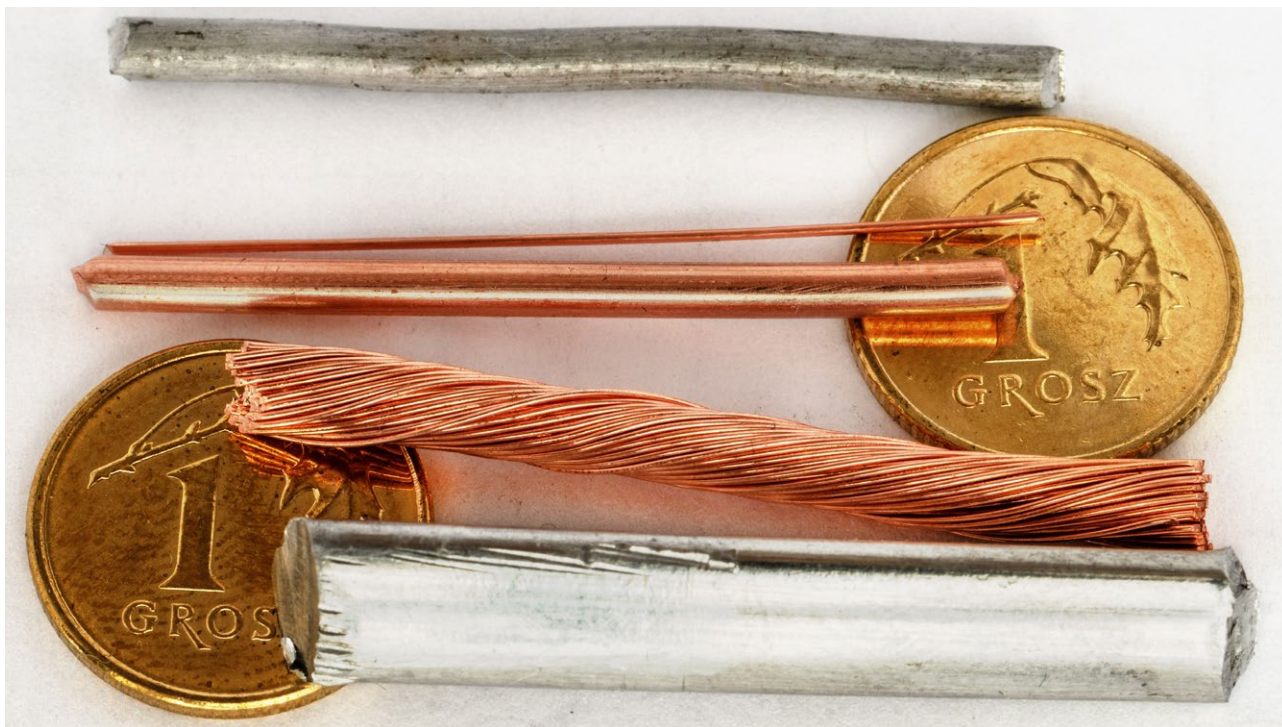
W elektronice można mówić o bilansie energii, a raczej o zasadzie zachowania energii, a także o zasadzie zachowania ładunku, ale to odrębne (ważne) zagadnienia. Teraz mówimy o czymś innym.

Otóż podejście elektronika-księgowego polega na tym, że nie pyta on: *a dlaczego?*, *z czego to wynika?*, *a co byłoby gdyby..?* Księgowy nie interesuje się praktycznymi szczegółami dotyczącymi produkowanych w firmie czy to gwoździ, czy autobusów, czy programów komputerowych. Księgowy poznał pewne reguły i formuły matematyczne i wykorzystuje je do obliczeń. Ważne jest, żeby przychody i wydatki właściwie zaksięgować oraz żeby wyniki rachunków były prawidłowe.

Podobnie elektronik o podejściu księgowego nie pyta o szczegóły budowy i działania. Elektronik – księgowy być może nigdy w życiu nie miał i nie będzie miał w ręku lutownicy. Być może nigdy w życiu nie zbuduje jakiegokolwiek układu elektronicznego. A może mieć mnóstwo wiedzy o elektronice – o elementach, układach elektronicznych i prawach nimi rządzących. On wie, że rządzą nimi określone zasady fizyczne, opisane mniej i bardziej skomplikowanymi wzorami matematycznymi. I nie zagłębia się w zasa-

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

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



# „Rezystancja materiałowa”, czyli drugie prawo Ohma

To jest kolejny artykuł z serii dotyczącej fundamentalnych podstaw elektroniki. A właściwie serii dotyczącej prostowania fałszywych wyobrażeń na temat prawa Ohma. Jest też niezbędnym wprowadzeniem do zapowiadanego od dawna kursu *Radiowej Oślej Łączki*.

## Czym jest rezystancja $R$ ?

Rezystancja, rezystywność i drugie prawo Ohma

## Drugie prawo Ohma – rezystancja „materiałowa”

Czym więc tak naprawdę jest rezystancja  $R$ ?

W filmie **A009**, dotyczącym Radiowej Oślej Łączki zasygnalizowałem problem fałszywych wyobrażeń dotyczących podstaw elektroniki. We wcześniejszych trzech artykułach (**A010**, **A011** oraz **A012**), a także w dwóch filmach (**A010** oraz **A011**) zajmowaliśmy się prawem Ohma. Przypomnę, że na początku przeprowadziłem pomiary dokładnie według wskazówek podanych w pewnym szkolnym podręczniku i ich wyniki nie zgadzały się z opisem w podręczniku.

W jednym z artykułów (**A011**) przedstawiłem dowody na to, że uwzględnienie wpływu temperatury nie zmienia faktu, iż realne elementy, w tym rezystory,

A to nie prawo Ohma jest fundamentem, bo prawo Ohma dotyczyło i dotyczy przewodników oraz zależności napięcia i prądu w tych przewodnikach.

W poprzednim artykule (**A012**) zatytułowanym Czym naprawdę jest Prawo Ohma? pokazałem, że mnóstwo osób nadaje określeniu „prawo Ohma” niewłaściwy sens, którego w samym prawie Ohma nie ma. Na końcu tamtego artykułu zasygnalizowałem też ważną kwestię „rezystancji materiałowej” oraz rezystancji powiedzmy „ogólnej” czy „uogólnionej”. I właśnie teraz przyjrzymy się tym rezystancjom.

Poniższy artykuł nieprzypadkowo nosi nieco prze-

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



( 105 )

ART. XIV.—*On the Laws of Electro-Magnetic Action, as depending on the Length and Dimensions of the conducting Wire, and on the question, Whether Electrical Phenomena are due to the transmission of a single or of a compound fluid?*  
By PETER BARLOW, F. R. S.

V.

*Vorläufige Anzeige des Gesetzes, nach welchem Metalle die Contactelektricität leiten;*

von

Dr. G. S. OHM, Oberlehrer zu Köln.

# Pierwiastkowe prawo Barlowa, logarytmiczne prawo Ohma...

Oto trzeci artykuł z historycznej serii, dotyczącej prapoczątków i początków elektroniki oraz prawa Ohma. Pokazuje okoliczności powstania prawa Ohma oraz to, czego ono tak naprawdę dotyczyło, nadal dotyczy, jakie powinno być jego znaczenie i jak to wpływa na zrozumienie trudniejszych aspektów elektroniki.

Barlow i perspektywa telegrafu elektrycznego  
Fałszywe prawo wiarygodnego Barlowa

Błędne, „logarytmiczne” wnioski G. S. Ohma  
Przyczyna „wpadek” Barlowa i Ohma

W pierwszym artykule tej historycznej serii, zatytułowanym Niezwyczajnie skromne prapoczątki elektroniki pokazałem, co do końca XVIII wieku wiedzieliśmy o elektryczności. Omówiłem, dlaczego dopiero rok 1800 można śmiało uznać za początek ery elektryczności, a ściślej, jako przełomową datę, od której zaczęły się intensywne badania elektryczności. Nowo odkrytej elektryczności, którą Alessandro Volta na cześć swojego naukowego adwersarza nazwał elektrycznością galwaniczną. W drugim artykule Prawo Ohma, Frankenstein i gilotyna

omówiłem sytuację na samym początku XIX wieku, gdy profesor Aldini publicznie przeprowadzał swoje szokujące, makabryczne i wprowadzające w błąd eksperymenty. Pokazałem, skąd wziął się słynny potwór, zwany niesłusznie Frankensteinem i naświetliłem problemy, jakie mieli ówcześni ludzie nauki z określeniem, czym tak naprawdę jest świeżo odkryta **elektryczność galwaniczna** i jakie ma właściwości? W szczególności, jak się ona ma do znanej wcześniej **elektryczności naturalnej**, dziś zwanej **elektrycznością statyczną**.

Podkreślam, że na samym początku XIX wieku elektryczność była sensacją, związaną silnie z życiem i ze zmartwychwstaniem. Publiczne pokazy elektryczne budziły ogromne zainteresowanie, ale zainteresowanie powierzchowne. Ówczesni naukowcy, czyli ludzie najlepiej wykształceni, nie mieli jasnego poglądu, czym jest „elektryczność zwierzęca”, „elektryczność galwaniczna” oraz znana wcześniej „elektryczność naturalna”. Głównie dlatego, że nie mogli zbadać szczegółów, nie posiadając praktycznie żadnych przyrządów pomiarowych. I nie mając właściwego wyobrażenia o właściwościach i parametrach „elektryczności”.

Dziś wydaje się, powtarzam – wydaje się, to proste i łatwe, ale kiedyś wcale nie było oczywiste, jakie parametry ma elektryczność. Nie zapominajmy, że panowały teorie fluidów i mówiono o fluidzie, a raczej o fluidach elektrycznych. Podobno dopiero w roku 1820 A. M. Ampere zaproponował dwa oddzielne pojęcia *napięcia elektrycznego* i *prądu elektrycznego* jako „parametrów elektryczności”. Zaproponował, ale nie było ich czym mierzyć. Ampere mierzył głównie siły działające podczas przepływu prądu elektrycznego.

Jak już pisałem, wcześniej do badań elektryczności naturalnej (statycznej) wykorzystywano **elektroskopy**, które można uznać za woltomierze, ale były one zbyt mało czułe do badań elektryczności galwanicznej / zwierzęcej. Pierwsze pomiary „siły elektryczności” były w istocie pomiarami prądu, polegającymi na sprawdzaniu ilości metali wydzielających się podczas przepływu prądu przez roztwory soli metali, która zależy od ładunku jaki przepłynął przez układ.

W roku 1820 Hans Christian Ørsted (Oersted) – **rysunki 1 i 2** – opublikował pracę pokazującą, że przepływ prądu elektrycznego powoduje odchylenie

igły kompasu. Było to ogromnie ważne powiązanie elektryczności z magnetyzmem, ale nas interesuje teraz tylko to, że zjawisko opisane przez Oersteda szybko wykorzystano do pomiarów – najpierw właśnie do pomiarów prądu – natężenia prądu. A napięcia nie było czym mierzyć...

Wspomnę tylko, że pierwszym przyrządem do pomiaru napięcia był...

nie, nie woltomierz, tylko, jak sama nazwa wskazuje: **potencjometer**, czyli **potencjometr**! Tak! Ale potencjometrze zaczęto wykorzystywać znacząco później. Na razie mówimy o początkach XIX wieku.

### Barlow i perspektywa telegrafu elektrycznego

Przyrządów pomiarowych nie mieli uczeni uniwersyteccy, którzy byliby zainteresowani badaniami prądu elektrycznego „dla dobra nauki”. Przyrządów nie mieli też ci, którzy chcieli wykorzystać elektryczność w praktyce. Na przykład w telegrafie, pozwalającym przysyłać informacje na duże odległości za pomocą metalowych drutów. Pomijamy wcześniej wprowadzone do użytku elektryczne dzwonki, które miały niewielkie znaczenie.

Na początku XIX wieku telegraf nie był czymś nowym. Od roku 1791 we Francji funkcjonowały linie telegrafu optycznego (ale nie światłowodowego), budowane według pomysłu braci Claude i Ignace Chappe. Sieć była zaskakująco duża i w szczycie swej świetności łączyła wszystkie większe miasta Francji. Napoleon wykorzystywał telegraf optyczny w swoich kampaniach wojskowych. Linie telegrafu optycznego mieliśmy także na terenie Polski. Prawdopodobnie wojskową linię między Warszawą a Modlinem około roku 1830, a na pewno od roku 1835 rządową (carską) linię między Warszawą i stołecznym Petersburgiem.



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



## LUTOWNICE I ZGRZEWARKI (ilość produktów: 24)

### Lutownica czy stacja lutownicza?

Lutownica służy do łączenia metali i ich stopów za pomocą spoiwa lutowniczego, potocznie zwanego cyną. Z urządzenia korzystają zarówno elektronicy i mechanicy, jak również majsterkowicze i wytwórcy rękodzieła. W ofercie posiadamy **lutownice oporowe**, **lutownice transformatorowe**, **lutownice gazowe**, a także **stacje lutownicze** z funkcją regulacji i stabilizacji temperatury oraz takie z możliwością lutowania gorącym powietrzem (hot air).

**YATO**

YT-82507

**YATO**

YT-82462

**YATO**

YT-82490



**NOWOŚĆ**

PRZENOŚNA ZGRZEWARKA PUNKTOWA 500A DO OGNIW Z FUNKCJĄ

293,97 zł

- 1 +



+ Porównaj

**NOWOŚĆ**

STACJA LUTOWNICZA NA GROT T12 Z WYŚWIETLACZEM LCD Z FUNKCJĄ

284,13 zł

- 1 +



+ Porównaj

**NOWOŚĆ**

PRZENOŚNA LUTOWNICA CYFROWA 65W GROT T12

248,46 zł

- 1 +



+ Porównaj

# Kupujemy lutownicę

Jeżeli pytasz: jaką lutownicę powinien kupić sobie dziś hobbysta, w szczególności hobbysta elektronik, to praktyczne wskazówki znajdziesz w tym artykule. A jeżeli chcesz wiedzieć dużo więcej o lutownicach i lutowaniu, to wszystkie najważniejsze informacje znajdziesz w kilku następnych artykułach tej serii.

### Najlepsza lutownica dla amatora...

#### A dlaczego Toya i YATO?

#### Podstawowe akcesoria do lutowania

### Niezbędne i przydatne narzędzia

#### Dodatkowe wyposażenie do lutowania

Dobrze trafiłeś, jeśli szukasz „szybkiej” informacji w kwestii: **Jaka jest najlepsza „domowa” lutownica dla hobbysty? I gdzie ją kupić?** Tak, „domowa”, bo w każdym domu powinna być jakaś lutownica, ponieważ co jakiś czas trzeba coś lutować.

W tym artykule w szczególności omówię kwestię: **jaką lutownicę powinien dziś kupić początkujący lub zaawansowany elektronik?**

Fotografia tytułowa to kadr z mojego filmu *Kupujemy lutownicę*. Niech nie przestraszy Cię mnóstwo moich lutownic. Tobie wystarczy jedna.

### **Najlepsza lutownica dla amatora...**

Ten artykuł **NIE** dotyczy wyboru profesjonalnej lutownicy do ciągłej, intensywnej pracy (tu w grę wchodzi m.in. Weller, JBC, Metcal, Hakko, Paco, Ersa...). Poniższe wskazówki dotyczą wyboru nie tylko lutownicy, ale i innych akcesoriów niezbędnych dla hobbysty. Co istotne, posiadanie tych „innych akcesoriów” jest nawet ważniejsze od tego, jakie parametry ma, i ile kosztowała lutownica.

Tak! Można prawidłowo lutować nawet śmiesznie taną lutownicą, ale warto kupić coś lepszego.

Ja jestem elektronikiem od wielu lat, stąd mój duży zbiór lutownic. Mam praktyczne doświadczenie dotyczące lutowania i dzielę się nim w tej serii artykułów. Jeżeli chcesz poświęcić trochę czasu i dokonać w pełni świadomego wyboru, przeczytaj też kilka kolejnych artykułów, które wyjaśniają szczegóły.

Ale jeśli Ci się spieszy i chcesz szybko kupić coś niedrogiego, sensownego, to proponuję skorzystać z oferty doświadczonego krajowego importera, gdzie można znaleźć budżetowy sprzęt chiński.

Tak, chiński, ale o przyzwoitej jakości. I co jeszcze ważniejsze – **kupisz sprzęt z certyfikatami bezpieczeństwa oraz z europejską gwarancją.**

W tym celu wejdź na stronę: [https://toya24.pl/pol\\_m\\_Elektronarzedzia\\_Lutownice-i-zgrzewarki-367.html](https://toya24.pl/pol_m_Elektronarzedzia_Lutownice-i-zgrzewarki-367.html) i w okienku wybierz: *Sortuj po cenie malejaco*. W chwili pisania artykułu wyglądało to jak na **rysunku 1**. Pierwszą pozycję pomini, bo to nie lutownica, tylko zgrzewarka. Moje rady są następujące:

Jeśli Cię stać, to kup wskazaną fioletową strzałką **stację YT-82462** – „mercedesa wśród amatorskich stacji lutowniczych”. I to jak na oferowane parametry za naprawdę śmiesznie niską cenę – niecałe 285 złotych (z darmową przesyłką).

A dlaczego moim zdaniem jest to „mercedes wśród amatorskich stacji lutowniczych” – wyjaśniam w jednym z następnych artykułów tej serii. Tutaj nadmienię tylko, że w zestawie otrzymasz cztery groty o różnych kształtach i rozmiarach końcówki, co jest ważne z kilku względów.

**Jeżeli szukasz uniwersalnej lutownicy także do pracy w warunkach polowych**, gdzie nie ma dostępu do sieci 230 V – zdecydowanie polecam wskazaną niebieską strzałką YT-82490. To nie jest niepraktyczna zabaweczka o mocy kilku czy kilkunastu watów, jakich mnóstwo w ofertach. To jest „silna”, w pełni użyteczna 65-watowa lutownica przenośna.

Ale ostrzegam: jest to sama lutownica, bez zasilacza. To nie jest problem, bo można ją zasilać z dowolnego źródła napięcia stałego 12...24 V, o prądzie wyjściowym co najmniej 3 ampery (ale NIGDY wprost z sieci energetycznej 230 V AC). Więc potrzebny będzie albo akumulator, albo dobry powerbank z funkcją podwyższania napięcia USB PD, albo jakiś zasilacz sieciowy. Może to być dowolny zasilacz o napięciu 12...24 V i prądzie co najmniej 3 A.

Co ważne, może to także być zasilacz – ładowarka USB z funkcją PD, o mocy co najmniej 65 W.

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

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

- ☐ 200-480 °C (2)
- ☐ 200-480 °C (2)
- ☐ 200-480 (lutownica), 100-480 (dmuchawa hot air) °C (1)





# Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 9

## Element zabezpieczający

## Przydatność transila

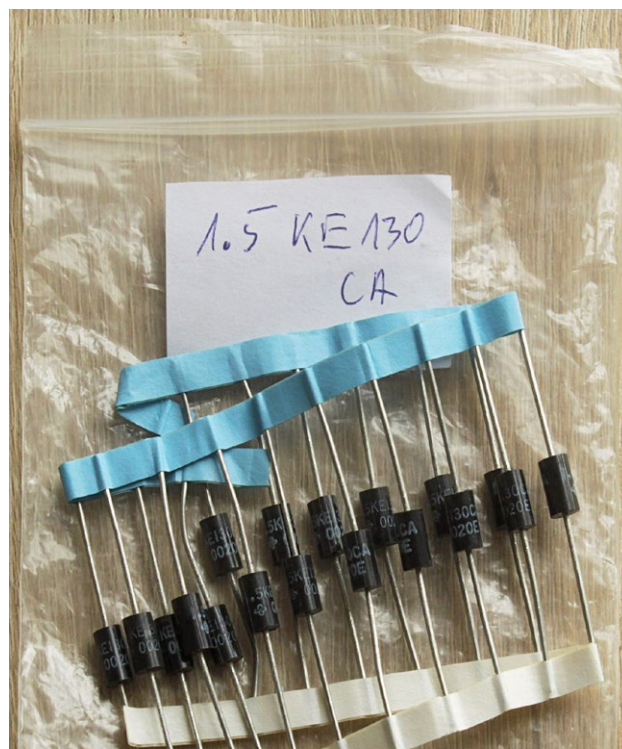
Nie trzeba nikogo przekonywać, że dobre zabezpieczenie układu rzutuje na jego bezawaryjną pracę (w skrajnym przypadku zabezpiecza przed jego zniszczeniem). W poprzedniej części była mowa o klasycznych diodach krzemowych i diodach Schottky'ego. Postanowiłem sprawdzić inny wariant: diody TVS.

Jak podaje Wikipedia, dioda TVS (ang. Transient Voltage Suppressor) popularnie nazywana transilem to wyspecjalizowany element zabezpieczający, przeznaczony do ochrony czułych i wrażliwych elementów elektronicznych przed skutkami przebiegów. Stosuje się je do tłumienia przebiegów, impulsów o wysokim napięciu i wyładowań elektrostatycznych. Podobną rolę może pełnić dioda Zenera, ale transil ma nad nią istotną przewagę, jaką jest jego szybkość działania. Po przekroczeniu napięcia progowego zaczyna on gwałtownie przewodzić a czas reakcji jest rzędu 1 pikosekundy. Z tego powodu tego typu elementy są wręcz powszechnie stosowane w urządzeniach telekomunikacyjnych oraz sieciach komputerowych do zabezpieczania linii cyfrowych.

kim przypadku raczej nie należy się spodziewać, że to nie wygeneruje żadnych perturbacji w urządzeniu.

## Element zabezpieczający

Określenie transil z reguły niesie skojarzenie na przykład z diodą z rodziny 1,5KE (fotografia 1 – transil na napięcie 130 V), która używana jest do ochrony urządzeń elektronicznych w obwodach zasilania. Wyobraźmy sobie na przykład uderzenie pioruna w słup energetyczny lub wręcz linię energetyczną. Wygenerowane przebiegi jak fala tsunami rozchodzi się po



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



# Podstawy automatyki – Serwomechanizmy

Omówiliśmy już wiele zagadnień z automatyki przemysłowej, znanych szerszemu, jak i węższemu gronu czytelników. Dziś zajmiemy się napędami, które stosowane są w liniach produkcyjnych i wymagają dużej dokładności pozycjonowania i regulacji prędkości. Musimy zatem poszerzyć wiedzę o serwomechanizmach.

Czym jest serwomechanizm?

Działanie serwomechanizmu

Krzywka elektroniczna

Detekcja znaków

Oprzewodowanie serwomechanizmów

INOVANCE

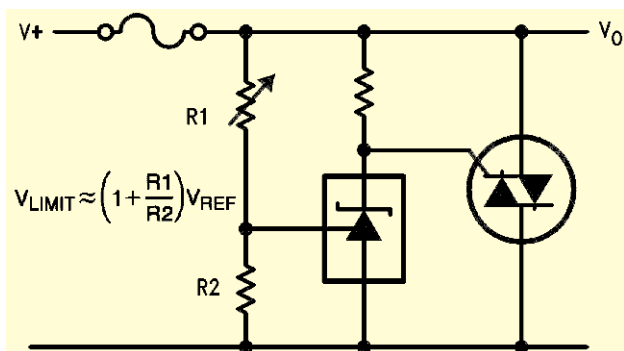
## Czym jest serwomechanizm?

Serwomechanizm jest szczególnym rodzajem napędu, wykorzystującym sprzężenie zwrotne, co pozwala na dokładne określenie pozycji napędu. Serwomechanizm składa się z trzech głównych elementów: silnika, sterownika i przetwornika. Z tego powodu większość serwomechanizmów ma kompaktowe wykonanie. Na **fotografii 1** przedstawiono rozwiązanie firmy Inovance SV660NS2R8I-FS (źródło: [www.eldar.biz](http://www.eldar.biz)).



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





# Wspólnie projektujemy: Zabezpieczenie nadnapięciowe

W numerze wrześniowym zaproponowałem, żeby zająć się problemem, który boleśnie dotknął niejednego elektronika. Chodzi o przypadki nieplanowanego wzrostu napięcia zasilania, które powodują uszkodzenie zasilanego sprzętu. Jak zrealizować przystawkę, która zapobiegne takim uszkodzeniom?

Wrześniowe zadanie konkursowe o numerze YK018 brzmiało: **Zaproponuj w miarę uniwersalny układ stałoprądowego zabezpieczenia nadnapięciowego (3 V...12 V), który ochroni cenne układy podczas awarii zasilacza.**

Zadanie takie jest wyjątkowo praktyczne i dotyczy głównie sytuacji, gdy zasilamy jakiś cenny układ czy urządzenie za pomocą jakiegoś słabej jakości, niepewnego zasilacza. Dziś coraz częściej mamy do czynienia z układami czy urządzeniami zasilanymi napięciem w granicach 3 V do 5 V i niekiedy są to układy bardzo cenne, kosztujące kilkaset złotych lub więcej. Podczas pracy, a także podczas testów zasilamy je, wykorzystując rozmaite zasilacze i przetwornice. Nie zawsze takie źródła zasilania są niezawodne. Zdarza się, że bardzo cenny moduł zasilamy za pomocą zasilacza czy przetwornicy za kilka złotych. Zachodzi obawa, że zostanie on zniszczony podczas awarii, polegającej na podwyższeniu napięcia zasilania.

Nieoczekiwane podwyższenie napięcia zasilania może też nastąpić w klasycznych zasilaczach liniowych, np. przy przebiciu głównego tranzystora regulacyjnego, a może też nastąpić w przetwornicach obniżających, bo tam tranzystor kluczujący też włączony jest szeregowo. Podobna awaria może też wystąpić w tanich sieciowych zasilaczach impulsowych.

Dobre zasilacze laboratoryjne mają niezależne, dodatkowe, regulowane obwody ochrony nadnapięciowej (OVP). W ramach zadania YK018 chcemy

zaprojektować coś podobnego, ale w formie w miarę prostej i uniwersalnej przystawki, dołączanej do linii zasilania między zasilacz a zasilany układ. Przystawka może mieć dowolną konstrukcję i zasadę działania. Jej podstawowym zadaniem jest ochrona zasilanego układu w przypadku nadmiernego wzrostu napięcia zasilającego.

Jako przykład widoczny na powyższym **rysunku tytułowym** zaprezentowałem popularne rozwiązanie z triakiem i bezpiecznikiem, pochodzące z kart katalogowych układów TL431. Wskazałem, że praktyczne rozwiązanie powinno dodatkowo mieć możliwość w miarę wygodnej, płynnej lub raczej skokowej regulacji napięcia progu zadziałania.

Bardzo się cieszę z nadesłanych rozwiązań, których Autorzy przedstawili szereg interesujących informacji i propozycji. Oto pierwszy e-mail.

*Szanowny Panie Piotrze,  
zaciekawiony zadaniem YK018 postanowiłem napisać kilka słów na ten temat co niniejszym uczyniłem i dołączam jako załącznik.*

*Rozwiązania praktycznego (schematu) nie proponuję, choć jestem ciekaw inwencji autorów, a jedynie chciałem zwrócić uwagę na kilka niuansów zagadnienia, z których główny to awarie wywołane przepięciami na linii zasilania – zabezpieczenie przed roztargnieniem operatora to tylko część problemu. W pracy zawodowej sytuacji takich mieliśmy znacznie więcej niż by się chciało...*

(...) Zadania konkursowe z ZE, tak jak z wcześniejszych czasów, czytam cierpliwie i z zaciekawieniem, ale w tym bardzo ciekawym i pouczającym cyklu nie brałem aktywnego udziału. Tym razem postanowiłem zrobić wyjątek, gdyż lubię budować zasilacze, a i doświadczenie zawodowe co nieco mi podpowiada.

Aby dobrze zaprojektować i zbudować zabezpieczenie nadnapięciowe musimy przede wszystkim uświadomić sobie, co jest potencjalnym źródłem ryzyka i do niego dostosować projekt. Nie da się bowiem zrobić zabezpieczenia uniwersalnego. Inaczej bowiem będziemy zabezpieczali urządzenia w domowym laboratorium, gdzie głównym „winowajcą” jest zwykle sam konstruktor, który przez nieuwagę, roztargnienie lub chęć eksperymentowania (a nuż się uda) ustawi nie tak jak trzeba zasilanie (łącznie z polaryzacją – bo kabelki się pomieszały), a inaczej bardzo czułe urządzenia laboratoryjne. Z tą drugą sytuacją zwykle nie mamy do czynienia, ale pamiętać o niej warto, do czego wrócę później. Oczywiście awarie zasilaczy, zwłaszcza tych tańszych, też się zdarzają i o tym trzeba pamiętać.

Inną sprawą jest, czy chcemy zabezpieczać urządzenia przed zbyt wysokim czy przed zbyt niskim napięciem zasilania. To drugie, wbrew pozorom, też prowadzi czasami do usterek. Tak więc rozwiązania będą różne, w zależności od sytuacji.

Jako dygresję dodam, że najciekawsze zabezpieczenie przed przypadkowym wyłączeniem zasilania jakie widziałem było w japońskim laboratorium mechaniki skał, gdzie duża dźwignia wyłącznika zasilania ogromnej prasy hydraulicznej była przywiązana łańcuchem zapiętym ogromną kłódką do specjalnie zamontowanego w ścianie haka. Pikanterii dodawał fakt, że była to dźwignia wyłącznika bezpieczeństwa. Podobno zbyt często opadała pod własnym ciężarem....

W warunkach domowych, a tego dotyczy zadanie, oczywiście nie trzeba nic łańcuchem przywiązywać, a jedynie używać sprawnych zasilaczy i uważać, co się robi. Z tym niestety jest często problem. Zwykle przypadkowe „muśnięcie” gałki w zasilaczu – i problem gotowy. W przypadku używania zasilaczy z cyfrową klawiaturą sytuacja jest łatwiejsza, bo szansa błędnego ustawienia napięcia jest znacznie mniejsza a prawie zerowa jest możliwość jego przypadkowego przestawienia. Zwykle problemem jest również zbyt wysokie napięcie zasilania, a nie zbyt niskie.

Co wynika z tych dywagacji? Potrzebny jest swojego rodzaju „stabilizator” lub jak kto woli wyłącznik, który odetnie zasilanie w przypadku jego wzrostu ponad zadany poziom. Oczywiście poziom odcięcia powinien być tak ustawiany, aby przypadkowo nie można było go zmienić....

Projektując zabezpieczenie dla takich domowych prac mamy w zasadzie dwie możliwości. Pierwsza to

włączenie szeregowo z zasilanym układem wyłącznika, który odłączy zasilanie po przekroczeniu napięcia progowego. Taką funkcję pełnił układ z tyrystorem, pokazany przez Pana na zdjęciu ilustrującym zadanie. Wyłącznikiem był tu bezpiecznik. O ile układ taki zdawał egzamin gdy stosowane były układy TTL, to obawiam się, że w dzisiejszych czasach będzie zbyt wolny i nie zda egzaminu. Pragmatyczną realizacją takiego rozwiązania będzie za to zastosowanie specjalizowanego układu scalonego sterującego tranzystorem MOS pracującym jako klucz. Taka konstrukcja moim zdaniem będzie najbardziej uniwersalna w domowych zastosowaniach.

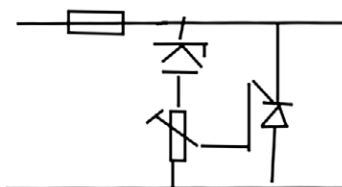
Rozwiązanie takie ma jednak pewną wadę. Owszem, zabezpieczy ono nasze urządzenie przed nieuwagą operatora albo „typowym” uszkodzeniem zasilacza, ale nie przed bardzo krótkimi a „wysokimi” szpilkami – zakłóceniami pojawiającymi się na szynie zasilania. Współczesne układy CMOS mają zwykle zabezpieczenia przepięciowe na pinach wejściowych ale co z „łapkami” zasilania nie jestem pewien.

W takich sytuacjach często pomaga użycie zabezpieczenia drugiego rodzaju, a mianowicie stabilizatora równoległego. Metoda ta jest de facto rozwinięciem koncepcji tyrystora + bezpiecznika i polega na dołączeniu równolegle do zabezpieczanego urządzenia stabilizatora równoległego. W normalnych warunkach pracy dobrze ustawiony stabilizator obciąża zasilacz tylko niewielkim prądem, pozwalając by większość mocy dostarczana przez zasilacz trafiała do badanego urządzenia. W sytuacji awaryjnej przejmuje jednak nadmiar energii (szpilka napięcia) nie dopuszczając do wzrostu napięcia zasilania, a dokładniej by dodatkowa energia zaburzenia nie zniszczyła badanego urządzenia, ale była zaabsorbowana i zamieniona na ciepło. Takie zabezpieczenia oczywiście można stosować tylko przy stosunkowo niewielkich mocach zasilania (przynajmniej tylko z takimi sytuacjami się spotkałem przy bardzo wrażliwych pomiarach laboratoryjnych).

Czekając cierpliwie na opinie innych czytelników ZE i Redaktora pozdrawiam serdecznie.

**Wojciech Dębski**

**Sławomir Skrzyński** z Rypina przysłał trzy schematy. Pierwszy pokazany jest na **rysunku 1**. Idea jest prawidłowa, ale na schemacie jest błąd. Otóż pokrewny schemat mamy na rysunku tytułowym z triakiem i kostką TL431. Triak jest bardzo uniwersalny i może być wyzwalany „w czterech ćwiartkach”, czyli także prądem ujemnym, wypływającym z bramki. Tyrystor – tylko prądem wpływającym, więc trzeba odwrócić jego kierunek.



**Rysunek 1**



Ponadto zastosowanie potencjometru jest niekorzystne. Zamiast potencjometru lepiej zastosować rezystor i na bramkę tyrystora podawać napięcie wprost z diody Zenera i ewentualnie zastosować niewielki rezystor szeregowy w obwodzie bramki.

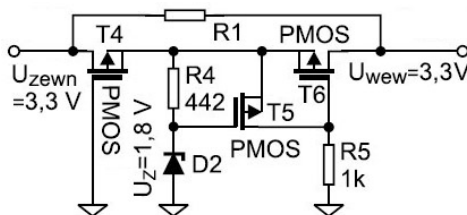
Dwa pozostałe rozwiązania pokazane są na **rysunku 2** oraz na **rysunku 3**. Symbole tranzystorów są nieco dziwnie narysowane. MOSFET z lewej strony jest włączony „odwrotnie” i stanowi zabezpieczenie przed odwróceniem biegunowości, a dwa pozostałe tworzą zabezpieczenie nadnapięciowe.

**Tadeusz Suszał** z Warszawy napisał:

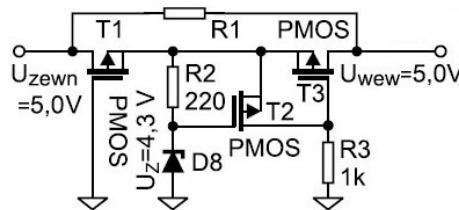
(...) Tytułowy rysunek pokazany w zadaniu konkursowym przedstawia takie zabezpieczenie. Jest to rozwiązanie oparte na zadziałaniu bezpiecznika w wyniku zwarcia obwodu przez przewodzący triak. Rozwiązanie to jest przedstawione np. w nocie aplikacyjnej TLV431. Jest to prosty obwód, ale trudność może stanowić dobór podzespołów. Układ ten może być podatny na wyzwolenie poniżej zamierzonego stanu przepięciowego. Zastosowanie w zasilaczu wymaga odpowiedniego włączenia triaka w układzie, zaraz za bezpiecznikiem. Tak, aby prąd zwarciový nie obciążał układu zasilacza. Natomiast układ sterowania bramką triaka powinien znajdować się na wyjściu zasilacza, aby monitorować napięcie wyjściowe. Jest wiele rozwiązań układowych tego typu, z zastosowaniem tyrystora, z diodą Zenera itp. Moje propozycje układowe są inne (mniej brutalne) i dlatego nie rozwijam tematu zabezpieczenia z użyciem tyrystora i triaka.

Na **rysunku 4** widoczne jest rozwiązanie ogranicznika w oparciu o diody Zenera. W zależności od oczekiwanego napięcia wyjściowego załączana jest odpowiednia dioda Zenera. Tranzystor T1 pełni funkcję regulatora napięcia. Ze względu na spadek napięcia  $U_{CE}$  na tranzystorze T1 minimalne napięcie wejściowe dla danego zakresu musi być nieco większe niż wartość nominalna napięcia wyjściowego. Również wartość płynącego prądu przez obciążenie  $R_L$  ma wpływ na napięcie wyjściowe. Układ może być stosowany jako wbudowany na stałe w urządzenie, które ma zabezpieczać. Wtedy można dokładnie ustalić, znając prąd i napięcie, wartości elementów (napięcie diody Zenera, wartości rezystorów, dobór właściwego tranzystora T1 typu Darlington).

Inne rozwiązanie pokazano na **rysunku 5**. Ten wariant układu umożliwia płynne ustawienie ograniczenia napięcia wyjściowego. Jako źródło napięcia odniesienia został użyty TL431 (2,49 V). To skutkuje tym, że dla wartości elementów jak na rysunku 5 minimalne napięcie



**Rysunek 2**

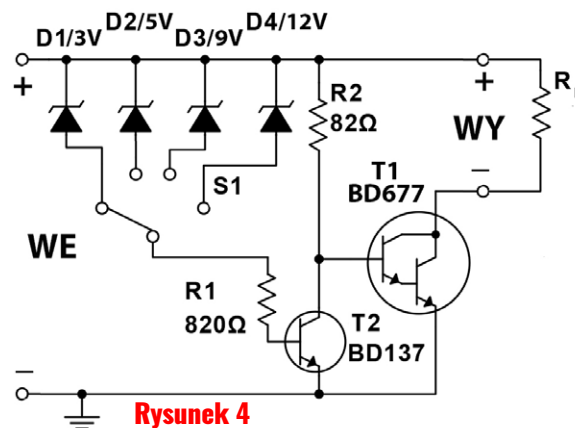


**Rysunek 3**

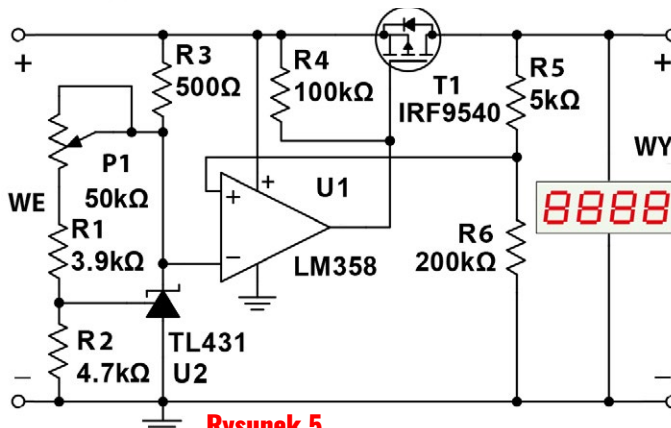
na wyjściu to ok. 5 V. A wartość maksymalna 30 V. Tu należy zachować ostrożność, gdyż maksymalna wartość napięcia zasilania LM358 to 32 V, natomiast TL431 może pracować do 36 V. Stosując potencjometr P1 o wartości 20 kΩ uzyskamy układ o zakresie napięć wyjściowych od 5 V do 15 V. Zmiana potencjometru P1 o innej wartości rezystancji, jak widać, wpływa na wartość maksymalną

napięcia wyjściowego ogranicznika.

Zamiast TL431 można użyć TLV431 o mniejszej wartości napięcia referencyjnego (1,24 V). Układ ten ma mniejszą wartość napięcia pracy i dlatego przy jego zastosowaniu maksymalna wartość napięcia wejściowego nie może przekraczać 18 V. Ten warunek determinuje wartość maksymalną napięcia wyjściowego a więc można go wykorzystać do ograniczenia do 15 V. Ale za to w tej wersji możemy uzyskać ustawianą dolną wartość napięcia ograniczenia równą 3 V. Ze względu na prąd maksymalny układu TLV431, wartość rezystora R3 zwiększyłbym do 600 Ω. Na wyjściu układu można zastosować woltomierz panelowy, który będzie pokazywał aktualne napięcie wyjściowe. Panel można zasilic z punktu przed tranzystorem, tak jak LM358.



**Rysunek 4**



**Rysunek 5**

Zakres zmian napięcia wejściowego układu, a tym samym zasilającego panel, powinien być wystarczający dla tego celu. To należy zawsze sprawdzić.

Układ z rysunku 5 może być takim zewnętrznym ogranicznikiem załączanym do wyjścia zasilacza na czas prób i eksperymentów celem zabezpieczenia wrażliwych układów, kiedy łatwo o pomyłkę lub przypadkową zmianę napięcia zasilacza. Do potencjometru można wykonać skalę napięciową, aby łatwiej ustawiać potrzebną wartość napięcia z pomocą panelu. Układ można również wykorzystać w prostszej wersji, jako wbudowany po uprzednim skalibrowaniu (bez panelu).

**Tadeusz Suszał**

**Jerzy SQ9GIW** napisał:

Dzień dobry,

od pewnego czasu projektuję zasilacz 13,8 V do urządzeń nadawczo-odbiorczych, popularnie nazywanych transceiverami. Kwestia zabezpieczenia nadnapięciowego spędzała mi od długiego czasu sen z powiek. Na pierwszy rzut oka wydaje się to prostą sprawą, natomiast gdy zaczniemy drążyć, zaczynają się schody. Końiec końców powstał jednak uniwersalny moduł, który będzie częścią składową zasilacza, lecz może on również pracować samodzielnie jako w pełni autonomiczne urządzenie. Opis ww. zabezpieczenia ma się ukazać w ŚR 11-12 jako pierwsza część serii artykułów opisujących kompletny zasilacz (o ile ŚR będzie jeszcze wydawane w przyszłym roku). Nie wiem czy układ nadaje się do konkursu, ponieważ jest dość mocno rozbudowany, a do tego dedykowany pod konkretne zastosowanie. Natomiast jeżeli byłby Pan zainteresowany opublikowaniem go na łamach ZE to proszę bardzo. A może byłby Pan skłonny opublikować całą serię artykułów dotyczących zasilacza? (...) Decyzję oczywiście pozostawiam panu, Panie Piotrze.

Od strony technicznej ww. zabezpieczenie jest gotowe i gruntownie przetestowane. Prostownik oparty na LT4320 wraz z automatycznym modułem chłodzenia jest już również gotowy. Aktualnie kończę projekt modułu stabilizatora. Oj tu też jest niezła jazda. (...)

A oto szczegóły:

(...) Powszechnie panuje opinia, iż aby osiągnąć sukces w naszym [krótkofalarskim] hobby należy dysponować w miarę możliwości rozbudowanym systemem antenowym oraz porządnym transceiverem, a najlepiej kilkoma. To wszystko oczywiście prawda, lecz nie należy zapominać o zasilaniu, ponieważ każde urządzenie wymaga źródła energii. Zdecydowana większość naszych transceiverów do poprawnej pracy wymaga źródła energii o napięciu 12-15 V (13,8 V), które jest w stanie dostarczyć prąd o natężeniu często przekraczającym 20 A. Dziś do wyboru mamy całą gamę fabrycznych zasilaczy spełniających mniej lub bardziej wyżej wymie-

nione wymagania. Jednakże nadal nic nie jest w stanie pokonać satysfakcji jaką niesie samodzielne opracowanie i wykonanie danego urządzenia. Tym samym narodził się pomysł wykonania zasilacza liniowego spełniającego, a niejednokrotnie znacznie przewyższającego nasze potrzeby. Zasilacza o niepospolitej konstrukcji i jak najlepszych możliwych do uzyskania w warunkach amatorskich parametrach użytkowych, jednocześnie nie zawierającego jakże dziś popularnych układów programowalnych. Korzystając z okazji chciałbym serdecznie podziękować za wsparcie merytoryczne kolegom SP9IN, SP9MX oraz SP9GDI. Oto założenia konstrukcyjne:

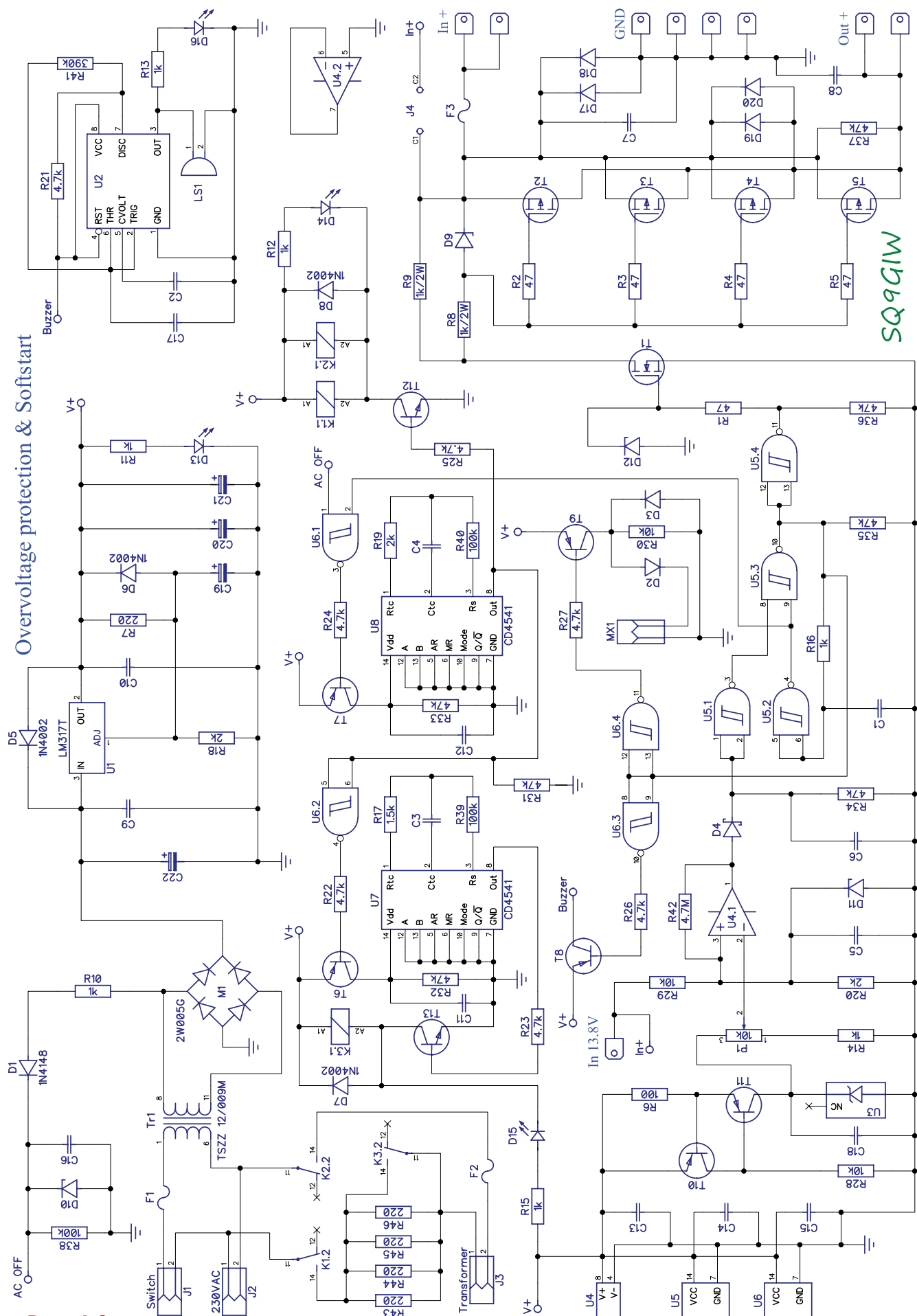
- Napięcie wyjściowe regulowane w zakresie 12-15 V.
- Ciągła wydajność prądowa 40 A.
- Regulowane zabezpieczenie przeciążeniowe.
- Zabezpieczenie przeciwzwarceniowe.
- Zabezpieczenie termiczne.
- Zabezpieczenie nadnapięciowe.
- Sygnalizacja załamania stabilizacji.
- Funkcja PEP amperomierza analogowego.
- Soft start.
- Praca buforowa.
- Brak układów programowalnych.
- Modułowa budowa.

Jak wiadomo zdecydowana większość transceiverów wymaga do poprawnej pracy zasilania napięciem 13,8 V  $\pm$  15%. Przekroczenie 16 V jest już mocno niebezpieczne, natomiast wyższe napięcie z zasady prowadzi do uszkodzenia urządzenia. Dlatego uważam, że układ zabezpieczenia nadnapięciowego jest najważniejszym modułem całego zasilacza. Popularnym układem jest tzw. „Crowbar”. Zasada działania jest prosta i opiera się na wyzwoleniu tyrystora po przekroczeniu ustalonego napięcia, który zwiera wyjście zasilacza.

**Moduł zabezpieczenia nadnapięciowego.** Istnieją dwie możliwości implementacji opisanego układu zabezpieczenia nadnapięciowego. Pierwsza z nich: układ instalujemy pomiędzy prostownikiem (za filtrem C) a przed modułem stabilizatora w następujący sposób: wyjście „+” z prostownika naszego zasilacza podłączamy do konektorów „In+”, natomiast wejście stabilizatora podłączamy pod zaciski „Out+”. Wyjście minus prostownika podłączamy pod konektory „GND” i dalej z „GND” do masy stabilizatora. Nigdy nie omijamy zacisków „GND” na PCB zabezpieczenia nadnapięciowego! Na koniec wyjście „+” stabilizatora zasilacza podłączamy pod konektor „In 13,8 V”. Jumper J4 pozostawiamy wolny.

Jeżeli natomiast nie chcemy ingerować we wnętrze fabrycznego zasilacza liniowego, wówczas wtyczkę sieciową naszego zasilacza podłączamy pod wyjście J3. Włącznik sieciowy fabrycznego zasilacza ustawiamy na stałe w pozycji „ON”, w tym momencie jego funkcję przejmuje włącznik sieciowy podłączony pod zaciski złącza J1. Na wejście J2 podajemy napięcie sieciowe 230 V AC.





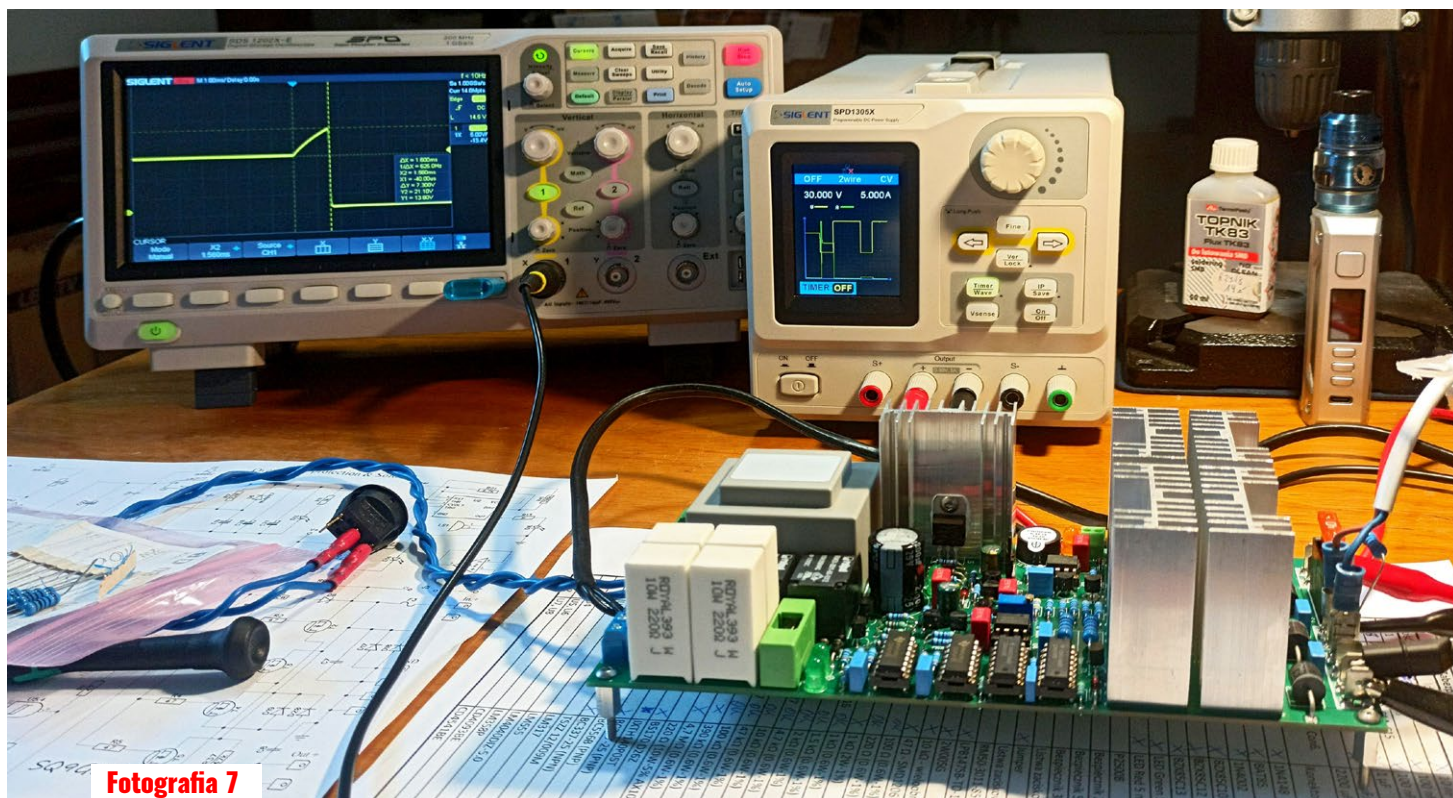
Rysunek 6

W przeciwnym wypadku układ Soft startu znajdujący się na PCB zabezpieczenia nadnapięciowego nie będzie działał poprawnie! Wyjście plus i minus (13,8 V) zasilacza podłączamy odpowiednio do „In+” i „GND” a z „Out+” i „GND” zasilamy transceiver. W tym przypadku również nigdy nie omijamy zacisków „GND” na PCB zabezpieczenia nadnapięciowego! Na koniec zakładamy zwórkę na J4. Konektor „In 13,8 V” pozostaje wolny, niepodłączony.

**Opis układu. Rysunek 6** przedstawia schemat ideowy w pełni autonomicznego modułu zabezpieczenia nadnapięciowego zintegrowanego z Soft startem. Na wejście J2 podajemy napięcie sieci 230 V AC. Pod wyjście J3 podłączamy transformator naszego zasilacza. Natomiast pod zaciski J1 podłączamy przełącznik bistabilny, który musi być przewidziany do pracy z napięciem sieci 230 V AC, lecz jego styki mogą być niskoprądowe, ponieważ całe obciążenie przejmują przełączniki K1–K3. Dzięki temu możemy zastosować np. ozdobny wyłącznik przyciskany, który zostanie umieszczony na panelu przednim zasilacza. Po załączeniu, napięcie sieci trafia na transformator Tr1, następnie na mostek prostowniczy M1. Wyprostowane i wstępnie odfiltrowane (C22) napięcie zostaje wygładzone w stabilizatorze U1. Na wyjściu stabilizatora otrzymujemy około 12,7 V. Działanie stabilizatora sygnalizuje dioda LED D13. W tym momencie U8 rozpoczyna odliczanie, około 2 sekund. Zwłoka ta pozwala na ustabilizowanie się całego układu po załączeniu. Tym samym znika problem wystąpienia stanów przejściowych i nieustalonych. U8 po odliczeniu 2 sekund podaje napięcie na U7 oraz załącza przełączniki K1 i K2, co sygnalizuje dioda LED D14, które poprzez

rezystory R43 – R46 zasilają uzwojenie pierwotne transformatora mocy (Soft start). Następnie zegar U7 po odliczeniu około 1,5 sekundy za pomocą przełącznika K3 zwiera rezystory R43–R46. Stan ten jest sygnalizowany diodą LED D15. Elementy T10; T11; U3; R6; R28 wytwarzają precyzyjne napięcie odniesienia, które poprzez potencjometr P1, którym ustawiamy próg zadziałania np. 16 V, trafia na wejście odwracające U4. Natomiast na wejście nieodwracające U4 poprzez dzielnik R29; R20 podawane jest napięcie z naszego zasilacza (13,8 V). Dioda Zenera D11 zabezpiecza wejście U4 przed zbyt wysokim napięciem. Rezystor R42 wprowadza małe dodatnie sprzężenie zwrotne, co poprawia dodatkowo stabilność układu. Kondensator C5 jest kluczowym elementem odpowiadającym za czas reakcji na przepięcie. Bramki U5,1 do U5,3 tworzą układ zatrasku. Bramka U5,4 steruje za pomocą tranzystora T1 kluczem mocy zbudowanym na tranzystorach T2–T5. Diody Zenera D9 i D12 zabezpieczają bramki MOSFET-ów przed zbyt wysokim napięciem bramka – źródło. Układ U2, popularny 555, pracuje tutaj w typowej dla siebie konfiguracji generatora astabilnego, który służy do wytworzenia sygnału alarmowego, dźwiękowo-światelnego. Funkcja „AC OFF” odpowiada za natychmiastowe odcięcie napięcia wyjściowego po wyłączeniu całego zasilacza, wspomaga również układ Soft start. Na złączu MX1 po wykryciu przepięcia pojawia się napięcie 12 V, które można dowolnie wykorzystać.

**Uruchomienie.** Wszystkie elementy zostały umieszczone na czterowarstwowej płytce drukowanej o wymiarach 200 × 90 mm. **Fotografia 7** przedstawia model podczas opisanych dalej testów.



**Fotografia 7**



Po poprawnym i starannym montażu układ wymaga jedynie ustawienia za pomocą potencjometru P1 progu działania. W tym celu załączamy sam układ, jumper J4 rozłączony, na wejście „In 13,8 V” podajemy 16 V np. z zasilacza laboratoryjnego, nie zapominając o GND. Na razie nie przejmujemy się alarmami, ignorujemy je. Następnie dokładnym woltomierzem o wysokiej impedancji wejściowej dokonujemy pomiaru napięcia bezpośrednio na nóżce 3 i 4 układu U4,1 następnie przepinamy woltomierz na nóżki 2 i 4

układu U4,1 i za pomocą P1 ustawiamy dokładnie takie samo napięcie, jakie odczytaliśmy z nóżki 3 i 4.

Układ po wykryciu przepięcia natychmiast zatyka klucz mocy T2-T5 oraz rozłącza przełączniki K1-K3 i zatrzymuje się w tym stanie, jednocześnie uruchamia alarm dźwiękowo-światlny. Nie ma możliwości resetu. Aby zrestartować układ należy wyłączyć napięcie sieci 230 Vac i odczekać około 3 do 5 sekund.

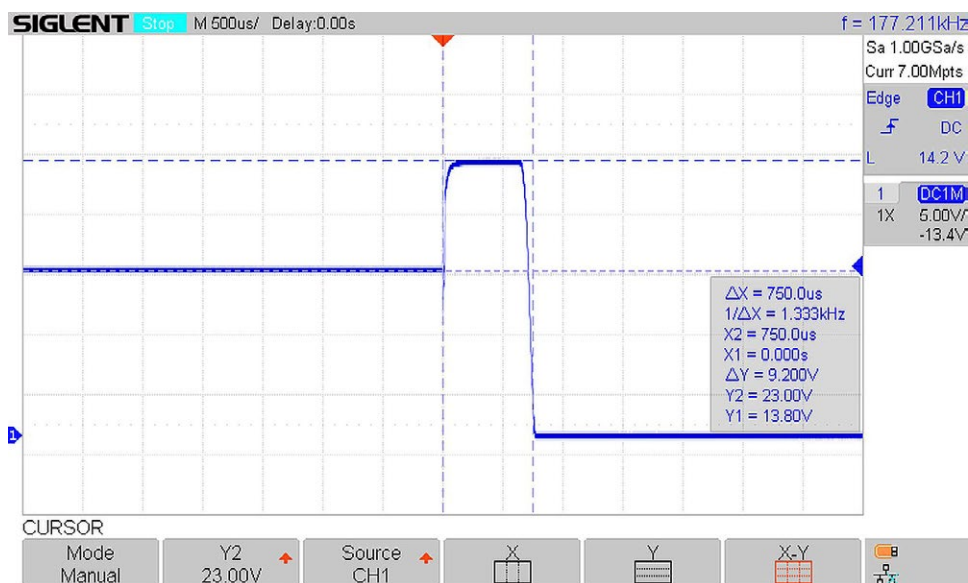
Uwagi wymaga jeszcze kondensator C5, który determinuje czas reakcji po wystąpieniu przepięcia. W układzie modelowym zastosowano kondensator o pojemności 1  $\mu$ F. Przy takiej pojemności C5 czas reakcji wyniósł 750  $\mu$ s, co przedstawia oscylogram z **rysunku 8** – zmniejszając pojemność C5 skracamy czas reakcji, a zwiększając – wydłużamy.

Przy obciążeniu 29 A różnica napięcia pomiędzy „IN+” a „OUT+” mierzona bezpośrednio na konektorach wlutowanych w PCB wyniosła 160 mV. Po ponad godzinnej pracy MOSFET-y były lekko letnie, więc można z powodzeniem zastosować mniejsze radiatory DY-KY/3 zamiast widocznych na zdjęciu DY-KY/5. Finalnie układ zabezpieczenia nadnapięciowego jest zdolny bez najmniejszego problemu do przenoszenia obciążenia ciągłego rzędu 40 A. A po zastosowaniu DY-KY/5 prąd ten wzrasta do 50 A. Tutaj można obejrzeć krótki film z testów finalnego urządzenia:

<https://www.youtube.com/watch?v=qTrT-mryajbc>

<https://www.youtube.com/watch?v=qTrT-mryajbc>

Jerzy via SQ9GIW  
sq9giw@gmail.com



**Rysunek 8**

Trzeba podkreślić, że opisywany moduł przeznaczony jest do pracy przy prądzie rzędu 40 amperów! A to nie są żarty, o czym wie każdy, kto miał do czynienia z prądami o takim natężeniu. W takich przypadkach, oprócz rozwiązań układowych, ogromne znaczenie ma sposób realizacji.

A jeżeli chodzi o rozwiązanie układowe, to analiza rysunku 6 pokazuje, że nie jest to ogranicznik typu crowbar, tylko ogranicznik szeregowy, gdzie prąd wyłączają cztery połączone równolegle MOSFET-y z kanałem typu P (IXTH140P05 T). Zainteresowani mogą ściągnąć spis elementów układu [z tego linku](#).

Warto zauważyć, że trwałe wyłączenie następuje po przekroczeniu napięcia 16 V na wyjściu włączanego dalej stabilizatora liniowego – ale nie natychmiast, tylko po czasie wyznaczonym przez C5.

Autor takie działanie uznał za optymalne dla systemu zasilania transceivera. Opisany tu układ reaguje na zmiany napięcia na swoim wejściu oznaczonym In 13,8, dołączonym do (nieopisywanego tutaj) liniowego stabilizatora 13,8 V. W innych zastosowaniach optymalne mogą się okazać inne właściwości, a nawet nieco inne działanie. W każdym razie można wykorzystać przedstawione tu rozwiązanie z MOSFET-ami P włączonymi szeregowo w obwód prądowy.

## Podsumowanie zadania YK018

Bardzo się cieszę z nadesłanych rozwiązań tego zadania konkursowego. Pokazują one dwie główne koncepcje: pierwszą typu crowbar z bezpiecznikiem, który w przypadku przepięcia zostaje przepalony za pomocą triaka lub tyrystora oraz drugą z tranzystorem MOSFET włączonym szeregowo. Odrębna kwestia to ochrona przed krótkimi a silnymi impulsami. W razie zainteresowania chętnie przedstawię dalsze informacje na temat ograniczników napięcia. ©

Piotr Górecki





# Wspólnie projektujemy: Miernik pojemności akumulatorów

Proponuję, żebyśmy w cyklu „Wspólnie projektujemy” zajęli się problemem pomiaru pojemności DUŻYCH akumulatorów. Na rynku są dostępne rozmaite testery akumulatorów, jednak nie mierzą one pojemności, tylko inne parametry akumulatora. A my chcemy zająć się właśnie kwestią pomiaru pojemności.

Pierwsza sprawa: zadanie dotyczy DUŻYCH akumulatorów o pojemności od kilkudziesięciu amperogodzin do co najmniej 350 amperogodzin. Takich jak pokazuje powyższa fotografia tytułowa.

Przedstawia ona kupiony niedawno akumulator litowo-fosfatowy (LiFePO<sub>4</sub>) o nominalnej pojemności 180 amperogodzin i deklarowanej trwałości 4000 cykli. Ma on małą rezystancję wewnętrzną (niecałe 0,005 oma) i dużą wydajność prądową. Wstępne testy praktyczne (napęd silnika poruszającego moją pływającą platformę) pokazały, że ma on bardzo obiecujące parametry.

Jest jednak kilka wątpliwości. Otóż ten akumulator w komplecie z cyfrowym wskaźnikiem napięcia, ładowarką (20 A)

i inwerterem 12 V/220 V (2000 W) kupiłem w chińskim sklepie Aliexpress za śmiesznie niską cenę poniżej 800 złotych (**rysunek 1**), bo trafiłem na jakąś promocję. Po odliczeniu ładowarki i inwertera wychodzi na to, że akumulator litowy o pojemności 180 amperogodzin kosztował mnie około 500 zł. Wątpliwości dotyczą nie tylko ceny. Akumulator ma masę około 12 kilogramów. Skrupulatna analiza ofert w sklepach Aliexpress świadczy, że inna seria akumulatorów o takiej pojemności ma większą masę i rozmiary. Jestem pewny,

**Ukończony**

Zamówienie złożono dnia: 22 cze 2024

Numer zamówienia: 3037353730281189 [Kopuj](#)

[Szczegóły zamówienia >](#)

LiitokalaVariCoreFlagship Store >

Nowy akumulator Liitokala 12.8V 180AH LiFePO4 12V CHINA, 12.8V 180AH-Inverter

971,98 zł x1

Darmowe zwroty produktów

**Suma: 783,49 zł**

**Dodaj do koszyka**

Usuń

**Rysunek 1**

## Zadanie konkursowe YK021 brzmi:

**Zaproponuj sposób pomiaru pojemności DUŻYCH akumulatorów 12-woltowych.**

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje rozwiązań można **nadsyłać do końca stycznia 2025 roku** na adres [konkursy@piotr-gorecki.pl](mailto:konkursy@piotr-gorecki.pl). Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania zająć się przede wszystkim ogólną koncepcją i schematem, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 3/2025 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.



że podane 180 amperogodzin to wartość trochę naciągana. Na pewno nierealistycznie niskie jest końcowe napięcie rozładowania. Te szczegóły mogą omówić oddzielnie.

Wiem, że nie tylko ja mam takie wątpliwości. Z jednej strony intrygują nas nowoczesne, leciutkie akumulatory litowo-fosfatowe, których deklarowana trwałość to 4000...5000 cykli. Z drugiej nie chcemy uwierzyć, że te parametry są aż tak dobre, jak wskazują oferty handlowe.

Na rynku dostępne są rozmaite testery akumulatorów. Są to przyrządy jak najbardziej użyteczne w praktyce. Pozwalają zmierzyć rezystancję wewnętrzną akumulatora i wydajność prądową, jak pokazuje **fotografia 2**.

Dla porównania na **fotografii 3** widać wynik pomiaru starego akumulatora AGM pochodzącego z jakiejś serwerowni.

Niestety, pomiar testerem nic nie mówi o pojemności. A nie tylko ja chciałbym wiedzieć, jaka jest realna pojemność tego rodzaju dużych akumulatorów. I tu dochodzimy do tematu zadania konkursowego YK021: ***jak możliwie tanim kosztem i możliwie prostym sposobem zmierzyć realną pojemność takiego dużego akumulatora?***

Mówimy przede wszystkim o akumulatorach 12-woltowych, zarówno kwasowo-ołowiowych, jak też nowych litowo-fosfatowych, bo zasady ich rozładowania i bezpieczne granice są podobne.

Ale dostępne są też pojedyncze ogniwa LiFePO<sub>4</sub> o napięciu 3,2 V i dużej pojemności, powyżej 100 Ah.

Można ewentualnie pomyśleć także i o nich.

W ramach zadania YK021 do zaproponowania jest **sposób pomiaru pojemności** podczas rozładowania oraz do tego **rodzaj zastosowanego obciążenia**. Prąd obciążenia powinien być odpowiednio duży, co najmniej 0,1 C – w przypadku akumulatora 180 Ah minimalny prąd obciążenia to 18 A, czyli moc ponad 200 watów. Ale lepiej, gdyby prąd obciążenia był większy, zależnie od planowanych realnych warunków pracy (u mnie na pływającej platformie prąd obciążenia wynosi 30...40 A).

W ramach tego zadania czekam też na inne propozycje i przemyślenia dotyczące nowoczesnych akumulatorów LiFePO<sub>4</sub>. Serdecznie zapraszam do podzielenia się własnymi doświadczeniami. ©

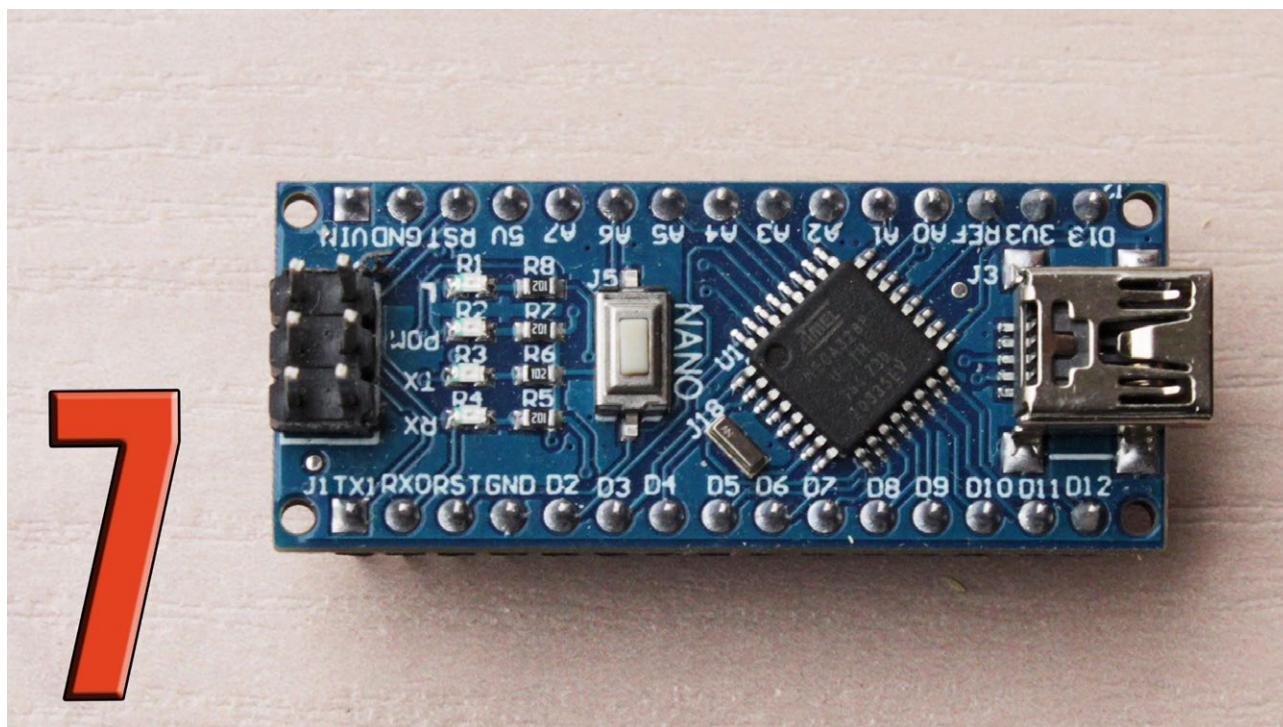
Piotr Górecki



Fotografia 2



Fotografia 3



# Mikroprocesorowa ośła łączka, część 7

Jednocyfrowy wyświetlacz 7-segmentowy raczej nie pozwala na prezentowanie bardziej złożonej informacji. By w prosty sposób obsłużyć większe wyświetlacze (w sensie liczby znaków) koniecznością staje się pokonanie czegoś, co nazywa się przerwaniem.

[Przerwanie od upływu czasu](#)

[Obsługa przerwań](#)

[Wyświetlacz czterocyfrowy](#)

[Tablice jako zgrupowanie zmiennych](#)

[Wyświetlanie danych](#)

[Dodatkowe działania w obsłudze przerwań](#)

[Początkowy stan zmiennych programu](#)

[Zdarzenia sygnalizujące upływ czasu](#)

[Na zakończenie](#)

Kolejna część cyklu poświęcona jest obsłudze wyświetlacza 7-segmentowego (tym razem składającego się z kilku cyfr). Jednocześnie wystąpią kolejne nowe elementy dotyczące typów danych oraz coś, co określane jest mianem przerwania. Wokół tego pojęcia narosła aura tajemniczości i skomplikowania. W rzeczywistości nie jest to „straszne” i przekonamy się, że „ten tygrys raczej nie gryzie”. Patrząc z innej perspektywy, dzisiaj nie ma mikroprocesorów, które nie dysponują mechanizmem obsługi przerwań, toteż pozostaje nam zaakceptować je i sprawnie się nim posługiwać. Ze sprzętowego punktu widzenia w mikrokontrolerach problematyka ich obsługi została

opanowana i nie wymaga żadnych dodatkowych elementów (jako obsługa przerwań, co najwyżej czasami mogą wystąpić zewnętrzne dla mikrokontrolera elementy służące do ich generowania, gdyż istnieje grupa przerwań wzbudzanych sygnałami przychodzącymi spoza mikrokontrolera). Samo przerwanie to sygnał, pewnego rodzaju zaburzenie, które wdziera się do normalnej pracy mikroprocesora i wymaga poświęcenia mu uwagi. W programie sprowadza się to do zawarcia specjalnej funkcji do reakcji na to zdarzenie, która musi współgrać ze „sprzętem” mikrokontrolera. ATMEGA328 (podobnie jak wszystkie inne z tej rodziny) ma wiele źródeł takich sygnałów,

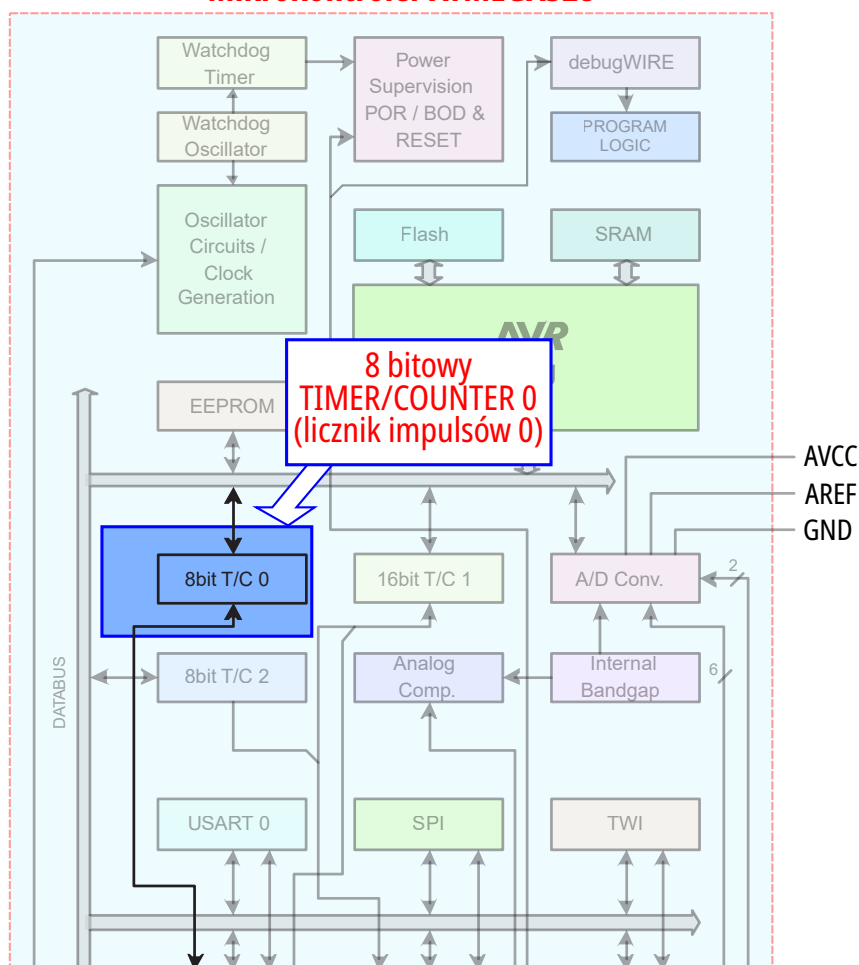


kilka z nich pokazuje tabela na **rysunku 1** (wszystkie są wymienione w dokumentacji do ATMEGA328, dostępnej na stronie <https://www.microchip.com>). Istotnym tutaj elementem jest szybkość reakcji na przerwanie, toteż mikrokontroler ma specjalizowany podzespół do ich obsługi. Przerwania te są wektoryzowane (są ponumerowane) i w pamięci programu Flash występuje specjalna tabela, wiążąca wektor przerwania (numer przerwania) z konkretną funkcją jej obsługi. Nad tymi powiązaniem „panuje” kompilator w kooperacji z linkerem a nam pozostaje jedynie w specjalny sposób „zaznaczyć” w programie źródłowym funkcje, które są przewidziane do reakcji na konkretne przerwanie.

| Wektor (numer) przerwania | Źródło przerwania | Opis przerwania                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------------------|-------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0                         | RESET             | Zewnętrzny sygnał reset (pin PC6), wewnętrzny sygnał reset (Power-on Reset), Brown-out Reset (wykrycie spadku lub zaniku napięcia zasilającego) oraz Watchdog System Reset (przerwanie od specjalnego zegara w mikrokontrolerze) |
| 1                         | INT0              | Przerwanie generowane przez INT0 (pin PD2)                                                                                                                                                                                       |
| 2                         | INT1              | Przerwanie generowane przez INT1 (pin PD3)                                                                                                                                                                                       |
| 3                         | PCINT0            | Przerwanie typu Pin Change Interrupt 0 generowane przez PCINT[0..7] (piny PB0 .. PB7)                                                                                                                                            |
| 4                         | PCINT1            | Przerwanie typu Pin Change Interrupt 1 generowane przez PCINT[14..8] (piny PC0 .. PC6)                                                                                                                                           |
| 5                         | PCINT2            | Przerwanie typu Pin Change Interrupt 2 generowane przez PCINT[23..16] (piny PD0 .. PD7)                                                                                                                                          |
| 9                         | TIMER2 OVF        | Przerwanie generowane przez przepełnienie licznika Timer/Counter2                                                                                                                                                                |
| 13                        | TIMER1 OVF        | Przerwanie generowane przez przepełnienie licznika Timer/Counter1                                                                                                                                                                |
| 16                        | TIMER0 OVF        | Przerwanie generowane przez przepełnienie licznika Timer/Counter0                                                                                                                                                                |
| 18                        | USART RX          | Przerwanie generowane w wyniku zakończenia szeregowego odbierania znaku przez UASRT                                                                                                                                              |
| 20                        | USART TX          | Przerwanie generowane w wyniku zakończenia szeregowego nadawania znaku przez UASRT                                                                                                                                               |
| 21                        | ADC               | Przerwanie generowane w wyniku zakończenia konwersji analogowo-cyfrowej                                                                                                                                                          |

**Rysunek 1**

### Mikrokontroler ATMEGA328

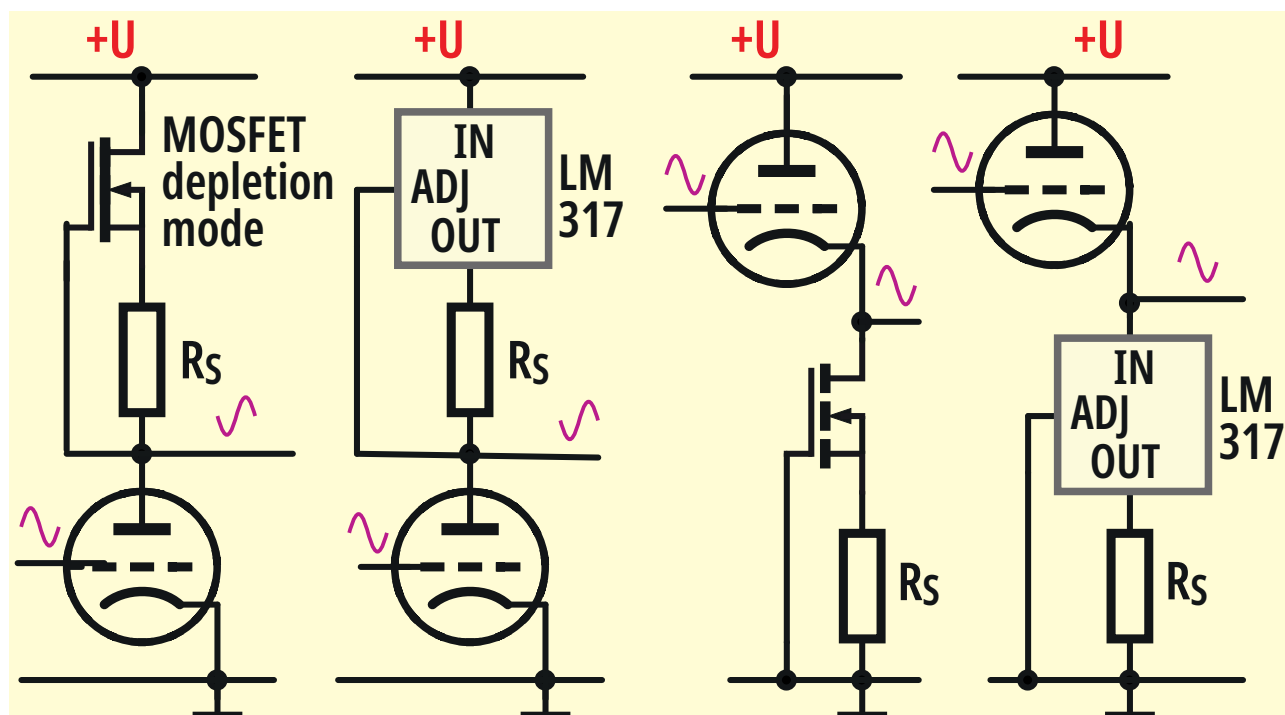


### Przerwanie od upływu czasu

Odmierzanie interwałów czasu jest prostą operacją polegającą na zliczaniu impulsów o określonej częstotliwości. Pamiętaj, że częstotliwość taktowania modułu Arduino Nano wynosi 16 MHz, to zliczanie tych impulsów w specjalnym liczniku (przykładowo **TIMER/COUNTER 0**, **rysunek 2**) pozwala na pomiar czasu. Licznik ten można tak zaprogramować, że po jego przepełnieniu zostanie wygenerowany sygnał przerwania. Licznik ten jest 8-bitowy, toteż po odliczeniu 256 impulsów nastąpi przepełnienie (przejście z FF hex na 00 hex), które z kolei wygeneruje odpowiedni sygnał przerwania. Łatwo policzyć, że to zdarzenie będzie zachodzić co 0,016 ms. Jest to dosyć „szybko”, toteż mikrokontrolery AVR mają prescaler (wstępny dzielnik) pozwalający na zmniejszenie częstotliwości zliczanych impulsów. Prescaler ten jest konfigurowalny przez program (poprzez zapis określonych informacji do jednego z rejestrów związanego z zespołem zegara/licznika). Do odmierzenia interwałów czasu zostanie wykorzystany **TIMER/COUNTER 0**, generujący sygnał przerwania po wystą-

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

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



# Lampy elektronowe dziwne odmiany obciążenia

W artykule przedstawione są bardzo ważne informacje wprowadzające, niezbędne dla każdego, kto choć trochę interesuje się lampami. Omawiamy wykorzystanie dynamicznego obciążenia w postaci różnych, lepszych i gorszych źródeł prądowych, zarówno lampowych, jak też tranzystorowych.

**Niesterowane źródło prądowe jako obciążenie**  
**Trioda jako źródło prądowe?**

**Cewka czy aktywne źródło prądowe**

W poprzednich trzech artykułach: Lampy elektronowe podstawowe konfiguracje, Lampy elektronowe: sprzężenie zwrotne i wtórnik oraz Lampy elektronowe specyficzne konfiguracje omówiłem podstawowe konfiguracje jednolampowe. Zanim przejdziemy do rozmaitych konfiguracji dwulampowych, konieczne trzeba jeszcze omówić pewien nietypowy tryb pracy lampy (triody). Omawiam to w końcowej części artykułu, ale wcześniej musimy wrócić do źródeł prądowych i do tranzystorów.

## Niesterowane źródło prądowe jako obciążenie

W tym artykule omówimy dokładniej pewien wątek, który na pozór wydaje się mało ważny, ale który będzie nam bardzo potrzebny później, gdy będziemy

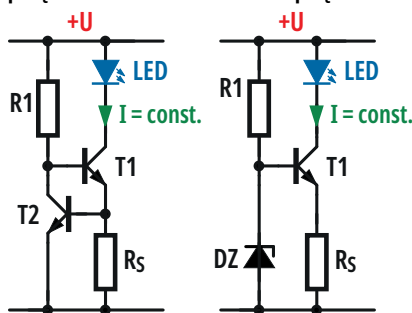
analizować różne konfiguracje dwulampowe. Wtedy genialnie ułatwi on zrozumienie wielu kwestii, które są niejasne dla większości miłośników lamp, a dla niektórych okazują się zupełnie niezrozumiałe lub wręcz „magiczne”.

Otóż musimy nieco dokładniej zająć się też lampą, triodą, która nie będzie pracować w roli elementu wzmacniającego, tylko w roli obciążenia. Najprościej mówiąc, gdy nie będzie na nią podany sygnał sterujący. W zasadzie interesują nas teraz tylko lampy elektronowe, ale dziś coraz częściej realizowane są wzmacniacze hybrydowe, które oprócz lamp zawierają też jakieś tranzystory. Tranzystory te mogą pracować i często pracują jako obciążenie lampy, która jest właściwym wzmacniaczem sygnału audio.



Zastosowanie w roli obciążenia nie rezystora, tylko takiego elementu jak lampa, tranzystor lub obwód z kilkoma tranzystorami, niewątpliwie komplikuje analizę i utrudnia zrozumienie zasady działania takiej specyficznej konfiguracji. Niestety, gdy podejmiemy do sprawy z punktu widzenia czysto akademickiego, możemy się nieźle zaplątać, a także mocno znudzić teorią i wzorami.

Ale nam potrzebny jest tylko ogólny obraz zagadnienia oraz najważniejsze aspekty praktyczne. Dlatego, aby ułatwić zrozumienie sedna sprawy, znów wróćmy do tranzystorów. Przypomnijmy, że pracujące liniowo tranzystory i dla prądów stałych, i dla wolnozmiennych są niemal doskonałymi sterowanymi źródłami prądowymi. Tranzystory bipolarne to źródła prądowe sterowane prądem. A wszelkie tranzystory polowe to źródła prądowe sterowane napięciem.



**Rysunek 1**

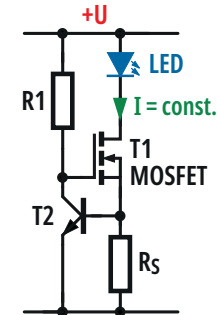
względem **rysunku 1**.

W roli źródeł prądowych pracują też MOSFET-y. Dość często spotykany schemat jest na **rysunku 2**. W zasadzie dla realizacji źródła prądowego na popularnym tranzystorze MOSFET (enhancement mode) wystarczyłoby podać między bramką i źródło odpowiednie napięcie według **rysunku 3**, jednak takie rozwiązanie ma pewne istotne wady.

Zdecydowanie łatwiej jest z bardzo podobnymi do lamp tranzystorami złączowymi JFET oraz działającymi podobnie tranzystorami MOSFET zubożanymi (depletion mode). Wszystkie one wymagają ujemnego napięcia bramki (siatki) względem źródła (katody). Dzieciinnie łatwo można zbudować dobre źródło

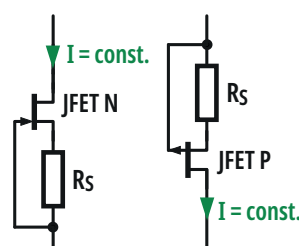


Przypomnijmy, że rozmaite tranzystory często są wykorzystywane właśnie w roli źródeł prądowych. Chyba najpopularniejszym przykładem są układy sterowania diodami LED według **rysunku 1**.



**Rysunek 2**

prądowe według **rysunku 4**. Parametry statyczne są znakomite, a o przydatności do układów lampowych decydują parametry tranzystora, a konkretnie maksymalne dopuszczalne: napięcie dren-źródło, prąd drenu oraz moc strat.



**Rysunek 4**

Omawiamy to właśnie w kontekście wzmacniaczy lampowych, więc znakomite skądinąd tranzystory złączowe JFET nie wchodzi w grę z uwagi na małe dopuszczalne napięcie dren-źródło i małą moc strat.

W sferze zainteresowania pozostają ewentualnie bardzo mało znane, niedoceniane tranzystory MOSFET z kanałem zubożanym (depletion mode) – dziś dostępne są takie MOSFET-y z kanałem N o napięciu pracy kilkaset woltów i mocy strat kilkudziesięciu watów, co pozwala w prosty sposób zbudować źródło prądowe według **rysunku 5**.

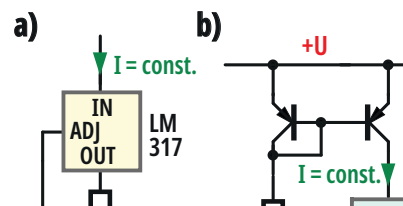
Prąd pracy jest tam wyznaczony przez rezystor w obwodzie źródła oraz przez parametry tranzystora: przez nachylenie charakterystyki i tzw prąd nasycenia, czyli prąd przy zerowym napięciu bramka-źródło.

Mając do dyspozycji katalogowe charakterystyki tranzystora z rysunków 4, 5, teoretycznie można wyliczyć wartość rezystora R. Ponieważ jednak występuje znaczny rozrzut parametrów poszczególnych egzemplarzy, w praktyce wartość rezystora R należy raczej dobrać eksperymentalnie.

W każdym razie jeden tranzystor polowy i rezystor według rysunków 4, 5 daje nam element o pożądanych właściwościach – źródło prądowe o parametrach niewiele odbiegających od ideału.

Warto też pamiętać, że dobre źródło prądowe (z pewnymi ograniczeniami) można zrobić z popularnych stabilizatorów napięcia rodziny LM317 według **rysunku 6a**. W roli dobrego źródła prądowego może też służyć lustro prądowe (current mirror) według **rysunku 6b**.

Oczywiście tu znów trzeba przypomnieć o naszym bardzo silnym przyzwyczajeniu: w większości zastosowań chodzi o prąd stały i o parametry statyczne. Opisane właśnie źródła prądowe mają jakąś wydajność, wyrażoną w (mili)amperach prądu stałego. Dla porządku przy-



**a)**

**b)**

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

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



# Tajemnice dobrych sond oscyloskopowych

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

Dwa poważne problemy  
Kabel to nie tylko pojemność

Zjawiska falowe – odbicia

W poprzednim artykule Niskoomowe sondy oscyloskopowe? omówiłem jeden ze sposobów walki z odbiciami wynikającymi z niedopasowania falowego.

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

Aby odpowiedzieć na te pytania, trzeba wrócić do pierwszego artykułu Sondy oscyloskopowe – dlaczego są niezbędne?, gdzie omawialiśmy oscyloskopowe sondy bierne i mogłoby się wydawać, że artykuł ten wyjaśnia wszystkie szczegóły z nimi związane.

W tym pierwszym artykule omówiona była podstawowa, absolutnie najważniejsza kwestia zwiększania rezystancji i reaktancji pojemnościowej obciążającej badany układ, a to dzięki zastosowaniu skompensowanego dzielnika wejściowego.

Jednak wtedy ani jednym słowem nie zająknąłem się o problemie zjawisk falowych, (nie)dopasowania i odbić sygnału. W drugim artykule – Niskoomowe sondy oscyloskopowe? omówiłem sposób rozwiązania problemu niedopasowania i odbić przez zmniejszenie rezystancji wejściowej oscyloskopu do 50 omów. Okazuje się, że z problemem niedopasowania i odbić można zaskakująco skutecznie walczyć także w przypadku wejścia 1-megaomowego.



## Dwa poważne problemy

W Internecie można znaleźć mnóstwo informacji o sondach 10:1 i w wielu takich źródłach przedstawiane są bardzo mocno uproszczone schematy sond biernych w postaci takiej, jak na przykład na **rysunku 1**. Tu nie ma nawet informacji o istnieniu kabla.

Inny przykład to **rysunek 2** – tu też obecność kabla zaznaczona jest w sposób śladowy.

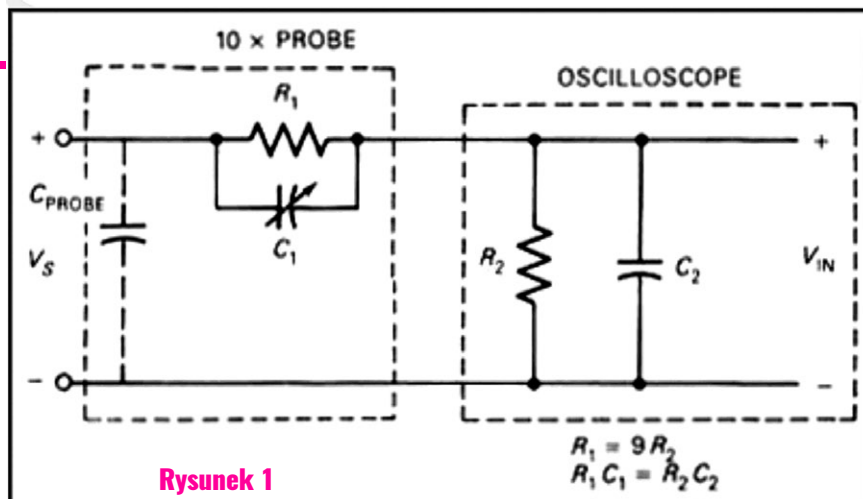
**Rysunek 3** zawiera informację o obecności kabla, ale nie ma żadnej konkretnej informacji o jego parametrach.

W niektórych źródłach schematy takich sond są nieco dokładniejsze i nieco lepiej przedstawiają obecność i pojemność kabla pomiarowego – przykład na **rysunku 4**.

Także na **rysunku 5** (na następnej stronie) widzimy pojemność  $C_2$ , która ma reprezentować kabel sondy. Jak widać, jest to schemat z programu symulacyjnego i na przykładzie takiego obwodu sprawdzane mają być finalne właściwości sondy. Tu czai się poważne niebezpieczeństwo, do którego jeszcze wrócę.

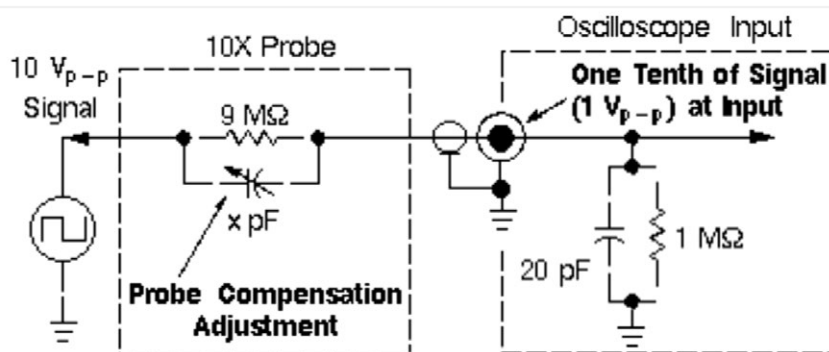
Podobnie mamy reprezentację kabla na **rysunku 6**, gdzie w opisie pojemności  $C_c$  jest słowo „lumped”. Określenie to sygnalizuje, że ta pojedyncza pojemność jedynie w sposób uproszczony, przybliżony reprezentuje właściwości kabla sondy.

Takie uproszczone schematy i towarzyszące im opisy wyjaśniają tylko jedną kwestię kompensacji częstotliwościowej, natomiast nie sygnalizują drugiego bardzo istot-



**Figure 9:** The effect of the capacitors in a passive probe is cancelled when  $C_1$  is adjusted properly.

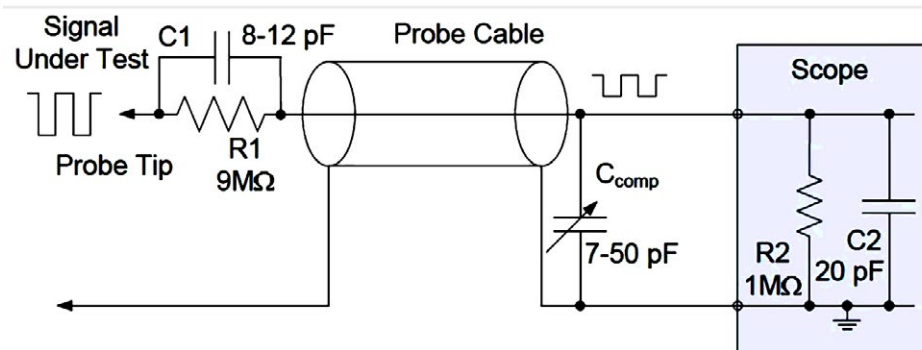
[https://www.hobbyprojects.com/oscilloscope\\_tutorial/oscillosc](https://www.hobbyprojects.com/oscilloscope_tutorial/oscillosc)



**Typical Probe/Oscilloscope 10-to-1**

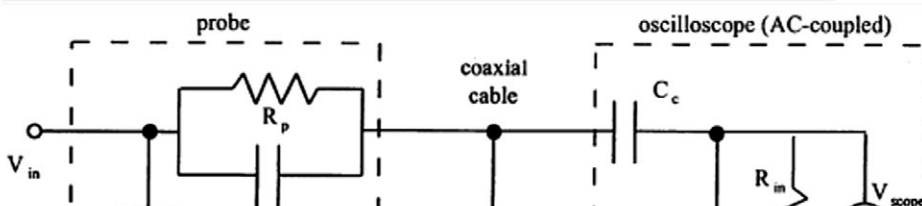
<https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/an-introduction-to-oscill...>

## ALL ABOUT CIRCUITS TECHNICAL ARTICLE An Introduction to Oscilloscope Probes



**Typical schematic of a 10× passive probe.**

<https://facultyweb.cortland.edu/douglas.armstead/S16/Electronics/labs/Laboratory3From...>



**Figure 3.7 Complete Model of Oscilloscope, Probe, and Cable**

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

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

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

**ZE 12/2024**

**piotr-gorecki.pl**



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

**Redaktor Naczelny: Piotr Górecki**

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

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

**Stali współpracownicy: Andrzej Pawluczuk, Szymon Burian,  
Rafał Kozik, Jacek Kosecki, 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.**