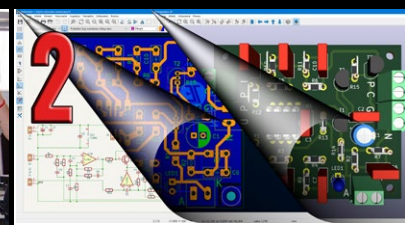
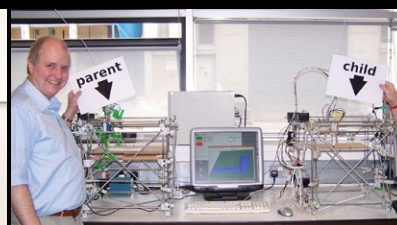
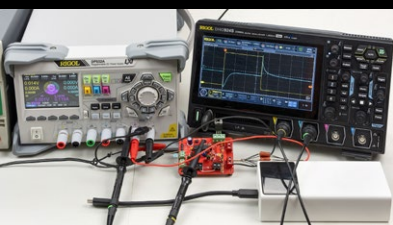




Spinners Tymona

- Superwoltomierz i superamperomierz • Ośmiobitowy monitor szyny danych • Naprawa monitora LCD
- Fundamenty elektroniki – realne źródła prądowe • Projektowanie płytek drukowanych za pomocą KiCad
 - Naprawę dobre zasilacze dla profesjonalistów i amatorów • Analizator logiczny Saleae
- Dopasowanie energetyczne: bogostawieństwo, przekleństwo? • Druk 3D od środka – trochę teorii





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 spinnera. Wcale nie znaczy to, że polutował i zmontował on całość. Wspólnie zrealizowaliśmy dwa spinnery 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 volt, gorsze 5...20 kiloomów na volt. 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**.

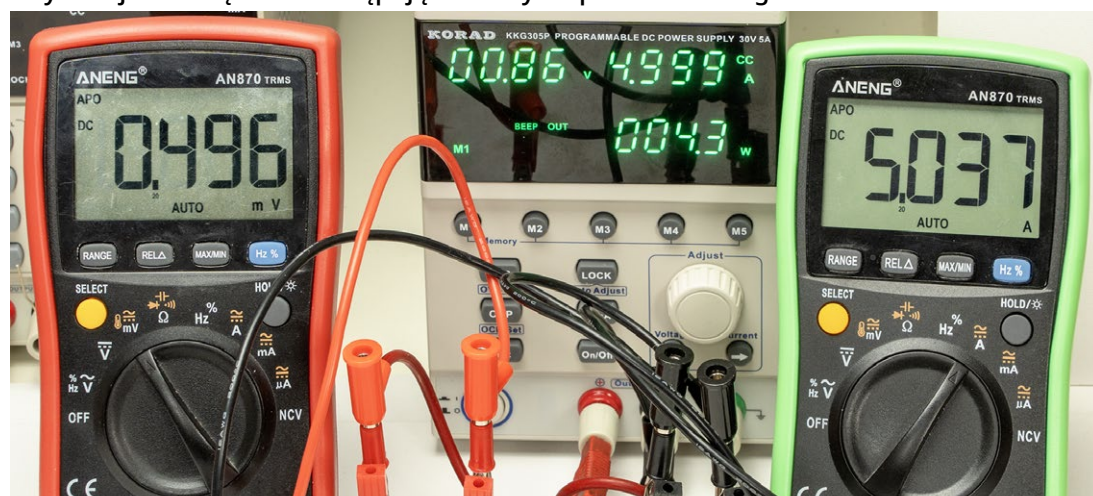
Pokazany jest tu pomiar napięcia stałego około 200 V. Multimetr z lewej strony to zwykły woltomierz (RM219 = ZT219), ma rezystancję wewnętrzną około 10 megaomów i mierzy napięcie w klasyczny sposób. W obwód dodatkowo włączyłem szeregowo niebieską diodę LED1 i zielony mikroamperomierz. Jak widać, płynie 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,



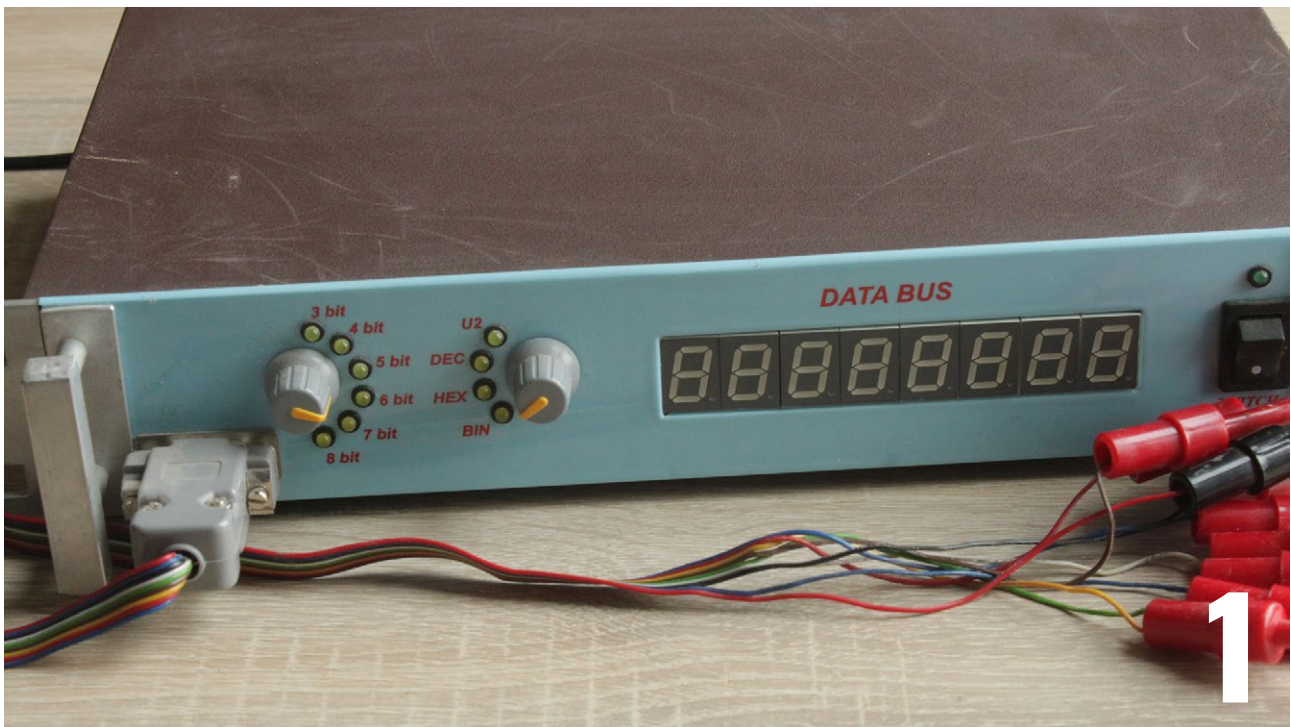
Fotografia 1

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 „**Skrajne pomiary**” – **możliwości i ograniczenia** szerzej przedstawiam niedoskonałości przyrządów, rezystorów oraz występujące wtedy nieprzekraczalne granice.



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 można go znaleźć zastosowanie w diagnostyce jakiegokolwiek urządzenia, gdzie istnieje potrzeba podglądu jednocześnie kilku stanów logicznych.

Potrzeba posiadania wskaźnika stanów

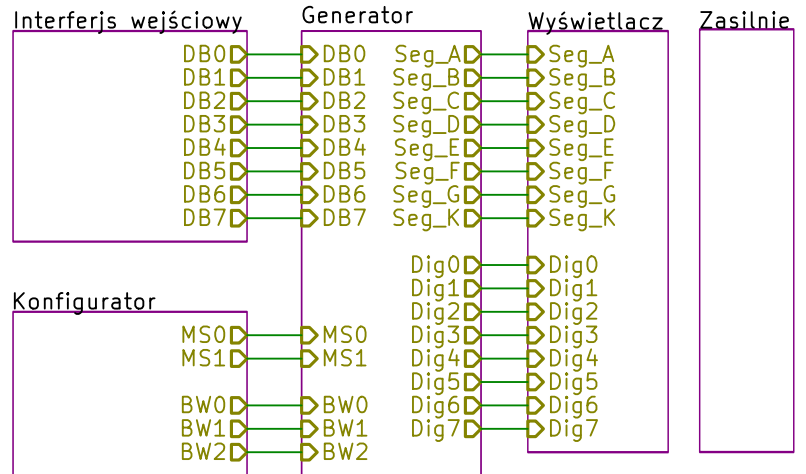
Każdy, kto uruchamiał trochę bardziej złożoną konstrukcję, bazującą na układach logicznych/cyfrowych (niekoniecznie zawierającą w sobie jakikolwiek mikrokontroler), na jakimś etapie potrzebuje

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, któ-

ry 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 liczby dziesiętnej.

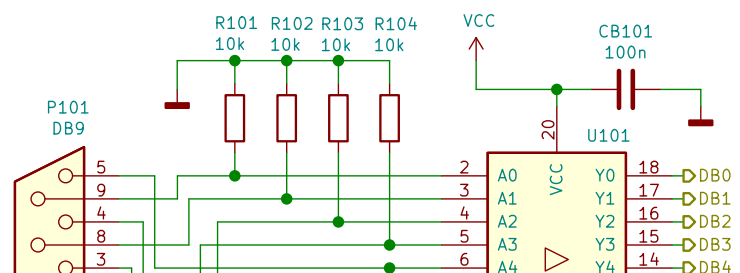


Rysunek 1

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 funkcyjnych 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.



Analizator logiczny Saleae, część 2

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

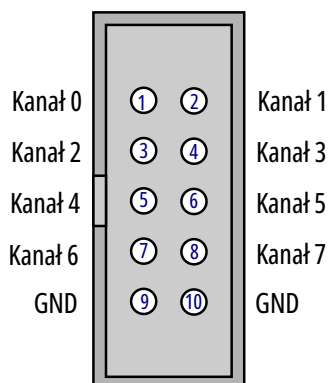
Sprzęt analizatora

Zastosowanie analizatora do diagnostyki układów cyfrowych

Podglądanie protokołów komunikacyjnych

Sprzęt analizatora

Oferta czytników 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 dysponuję 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

40 dni na zwrot

ILOŚĆ: 69 SZTUK

ZADAJ PYTANIE

Darmowa

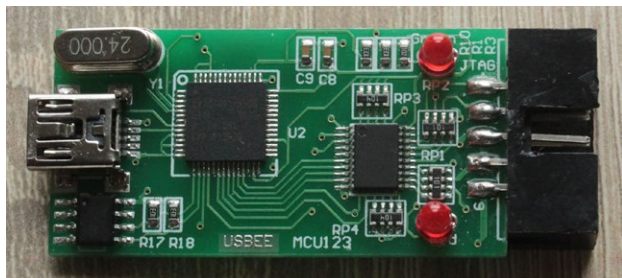
Zakupy bez

Wsparcie

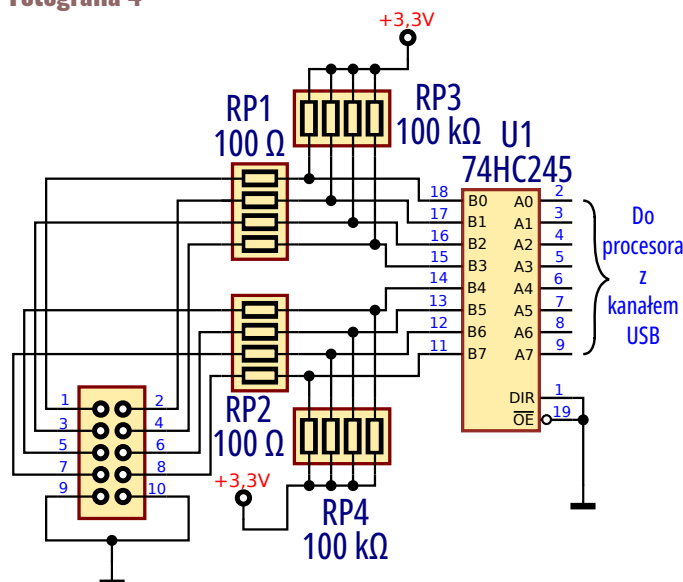
60 dni na zwrot

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



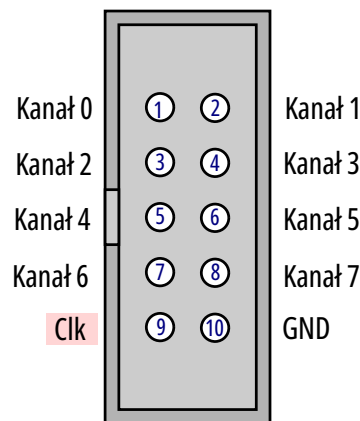
EZ-USB FX2LP USB Microcontroller High-Speed USB Peripheral Controller

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.

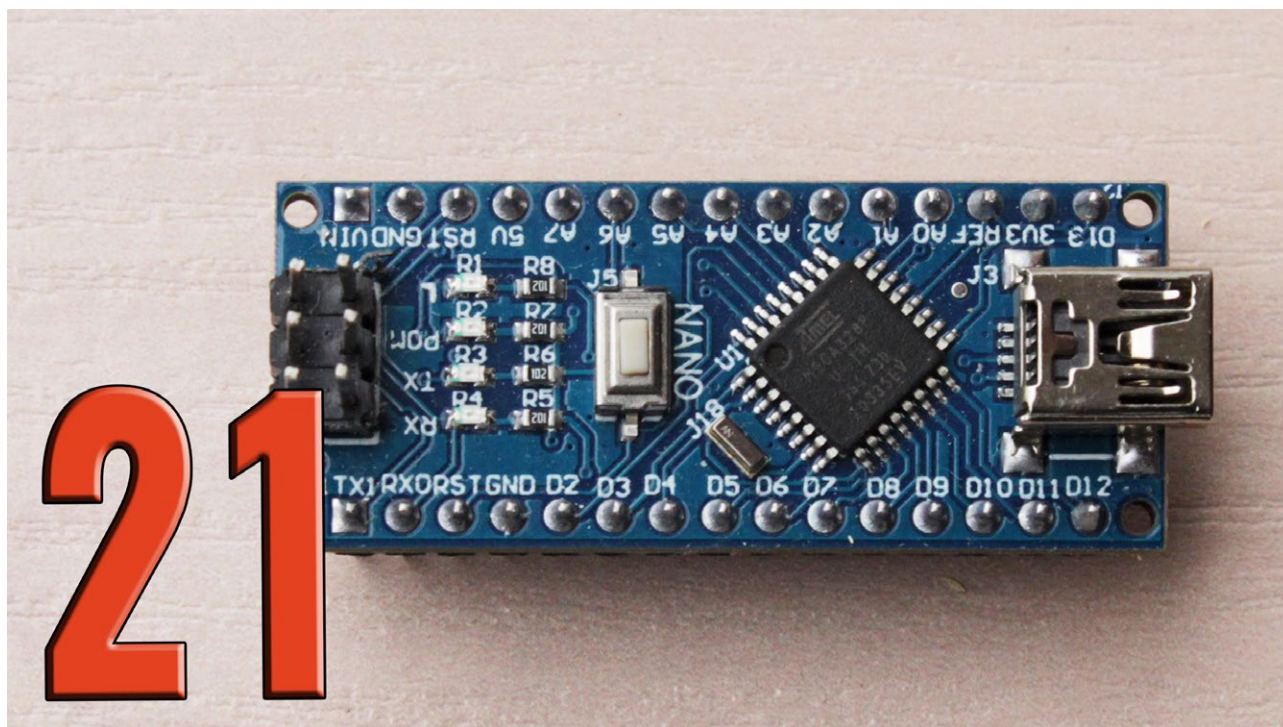


Rysunek 3

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. Po-

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 podlega 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 ] ;
```

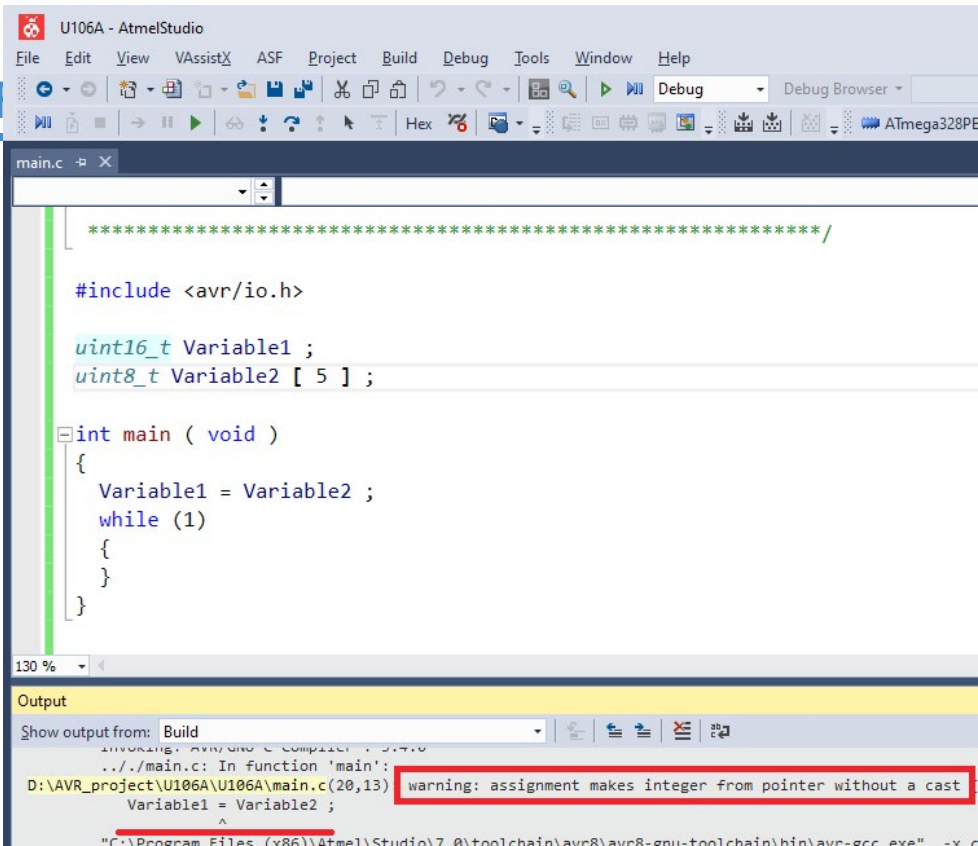


```
int main ( void )
{
    Variable1 = Variable2 ;
    while (1)
    {
    }
}
```

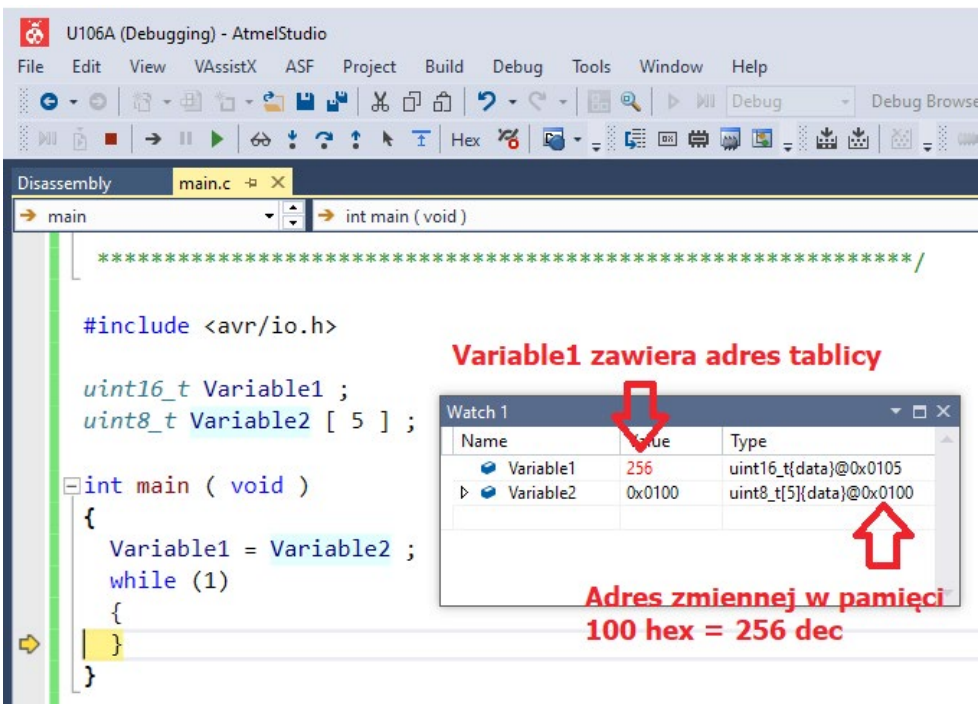
Następuje tu podstawienie do zmiennej typu 16-bitowej liczby bez znaku, tablicy pięcioelementowej. O dziwo, kompilator wygenerował kod dla takiego programu (nie dostrzegł tu błędów składniowych) a jedynie zgłosił uwagę w kategorii ostrzeżenia (ang. warning), jak widać na **rysunku 1**.

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

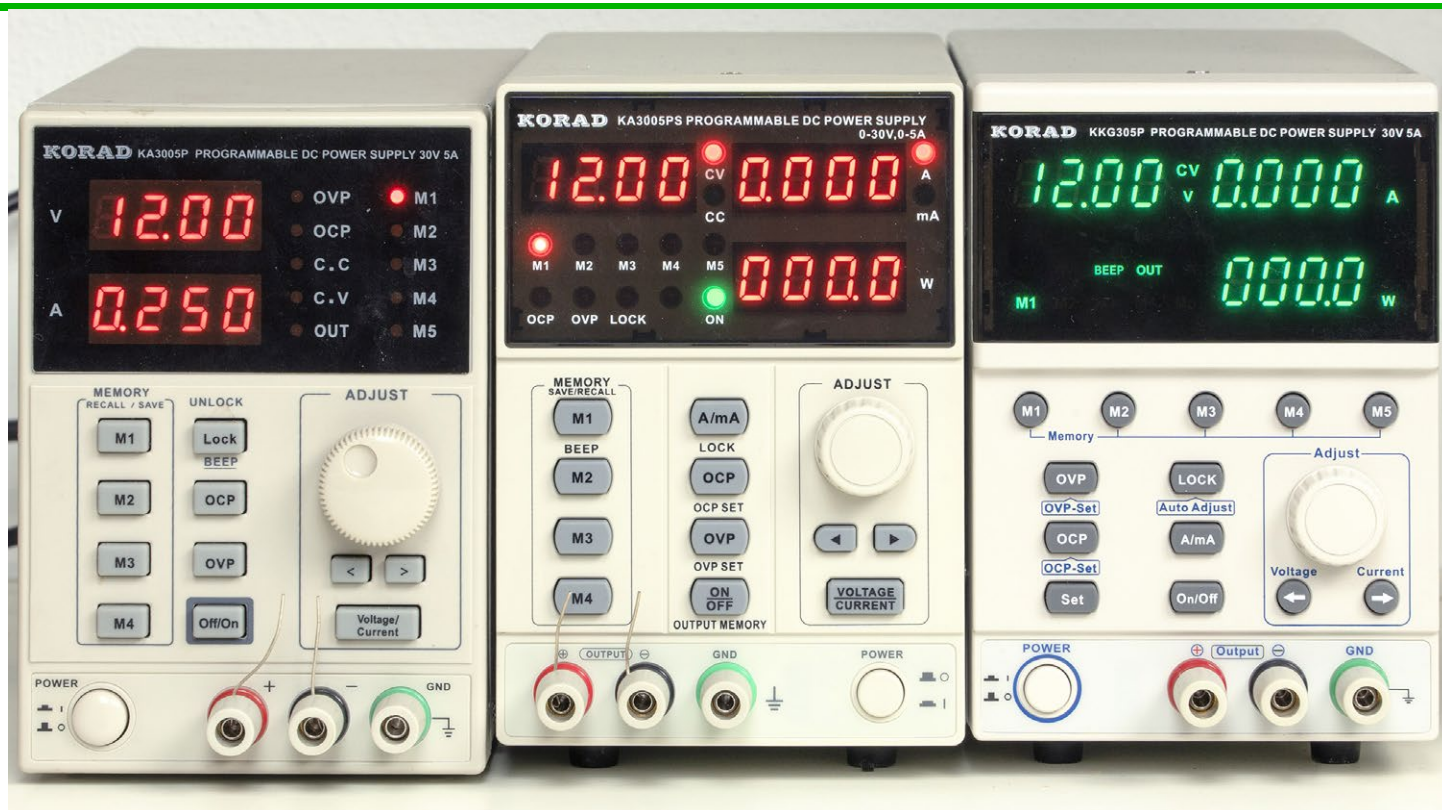


Rysunek 2

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

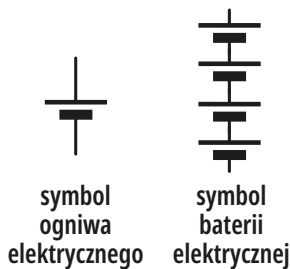
Parametry paneli fotowoltaicznych

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

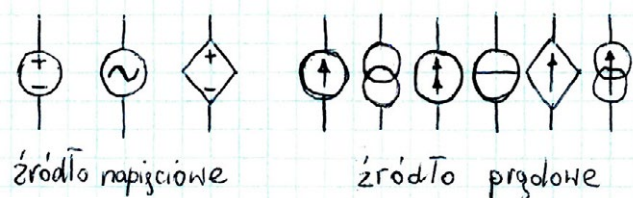
i baterii elektrycznej – **rysunek 1**. To odrobina praktyki i ilustracja budowy starych ogniw płytowych, gdzie pomiędzy dwiema płytami



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

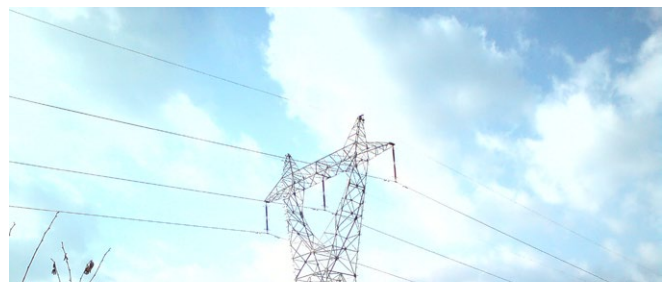
Izolacja
Ochrona odgromowa
Projektowanie linii

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.

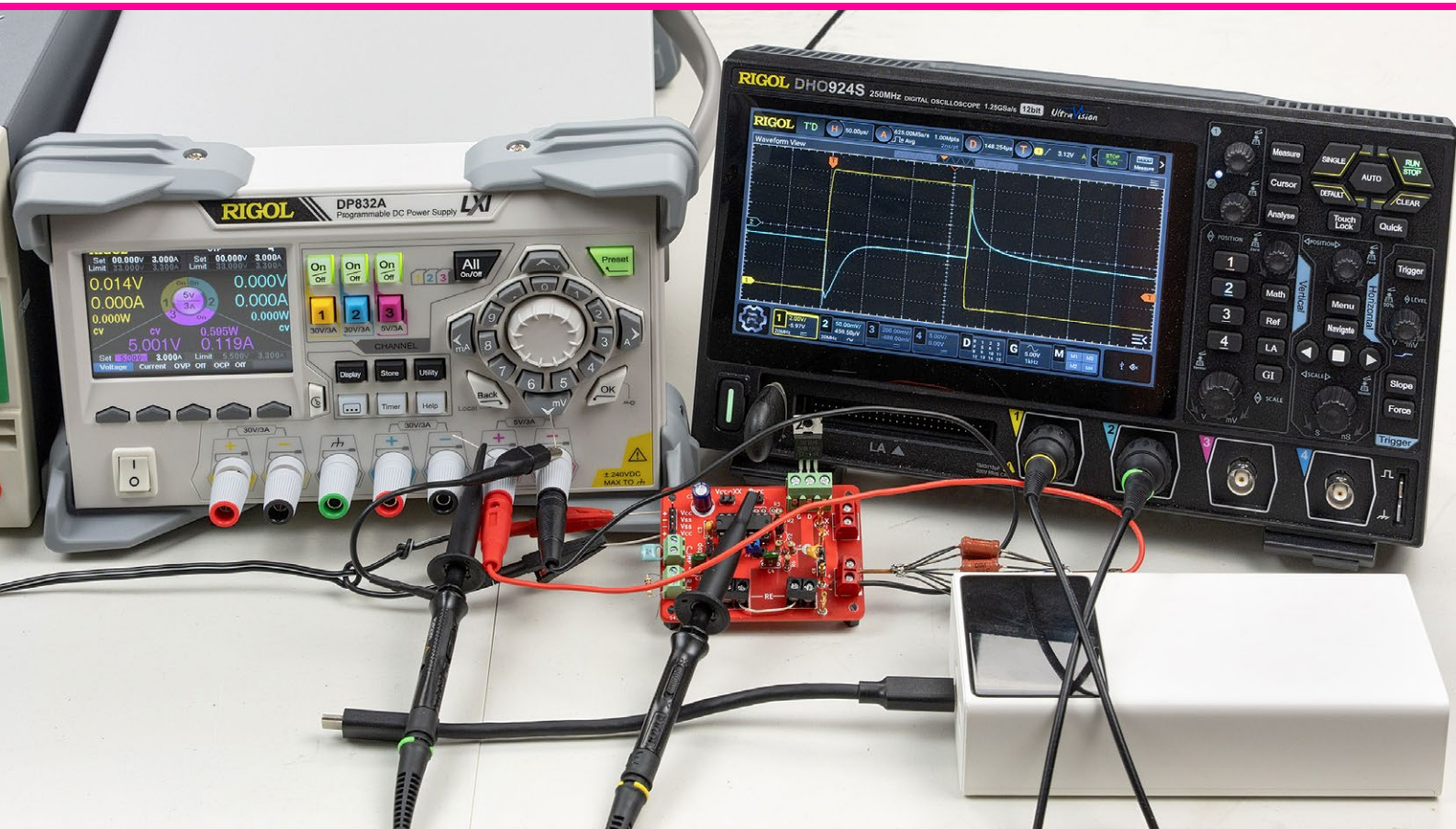
System przesyłowy to linie najwyższych napięć (NN) o napięciach 220 kV, 400 kV i 750 kV (aktual-

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.**





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 „białolić” 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?

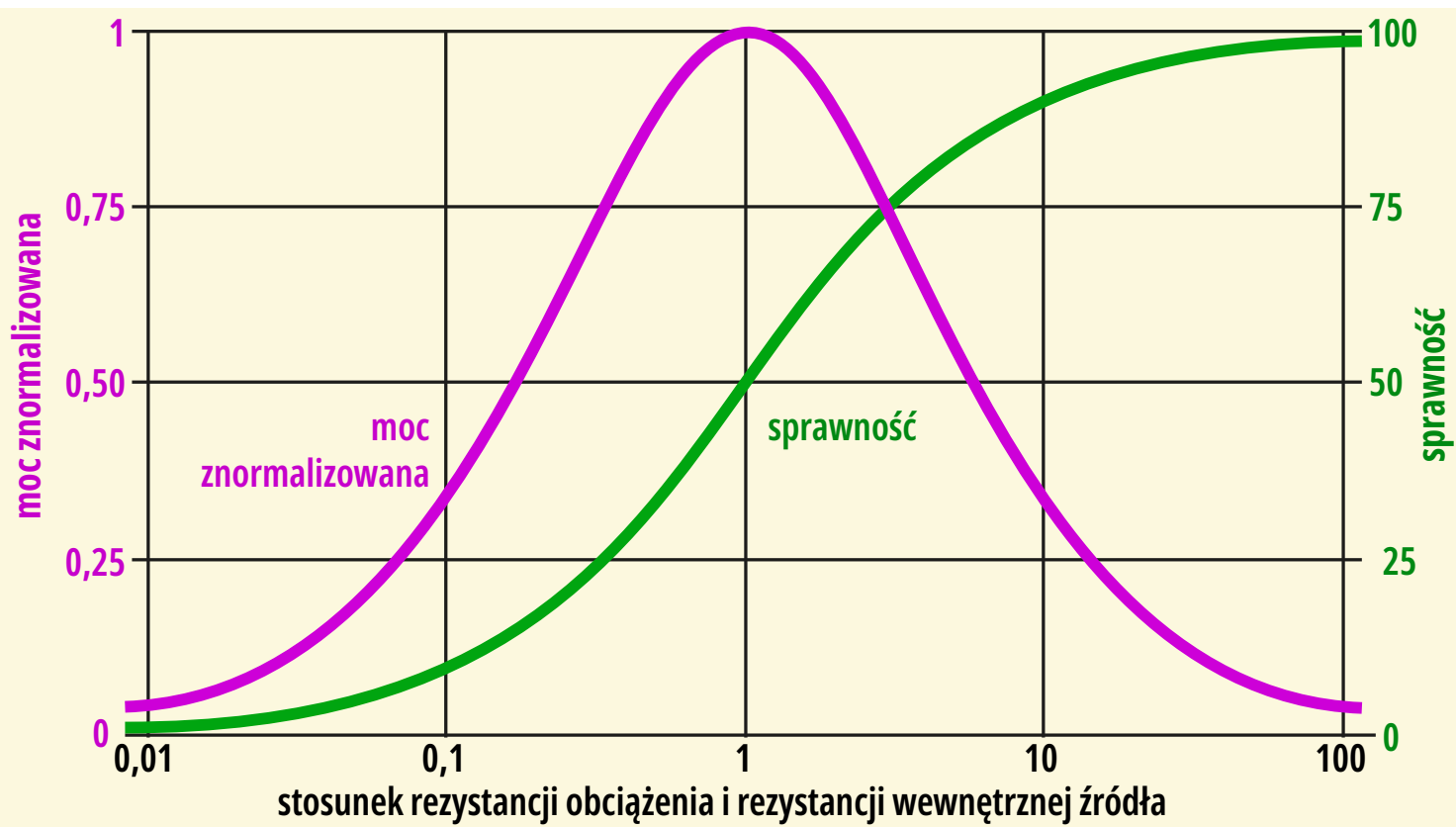
Niekoniecznie! Trzeba zacząć od tego, co to znaczy „zasilacz laboratoryjny”?

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 maksymalnego (I_{0max}) w zakresie

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



Dopasowanie energetyczne: bogostawieństwo, 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.



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

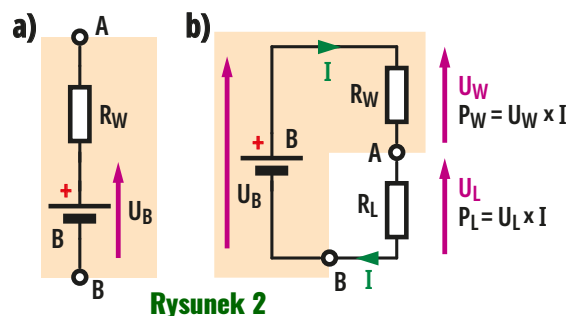
W szkole jesteśmy uczeni, że **dopasowanie energetyczne polega na tym, że z danego źródła energii można uzyskać maksymalną moc**. Dlatego mówi się o dopasowaniu mocy. **Rysunek 1** pokazuje fragment wpisu w Wikipedii. Sprawa jest jasna tylko w przypadku prądu stałego, a na rysunku 1 mamy zasygnalizowane 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 prądowego (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:

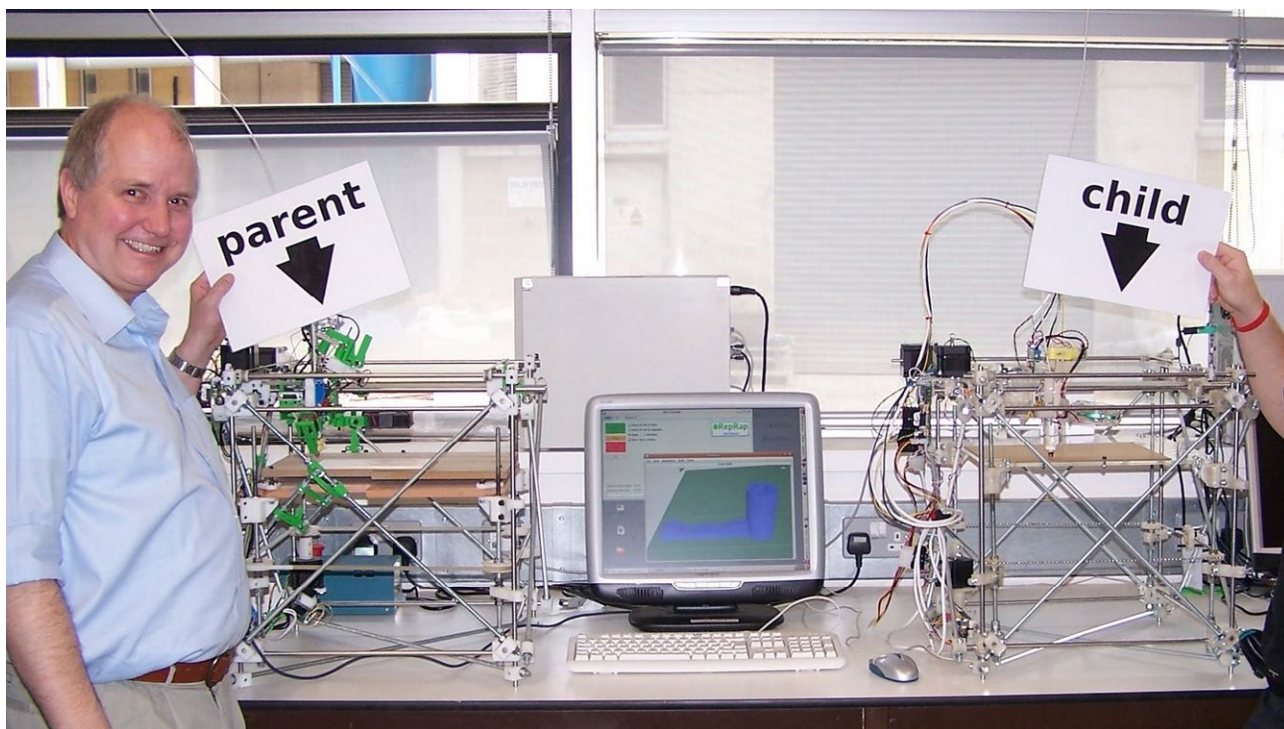
$$R_{ob} = R_{zr}.$$

W obwodach **prądu harmonicznego**, warunkiem dopasowania energetycznego jest równość **impedancji** obciążenia i **sprężonej 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 na zasadach Open Source pierwszą drukarkę 3D. 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!

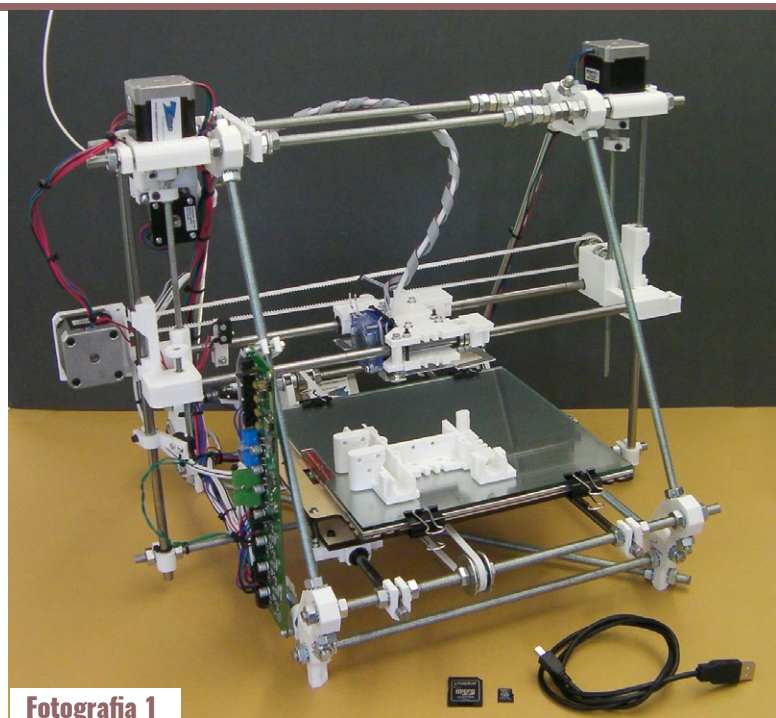
No dobrze, ciekawostka historyczna była, więc pora przejść do konkretów. Tak, wiem, że już chce się drukować, patrzeć jak to się dzieje i cieszyć się pierwszymi własnymi wydrukami. Też tak miałem. I w końcu tak będzie, ale żeby nie być tylko biernym konsumentem nowoczesnych technologii, dobrze jest wiedzieć 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 przydałoby 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 sklejan 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 wlać 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 (min. 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 prawda, 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 3/4 (obecnie standardem jest 9/16). 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.

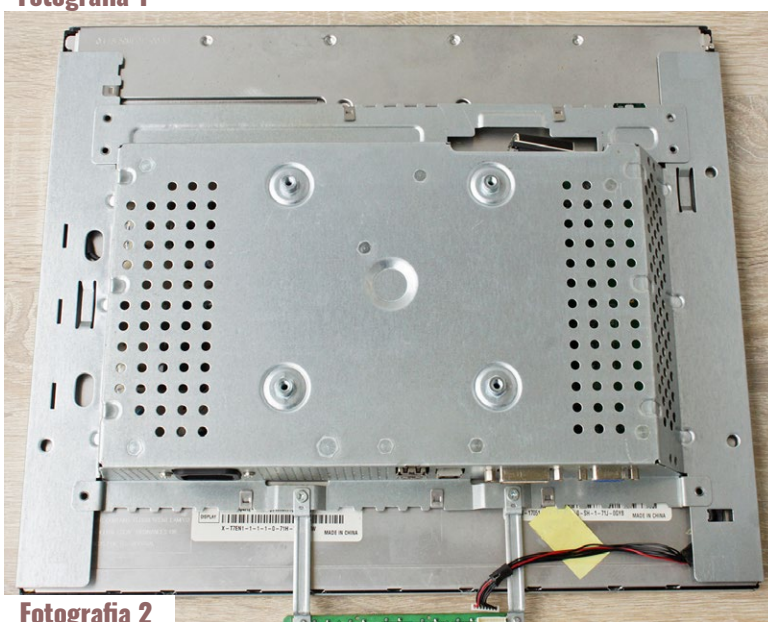
Demontaż

Idealem 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 jakiś 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 pokrywki (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

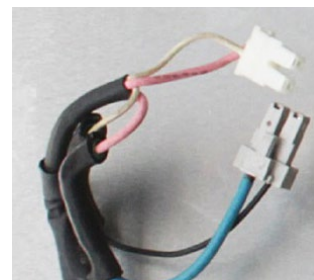
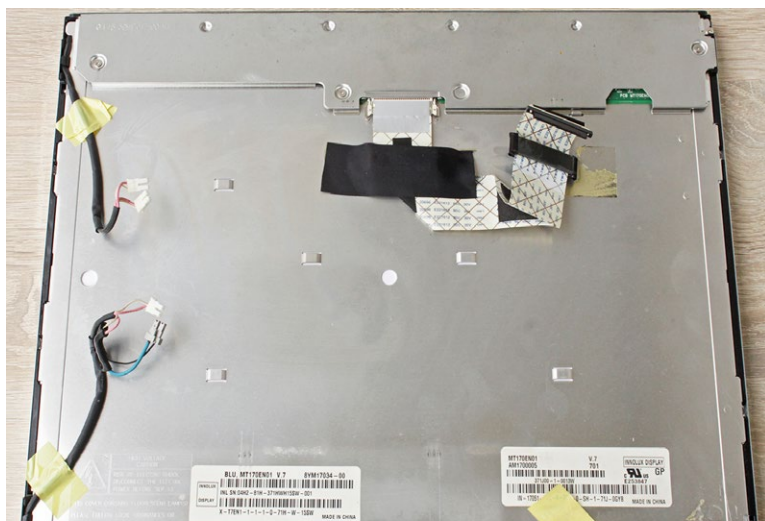


Fotografia 1

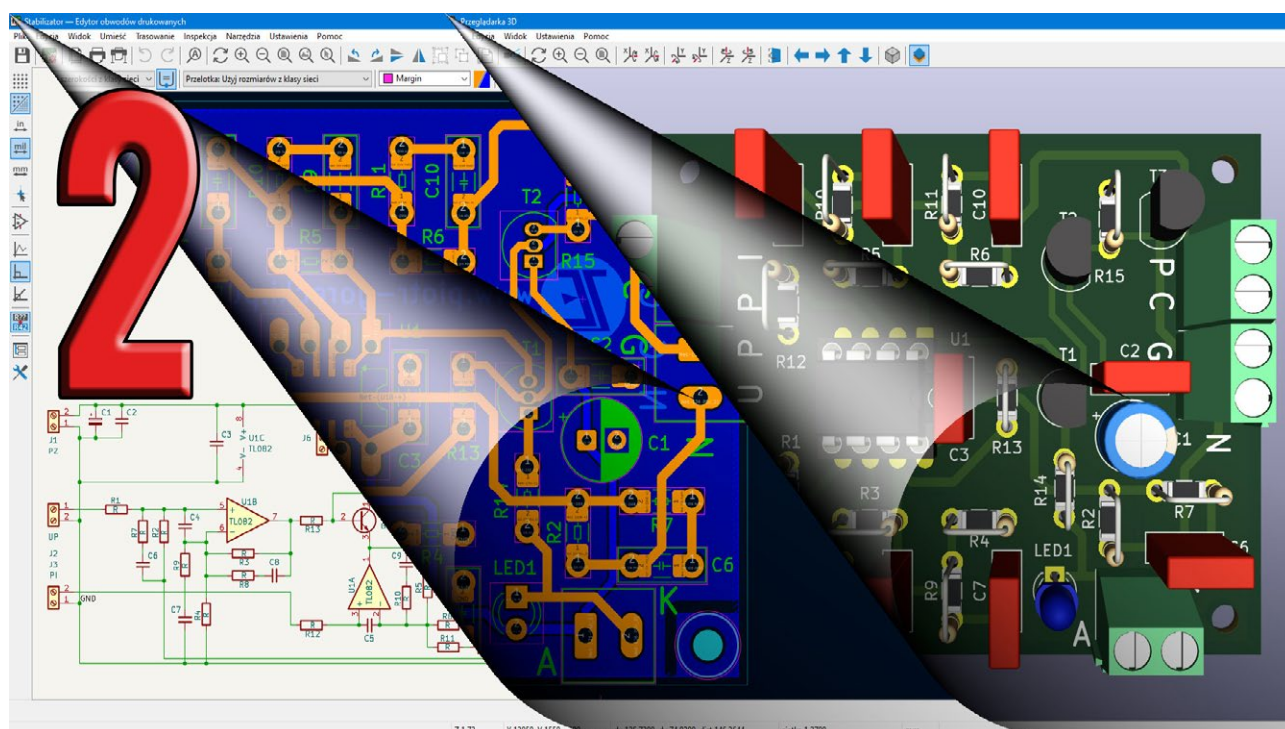


Fotografia 2

Cathode Fluorescent Lamp), mówiąc 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 zostało



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

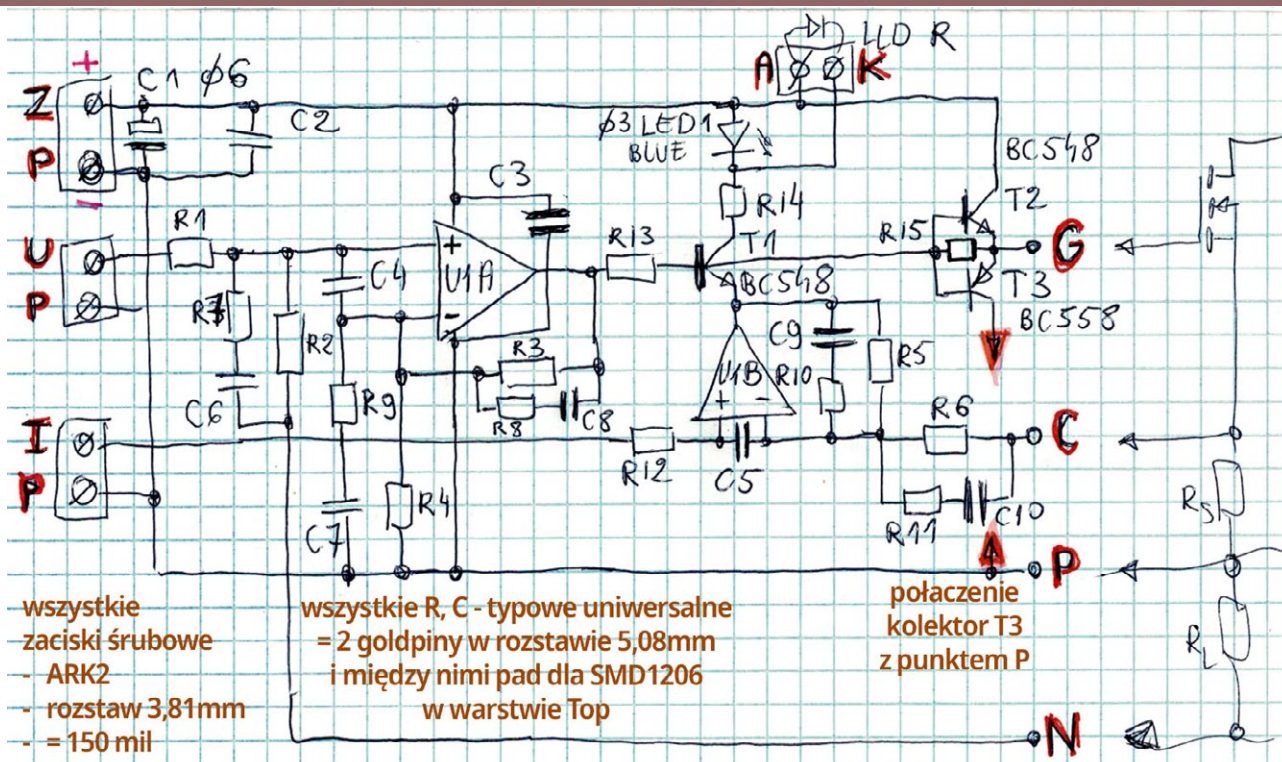
Będziemy realizować projekt według odręcznego **rysunku 1** (na następnej stronie). Zanim jednak zaczniemy rysować schemat, przedstawię niezbędne informacje dotyczące KiCada, m.in. odnoszące się do rysunków zrzutów ekranowych. Otóż program cechują duże, a wręcz ogromne okna dialogowe. Aby nadmiernie 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-

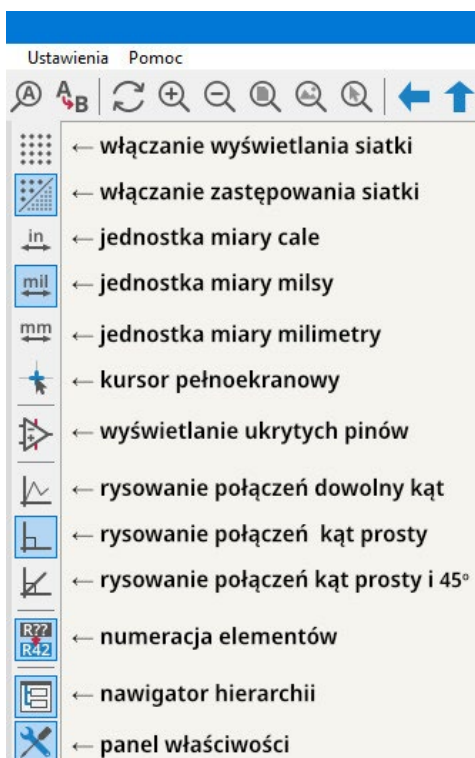
ce mają być zamontowane realne elementy. Oprócz bibliotek symboli, KiCad ma też biblioteki footprintów, czyli najprościej biblioteki „realnych elementów płytkowych”. I właśnie dla każdego elementu już na etapie rysowania schematu trzeba wybrać tak zwany footprint, czyli najprościej mówiąc to, co ma być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



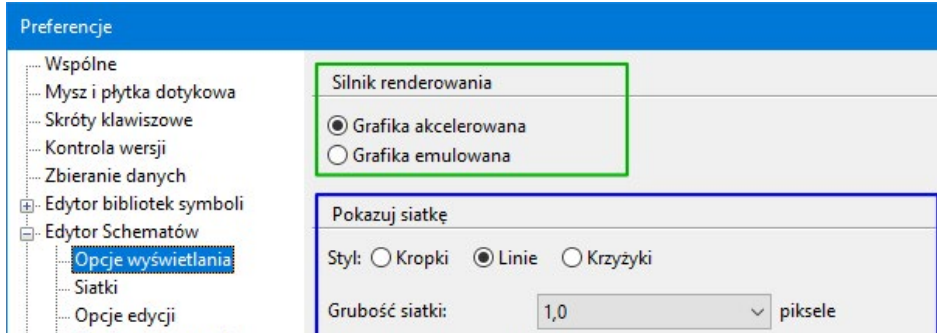
Rysunek 2

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



Rysunek 3

wego 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 **E**LEKTRONIKĘ 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.