

Uwaga – to jest egzemplarz demonstracyjny (niepełny). Pełna wersja ma 102 strony.
Kup pełny egzemplarz na buycoffee.to a lepiej zaprenumeruj tu: <https://patronite.pl/Zrozumiec-Elektronike>

4/2025 Kwiecień (28)

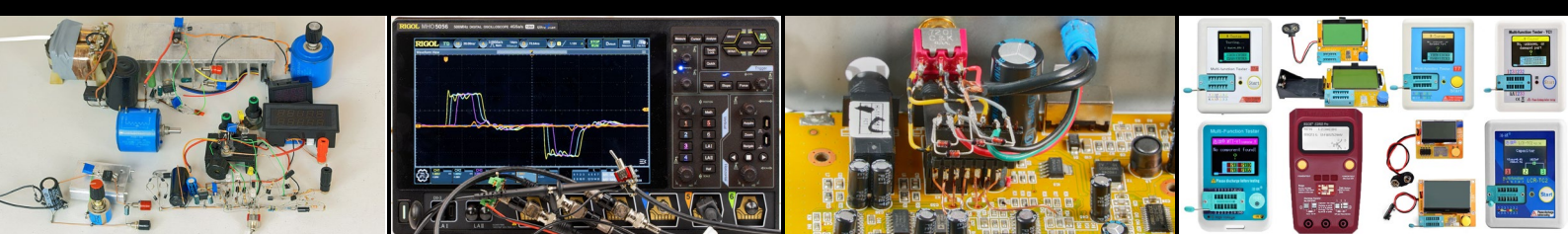
piotr-gorecki.pl

Zrozumieć ELEKTRONIKĘ



Karty audio USB jako przyrządy pomiarowe

- Przeróbka karty USB Behringer UMC202HD • AD9850 – precyzyjny generator sygnału sin
- Mały liniowy zasilacz: Transformator i bezpieczniki • Mikroprocesorowa ośła łączka
- Stabilizowany, regulowany zasilacz liniowy 20 V/1 A • Podstawowe zjawiska falowe
- Teoria pola kontra elektrotechnika? • Jaki miernik RLC kupić? A jakiego nie kupować?



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

Zawartość numeru 4/2025

- 19** **MIERNICTWO**  [Karty audio USB jako przyrządy pomiarowe](#)
To jest pierwszy z serii artykułów dotyczących możliwości wykorzystania komputerowych kart dźwiękowych w roli przyrządów pomiarowych o zadziwiająco szerokich możliwościach. Aby zainteresować tematem, w tym artykule tylko sygnalizuję możliwości i pokazuję kilka bardzo interesujących przykładów.
- 3** [Słowo wstępne – kwiecień](#)
- 4** [Nasze wspólne czasopismo – listy Czytelników](#)
- 11** [Rozwiązania Łamigłówek luty 2025](#)
- 17** [Łamigłówki elektroniczne kwiecień 2025](#)
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **27** [Przeróbka karty USB Behringer UMC202HD](#)
- ELEMENTY I MODUŁY**  **35** [AD9850 – precyzyjny generator sygnału sin](#)
- ZASILANIE**  **44** [Mały liniowy zasilacz: Transformator i bezpieczniki](#)
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **50** [Stabilizowany, regulowany zasilacz liniowy 20 V/1 A \(2\)](#)
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **58** [Wspólnie projektujemy: Stanowisko energetyczne](#)
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **60** [Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie diod germanowych](#)
- PRAKTYCZNA ELEKTRONIKA**  **62**

- MIKROPROCESORY**  **11** [Mikroprocesorowa ośła łączka, część 11](#)
- FUNDAMENTY ELEKTRONIKI**  **81** [Podstawowe zjawiska falowe](#)
- FUNDAMENTY ELEKTRONIKI**  **89** [Teoria pola kontra elektrotechnika?](#)
- PYTANIA I ODPOWIEDZI**  **94** [Jaki miernik RLC kupić? A jakiego nie kupować?](#)

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim



Słowo wstępne – kwiecień

Witam!

Zgodnie z zapowiedzią sprzed miesiąca, w tym numerze zaczynam bardzo interesujący nowy wątek, dotyczący wykorzystania komputerowych kart audio. Pokazuję, że mogą one być z powodzeniem wykorzystane do pomiarów. I to, jak się okaże, do dokładnych pomiarów i w zaskakująco szerokim zakresie częstotliwości. W tym numerze tylko sygnalizuję temat, pokazuję przykłady najprostszych pomiarów oraz przedstawiam przykład modyfikacji dobrej, niedrogiej karty UMC202HD. Pracuję też nad następnymi artykułami tej serii. Między innymi nad przystawką do pomiaru impedancji, a tym samym też rezystancji, pojemności i indukcyjności. Zapowiada się obszerny, fascynujący wątek.

Jeżeli chodzi o inne wątki, to w tym kwietniowym numerze są dwa kolejne artykuły dotyczące realizacji niewielkiego zasilacza z kostką LM317. Na publikację czekają już kolejne artykuły tej serii. W wątku Radiowa Ośła łączka też proponuję dwa artykuły,

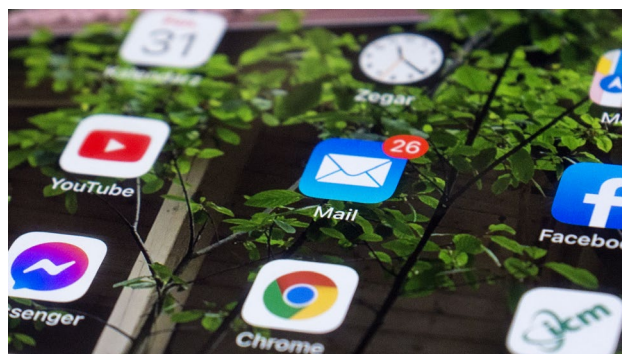
w tym ogromnie ważny, zatytułowany „Podstawowe zjawiska falowe”. Artykuł tylko w zarysie sygnalizuje temat zjawisk falowych i pokazuje praktyczne przykłady opóźnienia i odbić, na razie bez szczegółowego, obszernego wyjaśnienia. Do tego dojdzie jeszcze następny, baradzo ważny artykuł, sygnalizujący kwestie dopasowania, a potem wrócimy do podstaw, do kondensatora, cewki i obwodu rezonansowego. To są bowiem fundamenty Radiowej Oślej Łączki.

Nie przegap ważnego artykułu **Jaki miernik RLC kupić? A jakiego nie kupować?**, który wstępnie prezentuje trzy główne rodziny popularnych przyrządów do pomiaru pojemności i indukcyjności. Trzy rodziny, które dokładniej omówię w kolejnych artykułach. A poniższa fotografia zapowiada temat „Dlaczego nie kupiłem kamery termowizyjnej ZOYI ZT-R01” oraz kontynuację wątku o pomiarze pojemności dużych akumulatorów.

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.

Dzień dobry,
krótki komentarz do listu Michała, dotyczącego przypadkowych wskazań multimetru AN870 na zakresach pomiaru niskich napięć. Naturalnie mój miernik zachowuje się w opisany przez Autora sposób. Miernik pokazuje losowe wskazania w sytuacji, gdy przewody pomiarowe nie są do niczego podłączone. Z ciekawości włożyłem do niego akumulatorki 1,5 V, firmy Newell ładowane przez USB-C. Akumulatorki te mają wewnątrz przetwornicę obniżającą napięcie do 1,5 V. Wydawałoby się, że to bardzo zły pomysł, przetwornica „sieje” zakłóceniami i raczej należałoby unikać tego typu rozwiązań w sąsiedztwie czułych układów pomiarowych. I szok! Miernik pokazuje zero, nie ma przypadkowych wyników. Wygląda przy tym na to, że miernik mierzy wtedy poprawnie, choć nie przeprowadziłem szczegółowych badań.

Pozdrawiam serdecznie
Paweł Pawłowicz

Efekt Sagnaca pięknie pasuje do ostatniego cyklu oślej łączki, czyż nie?

Dzień dobry,
zapewne Pana nie zaskoczę efektem Sagnaca i interferometrem kołowym, ale ja „odkryłem” go przed chwilą i jestem w głębokim szoku...

Metoda pomiaru prędkości kątowej światłem jest dla mnie czymś niewyobrażalnym, zwłaszcza pod względem części elektronicznej takiego urządzenia,

czytałem o tym z fascynacją godną powieści na miarę „Dnia Szakala”.

Jeszcze mniej wyobraźalne są dla mnie najnowszej generacji żyroskopy FOG, wielkości... no właśnie - proszę obejrzeć krótki film:

<https://youtu.be/yUVnrrjV0KQ?si=OnbJpNtoM-q6PyQb>

Onegdaj napisał Pan świetny artykuł o dalmierzach laserowych, może przydałoby się parę słów na temat tych fascynujących modułów? W dobie robotyki i wszechobecnych dronów, przydałoby się taka garść informacji przekazana przez mistrza gatunku :-)

Niezmiennie serdecznie pozdrawiam
Szymon Burian



Rzeczywiście, efekt Sagnaca znakomicie wpisuje się w kwestie „czego i ile jeszcze nie wiemy?”, poruszone w poprzednim numerze w artykule „W oczekiwaniu na Zweisteina i Dreisteina.

Co do różnych fascynujących zagadnień, zjawisk i modułów, to w dalszych planach jest materiał na temat magnetometrów, a aktualnie już pracuję nad materiałem na temat pirometrów, bolometrów, a w szczególności kamer termicznych. Wcześniej mocno chwaliłem multimetry i oscyloskopy ZOTEK – ZOYI, a teraz szykuję materiał roboczo zatytułowany: „Dlaczego nie kupiłem i nie zamierzam kupić nowego miernika ZOYI – ZOTEK ZT-R01, czyli wersji z kamerą termiczną”.

Przetwornica na wczasy

Dzień dobry,
kolega chciałby kupić przetwornicę napięcia 12/230V na wyjazd z rodziną. Może Pan coś polecić?

Pozdrawiam
Miroslaw

Odpisałem, że mam u siebie kilka przetwornic – inwerterów 12 V / 230 V do przetestowania. Czekają w kolejce, ale jeszcze się do nich nie dotykałem – planuję przed wakacjami film i artykuł lub artykuły, ale czasu ciągle za mało, żeby się tym zająć.

Jeśli chodzi o zakup – bardzo trudno doradzić kogoś konkretnego. Nie ma uniwersalnej recepty!

Główne kwestie to:

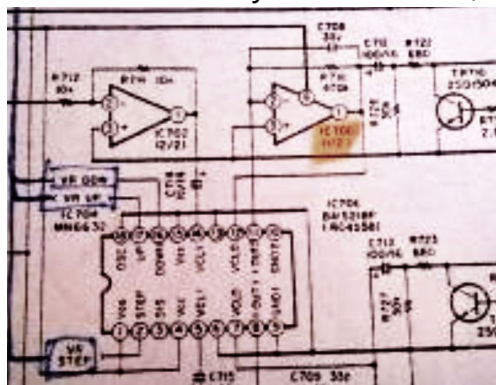
1. Potrzeby. Do czego taka przetwornica miałaby służyć? Tu w grę wchodzi wymagane lub pożądane parametry. Deklarowana moc z reguły jest zawyżona i ewentualnie może to być moc chwilowa, a nie moc ciągłej pracy. Powszechnie wiadomo, że inwertery słabo radzą sobie z urządzeniami, które mają duży początkowy prąd rozruchowy.

2. Możliwości finansowe. Każdy ma możliwości finansowe, ale tu w grę wchodzi też wymagane parametry (realna moc, czy wymagany jest naprawdę czysty sinus?).

3. Źródła energii. Dziś stosunkowo tanio można kupić inwerter o mocy kilku tysięcy watów, ale nie jest on źródłem energii, tylko przetwornicą wymagającą zasilania. Dlatego warto też zadać pytania: Czy miałby być zasilany z akumulatora samochodowego? Czy tylko podczas pracy silnika w samochodzie? Na ile minut pracy wystarczy energia z niewielkiego akumulatora samochodowego? Czy na wyjazd „pod chmurkę” nie będzie potrzebny dodatkowy potężny akumulator?

Ofert handlowych inwerterów jest mnóstwo. Wybór do najłatwiejszych nie należy. W każdym razie nie warto kupować wersji najtańszych, tylko coś „ze średniej półki”.

Szanowny Panie Redaktorze,



zwracam się z pytaniem ponieważ nie udało mi się uzyskać odpowiedzi na forum. Chodzi o regulację napięcia w CD DENON z układem MN 6632A (...), w którym zastosowano układ MN 6632A

firmy Panasonic. Producent nie podaje przykładu aplikacji, a zastosowany w odtwarzaczu do regulacji jak na rysunku układ ma wejście napięciowe 14 oraz dwa wyjścia: napięciowe 12 i prądowe 11 (jeden kanał). Oba zostały użyte równolegle. Pytanie: czy możliwe byłoby pominięcie tego prądowego i wykorzystanie jedynie wyjścia napięciowego?

Pozdrawiam
Karol

Odpisałem, że bardzo przepraszam, ale z uwagi na nawet zająć nie dam rady zając się taką indywidualną, specyficzną sprawą, która jest czasochłonna i wymaga zbadania szeregu szczegółów.

Napisałem też, że gdyby to był temat interesujący dla szerokiego grona Czytelników, wtedy odpowiedź umieściłbym w rubryce „Poczta” lub pytanie mogłoby trafić do rubryki „Pytania i odpowiedzi” i odpowiedź miałaby postać artykułu. W tym przypadku jest inaczej, bowiem niewiele osób interesuje się takimi specyficznymi szczegółami. Karol odpisał:

Dzień dobry,
dziękuję za szybką i szczerą odpowiedź. Wypróbuję doświadczalnie. Zapytałem z obawy o uszkodzenie układu ale „żyje się raz”.

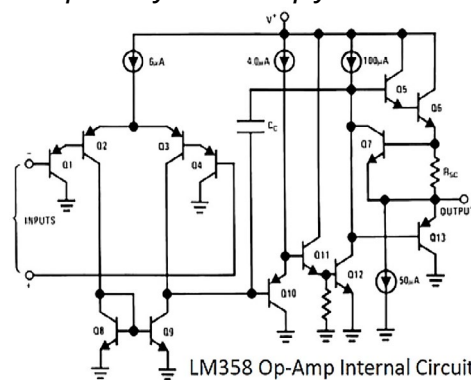
Pozdrawiam

W poprzednim numerze ZE informowałem, że nie znajduję czasu na indywidualne korepetycje. Autor jednego z zamieszczonych tam listów napisał:

Panie Piotrze,
zastanawiałem się nad Pańską wiadomością, w której pisał Pan o zamieszczeniu mojego pytania w czasopiśmie. Zgadza się z tym, że podstawowe układy i rozwiązania można poznać poprzez praktykę, ale to, co ja miałem na myśli pisząc do Pana w pierwszej kolejności, to była pomoc w zrozumieniu bardziej skomplikowanych układów, np. schematu wewnętrznego komparatora typu LM393 lub wzmacniacza LM358. Tu nie widzę, jak poprzez praktykę zrozumieć tego typu układy, w których jest kilkanaście tranzystorów. Chyba żeby spróbować zbudować podobny układ na płytce stykowej :)

Może mógłby Pan uzupełnić moje pytanie i odnieść się do takiego zagadnienia? Może jest jakaś literatura, która opisuje tego typu układy i rozwiązania.

Pozdrawiam
Łukasz



Na indywidualne korepetycje czasu nie znajdę, ale chętnie zajmę się kwestiami, które zainteresują większe grono Czytelników. I tu ewidentnie mamy taki przykład, bo jest wiele osób, które zaczynają zgłębiać elektronikę i mają dylemat, na czym się koncentrować. Otóż najogólniej biorąc, na początku warto poświęcić trochę czasu na budowę wewnętrznych układów scalonych, zwłaszcza wzmacniaczy operacyjnych, ale tylko trochę. Potem jest to niepożądane, a wręcz niemożliwe i generalnie to ślepa uliczka. Najważniejsza jest bowiem praktyka.

Już zacząłem pisać na ten temat dość obszerny artykuł, który mam nadzieję zamieścić już w następnym numerze czasopisma.

Dobry wieczór,

na wstępie chciałbym wyrazić uznanie dla Pana kanału na YouTube oraz sposobu, w jaki przekazuje Pan swoją wiedzę.

Kontaktuję się z Panem ponieważ jestem zmieszany sugerowanym na branżowym forum sposobem podłączenia elektrozaworu do podlewania ogrodu. Zastanawiam się, dlaczego to ma prawo działać – a jak czegoś nie rozumiem, to w to ślepo nie idę. Gdyby się dało, to prosiłbym o audytorskie sprawdzenie tego zagadnienia. Opis problemu:

Elektrozawór Rain Bird zasilany 24V AC. Transformator Zamel TRM-24 obniżający napięcie 230 VAC -> 24VAC. Jeden użytkownik wysyła schemat podłączenia elektrozaworu (to samo zdjęcie dodaje do załącznika): <https://www.smartnydom.pl/forum/postid/30311> Moje obiekcje:

1. Przy wejściu 230 VAC na pierwszy zacisk dają fazę, a na drugi neutralny – przecież te zaciski są połączone ze sobą, nie będzie zwarcia?

2. Przy wyjściu wychodzą 24VAC, a na drugim zacisku piszą o neutralnym, ale jak, przecież te zaciski są też połączone ze sobą. Jak ma to prawo działać?

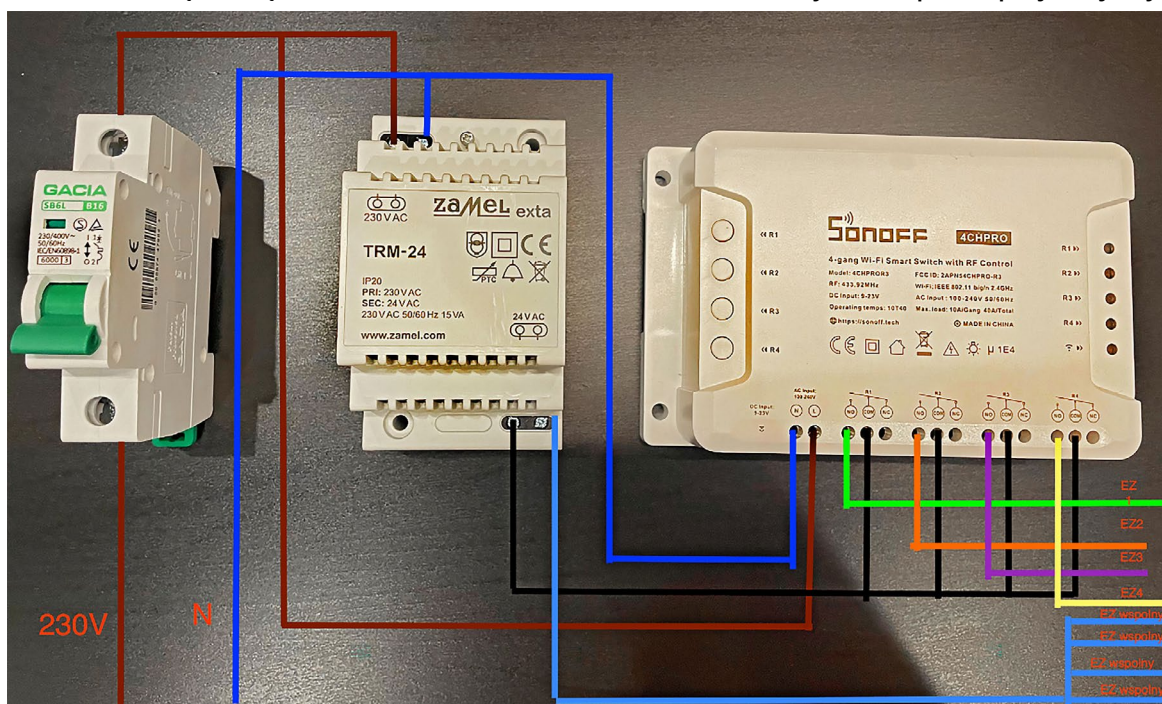
3. Sądziłbym, że jest błąd, ale inny użytkownik z dużą ilością komentarzy potwierdził poniżej rozwiązanie i napisał, że schemat jest prawidłowy.

Dumałem dłuższą chwilę nad tym, zanim zdecydowałem się do Pana napisać. Z góry przepraszam za zamieszanie.

*Pozdrawiam
Przemysław*

Ja co prawda u siebie mam w większości sprzęt firmy Hunter (PGV-100), a elektrozawory z elektromagnesami AC są u mnie specyficznie sterowane napięciem stałym 12 V z akumulatora buforowego. Jednak ogólne zasady są proste: popularne elektrozawory 24 V AC mogą być sterowane za pomocą przekaźników lub triaków. Schemat jest prawidłowy. Przewód neutralny sieci jest prawidłowy i obwody wtórne nie są do niego podłączone (co zresztą nie byłoby karygodnym czy śmiertelnym błędem). Nie widać tu obwodu PE, ale nie jest potrzebny. Wszystko wygląda dobrze. Byle tylko transformator miał moc wystarczającą do zasilania wszystkich aktualnie włączonych elektromagnesów. Zwykle nie są włączane jednocześnie, ale... przykładowo Rain Bird 100 DV 1" mają prąd rozruchu 0,30 A, czyli moc rozruchu 7,2 VA oraz prąd podtrzymania 0,19 A, czyli moc 4,6 VA.

To są szczegóły interesujące niewiele osób. Piszę o tym dlatego, że warto zainteresować się tematem automatycznego podlewania i dlatego, że właśnie planuję na następny miesiąc zadanie konkursowe w cyklu „Wspólnie projektujemy”.



*Dzień dobry,
Panie Piotrze proszę o radę. Chcę kupić do firmy porządnym miernik, którym będę mógł mierzyć pobór mocy urządzeń w stanie czuwania.*

*Czy taki multimetr nada się do takich pomiarów?
<https://www.gossenmetra-wattusa.com/media/87117/metrakit-energy-ba-gb.pdf>*

Poza tym poszukuję miernika cęgowego na zakres do 1...2 A, mierzącego z dużą dokładnością. Niestety, nic nie znalazłem :(

Ostatnia sprawa tyczy się lamp ECC86, już nie do firmy :) Znalazłem kilka ofert na Allegro, czy warto zakupić któryś komplet do testów?

(... ECC86 – link ...)

Pozdrawiam
Marcin Foltyn

1. Miernik MetraHit to profesjonalny, bardzo dokładny przyrząd kategorii CAT IV, o znakomitych parametrach! Oczywiście będzie się też nadawał do pomiaru prądu (i mocy) w stanie czuwania. Wystarczy sprawdzić, jak małe prądy mierzy. Otóż

pokazany obok fragment specyfikacji świadczy, że najmniejszy zakres pomiaru prądu (także przemiennego) to 0,6 mA i to z niewiarygodną rozdzielczością 10 nA. Czyli można mierzyć moce nawet rzędu mikrowatów.

Analiza specyfika-

cji pokazuje, że jest to znakomity przyrząd: dokładny i o bardzo szerokich możliwościach. Strach tylko pytać o cenę – wygląda, że przekracza ona 6000 złotych brutto.

Ja jestem popularyzatorem elektroniki i na łamach ZE pokazuję przykłady godnych uwagi multimetrów, których ceny są w zasięgu hobbystów. Mówimy o multimetrach w cenie od 100 do najwyżej kilkuset złotych. A tutaj mamy przykład z zupełnie innej półki i zupełnie inne kryteria wyboru. To delikatny temat na kilka artykułów.

2. Jeżeli chodzi o mierniki cęgowo o małych prądach, to są takie wersje, ale tylko AC, np. do pomiaru prądów upływu. Praktycznie nie ma mierników cęgowych do pomiaru małych prądów DC. Fundamentalne i nieusuwalne przyczyny omówię w przygotowywanym właśnie artykule. Według mojego rozeznania najczulsze są Fluke 771...773 o rozdzielczości 0,01 mA, w cenach w granicach 4000 zł i ewentualnie może coś z oferty Kyoritsu.

METRAHIT | ENERGY TRMS SYSTEM Multimeter

Digital hand-held multimeter with **TRMS measurement** including: V AC TRMS, V AC+DC TRMS with a bandwidth of 100 kHz, V DC, dB, Hz (V), Hz (A), Ω, μF, V_~, °C/°F (TC/RTD)

Power measurement (W, VAR, VA, PF): active, reactive and apparent power with extreme values, power factor

Energy measurement (Wh, VARh, VAh) active, reactive and apparent energy, mean power value with adjustable observation period and maximum value

Mains quality analysis: recording of over and undervoltage, dips, swells, voltage peaks and transients in 0, 50 and 60 Hz systems

Harmonic analysis: RMS values and distortion components up to the 15th harmonic at 16.7, 50, 60 and 400 Hz

Special measuring functions: crest factor CF, conductivity nS, low resistance R_{SL}, duty cycle %, cable length km
Resolution of 60,000 digits, **triple display**, display illumination can be activated under difficult lighting conditions

1 kHz / -3 dB low-pass filter can be activated

Direct current measurement from 10 nA to 10 A, 16 A intermittently, current measurement with current transformer clamp and sensors, transformation ratio is taken into account at the display

Large data memory for up to 300,000 measured values

Instrument is **completely remote controllable** without activating the rotary switch or changing current sockets

CAT IV

3 YEARS WARRANTY

MADE IN GERMANY

DAK-MRA

DAKKS
Deutsche Akkreditierungsstelle
D-K-15080-01-01



Meas. Function	Measuring Range	Resolution at Upper Range Limit		Input impedance		Intrinsic Uncertainty at Ref. Cond. for High Resolution (59,999 digits)			Overload Capacity ²	
		60,000	6,000	≡	~ / ≙	±(... %rdg. + ... d)	±(... %rdg. + ... d)	±(... %rdg. + ... d)	Value	Time
V	60 mV	1 μV				0.02 + 15 with ZERO	≡	≡		
	600 mV	10 μV	≥ 17 MΩ	≥ 9 MΩ // < 50 pF		0.02 + 15 with ZERO	~	~	600 V	Max 10 s
	6 V	100 μV	≥ 17 MΩ	≥ 9 MΩ // < 50 pF		0.02 + 15	~	~	DC	
	60 V	1 mV	≥ 17 MΩ	≥ 9 MΩ // < 50 pF		0.02 + 15	~	~	AC	
	600 V	10 mV	≥ 17 MΩ	≥ 9 MΩ // < 50 pF		0.02 + 15	~	~	TRMS	Cont.
		Display range where reference voltage U _{REF} = 0.775 V					Intrinsic uncertainty			
dB	0.6 ... 600 V-		0.01 dB	-48dB... +58 dB			0.1 dB (U > 10% MR)		600 V	
		Voltage drop at approx. range limit					~ 1	≙ 1	DC	
A	600 μA	10 nA	60 mV	60 mV	0.1 + 20	0.5 + 25	~	~	AC	
	6 mA	100 nA	160 mV	160 mV	0.05 + 20	0.5 + 25	~	~	TRMS	Cont.
	60 mA	1 μA	180 mV	180 mV	0.05 + 20	0.5 + 25	~	~	sine	
	600 mA	10 μA	250 mV	250 mV	0.1 + 20	0.5 + 25	~	~		
	6 A	100 μA	360 mV	360 mV	0.2 + 30	0.5 + 25	~	~		
	10 A	1 mA	600 mV	600 mV	0.2 + 30	0.5 + 25	~	~		

3. Lampy ECC86. To dla mnie zagadka, bo kilka lat temu sprawdzałem i w internetowej ofercie nie było prawie nic. Lampy „od zawsze” mało popularne, specyficzne, przeznaczone do jednego zastosowania. I oto obecnie jest mnóstwo ofert, zwłaszcza w Polsce, i to rzekomo są lampy NOS / NIB, co bardzo dziwne – kilku różnych firm. Skąd nagle wzięły się na rynku? Prawdopodobnie ktoś uruchomił produkcję...

Można kupić i sprawdzić, czy rzeczywiście mają katalogowe parametry przy znikomym napięciu anodowym 6,3 V oraz 12,6 V. Nowa lampa ECC86 przy zerowym napięciu siatki i napięciu anodowym 6,3 V (tak!) powinna mieć prąd anodowy około 2,4 miliampera.



Dzień dobry,

(...) W załączeniu pliki z korektą numeru ZE2503. (...) Mam uwagę dotyczącą artykułu „Kabel czy przewód? (1)”. W artykule Pan Piotr używa słowa „izolacja” zarówno w odniesieniu do faktycznej izolacji przewodu lub kabla (izolacja na żyłach), jak i do powłoki zewnętrznej, która nie pełni funkcji izolacyjnej w sensie elektrycznym.

Przewody i kable są projektowane tak, aby izolacja na żyłach (np. PVC w przewodzie YDY) stanowiła główny element zapewniający izolację elektryczną – to ona chroni przed przebiciem między żyłami oraz między żyłą a otoczeniem. Powłoka zewnętrzna, czyli osłona PVC otaczająca cały przewód lub kabel, pełni przede wszystkim funkcję mechaniczną, ochronną przed czynnikami zewnętrznymi. Może ona wykazywać pewną wytrzymałość elektryczną, lecz nie jest przeznaczona do pełnienia funkcji warstwy izolacyjnej dla wysokich napięć. W przypadku uszkodzenia izolacji żyły w kablu energetycznym powłoka zewnętrzna może nie zatrzymać przebicia.

Zwracam uwagę na ten podział – chociaż potocznie mówimy o „izolacji” – aby nie sprawiało wrażenia, że przewody i kable o takiej konstrukcji posiadają podwójną izolację elektryczną, co jest nieprawdą.

Przewód YDY ma powłokę wykonaną z PVC, która zapewnia podstawową ochronę mechaniczną, jednak nie jest odporna na trudne warunki środowiskowe (np. wilgoć, promieniowanie UV czy działanie substancji chemicznych). Kable często mają bardziej zaawansowane powłoki ochronne, wykonane m.in. z polietylenu (PE), gumy lub innych materiałów odpornych na oleje, promieniowanie UV, wilgoć oraz niekorzystne warunki atmosferyczne. W zależności od zastosowania kable mogą być wyposażone w powłoki z różnych materiałów, a w niektórych przypadkach stosuje się także warstwy zbrojeniowe (np. stalowe), co zwiększa ich odporność na uszkodzenia mechaniczne.

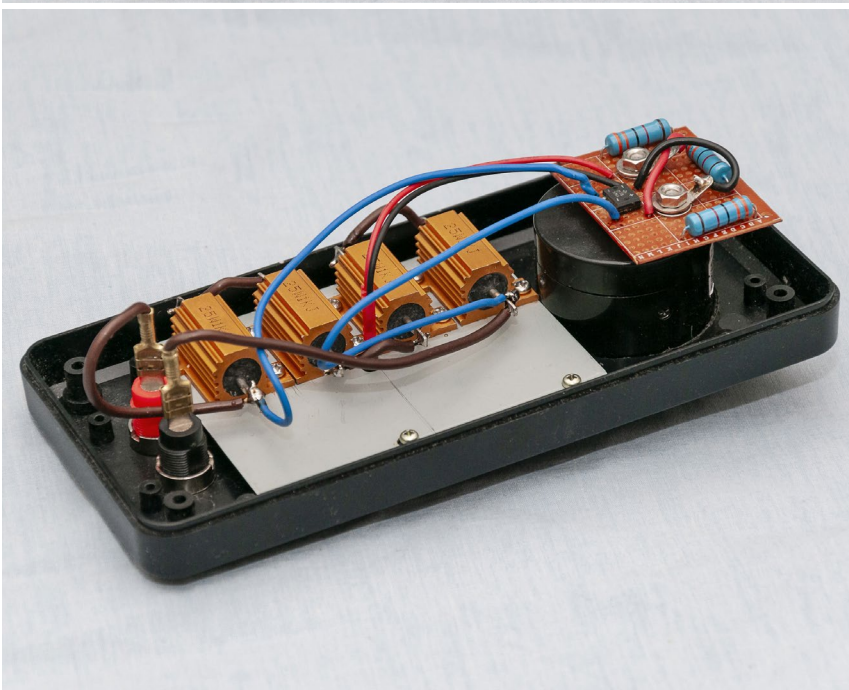
Pozdrawiam
Tadeusz Suszał

Dzień dobry,

w numerze ZE2410 ukazał się artykuł „Cap Zero” dotyczący przyrządu prostego a niezbędnego przy pracy z urządzeniami elektronicznymi, energoelektronicznymi. Na dwóch fotografiach przedstawiam moją realizację takiego narzędzia, przyrządu.

Zastosowałem miernik o zakresie 800 V, w związku z tym brak jest rezystorów R8 i R9 oraz zabezpieczającej diody Zenera 300 V. Inna też jest dioda LED (OSR-6LUA1K4A). Sprawdziłem, że przy napięciu 6,3 V dioda świeci w zauważalnym stopniu. Mam też inne takie narzędzie do rozładowywania, w postaci pęsety. Ale różnią się one między sobą funkcjonalnością i dlatego warto posiadać oba urządzenia. Można tę moją realizację przedstawić na łamach ZE dla zachęty innych Czytelników. Aby również realizowali swoje urządzenia i przedstawiali je na łamach ZE.

Pozdrawiam
Tadeusz Suszał



Dzień dobry Panie Piotrze,
przepraszam za tak późną odpowiedź. (...) Zobacze czy w przyszłym miesiącu (...) Pytanie: Gdzie w tym momencie mogę kupić Pana książkę?

Pozdrawiam
Bartosz

Książki. Dwie dla początkujących w WKiŁ:
https://www.wkl.com.pl/autorzy.php?szuk_autor=G%C3%B3recki%20Piotr%20
Inne moje książki z BTC są nadal w sklepie Kamami:
https://kamami.pl/module/jzspinxsearch/jsssearch?search-string=G%C3%B3recki&id_lang=1

Witam,

powoli powstaje w Polsce sieć radiowa LoRa mesh-tastic.org (i reticulum, ale jest mało węzłów). Z jednej strony taki węzeł nie jest drogi – ok 80 zł, a z drugiej, tam właściwie nic nie ma. W sytuacji awaryjnej taka sieć przestanie działać z prozaicznego powodu, czyli prądu. Z jednej strony szukam osób, które potrafiłyby zaprojektować płytkę i zasilanie do takiego węzła, z drugiej chciałbym by było to od razu coś użytecznego.

Jeśli sieć awaryjna ma być przydatna, to powinna działać w czasie deszczu, gdy idę w konwoju, jest zimno i oszczędzam prąd. coś jak <https://www.wiphone.io/index.html> albo z linuxem <https://hackaday.com/2022/06/18/notkia-building-an-open-and-linux-powered-numpad-phone/>

To nie powinna być sieć do zabawy. Proszę poszukać, jest wiele filmów różnych osób, co to mesh-tastic i jak wyglądają płytki. Niestety, nikt nie chce zrobić do tego zasilania, klawiatury i ew. większego wyświetlacza. Rozumiem, że taki węzeł powinien mieć własny panel słoneczny, jak miały kiedyś kalkulatory (średnie zużycie to ok 12 mA) ale i możliwość podłączenia zasilania (przetwornica step up-down) np. od 0,5 V do 14 V. Wtedy w awaryjnej sytuacji możemy podłączyć akumulatory 18650, baterie AA, AAA czy popularne Li-Po, a nawet akumulator samochodowy. Myślę sobie, że czasem musiałbym wybierać czy nie wyjąć jednego ogniwa i użyć do latarki, bo jest to po prostu bardziej potrzebne w tym momencie niż komunikacja. Nie mogę sobie pozwolić na komfort, że będę miał 2 lub 3 akumulatory takiej samej wielkości czy kondycji. Część może być stara a część nowa. Dlatego chciałbym móc zasilać np. w taki sposób jak ta latarka:

<https://www.kickstarter.com/projects/451008586/owl-tac-a1t-endure-flashlight-with-selective-batter>

Najpierw jeden akumulator, potem drugi, a na końcu bateria. Jeśli mógłbym podłączyć do większego panelu słonecznego węzeł działałby np. na 3 akumu-

latorach 18650 całą dobę. Część zasilania byłaby też przez USB. Taka płytka może być niewielka <https://www.adafruit.com/product/4087> ale kluczowe jest zasilanie i niewielka klawiatura. Albo taki projekt <https://hackaday.io/project/192129-loshark> z linuxem, który rozwiązuje od razu wszystkie problemy z oprogramowaniem.

Moim zdaniem zasilanie jest kluczowe dla takiego projektu. Bo z tym mamy najwięcej problemów. Oczywiście trzeba by zaprojektować całą płytkę, zrobić to porządnie. Projekt musiałby być open source. Choć ja np. nie jestem elektronikiem i chętnie bym kupił gotowy moduł za pośrednictwem np. <https://www.tindie.com/> czy innego serwisu. Założenia:

- * małe urządzenie
- * zasilanie 18650, 1,5 V i niewielkimi panelami
- * klawiatura minimum 16 klawiszy
- * ekran zdolny pokazać 30 polskich znaków (ąęćz itd), cyfry i emotikony.
- * open source

Myślę o zrobieniu urządzenia, opakowanie (czasem nawet bardzo solidne, odporne na warunki atm. i temp. -25 stopni lub +80 stopni), oprogramowanie to już zadanie społeczności. Ale taka podstawa jest po prostu potrzebna żeby zacząć.

Zdaję sobie sprawę, że jest to średnio duży projekt, ma wiele aspektów. Myślę jednak o zrobieniu czegoś dla innych. W sytuacji wojennej, powodzi lub innej awaryjnej może to komuś uratować życie. Nawet dyskusja nad założeniami, przemyślenia albo poszukania podobnych rozwiązań się przyda. Będę wdzięczny za dowolną pomoc.

Marek Łukasz
i0v@o2.pl

Ze wspomnianych wcześniej względów nie dam rady zaangażować się w taki projekt, ale publikuję list.

Witam,

proszę o informację, czy jest Pan w posiadaniu rysunku schematu nr 6 z artykułu „Wspólnie projektujemy: Zabezpieczenie nadnapięciowe”

<https://piotr-gorecki.pl/yk018r-wspolnie-projektujemy-zabezpieczenie-nadnapieciowe/>

Udostępnił Pan go na swej stronie, jednak nie ma tam ww. rysunku. Jako że zaciekał mi ten artykuł postanowiłem dopytać o ewentualnie jakąś dogodną dla Pana formę udostępnienia ww. opisanego opracowania (...). Ponadto byłbym zainteresowany innymi rozwiązaniami dotyczącymi zabezpieczeń nadnapięciowych, które byłby Pan skłonny udostępnić.

Pozdrawiam serdecznie

Tomek

Przez przeoczenie tego potężnego schematu nie

było w internetowej wersji artykułu – teraz już jest. Wstawiłem schemat na stronę i napisałem do Autora, który odpowiedział:

Witam serdecznie,

dziękuję za odzew. Tymi pytaniami sprowokował mnie Pan do wspomnień :) W młodości bawiłem się elektroniką, jak Pan ruszył z EdW, to ja zacząłem robić „karierę” w energetyce. Więc orłem elektroniki nie zostałem, jednak ogólnie ogarniam co i jak (...) Aktualnie próbuję zmontować zabezpieczenie nadnapięciowe dla elektroniki zasilacza na poziomie do 70 V – tyle wytrzyma, standardowo zasilana będzie ok 68 V (trafo-prostownik-kondensator), a ze względu na znaczne wahania nap. sieciowego obawiam się, że może podskoczyć i o 10 V, nie mówiąc o ewentualnych szpilkach. To ogólnie tyle, jeśli mógłby Pan podsunąć jakieś rozwiązanie to by mnie bardzo poratowało. Będę wyczekiwał ewentualnych sygnałów :-)

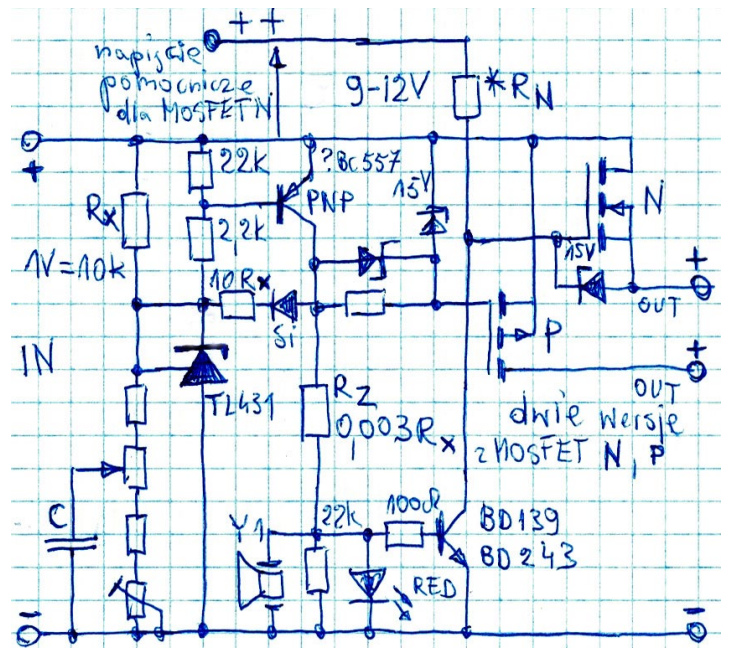
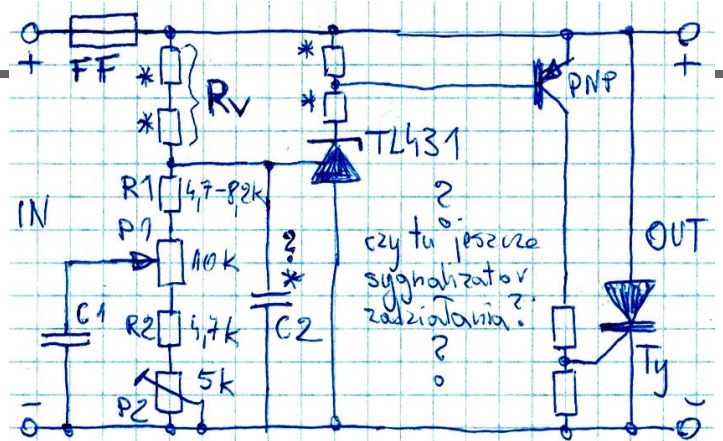
Pozdrawiam
Tomek

Cieszę się, że temat zabezpieczeń budzi zainteresowanie. Ja mam do przetestowania dwie koncepcje. I oczywiście z braku czasu nie udaje mi się tym zająć. Jedna, pokazana na górnym rysunku jest klasyczna, niejako równoległa: z bezpiecznikiem i tyrystorem. Nadmierne napięcie powoduje spalenie bezpiecznika – może warto dodać jakiś sygnalizator zadziałania. Wbrew pozorom, nie jest wcale takie proste dobranie bezpiecznika i tyrystora tak, żeby przy zwarciu spalił się bezpiecznik 10 A, a nie tyrystor. Po analizie kart katalogowych wybrałem już potrzebne elementy. Na schemacie może dziwić rozbudowany układ wyzwiania z kostką TL431 i licznymi elementami (R1, R2, C1, C2, P1, P2). Otóż po pierwsze, chodzi o dobór charakterystyki dynamicznej takiego zabezpieczenia. Bowiem być może trzeba wprowadzić jakieś niewielkie opóźnienie. Po drugie, dzięki obecności P2 można tak dobrać właściwości, żeby potem bardzo precyzyjnie zmieniać napięcie zadziałania całego ogranicznika za pomocą jednego rezystora R_x , którego wartość będzie dobierana np. za pomocą omomierza.

Układ należałoby przetestować dynamicznie z wykorzystaniem oscyloskopu i m.in. sprawdzić przepięcia indukowane podczas palenia bezpiecznika. Być może trzeba będzie dodać jakiś filtr lub gasik.

Środkowy schemat to wstępna wersja z szeregowym elementem ograniczającym. Właściwie na schemacie są dwie wersje: jedna z tranzystorem MOSFET P, druga z MOSFET N, lepsza, ale wymagająca dodatkowego napięcia „powyżej plusa zasilania”.

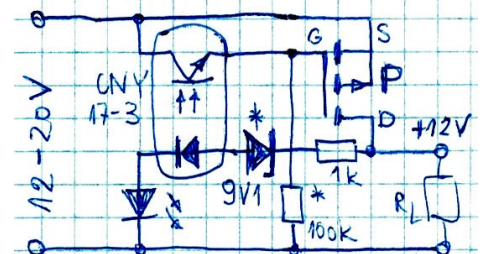
Mały dolny schemat to wstępna wersja ogranicz-



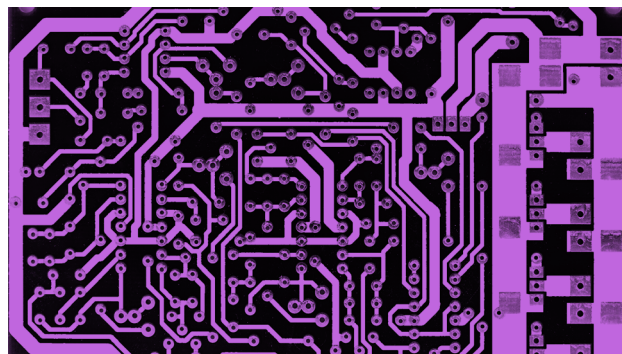
nika liniowego 12 V do samochodu – do przetestowania.

To są wykombinowane na kartce, niesprawdzone schematy ograniczników.

Oprócz tego mam szereg innych schematów do zrealizowania i gruntownego przetestowania. Między innymi femtoamperomierz, tester nieliniowości kondensatorów ceramicznych, wzmacniacz węglowy, wzmacniacze magnetyczne. Oprócz małego zasilacza z LM317 myślę o uniwersalnym stabilizatorze liniowym dużej mocy i niemal dowolnym prądzie. Rozpaczam cykl o wykorzystaniu kart audio i do zrobienia są różne przystawki i wzmacniacze, w tym ultraniskoszumne przedwzmacniacze do badania szumów własnych... zasilaczy i stabilizatorów, a także generator „sinusa” o znikomych zniekształceniach. Jeśli ktoś z bardziej zaawansowanych Czytelników chciałby zaangażować się w realizację i testowanie – proszę o kontakt mailowy (kontakt@piotr-gorecki.pl).



Rozwiązania Łamigłówek luty 2025



Poniżej przedstawione są rozwiązania łamigłówek, zamieszczonych w numerze lutowym (2/2025). Aktualnie ani dla Autorów nadesłanych łamigłówek, ani dla uczestników, którzy je prawidłowo rozwiążą, nie przewiduje się honorariów ani upominków. Nagrodą dla Autorów oraz uczestników jest satysfakcja oraz nieprzemijająca sława wynikająca z faktu zaistnienia w naszym wspólnym czasopiśmie.

Rozwiązanie – Co to jest? 2502
Rozwiązanie – Zagadka 2502

Rozwiązanie – Policz 2502
Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2502

Rozwiązanie – Co to jest? 2502

W lutym postawione zostało następujące zadanie konkursowe, przysłane przez **Karola Świerca** z **Rudy Śląskiej**: *Na fotografii obok pokazany jest pewien stary element elektroniczny. Pytanie konkursowe brzmi: Co to jest?*

Dla porównania i w celu określenia rzeczywistej wielkości, na fotografii umieszczona jest też pamięć pen-drive, ale nie ma ona nic wspólnego z „elementem konkursowym”.

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

Dzień dobry, jestem młodym elektronikiem i nie znam się na lampach, ale wygląda mi to na dużą lampę z metalowym radiatorem, do której można dokręcić (śrubką) jeszcze większy radiator. Nie mam bladego pojęcia co to za typ i do czego służy, ale wygląda ładnie, a nawet imponująco.

Z pozdrowieniami
Karol Nowak

Witam, to prawdopodobnie ruska lampka nadawcza GU50.

Pozdrawiam
Dominik

To GU-50.

Pozdrawiam
Krzysztof

Co to jest _2502.

Na zdjęciu widoczny jest stary element elektroniczny, który jest lampką elektronową (najprawdopodobniej pentodą lub triodą) wykorzystywaną w dawnych urządzeniach elektronicznych, takich jak wzmacniacze, odbiorniki radiowe czy komputery lampowe.

Metalowy kołnierzyk u dołu wskazuje, że może to być lampka wojskowa lub specjalnego przeznaczenia, np. stosowana w systemach radarowych.

Tadeusz Suszał



K – KONKURSY

Na zdjęciu widać lampę elektronową LS 50, produkowaną przez Telefunkena. Jest to pentoda mocy, używana pierwotnie w obwodach nadawczych niemieckich radiostacji wojskowych. Charakterystyczna metalowa górna część lampy miała ułatwić serwisowanie. W widoczny nagwintowany otwór wkręcany był bakelitowy uchwyt pozwalający w łatwy sposób wyciągnąć lampę z podstawki. Lampę LS 50 skopiowali Rosjanie jako GU-50.

Pozdrawiam
Grzegorz Niemirowski

Bingo!

To rzeczywiście jest lampa LS 50, jak widać na **fotografii obok**. Duży rysunek poniżej pokazuje fragment oryginalnej karty katalogowej tej lampy o znacznej mocy.

Natomiast fotografia w dolnym prawym rogu przedstawia jej radziecki klon GU-50 (ГУ-50). ▣



LUFTFAHRTRÖHRE

AUCH FÜR HEER UND MARINE ZUGELASSEN

ENTWICKLUNGSGESELLSCHAFT

TELEFUNKEN

ANFORDERUNGSZEICHEN

Ln 30052

LS 50

Sende-Pentode

auch für NF-Verstärkung geeignet

Technische Daten und Streuwerte

1. Allgemeine Daten

Heizspannung 12,6 V
 Grenzwerte der Heizspannung 10,8 – 14,5 V
 Heizstrom etwa 0,70 A
 Grenzwerte des Heizstromes 0,62 – 0,77 A
 Oxydkathode, indirekt geheizt

Reihenschaltung zweier Röhren bei Betrieb aus Batterie von 25 V ± 15% zulässig. Als Ersatz für eine in der Reihenschaltung fehlende Röhre ist ein Widerstand von 18 Ohm ± 5% einzuschalten. An der unteren Heizspannungsgrenze kann die Röhre im Hochfrequenzbetrieb, namentlich bei kurzen Wellen, einen Leistungsabfall bis zu 30% gegenüber der Normalheizung zeigen. Zur Erhöhung der Lebensdauer wird eine Stabilisierung der Heizspannung auf 12,6 V mit möglichst kleinen Abweichungen vom Sollwert empfohlen.

Kapazitäten:
 Gitter/Kathode 13,5 ÷ 15,5 pF
 Anode/Kathode 9 ÷ 11 pF
 Gitter/Anode ≤ 0,09 pF

2. Statische Kennwerte

Durchgriff:
 Schirmgitter/Steuergritter 16 – 22 %
 gemessen bei $U_a = 800$ V, $U_h = 12,6$ V,
 $I_a = 50$ mA, $U_{g2} = 150 \div 250$ V
 Verstärkungsfaktor $= \frac{\Delta U_a}{\Delta U_g} = 140 \div 330$
 gemessen bei $U_a = 400 \div 800$ V, $U_h = 12,6$ V,
 $I_a = 50$ mA, $U_{g2} = 250$ V,
 Steilheit 3 ÷ 5 mA/V
 gemessen bei $U_a = 800$ V, $U_h = 12,6$ V,
 $I_a = 50$ mA, $U_{g2} = 250$ V

3. Maximale Betriebsdaten

	bei $\lambda \geq$			
	2,5	3,5	4,5	6,5 m
Anodenspannung im Schwingbetrieb	600	700	800	1000 V
Anodenstrom	130	130	130	120 mA



ПЕНТОД
ГУ-50

ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Напряж. накала	12,6 в
Напряж. анода	< 1000 в
Напряж. сетки	< 250 в
Ток накала	0,60–0,85 а
Ток анода	< 230 ма
Ток сетки	< 40 вт
Мощность анода	< 1 вт
Мощность сетки	< 5 вт
Емкость анода	13,0–15,0 пф
Емкость сетки	8,0–11 пф
Емкость выходов	< 0,10 пф
Выходная мощность	> 50 вт
Габариты	< 93,5 мм
	< 45,3 мм

СХЕМА СОЕДИНЕНИЯ ЭЛЕКТРОДОВ
СО ШТЫРЬКАМИ
(Вид на цоколь снизу).

Rozwiązanie – Zagadka 2502

W lutym postawione zostało następujące zadanie konkursowe: *W jednym z najbliższych numerów pojawi się artykuł o wykorzystaniu stabilizatorów trzykońcówkowych, takich jak LM317. Interesujący zasilacz z LM317, przelutnikami i tranzystorami MOSFET opisany jest w poprzednim numerze w artykule Andrzeja Pawluczuka (ZE 1/2025 str. 53). Są też różne inne sposoby skokowej regulacji napięcia wyjściowego tego rodzaju stabilizatorów. I właśnie tego dotyczy niniejsze zadanie, które zachęca do znalezienia możliwie prostego rozwiązania. Oto zadanie:*

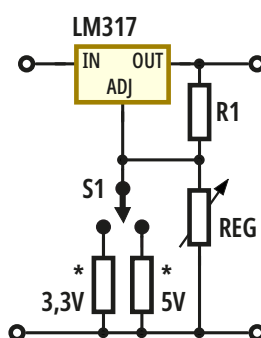
Zaproponuj układ do skokowej regulacji napięcia stabilizatora LM317 za pomocą popularnego, jednoobwodowego przełącznika 3-pozycyjnego „z zerem pośrodku”. W dwóch pozycjach przełącznika napięcie wyjściowe ma wynosić 3,3 V oraz 5,0 V, natomiast w trzeciej pozycji napięcie ma być regulowane potencjometrem w dość szerokim zakresie – od 1,25 V do, powiedzmy, 12 V.

Nie trzeba podawać wartości elementów, wystarczy tylko zaproponować schemat.

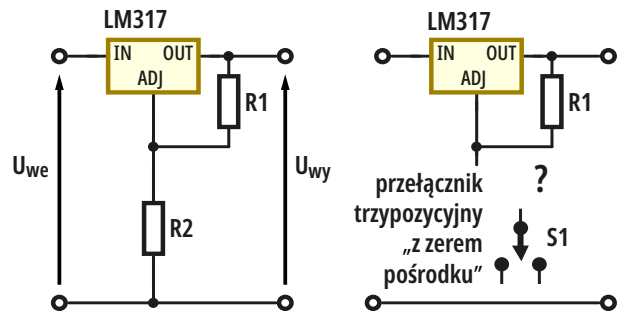
Zadanie należy potraktować jako ćwiczenie umyślnego i rozrywkę. Na **rysunku 1** pokazany jest podstawowy układ aplikacyjny stabilizatorów LM317. Wartość napięcia wyjściowego wyznaczona jest przez „dolną” rezystancję R2 włączoną między masę i końcówkę ADJ. W ramach zadania trzeba tak rozbudować układ, żeby w sposób możliwie prosty móc skokowo ustawić jedno z trzech niezależnie ustawianych napięć wyjściowych.

Niewątpliwie trzeba dodać jakieś elementy, najlepiej popularne, tanie i w możliwie małej liczbie. Pożądane, ale niekonieczne jest też wykorzystanie trzech kontrolki – diod LED, które będą sygnalizować wybór poszczególnych zakresów. Trudność polega na tym, że w ramach zadania trzeba wykorzystać popularny przełącznik trzypozycyjny, a w środkowym położeniu styki takiego przełącznika są rozłączone. Są rozłączone, a wybranie tej środkowej pozycji ma ustawić na wyjściu jedno z trzech napięć (zapewne napięcie regulowane potencjometrem).

W ramach tego zadania konieczne jest wykorzystanie pojedynczego przełącznika trzypozycyjnego „z zerem pośrodku” (nie spełnią warunków zadania propozycje wykorzystania innego przełącznika). Nie ma też sensu przykładowa realizacja według **rysunku 2** choćby tylko dlatego, że ustawienie potencjometru wpływałoby na ustawienia w dwóch pozostałych pozycjach.



Rysunek 2



Rysunek 1

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

ZAGADKA 2502

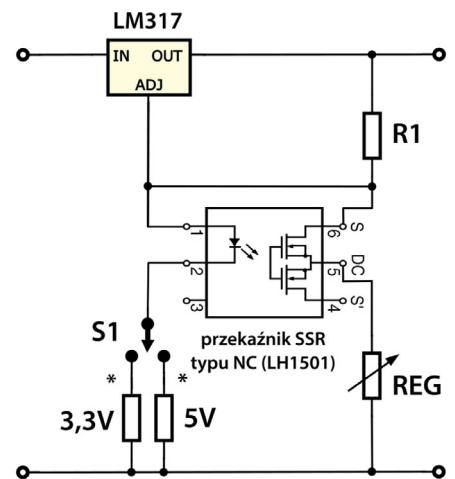
Rozwiązanie zadania przedstawiono na **rysunku 3**. Gdy przełącznik S1 znajduje się w pozycji „zero”, działa gałąź układu z potencjometrem.

Natomiast w jednej z dwóch pozostałych pozycji aktywne są gałęzie boczne (3,3 V lub 5 V), co powoduje rozłączenie przełącznika [półprzewodnikowego NC – „odwracającego”] (bardzo duża rezystancja).

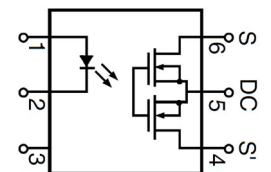
W układzie zastosowano przełącznik SSR typu NC (normalnie zamknięty), LH1501 lub LH1511. Oba mają identyczną budowę wewnętrzną (**rysunek 4**), ale różnią się parametrami elektrycznymi. Istotnym parametrem dla naszego układu jest rezystancja w stanie załączenia (stan zamknięcia) dla prądu stałego.

W przypadku LH1501 wynosi ona 5 Ω, natomiast dla LH1511 – 2,5 Ω. Rezystancja ta powinna być jak najmniejsza, aby w istotny sposób nie wpływać na minimalną wartość napięcia wyjściowego.

Ważnym parametrem jest również napięcie przewodzenia diody LED wewnątrz przełącznika, które dla obu modeli wynosi typowo 1,26 V. Ponieważ w układzie zastosowano diodę w obwodzie dzielnika napięcia, wartości rezystorów ustalających napięcia 3,3 V i 5 V (oznaczonych na rysunku gwiazdką) powinny być mniejsze, niż wynikałoby to z obliczeń dla układu bez diody. Na wartość rezystancji ma wpływ napięcie przewodzenia diody.



Rysunek 3



Rysunek 4

Warto również wspomnieć, że funkcję przełączania mógłby teoretycznie pełnić przekaźnik elektromechaniczny. Jednak w tym układzie nie jest to praktyczne ze względu na zbyt niskie napięcie na końcówce ADJ – dla napięcia wyjściowego 3,3 V wynosi ono 2,05 V, a dla 5 V – 3,75 V. Oznacza to, że nie da się bezpośrednio sterować takim przekaźnikiem, ponieważ najniższe dostępne napięcia cewek to około 1,8 V lub 3 V, a tego typu przekaźniki są mniej powszechne, niż wersje na 5 V lub wyższe. Dodatkowo przekaźnik elektromechaniczny wymaga większego prądu (zwykle powyżej kilku mA), co eliminuje go w tym zastosowaniu.

Tadeusz Suszał

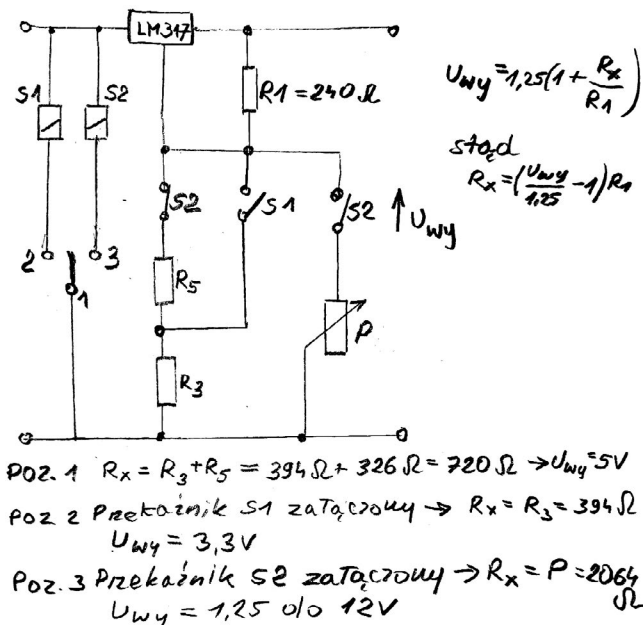
Proste i tanie rozwiązanie z dwoma tranzystorami, przedstawione na **rysunku 5**, przysłał e-mailem **Marcin**, który napisał:

Dzień dobry, nie podaję wartości rezystorów. Rozwiązanie nie jest doskonałe, ale powinno działać. W środkowym, neutralnym położeniu przełącznika (jak na rysunku) pierwszy tranzystor jest zatkany, a drugi jest otwarty, bo prąd płynie przez opornik w wejścia stabilizatora. Tam mogą być tętnienia i jak trzeba, to można je zmniejszyć, dzieląc ten rezystor na pół i dodając elektrolita.

Napisałem, że jest niedoskonały, bo na napięcia 3,3 V i 5 V wpływ będzie mieć napięcie baza – emiter pierwszego tranzystora, które trochę zależy od temperatury, ale niewiele i można to przeboleć. Tak samo napięcie regulowane zależy od napięcia nasycenia drugiego tranzystora, ale mniej.

Pozdrawiam
Marcin

Andrzej Kubiak z Rumii przysłał widoczne na **rysunku 6** interesujące rozwiązanie z dwoma prze-



Rysunek 6

kaźnikami. Szczegółów nie podał, ale zapewne mogłyby to być przekaźniki 24-woltowe. Ewentualnie przekaźniki 12-woltowe z rezystorami szeregowymi, dobranymi stosownie do napięcia wejściowego stabilizatora LM317.

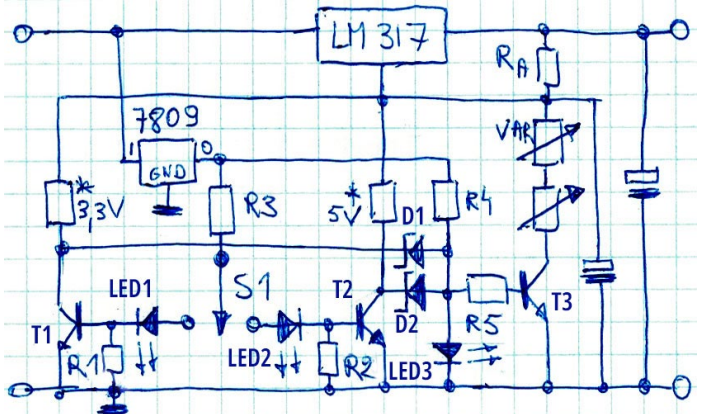
Na rysunku pokazane są dwa styki S2, ale mają one punkt wspólny, więc może to być jeden styk przełączny. Zaletą są pomijalne rezystancje styków.

Jak napisałem w treści tego zadania, należy je potraktować jako ćwiczenie umysłu i rozrywkę. Dziś „elektronicy mikroprocesorowi” podobne zadania rozwiązują programowo właśnie z wykorzystaniem mikroprocesora i niezbędnych peryferiów. Dawniej

elektronicy stosowali różnorodne sprytnie sposoby i rozwiązywali tego rodzaju zadania w sposób powiedzmy „analogowy”. I właśnie tu mamy przykłady różnych sprytnych sposobów analogowych. O tego rodzaju skokowej regulacji wspomnę jeszcze w cyklu artykułów o zasilaczu z układem LM317.

A tu chciałbym „dorzucić swój kamyczek” i zapro-

ponować schemat z **rysunku 7**. Jeżeli w zasilaczu będzie pomocniczy stabilizator LM78xx, to warto wykorzystać jego napięcie stabilizowane do zasilania obwodów pomocniczych. W neutralnym, środkowym położeniu S1 tranzystory T1, T2 są zatkane i przewodzi T3 oraz świeci LED3. W jednym ze skrajnych położen S1 zaświeca się jedna z diod LED1, LED2, nasycony zostaje jeden z tranzystorów T1, T2 i jedna z diod Schottky’ego D1, D2 wyłącza T3 i gasi LED3. Mamy tu dwie zalety. Jedna to sygnalizacja świetlna wybranego napięcia za pomocą trzech diod LED. Druga to fakt, że na napięcie wyjściowe bardzo mały wpływ mają praktycznie niezmiennie napięcia nasycenia tranzystorów. ▣



Rysunek 7

Rozwiązanie – Policz 2502

W lutym postawione zostało następujące zadanie: *Na rysunku poniżej pokazana jest (oszukańcza) oferta z jednego ze sklepów Aliexpress. W ramach zadania konkursowego policz, a raczej oszacuj wydajność prądową takiego ogniwa słonecznego, ewentualnie też czas ładowania akumulatora.* Konkurs jest zamknięty – rozwiązania można było nadsyłać do końca lutego. Oto rozwiązanie.

Dzień dobry, oferta dla chytrych a naiwnych, że mniejszych określić nie użyję. Chytrych, którzy uważają, że za śmieszną cenę dostaną rewelacyjny powerbank. Naiwnych, którzy uważają chińskich producentów za idiotów, którzy nieustannie dokładają do interesu, byle tylko uszczęśliwić polskiego spryciarza.

Sądząc po rozmiarach (szacowanych na podstawie gniazd USB) i biorąc pod uwagę, że to panel 5-woltowy (wnioskując po liczbie sekcji), taki panel PV przy intensywnym bezpośrednim oświetleniu może dać prąd rzędu 100 miliamperów. O czasie ładowania akumulatora się nie wypowiadam, bo na pewno nie jest to akumulator o pojemności 200 amperogodzin, tylko co najmniej 20 razy mniejszy.

Pozdrawiam

Mikołaj

Typowe „solarne” powerbanki mają panel o wymiarach rzędu kilku centymetrów na kilka centymetrów, np. około 6–7 cm × 10–12 cm. Załóżmy, że jest to np. 70 cm² (0,007 m²). W słoneczny dzień do powierzchni ziemi dociera około 1000 W/m² (tzw. natężenie promieniowania). Zatem na panel o powierzchni 0,007 m² pada moc:

1000 W/m² × 0,007 m² = 7 W (teoretyczne maksimum promieniowania). Panele słoneczne w tanich urządzeniach mają sprawność realnie rzędu 10–15%. Przyjmijmy 15%: 7 W × 0,15 = 1,05 W

Otrzymujemy około 1 W mocy elektrycznej dostępnej z takiej płytki w idealnych warunkach (pełne, mocne słońce, brak strat na układach ładowania itp.). Jeśli założymy, że panel (po przetworzeniu) ładuje akumulator przez układ step-up/step-down mniej więcej przy napięciu 5V, to: 1 W/5 V = 0,2 A = 200 mA. W praktyce często

200000mah **315,79zł**



Cena zawiera podatek VAT Dodatkowe 5% zniżki

100000mAh bezprzewodowe ładowanie powerbank do telefonu komórkowego słonecznej o dużej pojemności bateria zewnętrzna szybkiego ładowania w podróży i na kempingu

color: Red 200000mAh



Pojemność baterii: Powyżej 100000mAh

Powyżej 100000mAh

jest to jeszcze mniej (100–150 mA), bo dochodzą straty na przetwornicach, nieidealny kąt padania słońca, zachmurzenie, itp. Przyjmijmy dla uproszczenia dwa warianty:

1. Realistyczna pojemność ~ 10 000 mAh. Do naładowania 10 000 mAh w idealnych warunkach potrzeba: 10000 mAh/200 mA = 50 godzin pełnego słońca

50 godzin pełnego słońca to co najmniej kilkanaście dni, biorąc pod uwagę, że w ciągu doby nie zawsze mamy optymalne nasłonecznienie (np. 4–5 godzin naprawdę mocnego światła).

2. Deklarowana „kosmiczna” pojemność 100 000 mAh 100000 mAh/200 mA = 500 godzin pełnego słońca. To odpowiada około 500 godzin ciągłego, idealnego nasłonecznienia, czyli ponad 20 dob nieprzerwanego słońca (w praktyce znacznie dłużej). A jeżeli w ofertach pojawiają się jeszcze większe wartości (200 000 mAh), to czas ładowania z panelu robi się wręcz absurdalny (miesiące ciągłego nasłonecznienia). Czas ładowania z panelu dla dużych, deklarowanych pojemności (dziesiątki lub setki tysięcy mAh) jest w praktyce tak długi, że staje się bezużyteczny. Rzeczywista pojemność takich urządzeń to często maksymalnie kilka do kilkunastu tysięcy mAh (a nie obiecywane 100 000 mAh), a i to bywa zawyżone.

Gdy widzimy oferty powerbanków „solarnych” o pojemnościach rzędu 50 000–200 000 mAh, z malutkim panelem na obudowie, należy podchodzić do tego z dużym sceptycyzmem – to klasyczne przykłady ofert naciąganych lub wręcz oszukańczych.

Tadeusz Suszał

Andrzej Kubiak z Rumi przysłał treściwe rozwiązanie pokazane na poniższym rysunku. □

Two charging modes

Support charging head charging and solar charging

200000mAh Solar charging treasure



Dane: Ogniwo 200000 mAh
Do obliczeń wybrałem telefon Samsung
 $U = 4,4V$; $Q_{baterii} = 3200 mAh$, $I_f = 1,8A$
 $t_{ład} \approx 1,5h$
1) Ilość ładowań z „super ogniwa”:
 $\frac{Q_{ogniwa}}{Q_{baterii}} = \frac{200000}{3200} \approx 62$ ładowania
2) Czas ładowań z ogniwa
 $t = \frac{Q_{ogniwa}}{I_f} = \frac{200Ah}{1,8A} = 113h$
Z obliczeń widać absurdalne dane oferowanego ogniwa

Adapter charging
Input: 5V / 2.1A

Solar charging
300mah/h

Rozwiązanie – Jak odpowiesz? 2502

W lutym postawione zostało następujące zadanie konkursowe: W jednym z poprzednich numerów zajmowaliśmy się starą propozycją budowy stabilizatora napięcia zrealizowanego z wykorzystaniem scalonego wzmacniacza mocy audio typu UL1401...5. Teraz na rysunku obok pokazany jest pochodzący z Radioelektronika 3/1983 schemat wewnętrzny takich wzmacniaczy.

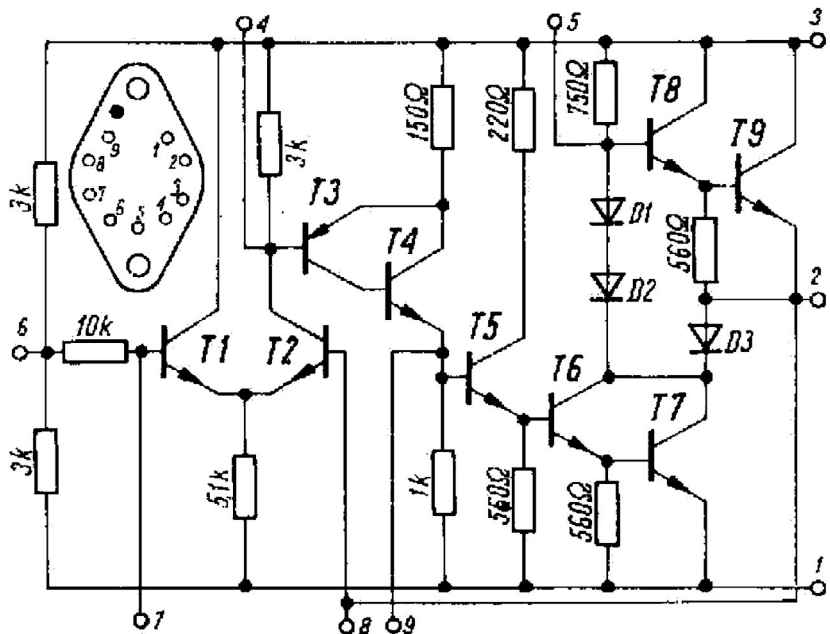
Czy ten schemat jest prawidłowy?

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

Jak odpowiesz? 2502

Wyprowadzenie oznaczone „4” nie jest podłączone, jak pokazano na rysunku w zadaniu. Nie jest wykorzystane w układzie.

Brak jest rezystora 10 kΩ między pinem nr 8, a pinem nr 2.



Rys. 1. Schemat układu scalonego z serii UL1401L... UL1405L

1 – masa układu, 2 – wyjście, 3 – zasilanie, 4–5 – tłumienie oscylacji, 6 – odsprężenie zasilania, 7 – wejście, 8 – sprzężenie zwrotne, 9 – korekcja częstotliwości

niacza jest połączona bezpośrednio z bazą T2.

Tadeusz Suszał

Pozdrawiam

Grzegorz Niemirowski

Nie, przedstawiony schemat jest błędny.

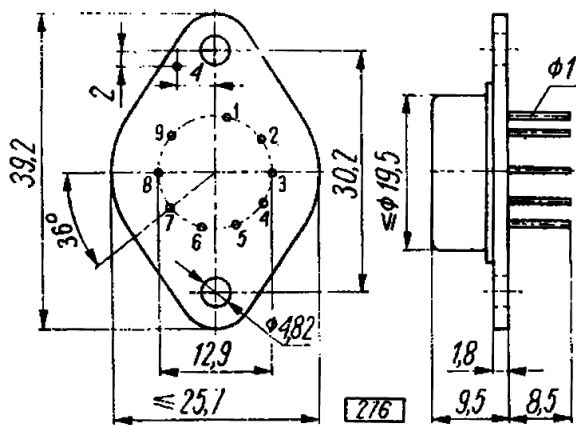
W układzie scalonym UL1401L nie ma wyprowadzenia nr 4.

Pozdrawiam

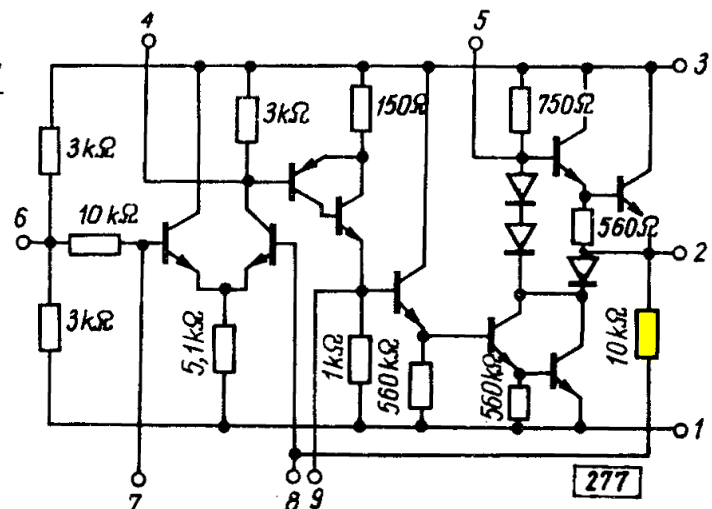
Mirek Kaszowski

Przy rysowaniu schematu zapomniano o rezystorze 10 k w obwodzie sprzężenia zwrotnego, wyjście wzmac-

niacza jest połączona bezpośrednio z bazą T2. Rysunek górny to schemat z Radioelektronika. Natomiast rysunek na dole strony pochodzi z katalogu CEMI i też pokazuje schemat wewnętrzny, ale nieco inny. Widać tu także (wyróżniony żółtym kolorem) 10-kiloomowy rezystor w obwodzie ujemnego sprzężenia zwrotnego. □

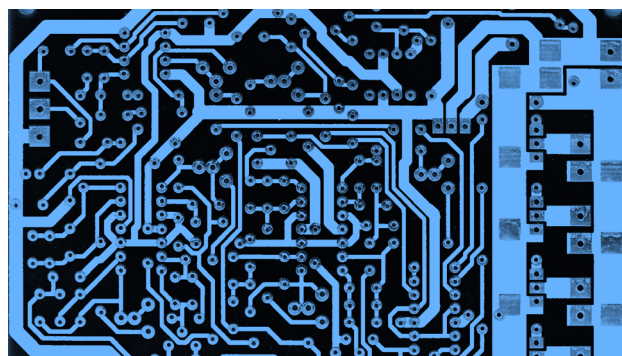


Układ scalony w obudowie typu CE50 (TO-3)



1 – masa układu, 2 – wyjście, 3 – zasilanie (+U_{CC}), 4, 5 – tłumienie oscylacji, 6 – odsprężenie zasilania, 7 – wejście, 8 – sprzężenie zwrotne, 9 – korekcja częstotliwości

Łamigłówki elektroniczne kwiecień 2025



W tej rubryce przedstawiane są łamigłówki związane z elektroniką, także te nadsyłane przez Czytelników. Po pierwsze, możesz przysłać 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 w 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 2504
Co to jest? 2504

Jak działa? 2504
Kwestie energetyczne 2504

Zagadka 2504

Teoria mówi, że napięcie szczytowe sinusoidy jest pierwiastek z 2, czyli około 1,41 razy większe od wartości skutecznej. Na fotografiach obok teoria wydaje się rozmiąca z praktyką, bo wtórne napięcie przemienne bez obciążenia wynosi 30,91 V, co po pomnożeniu przez pierwiastek z dwóch daje 43,7 V, a uwzględniając spadek napięcia na dwóch diodach krzemowych ($2 \times 0,6$ V), na kondensatorze powinniśmy otrzymać około 42,5 wolta. A według dolnego ujęcia mamy tylko 40,75 V. Zadanie konkursowe brzmi:

Jak wyjaśnisz wartości napięć pokazane na fotografii?

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca kwietnia 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl



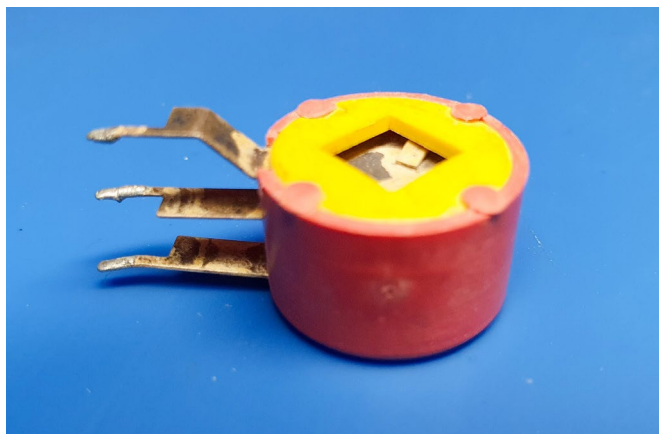
Co to jest? 2504

Na **fotografii obok** pokazany jest pewien stary, trzykońcówkowy element elektroniczny.

Pytanie konkursowe brzmi: **Co to jest?**

Odpowiedź może zawierać tylko jedno słowo – nazwę podzespołu, ale można też szerzej opisać, jak działa oraz do czego i gdzie służył ten element.

Autorem tego zadania konkursowego jest
Paweł Pawłowicz z Wrocławia



Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca kwietnia 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl

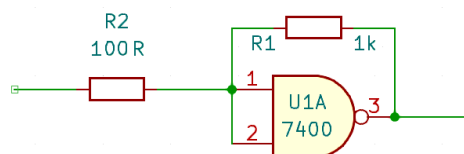
Jak działa? 2504

Pytanie jest proste:

Jak działa i do czego może służyć taki układ?

Autorem tego zadania konkursowego jest **Sławomir Skrzyński z Rypina**

Rozwiązanie tego konkursu można nadsyłać do końca kwietnia 2025 na adres: konkursy@piotr-gorecki.pl



Kwestie energetyczne 2504

W jednym ze swoich ostatnich filmów pokazałem dziwne urządzenie, widoczne na **fotografii obok**. Jego działanie niewątpliwie ma związek z energią, ale nie wszystko jest takie, jak się wydaje na pierwszy rzut oka. Otrzymałem kilka pytań i prośb o wyjaśnienie, co to jest i jak to działa. Spróbujmy to wyjaśnić w ramach konkursu.

Podstawowe pytanie brzmi:

Co to jest?

Dodatkowo można napisać, jak działa takie urządzenie i jaki ma związek z elektroniką?

Rozwiązanie tego konkursu
można nadsyłać do końca kwietnia 2025
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!



Karty audio USB jako przyrządy pomiarowe

To jest pierwszy z serii artykułów dotyczących możliwości wykorzystania komputerowych kart dźwiękowych w roli przyrządów pomiarowych o zadziwiająco szerokich możliwościach. Aby zainteresować tematem, w tym artykule tylko sygnalizuję możliwości i pokazuję kilka bardzo interesujących przykładów.

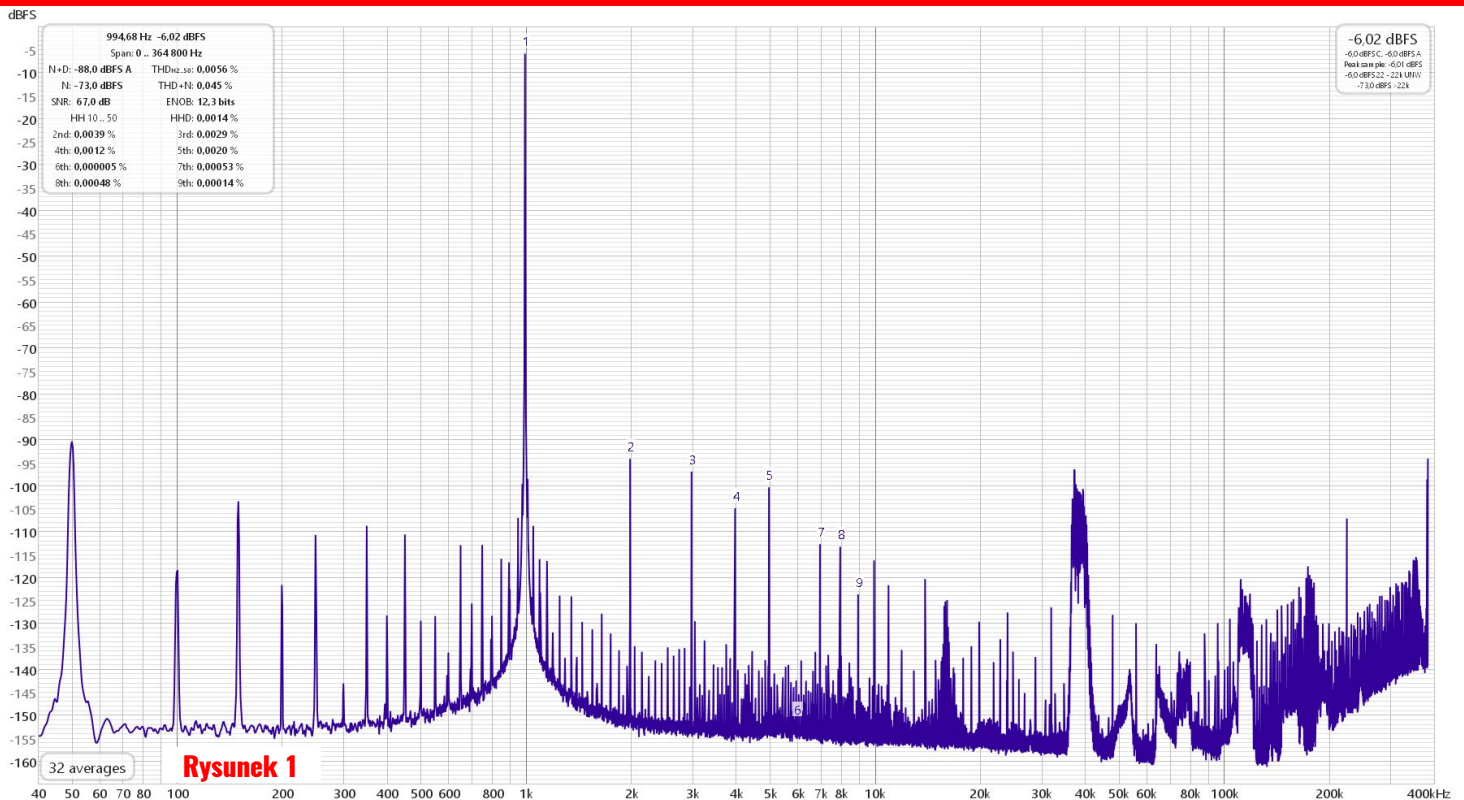
**Pasma i dynamika – zaskakująco szerokie
Oscylloskopy z funkcją FFT**

**Niepotrzebne obawy – oprogramowanie
Karty wewnętrzne czy zewnętrzne USB?**

Komputerowe karty audio wykorzystujemy głównie do odtwarzania dźwięku. Ścisiej biorąc, wykorzystujemy wtedy zawarty w nich przetwornik cyfrowo-analogowy DAC. Rzadziej kart takich używamy do nagrywania dźwięku – wtedy wykorzystujemy zawarty w nich przetwornik analogowo-cyfrowy ADC. Wszystkie komputery i laptopy, a także tablety i smartfony, mają w swoim wnętrzu przetworniki ADC oraz DAC, ale dla elektronika niewątpliwie najbardziej interesujące są zewnętrzne karty audio z interfejsem USB.

Takie zewnętrzne karty mogą z powodzeniem pełnić funkcję oscylloskopu i analizatora spektralnego. Mogą też być wykorzystane do zaskakująco precyzyjnych pomiarów impedancji, pojemności, indukcyjności oraz do pomiaru szumów i dynamiki.

Powyższa **fotografia wstępna** pokazuje kilka modeli zewnętrznych komputerowych kart audio USB, z których większość nabyłem właśnie na potrzeby niniejszego cyklu artykułów. Najtańsza z tych kart kosztowała mnie około trzech złotych, najdroższa ma cenę prawie 1500 złotych.



Rysunek 1

Pasmo i dynamika – zaskakująco szerokie

Każdą zewnętrzną kartę dźwiękową USB można wykorzystać do pomiarów, ale oczywiście „realne możliwości pomiarowe” zależą od parametrów zawartych w niej układów scalonych. Stopniowo będę pokazywał przykłady takiego wykorzystania, a w tym artykule podam tylko informacje wstępne, zachęcające do zainteresowania się ich wykorzystaniem do celów pomiarowych.

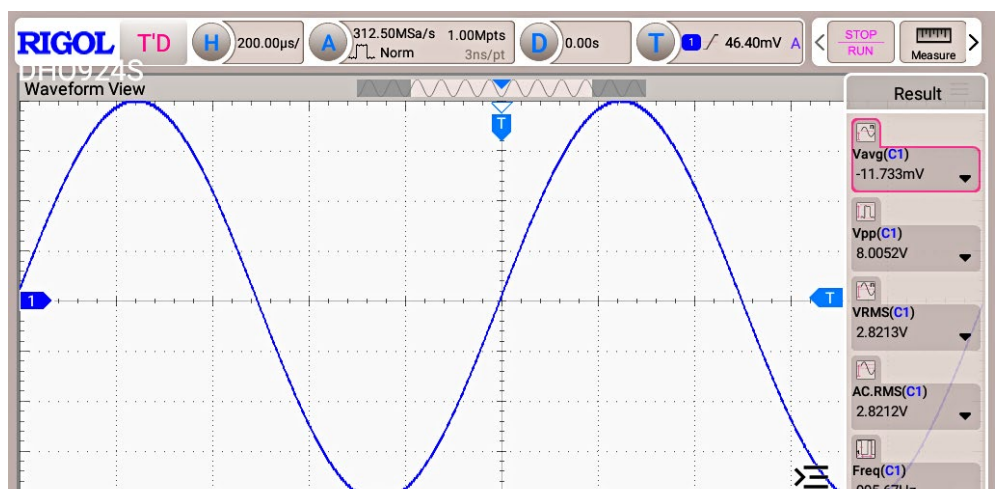
Dziś nawet tanie oscyloskopy mają pasmo od 0 Hz (prąd stały) do 100 000 kHz (100 MHz). Dlatego wielu elektroników uważa, że karty audio zupełnie nie nadają się do roli oscyloskopu właśnie z uwagi na śmiesznie wąskie pasmo audio (20 Hz...20 kHz).

Niesłusznie! Większość kart nie ma wbudowanych sprzętowych filtrów ograniczających pasmo do 20 kHz, ma natomiast możliwość wyboru wyższej częstotliwości próbkowania. Dziś tanim standardem są karty z próbkowaniem 192kHz, które pozwalają mierzyć sygnały o częstotliwościach do około 90 kiloherców. A jeśli dla kogoś to mało, to może poszukać kart audio o maksymalnej częstotliwości próbkowania 384 kHz lub 768 kHz. Karta 768 kHz teoretycznie pozwala

Fotografia tytułowa pokazuje stanowisko pomiarowe podczas pomiaru starego litewskiego generatora GRN-5. Widać też COSMOS – przyrząd, który jest niejako jedną trzecią komputerowej karty audio, bowiem zawiera tylko obwody komunikacji z komputerem, bardzo skromne obwody wejściowe oraz przetwornik ADC. Na **rysunku 1** pokazane są wyniki pomiaru sygnału 1kHz (995 Hz) o poziomie -6,02 dBFS (cokolwiek to w tym przypadku znaczy).

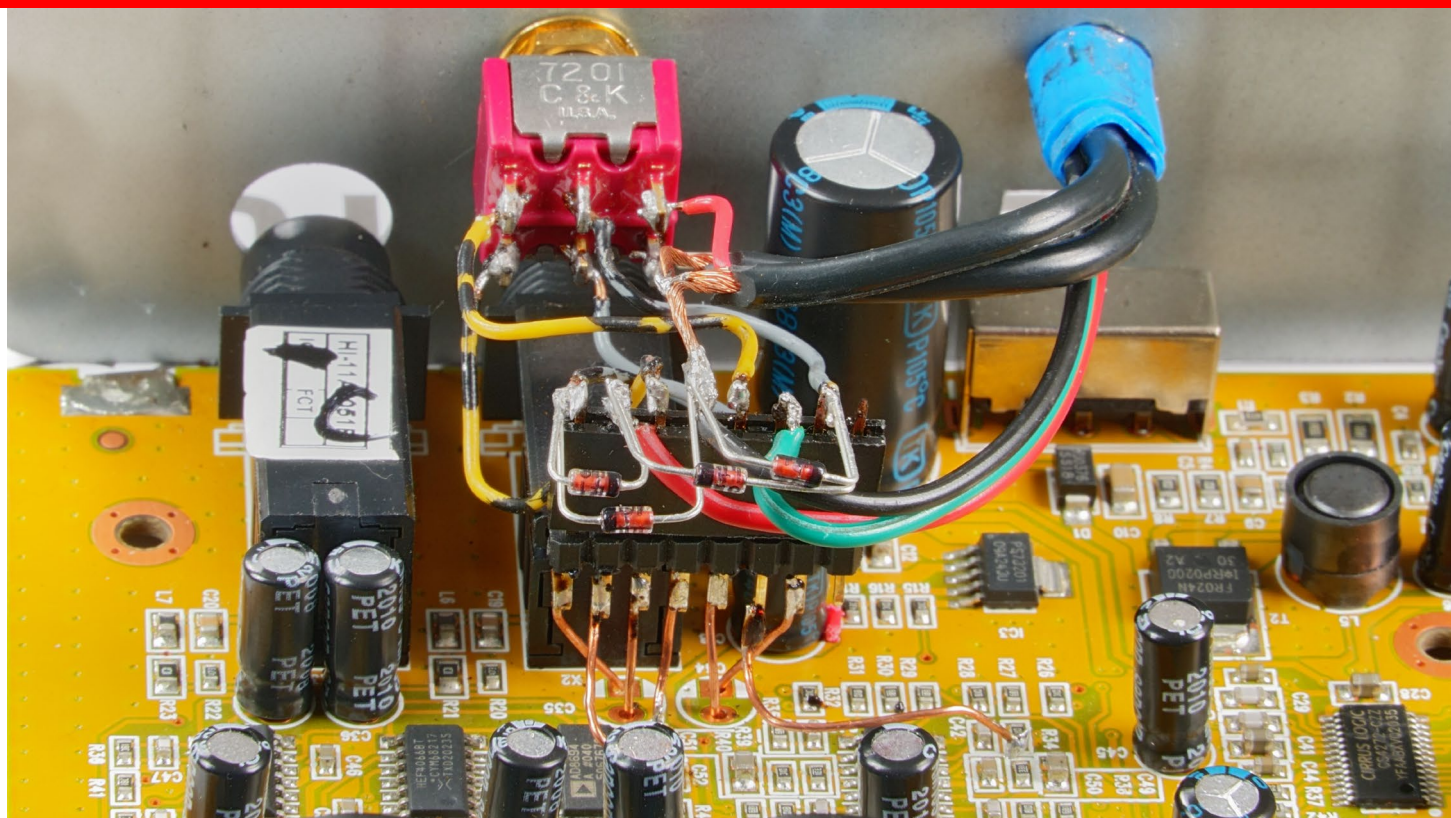
Rysunek 2 to zrzut z ekranu oscyloskopu. Okazuje się, że przy takich ustawieniach badany sygnał ma amplitudę 4 V (międzyszczytową 8 V) i potwierdza się, że częstotliwość wynosi 995 Hz.

Rysunek 1 świadczy o tym, że archaiczny „ruski” generator ma zaskakująco dobre parametry!



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

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



Przeróbka karty USB Behringer UMC202HD

Poniższy materiał pokazuje, jak można we własnym zakresie przerobić kartę audio i uzasadnia, dlaczego może to być pożądane. Jest uzupełnieniem serii artykułów dotyczących możliwości wykorzystania komputerowych kart audio w roli wielce użytecznych przyrządów pomiarowych o znakomitych parametrach.

Dlaczego Behringer UMC202HD?
Budowa karty UMC202HD

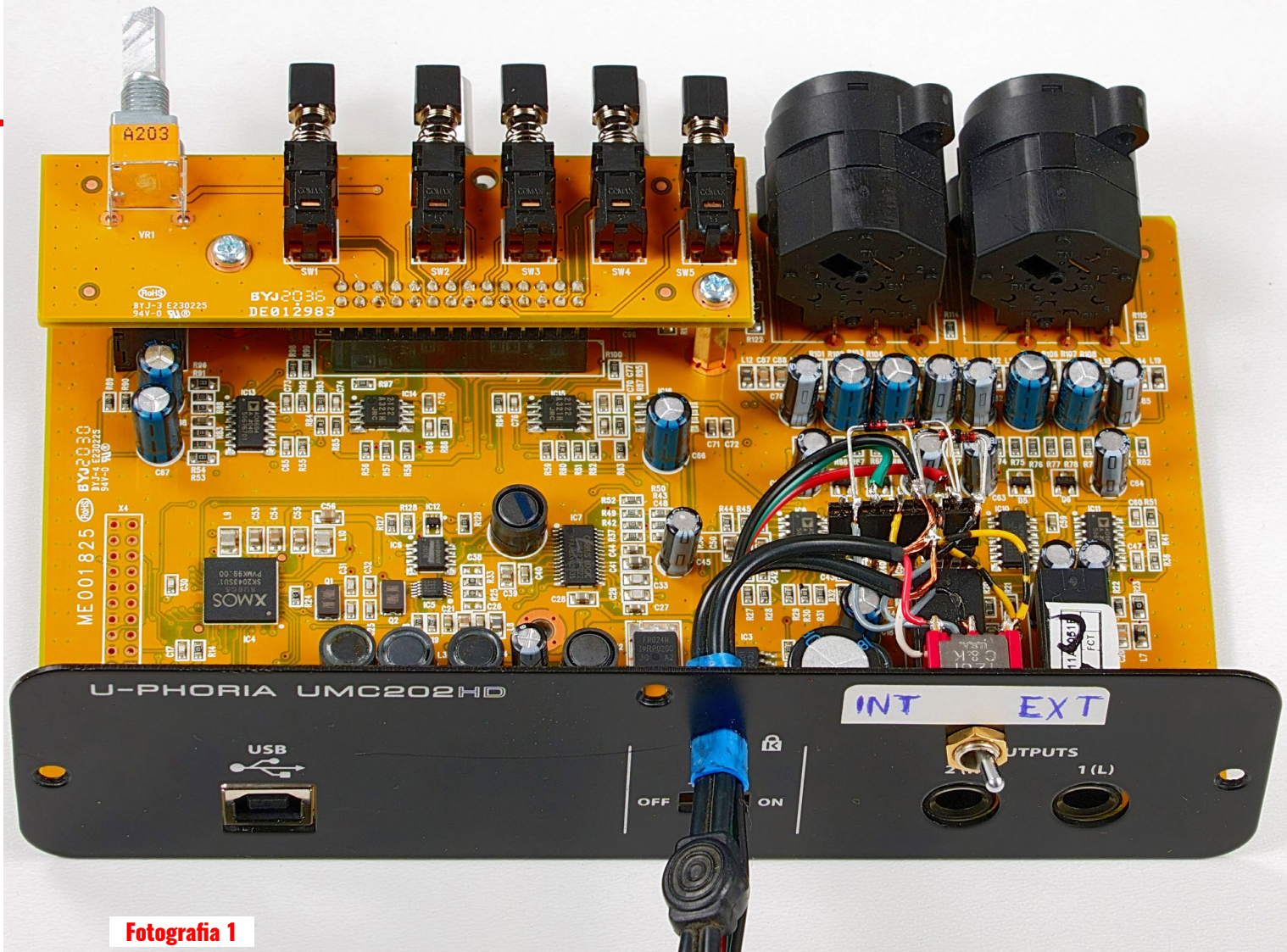
Inne modyfikacje

W cyklu zaczynającym się od artykułu [Karty audio USB jako przyrządy pomiarowe](#) pokazuję, dlaczego zewnętrzne komputerowe karty dźwiękowe ze złączem USB mogą być znakomitymi przyrządami pomiarowymi. Wręcz rewelacyjnymi.

We wspomnianym artykule pokazałem parametry karty, a właściwie przetwornika ADC o oznaczeniu E1DA. Maksymalna częstotliwość próbkowania to 768 kHz i rozdzielczość 32 bitów. Taka naprawdę znakomita karta kosztuje dobrze ponad 1000 zł, co jest poza zasięgiem wielu hobbystów.

Jednak na początek całkowicie wystarczy kilkakrotnie tańsza karta 192 kHz 24 bity, a nawet, kosztująca kilkadziesiąt złotych, karta 96 kHz 16 bitów.

Na rynku jest dziś mnóstwo niedrogich kart 192 kHz 24 bity o cenach rzędu 200 złotych. Nie testowałem i nie przerabiałem kart chińskich o deklarowanych takich parametrach, a od niedawna tego rodzaju chińskich ofert jest nieprzeliczone mnóstwo. W tym artykule przedstawiam przyczyny, sens oraz opis przeróbki niedrogiej karty znanej marki Behringer UMC202HD, widocznej na **fotografii tytułowej**.



Fotografia 1

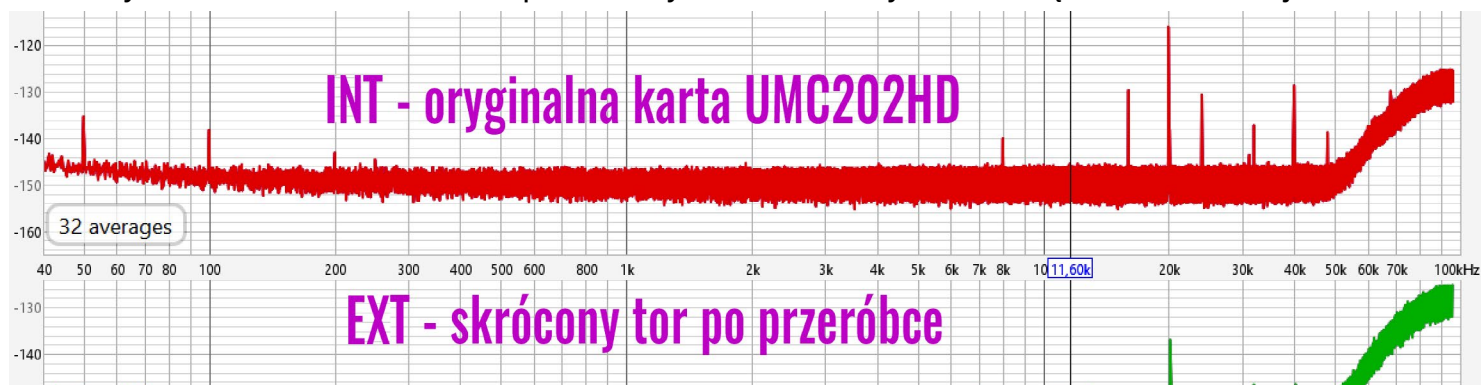
Fotografia 1 pokazuje, że z tyłu karty wyprowadzone są przewody (i złącza) oraz, że został dodany przełącznik, który pozwala wybrać albo oryginalną konfigurację (INT), albo konfigurację powiedzmy „skróconą” – zewnętrzną (EXT).

Rysunek 2 przedstawia złożenie i porównanie dwóch charakterystyk. Jest to poziom szumów własnych przy zwarcie wejścia. Przebieg koloru czerwonego to poziom szumów oryginalnej karty nieprzerobionej. Widzimy tu przydźwięk sieci 50 Hz i jego drugą harmoniczną 100 Hz. Widzimy znaczny prążek o częstotliwości nieco ponad 20 kHz, co może być skutkiem obecności w karcie przetwornicy im-

pulsowej wytwarzającej napięcie Phantom. Można powiedzieć, że średnie szумы w kluczowej części pasma akustycznego sięgają poziomu -146 dB.

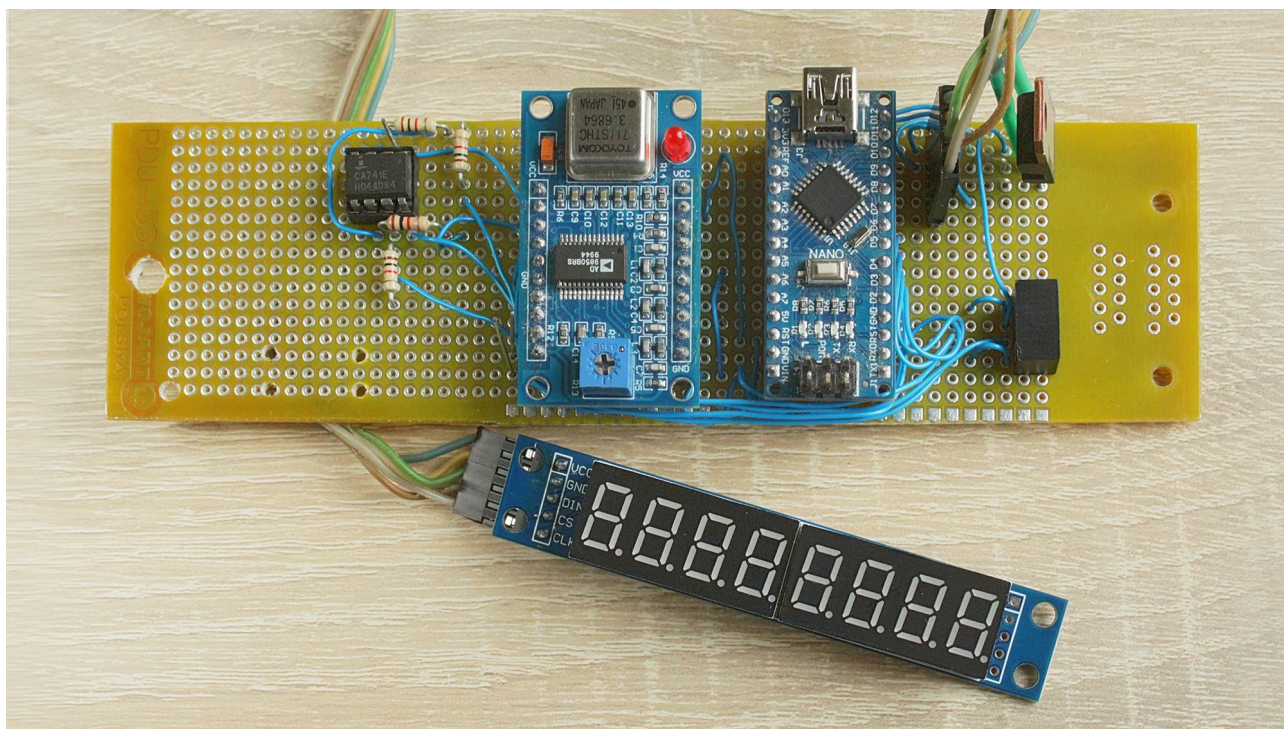
Charakterystyka zielona pokazuje poziom szumów po przeróbce, przy przełączniku w pozycji EXT. Po pierwsze znikł przydźwięk sieci i znacznie zmniejszyły się „śmieci” w górnej części pasma. Ale trzeba też zauważyć, że średni poziom szumów jest o około 2 decybele niższy! Niby 2 dB to niewiele, ale jest to zauważalna poprawa.

W każdym razie, po prostej przeróbce uzyskałem znacząco lepsze parametry karty – jest mniej „śmieci” i szумы termiczne są zauważalnie mniejsze.



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

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



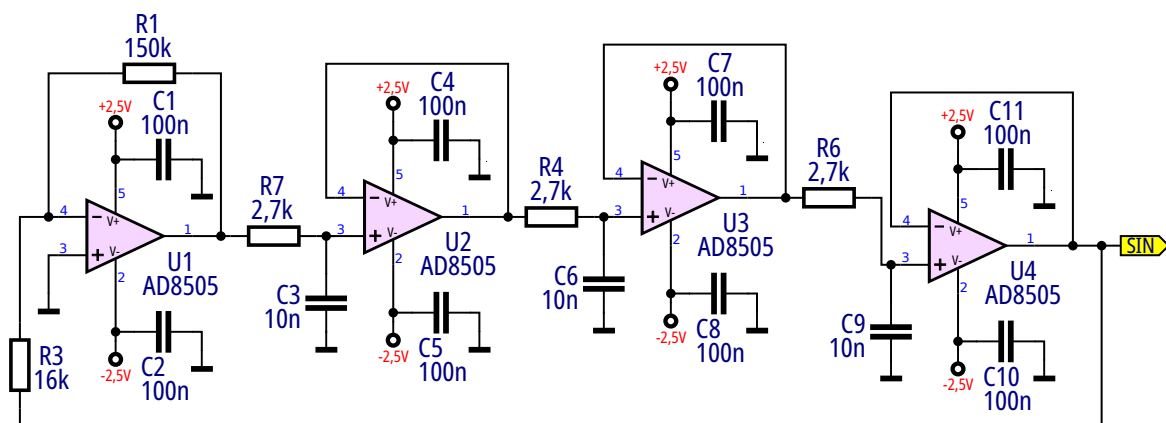
AD9850 – precyzyjny generator sygnału sin

Ostatnio pojawiła się u mnie potrzeba zbudowania generatora sygnału sinusoidalnego o dużym stopniu precyzji i stabilności generowanej częstotliwości („pływania” w czasie) jak i jej wartości. Po długich poszukiwaniach rozwiązaniem stało się zastosowanie układu AD9850.

Układ AD9850
Moduł z układem AD9850
Schemat generatora

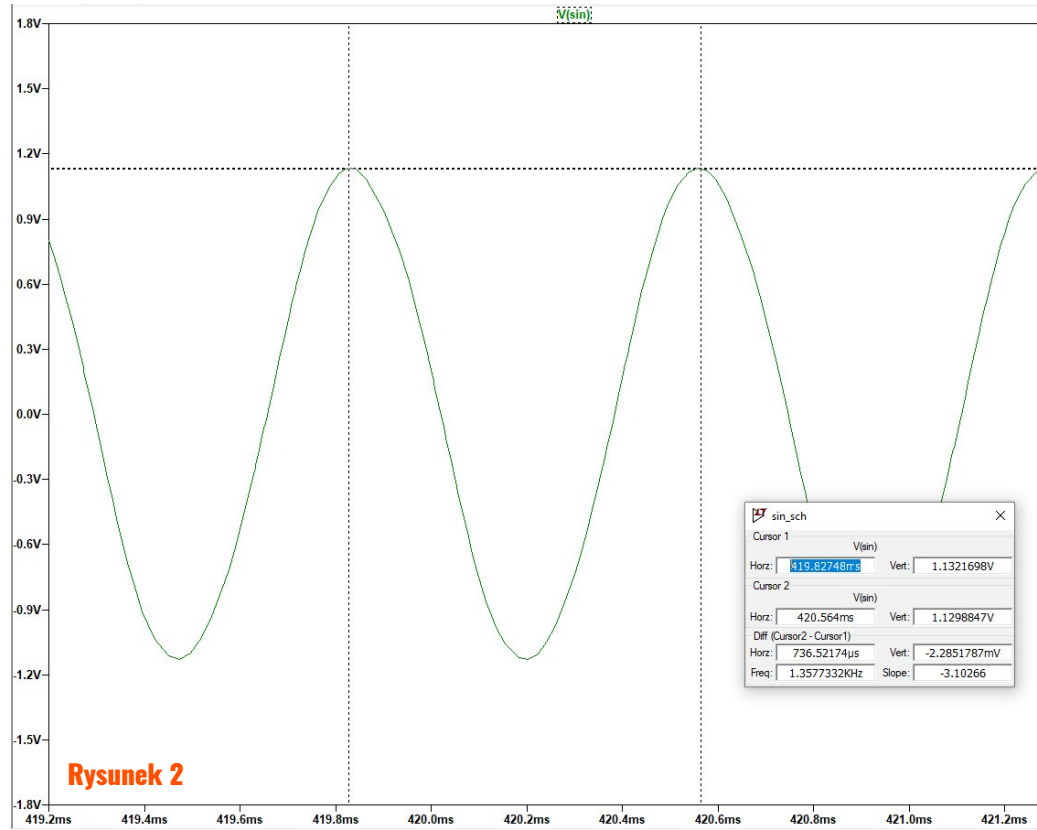
Programowanie układu AD9850
Kwestia stabilności
Na zakończenie

Jest wiele różnych rozwiązań generatorów sygnału sinusoidalnego. Wystarczy wskazać przykładowe rozwiązanie opierające się na wzmacniaczach operacyjnych, jak pokazuje rysunek 1.



Rysunek 1

Wyjściowa częstotliwość jest uzależniona od wartości zastosowanych rezystorów i kondensatorów. Dla użytych na schemacie wartości, wynik pokazany przez program symulacji LTSpice to 1,3577 kHz, **rysunek 2**. Aby zmienić częstotliwość na inną, należy zmienić wartości użytych elementów (rezystorów i kondensatorów). W tym rozwiązaniu staje się to bardzo kłopotliwe, gdyż należy zmienić wartości kilku elementów jednocześnie. Drugim, i bardziej istotnym powodem, by zrezygnować z tego rozwiązania jest potrzeba uzyskania ściśle określonej częstotliwości z dokładnością do... 0,001 Hz (tak, jednej tysięcznej Hz).



Rysunek 2

Jedyną alternatywą jest zastosowanie układów określanych jako generatory DDS (DDS – Direct Digital Synthesis – bezpośrednia synteza cyfrowa).

Układ AD9850

Zasada działania generatorów DDS jest, wbrew pozorom, bardzo prosta. Wyobraźmy sobie układ „napędzany” sygnałem taktującym o określonej częstotliwości. Wewnątrz układu te impulsy są zliczane w odpowiednim liczniku, którego stan adresuje wewnętrzną pamięć stałą z zapisaną cyfrową wartością sygnału wyjściowego (przykładowo jest stabilizowana funkcja *sin*). Teraz wystarczy tę wartość podać na przetwornik cyfrowo-analogowy i uzyskać na wyjściu oczekiwany sygnał analogowy. Aby zmieniać częstotliwość wyjściową wystarczy zmienić częstotliwość sygnału taktującego. Inne „tempo” zliczania (i finalnie pracy przetwornika cyfrowo-analogowego) zmienia częstotliwość sygnału wyjściowego. Wpisanie do takiego układu podzielnika determinuje, co który impuls wejściowy jest zliczany.

Na podobnej zasadzie działa tytułowy AD9850. Układ ten jest przewidziany do współpracy z mikrokontrolerem, który poprzez odpowiednie sygnały sterujące wpisuje do AD9850 odpowiednie dane. Aby zwiększyć jego rozdzielczość niezbędna jest duża częstotliwość sygnału taktującego, gdyż przykładowo

nerowanego przebiegu, toteż AD9850 ma wewnątrz powielacz doprowadzonej z zewnątrz częstotliwości taktującej. Jest ona pomnożona przez 2^{32} , co w zapisie dziesiętnym wynosi 4 294 967 296 (ponad 4 miliardy).

Przesyłanie danych do układu DDS może odbywać się na dwa sposoby: jako równoległe (w porcjach po 8 bitów) lub jako szeregowe (po jednym bicie). Jest ono synchronizowane sygnałem zegarowym *W_CLK*.

Układ AD9850 generuje jedynie sygnał *sin*, jako wyjście komplementarne (*IOUT* i *IOUTB*) i jest to wyjście prądowe (by uzyskać użyteczny sygnał napięciowy, który może być dalej przetwarzany, przykładowo przez wzmacniacze operacyjne, wyjścia te należy obciążyć rezystorem do masy).

Moduł z układem AD9850

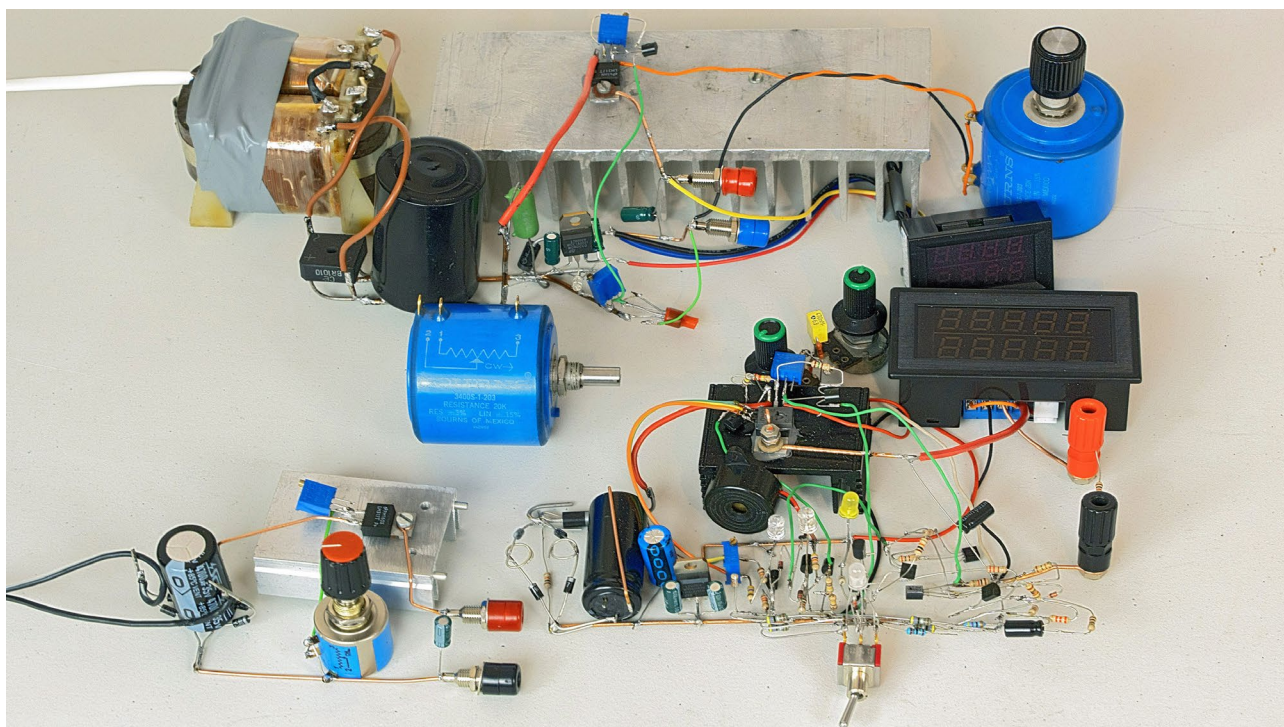
Sam układ jest produkowany w obudowie SSOP o 28 pinach (z punktu widzenia amatorskiego gęsty raster wyprowadzeń rodzi pewne problemy technologiczne), jednak występuje również w formie modułu zawierającego przedmiotowy układ (**fotografia 3**), który jest łatwo dostępny w popularnym serwisie aukcyjnym.



Fotografia 3

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

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



Mały liniowy zasilacz: Transformator i bezpieczniki

Oto drugi artykuł z serii przedstawiającej kolejne etapy projektowania niedużego zasilacza warsztatowego. W tym artykule zajmiemy się przede wszystkim bardzo ważną sprawą wyboru transformatora i jego parametrów oraz wcale nieoczywistą kwestią doboru bezpiecznika czy może bezpieczników.

Wybór transformatora

Moc transformatora

Napięcie wyjściowe transformatora

Duży transformator 100 W

Bezpiecznik(i) i bezpieczeństwo

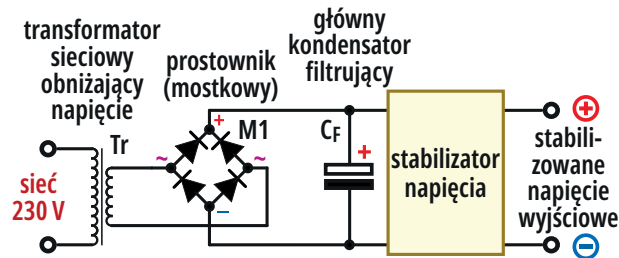
Transformatory z odzysku?

W poprzednim, wstępnym artykule serii ogólnie omówiłem możliwości i właściwości prototypów zasilaczy, pokazanych na powyższej fotografii tytułowej. Teraz pora na szczegóły. W poniższym artykule omawiam głównie sprawę wyboru transformatora.

Przypominam, że klasyczne zasilacze są zrealizowane według koncepcji z **rysunku 1**. Transformator (Tr) po pierwsze obniża napięcie z sieci z groźnych 230 woltów do kilkunastu, najwyżej kilkudziesięciu woltów. Po drugie, transformator zapewnia oddzielenie, izolację galwaniczną od sieci, bo uzwojenie wtórne jest dobrze odizolowane od pierwotnego.

Na uzwojeniu wtórnym występuje nieduże napięcie przemiennie, które trzeba wyprostować, czyli

zamienić na napięcie stałe. Prostowanie realizujemy przy użyciu diod, które przewodzą prąd w jednym kierunku, najczęściej za pomocą prostownika mostkowego (M1). Sam prostownik nie daje jeszcze „gładkiego” napięcia stałego, tylko napięcie tętniące, dlatego konieczny jest też kondensator filtrujący (C_F) o odpowiednio dużej pojemności.



Rysunek 1

Mówimy, że kondensator wygładza tętnienia. Na kondensatorze tym otrzymujemy napięcie stałe, ale niestabilizowane, w praktyce z jakimiś niedużymi tętnieniami. Dlatego dobry klasyczny zasilacz zawiera też stabilizator, czyli układ elektroniczny, który na wyjściu daje „gładkie”, dobrze stabilizowane napięcie stałe. Szczegóły będą omawiać w kolejnych artykułach, a na razie najważniejsze.

Wybór transformatora

Chcemy uniknąć zakłóceń impulsowych, więc nasz zasilacz ma zawierać klasyczny transformator sieciowy. Profesjonalny konstruktor wykorzystałby zrobiony na zamówienie transformator o potrzebnych, dokładnie obliczonych parametrach, natomiast hobbysta wykorzysta coś gotowego, w wielu przypadkach jakiś już posiadany transformator „z odzysku”.

Chcemy zrobić niewielki zasilacz do warsztatu elektronika i dużo się przy tym nauczyć. Dlatego nie musi to być duży transformator! Jeśli prąd wyjściowy ma wynosić tylko 200...500 mA, to **można wykorzystać transformator o mocy kilku watów, ale lepiej większy, kilkunastowatowy.**

Moc transformatora

W polskich transformatorach sieciowych oznaczanych literami **TS...** od Transformator Sieciowy (i ewentualnie jeszcze jedną lub dwiema), liczba występująca bezpośrednio po tych literach to moc nominalna. Ścisłej biorąc, jest to moc wyrażana w woltoamperach (VA), ale można uznać, że chodzi o waty (W).

W katalogu (bez problemu do znalezienia w Internecie) trzeba sprawdzić nominalne parametry transformatora, a konkretnie nominalne napięcie i nominalny prąd. Ich pomnożenie powinno dać wartość mocy nominalnej tego transformatora. Przykładowo wykorzystany przeze mnie stary transformator TS15/4 ma moc nominalną 15 watów (woltoamperów), napięcie $2 \times 15,4 \text{ V}$ i prąd $2 \times 0,5 \text{ A}$ ($30,8 \text{ V} \times 0,5 \text{ A} = 15,4 \text{ W}$). Ale nie zawsze tak jest, o czym za chwilę.

Napięcie wyjściowe transformatora

My chcemy w zasilaczu wykorzystać popularny scalony stabilizator LM317, dlatego napięcie na jego wejściu, czyli **napięcie na głównym kondensatorze filtrującym, nie może być większe niż 40 V**. Większe napięcie może uszkodzić stabilizator LM317. I to ma ścisły związek z wyborem transformatora.

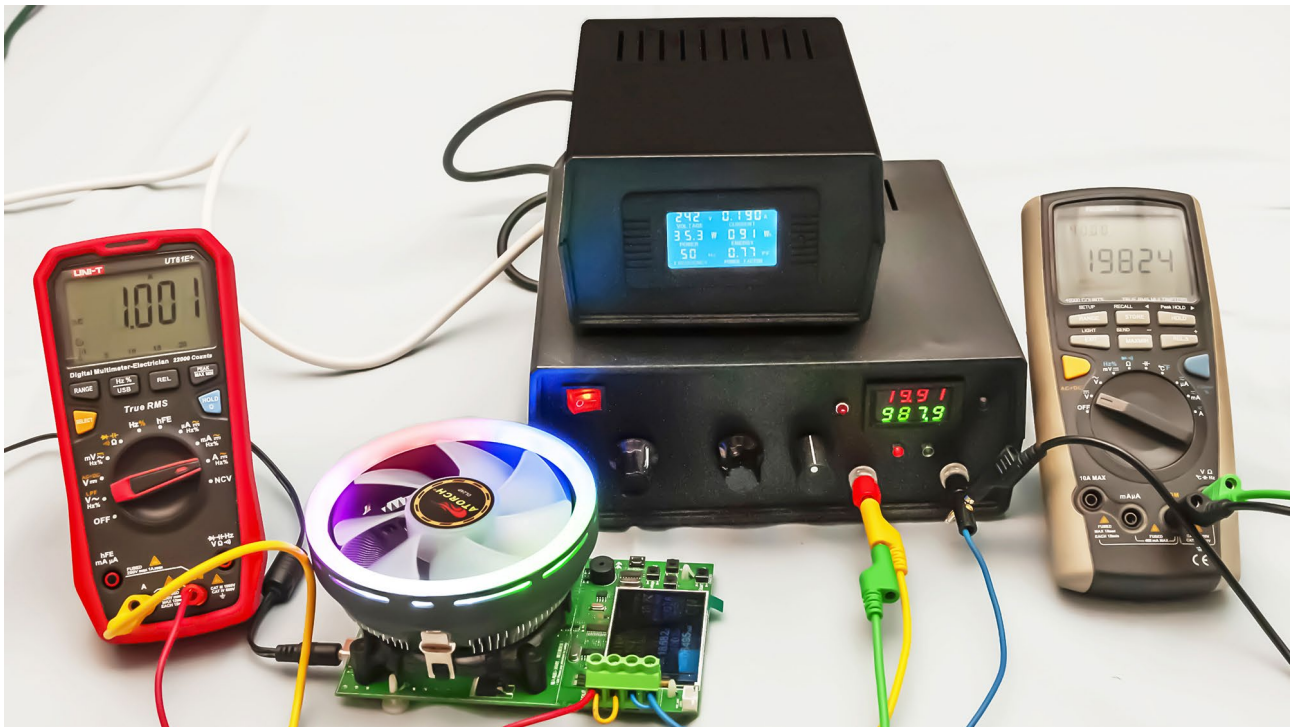
Otóż w katalogu podana jest **wartość skuteczna napięcia przemiennego**, a my po wyprostowaniu na kondensatorze filtrującym uzyskamy napięcie stałe mniej

Typ transformatora	Typ rdzenia	Nap. Pierwotne	Nap. wtórne pod obciążeniem	Prąd uzw. Wtórny	Typ transformatora	Typ rdzenia	Nap. Pierwotne	Nap. wtórne pod obciążeniem	Prąd uzw. Wtórny
TS 1/001	EI 30/10	230	6,0	0,1	TS 2/029	EI 36/12,8	230	7,0	0,15
TS 1/002	EI 30/10	230	4,5	0,1				7,0	0,15
TS 1/003	EI 30/10	230	10,0	0,1	TS 2/032	EI 36/12,8	230	18,4	0,1
TS 1/004	EI 30/10	24	10,0	0,1	TS 2/033	EI 36/12,8	230	3,5	0,58
TS 2/5	EI 36/12,8	230	21,0	0,06	TS 2/034	EI 36/12,8	230	12,0	0,17
TS 2/6	EI 36/12,8	400	21,0	0,06	TS 2/035	EI 36/12,8	230	12,0	0,17
TS 2/14	EI 36/12,8	230	8,2	0,22	TS 2/036	EI 36/12,8	230	12,0	0,09
TS 2/15	EI 36/12,8	230	10,1	0,18				12,0	0,09
TS 2/16	EI 36/12,8	230	6,0	0,22	TS 2/037	EI 36/12,8	230	12,0	0,09
TS 2/18	EI 36/12,8	230	5,5	0,14				12,0	0,09
			5,5	0,14	TS 2/038	EI 36/12,8	230	15,0	0,05
TS 2/22	EI 36/12,8	230	7,7	0,2				15,0	0,05
TS 2/24	EI 36/12,8	230	25,0	0,04				15,0	0,05
TS 2/32	EI 36/12,8	230	12,0	0,1	TS 2/039	EI 36/12,8	230	10,0	0,06
			6,0	0,1				10,0	0,06
TS 2/33	EI 42/14	230	8,6	0,16				6,0	0,14
TS 2/34	EI 36/12,8	230	10,1	0,18	TS 2/040	EI 36/10,5	230	10,0	0,14
TS 2/36	EI 36/12,8	230	8,8	0,22	TS 2/041	EI 36/10,5	230	15,5	0,1
TS 2/38	EI 36/12,8	230	24,0	0,06	TS 2/042	EI 36/12,8	230	2,3	0,45
TS 2/39	EI 42/14	230	10,6	0,2				12,0	0,08
TS 2/40	EI 36/12,8	230	8,8	0,22	TS 2/043	EI 36/12,8	230	10,5	0,17
TS 2/44	EI 36/12,8	230	14,0	0,1				6,0	0,035
TS 2/46	EI 36/12,8	230	15,5	0,08	TS 2/044	EI 36/12,8	230	10,0	0,1
TS 2/55	EI 36/12,8	230	28,0	0,05				10,0	0,1
TS 2/56	EI 36/12,8	230	15,8	0,12	TS 2/045	EI 36/12,8	230	9,9	0,18
TS 2/60	EI 36/12,8	230	21,5	0,021	TS 2/046	EI 36/12,8	400	24,0	0,09
			21,5	0,021	TS 2/047	EI 36/12,8	230	10,0	0,18
TS 2/61	EI 36/12,8	230	7,0	0,18				ekran	--
TS 2/66	EI 36/12,8	230	22,0	0,04	TS 2/048	EI 36/10,5	230	8,5	0,15
			22,0	0,04	TS 2/049	EI 36/12,8	400	15,0	0,13
TS 2/67	EI 36/12,8	230	2,2	0,4	TS 2/050	EI 36/12,8	230	9,0	0,18
			7,0	0,05				9,0	0,05
TS 2/001	EI 36/12,8	230	13,8	0,06	TS 2/051	EI 36/12,8	240	24,0	0,065
			13,8	0,06	TS 2/052	EI 36/12,8	400	24,0	0,065
TS 2/002	EI 36/12,8	230	22,0	0,06	TS 2/053	EI 36/12,8	230	15,0	0,07
			8,0	0,05				15,0	0,07
TS 2/005	EI 36/12,8	230	22,5	0,03	TS 2/054	EI 36/12,8	230	15,0	0,07
			8,5	0,01				15,0	0,07
TS 2/009	EI 36/12,8	230	10,0	0,1	TS 2/055	EI 36/12,8	100	18,0	0,066
			10,0	0,1				12,0	0,066
TS 2/011	EI 36/12,8	230	12,0	0,05	TS 2/056	EI 36/12,8	230	7,0	0,35
			12,0	0,05	TS 2/057	EI 36/12,8	24	8,5	0,25
			5,0	0,16	TS 2/059	EI 36/12,8	230	24,0	0,05
TS 2/012	EI 36/12,8	230	8,5	0,11				24,0	0,03
			8,5	0,11	TS 2/060	EI 36/12,8	230	12,0	0,2
TS 2/016	EI 36/12,8	230	15,0	0,06	TS 2/062	EI 36/12,8	230	6,0	0,33
			15,0	0,06	TS 2/063	EI 36/12,8	230	25,0	0,04
TS 2/016/A	EI 36/12,8	230	15,0	0,06				6,6	0,15
			15,0	0,06	TS 2065	EI 36/12,8	380	30	0,07
TS 2/019	EI 36/12,8	400	14,0	0,08	TS 2066	EI 36/12,8	2	7	
TS 2/020	EI 36/12,8	230	13,2	0,1	TS 3/3	CP 011	230	4,2	0,35
TS 2/021	EI 36/12,8	230	6,0	0,16			zwora	4,2	0,35
			6,0	0,16	TS 3/8	CP 011	230	3,7	0,3
TS 2/022	EI 36/12,8	230	24,0	0,062			zwora	3,7	0,3
TS 2/023	EI 36/12,8	230	10,6	0,18	TS 3/13	EI 48/16	230	13,5	0,67
TS 2/024	EI 36/12,8	230	2,2	0,35	TS 3/001	CP 011	230	5,4	0,22
TS 2/025	EI 36/12,8	230	11,5	0,2			zwora	5,4	0,22

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

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

TS 2/028	EI 36/12,8	230	12,5	0,15	TS 3/004	EI 42/14	230	30,0	0,09
							400		
					TS 3/005	EI 42/14	230	12,0	0,25



Stabilizowany, regulowany zasilacz liniowy 20 V/1 A (2)

To jest druga część artykułu przedstawiającego wersję prototypową regulowanego stabilizowanego zasilacza liniowego 20 V, 1 A z trójstopniowym ograniczeniem prądu, zrealizowaną w ramach inicjatywy „Wspólnie projektujemy warsztaty zasilacz liniowy”, ogłoszonej w numerze ZE 12/2022.

Test zasilacza

W pierwszej części artykułu opisany był projekt prostego zasilacza z liniowym stabilizatorem LM317 oraz licznymi obwodami pomocniczymi. Taki układ został zrealizowany. Poniżej przedstawione są wyniki jego testów.

Test zasilacza

Na ogół badania zasilaczy zaczynają się od analizy najbardziej podstawowych i intuicyjnych parametrów, takich jak napięcie wyjściowe oraz maksymalny prąd obciążenia. Jedną z najlepszych metod prezentacji wyników jest przedstawienie ich w formie graficznej, np. jako charakterystyki obciążeniowej $U_{WY} = f(I_{WY})$. Taka charakterystyka umożliwia ocenę zarówno stabilności napięcia wyjściowego, jak

Podsumowanie

i maksymalnej obciążalności prądowej zasilacza. Pozwala również łatwo zidentyfikować punkt, w którym napięcie zaczyna spadać (np. wskutek działania ogranicznika prądowego lub nasycenia zasilacza). Dzięki temu daje pełny obraz zachowania zasilacza w szerokim zakresie obciążeń.

Na **rysunkach 13, 14 i 15** przedstawiono charakterystyki $U_{WY} = f(I_{WY})$ dla trzech różnych zakresów ogranicznika prądu.

Do podstawowych parametrów charakteryzujących układ stabilizatora napięcia zalicza się także współczynnik stabilizacji od zmian napięcia wejściowego S_U oraz współczynnik stabilizacji od zmian prądu obciążenia S_{UI} (ang. Line Regulation i Load Regulation). Współczynnik stabilizacji od zmian napięcia

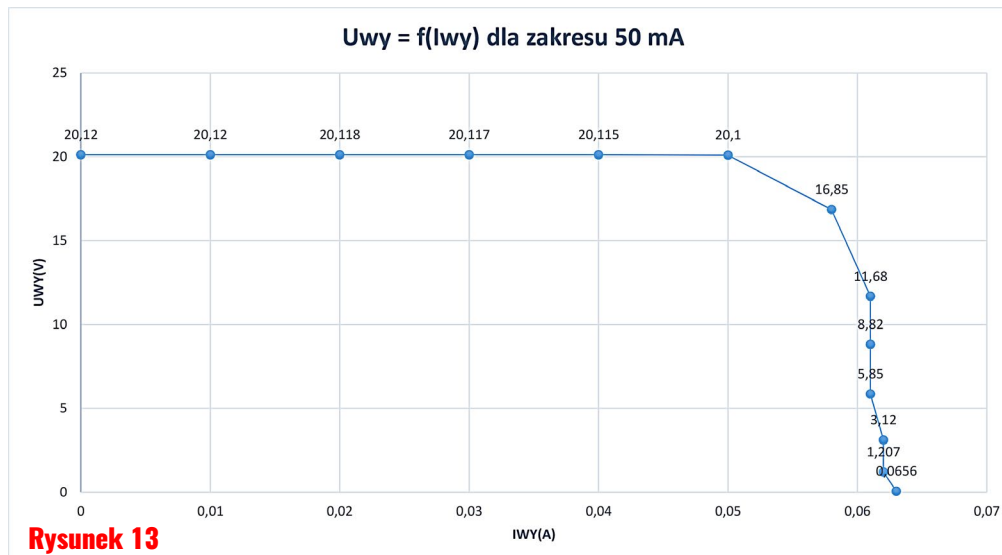
wejściowego (Line Regulation) określa, jak bardzo zmienia się napięcie wyjściowe zasilacza w wyniku zmiany napięcia wejściowego, przy stałym obciążeniu.

$$S_U = (\Delta U_{WY} / \Delta U_{WE}) \times 100\% = ((U_{WYMAX} - U_{WYMIN}) / (U_{WEMAX} - U_{WEMIN})) \times 100\%$$

gdzie:

$\Delta U_{WY} = U_{WYMAX} - U_{WYMIN}$ - zmiana napięcia wyjściowego przy odpowiadającej jej zmianie napięcia wejściowego $\Delta U_{WE} = U_{WEMAX} - U_{WEMIN}$

Zmiana napięcia wejściowego została przeprowadzona przez regulację napięcia sieciowego 230 V AC. Obciążeniem zasilacza było elektroniczne obciążenie ustawione na prąd 1 A. Napięcie wejściowe stabilizatora (U_{WE}) zmierzono za mostkiem prostowniczym i filtrem:



Rysunek 13

dla $U_{sieci} = 220$ V, $U_{WE} = 23,42$ V,
 dla $U_{sieci} = 230$ V, $U_{WE} = 24,67$ V,
 dla $U_{sieci} = 250$ V, $U_{WE} = 27,24$ V,

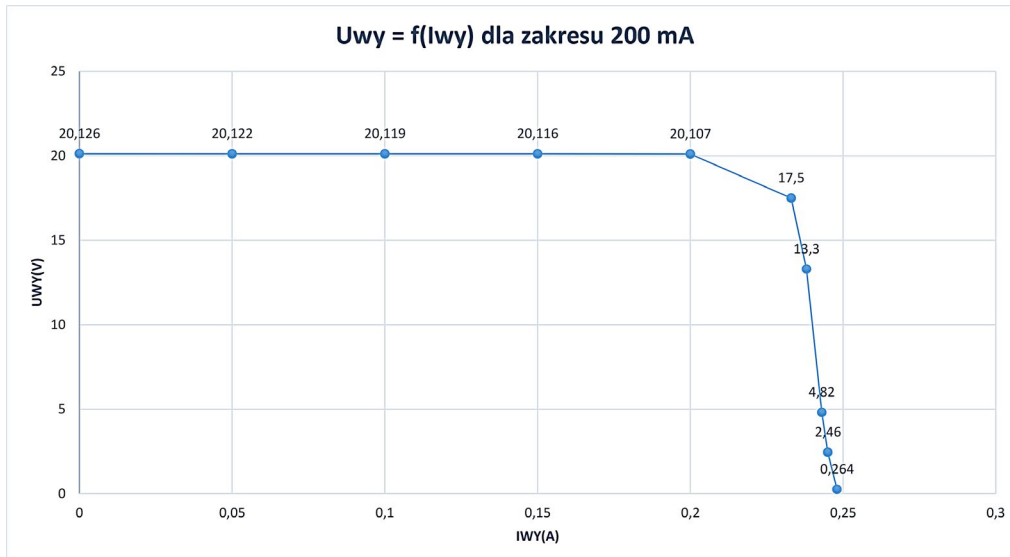
Napięcie wyjściowe U_{WY} :

dla $U_{sieci} = 220$ V, $U_{WY} = 19,80$ V,
 dla $U_{sieci} = 230$ V, $U_{WY} = 19,97$ V,
 dla $U_{sieci} = 250$ V, $U_{WY} = 20,03$ V,
 $\Delta U_{WY} = 0,23$ V, $\Delta U_{WE} = 3,82$ V

$$S_U = (\Delta U_{WY} / \Delta U_{WE}) \times 100\% = (0,23 / 3,82) \times 100\% = 6,02\%$$

Napięcie wyjściowe zmienia się w niewielkim stopniu w stosunku do napięcia wejściowego, co oznacza, że stabilizator działa poprawnie w swoim zakresie parametrów.

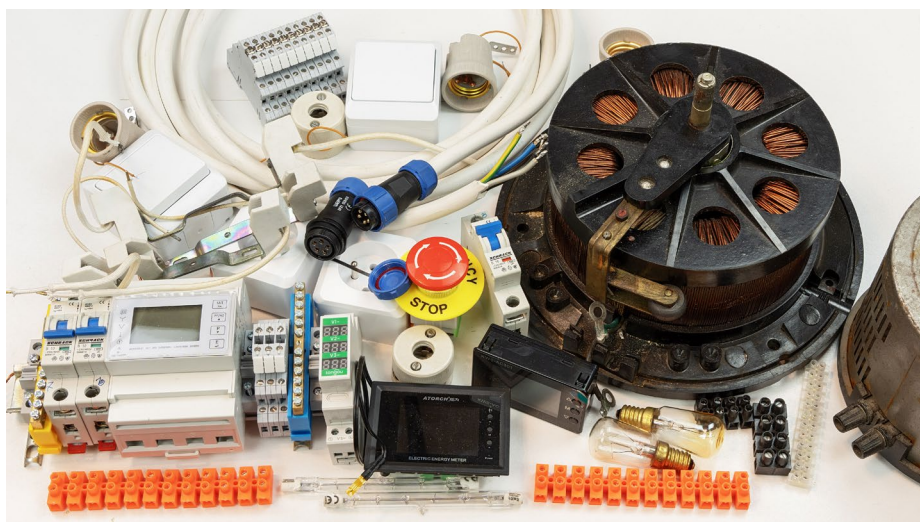
Zmiany napięcia wejściowego, uzyskiwane poprzez regulację napięcia sieciowego 230 V, przeprowadzono od napięcia sieci $U_{sieci} = 220$ V, ponieważ dla napięcia $U_{sieci} = 210$ V napięcie wejściowe mierzone za mostkiem prostowniczym i filtrem wynosiło 22,14 V. Jest to zbyt niskie napięcie, które nie zapewnia minimalnej wartości Dropout Voltage wymaganej do prawidłowej pracy stabilizatora LM317. Z tego powodu ten zakres został pominięty. Pomiary wykonano wyłącznie dla jednego odczepu uzwojenia wtórnego transformatora – tego samego, który był używany pod-



Rysunek 14



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



Wspólnie projektujemy: Stanowisko energetyczne

Proponuję, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się ważną dla prawie każdego elektronika kwestią eksperymentów i napraw urządzeń zasilanych z sieci energetycznej. Kwestia ta ma dwa ważne aspekty. Jeden to szeroko pojęte zabezpieczenia, a drugi to monitorowanie napięcia, prądu i mocy.

Napięcie sieci energetycznej 230 V jest śmiertelnie groźne, co potwierdzają informacje prasowe o zgonach spowodowanych przez kontakt z obwodami, gdzie występują takie napięcia.

Początkujący elektronik bez odpowiednich kwalifikacji nie powinien przeprowadzać eksperymentów i prac serwisowych, w których miałyby do czynienia bezpośrednio z obwodami sieci energetycznej.

Jednak wielu elektroników chce lub wręcz musi przeprowadzać eksperymenty i pomiary w układach i obwodach dołączonych do sieci energetycznej.

W najprostszym przypadku elektronika interesuje tylko pobór mocy z sieci, a to wymaga pomiaru prądu i napięcia. Pomiary za pomocą woltomierza i am-

peromierza nie są wygodne. Lepszym rozwiązaniem jest jakaś przystawka pomiarowa, która oprócz napięcia i prądu zmierzy też od razu moc i ewentualnie także zużyta energię. Czyli interesuje nas pomiar napięcia, prądu i mocy w obwodach sieci.

Druga sprawa to szeroko pojęte bezpieczeństwo. Z jednej strony chodzi o bezpieczeństwo człowieka, żeby minimalizować ryzyko jego porażenia. Z drugiej strony, w praktyce ogromnie ważne jest zabezpieczenie przed uszkodzeniem urządzeń i obwodów dołączanych do sieci. Bardzo prostym i bardzo skutecznym sposobem jest wstępne załączanie urządzenia gdy w szereg z nim włączona jest klasyczna żarówka.

Zadanie konkursowe YK025 brzmi:

Zaproponuj skromniejsze lub bardziej rozbudowane energetyczne stanowisko zabezpieczająco – pomiarowe do pracowni elektronika.

Do udziału w zadaniu zapraszam doświadczonych, a także mniej zaawansowanych i początkujących.

Rozwiązania można **nadsyłać do końca maja 2025 roku** na adres konkursy@piotr-gorecki.pl.

Proponuję, żeby teraz, w ramach zadania zająć się tylko schematem i rozmieszczeniem elementów, a działania praktyczne rozpocząć dopiero wtedy, gdy różne możliwości i nadesłane rozwiązania zostaną omówione w numerze 7/2025 czasopisma **Zrozumieć Elektronikę**.

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

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

Klasyczna żarówka ma bardzo pożyteczną w tym zastosowaniu cechę. Podczas pracy przy pełnym napięciu 230 V rezystancja żarówki jest taka, jak wynika z jej nominalnej mocy $R = U^2 / P$. Przykładowo żarówka 60-watowa ma podczas normalnej pracy rezystancję 882 omów ($230^2 / 60 = 881,6(6) \Omega$). I podczas normalnej pracy płynie przez nią prąd około 0,26 A. Natomiast w stanie zimnym jej włókno ma rezystancję kilkakrotnie mniejszą. I to jest korzystne, bo przy małych prądach spadek napięcia na żarówce jest niewielki. Gdy w szereg z żarówką jest włączone obciążenie o bardzo małej rezystancji, żarówka ogranicza prąd (do swojej nominalnej wartości). Bez żarówki to obciążenie o bardzo małej rezystancji spowodowałoby przepływ dużego, być może niszczycielskiego prądu. Ogranicznik w postaci żarówki chroni przed takim uszkodzeniem.

Fotografia 1 przedstawia mój tego rodzaju ogranicznik, który wykorzystuję od wielu lat. Jest to prosty, wręcz prymitywny sprzęt z jednym gniazdem na żarówkę z gwintem E27 i podwójnym wyłącznikiem.

W licznych przypadkach wystarczy takie stanowisko i żarówka 60-watowa. Jednak do różnych eksperymentów i rozmaitych urządzeń lepsza byłaby żarówka o innej mocy. Do wielu eksperymentów optymalna byłaby żarówka o jak najmniejszej mocy, 15 W lub jeszcze mniej. Z kolei do innych przydałaby się żarówka o mocy kilkuset watów.

Część elektroników już ma stanowiska takie jak to widoczne na fotografii 1. **Jeśli i Ty masz podobny „wynalazek” to bardzo proszę: w ramach zadania konkursowego YT025 przedstaw je i podziel się opinią, co do jego przydatności, ale też wad i pożądanых ulepszeń.**



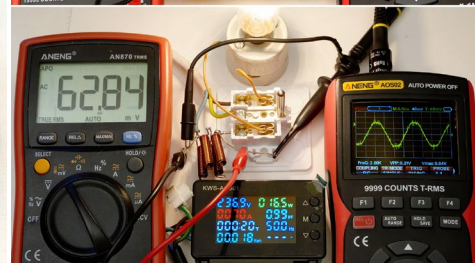
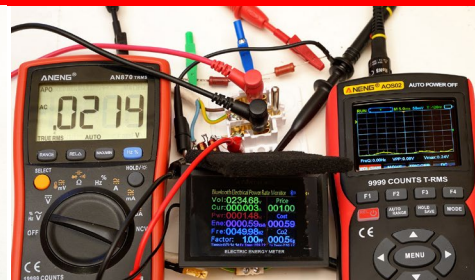
Fotografia 1

A jeżeli nie masz, a widzisz potrzebę posiadania czegoś podobnego, niech to zadanie konkursowe będzie mobilizacją do działania.

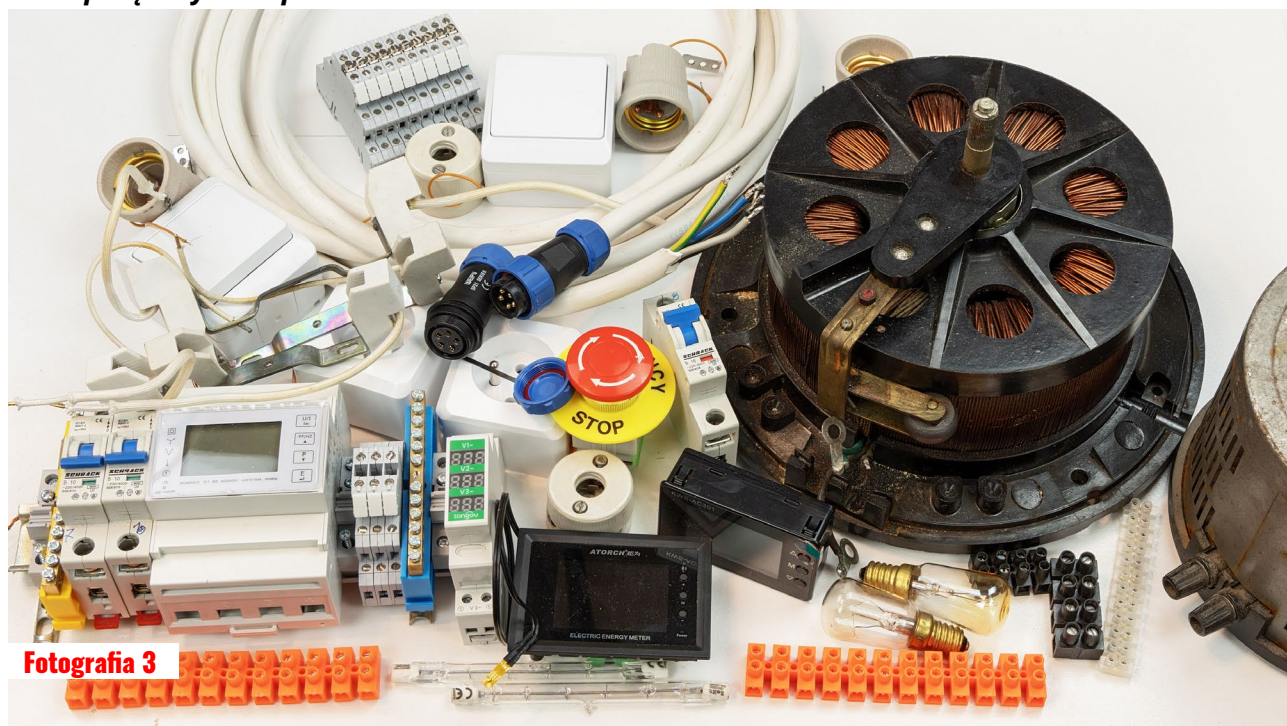
Zachęcam do działania! Ale warto zacząć od przeemyślenia potrzeb i możliwości. Sama żarówka to mało. Podstawową i poważną wadą mojej starej przystawki z fotografii 1 jest brak jakichkolwiek wbudowanych mierników i duży kłopot z pomiarem prądu. Jakiś czas temu przedstawiłem projekt **Modułowe mierniki napięcia i prądu zmiennego**, w którym opisałem swoje doświadczenia z trzema różnymi modułami (**fotografia 2**). Aktualnie szykuję się do realizacji rozbudowanego „uniwersalnego stanowiska energetycznego”, a konkretnie trójfazowego. **Fotografia 3** pokazuje niektóre przygotowane składniki.

Zapraszam do udziału w tym zadaniu! I przypomnam o względach bezpieczeństwa: **osoby niewykwalifikowane muszą skorzystać z pomocy elektryka!** ©

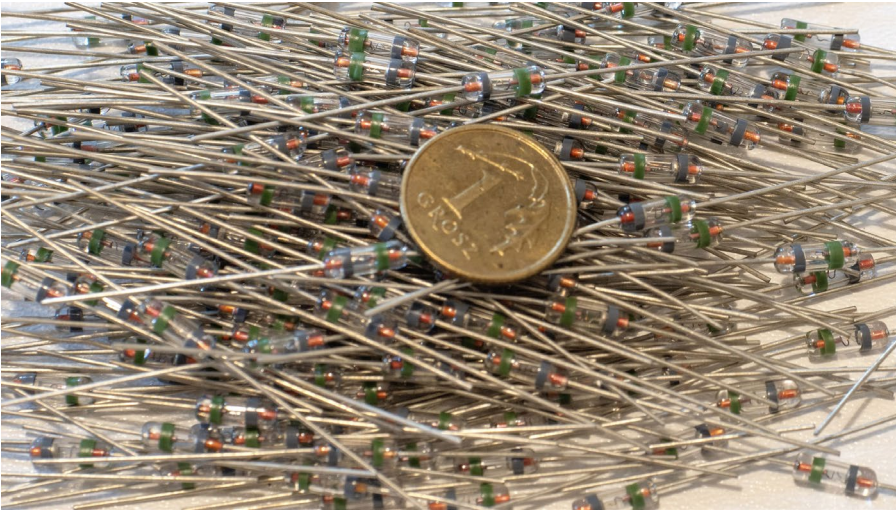
Piotr Górecki



Fotografia 2



Fotografia 3



Wspólnie projektujemy: Wykorzystanie diod germanowych

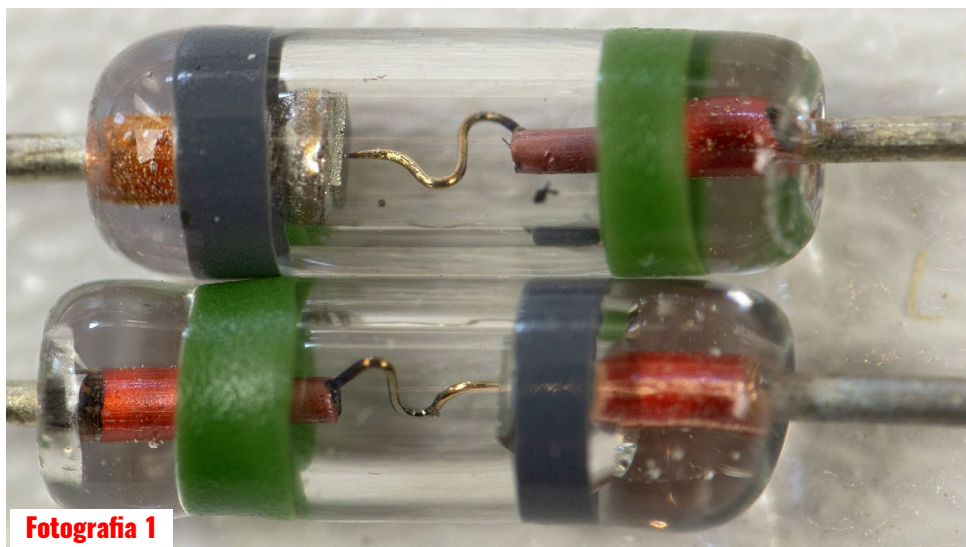
Zaproponowałem, żeby w cyklu „Wspólnie projektujemy” zająć się starymi, ale nadal interesującymi i wciąż atrakcyjnymi elementami elektronicznymi, jakimi są ostrzowe diody germanowe, przedstawione na powyższej fotografii tytułowej. Poniżej rozwiązanie konkursu i konkretna propozycja ich zastosowania.

Fotografia tytułowa oraz **fotografia 1** pokazują diody ostrzowe produkcji radzieckiej, najprawdopodobniej jakąś wersję diod D9 (Д9) do zadań specjalnych, ponieważ informacje z katalogów nie pozwalają określić typu na podstawie koloru pasków (szary i zielony).

Przedstawione fotografie wykorzystałem we wcześniejszym konkursie, gdzie zadanie polegało na zidentyfikowaniu, co to jest. Te wcześniejsze zadania konkursowe dotyczyły diod germanowych, a konkretnie sygnałowych diod germanowych. Nadal dostępnych jest też wiele innych diod germanowych o małej mocy. Choćby krajowe o oznaczeniach DOG... oraz AAP...

Dla większości młodych elektroników to niegodne uwagi relikty ze słusznie minionej epoki. Także wielu „mniej młodych” elektroników ma podobne zdanie. Oto przykład:

*Dzień dobry,
nie widzę sensownego zastosowania germanu w dzisiejszych czasach. German „pięknie” szumi i można na nim prosto i tanio zbudować generator szumu. Lepszy będzie zbudowany na uC, zwłaszcza*



Fotografia 1

takim, który ma generator pseudolosu (np. STM32) choć na AVR też się da:

https://er-mik.prv.pl/projekty_avt/2010-05_46_EP_AVT-1571_Generator_szumu_rozowego.pdf

a nawet na 74xx164 (mogę dostarczyć schematy).

Sławomir Skrzyński

Dobre generatory szumu to odrębny temat, a jeżeli chodzi o szum naprawdę szerokopasmowy i „równomierny”, to układy cyfrowe nie wchodzi w grę – trzeba pozostać przy rozwiązaniach analogowych. Ale to zupełnie inna historia, do której może wrócimy.

A oto inna nadestana praca, a właściwie prośba:

Dzień dobry,

postanowiłem napisać, ale nie jest to prawdziwe rozwiązanie. Ja mam diody germanowe AAP120. Chciałbym je wykorzystać jako diody prostownicze w odbiorniku detektorowym. Trochę próbowałem, ale jak na razie nic nie wyszło. Najwięcej wątpliwości miałem co do strojenia obwodu odbiorczego LC, bo nie jestem pewien, jaka jest jego częstotliwość. Czy dobrze doстроiłem się do Warszawy I, czy zupełnie nie? A może przyczyna braku sygnału była inna.

Proszę o przedstawienie w czasopiśmie sprawdzonego sposobu zrobienia odbiornika detektorowego dla osoby takiej jak ja: bez drogiego sprzętu. Mam cyfrowy miernik uniwersalny i ostatnio kupiłem ZT-703S, ale mi nie pomógł.

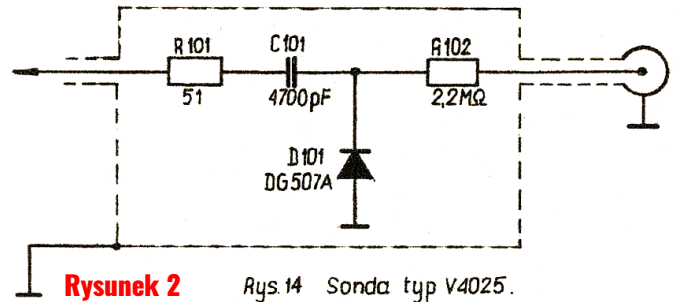
Z poważaniem
Michał

Tematem odbiorników detektorowych być może niedługo się zajmiemy wspólnie. A na razie miałbym prośbę do osób, które mają już jakieś doświadczenia w kwestii realizacji odbiorników detektorowych: proszę o kontakt e-mailowy (kontakt@piotr-gorecki.pl), może udałoby się wspólnie ustalić, w jakich okolicach Polski jest to realne z wykorzystaniem dostępnych dziś podzespołów – chodzi przede wszystkim o słuchawki, ale także o długość i realizację anten.

To temat na przyszłość, a ja chciałbym teraz króciutko przedstawić moją propozycję wykorzystania diod germanowych.

Otóż w jednym z filmów pokazałem, jak dziwne skutki może wywołać samowzbudzenie lampy elektronowej, przewidzianej do wykorzystania jako przedwzmacniacz audio. Lampa E88CC wzbudziła się na częstotliwości około 300 megaherców, a przebiegu o takiej częstotliwości nie wykryje zdecydowana większość amatorskich oscyloskopów.

I właśnie diodę germanową można wykorzystać do budowy bardzo prostej sondy w.c.z., przeznaczonej do współpracy z dowolnym woltomierzem DC.



Rysunek 2 Rys.14 Sonda typ V4025.



Fotografia 3



Fotografia 4

Rysunek 2 pokazuje schemat sondy w.c.z. do kultowego analogowego multimetru V640.

Ja wykorzystałem ten schemat, ale z elementami o innych wartościach. **Fotografia 3** prezentuje wnętrze mojej sondy zamontowane we... wtyczce audio typu „duży jack” (TRS).

Na **fotografii 4** widać gotową sondę, którą można dołączyć do dowolnego multimetru cyfrowego.

Na **fotografii 5** przedstawione są wyniki testu przeprowadzonego przy częstotliwości 60 MHz, przy czym sonda ma pasmo o wiele szersze.

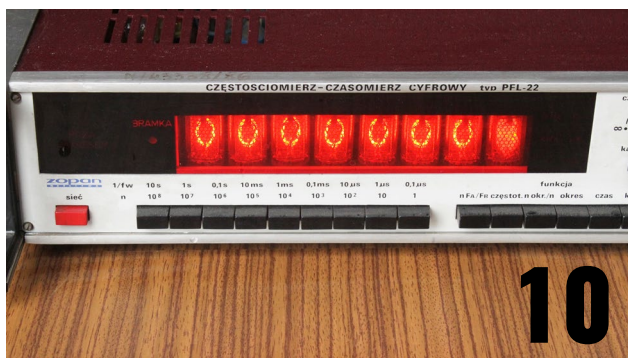
Układ jest beznadziejnie prosty, ale przy realizacji takiej sondy można się zaskakująco wiele nauczyć. Nie tylko zresztą o diodach germanowych. Na życzenie mogę przedstawić artykuł o tego rodzaju sondach wykrywających sygnały w.c.z. ©

Piotr Górecki



Fotografia 5





Wspólnie projektujemy: Częstościomierz, część 10

Co mamy do dyspozycji?

Pomiary

Wzmacniacze o sprzężeniu prądowym

Aby poprawnie zliczyć impulsy w częstościomierzu, wejściowy sygnał musi zostać odpowiednio przetworzony do standardów wymaganych przez układy cyfrowe. Tu występują duże wymagania, gdyż układ musi przetworzyć małe jak i duże częstotliwości oraz radzić sobie z różnymi amplitudami sygnału.

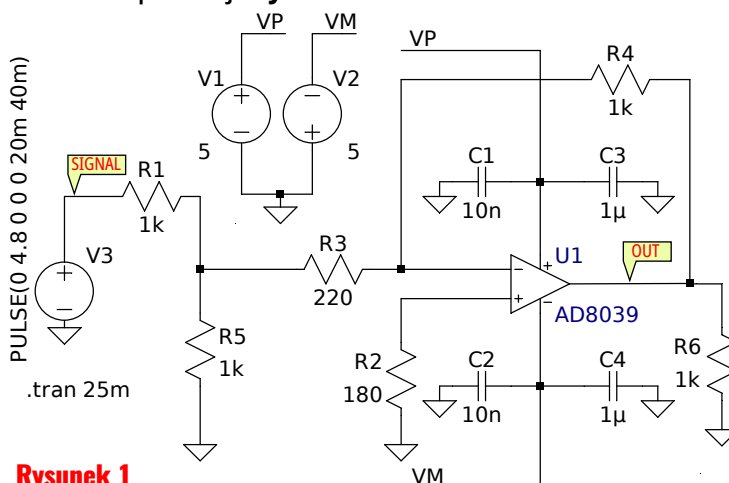
Ludzie czasem mają tendencję do komplikowania sobie wręcz wszystkiego, ale często po jakimś czasie dostrzegają, że pewne rozwiązania to brnięcie w ślepią uliczkę. Podobnie zdarzyło się też mi w trakcie prac nad częstościomierzem. Dla częstotliwości ze względnie małego zakresu wykorzystać rozwiązanie oparte na wzmacniaczach operacyjnych, aby dla wyższych bazować na układach pracujących jako linearyzowane bramki. Wystąpiło tu „więcej problemów niż zysków”, toteż moje działania zaczęły koncentrować się wokół rozwiązania bazującego wyłącznie na wzmacniaczach operacyjnych. Obecna oferta w tej grupie elementów jest bardzo szeroka i nawet ich ceny mogą zaskakiwać (pozytywnie).

Co mamy do dyspozycji?

Oferta wzmacniaczy operacyjnych jest bardzo szeroka. Można z tego wybrać takie elementy, które będą spełniały nasze kryteria. Lektura samych not katalogowych nie jest miarodajna, gdyż nie znajdziemy tam odpowiedzi na swoje pytanie. W tej sytuacji jedynie eksperyment i własne badania pozwolą wyselekcjonować potencjalnie użyteczne elementy i w następnym kroku podjąć decyzję o wyborze. Oprócz samych technicznych możliwości

wybranych elementów dosyć istotnym parametrem będzie ich cena.

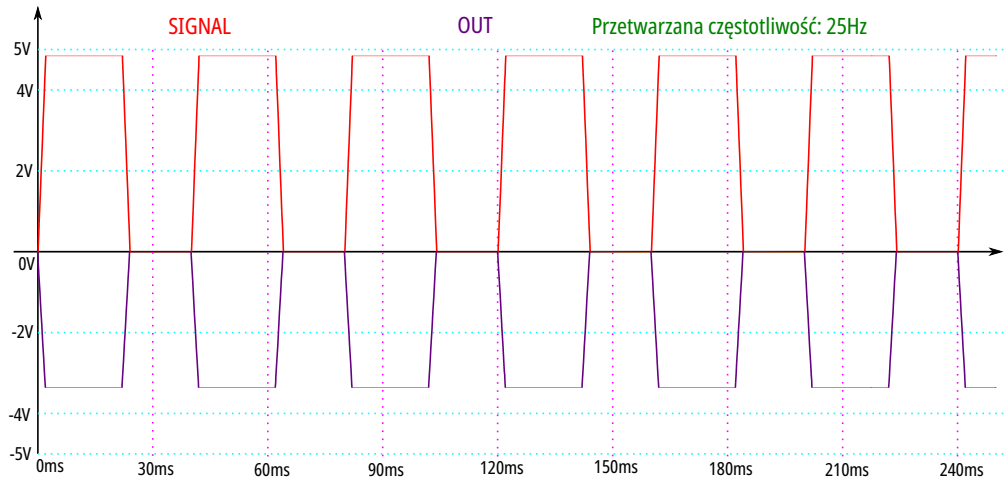
Przed przystąpieniem do pomiarów i badań, zastanowiłem się nad sposobem ich realizacji. Istotną sprawą jest posiadanie źródła sygnału o wystarczająco dużej częstotliwości i znanym kształcie generowanego sygnału. Nie bez znaczenia będzie w miarę dobra stabilność generowanego przebiegu. W tym miejscu zbyt dużego wyboru nie ma: kwarcowe generatory fali prostokątnej. Przed samą realizacją testów zrealizowałem symulację działania w programie LTSpice. Schemat układu pokazuje **rysunek 1**.



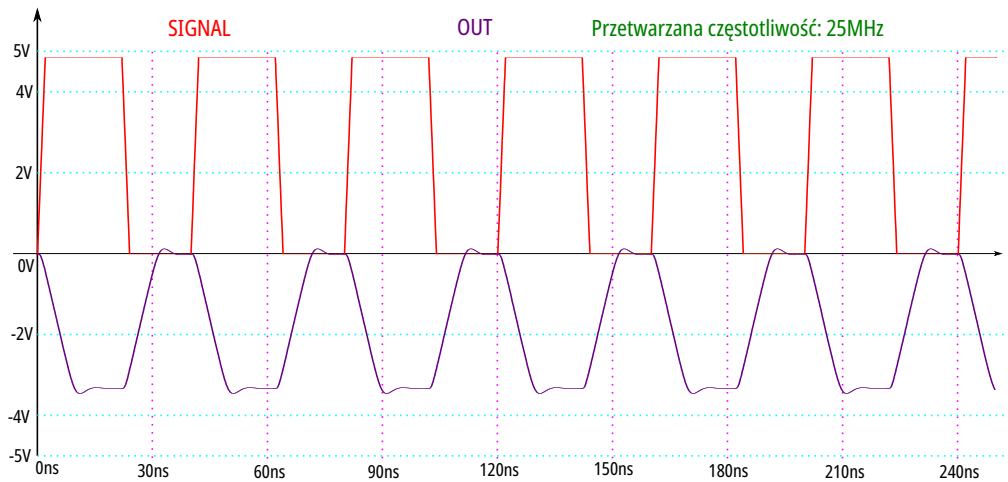
Rysunek 1

Popularne występujące „w przyrodzie” generatory mają zasilanie +5 V (jak klasyczne układy cyfrowe), toteż sygnał z generatora przechodzi przez dzielnik rezystancyjny by zmniejszyć jego amplitudę, gdyż przy zasilaniu wzmacniaczy operacyjnych +5/-5 V i sygnale o amplitudzie zbliżonej do 5V zaobserwowanie wzmacnienia sygnału jest niemożliwe. Dalej jest wzmacniacz operacyjny w układzie odwracającym, o wzmacnieniu większym niż jeden. Z oferty programu LTSpice został wybrany układ AD9039, gdyż taki ma wystarczająco szerokie pasmo pracy.

Wynik symulacji dla małej częstotliwości (25 Hz) przedstawia **rysunek 2**, a dla częstotliwości 25 MHz **rysunek 3**. Oba rysunki mają zgodną podziałkę na osi pokazującej napięcia, co prowadzi do wniosku, że układ nie zmienia (w znaczący sposób) wzmacnienia w zależności od częstotliwości przetwarzanego sygnału.



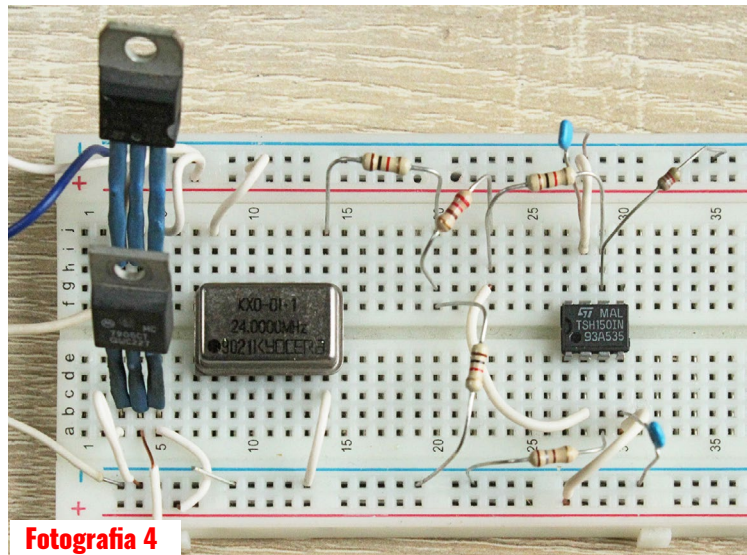
Rysunek 2



Rysunek 3

Pomiary

Do pomiarów zbudowałem niezbędne środowisko diagnostyczne, które pokazuje **fotografia 4**. Do testów zostały wybrane takie wzmacniacze operacyjne, które mają pasmo przenoszenia powyżej 100 MHz oraz możliwość zasilania wzmacniacza symetrycznym napięciem +5 V i -5 V. W danych katalogowych można odnaleźć parametr określony jako *Bandwidth* (często w notach katalogowych oznaczany jako GBW: *Gain Bandwidth*). Przykładowo pierwszy wzmacniacz operacyjny AD8009 (Analog Devices) ma *Bandwidth* = 1 GHz (**rysunek 5**). Nie można tutaj popaść w zbytnią euforię, gdyż ten parametr należy traktować jako iloczyn wzmacnienia oraz maksymalnej częstotliwości, jaką może on przetwarzać. Podana



Fotografia 4



ANALOG DEVICES

**1 GHz, 5,500 V/μs
Low Distortion Amplifier**

AD8009

FEATURES
 Ultrahigh Speed
 5,500 V/μs Slew Rate, 4 V Step, G = +2
 545 ps Rise Time, 2 V Step, G = +2

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAMS
 8-Lead Plastic SOIC (R-8) 5-Lead SOT-23 (RT-5)



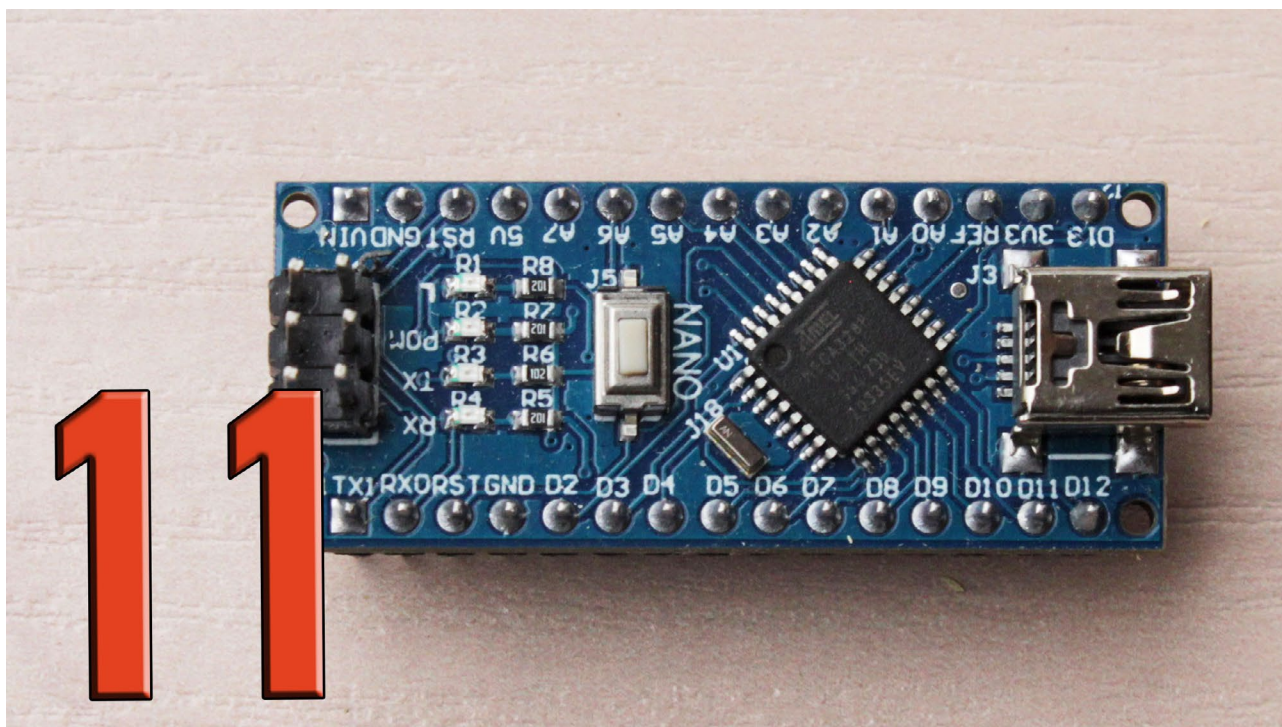
Uwaga! To jest demonstracyjny (niepełny) egzemplarz czasopisma ZE.

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

-66 dBc @ 20 MHz, Second Harmonic
 -75 dBc @ 20 MHz, Third Harmonic
 Third Order Intercept (3IP)
 26 dBm @ 70 MHz, G = +10

Rysunek 5

with a phenomenal 5,500 V/μs slew rate that results in a rise time of 545 ps, making it ideal as a pulse amplifier. The high slew rate reduces the effect of slew rate limiting and results in the large signal bandwidth of 440 MHz required for high resolution video graphic systems. Signal quality is main-



Mikroprocesorowa ośła łączyka, część 11

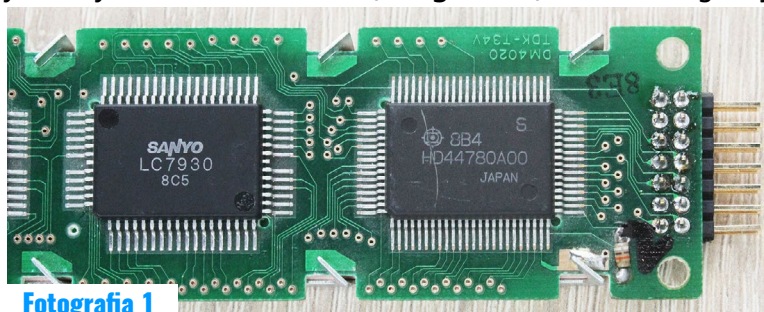
Aby zaprezentować efekt działania mikrokontrolera dotychczas był stosowany moduł wyświetlacza 7-segmentowego LED. Jego możliwości nie są porywające, gdyż jest zaprojektowany generalnie do wyświetlania cyfr. Czas zrobić kolejny krok – wyświetlić tekst.

[Przyłącze modułu LCD](#)
[Organizacja wewnętrzna HD44780](#)

[Przykład programu z interfejsem 8-bitowym](#)
[Realizacja w oprogramowaniu](#)

Bardzo popularnym sposobem prezentacji informacji wynikowej w systemach z użyciem mikrokontrolerów jest zastosowanie gotowych modułów wyświetlaczy alfanumerycznych LCD (od ang. liquid-crystal display – wyświetlacz ciekłokrystaliczny). Jest to gotowy i kompletny element zawierający własny sterownik, podzespół elektroniczny do zastosowania w systemach mikroprocesorowych (wymaga dodania potencjometru do regulacji napięcia kontrastu). Zadaniem wspomnianego sterownika jest odpowiednie zarządzanie sterowaniem pojedynczych pikseli matrycy LCD aby na ekranie został zobrazowany określony znak (plus realizacja kilku innych

dodatkowych operacji). To znacząco upraszcza tworzenie oprogramowania, gdyż przykładowo sterownik ma już zdefiniowane kształty (fonty) wszystkich znaków z zestawu ASCII. Najbardziej rozpowszechnionym rozwiązaniem jest sterownik z układem Hitachi HD44780 (**fotografia 1**) lub z nim zgodny



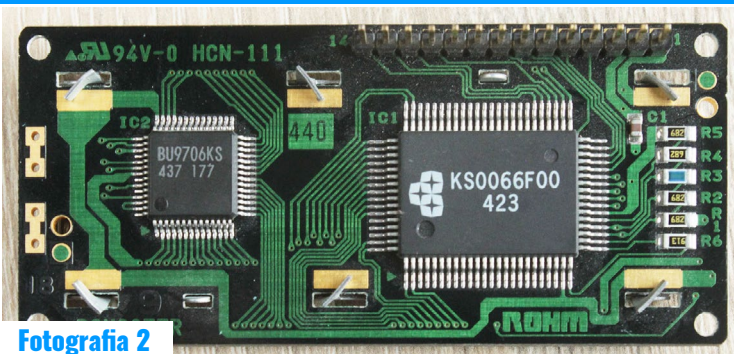
Fotografia 1

(jak przykładowo KS0066, **fotografia 2**). Jego elastyczność (sprzętowa modułu LCD) pozwala na obsługę wyświetlaczy jedno- lub dwuwierszowych z maksymalnie czterdziestoma znakami w jednym wierszu. Do tego dochodzi dodatkowa elastyczność w oprogramowaniu (kolejne możliwości kompilacji warunkowej bazujące na dyrektywie `#ifdef`) dając wręcz potężne narzędzie. Zanim zagłębimy się w rozwiązania w warstwie oprogramowania, koniecznością jest zapoznanie się „ze sprzętem” modułów LCD.

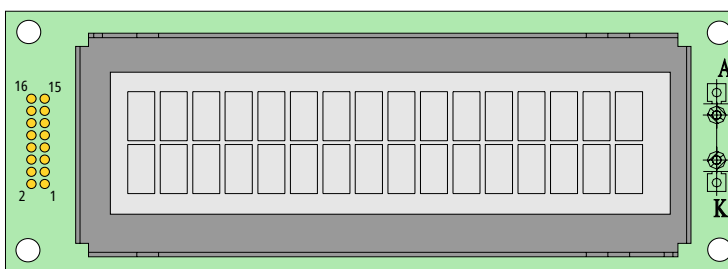
Przyłącze modułu LCD

Sama obsługa modułu wyświetlacza wymaga złącza o 14 stykach: dwa do zasilania, jedno do regulacji kontrastu oraz 11 cyfrowych/logicznych sygnałów sterujących (8 z nich to szyna danych do przesyłania kodów znaków oraz poleceń, a 3 sterują operacją zapisu/odczytu). Do tego kompletu dochodzą jeszcze dwa przeznaczone do podświetlenia (technologia LCD nie emituje światła i bazuje na świetle odbitym – w warunkach słabego oświetlenia wymaga podświetlenia). To doprowadziło do ustanowienia standardu 16-pinowego. Samo złącze (16-pinowe) występuje w dwóch wariantach: dwurzędowego (**rysunek 3, fotografia 4**, gdzie przy określonym ustawieniu można dostrzec na matrycy LCD pola znakowe – jest to wyświetlacz dwuwierszowy) lub jednorzędowego (**rysunek 5, fotografia 6**). Znaczenie styków o tym samym numerze w obu przypadkach jest identyczne. Ich funkcja jest następująca:

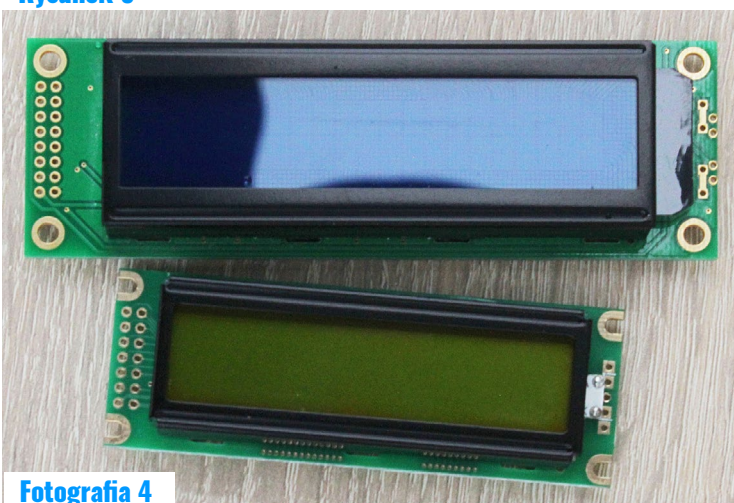
- pin 1 – *GND* – potencjał odniesienia (masa),
- pin 2 – *VDD* – zasilanie wyświetlacza (+5V),
- pin 3 – *VO* – napięcie kontrastu jako napięcie analogowe,
- pin 4 – *RS* – sygnał cyfrowy do wyboru rejestru (Register Select) jako: RS=1 oznacza operację dotyczącą rejestru danych, RS=0 oznacza operację dotyczącą rejestru poleceń,
- pin 5 – *RW* – sygnał cyfrowy (Read/Write) informujący moduł, czy dana operacja dotyczy zapisu do modułu czy odczytu z modułu (RW=0 oznacza zapis),
- pin 6 – *E* – sygnał wyboru (Enable) aktywujący operację zapisu lub odczytu (stanem



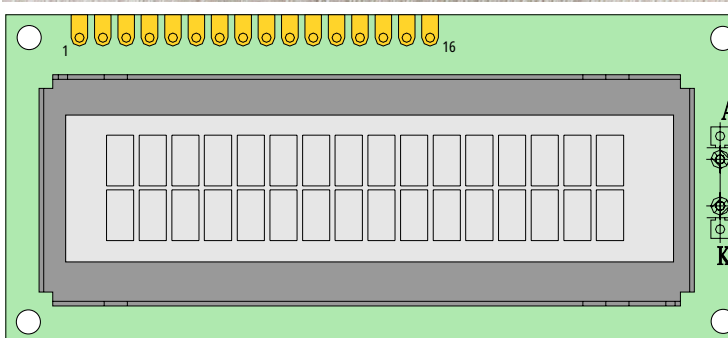
Fotografia 2



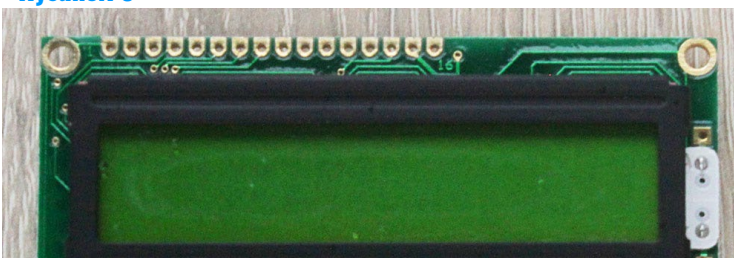
Rysunek 3



Fotografia 4



Rysunek 5



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

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



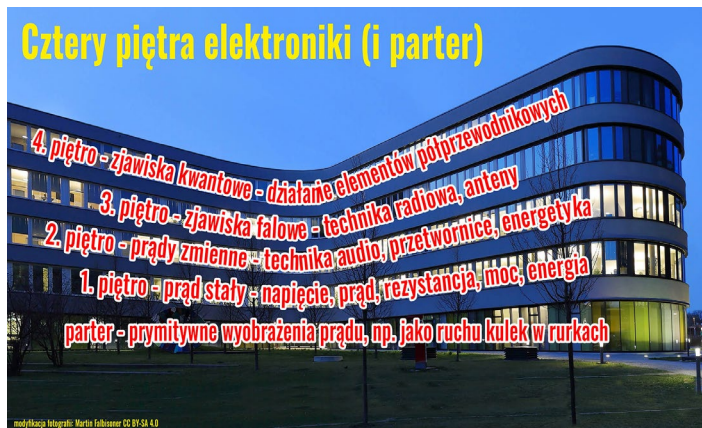
Podstawowe zjawiska falowe

Poniższy artykuł też jest częścią Radiowej Oślej Łączki i zapowiada drugi cykl artykułów omawiających te tematy. Wstępnie sygnalizuje kolejne ogromnie ważne zagadnienia. Tylko wstępnie sygnalizuje, ponieważ są one skomplikowane i trudne, a ich dobre zrozumienie wymaga zdecydowanie obszerniejszych wyjaśnień.

Fale i zjawiska falowe
Fluidy czy odkształcenie? Ohm czy Maxwell?

Najważniejsze zjawiska falowe
Sinusoida i nie tylko sinusoida...

W poprzednim artykule serii wspomniałem, że w ramach Radiowej Oślej Łączki trzeba omówić trzy najważniejsze kwestie. Do tej pory omówiłem tylko jedną: zawsze *bezzprzewodowy transfer energii elektrycznej*. Właśnie ten poprzedni artykuł, zatytułowany W oczekiwaniu na Zweisteina i Dreisteina, zawierał mocne argumenty, że to bezzprzewodowe przekazywanie energii dotyczy także prądu stałego. Do omówienia pozostają dwie ogromnie ważne kwestie: **zjawiska falowe** oraz **problem dopasowania**. W tym artykule zajmę się głównie zjawiskami falowymi, natomiast różnymi aspektami kwestii dopasowania zajmiemy się później.





Fotografia 1

Fale i zjawiska falowe

Temat fal i zjawisk falowych jest bardzo obszerny, a szczegóły są trudne. W codziennym życiu z falami mamy do czynienia zawsze i wciąż. Choćby w postaci fal akustycznych, dźwiękowych oraz w postaci fal świetlnych. Fale mechaniczne, w tym dźwiękowe pokazują, że chodzi o drgania, co z jednej strony jest jak najbardziej prawdziwe, ale też pod pewnym względem wprowadza w błąd.

Co ważne w tym artykule, w szkole jesteśmy uczeni, że światło to fala elektromagnetyczna. Tak, ale w praktyce określenie „fala elektromagnetyczna” kojarzy się nam przede wszystkim z falami radiowymi. Falami radiowymi, rozumianymi jak cykliczne, okresowe zmiany pola elektrycznego i magnetycznego. Cykliczne, a konkretnie sinusoidalne.

Fale elektromagnetyczne, mniej czy bardziej utożsamiane z falami radiowymi, kojarzymy też z antenami. Jednak elektryczności i prądu elektrycznego z falami nie kojarzymy. Mamy utrwalone wyobrażenie, że fale radiowe to coś zupełnie innego, niż prąd elektryczny i że anteny są przetwornikami. W świadomości większości z nas pokutuje zupełnie fałszywe przekonanie, że anteny są przetwornikami, że anteny nadawcze „zamieniają prąd na fale elektromagnetyczne”, a anteny odbiorcze zamieniają „fale radiowe na prąd”. Takie wyobrażenie mocno przeszkadza i wprowadza w błąd.

Fluidy czy odkształcenie? Ohm czy Maxwell?



Fotografia 2

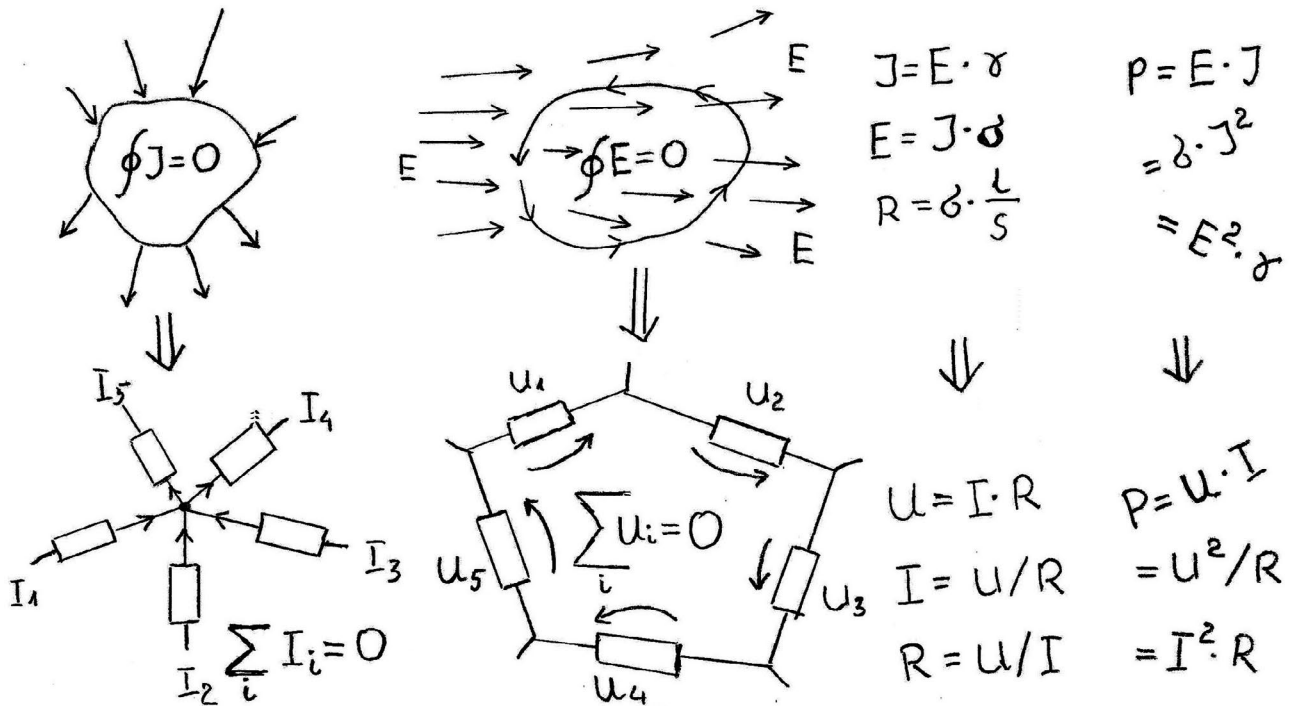
fluidom oraz pracom G. S. Ohma (fotografia 1). Także i później, w czasach Maxwella (fotografia 2), powszechnie uważano, że podstawą elektryczności jest przepływ w przewodach niewidocznych fluidów (szklanego i żywicznego), ewentualnie jednego fluidu według wyobrażeń Beniamina Franklina. I wydawało się wręcz oczywiste, że przepływ fluidu elektrycznego przenosi też energię.

Sytuację nieco skomplikowało upowszechnienie w roku 1820 przez Oersteda informacji, że przepływ prądu elektrycznego powoduje odchylenie igły kompasu. Już to mogło nasuwać niepokojący wniosek, że coś tu nie gra i że energia potrzebna do odchylenia igły magnesu przekazywana jest bezprzewodowo. Te zagadnienia próbował dokładniej zbadać w latach 30. samouk Michael Faraday, który z uwagi na brak matematycznego wykształcenia wprowadził osobliwą koncepcję „linii sił” (*lines of force*). I to on w sumie wprowadził pojęcie czegoś takiego jak pole magnetyczne i pole elektryczne.

W połowie XIX wieku eksperymentami i dziwną koncepcją Faradaya zainteresował się, bardzo dobrze wykształcony i zdolny, uczony James Clerk Maxwell. Maxwell przedstawił i opisał dziwną koncepcję Faradaya w sposób matematyczny. Przedstawił 20 równań (różniczkowych, cokolwiek to tak naprawdę znaczy), które opisywały elektryczność – między innymi wzajemne zależności między polem elektrycznym i magnetycznym.

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

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



Teoria pola kontra elektrotechnika?

Ten artykuł to próba uzupełnienia serii artykułów Piotra Góreckiego, który materiałem o Zweisteinie i Dreisteinie zamyka wstęp do Radiowej Oślej Łączki. Poniższy materiał zawiera próbę powiązania klasycznych wyobrażeń i najważniejszych wzorów z elektrotechniki z maxwellowską teorią pola.

Czy istnieje graniczna częstotliwość „przewodowa”?

Przykład: czy każdy kabel HDMI jest długi?

Odpowiedniki praw elektrotechniki drucikowej...

I prawo Kirchoffa

Podstawą elektrotechniki „drucikowej” są: pierwsze i drugie prawo Kirchoffa, prawo Ohma i prawo Joule’a. Równocześnie podstawowe wielkości elektrotechniki to: prąd, napięcie, rezystancja i moc. Przechodząc do ujęcia „polowego” zdajemy się o tym zapominać, co robi wrażenie, że to oddzielna teoria.

Zadajmy pytanie: czy w teorii pola elektromagnetycznego są odpowiedniki wyżej wymienionych praw i wielkości. Jeśli takie znajdziemy, ułatwi to płynne przejście między tradycyjną elektrotechniką i teorią pola elektromagnetycznego.

II prawo Kirchoffa

Prawo Ohma

Prawo Joule’a

Czy istnieje graniczna częstotliwość „przewodowa”?

Ale kiedy właściwie jesteśmy zmuszeni do porzucenia elektrotechniki „drucikowej” i posługiwanie się teorią pola?

Odpowiedź jest prosta. Wtedy, kiedy obu końców drutu (przewodu lub ścieżki na płytce PCB) nie możemy traktować jako tego samego punktu, tego samego węzła obwodu elektrycznego. A ma to miejsce wtedy, kiedy długość fali elektromagnetycznej jest porównywalna z fizycznymi rozmiarami obwodu. I dlatego rozgraniczeniem jest częstotliwość z jaką mamy do czynienia. Rozmiary obwodu „są jakie są”.

A z czym wyższymi częstotliwościami musimy się zmierzyć, tym krótsza jest długość fali elektromagnetycznej. Oczywiście, wiąże się to z szybkością propagacji "informacji" w ramach rozważanego obwodu. I to obojętne, czy w grę wchodzi fizyczne rozmiary płytki PCB, długości drutów, czy ścieżek łączących poszczególne elementy, czy wtedy kiedy mamy do czynienia z dłuższym kablem, który nazwiemy linią transmisyjną.

A to wszystko wiąże się z najbardziej fundamentalnym ograniczeniem przyrody i świata, w którym żyjemy. Oczywiście z prędkością światła. Otóż „c” to nie tylko prędkość światła w próżni – „c” to jedna z fundamentalnych stałych naszej przyrody.

A jedną z jej cech (owszem, najbardziej charakterystyczną, ale tylko „jedną z”) jest to, że prędkość fali elektromagnetycznej w próżni wynosi właśnie $c=299\,792\,458$ m/s.

I aktualnie jest to wartość absolutnie dokładna, co może czasem dziwić. Przyczyna jest bardzo prosta. Na ile ta wartość była niedokładna gdy ją mierzono, to teraz „na tyle niedokładny” jest odcinek przestrzeni zdefiniowany jako jeden metr. Ale nie to jest ważne w tym artykule.

Wyjaśniłem, dlaczego rozgraniczeniem między dwiema pozornie niezależnymi teoriami elektryczności jest częstotliwość przebiegów, z którymi mamy do czynienia. Pod słowo „przebiegów” możemy wstawić: U, I, E, H lub B. Najważniejszym jest fakt, że nie ma ostrej granicy między teorią polową i elektrotechniką drucikową. A jeśli nie ma ostrej granicy, to nie ma wcale granicy!

Podstawowym argumentem, który zmusza nas do przejścia między jedną a drugą teorią jest fakt, czy elementy możemy traktować jako „elementy o stałych skupionych”, czy ujawniają się już mankamenty takiego podejścia. A problem niekoniecznie dotyczy skrajnych przypadków, które nazywamy prądem stałym (czy niskiej częstotliwości) i klasycznych obwodów w.cz, którymi posługuje się głównie technika antenowa. Przywołajmy, jeszcze w charakterze wstępu, inny przykład.

Przykład: czy każdy kabel HDMI jest długi?

W każdym domu znajdziemy (niejeden) kabel HDMI. To już standard łączenia telewizora czy monitora z różnymi „przystawkami”. Wydaje się, iż jakąś tajemnicą owiane są podstawowe wielkości i kwestie: jak tu przesyłana jest fonia, a jak sygnał wizji? Czy nadal jest rozgraniczenie na lumi-

Ale teraz też nie o to chodzi. W specyfikacji standardu HDMI odczytamy, że szybkość transmisji przekracza (w wersji HDMI 1,3) 10 Gbps. Czyli 10 miliardów bitów w ciągu jednej sekundy. Co prawda (trzeba uczciwie dodać), że to nie po jednym drucie. Także pasmo częstotliwości jest zaskakująco wąskie, jak na tak szybki transfer danych. To znaczy, że „w jednym hercu” pasma, przesyła się co najmniej kilka bitów na sekundę.

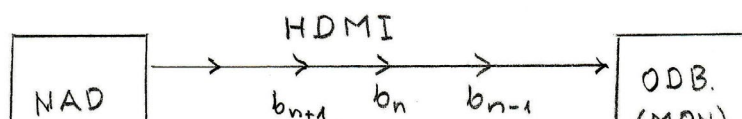
Jak to możliwe? Jak „oni” to zrobili? To bardzo ciekawa sprawa z czysto matematycznego punktu widzenia. To bardzo interesujące tematy, zasługujące na wieloczęściowe opracowania. To samo „dzieje się” w eterze, gdy oglądasz telewizję. Oczywiście cyfrową, bo innej już nie ma. Tak fantastyczne osiągnięcia przechodzą praktycznie bez echa, a w spojrzeniu „ogólnospołecznym” są w ogóle niedoceniane i lekceważone, bo na (niemal) wszystko patrzymy z punktu widzenia ekonomii.

Mnogość opcji standardu HDMI sprawia, że zanim rozpocznie się właściwa transmisja danych, urządzenia muszą się najpierw dogadać, co do szczegółów tej transmisji. Ale ta kwestia wchodzi w zasadzie bardziej na grunt informatyki. Ja wracam do głównego wątku tego artykułu.

Jeden gigaherc, to inaczej króciutki odcinek czasu – 1 nanosekunda. Światło przebędzie wtedy zaledwie 30 cm. To w próżni. Fala elektromagnetyczna w kablu, mniej więcej – 2/3 tego, czyli „circa about” 20 cm. Teraz chciałoby się powiedzieć: jak powolne jest to światło! Powolne nie tylko względem odległości międzygalaktycznych, ale i względem wielkości mojego stolika pod telewizorem. To jak to w końcu jest: czy ta prędkość światła jest ogromna, czy wręcz przeciwnie?

Zależy, jak na to patrzymy. Czyli wszystko jest względne. Ale ważniejsze jest inne pytanie. Czy w tym kablu płynie prąd, czy przesyłane jest napięcie, czy propaguje fala elektromagnetyczna? Powiedzieliśmy wyżej – nie ma ostrej granicy, czyli nie ma wcale granicy! I nie ma żadnej sprzeczności między jednym i drugim poglądem.

Bardziej ostrą granicę stanowi tak różne podejście do „obu teorii”, a my chcemy to połączyć. I dlatego zapytamy, czy znajdziemy w teorii pola odpowiedniki obu praw Kirchhoffa, Ohma i Joule’a?



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

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

Skrzynka pytań i odpowiedzi

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



Jaki miernik RLC kupić? A jakiego nie kupować?

Szanowny Panie Piotrze, dziękuję Panu za treści i formę w jakiej uczy Pan innych (w tym mnie) elektroniki. Pytanie: jaki miernik LCR warto kupić na Aliexpress? Ewentualnie dlaczego nie. (...)

Temat jest szeroki. Nie ma jednej prostej odpowiedzi, a decyzja zależy głównie od zasobów finansowych. Problem w tym, że **do różnych zastosowań optymalne są inne sposoby pomiaru i inne przyrządy. Nie ma jednego idealnego miernika LCR.** Ogólnie biorąc – czym droższy miernik RLC, tym lepsze ma parametry, a przynajmniej powinien mieć lepsze parametry. Ale są różne wyjątki.

Najprostszy jest pomiar **rezystancji** przy prądzie stałym: do tego nie trzeba miernika LCR. Wystarczy sensowny multimetr oraz metoda techniczna. Trudniej mierzyć rezystancję przy przebiegach zmiennych, w tym impulsowych, na przykład rezystancję wewnętrzną kondensatorów, oznaczaną ESR.

Jeżeli chodzi o **pojemność**, to jest kilka metod jej pomiaru. Wszystkie metody pomiarowe mają jakieś ograniczenia, wady, ale też jakieś zalety.

Najtrudniejszy okazuje się pomiar **indukcyjności**. I to nie tylko pomiar, ale też fakt, że indukcyjność większości cewek nie jest stała, lecz zależy od warunków pracy. Indukcyjność zawsze jest połączona (w szereg)

z rezystancją i ta rezystancja to nie tylko zmierzona przy prądzie stałym rezystancja drutu uzwojenia. Rezystancja cewki zależy od kilku czynników, m.in. od częstotliwości i wielkości prądu cewki. Pomiar indukcyjności najczęściej nie jest dokonywany w warunkach takich, w jakich ta cewka realnie pracuje, więc wynik prawie zawsze odbiega od rzeczywistości.

Temat pomiaru parametrów RLC okazuje się ogromnie szeroki i w ZE będę stopniowo omawiał rozmaite aspekty tego niełatwego zagadnienia. Szczerze mówiąc, należałoby zacząć od pytania, kto i do czego potrzebuje miernika LCR (RLC).

Ale pytanie jest konkretne: *jaki miernik kupić, a jakiego nie, i dlaczego?* I ma to być zapewne niedrogi, przyrząd ze sklepów Aliexpress. Zapewne ma to być w miarę uniwersalny miernik dla amatora.

Na rynku jest mnóstwo tańszych i droższych przyrządów mierzących LCR, ale **każdy hobbysta powinien mieć w swojej pracowni uniwersalny tester elementów, który także mierzy parametry LCR.**

Uniwersalne testery elementów są bardzo interesującymi przyrządami, a co ważne, potrafią też mierzyć rezystancję, pojemność i indukcyjność. Na rynku dostępnych jest mnóstwo odmian i wersji. Najpopularniejsze z dotychczasowych wersji są pokazane na powyższej **fotografii tytułowej**.

Wszystkie one mają bardzo podobną konstrukcję i identyczną zasadę działania. Wykorzystany jest w nich mianowicie mikrokontroler z rodziny ATmega i możliwości oferowane przez poszczególne jego piny. Liczne interesujące i zaskakujące szczegóły omawiam w oddzielnym artykule **Uniwersalne testery elementów**.

Podkreślam, że na fotografii tytułowej pokazane są najpopularniejsze wersje, w większości te stare, znane od lat, których absolutnie nie polecam.

Co prawda mają one najniższą cenę, bo można je kupić za mniej niż 50 złotych, ale to pozorna oszczędność, z kilku powodów – między innymi z uwagi na źródło zasilania. **Zdecydowanie nie polecam jakichkolwiek wersji zasilanych ewidentnie już przestarzałą baterią 9-woltową!**

Na fotografii tytułowej widać też nowsze wersje, godne polecenia, zasilane wbudowanym akumulatorem litowym. Niektóre takie wersje widoczne są na **fotografii 1**. Kosztują około 100 złotych lub trochę więcej.

Na **fotografii 2** pokazana jest jedna z najnowszych, ale i najdroższych wersji, oznaczona MTT-V1. Ja niedawno zamówiłem ją w związku z tym artykułem. Jak pokazuje **rysunek 3**, regularna cena to prawie 130 złotych, a z niewielką zniżką zapłaciłem nieco ponad 120. Zamówiłem też wersję LCR-P1.

Dlaczego proponuję zakup takich najdroższych wersji?

Szczegóły są wyjaśnione w artykule **Uniwersalne testery elementów**. Najprościej biorąc, w kolejnych wersjach takich testerów nie zmienia się zasada



Fotografia 1

Do wysyłki

Zamówienie złożono dnia: 29 sty 2025

Numer zamówienia: 3049224234911189 [Kopiuj](#)

Szczegóły zamówienia

SHXZ Online Store >



Rysunek 3

Wysokiej jakości nowy miernik...

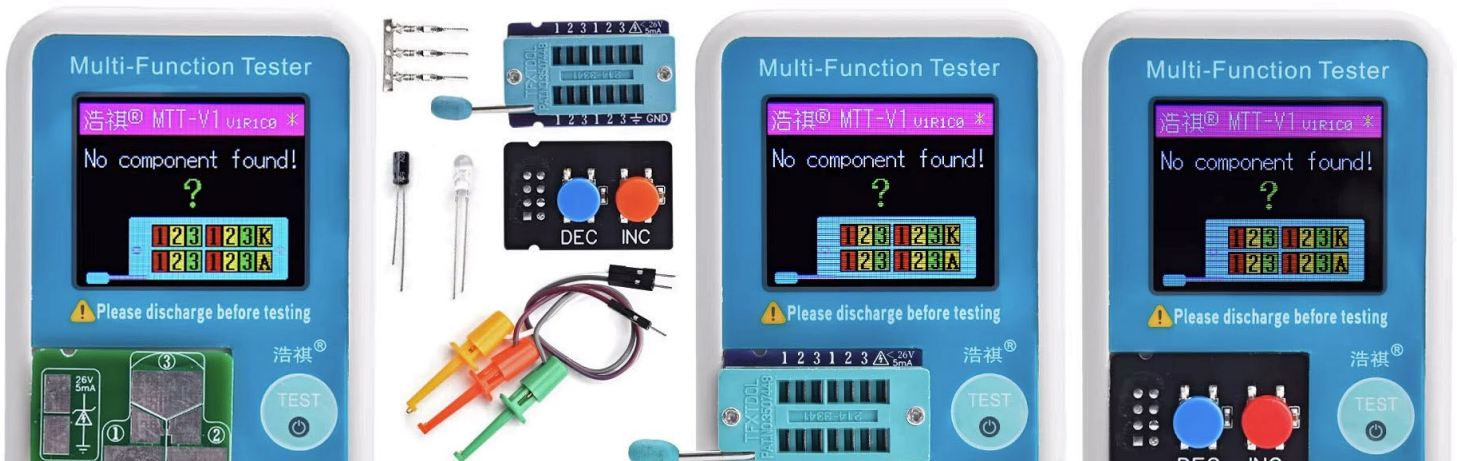
MTT-V1

128,19 zł x1

Darmowe zwroty produktów ·
Gwarancja dostawy

Suma:121,50 zł

Edytuj adres



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

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

ZROZUMIEĆ **E**LEKTRONIKĘ z Piotrem Góreckim

ZE 4/2025

piotr-gorecki.pl



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

Redaktor Naczelny: Piotr Górecki

e-mail: kontakt@piotr-gorecki.pl

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

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

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