

ZROZUMIEĆ ELEKTRONIKĘ

z Piotrem Góreckim

2/2026 Luty (38)

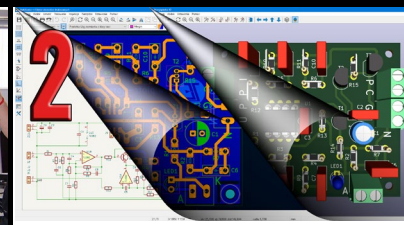
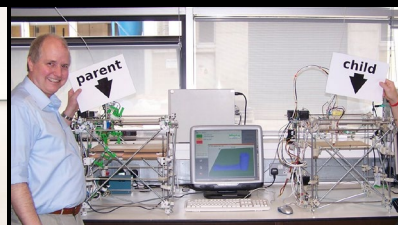
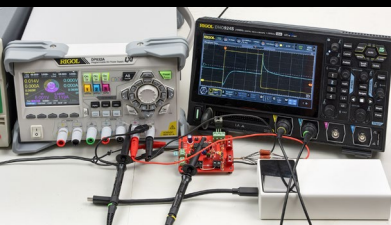
piotr-gorecki.pl

Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 128 stron.
Jeśli chcesz nabyć pełne wersje dowolnych numerów ZE, zajrzyj na stronę: Poprzednie numery czasopisma



Spinners Tymona

- Superwoltomierz i superamperomierz • Ośmiobitowy monitor szyny danych • Naprawa monitora LCD
- Fundamenty elektroniki – realne źródła prądowe • Lampowe konfiguracje z dwiema triodami
- Naprawę dobre zasilacze dla profesjonalistów i amatorów • Analizator logiczny Saleae
- Dopasowanie energetyczne: błogosławieństwo, przekleństwo? • Druk 3D od środka – trochę teorii



Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana jest dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez Patronite.pl

Zawartość numeru 2/2026

23



Spinnery Tymona

W artykule przedstawiam proste i bardzo atrakcyjne zabawki zwane spinnerami. A konkretnie wersje elektroniczne tych gadżetów. Wersje, które po pierwsze są nieporównanie atrakcyjniejsze od klasycznych, a po drugie są znakomitym przykładem, jak można wdrażać młodych w tajniki lutowania elementów SMD.

3

Słowo wstępne – Luty

4

Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników

15

Łamigłówki elektroniczne Luty 2026

17

Rozwiązania Łamigłówek Grudzień 2025

29



Superwoltomierz i superamperomierz

36



Ośmiobitowy monitor szyny danych, część 1

47



Wspólnie projektujemy: wykorzystaj chiński zestaw!

50



Analizator logiczny Saleae, część 2

61



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 21

69



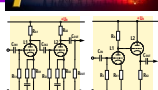
Fundamenty elektroniki – realne źródła prądowe

75



Elektroenergetyka – przesył i dystrybucja, część 1

79



Lampowe konfiguracje z dwiema triodami

85



Naprawdę dobre zasilacze dla profesjonalistów i amatorów

92



Dopasowanie energetyczne: błogosławieństwo, przekleństwo?

97



Druk 3D od środka – trochę teorii

107



Naprawa monitora LCD

115



Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad (2)

Zrozumieć **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – Luty



Witam!

Przed wszystkim bardzo dziękuję za wszystkie życzenia i pozdrowienia! Dziękuję też za maile z opiniami o czasopiśmie ZE i z sugestiami dotyczącymi jego zawartości! Znaczna ich część jest zawarta w wyjątkowo obszernej rubryce Poczta. Wasze opinie pokazały, że po pierwsze powinno być więcej materiałów łatwiejszych, przeznaczonych dla mniej zaawansowanych, a nawet dla zupełnie początkujących. Tak się złożyło, że od października jest w ZE „fundamentalny” cykl o elementarnych podstawach i rozwijany będzie cykl „Fascynujące przemiany energii”. A okładowy artykuł zachęca, żebyśmy do uprawiania elektroniki wdrażali innych, także młodych i bardzo młodych. Pomocą może być nietypowe zadanie w cyklu *Projektujemy wspólnie*.

Na pewno materiałów podstawowych i łatwych projektów dla początkujących będzie więcej, ale mam prośbę, żebyście przysyłali konkretne propozycje takich łatwiejszych tematów do omówienia.

Po drugie wskazaliście, że powinno być dużo więcej tematyki audio, między innymi dlatego też po przerwie wraca cykl o wzmacniaczach lampowych.

Będzie więcej projektów, choć to jest dla mnie trudne, ponieważ co miesiąc muszę napisać do ZE około 7...10 artykułów, a projekty wymagają dodatkowo (czasochłonnej) realizacji i testów modeli.

Jestem bardzo wdzięczny wszystkim stałym współpracownikom, zwłaszcza **Andrzejowi Pawluczukowi** za jego ogromny wkład w tworzenie czasopisma!

Zapraszam do współpracy wszystkich chętnych, którzy chcieliby opublikować swoje projekty czy artykuły w naszym wspólnym czasopiśmie! Abym ja mógł tworzyć więcej, potrzebowałbym asystentów – współpracowników, którzy na podstawie rysunku na kartce i dodatkowych wskazówek, potrafiliby stworzyć i uruchomić model. Szczegóły w Poczcie.

Jestem przekonany, że i w tym numerze każdy znajdzie mnóstwo wartościowych materiałów. Proponuję przemyślenie przesłania z artykułu tytułowego – pomóżmy innym zainteresować się praktyczną elektroniką!

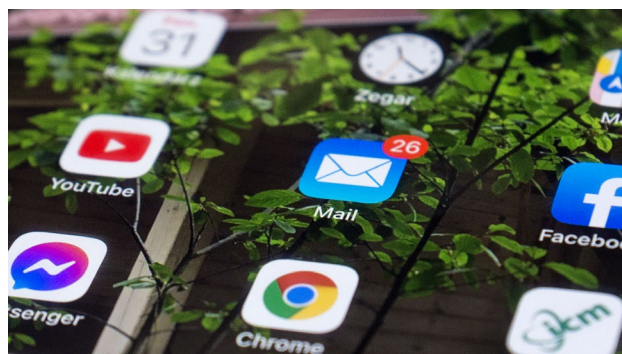
Fotografia poniżej przedstawia dopiero co dostarczone moduły audio, które będę testował i sukcesywnie opisywał.

Pozdrawiam serdecznie

Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Bardzo dziękuję za wszystkie życzenia i listy, jakie napłynęły do mnie na przełomie roku! Dziękuję i przepraszam, że nie odpowiedziałem na wszystkie. Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych e-maili.

Witam!

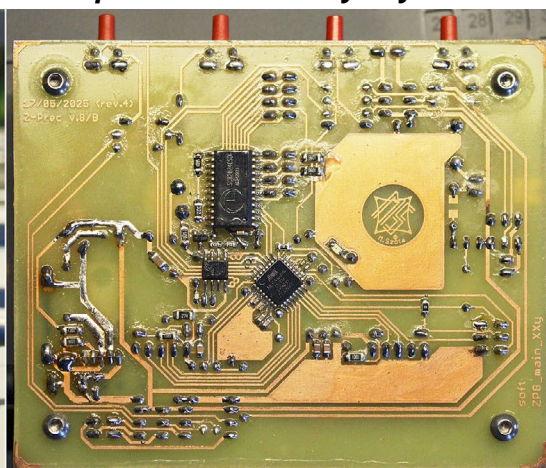
Jeśli chodzi o zawartość czasopisma, to najbardziej lubię duże skomplikowane projekty, ale służą mi tylko jako inspiracja do własnych projektów.

Pytanie: Czy jest Pan zainteresowany, żebym podsyłał własne projekty, do wykorzystania w ZE?

Nie podsyłałbym ich zbyt często, za to zawsze dokończone i dopracowane. Istniałaby też możliwość wysłania „żywego” egzemplarza do testów. Projektuję w programie KiCad (niedawno przesadłem się z EAGLE’a). Programuję w assemblerze, najnowsze AVR, programowane przez updi.

*Pozdrawiam
Maciej Szota*

TAK! Jak najbardziej jestem zainteresowany! Warunki i wskazówki są tu: [I Ty możesz zostać Autorem!](#) Maciej przysłał fotografie kilku projektów, jedna jest przedstawiona poniżej. **A czy może Ty, Czytelniku też chciałbyś coś opublikować w czasopiśmie ZE?**



W grę wchodzi Twoje własne projekty i realizacje, ale jest też inna możliwość: ja mam mnóstwo projektów „w poczekalni” i zdecydowanie za mało czasu na ich realizację, bo co miesiąc muszę stworzyć numer czasopisma i napisać do 10 artykułów. A doba ma tylko 24 godziny. Potrzebuję współpracowników na tyle wykwalifikowanych, żeby na podstawie schematu i garści wskazówek zrealizowali i uruchomili model.

Jeśli masz trochę czasu i chcesz ze mną współpracować oraz zaistnieć na łamach ZE jako Autor lub mój współautor – śmiało napisz: kontakt@piotr-gorecki.pl.

Patronite nie jest systemem prenumeraty, linki po dwóch miesiącach wygasają. Jeśli ktoś nie pobierze PDF-ów na czas, niech napisze do mnie według wskazówek z rozsyłanego co miesiąc e-maila.

Dzień dobry, kilka moich uwag do ZE2601.

Listy Czytelników: seria audio. Widziałbym tu jednak trochę bardziej zaawansowane tematy niż te, na które odpowiedź można łatwo znaleźć w Google. Kwestie związane z wejściami wzmacniaczy mocy i dopasowaniem wydają się OK.

Listy Czytelników: czujniki środowiskowe. Odnosnie do rejestratora EKG – są dostępne w handlu gotowe, śmiesznie tanie moduły, ułatwiające „frontend”. Można poszukać pod nazwą AD8232. Z jednej strony podłączamy elektrody (dostępne w zestawie), z drugiej mamy wyjście analogowe – do ADC w MCU, do oscyloskopu, może nawet do wzmacniacza audio? Nie używałem tego, więc nie wiem,

na ile dobrze działa, ale wygląda na pewno ciekawie i można spróbować zrobić na tym zabawkę do monitorowania rytmu serca.

Listy Czytelników: EPUB. Tak, tak, i jeszcze raz tak! To jest rzecz, której realnie mi brakuje. Prawdę mówiąc trzymam tablet tylko do czytania ZE. Na Kindle'u czyta mi się o wiele lepiej, tym bardziej że mam ustawiony tryb ciemny, a PDF jest jednak na białym tle, co na świecącym w oczy ekranie bardzo męczy wzrok (tym bardziej, że ten wzrok i tak jest już zmęczony od siedzenia przy komputerze w pracy). Dłuższe strony www też tak czytam (jest dodatek Send to Kindle do przeglądarki). Robiłem eksperymenty z przerzucaniem tekstu z ZE do pliku tekstowego i czytaniem go na Kindle'u, ale nie sprawdzało się to dobrze – był sam tekst, bez ilustracji, a one są przecież ważną częścią treści. Oczywiście nie będzie tak ładnie i kolorowo, ale nie ma być – ma być czytelnie, obrazki mogą być monochromatyczne, a skład jak najprostszy.

Chodzi też o ekspozycję na światło niebieskie, którym bombardują nas typowe kolorowe ekrany LCD – bo i przy obecnej technologii bombardować muszą. Też z tego powodu w miejscach, w których dużo przebywam, dalej używam klasycznych żarówek, a nie LED-owych.

Kindle (czy ogólnie czytnik z e-papierem) nie musi świecić (i zwykle mam wyłączone podświetlenie), co sprawia, że wzrok męczy się dużo mniej, niż od ekranu LCD. Jak już mam podświetlenie, to jest ono najcieplejsze, wręcz pomarańczowe, i oczywiście ciemne tło. Zatem: Gdyby były dostępne pliki EPUB lub MOBI, to byłbym przeszczęśliwy. Jeśli najprościej będzie to zrobić przez eksport do HTML (i czasopismo dostępne jako strony lub jedna wielka strona HTML), to też będzie dobrze – „Send to Kindle” nieźle sobie radzi z prostymi stronami.

Listy Czytelników: Czujnik położenia zawieszenia. Moim zdaniem działa to albo na zasadzie pomiaru pojemności, albo indukcyjności. Raczej to pierwsze. Pierścień się obraca, odpowiednio wyprofilowana ścieżka na tym pierścieniu robi za wspólną okładzinę dwóch kondensatorów, których drugie okładziny (te proste części ścieżek) są na płycie nieruchomej i w ten sposób wykrywany jest obrót.

Listy Czytelników: UPS. Nie robiłem prób, ale moim zdaniem w takim przypadku albo spalimy bezpiecznik w UPS-ie (jeśli np. N wejściowe i wyjściowe są ze sobą połączone, a my włożymy wtyczkę w taki sposób, że L wyjściowe z UPS-a połączy się z N wejściowym), albo zrobimy oscylator. Dlaczego oscylator?

1. UPS wytwarza napięcie. 2. Podłączamy wejście UPS do gniazda wyjściowego tego UPS-a. 3. UPS wykrywa napięcie (bo je wytworzył). 4. UPS stwierdza, że napięcie sieci wróciło (bo wykrywa je na wejściu). 5. UPS przełącza się na zasilanie sieciowe. 6. Napięcie znika. 7. UPS wykrywa brak napięcia, więc przełącza się na zasilanie

baterijne i wytwarza napięcie. 8. Skok do punktu 3.

Ogólnie: perpetuum mobile nie istnieje z powodu sprawności przetwarzania energii, która musiałaby być wyższa niż 100%, a tymczasem nigdy nie osiąga nawet tych 100% (powiedzmy, że w grzałce jest to bardzo bliskie 100%). A czemu wyższa niż 100%? Żeby móc nadwyżkę tej energii pobrać. Zupełnie inna sprawa to filmy na YouTube, które mogą pokazać właściwie cokolwiek autor sobie wymyśli, byle tylko się klikały.

Saleae. Odnosnie do artykułu o analizatorze logicznym Saleae, polecam (przynajmniej dla Linuksa) świetny program PulseView. Jest bardzo intuicyjny i prosty w obsłudze – bez doświadczenia z analizatorami logicznymi i bez żadnej instrukcji udało mi się go ogarnąć w takim stopniu, żeby widzieć kilka kanałów i dekodować protokoły (program ma wbudowane różne dekodery, np. I2C).

Silniki krokowe. Artykuł o podtytule „wstęp do budowy zabawek” jest ciekawy, ale z elektronicznego punktu widzenia. Z mechanicznego punktu widzenia polecam książkę Dustyn Roberts „Making Things Move”: <https://www.amazon.com/Making-Mechanisms-Inventors-Hobbyists-Artists/dp/0071741674>. Pozdrawiam

Circuit Chaos

Dzień dobry!

Na zadane pytania (...) odpowiem w punktach.

Podstawową rzeczą, której brakuje mi w ZE, to konsekwencja. Ponieważ śledzę rozwój pisma od załączka (...), a numery archiwizuję, jest to dla mnie dość widoczne. Przeszkadza mi to, że ciekawe tematy pojawiają się jak spadające gwiazdy – a ich żywot jest równie krótki. Przykład? Lampy. Temat rozpoczęty, w tym również w kwestii praktycznej (zasilanie anodowe z przetwor- nic, płytka testowa) i... dalej nic, cisza. Nie wyszliśmy nigdy poza teorię przedwzmacniacza, a wszelkie inne kwestie – stopnie końcowe, regulacja barwy, obwody zasilania, uwagi konstrukcyjne itp. nie były omówione nawet teoretycznie. Po jakimś okresie ciszy pojawił się projekt wskaźnika na EM84 czy czymś podobnym – i super, ale potem znowu cisza. Podobnie ciekawy artykuł o karcie dźwiękowej – był i temat umarł. A aż prosiło się o kontynuację i np. kompleksowe omówienie pomiarów audio, zniekształceń, kompletnego stanowiska do takich pomiarów, etc. Śmiercią naturalną umarły ślepe testy audio. Podobnie kwestia małego zasilacza, Doskonały cykl, bardzo potrzebny, tylko że bardzo dobre opracowanie praktyczne Tadeusza Susza powinno się pojawić raczej jako zwieńczenie cyklu, wspólnie z kompleksowym omówieniem praktycznego zasilacza pana autorstwa – schemat, a najlepiej także PCB. Wszystko to sprawia wrażenie lekkiego chaosu, potęgowanego faktem braku spisu zawartości poszczególnych roczników – a takie zestawienie bardzo by się przydało.

Artykuły czy projekty? Zdecydowanie więcej projektów i tematów praktycznych. Wiem, że uwielbia pan uczyć, ale intuicja podpowiada mi, że trudno będzie poszerzyć istotnie grono patronów, naruszając mocno balans pomiędzy najpiękniejszą teorią, a przyziemną praktyką, poruszając szereg tematów tyleż fascynujących, co mało praktycznych. Na przykład: Pańskim oczkiem w głowie są, jak zauważyłem, dokładne pomiary wszelkich wielkości, nie tylko elektrycznych. Sam chętnie to czytam, ale ja NIE jestem typowym odbiorcą pisma. A ten typowy, jak podejrzewam, zamiast pomysłu na kolejną amatorską przystawkę do pomiaru pikoamperów czy nanowoltów, chętniej sięgnąłby na przykład po rzeczowe kompendium, napisane koniecznie pańskim prostym językiem, na temat pomiarów „codziennych” napięć zmiennych: odczarowanie pojęć V_{pp} , V_{max} , RMS, skali decybelowej, dBV, dBm... NIE MA TAKIEGO KOMPENDIUM W SIECI, proszę mi wierzyć – sam długo szukałem. Dopasowanie falowe? Super temat, ale dlaczego omawiając sondy oscyloskopowe, nie zakończył pan cyklu tutorialiem dla np. półprofesjonalnych serwisantów RTV? Takie praktyczne podstawy: kiedy unikać kabela masy i użyć dołączonej do sondy sprężynki, co to są terminale i w jakich sytuacjach je stosować? (...)

Jakie tematy? Najbardziej praktyczne w obecnych czasach. Baterie i ogniwa – temat już rozpoczęty, ale niech będzie kontynuowany jako praktyka!!! Czym ładować, co to są balansery, jak tworzyć amatorskie pakiety ogniw, banki energii do domu i do survivalu – Internet aż huczy od takich tematów, proszę to zrobić lepiej, niż przemądrzałe dupki z Elektrody, przecież ma pan ten temat w małym palcu. Panele solarne – to akurat wyśmienity temat na cykl teoretyczny, nikt przy zdrowych zmysłach nie będzie pewnie sam robił poważnego falownika czy nawet większego sterownika MPTT, ale jak to działa i jak to skonfigurować? Technika lampowa – to nie tylko moja prywatna, temat jest niesłychanie nośny, moda na lampy trwa w najlepsze (inna sprawa, że trwa wraz z renesansem na zapis magnetyczny CC 4,75 cm/s, co jest dla mnie masochizmem w czystej postaci). Prawdopodobnie nie ma szans, żeby udało się panu zrealizować projekt kompletnego wzmacniacza do publikacji (śledziłem wysiłki jednego z moich ulubionych autorów na YT – Reduktor Szumu; doprowadził projekt do końca, można jego wzmacniacz kupić jako kit, ale mam wrażenie, że autor tego żałuje – obawiam się, że pan tym bardziej nie będzie miał na to czasu). Ale głęboko wierzę, że może pan stworzyć coś na miarę dzieła Morgana Jonesa w miniatrze. I zapewniam, że to się świetnie sprzeda!

Technika audio – w szerszym znaczeniu niż lampy – ten temat kompletnie jest w ZE martwy, co osobiście mnie dotyka. Szkoda. Marzy mi się na przykład cykl,

wspomniany w punkcie 1 – omówienie zniekształceń, szumów i pomiarów ww. z wykorzystaniem kart audio. Murowany hit.

Jeszcze jeden temat CZYSTO TEORETYCZNY, ale bardzo na czasie: elektroenergetyka, jako rozwinięcie cyklu świetnych artykułów Mateusza Ostrycharza: tutorial na temat mocy czynnej, biernej, pozornej, co to jest PFC – seria stworzona choćby po to, by nie nabierać się na kupno urządzeń „do oszczędzania prądu” w formie wtyczek do gniazdek domowych, po kilkaset złotych za sztukę.

Tematy łatwiejsze czy trudniejsze? Zapewne oba. Niestety, bez (nieosiągalnych) badań rynku, odpowiedzi raczej się nie znajdzie. Instynkt podpowiada mi, że balans powinien pójść w stronę praktyki, a więc tematów a priori łatwiejszych.

Niezmiennie serdecznie pozdrawiam

Szymon Burian

Panie Piotrze, dziękuję za życzenia (...) Jesteśmy chyba w podobnym wieku, więc przede wszystkim zdrowia życzę i ciekawych pomysłów na filmy i artykuły. Zwykle korzystam bardziej z filmów, tak przy porannej kawie, ale one mnie inspirują do zapoznania się z artykułami. Najbardziej namacalnie skorzystałem z polecanych przez Pana narzędzi i dokonałem też zakupów według Pana rekomendacji:

1. Multimetr YATO, mimo że mam kilka innych, m.in. Unitek UT70D, później sprawdziłem polecanym przez Pana module wzorce napięcia LM399 i widzę, że mimo tego, że ma z 10 lat to nadal trzyma kalibrację.

2. Lutownica na groty T12 YATO i też dodatkowo na gorące powietrze i pozbyłem się starej (...). No i po kilku miesiącach zakupiłem jeszcze lepszą Geebon HC24.

3. Multimetr z oscyloskopem, który poleciłem młodemu entuzjaście elektroniki i pewnie kupiłbym tego gigahercowego Rigola, gdybym nie miał Siglenta.

Ale reasumując. Podobają mi się Pana znaleziska na Aliexpress i nie tylko, i zwykle coś nabywam z Pana rekomendacji, i też polecam młodzieży. Druga ważna grupa tematów to edukacja. Ponieważ co tydzień w ramach szkolnego radioklubu spotykam się z młodzieżą szkolną i licealną, i tam często polecam obejrzenie Pana filmów, które dla nich wydają mi się pożyteczne, to tematyka edukacyjna jest interesująca. Może mniej odniesienia historyczne, ale raczej konkrety pozwalające, nomen omen, zrozumieć elektronikę.

Chętnie widzę zagadnienia praktyczne poruszane już w filmach i w czasopiśmie. Jak używać narzędzi i przyrządów elektronika: lutowanie, montaż, pomiary, używanie oscyloskopu.

Ciekawy jest kącik programistyczny, choć dla młodzieży z podstawówki i nawet licealistów, którzy wchodzić w te tematy, programowanie wprost w AVR Studio

jest pojęciowo zbyt trudne. My w klubie ćwiczymy bardziej przystępne Arduino. Z drugiej strony dla bardziej dociekliwych, ćwiczenia na bitach i bajtach procesorów 8-bitowych pozwala na dobre zrozumienie jak mikroprocesor działa.

Z bardziej zaawansowanego programowania raczej polecałbym w miejsce już bardzo wiekowych AVR raczej ARM Cortex STM i środowisko Cube, płytki rozwojowe Nucleo i te mniejsze i tańsze BluePill, Blackpill i wiele innych dostępnych na Aliexpress. Te procesory są bardziej na czasie, niż te leciwe AVR. Ciekawe są też ESP32, ale może nie wszystko naraz. To chyba tyle, co z nowym rokiem przyszło mi do głowy.

Pozdrawiam
Marcin Boboli

Dzień dobry,
jestem subskrybentem „Zrozumieć Elektronikę” od około roku. Elektronika to moje hobby, interesuje mnie głównie elektronika cyfrowa. Nie mam głębokiej wiedzy elektronicznej. Zaczynałem od książki „Elektronika. Od praktyki do teorii”, potem od razu przeskoczyłem na Arduino. To było koło roku 2013, później ze względu na brak czasu porzuciłem temat całkowicie.

Rok temu, gdy szukałem jakiegoś pomysłu na prezent trafiłem na Pana film o multimetromy oscyloskopach ZOYI i postanowiłem mimo braku czasu zająć się hobby na nowo. Wygrzebałem ze strychu swoje stare Arduino Uno, ale zauważyłem że przez 10 lat świat poszedł sporo do przodu, Arduino jest leciwe i ma swoje ograniczenia. Z Arduino przerzuciłem się na ESP32 (bardzo pomogła mi w tym książka „Learn ESP32 with Arduino IDE – Rui Santos; Sara Santos” i strona <https://randomnerdtutorials.com/>). Ponieważ mieszkam na wsi mam spory „plac zabaw”, na którym mogę testować swoje zabawki. Żeby zwiększyć zasięg sieci Wi-Fi na zewnątrz, założyłem na maszcie accesspoint TP-LINK EAP225, z podwójną anteną o mocy 1 W (30 dBm wzmacnienia). To pozwoliło na zwiększenie zasięgu Wi-Fi do około 300 m (teren zadrzewiony), jednak w sąsiednim budynku dobry sygnał jest jedynie przy oknie.

W poszukiwaniu rozwiązania trafiłem na stronę <https://meshtastic.org/> i technologię LoRa. To był strzał w dziesiątkę. Ze względu na pasmo i sposób modulacji sygnału nawet przy standardowej antenie modułu LoRa Lilygo T3 (<https://lilygo.cc/en-pl/products/lora3>) urządzenia „widzą się” i są w stanie wymieniać dane nawet przy RSSI = -88 dBm.

Uważam, że LoRa, to coś takiego, jak kiedyś

CB radio (ale nie to używane przez kierowców ciężarówek, tylko przez krótkofalowców). Technologii można używać do tworzenia własnych sieci, komunikacji z innymi ludźmi, przesyłania sygnału na duże odległości, wpinania urządzeń do sieci IoT.

Obecnie dwa moduły non stop monitorują dobrostan moich nowo wyklutych kurczaków (temperatura i wilgotność), które znajdują się w odchowniku zlokalizowanym w sąsiednim budynku (Wi-Fi nie dawało rady). [zdjęcia 1, 2, 3].

W odpowiedzi na Pana maila dotyczącego tematów na 2026, mógłby Pan zrobić cykl artykułów o technologii LoRa, który mógłby się zakończyć jakimś projektem, np. stacją pogodową.

Jestem również AliExpressowym zakupoholikiem, większość modułów oraz urządzeń zamawiam z Chin. Jestem zdania że można wymyślić sobie dowolny projekt elektroniczny, a Chińczyk na pewno ma już gotowy produkt. Inkubator miałem zamiar zbudować sam, ale okazało się to nieopłacalne i kupiłem gotowy [zdjęcie 5]. Mam zamiar rozbudowywać odchownik o funkcje programów oświetleniowych i sterowania temperaturą, ale z braku czasu kupiłem tani programator,



LilyGo T3 Receiver



Kontroler z AliExpress za 15 zł zastępuje cały dzień programowania i lutowania modułów do ESP32. Połączenia ad hoc na złączki Wago wskazują na to, że miał to być dopiero prototyp, niestety kurczaki wykludy się tydzień za wcześniej i trzeba było włączyć do programu beta-testów.

Programator temperatury

który robi to samo, a jest szybciej i pewnie wyjdzie tańiej [zdjęcie 4]. Dlatego lubię czytać artykuły ZE, w których omawia Pan gadżety z Aliexpress.

Uważam też za ciekawy cykl Pana Andrzeja pt. Mikroprocesorowa Ośła Łączka, niestety zostałem czytelnikiem ZE za późno i niewiele z tego rozumiem. Myślę, że nowi czytelnicy mają problem by „wgryźć” się w trwające cykle bez dostępu do poprzednich artykułów. Podobnie miałem z czasopismem „Elektronika dla Wszystkich”, według mnie tytuł powinien brzmieć „Elektronika dla Wtajemniczonych”.

Mógłby Pan przeprowadzić sondę wśród czytelników które artykuły są czytane, a które pomijane, oraz dać patronom dostęp do archiwalnych artykułów, żeby mogli nadrobić braki.

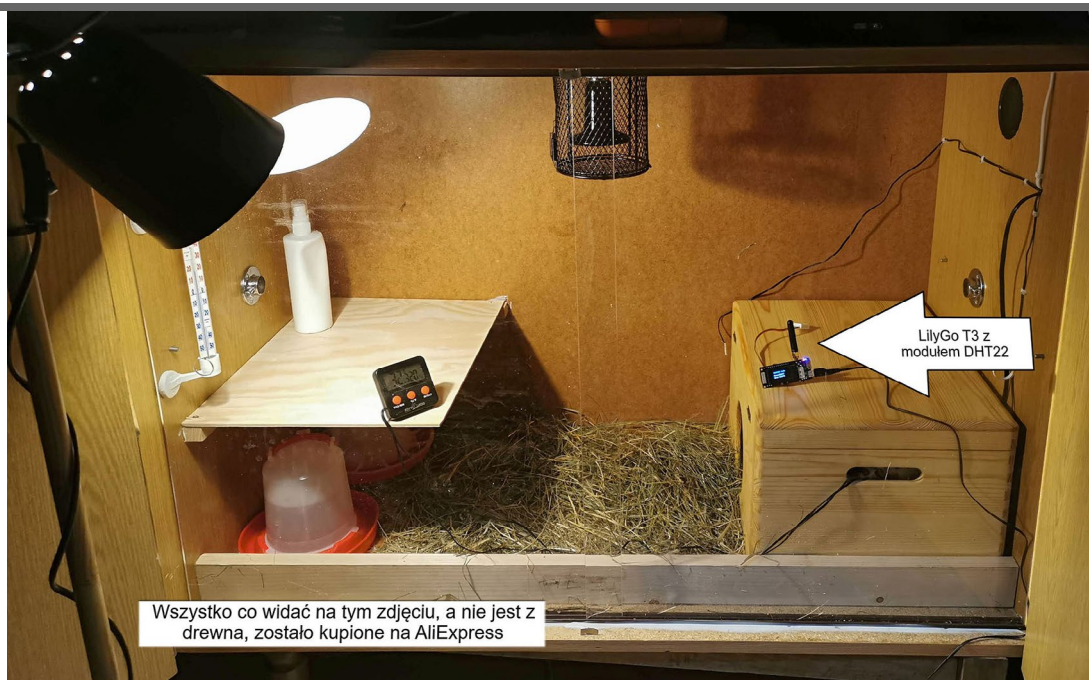
Kolejnym pomysłem mógłby być stały segment o elektrotechnice. Brakuje mi w polskim Internecie rzetelnej wiedzy dotyczącej maszyn i urządzeń działających na 230 V lub 400 V. Każdy majsterkowicz prędzej czy później będzie się musiał zmierzyć z naprawą silnika jednofazowego. Do mnie ostatnio trafiła litewska szatkownica do warzyw marki Migiris, potocznie zwana „Ciorką” (<https://www.berlinger.pl/pl/p/Tarka-do-ziemniakow-4w1-elektryczna-szatkownica-ciorka-berlinger-Migiris-400-W/158>). Urządzenie „nagle” zaczęło kręcić się w odwrotną stronę. Po otwarciu widać było od razu, że ktoś ją naprawiał, więc uznałem że po prostu odwrotnie podłączył uzwojenia. Niestety sprawdzałem wszystkie konfiguracje i silnik albo stoi w miejscu, albo kręci się w lewą stronę. Ponadto w silniku zastosowano ciekawe sterowanie uzwojeniem pomocniczym. Zamiast kondensatora rozruchowego użyto stycznika NC, w którym elektromagnes zasilany jest prądem generowanym z tego uzwojenia podczas pracy uzwojenia roboczego.

Z poważaniem
Damian Olszewski

Dzień dobry,

odpowiadając na Pana prośbę, chciałbym zaproponować tematy, których w mojej ocenie powinno być więcej, a są to głównie tematy związane z pomiarami i projektami urządzeń pomiarowych.

Pozdrawiam
Adam Wąchała



Witam,
interesujący wydaje mi się temat wzorców napięcia, prądu, częstotliwości i czasu, R i C. Czekam też na dyskusję o wykorzystaniu LTZ1000 i podobnych układów, Następna grupa tematów to wzmacniacze pomiarowe różnych typów. W dalszej kolejności mierniki promieniowania jonizującego i stanowiska pomiarowe do żarówek LED. W sprawie wzorców napięcia zdobyłem już pewne doświadczenie i będę mógł włączyć się do dyskusji.

Pozdrawiam
Edward Ciechanowicz

Dobry wieczór,
przed rozpoczęciem tego maila sprawdziłem ile mam numerów ZE, mój pierwszy numer to 12/2022 – rocznikowo więc to już 4 lata! Zastanawiając się nad Pana prośbą o osobistą wypowiedź ws. tematyki artykułów ZE i określenia profilu czasopisma, pozwolę sobie na pewne podsumowanie z pozycji inż. elektronika z wykształcenia (i na tyle, na ile pozwala czas – to nadal hobbysty, bo „pln” niestety mam z pracy w Korporacji):

- szereg artykułów związanych z tematyką precyzyjnych pomiarów U, przetworników ADC, wzorców Uref trafił dla mnie w punkt, szczególnie, że kilka miesięcy przed serią w ZE samodzielnie amatorsko zgłębiałem zagadnienie (i to zazwyczaj na forach anglojęzycznych),
- grupa opracowań związanych z wyjaśnieniem, czym jest, a czym nie jest prąd, energia.. i odważne zagłębianie się w coraz trudniejsze modele elektroniki – słowem cykl Fundamenty Elektroniki i „Cztery piętra elektroniki...”,
- seria artykułów o podstawowych multimetrach, od ich opisu, porównać aż do niestandardowych/nietrywialnych pomiarów piko, Giga...

Wymieniłem tylko 3 punkty, ale to dla mnie podium najważniejszych cykli.

Prawie wszystkie tematy w kolejnych numerach ZE były dla mnie interesujące, chociaż trochę to niezręczne napisać, prawdziwie inspirujące (czasem odkrywcz) były Pana Artykuły. Między wierszami pojawia się cień, a więc uściślam, co konkretnie mnie interesowało w mniejszym stopniu: (...) Teraz przejdę do właściwej odpowiedzi na Pana pytanie/prośbę:

1. „Czy materiały powinny dotyczyć tematów trudniejszych, czy też łatwiejszych, podstawowych?” – powinna być przewaga tematyki średnio trudnej i zaawansowanej, jednak czasami prosty pomysł/układ/temat może być ożywczy;

2. „Czy większością powinny być artykuły edukacyjne, czy projekty? Jakież?” – układ mieszany (i artykuły edukacyjne, i konkretne projekty układowe), jaki dotąd w ZE jest stosowany jest ciekawy... obawiam się, że skupienie się na jednym filarze może spowodować pewien odpływ Czytelników;

Na pytanie „Jakie” – oto moje propozycje trochę spontaniczne na przyszłość:

- kontynuacja Pana Artykułów o lampach, sporo czytających ma (jak podejrzewam) w tej dziedzinie spore braki, osobiście jak skończę moduł referencji LTZ1000 i oddam do opomiarowania do p. Bartłomieja Radzika (też tutaj podziękowania), to z pokorą podejść do mojego pierwszego układu lampowego,

- zastosowanie praktyczne oscylatora kwarcowego (OSC5A2B02 10 MHz) dostępnego na chińskich aukcjach lub ebay za ok 5\$ – np. realizacja domowego autonomicznego zegara o precyzji ~1 sek/rok,

- układ kalibracji oscylatora kwarcowego (OSC5A2B02 10MHz) do sygnału 1 pps modułu GPS (np. NEO-6 M).

I na koniec propozycja odświeżenia/powrócenia do cennego i przydatnego układu, o którym przypominała mi „proza życia” (uszkodzenie regulatora obrotów w całkiem sprawnej mechanicznie szlifierce kątowej):

- zapomniany układ regulatora obrotów na U2008B (...) Wszystkie elementy są na chińskich portalach, kupiłem i zastosowałem BTA41 za 1,5 pln/szt (działa pod obciążeniem!).

Mam nadzieję, że moje uwagi i propozycje będą chociaż w niewielkiej części przydatne.

Pozdrawiam serdecznie
Wojciech G.

Pozdrawiam z Nowym Rokiem.

Zgodnie z sugestią na temat nowych artykułów proponuję temat bardzo ważny w elektronice. Sprawdzenie elementów elektronicznych – jak to jest, że badanie miernikiem pokazuje, że dioda jest sprawna, a układ zasilacza działa dopiero po jej wymianie? Czary? Nie. Temat przerabiany przez wszystkich zajmujących się elektroniką. To samo dotyczy transoptorów, wzmac-

niaczy, tranzystorów IGBT itd. (Są jakieś ich testery?)

Może warto też wrócić do tematu najpopularniejszych zasilaczy na układach UC28, 38 i ich usterek.

Może warto wrócić do podstaw – inżynierii wstecznej. Temat zaciekał pewnie wielu czytelników. Jest też temat wszechobecny wokół nas – elektronika samochodowa. Testery, przepustnice, regulatory itp.

hewen2

Witam serdecznie,
krótko i na temat: projekt regulowany zasilacz AC DC 30–300 V na bazie autotransformatora do badania i naprawy instalacji solarnych, wiatrowych. Pozdrawiam

Mocart

Szanowny Panie Piotrze,
z zainteresowaniem gromadzę Pana artykuły i od stycznia 2026 czytam i mam zamiar co nieco zmagistrować. Jest Pan wspaniałym nauczycielem, ja zresztą uczę w szkole, gdzie mogę Szanownego Pana Piotra wykorzystać, a ściślej czasopismo. Zapytał Pan, co dla mnie jest interesujące w elektronice, czym chciałbym się zająć?

Panie Piotrze pamiętam wzmacniacze, modulację amplitudową, zasilacze z diodą Zenera, ale cieszę się z każdego tematu, który Pan przedstawia, bo jest ze zrozumieniem.

Życzę Panu dużego grona patronów i miłośników elektroniki pasjonatów, a przede wszystkim zdrowia i jeszcze raz zdrowia.

Z wyrazami szacunku
Jurek Rychlik

Dzień dobry,
wszystkiego najlepszego w nowym roku Panie Piotrze dla Pana i Rodziny. Zdrowia, pogody ducha radości, siły do prowadzenia czasopisma, pomysłów i wszystkiego co najlepsze w roku 2026.

Bardzo dziękuję, za Pana czasopismo. Jest naprawdę świetne, wszystkie artykuły są bardzo ciekawe, choć nie zawsze zrozumiałe dla hobbysty. Moje życie potoczyło się inaczej i zamiast dobrze zapowiadającego się elektronika stałem się informatykiem. Nadal gdzieś w głębi mam mały warsztat i coś sobie tam dłubię. Dzięki Panu i ZE wracam do korzeni, choć 50 na karku, to tylko dla domu i znajomych, ale pobudził Pan ducha elektronika :) DZIĘKUJĘ! Moja propozycja do ZE to:

- jeden, dwa proste artykuły, jak o zasilaczu warsztatowym, który sobie buduję. Coś prostego jakieś migające LED-y, pułapki z fotodiodami, zegarek, termometr (ale nie taki, co programuje się ATMEGE), proste radio, coś takiego co można zmontować w domu i będzie cieszyć oko w domu czy garażu :),

- Jakiś prosty generator przebiegów (z możliwością zmiany sygnału, prostokątny i inne) przeznaczony do hobbystycznego warsztatu,

– jakiś tester/miernik LC. Wiem, że można kupić, ale taki, który samemu można byłoby zrobić z dostępnych podzespołów – zawsze to lepsze, niż kupowanie gotowych,

– może coś o cyfrowce i układach CD4011, 4013, 4024, 4030 i inne z tej serii. Jakies proste układy, opisać to (wiem, że to poszło do lamusa, ale jest warte uwagi),

– mały warsztat (co warto kupić – urządzenia hobbyistyczne, nie tylko miernictwo, ale też narzędzia, uchwyt pomagające w pracy),

– może coś o SMD, bo ja jestem wychowany na THT.

Proszę też przekazać życzenia dla innych osób piszących w Pana czasopiśmie, naprawdę też robią robotę. Bardzo podobał mi się artykuł „Zapisywanie w pamięci”, Telefony GSM. To dwa, ale tak naprawdę, bardzo czekam na kolejne numery i czytam wszystko od deski do deski :) Jeszcze raz wszystkiego najlepszego dla Pana i innych pisarzy. Dziękuję, że chcecie dzielić się wiedzą w taki sposób super i robicie to naprawdę super.

Pozdrawiam
Piotr Redel

Dzień dobry,

mnie osobiście brakuje działu „Nowe podzespoły”. Mi niartykuły o nowościach albo po prostu ciekawych elementach wartych uwagi, byłyby super. Przy okazji można by tam dorzucać linki partnerskie do sklepów, więc gazeta też miałaby z tego jakiś dodatkowy zarobek.

Co do artykułów, projektów to moim zdaniem mikrokontrolery, DIY audio i druk 3D jako tematy „ever-green”. Fajnie też, gdyby nie wszystko było cały czas na ultrapodstawowym poziomie: krótkie, łagodne wprowadzenie, a potem stopniowo „level up”. Dla zainteresowanych można podlinkować książki wprowadzające, rozszerzające temat. Jeśli będzie wyraźne info, że to link partnerski, to nikt z tym problemu mieć nie będzie. Artykuły czy projekty? 50/50. A dział z podstawami elektroniki oczywiście jak najbardziej ma sens — szczególnie jako zachęta dla początkujących. Udanego 2026.

Pozdrawiam
Artur

Dzień dobry,

(...) Dla mnie obecny podział pomiędzy edukacją a projektami jest OK. Bardzo dobry jest cykl dotyczący mikroprocesorów, czy to ośla łączka, czy wspólnie projektujemy. Wartościowe są też artykuły dotyczące zakupów różnego rodzaju sprzętu. Fajnie, że pojawił się KiCAD!

Czego mi osobiście brakuje to cykli NieGra i Policz w formie w jakiej były w EdW, czyli bardziej rozbudowane i omawiające więcej szczegółów. Mnie najbardziej interesowałoby następujące tematy edukacyjne:

1. Dalsze prowadzenie radiowej oślej łączki (to co było do tej pory jest super!).

2. Dokończenie cyklu o przetwornicach, który był w EdW, brakuje tam opisu projektowania cewek do przetwornic oraz może jak się zabrać do zrobienia własnej przetwornicy.

3. Może coś o napędach elektrycznych (sterowanie PWM silników prądu stałego oraz może sterowanie wektorowe silników trójfazowych klatkowych albo z magnesami trwałymi).

4. Elektronika analogowa oparta na wzmacniaczach operacyjnych, np. mamy coś do zmierzenia i jak zrobić układ, który wzmacni sygnał na potrzeby późniejszej obróbki w przetworniku ADC i mikrokontrolerze.

5. Cykl o FPGA, podobny do tego, co jest teraz jako mikroprocesorowa ośla łączka.

Z projektów to może bym chciał zobaczyć:

1. Sterowanie różnymi rzeczami poprzez stronę www.

2. Inteligentny sterownik ciepłej wody użytkowej.

3. Może jakiś UPS oparty na gotowych modułach prostownika i przetwornicy do zasilania silnika 230 V AC.

4. Może jakiś inteligentny bezpiecznik w obwodach AC, gdzie nastawiamy wartość prądu i on w razie przeciążenia dostosowuje wartość napięcia (o ile w ogóle da się to sensownie zrobić).

5. Strażnik energii – nastawiamy ile energii maksymalnie ma być wykorzystane przez dane urządzenie i po jej zużyciu odłączamy je od sieci (np. na bazie jakiegoś gotowego licznika energii i sterownika mikroprocesorowego z interfejsem przez www).

6. Może jakiś napęd DC, np. jakiegoś wózka do przewożenia rzeczy (np. ktoś wozi sobie drewno do kotłowni z miejsca gdzie je składowuje). Może da się do tego wykonać jakieś gotowe moduły i silniki z hulajnogi elektrycznej. Tu oczywiście część elektroniczna, bo mechaniczna to już zupełnie inna bajka :) ale ciekawe mogłyby być rozważania dotyczące założeń: doboru mocy silnika, pojemności baterii, rozwijanych prędkości, hamowania itp. Mam nadzieję, że to, co napisałem pomoże Panu.

Pozdrawiam serdecznie
Maciej Zieliński

Szanowny Panie Piotrze,
odpowiadając na Pana pytanie o przyszłość ZE chciałbym zasugerować (w kolejności moich preferencji):

Artykuły edukacyjne jako przeważające. Sugeruję nie stronić od wzorów i przykładów obliczeń (sugeruję wykorzystanie do obliczeń Excela lub kodu w Pythonie). Bardzo wysoko oceniam artykuły z serii „Radiowej oślej łączki”.

Kursy. Są już drukowane bardzo dobre kursy C i KiCAD. Sugeruję w kolejce ustawić: LTSpice i następny (Mikro) Python na bazie płytki Raspberry Pi Pico.

Projekty – moja sugestia: zawsze chciałem zbudować (dla własnej satysfakcji) robota balansującego. Jest to połączenie fizyki, elektroniki, trochę mechaniki i programów. Wszystko w jednym. Wszystko to, co mnie interesuje.

Drobna uwaga: projekt budowy robota balansującego można by potraktować jako serię edukacyjną (np. seria „Wspólnie projektujemy”) z wykorzystaniem np. Raspberry PI i Pythona.

Szanowny Panie Piotrze, chyba moje sugestie niewiele wniosły, gdyż mam wrażenie, że ZE rozwija się właśnie w tym kierunku. Oczywiście chcę podkreślić, że moje sugestie są zdecydowanie subiektywne.

Pozdrawiam i życzę sukcesu w rozwoju ZE.

Kazimierz Socha

Wszystkiego Dobrego w Nowym Roku!

(...) Mnie osobiście interesują artykuły oraz filmy opisujące urządzenia przydatne w warsztacie elektronika. Dzięki pana artykułom kupiłem takie sprzęty jak ZOYI ZT-703 S, ZOYI ZT-DQ02, AN870. Jestem w 100% zadowolony. Jeśli chodzi o poziom, to nadal podstawowy lecz chętnie zagłębiam się w tematach trudniejszych.

Pozdrawiam

Piotr Gąsior

Szanowny Panie Redaktorze,

(...) od razu odpowiem na Pana pytanie. Odpowiada mi obecna formuła Pana czasopisma, ale rozumiem, że konieczne są zmiany. Coś muszę wybrać, a wybór jest trudny. Dla mnie najciekawsze są projekty, myślę że takie o średnim stopniu zaawansowania. Na drugim miejscu postawiłbym na artykuły edukacyjne o podobnym stopniu zaawansowania. Byłoby dobrze gdyby do artykułów edukacyjnych można zaliczyć również te zawierające opisy i recenzje różnego sprzętu, modułów czy podzespołów.

W EdW, które Pan prowadził, sporo miejsca zajmowały projekty czytelników. Były to projekty mniej lub bardziej zaawansowane, bardziej lub mniej pomysłowe. Można było na ich podstawie przyjrzeć się odmiennym sposobom podejścia do projektowania i wykonywania urządzeń przez różnych autorów. Co ważne, opublikowanie takiego projektu było równoznaczne z jego fachową weryfikacją. Stąd nie pojawiały się w tym czasopiśmie opisy układów błędnych, bezsensownych czy w ogóle „od czapy”. Takie bowiem kwiatki można przecież teraz znaleźć na różnych stronach internetowych. Jak Pan kiedyś zauważył, coraz mniej osób zajmuje się takim właśnie, od A do Z wykonywaniem swoich projektów. Ja właśnie do takich niedobitków należę, dlatego jeżeli ten temat przepadnie, będzie mi tego brakowało.

Przed laty zdecydował Pan o umieszczeniu mojego projektu termometru w nakrętce, zatytułowanego „Zielony Termometr” na okładce EdW. Bez względu na to, jaki był tego powód, czułem się doceniony i bardzo dumny z tego powodu, za co przy okazji jeszcze raz dziękuję.

Pozdrawiam

Krzysztof Markowski

Dzień dobry,

odpowiadając na ankietę (...) spisałem kilka punktów:

Zasilacze: Wiadomo, że nie będziemy dublować „Korada” na stole, ale czasem dostępne są transformatory z odzysku, albo potrzebne jest źródło bez szerokich regulacji, ale o dużym natężeniu. Bardzo chętnie widziałbym kontynuację serii np. z cyfrową regulacją napięcia, mocniejszymi stabilizatorami (mam nawet kilka w obudowach TO-3), porównanie ze stabilizatorem na elementach dyskretnych, pomiary, chłodzenie.

Interfejsy pomiędzy światem cyfrowym a analogowym. Kiedy rozbieramy jakieś urządzenie – od ciśnomiernika przez wagę – często znajdują się tam układy na OPAMP-ach, które zamieniają sygnał z czujników na użyteczny dla ADC. W Internecie, jeśli wpiszę np. przedwzmacniacz z automatyczną regulacją wzmocnienia, najczęściej natrafiamy na skomplikowane układy audio, a często potrzebne jest prostsze rozwiązanie. Bardzo ciekawy jest cykl o mierniku częstotliwości i obwodach wejściowych. Jeśli chodzi o wyjście, to integracja µcu z układami wykonawczymi też jest istotnym zagadnieniem.

Jakieś analizy protokołów komunikacyjnych. I²C/RS232/USB są często omawiane i raczej łatwo natrafić na materiały, ale inne mniej, samo podejście do analizy nawet czegoś starszego jest ciekawe, np. starego dysku, jak na tym kanale: <https://www.youtube.com/watch?v=SwEi7dK3rIA>.

Przedstawienie sprawdzonych układów, które są częstymi rozwiązaniami prostych problemów. Bardzo ciekawie omawia to np. DiodeGoneWild: https://www.youtube.com/watch?v=8JeSQ_8Ly5U.

Kurs projektowania PCB jest ok, jeśli będzie poruszał zagadnienia projektowania. Sam korzystam z LibrePCB (dość młody projekt, ale intensywnie rozwijany <https://librepcb.org/>) (...)

Przemysław

Dzień dobry,

wszystkie Pana artykuły i filmy są bardzo ciekawe i za nie wielkie dzięki. Tematy, które mnie najbardziej ciekawią to omówienia działania układów elektronicznych i sprawy związane z techniką audio oraz radiotechniką, w tym radiotelefony CB. Dziękuję bardzo za Pana dotychczasową pracę i z ciekawością czekam na więcej. Wszystkiego najlepszego w nowym roku!!!

Janusz Danielczuk

Dzień dobry,

wszystkiego Najlepszego w Nowym Roku, dziękuję za dotychczasowe artykuły i filmy, które bardzo cenię i oczekuję z niecierpliwością. Odpowiadając na Pańską prośbę o propozycję artykułów, poruszanych tematów

chciałbym wyrazić swoje zdanie. Zacznę od tego, że mam już prawie 60 lat i jestem elektronicznym laikiem. Na Pana filmy natrafiłem przypadkiem, gdy szukałem artykułów o elektryczności, gdyż zawsze miałem braki wiedzy w tej dziedzinie. Jestem majsterkowiczem z konieczności, dzisiejsi fachowcy mnie do tego zmuszają i po prostu chciałem zrozumieć prąd, choćby w podstawowym zakresie, żeby mnie nie zabiło podczas wymiany żarówki.

Po kilku Pana filmach, sięgnąłem po artykuły ZE i zafascynowałem się światem elektroniki i zjawisk fizycznych z tym związanych i trzymam mnie to do dziś. Oto co interesowało mnie najbardziej:

Wciąż podstawy z szerszym podejściem jak dotychczas, z tłem historycznym, matematyką, fizyką, Einsteinem, Frankensteinem, itd. – genialne wytłumaczenie. Na pewno elektronika praktyczna – jak coś działa i dlaczego. Elektronika stosowana w samochodzie, choćby w zakresie podstawowym – tu wspomnę o cyklu o akumulatorach czy telefonii. Osobiście najbardziej zainteresowany byłbym też sprzętem audio, głównie techniką analogową – gramofon, magnetofon, stare i wciąż świetne sprzęty w porównaniu z nowoczesnymi absurdalnie drogimi urządzeniami o parametrach dla nietoperzy chyba...

Sam dużo słucham płyt winylowych i CD i daleko mi do szaleństwa audiofilów, ale rozróżniam dobrze nagrane nośniki i wciąż eksperymentuję z ustawieniami wkładki gramofonowej. Odnośnie do artykułów o programowaniu, to wydawało mi się, że dam radę, ale są dla mnie za trudne (...) szkoda, bo to też dziedzina, która mnie interesuje. Może kiedyś wrócę jeszcze do nich, nie poddam się łatwo.

Jeszcze raz dziękuję za Pański wkład w moją edukację, pewnie już elektronikiem nie zostanę ale zgłębianie wiedzy przynosi mi satysfakcję.

Z uszanowaniem
Krzysztof Chwiralski

Witam w Nowym 2026 roku!

Zdrowia (...) Jestem starym czytelnikiem EdW, a teraz, również ZE. Zawsze fascynował mnie cykl o przetwornicach. Mam za sobą parę konstrukcji przetwornic dobrze działających. Jednak brakuje mi wiedzy, jak zaprojektować transformator! Czy to nie mogłoby być tematem? Pana wykłady poruszały różne aspekty, ale na temat projektowania nie było prawie nic. Czy nie myślał Pan aby zebrać i wydać swoje wykłady w formie jednolitej? Byłoby oczekiwane przez hobbystów.

Pozdrawiam

Bogusław Kuleba

Panie Piotrze,

(...) Przesyłam moją opinię na temat treści ZE oraz tego, jak chciałbym widzieć to czasopismo.

Podoba mi się styl, w którym zagadnienia na pozór proste i podstawowe są przez Pana rozwijane na tyle

daleko, że również osoby zaawansowane znajdują dla siebie coś nowego.

Nie widzę uzasadnienia publikacji artykułów, które po raz kolejny omawiają projekty lub zagadnienia łatwo dostępne w sieci albo opisane już wcześniej w dawnych numerach EdW. Stereotypowym przykładem niech będzie tutaj „zegarek na Arduino”. To właśnie spowodowało, że dawno temu przestałem czytać EdW. Elektronika Praktyczna, którą również czytałem przez kilka lat, przestała publikować autorskie artykuły i zaczęła przedrukowywać zagraniczne projekty. Oby ZE nigdy nie poszło w tym kierunku.

Bardzo podoba mi się idea cyklu artykułów opisujących projekt małego zasilacza liniowego. Projekt jest rozwijany krok po kroku, wraz z opisem zasady działania, ograniczeń oraz analizą rozwiązań problemów. Daje to przestrzeń na własne przemyślenia i modyfikacje, zamiast gotowego projektu „do polutowania”. To jest w punkt – więcej takich projektów.

Najbardziej lubię artykuły, w których bierze Pan pod lupę sprzęt elektroniczny dostępny na rynku (również chińskim) i sprawdza jego rzeczywiste parametry. Nie chodzi mi tutaj o zagadnienie „co kupić”, lecz raczej „jak mierzyć”. Tego rodzaju praktycznych i konkretnych opisów poprawnego pomiaru oraz interpretacji wyników bardzo brakuje w literaturze albo są one przedstawiane w sposób nadmiernie zawiły.

Zapowiedź Radiowej Oślej Łączki była powodem mojej decyzji o dołączeniu do Patronite. Wychowałem się na Pana artykułach w EdW i uważam, że tylko Pan potrafi przystępnie wyjaśniać tak trudne zagadnienia. Proszę pisać jak najwięcej o takich tematach.

Dostrzegam dysproporcję w ilości miejsca poświęcanego starym i trudno dostępnym podzespołom (np. lampom) w porównaniu do nowoczesnych układów, które można obecnie bez problemu kupić. Dostępnych jest wiele ciekawych „kostek” lub modułów zawierających kilka funkcjonalności, które inspirować i upraszczają projekty. Jednostronnicowa rubryka stała z przeglądem kilku takich układów lub aplikacji (niekoniecznie nowości) byłaby bardzo inspirująca i – moim zdaniem – chętnie czytana. W czasopiśmie Elektronik funkcjonuje przegląd nowości, w którym czasem można znaleźć ciekawe inspiracje.

Pozdrawiam

Artur Maciąg

Dobry wieczór,

(...) Jestem pod wrażeniem artykułu o manufakturze LED-ów. Tylko osoba młoda duchem może coś takiego napisać, przenosząc czytelnika do czasów szalonych eksperymentów w domowym laboratorium. Zastanawiam się, czy nie można by pozyskać węgla krzemu z gotowego elementu elektronicznego. Diody Schottky'ego SiC w TME kosztują kilka złotych,

a u Chińczyków pewnie taniej. Tylko czy taki materiał będzie świecił? A może wystarczyłoby wyciąć okienko w obudowie diody lub tranzystora? (...)

Jeżeli chodzi o czasopismo, to z równą przyjemnością czytam artykuły edukacyjne, jak i projekty. W przypadku tych pierwszych cenię uporządkowanie materiału ze źródeł, które zwykle są rozproszone.

Cieszyłbym się z kontynuacji cyklu poświęconego lampom elektronowym i to nie tylko w kontekście wzmacniaczy audio, ale też układów logicznych i urządzeń krótkofalarskich z epoki. Nie mam pojęcia ilu czytelników jest zainteresowanych taką tematyką, ale spodziewam się, że będzie to mniejszość.

Przydałyby się też artykuły poświęcone zastosowaniu matematyki w elektronice. Można by zacząć np. od impedancji i liczb zespolonych. Wiem, że nie spodoba się to czytelnikom mianującym się „praktykami”. Podobnie jest zresztą w chemii...

Pozdrawiam

Zygmunt Flisak

Dzień dobry,

niedawno trafiłem na Pana czasopismo i przepałem. Mocno wciągnął mnie temat elektroniki też z tego względu że jestem technikiem mechatroniki. Ale nie pracuję w zawodzie. Moje pytanie brzmi: czy słyszał Pan o książce *Practical Electronics for Inventors*? Jeśli tak, to czy warta jest uwagi? Aktualnie szukam źródła, do którego mogę się odnieść szukając odpowiedzi na wiele pytań.

Pozdrawiam

Piotr

Sensownych książek o elektronice jest dużo, najpopularniejsza jest „Sztuka Elektroniki” (Horowitz, Hill), ale ta też jest warta uwagi. Jeden z Autorów jest dobrze znany (S. Monk). Zła wiadomość jest taka, że elektroniki nie da się nauczyć z książek – trzeba praktykować. Książki owszem, ale bez praktyki niewiele z tego wyjdzie. Na mojej stronie jest Kopalnia skarbów z mnóstwem pełnych artykułów. Polecam: https://piotr-gorecki.pl/n05_kopalnia-skarbow/

Witam serdecznie panie Piotrze,

jeszcze raz dziękuję za pomoc i informację na temat powerbanku do YT-82490. Ostatecznie wybór padł na Powerbank Anker Ultra-Fast (A1695H11) 25000 mAh 165 W (...) Z lutownicą działa super. (...) Dla majsterkowicza rewelacja. No i skoro tak fajnie się zaczęło to wymyśliłem sobie, że kupię ładowarkę o odpowiednich parametrach, aby można było korzystać również nie tylko z powerbanku, przynajmniej do czasu zakupu JBC. I pojawiła się zagwózdka (zapewne z braku wiedzy): po podłączeniu lutownicy do wyjścia 100 W PD nawet się nie wybudziła, a przy podłączeniu do wyjścia 30 W PD pracuje i owszem, ale już nagrzewa się powoli, ok. 40 s (...) [nie tak] jak przy pracy z powerbankiem. (...) Dla-

czego? Chciałbym zrozumieć, gdzie tak naprawdę jest pies pogrzebany. Oprócz dołączonego kabla usb, prób dokonywałem z kablami 100 W i 240 W i problem ten sam. Źródła internetowe różne powody podają (...)

Jak wspominałem wcześniej, chciałbym lepiej zrozumieć i zdobyć wiedzę na przyszłość w temacie tych PD, QC i PPS, bo sama wiedza energetyczna i elektrotechniczna to już za mało na dzisiejsze technologie, zwłaszcza dla 60-latka, he, he. Jeśli znajdzie Pan chwilę czasu by mi to pokrótce wyjaśnić, to bardzo proszę, ale to nie palący problem.

Z poważaniem

Jarek

Planuję film, kupiłem „gadżety”, artykuł po części jest już gotowy, tylko doba u mnie ma 24 godziny...

Dzień dobry,

ostatnio, z racji planów budowy domu, zgłębiłem kwestię inteligentnego domu. Trafiłem na Pana świetne serie artykułów z tym związane – seria o systemie podlewania ogródka i ta o doborze odpowiedniej komunikacji wewnątrz domu (RS-485), architekturze połączeń, redundancji itd. Ostatni artykuł jaki znalazłem był w numerze EdW 03/2022. Czy z racji, że to był ostatni Pana artykuł w EdW, serie te zostały bezpowrotnie zakończone? Czy są plany kontynuacji tych (dla mnie bardzo interesujących) serii?

Pozdrawiam serdecznie

Piotr

Plany są, ja mam w domku na wsi „poligon doświadczalny”, tylko podstawowym problemem jest brak czasu – wygrywają inne tematy, atrakcyjniejsze dla szerszego grona Czytelników. Próbowałem pozyskać do współpracy osoby, które się tym zajmują lub chciałyby się zająć pod moim kierunkiem, ale albo też mają za mało czasu, albo oczekują wynagrodzenia, które absolutnie jest poza zasięgiem czasopisma ZE.

Czy mógłby Pan podpowiedzieć, jak podnieść napięcie ze źródła, które daje około 130 V, 50 Hz do zbliżonego do 230 V? Próbowałem już autotransformatora 230/110 V – niestety po podłączeniu do strony 110 V bardzo się grzeje i napięcie po stronie 230 V nie przekracza 160 V. Próbowałem również transformatora step-down 230-110 V podłączanego odwrotnie – spalił się.

Czy jest może jakiś niedrogi a skuteczny sposób? Chciałbym tym obwodem zasilić filtr akwariowy około 5 W. Czy wchodzi w grę tylko odpowiedni transformator step-up?

Pozdrawiam

Daniel

Jestem Pana subskrybentem na yt.

Odpisałem, że jeśli te 130 V, 50 Hz to przebieg podobny do sinusoidalnego, to powinien wystarczyć autotransformator. Tym bardziej przy obciążeniu 5 W.

Dzień dobry,

Panie Piotrze, przede wszystkim chciałbym Panu podziękować za bezceremonialne, przystępne propagowanie wiedzy, które wykonuje Pan z taką lekkością, w tak wspaniały sposób, że brak mi słów uznania.

Przyznam szczerze, że oglądając Pańskie filmy, niejednokrotnie łapałem się na myśli: „Ech, co za szkoda, że nie miałem okazji w szkołach uczyć się elektroniki pod okiem takiego pasjonata!“. Pewnie, zupełnie szczerze, byłbym elektronikiem (mam wykształcenie elektrotechniczne, więc niby blisko ale jednak daleko).

Inna sprawa, że mój 15 letni syn, z Pana programów nie tyle wyciąga naukę, ile znajduje w nich ciekawość, by zgłębiać zagadnienia związane z elektrycznością. To jest – literalnie – bezcenne. Największy prezent, jaki może otrzymać młody człowiek. Dziękuję!

Powyższe nie jest jednak powodem, dla którego postanowiłem do Pana napisać... [Kilka] miesięcy temu, jeden z pańskich filmów poruszył bardzo ciekawą – niebanalną – kwestię. W materiale „Harmonia i piękno elektroniki” poruszył Pan temat: „Czy prąd stały jest faktycznie stały?”.

Cóż, mogę odpowiedzieć, że tak. Zawsze jest stały i zawsze jest przemienny. W tym samym czasie. Kwestia perspektywy.

Gwoli wyjaśnienia: od jakiegoś czasu pracuję nad pięciowymiarową teorią fizyczną (w załączniku przesyłam draft głównego dokumentu, wraz z trzema dodatkowymi materiałami). Jeden z nich przedstawia równania Maxwella w 5D (generalnie – teoria rozszerza OTW o dodatkową oś geometrii czasu – w głównym pliku są założenia, w myśl których rozszerza, „elegantko” rozszerza obecną matematykę).

Co ciekawe, według matematyki, w tak rozszerzonej wersji: „DC czy AC?” przestaje być własnością samego pola. Staje się własnością RELACJI między polem a geometrią czasu obserwatora. Wniosek ciekawy, który ma kolosalne implikacje. Tak czy inaczej, sądzę, że to może Pana zainteresować.

Z wyrazami największego uznania i szacunku

Michał Marek

Zapoznałem się z materiałami z załączników, gdzie m.in. omówione są takie zagadnienia jak:

- I. Zasada nieoznaczoności Heisenberga,
- II. Maxwell Pole EM jako obiekt 5D,
- III. Maxwell + grawitacja w 5D,

IV. Równanie Schrödingera w wersji 5D.

Zacytuję fragment wstępu jednego z opracowań:

I. Fundament: Czas jako wymiar dynamiczny i zmienna geometryczna. Teoria 5D/ T_2 zakłada, że czas nie jest jedynie parametrem ewolucji układu, ale pełnoprawnym wymiarem geometrycznym, którego krzywizna jest sprzężona z energią próżni i polami materii. Zmienna geometria czasu (oraz dodatkowy parametr T_2) pozwalają opisać zjawiska takie jak skracanie efektywnych czasów procesów, anomalia tunelowania kwantowego czy pozorne efekty ujemnej energii bez łamania globalnej zasady zachowania energii.

II. Konstrukcja wymiaru piątego. Piąty wymiar rozumiany jest jako wymiar związany z geometrią czasu, a nie jako kolejny klasyczny wymiar przestrzenny. Odpowiada on lokalnym deformacjom osi czasowej i jest opisywany przez zmienne metryczne oraz parametry T_2 , które pojawiają się w rozszerzonej metryce 5D.

III. Tunelowanie kwantowe jako test geometrii czasowej. Tunelowanie kwantowe interpretowane jest w tym ujęciu nie jako magiczne „przejście przez barierę”, ale jako efekt przejścia cząstki przez obszar o zmodyfikowanej krzywiznie czasu, co skutecznie skraca długość ścieżki w czasoprzestrzeni. Zjawisko to prowadzi do skrócenia czasów tunelowania i redukcji wymaganej energii, bez naruszania unitarności teorii. (...)

Koncepcja jest bardzo interesująca, tylko ja nie jestem matematykiem i nie jestem w stanie zweryfikować, a zapewne też do końca zrozumieć, praktycznych implikacji wynikających z niełatwych wzorów.

W każdym razie jeżeli chodzi o zrozumienie elektroniki i o wykorzystywane modele, to właśnie kwestia prądu stałego okazuje się najtrudniejsza do wyjaśnienia i niezbyt dobrze radzą sobie z tym nawet teorie i koncepcje kwantowe.

Drugą, nadal niewyjaśnioną i tajemniczą kwestią jest zależność / niezależność pól elektrycznego i magnetycznego. W „przypadkach sinusoidalnie zmiennych” wydają się one symetryczne. Intrygująca jest koncepcja, że pole magnetyczne to w rzeczywistości pole elektryczne, tylko widziane z „relatywistycznego punktu widzenia”.

Teoria_5D_Działanie i Lagrangian

W bulk'u 5D przyjmujemy minimalny, ale fizycznie bogaty zestaw pól: (i) metrykę g_{AB} w 5D ($A, B = 0, \dots, 4$), (ii) pięciowymiarową stałą kosmologiczną Λ_5 , (iii) pole skalarne Φ z potencjałem $V(\Phi)$, (iv) pole cechowania A_A z tensorem pola $F_{AB} = \partial_A A_B - \partial_B A_A$. Stała $\kappa_5^2 = 8\pi G_5$ jest związana z pięciowymiarową stałą grawitacji.

$$S_{\text{bulk}} = \int d^5x \sqrt{-g_5} \mathcal{L}_{\text{bulk}},$$

$$\mathcal{L}_{\text{bulk}} = (1/2\kappa_5^2)(R_5 - 2\Lambda_5) - 1/2 \nabla_A \Phi \nabla^A \Phi - V(\Phi) - 1/4 F_{AB} F^{AB}.$$

Tutaj R_5 oznacza pięciowymiarowy skalar krzywizny, a $g_5 = \det(g_{AB})$ jest wyznacznikiem metryki w 5D. Pierwszy człon to pięciowymiarowy odpowiednik działania Einsteina–Hilberta ze stałą kosmologiczną Λ_5 . Drugi i trzeci człon opisują pole skalarne Φ z potencjałem $V(\Phi)$, natomiast ostatni człon jest standardowym działaniem pola cechowania w 5D.

Wariacja działania S_{bulk} względem metryki g_{AB} prowadzi do pięciowymiarowych równań Einsteina:

$$(1/\kappa_5^2)(G^A_{(5)} - \Lambda_5 g^A_{(5)}) = T^A_{(F)} + T^A_{(\Phi)},$$

$$T^A_{(\Phi)} = \nabla_A \Phi \nabla^A \Phi - 1/2 g^A_{(5)} (\nabla \Phi)^2 - g^A_{(5)} V(\Phi),$$

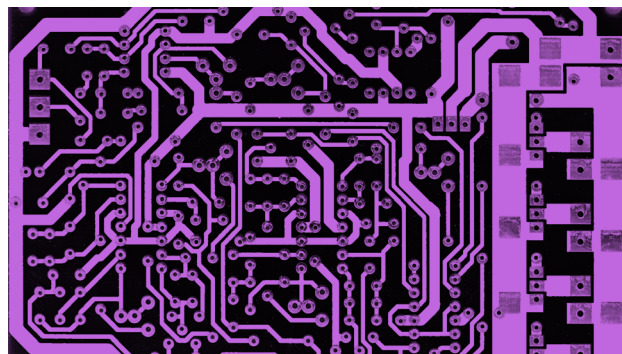
$$T^A_{(F)} = F^A_{(C)} F^B_{(D)} F^C_{(B)} - 1/4 g^A_{(5)} F_{(CD)} F^{(CD)}.$$

$$\nabla_A \nabla^A \Phi - dV/d\Phi = 0.$$

$$\nabla_A F^A_{(B)} = 0.$$

Łamigłówki elektroniczne

Luty 2026



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

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

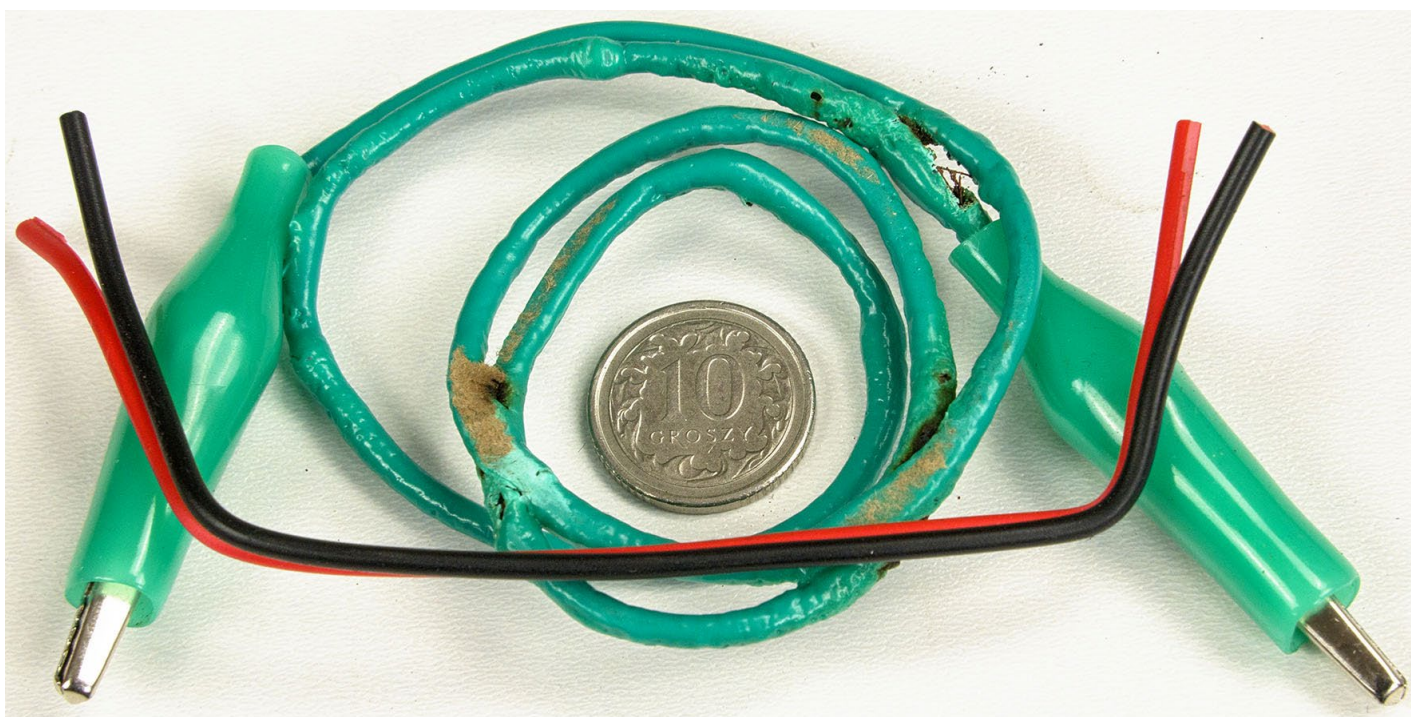
Policz 2602
Jak odpowiesz? 2602

Co to jest? 2602
Zagadka 2602

Policz 2602

Na **fotografii** widoczny jest zielony kabelek „usmażony” podczas przepływu prądu 5 A, co pokazane było w jednym z moich wcześniejszych filmów. Na fotografii widać też kawałek przewodu dwużyłowego, w którym żyły wyglądają na cieńsze. Są to żyły AWG 28 i ich dotyczy zadanie, które jest takie:

Policz, oszacuj lub znajdź informację, jaki ciągły prąd może płynąć przez taki przewód?

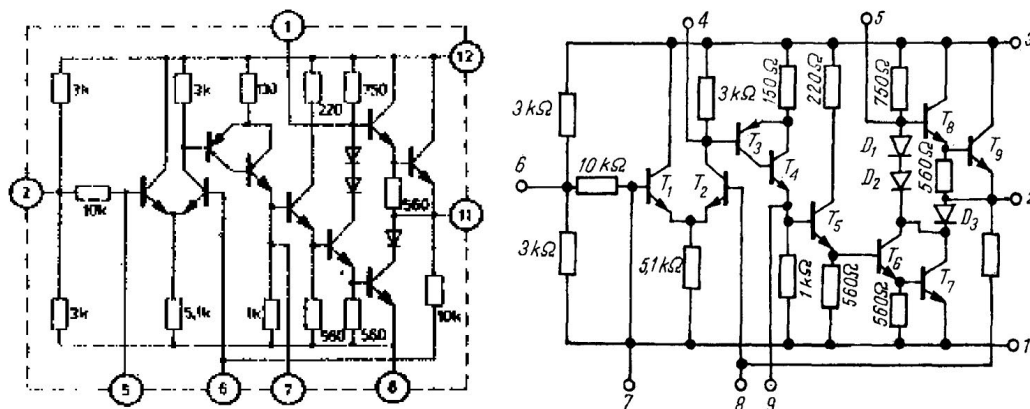


Jak odpowiesz? 2602

Niedawno otrzymałem następujące pytanie dotyczące dwóch wersji schematu pokazanego na **rysunku**. Dzień dobry, w numerze 2/2025 na str. 14, przedstawił Pan schemat układu UL1401...05 z zapytaniem – „Czy ten schemat jest prawidłowy?”.

W załączeniu przedstawiam dwa schematy UL14xx. Który jest prawidłowy: ten ze zworą pomiędzy diodami D2-D3 czy ten bez zwory? Z góry dziękuję za rozwianie moich wątpliwości. **Bogdan**

Uznałem, że jest to znakomite zadanie konkursowe: **Która z dwóch wersji schematu jest prawidłowa?**



Co to jest? 2602

Podstawowe pytanie jest łatwe:

Co to jest?

Bardzo interesujące są też pewne inne szczegóły, które można i warto przedstawić w rozwiązaniu tego zadania.



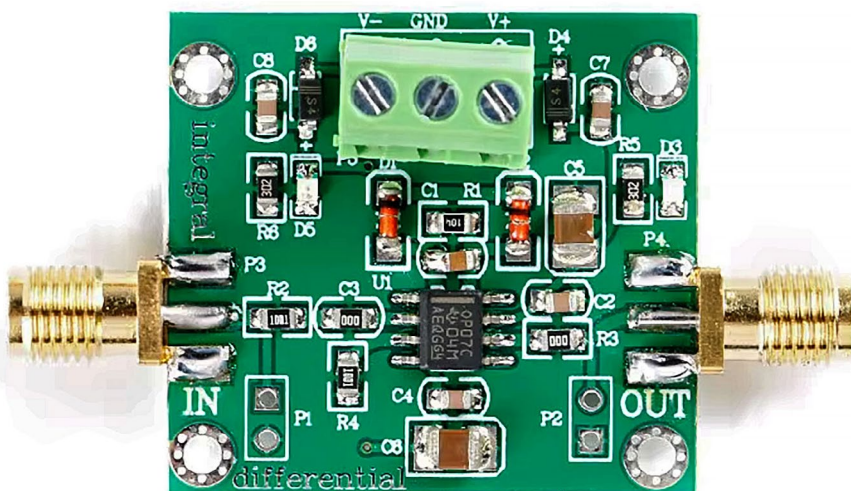
Zagadka 2602

Na **fotografii** pokazany jest pewien gotowy chiński moduł. Pierwsza część zagadki:

Do czego może służyć?

Drugie pytanie zagadki brzmi:

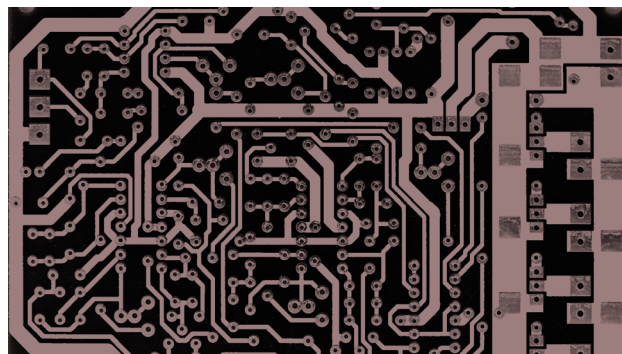
Czy w tym module dostrzegasz coś dziwnego?



Rozwiązanie konkursów można nadsyłać do końca lutego 2026 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl.

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

Rozwiązania Łamigłówek Grudzień 2025



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze 12/2025.

Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Masz pomysł? 2512

Rozwiązanie – Co to jest? 2512

Rozwiązanie – Jak to działa? 2512

Rozwiązanie – Zagadka 2512

Rozwiązanie – Masz pomysł? 2512

W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: W poprzednim numerze w tej rubryce było zadanie dotyczące woltomierzy, ich niedoskonałości i pomiaru napięć w obwodach o bardzo dużej rezystancji wewnętrznej. Teraz, w ramach nowego zadania, chcemy zastanowić się nad pomiarem prądu tak, żeby jak najmniej zaburzać sytuację w mierzonym obwodzie. Problem w tym, że spadek napięcia na wielu (mili)amperomierzach w cyfrowych multimetrach wynosi 200 miliwoltów, a nawet więcej. A my chcielibyśmy, żeby spadek napięcia na (mili)amperomierzu był wielokrotnie mniejszy. Chcemy możliwie prosto i tanio zrealizować „superamperomierz” o jak najmniejszej oporności wewnętrznej, który potrafiłby prawidłowo i dokładnie mierzyć napięcie w takich obwodach. Oto pytanie konkursowe: **Czy masz pomysł, jak zrealizować pomiar prądu przy jak najmniejszym spadku napięcia?**

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

Dzień dobry,

pomysł jest mało oryginalny i często stosowany przy pomiarach małych prądów: przetwornik prąd – napięcie na wzmacniaczu operacyjnym.

Pozdrawiam serdecznie
Paweł Pawłowicz

Dzień dobry, widzę kilka rozwiązań:

1. Bocznik + precyzyjny wzmacniacz operacyjny (LM358 się nie nadaje). To chyba najprecyzyjniejszy sposób pomiaru. Wzmacniacz pozwala używać małej

rezystancji bocznika, ale wszystko ma swoje granice. Sensowne max wzmocnienie 100 x, przy wyższym szumy mogą być problemem. Można skorzystać ze specjalizowanego układu np INA219, INA226.

2. Czujniki wykorzystujące efekt Halla, np. <https://www.tme.eu/pl/katalog/?queryPhrase=acs712>. Wada – „pływające” zero. Zaleta – izolacja galwaniczna.

3. Przekładnik – tylko do pomiarów AC:

a) transformator, wtórne (niskie napięcie) – pomiar, pierwotne (wysokie) – wyjście sygnału. Wada: wysoka indukcyjność włączona w obwód mierzony
b) Gotowy przekładnik, np. https://www.tme.eu/pl/katalog/przekladniki-pradowe_112516/?queryPhrase=przekladnik. Dla AC zwłaszcza dużych prądów, chyba nie ma lepszej metody.

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

(...) Rozwiązanie polega na zmierzeniu prądu bez wprowadzania dużego oporu w szereg, czyli stworzeniu pomiaru prądu o niskim spadku napięcia.

1. Pomiar prądu przez bardzo mały rezystor szeregowy i wzmacniacz operacyjny.

Zamiast używać standardowego rezystora w multimetrze (np. 0,1 Ω), można zastosować rezystor rzędu miliomów lub nawet setnych części oma. Napięcie na takim rezystorze będzie bardzo małe (np. 1 mA × 1 mΩ = 1 μV, 100 mA × 1 mΩ = 100 μV), więc wymaga wzmacniacza pomiarowego o bardzo wysokim wzmocnieniu, najlepiej przeznaczonego do takich celów.

Wzmacniacz różnicowy (pomiarowy) odczytuje spadek napięcia na rezystorze. Wzmocnienie $\times 100 \dots \times 1000$ pozwala na wygenerowanie sygnału mierzanego przy bardzo małym spadku napięcia na rezystorze.

Zalety: prosty, tani, wysoka dokładność przy małym spadku napięcia.

Wada: przy bardzo dużych prądach wymaga starannego doboru rezystora niskoomowego i wzmacniacza o niskim dryfcie temperaturowym.

Przykład: Rezystor 1 m Ω dla 1 A – spadek 1 mV. Wzmacniacz różnicowy o wzmocnieniu 100 – sygnał 100 mV, łatwy do pomiaru ADC.

2. Pomiar prądu „bezinwazyjny” (efekt Halla).

Czujniki Halla mierzą pole magnetyczne wytwarzane przez prąd przepływający przez przewód. Nie wprowadzają żadnego spadku napięcia w obwodzie, bo prąd nie przepływa przez żaden rezystor pomiarowy. Wzmacniacz Halla generuje napięcie proporcjonalne do prądu.

Wada: większy koszt, czasem gorsza dokładność przy bardzo małych prądach (< 1 mA), wymaga kalibracji i ma ograniczenie prądowe.

3. Pomiar prądu metodą „przewodnika bocznikowego” z kompensacją.

Metoda ta nazywa się „pomiar prądu metodą przewodnika bocznikowego”, ponieważ element włączony w badany obwód nie zachowuje się jak rezystor pomiarowy, lecz jak idealny przewodnik, a cała informacja o prądzie jest zdejmowana bocznym, aktywnie sterowanym torem. Pomiar nie polega na „spadku”, tylko na wymuszeniu. Przewodnik bocznikowy to zwykły kawałek miedzi rzędu $\mu\Omega$ –m Ω . Nie jest elementem pomiarowym, przenosi 100% prądu badanego.

Rezystor pomiarowy (uzwojenie kompensacyjne) nie jest włączony szeregowo, nie determinuje spadku napięcia w torze roboczym. Jego napięcie nie jest widziane przez obwód. Rezystor lub uzwojenie jest elementem wewnętrznym pętli kompensacyjnej, a nie elementem toru mocy.

Metoda przewodnika bocznikowego jest jedna; można ją zrealizować magnetycznie (Zero-Flux DC Current Transformer) – przewód przez rdzeń (zerując strumień) albo elektrycznie (zerując napięcie), ale w obu przypadkach mierzony jest prąd kompensacyjny, a nie spadek w torze roboczym.

Podsumowanie praktyczne – obok

Do prądów mniejszych niż kilkanaście amperów

w elektronice wygodny jest wariant elektryczny (WO, rezystor boczny). Do prądów większych, przemysłowych lub precyzyjnych wzorców stosuje się DCCT (wariant magnetyczny).

Zainteresowanym osobom w temacie pomiarów prądu polecam artykuły:

<https://www.analog.com/en/resources/analog-dialogue/raqs/raq-issue-133.html>

i dużo bardziej obszerny AN-105:

<https://www.analog.com/en/resources/app-notes/an-105fa.html>.

Tadeusz Suszał

(...) Pomiar małych prądów stałych rzędu mikro- do nanoamperów możemy wykonywać galwanometrami. Są to metody pośrednie z wykorzystaniem kompensatorów prądu i nadają się raczej do stosowania w laboratoriach niż warsztatach elektrycznych. Zainteresowanych teorią tych pomiarów odsyłam do książki „Pomiary elektryczne” – S. Lebson i J. Kaniewski – wyd. 1966.

Do praktycznego pomiaru małych prądów znalazłem na stronie firmy Chauvin Arnoux minicęgi pomiarowe serii „K”. Małe wymiary umożliwiają pomiary w małych przestrzeniach urządzeń. Sygnał wyjściowy jest proporcjonalny do zmierzonego prądu. Cęgi te pracują ze wszystkimi rodzajami mierzonych.

Poniżej w tabeli praktyczne parametry.

Andrzej Kubiak

Typ	Zakres	Napięcie	U/I	Pasma	Dokładność
K1	1mA do 4,5A DC	4,5 V DC	1mV/1mA	DC- 2 kHz	1%
K2	0,1 mA do 450 mA	4,5 V DC	10mV/1mA	DC- 1,5 kHz	1%

Kwestia: jak mierzyć prąd? okazuje się zaskakująco szeroka. Popularne multimetry przy pomiarze prądu wymagają spadku napięcia do 200 miliwoltów. Lepsze właściwości daje wykorzystanie zewnętrznego bocznika i czułego miliwoltomierza. Możliwości takie omawiam w tym numerze, w artykule: **Superwoltomierz i superamperomierz.** ▣

Wariant	Typowe wartości prądu	Uwagi
Magnetyczny (DCCT)	μ A - kilka kA	Precyzja metrologiczna, izolacja galwaniczna, tor bez spadku napięcia
Elektryczny (WO)	nA - kilka A	W torach niskoprądowych; ograniczony prąd wyjściowy wzmacniacza / MOSFET

Rozwiązanie – Co to jest? 2512

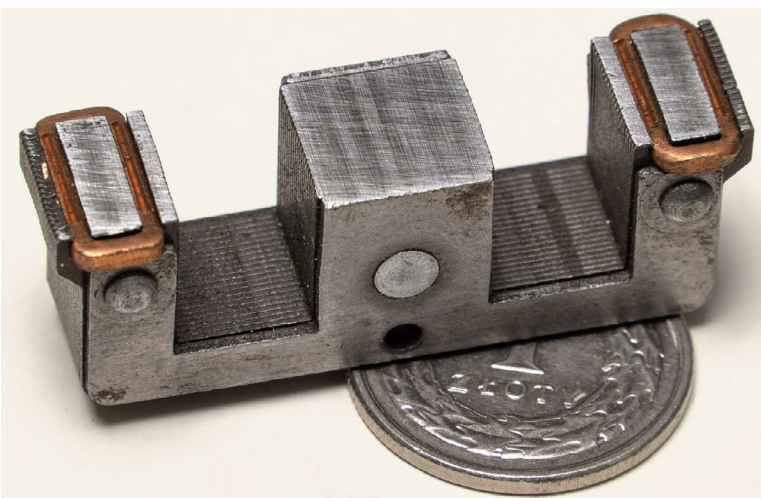
W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: **Fotografia** przedstawia specyficzny, charakterystyczny fragment większej całości. Zadanie konkursowe brzmi: **Co to jest?** Dodatkowo można też napisać, na czym polega specyfika jego działania.

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

Dzień dobry, moim zdaniem fotografia przedstawia fragment (1/2) rdzenia stycznika, który działa na prąd przemienny. Świadczy o tym dodatkowe zwarte zwoje, których zadaniem jest podtrzymanie strumienia magnetycznego w obwodzie rdzenia podczas przechodzenia prądu cewki przez 0 – tak, aby stycznik nie rozłączył się. Dodatkowe uzwojenie zapobiega również, z tego samego powodu, „buczeniu” stycznika.

Pozdrawiam
Adam Wąż

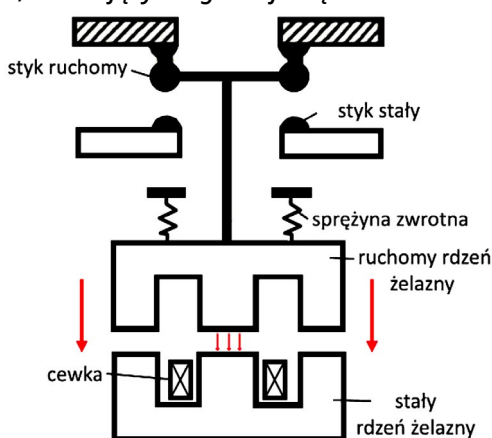
(...) To jest element stycznika AC, konkretnie ruchomy mostek stykowy z kotwicą elektromagnesu, realizujący podwójną przerwę stykową. Środkowy blok jest częścią kotwicy elektromagnesu, przenosi siłę z jarzma na mostek stykowy, często współpracuje ze sprężyną powrotną. W stycznikach mostek i kotwica są często jednym zespołem mechanicznym, dla zachowania osiowości i siły docisku. Kluczowe elementy: **cewka elektromagnetyczna**, tworzy siłę, która przyciąga kotwicę, **rdzeń magnetyczny** + kotwica (ruchomy rdzeń), prowadzą strumień magnetyczny, **mostek styków** ruchomych,



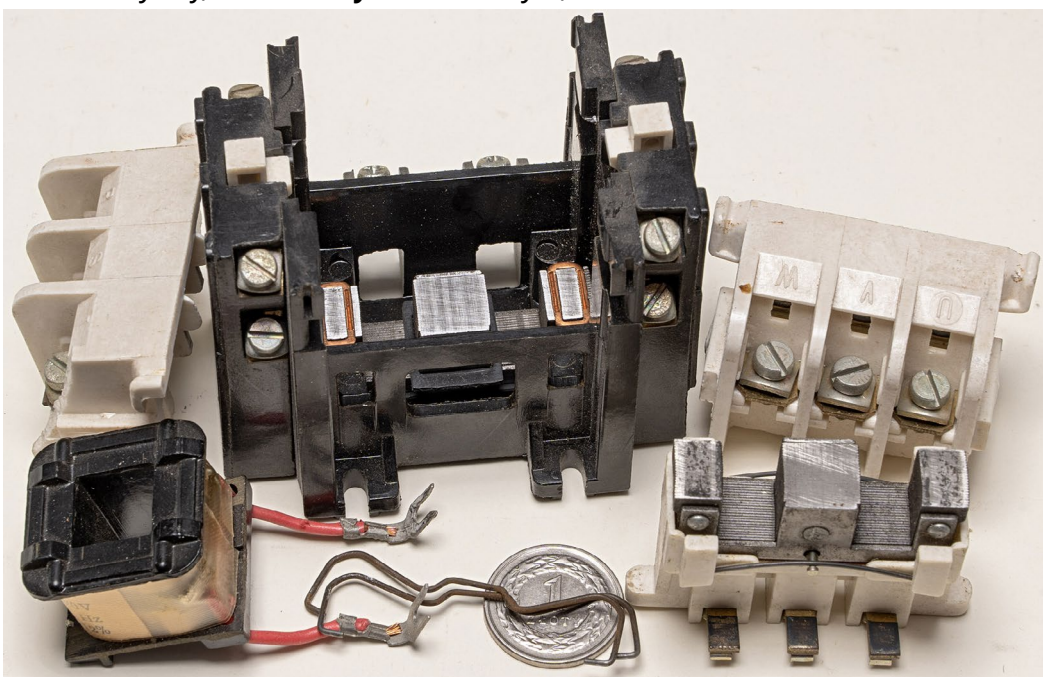
ruchoma część, która wykonuje skok i zamyka, otwiera styki, **sprężyna powrotna**, po odłączeniu cewki wraca do pozycji wyjściowej, **styki stałe**, zamocowane w obudowie; z nimi współpracują styki ruchome.

Po załączeniu: 1. Cewka jest zasilana. 2. Rdzeń magnetykuje się. 3. Kotwica zostaje przyciągnięta do rdzenia. 4. Mostek styków ruchomych przesuwa się i dociska styki główne do styków stałych. 5. Obwód prądowy zostaje zamknięty (lub otwarty, jeśli to konfiguracja NC).

Po odłączeniu napięcia: 1. Sprężyna wypycha kotwicę, 2. Styki się rozłączają. **Rysunek** przedstawia w uproszczeniu budowę stycznika.



Tadeusz Suszał ▣



Rozwiązanie – Jak to działa? 2512

W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: W ZE 1/2025 było ogólne, łatwe zadanie, dotyczące **zamieszczonego na następnej stronie schematu** zasilacza IZS – 5/71. Teraz pytanie jest bardziej szczegółowe i trudniejsze: **Jak zrealizowany jest, na jakiej zasadzie działa, ogranicznik prądowy (10 mA, 100 mA, 1 A) w tym zasilaczu?**

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

(...) Do ustawienia i regulacji natężenia prądu 1, 0,1 i 0,01 A służą bloki P5,3 (R57, R58), P5,4 (R59 R60, R61) i P5,2 (R3, R4). Rezystancje R59, R60, R61 ograniczają zakres prądu (dla 1 A to 0,3 Ω , dla 0,1 A to 3,33 Ω a dla 0,01 A to 33,3 Ω). Spadek napięcia na tych rezystancjach zależny jest od wartości przepływającego przez nie prądu, który mierzy miernik M1. (...)

Drugi sposób regulacji prądu zależny jest od ustalonego napięcia anodowego lamp EL36. Zmianę rezystancji R3 i R4 zmienia się napięcie na siatce lampy.

Andrzej

Trafne są dwa ostatnie zdania, natomiast obwody związane z miernikiem M1 tylko mierzą prąd, ale nie uczestniczą w ograniczaniu jego wartości

Dzień dobry, z tym ograniczeniem wydajności prądowej to ciekawa sprawa. Bo te wartości 10 mA, 100 mA i 1 A mają się nijak do tego, jak zasilacz zachowuje się podczas poboru prądu o takim natężeniu. Jest to potwierdzone empirycznie przeze mnie i kilku innych użytkowników tego zasilacza (w różnych wersjach) – i to od jego nowości. Alarm oraz odcięcie włącza się przy około 1,5...6-krotnym przekroczeniu zakresu, ALE próg zadziałania oraz jego stabilność (czy zasilacz pozostanie „w odcięciu” czy samoistnie wróci do pracy po ustaniu przeciążenia) tak naprawdę „mocno” zależy od ustawionego napięcia! Dla niskich napięć (do ok. 100 V zadziałanie ustępuje samoistnie, a powyżej trzeba przestawić przełącznik prądu na 1 A, aby go „zresetować”). Rzecz dzieje się w czterech aktach:

Akt 1: „Siłowe ograniczenie pobieranego prądu” przez „załamanie” tetrad strumieniowych (czyli w sumie pentod) EL36, a konkretnie przez ograniczenie prądu siatki drugiej opornikami R3, R4 i R5.

Akt 2: Przełącznik „prąd” ustawia także zakres amperomierza. Dodatkowo włączany jest wentylator dla lamp na zakresie 1 A.

Akt 3: ograniczenie napięcia na wyjściu (do ok. -5 V, o ile pamiętam) – sterowanie ma miejsce na siatce pierwszej lamp wykonawczych z T4, a nim steruje wzmacniacz

końcowy na T5-T7, chociaż mam problem ze zrozumieniem, jak dokładnie to działa (nie jestem elektronikiem z wykształcenia). Podczas przeciążenia układ ten „zatyka” lampy. Spodziewam się, że potencjometr R106 („zasilany” ze wzmacniacza różnicowego błędu T8-T9 i „idący” prosto na T5) ustala próg zadziałania. Przy czym jest to ewidentnie jeden wspólny próg dla wszystkich trzech zakresów prądu i „obowiązuje” dla wszystkich napięć, to tylko bardzo zgrubne ustawienie „wyzwalacza”.

Akt 4: przy przeciążeniu włączany jest także sygnalizator dźwiękowy (generator astabilny) na T10-T12 połączony z T7.

Przyznam, że nie do końca jestem w stanie zrozumieć ten układ wyzwalania zabezpieczenia. Natomiast „główną robotę” robią wspomniane oporniki na siatce drugiej lamp wykonawczych. Pozdrawiam serdecznie

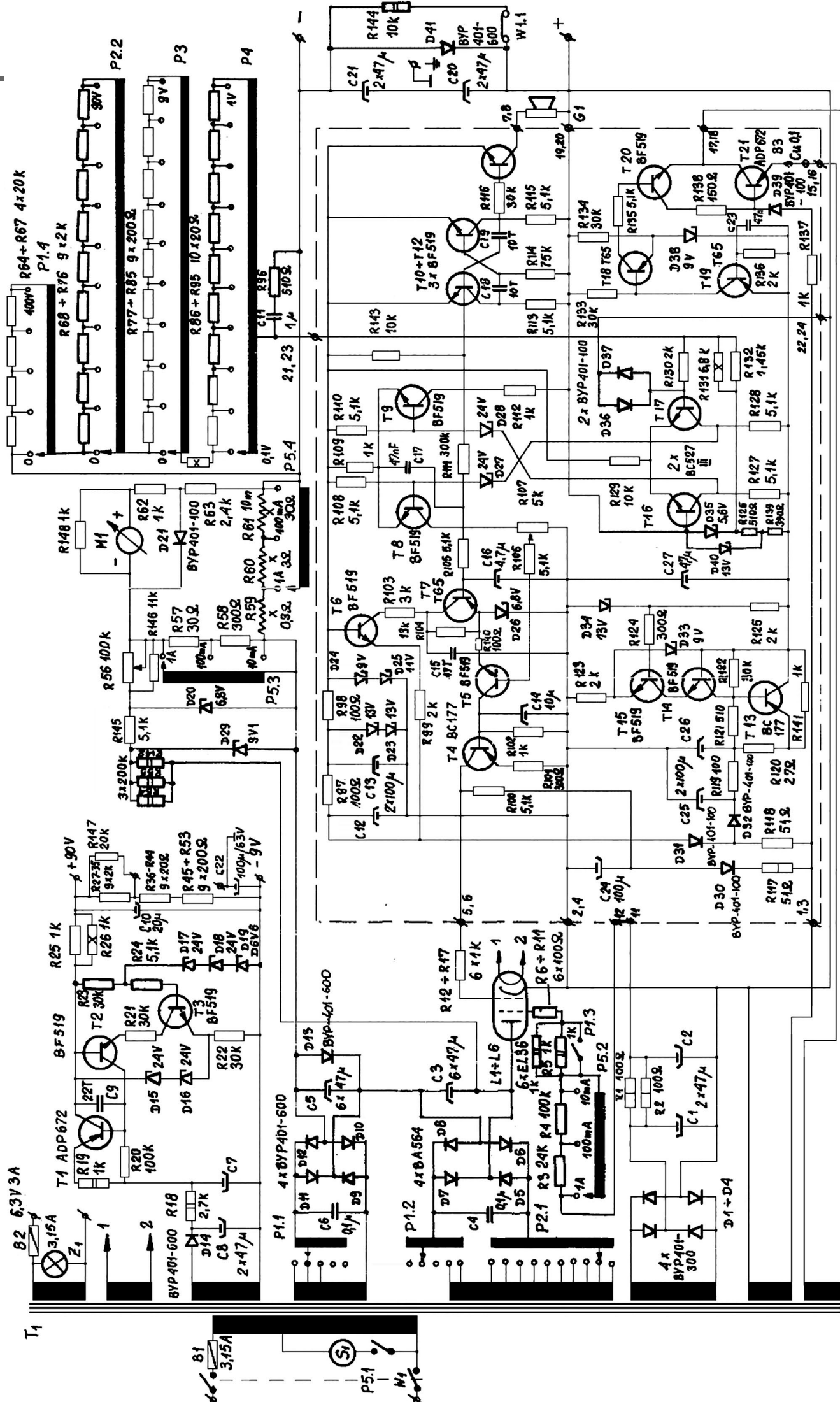
Adrian Olszewski

(...) Ogranicznik prądowy w tym zasilaczu jest realizowany przez sterowanie napięciem siatki pierwszej (U_{S1}) lamp EL36 za pomocą tranzystorowego wzmacniacza błędu (T4-T5). U_{S1} jest jedynym elementem, który aktywnie zmniejsza prąd anodowy w chwili przekroczenia dopuszczalnej wartości. R107 służy do jednorazowego ustawienia progu zadziałania, nie jest regulatorem roboczym. Zakresy 10 mA / 100 mA / 1 A nie są realizowane przez sam ogranicznik, lecz przez skokowe ustawienie punktu pracy lamp za pomocą napięcia siatki drugiej (U_{S2}). Zakresy 10 mA / 100 mA / 1 A wynikają ze skokowej regulacji napięcia siatki drugiej (U_{S2}) realizowanej przez przełącznik P5,2, czyli przez zmianę punktu zasilania U_{S2} (D1-D4, R3-R11). Zmiana U_{S2} powoduje zmianę transkonduktancji lamp, zmianę maksymalnego możliwego prądu anodowego, zmianę nachylenia charakterystyk I_a (U_{S1}). Czyli U_{S2} ustala „ile lampa może dać”, U_{S1} pilnuje, żeby nie dała więcej.

Ogranicznik prądowy w tym zasilaczu jest realizowany przez ujemne sterowanie siatki pierwszej EL36 za pomocą tranzystorowego wzmacniacza błędu, natomiast zakresy 10 mA / 100 mA / 1 A są ustalane skokowo przez zmianę napięcia siatki drugiej, a nie przez sam ogranicznik.

Tadeusz Suszał

Najprostsza odpowiedź brzmi: **mocno nieprecyzyjny ogranicznik prądowy realizują rezystory włączane w obwód siatek drugich pentod L1...L6**. Natomiast wyjaśnienie działania tranzystorowego „zatrzaśku z histerezą”, zawartego w obwodach wzmacniacza błędu i wyzwalanie sygnalizatora akustycznego wymagałoby dużo szerszego opisu (może ktoś to opisać?). ▣



Rozwiązanie – Zagadka 2512

W grudniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: Dzień dobry, wrzuciłem właśnie taki film: <https://youtu.be/b5T7tbGE8jk>.

Pozdrawiam serdecznie
Circuit Chaos

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

Zagadka 2512

Układ działa jak migacz. Częstotliwość migania diody zależy od pojemności kondensatora. Im większa pojemność tym mniejsza częstotliwość. Układ działa na zasadzie częściowego rozładowania i doładowania kondensatora. W obwodzie emiter dioda płynie prąd ok 5 mA (dioda się świeci), a przy zgaszonej diodzie prąd wsteczny (...).

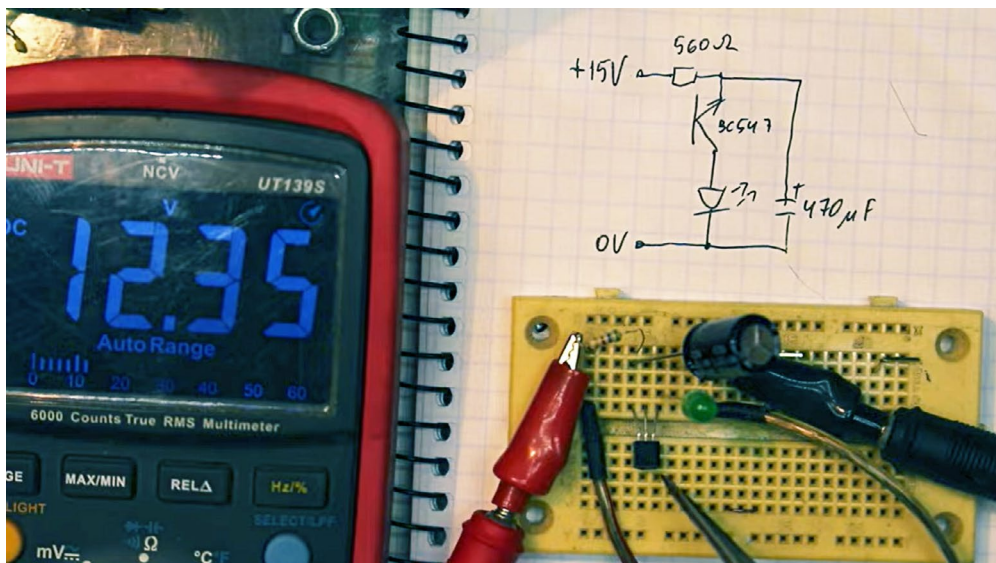
Andrzej Kubiak

Zagadka 2512

Mechanizm migania w tym schemacie:

1. Tranzystor wchodzi w przewodzenie, LED świeci.
2. LED pobiera prąd, spadek napięcia na kolektorze, tranzystor blokuje, LED gaśnie.
3. Kondensator 470 μF powoduje płynne przejście i chwilowe „buforowanie” napięcia.
4. Układ powtarza cykl, LED miga.
5. Wyższe napięcie zasilania, większy prąd, krótsze cykle, LED miga szybciej.

Ten schemat pokazuje jednocześnie fizyczny przepływ prądu, działanie kondensatora i niestabilność tranzystora. Baza tranzystora niepodłączona, tranzystor działa w „półsamoistnym” trybie przewodzenia. Emiter i kolektor podłączone w odwróconej polaryzacji względem LED i kondensatora, bardzo mały prąd upływu może włączać lub wyłączać LED. Kondensator 470 μF wprowadza pojemnościowy bufor, który dodatkowo wzmacnia oscylacje i miganie. Tranzystor zachowuje się niestabilnie i losowo, a jego reakcja zależy od minimalnych fluktuacji napięcia, temperatury i właściwości egzemplarza. W tej konfiguracji tranzystor przechodzi wielokrotnie przez stany przewodzenia i blokowania przy minimalnych prądach, które normalnie byłyby dla niego bez znaczenia. Choć te prądy są małe, układ wymusza szybkie zmiany stanu, kondensator i LED powodują szybkie przełączanie się kolektora między



dzi wysokim a niskim napięciem. Tego typu krytyczne impulsy mogą wpływać na:

1. Małe lokalne nagrzewanie w krytycznych punktach półprzewodnika,
2. Dyfuzję ładunku w złączu baza-emiter,
3. Inne subtelne procesy fizyczne, które w praktyce sprawiają, że tranzystor po takim eksperymencie może już nie zachowywać się dokładnie tak samo.

Tranzystor w tym układzie wielokrotnie doświadcza nietypowych stanów pracy:

- minimalne przewodzenie,
- szybkie zmiany napięcia kolektora,
- impulsy prądu przez LED i kondensator.

Takie warunki są dalekie od normalnego użycia tranzystora w układach cyfrowych czy analogowych. W praktyce po takich próbach tranzystor może zachowywać się niestabilnie w innych układach. Układ nie jest normalnym zastosowaniem tranzystora. Powtarzające się „miganie” wymusza na tranzystorze stany pracy, których normalnie nie doświadczy.

Tadeusz Suszał

Autor zadania napisał:

(...) Wyjaśnienie działania (nie moje, po angielsku; mogę opisać swoimi słowami):

<https://www.youtube.com/watch?v=Yw6L5w4TDxw>.

Podstawą działania jest zjawisko przebicia lawinowego, występujące w silnie domieszkowanym złączu emiterowym. To jest tylko ciekawostka, ale zjawisko lawinowe w złączu kolektorowym jest wykorzystywane do wytwarzania impulsów o bardzo stromych zboczach (czas narastania / opadania poniżej pół nanosekundy). Artykuł na ten temat jest planowany do publikacji w ZE. ▣



Spinnery Tymona

W artykule przedstawiam proste i bardzo atrakcyjne zabawki zwane spinnerami. A konkretnie wersje elektroniczne tych gadżetów. Wersje, które po pierwsze są nieporównanie atrakcyjniejsze od klasycznych, a po drugie są znakomitym przykładem, jak można wdrażać młodych w tajniki lutowania elementów SMD.

Wskazówki dotyczące montażu
Inne wersje spinnerów

Podstawa to dobry sprzęt...

Spinner czy też **Fidget Spinner** to zabawka. Zasadniczo zabawka czysto mechaniczna, wykorzystująca bezwładność, często budowana z wykorzystaniem solidnych, ciężkich łożysk tocznych. **Fotografia 1** pokazuje klasyczny spinner.

Zabawki takie pojawiły się kilka lat temu i szybko zdobyły popularność, nie tylko wśród dzieci. Także wśród dorosłych mają szerokie grono zwolenników, ale też grono zajadłych przeciwników. Ja zainteresowałem się spinnerami przypadkowo, gdy zauważyłem w sklepach Aliexpress zestawy do samodzielnego montażu. Od razu uznałem, że będzie to znakomity prezent – wielce atrakcyjna zabawka (i ani trochę się nie pomyliłem). Pomyślałem też, że jest to prosty układ, który wykorzystam do zachęcenia mojego wnuczka do interesowania się elektroniką.



Fotografia 1



Fotografia 2

Fotografia tytułowa przedstawia mojego 6-letniego wnuczka Tymona, podczas montażu rezystorów spinera. Wcale nie znaczy to, że polutował i zmontował on całość. Wspólnie zrealizowaliśmy dwa spinery z **fotografii 2**, a on montował i lutował tylko część elementów, bo trudno utrzymać dłużej uwagę takiego malucha (i żeby nie zniechęcić – nie warto próbować skłaniać go do trwającego około 15...20 minut montażu całości).

Było to jego drugie w życiu podejście do lutowania, tym razem lutowania elementów SMD. Pierw-

sze podejście to był montaż i lutowanie elementów przewlekanych, co widać na **fotografii 3**, zrobionej gdy Tymon miał 5 lat i 2 miesiące. Był to montaż „miniorganów”. Fotografie te pokazują, że z powodzeniem można zainteresować praktyczną elektroniką nawet małe dzieci, pod warunkiem, że montują one układy, które dla nich będą atrakcyjne.

Spieszę też poinformować, że w obu przypadkach obyło się bez poparzenia palców, bo pracę poprzedziłem krótką instrukcją dotyczącą lutowania i ostrożnego obchodzenia się z gorącą lutownicą.



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



Superwoltomierz i superamperomierz

W artykule pokazuję bardzo interesujące przykłady realizacji „superwoltomierza” i „superamperomierza”. Takie konstrukcje mogą się okazać bardzo przydatne do niektórych „trudnych pomiarów”. Podane przykłady i informacje warto też potraktować jako inspirację i zachętę do samodzielnych eksperymentów.

A po co to wszystko?

Czarna skrzynka „superwoltomierza”

W numerze ZE 11/2025 było zadanie konkursowe – łamigłówka: zaproponuj sposób pomiaru źródeł napięcia o ogromnej oporności (i dużym napięciu). W następnym numerze ZE 12/2025 znalazła się pokrewna łamigłówka dotycząca pomiarów prądu.

Łamigłówki te miały zwrócić uwagę na niedoskonałość naszych woltomierzy i amperomierzy. Pojawia się pytanie o możliwość zwiększenia rezystancji woltomierza i zmniejszenie rezystancji amperomierza. Wiadomo bowiem, że idealny woltomierz miałby nieskończenie wielką oporność (rezystancję, impedancję) wewnętrzną. A idealny amperomierz miałby zerową oporność. Dołączenie takich dosko-

„Superamperomierze”

Źródła zakupu „skrajnych” rezystorów

nałych przyrządów nie zmieniałoby nic w badanym układzie – byłoby niezauważalne (pomijamy indukcyjność przewodów i pojemności montażowe, bo na razie rozważamy napięcia i prądy stałe).

Natomiast dołączenie rzeczywistych woltomierzy i amperomierzy w jakimś stopniu zmienia, zaburza sytuację w układzie. Starsi elektronicy wiedzą, że rezystancja woltomierzy wskazówkowych była zależna od zakresu. Dobre woltomierze miały rezystancję wewnętrzną 100 kiloomów na wolt, gorsze 5...20 kiloomów na wolt. Czyli na przykład dobry woltomierz (100 kΩ/V) o zakresie 10 V miał rezystancję jednego megaoma, a na zakresie 300 V – 30 megaomów.

W typowych cyfrowych multimetrach rezystancja wewnętrzna woltomierza na wszystkich zakresach jest zwykle równa 10 megaomów (albo 11 MΩ). To znaczy, że przykładowo przy pomiarze napięcia 200 woltów przez woltomierz w multimetrze płynie prąd 20 mikroamperów. Niby niewiele, ale w niektórych sytuacjach jest to nie dopuszczalnie duże obciążenie. Prąd 20

mikroamperów wcale nie jest mały – powoduje bardzo wyraźne świecenie diody LED, jak widać na **fotografii 1** oraz na **fotografii tytułowej**.

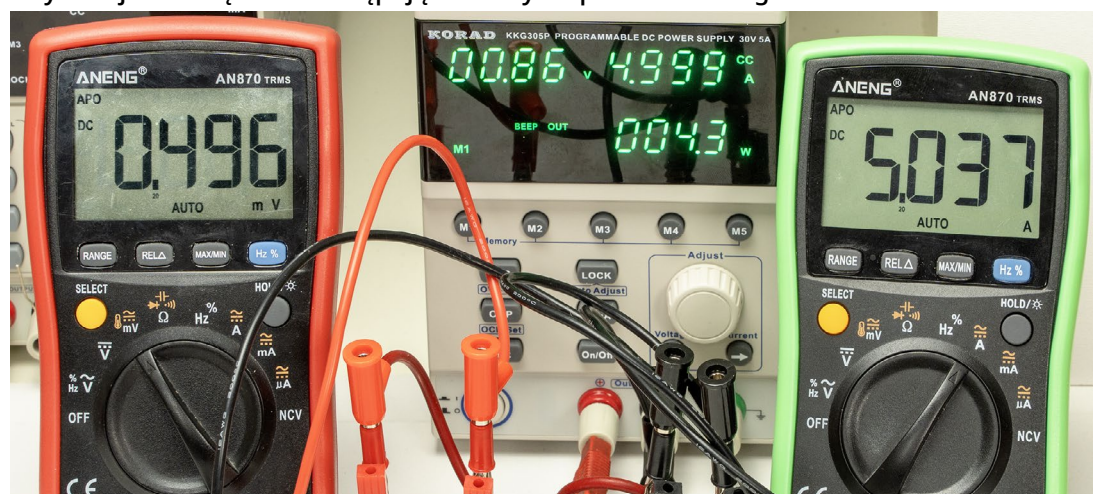
Pokazany jest tu pomiar napięcia stałego około 200 V. Multimetr z lewej strony to zwykły woltomierz (RM219 = ZT219), ma rezystancję wewnętrzną około 10 megaomów i mierzy napięcie w klasyczny sposób. W obwód dodatkowo włączyłem szeregowo niebieską diodę LED1 i zielony mikroamperomierz. Jak widać, płynie przez nią prąd około 20 mikroamperów, który powoduje zaskakująco jasne jej świecenie. Trzeci multimetr jest „superwoltomierzem” i mierzy to samo napięcie. Także i tu w szereg włączyłem diodę LED2, ale absolutnie nie widać jej świecenia i mikroamperomierz – czwarty miernik – pokazuje zero. W obwodzie pomiarowym też zapewne płynie jakiś prąd, ale tak mały, że tak czuły mikroamperomierz go nie wykrywa. Dzięki prostemu dodatkowi rezystancja wewnętrzna takiego „superwoltomierza” jest ogromna. Miernik pracuje jako miliwoltomierz, a wysokoomowy dzielnik ma stopień podziału 1000:1. Miernik podaje wynik w miliwoltach, ale przy obecności dzielnika 1000:1 niczego nie trzeba przeliczać – napięcie wyrażone jest w woltach. Wskazania „zwykłego woltomierza” oraz „superwoltomierza” (199,15 V,



Fotografia 1

Fotografia 2 pokazuje „superamperomierz” – czerwony miernik współpracujący z zewnętrznym bocznikiem. Zasilacz Korad KKG305P pracuje w trybie prądowym CC i jego wskaźnik pokazuje wartość 4,999 A. Zwykły amperomierz z prawej strony pokazuje prąd 5,037 A, czyli o niecałe 0,8% więcej. „Superamperomierz” ma wskazanie 0,496 miliwolta (tak! 0,000496 V) i mniej więcej tak znikomo mały jest spadek napięcia na samym boczniku. Bocznik jest 750-amperowy o typowym spadku napięcia 75 mV, czyli ma rezystancję 0,1 milioma (0,0001 Ω), dlatego wynik trzeba pomnożyć przez 10.

W tym artykule pokazuję jak zrobić tego rodzaju „superprzrządy” i gdzie można tanio kupić potrzebne rezystory. Natomiast w artykule „**Skrasne pomiary**” – **możliwości i ograniczenia** szerzej przedstawiam niedoskonałości przyrządów, rezystorów oraz występujące wtedy nieprzekraczalne granice.

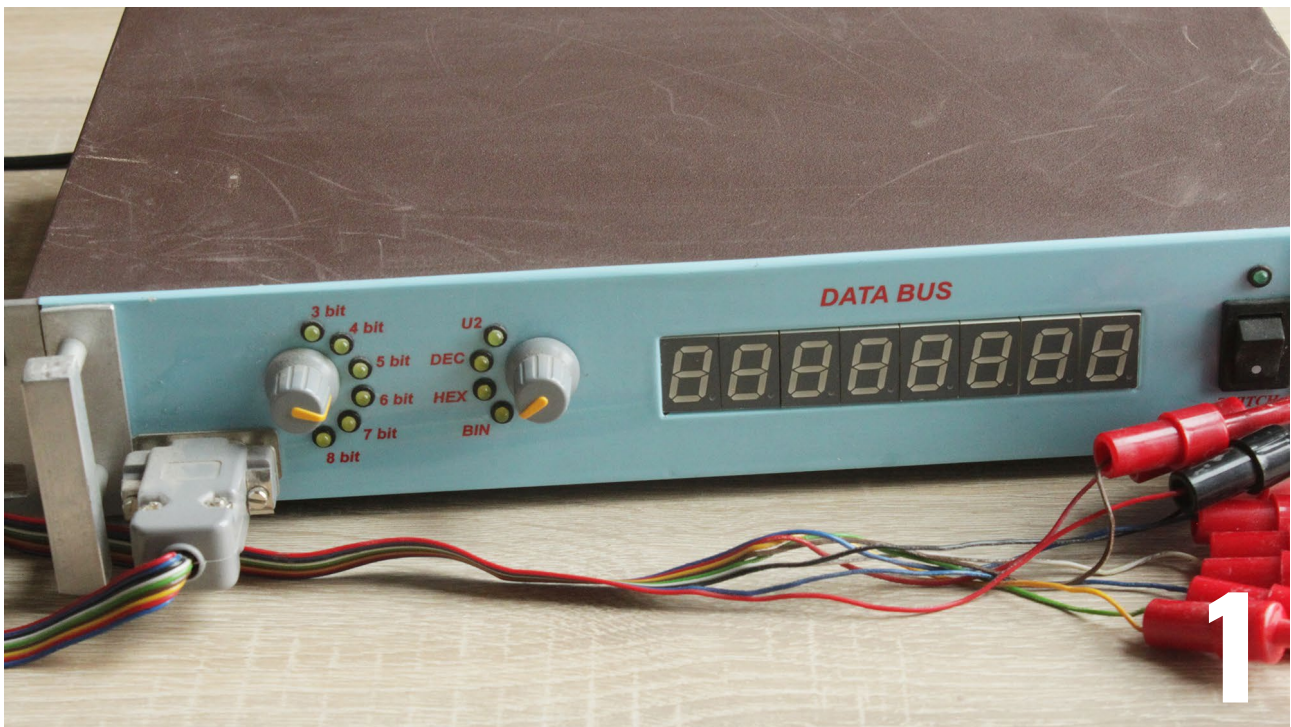


Fotografia 2

„superamperomierz”

zwykły amperomierz

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



Ośmiobitowy monitor szyny danych, część 1

W pracowni hobbysty zainteresowanego elektroniką muszą się znaleźć odpowiednie przyrządy pomiarowe oraz diagnostyczne. Trudno sobie wyobrazić pracę, przykładowo bez multimetru, gdyż to obecnie standardowe wyposażenie. Oprócz fabrycznych przyrządów można konstruować własne.

Potrzeba posiadania wskaźnika stanów
Koncepcja rozwiązania

Wsad do pamięci EPROM
Program generujący wsad do EPROM

Pokłosiem kilku artykułów dotyczących różnych typów pamięci może być tytułowy monitor szyny danych. Niekoniecznie należy go kojarzyć jedynie z mikroprocesorami, choć tu byłby najbardziej przydatny. W ogólnym przypadku może on znaleźć zastosowanie w diagnostyce jakiegokolwiek urządzenia, gdzie istnieje potrzeba podglądu jednocześnie kilku stanów logicznych.

Potrzeba posiadania wskaźnika stanów

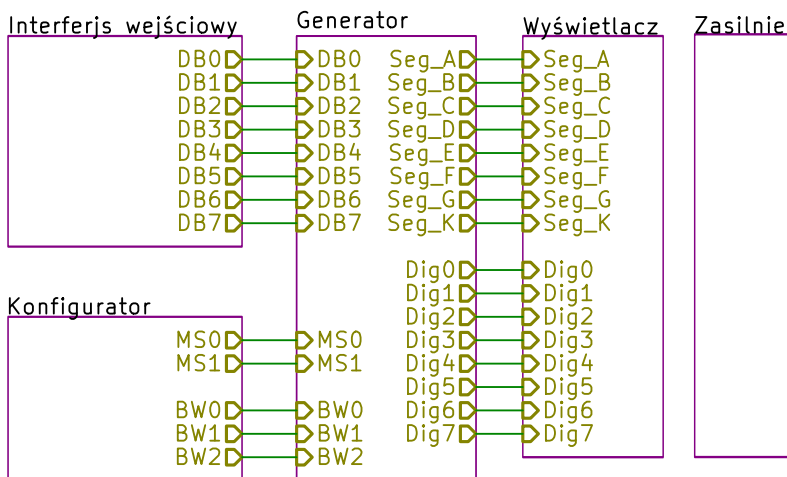
Każdy, kto uruchamiał trochę bardziej złożoną konstrukcję, bazującą na układach logicznych/cyfrowych (niekoniecznie zawierającą w sobie jakikolwiek mikrokontroler), na jakimś etapie potrzebuje

wsparcia. Nie mam tu na myśli zaproszenia do siebie kolegi lub koleżanki w celu wspólnego rozwiązywania napotkanych problemów. Za wsparcie w tym momencie uważam odpowiednie wyposażenie warsztatowe w przydatne przyrządy, które w jakimś stopniu pozwolą postawić diagnozę, dlaczego to jeszcze nie działa (w sytuacji, gdy budujemy nowe) lub dlaczego to przestało działać (w sytuacji, gdy dokonywana jest naprawa istniejącego). Każdy hobbysta ma do swej dyspozycji elementarne przyrządy, jak choćby woltomierz. To bardzo uniwersalny przyrząd, jednak w przypadku układów cyfrowych jego możliwości czasami są daleko niewystarczające. Jako przykład niech posłuży mikrokontroler,

który zapisuje do jakiegoś portu dane. Może to być również klasyczny układ cyfrowy, oparty na rejestrach, licznikach i bramkach. Pracując nad urządzeniem często musimy odpowiedzieć na proste pytanie: co znajduje się w rejestrze czy porcie? Pierwsza nasuwająca się myśl, to zmierzyć woltomierzem. W końcu określone stany logiczne są reprezentowane odpowiednimi wartościami napięcia. Jednak rozpatrując informację kilkubitową, pomiar stanu wszystkich bitów zajmuje czas. Gdy założymy, że stan rejestru zmienia się co jedną sekundę, taki pomiar staje się niewykonalny (przynajmniej mi nie udało się zmierzyć napięć na wyjściu ośmiobitowego rejestru, mając do dyspozycji jedną sekundę). Kolejna sugestia, jaka może się nasunąć, to zrobić jakiś wskaźnik wykorzystujący diody LED. To już jakiś postęp w stosunku do użycia woltomierza. Użycie takiego wskaźnika daje jedynie informację w kodzie binarnym, czyli można dostrzec jedynie ciąg zer i jedynek. Wiadomo, że ciąg bitów może reprezentować liczbę i pojawi się pytanie: jakie to ma znaczenie, ile to jest dziesiętnie lub w kodzie U2 (kod U2 to liczby ze znakiem – ujemne/dodatnie). W takiej sytuacji, już niezbędne są odpowiednie przeliczenia i użycie kalkulatora (a czas ucieka). Aby sprostać tym wszystkim wymaganiom, proponuję budowę prostego urządzenia diagnostycznego, które „wczyta” kilkubitową liczbę binarną, „dokona konwersji” do odpowiedniego formatu i zaprezentuje ją na wyświetlaczu w wymaganej formie. Napisałem „wczyta”, ale ono nie czyta, jak również „dokona konwersji”, chociaż nie realizuje żadnych operacji arytmetycznych. Jeżeli drogi Czytelniku spodziewasz się kolejnej konstrukcji bazującej na mikrokontrolerze, to mam dla Ciebie niespodziankę: w tym urządzeniu diagnostycznym nie ma żadnego mikrokontrolera. Można uznać, że tytułowy monitor zawiera w sobie odpowiedź na każde możliwe pytanie.

Podstawowym zadaniem realizowanym przez budowany przyrząd pomiarowy jest konwersja danych do postaci czytelnej i wyświetlenie jej na 8-cyfrowym, 7-segmentowym wyświetlaczu LED w zadanym formacie. Dostępne są cztery warianty formatu zapisu prezentowanych liczb:

- liczba w kodzie naturalnym binarnym, wyświetlona w notacji dwójkowej,
- liczba w kodzie naturalnym binarnym, wyświetlona w notacji liczby szesnastkowej,
- liczba w kodzie naturalnym binarnym, wyświetlona w notacji dziesiętnej.

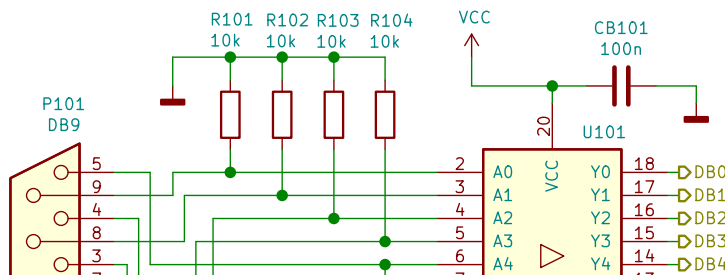


Rysunek 1

Koncepcja rozwiązania

Nie trudno jest się domyśleć, że zachodzi tu odpowiednia konwersja danych, dokonywane są operacje pozwalające na zamianę jednego kodu (danych wejściowych jako informacji kilkubitowej) na inny (konwersja do postaci znakowej, połączona z ewentualnym wydzieleniem cyfry setek, dziesiątek oraz jedności). Koncepcyjnie zagadnienie nie jest skomplikowane i możliwa jest jego realizacja na typowych bramkach logicznych i rejestrach, jednak wymaga to zastosowania dużej liczby funkcyj logicznych (liczonej z pewnością w setkach lub tysiącach). Ta ogromna sieć bramek może zostać zastąpiona właśnie pamięcią stałą. Jej użycie (przykładowo EPROM) sprowadza zespół przetwarzający kod do jednego układu scalonego. Rozwiązanie jest proste, w pamięci stałej zawarte są wszystkie możliwe przypadki jak ma być wyświetlana informacja na wyświetlaczu. Pozostaje jedynie utworzyć układ, którego zadaniem jest odczyt danych z określonych komórek pamięci EPROM i wyświetlenie ich na 8-cyfrowym wyświetlaczu. W jego skład będzie wchodził interfejs wejściowy, generator informacji sterującej wyświetlaczem, konfigurator, który będzie określał tryb wyświetlanej informacji, sam wyświetlacz i rzecz jasna zasilacz, jak pokazuje **rysunek 1**.

Schemat układu wejściowego (styk monitora z diagnozowanym układem) przedstawia **rysunek 2**.



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



Wspólnie projektujemy: wykorzystaj chiński zestaw!

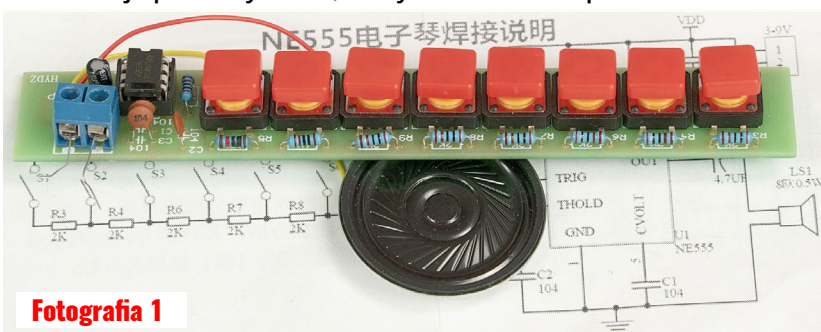
Cykl w zasadzie dotyczy wspólnego projektowania, ale świat wokół nas się zmienia, więc tym razem nietypowo proponuję, żeby zająć się różnymi możliwościami wykorzystania chińskich „półproduktów”, ale nie gotowych modułów, tylko najróżniejszych chińskich zestawów do samodzielnego montażu.

Elektronik ma największą satysfakcję, gdy samodzielnie zaprojektuje i zbuduje jakiś układ. Problem w tym, że **zaprojektowanie** nawet prostego układu od zera wymaga wiedzy i doświadczenia.

Tak, ale mniej zaawansowanym i zupełnie początkującym dużą satysfakcję przynosi samo **zbudowanie** nawet prostego układu. Wymownym przykładem jest artykuł tytułowy tego numeru: **Spinnery Tymona**. Kilka miesięcy temu mieliśmy w tym cyklu zadanie YK029 dotyczące wykorzystania gotowych, zmontowanych chińskich modułów. Teraz chodzi o coś innego. Nie o gotowy moduł, który ma być częścią, podzespołem w większej całości. Przede wszystkim **chodzi o zestaw do samodzielnego montażu, gdzie podstawowym zadaniem jest montaż – lutowanie.**

Zestaw ma być interesujący, ale dla kogo?

To ogromnie ważne pytanie, także w kontekście omawianego właśnie zadania konkursowego. Dla mojego sześciolatniego wnuczka interesujące są głównie gadżety wytwarzające jakieś efekty świetlne i dźwiękowe. I bardzo dobrze! **Fotografia 1** pokazuje pierwszy układ, który lutowałem – minipianino.



Fotografia 1

Zadanie konkursowe YK035 brzmi:

Zaproponuj wykorzystanie przez początkującego lub zaawansowanego elektronika interesującego chińskiego zestawu do samodzielnego montażu.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje rozwiązań można **nadsyłać do końca marca 2026 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Nadesłane prace zostaną omówione w numerze 5/2026 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.

Mamy tu pierwszy bardzo ważny kierunek – wykorzystanie stosunkowo prostych zestawów do samodzielnego montażu, które przede wszystkim mają zainteresować młodego człowieka prawdziwą, praktyczną elektroniką.

Tu najważniejszy jest cel i niełatwo go osiągnąć. Dziś dzieci i młodzież mają mnóstwo najrozmaitszych atrakcji, zwłaszcza związanych ze smartfonem, tabletem i komputerem. Jak z tym konkurować?

Moje doświadczenia są takie, że warto zacząć od układów możliwie prostych w montażu, a jednocześnie atrakcyjnych dla młodzieńczego kandydata na elektronika. Podstawowym problemem jest bowiem skupienie uwagi dziecka przez czas dłuższy niż przysłowiowe 5 minut. Dlatego ja często dzielę zadanie na etapy. Zaczynamy wspólnie, potem część montażu przeprowadzam sam, a wreszcie finał znów robimy razem i wspólnie cieszymy się efektem.

Uwaga! Najczęściej kupuję dwa egzemplarze danego zestawu (ceny są zwykle bardzo przystępne). Zdarzyło mi się bowiem, że zmontowany jeden egzemplarz nie działa i wtedy warto zmontować drugi, bo jest duża szansa, że zadziała. A fatalnie jest, jeśli gadżet nie pracuje, a my mamy kłopot, żeby określić przyczynę porażki. Dlatego też zalecam kupowanie zestawów, które zawierają płytki „dwustronne” (dwuwarstwowe z metalizacją otworów).

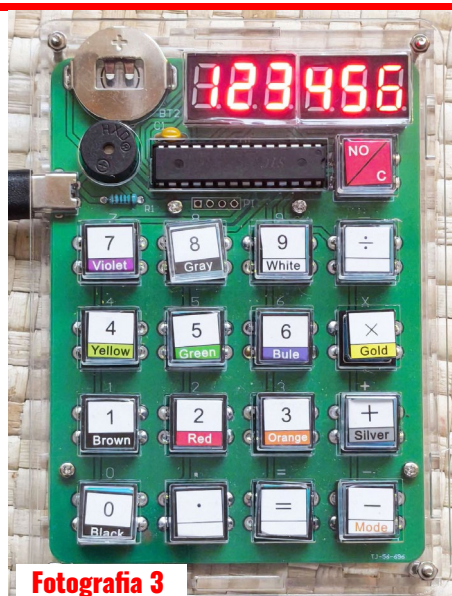
Ponadto naprawdę warto rozważyć jeszcze inną, moim zdaniem najlepszą wersję: **pierwszy egzemplarz zmontować w pojedynkę, a drugi wraz z dzieckiem**. Także dlatego, żeby w trakcie wspólnego montażu nie natknąć się na wątpliwości, wymagające dodatkowych poszukiwań czy prób.

Właśnie dlatego na początek zalecam zestawy może mniej ambitne, ale za to montowane bez problemów i wątpliwości. Przykładem moje gadżety z **fotografii 2**, montowane wraz z wnuczkami. A **fotografia 3** pokazuje model kalkulatora zbudowany wspólnie ostatniego dnia roku 2025. Montaż przebiegł bez większych problemów, ale wcześniej musiałem sam wszystko posprawdzać i wyprostować błędnie wykrepowane wyprowadzenia blaszki do mocowania

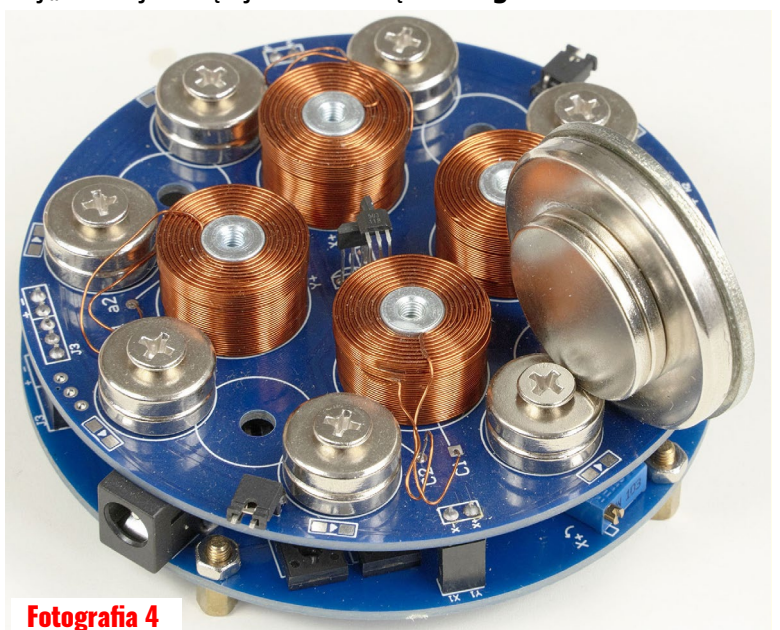
baterijki CR2032. Kalkulator zadziałał od razu, tylko przed dołączeniem zasilania musiałem upewnić się, czy aby nie ma zwarcia i zimnych lutów.

W ramach zadania YK035 należy zaproponować, **jakie chińskie zestawy są dobre dla zupełnie początkujących?** I wracamy do kwestii, dla kogo ma być atrakcyjna propozycja? Otóż zadanie obejmuje także propozycje dla zaawansowanych. **Fotografia 4**

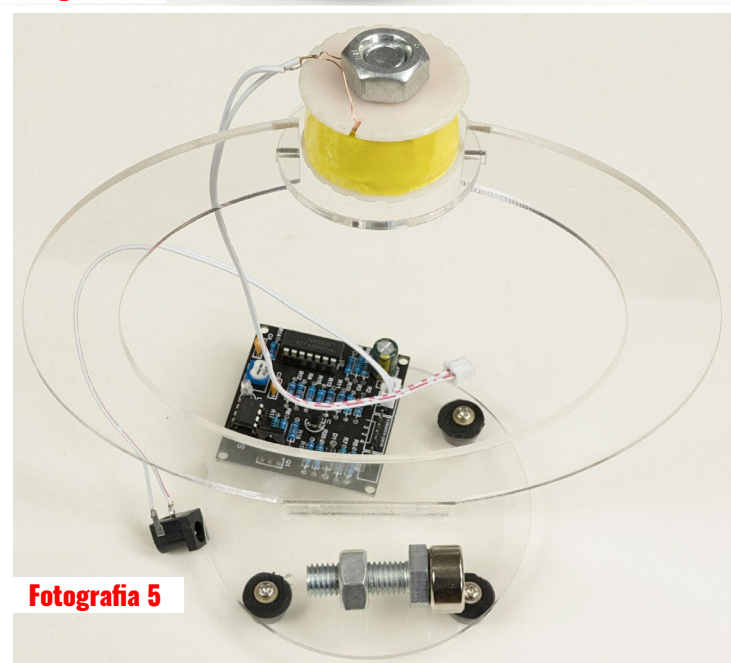
pokazuje wstępnie zmontowany układ sterownika lewitacji magnetycznej, ale nie łatwiejszej do realizacji „lewitacji wiszącej”, tylko bardziej interesującej, a dużo trudniejszej do wykonania „lewitacji podnoszącej”. Składniki też wstępnie zmontowanej, ale jeszcze nie uruchomionej „lewitacji wiszącej” widoczne są na **fotografii 5**.



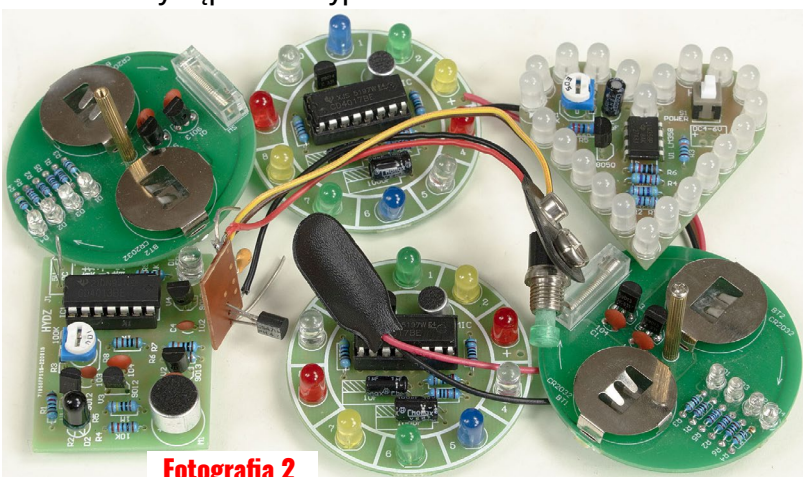
Fotografia 3



Fotografia 4



Fotografia 5



Fotografia 2

To na pewno NIE są zadania dla zupełnie początkujących! W Internecie można znaleźć informacje, że z kilku powodów uruchomienie i regulacja „lewitacji podnoszącej” z fotografii 4 nie udaje się nawet elektronikom bardziej doświadczonym. Takie i podobne **zestawy dla zaawansowanych też mieszczą się w ramach zadania YK035**. Można jedynie zaproponować tego rodzaju trudniejszy zestaw, ale jeszcze lepiej byłoby przysłać informacje o szczegółach jego praktycznej realizacji, w tym o nieuniknionych trudnościach przy montażu oraz o sposobach ich pokonania.

Dla zaawansowanych atrakcyjne mogą być inne zestawy do samodzielnego montażu, choćby generatory funkcyjne z kultowymi układami scalonymi XR2206 czy ICL8038 (**fotografia 6**). Nie tylko w związku z tym zadaniem konkursowym właśnie taki zestaw elementów i obudowy z ICL8038 zamówiłem w cenie około 20 złotych. Podobnie dwa zestawy z mniej słynną kostką XR2206. Interującym wyzwaniem mogą też być rozmaite efekty świetlne. Na przykład wyświetlacze trójwymiarowe zbudowane z diod LED (**rysunek 7**) oraz ruchome, wirujące trójwymiarowe wyświetlacze widmowe jak na **rysunku 8**. Ja mam w zapasach szereg tego rodzaju tanich chińskich zestawów, czekających na zmontowanie – **fotografia 9**. A dla osób zainteresowanych podaję (afiliacyjne) linki do niektórych z nich:

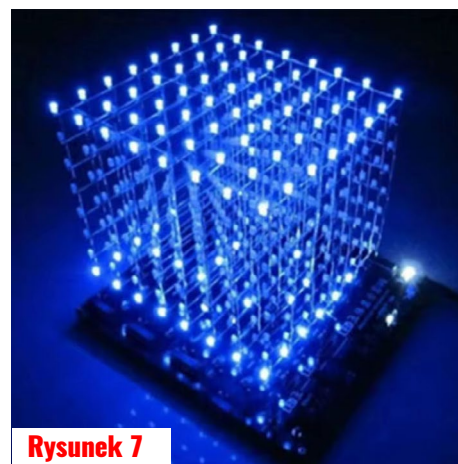
lewitacja wisząca https://s.click.aliexpress.com/e/_c4mfNiQb
 lewitacja podnosząca https://s.click.aliexpress.com/e/_c3HsVGel
 wyświetl. widmowy 1 https://s.click.aliexpress.com/e/_c3XWoiRl
 wyświetl. widmowy 2 https://s.click.aliexpress.com/e/_c3TcidCb
 generator XR2206 https://s.click.aliexpress.com/e/_c3BntYyX
 generator ICL8038 https://s.click.aliexpress.com/e/_c3TyeCDt
 zegarek https://s.click.aliexpress.com/e/_c42xfn2B
 kalkulator https://s.click.aliexpress.com/e/_c31redTz
 spinner https://s.click.aliexpress.com/e/_c3G1SnJD
 samochódzik solarny https://s.click.aliexpress.com/e/_c4c672cn
 prądnica https://s.click.aliexpress.com/e/_c4oqDLtd
 aparat słuchowy https://s.click.aliexpress.com/e/_c3vXb1b1

I jeszcze raz podkreślam: **w ramach zadania YK035 można jedynie zaproponować, wskazać interesujący zestaw** (podać link), który warto zmontować dla satysfakcji własnej i dla zachęcenia innych do praktycznego uprawiania elektroniki. Oczywiście **jeszcze lepiej byłoby coś takiego zrealizować i szerzej opisać**. Chętnie takie opisy zaprezentuję na łamach czasopisma ZE. W takim przypadku bardzo proszę o skorzystanie ze wskazówek z wcześniejszego artykułu **I Ty możesz zostać Autorem!** Zachęcam do udziału w tym zadaniu! ©

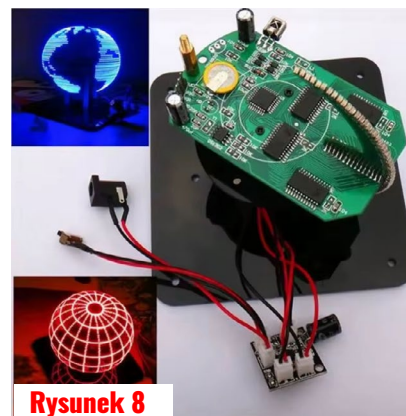
Piotr Górecki



Fotografia 6



Rysunek 7



Rysunek 8

LED Kit Blue LED D
Cube Electrical Eq
by Garden And Hor

43,79zł

Price includes VAT

8,00zł off on 60,00zł

NEW DIY Spherical Rotating Version

4.0 2 Review

71,39zł 1% off

Wholesale 5+ pieces, extra 1%

30-day lowest price before

Price includes VAT

8,00zł off on 60,00zł

Color: Type1-Blue



Fotografia 9



2

Analizator logiczny Saleae, część 2

Analizator logiczny można uznać za sprzęt diagnostyczno-pomiarowy, który stosowany jest wyłącznie do przebiegów cyfrowych. Można go traktować jak 8-kanalowy oscyloskop i w praktyce hobbystycznej będzie bardzo pomocnym przyrządem.

Sprzęt analizatora

Zastosowanie analizatora do diagnostyki układów cyfrowych

Podglądanie protokołów komunikacyjnych

Sprzęt analizatora

Oferta czytelników stanów logicznych jest dosyć szeroka. Najbardziej dostępne są chińskie klony (rysunek 1). Tu warto zwrócić uwagę na pewien szczegół związany ze złączeniem do diagnozowanego układu (rysunek 2), ma ono na pinie 9 oraz 10 sygnał GND (egzemplarz, którym dysponuje ma takie rozmieszczenie pinów w złączu).

Rysunek 2

Strona główna > Moduły > Analizatory stanów logicznych > Analizator stanów logicznych Saleae 8 kanałów 24MHz



Rysunek 1

Analizator stanów logicznych Saleae 8 kanałów 24MHz

★★★★★ 5.0

C-016

Dodaj do ulubionych

Analizator stanów logicznych 8 kanałów, klon Saleae.

30 50 zł

- 1 +

DODAJ DO KOSZYKA

60 dni na zwrot

ILOŚĆ: 69 SZTUK

ZADAJ PYTANIE



Darmowa



Zakupy bez



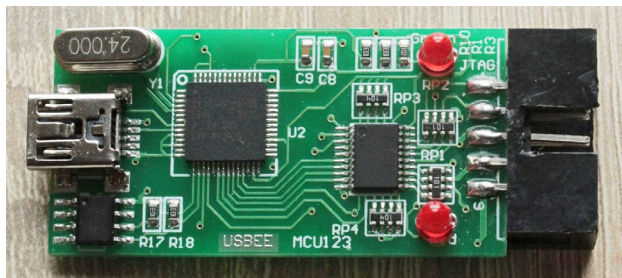
Wsparcie



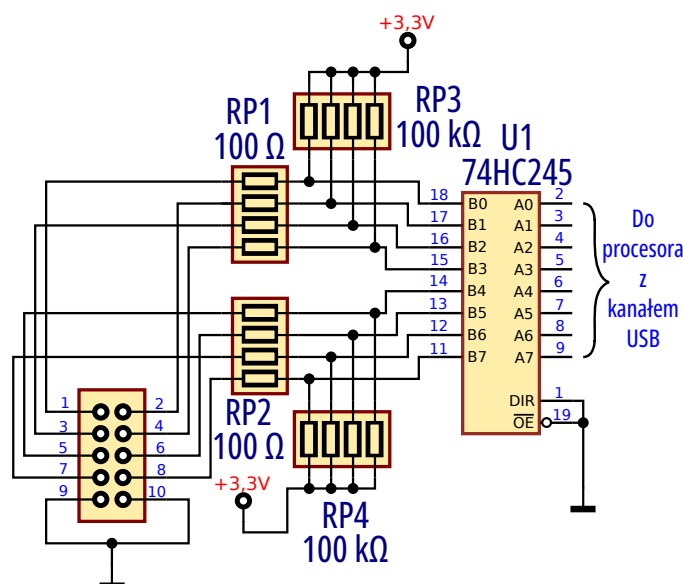
60 dni na zwrot

W ofercie można spotkać również model, który zamiast dwóch styków GND ma jeden, natomiast na drugim wyprowadzony jest jakiś zegar (**rysunek 3**).

Warto przyrzeć się rozwiązaniom sprzętowym zastosowanym w analizatorze Saleae. Otwierając pudełeczko czytnika można dostrzec układ mikrokontrolera w obudowie QFP, który zajmuje się komunikacją samego czytnika z komputerem PC oraz bufor wejściowy w obudowie SO20 (**fotografia 4**). Istnieją wersje uboższe, zawierające jedynie sam mikrokontroler. Obwody wejściowe czytnika pokazuje **rysunek 5**



Fotografia 4



Rysunek 5



EZ-USB FX2LP USB Microcontroller High-Speed USB Peripheral Controller

Features

- USB 2.0 USB IF Hi-Speed certified (TID # 40460272)
- Single-chip integrated USB 2.0 transceiver, smart SIE, and enhanced 8051 microprocessor
- Fit-, form-, and function-compatible with the FX2
 - Pin-compatible
 - Object code compatible

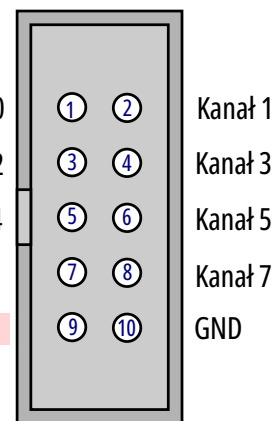
- 3.3-V operation with 5-V tolerant inputs
- Vectored USB interrupts and GPIF/FIFO interrupts
- Separate data buffers for the setup and data portions of a CONTROL transfer
- Integrated I²C controller; runs at 100 or 400 kHz^[1]
- Four integrated FIFOs
- Integrated glue logic and FIFOs lower system cost

(uzyskany jako *reverse engineering*). Wynika z niego, że czytnik nie przetwarza sygnałów o charakterze analogowym (74HC245 przenosi jedynie sygnały o cechach cyfrowych: strome zbocza i amplituda typowa dla układów logicznych).

Właściwie jest on dedykowany systemom o zasilaniu 3,3 V, ale rozwiązania w stopniach wejściowych pozwalają „podłączyć” się do logiki 5 V. Wszystkie wejścia czytnika pozostawione jako „wiszące w powietrzu” będą interpretowane jako jedynka logiczna – ta cecha wynika z rozwiązań stopnia wejściowego.

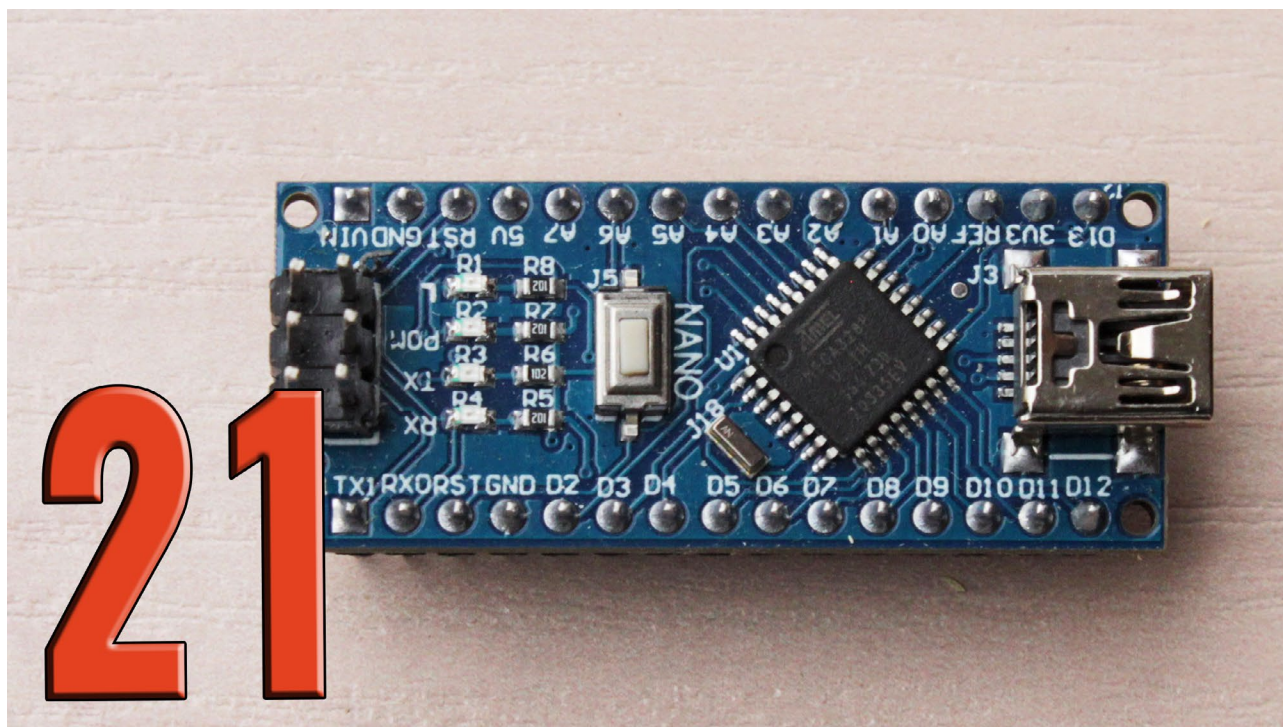
Drugim elementem jest mikrokontroler, układ o symbolu CY7C68013. Z dostępnej dokumentacji wynika, że jest to ulepszony mikrokontroler z rodziny C51 (**rysunek 6**). Standardowy mikrokontroler C51 (z oferty Intel) ma maksymalną częstotliwość taktowania wynoszącą 12 MHz. Dodatkowo ta częstotliwość wewnętrznie jest dzielona przez 12, więc taki układ nie jest w stanie wykonać więcej niż 1 milion instrukcji na sekundę. W tej samej dokumentacji do CY7C68013 jest napisane, że ten model jest ulepszony pod względem taktowania i potrzebuje czterech taktów do wykonania instrukcji (zamiast 12). Przy rezonatorze kwarcowym 24 MHz nie ma możliwości wykonania więcej niż 6 milionów instrukcji na sekundę. Te parametry wpływają na maksymalną częstotliwość próbkowania. Wiedząc, że przetworzenie jednej próbki wymaga kilku instrukcji maszynowych (bo trzeba wczytać stan portu, przesłać do kontrolera USB i zawrócić na początek pętli i może wykonać coś jeszcze), nie należy spodziewać się, że ten układ będzie analizował szybkie sygnały cyfrowe. Postanowiłem

CY7C68013A/CY7C68014A
CY7C68015A/CY7C68016A



Rysunek 3

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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 21

Ostatnia część, podsumowująca, dotycząca instrukcji języka C. Przyjrzymy się dokładnie instrukcjom podstawienia oraz wywołania funkcji. Wydają się proste, ale czasami mogą kryć się w nich niespodzianki.

[Instrukcja podstawienia](#)
[Instrukcja wyboru](#)

[Wywołanie funkcji oraz instrukcja powrotu](#)

Działanie programów będzie uruchamiane pod kontrolą symulatora wbudowanego w środowisko Atmel Studio, gdyż zwalnia to nas z budowania odpowiedniego środowiska sprzętowego, a możliwości symulatora są wystarczające, żeby poznać szczegóły ich działania.

Instrukcja podstawienia

To podstawowa instrukcja pozwalająca na realizację obliczeń. Jej składnia polega na intuicyjnej interpretacji: `<zmienna> = <wyrażenie>`. Występujący tu znak „=” jest operatorem przypisania, czyli wartość wyrażenia wynikająca z obliczenia `<wyrażenie>` jest przesłana do miejsca docelowego, identyfikowanego przez nazwę zmiennej. Naturalną rzeczą jest to, by typ wyrażenia (wynikający ze

zmiennych i stałych występujących w wyrażeniu) był zgodny z typem miejsca docelowego. Bardzo często nie zachodzi absolutnie doskonała kompatybilność typów obu stron elementów występujących w instrukcji podstawienia i w takich sytuacjach kompilator dokona dopasowania. Czasami może to prowadzić do nieoczekiwanych efektów, o których pisałem w artykule *Mikroprocesorowa ośła łączka, część 19*, ZE grudzień 2025. Były to dosyć oczywiste działania, choć czasami wynik zaskakiwał, szczególnie przy mieszaniu typów ze znakiem i bez znaku. Obecnie proponuję do rozpatrzenia bardziej „dziwny” przypadek programu, pokazany na **listingu 1**:

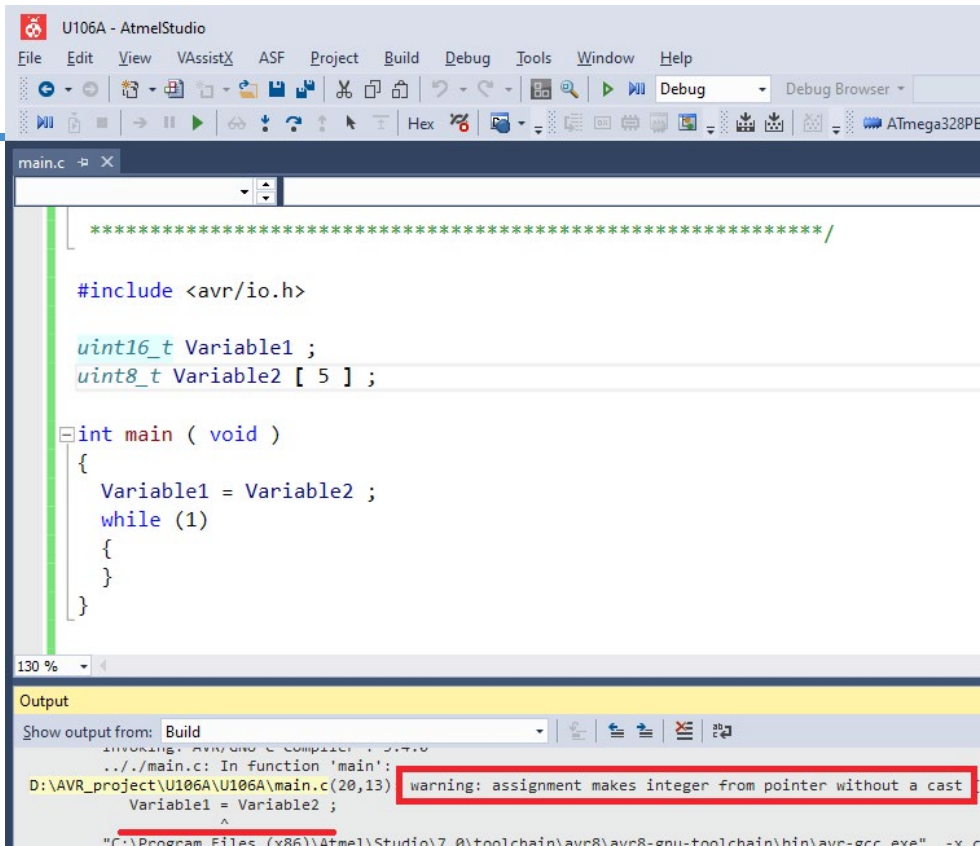
```
uint16_t Variable1 ;
uint8_t Variable2 [ 5 ] ;
```

```
int main ( void )
{
    Variable1 = Variable2 ;
    while (1)
    {
    }
}
```

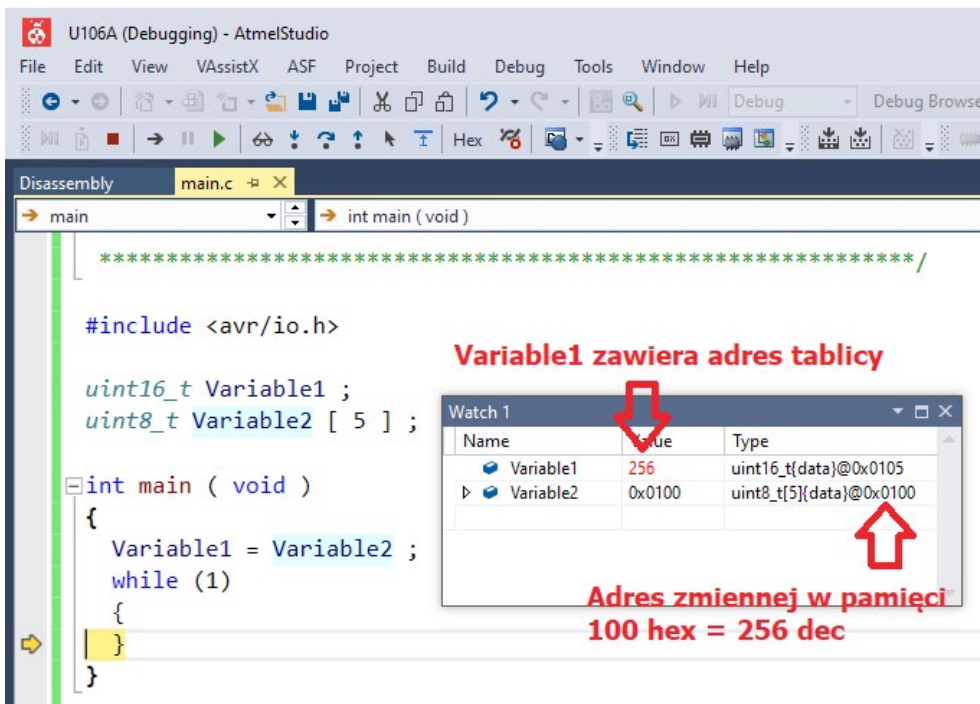
Następuje tu podstawienie do zmiennej typu 16-bitowej liczby bez znaku, tablicy pięcioelementowej. O dziwo, kompilator wygenerował kod dla takiego programu (nie dostrzegł tu błędów składniowych) a jedynie zgłosił uwagę w kategorii ostrzeżenia (ang. warning), jak widać na **rysunku 1**.

Sens tego komunikatu należy rozumieć jako próbę przypisania liczby całkowitej ze wskaźnika bez rzutowania. Wszystko brzmi trochę enigmatycznie. Otóż nie następuje tu przepisanie zawartości tablicy do zmiennej 16-bitowej. Tablica jako zmienna bez elementu indeksującego (podania w nawiasach [] numeru elementu) jest interpretowana jako wskaźnik (adres) do całej tablicy, w sumie liczba 16-bitowa, pokazuje to **rysunek 2** – po uruchomieniu symulacji działania programu.

Z komunikatu ostrzeżenia została wyjaśniona kwestia wskaźnika (czyli adresu) – można podstawić do



Rysunek 1

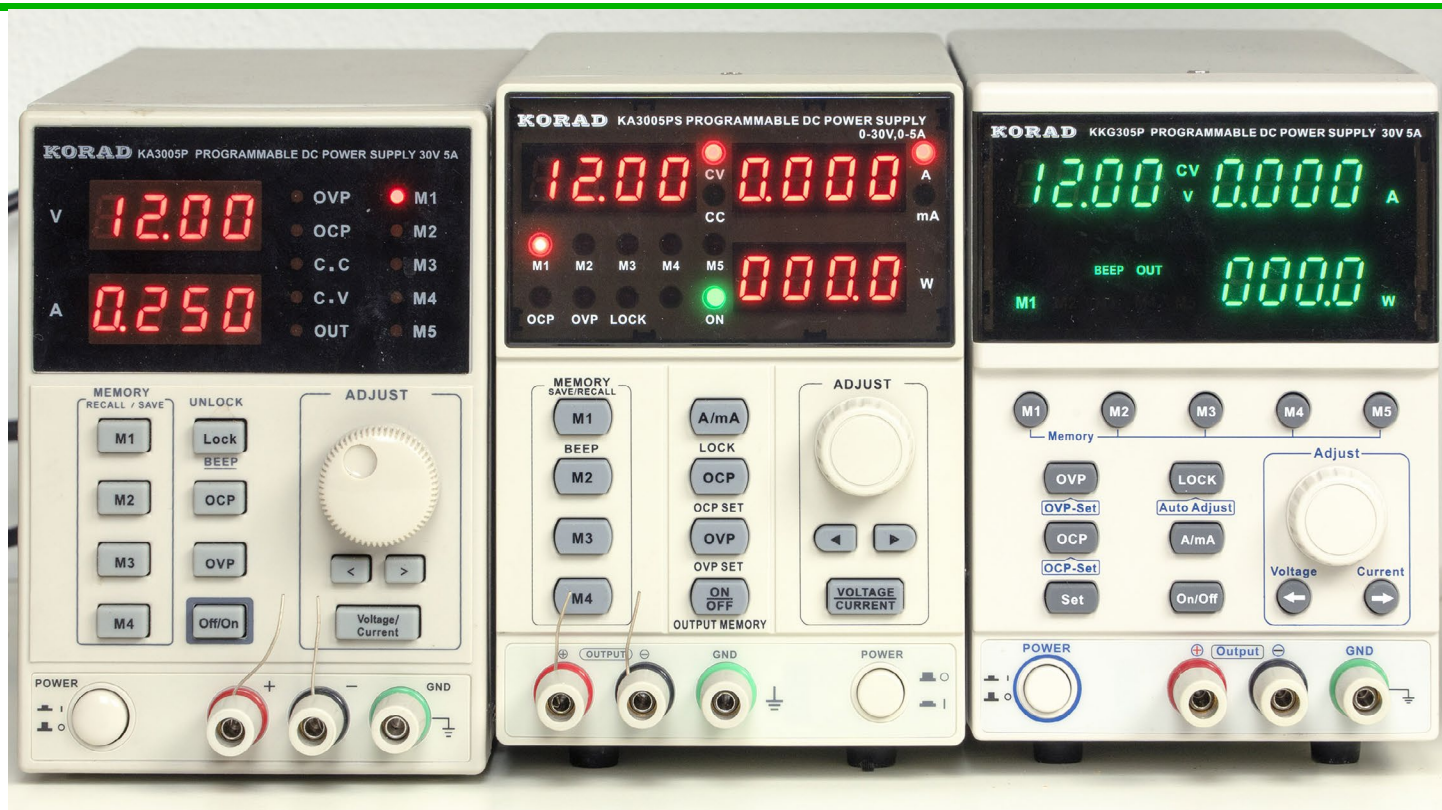


Rysunek 2

zmiennej adres dowolnego elementu z programu. Pozostaje jeszcze jego część *bez rzutowania*. W sytuacjach, gdy zachodzi konflikt reprezentacji, można wymusić odmienne traktowanie wartości. Należy przed wyrażeniem dodać ujęty w nawiasy identyfikator typu, na jaki ma „to być przetłumaczone”. Poprawny zapis (taki, gdzie kompilator nie zgłosił żadnych uwag) przedstawia **rysunek 3**.

Takim zapisem programista informuje kompilator, że jest świadomy konfliktu typów, ale tak ma być. Próba uruchomienia w symulatorze tego programu daje identyczny wynik.

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



Fundamenty elektroniki – realne źródła prądowe

We wcześniejszych artykułach tego cyklu omówiłem dwa podstawowe wzory, dwa prawa Kirchhoffa oraz bardzo ważną kwestię źródeł napięciowych i źródeł prądowych. W tym artykule kontynuujemy ten bardzo ważny, a zdecydowanie zbyt mało rozumiany temat źródeł prądowych.

Symbole źródeł napięciowych i prądowych
Zasilacze prądowe
Różne rodzaje zasilaczy do LED-ów

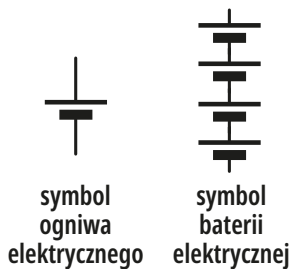
Zasilacz laboratoryjny
Niedoskonałość źródeł napięciowych i prądowych
Parametry paneli fotowoltaicznych

Na początek podkreślę, że na co dzień zwykle mamy do czynienia ze **źródłami napięciowymi** (baterie, akumulatory i przytłaczająca większość zasilaczy), natomiast rzadko mamy do czynienia ze źródłami energii o charakterze **źródła prądowego**. Dlatego mnóstwo osób ma kłopot ze zrozumieniem właściwości źródła prądowego oraz elementów i układów, które zachowują się jak źródła prądowe. A źródłami prądowymi są panele fotowoltaiczne, a także niektóre zasilacze, między innymi laboratoryjne, oraz zasilacze do diod świecących, tzw. COB LED. Właśnie dlatego dziś kwestia źródeł prądowych ma ważny aspekt praktyczny, jak na razie słabo rozumiany.

Symbole źródeł napięciowych i prądowych

Poznanie fundamentów elektryczności zwykle zaczynamy od baterii i akumulatorów. To są praktyczne przykłady **źródeł napięciowych** – utrzymują na swych zaciskach niezmiennie napięcie, a raczej zmiany poboru prądu w małym stopniu zmieniają ich napięcie wyjściowe.

I szkoła, i praktyka w większości z nas wytworzyły błędne przekonanie, że jedynymi „prawidłowymi” źródłami energii elektrycznej są źródła napięciowe: baterie, akumulatory oraz zasilacze stabilizujące napięcie. Na schematach bardzo często wykorzystujemy symbol ogniwa elektrycznego



Rysunek 1

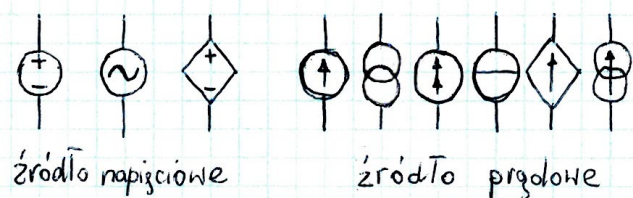
i baterii elektrycznej – **rysunek 1**. To odbicie praktyki i ilustracja budowy starych ogniw płytowych, gdzie pomiędzy dwiema płytami



Fotografia 2

z różnych metali znajdował się ciekły elektrolit. Najpopularniejsze są ogniwa 1,5-woltowe – przykłady na **fotografii 2**. Baterie to zestawy ogniw, jak pokazują przykłady na **fotografii 3**. I to jest oczywiste: **świadomie czy nie, symbol baterii utożsamiamy i z baterią, i ze źródłem napięciowym**. Z bateriami jednorazowymi, ale też z akumulatorami.

Jednak dziś coraz częściej mamy do czynienia ze źródłami prądowymi. Ze źródłami energii, które podczas pracy utrzymują niezmienną wartość prądu, a nie napięcia. Studenci do (teoretycznej) analizy obwodów wykorzystują modele i różne symbole graficzne źródła napięciowego i prądowego – przykłady na **rysunku 4**. Nie są to symbole znormalizowane,



Rysunek 4

wane, powszechnie uznane, dlatego w literaturze spotyka się różne ich odmiany. I podkreślam – te symbole graficzne wykorzystywane są głównie do teoretycznych analiz realizowanych przez studentów. Gorzej z praktyką. Dla źródła napięciowego mamy znany każdemu symbol baterii (ogniwa), według rysunku 1, ale nie ma powszechnie znanego symbolu rzeczywistego źródła prądowego, na przykład dobrego symbolu dla panelu fotowoltaicznego, który jest przecież źródłem prądowym. Stosunkowo często wykorzystywany jest symbol źródła prądowego pokazany na **rysunku 5**. I ja właśnie ten symbol graficzny umieszczam i będę zamieszczał na rysunkach dotyczących realnych elementów czy układów,



Fotografia 3

nie jest jedynie teoretyczny, nieistniejący model wykorzystywany głównie do męczenia studentów. I trzeba wiedzieć, że w elektronice mamy do czynienia z realnymi źródłami prądowymi, i że równie ważne są zarówno źródła napięciowe, jak i źródła prądowe. Oprócz zasilaczy (źródeł) napięciowych istnieją powiem „odwrotne” zasilacze (źródła) prądowe.

Zasilacze prądowe

Zdecydowana większość zasilaczy (czyli eliminatorów baterii) ma właściwości podobne do baterii i akumulatorów, czyli są to źródła napięciowe – zasilacze napięciowe. Idealny **zasilacz napięciowy stara się utrzymać ściśle określone napięcie wyjściowe, a prąd wyznaczony jest przez właściwości obciążenia** – może zmieniać się dowolnie – od zera, teoretycznie do nieskończoności (w praktyce do wartości maksymalnej dla tego zasilacza). Brak czy odłączenie obciążenia niczym nie grozi, bo prąd wyjściowy jest wtedy równy zeru. Groźne może być zwarcie wyjścia zasilacza napięciowego (jeśli nie ma on zabezpieczenia).

Ale istnieją też (i są coraz popularniejsze) **zasilacze prądowe**, które mają właściwości „odwrotne”, podobne do paneli fotowoltaicznych. Idealny **zasilacz prądowy stara się utrzymać ściśle określoną wartość prądu, a napięcie wyjściowe wyznaczone jest przez właściwości obciążenia**. Napięcie wyjściowe nie jest ustalone i niejako dostosowuje się do obciążenia – może się dowolnie zmieniać, teoretycznie od zera do nieskończoności. Czyli właściwości są dokładnie odwrotne, niż w zasilaczach napięciowych.

W pierwszym przybliżeniu można uznać, że przy zwarcu wyjścia zasilacza prądowego jego napięcie jest równe zeru i nie jest to wcale groźne, a z zasilacza nie jest wtedy pobierana energia ($P = U \times I$). Co

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



Elektroenergetyka – przesył i dystrybucja, część 1

Dziś poruszymy temat wysokich masztów, na których zawieszone są przewody przesyłające energię elektryczną do naszych domów. Linie napowietrzne systemu przesyłowego łączą największe polskie elektrownie ze stacjami elektroenergetycznymi, zapewniając zasilanie odbiorców komunalnych i przemysłowych.

System przesyłowy i dystrybucyjny
Konstrukcja linii WN i NN
Słupy linii najwyższych napięć
Przewody robocze

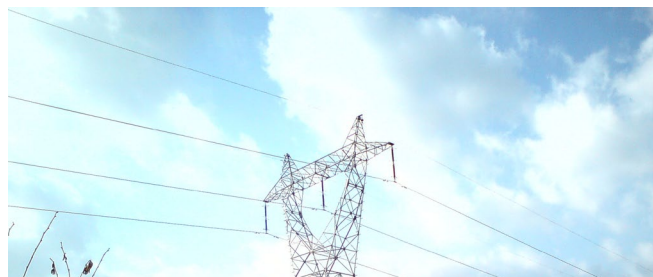
Izolacja
Ochrona odgromowa
Projektowanie linii

System przesyłowy i dystrybucyjny

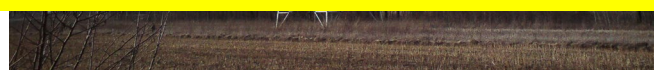
Jak już wspomniano we wstępie do cyklu, Krajowy System Elektroenergetyczny składa się z części przesyłowej (której operatorem są Polskie Sieci Elektroenergetyczne) oraz części dystrybucyjnej, za który odpowiadają poszczególne spółki dystrybucyjne: PGE, Tauron, Energa, Enea, PGE Energetyka Kolejowa (dawniej PKP Energetyka), Innogy i inne mniejsze spółki.

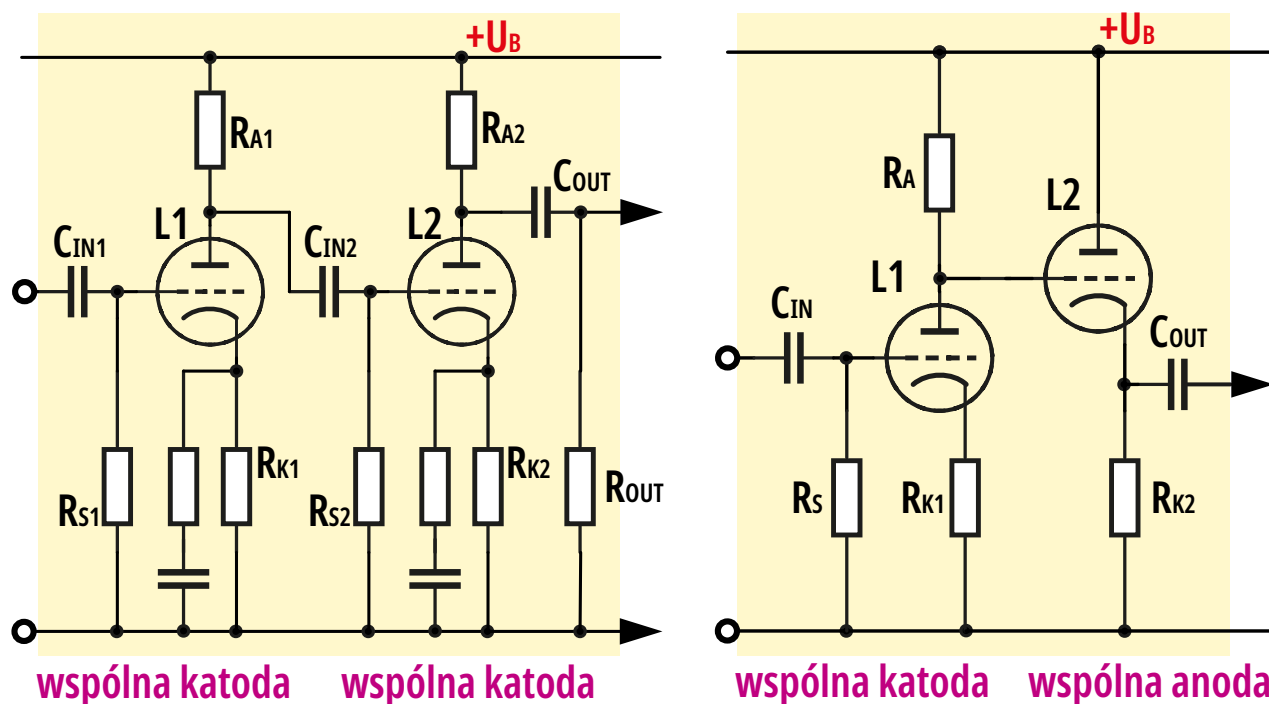
System przesyłowy to linie najwyższych napięć (NN) o napięciach 220 kV, 400 kV i 750 kV (aktualnie

30 kV) oraz większość linii wysokiego napięcia WN 110 kV. Na **fotografii 1** przedstawiono słup serii H52 linii 220 kV (Wikimedia Commons / Toczka).



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





Lampowe konfiguracje z dwiema triodami

Ten artykuł jest pierwszym z serii omawiającej konfiguracje wzmacniające, zawierające dwie lampy triody. Zawiera informacje o najprostszych tego rodzaju konfiguracjach, które w większości są prostym zestawieniem omawianych wcześniej, podstawowych układów pracy lamp, zwanych triodami.

Dlaczego dwie triody, a nie jedna?
Kompromisy i sprzężenie zwrotne
Bałagan i zamieszanie dotyczące nazw
Połączenie równoległe

Dwustopniowy wzmacniacz kaskadowy
Wspólna katoda i wspólna anoda
Wzmacniacz z wtórnikiem wejściowym
Podsumowanie i zachęta

W poprzednich artykułach tej serii omówiłem podstawowe, proste układy pracy triod: ze wspólną katodą i ze wspólną anodą, a po części też ze wspólną siatką. Są one użyteczne, były i są wykorzystywane w praktyce. Jednak triody to w sumie prymitywne elementy, mające rozmaite wady. Lampy, najpierw diody, potem triody pojawiły się ponad 100 lat temu i od samego początku podejmowano próby ich ulepszenia. Dlatego szybko powstały tetrody, ulepszone tetrody, czyli pentody, a potem jeszcze inne lampy. Jednak niezbyt dobre triody nie znikły, bo oprócz wad, mają też zalety. Niektóre ich wady można zredukować lub wręcz usunąć w konfiguracjach zawierających dwie triody. Omówimy je w tym artykule.

Dlaczego dwie triody, a nie jedna?

Warto zacząć od przypomnienia, że lampa elektronowa, a w szczególności trioda, to w sumie prymitywny element, który ma niewielkie możliwości, czy, jak można powiedzieć, „ma małe zasoby”. Niewątpliwie w przypadku lampy mamy do czynienia ze zjawiskiem „zbyt krótkiej kołdry”.

Lampa elektronowa trioda ma w sumie bardzo prostą budowę. Wzmacnia sygnały elektryczne, w tym najbardziej nas teraz interesujące sygnały audio i wręcz można się dziwić, że taki nieskomplikowany element w ogóle wzmacnia. Wzmacnia, ale ogólnie biorąc, „sumaryczne możliwości” pojedynczej triody są niewielkie.

Fotografia 1 pokazuje popularną podwójną triodę ECC83. Z wnętrza nie sposób tu zobaczyć struktury wewnętrznej pojedynczej triody, ale w sumie jej budowa jest praktycznie taka, jak pierwszych triod, gdzie wyraźnie było widać poszczególne detale. Budowę triody (z bezpośrednim żarzeniem) pokazuje stary **rysunek 2**. We współczesnych lampach zwykle katoda żarzona jest pośrednio i kształty poszczególnych składników lampy są inne, ale podstawowa zasada działania jest ta sama – bardzo prosta.

To fakt, że poszczególne odmiany triod oraz wersje od poszczególnych wytwórców w jakimś stopniu się różnią. Niemniej trioda to prosty element i jej „sumaryczne możliwości” czyli „zasoby” są skromne. Najprościej biorąc, **zastosowanie dwóch lub większej ich liczby pozwala uzyskać znacząco lepsze parametry**. Tak, ale nie jest to wszystko takie proste.

Kompromisy i sprzężenie zwrotne

Lampy elektronowe nie były pierwszymi wzmacniaczami (wcześniej wykorzystywane były **wzmacniacze węglowe**). W każdym razie, gdy rodziły się lampy, podstawowym zadaniem i problemem było wzmacnianie słabych sygnałów, głównie radiowych.

I nic dziwnego, że wtedy podstawowym parametrem były „możliwości wzmacniające”, a na inne właściwości i niedoskonałości mniej zwracano uwagę, ciesząc się, że lampa w ogóle wzmacnia. Wtedy najważniejsze było **wzmocnienie mocy** sygnału.

Dziś sytuacja jest zupełnie inna. Lampy wykorzystujemy nie z konieczności, tylko z sentymentu i paradoksalnie wykorzystujemy właśnie z uwagi na ich subtelne niedoskonałości, w szczególności na specyficzne zniekształcenia!

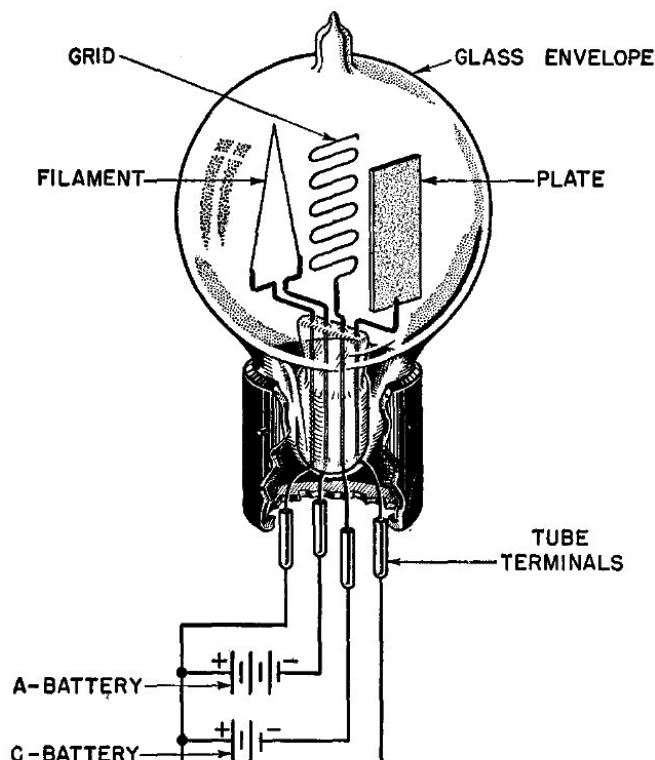
Jednak bardziej czy mniej świadomie, za najważniejsze nadal uznajemy „właściwości wzmacniające” lampy, choć dziś raczej już nie wzmocnienie **mocy**, tylko wzmocnienie **napięciowe**.

Jedna trioda zapewnia niezbyt duże wzmocnienie napięcia sygnału – co najwyżej kilkadziesiąt razy. Jednak lampa jest mocno niedoskonała i czym większe wzmocnienie, tym gorsze są inne parametry – kiedyś mało istotne, dziś kluczowe: większe zniekształcenia i kłopot z szerokością i równomiernością pasma przenoszenia. A jeżeli budujemy wzmacniacz audio, to najogólniej biorąc, powinien mieć on duże wzmocnienie, dobrą liniowość, czyli małe zniekształcenia oraz szerokie pasmo przenoszenia. Niestety, pojedyncza lampa elektronowa ma zdecydowanie „zbyt małe zasoby”, żeby to wszystko zapewnić.

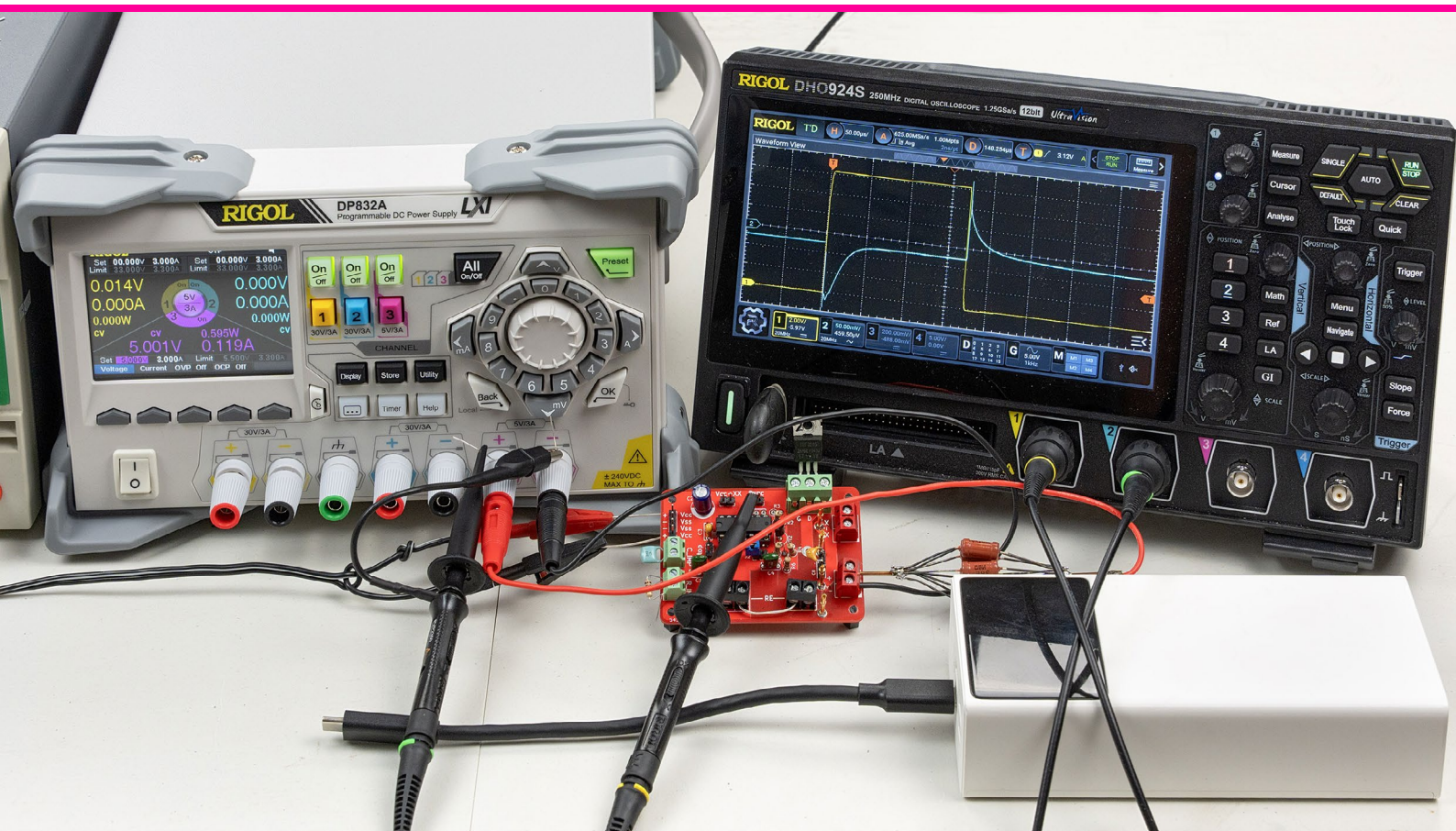
Najprościej biorąc, „podstawowym zasobem” lampy elektronowej jest możliwość wzmacniania sygnałów, czyli ogólnie mówiąc – wzmocnienie. Dlatego ogromnie ważny jest inny fakt: potrafimy tak dobrać właściwości układu lampowego, żeby optymalizować niektóre parametry wzmacniacza. Niektóre, ale nie wszystkie i, co ważne, najczęściej



Fotografia 1



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



Naprawdę dobre zasilacze dla profesjonalistów i amatorów

W czasopiśmie ZE sukcesywnie przedstawiam obszerne informacje i wskazówki dotyczące wyboru sprzętu do pracowni czy też do warsztatu elektronika. Były artykuły i filmy dotyczące multimetrów. Były artykuły i filmy na temat oscyloskopów. Pora na zasilacze uniwersalne, nazywane laboratoryjnymi.

Czy potrzebny jest Ci zasilacz LABORATORYJNY?

Czy kupić „laboratoryjny” zasilacz impulsowy?

Zasilacze regulowane RD (Riden)

Zasilacze QC oraz USB PD PPS

A może samodzielnie zrobić sobie zasilacz?

Czy kupić stary używany zasilacz laboratoryjny?

Gdzie kupić dobry zasilacz?

Jaki zasilacz kupić? Oczywiście najlepiej dużej mocy (napięcie, prąd, moc), z dodatkowymi „funkcjami cyfrowymi”. I oczywiście tani, najlepiej okazjnie tani...

Mnóstwo osób kupuje tanie i śmiesznie tanie zasilacze dużej mocy i szybko odkrywa liczne i poważne wady takich wyrobów. Więc co kupić?

Przede wszystkim trzeba pamiętać, że każda konstrukcja jest wynikiem kompromisów i że dotyczy to nie tylko zasilaczy. Z jednej strony chcielibyśmy kupować przyrządy jak najtańsze, ale z drugiej przyrządy o wysokich parametrach, dopracowane.

Niestety, **trzeba wybrać: albo bardzo tanie, albo bardzo dobre!** Naprawdę **nie da się wyprodukować bardzo tanio bardzo dobrego przyrządu**. Opracowanie czegoś dobrego, gruntowne przetestowanie i produkcja – są kosztowne. Także w Chinach, gdzie dziś powstaje ogromna większość dostępnych na rynku zasilaczy. Potoczne określenie, że płacimy za markę, na pewno jest prawdziwe w przypadku domowego sprzętu powszechnego użytku, produkowanego masowo, gdzie znaczącą częścią ceny są wysokie koszty kampanii reklamowych.

Takie wyobrażenie jest jednak mniej trafne w przypadku zasilaczy i innych przyrządów pomiarowych, które nie są produkcją masową. Ale i tu cena detaliczna to nie tylko koszt elementów plus koszt montażu i dystrybucji. W cenie muszą zmieścić się nakłady na opracowanie prototypów, oprogramowania oraz liczne testy. Płacimy też za doświadczenie zespołu konstruktorów – we wiodących firmach są to duże grupy dobrze opłacanych fachowców. Nie tylko konstruktorów elektroników, ale i specjalistów z innych dziedzin. Choćby od ergonomii, czyli najprościej od wygody obsługi. W chińskich firmach bywa z tym bardzo różnie.

W każdym razie, jeśli takie przyrządy, w tym zasilacze, mają być bardzo tanie, to trzeba bezlitośnie „ciąć wszelkie koszty”. Niska cena musi się wiązać z licznymi oszczędnościami i niedoróbkami, czy to sprzętowymi, czy programowymi. Nieprzypadkowo powstało powiedzenie, że „diabeł tkwi w szczegółach”. Tani sprzęt niejako „z definicji” musi mieć właściwości gorsze, niż starannie zaprojektowany, zbudowany i gruntownie sprawdzony sprzęt wysokiej klasy.

W ostatnich latach i tak bardzo zmniejszyła się przepaść między cenami wyrobów najlepszych producentów, a nowych chińskich firm. Jednak profesjonaliści wiedzą, że ta przepaść nadal istnieje i że tanie wyroby pod różnymi względami nie są dopracowane. Cieszymy się, że budżetowe chińskie produkty mają coraz lepsze właściwości, ale powinniśmy mieć świadomość, że **niska cena zawsze jest wynikiem jakichś kompromisów i niedoróbek**.

Tymczasem mnóstwo osób chce „oszukać przeciwnika”, kupując najtańszy, często śmiesznie tani sprzęt nieznanymi lub niemarkowymi producentów.

Chcą kupić tanio, ale jednocześnie oczekują, że wszystkie szczegóły będą dopracowane i parametry będą takie, jak w kosztownym sprzęcie wysokiej klasy. Potem odkrywają wady i niedoróbki takiego taniego sprzętu i szeroko rozpisują się o tym na forach internetowych.

Owszem, tani sprzęt na pewno ma wady (które warto znać) i to jest nieuniknione. Zamiast „bia-dolić” i złościć się, raczej należy wziąć pod uwagę stosunek właściwości do ceny i ogólnie biorąc, nie kupować wyrobów najtańszych.

zasilacz liniowy
30 V, 5 A
4,5 kg



Fotografia 1

Ogólnie biorąc – czym wyższa cena, tym lepsze parametry i większe możliwości, czego niestety nie widać przy szybkiej, powierzchownej analizie.

Czy potrzebny jest Ci zasilacz LABORATORYJNY?

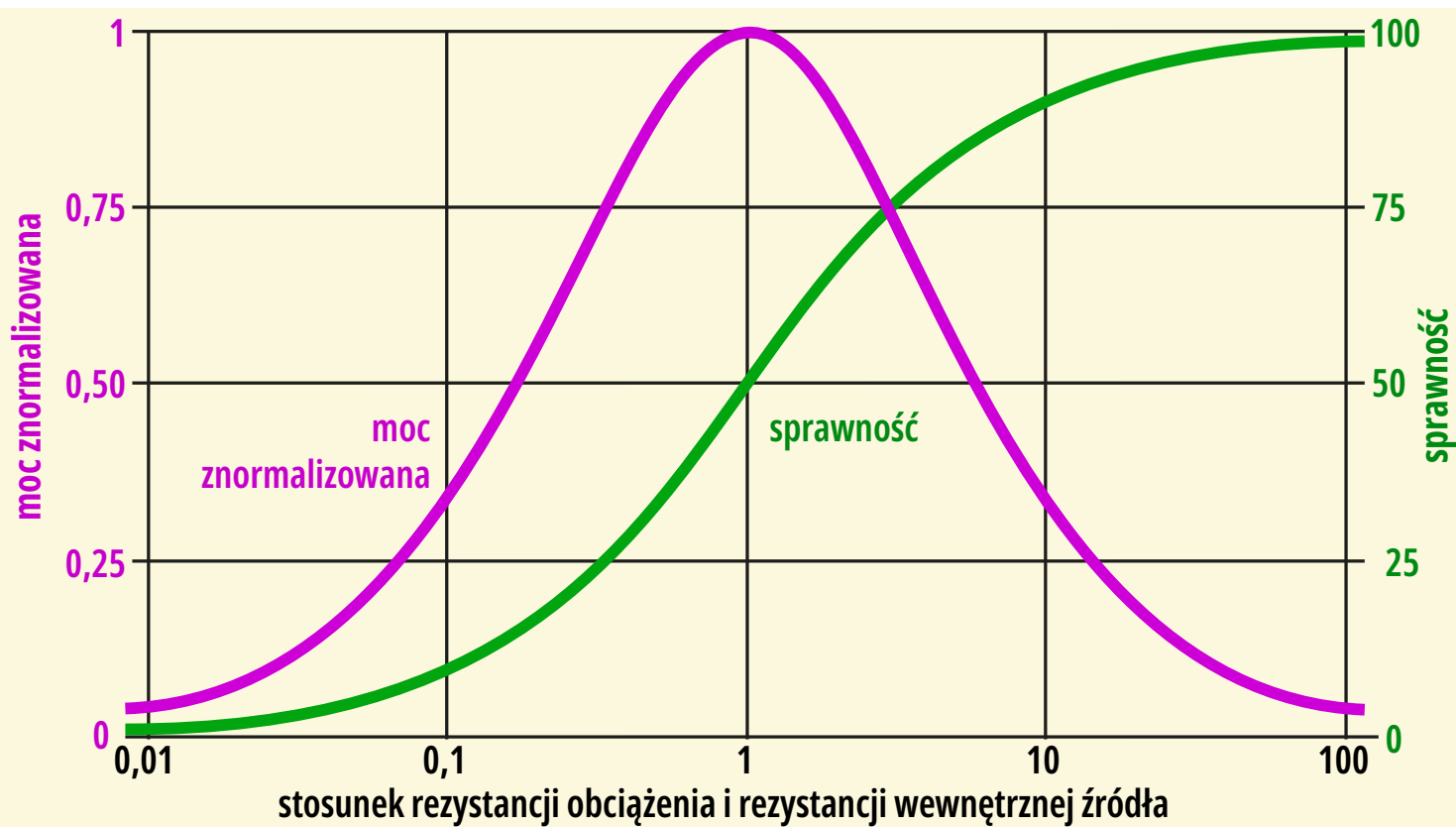
Niekoniecznie! Trzeba zacząć od tego, co to znaczy „zasilacz laboratoryjny”?

Osoby nieorientowane „laboratoryjnymi” niesłusznie nazywają jakiegokolwiek zasilacze, które mają:

- regulację napięcia wyjściowego,
- regulowany ogranicznik prądu,
- cyfrowe wskaźniki napięcia i prądu.

Wszystkie te cechy są bardzo ważne! Ale ich obecność nie powoduje, że zasilacz staje się „laboratoryjny”. Oczywiście dobry zasilacz do pracowni elektronika powinien pozwolić na precyzyjne ustawienie napięcia wyjściowego (U_0) w zakresie od zera do napięcia maksymalnego, które w większości zasilaczy wynosi 30 V. Bardzo ważna w praktyce okazuje się funkcja regulowanego ogranicznika prądu. W zasilaczu powinna być możliwość precyzyjnego ustawiania prądu dopuszczalnego (I_{0max}) w zakre-

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



Dopasowanie energetyczne: błogostawieństwo, przekleństwo?

Artykuł przedstawia ważną kwestię dopasowania energetycznego. Omawia nieporozumienia związane ze „szkolnym” teoretycznym podejściem do tematu. Pokazuje, że dopasowanie energetyczne zwykle wcale nie jest optymalnym rozwiązaniem. Wyjaśnia, dlaczego i gdzie wykorzystywane jest w technice radiowej.

Jeszcze o dopasowaniu falowym

Dopasowanie energetyczne, dopasowanie mocy

Błogostawieństwo czy przekleństwo dopasowania?

Dopasowanie mocy w zasilaczach

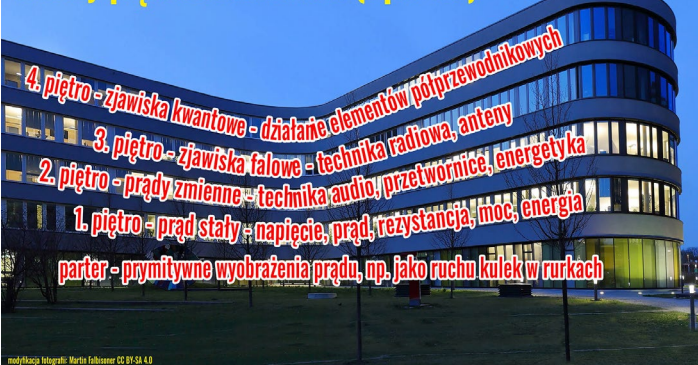
Dopasowanie mocy we wzmacniaczach audio

Czy istnieje „dopasowanie napięciowe”?

Dopasowanie mocy w energetyce?

Wcześniej w artykule Podstawowe zjawiska falowe omówiłem fundamenty zagadnienia, potem w kilku kolejnych artykułach pokazałem jak można uniknąć odbić oraz dość szeroko wyjaśniłem, czym jest dopasowanie falowe w układach cyfrowych, a przede wszystkim w układach radiowych. Wszystkie informacje dotyczyły tylko dopasowania falowego. Teraz w ramach Radiowej Oślej Łączki trzeba omówić jeszcze dwa inne rodzaje dopasowania: energetyczne oraz szumowe. W poniższym artykule omówię kilka ważnych kwestii związanych z dopasowaniem energetycznym. Wyjaśnię nieporozumienia związane z teoretycznym, szkolnym podejściem do tego zagadnienia.

Cztery piętra elektroniki (i parter)



Jeszcze o dopasowaniu falowym

Zanim omówię dopasowanie energetyczne, niezbędne jest krótkie przypomnienie dotyczące dopasowania falowego. Wiemy już, że energia elektromagnetyczna zawsze przekazywana jest w sposób falowy i że odbicia sygnału elektrycznego występują we wszelkich miejscach nieciągłości, gdzie zmienia się wartość rezystancji falowej (rozumianej jako stosunek natężeń pola elektrycznego i magnetycznego).

Tak, ale zwykle tego nie widzimy. Najprościej biorąc, zjawiska falowe dają o sobie znać przy wysokich częstotliwościach i w bardzo szybkich systemach cyfrowych. Prosta reguła mówi, że zjawiska falowe można pominąć, gdy sygnały przesyłane są na odległość mniejszą, niż 1/10 długości fali tych sygnałów. Przykładowo długość fali elektromagnetycznej o częstotliwości 50 herców wynosi 6000 kilometrów, więc w „energetyce domowej” zjawiskami falowymi – odbiciami – w ogóle nie zwracamy sobie głowy.

Jak pisałem wcześniej **dopasowanie falowe jest niezbędne, gdy sygnały elektryczne przesyłamy na „większe” odległości**, a określenie „większe” zależy od częstotliwości sygnałów. Natomiast **gdy sygnały przesyłane są na „małe” odległości, dopasowanie falowe NIE jest potrzebne!**

A czy potrzebne jest dopasowanie energetyczne?

Dopasowanie energetyczne, dopasowanie mocy

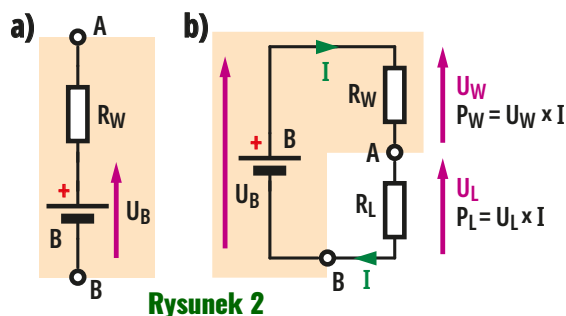
W szkole jesteśmy uczeni, że **dopasowanie energetyczne polega na tym, że z danego źródła energii można uzyskać maksymalną moc**. Dlatego mówi się o dopasowaniu mocy. **Rysunek 1** pokazuje fragment wpisu w Wikipedii. Sprawa jest jasna tylko w przypadku prądu stałego, a na rysunku 1 mamy zasygnalizowane dwa inne, dużo trudniejsze przypadki. Gdy chodzi o przebiegi zmienne, sytuacja mocno się komplikuje, bo w grę wchodzi przesunięcie fazy, impedancje oraz moc czynna i bierna. Ale to odrębne, szerokie tematy, zasygnalizowane, a nie wyjaśnione na

rysunku 1, gdzie tylko wspomniane są liczby zespolone i tak zwana „wartość sprzężona”. Problem też w tym, że do dopasowania energetycznego inaczej podchodzimy w energetyce (moc pozorna, bierna), a inaczej w radiotechnice, gdzie opisujemy to w odmienny sposób, za pomocą innych parametrów.

Niemniej podstawy są proste. Otóż najczęściej mamy do czynienia ze źródłami energii o określonej rezystancji wewnętrznej. Popularny przykład to ogniwo elektryczne, np. bateria jednorazowa, którą traktujemy jako połączenie idealnego źródła napięciowego i wewnętrznej rezystancji R_W , według **rysunku 2a**. Po obciążeniu rezystancją R_L otrzymujemy dzielnik napięcia, według **rysunku 2b**. Nas interesuje moc P_L , wydzielona w tym zewnętrznym obciążeniu R_L ; moc, która będzie zależeć od obu rezystancji.

Rozważmy skrajne przypadki. Jeżeli rezystancja R_L będzie **wielokrotnie większa** od rezystancji wewnętrznej R_W , to napięcie na obciążeniu (U_L) będzie praktycznie równe napięciu źródła napięciowego (U_B) – napięcie będzie zmieniać się niewiele ze wzrostem prądu. A prąd będzie wyznaczony praktycznie tylko przez dużą wartość rezystancji R_L i będzie to jakiś mały prąd.

Jeżeli natomiast rezystancja obciążenia R_L byłaby **wielokrotnie mniejsza** od rezystancji wewnętrznej R_W , to prąd będzie duży, a jego wartość będzie wyznaczona głównie przez R_W . Napięcie na obciążeniu (U_L) będzie bardzo małe, wielokrotnie mniejsze od napięcia U_B .



Rysunek 2

https://pl.wikipedia.org/wiki/Dopasowanie_energetyczne

Dopasowanie energetyczne

22 języki

Dopasowanie energetyczne obciążenia do źródła jest to zapewnienie warunków pozwalających na przekazanie maksymalnej **mocy** ze źródła do obciążenia.

W **obwodach prądu stałego** warunek ten to równość **rezystancji** obciążenia z rezystancją wewnętrzną źródła:

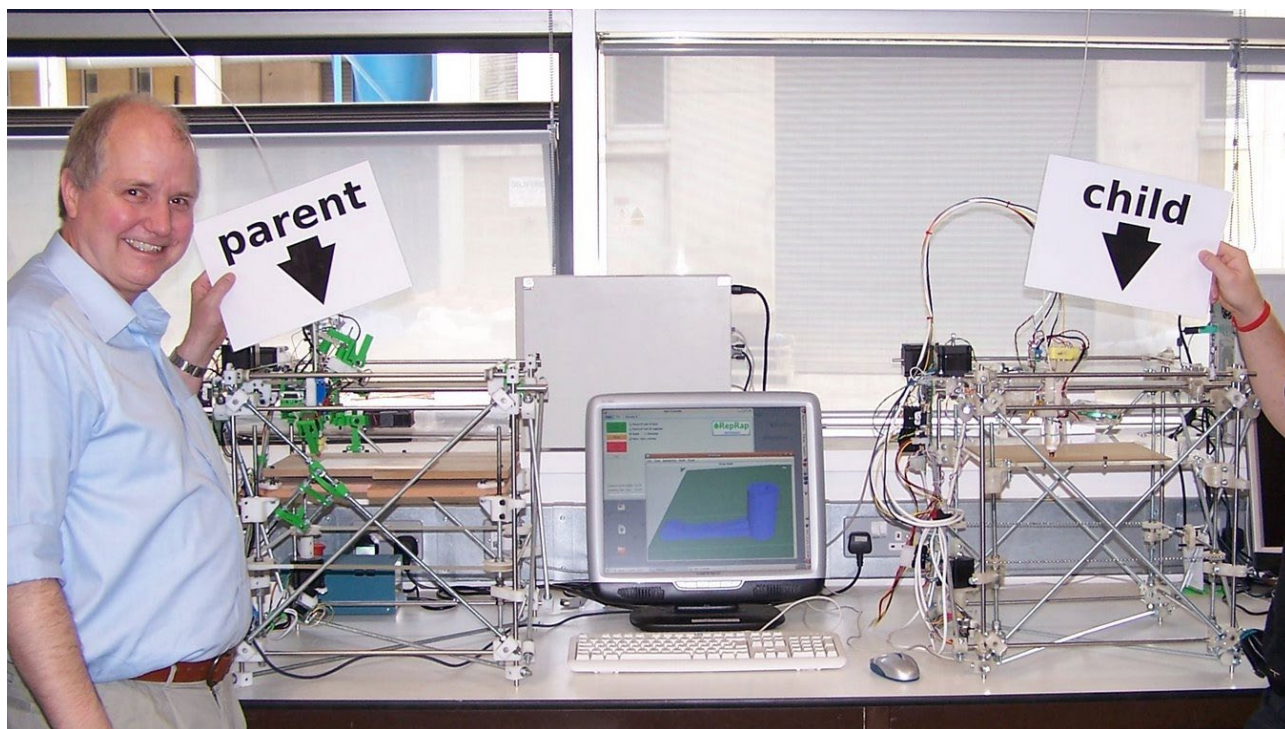
$$R_{ob} = R_{zr}.$$

W obwodach **prądu harmonicznego**, warunkiem dopasowania energetycznego jest równość **impedancji** obciążenia i **sprzężonej wartości** impedancji wewnętrznej źródła:

$$Z_{ob} = Z_{zr}^*.$$

Przy czym w obwodach prądu przemiennego wyróżnia się dopasowanie energetyczne ze względu na:

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



Druk 3D od środka – trochę teorii

Temat druku 3D poznaliśmy już trochę od strony praktycznej, więc należałoby porozmawiać o teorii, technologiach i materiałach. Dowiemy się teraz co to jest slicer, jak właściwie działa drukarka, poznamy materiały (filamenty), różnice między nimi oraz spotkamy się z drukiem 3D z... papieru.

Technologie druku 3D
To jak to działa – software?

To jak to działa – hardware?
Materiały podstawowe

Na zdjęciu tytułowym widzimy „ojca” projektu RepRap, który w zasadzie zapoczątkował rewolucję druku 3D po wygaśnięciu pierwszych patentów. Jest nim **dr Adrian Bowyer** – matematyk z brytyjskiego Uniwersytetu w Bath, który opracował i udostępnił pierwszą drukarkę 3D dostępną na zasadach Open Source. Jego celem było w zasadzie zbudowanie urządzenia, które może się samo replikować, czyli być w stanie wyprodukować swoją kopię (stąd nazwa projektu RepRap) a drukarka 3D miała być tylko początkowym etapem jego pracy. Jednak wyszło mu to na tyle dobrze, że bardzo szybko po opublikowaniu dokumentacji, nastąpiła eksplozja drukarek tego typu na całym świecie. Na tym

zdjęciu, z 28 maja 2008 roku, widzimy dr. Bowyera wraz z pierwszą zbudowaną przez niego drukarką (parent) oraz wydrukowaną przez nią kopią (child) – oczywiście nie była to pełna kopia, trzeba było dodać trochę metalowych prętów, innych niedrukowalnych elementów oraz elektronikę sterującą (opartą na znanych chipach ATmega), ale cała reszta była wydrukowana przez pierwszą drukarkę. Ta idea oraz otwierające się możliwości były tak pociągające, że nagle ludzie na całym świecie zaczęli budować drukarki i ulepszać ten projekt – notabene w ten sposób powstało wiele znanych w tej branży firm, m.in. „wielka trójka”, czyli Prusa 3D w Czechach, Ultimaker w Holandii i MakerBot w USA.

Muszę przyznać, że niedługo później sam „wsiąknąłem” w projekt RepRap a pierwszą drukarką, którą zbudowałem była kolejna iteracja drukarki dr. Bowyer – RepRap Mendel (**fotografia 1**), którą mam do dzisiaj i to w wersji posiadającej trzy głowice!

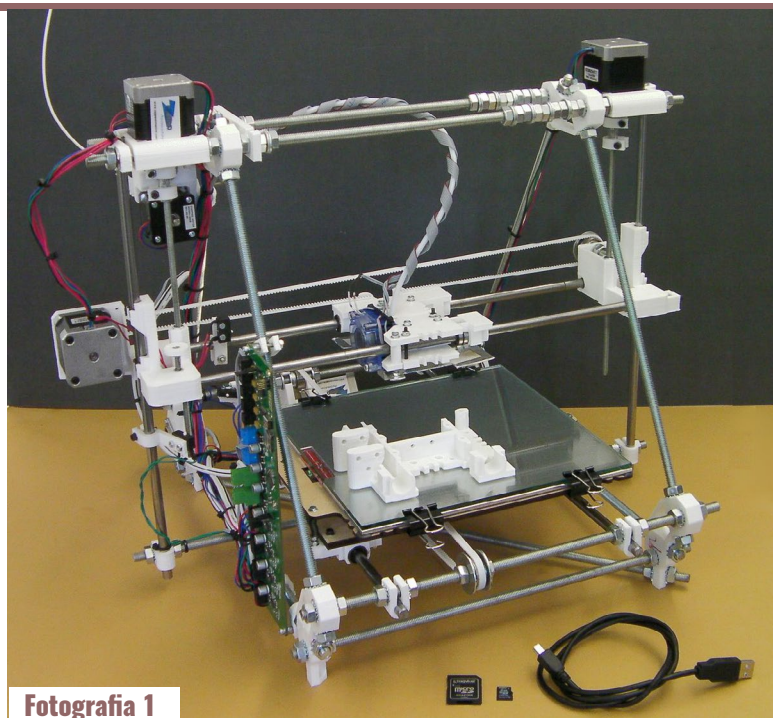
No dobrze, ciekawostka historyczna była, więc pora przejść do konkretów. Tak, wiem, że już chce się drukować, patrzeć jak to się dzieje i cieszyć się pierwszymi własnymi wydrukami. Też tak miałem. I w końcu tak będzie, ale żeby nie być tylko biernym konsumentem nowoczesnych technologii, dobrze jest wiedzieć trochę więcej na ten temat i dzięki temu mieć szersze spojrzenie na możliwości.

Technologie druku 3D

Obecnie pod ogólną nazwą **druk 3D** kryje się co najmniej kilka technologii, które, choć podobne, bo w końcu wszystkie opierają się mniej więcej na tych samych podstawach, to jednak znacząco się różnią. Każda z nich ma swoje zalety i wady oraz nadaje się do różnych zastosowań, ale dla nas najważniejsze jest to, że w domu czy warsztacie możemy wykorzystać zaledwie jedną, może dwie. W dużym skrócie, do dyspozycji mamy:

SLA (Stereolitografia) – obiekt budowany jest warstwa po warstwie z płynnej żywicy, która jest utwardzana miejscowo za pomocą światła UV. Pozwala to na uzyskanie bardzo szczegółowych i dokładnych wydruków o wysokiej jakości (gładkości) powierzchni. Niestety, ponieważ praktycznie wszystkie żywice fotoutwardzalne są wysoce szkodliwe, a w dodatku po wydruku modele należy wypłukać w alkoholu izopropylowym i ostatecznie utwardzić w świetle UV, to jej wykorzystanie w warunkach domowych jest problematyczne. Praktycznie rzecz biorąc, do pracy niezbędne jest przynajmniej osobne pomieszczenie z dobrą wentylacją oraz jednorazowe rękawiczki nitrylowe, a przydałaby się także maska filtrująca. Notabene pierwsza drukarka 3D na świecie pracowała właśnie w tej technologii. Na **fotografii 2** przedstawiona jest drukarka żywiczna Prusa SL1S wraz urządzeniem do płukania i naświetlania Prusa CW1S.

FDM (Fused Deposition Modelling) / FFF (Fused Filament Fabrication) – do pracy wykorzystuje nawinięte na szpule **filamenty** będące polimerami termoplastycznymi, które zmieniają stan skupienia ze stałego na półpłynny i z powrotem pod wpływem zmian temperatury. To właśnie w tej technologii pracują prawie wszystkie domowe drukarki 3D i głównie nią będziemy się zajmować. Mniej szcze-



Fotografia 1

wciąż zastrzeżoną przez firmę **Stratasys**, założoną przez wynalazcę tej metody i w zasadzie może być używana tylko w stosunku do drukarek 3D tej firmy, dlatego często możemy spotkać się z nazwą FFF lub nawet jeszcze kilkoma innymi. Ale wszystkie one określają praktycznie to samo.

SLS (Selective Laser Sintering) – wydruk powstaje z proszku polimerowego, który jest punktowo spiekany i sklepany za pomocą lasera. Daje duże i ciekawe możliwości oraz bardzo dobrej jakości wydruki, ale wykorzystywany w tym procesie bardzo drobny proszek (w zasadzie prawie pył) wymusza stosowanie masek ochronnych, filtrów itd. Proszek ma też to do siebie, że bardzo lubi wlażyć wszędzie... Jeśli zastosowany jest proszek metalowy to mamy odmianę tej technologii nazywaną ogólnie **SLM (Selective Laser Melting)**. Przy czym proszek metalowy jest jeszcze bardziej niebezpieczny (m.in. może tworzyć wybuchowe mieszaniny z powietrzem) i szkodliwy.



Fotografia 2

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



Naprawa monitora LCD

W obecnych czasach, fabryczny sprzęt elektroniczny może wydawać się nienaprawialny. Często jest to prawdą, jak w przypadku bardziej skomplikowanych konstrukcji. Jednak rzeczywistość okazuje się bardziej „łaskawa” i niektóre przypadki awarii dają się „pokonać”.

Demontaż

Analiza rozwiązania

Wymiana lamp podświetlenia

Sterowanie podświetleniem

Przyczyna awarii

W ramach kooperacji i szeroko rozumianego wsparcia, zaprzyjaźniona firma poprosiła mnie o naprawę monitora LCD. Nawet całkiem fajny, tylko ma jedną wadę: nie działa. Dodatkowo ma obecnie coraz bardziej unikalną cechę: format ekranu typu 4:3 (obecnie standardem jest 16:9). Gdy miałem kłopoty i potrzebowałem pomocy, to mogłem liczyć na pomoc. Ponieważ to działa w dwie strony, to czasem trzeba zrealizować prośbę o wsparcie.

I tak po włączeniu do prądu, okazało się, że monitor nie daje oznak życia. Jednak zanim zasilę stertę na wysypisku elektrośmieci (gdziekolwiek ono jest), warto poczynić próbę jego reanimacji.

Aktualny stan monitora (nie działa) może mieć kilka przyczyn. Niektóre mogą być dosyć prozaiczne, jak „spuchnięte” kondensatory elektrolityczne w zasilaczu. To bardzo częsta awaria sprzętów elek-

tronicznych. Obecnie często są stosowane zasilacze impulsowe, a te wymagają stosowania kondensatorów niskoimpedancyjnych. W takich przypadkach naprawa może okazać się trywialna, wystarczy je wymienić. Jednak aby poznać prawdziwe problemy monitora, należy go rozebrać.

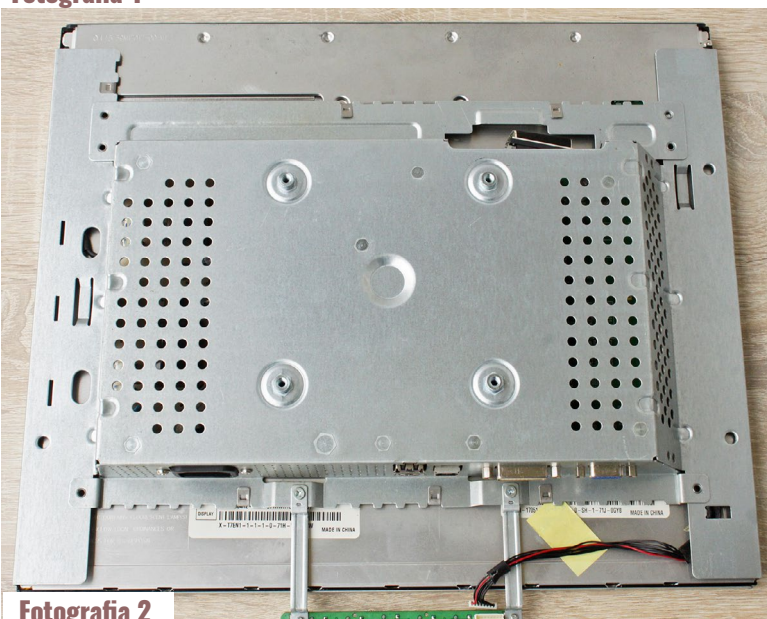
Demontaż

Idęlaem jest znalezienie w sieci dokumentacji serwisowej do danego typu monitora. To w znacznym stopniu może ułatwić dostanie się do środka (może, gdyż obecne instrukcje generalnie opisują jakieś opcje i możliwości sprzętu i mają małą wartość z punktu widzenia jego naprawy). Brak takiej dokumentacji prowadzi do jedynej ewentualności: „rozpoznanie walką”. W pierwszej kolejności należy odkręcić od monitora jego stopkę i obejrzeć.

Okazuje się, że nie ma żadnych śrubek oprócz tych przeznaczonych do zamocowania stopki (**fotografia 1**). Pozostaje jedna możliwość, że poszczególne detale obudowy są na zatrzaski. Teraz zostaje tylko „dobrze zacząć”. Odkryłem, że na dolnej krawędzi monitora, między srebrną ramką wokół ekranu a tylną pokrywą, są szczeliny idealne do włożenia płaskiego śrubokręta. Zadziałało, ramka z charakterystycznym trzaskiem puściła wokół szczeliny. Z pewną dozą ostrożności, by nie pourywać zatrzasków, za pomocą śrubokręta dało się oddzielić ramkę od reszty obudowy. Wewnątrz cała elektronika z minimalnym luzem jest wpasowana w prowadnice tylnej pokrywy (znów bez śrubek) i daje się łatwo wyjąć (**fotografia 2**). Panele LCD zwykle mają małe śrubeczki pozwalające na przymocowanie ich do większej całości. Po ich odkręceniu można oddzielić sam panel LCD od reszty, pamiętając by wcześniej odłączyć wszystkie przewody. Panel LCD ma płaski wielożyłowy kabel ze złączem typu ZIF (ang. Zero Insertion Force), które umożliwia bezpieczne i łatwe podłączenie komponentów bez używania siły. W przeciwieństwie do tradycyjnych złączy, kabel jest umieszczany w otwartym gnieździe, a następnie zatrzask lub dźwignia zaciska go, zapewniając pewne połączenie elektryczne i mechaniczne. To należy zrobić z uwagą i wyczuciem, gdyż te złącza są delikatne i łatwo je uszkodzić. Dwa pozostałe kabelki to zasilanie lamp CCFL (ang. Cold Cathode Fluorescent Lamp), mówiąc

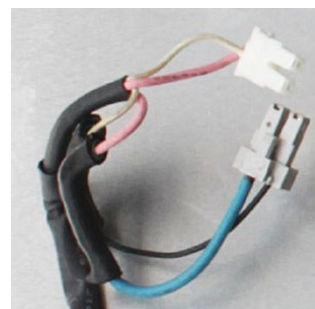
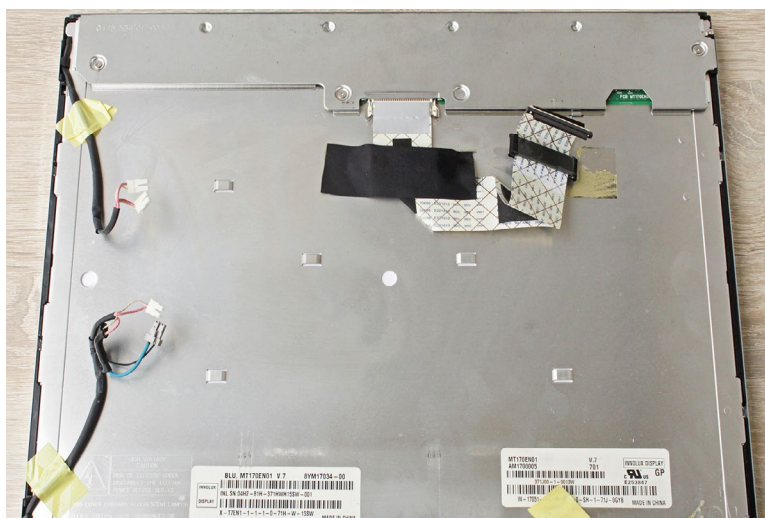


Fotografia 1

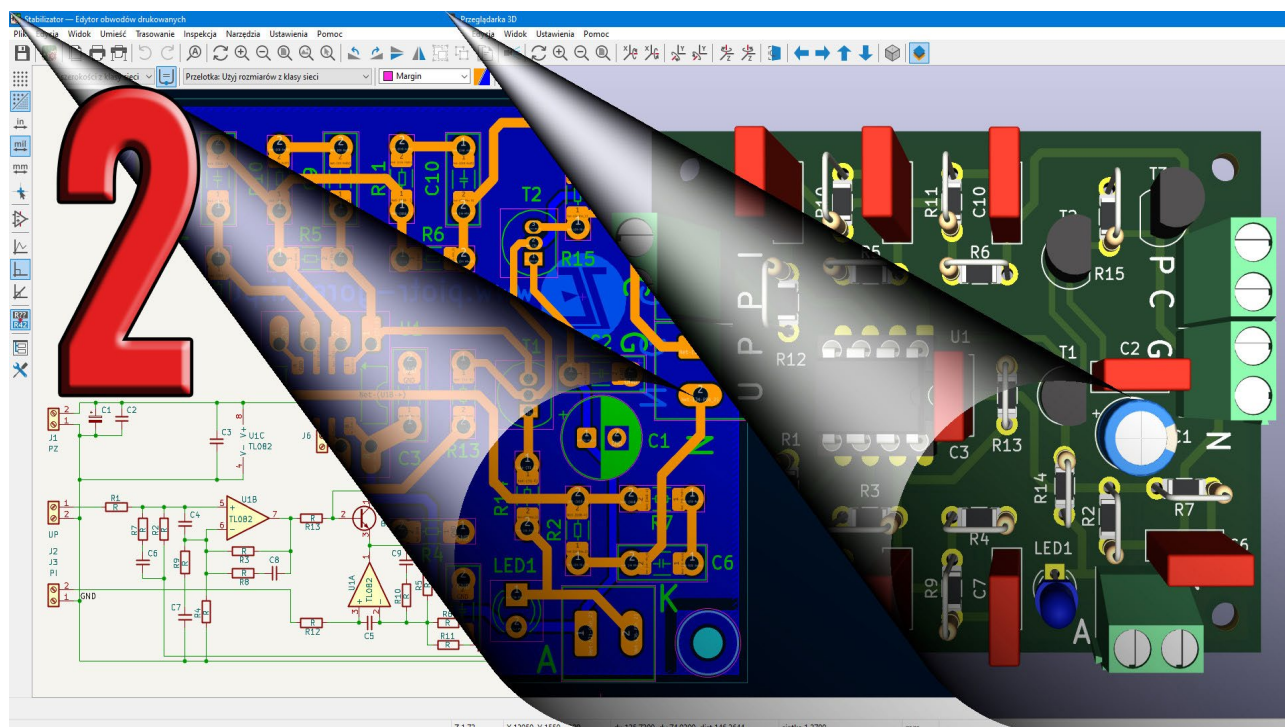


Fotografia 2

po polsku to świetlówki z zimną katodą, powszechnie stosowane do podświetlenia paneli LCD, jak pokazuje **fotografia 3**. W chassis monitora są odpowiednie otwory pozwalające na bezproblemowe wykonanie tych działań. Tu objawił się potencjalny problem monitora: kabelek ze złączem do jednej z lamp CCFL był naprawiany (**fotografia 4**). Ktoś przede mną wkładał tu swoje ręce i najprawdopodobniej go urwał. Kabelek z wtykiem od innego monitora został przylutowany a miejsce styku



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



Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad (2)

W drugim artykule cyklu zajmiemy się rysowaniem schematu z odręcznego rysunku. Opisane są tu wszystkie kroki potrzebne do stworzenia użytecznego schematu i netlisty – niezbędnych do półautomatycznego zaprojektowania płytki drukowanej. Artykuł zawiera też wskazówki dotyczące konfiguracji.

Ustawienia edytora schematu

Ustawienia projektowe schematu

Umieszczanie symboli

Etykiety klas sieci czyli np. obwody zasilania

Numeracja elementów

Rysowanie połączeń

Kontrola ERC

Wykaz BOM

Podsumowanie

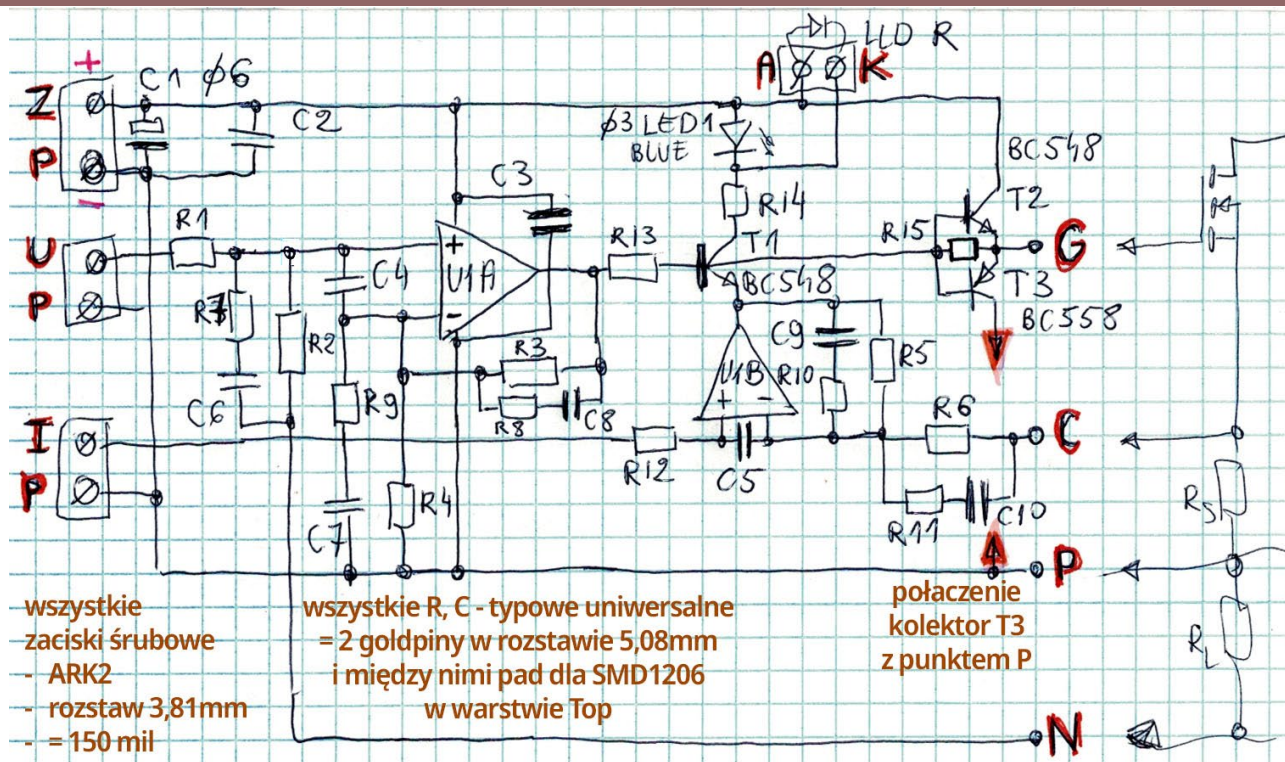
Będziemy realizować projekt według odręcznego **rysunku 1** (na następnej stronie). Zanim jednak zaczniemy rysować schemat, przedstawię niezbędne informacje dotyczące KiCada, m.in. odnoszące się do rysunków zrzutów ekranowych. Otóż program cechują duże, a wręcz ogromne okna dialogowe. Aby nadmiernie nie zwiększały objętości tego artykułu, niektóre z nich są skadrowane i pokazują tylko to, co najważniejsze.

Będziemy rysować schemat, czyli tylko rysunek, a KiCad z tego rysunku zrobi listę połączeń. Do narysowania schematu wykorzystamy tylko graficzne symbole elementów z biblioteki symboli, ale na płyt-

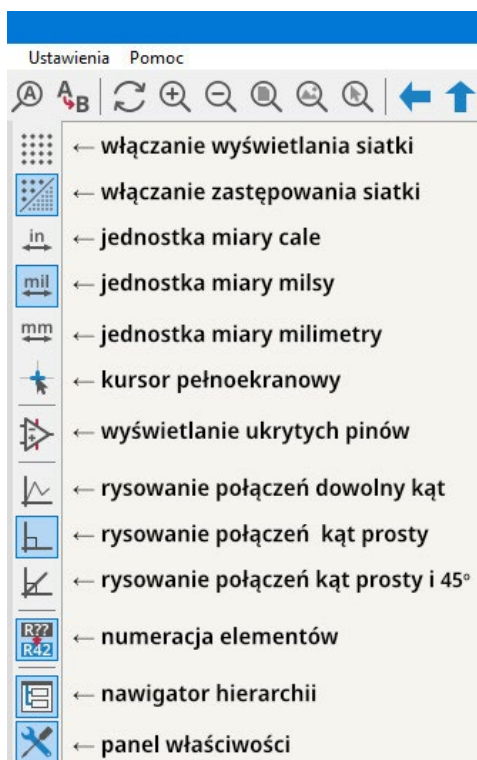
ce mają być zamontowane realne elementy. Oprócz bibliotek symboli, KiCad ma też biblioteki footprintów, czyli najprościej biblioteki „realnych elementów płytkowych”. I właśnie dla każdego elementu już na etapie rysowania schematu trzeba wybrać tak zwany footprint, czyli najprościej mówiąc to, co ma być na płytce. Rysując schemat wykorzystamy i biblioteki symboli (schematowych), i biblioteki footprintów (płytkowych).

Ustawienia edytora schematu

Na samym początku nie trzeba tu niczego zmieniać, ale warto wiedzieć o kilku istotnych szczegółach.



Rysunek 1

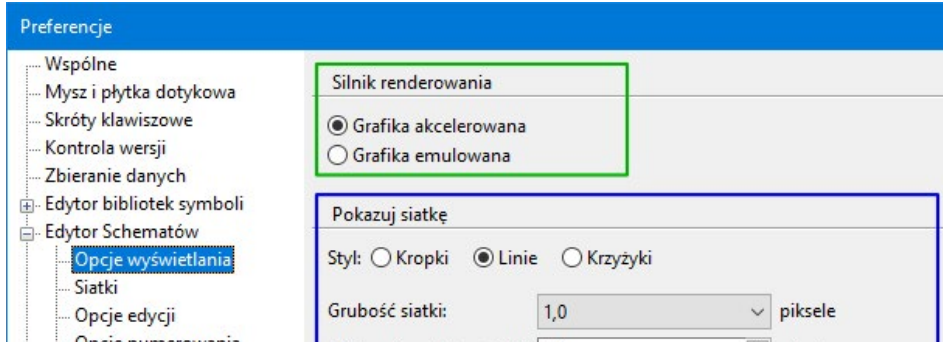


Rysunek 2

Po uruchomieniu edytora schematów po jego lewej stronie mamy widoczny panel podzielony na trzy sekcje. **Hierarchię schematów**, **Właściwości** oraz **Filtr wyboru**. Panele te możemy wyłączyć poprzez kliknięcie na dwóch naj-



Rysunek 3



paska narzędzi opisane są na **rysunku 2**. Prawy pasek narzędzi edytora schematów zawiera znacznie więcej narzędzi. Na **rysunku 3** opisałem te, z których będziemy korzystali. Przed rozpoczęciem tworzenia schematu możemy dostosować wyświetlanie siatki do własnych preferencji z menu **Ustawienia** → **Ustawienia...** lub skrótem klawiaturowym **Ctrl+**, (przecinek). W skadrowanym oknie z **rysunku 4**, w polu zaznaczonym niebieską ramką możemy wybrać styl wyświetlania siatki. Ja u siebie wybrałem linie. Powinniśmy też mieć włączone przyciąganie do siatki, co znacznie ułatwia rysowanie schematu i jego połączeń. Czerwona ramka to styl kursora myszki.

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

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 2/2026

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

**Inicjatywa Zrozumieć Elektronikę realizowana jest
dzięki wsparciu Patronów i Mecenasów poprzez
konto autorskie Patronite: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>**

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.