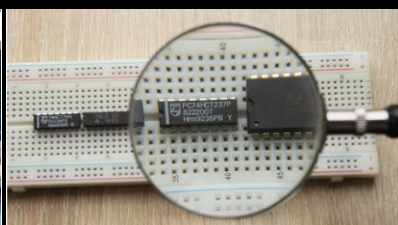
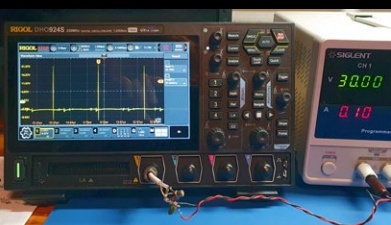




Tajemnicze przetwornice – generatory plazmy

- Generator pikosekundowy • Precyzyjny pomiar rezystancji styków
- Mikroprocesorowa ośla łączka • Historia tranzystora bipolarnego
- Testy termiczne różnych rezystorów • Testowanie układów cyfrowych
- Wyświetlacz 7-segmentowy RGB z diodami WS2812B



Zawartość numeru 6/2024

20

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA



Tajemnicze przetwornice – generatory plazmy

Artykuł przedstawia dokładniejsze informacje dotyczące układów pokazanych w filmie YT o tym samym tytule oraz zawiera bardzo ważne wskazówki praktyczne. Wiedza zawarta w artykule ośmieli i zachęci do samodzielnego przeprowadzenia podobnie atrakcyjnych, ekscytujących eksperymentów i pokazów.

3

Słowo wstępne – czerwiec

4

Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników

12

Łamigłówki elektroniczne czerwiec 2024

14

Rozwiązania Łamigłówek kwiecień 2024

MIERNICTWO

29



Generator pikosekundowy

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

33



Wspólnie projektujemy: Sygnalizator przegrzania LM317

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

34



Wspólnie projektujemy: Elektronizacja pojazdu dziecka

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

40



Precyzyjny pomiar rezystancji styków

MIERNICTWO

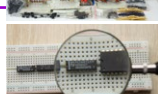
48



Testy termiczne różnych rezystorów

PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA

58



Testowanie układów cyfrowych, część 2

MIKROPROCESORY

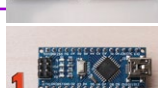
74



Wyświetlacz 7-segmentowy RGB z diodami WS2812B

MIKROPROCESORY

80



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 1

HISTORIA, RETRO

84



Historia elektroniki: historia tranzystora bipolarnego

MIERNICTWO

90



Dokładne pomiary: nieuchronne szумы i starzenie

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

Słowo wstępne – czerwiec



Witam!

Zarówno początkujących, jak i zaawansowanych zachęcam do zainteresowania się okładkowymi tajemniczymi przetwornicami! Realizacja takich prostych układów daje ogromną satysfakcję, nie mówiąc już o podziwie obserwatorów.

Artykuł przede wszystkim opisuje wykorzystanie gotowych chińskich zestawów, których użycie nie wymaga dużych umiejętności. Ale artykuł pokazuje też, jak bardziej zaawansowani mogą przeprowadzić własne eksperymenty i ulepszyć takie układy albo pokrewne generatory rezonansowe, widoczne na fotografii poniżej.

Bardzo się cieszę, że artykuł i film z ubiegłego miesiąca na temat pomiarów wzorców napięcia, wzbudził żywą reakcję. Już odezwało się kilka osób, które nie tylko są zainteresowane dokładnymi pomiarami, ale planują budowę wzorców, także z LTZ1000.

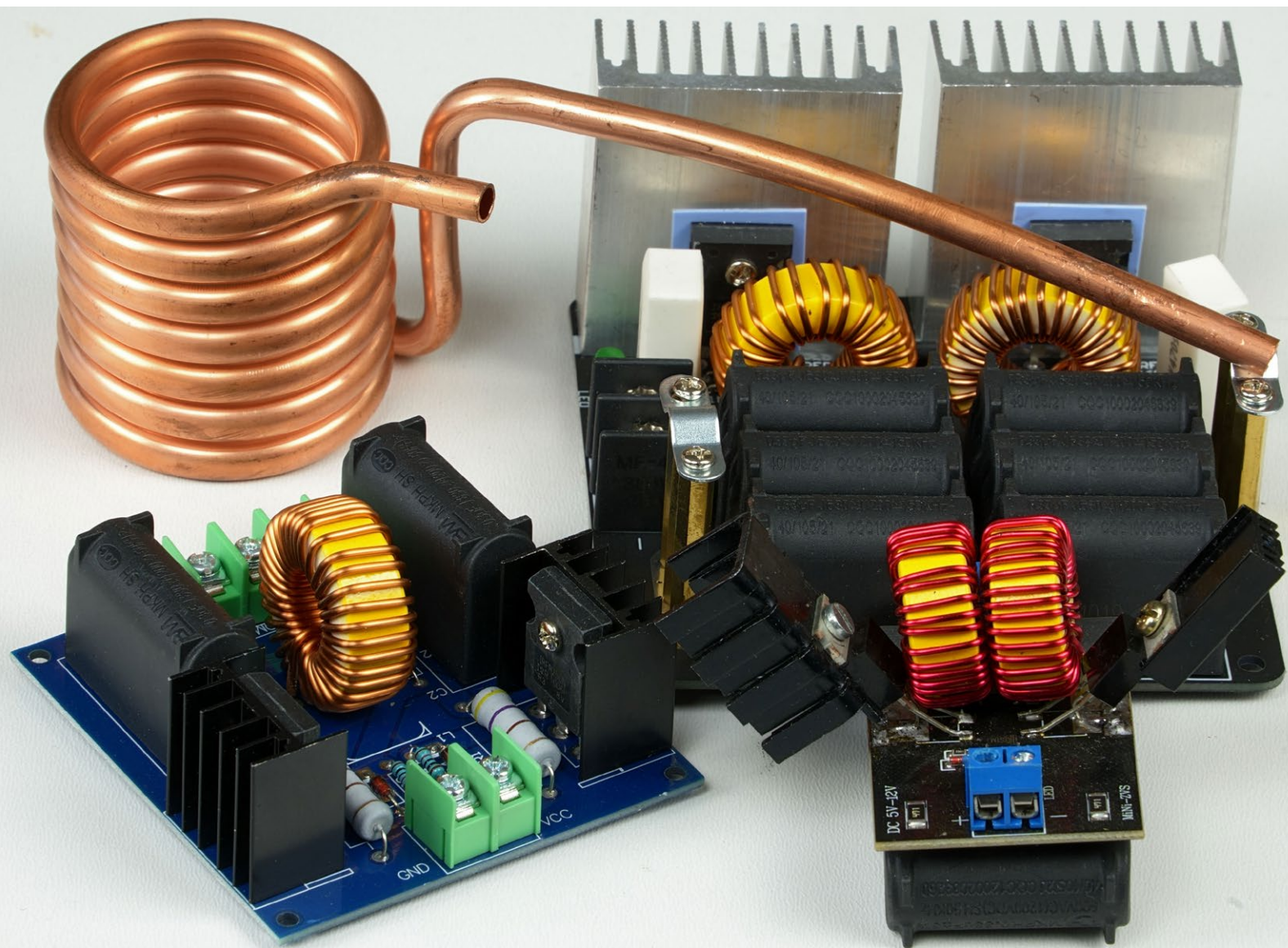
W tym numerze jest podobny artykuł o testach rezystorów. Temat będzie kontynuowany.

Pracuję pilnie, już jest gotowy artykuł i film o bocznikach i pomiarach prądu – na razie dostęp do nich mają tylko Patroni z progów 20zł+.

W jednym z niedawnych filmów YT zwróciłem się z apelem o pomoc i współpracę, choćby tylko w zakresie montażu i testowania gotowych układów. Docelowo, gdy sytuacja finansowa czasopisma się ustabilizuje, będę potrzebował na stałe asystenta technicznego, a na razie bardzo się cieszę, że już zgłosiło się do pomocy kilka osób o różnym poziomie umiejętności. Szczegóły podane są już na następnej stronie w rubryce Poczta. Zamieściłem tam też informację i linki, gdzie można kupić zaskakująco dokładne fabryczne moduły pomiarowe DC.

Pozdrawiam serdecznie!

Piotr Górecki



Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników



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

Poniżej fragmenty ostatnio nadesłanych listów.

Witam,

w ostatnim filmie wspomniał Pan o możliwości współpracy. Z tego co rozumiałem, chodziło o składanie i testowanie układów. Czy to jest aktualne i czy mógłbym się dowiedzieć nieco więcej w tym temacie? Co prawda pracuję, ale często dysponuję wolnym czasem. Posiadam różne multimetry, oscyloskop, sprzęty lutownicze (nawet mikroskop, wzrok nie ten :P) więc mogę w czymś zawsze pomóc. Od razu zaznaczę, że nie jestem elektronikiem z wykształcenia, ale to moje zainteresowanie od dziecka. Mam prawie 50 lat na karku :P Wychowałem się między innymi na EdW i pamiętam Pana artykuły. „Popełniłem” też jeden projekt dla EdW. Kiedyś się więcej robiło różności. To były czasy...

Pozdrawiam

Adam

Witam serdecznie Panie Piotrze,

przedstawię się na początek, nazywam się Krystian, mam 43 lata. Jestem chemikiem z wykształcenia, elektroniką interesuję się od lat, ale wyłącznie hobbystycznie. Jako 8-latek (za sprawą mojego taty) zrobiłem pierwszy swój układ, wzmacniacz m.cz. na 2 tranzystorach, TG3A i TG50. ZADZIAŁAŁ! Na kawałku tektury. Ale do brzegu. „Znamy się” z EdW, jeszcze w latach 90. dostałem upominek od Pana w ramach Szkoły Konstruktorów. Wtedy prenumerowałem czasopismo długie lata, potem, wiadomo, Żona, dzieci, itd., ale wiem jak to było dalej, w sensie czasopisma. W każdym razie ma Pan pełne wsparcie dziś u mnie. (...) dziś mam na tyle dobrą sytuację, że mogę pomóc.

Oglądałem właśnie Pana ostatni film, wg mnie to dobry ruch z taką reklamą. (...) Chyba dlatego piszę tego maila.

No i właśnie, nie dalej jak dziś, pomagałem sąsiadowi położyć LED-y. SK6812. Sterowalne każdy LED oddzielnie, on jest od soft, ja od hardware. Steruje to Maliną, czyli Raspberry Pi. Sąsiad jest informatykiem, ja bardziej hardware-owo. Pierwsza opcja to było Arduino (moja namowa), ale ostatecznie padło na Malinkę. Jak Pan chce, mogę napisać artykuł o naszych perturbacjach, do Pańskiego magazynu. A mieliśmy ich parę, chyba najgorsza to spadki napięć. OCZYWIŚCIE CHARYTATYWNIE, ZA DARMO. Sąsiad wyraził zgodę na każdą publikację, włącznie z fotkami :)

Czekam na odzew i pozdrawiam.

Krystian

Bardzo się cieszę, że zgłosiło się kilka osób oferujących swą pomoc! Mam nadzieję, że niedługo na łamach czasopisma zobaczymy pierwsze efekty, między innymi artykuł o wspomnianych diodach LED.

Dzień dobry Panie Piotrze!

Z wielką radością odkryłem jakiś czas temu Pański kanał na Youtube, gdzie kontynuuje Pan naukę elektroniki. Ja swoją przygodę zaczynałem w roku 1996, gdy poszedłem do technikum elektronicznego. Wtedy też pojawiły się pierwsze numery EdW, na które nie mogłem się doczekać, aż pojawią się na witrynie w kiosku :). Już wtedy uczył mnie Pan elektroniki.

Zawodowo i hobbystycznie zajmuję się elektroniką. Najbardziej cieszy mnie, gdy sam wykonam jakiś „projekcik”, który później zaczyna pracować. Gdyby był Pan zainteresowany jakąś formą współpracy, np. przez publikowanie moich materiałów w czasopiśmie Zrozumieć Elektronikę lub inną to byłoby fajnie. Potrafię „w miarę” ogarnąć STM32, AVR, ESP32. Projektuję również pcb w Altium i ostatnio w Kicad. Jestem w stanie napisać również co nieco w Pythonie

(i w ten sposób np. dogadać się z płytką poprzez UART bądź USB). Mam kolejkę pomysłów i chciałbym je gdzieś pokazać. Lubię ciekawostki ze świata elektroniki i nie tylko – jestem fanem Home Assistant i mam w domu zrobione trochę automatyzacji, które cieszą gdy działają. Lubię do Home Assistant integrować swoją elektronikę. Ostatnio zainteresowałem się tanimi chińskimi mikrokontrolerami z firmy WCH. Potrafią kosztować np. 1zł, a mają ciekawe peryferia.

Chciałbym Panu przedstawić jeden z moich ostatnich pomysłów jakim jest zasilacz, a raczej przystawka do zasilacza USB-C z funkcją Power Delivery. Przystawka zbudowana jest właśnie na bazie mikrokontrolera wspomnianej firmy WCH – CH32V003 oraz układu USB-PD również tej firmy – CH224K. Po podłączeniu poprawnego zasilacza USB-C mamy dostęp do napięć 5 V, 9 V, 12 V, 15 V i 20 V – wszystkie z prądem do 3A. Na wyświetlaczu mamy wyświetlone: napięcie, pobór prądu i mocy oraz temperaturę PCB. Jest to pierwsza wersja projektu jednak nie ma przeszkód gdyby trzeba było go zmodyfikować/ulepszyć. W załączniku przesyłam zdjęcia projektu. Dziękuję za przeczytanie wiadomości. Życzę powodzenia w Pańskim projekcie. Oczywiście leci patronat.

Pozdrawiam
Łukasz Drozd

Przystawka do zasilacza USB pokazana na **fotografii 1** okazała się bardzo pomocna i dla mnie – wystąpiła w dwóch moich niedawnych filmach. Czekamy na publikację tego projektu. Być może Łukasz przedstawi też temat zasilaczy serwerowych – **fotografia 2** pokazuje moje zapasy tych potężnych zasilaczy. Namawiam też Łukasza, żeby poprowadził na łamach czasopisma cykl dotyczący inteligentnego domu – automatyki domowej opartej na Home Assistant.

Dzień dobry,
po obejrzeniu kolejnego odcinka o pomiarach, wspomniał Pan o boczniku. Poprosiłbym Pana o odpowiedź, jak dobiera się boczniki lub jaka jest zasada stosowania bocznika.

W prostowniku na wyjściu jest zastosowany bocznik. Jak on wpływa na wyjściowe napięcie na wyjściu, czy on obniża napięcie, czy bocznik jest rezystorem?

Wiem tylko że do bocznika można podłączyć amperomierz i zmie-

rzymy płynący prąd. Jeżeli coś źle wytłumaczyłem, to przepraszam, ale Pana odpowiedź wyjaśni mi zasadę używania i stosowania bocznika. Dziękuję bardzo.

Stefan

Mówisz i masz! Temat wydał mi się na tyle atrakcyjny, że powstał i artykuł, i film na ten temat. Na razie są dostępne tylko dla hojniejszych Patronów.

Dzień dobry Panie Piotrze,
cieszę się, że się natknąłem na ZE. Najważniejsze, to wytłumaczenie, jak coś działa. Zawsze mnie to męczyło, jak na studiach elektroniki wiele rzeczy było podanych bez wyjaśnienia. Morze obliczeń, a nie było objaśnienia sensu działań układów. Tak naprawdę dopiero własne eksperymenty i pierwsza moja 4-letnia praca po studiach w charakterze elektronika konstruktora spowodowała, że elektronikę zacząłem czuć. Dużą pomocą dla mnie była obszerna praca Stanisława Gardynika „Mikrokomputer CA 80 moje nowe hobby”.

Co do rysunków w ZE, to ładniejsze są te z programu niż odręczne, chociaż tak jak pisałem na wstępie, najważniejsze to objaśnienia, jak coś działa. Rysunki to tylko estetyka.

Studiowałem elektronikę w latach 1991–1996, a więc przed erą internetową, zazdroścę teraz ludziom łatwości dostępu do informacji, do kontaktu z innymi ludźmi. Wersja elektroniczna czasopisma jest dużo lepsza niż papierowa, linki do dodatkowych informacji typu rysunki, filmy są rewelacyjnym ułatwieniem.



Fotografia 1



Fotografia 2

Bardzo jestem wdzięczny Panu za to popularyzowanie elektroniki, ma Pan dar tłumaczenia rzeczy trudnych w sposób przyjazny dla czytelnika. Pana Praktyczny Kurs Elektroniki jest rewelacyjny, uczę się z niego elektroniki to wielka przyjemność. Nawet teraz hobbystycznie robię te układy i delektuję się ich działaniem.

Planuję w jesieni życia zająć się hobbystycznie elektroniką (dzieci powoli stają się samodzielne) i ogrodem z warzywnikiem przy domu. Dlatego też od paru miesięcy jestem Pana patronem i zamierzam nim być aż do końca...

Pozdrawiam i życzę Panu zdrowia i wszelkiej pomyślności w działalności ZE i życiu prywatnym!

Robert Płatek

Oto e-maile dotyczące modułów pomiarowych:

Dzień dobry, w nawiązaniu do filmu o pomiarach chciałem zapytać o to, gdzie można kupić omawiane woltomierze.

Pozdrawiam

Krzysztof

Szanowny Pani Piotrze, jestem świeżo po „lekturze” Pańskiego najświeższego filmu na YT („Od czego zależy dokładność pomiarów?”) i postanowiłem do Pana napisać w dwóch sprawach.

1. Być może już natrafił Pan na ten trop, ale na wszelki wypadek donoszę, że TOYA sprzedaje w Polsce (...)

2. Będę ogromnie wdzięczny za namiar na dobry moduł mierzący napięcie do 300 V i prąd do 500 mA (DC). Z góry dziękuję i serdecznie pozdrawiam.

Sławomir

Dzień dobry, Panie Piotrze, proszę polecić producenta modułów 4- i 5-cyfrowych do pomiaru napięcia i prądu.

Pozdrawiam

Krzysztof

Jeżeli chodzi o zaskakująco dokładne moduły pomiarowe DC, to ja dla sprawdzenia kupiłem sporo odmian w różnych sklepach Aliexpress. Niestety, większość linków – ofert, gdzie ja kiedyś kupowałem jest już nieaktywna. Cały czas dostępne są dobre moduły w sklepie RD Official Store:

<https://pl.aliexpress.com/store/923042>.

Oni mają sporo interesujących modułów. Ostatnio kupowałem tam zestaw 4 woltomierzy o zmiennej precyzji: <https://pl.aliexpress.com/item/1066106250.html> Godne uwagi są dwufunkcyjne: <https://rdtech.pl.aliexpress.com/store/923042/pages/all-items.html>. W tym o zmiennej precyzji: <https://pl.aliexpress.com/item/1580721683.html>

Oni mają też 2 oferty 5-cyfrowych amperomierzy: <https://www.aliexpress.com/store/923042/pages/>

<all-items.html?productGroupId=251224100>.

W każdym razie taki moduł powinien zawierać przetwornik ADC MCP3421. Są bowiem identyczne z wyglądu inne moduły 5-cyfrowe z dużo gorszymi przetwornikami ADC.

Opis mojej przystawki był w ZE 1/2023: <https://piotr-gorecki.pl/y007>. A cały cykl licznych artykułów archiwalnych zaczyna się od wpisu oznaczonego MR101: <https://piotr-gorecki.pl/mr101>,

i kolejne: <https://piotr-gorecki.pl/mr102>

<https://piotr-gorecki.pl/mr103>

i tak dalej .../mr104 /mr105... tam jest mnóstwo informacji, w tym, jak rozpoznać dobry moduł.

A jeżeli chodzi o firmę Toya, czy może YATO, to nawiązałem kontakt i zapowiada się bardzo interesująca współpraca.

Dzień dobry Panie Piotrze,

dziękuję za wszystkie Pana artykuły w EdW oraz ostatnią inicjatywę w postaci kanału na YT i czasopiśma „Zrozumieć Elektronikę”. Z tym ostatnim jeszcze się nie zapoznałem, bo dołączyłem do Patronite niecałe 5 minut temu ;)

Ostatnio buduję różne generatory na potrzeby tworzonego przeze mnie kursu na temat Signal Integrity i trafiłem m.in. na Pana artykuł „Generator nanosekundowy”. Właśnie dostałem PCB do niego i niedługo będę testował różne jego wersje. Zainteresowałem się tym, o czym wspomina Pan na temat kostek 74ABT04. Poprzedzona szczegółową analizą konkluzja jest następująca: „W każdym razie wszystko wskazuje, iż prościutki generator na kostce 74ABT04 ma bardzo strome zbocza, a na zboczu rosnącym najwidoczniej występuje też dodatkowy króciutki impuls”.

Zastanawiam się, czy ten impuls, o którym Pan pisze, to nie jest przypadkiem efekt widocznej przez chwilę konstruktywnej interferencji impulsu padającego na wysokomowe wejście oscyloskopu z jego odbiciem. Spotkałem się z podobnymi efektami podczas różnych eksperymentów. Spróbuję to powtórzyć i zmierzyć u siebie. W domu mam TDS3054B (500MHz; 5Gs/s), ale w pracy mamy do dyspozycji sprzęt o dużo lepszych parametrach.

Jako ciekawostkę przesyłam Panu kilka nagrań do kursu, o którym wspominałem. Niestety jakiś czas temu zatrzymałem się z nagrywaniem, ale czuję coraz większą chęć, aby kontynuować, być może w nieco zmienionej formie: <https://tiny.pl/dd1w8>.

A teraz zabieram się za „Zrozumieć Elektronikę” ;)

Pozdrawiam serdecznie.

Maciej Lasota

W tym przypadku też zapowiada się interesująca współpraca w zakresie artykułów, a może i filmów.

Panie Piotrze,

zainteresował mnie okładowy artykuł z wersji wstępnej wydania ZE 06/2024. Jakiś czas temu bałem się układami na podstawie intrygującej konstrukcji „złodzieja dzuli”. Próbowałem nawet zrobić jak najbardziej miniaturową wersję „latarki”. Próby te prezentuje to skromne nagranie:

<https://www.youtube.com/watch?v=AFef92GHkcw>.

Największym elementem okazało się ogniwo. Największą trudnością jest (a jakże) nawinięcie transformatora. Ech, te magnetyki – zaraz obok radia największa czarna magia w elektronice ;)

Wiele propozycji układowych sugerowało użycie małego rdzenia ferrytowego w kształcie torusa. Zdobycie takowego jest niełatwym zadaniem, co mogło zniechęcać. Tymczasem znalazłem o wiele prostszą metodę. Wystarczy na zwykłą cewkę w obudowie osiowej THT (takiej jak pocziwy rezystor) nawinąć kilkanaście zwojów drutu nawojowego – i gotowe! Polaryzację uzwojeń trzeba ustalić doświadczalnie – zamieniając miejscami kierunki. Wartość indukcyjności cewki (jak i w zasadzie każdego z komponentów) nie jest krytyczna – proponuję zacząć od 100 uH. Z moich doświadczeń wynikało, że „własne” uzwojenie lepiej sprawdza się po stronie „roboczej”, natomiast te w cewce – jako sprzężenie do bazy tranzystora. Z chęcią powrócę do tych eksperymentów i wykonania pomiarów oscyloskopem.

Pamiętam również, że próbowałem wykonać wariant w oparciu o tranzystor germanowy PNP, jednak wtedy bez większych sukcesów. Może teraz będzie inaczej?

Zaintrygował mnie temat przetwornicy pracującej od 22 mV (pytanie, które już mi się nasuwa – czy od takiego napięcia przetwornica wystartuje?). (...)

Na koniec zostawię jedną obserwację: w elektronice często układy proste w budowie są trudne do zrozumienia, i vice versa. Mała liczba elementów to nierzadko podstęp, pod którym kryją się złożone zjawiska i elementy pełniące jednocześnie kilka funkcji wymieszanych ze sobą. Zrozumienie zasady działania przetwornicy zbudowanej na układzie scalonym z jasno oddzielonymi blokami funkcyjnymi może być znacznie łatwiejsze, niż takiej opartej na jednym jedynym tranzystorze.

Pozdrawiam / Best Regards
Aleksander Kawęczyński

Autora zachęciłem, żeby przedstawił swoje nowe doświadczenia na łamach ZE. A moja dwuelementowa przetwornica z cewką szpulkową (która jest też bohaterką konkursu) zaczyna pracę od około 30...40 mV – dokładnie nie sprawdzałem.

Szanowny Panie Piotrze,

zwracam się z zapytaniem czy wciąż jest możliwość otrzymania dowolnych numerów „Zrozumieć elektronikę” poprzez wsparcie przez serwis buycoffee.to? (...) Z tego co rozumiem, wsparcie na Patronite daje wyłącznie dostęp do wydań bieżących, ja natomiast chciałbym wspomóc Pana kwotą 120 zł i otrzymać cały rocznik 2023 (żeby mieć komplet).

Pozdrawiam
Radosław

Tak, Nowi Patroni w prezencie otrzymują jeden wcześniejszy numer. Jeszcze wcześniejsze mogą zamówić przez <https://buycoffee.to/piotr-gorecki>.

Dzień dobry Szanowny Panie Piotrze!

Interesuje mnie zakup pojedynczych wydań czasopisma. Na chwilę obecną chciałbym się dowiedzieć, czy kondensator połączony w szereg w obwodzie AC obniży mi napięcie w tym obwodzie i czy jest możliwość, że osiągnie on temperaturę wyższą niż 70°C. Czy ten problem został już poruszony w którymś wydaniu?

(...) Czy byłby Pan zainteresowany nawiązaniem ze mną współpracy na zasadach korepetycji? Przy jakiej „ilości kawy” mogłaby odbyć się taka rozmowa?

Z wyrazami szacunku
Krzysztof

Autorowi odpowiedziałem, że informacje o wcześniejszych wydaniach ZE są tu: <https://piotr-gorecki.pl/n11-poprzednie-numery-ze/>.

Kondensator szeregowy ma jakąś reaktancję, więc obniży napięcie, bo tworzy się dzielnik z dwóch impedancji. Grzanie kondensatora zależy głównie od szkodliwej rezystancji wewnętrznej ESR. Problem występuje nie przy 50 Hz, tylko przy wyższych częstotliwościach.

Co do prywatnych korepetycji: z uwagi na nawał zajęć nie sądzę, że wygospodarowałbym na nie czas. Ale może udałoby się wyjaśnić tematy, które interesowałyby więcej osób. Tu pierwszeństwo mają moi najbardziej hojni Patroni – do tej pory zrealizowałem kilka ich propozycji.

Dzień dobry!

Przez dłuższy czas (kilka lat) czytałem Pańskie artykuły w EdW. Jestem bardzo wdzięczny za pracę, jaką Pan w to włożył. Gdy dowiedziałem się o odejściu Pana z EdW postanowiłem wesprzeć Pańską działalność na Patronite, a przy okazji wciąż czerpać ogrom wiedzy z Pańskich artykułów. [Przesyłam rozwiązanie konkursów]

(...) Poza tym mam kilka propozycji na przyszłe artykuły i kilka pytań: (...)

Gdy w pracy zawodowej trafiłem na wyzwanie stworzenia wzmacniacza klasy C na 27 MHz, okazało się, że miałem dość duży problem ze zrozumieniem szczegółów działania i projektowania takiego układu. Na kilka pytań nie mogłem również znaleźć odpowiedzi. Zadałem je na forum elektronicznym, ale albo w ogóle nie dostałem odpowiedzi, albo jedynie zdawkowe, niewyczerpujące:

<https://electronics.stackexchange.com/questions/679495/resonant-circuit-in-class-c-amplifier>
<https://electronics.stackexchange.com/questions/679496/gate-bias-voltage-in-class-c-amplifier>
<https://electronics.stackexchange.com/questions/679609/output-impedance-of-class-c-amplifier>

Myślę, że mógłby być to dość ciekawy temat na serię, np. seria o wzmacniaczach różnych klas.

(...) Wydaje mi się, że każdy z tematów wysokich częstotliwości: tworzenia filtrów LC, wzmacniaczy RF, pomiarów VNA były ciekawe. W Internecie jest jedynie kilka bardzo fajnych źródeł wiedzy – np. kanał w2a-ew czy ostatnio powstały fesh electronics na YouTube, a mam wrażenie, że poza tym brakuje innego źródła, które w przystępny sposób tłumaczy takie zagadnienia. Nie znalazłem książki, która jest odpowiednikiem sztuki elektroniki dla układów RF.

(...) Dość ciekawym tematem, dla osób zawodowo zajmujących się elektroniką mógłby być również temat EMC. Ja przynajmniej czytałbym takie artykuły z zapartym tchem.

Pytanie 1: Pewnego razu wpadłem na pomysł zwiększenia pasma oscyloskopu poprzez dołożenie na jego wejściu układu elektronicznego, który miałby charakterystykę wzmocnienia odwrotną do charakterystyki wzmocnienia oscyloskopu – nie wzmacniałby sygnału niskich częstotliwości, a częstotliwości które tłumione byłyby przez filtr wejściowy oscyloskopu wzmacniałby na tyle, aby łączne wzmocnienie było równe 1. Temat taki poruszyłem tutaj: <https://electronics.stackexchange.com/questions/704191/expanding-oscilloscope-bandwidth-by-amplifying-higher-frequencies>.

Czy mógłby Pan wypowiedzieć się nad sensownością takiego rozwiązania?

Pytanie 2: Ostatni numer EdW jaki mam, jest z drugim artykułem z cyklu pomiarów VNA pisanego przez Pana. Czy będąc w EdW skończył Pan tę serię, czy kupując kolejne egzemplarze znajdę tam całą serię o VNA, czy odszedł Pan z tego czasopisma przed skończeniem serii?

Pytanie 3: Czy myślał Pan o wydaniu książek ściśle technicznych na konkretne tematy? Dla przykładu zaczynam ostatnio interesować się układami wysokich częstotliwości i dużo łatwiej byłoby mi kupić np. Pana książkę o układach wysokich częstotliwości, niż wyszukiwać w których egzemplarzach są jakie

artykuły i je skupować, żeby np. skompletować całą serię o VNA.

Przyznam że szczególnie byłbym zainteresowany książką w temacie RF. Kupiłbym już w preorderze, nawet nie znając spisu treści...

Pozdrawiam serdecznie i życzę powodzenia w super projekcie „Zrozumieć Elektronikę”.

Piotr

Co do propozycji – tematykę wzmacniaczy różnych klas wpisałem na listę „do zrobienia” – czeka w kolejce. Jednak temat projektowania wzmacniaczy klasy C to oddzielny problem, bo chodzi o układy w.cz., o radiowe wzmacniacze rezonansowe, a to jest trudny temat np. dla zaawansowanych krótkofalowców.

Tematyką w.cz. będziemy się zajmować m.in. w Radiowej Oślej Łączce. Na liście „do zrobienia” od dawna jest też temat zakłóceń (EMI, EMC). Ale ostrzegam, że to bardzo obszerne i trudne zagadnienia dla profesjonalistów i na pewno tematu nie wyczerpiemy.

Pytanie 1: dziś należy kupić oscyloskop o szerszym pasmie, a ewentualne wysiłki skierować na np. realizację sondy aktywnej, najlepiej różnicowej.

Pytanie 2: Współpraca z EdW urwała się nagle. Artykuły o VNA są na mojej stronie, począwszy od:

<https://piotr-gorecki.pl/mr091>

<https://piotr-gorecki.pl/mr092>

... i tak dalej do <https://piotr-gorecki.pl/mr096>.

Pytanie 3: Wydawanie książek to dziś deficytowy interes. Nie można się z tego utrzymać. To duży problem dla Autorów, ale i dla Czytelników.

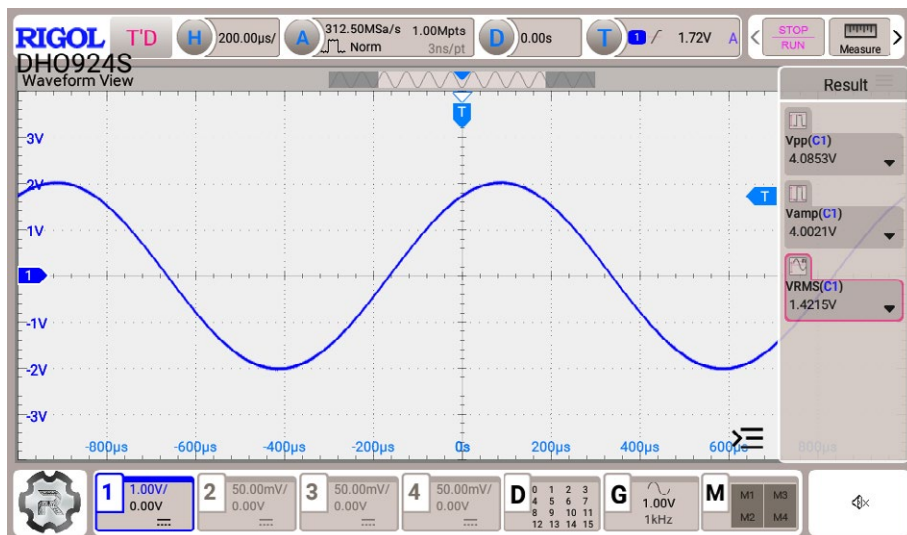
Dzień dobry,

do oscyloskopu DHO924S podłączyłem sygnał sinusoidalny o wartości międzyszczytowej 4 V. Oscyloskop pokazał 4,0853 V peak-peak. Trudno mieć zastrzeżenia. Natomiast wartość amplitudy 4,0021 V wprowała mnie w zdumienie. Wikipedia definiuje „Amplituda – największe wychylenie z położenia równowagi w ruchu drgającym i w ruchu falowym”, co wydaje się naturalne. Skąd więc tak nieoczekiwany odczyt? Rzut oka do instrukcji skutkuje definicją „the voltage value from the top of the waveform to the base of the waveform”, co nic nie wyjaśnia. Zamieszczony tam rysunek jest może zrozumiały dla przebiegu prostokątnego, ale nie wiemy, co to jest „base of the waveform” dla sinusa. A jak to jest u Keysighta? Rysunek jest praktycznie ten sam, z opisu natomiast wynika, że oscyloskop wykonuje nieopisane w instrukcji obliczenia statystyczne i mierzy amplitudę jako różnicę potencjałów między najczęściej występującymi wartościami „na górze”

i „na dole” sygnału. Znowu, jasne dla prostokąta, czeski film dla sinusa. Smutna prawda jest więc taka, że mierząc amplitudę tak naprawdę nie wiemy, co mierzymy. Wniosek: pomiar amplitudy nie ma sensu i nie należy wykorzystywać tej funkcji oscyloskopu.

Pozdrawiam
Paweł Pawłowicz

Rysunek 3 pokazuje, że nawet skądinąd bardzo dobry oscyloskop też jest niedoskonały.



Rysunek 3

Witam Panie Piotrze,
nie ukrywam, że trochę się zawiodłem poziomem artykułów w ZE – są jak dla mnie zbyt ogólnikowe. Szukam materiałów o płytach indukcyjnych. Mam wreszcie czas na emeryturze i mogę go poświęcić na niezrealizowane hobby – elektronikę. Próbuje naprawiać sprzęt AGD. Wcześniej artykuły Pana w EdW były dla mnie bardzo pomocne, dzięki nim zrozumiałem np. działanie przetwornic indukcyjnych. Ale jest to tylko moja, być może subiektywna, ocena.

Pozdrawiam
Tadeusz

Cenne są dla mnie wszelkie opinie, zwłaszcza te krytyczne. W tym przypadku Czytelnik szuka mocno specjalistycznej wiedzy dotyczącej kwestii serwisowych. Życzę powodzenia w poszukiwaniach, ale trudno znaleźć wartościowe materiały napisane przez kogoś, kto za darmo lub za „bardzo małe pieniądze” podzieli się doświadczeniem i swą ogromnie cenną wiedzą specjalistyczną. A swoją drogą, zachęcam do publikowania w ZE osoby, które jednak chciałyby podzielić się swą cenną wiedzą...

W liczniku samochodu francuskiego aixam 741 jest płytka drukowana, która steruje elektroniką w całym samochodzie. W przypadku uszkodzenia tej płytki trzeba kupić licznik za 1300 zł. Czy jest możliwe aby nie posiadając schematu ani żadnego oprogramowania z tego auta wykryć błąd na tej płytce. W warsztatach jest kupa zepsutych liczników.

Z góry dziękuję za odpowiedź.

Marek

Pytającemu odpowiedziałem, że niestety, bez schematu, doświadczenia i specjalistycznych na-

rzędzi będzie ciężko. Tak to jest z dzisiejszą elektroniką – producenci albo w ogóle nie przewidują możliwości naprawy, albo „tylko” nie udostępniają dokumentacji.

Dzień dobry,
fajne filmy o systemach liczbowych w CPU i liczbach zmiennoprzecinkowych:

<https://youtu.be/VUHwfugYFEA>,

<https://youtu.be/ZD0wMdJa-Ns>,

<https://youtu.be/irm2ZJRWxX4>.

Pozdrawiam
Sławomir Skrzyński

Niestrudzony **Tadeusz Suszał** przysłał dwa e-maile dotyczące wątku Projektujemy wspólnie – uniwersalne obciążenie aktywne, poruszanego też w poprzednim numerze ZE. Prace trwają:

Dzień dobry,
(...) 2. Co się tyczy **aktywnego obciążenia**, to zmontowałem również Pana wersję w zakresie stałego napięcia (bez drugiego WO). I teraz chcę przeprowadzić próbę. Ale ciągle mam obawy dotyczące podłączenia zasilacza liniowego (ustawiony na stały prąd) do przeprowadzenia próby aktywnego obciążenia w trybie stałego napięcia. Czy go nie uszkodzi? No bo zasilacz ma 30 V, a my się spodziewamy 300 V na zaciskach.

3. Również testowałem moją wersję. Udało mi się radykalnie zmniejszyć składową AC na bramce, ale muszę jeszcze nad tym popracować aby wyeliminować ją całkowicie. A na pewno jeszcze bardziej ograniczyć. Już teraz przy obecnym poziomie ograniczenia widać poprawę pracy układu.

Pisałem wcześniej, że były problemy ze źródłem napięcia odniesienia (...) Znalazłem usterkę w postaci przerwy w jednym punkcie lutowniczym. Tak to jest jak lutujemy na płytce prototypowej, gdzie schodzi się kilka elementów. (...)

4. Jako pierwszy WO w moim układzie występuje wtórnik napięciowy. Wydaje się, że trzeba go chronić od przebiegów, zwłaszcza przy pracy w trybie stałego napięcia. Bo chyba pozostałych WO nie ma aż takiej potrzeby chronić w ten sposób. Na rysunku 4 przykład takiej ochrony.

W Pana układzie jest zabezpieczenie bramki za pomocą diody Zenera. Czy w tym przypadku, przy zasilaniu napięciem 10 V, jest to potrzebne? Na bramce jest jeszcze mniej. Oczywiście, że nie zaszkodzi. Na tym etapie prób i uruchamiania nie umieściłem ich w układzie. Może trzeba będzie to zrobić.

Na teraz to wystarczy.

Pozdrawiam
Tadeusz Suszał

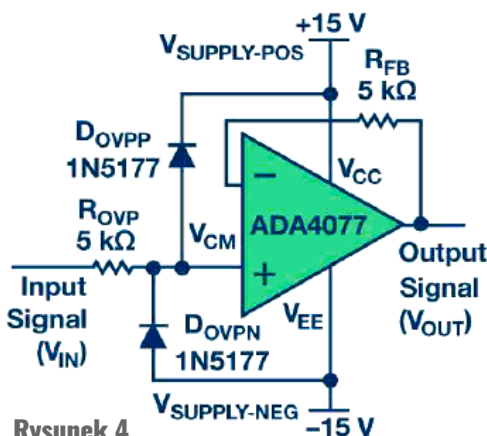
Tuż przed opublikowaniem tego numeru otrzymałem dalsze interesujące informacje:

Dzień dobry, witam serdecznie,

(...) Mam nadzieję, że znajdzie Pan Piotr chwilę na przeczytanie tego maila między kolejnymi klapsami. Mam na myśli klapsy filmowe. Oglądałem Pana filmy, do których jakiś czas temu dostałem linki. A domyślam się, że kręci Pan cały czas i jest coś nowego.

(...) Ale do rzeczy. Sen z oczu spędzała mi próba aktywnego obciążenia w trybie U. Bo do użycia zasilacza 30 V w trybie prądowym nie miałem przekonania. Ze względu na jego niskie napięcie. O czym już wcześniej pisałem. Dłuższą chwilę to trwało, ale znalazłem rozwiązanie.

Tak mi się wydaje, że znalazłem. Chodziło o to, aby znaleźć takie źródło prądowe, zasilacz, który będzie w stanie pracować zarówno przy niskim napięciu, jak i przy 300 V. A prąd będzie miał względnie stały w całym zakresie zmian napięcia. I okazało się, że mam u siebie coś takiego. Tym urządzeniem jest tester do LED-ów, a można go z powodzeniem wykorzy-



Rysunek 4

stać do sprawdzania diod Zenera. Widać go na fotografii 5. Może pracować do 330 V. Prąd można ustawić ręcznie. Próby generalnie robiłem z prądem 10 mA.

Przetestowałem zarówno moje jak i Pana rozwiązanie, co widać na dalszych fotografiach. W pierwszej kolejności pokażę jak u mnie to wypadło. Na fotografii poniżej pokazuję jak wygląda stanowisko pomiarowe czyli bałaganik twórczy. Tu jest płytka z moim wariantem, ale tylko z jednym tranzystorem MOSFET. Do-

celowo ma ich być 3. Na razie układ zmontowany jest tylko z jedną kostką LM324 na potrzeby jednego MOSFETA. Oscyloskop podłączony na bramce MOSFETA.

(...)

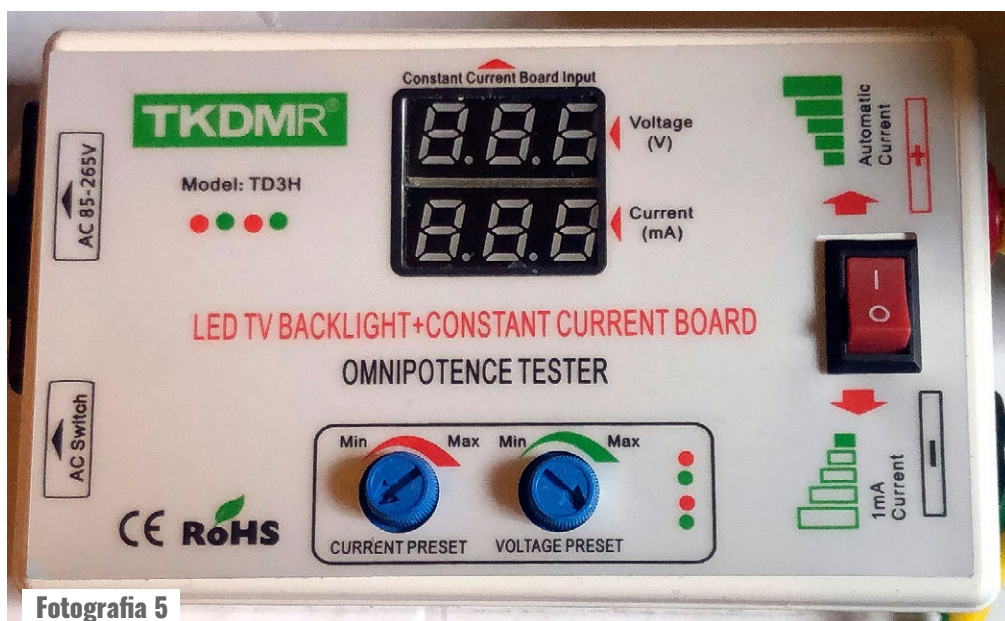
Pełny e-mail z kompletem fotografii i obszernym opisem jest dostępny jako plik ZE2406_pocztaTS.pdf.

(...)

Na ostatniej fotografii pokazano, że przy zmniejszaniu napięcia z 292 V na poziomie ok. 40 V pojawiają się zakłócenia. Ale przy ok. 20 V one znikają i dla minimalnego ustawienia 12 V ich nie ma.

W przypadku prób Pana układu na bramce za rezystorem nie było żadnego kondensatora. To dopiero trzeba będzie sprawdzić, co może mieć wpływ na zmniejszenie zakłóceń. Najlepiej aby ich wcale nie było, co łatwe nie będzie. Na tym etapie można stwierdzić, że układy działają. To sukces. Można wprowadzić usprawnienia i poprawki, co nie powinno być problemem, ale największym bólem głowy są zakłócenia.

Jeszcze małe podsumowanie.



Fotografia 5

W przypadku Pana rozwiązania uzyskane zakresy napięć:

I zakres: 0,63 V – 25 V, II zakres: 12 V – 292 V.

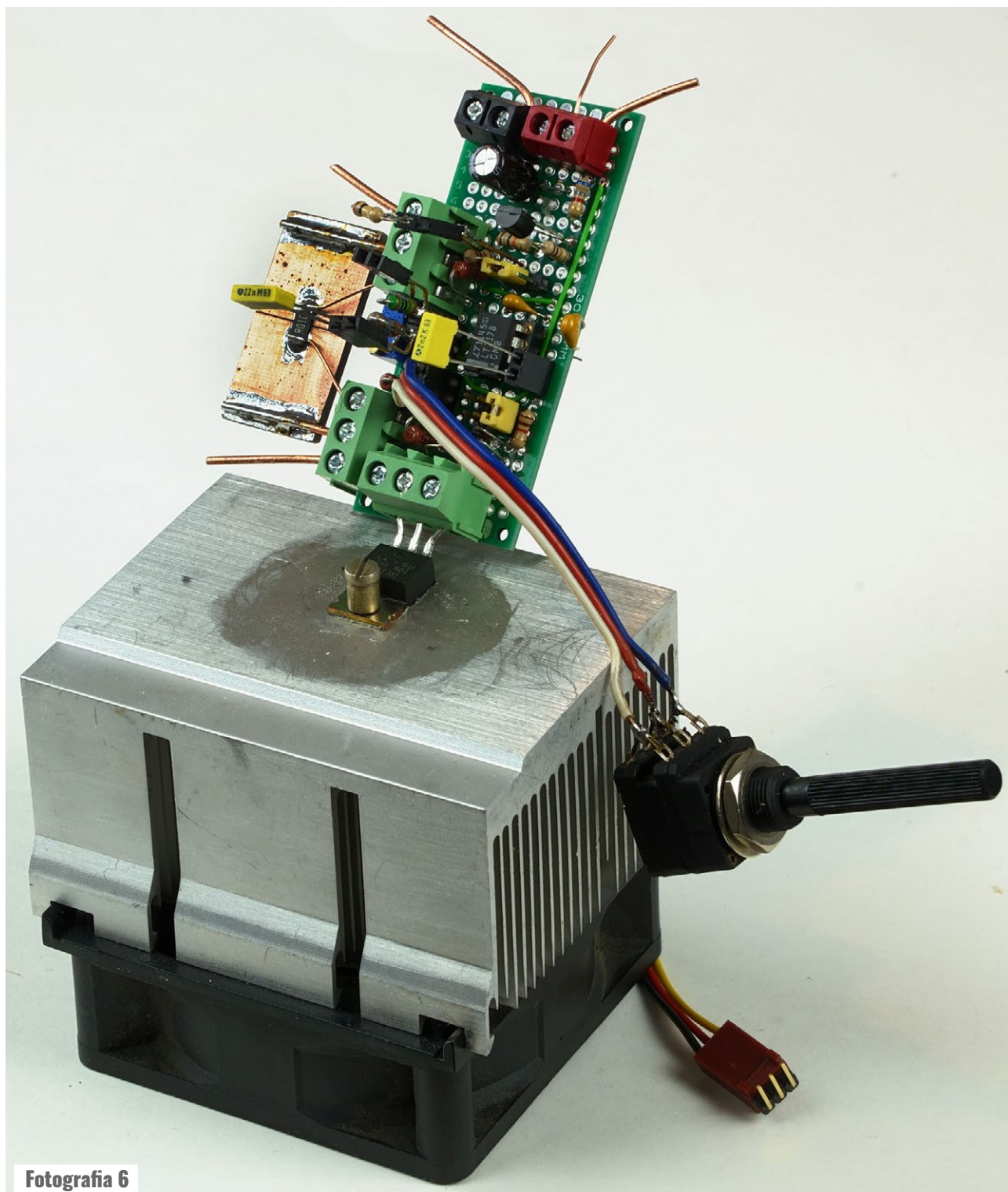
W moim rozwiązaniu w zależności od napięcia odniesienia: 1,3 V – 100 V (nap. odniesienia 200 mV), zmniejszając nap. odniesienia pewnie uzyskamy napięcie poniżej 1,3 V i drugi zakres: 4,3 V – 257 V (nap. odniesienia 500 mV), zwiększając nap. odniesienia uzyskamy napięcie 300 V.

Jak na razie to wszystko. Sprawdzenie pracy w trybie

„U” udało się przeprowadzić. Wnioski i przemyślenia mile widziane. Pytania również.

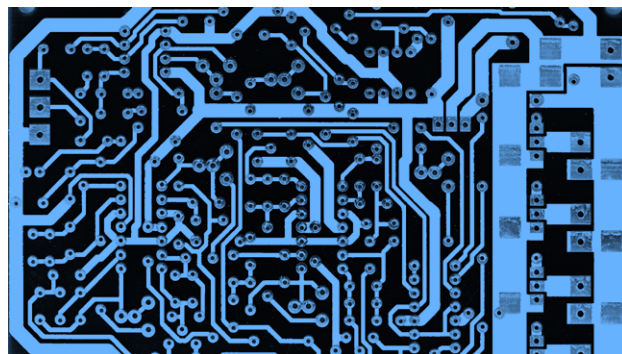
Pozdrawiam
Tadeusz Suszał

Cieszę się, że rozwija się wątek projektowy Uniwersalnego obciążenia aktywnego. Ja też dodałem do tego swój „kamyczek”. **Fotografia 6** pokazuje mój model obciążenia aktywnego, który wykorzystałem w niedawnych filmach.



Fotografia 6

Rozwiązania Łamigłówek kwiecień 2024



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze kwietniowym (4/2024). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Jak odpowiedź? 2404
Rozwiązanie – Policz 2404

Rozwiązanie – Usterka 2404
Rozwiązanie – Co to jest? 2404

Rozwiązanie Jak odpowiedź? 2404

W kwietniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *Szalony elektronik terrorysta podarował nam układ o schemacie jak na rysunku. Wyjście tego układu podłączone jest do zapalnika małej bombki zawierającej ćwierć kilograma trotylu. Rzut oka na tabelę prawdy bramki AND mówi, że stan wysoki na wyjściu nie ma prawa się pojawić, tak więc możemy bez obawy pstrykać przełącznikiem. Czy rzeczywiście jesteśmy bezpieczni? Pozdrawiam.*

Paweł Pawłowicz

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca kwietnia 2024. Oto rozwiązania, zarówno nietrafne, jak i bardziej przemyślane.

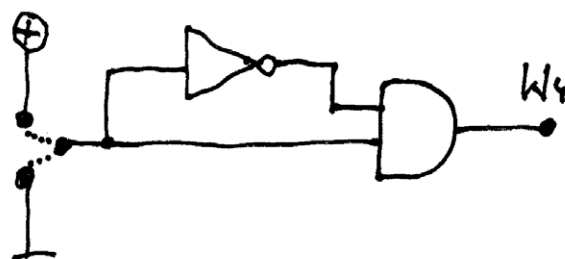
Cześć,

na schemacie widać bramkę AND z negatorem na jednym z wejść. Bramka AND na wyjściu ma stan wysoki tylko wtedy, gdy na obydwu wejściach są stany wysokie. Ponieważ jedno z wejść jest zanegowane negatorem, więc nigdy na wejściach nie wystąpią te same stany, a w szczególności obydwa wysokie, więc zawsze na wyjściu będzie stan niski. **JESTEŚMY BEZPIECZNI.** Pozdrawiam.

Marcin

Dobry wieczór, nie mam pojęcia jakie warunki należy spełnić aby zainicjować wybuch trotylu, niemniej tego układu raczej nie próbowałbym używać :)

Teoretycznie wszystko się zgadza, na przeszkodzie stoi jednak okrutna rzeczywistość. Otóż w rzeczywistości bramki nie przełączają się natychmiastowo, tylko



z pewną zwłoką, zwaną czasem propagacji. Dla bramek TTL serii LS typowo to ok. 10 ns, dla szybkiej serii F – ok. 3 ns, zaś dla klasycznych CMOS serii 40XX to aż 55 ns, przy zasilaniu 5 V (dane z dokumentacji TI dla układów scalonych 74LS04, 74F04 oraz CD4069).

W zależności od typu zastosowanej bramki NOT, na wyjściu bramki AND ma prawo pojawić się wysoki stan logiczny na czas potrzebny do zmiany stanu bramki NOT. Pozdrawiam.

Artur Krawczyk

Z racji niezerowego opóźnienia bramki odwracającej po zmianie wejścia z 0 logicznego na 1. Przez czas równy czasowi propagacji (kilkaset ps do kilkunastu ns) na obu wejściach bramki AND będzie stan wysoki, co mogłoby spowodować trochę szkód w mieście, w którym ja i pan Paweł mieszkamy.

Piotr Sobieraj

(...) Rzeczywiste bramki cyfrowe potrzebują kilku nanosekund aby odpowiedzieć na zmianę stanu swojego wejścia. Ten czas nazywa się czasem propagacji (t_p) zanim nowy stan wejścia wywoła zmianę wyjścia. Najszybsze inwertery niskonapięciowe mają czasy propagacji nie większe niż 2 ns.

Np. dla inwertera serii 74 HCT $t_p = 9$ ns, co ilustruje rysunek zamieszczony obok. Jak widać z tego wykresu, jest możliwy teoretycznie, a nawet praktycznie stan wysoki na wyjściu „c”, który teoretycznie nie powinien wystąpić. Drugim problemem, który może taki stan wywołać są poziomy stanów logicznych układów NOR i AND np. serii 74HC00. $U_{cc} = 5$ V, $U_{we} = 0-1,5$ V – stan L; $U_{we} = 3,5$ V – stan H. Pozdrawiam.

Andrzej Kubiak

Dzień dobry, sądzę, że nie jesteśmy bezpieczni przez to, że bramki potrzebują pewnego czasu na przełączenie.

A dokładniej: jeśli na wejściu układu mamy 0, to wejścia bramki AND będą ustawione na 1 i 0, a jej wyjście na 0. Na razie jest bezpiecznie.

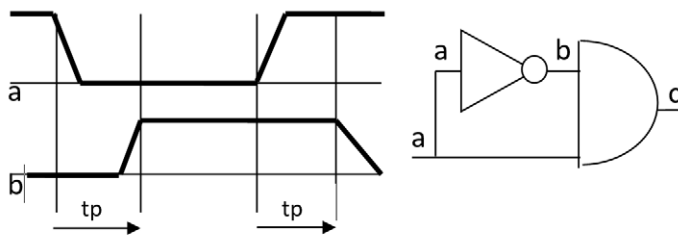
Jednak gdy przełączymy wejście na 1, to „dolne” wejście AND przestawi się natychmiast na 1. Natomiast górne przestawi się na 0 z opóźnieniem, wynikającym z czasu reakcji bramki NOT. A zatem bramka AND przez krótki moment będzie mieć 1 na obu wejściach, co poskutkuje wystawieniem 1 na wyjście i odpaleniem zapalnika.

Inna sprawa, że już prędzej podłączyłbym do gniazdka zasilacz własnej roboty (co na moim poziomie wiedzy byłoby dość karkołomnym pomysłem) niż uruchomił układ podarowany przez szalonego elektronika terrorystę. Obojętne jak pewny byłbym jego bezpieczeństwa. Pozdrawiam.

Mariusz Pluciński

Dzień dobry, ach te opóźnienia...

Raz mają zbawienny wpływ, a raz katastroficzny i do tego w przenośni i dosłownie, jak w tym przypadku. No cóż, ten szalony elektronik terrorysta jest chyba jeszcze bardziej szalony ode mnie w tworzeniu projektów. Niestety przy pstrykaniu, a w zasadzie przy pstryknięciu z pozycji zera logicznego do logicznej jedynki na wyjściu bramki AND pojawi się krótki dodatni szpilkowy impuls o czasie trwania propagacji przyłączonego do drugiego wejścia bramki AND negatora. Jest to nieuniknione, bo czasy propagacji każdego fizycznego elementu są skończone. Jeśli są to zwykłe bipolarne bramki TTL to jest pewne, że impuls już powstanie gdy łącznik w przełączniku znajdzie się w powietrzu (nie będzie się stykał z żadnym pinem zasilającym) dlatego, że wejścia pozostające w „powietrzu” są interpretowane przez te bramki jakby występował na nich stan wysoki. Natomiast w przypadku bramek CMOS, wejścia, które nie są podłączone do żadnych rezystorów polaryzujących (jak w tym przypadku) – to gdy wystąpi stan przejściowy, czyli gdy łącznik w przełączniku będzie zawieszony w powietrzu spowoduje losową interpretację stanu wejściowego przez bramkę. Wiadomo, że wejścia bramek CMOS mają ogromną impedancję wejściową – więc



a	b	c	We/wy
0	1	0	Stan logiczny normalny
1	0	0	Stan logiczny normalny
0	0	1	Stan logiczny przejściowy ok 9 ns

w tym przypadku działają jak anteny, które są podatne na pole elektryczne (sprężenie pojemnościowe) w związku z tym delikwent będzie miał w najlepszym przypadku (gdy bramka zinterpretuje ten nieustalony stan jako logiczne zero) ułamek sekundy więcej zanim nastąpi katastrofa... Tak naprawdę tym obwodem, podłączając jego wyjście np. do licznika binarnego, można odpalić sekwencyjnie wiele ładunków, a to ze względu na to, że nie ma żadnego obwodu na wejściu, tłumiącego drgania styków, które też mogą wystąpić w zależności od kondycji tego przełącznika jak i jego typu. Jak najprościej zapobiec tej nieuniknionej dodatniej szpilce? Można dodać na wyjściu mały kondensator o odpowiedniej pojemności, powstanie wtedy układ całkujący z rezystancją przewodzenia aktywnego tranzystora w stopniu wyjściowym bramki. Należy zadbać o to, aby stała czasowa tego obwodu była co najmniej kilka razy większa, niż najgorszy przypadek czasu propagacji zastosowanego negatora. Również można dodać rezystor, który z pojemnością wejściową bramki (z jej wejściem podłączonym bezpośrednio) stworzy podobny obwód opisany chwilę wcześniej. Można też zamiast tego rezystora wydłużyć połączenie, ścieżkę na PCB o czas propagacji negatora, znając prędkość rozchodzenia się pola elektromagnetycznego w zastosowanym medium, itd., itd. OCZYWIŚCIE NA POWAŻNIE – NIE POLECAM ŻADNYCH ROZWIĄZAŃ W TEGO TYPU EKSPERYMENTACH, NAWET TYCH PRZYTOCZONYCH PRZEZE MNIE. Pozdrawiam serdecznie.

Rafał Wiśniewski

Dzień dobry, raczej bezpieczni, bo na wyjściu AND pojawi się impuls o czasie nanosekund względnie dziesiątek ns, zależnie od technologii wykonania układu. W tak krótkim czasie zapalnik (spłonka) raczej nie zainicjalizuje wybuchu. Pozdrawiam.

Sławomir Skrzyński

Jeden ze stałych uczestników szczegółowo przeanalizował, co może się zdarzyć, gdy wejście bramki jest niepodłączone, czyli gdy „wisi w powietrzu”. To cenne spostrzeżenia, ale w tym przypadku celem jest zwrócenie uwagi na opóźnienia i hazardy czasowe. ▣

Rozwiązanie – Policz 2404

W kwietniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Według **rysunku 1** chcemy zrealizować źródło prądowe o prądzie około 2 mA. Zadanie konkursowe jest takie: **Zaproponuj wartości rezystorów R1, R2.**

Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca kwietnia 2024. Oto nadesłane rozwiązania.

Moja propozycja dotycząca wartości rezystorów:
R1 = 15 k, R2 = 249 Ω, 255 Ω, 261 Ω.

Tadeusz Suszał

Policz 2404. Dane do obliczeń:

Tranzystor BC548 – $U_{be} = 0,7\text{ V}$, $I_b = 0,5\text{ mA}$

Dioda 1N4148 – $U_f = 1\text{ V}$, $I_f = 10\text{ mA}$

napięcie zasilania $U = 12\text{ V}$, Prąd zasilania $I = 2\text{ mA}$

Dodatkowe znaczenia do wzorów:

U_{R1} – napięcie na rezystancji R1

$I_1 = I_b$ prąd płynący przez R1

$2 \times U_f = U_{be} + I \times R_2$

stąd $R_2 = (2 \times U_f - U_{be}) / I$ $R_2 = (2 \times 1 - 0,7) / 0,002$

$R_2 = 650\ \Omega$

$U_{zas} = I_1 \times R_1 + 2 \times U_f$

stąd $R_1 = (U_{zas} - 2 \times U_f) / I_1$

$R_1 = (12 - 2 \times 1) / 0,0005$

$R_1 = 2000\ \Omega$

Pozdrawiam

Andrzej Kubiak

Bardzo się cieszę z tego interesującego rozwiązania:

Panie Piotrze,

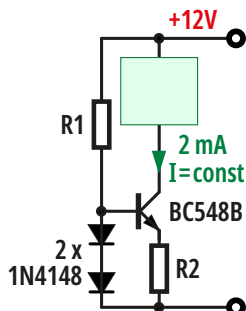
Pański artykuł <https://piotr-gorecki.pl/br004> sekcja „Stabilizator prądu” rysunki 16 i 17 opisuje koncepcję i metodologię obliczeń.

Dobierając elementy należy uwzględnić na początek prąd, jaki będzie płynął przez 2x1N4148, gdyż od tego będzie zależało napięcie U_f .

$2 \times U_f = U_{be} + U_{R2}$, przyjmując $U_f = 0,6\text{ V}$ i że $U_{be} = 0,6\text{ V}$ wyjdzie że $U_{R2} = 0,6\text{ V}$. Czyli $R_2 = 300\ \Omega$. Zostaje jeszcze R1 – tutaj można uznać że napięcie $U_{R1} = 10,8\text{ V}$ to $R_1 = 3,6\text{ k}\Omega$.

Tyle teoria, zgodnie z zapisami na stronach, a także w ZE, warto przetestować teorię i samodzielnie sprawdzić działanie rozwiązania.

Testy zostały zrealizowane przy $R_E \sim 300\ \Omega$ (dokładniej 286,34 Ω – połączenie równoległe 680 Ω i 510 Ω).



Rysunek 1

Ja w pierwszej kolejności zweryfikowałem układ D1,2 + R1 bez T1 i R2, następnie wszystkie elementy połączone wg schematu (bez obciążenia kolektora). Zasilanie 12 V.

Wartość R1 = 3268 Ω

I przy D1,2 + R1 = 3,6265 mA; U na D1,2 = 1,3333 V

Następnie:

IE = 1,829 mA; UR1 = 526 mV

UB = 1,2510 V

i dalej:

Wartość R1 = 2238,1 Ω

I przy D1,2 + R1 = 4,747 mA

U na D1,2 = 1,3777 V

IE = 2,046 mA

UR1 = 589,4 mV

UB = 1,3168 V

Pozostaje jeszcze kwestia R obciążenia i czy T1 nie jest w stanie nasycenia oraz wydzielanych mocach na elementach.

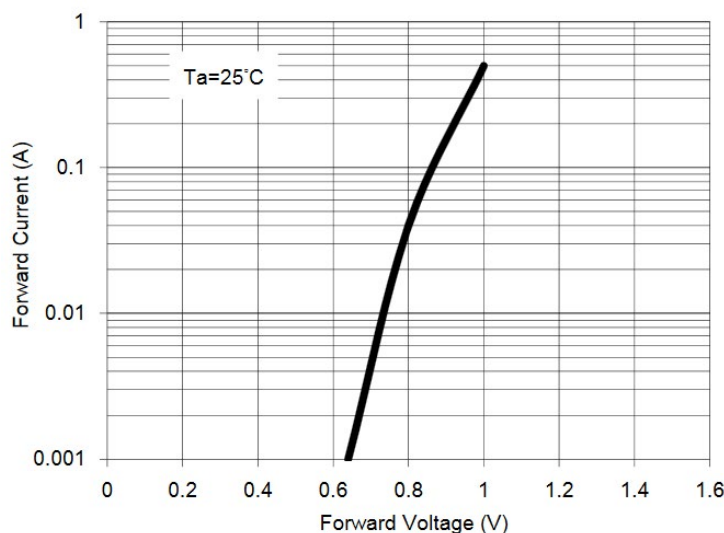
Z poważaniem

Paweł Mastalski

Dzień dobry,

na rysunku przedstawiony jest obwód z tranzystorem (...) Na początku zajmijmy się dzielnikiem napięcia zbudowanym z dwóch diod oraz rezystora R1. Jak wiadomo napięcie przewodzenia diody uzależnione jest od płynącego przez nią prądu, ściślej napięcie to jest proporcjonalne do logarytmu prądu, który płynie przez diodę. Określmy zatem prąd, który chcemy przepuścić przez diody tak, aby w przybliżeniu określić na nich spadek napięcia. Spójrzmy na **rysunek 2**.

Fig.1 Typical Forward Characteristics



Rysunek 2

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted) (Continued)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
ON CHARACTERISTICS					
DC Current Gain ($I_C = 10\ \mu\text{A}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)	h_{FE}	—	90	—	—
BC547A/548A		—	150	—	
BC546B/547B/548B		—	270	—	
BC548C					
($I_C = 2.0\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)		110	—	450	
BC546		110	—	800	
BC547		110	—	800	
BC548		110	—	800	
BC547A/548A		110	180	220	
BC546B/547B/548B		200	290	450	
BC547C/BC548C		420	520	800	
($I_C = 100\ \text{mA}$, $V_{CE} = 5.0\ \text{V}$)		—	120	—	
BC547A/548A		—	180	—	
BC546B/547B/548B		—	300	—	
BC548C					

Rysunek 3

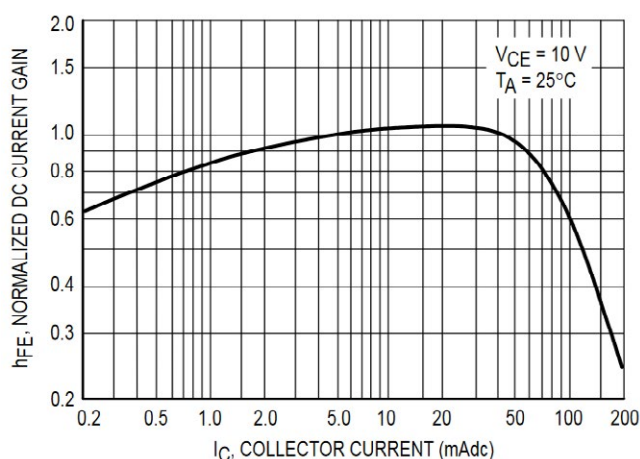
Przyjmijmy napięcie przewodzenia powiedzmy 0,65 V – prąd płynący musi mieć wartość w granicach 1,3 mA, niech to będzie prąd I_1 . Zatem obliczmy wartość rezystora R_1 :

$$R_1 = (U_{zas} - 2 \times U_f) / I_1 \sim 8,2\ \text{k}\Omega$$

Oczywiście nieznaczną część tego prądu przejmie baza tranzystora T_1 , o czym później. Teraz zajmijmy się wartością rezystora R_2 . W pierwszej kolejności musimy określić napięcie na bazie tranzystora. Będzie ono wynosić około 1,3 V (spadek napięcia na dwóch szeregowo połączonych diodach 1N4148). Musimy również uwzględnić spadek napięcia na złączu baza – emiter tranzystora. Ono też zależy od wielu czynników, ale dla ułatwienia obliczeń przyjmijmy, że jego wartość też wynosi 0,65 V. Tak więc napięcie na rezystorze R_2 będzie miało wartość: $1,3\ \text{V} - 0,65\ \text{V} = 0,65\ \text{V}$. Wynika to z trybu pracy tranzystora w układzie wspólnego kolektora (napięcie na emiterze będzie zawsze równe napięciu bazy pomniejszonemu o napięcie przewodzenia baza – emiter). Prąd źródła prądowego ma być równy 2 mA, niech to będzie prąd I_2 . Więc policzmy wartość rezystora R_2 uwzględniając wspomnianą zasadę:

$$R_2 = (2 \times U_f - U_{BE}) / I_2 \sim 330\ \Omega$$

Teraz wróćmy do prądu bazy, spójrzmy na **rysunek 3**. W czerwonej ramce przedstawione są wartości stałoprądowego wzmocnienia tranzystora BC548B dla pewnych ustalonych warunków. Rzućmy też okiem na **rysunek 4**, który przedstawia zależność wzmocnienia od wartości prądu kolektora. Możemy odczytać, że dla prądu 2 mA wzmocnienie to wynosi 90% wartości. Nawet jak przyjmijmy najgorszy przypadek h_{FE} 200 i pomnożymy przez 0,9 wyjdzie nam wartość 180. Policzmy zatem prąd bazy tranzystora: $2\ \text{mA} / 180 \sim 11\ \mu\text{A}$. Prąd ten należy odjąć



Rysunek 4

według pierwszego prawa Kirchhoffa od wyliczonego prądu I_1 . Wpłynie to nieznacznie na napięcie przewodzenia diod.

Nasuwa się wniosek: im większe wzmocnienie prądowe tranzystora tym korzystniej dla pracy układu, bo płynie mniejszy prąd bazy, który zabiera mniej prądu z dzielnika: $R_1, D_1 + D_2$.

Podsumowując, wartość rezystora R_2 jest bardziej krytyczna niż R_1 . Aby dokładniej ustawić prąd kolektora w wysokości około 2 mA należy wstawić w szereg z którymś z rezystorów potencjometr o odpowiedniej wartości, zmniejszając odpowiednio rezystancję któregoś z rezystorów. Oczywiście to też nie zagwarantuje niesamowitej stabilności, bo stabilność zależy od bardzo wielu czynników, których nie sposób opisać w tym krótkim podsumowaniu. Należy te wszystkie obliczenia traktować z „grubsza”.

Pozdrawiam serdecznie.

Rafał Wiśniewski ✉

Rozwiązanie – Usterka 2404

W kwietniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na **rysunku obok** pokazany jest schemat prostego regulowanego źródła prądowego, którego wydajność można zmieniać za pomocą potencjometru P1. Niezmiennie pytanie konkursowe jest takie:

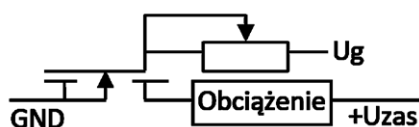
Czy na tym schemacie widzisz jakąś usterkę?



Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca kwietnia 2024. Oto rozwiązania.

Błędem na schemacie jest umieszczenie P1 między masą a źródłem do sterowania napięciem bramki.

Proponuję następujące rozwiązanie:



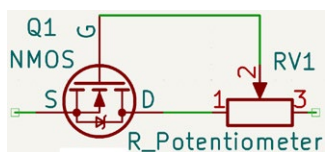
Czytelnik

Dzień dobry, ciekawa zagadka! Wydaje mi się, że ten układ nie zadziała z uwagi na błędną polaryzację.

Użyty jest tranzystor MOSFET, typu wzbogaconego z kanałem typu N (NMOS). Taki tranzystor jest normalnie wyłączony, jego włączenie wymaga aby potencjał bramki był wyższy od potencjału źródła (pominę tu dla uproszczenia progi włączenia). W pokazanym układzie ten warunek nie może zostać spełniony – bramka i źródło są połączone poprzez opór, a więc ich potencjał będzie taki sam, tak długo jak tranzystor pozostaje wyłączony. Jednakże, właśnie z uwagi na ich równy potencjał, nie będzie on mógł się nigdy włączyć – i tak koło się zamyka. A nawet gdyby jakąś dodatkową ingerencją (np. podaniem impulsu na bramkę) włączyć ten tranzystor, to przepływ przez niego prądu mógłby jedynie podnieść potencjał źródła względem bramki – a więc wprost przeciwnie do stanu koniecznego do jego włączenia. Widzę dwie proste możliwości naprawy układu:

1. Umieszczenie potencjometru po stronie drenu tranzystora. W ten sposób potencjał bramki będzie mógł być ustawiony na wyższy niż źródła, niezależnie czy tranzystor jest akurat włączony, czy nie.

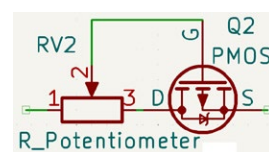
2. Podmiana tranzystora NMOS na PMOS oraz zamiana miejscami drenu ze źródłem. W takim układzie potencjał bramki będzie mógł być ustawiony na niższy niż źródła, co w tym



typie tranzystora warunkuje jego włączenie.

Pierwsze rozwiązanie jest oczywiście najprostsze, ale myślę, że drugie może też się przydać – np. jeśli o problemie dowiedzieliśmy się dopiero po wykonaniu płytki.

Pozdrawiam
Czytelnik



Dobry wieczór,

układ przedstawiony na rysunku nie będzie działał w ogóle. Na schemacie mamy N-MOSFET, który do włączenia potrzebuje na bramce napięcia dodatniego względem źródła. Tutaj napięcie dodatnie względem źródła nigdy nie wystąpi. Ponadto, aby w ogóle wystąpił jakikolwiek spadek napięcia na potencjometrze P1, musiałby płynąć przez niego (i tranzystor) prąd – tu nie popłynie, nie tylko z powodu niewłaściwej polaryzacji (to można łatwo rozwiązać stosując tranzystor z kanałem P), ale również z powodu tego, że po włączeniu zasilania tranzystor nie ma jak się otworzyć, by zapoczątkować przepływ prądu. Problemem jest napięcie progowe bramki, które nie wynosi 0 V, a zwykle kilka V i co najmniej takie napięcie musiałoby pojawić się pomiędzy bramką a źródłem aby tranzystor w ogóle zaczął przewodzić (np. taki IRF540 potrzebuje min. 2 V, a prąd drenu to wówczas 250 uA).

Taki układ mógłby prawidłowo działać z tranzystorem MOSFET z kanałem zubożonym (depletion mode), bo te są elementami „normalnie włączonymi”, co zapewniłoby początkowy przepływ prądu i spadek napięcia na P1. W załączniku tego e-maila przesyłam fragment dokumentu firmy Infineon, przedstawiający zastosowanie tranzystora z kanałem zubożonym typu BSS126 w roli źródła prądowego. Dla porządku załączam także dokument źródłowy z którego ów fragment pochodzi.

Problem z tranzystorami z kanałem zubożonym jest jednak taki, że są to dość specyficzne elementy, nie ma wielkiego wyboru typów ani też nie są łatwo dostępne.

Taki układ mógłby także działać prawidłowo z N kanałowymi tranzystorami JFET (...)

Pozdrawiam
Artur Krawczyk

Tak, słusznie! Usterka polega na tym, że na schemacie został wykorzystany symbol graficzny MOSFET-a wzbogaconego, a w takim układzie pracuje MOSFET z kanałem zubożonym (depletion mode). Nie jest natomiast dobrym rozwiązaniem przeniesienie potencjometru w obwód drenu. ▢

Rozwiązanie – Co to jest? 2404



W kwietniu postawione zostało następujące zadanie konkursowe:

Na **fotografii** pokazane są dwa egzemplarze pewnego elementu.

Pytania konkursowe brzmią:

- **Co to jest?**
- **Do czego można to wykorzystać?**

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

Oto nadesłane rozwiązania:

Dzień dobry, przypomina mi odgromnik gazowy. Są też wersje podwójne z trzema wyprowadzeniami.

Pozdrawiam

Sławomir Skrzyński

*Dobry wieczór,
na zdjęciu przedstawiony jest element zwany iskiernikiem gazowym. Do czego ten element służy? Ogólnie rzecz biorąc do ochrony przed przepięciami (najczęściej skutkami wyładowań atmosferycznych).*

Pozdrawiam

Artur Krawczyk

*Dzień dobry,
są to iskrowniki, elementy zabezpieczające przed przepięciami. Właścicielem pokazanych na załączonym obrazku stałem się w nieco nietypowy sposób. W krzakach na mojej działce znalazłem jakieś elektryczne szczątki. Po drugiej stronie płotu, przy ulicy znajduje się szafka telefoniczna. Parę dni wcześniej panowie montowali światłowód...*

Po wymontowaniu wyładowały w przydasiach.

Pozdrawiam

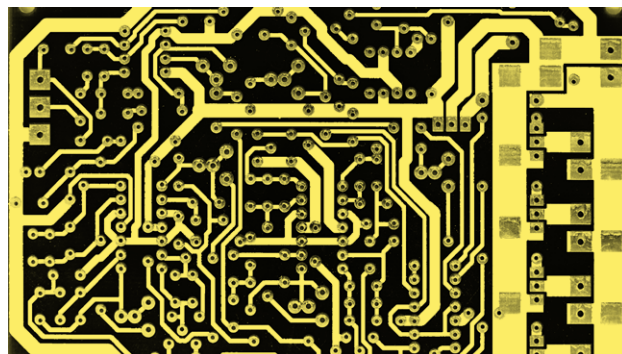
Paweł Pawłowicz ✉



Fotografia 1

Łamigłówki elektroniczne

czerwiec 2024



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

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

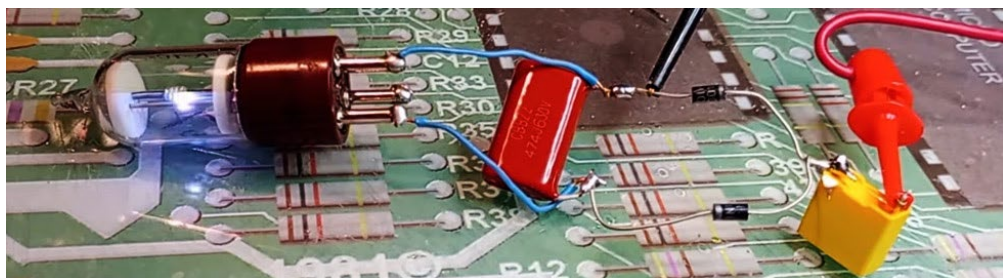
Zagadka 2406
Co to jest? 2406

Co tu nie gra? 2406
Jak odpowiesz? 2406

Zagadka 2406

W moim filmie: https://youtu.be/Ojh1b2wnr_Y przedstawiony jest nietypowy oscylator.

Nie ma schematu, ale film przedstawia połączenie elementów. Elementy dołączone są do



sieci energetycznej 230 V przez żarówkę 60 W (oraz stycznik załączany wyłącznikiem nożnym – stąd stuki na filmie). Układ zawiera dwie diody 1N4007, dwa wysokonapięciowe kondensatory (470 nF i 100 nF) oraz pewien zagadkowy element w szklanej obudowie. Pytania konkursowe brzmią:

1. Co to za tajemniczy element? Nie chodzi o oznaczenie modelu, a po prostu o nazwę, typ.
2. Dlaczego ten oscylator działa?
3. Od czego zależy częstotliwość oscylacji?
4. Dlaczego w drugiej części filmu (od 0:54) częstotliwość się zmniejszyła?
5. Jaka jest rola poszczególnych elementów użytych w tym układzie?
6. Czy po odłączeniu tego układu od sieci można bezpiecznie schować go do szuflady lub zabrać się za rozlutowywanie go?

Uwaga! Osoby nieletnie lub takie, które nie do końca wiedzą, co robią, niech nie powielają tego eksperymentu (ani żadnego innego związanego z podłączaniem własnych układów do sieci energetycznej). W swojej minipracowni mam różne zabezpieczenia (stycznik załączany wyłącznikiem nożnym, żarówka w szeregu, dwie gaśnice), a film nagrywałem w okularach ochronnych. Takie zabawy naprawdę potrafią kończyć się nieprzewidzianie (wybuchającymi elementami, minipożarami, porażeniami).

Autorem tego zadania konkursowego jest **Circuit Chaos z Warszawy**

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

Co to jest? 2406

Na **fotografii obok** widoczny jest jakiś element, a może ewentualnie jakieś proste urządzenie.

Pytania konkursowe brzmią:

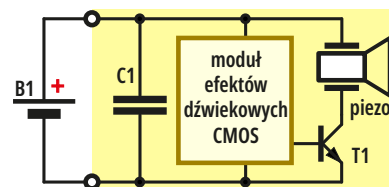
- Co to jest?
- Do czego służy?

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

Co tu nie gra? 2406

Na **rysunku obok** pokazany jest schemat prostego modułu efektów dźwiękowych, omawianego w tym numerze, w artykule z cyklu **Wspólnie projektujemy: Elektronizacja pojazdu dziecka**. W płytce taniego chińskiego modułu przewidziane są otwory do wlotowania tranzystora bipolarnego. My w roli przetwornika dźwiękowego chcemy zastosować membranę piezoelektryczną zamiast klasycznego głośnika dynamicznego. Pytanie konkursowe jest takie:

Czy na tym schemacie widzisz jakiś problem?



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

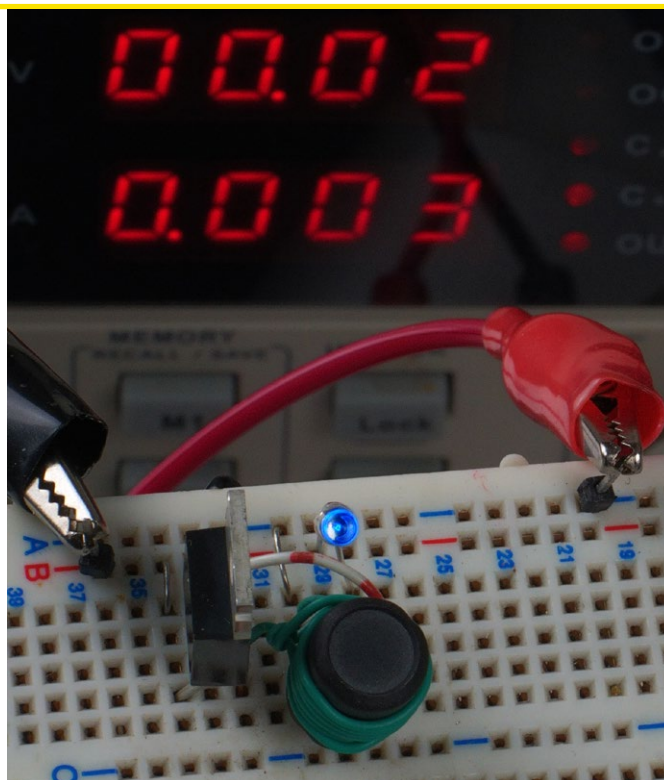
Jak odpowiesz? 2406

W tym numerze w projekcie okładkowym opisane są różne przetwornice. Między innymi na końcu artykułu, na fotografii 20, pokazana jest zaskakująco prosta przetwornica. Widoczna jest ona także na **fotografii obok**.

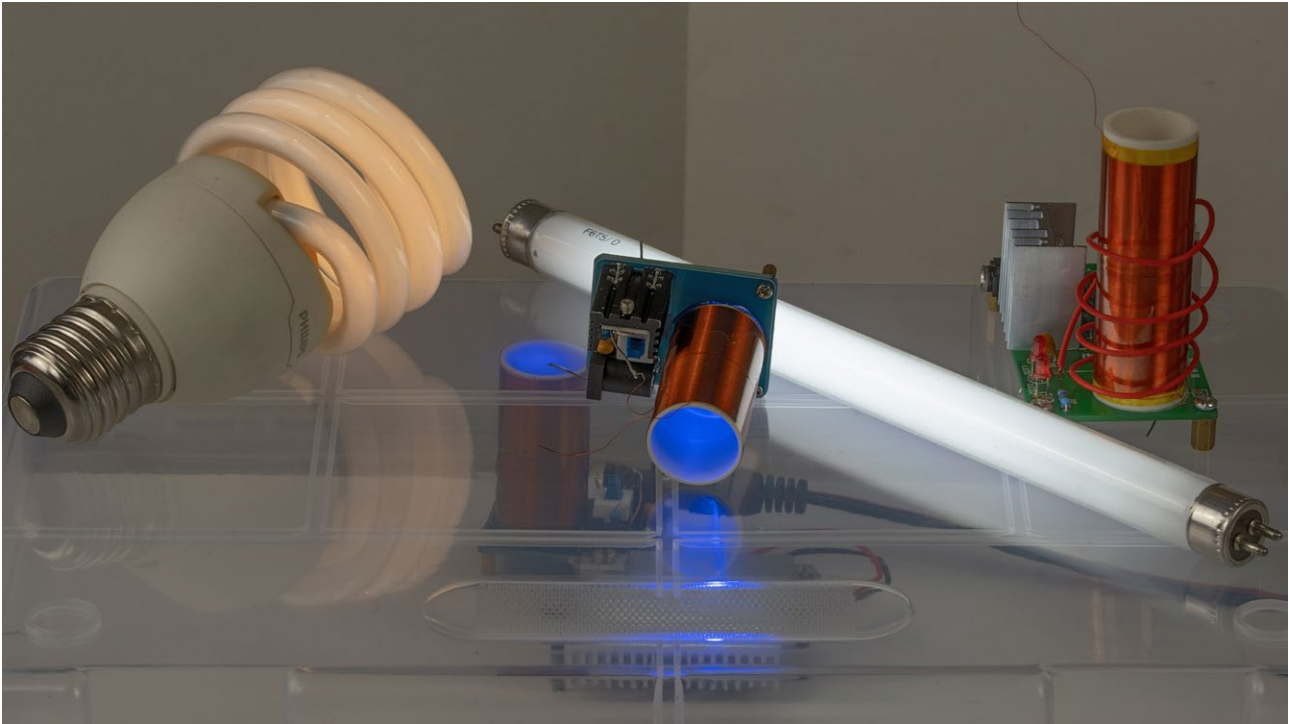
Przetwornica składająca się z dwóch elementów zasilana jest napięciem około 0,02 V, czyli 20 miliwoltów i zaświeca niebieską diodę LED, która do pracy wymaga napięcia blisko 3 woltów.

Pytanie konkursowe jest takie: **Jak to możliwe, że napięcie zasilania 0,02 V wystarcza do zasilania tej przetwornicy podwyższającej?**

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



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



Tajemnicze przetwornice – generatory plazmy

Artykuł przedstawia dokładniejsze informacje dotyczące układów pokazanych w filmie YT o tym samym tytule oraz zawiera bardzo ważne wskazówki praktyczne. Wiedza zawarta w artykule ośmieli i zachęci do samodzielnego przeprowadzenia podobnie atrakcyjnych, ekscytujących eksperymentów i pokazów.

Moje propozycje

Dwa generatory 15000 V dla początkujących

Dwie wersje Slayer Exciter

Czy to jest bezpieczne?

Ewentualne problemy

Zagadki dla najbardziej dociekliwych

Fotografia tytułowa pokazuje kilka prostych i tanich generatorów, które są lub mogą być atrakcyjnymi przetwornicami napięcia. W tym także generatorami wysokiego napięcia rzędu tysięcy woltów.

Widoczne na fotografii generatory kupiłem w różnych sklepach chińskiej platformy Aliexpress jako komplety elementów – zestawy do samodzielnego montażu. Jak pokazuje przykład z **rysunku 1**, ceny są śmiesznie niskie – w tym wypadku nieco ponad 8 złotych z dostawą do domu. Podobnie kosztują zestawy innych generatorów. Nie sprawdzałem, czy można je kupić w polskich sklepach. Nie zdziwiłbym się, gdyby dla polskich firm

handlowych import okazał się zupełnie nieopłacalny. Ceny są śmiesznie niskie, układy są prościutkie, ale okazują się bardzo atrakcyjne. Mogą posłużyć do interesujących eksperymentów, a budując je i badając, można się naprawdę dużo nauczyć.

SONGXIN LIGHT

6,04zł

Sprzedaż hurtowa

2+ sztuk, dodatkowe 1% zniżki
Cena z VAT | Dodatkowe 3% zniżki

BD243 BD243C Mini cewka tesli zestaw magiczne rekwizyty DIY części puste światła technologia Diy elektronika BD243C DIY Mini cewka tesli moduł

★★★★★ 4.8
37 Recenzje | 174 sprzedany

kolor: No welding

piotr-gorecki.pl/Y109

Rysunek 1

Wysyłamy do

Dostawa >

Wysyłka: 2,14zł

Szacowany termin 12 - 27 ,przedmiot dostarczony w ci

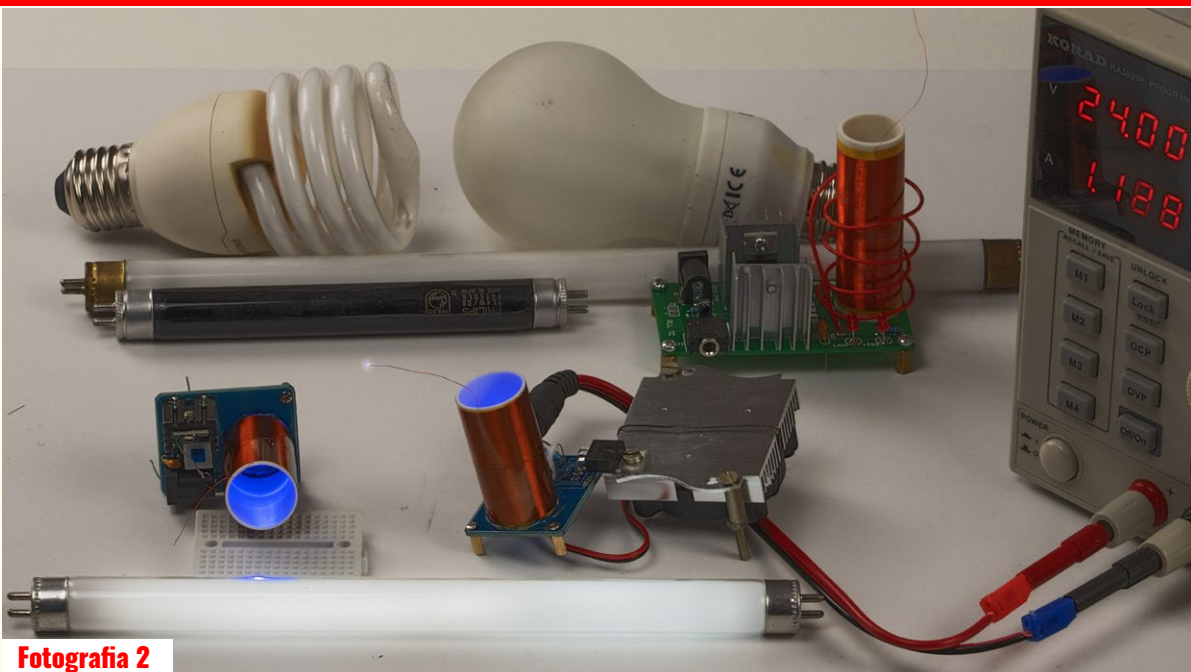
Usługi >

Darmowe zwroty

Ilość

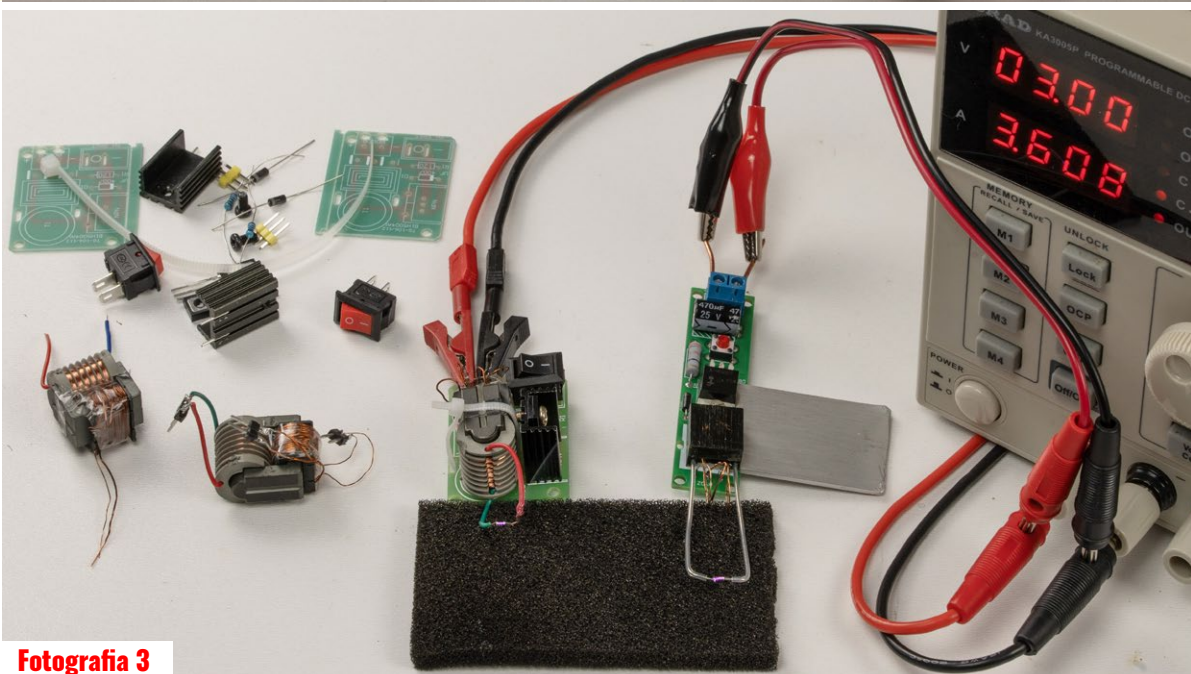
1 +

Fotografia 2 przedstawia trzy egzemplarze rezonansowych generatorów wysokiego napięcia i wysokiej częstotliwości. Zasilany jest tylko jeden z układów. Bezprzewodowo przekazuje on energię do niepodłączonego drugiego takiego układu. Zaświeca niepodłączoną świetlówkę i wywołuje wyładowanie na końcu cienkiego drucika.



Fotografia 2

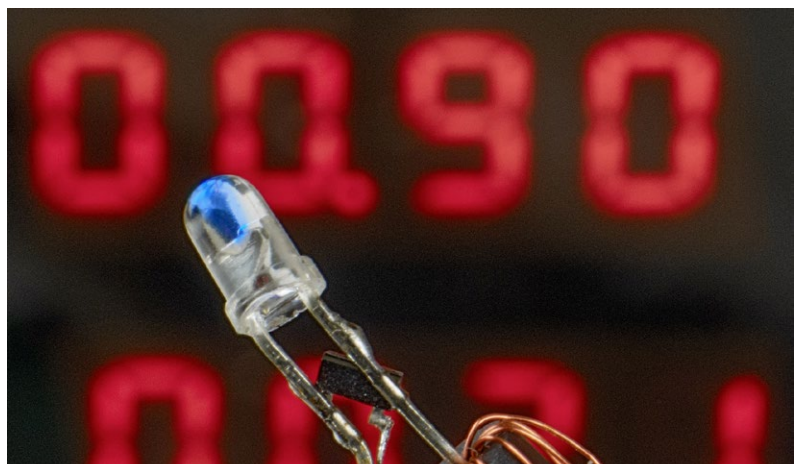
Bardzo intrygujący jest fakt, że te układy mają dziwną budowę. W Internecie można znaleźć różne odmiany schematu. Wiele elektroników po obejrzeniu takich schematów stwierdza, że tak zbudowany układ nie ma prawa działać. A ogólnie biorąc działa, co jest widoczne na fotografii 2, a jeszcze lepiej w filmie Y109. Wbrew pozorom jest to układ rezonansowy, czego zupełnie nie widać na schemacie.



Fotografia 3

Nie są układami rezonansowymi układy zrealizowane według bardzo podobnego schematu. **Fotografia 3** pokazuje przykłady generatorów – przetwornic, które nie wykorzystują rezonansu. Wytwarzają bardzo wysokie napięcie rzędu kilkunastu tysięcy woltów! I kilkumilimetrowy łuk elektryczny. Schemat takich przetwornic też budzi mnóstwo pytań.

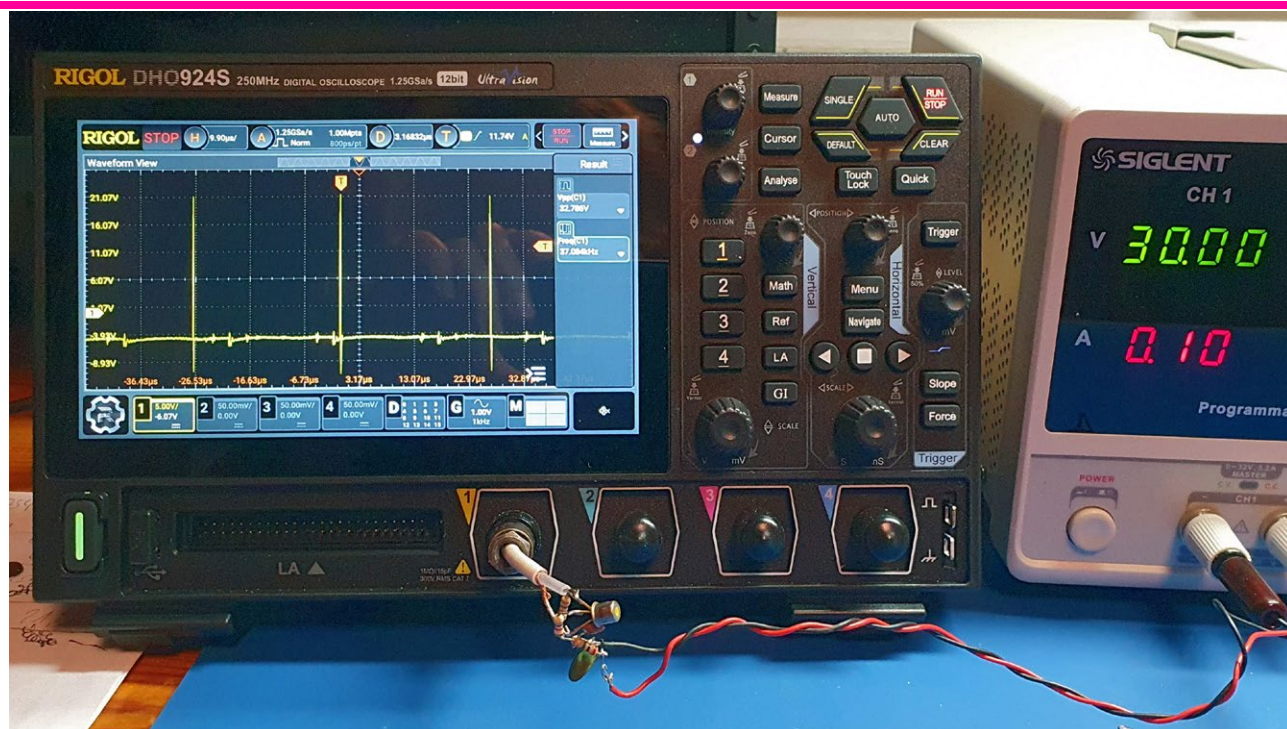
Natomiast **fotografia 4** przedstawia niewiarygodnie prostą przetwornicę składającą się... z dwóch elementów, pozwalająca zasilić niebieską diodę LED napięciem 0,9 V. W dalszej części artykułu pokazana jest jesz-



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

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





Generator pikosekundowy

W artykule opisane jest wykorzystanie oscyloskopu DH0924 o pasmie 250 MHz do obserwacji bardzo krótkich impulsów wytwarzanych przez znany z literatury układ prostego generatora. Generatorsa na jednym tranzystorze, wytwarzającego impulsy o czasie narastania zboczy rzędu setek pikosekund.

Budowa i działanie

Pomiary parametrów oscyloskopu

Pomiary z użyciem sond oscyloskopowych

Kawałek drutu i robi się ciekawie

A może jednak na płytce drukowanej?

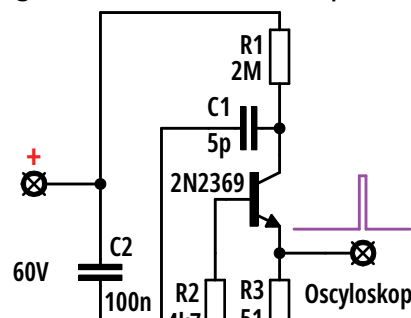
Po przeczytaniu artykułu **Rigol DH0924S w praktyce: pomiar czasu narastania** postanowiłem zbudować układ generujący impulsy o krótkim czasie narastania, bazujący na „kultowym” 2N2369.

Budowa i działanie

Działanie układu opiera się na efekcie lawinowym występującym w tranzystorze. **Tranzystor lawinowy** to bipolarny tranzystor złączowy, przeznaczony do pracy w obszarze powyżej standardowo dopuszczalnego napięcia kolektor-emiter, zwanym obszarem

stopy typu 2N2369 są w stanie wygenerować impulsy przebiecia lawinowego o czasie narastania 350 ps (według angielskiej Wikipedii).

Układ według schematu pokazanego na **rysunku 1** celowo został zmontowany „w pałku” aby zmini-



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

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



Wspólnie projektujemy: Sygnalizator przegrzania LM317

W długim wątku dotyczącym wspólnego projektowania na pozór prościutkiego zasilacza ze stabilizatorem LM317 omówiliśmy już szereg ważnych zagadnień, a spośród najbardziej istotnych zostało jeszcze jedno. Warto pomyśleć nad kwestią sygnalizacji przegrzania i zadziałania ogranicznika termicznego.

W cyklu **Wspólnie projektujemy** budujemy zasilacz warsztatowy. Wprowadzeniem był artykuł: **Projektowanie zasilacza liniowego**. Kolejne informacje podane są **tutaj** oraz w następnych artykułach serii.

Poniżej przedstawione jest kolejne zadanie konkursowe, oznaczone YK014. A oto wprowadzenie do tego godnego uwagi zadania.

Otóż ważną zaletą scalonego stabilizatora LM317 i pokrewnych, jest obecność wbudowanego zabezpieczenia – ogranicznika termicznego. Obwód ten powoduje ograniczenie, zmniejszenie prądu wyjściowego, gdy scalona struktura osiągnie górną dopuszczalną temperaturę. Jest to ogranicznik o działaniu płynnym a nie skokowym. Osiągnięcie maksymalnej temperatury nie powoduje całkowitego wyłączenia, tylko płynne ograniczenie – zmniejszenia prądu, a to w praktyce oznacza też zmniejszenie napięcia wyjściowego. To jest istotna zaleta, ponieważ dzięki takiemu zabezpieczeniu nie można zepsuć tego scalonego stabilizatora wskutek przegrzania.

Zaleta, ale w praktyce oznacza to problem. Otóż układ stabilizatora w żaden sposób nie sygnalizuje, że ogranicznik termiczny działa, czyli że zmniejsza prąd i napięcie wyjściowe. Praktyka pokazuje, że łatwo tego nie zauważyć nawet wtedy, gdy w zasilaczu jest zamontowany woltomierz, pokazujący napięcie wyjściowe. A to oznacza tracenie czasu na szukanie problemu w zasilanym układzie, a nie w zasilaczu.

Dlatego dobry zasilacz warto wyposażać w dodatkowy obwód **miernika temperatury** stabilizatora i radiatora albo w obwód **sygnalizatora przegrzania** wskazujący, że stabilizator dochodzi do granicy redukcji prądu.

Nie sposób dokładnie zmierzyć temperatury scalonej struktury, ale można sprawdzić próg zadziałania i miernik temperatury wyskalować nie w stopniach, tylko w procentach. Podobnie jest z sygnalizatorem.

Warto się też zastanowić, czy miałoby sens kontrolowanie między końcówkami OUT, ADJ napięcia U_{REF} , które podczas normalnej pracy wynosi 1,25 V.

Piotr Górecki

Zadanie konkursowe YK014 brzmi:

Zaproponuj sposób sygnalizacji, że stabilizator LM317 przekroczył granicę przegrzania lub sygnalizacji, że zbliża się do granicy przegrzania i ograniczania prądu i napięcia.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących. Propozycje schematów można **nadsyłać do końca lipca 2024 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania, zająć się tylko schematem,

a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 9/2024 czasopisma **Zrozumieć Elektronikę**.

Uwaga! Aktualnie nie są przewidziane nagrody, więc udział bierzesz tylko dla własnej satysfakcji.

Jeżeli nie chcesz, żeby przy omawianiu nadesłanych rozwiązań pojawiło się Twoje nazwisko, tylko ewentualnie imię czy pseudonim, napisz o tym wyraźnie w treści e-maila z rozwiązaniem.



Wspólnie projektujemy: Elektronizacja pojazdu dziecka

Nasze dzieci i wnuki korzystają z różnych pojazdów, takich jak hulajnogi, rowery oraz wszelkie samochodziki napędzane siłą mięśni lub elektrycznie. Warto pomyśleć nad możliwościami zwiększenia atrakcyjności takich pojazdów przez zamontowanie w nich rozmaitych układów elektronicznych.

W numerze ZE 3/2024 postawione było zadanie konkursowe YK013:

Zaproponuj, jak wyposażać pojazd dziecka (rower, hulajnogę, samochodzik, traktorek, itp.) w układy elektroniczne, które zwiększą atrakcyjność korzystania z niego.

Konkurs jest zamknięty, rozwiązania można było nadsyłać do końca kwietnia 2024 roku.

Bezpośrednim impulsem do postawienia tego zadania był e-mail którego fragmenty przypominam:

Dzień dobry,

(...) potrzebowałbym kilku porad w małym projekcie (...) Otóż syn posiada traktor napędzany pedałami (...) jest w nim całkiem sporo miejsca, które można byłoby zagospodarować.

I pojawił się pomysł, aby pojazd ten wyposażać w oświetlenie LED z przodu i z tyłu, zasilane przez akumulator, z możliwością jego podładowania (...)

Stan akumulatora byłby monitorowany (...) No i dobrze byłoby, gdybym umieścił jakieś gniazdo ładowania do tego akumulatora tak, aby można było podłączyć ładowarkę i spokojnie go podładować bez wyjmowania.

(...) temat wydaje się nieskomplikowany (...) Ale jak to wszystko podłączyć (...) aby wszystko działało jak należy? (...) Czy może Pan odpowiedzieć to i owo?

Z góry dziękuję za pomoc.

*Pozdrawiam serdecznie
Bartosz Dudziak*

Ponieważ zostałem poproszony o pomoc w projekcie, który zapewne zainteresuje wiele osób, nie tylko napisałem artykuł z teoretycznymi rozważaniami, który był zamieszczony w marcowym numerze ZE. Zamówiłem też szereg gadżetów, które mogą się okazać pomocne do realizacji zadania.

Zmówione gadżety dotarły. Wstępnie je sprawdziłem i chcę przedstawić swoje pierwsze spostrzeżenia na temat ich przydatności.

Poniższy artykuł jest więc kontynuacją wcześniejszego, zawierającego 16 fotografii i rysunków, dlatego teraz numerację ilustracji zaczynam od numeru 17. Jeżeli chodzi o zasilanie, to po uzgodnieniu z Autorem e-maila skoncentrowałem się na akumulatorach kwasowo-ołowiowych AGM. Nie zajmowałem się na razie szczegółami dotyczącymi oświetlenia.

Zająłem się tematem wzbogacenia pojazdu w efekty dźwiękowe, o czym za chwilę. Przede wszystkim skupiłem się jednak na kwestiach zasilania: ładowania, kontroli i wytwarzania napięć potrzebnych dla poszczególnych odbiorników.

Wskaźnik napięcia akumulatora

I tak do kontroli stanu naładowania akumulatora za całe 30 złotych kupiłem droższą, bo wodoodporną wersję uniwersalnego wskaźnika napięcia akumulatora. Fabrycznie zaprogramowany jest jako monitor akumulatora kwasowego 12 V, ale przyciskiem można wybrać inny rodzaj i napięcie akumulatora.

Fotografia 17 pokazuje mój egzemplarz, monitorujący stan świeżo naładowanego akumulatora. Oczywiście cały czas pokazuje też napięcie akumulatora w voltach, ale dla mniej zorientowanych, w tym dla dziecka, bardzo ważny jest 5-belkowy barograf i wskaźnik procentowy.

Sprawdziłem, że pokazuje on pełne, 100-procentowe naładowanie przy napięciu 12,5 V, co poniekąd potwierdza fotografia 17, natomiast granica rozładowania została ustawiona na 9,7 V, kiedy to wskaźnik pokazuje naładowanie 3%. Oczywiście i ten wskaźnik, i inne odbiorniki powinny być włączane tylko na czas korzystania z pojazdu, tak jak w samochodzie następuje włączanie większości obwodów dopiero po przekręceniu klucza w stacyjce.



Fotografia 17

Moduł ładowania

Do ładowania można wykorzystać jakąś dedykowaną, fabryczną ładowarkę akumulatorów kwasowych, ale elektronik zapewne zechce zastosować coś bardziej oryginalnego.

Ja w związku z tym zadaniem drogą kupną, za dość dużo jak na chiński portal, bo za ponad 28 złotych, nabyłem moduł, pokazany na **fotografii 18**.

Pozornie cena jest bardzo wysoka, ale jakość wykonania i funkcje całkowicie ją uzasadniają.

Jest to impulsowa przetwornica obniżająca ze specjalnym kontrolerem. Na jej wejście trzeba podać napięcie stałe w zakresie 15...24 V.



Fotografia 18

Większość popularnych przetwornic praktycznie nie nadaje się do pracy w roli ładowarki, ponieważ przy braku zasilania pobierają one z akumulatora znaczny prąd. Fotografia 18 pokazuje interesujący mnie test: pobór prądu z akumulatora przez niezasilaną przetwornicę – prąd ten jest mniejszy niż 70 mikroamperów, co jest bardzo dobrym wynikiem.

Sprzedawca deklaruje, że prąd ładowania może sięgnąć 4 amperów. Jest on wyznaczony przez rezystor RS1, według zależności $I = 0,12 \text{ V} / R_{S1}$. Moduł dostarczony jest z rezystorem 0,6 Ω , co daje mały prąd ładowania, tylko 0,2 A. Dla zwiększenia prądu rezystor ten trzeba wymienić lub dolutować równolegle drugi.

Jest to układ przeznaczony właśnie do akumulatorów kwasowych 12 V, a nie do innych odmian. Zapewnia trzystopniowy tryb ładowania. W pierwszej fazie ładuje prądem wyznaczonym przez rezystor RS1. W drugiej fazie, gdy napięcie wzrasta, prąd maleje, ale moduł „dociąga” napięcie na akumulatorze do 14,8 V słusznie uznając, że do pełnego naładowania potrzebne jest takie właśnie napięcie.

Po pełnym naładowaniu następuje faza trzecia – podtrzymywanie: napięcie na akumulatorze zostaje obniżone do około 13,55 V i układ niejako wchodzi w tryb pracy buforowej.

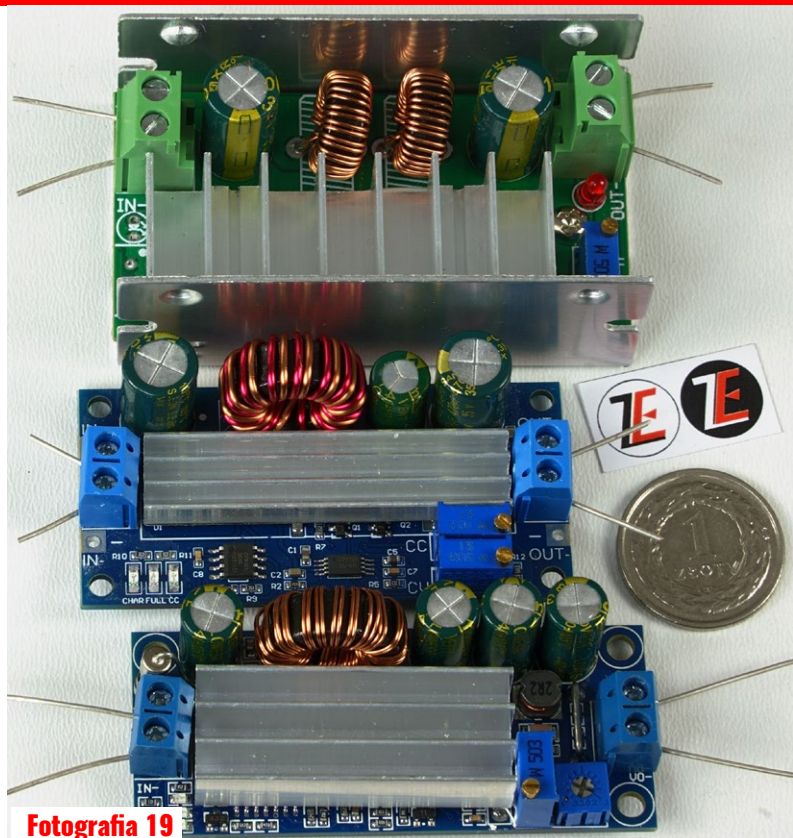
Nie badałem szczegółowo tego interesującego modułu, ale w szybkim teście wszystko wygląda dobrze. Na życzenie mogę ten moduł dokładniej zbadać i opisać.

Zasilacze „dystrybucyjne”

Mnóstwo odbiorników – urządzeń można dołączyć wprost do akumulatora. Przykładem mogą być taśmy LED lub samochodowy wzmacniacz mocy audio. W przypadku akumulatora 12-woltowego prawdopodobnie nie trzeba będzie podwyższać napięcia. Na pewno trzeba będzie obniżyć napięcie dla różnych odbiorników, które wymagają napięcia w zakresie 3 do 5 woltów lub napięcia o jakiejś innej nietypowej wartości.

Oczywiście zawsze można wykorzystać stabilizator liniowy, choćby 7805 lub LM317. Przy większym poborze prądu trzeba wtedy pomyśleć o radiatorze. Dlatego od razu warto rozważyć wykorzystanie jakiegoś modułu przetwornicy impulsowej, co rozwiąże problem z radiatorem. Może to być niemal dowolny moduł przetwornicy obniżającej. Nawet małe moduły mają prąd pracy rzędu 1 ampera lub więcej.

Dowolność jest pełna, tylko warto pamiętać, że niektóre najtańsze przetwornice wytwarzają dużo zakłóceń. W takim przypadku warto sprawdzić inny model z innym układem scalonym.

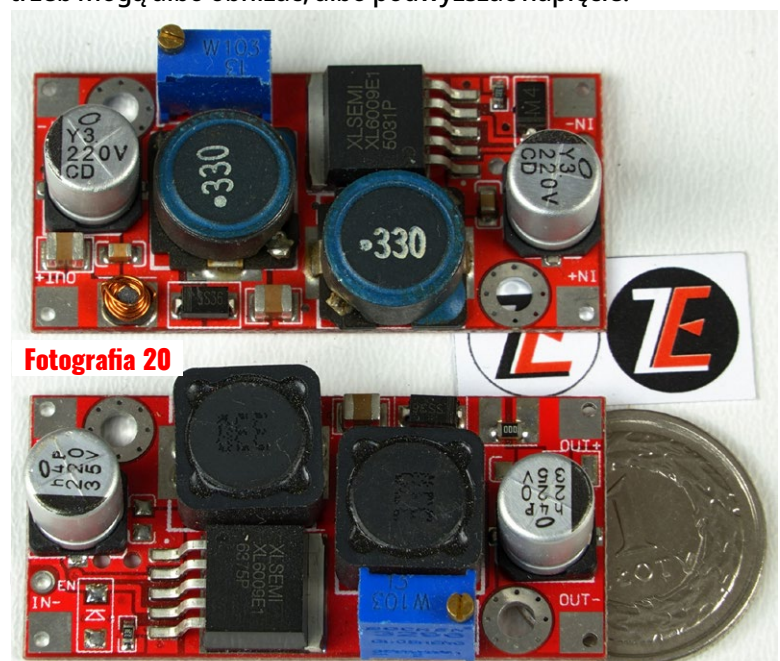


Fotografia 19

Ja w ramach tego zadania nie badałem przetwornic obniżających, lecz postanowiłem sprawdzić rozwiązanie bardziej uniwersalne. Zamówiłem mianowicie trzy przetwornice obniżająco-podwyższające, pokazane na **fotografii 19**.

Z uwagi na lakoniczny opis w chińskich sklepach miałem nadzieję, że może któraś z nich będzie nowoczesną przetwornicą z jedną cewką i czterema MOSFET-ami w układzie pełnego mostka. Niestety, wszystkie okazały się przetwornicami SEPIC, co zresztą nie jest żadną wadą. W zapasach mam też od dość dawna znane i popularne przetwornice SEPIC, pokazane na **fotografii 20**.

Przetwornice SEPIC mają trochę niższą sprawność od obniżających i podwyższających, ale to w praktyce nie ma znaczenia. Istotne jest, że zależnie od potrzeb mogą albo obniżać, albo podwyższać napięcie.



Fotografia 20

Moduły dźwiękowe

Przygotowując się do tego zadania straciłem mnóstwo czasu szukając interesujących modułów wytwarzających dźwięki. Szukałem modułu, który wytwarza dźwięk gwizdka parowozu oraz dźwięk rogu mgłowego, używanego na statkach.

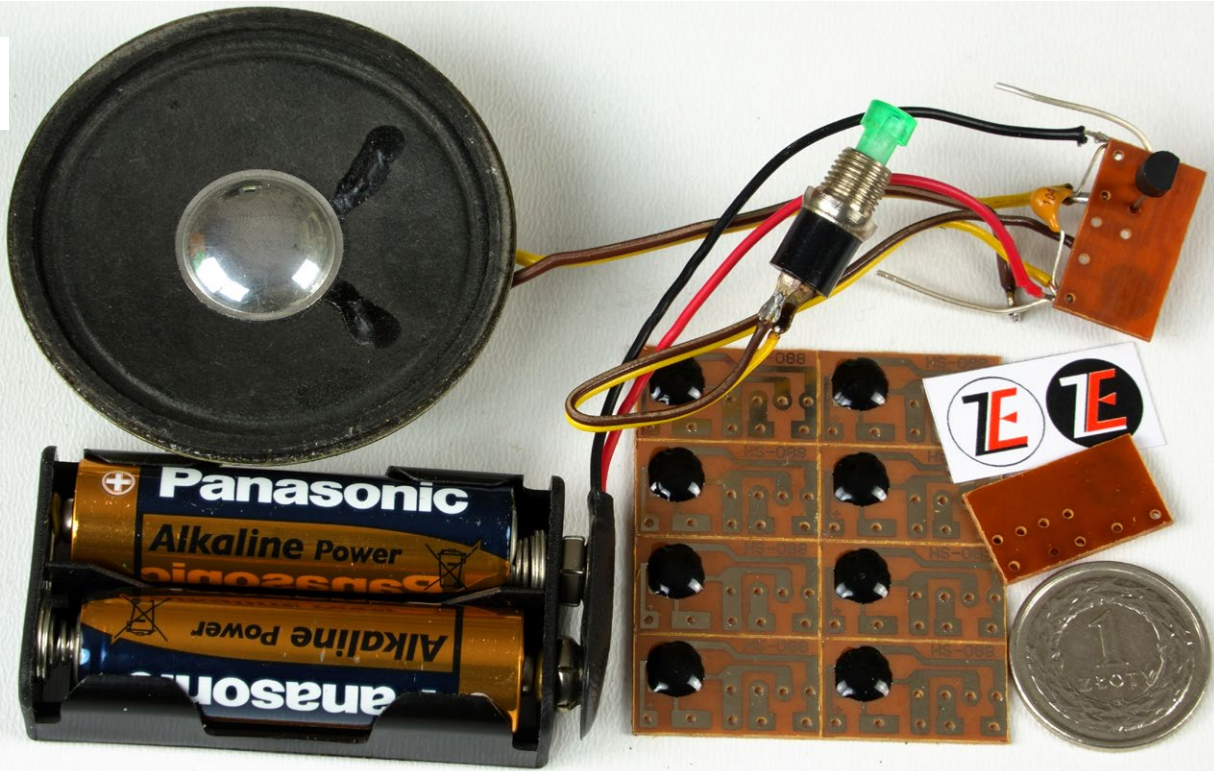
Fotografia 21

Czasu straciłem dużo i okazało się, że owszem, można coś takiego znaleźć, ale albo cena jest bardzo wysoka, albo występują inne poważne wady, w tym techniczne. A zadanie polega na wyposażeniu pojazdu dziecka w atrakcyjne dla niego gadżety. Rozwiązanie powinno być proste i tanie.

Dlatego zdecydowałem się kupić moduły śmiesznie tanie. I nie pomyliłem się – to była dobra decyzja, co potwierdziła reakcja moich wnucząt, gdy mogli się takimi gadżetami pobawić.

Reakcja dzieci (4,5 roku i 9 lat) pokazała, że są to dla nich bardzo atrakcyjne urządzenia i spróbuję bliżej zaprezentować, jak dzieci mogą nie tylko z nich korzystać, ale też je zmontować, bo moduły nie są gotowymi do pracy urządzeniami. A na razie tylko w skrócie przedstawię wyniki moich testów.

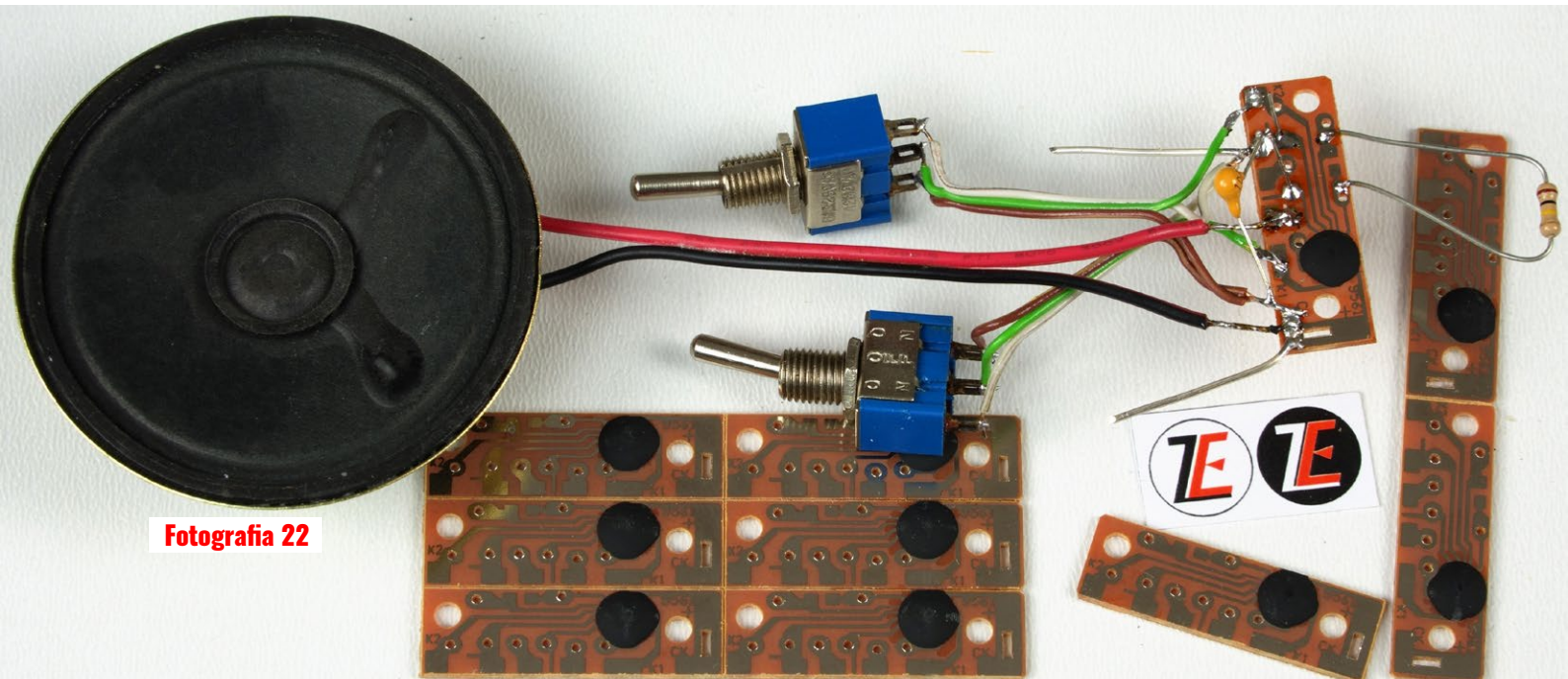
I tak **fotografia 21** pokazuje moduł „dzwonka ding-dong”. Zasadniczo ma to być dzwonek do drzwi mieszkania, ale może znaleźć zastosowanie w pojeździe dziecka, na przykład zamiast dzwonka rowerowego.



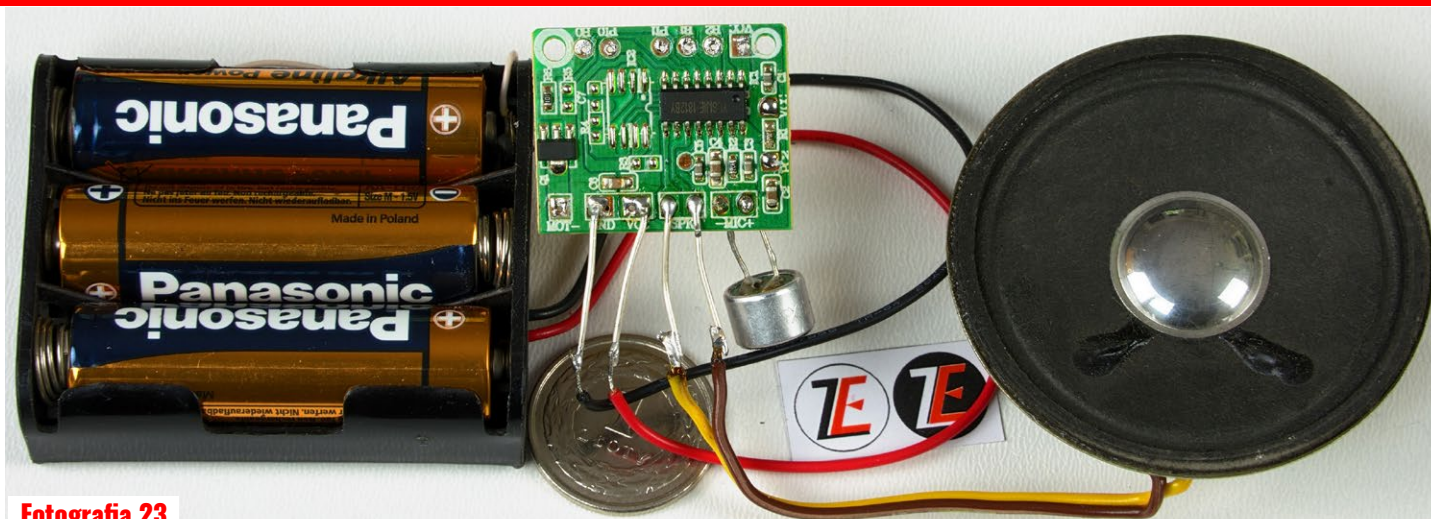
Kupiony za około 10 złotych zestaw zawiera tylko 10 „gołych” płytek. We własnym zakresie trzeba dodać głośnik, przycisk, źródło zasilania i tranzystor. Ja dodałem też kondensator ceramiczny 100 nF.

Podobnie jest z zestawem 10 innych płytek, widocznych na **fotografii 22**. W tym przypadku, oprócz głośnika, źródła zasilania i tranzystora, trzeba dodać rezystor i przełącznik lub przełączniki. W moim pierwszym modelu zastosowałem dwa przełączniki trzypozycyjne. Chciałem sprawdzić, na ile prawdziwe są informacje, że z modułu tego można uzyskać aż 16 różnych efektów dźwiękowych.

Okazuje się to niemożliwe. Owszem, przynajmniej jedno z wejść sterujących rozróżnia trzy stany i pozwala wybrać trzy dźwięki: karetki pogotowia, dwa policyjne. Drugie wejście sterujące pozwala włączyć dźwięk podobny do karabinu maszynowego. W każdym razie ta wersja zawiera tylko cztery efekty dźwiękowe. Na życzenie mogę szczegółowo opisać ten bardzo atrakcyjny dla dzieci moduł, bowiem laconiczne opisy w sklepach internetowych nie mówią wszystkiego, co ważne.



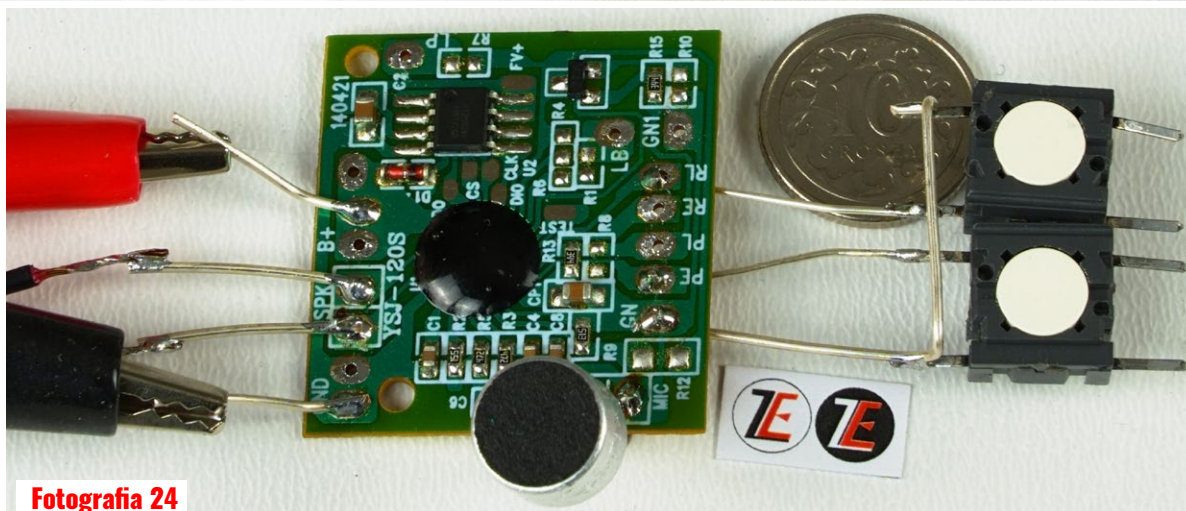
Fotografia 22



Fotografia 23

Moduły głosowe

Dwa opisane wcześniej tanie moduły wytwarzają zaprogramowane dźwięki. Natomiast inne spośród kupionych z okazji tego zadania, mogą przetwarzać lub odtwarzać głos człowieka lub dowolne inne dźwięki i odgłosy.



Fotografia 24

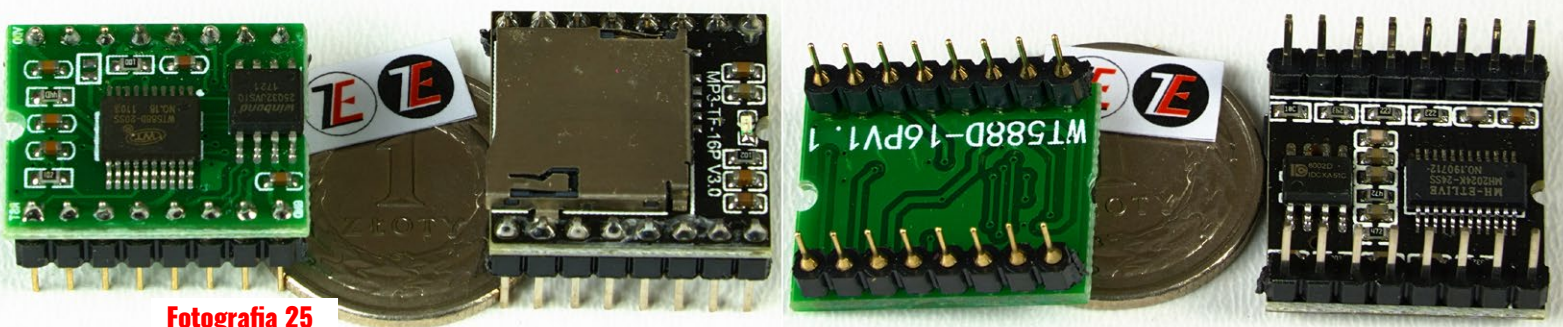
I tak do kupionego za 7 złotych modułu pokazanego na **fotografii 23** trzeba dołączyć głośnik, źródło zasilania, a także mikrofon elektretowy. Jest to moduł „przedrzeźniacza”. Gdy „usłyszysz” głośniejszy dźwięk, po pierwsze nagra go, ale co ważniejsze – przetworzy, a konkretnie zwiększy jego wysokość – częstotliwość. Odtworzy tak zmieniony głos z opóźnieniem. Dla dzieci taki „przedrzeźniacz” jest bardzo atrakcyjny.

Atrakcyjny jest też kolejny moduł, widoczny na **fotografii 24**. Jest to dyktafon, który pozwala nagrać i odtworzyć jedno nagranie o czasie trwania do 2 minut. Jak widać, w najprostszej wersji trzeba do niego dołączyć głośnik, źródło zasilania, mikrofon elektretowy oraz dwa przyciski: do nagrywania

i odtwarzania. Jakość nagrania jest dość dobra jak na moduł, który kosztuje około 10 złotych.

Przyznam, że na razie nie testowałem bardziej zaawansowanych cyfrowych modułów z **fotografii 25**. Pozwalają one nagrać i odtworzyć zarówno najrozsławniejsze efekty dźwiękowe, jak i komunikaty słowne. Oferują większe możliwości, ale też ich wykorzystanie jest znacząco trudniejsze. Wcześniej opisane efekty warto zmontować i uruchomić wraz z dzieckiem. Natomiast te dwa ostatnie wymagają znacznie więcej wiedzy i przygotowań.

Na wszelki wypadek podkreślam, że wszystkie przedstawione właśnie moduły **nie mogą** być zasilane napięciem 12 V – trzeba to napięcie obniżyć do 3...5 woltów, zależnie od modułu.



Fotografia 25

Wybór głośnika

Zaprezentowane właśnie moduły są bardzo tanie, do każdego trzeba dołączyć głośnik. I wybór głośnika okazuje się wręcz najważniejszym zadaniem. Ja przeprowadziłem też wstępne próby z membranami piezo. Jak widać na fotografiach, wypróbowałem współpracę niektórych modułów z zabawkowymi miniaturowymi głośniczkami dynamicznymi. Lepsze to niż nic, ale efekt jest, delikatnie mówiąc, umiarkowany. Występują też bardzo duże różnice między takimi głośniczkami.

Już teraz mogę stwierdzić, że koniecznie trzeba zastosować głośnik o jak najlepszej efektywności. Warto dołączyć jakiś „prawdziwy” głośnik o większych rozmiarach lub kolumnę. Efekt jest zdecydowanie lepszy: dźwięk jest głośniejszy i czystszy.

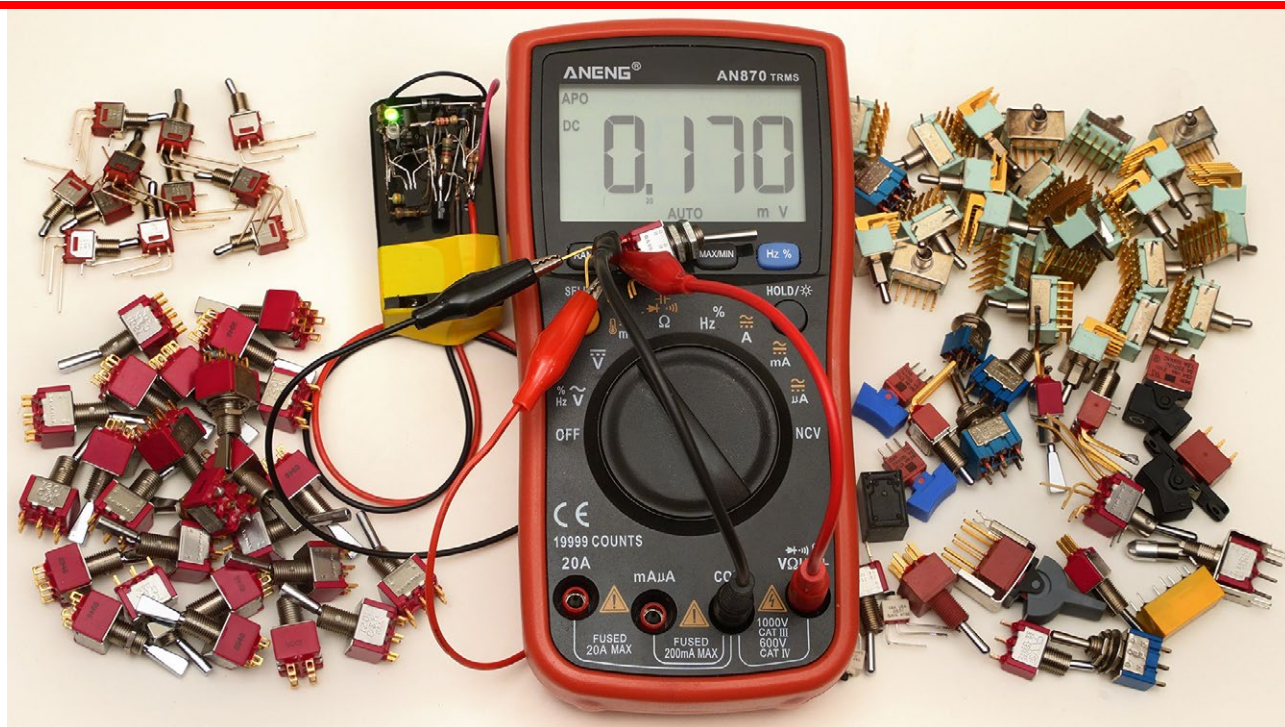
Na **fotografii 26** pokazana jest mała kolumnienka, która dawała bardzo dobre efekty. A najgłośniejsze są głośniki tubowe – dają naprawdę bardzo silny dźwięk. Ich zaletą jest też odporność na warunki atmosferyczne, bo zwykle mają plastikowe obudowy.



Fotografia 26

W podsumowaniu mogę stwierdzić, że moje wstępne testy omówionych tu tanich modułów jak najbardziej potwierdziły ich praktyczną przydatność. Zamierzam poświęcić im więcej uwagi w innych artykułach. ©

Piotr Górecki



Precyzyjny pomiar rezystancji styków

Już od paru miesięcy myślę nad zaproponowaniem sposobu łatwego pomiaru rezystancji styków w warunkach polowych. Rozwahałem i wypróbowałem różne koncepcje. W niniejszym artykule przedstawiam jeden z najprostszych sposobów dokładnego pomiaru oporności rzędu miliomów z rozdzielczością 10 $\mu\Omega$.

Po co mierzyć rezystancję styków?

Jakie styki do układów pomiarowych?

Miernik i pomiar rezystancji styków

Miernik styków – rozważania projektowe

Mikroomomierz – wersja finalna

Gdzie kupić LMV431 lub odpowiednik?

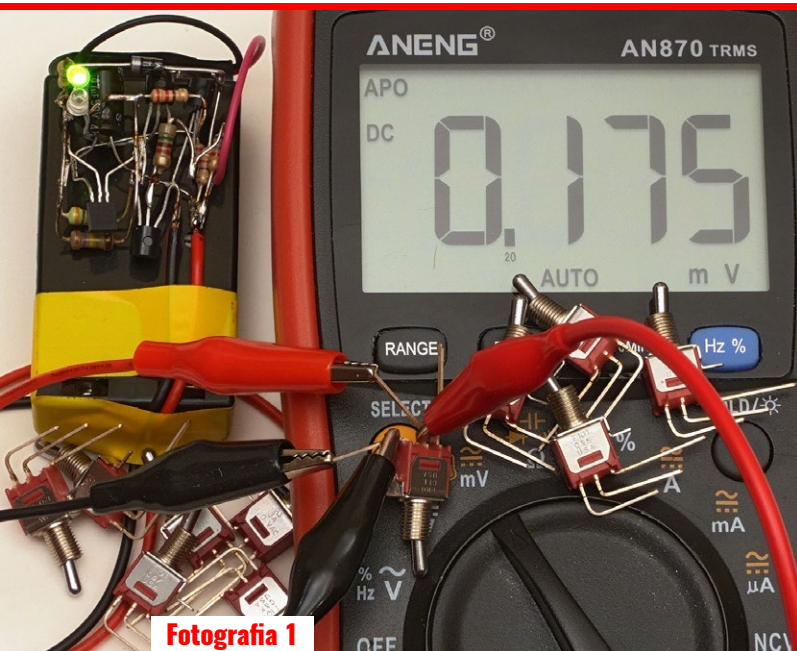
Mikroomomierz – wersja uproszczona

Najprostszy sposób pomiaru małych rezystancji w warunkach warsztatowych jest trywialny: bierzemy jakiegokolwiek zasilacz z ogranicznikiem prądowym. Ustawiamy sensowny prąd ograniczania I (w zakresie 0,1 A do kilku amperów), dołączamy badaną rezystancję i woltomierzem mierzymy spadek napięcia U bezpośrednio na tej badanej rezystancji ($R = U/I$).

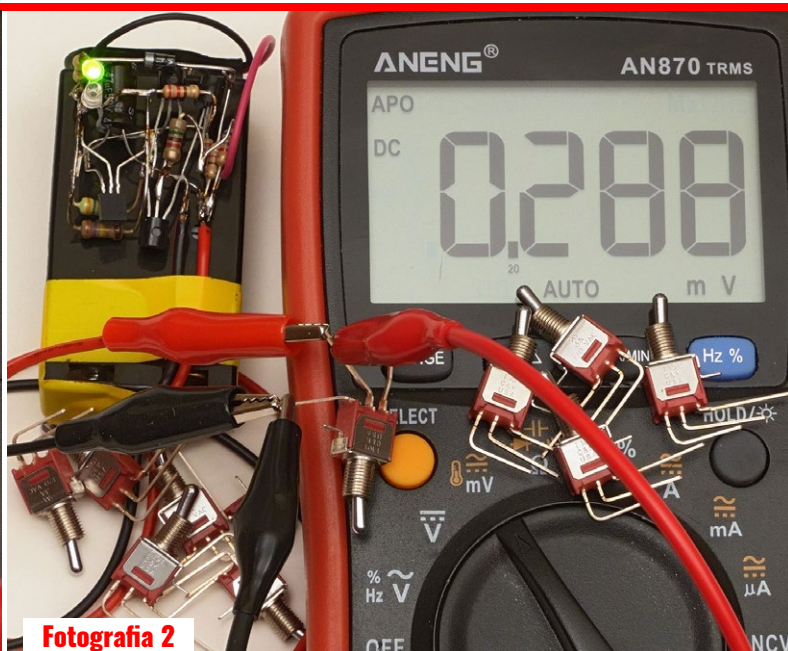
Natomiast na kwestie pomiaru w warunkach polowych rezystancji styków, w szczególności przekazników i przełączników, już wcześniej zwrócił moją uwagę **Jacek Kosecki** z Elku. Właśnie w warunkach polowych. Na przykład w samochodach, różnych innych pojazdach i maszynach, a także w przemysłowych systemach automatyki. Wiadomo, że pracujący, obciążony styk ulega zużyciu, co zwiększa jego rezystancję. Potocznie mówimy o „wypalaniu styków”.

Wzrost rezystancji styków może powodować błędną pracę, nadmierne grzanie, a w końcu uszkodzenie i brak przejścia. Podczas pracy rezystancja styku stopniowo wzrasta i dobrze byłoby mieć sposób sprawdzania jej wartości właśnie w warunkach polowych.

Drugim powodem, który bezpośrednio skłonił mnie do realizacji opisanego dalej układu są przygotowania do realizacji jak najtańszym kosztem różnych bardzo precyzyjnych układów pomiarowych. Aktualnie przygotowuję się do realizacji bardzo dokładnych dzielników napięcia i kalibratorów prądu, w których niezbędne są też dobre przełączniki. Znalazłem tanią ofertę i kupiłem na próbę tego rodzaju przełączniki. Trzeba je wypróbować i pomierzyć, bo w sklepie nie było informacji, jaki jest materiał styków i jaka może być ich realna rezystancja.



Fotografia 1



Fotografia 2

Na **fotografii tytułowej** widać moje różne przelazczniki, z których jeden jest mierzony z wykorzystaniem zasilanej z dwóch „paluszków” prostej przystawki, będącej dość dokładnym źródłem prądowym o wydajności 0,1 A. Miliwoltomierz pokazuje spadek napięcia na zwartym styku. Napięcie 0,170 miliwolta przy prądzie 0,1 A świadczy, że rezystancja złozonego w tym przypadku styku wynosi 1,7 milioma ($0,0017 \Omega$). Ten przelazcznik nadawałby się do moich celów, tylko potrzebowałbym więcej egzemplarzy tego typu.

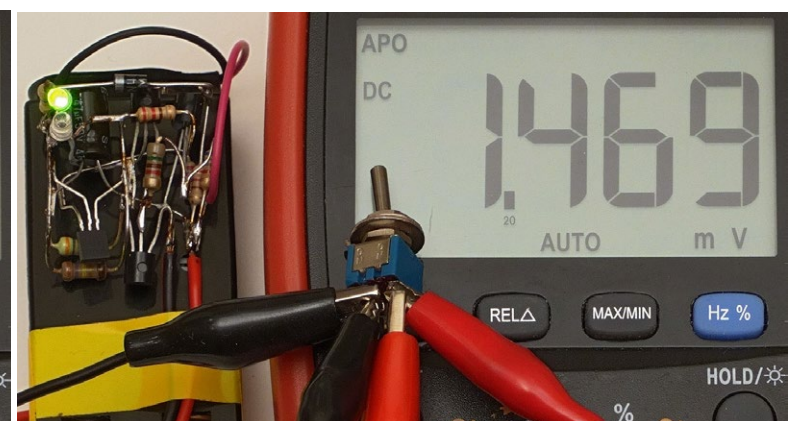
Fotografia 1 pokazuje pomiar rezystancji zakupionych właśnie przelazczników C&K T101. Multimetr wskazuje 0,175 mV. Prąd pomiarowy wynosi 0,1 ampera, więc mierzona rezystancja wynosi 1,75 milioma. Dla porównania: renomowany producent gwarantuje w karcie katalogowej, że rezystancja styku na początku użytkowania typowo może sięgnąć 20 miliomów: (CONTACT RESISTANCE: Below 20 mΩ typ. initial @ 2-4 V DC, 100 mA, for both silver and gold plated contacts). Rzeczywistość jest więc zdecydowanie lepsza niż granice gwarantowane przez wytwórcę.

Oprócz rezystancji samego styku, w tym przypadku złozonego, w grę wchodzi też rezystancja doprowadzeń – nóżek. **Fotografia 2** pokazuje pomiar rezystancji tego samego styku, ale wraz z nóżkami – doprowadzeniami, w dalszej odległości od korpusu. Wynik to 2,88 milioma, a więc rezystancja doprowadzeń okazuje się zbliżona do rezystancji samego styku.

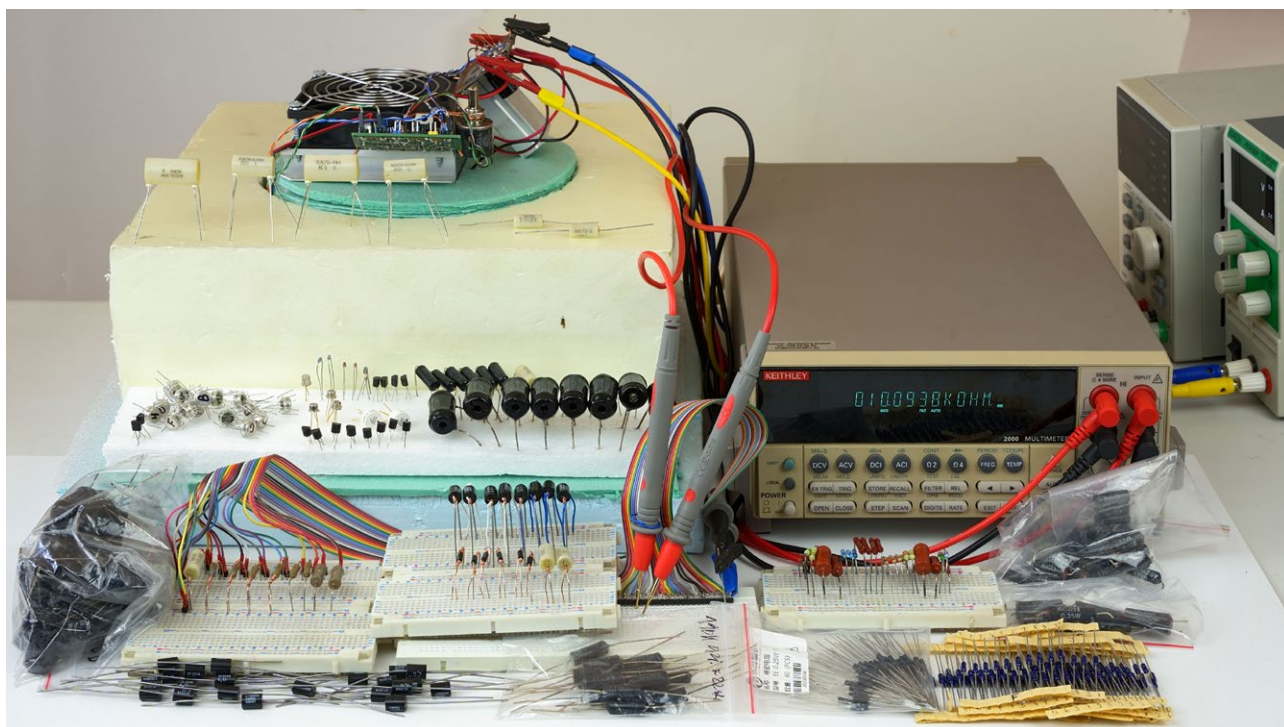
Na **fotografii 3** widać pomiar rezystancji popularnego taniego chińskiego przelazcznika niebieskiego. Rezystancja jego styku jest kilka razy większa (8,38 milioma). To i tak niezły wynik...

Fotografia 4 pokazuje pomiar rezystancji mniejszej wersji. To też jest popularny i bardzo tani chiński przelazcznik, który można kupić za 1...2 zł. Rezystancja jego styków to prawie 15 miliomów, czyli niemal dziewięć razy więcej, niż dużo droższych przelazczników czerwonych, pokazanych na wcześniejszych fotografiach.

W każdym przypadku wskazanie miernika w miliwoltach należy pomnożyć przez 10, co daje rezystancję w miliomach czyli tysięcznych częściach oma. Czy jednak te drobne ułamki oma mają jakieś znaczenie?



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



Testy termiczne różnych rezystorów

Niniejszy artykuł jest kontynuacją serii, dotyczącej precyzyjnych elementów oraz dokładnych pomiarów. Przedstawia wyniki przeprowadzonych w komorze termicznej testów niektórych moich rezystorów. Wyniki są bardzo interesujące, a wiele niedrogich rezystorów pozytywnie zaskakuje swoimi parametrami.

Popularne rezystory THT

Precyzyjne rezystory o wyższych nominałach

Rezystory o „średnich” nominałach

Rezystory na zamówienie

Wnioski

W serii dotyczącej dokładnych pomiarów wielkości elektrycznych, która zaczęła się od artykułu **Dokładność i zakres pomiarów w elektronice**, oprócz informacji teoretycznych, pojawiły się też materiały zawierające wyniki praktycznych testów. W poprzednim artykule cyklu **Testy termiczne wzorców napięcia** przedstawiłem interesujące informacje o scalonych źródłach napięcia odniesienia. A poniższy materiał jest kontynuacją artykułu **Amatorskie wzorce rezystancji**, który ukazał się w numerze ZE 10/2023.

Sprawdziłem w mojej komorze termicznej, jak zmienia się rezystancja przy zmianach temperatury w zakresie od +18 do +28 stopni Celsjusza. Zmian temperatury w takim właśnie zakresie można się

spodziewać w warunkach domowych. Zimą w niedogranych mieszkaniach może wystąpić temperatura +18°C, a w ciągu gorącego lata niewykluczone jest pojawienie się temperatury +28°C.

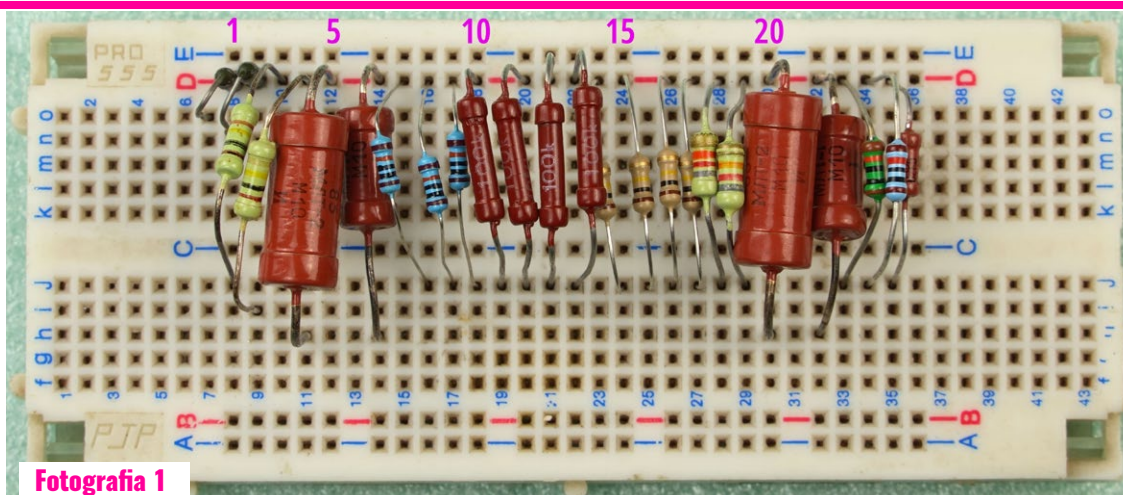
Tym razem dla zmniejszenia i tak bardzo długiego czasu przeprowadzania testów, pomiarów dokonałem tylko w trzech temperaturach: +18°C, +23°C, +28°C. Przede wszystkim testowałem rezystory wyższej klasy, przeznaczone do planowanych przyrządów pomiarowych, ale dla porównania analogicznie sprawdziłem też parametry garści popularnych rezystorów THT do sprzętu powszechnego użytku. Wynikające z moich pomiarów liczne i bardzo ważne wnioski zebrane są na końcu tego artykułu.

Fotografia 1 pokazuje badany zestaw popularnych, „zwykłych” rezystorów. Z takimi rezystorami hobbyści nadal mają do czynienia najczęściej (pomijamy rezystory SMD). W dalszej części artykułu ich parametry, a w szczególności wartość współczynnika cieplnego TCR, porównamy z właściwościami rezystorów zdecydowanie lepszych.

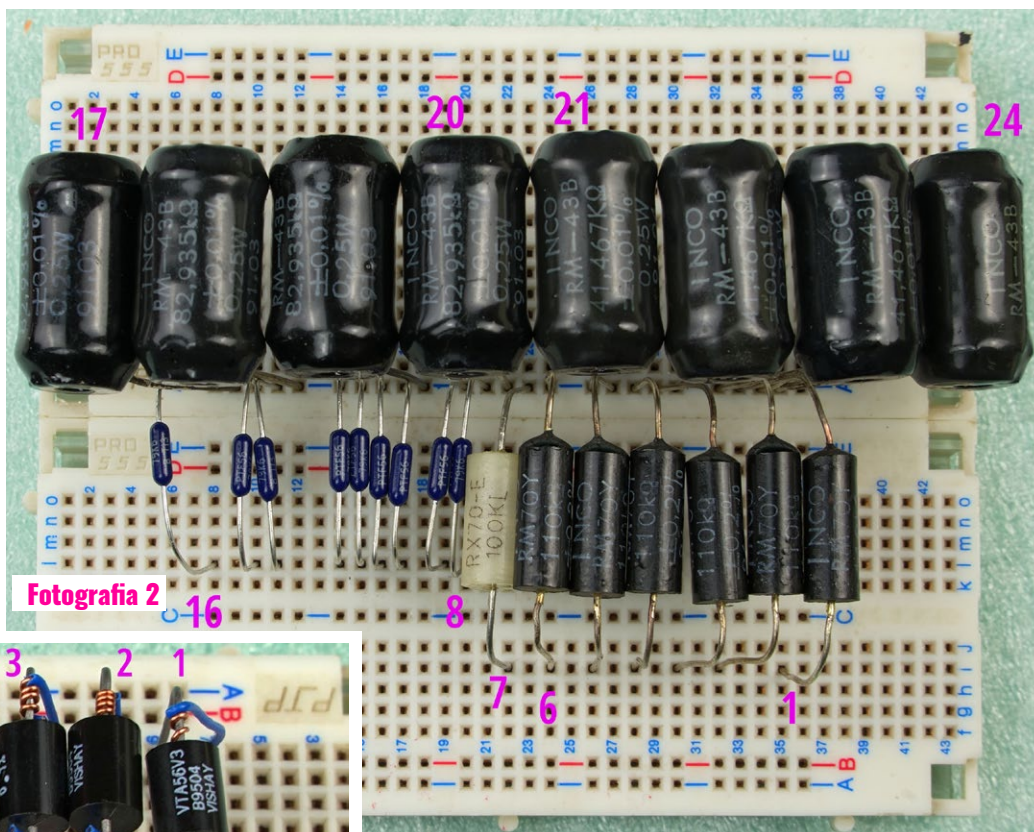
I tak **fotografia 2** pokazuje czarne bardzo stare profesjonalne rezystory krajowej produkcji INCO oraz małe granatowe Vishay Dale PTF56.

Fotografia 3 przedstawia dobre stare rezystory Vishay VTA56V3, oraz nowe chińskie: małe czarne i większe jasne.

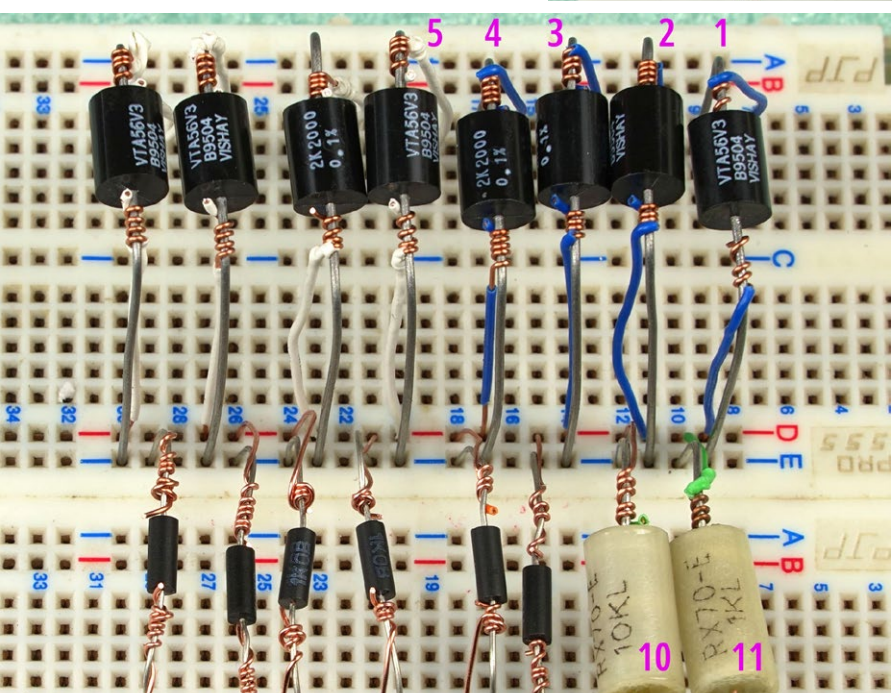
Jeden jasny nowy chiński (100 Ω) widać też na **fotografii 4**, przedstawiającej również cztery pary dość precyzyjnych rezystorów, zrobionych kiedyś dawno na indywidualne zamówienie (Elpod Kraków).



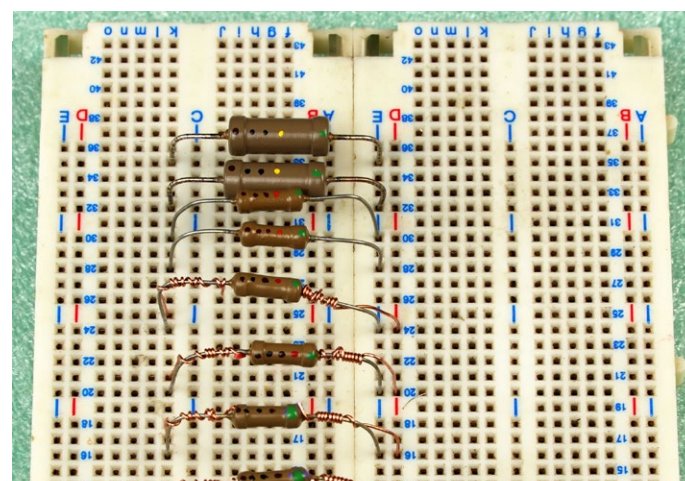
Fotografia 1



Fotografia 2



Fotografia 3



Fotografia 4

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

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

Uwaga! Możliwość dokładnych pomiarów!



Nazywam się Bartłomiej Radzik, jestem weteranem Szkoły Konstruktorów, inżynierem elektronikiem i entuzjastą metrologii.

Jestem w stanie zaproponować społeczności ZE dokładny pomiar źródeł napięcia odniesienia DC i rezystorów wzorcowych. Proszę o uważne zapoznanie się z poniższymi warunkami współpracy:

1. Pomiar wykonywany jest dla celów amatorskich, pro publico bono – brak korzyści finansowych, ale i brak możliwości wnoszenia wszelkich roszczeń;
2. Pomiar napięcia stałego w zakresie 1 V do 19,9 V z użyciem zespołu trzech wzorców Fluke 732A oraz multimetru Datron 1281 używanego jako transfer;
3. Pomiar rezystancji w zakresie 1 k...19,9 kΩ z użyciem wzorca ESI SR104 oraz multimetru Datron 1281;

6. Urządzenie testowane będzie wygrzane przez minimum 1 h przed dokonaniem pomiaru;

7. Nadsyłanie i odsyłanie przedmiotu tylko i wyłącznie przy użyciu paczkomatów Inpost. Jest to jedyna akceptowana forma wysyłki;

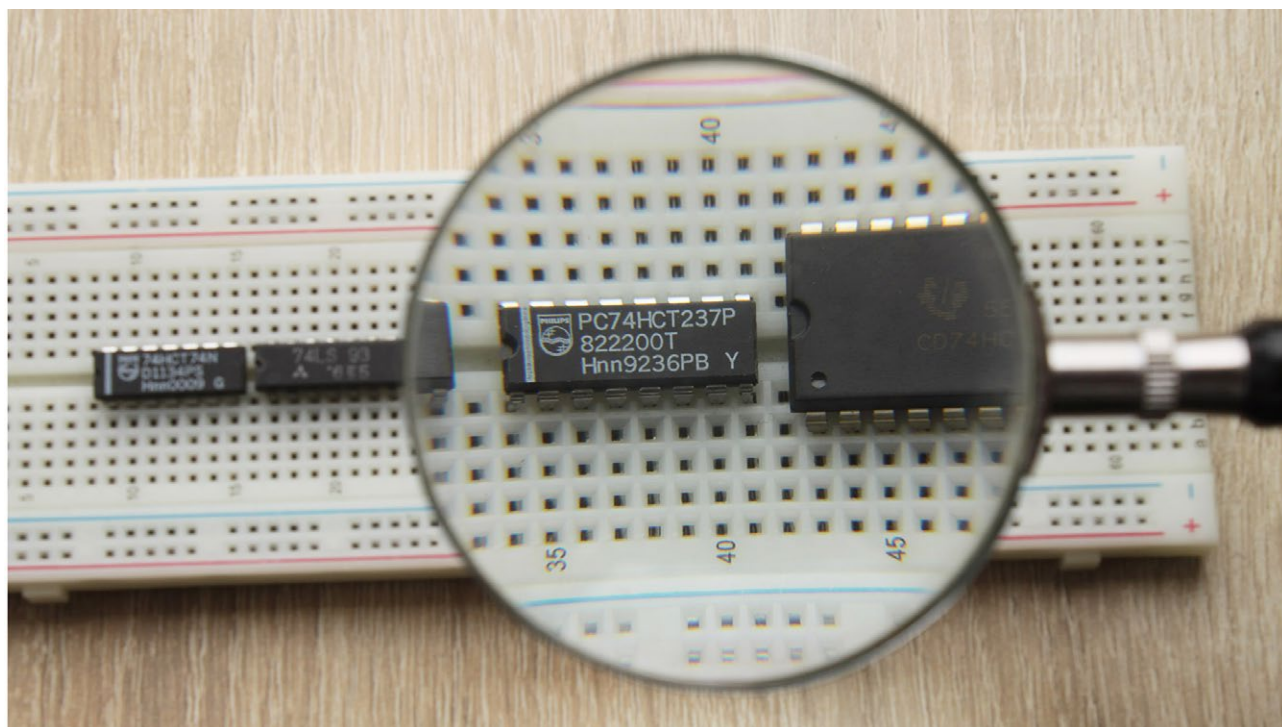
8. Termin realizacji: do 10 dni, w sezonie urlopowym i świątecznym możliwe wydłużenie terminu;

9. Niedopuszczalne jest wysyłanie wzorców zasilanych akumulatorami litowymi na czas transportu ze względu na ryzyko pożarowe;

10. Dane adresowe i szczegóły dotyczące nadawania paczek udostępniane są zainteresowanym po uprzednim wysłaniu wiadomości



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



Testowanie układów cyfrowych, część 2

Testowanie prostych układów cyfrowych (za takie należy uważać bramki logiczne) nie jest skomplikowanym zagadnieniem. Bardziej zaawansowane układy wymagają bardziej złożonych działań, by zweryfikować, czy dany układ przedstawia sobą jeszcze jakąś wartość, czy poddać go recyklingowi i odzyskać z niego złoto.

Przydatne wyposażenie

Testowanie układów kombinacyjnych

Jeden z Czytelników zwrócił się do mnie z prośbą o podanie, w jaki sposób sprawdzić określone układy logiczne (lista prac jest zlecona, a sposób ich realizacji należy już do mnie). W poprzedniej części były opisane pomiary napięć reprezentowane przez określone stany logiczne. Ich wyniki są uzależnione od technologii, w jakiej wykonany jest dany układ scalony. Istnieje jednak coś, co nie jest zależne od tego, czy dany układ jest bipolarny czy oparty na tranzystorach CMOS. Tym czymś jest realizowana przez układ funkcja, która jest charakterystyczna dla konkretnego modelu. By sprawdzić ją, należy wypracować na jego wejściach właściwe stany logiczne oraz zweryfikować uzyskany wynik z tym, czego się spodziewamy na wyjściach, co zawsze jest określone w jego danych katalogowych. W poprzedniej części zostały przedstawione rozwiązania

Testowanie układów sekwencyjnych

Na zakończenie

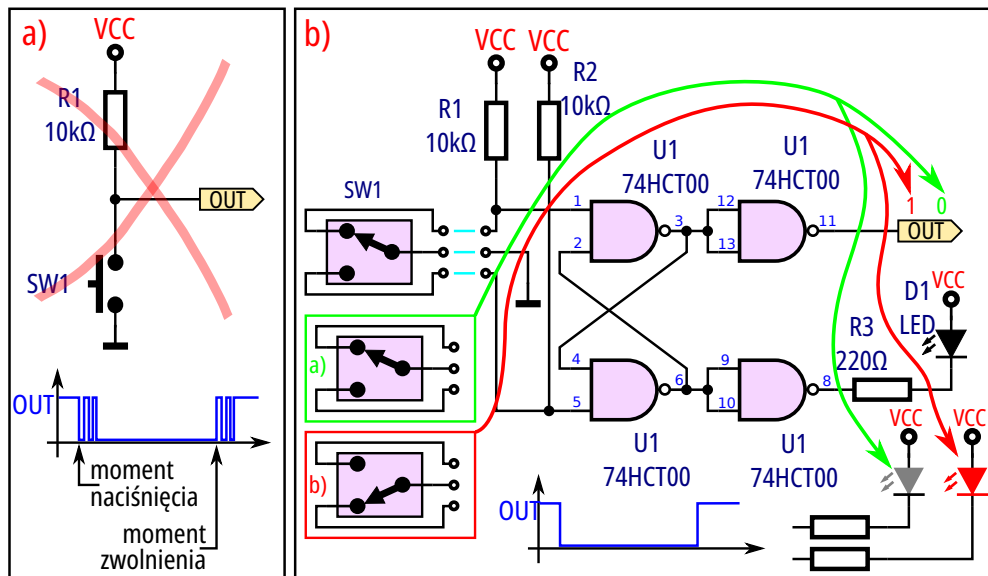
przydatne do sygnalizacji stanów logicznych. Obecnie z racji zwiększenia funkcjonalności testowanych układów, gdyż dotychczas badaniom były poddane proste bramki, przydatne będzie dodatkowe „wyposażenie diagnostyczne”.

Przydatne wyposażenie

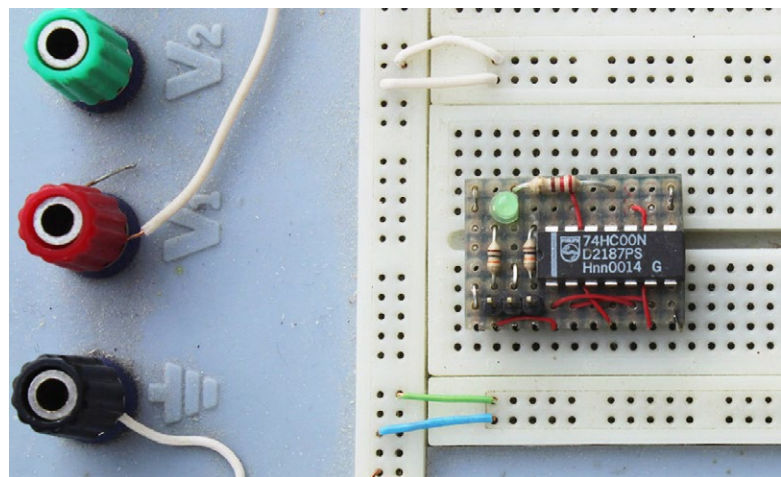
Wiele układów cyfrowych do swojej pracy wymaga sygnałów zegarowych. Wystąpienie odpowiedniego jego zbocza aktywuje układ do pracy (są układy, które reagują na zbocze narastające, inne reagują na zbocze opadające). Mogło by się wydawać, że wystarczy użyć jakiegokolwiek przycisku łączącego do masy drugi koniec rezystora przyłączonego do plusa zasilania, jak pokazuje **rysunek 1a**. Niestety, takie rozwiązanie nie zadziała, ponieważ nie zostało tu uwzględnione szkodliwe zjawisko

nazywane „dzwonieniem styków”. Polega ono na tym, że w chwili naciśnięcia przycisku (jak również zwolnienia go) wystąpi seria krótkich (milisekundowych) połączeń i rozłączeń styków, wynikających ze sprężystości materiału, z którego są one zbudowane. Układy cyfrowe są wystarczająco szybkie, by zauważyć kilka impulsów zegarowych, a co za tym idzie kilka jego zboczy (zamiast jednego). Wymaganie stawiane sygnałowi zegarowemu jest proste: sygnał ma być „czysty”, nie zaśmiecony zjawiskiem dzwonienia styków (łatwo powiedzieć, trudniej jest zrobić). Z pomocą przychodzi przerzutnik RS, którego przykład rozwiązania pokazuje **rysunek 1b**. Bazuje on na zespole bramek NAND. Do jego budowy w istocie wystarczą dwie bramki, jednak ponieważ w układzie 74xx00 są cztery funktory, to rozwiązanie zostało rozbudowane o dodatkowe funkcje służące choćby do sygnalizacji poprzez diodę LED stanu na wyjściu (**fotografia 2**). Do sterowania przerzutnikiem konieczny jest przełącznik, który łączy jedną parę styków rozłączając drugą. Do tej roli nadaje się przykładowo przełącznik typu isostat. Przerzutnik taki generuje na swoim wyjściu „czysty”, nie zaśmiecony impuls cyfrowy, a co za tym idzie również „czyste” zbocza sygnału.

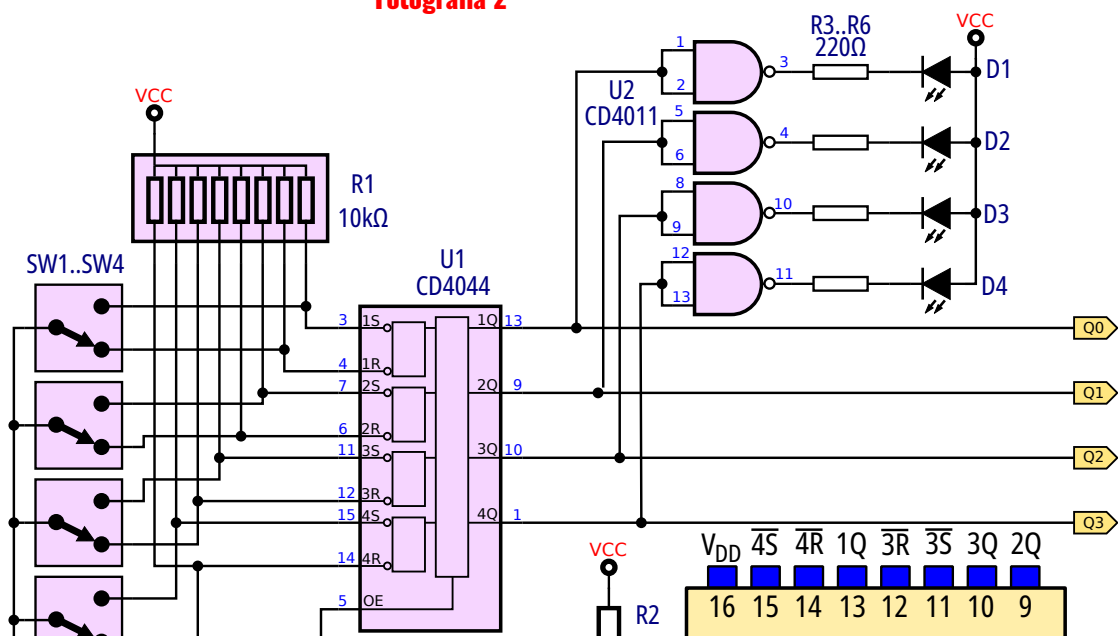
Może się tak zdarzyć, że niezbędnych będzie kilka takich generatorów idealnych sygnałów logicznych. W ofercie produkowanych komponentów występuje przykładowo układ CD4044, który w swojej strukturze zawiera cztery przerzutniki RS, więc można stworzyć czterokanałowy wymuszacz stanów logicznych pozbawionych



Rysunek 1

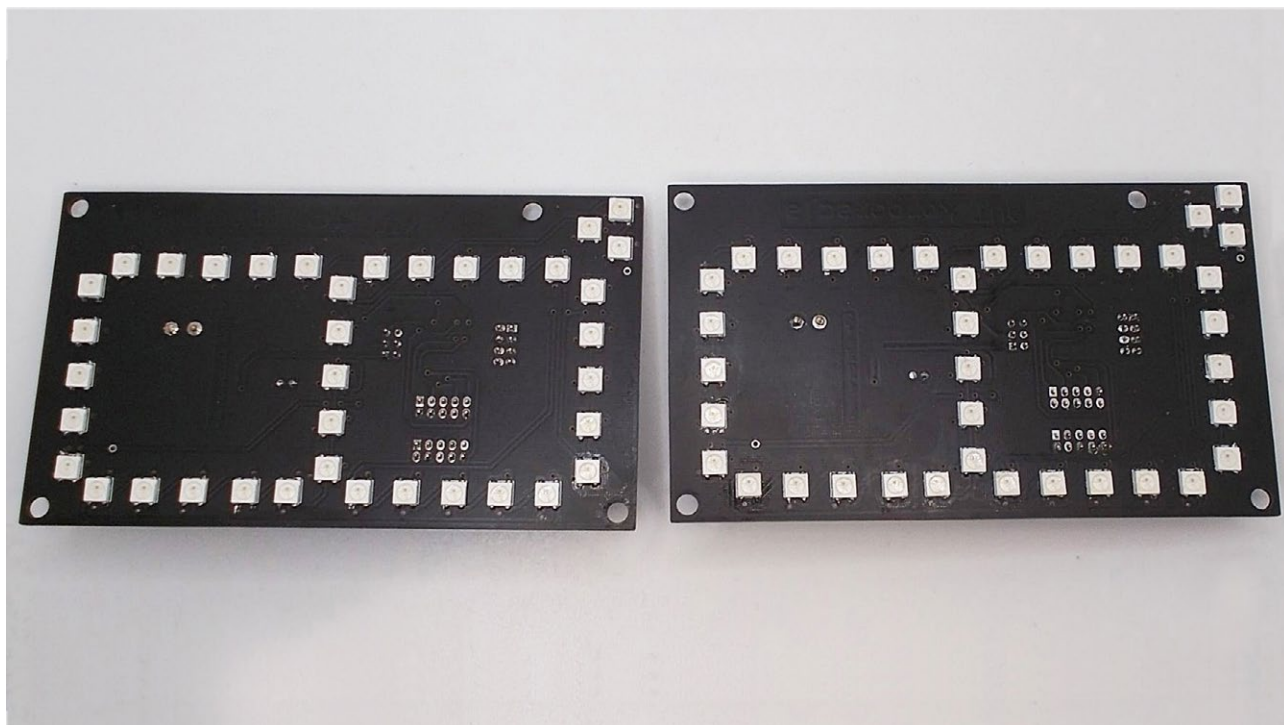


Fotografia 2



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

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



Wyświetlacz 7-segmentowy RGB z diodami WS2812B

Kupienie wyświetlaczy o dużych gabarytach nie jest problemem, gorzej gdy jest potrzebny wyświetlacz mogący świecić w różnych barwach. Prezentowany wyświetlacz z wbudowanym sterownikiem można obsługiwać przez UART, I2C lub SPI. Pozwala na uzyskanie 24-bitowej palety barw.

Budowa i zasada działania
Montaż i uruchomienie

Przykładowe programy
Który interfejs jest najlepszy do podłączenia wyświetlaczy

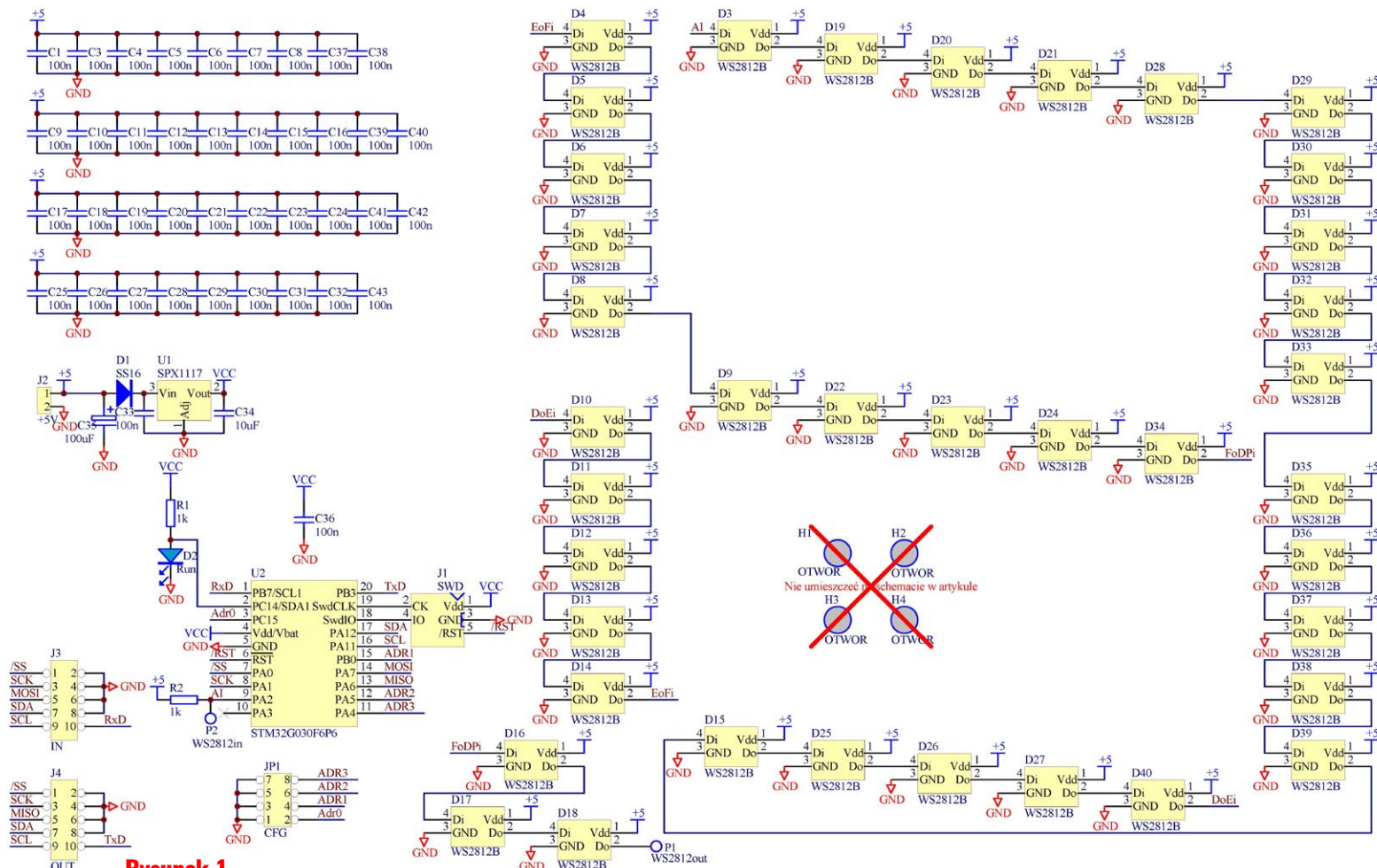
Budowa i zasada działania

Schemat wyświetlacza pokazany jest na **rysunku 1**. Napięcie zasilające 5 V doprowadzone jest do złącza J2. Dioda D1 zabezpiecza stabilizator U1, a co za tym idzie mikrokontroler U2 przed skutkami błędnego podłączenia zasilania. Napięcie 3,3 V z wyjścia stabilizatora U1 zasila mikrokontroler, który steruje diodami wyświetlacza. W urządzeniu wykorzystano tani, dobrze wyposażony mikrokontroler ARM SMT32G030F6P6, który przy cenie porównywalnej do Tiny3216 (także w obudowie 20 pin) oferuje parametry widoczne w **tabeli 1**.

	Tiny3216	SMT32G030F6P6
RAM	2kB	8kB
FLASH	32kB	32kB
Maksymalne taktowanie	20MHz	64MHz
Liczba poziomów przerwań	2	4
DMA	-	5 kanałów
UART	1	2
I2C	1 1MHz	2 1MHz
SPI	1 10Mb/s	2 32Mb/s
Timery	4 trzy 16-bit jeden 12-bit	6 pięć 16-bit jeden systemowy w CPU 24-bit
WDG	1	2

* Do porównania wybrano peryferia przydatne w projekcie sterownika wyświetlacza.

Tabela 1

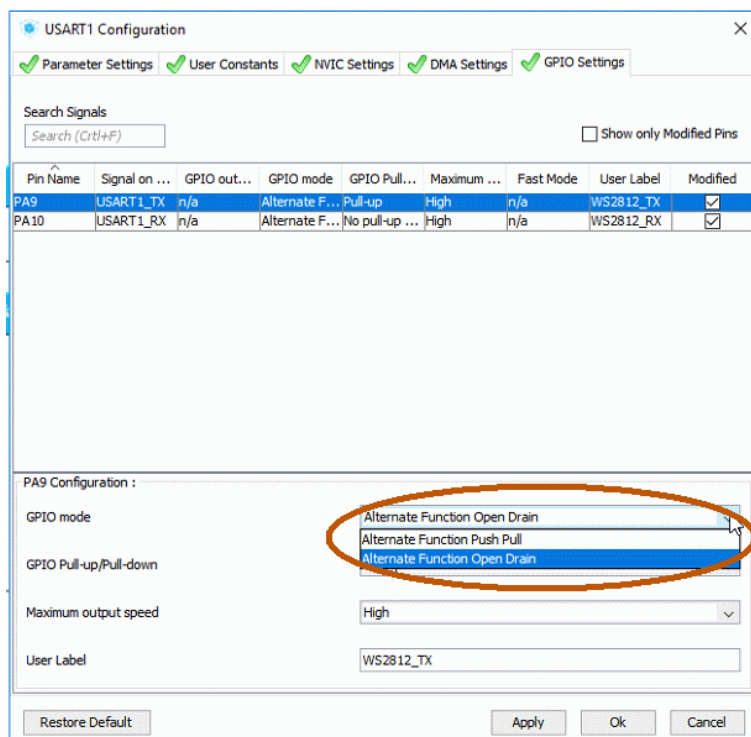


Rysunek 1

Jak można wywnioskować z tabelki, w takim projekcie należy zapomnieć o AVR a także o Arduino! Jeśli będzie to AVR, to jest zbyt wolny i nie ma DMA, przez co jest jeszcze wolniejszy. Jeśli inne rozwiązania (np. ESP32), to zbyt drogie (około 3 razy) w stosunku do STM32G030F6P6. Gdy ktoś się uprze, to i na AVR zrealizuje projekt, ale... w czasie transmisji do WS2812 zazwyczaj są zawieszane przerwania. Jeśli transmisja jest realizowana na przerwaniach, co jest możliwe i było pokazane w „Elektronice Dla Wszystkich 5/2020”, to szybkość transferu po I2C, SPI, czy UART będzie ŻENUJĄCA ze względu na to, że komunikacja z WS2812 pochłonie ponad 90% czasu CPU, natomiast gdy na czas transmisji do WS2812 wyłączone będą przerwania, to ramki po I2C, SPI, UART będą gubione.

Jak widać, AVR są drogie jak na swoje możliwości. Xmega są lepsze, ale drogie w stosunku do ARM i przy porównywalnej cenie mają mniejsze zasoby.

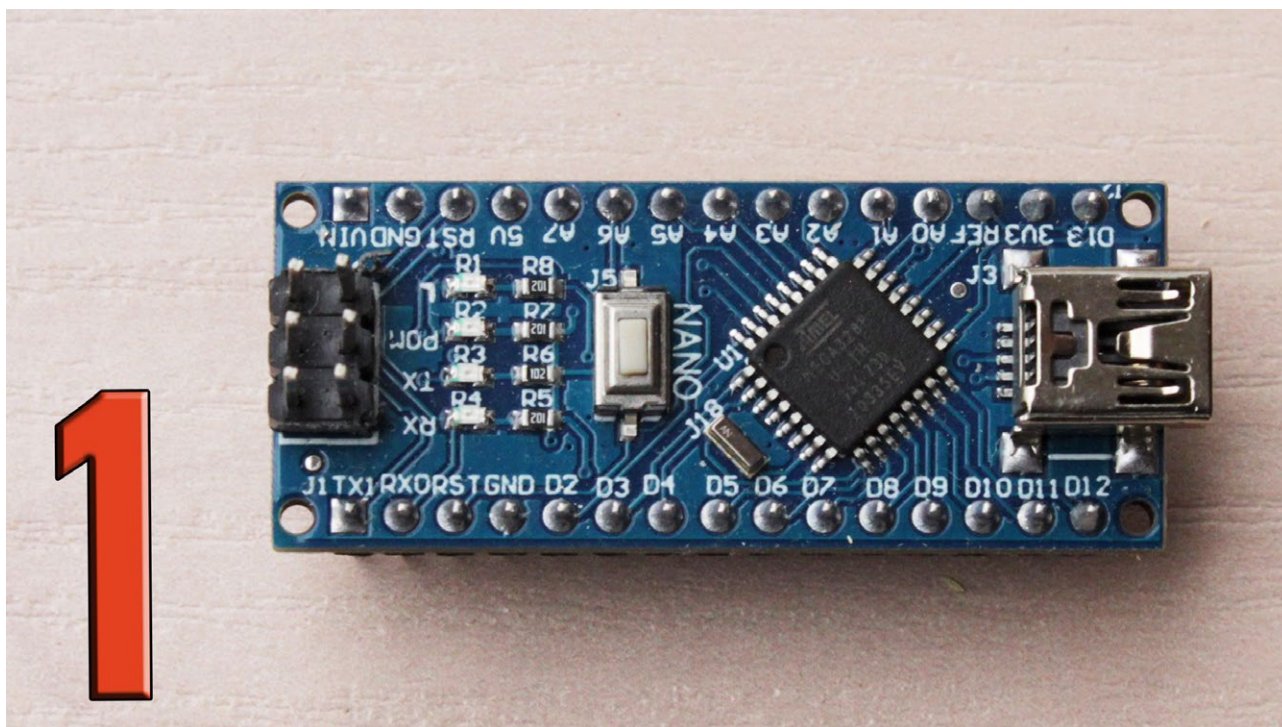
W wyświetlaczu 35 diod WS2812B jest ułożonych na wzór wyświetlacza 7-segmentowego, dodatkowe trzy diody symbolizują kropkę. Diody są sterowane



Rysunek 2

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

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



Mikroprocesorowa ośła łączka, część 1

Zainspirowany kilkoma filmami redaktora naczelnego, gdzie można zobaczyć, jak on świadomie „upala” diody LED, uznałem, że może warto zrobić coś podobnego z udziałem mikrokontrolerów. Jednak tym razem celem nie będzie „upalenie” mikrokontrolera.

Algorytm działania

Mediator do rozwiązywania problemów

Cel jest jasny

Technika mikroprocesorowa jest dzisiaj wyznacznikiem nowoczesności. Powoli wkracza w coraz więcej dziedzin typowo zarezerwowanych dla „klasycznej” elektroniki. Ma to jakieś swoje uzasadnienie, gdyż pewne rozwiązania stają się prostsze (nie uwzględniając elementu jakim jest program będący jego integralną częścią: urządzenie składa się ze sprzętu i programu zarządzającego tym sprzętem). Nie bez znaczenia również są koszty rozwiązania. Przy tak masowej produkcji mikrokontrolerów spada ich cena. Dodatkowym elementem jest ich uniwersalność i elastyczność. Jednak zanim każdy sprawnie zacznie je wykorzystywać, musi pokonać przede wszystkim dwa

Algorytm działania

Panuje przekonanie, że by sprawnie posługiwać się mikrokontrolerami, koniecznie należy nauczyć się języka programowania. Jest to prawda, ale nie jest to element najważniejszy. Można posłużyć się analogią ze świata ludzi. Aby realizować dialog z innym człowiekiem konieczne jest opanowanie jakiegoś języka. Każdy z ludzi uczy się tego od najmłodszych lat, by z czasem osiągnąć jakąś biegłość. Jest rzeczą zrozumiałą, że znajomość języka, jako elementu umożliwiającego porozumienie się, jest ważną częścią całości. Tu trochę umyka pewien aspekt: znajomość formy komuni-

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

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



Autor: Mister rf CC BY-SA 4.0

Ultrakrótka historia elektroniki: historia tranzystora bipolarnego

W poprzednim artykule serii przedstawiona była dziwna historia nie tyle wynalezienia, co przypadkowego odkrycia dziwnego tworu, który potem nazwano tranzystorem bipolarnym. Nastąpiło to pod koniec roku 1947, a następne miesiące i lata przyniosły kolejne wydarzenia ważne w historii elektroniki.

Odkrycie, publikacja i reakcja świata
Skąd się wzięła nazwa „tranzystor”?
Pierwsze tranzystory amerykańskie

Inni producenci tranzystorów
Tranzystory (tranzystrony) europejskie
Tranzystory japońskie

W poprzednim artykule cyklu opowiedziałem o kulisach powstania tranzystora bipolarnego. Oto ciąg dalszy tej interesującej historii.

Odkrycie, publikacja i reakcja świata

23 grudnia 1947 roku Brattain i Bardeen zaprezentowali wąskiemu gronu osób, a mianowicie kierownictwu laboratorium Bell Labs, dziwny półprzewodnikowy element wzmacniający.

Pomijamy paskudną, zazdrosną reakcję szefa laboratorium, Williama Shockley’a. Najważniejsze jest to, że i on, i całe kierownictwo laboratorium od razu doceniło znaczenie i potencjalne wykorzystanie odkrycia, także w zastosowaniach wojskowych. Dlatego informację o odkryciu pierwotnie utajniono.

Świat dowiedział się o nowym elemencie wzmacniającym na publicznej konferencji pół roku później, 30 czerwca 1948 roku, i dlatego ta data bywa podawana jako „moment wynalezienia tranzystora”. Wyniki tej publicznej prezentacji odbiły się w ówczesnej prasie zaskakująco słabym echem. Nie była to zupełna nowość, bo już wcześniej znane były półprzewodnikowe elementy wzmacniające, jak krystodyna. A lampy elektronowe miały się wtedy bardzo dobrze. Dopiero po kilku latach okazało się, jak ważne było odkrycie tranzystora. A w roku 1948 reakcja prasy i ogółu społeczeństwa była słaba. Natomiast naukowcy związani z tematem od razu dostrzegli ogromny potencjał tego odkrycia: oto pojawiła się szansa na pozbycie się niewygodnych, energożer-nych lamp elektronowych.

Skąd się wzięła nazwa „ tranzystor ”?

Zanim omówimy pierwsze tranzystory, wyjaśnijmy pewien ważny szczegół. Otóż od ponad 20 lat poszukiwano elementu nazywanego „semiconductor triode” lub częściej „solid state triode”.

„Potworek” stworzony przez Bardeena i Brattaina nie był tym poszukiwanym elementem i nie miał nazwy własnej. Gdy okazało się, że jest to dziwny element wzmacniający, którego działania z początku nikt nie rozumiał, a który można realizować w różny sposób, potrzebna była jakaś nazwa. Pojawiły się różne propozycje.

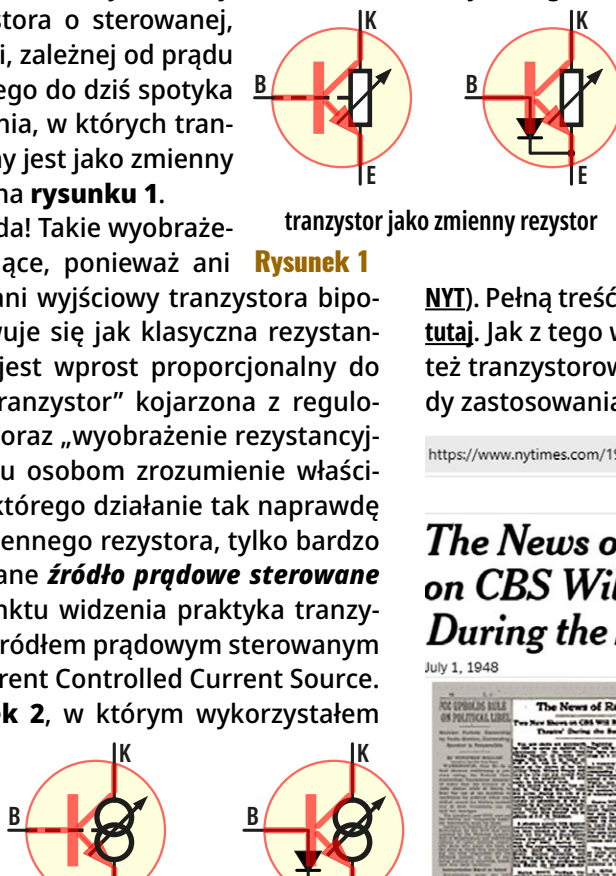
Na początku roku 1948 w Bell Labs w ramach wewnętrznego konkursu zaproponowano sześć nazw: *semiconductor triode*, *surface states triode*, *crystal triode*, *solid triode*, *iotatron* oraz *transistor*.

Właśnie już w roku 1948, jako skutek korporacyjnego głosowania w Bell Labs, przyjęła się, do dziś nieco wprowadzająca w błąd, nazwa **tranzystor** (**transistor**). Zaproponował ją jeden z pracowników, John Pierce. Określenie **transistor** pochodzi od skróconych słów **trans**conductance oraz albo **varistor**, albo **resistor** – są w tej kwestii dwa niespójne wyjaśnienia.

Określenie **transrezystancja** związane z **transkonduktancją** ma sens, jednak nazwa i najprostsze wyjaśnienia sugerują, że tranzystor to jakaś odmiana rezystora. Rezystora o sterowanej, zmiennej rezystancji, zależnej od prądu bazy. Zapewne dlatego do dziś spotyka się pseudowyjaśnienia, w których tranzystor przedstawiany jest jako zmienny rezystor – przykład na **rysunku 1**.

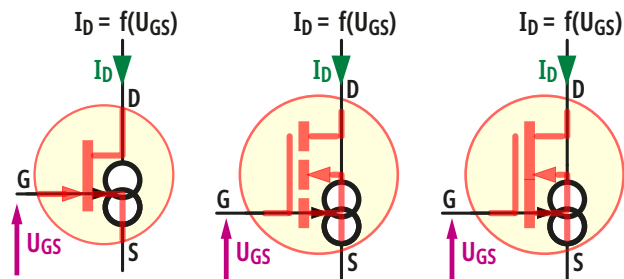
A to nie jest prawda! Takie wyobrażenia są fatalnie mylące, ponieważ ani **Rysunek 1** obwód wejściowy, ani wyjściowy tranzystora bipolarnego nie zachowuje się jak klasyczna rezystancja, w której prąd jest wprost proporcjonalny do napięcia. Nazwa „tranzystor” kojarzona z regulowanym rezystorem oraz „wyobrażenie rezystancyjne” utrudniają wielu osobom zrozumienie właściwości tranzystora, którego działanie tak naprawdę nie przypomina zmiennego rezystora, tylko bardzo przypomina tak zwane **źródło prądowe sterowane prądem** bazy. Z punktu widzenia praktyka tranzystor bipolarny jest źródłem prądowym sterowanym prądem: CCCS – Current Controlled Current Source. Ilustruje to **rysunek 2**, w którym wykorzystałem jeden z licznych symboli źródła prądowego.

Podobnie tranzy-



tranzystor jako zmienny rezystor

maksymalnie otwarty, maksymalnie przewodzący, też nie jest sterowaną rezystancją, tylko źródłem prądowym sterowanym napięciem (VCCS), co można zobrazować tak, jak na **rysunku 3**, ale to odrębny temat, który tu poruszyłem tylko w związku z nazwą tranzystora, do dziś mylącą wielu.



tranzystory polowe jako źródła prądowe (sterowane napięciem)

Rysunek 3

A na marginesie: w literaturze angielskojęzycznej nadal zaskakująco często zamiast **transistor**, spotyka się „lampowe” określenia: **valve** (zawór) i **triode**, ale z oczywistych względów nie **tube** (rura).

Pierwsze tranzystory amerykańskie

Brattain i Bardeen pod koniec roku 1947 stworzyli prymitywny laboratoryjny model tranzystora, dziś nazywanego ostrzowym (*point contact transistor*). Praktycznie użyteczny laboratoryjny model tranzystora zaprezentowano 30 czerwca 1948.

W wydaniu New York Times z 1 lipca 1948 zrelacjonowano to krótko i bez entuzjazmu. Była to tylko część niewielkiej notatki, pokazanej na **rysunku 4** (ze strony **NYT**). Pełną treść można znaleźć w Sieci, np. [tutaj](#) oraz [tutaj](#). Jak z tego wynika, na pokazie zaprezentowano też tranzystorowy odbiornik radiowy i inne przykłady zastosowania tranzystorów.

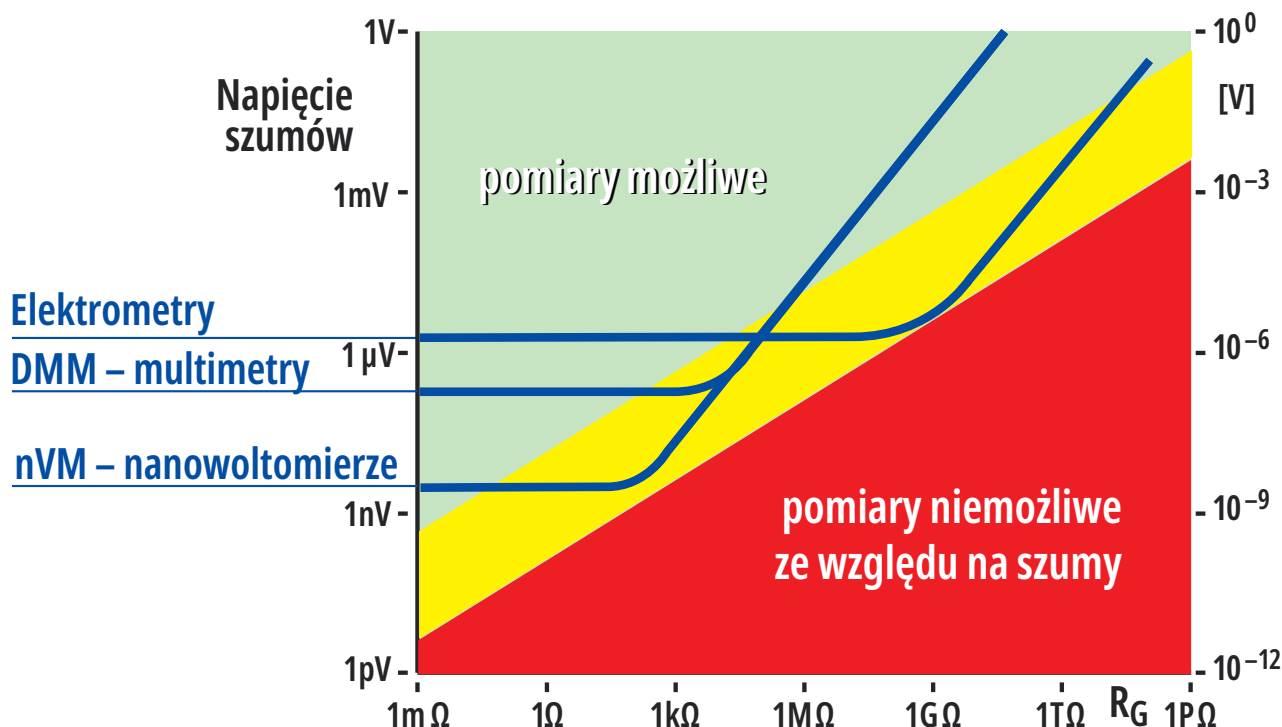
<https://www.nytimes.com/1948/07/01/archives/the-news-of-radio-two-new-shows-on-cbs-va>



Rysunek 4

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

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



Dokładne pomiary: nieuchronne szumy i starzenie

W poprzednim artykule omówiłem problemy związane z czynnikami powtarzalnymi, które są odwracalne. Jednak nie one są największym problemem. W tym artykule zasygnalizowane są absolutnie najważniejsze aspekty problemu granic dokładności i stabilności w elektronice: szumy, zakłócenia i starzenie.

Nieprzekraczalne granice – problem szumów

Stabilność parametrów w czasie

We wcześniejszych artykułach serii omówiliśmy problem nieliniowości zmian cieplnych, ciśnienia atmosferycznego, wilgotności oraz napięć termicznych EMF. Ogólnie biorąc, zmiany temperatury, ciśnienia i wilgotności są powtarzalne, przewidywalne i odwracalne. A jeśli tak, to można je w różny sposób korygować, kompensować i likwidować ich wpływ niemal całkowicie. Także problem napięć termicznych EMF można minimalizować i kompensować. Nieprzekraczalne granice dokładności pomia-

Nieprzekraczalne granice – problem szumów

Ten i poprzednie artykuły są poświęcone głównie problemowi dokładności i stabilności układów, przyrządów pomiarowych. Naświetlają problem realnej, możliwej do uzyskania, dokładności pomiarów. Staram się pokazać, jakie czynniki uniemożliwiają pomiary wielkości elektrycznych „z idealną dokładnością”. Zanim przejdziemy do najpoważniejszego problemu starzenia elementów, konieczne trzeba też wspomnieć o bardzo istotnym i trudnym

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

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

ZROZUMIEĆ **ELEKTRONIKĘ** z Piotrem Góreckim

ZE 6/2024

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

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

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

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

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

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

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