

Uwaga – to skrócona zapowiedź – artykuły wstępnie planowane do następnego numeru.
Zapowiedź pełną mogą pobrać tylko Patroni z progów ≥ 20 zł: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>

11/2025 Listopad (35)

piotr-gorecki.pl



**Czy prąd elektryczny
przenosi energię w przewodach?**

Niewzruszone fundamenty elektroniki przewodowej

- Jaki jest najlepszy oscyloskop dla elektronika? • Moduł wyświetlacza LCD z zasilaniem 3,3 V
- Jak działa smartfon? Co to jest telefonia OG? • Mały liniowy zasilacz: Sygnalizacja braku stabilizacji
- Dopasowanie falowe w układach radiowych Co to i po co jest OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach?
- Zapisane w pamięci – historia i typy pamięci • Moja konfrontacja z szybkimi sygnałami cyfrowymi



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



Niewzruszone fundamenty elektroniki przewodowej (2)

W pierwszym artykule tej serii omówiłem fundamentalne wzory, na których opiera się elektronika wykorzystująca przewody, napięcie i prąd elektryczny. W poniższym artykule omawiam prawa Kirchhoffa, ale wcześniej omawiam ogromnie ważny aspekt, sygnalizowany przez obrazek tytułowy z bocianem.

Fundament „elektroniki przewodowej”

Pojęcie oporności, rezystancji

Najważniejsze wzory elektroniki przewodowej

Różne rodzaje oporności?

Rezystancja i prawo Ohma

Na początek przypomnę, że w elektronice najważniejsza jest energia, czyli w uproszczeniu zdolność do działania, do zmian. W elektronice przede wszystkim zajmujemy się energią elektryczną, a ściślej elektromagnetyczną. Energia ta przekazywana jest przez współdziałanie pola elektrycznego i pola magnetycznego, czego praktycznymi przykładami są choćby ładowarka bezprzewodowa, kuchenka indukcyjna oraz kuchenka mikrofalowa. Bezprzewodowe przekazywanie energii (i informacji) nie jest zagadnieniem łatwym. Nieporównanie łatwiej zrozumieć i zrealizować przekazywanie energii elektromagnetycznej w przypadkach, gdy wykorzystujemy przewody.

Wtedy pomijamy trudne zagadnienia „beprzewodowe” i zajmujemy się tylko nieporównanie łatwiejszą częścią, którą można nazwać **elektroniką przewodową**. Tu można bardzo łatwo określać „zależności energetyczne” mierząc **napięcie elektryczne** ściśle związane z polem elektrycznym oraz **prąd elektryczny** ściśle związany z polem magnetycznym. Pomnożenie ich (iloczyn) daje moc, a podzielenie (iloraz) daje szeroko pojętą oporność (rezystancję, impedancję), którą będziemy omawiać w następnych artykułach tej serii. A **w tym artykule opowiem o kolejnych podstawowych prawach i zasadach rządzących właśnie elektroniką przewodową**.



Fotografia 1

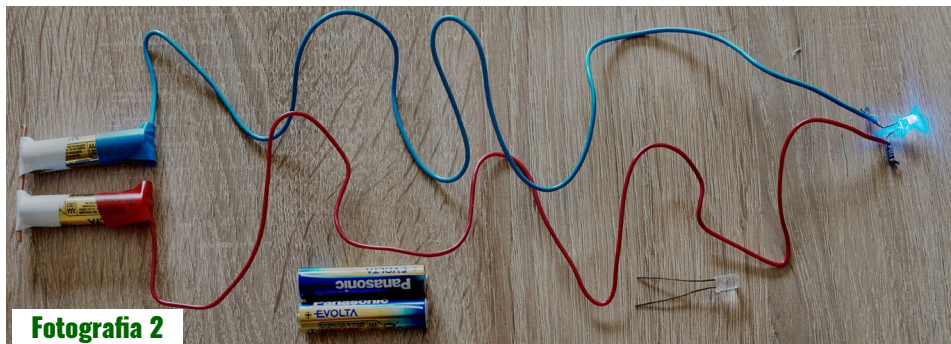
Bocian, dzieci i energia elektryczna

Elektronika to w sumie nauka o kontrolowanych sposobach przekazywania oraz przetwarzania energii (i informacji). **Fotografia 1** (pochodząca z mojego wcześniejszego filmu) pokazuje przykład bezprzewodowego przekazywania energii elektromagnetycznej potrzebnej do zaświecenia trzymanej w ręku świetlówki. Wszystko to działa zgodnie ze ścisłymi zasadami fizyki, tylko zasady i szczegóły działania niełatwo wytłumaczyć osobom niezorientowanym i początkującym.

Fotografia 2 prezentuje inny, dużo prostszy przykład: przekazywanie energii elektrycznej z baterii do diody świecącej.

W obu przypadkach energia (elektromagnetyczna) przekazywana jest ze źródła energii do (świecącego) odbiornika energii przez współdziałanie pola elektrycznego i magnetycznego według tych samych reguł (dość trudnych, opisanych przez tzw. wektor Poyntinga). Można to przedstawić bardzo ogólnie, jak na **rysunku 3**.

Jeżeli to przekazywanie energii następuje jak na fotografii 1, czyli w sposób bezprzewodowy, zilustrowany na **rysunku 4**, to jest naprawdę duży kłopot z przedstawieniem i wytłumaczeniem zasady działania i szczegółów. Jest też ogromny kłopot z pomiarami, bo należałoby mierzyć „siłę” i pola elektrycznego E i pola magnetycznego H oraz uwzględnić wiele dodatkowych czynników, a to ogromnie



Fotografia 2

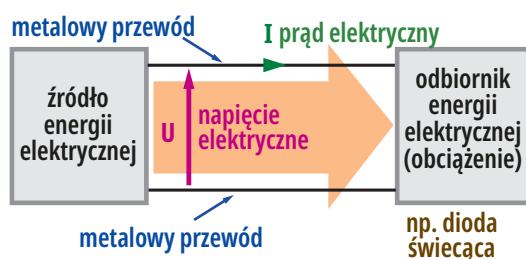
to jest zdecydowanie łatwiej i można to zilustrować jak na **rysunku 5**. Pomiary można przeprowadzić nieporównanie prościej, bo łatwo zmierzyć napięcie elektryczne (U) i prąd elektryczny (I), a jak wiemy z poprzedniego artykułu tej serii, ich iloczyn daje moc ($P = U \times I$), czyli tempo przekazywania



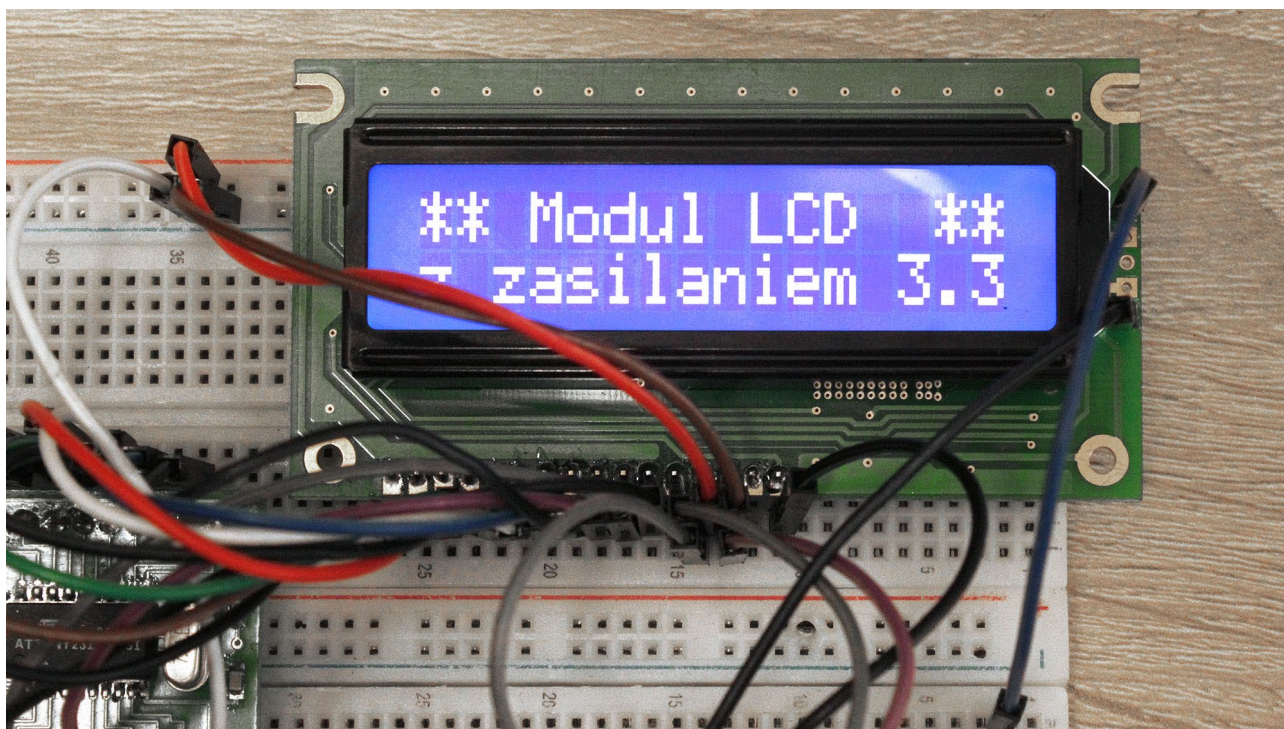
Rysunek 3



Rysunek 4



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



Moduł wyświetlacza LCD z zasilaniem 3,3 V

Zastosowanie modułów alfanumerycznych LCD w systemach z wykorzystaniem mikrokontrolera o zasilaniu +5 V jest częstym rozwiązaniem: cechuje go prostota i funkcjonalność. Jeżeli jednak mikrokontroler wymaga zasilania +3,3 V, czy można tam stosować te same rozwiązania?

Alfanumeryczny moduł LCD na 5 V napięcia zasilającego
Alfanumeryczny moduł LCD na 3,3 V napięcia zasilającego

„Fabryczny” moduł LCD na 3,3 V napięcia zasilającego

Bardziej nowoczesne mikrokontrolery mają obniżone napięcie zasilające (w stosunku do wcześniej obowiązującego standardu +5V). Wystarczy wskazać na układy z popularnej rodziny STM32, gdzie zasilanie wymaga napięcia o wartości +3,3 V. Nawet mikrokontrolery z popularnej rodziny AVR, które standardowo są pięciowoltowe, tolerują zasilanie o mniejszej wartości napięcia. Układy cyfrowe produkowane z wykorzystaniem tranzystorów CMOS, a do takich należą również mikrokontrolery AVR, są na tyle tolerancyjne w zakresie napięcia zasilającego, że można stworzyć konstrukcję zasilaną ze źródła o mniejszym napięciu. W danych katalogowych do popularnego mikrokontrolera ATMEGA328 znajduje się informacja o dopuszczalnym zakresie

napięcia zasilającego (**rysunek 1**), więc nic nie stoi na przeszkodzie by zmienić je dla mikrokontrolera.

- Operating Voltage:
 - 1.8 - 5.5V
- Temperature Range:
 - -40°C to 85°C
- Speed Grade:
 - 0 - 4MHz@1.8 - 5.5V, 0 - 10MHz@2.7 - 5.5V, 0 - 20MHz @ 4.5 - 5.5V
- Power Consumption at 1MHz, 1.8V, 25°C
 - Active Mode: 0.2mA
 - Power-down Mode: 0.1µA
 - Power-save Mode: 0.75µA (Including 32kHz RTC)

1. Pin Configurations

Figure 1-1. Pinout ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P
32 TQFP Top View

Rysunek 1

Mniejsze napięcie pociąga za sobą jedynie zmniejszenie częstotliwości pracy mikrokontrolera, co jest uwidocznione w danych katalogowych.

Alfanumeryczny moduł LCD na 5 V napięcia zasilającego

Skoro same układy wykonane w technologii CMOS są na tyle tolerancyjne na napięcie zasilające, to można uważać, że układ HD44780 również sobie poradzi w takich warunkach pracy. Jak podaje nota katalogowa tego komponentu, jest to prawda (**rysunek 2**). To skłania do realizacji pewnego eksperymentu – zbudowania układu badawczego, którego schemat pokazuje **rysunek 3**, **fotografia 4**. Wykorzystałem tutaj swój minimoduł z mikrokontrolerem ATTINY2313 (**fotografia 5**), gdyż jego użycie nie wymaga żadnych dodatkowych operacji przy zmianie napięcia zasilającego między +5 V a +3,3 V (użycie w tym miejscu przykładowo modułu Arduino Nano wymaga ingerencji z lutownicą). Jako moduł LCD można zastosować dowolny, w artykule jest wykorzystany dwuwierszowy – po 16 znaków w wierszu – ze sterownikiem KS0066 (kompatybilnym z HD44780). Z „cyfrowego” punktu widzenia wszystkie moduły obsługuje się identycznie, natomiast mogą się różnić wartością napięcia V_O , regulującego kontrast na ekranie.

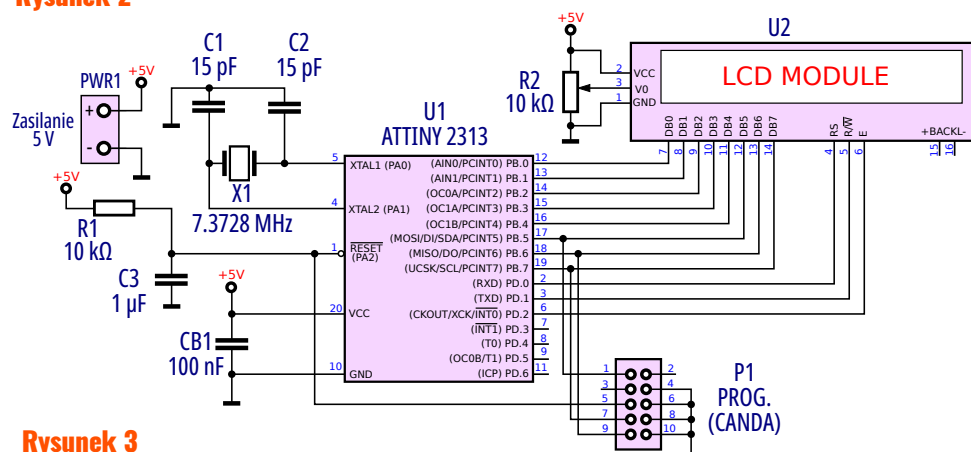
Program do prezentacji jest banalnie prosty i nie wymaga komentarza (**listing 1**, na następnej stronie). Bazuje na oprogramowaniu modułu LCD pochodzącym z artykułu *Mikroprocesorowa ośła łączka*, cz. 11 z ZE 04/2024. Tu należy pamiętać, że tworzony projekt w Atmel Studio dotyczy modelu mikrokontrolera oznaczonego jako ATTINY2313 i taki należy wskazać tworząc nowy projekt, nato-

The low power supply (2.7V to 5.5V) of the HD44780U is suitable for any portable battery-driven product requiring low power dissipation.

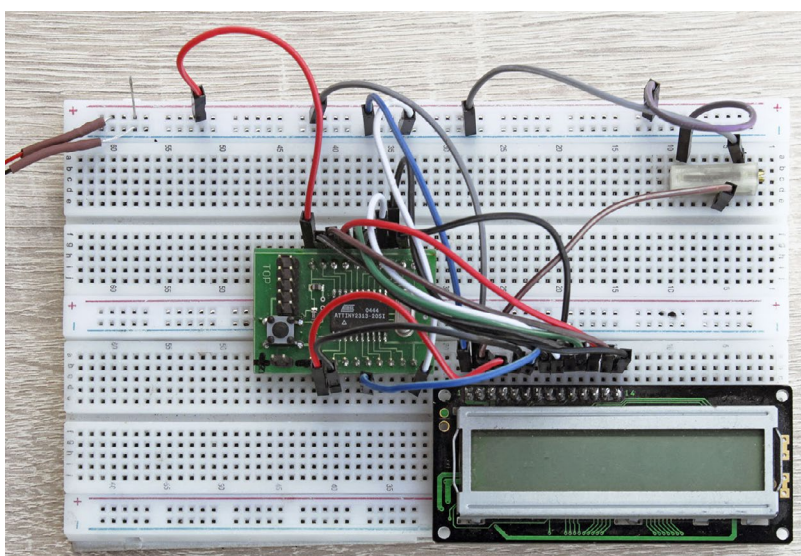
Features

- 5×8 and 5×10 dot matrix possible
- Low power operation support:
 - 2.7 to 5.5V
- Wide range of liquid crystal display driver power
 - 3.0 to 11V

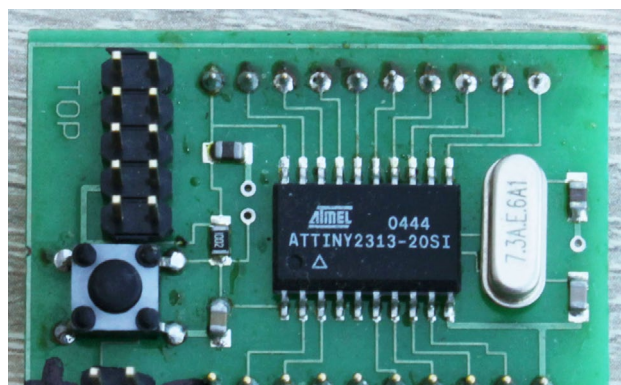
Rysunek 2



Rysunek 3



Fotografia 4



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



Jaki jest najlepszy oscyloskop dla elektronika?

Dużo łatwiej odpowiedzieć na pytanie, jaki MULTIMETR można z przekonaniem polecić elektronikowi. Z wyborem optymalnego OSCYLOSKOPU jest nieporównanie większy problem, dlatego naprawdę warto zapoznać się z poniższymi wskazówkami i ostrzeżeniami, co koniecznie trzeba brać pod uwagę przy wyborze.

Także i tu nie ma darmowych obiadów Najważniejsze parametry oscyloskopu

W szeregu artykułów uzasadniłem, dlaczego moim zdaniem aktualnie optymalnym MULTIMETREM dla hobbysty jest Zotek ZT-219, sprzedawany m.in. także jako Aneng AN870. Tu wybór jest prosty: jeśli ktoś trafi na promocję, to za mniej więcej 100 złotych może kupić ten 4,5-cyfrowy multimetr, który na zakresach napięcia stałego ma dokładność 0,05%, a w funkcji miliwoltomierza jest elektrometrem i ma ogromną rezystancję wejściową rzędu gigaomów. Ma też szereg innych zalet, a także wad, które omówiłem w kilku artykułach: [M031](#), [M032](#), [M033](#). Według mojego rozeznania, wśród niedrogich multimetrów właśnie ZT-219 ma najlepszy stosunek możliwości do ceny.

Przykłady godnych uwagi oscyloskopów Podsumowanie

Z wyborem oscyloskopu jest inaczej! **Celem jest zakup sprzętu, który ma najlepszy stosunek właściwości do ceny.** Tylko zarówno te „właściwości”, jak i cena mogą być baaardzo różne.

Najważniejsza kwestia to akceptowalny zakres cen. **Otrzymuję liczne pytania dotyczące oscyloskopów** w cenach poniżej 500 złotych, pytania dotyczące sprzętu poniżej 1000 złotych, a także oscyloskopów znacznie droższych. Niestety, mnóstwo osób łudzi się, że za „małe pieniądze” można kupić naprawdę dobry oscyloskop. Dają się zwieść reklamom, które wyolbrzymiają zalety, często rzekome, pozorne, a pomijają, przemilczają poważne wady i słabości.

Zanim omówię najważniejsze właściwości oscyloskopu, które należy brać pod uwagę przy zakupie, krótko zamknę kwestię niskich cen.

Otóż **jeżeli ktoś naprawdę ma bardzo mało pieniędzy, a chce kupić oscyloskop, to z przekonaniem mogę polecić dwukanałowy Zetek ZT-703S = AOS03 (fotografia 1)**, którego, przyznaję, z początku nie doceniłem. Jest to połączenie dwukanałowego oscyloskopu o deklarowanym paśmie 50 MHz z naprawdę dobrym multimetrem (porównywalnym ze wspomnianym ZT-219). Tylko **powinien to być właśnie ZT-703S (AOS03) i to w wersji z dwiema sondami oscyloskopowymi**, a nie dużo słabszy i trochę tańszy jednokanałowy ZT-702S (AOS02), a tym bardziej nie ZT-701. ZT-703S lub odpowiednik z dwiema sondami (fotografia 1 – Aliexpress) można kupić za nieco ponad 300 złotych, a niektórzy na promocjach płacą mniej. To jest śmieszna cena za dobry multimetr i dwukanałowy oscyloskop, dlatego stosunek możliwości do tej ceny jest bardzo dobry. **Ale uwaga! To nie jest to prawdziwy oscyloskop**, a jedynie znakomita jak na swoją cenę zabaweczka, która jak najbardziej przydaje się elektronikowi, głównie do prac w terenie, na przykład do pomiarów w samochodach. Pisałem o tym w artykule [Zalety i wady oscyloskopów ZT-702S i ZT-703S](#).

A w tym artykule uzasadnię, dlaczego w roku 2025 nadal uważam, że za prawdziwy, godny polecenia oscyloskop dla elektronika trzeba zapłacić ponad 1000 złotych. Przykład na fotografii 2.

A bardzo atrakcyjnie wyglądające oscyloskopy w cenach od 300 do 1000 złotych?

Jeżeli dla Ciebie kwota 1000 złotych jest nieprzekraczalną barierą, to nie ma dyskusji – kup coś tańszego – wybór jest spory. Ale **jeśli możesz trochę dołożyć, to kup oscyloskop nieco droższy, a zdecydowanie lepszy!** W dalszej części artykułu podam uzasadnienie oraz omówię przeceniane oraz niedoceniane właściwości współczesnych oscyloskopów:



Fotografia 1 – z oferty Aliexpress

- **przeceniane znaczenie szerokości pasma,**
- **niedoceniane znaczenie czułości wejściowej,**
- **niedoceniane znaczenie liczby kanałów wejściowych,**
- **niedoceniane znaczenie szybkości próbkowania,**
- **niedoceniane znaczenie głębi bitowej ADC,**
- **słabo rozumiane znaczenie sposobu zasilania.**

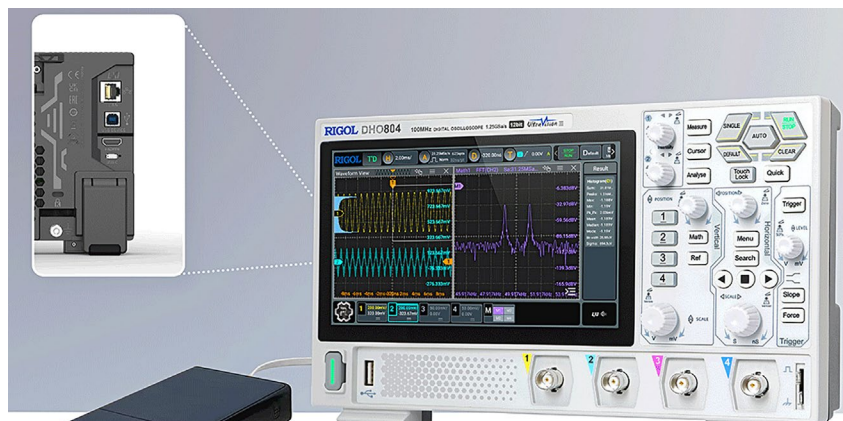
O tych parametrach za chwilę, a najpierw coś innego.

Także i tu nie ma darmowych obiadów

Niniejszy artykuł ma tytuł: **Jaki jest najlepszy oscyloskop dla elektronika?** Bardzo podobne jest pokrewne pytanie: jaki jest najlepszy samochód (dla elektronika)? To oczywiście – najlepszy jest, a raczej byłby, oscyloskop najdroższy, o najlepszych parametrach. Tylko jest problem z ceną...

Można z grubsza przyjąć, że dziś ceny oscyloskopów mieszczą się w zakresie od 100 złotych do 100 tysięcy złotych, a są i oscyloskopy znacznie droższe. Miej świadomość, że także w kwestii oscyloskopów „nie ma darmowych obiadów”. **Jakość i parametry mają swoją cenę. Jeżeli cena jest niska, to niewątpliwie dzięki jakimś oszczędnościom, a raczej dzięki (licznym) kompromisom.** Właśnie dlatego trzeba zwracać uwagę na relację między właściwościami i ceną. Czy potrafisz określić, jakie parametry poświęcono i zaniedbano, żeby uzyskać niską cenę?

Każdy oscyloskop trzeba przecież wyprodukować. Jeżeli w Chinach, to niższe są koszty pracy i niższa będzie cena. Ale przecież także



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



Jak działa smartfon? Co to jest telefonia 0G?

To jest drugi artykuł serii zainspirowanej pytaniem mojej małżonki: jak działa smartfon? Niestety, nie da się tego wyjaśnić krótko. Po przedstawieniu prehistorii, w tym artykule muszę omówić kolejne generacje telefonii mobilnej, ale co trochę dziwne, trzeba zacząć od generacji zerowej czyli 0G.

[Smartfon? Zacznijmy od samego początku](#)
[Radiowa telekomunikacja bezprzewodowa](#)
[Pagery](#)
[Dlaczego telefonia mobilna?](#)

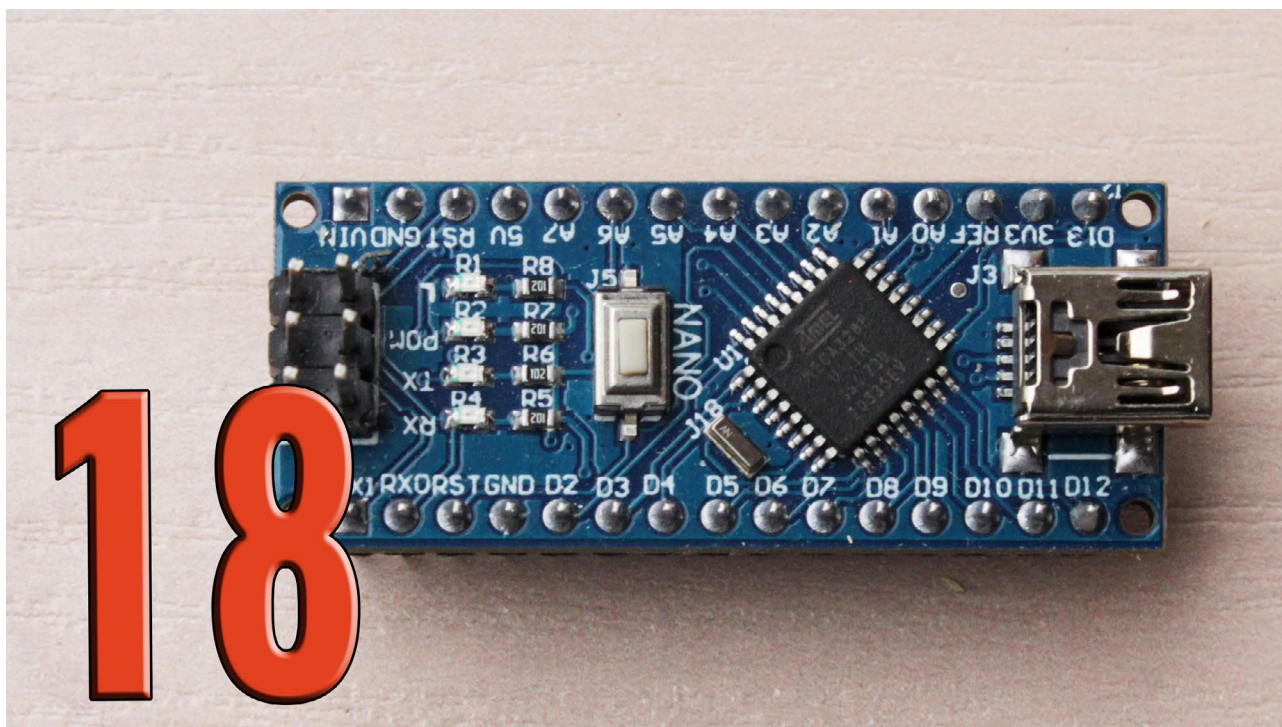
[Telefonia mobilna zerowej generacji – 0G](#)
[Telefonia mobilna pierwszej generacji – 1G](#)
[Telefonia komórkowa drugiej generacji – 2G](#)

Dla osoby „nietechnicznej” próba zrozumienia, jak działa smartfon, jak możliwe jest przesyłanie na dowolne odległości rozmów, tekstów, zdjęć i filmów, przypomina próbę wskoczenia do pędzącego pociągu ekspresowego (**fotografia 1**). Odpowiedź z konieczności musi być bardzo obszerna, a osobom

„nietechnicznym” nie da się w prosty sposób objaśnić wszystkich zadziwiających szczegółów. Jednak można przystępnie wyjaśnić i przybliżyć, pokazać zarys, najważniejsze zasady, a także pewne ciekawostki. Można, tylko w tym celu trzeba wrócić do korzeni i pokazać, jak telefonia powstała i jak się zmieniała.



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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 18

Tworzenie programów, czyli zapisywanie „słowami” algorytmów wymaga znajomości odpowiedniego języka. Jest nim język programowania, a C jest jednym z wielu. W poprzedniej części rozpocząłem podsumowanie, poniżej jest kontynuacja tego, co zostało rozpoczęte.

[Tablice znaków](#)
[Tablice statycznych tekstów](#)

[Tablice struktur](#)

Tablice znaków

W tej części cyklu uwaga zostanie skupiona na tablicach. Jako tablicę należy rozumieć ciąg elementów o identycznej strukturze, tworzący w obszarze pamięci operacyjnej lity blok danych. Skoro jest to ciąg elementów, to musi istnieć jakiś mechanizm identyfikowania poszczególnych jego części. W przypadku tablic, są one po prostu ponumerowane. Tu nasuwa się dosyć istotne pytanie: jaki numer ma fizycznie pierwszy element takiej tablicy. Niestety tu nie można się „zrzutować” do ludzkich przyzwyczajęń. Ludzie w sposób naturalny zaczynają liczyć od jednego, natomiast elementy tablicy w języku C są numerowane od zera. Wynika to z pewnych „optymalizacji” generowania kodu wynikowego, ale warto wiedzieć, że istnieją inne języki programowania, gdzie ten szcze-

gół jest rozwiązywany inaczej (przykładowo w języku Pascal podany jest zakres indeksów jako od...do – niekoniecznie musi być od zera). Tworząc w języku C zmienną będącą tablicą, nadaje się jej wielkość, która jest wyrażona w liczbie jej elementów.

Zaczynając od najprostszych wariantów, jak tablica bajtów a kończąc na tablicach struktur (struktura jak typ danych obejmujący dowolnie złożony zbiór innych elementów). Tworząc zmienną będącą tablicą można posłużyć się bezpośrednim zapisem (jak pokazuje wariant 1 na **rysunku 1** [na następnej stronie]) lub wcześniej zdefiniować typ reprezentujący tablicę i wykorzystać utworzony identyfikator typu (wariant 2). Efekt jest identyczny. Jako wielkość tablicy można użyć konkretnej wartości, czy to wpisanej bezpośrednio, czy utworzonej przez `#define`.

Do określenia tablicy dopuszczalne jest również użycie wyrażenia arytmetycznego, dającego się obliczyć w danej chwili. Przykład pokazuje **listing 1**, gdzie do określenia wielkości tablicy użyte jest wyrażenie:

```
#define ArraySize 5
typedef uint8_t ChArrT [ ArraySize + 1 ] ;
static ChArrT Array ;

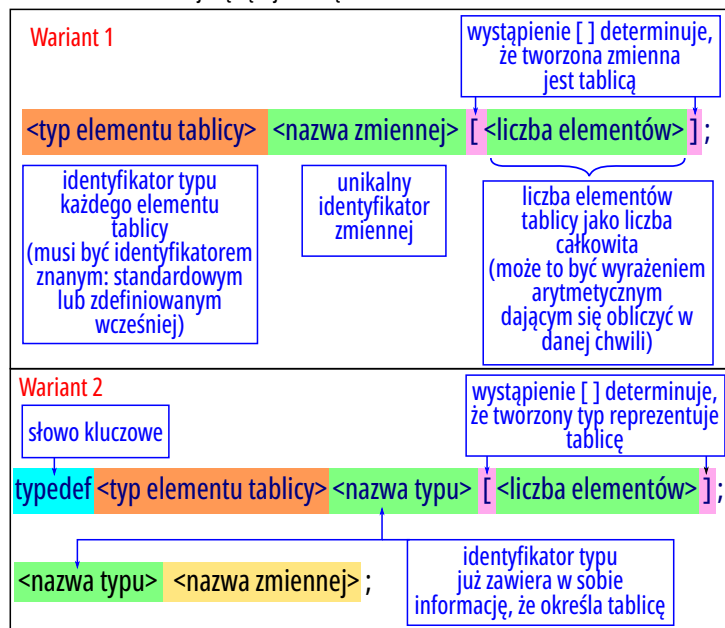
static uint8_t ProcessArray ( uint8_t Arr [ ] )
{
    uint8_t Loop ;
    uint8_t Counter ;
    Counter = 0 ;
    for ( Loop = 0 ; ; Loop ++ )
    {
        if ( ! Arr [ Loop ] )
            break ;
        if ( Arr [ Loop ] == '+' )
            Counter ++ ;
    } /* for */ ;
    return ( Counter ) ;
} /* ProcessArray */
```

```
int main ( void )
{
    uint8_t Cnt ;
    Array [ 0 ] = 'A' ;
    Array [ 1 ] = 'B' ;
    Array [ 2 ] = 'C' ;
    Array [ 3 ] = 'D' ;
    Array [ 4 ] = 'E' ;
    Array [ 5 ] = 0 ;
    Cnt = ProcessArray ( Array ) ;
    ( . . . )
}
```

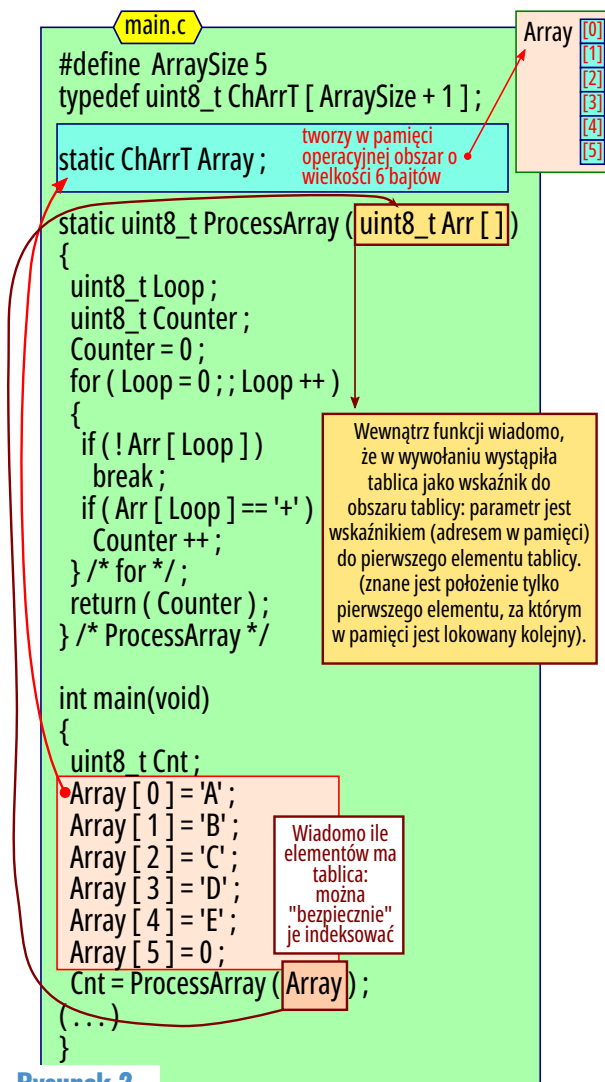
W tym przypadku, gdy tablica jest przeznaczona do przetwarzania łańcuchów znakowych (napisów), należy przewidzieć dodatkowe miejsce na znak, który jest interpretowany jako koniec ciągu znaków i należy samemu zadbać, by rezerwowana zmienna miała miejsce do jego przechowywania. W języku C do tej roli używany jest znak o kodzie zero (null w zbiorze znaków ASCII). Wspomniany przykład (listing 1) zawiera funkcję (*ProcessArray*), której zadaniem jest określenie ile razy w napisie podanym w wywołaniu funkcji występuje znak (przykładowo „+”).

Ten prosty program „dotyka” dosyć istotnego problemu występującego w tworzeniu programu, który można określić prostym pytaniem: ile jest elementów w tablicy będącej parametrem wywołania. Zmienna *Array* użyta w funkcji *main* ma znaną wiel-

Utworzenie zmiennej będącej tablicą

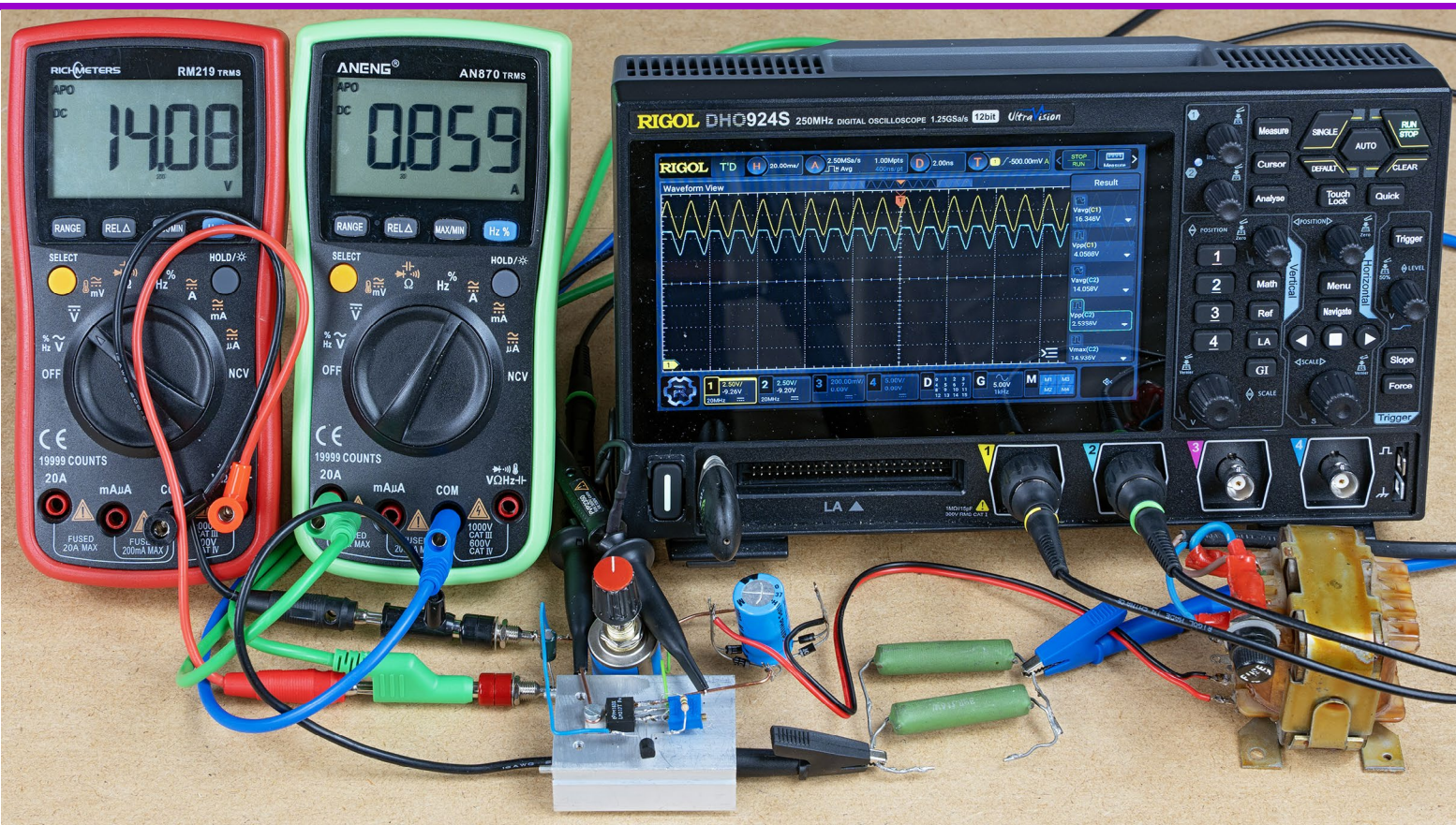


Rysunek 1



Rysunek 2

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



Mały liniowy zasilacz: Sygnalizacja braku stabilizacji

Oto ósmy artykuł serii pokazującej, jak elektronik dla swej ogromnej satysfakcji może samodzielnie zaprojektować i zrealizować niewielki zasilacz liniowy do swojej pracowni. W tym artykule omawiam praktyczną sytuację: gdy pomimo obecności stabilizatora, napięcie niestety nie jest stabilizowane.

Sygnalizacja braku stabilizacji Układ sygnalizatora braku stabilizacji

We wcześniejszych artykułach serii omówiłem kluczowe obwody zasilacza, w tym najważniejszy – stabilizator napięcia. Potem dodaliśmy ogranicznik prądowy oraz obwody pomiaru napięcia i prądu. Omówimy też kolejne interesujące dodatki. W tym artykule opiszę sygnalizator braku stabilizacji

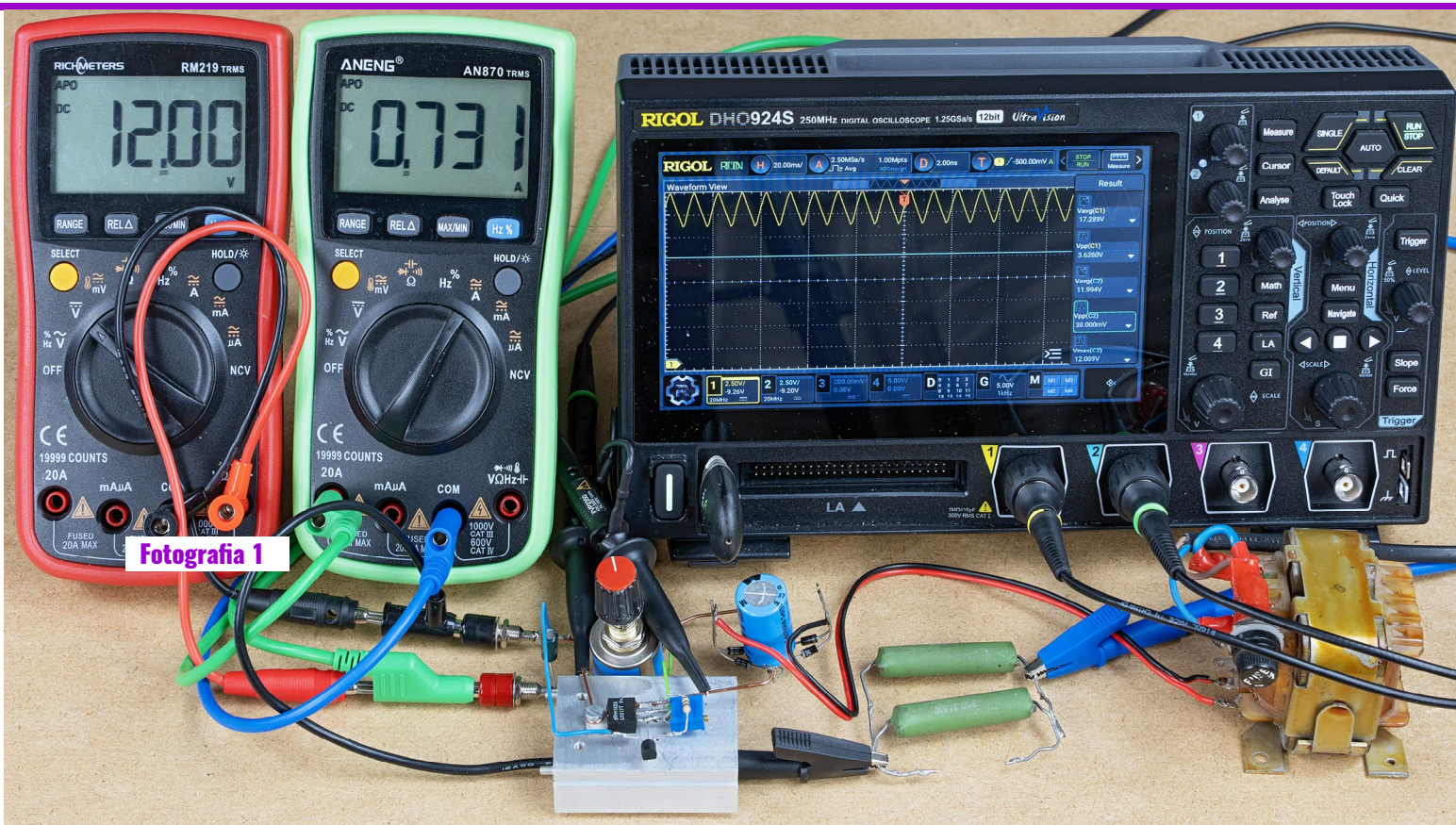
Sygnalizacja braku stabilizacji

W profesjonalnym zasilaczu z reguły nie ma potrzeby stosowania obwodów sygnalizujących brak stabilizacji. Dobry profesjonalny zasilacz jest zaprojektowany z takim zapasem, że problemu nie ma.

Możliwości zmian i inne zastosowania

Jeżeli dla zasilacza regulowanego producent podaje maksymalne napięcie i prąd, to w takich „maksymalnych” warunkach na wyjściu dobrego fabrycznego zasilacza nie będzie znaczących tętnień.

W zasilaczach realizowanych przez hobbystów jest inaczej. Przede wszystkim dlatego, że stosowane tam są rozmaite transformatory, często z odzysku, przypadkowe, o specyficznych, czasem nietypowych parametrach. Hobbysta zwykle nie projektuje zasilacza „z zapasem”, a wprost przeciwnie – chciałby z danego transformatora „wycisnąć, ile się da”. Jak najwięcej napięcia, prądu i mocy.



Fotografia 1

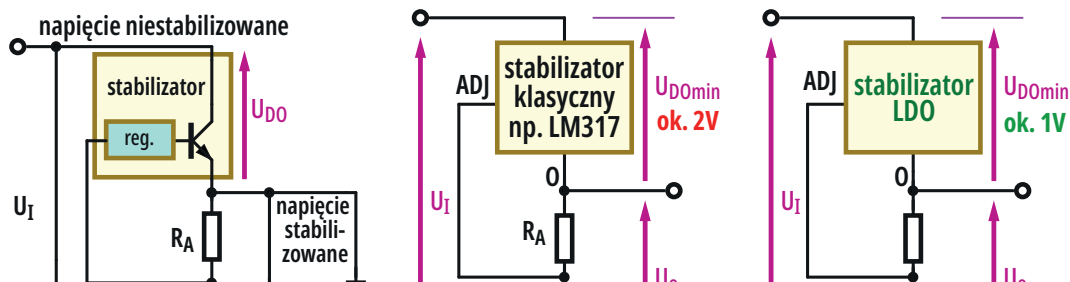
I tu powraca omawiany wcześniej temat „sztywności” transformatora. Otóż przy niewielkich prądach obciążenia, napięcie na wejściu stabilizatora jest wysokie i tętnienia są małe, natomiast ze wzrostem prądu obciążenia napięcie nie tylko się zmniejsza, ale też występują w nim coraz większe tętnienia. Sytuację, gdy stabilizator prawidłowo pracuje ilustruje przykład z **fotografii 1**. Mamy tu niewielki transformator, regulowany zasilacz z LM317 i obciążenie w postaci dwóch solidnych drutowych rezystorów RDCO. Górny przebieg na ekranie oscyloskopu to tętniące napięcie na kondensatorze filtrującym, czyli na wejściu stabilizatora. Dolny płaski przebieg to prawidłowe napięcie stałe na wyjściu stabilizatora. Jak widać, przy nastawieniu na wyjściu napięcia 12 V zasilacz dobrze sobie radzi.

Natomiast na wcześniejszej fotografii tytułowej widać ten sam układ, tylko w przypadku, gdy na wyjściu spróbowałem ustawić napięcie 15 V.

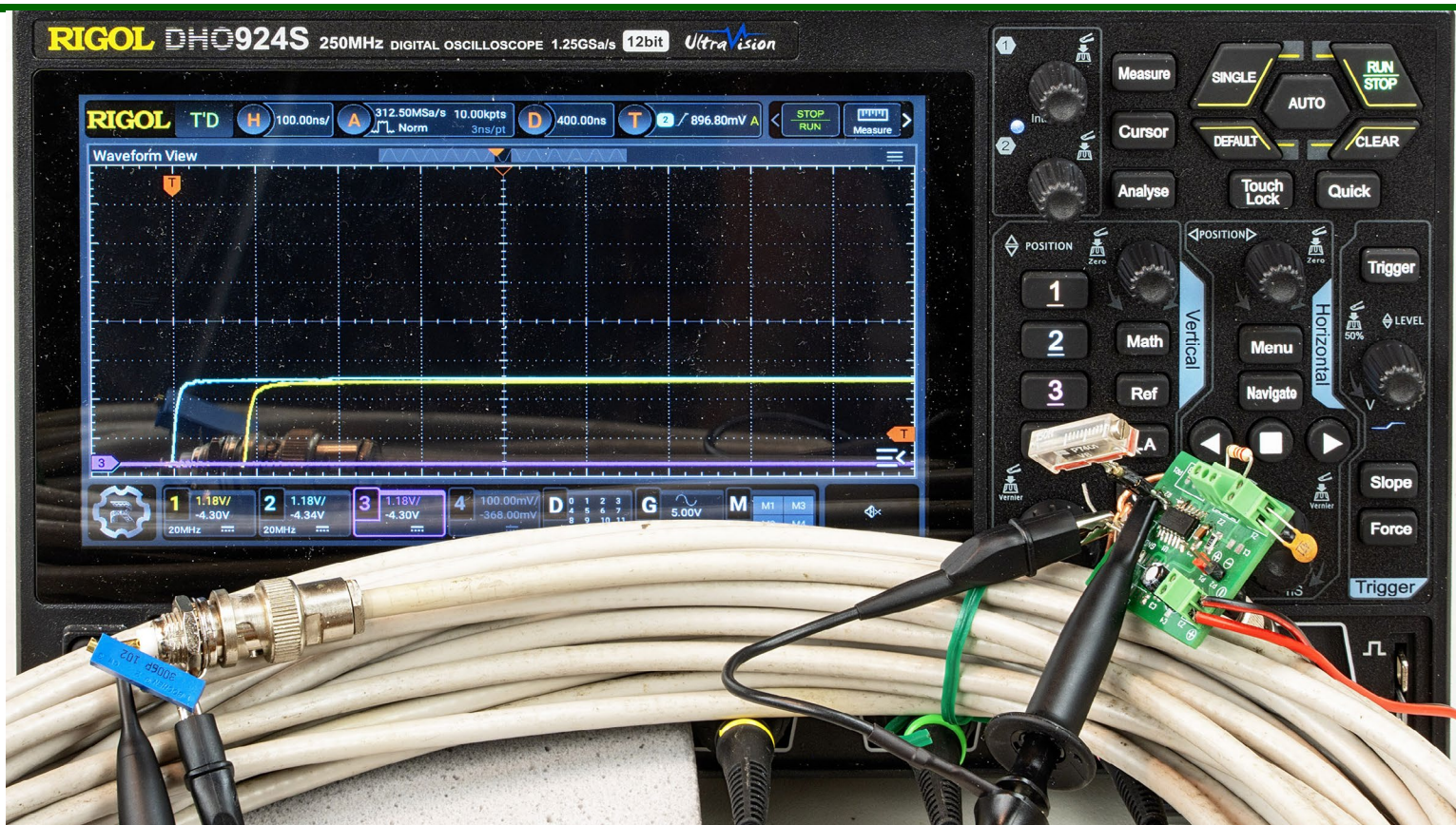
Bez obciążenia oczywiście udaje się na wyjściu uzyskać te 15 woltów, a nawet więcej. Ale przy pokazanym obciążeniu w postaci dwóch 33-omowych rezystorów i transformator, i stabilizator

Porównanie fotografii 1 z fotografią tytułową pozwala zauważyć nie tylko zwiększone tętnienia na wejściu stabilizatora, ale i fakt, że średnie napięcie się tam obniżyło (wskutek obecności rezystancji wewnętrznej transformatora). Na to zmniejszanie średniej wartości napięcia nie ma rady, bo trzeba byłoby zastosować dużo większy, „sztywniejszy” transformator. Możemy natomiast dość łatwo zmniejszać tętnienia, zwiększając pojemność filtrującą. Ja celowo do tych testów zmniejszyłem pojemność filtrującą do 1000 μF , żeby wyraźnie było widać tętnienia.

Już wcześniej przypominałem, że w klasycznych zasilaczach liniowych stabilizacja polega na „obcinaniu nadwyżki napięcia” według **rysunku 2**. Pisałem też o tym, że dla zapewnienia prawidłowej pracy stabilizatora wymagane jest wystąpienie między jego wyjściem i wejściem napięcia (U_{DO}), które nie może być niższe, niż określona dla danego stabilizatora jakaś wartość U_{DOmin} .



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



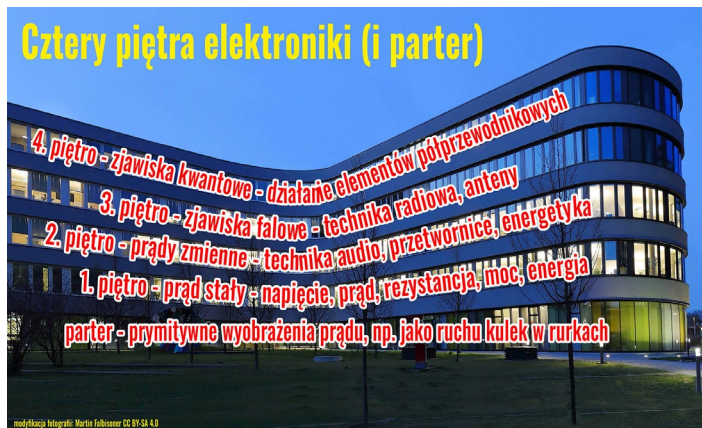
Dopasowanie falowe w układach radiowych

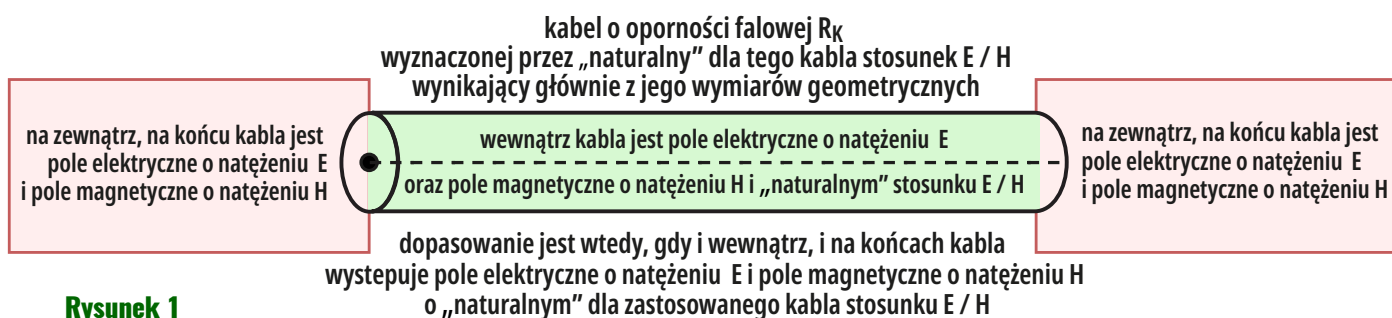
Nadal przedstawiam podstawowe informacje na temat rezystancji (impedancji) falowej oraz dopasowania falowego. Wcześniej pokazałem odbicia impulsów elektrycznych, natomiast w tym artykule zajmiemy się ważnymi aspektami dopasowania falowego w układach i systemach radiowych, gdzie sygnały są ciągłe.

Dopasowanie w układach radiowych
Dopasowanie za pomocą rezystorów
Dopasowanie za pomocą transformatora

Inne dziwne sposoby dopasowania
Dziwne dopasowanie w układach radiowych
Transformator ćwierćfalowy

Jak wielokrotnie podkreślałem, podstawą „elektroniki radiowej” jest zaakceptowanie faktu, że energia elektryczna, a raczej elektromagnetyczna, zawsze przekazywana jest w sposób bezprzewodowy, falowy, jako energia swego rodzaju drgań. Nerozłącznie wiąże się z tym problem zjawisk falowych, głównie odbić. W poprzednich artykułach serii przedstawiłem przykłady (nie)dopasowania falowego, głównie w obwodach impulsowych. Teraz zainteresujemy się aspektami dopasowania w obwodach „radiowych”. Po omówieniu kwestii dopasowania falowego zajmiemy się dopasowaniem energetycznym oraz dopasowaniem szumowym.





Fotografia 2

Dopasowanie w układach radiowych

W poprzednim artykule serii podeszliśmy do dopasowania falowego „od strony pola magnetycznego” i doszliśmy do wniosku, że **dopasowanie falowe to utrzymanie w linii transmisyjnej i na jej obu końcach tego samego „naturalnego” stosunku natężeń pola elektrycznego i magnetycznego (E / H)**. Ważną kwestię, co znaczy „naturalny”, omówiłem we wcześniejszym artykule cyklu. Przypomnę krótko, że każdy kabel (linia transmisyjna) po pierwsze opóźnia sygnał i tu jest przyczyna komplikacji, a po drugie ma jakieś rozmiary i głównie te rozmiary wyznaczają „naturalny”, „ulubiony” stosunek natężeń pól elektrycznego i magnetycznego, przy którym w tym kablu nie występują odbicia.

Podkreślam, że kwestia dopasowania falowego dotyczy obydwu końców kabla. Dla uzyskania pełnego dopasowania falowego stosunek natężeń pól E / H także na zewnątrz, na obydwu końcach kabla, też powinien być taki, jak „lubi” ten kabel, co przypominam na **rysunku 1**. Dla uzyskania czy też dla zachowania dopasowania falowego, na końcach kabla powinno być włączone „cokolwiek”, co zapewni ciągłość impedancji, „ciągłość właściwo-

„ulubionej” rezystancji falowej. We wcześniejszych rozważaniach tym „cokolwiek” były rezystory, a w filmie o pomiarze rezystancji falowej wykorzystałem potencjometry wieloobrotowe, co widać na **fotografii 2**.

Dla celów edukacyjnych, żeby pokazać podstawy, „naturalny dla danego kabla” stosunek E/H , czyli także U/I najprościej dobierzemy za pomocą dwóch rezystorów R_I , R_O według **rysunku 3**.

Zastosujemy taką wartość rezystancji R_I , żeby „przed kablem” stosunek E/H był taki sam, jak w kablu. Tak samo stosunek E/H „za kablem” dobierzemy za pomocą R_O . W ten sposób „na całej trasie przesyłu” zapewnimy jednakowe „okoliczności przesyłania energii” – jednakowy stosunek natężeń pól E/H (a także U / I) i uzyskamy tor dopasowany, w którym nie ma szkodliwych odbić.

W rzeczywistości, zamiast o *rezystorach*, powinniśmy mówić o **rezystancjach**, a raczej o **impedancjach**. Przykładowo w nadajniku radiowym mamy jakiś generator lub raczej wzmacniacz wysokiej częstotliwości, mamy antenę, a także jakiś kabel, bo zwykle obwody elektroniczne są oddalone od anteny.



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



Zapisane w pamięci – historia i typy pamięci, część 3

Obecnie pamięci operacyjne są budowane na bazie pamięci dynamicznych. Jest to odmiana funkcjonalna wcześniej opisanych układów statycznych RAM. Ich budowa i sposób obsługi jest znacząco odmienny od rozwiązań statycznych, toteż poświęcony jest temu niezależny artykuł.

Koncepcja budowy pamięci dynamicznej RAM Obsługa pamięci DRAM

Układy obsługujące pamięć dynamiczną

W czasach, gdy były konstruowane pierwsze komputery przeznaczone do zastosowań domowych, koszt pamięci statycznych był wysoki. Upowszechnienie się komputerów osobistych (komputery PC), a wcześniej komputerów przewidzianych raczej do gier (Spectrum, Commodore czy Atari), było możliwe dzięki opracowaniu tanich układów pamięci dynamicznych o dużej pojemności (koszt jednego kilobajta pamięci dynamicznej jest znacząco mniejszy od wariantu statycznego).

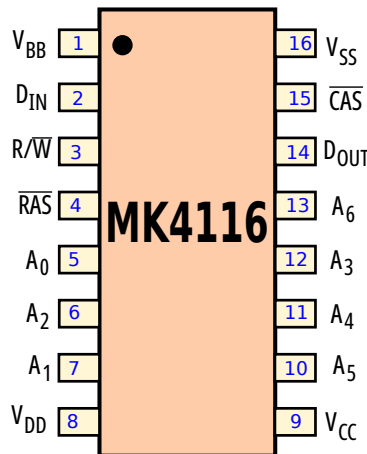
Koncepcja budowy pamięci dynamicznej RAM

Nośnikiem informacji zapisanej w pamięci może być stan przerzutnika (jak w statycznych pamięciach RAM) lub stan naładowania kondensatora

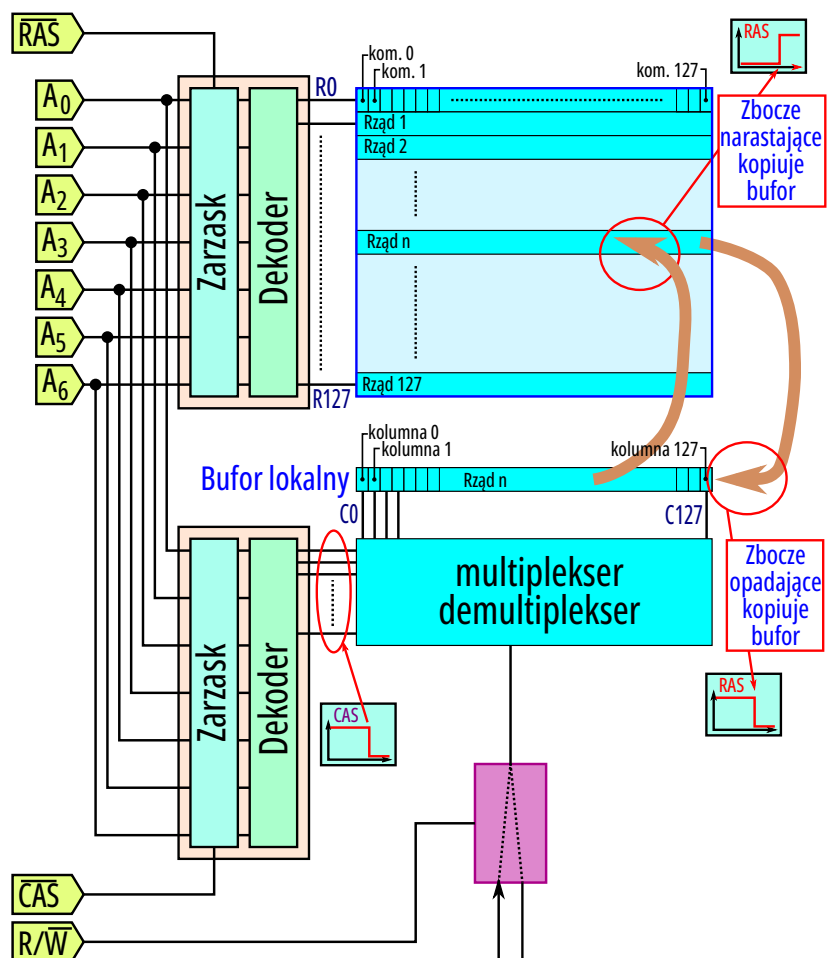
jak w pamięciach DRAM (ang. Dynamic Random Access Memory – dynamiczna pamięć o dostępie swobodnym). Niestety kondensatory mają tę własność, że z czasem rozładowują się. Dodatkowo sama operacja odczytu również uszczupla zgromadzony w kondensatorze ładunek. Aby nie utracić zapisanej informacji, koniecznością staje się jej odświeżanie (to nic innego jak ponowny zapis informacji: doładowanie kondensatora jeżeli był naładowany). Obok normalnego cyklu zapisu/odczytu danych (jak w pamięciach statycznych), który w pamięciach dynamicznych stanowił jednocześnie operację odświeżenia, tutaj została dodana operacja samego odświeżenia (nie mająca na celu udostępnienie danych na zewnątrz, jak przy odczycie).

Pierwszym układem, który zdobył uznanie wśród konstruktorów była pamięć o symbolu MK4116 (**rysunek 1**), pomimo że miała ona jedną wadę – wymagała trzech napięć zasilających (V_{BB} to -5 V , V_{DD} to $+12\text{ V}$ a V_{CC} to $+5\text{ V}$), V_{SS} (inaczej GND) to potencjał odniesienia – masa. Była to pamięć dynamiczna o pojemności $16\text{ k} \times 1$ (była jednobitowa, należało połączyć równolegle osiem układów, by uzyskać organizację bajtową). Jeśli uważnie się przyjrzeć układowi, to łatwo zauważyć, że liczba linii adresowych jest znacząco za mała by układ był w stanie rozróżnić 16 384 różnych kombinacji adresowych (do zaadresowania tej przestrzeni niezbędne jest 14 linii adresowych). Dodatkowo nie ma tu sygnału o funkcji CS (chip select), znanego z pamięci statycznych, oraz występują dwa nowe tajemnicze: RAS (ang. Row Address Strobe – strob adresu rzędu) i CAS (ang. Column Address Strobe – strob adresu kolumny), stanem aktywnym linii RAS i CAS jest zero logiczne. Wszystkie te elementy są ściśle związane ze specyfiką budowy i działania pamięci dynamicznych. Wyobraźmy sobie kwadratową macierz komórek pamięci. Podanie na linie adresowe (w MK4116 to będzie $A_0 \dots A_6$) kombinacji bitowej odpowiadającej połowie (w sensie liczby linii) adresu komórki. Wystąpienie sygnału $RAS=0$ (wybór rzędu w kwadratowej macierzy komórek) w wyniku wewnętrznego dekodowania prowadzi do przepisania całego rzędu z macierzy do lokalnego statycznego bufora. „Zanik” tego sygnału (przejście z $RAS=0$ do $RAS=1$) powoduje przepisanie z lokalnego bufora do kwadratowej macierzy. To przepisanie jednocześnie jest operacją odświeżania danych w pamięci. Jeden impuls na linii RAS prowadzi do odświeżenia 128 komórek pamięci (jednego rzędu). Teraz niech wystąpi bardziej złożone sterowanie. Analogicznie jak poprzednio, po podaniu kombinacji bitowej na linie adresowe następuje zbocze opadające na linii RAS. To jak dotychczas prowadzi do przeko-

połowę linii adresowych w sensie sztuk) i następnie linia CAS zmienia stan: jest zbocze opadające. To oznacza, że z lokalnego bufora jest wyselekcjonowana jedna komórka (identyfikowana przez adres występujący w chwili opadającego zbocza CAS) i jest ona przesłana do wyprowadzenia D_{OUT} – jako operacja odczytu lub z linii D_{IN} stan jest przepisany do lokalnego bufora – jako operacja zapisu. Ten rodzaj operacji jest identyfikowany stanem linii R/W (identycznie jak w pamięciach statycznych: $R/W=1$ oznacza odczyt, $R/W=0$ oznacza zapis). Zmiana stanu linii RAS (z $RAS=0$ na $RAS=1$) prowadzi do przepisania lokalnego bufora do macierzy wszystkich komórek (jeżeli była operacja zapisu, to bufor lokalny zawiera zmieniony stan bitu, który trafi do macierzy). Oprócz specjalnego cyklu odświeżania danych (operacja tylko z sygnałem RAS), każdy odczyt lub zapis również prowadzi do odświeżenia całego rzędu macierzy pamięci. Konceptę ilustruje **rysunek 2**.



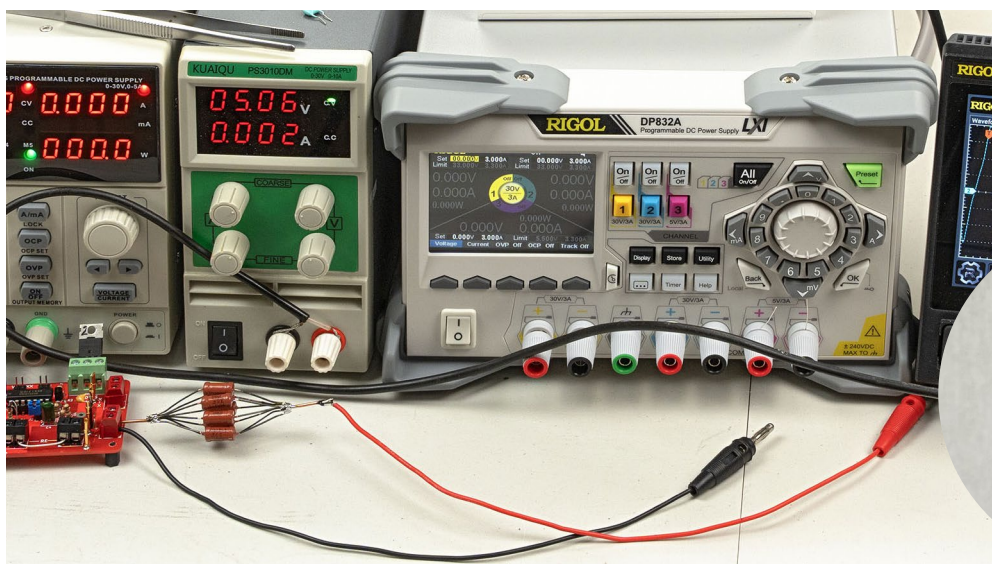
Rysunek 1



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

Skrzynka pytań i odpowiedzi

W tej rubryce przedstawiane są odpowiedzi na wybrane pytania dotyczące elektroniki, zawarte w komentarzach do postów i filmów, nadsyłane przez Patronów i Mecenatów oraz innych Czytelników za pomocą kanałów podanych na stronie: [Zapytaj, odpowiedz](#).



Co to i po co jest OVP i OCP, CV, CC w zasilaczach?

Chcę kupić zasilacz laboratoryjny Korad KA3005 (...) Czy mógłby Pan zrozumiale wyjaśnić co to jest OVP i OCP? (...) do czego to służy i jak to się wykorzystuje w praktyce? (...) przecież jest ustawianie CV i CC (...) szukałem w Internecie (...) ale teraz mam jeszcze większy mętlik w głowie.

Zasady obsługi różnych wersji Korada KA3005 godne są oddzielnego artykułu oraz oddzielnego filmu. Tutaj zajmę się tylko tematem OVP, OCP.

Otóż nic dziwnego, że Czytelnik po poszukiwaniach w Internecie ma „jeszcze większy mętlik w głowie” w kwestiach dotyczących OVP i OCP w zasilaczach Korad KA3005.

Kluczowe zasady są proste, a właściwie jedna podstawowa zasada jest jasna. Natomiast szczegóły i praktyczne wykorzystanie to już wyższa szkoła jazdy i może przyprawić o ból głowy.

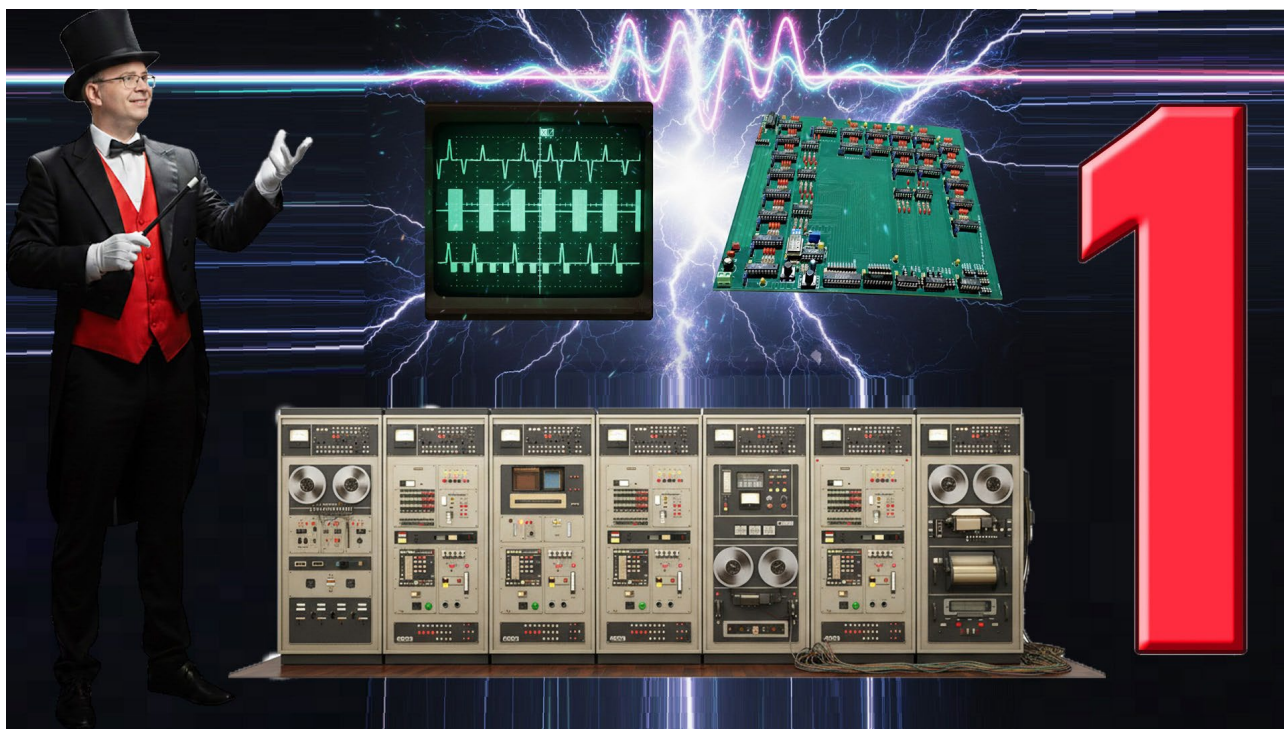
Zacznijmy od tej oczywistej, podstawowej zasady. Otóż **OVP** to skrót **OverVoltage Protection**, natomiast **OCP** – **OverCurrent Protection**. Czyli chodzi o dwa zabezpieczenia: przed zbyt wysokim napięciem oraz przez zbyt dużym prądem. Z grubsza bio-

Na pozór to jest proste, a raczej byłoby proste w nieskomplikowanych zasilaczach i gdyby przestrzegano konkretnie ustalonych reguł. Zamieszanie stwarza po pierwsze fakt, że funkcje OVP i OCP dostępne są w bardzo różnych zasilaczach, słusznie czy niesłusznie nazywanych laboratoryjnymi. W zasilaczach, które mają tryby pracy CV (Constant Voltage) i CC (Constant Current), w których nastawiamy i napięcie wyjściowe (U_O), i maksymalny prąd wyjściowy (I_{Omax}). W zasilaczach, których podstawowe działanie opisane jest następująco:

Przy niedużych prądach wyjściowych taki zasilacz pracuje w trybie CV, czyli utrzymuje na wyjściu stałe, niezmiennie napięcie (U_O). Gdy próbujemy pobrać prąd większy niż I_{Omax} , zasilacz do tego nie dopuszcza, przechodzi w tryb pracy CC, gdy prąd ma nastawioną wartość I_{Omax} , a napięcie wyjściowe staje się niższe od pierwotnie nastawionego U_O . Na tyle niższe, żeby utrzymać nastawiony prąd I_{Omax} .

W praktyce podczas danych prac ustawiamy potrzebne napięcie wyjściowe zasilacza U_O , a ogranicznik ustawiamy na wartość (I_{Omax}) trochę większą od największego spodziewanego prądu obciążenia przy

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



Moja konfrontacja z szybkimi sygnałami cyfrowymi

Cykl ten opowiada o moich badaniach szybkich sygnałów cyfrowych przy pomocy płytki testowej, która została zaprojektowana w świadomy sposób, zgodnie z zasadami HIGH-SPEED. Wyciągnięte wnioski praktyczne, podparte teorią, pomogą mi prawidłowo zbudować komputer TTL.

Kwestie organizacyjne
Idea pomysłu
Schemat ideowy

Czterowarstwowa płytki PCB
Charakterystyka linii mikropaskowej

Prezentowany materiał, ze względu na swoją obszerność został podzielony na sześć części. W poniższym, pierwszym wykładzie przedstawię zamysł 4-warstwowej testowej płytki PCB, przeznaczonej do różnego rodzaju testów. Scharakteryzuję też z odpowiednimi szczegółami technicznymi linie mikropaskową, ponieważ na tej płytce wszystkie linie transmisyjne są mikropaskami.

W drugim artykule w przystępny sposób scharakteryzuję pojęcie linii długiej. Ponadto udowodnię, że ścieżki prowadzone pod kątem 90° nie wpływają realnie na sygnały o zboczach trwających pojedyncze nanosekundy. Omówię też kwestię wykonywania pomiarów za pomocą sond oscyloskopowych.

W trzecim artykule przedstawię i omówię towarzyszące zjawiska dotyczące sygnałów przesyłanych po liniach mikropaskowych o różnej długości. Linie te będą obsługiwać różne rodzaje szybkich driverów, jak również szybkie funktry logiczne. W tych testach będę stosować domyślną terminację szeregową, lecz zaprezentuję też kształty impulsów przy jej braku.

W czwartym artykule omówię teorię dotyczącą prawidłowego odprężania zasilania szybkich układów cyfrowych. Postaram się odpowiedzieć w przejrzysty sposób na następujące pytania:

*Dlaczego kondensatory odprężające są niezbędne?
Czy stosowanie wielu pojemności odprężających*

o różnych wartościach jest korzystniejsze niż stosowanie wielu pojemności o tym samym nominalne?

Czy sposób rozmieszczenia kondensatorów odsprężających na płycie PCB ma znaczenie?

W jaki sposób zamontować kondensator odsprężający, aby był jak najbardziej skuteczny?

Jakie realne korzyści osiągniemy dzięki pojemności międzyplaszczynowej?

Czy zwiększanie względnej przenikalności elektrycznej ϵ_r laminatu niesie ze sobą jakieś realne korzyści?

Zaprezentuję przy pomocy oscylogramów, z jaką skutecznością działa odsprężanie zasilania różnych układów scalonych na mojej płycie testowej.

W piątej części swojego cyklu skupię się na omówieniu zjawiska **Ground Bounce**. Przedstawię wizualne pomiary tego zjawiska za pomocą oscyloskopu, przy różnej liczbie jednocześnie przełączanych wejść szybkich buforów i funkatorów logicznych. Zaprezentuję testy uwzględniając najgorsze warunki wejściowe. Testy, które wykażą czy zjawisko to spowoduje błędne stany logiczne w odbiornikach kombinatorycznych i sekwencyjnych.

W ostatniej, szóstej części zajmę się omówieniem teorii przesłuchów. Przedstawię różne konfiguracje dzięki testowej płycie PCB. Konfiguracje te pokażą, od jakich czynników zależy przesłuch. Dzięki wykorzystaniu oscyloskopu zaprezentuję też kształty powstałych impulsów, które skonfrontuję z teorią. Przeprowadzę też testy przy największym uzyskanym przesłuchu na ścieżce ofiary i dzięki temu spróbuję przełączyć stan binarny w sekwencyjnym układzie logicznym.

Kwestie organizacyjne

Ze względu na to, że niektóre rysunki i zdjęcia osadzone w czasopiśmie zawsze w jakimś stopniu tracą na jakości (ponieważ natywnie nie posiadają aż takiej rozdzielczości jaka jest wymagana do tego typu publikacji), na indywidualne życzenie, osobom zainteresowanym tematem mogę podesłać oryginalne pliki, które będą bardziej czytelne i przejrzyste. Dysponuję też plikami produkcyjnymi płytki PCB (**GERBERY**), które chętnie udostępnię. Posiadam również cztery płytki PCB, które mogę podesłać zainteresowanym – lecz proszę się ze mną skonsultować w tej sprawie, czy aktualnie w chwili czytania tego artykułu będę je jeszcze miał.

Ze względu na obszerność całej publikacji, różne kwestie i zagadnienia, które poruszam w danym odcinku nie muszą być i często nie będą wyjaśniane akurat w bieżącym odcinku. Czytelnik może

ze względu na ograniczoną ilość miejsca w danym numerze ZE, nie będę kopiował tych samych rysunków z innego artykułu do artykułu bieżącego. Będę natomiast zawsze podawał informację, gdy zajdzie taka potrzeba, w której części cyklu znajduje się dany rysunek. W związku z tym, dla lepszego swobody zalecam lekturę kilku artykułów tego cyklu i przeskakiwanie między oknami. Oczywiście będzie to miało największy sens, kiedy już wszystkie części zostaną ostatecznie opublikowane. Może też zaistnieć realna potrzeba zajrzenia do mojego poprzedniego cyklu *Moja droga do okiełznania szybkich sygnałów*, opublikowanego w trzech częściach w ZE2508, ZE2509 i ZE2510.

Idea pomysłu

Projektuję bardzo rozbudowany autorski **komputer na układach TTL**. Do tej pory, z małymi przerwami opracowywałem architekturę, instrukcję procesora, ogólną i bardzo szczegółową zasadę działania poszczególnych bloków, modułów, rozbudowane schematy ideowe i wszystko, co związane z przekuwaniem pomysłów w umysł na papier. Dotychczasowe małe przerwy, o których wspominałem, to czas, kiedy zastanawiałem się nad fizycznym modelem komputera. Zastanawiałem się nad problemami, jakie mogą się pojawić przy takim wielkim projekcie. Rozmawiałem z samym sobą na temat rozwiązań układowych, kwestii zasilania, skutecznego i cichego odprowadzania ciepła, jak i na temat fizycznych, wielkich, wielowarstwowych płyt PCB, dzięki którym wszystkie obwody poskładałam w jedną całość niczym wymyślną budowlę z klocków LEGO. I tu zaczyna się problem. Problem związany z tym, że na papierze – na schemacie blokowym, ideowym wszystko jest klarowne i takie oczywiste...

Każdy elektronik wie, że kartka wszystko przyjmie. Na schemacie ideowym nie widzimy bezpośrednio rezystancji wszystkich połączeń między elementami, a tym bardziej nie widzimy elementów, które są pasywnymi, i które mniej lub bardziej wpływają na pracę poszczególnych obwodów. Ale to jeszcze nie wszystko, bo zazwyczaj w czasie tworzenia schematu nie myślimy o tym, że prędkość przekazywania energii elektrycznej ma skończoną wartość. Na schematach każde połączenie przynajmniej wstępnie traktujemy jako idealne z natychmiastowym przekazywaniem energii. Zakładamy, że każde połączenie nie wprowadza żadnego opóźnienia sygnału, a tym bardziej nie zniekształca przebiegów niezależnie od jego długości i parametrów szybkościowych sygnałów...

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

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 11/2025

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

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

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.