To historyczne wydanie - musisz je mieć
12 najciekawszych projektów z całego świata

ELEKTRONIKA dla wszystkich

nr 4/2022 (315) • kwiecień • www.elportal.pl

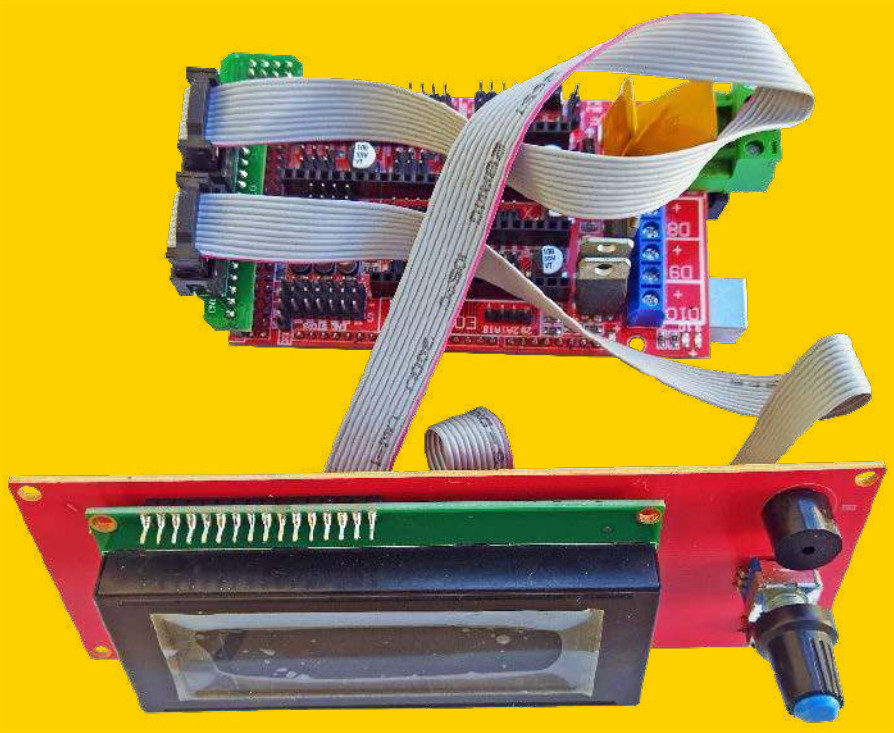
DIY PLUS
tylko dla prenumeratorów

Wyjątkowo czuły magnetometr

PROJEKTY dla elektroników
- Jednoczipowy mini wzmacniacz stereo 2×5 W
- Stroboskop imprezowy
- Killer szumów usznych i bezsenności
- Frezarka CNC (4)

DIY dla wszystkich
- Liniowa regulacja prędkości silnika DC
- Sterowanie urządzeniami IoT za pomocą myśli
- Bezprzewodowy ściemniacz światła oparty na gestach dłoni
- Prosta solarna lampa dzienna oparta na słonecznym pozyskiwaniu energii
- Aktywowany głosem system automatyki domowej dla pacjentów obłożnie chorych
- Zrób swój własny koncentrator tlenu oparty na Arduino

TUTORIALE
- Zasilacze niskopoziomowe w urządzeniach audio (1)
- Przełączniki mocy MOSFET (1)
- Zasilanie do twojego projektu (1)
- Szkoła konstruktorów



16,90 zł (w tym 8% VAT)
ISSN 1425-1698 Indeks 33362X
9 771425 169221 04

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe
www.thingiverse.com/thing:486983
sklep.avt.pl

Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl
Miejsca dla specjalistów

FIRMA PIEKARZ
CZĘŚCI ELEKTRONICZNE
przełączniki
półprzewodniki
złącza
przekaźniki
radiatory
obudowy
i wiele więcej...
www.piekarz.pl

OLED
artronic
OPTOELEKTRONIKA
www.artronic.pl

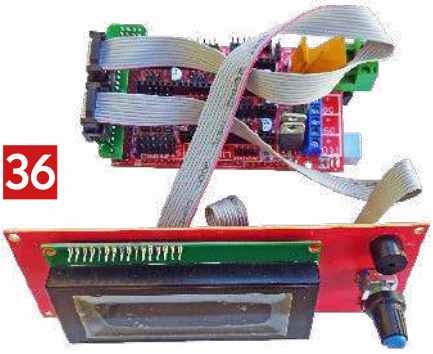
eprasa.pl 59bae33604

ELEKTRONIKA dla wszystkich

kwiecień 2022 • 04 (315)

18

91



36

28

Projekty dla elektroników:

Wyjątkowo czuły Magnetometr 6
Jednoczipowy mini wzmacniacz stereo 2×5 W 18
Stroboskop imprezowy 22
Killer szumów usznych i bezsenności 28
Frezarka CNC, część 4 36

Tutoriale:

Zasilacze niskopoziomowe w urządzeniach audio, część 1 39
Przełączniki mocy MOSFET, część 1 44
Zasilanie do twojego projektu, część 1 49
Szkoła Konstruktorów 56
Jak to działa 68

DIY dla wszystkich:

Liniowa regulacja prędkości silnika DC 70
Sterowanie urządzeniami IoT za pomocą myśli 73
Bezprzewodowy ściemniacz światła oparty na gestach dłoni 76
Prosta solarna lampa dzienna oparta na słonecznym pozyskiwaniu energii 78
Aktywowany głosem system automatyki domowej dla pacjentów obłożnie chorych 82
Zrób swój własny koncentrator tlenu oparty na Arduino 85

DIY PLUS 90

Rubryki stałe:

Od wydawcy 3
Poczta 4
Prenumerata 89

eprasa.pl 59bae33604

Przełom

Czas na zmiany. Chciałoby się powiedzieć, że od tego wydania Elektronika dla Wszystkich jest „ta sama, ale nie taka sama". Starsi Czytelnicy pamiętają to hasło z czasów PRL, gdy po kolejnych „błędach i wypaczeniach" odnawiano oblicze Partii. W liczącej ponad ćwierć wieku historii EdW było wiele modyfikacji, zmian graficznych, itp. Tym razem dokonujemy zmiany przełomowej, przestawiamy EdW na nowe tory, by mogła istnieć i rozwijać się kolejne dziesiątki lat. Wszyscy wiemy jak poważnym zagrożeniem dla prasy papierowej stał się Internet. A jednak w segmencie prasy „special interest", skierowanej do niszowych targetów czytelniczych, wiele tytułów prosperuje bardzo dobrze, a niektóre nawet rozwijają się i zwiększają swój zasięg. Kluczem do wyjaśnienia tego fenomenu jest słowo **jakość**.

W czasopiśmie papierowym odpowiedzialność za słowo jest nieporównywalnie większe niż w serwisie internetowym. Co na papierze napisane i toporem nie wyrąbiesz, a w Internecie przeczytany przed chwilą tekst, już jutro może być radykalnie zmieniony lub usunięty.

Większa odpowiedzialność za słowo implikuje wyższą jakość artykułów i większe zaufanie Czytelników. Wydawca czasopisma specjalistycznego może się nie obawiać konkurencji Internetu, jeśli uświadomi sobie te przewagi i właściwie zdefiniuje jakie potrzeby Czytelników jego czasopismo ma zaspokajać. To kluczowe pytanie, na które my mamy jasną odpowiedź:

W Internecie dowiesz się **wszystkiego, co chcesz wiedzieć,**
a w czasopiśmie dowiesz się **co powinieneś wiedzieć.**

W Internecie jest wszystko. Są tysiące projektów i tutoriali dla elektroników zaawansowanych i początkujących. Przez 100 lat nie opublikujemy w EdW tyle materiału, ile w jeden dzień można znaleźć w Internecie. Stąd wynika prosty wniosek dla wydawcy. Elektronika dla Wszystkich powinna spełniać funkcję selekcjonera, podobną do roli coacha w klubie piłkarskim, który ciągle poszukuje na całym świecie najlepszych piłkarzy na jakich stać klub i bezustannie dokonuje ich selekcji. Można to w skrócie ująć hasłem:

Globalizacja + Selekcja

EdW ma być dla Czytelników przewodnikiem po najlepszych na świecie projektach i tutorialach dla elektroników i pasjonatów DIY. To jest nasza misja. Jak ją realizujemy? Tak samo jak coach klubu piłkarskiego, tj.:
– przez współpracę z innymi klubami, czyli redakcjami podobnych do EdW czasopism z całego świata.
– przez współpracę bezpośrednią z autorami z całego świata.

EdW składa się z trzech sekcji tematycznych:

Projekty dla elektroników,
DIY dla wszystkich,
Tutoriale.

Projekty dla elektroników pochodzą z renomowanych czasopism z kilku kontynentów. Licencja na te artykuły daje nam gwarancję, że publikujemy projekty sprawdzone przez współpracujące z nami redakcje, jest to gwarancja jakości.

DIY dla wszystkich opiera się nie tylko na współpracy z redakcjami, ale też na współpracy bezpośredniej z autorami. Są to projekty wybierane z tysięcy artykułów publikowanych w Internecie, zwykle na stronach open source. W uzgodnieniu z autorami publikujemy pełne wersje ich projektów DIY w serwisie Elportal.pl. Skróty najbardziej interesujących projektów prezentujemy na łamach EdW w rubryce **DIY dla wszystkich**.

Projekty DIY nie wymagają od konstruktora solidnej wiedzy elektronicznej. Opierają się głównie na kodowaniu płytek Arduino i Raspberry Pi. Ten nurt realizacji pasji konstruktorskich rozwija się burzliwie w ostatnich latach.

Wybór projektów DIY do publikacji nie jest łatwym zadaniem. Trudno zdefiniować kryteria takiej selekcji. Dlatego na Elportalu publikujemy znacznie więcej projektów DIY, niż jesteśmy w stanie zaprezentować w EdW. Nasz internetowy zbiór tych projektów, nazwany **DIY plus**, jest dostępny wyłącznie **dla prenumeratorów EdW**. Po upływie kilku miesięcy od daty wprowadzenia do zbioru **DIY plus**, te projekty są otwierane dla wszystkich użytkowników Elportalu. Jak widzimy, rubryka DIY funkcjonuje na zasadach synergii czasopisma ze stroną internetową.

Trzecia sekcja EdW, pod nazwą **Tutoriale**, zawiera teksty autorskie wybitnych popularyzatorów wiedzy, której łakną adepci elektroniki. Mamy tu zarówno autorów zagranicznych jak i krajowych, wśród których prym wiedzie Wasz ulubiony autor, wieloletni Redaktor Naczelny EdW – Piotr Górecki.

Tyle podstawowych zmian w EdW. Stały się one możliwe dzięki inspirującej współpracy z redaktorami czołowych na świecie czasopism dla elektroników.

Za to wsparcie szczególnie wdzięczny jestem Redaktorom Naczelnym najlepszych czasopism na trzech kontynentach (Europa, Australia, Azja):
– Matt Pulzer (**Practical Electronics** – UK),
– Nicholas Vinen (**Silicon Chip** – Australia),
– Raul Chopra (**Electronics For You** – Indie).

Jeszcze jedna bardzo ważna uwaga. Nie z lenistwa i nie dla oszczędności wszystkie schematy elektryczne i blokowe w artykułach autorów zagranicznych pozostawiamy w wersji oryginalnej. Przerysowywanie schematów zgodnie z polskimi normami nie ma sensu, bo polski elektronik, jeśli chce się rozwijać, musi umieć czerpać wiedzę fachową ze źródeł anglojęzycznych. Nie istnieje elektronika polska, jest tylko elektronika światowa, dostępna w języku angielskim.

Choć jestem pewny, że dobrze odczytujemy znaki czasu i zmiany w EdW idą we właściwym kierunku, to jednak z drżeniem serca czekam na reakcje Czytelników.

Proszę o listy pod adresem **info@elportal.pl**.

Prof. Wiesław Marciniak

PS Będę też bardzo wdzięczny tym Czytelnikom, którzy zechcą wypełnić opublikowaną na Elportalu.pl ankietę z pytaniami o stopień zainteresowania poszczególnymi artykułami w tym wydaniu EdW. Twoje oceny będą dla nas istotną wskazówką w jakich kierunkach należy rozwijać tematykę EdW.

eprasa.pl 59bae33604

Poczta

edw@elportal.pl

W rubryce „Poczta" zamieszczamy fragmenty Waszych listów oraz nasze odpowiedzi i komentarze. Prosimy o listy dotyczące bieżących wydań EdW, a także o listy z Waszymi komentarzami, propozycjami, problemami, pytaniami, oczekiwaniami względem nas, z propozycjami tematów do opracowania, itp. Autorzy najciekawszych, wartościowych listów otrzymują upominki, najczęściej w postaci drobnych kitów AVT. Piszcie do nas, bardzo cenimy Wasze listy, choć nie wszystkie prośby możemy zrealizować.

Szanowna Redakcjo

Z zainteresowaniem przeczytałem artykuł „Generator nanosekundowy" z ostatniego numeru EDW (3/2022). Podany w artykule przykład badania odbić w przewodzie można wykorzystać również np. do pomiaru długości przewodu a także, co zapewne będzie bardziej przydatne, do diagnozy uszkodzeń przewodów – oszacowania miejsca przerwy lub zwarcia co, po przeczytaniu artykułu natychmiast sprawdziłem na kilku kablach różnego typu. W artykule brakło kilku informacji potrzebnych do takich obliczeń. Upraszczając nieco zagadnienie można powiedzieć, że fala elektromagnetyczna ulega „skróceniu" przy propagacji w dielektryku izolującym żyły przewodu. Współczynnik skrócenia „k" jest ściśle związany z przenikalnością dielektryczną względną materiału izolatora i jest równy odwrotności pierwiastka z przenikalności:

$$k = \frac{1}{\sqrt{(Er)}}$$

(jeśli założyć że materiał nie jest magnetyczny i μr=1, co w praktyce ma miejsce).

Na podstawie informacji zebranych z internetu dla typowych tworzyw stosowanych na izolacje przenikalność względna Er to:

– polietylen PE: 2,0÷2,3

– polietylen spieniony: 1,3÷1,6

– teflon: 2,1

– polwinit (PVC): 3,0÷3,5

Aby określić długość przewodu, połowę zmierzonego oscyloskopem czasu propagacji impulsu mnożymy przez prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej w próżni (czyli prędkość światła „c") oraz współczynnik skrócenia „k":

$$L = 0,5 \cdot t \cdot c \cdot k$$

Niestety producenci kabli na ogół nie podają dokładnych danych dla użytych materiałów więc tak wykonane obliczenia należy traktować raczej jako szacunki niż pomiary o dokładności laboratoryjnej.

Przykład: zbadałem w ten sposób zwykły przedłużacz o zmierzonej miarką długości 31,99 m i izolacji PVC. Zmierzone t=409 ns (oscylogram w załączniku). Dla Er=3,5 obliczona długość to 33,26 m a więc błąd wynosi 2,43% ale dla wartości 3,0 błąd przekracza 10%.

Zastanawiam się więc czy dostępne w handlu przyrządy do diagnostyki kabli i przewodów (te mierzące długość przewodu czy wskazujące miejsce uszkodzenia) wykorzystują zjawisko odbicia czy może jakąś inną, lepszą metodę. W końcu skąd taki przyrząd może znać rodzaje materiałów zastosowanych w badanym przewodzie? Czy możecie coś na ten temat napisać w kolejnych numerach EdW?

Pozdrowienia dla redakcji i czytelników

Tomasz Sukiennik

Szanowny Panie Redaktorze,

Jestem 81-letnim emerytem, inżynierem elektrykiem-automatykiem. Jestem długoletnim prenumeratorem (735) „Elektroniki Praktycznej", a także „Elektroniki dla Wszystkich". Zawsze, odkąd pamiętam kupowałem czasopisma techniczne (w latach 40.–50. były to: „Horyzonty Techniki", „Młody Technik", „Radioeketronik" a także „Problemy"). Zawsze starałem się śledzić postęp i rozwój techniki, w tym elektroniki. Z wielką ciekawością staram się poznać dyskusje prowadzone z czytelnikami przez Pana, na łamach Poczty w EdW. Szczerze gratuluję zarówno Panu jak i gronu młodych czytelników odwagi do próby rozwiązywania, nie zawsze oczywistych problemów wynikających z istniejących zjawisk fizycznych. Z przerażeniem śledzę przygotowania tegorocznych maturzystów do egzaminu końcowego, w szkole średniej, w której nie ma zajęć z fizyki.

Studiując na Wydziale Elektrycznym Politechniki Śląskiej w Gliwicach w latach 1959–64 miałem szczęście słuchać wykładów od Podstaw elektrotechniki u pana Prof. Stanisława Fryzego, z metrologii u pana Prof. Edmunda Romera, z maszyn elektrycznych u pana Prof. Antoniego M. Plamitzera. Pamiętam jak na III roku podczas wykładu z maszyn elektrycznych pan Prof. A.M. Plamitzer przedstawił nam następujący problem:

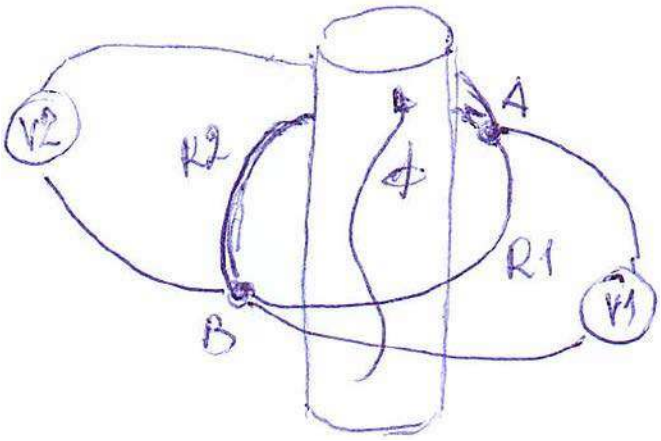
Wyobraźmy sobie obwód magnetyczny (jak na rysunku 1), przez który przenika zmienny strumień magnetyczny Φ, taki że:

$$\frac{E}{z} = \frac{d\Phi}{dt} = \frac{3V}{z}$$

przyjmijmy że na obwodzie zamontowano uzwojenie w postaci jednego zwoju zwartego. Zwój ten, jednak złożony jest z dwóch różnych materiałów, o różnych opornościach R1 i R2. Dla uproszczenia przyjmijmy, że: R1=1[Ohm] i R2=2 [Ohm].

Ponieważ z=1, to E=3 V.

W miejscach połączenia materiałów zwoju zwartego dołączono dwa woltomierze V1 i V2, jak pokazano na rysunku 1.



Rysunek 1.

eprasa.pl 59bae33604

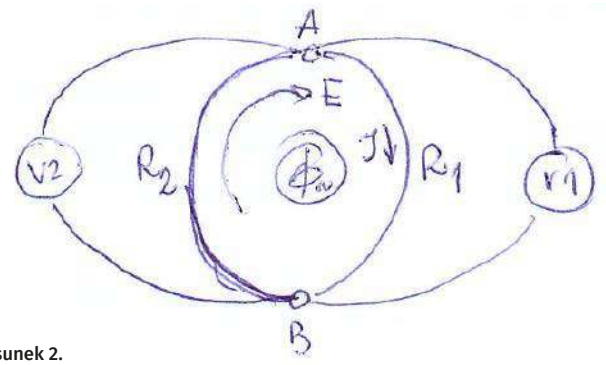
Wyindukowana SEM wyniesie 3 V, a oporność całkowita pierścienia wynosi 3 Ohm, a więc wzbudzona wartość natężenia prądu wyniesie 1 A.

Pytania:

1. *Co pokażą oba woltomierze?*
2. *Czy wskazania będą jednakowe, czy nie? Jeżeli tak, to dlaczego, a jeżeli nie, również dlaczego?*

Rozwiązanie

W rzucie na płaszczyznę nasz obwód wyglądać będzie jak na rysunku 2.

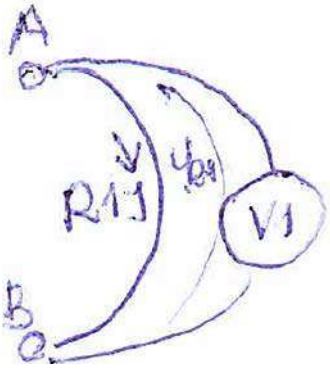


Rysunek 2.

Przystępując do analizy naszego obwodu możemy wyróżnić następujące oczka:

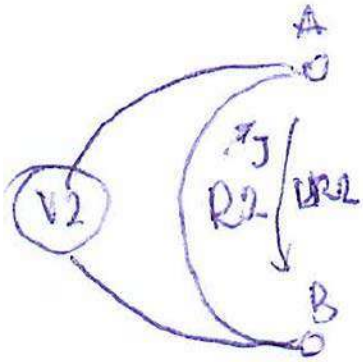
Oczko 1 (zewnętrzne) (A-R1-B-V1)

$$V1 = I \cdot R1 = U_{R1} = 1A \cdot 1\Omega = 1V$$



Oczko 2 (zewnętrzne) (A-R2-B-V2)

$$V2 = I \cdot R2 = U_{R2} = 1A \cdot 2\Omega = 2V$$

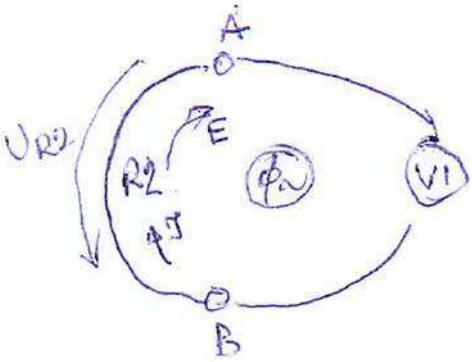


Oczko 3 (wewnętrzne) (A-R2-B-V1), z oczkiem sprzężony jest strumień Φ

$$E - U - V1 = 0$$

$$z\frac{d\Phi}{dt} - I \cdot R2 = V1$$

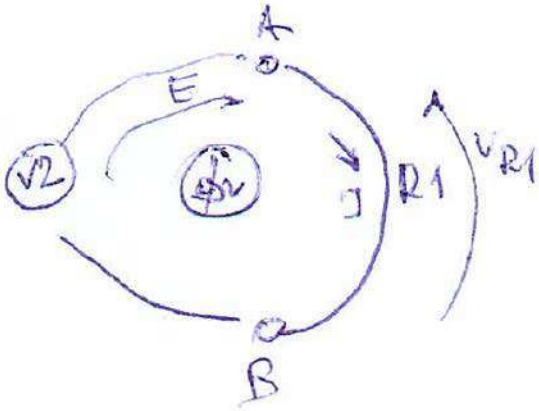
$$V1 = 3V - 1A \cdot 2\Omega = 1V$$



Oczko 4 (wewnętrzne) (A-R1-B-V2), z oczkiem sprzężony jest strumień Φ

$$E - U_{R1} - V2 = 0$$

$$V2 = E - U = 3V - 1V = 2V$$



Odpowiedzi

1. *Woltomierze będą miały różne wskazania, V1 wskaże 1 V, a V2 wskaże 2 V.*
2. *W przypadku silnych pól rozproszonych, konieczne jest uwzględnienie wpływu składowej Lorenza. Elektrycy silnoprądowi – rutyniarze, zapominają o tym zjawisku i może okazać się, że mierzymy nie to co chcemy. Obecnie mamy do czynienia z ładowarkami bezprzewodowymi, czy też transponderami przekazującymi zasilanie bezprzewodowo, a poza tym mamy na co dzień do czynienia z częstotliwościami GHz! Uwaga na pomiary!*

Andrzej Lipczyk

PS Serdecznie pozdrawiam Pana Redaktora. Przesyłam życzenia zdrowia i pomyślności w życiu osobistym. Starajmy się bronić przed rozrastającym się „ciemnogrodem" (zwłaszcza w szkolnictwie).

Red. Co sądzicie o przedstawionym rozwiązaniu zadania? Czy jest prawidłowe?

eprasa.pl 59bae33604

Wyjątkowo czuły **Magnetometr**

Szablony do produkcji PCB i gotowe płytki PCB dostępne są na stronie: https://www.siliconchip.com.au/Shop/?article=11331

Może nie wyglądać jak tradycyjny wykrywacz metali, ale nim jest! Dla metali żelaznych, jego czułość jest równa – lub lepsza – niż niektóre z najlepszych komercyjnych konstrukcji. To urządzenie oparte na magnetometrze może znaleźć żelazne, metaliczne obiekty mniejsze niż główka szpilki.

Najważniejsze cechy:

- Wysoka czułość – wykryje zmiany natężenia pola magnetycznego o około **trzech nanoTesli!**,
- Szybki rozruch (około dziesięciu sekund),
- Całkowita odporność na stacjonarne pola magnetyczne,
- Konstrukcja różnicowa (dwukanałowa) zapewniająca wysoki stopień odporności na "szum" magnetyczny,
- Zasilanie bateryjne 12 V lub zasilanie wtyczkowe 12 V DC,
- Wykorzystuje typowe komponenty,
- Łatwa wstępna konfiguracja (trwa około dziesięciu minut),
- Łatwy w użyciu (sterowany głównie za pomocą pojedynczego pokrętła).

Ten projekt jest istotnie udoskonaloną wersją wcześniejszego detektora, który został opublikowany w Europie ponad dekadę temu. („Elektor", maj 2007). Tamten był opisany jako „niewiarygodnie czuły", ale ten jest znacznie bardziej czuły!

Trzy znaczące ulepszenia w porównaniu z tamtą starszą konstrukcją:

- Dodany został drugi kanał, aby wyeliminować sygnały zakłócające.
- Potrojono liczbę stopni wzmacniających
- Dodano przełącznik przekaźnikowy, podczas gdy starsza konstrukcja miała tylko odczyt LED.

Zaletą dwóch kanałów jest to, że impulsy magnetyczne odbierane przez dwa kanały będą się wzajemnie znosić, podczas gdy te wykryte tylko przez jeden kanał lub z przewagą jednego kanału – uruchomią przekaźnik.

Również zmiany temperatury i zasilania będą miały znacznie mniejszy wpływ. To radykalnie zwiększa stabilność i czułość, szczególnie w przypadku szumów magnetycznych. Zaletą przełącznika przekaźnikowego jest to, że magnetometr można wykorzystać do przełączania urządzeń. Ten przyrząd nie służy jedynie, aby przynieść Ci bogactwo... na przykład, może uruchomić zdalny alarm, gdy pojazd się zbliża. Ten magnetometr wykorzystuje typowe komponenty i jest łatwy do skonfigurowania i użytkowania. Jest to jednak poważna maszyna. Starannie wyregulowany, wykryje zmiany w polach magnetycznych do około 3 nT (nanotesli) lub 30 mikrogaussów. To stawia go na równi z niektórymi z najlepszych komercyjnych konstrukcji. Będzie on, na przykład, wykrywał metalowe obiekty, które są mniejsze niż główka szpilki.

Pomiar czułości

Trudno jest zmierzyć czułość takiego urządzenia bez specjalistycznego sprzętu. Ale przy użyciu kilku sprytnych technik, jest to możliwe. Na przykład, możliwe jest wygenerowanie słabego pola magnetycznego o dowolnym

eprasa.pl 59bae33604

Tabela 1. Zestawienie odległości od magnesu (w calach), gdzie natężenie polad magnetycznego wynosi 5 gaussów (dzięki uprzejmości K&J Magnetics, Pennsylvania, USA)

Grubość magnesu (w calach) \ Średnica magnesu (w calach)	1/32	1/16	1/8	¼	3/8	1/2	5/8	¾	1	1¼	1½	2	3
1/16	0,3	0,4	0,5	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
1/8	0,6	0,7	0,8	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,6
¼	0,9	1,1	1,4	1,7	1,9	2,0	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,8	3,0
3/8	1,2	1,4	1,8	2,2	2,5	2,7	2,9	3,0	3,3	3,5	3,6	3,8	4,2
½	1,4	1,8	2,2	2,7	3,1	3,4	3,6	3,8	4,1	4,3	4,5	4,8	5,3
5/8	1,6	2,0	2,6	3,2	3,6	3,9	4,2	4,4	4,8	5,1	5,3	5,7	6,3
¾	1,8	2,3	2,9	3,6	4,1	4,5	4,8	5,0	5,5	5,8	6,1	6,6	7,2
1	2,2	2,8	3,5	4,4	5,0	5,4	5,8	6,2	6,7	7,1	7,5	8,1	9,0
1¼	2,5	3,2	4,1	5,1	5,8	6,3	6,8	7,2	7,8	8,4	8,8	9,6	11
1½	2,9	3,6	4,6	5,8	6,6	7,2	7,7	8,2	8,9	9,5	10	11	12
2	3,4	4,4	5,6	7,0	8,0	8,8	9,4	9,9	11	12	12	13	15
3	4,5	5,7	7,3	9,2	10	12	12	13	14	15	16	18	20
4	5,3	6,9	8,8	11	13	14	15	16	17	19	20	22	25

natężeniu poprzez umieszczenie magnesu o znanym natężeniu pola w pewnej odległości od urządzenia. Natężenie pola dla popularnych typów magnesów można określić na podstawie materiału i rozmiaru. Tabela 1 przedstawia zestawienie standardowych magnesów neodymowych K&J Magnetics, Inc z Pensylwanii. Pokazuje ona odległość od różnej wielkości magnesów, przy której natężenie pola można oczekiwać, że będzie wynosić około 5 gaussów, czyli 500 mikroTesli. Prawo odwrotności sześcianu (natężenie=1÷odległość^3) może być wykorzystane do określenia natężenia pola przy większych odległościach od magnesu. Na przykład, zgodnie z tabelą, magnes neodymowy o średnicy 3/8 cala i grubości 1/8 cala wytwarza 5 gaussów (500 μT) w odległości 1,1 cala (28 mm). Nasz magnetometr może wykryć podobny magnes poruszający się w odległości 2,7 metra. Jest to 96 razy (2700 mm ÷ 28 mm) odległość określona dla 5 gaussów. Tak więc możemy obliczyć natężenie pola jako 500 μT÷96^3=555 pT. Musimy jednak uwzględnić fakt, że rzeczywiste wymiary magnesu wynoszą 9 mm średnica i grubość 2,5 mm (najwyraźniej jest to magnes metryczny). Daje to około 70% objętości podanego magnesu. Możemy więc określić, że przybliżona czułość tego magnetometru wynosi około 380 pT (555×70%). I to w magnetycznie „zaszumionym" środowisku.

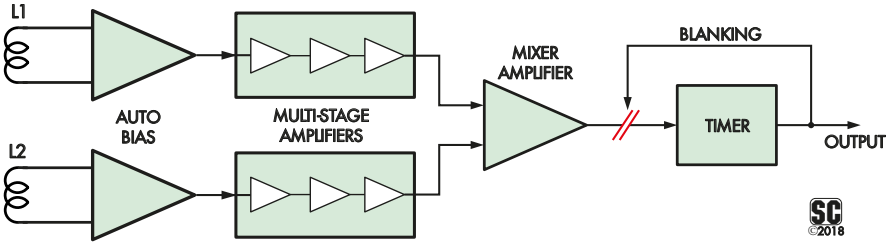
Do czego się przydaje ?

Magnetometr ten najlepiej sprawdza się jako detektor pola magnetycznego. Jest mniej odpowiedni do pomiaru lub kwantyfikacji pól magnetycznych. W rzeczywistości, całkowicie wyklucza on wszystkie statyczne pola magnetyczne. Jest on zaprojektowany dla maksymalnej czułości. Należy pamiętać, że warunki środowiskowe mają duży wpływ na magnetometr – tak, że może on działać bardzo dobrze lub znacznie gorzej niż typowy wykrywacz metali. Ma on również poniższe zastosowania:

- **Jako wykrywacz metali:** Wszelkie znajdujące się w pobliżu żelazne przedmioty będą zniekształcać pole magnetyczne w ich pobliżu. Przesuń magnetometr przez to pole, a wychwyci zmiany i ostrzeże o ich bliskości.
- **Jako czujnik magnetyczny:** Reaguje na małe magnesy neodymowe w odległości dwóch do trzech metrów, a na duże magnesy znacznie dalej. Reaguje również na wiele namagnesowanych obiektów; na przykład, odbierze poruszającą się namagnesowaną szpilkę w odległości około 20–30 cm.
- **Jako wykrywacz pojazdów:** Wykryje standardowy alternator samochodowy z odległości kilku metrów i odbierze niektóre ciężarówki w odległości kilku przecznic (np. w moim rodzinnym mieście, ciężarówki miejskie).
- **Jako czujnik klapek dla zwierząt:** Przymocuj magnes neodymowy do klapy zwierzęcia. Magnetometr może być wykorzystywany do automatycznego otwierania klapy, gdy zwierzę się zbliży. Obce zwierzęta nie będą mogły wejść ani wyjść przez klapę.
- **Jako alarm przed tsunami:** W przypadku montażu blisko brzegu wody, odbierze pole magnetyczne oceanu (patrz poniżej). Ocean będzie cofać się tuż przed tsunami, więc jeśli podłączysz wyjście do zegara, który uruchomi alarm w przypadku, gdy pole magnetyczne nie zostanie wykryte przez kilka sekund, to da ci pewne ostrzeżenie przed uderzeniem ogromnej fali.
- **Jako alarm antyzłodziejski:** Z łatwością wykryje, że ktoś podniósł magnetyczne klucze (lub telefon czy aparat fotograficzny) przez blat stołu.
- **Jako alarm bezpieczeństwa:** Jeśli magnes jest odpowiednio zamontowany na drzwiach, oknie lub bramie, magnetometr będzie wykrywał, gdy te są otwierane lub zamykane.
- **Jako gra:** Zamontuj magnes neodymowy wewnątrz kulki, a będzie wykrywał czy piłka wpadnie do dziury. Ponieważ reaguje na szybkość zmian pola magnetycznego, to może reagować na szybkość poruszania się piłki.
- **Jako czujnik drgań:** Jeśli magnes jest zawieszony tuż nad jedną z cewek magnetometru za pomocą sznurka z sufitu, lub na końcu długiej linijki, magnetometr wykryje ciężkie pojazdy z dużej odległości. Na przykład, **pociąg towarowy w odległości kilku kilometrów**.
- **Jako światło stroboskopowe:** Jeśli pominie się sekcję zasilania układu (patrz poniżej) i umieścimy jedną cewkę w pobliżu głośnika, niebieska dioda LED3 działa jak światło stroboskopowe. Ponieważ magnetometr filtruje częstotliwości powyżej około 20 Hz, impulsy podążają za rytmem.

Fotografia 1. Prototyp magnetometru, zamontowany wewnątrz betonowej rury. Bardzo sztywna konstrukcja układu, nie zalecamy kopiowania tej metody!

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 1. Schemat blokowy magnetometru wysokiej czułości. Napięcia powstające na cewkach L1 i L2 są znacznie wzmacniane, a następnie podawane do wzmacniacza różnicowego, który wyzwala timer, jeśli różnica napięć przekracza pewien próg. Wygaszanie jest zapewnione, aby zapobiec ciągłemu wzbudzaniu pola magnetycznego z przekaźnika

Użycie jako wykrywacz metalu

Aby używać go jako wykrywacza metalu, dwukanałowy magnetometr wymaga kilku drobnych modyfikacji. W teorii, wystarczy przesunąć cewki L1 i L2 nad ziemią lub piaskiem i podczas gdy magnetometr porusza się w stosunku do namagnesowanych obiektów, będzie je wykrywał.

Magnetometr jest jednak zbyt czuły do przeszukiwania gleby lub piasku. Ziemia jest pełna rzeczy, które są tylko lekko namagnesowane, ale wystarczająco namagnesowane, aby zmylić wszystkie wysiłki poszukiwawcze w każdym miejscu – i być może zaskakująco, plaża jest zdominowana przez ruchome pola magnetyczne w oceanie. Rozwiązaniem obu problemów jest zmniejszenie czułości w zależności od potrzeb. Kiedy po raz pierwszy testowaliśmy magnetometr na plaży, był on całkowicie zdominowany przez ruchome pola magnetyczne nieznanego pochodzenia. Przez wstawienie oporników 470 kΩ pomiędzy pierwotne i wtórne uzwojenie każdego z transformatorów czułość magnetometru została zmniejszona o rząd wielkości. Nie będzie to idealna wartość dla wszystkich transformatorów, ale da Ci pewien pogląd. Dzięki tej prostej modyfikacji, możliwe było zidentyfikowanie oceanu jako problem: czułość powinna być zwiększona lub zmniejszona, w zależności od tego jak daleko urządzenie znajdowało się od brzegu. Następnie chcieliśmy dowiedzieć się, jak silne są pola magnetyczne oceanu. Ponownie używając standardowego magnesu neodymowego dla porównania, zmierzyliśmy 47,9 nT dwa metry od brzegu wody i 40,6 nT na 12 metrach. To wyraźnie tłumi mniejsze pola magnetyczne pod piaskiem. Na przykład, w odległości 12 metrów od brzegu wody, namagnesowaną spinkę do włosów można było znaleźć w odległości zaledwie 38 mm, a nie 800 mm, jak byłoby to możliwe w innym przypadku. Czułość wyszukiwania jest zatem zmniejszona o 95%. Sytuacja byłaby jednak lepsza na bardzo szerokiej plaży, z dala od brzegu wody.

Jakie jest pochodzenie tych pól oceanicznych?

W 2003 roku „New Scientist" doniósł, że z kosmosu wykryto indukowane pola magnetyczne w oceanie. Następnie, 11 kwietnia 2018 roku, Europejska Administracja Kosmiczna ujawniła, że zmienne pola magnetyczne w oceanie mierzyły 2,0–2,5 nT na wysokości satelity i przedstawiła wideo ich aktywności w skali planetarnej (rysunek 2). Artykuł ten może stanowić pierwszą publikację wstępnych wyników na ziemi i sugeruje, że różne dalsze eksperymenty mogą być warte uwagi.

Fotografia 2. Magnetometr nie miał problemu z wykryciem z dość dużej odległości trzech żelaznych gwoździ znajdujących się wewnątrz drewna ukrytego w mnóstwie rupieci

Budowa podstawowa

Rysunek 1 przedstawia schemat blokowy magnetometru, który pokazuje jego podstawową konstrukcję. Cewki detektora, które praktycznie nie wytwarzają prądu w stanie spoczynku, są podłączone do dwóch samoregulujących się wzmacniaczy. Wyjście każdego wzmacniacza przechodzi przez parę sześciu stopni wzmocnienia. Wzmocnione sygnały są następnie podawane do wzmacniacza mieszającego. Wreszcie, układ scalony timera z układem wyciszającym (który chwilowo wycisza niestabilność) przełącza przekaźnik kontaktronowy, gdy wyjście wzmacniacza mieszającego przekroczy pewną wartość progową. Aby zaoszczędzić czas i wysiłek, dla cewek L1 i L2 używamy uzwojeń pierwotnego i wtórnego transformatorów sieciowych open-frame (tj. rdzeń EI lub rzadziej spotykany typ rdzenia C). Nie chcielibyśmy używać transformatorów toroidalnych, ponieważ są one zaprojektowane tak, aby mieć minimalne zewnętrzne pole magnetyczne. Zauważ, że używając transformatorów jako cewki poszukiwawczej, obszar poszukiwań jest mały.

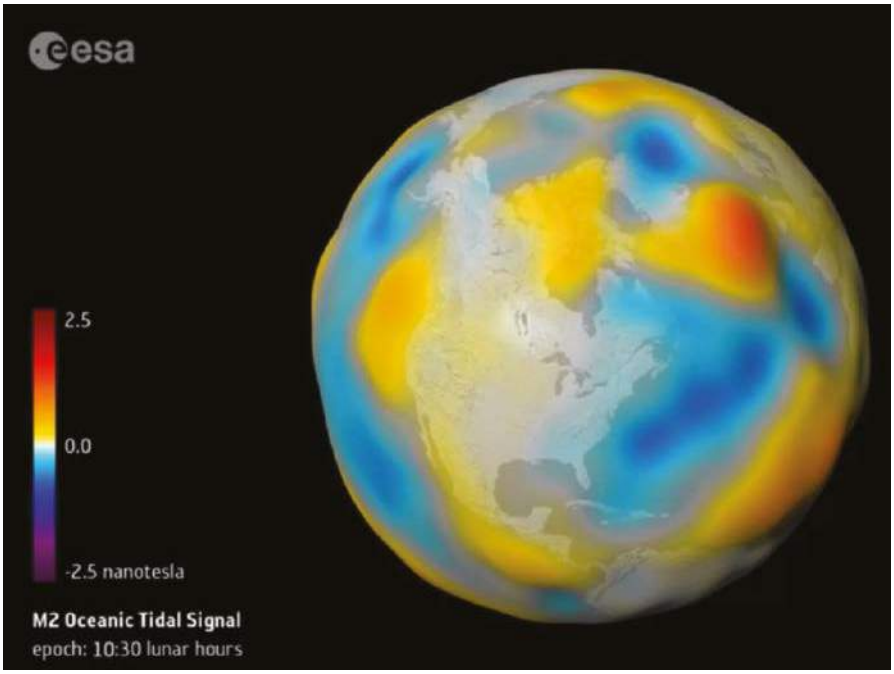
Cewki te mogą reagować z żelazem i stalą, cynkiem, niklem oraz różnymi stopami i minerałami, w zależności od tego, czy są one namagnesowane czy nie. Nie reagują na inne metale, takie jak złoto, srebro i miedź. Transformatory są zamontowane w odległości około jednego metra od siebie z płytką drukowaną, baterią i elementami sterującymi pomiędzy nimi. Ponieważ ten zestaw jest dość duży, można go wyposażyć w pasek do przenoszenia lub uchwyt. Podłączony jest mały ręczny sterownik za pomocą kabla, z pokrętłem regulacji czułości i jedną niebieską diodą LED, której jasność zmienia się, aby wskazać wykryte natężenie pola magnetycznego. Idea jest taka, że można nosić główną jednostkę w jednej ręce (może być wspomagana z paskiem na ramię) oraz tę małą zewnętrzną jednostkę sterującą w drugiej ręce, i którą można trzymać w widocznym miejscu, aby obserwować jasność niebieskiej diody LED.

Opis układu

Schemat układu jest pokazany na rysunku 3. Zmieniające się pole magnetyczne w uzwojeniach T1 lub T2 spowoduje powstanie napięcia w tych uzwojeniach. Cewki te są parami uzwojeń pierwotnego i wtórnego nieekranowanych 10 A transformatorów sieciowych (230 V AC na 12 V AC/10 A). Uzwojenia pierwotne i wtórne są połączone szeregowo w celu zwiększenia czułości. Możesz się

eprasa.pl 59bae33604

zastanawiać jak transformator może wyczuwać zewnętrzne pola magnetyczne, ponieważ w teorii jego pole magnetyczne jest ograniczone do obszaru wewnątrz lub wokół jego rdzenia. W rzeczywistości, transformatory z rdzeniem C i EI mają znaczny strumień upływu, co oznacza, że promieniują umiarkowane pole magnetyczne przy zasilaniu, ale również odbierają zewnętrzne pola magnetyczne. Jak wspomnieliśmy wcześniej, transformatory toroidalne mają znacznie mniejszy strumień upływu ze względu na swoją konstrukcję, więc byłyby złym wyborem w tym przypadku. I odwrotnie, cewka zwrotna o wysokiej wartości może być nawet lepszym wyborem niż konwencjonalny transformator, ponieważ nie posiada w ogóle zawartego wewnątrz pola magnetycznego. Cewka zwrotna z rdzeniem żelaznym może być najlepszym wyborem pod względem najwyższej czułości. Niezależnie od tego, napięcie z uzwojenia T2 jest podawane bezpośrednio na wejścia IC3 wzmacniacza audio LM380N, podczas gdy napięcie z uzwojenia T1 przechodzi najpierw przez przełączniki S2 i S3, zanim zostanie podane na wejścia układu IC1, innego układu LM380N. S2 pozwala na odłączenie T1 podczas gdy S3 pozwala na odwrócenie połączeń. W rezultacie, urządzenie może być używane w trzech trybach. Pierwszy z nich to tryb single-ended, w którym T1 jest wyłączony z układu. Pozwala to na wykrywanie pola magnetycznego Ziemi, w którym T2 jest obracany wokół własnej osi. W drugim trybie, T1 i T2 są podłączone do IC1/IC3 w tej samej fazie, co zapewnia eliminację szumów magnetycznych. W trzecim trybie, T1 i T2 są podłączone do IC1/IC3 poza fazą, co daje maksymalną czułość, ale mniejszą stabilność i brak tłumienia szumów magnetycznych. Wzmacniacze audio LM380N mają stałe wzmocnienie 50-krotne, a wyjście automatycznie ustawia się na połowę napięcia zasilania bez potrzeby stosowania oddzielnych rezystorów na wejściach. Wyjście układów scalonych LM380N, z pinu 8, jest następnie sprzężone AC do szeregu dalszych stopni wzmacniających przez kondensatory elektrolityczne 1 μF. Wzmacniacze te zostały starannie zaprojektowane tak, aby były stabilne, pomimo wysokiego całkowitego wzmocnienia zapewnianego przez wszystkie połączone szeregowo wzmacniacze. Na początku, diody 1N4148 są użyte do izolacji linii zasilających każdego wzmacniacza tak, aby tętnienia z jednego nie przedostawały się do drugiego. Ponadto, każda para pinów zasilających IC jest wyposażona w wiele kondensatorów bocznikujących, w tym kilka elektrolitycznych wysokiej wartości. Komponenty te są kluczowe. Prądy wyjściowe są utrzymywane na bardzo niskim poziomie, również w celu redukcji tętnień.



Rysunek 2. Pomiary satelitarne pokazujące wielkość i polaryzację pola magnetycznego wytwarzanego przez oceany Ziemi w szczególnym przypadku. Pola te są niewielkie, ale ten magnetometr może je łatwo wychwycić, gdy jesteś w pobliżu oceanu. Trzeba zmniejszyć czułość urządzenia podczas szukania metalowych przedmiotów na plaży!

Wykorzystanie inwerterów jako wzmacniaczy

Układy IC2a-f i IC4a-f są stopniami w dwóch niebuforowanych inwerterach heksagonalnych (4069UB). Każdy stopień składa się tylko z dwóch Mosfetów, jednego P-kanałowego i jednego N-kanałowego, ułożonych w układzie „totem pole" jak pokazano na rysunku 4. Zaciski bramki i źródła są połączone razem, podczas gdy dren łączy się do szyn zasilających. W rezultacie, jeśli napięcie wejściowe A jest wysokie, górny P-kanał Mosfeta jest wyłączany, a dolny N-kanałowy Mosfet jest włączany, ciągnąc wyjście (Y) w dół. Jeśli zaś napięcie wejściowe A jest niskie, P-kanałowy Mosfet jest włączony a Mosfet z kanałem N jest wyłączony, ciągnąc wyjście (Y) w górę. Termin "niebuforowany" odnosi się do faktu, że jest to pojedynczy stopień; konwencjonalny inwerter składałby się z trzech takich układów połączonych szeregowo, aby uzyskać znacznie większe wzmocnienie, co jest korzystne, gdy bramka jest używana w układzie cyfrowym.

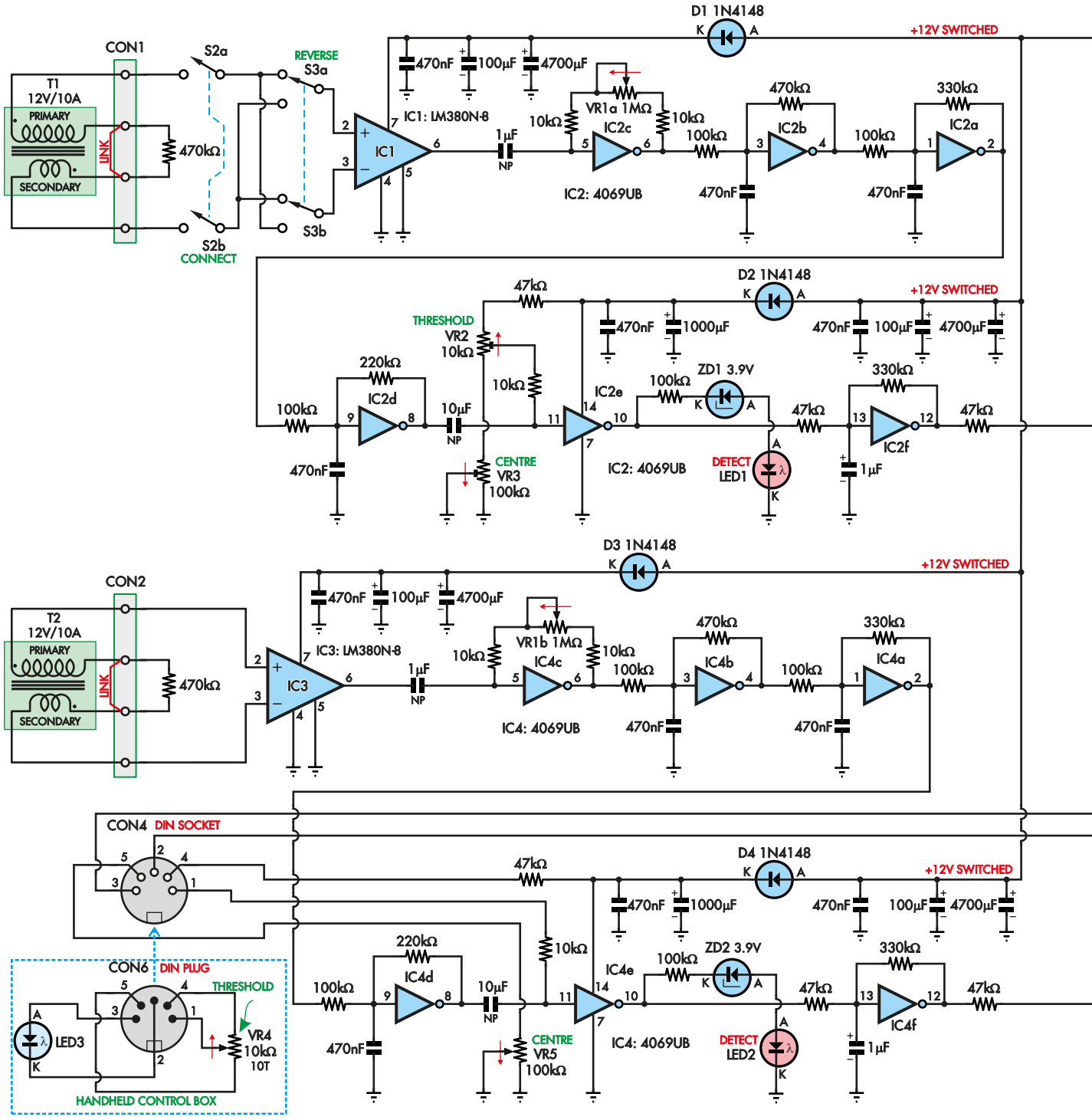
Ale typ niebuforowany jest o wiele bardziej odpowiedni do użycia w zakresie liniowym, jak w tym przypadku. Przy napięciu wejściowym, gdzieś pomiędzy szynami zasilania, dwa Mosfety będą w częściowym przewodzeniu i płynie przez nie mniej więcej ten sam prąd, więc napięcie wyjściowe również będzie pomiędzy szynami zasilającymi. Dlatego też, poprzez zastosowanie ujemnego sprzężenia zwrotnego z wyjścia do wejścia przez dzielnik rezystancyjny, możemy użyć tych niebuforowanych inwerterów jako surowe wzmacniacze z relatywnie dużym wzmocnieniem.

Charakterystykę przenoszenia każdego stopnia pokazano na rysunku 4 (z karty katalogowej układu).

Jak widać, odpowiedź jest nieliniowa, ale wzmocnienie jest dość duże, gdy napięcie wejściowe jest bardzo blisko połowy napięcia zasilania. Używanie inwertera w trybie zamkniętej pętli oznacza, że w stanie spoczynku, wzmocnienie otwartej pętli jest maksymalne, a odpowiedź będzie nieco bardziej liniowa. Pierwszy stopień wzmocnienia opartego na inwerterze, zbudowany wokół IC2c/IC4c, posiada regulację wzmocnienia za pomocą potencjometru podwójnego VR1, który zmienia rezystancję sprzężenia zwrotnego. Druga część dzielnika jest w rzeczywistości tworzona przez impedancję kondensatora sprzęgającego 1 μF wraz z impedancją wyjściową wzmacniacza IC1/IC3. Dlatego ten pierwszy stopień ma bardzo duże wzmocnienie przy pełnym obrocie suwaka VR1 zgodnie ze wskazówkami zegara, przy czym wzmocnienie jest nieco zależne od częstotliwości z powodu reaktancji kondensatora sprzęgającego.

Kolejne trzy stopnie mają niższe, stałe wzmocnienia wynoszące odpowiednio 4,7 raza, 3,3 raza i 2,2 raza. Zawierają one również filtry dolnoprzepustowe RC o punkcie −3 dB wynoszącym około 3,3 Hz każdy, co daje całkowity punkt −3 dB wynoszący około 1,6 Hz. Sygnały są następnie sprzężone AC przez kondensatory elektrolityczne 10 μF i poddawane regulowanej polaryzacji DC,

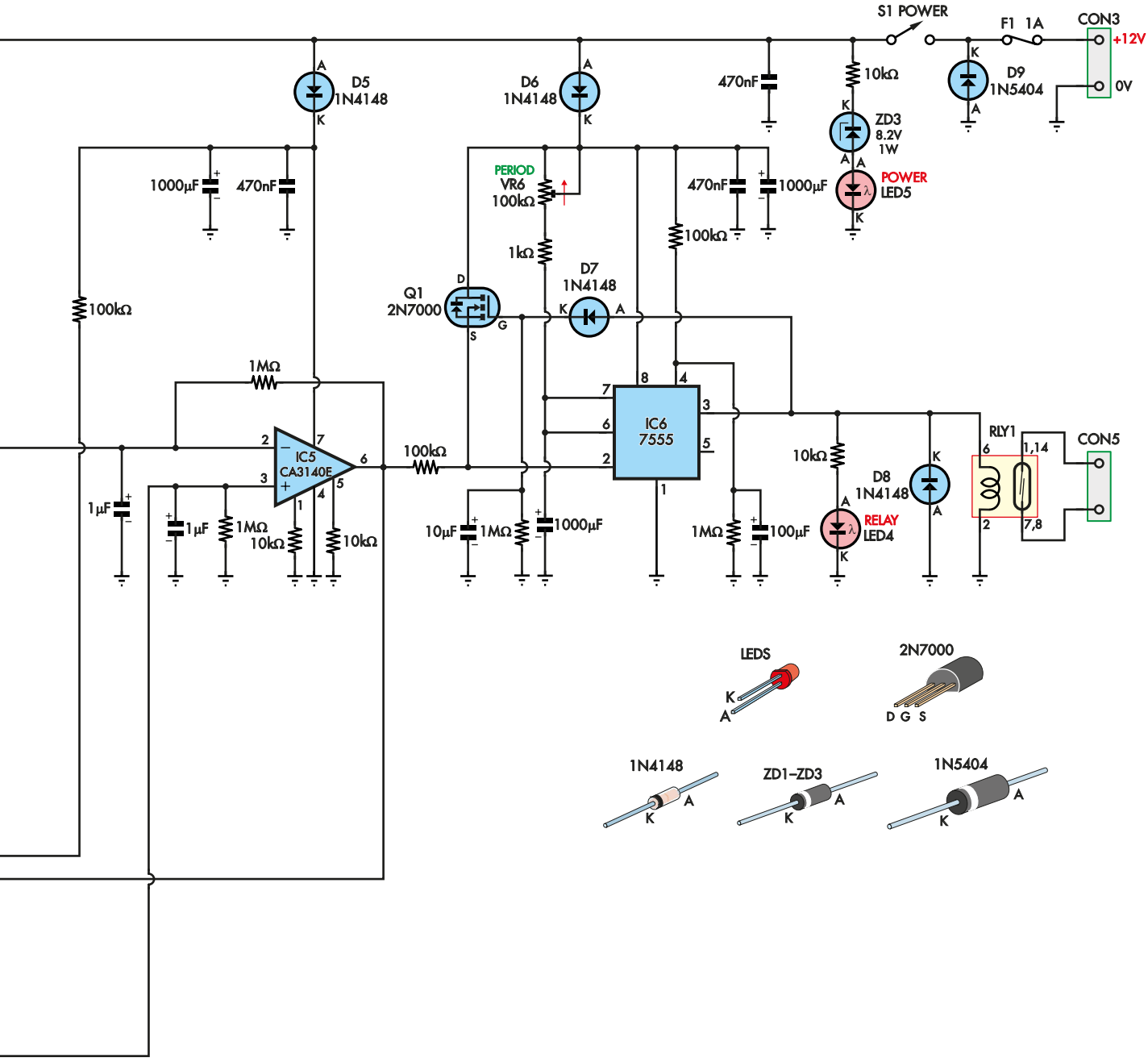
eprasa.pl 59bae33604



DUAL CHANNEL MAGNETOMETER

ustawianemu za pomocą trymerów VR2-VR5. Następne stopnie wzmocnienia, IC2e i IC4e, pracują w trybie otwartej pętli sprzężenia zwrotnego. Regulowana polaryzacja DC pozwala na regulację wzmocnienia i spoczynkowego napięcia wyjściowego tych stopni. Sygnał wynikowy przechodzi następnie przez kolejny filtr dolnoprzepustowy RC (47 kΩ/1 µF), ponownie z punktem –3 dB około 3,3 Hz. Napięcie wyjściowe IC2e/IC4e jest również podawane na rezystor 100 kΩ, z diodą Zenera 3,9 V i czerwoną diodą LED szeregowo. Dioda ta będzie się świecić, jeśli napięcie wyjściowe w tej połowie układu jest powyżej około 6 V (tj. powyżej połowy zasilania). Sygnał przechodzi następnie przez kolejny stopień wzmocnienia (numer siedem, jeśli liczysz), zbudowany wokół IC2f/IC4f o stałym siedmiokrotnym wzmocnieniu zanim zostanie podany na wejścia odwracające i nieodwracające wzmacniacza operacyjnego IC5 przez kolejną parę filtrów dolnoprzepustowych RC o tym samym punkcie 3,3 Hz –3 dB. Ogólna filtracja, która została zastosowana do tej pory, skutkuje znacznym stłumieniem lub nawet wycięciem sygnałów powyżej około 1 Hz. To praktycznie eliminuje fałszywe wyzwalanie z pól magnetycznych 50 Hz lub 60 Hz indukowanych przez prądy sieciowe, które są wszechobecne w obszarach miejskich. Układ IC5 jest skonfigurowany jako wzmacniacz różnicowy o wzmocnieniu 21-krotnym. Oznacza to, że jeśli dwa sygnały wejściowe są jednocześnie w tym samym kierunku, wyjście układu scalonego IC5 nie ulegnie

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 3. Kompletny schemat magnetometru, pomijając jedynie zasilającą go baterię (podłączona przez CON3). Potencjometr regulacji progu zadziałania VR4 i dioda LED3, oba pokazane na dole po lewej stronie, są zamontowane poza płytką, w małym, podręcznym urządzeniu. Dwa podobne kanały czujnika/wzmacniacza są pokazane powyżej, podczas gdy wzmacniacz różnicowy i timer znajdują się po prawej stronie. CON6 znajduje się na obudowie sterowania ręcznego, łącząc się z gniazdem na urządzeniu. Należy również zwrócić uwagę na uzwojenia T1 i T2 – ich początki są zaznaczone czarną kropką

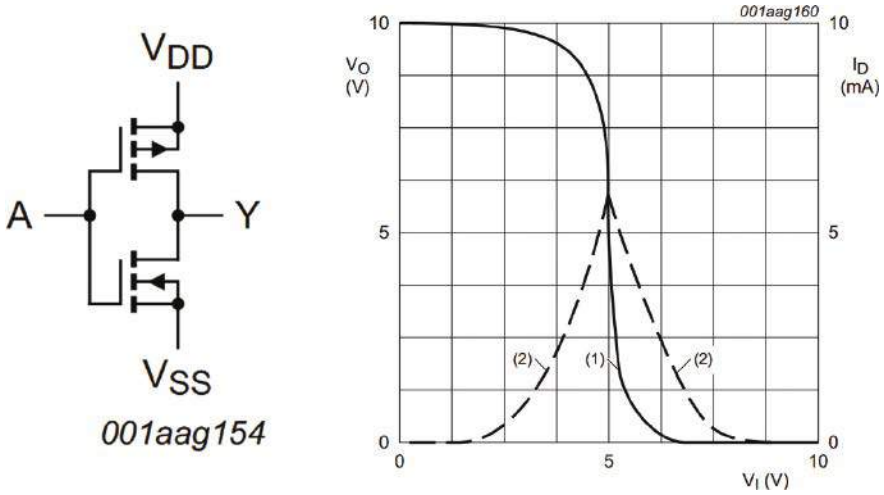
zmianie. Ale jeśli będą się one wahać w przeciwnych kierunkach, lub jeśli jeden pozostanie stały, a drugi się zmieni, na wyjściu pojawi się sygnał z różnicą napięć wzmocnioną przez współczynnik wzmocnienia 21 razy. Trudno jest obliczyć dokładną wartość wzmocnienia zastosowanego do sygnałów z T1 i T2, częściowo dlatego, że zmienia się ono w zależności od ustawień potencjometru i częstotliwości, a częściowo dlatego, że nie znamy dokładnego wzmocnienia stopni pracujących w trybie otwartej pętli. Ale jeśli przyjmiemy, że wzmocnienie inwerterów w pętli otwartej wynosi około 20 razy i że wzmocnienie IC2a/IC4a jest ustawione na około 10 razy, to całkowite wzmocnienie zastosowane do sygnałów z T1/T2 jest rzędu 25 milionów razy (50×10×4,7×3,3×2,2×10×7×21). Nic dziwnego, że ten instrument jest zdolny do takiej czułości! Zauważ, że istnieje kilka różnych kompatybilnych układów dla IC2 i IC4, ale powinieneś trzymać się określonego typu HC-F4069UBE, ponieważ zapewniają one największe wzmocnienie.

Wyzwalanie licznika czasu

Po wykryciu dostatecznie dużego sygnału magnetycznego, który powodując skok o kilka woltów na wyjściu wzmacniacza różnicowego IC5 doprowadza do wyzwolenia timera IC6. Jego zadaniem jest rozciągnięcie tego (prawdopodobnie bardzo krótkiego) impulsu na dłużej, co będzie zauważalne, ponieważ zapala diodę

eprasa.pl 59bae33604

LED3, a także wysterować cewkę RLY1, aby wyzwolić wszelkie zewnętrzne układy które mogą być podłączone przez CON5. Timer CMOS IC6 jest wyzwolony, gdy jego pin 2 zostanie ściągnięty poniżej 1/3 VCC, co w tym przypadku odpowiada progowi około 3,7 V. Należy zauważyć, że oznacza to, że timer zostanie wyzwolony tylko wtedy, gdy na wyjściu układu IC5 wystąpi stan niski. Ale jeśli na wyjściu IC5 pojawi się wysoki stan spowodowany polem magnetycznym o przeciwnej polaryzacji, prawie na pewno będzie się ono wahać dodatnio i ujemnie kilka razy przed ustabilizowaniem się, więc timer IC6 zostanie wyzwolony niezależnie od początkowej biegunowości impulsu. Zanim pin 2 przejdzie w stan niski, kondensator 1000 µF podłączony pomiędzy pinami 6/7 a masą jest ładowany do napięcia bliskiego +12 V, poprzez trymer VR6 i jego rezystor szeregowy 1 kΩ. Gdy układ scalony zostanie wyzwolony, pin 6 (rozładowanie) natychmiast przechodzi w stan niski, rozładowując kondensator. W tym samym czasie na wyjściu styku 3 pojawia się stan wysoki, zasilając cewkę RLY1 i zamyka jej styki. Ponieważ VR6 zmienia czas kondensatora 1000 µF do ponownego naładowania, gdy pin rozładowujący nie jest już aktywnie wysterowywany, kontroluje on czas włączenia zarówno RLY1 i LED4. Minimalny czas będzie wynosił około jednej sekundy, podczas gdy maksymalny czas to około 90 sekund. Dwa rezystory i kondensator podłączone do pinu reset (pin 4) zapobiegają włączeniu wyjścia przy pierwszym włączeniu zasilania, dzięki czemu magnetometr ma czas na ustabilizowanie się zanim IC6 stanie się aktywny, co pozwala uniknąć fałszywego wyzwolenia RLY1. Gdy timer zostanie wyzwolony, ponieważ pin wyjściowy 3 przechodzi w stan wysoki, bramka Mosfeta Q1 jest ładowana do poziomu bliskiego VCC. To powoduje, że kanał dren-źródło Q1 przewodzi, podciągając do góry wejście wyzwalające (pin 3), niezależnie od stanu pinu wyjściowego wzmacniacza operacyjnego IC5. Rezystor szeregowy 100 kΩ podłączony do pinu wyjściowego zabezpiecza wzmacniacz przed „walką" z tym stanem. Oznacza to, że układ IC6 przez pewien czas nie może być ponownie wyzwolony. Kondensator 10 µF i rezystor 1 MΩ od bramki Q1 do masy ustawia ten czas wygaszania na około dziesięć sekund. Jest to ważne, ponieważ pole magnetyczne wokół cewki RLY1 będzie odbierane przez magnetometr, gdy tylko zostanie on wyzwolony bez tego wygaszania, RLY1 będzie się ciągle włączał i wyłączał, gdy urządzenie będzie się ponownie wyzwalać poprzez magnetyczne sprzężenie zwrotne.



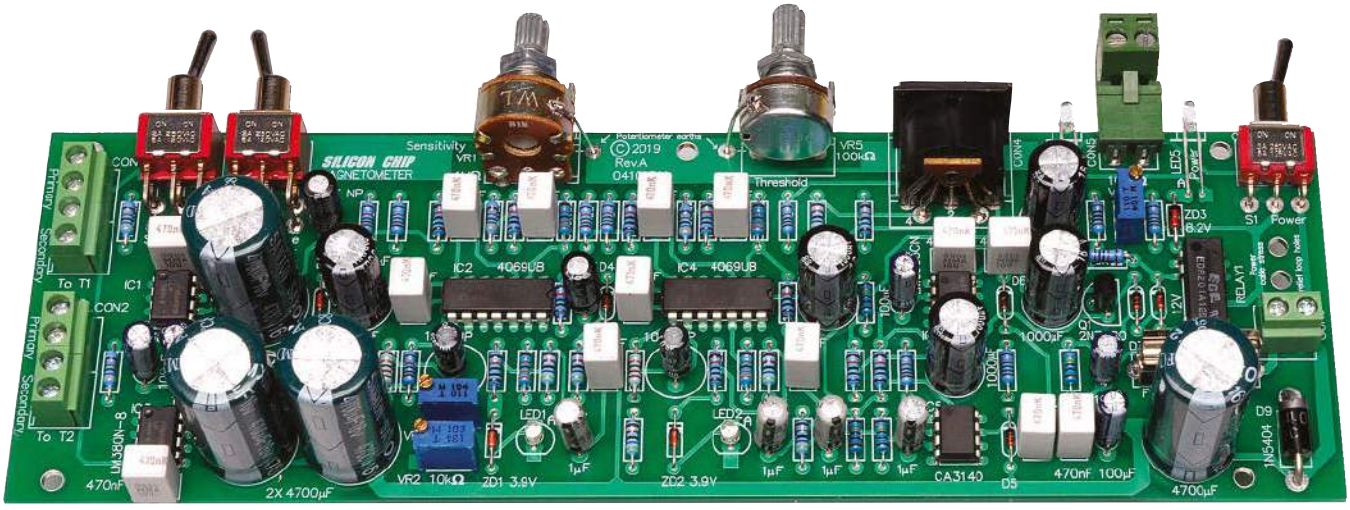
Rysunek 4. Struktura wewnętrzna i charakterystyki przenoszenia każdego z sześciu niebuforowanych inwerterów heksadecymalnych w pojedynczym układzie scalonym HEF4096UB IC. Składają się one z pary mosfetów, które mogą być użyte zarówno jako inwerter cyfrowy lub jako wzmacniacz odwracający o wysokim wzmocnieniu, chociaż charakterystyka przenoszenia jest nieliniowa. Reprodukcja z karty katalogowej NXP

Modyfikacje

Aby używać go jako wykrywacza metalu, możesz pominąć lub usunąć wszystkie elementy za IC5 w układzie. Dioda LED3 będzie nadal świecić, aby wskazać zmieniające się pole magnetyczne. Dioda LED3 może być również bezpośrednio zastąpiona miernikiem 1 mA, pamiętając o tym, że magnes wewnątrz miernika nie powinien zbliżać się do cewki czujnika. Jeśli przekaźnik nie zostanie pominięty, to układ wygaszający będzie przeszkadzać podczas szukania.

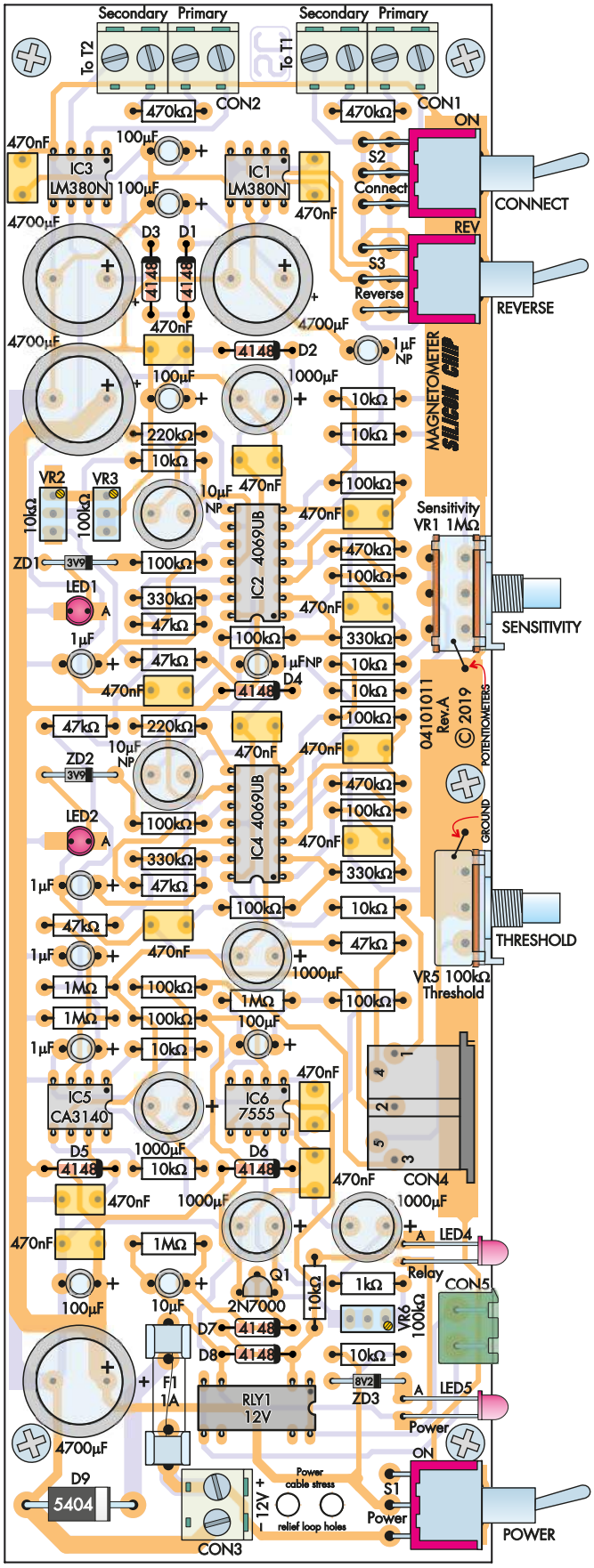
Budowa

Zaprojektowaliśmy PCB dla tego projektu, który jest zakodowany jako 04101011 i ma wymiary 70×224 mm. Użyj schematu płytki PCB na rysunku 5 jako wskazówki podczas montażu. Zacznij od zamontowania rezystorów w miejscach pokazanych na schemacie. Pomimo, że pokazujemy ich kody kolorów w tabeli, dobrym pomysłem jest sprawdzić dwukrotnie ich rezystancję za pomocą miernika przed ich zamontowaniem, ponieważ kolorowe paski mogą być często trudne do odczytania. Dalej należy zamontować diody. Istnieją dwa rodzaje: osiem diod sygnałowych



Fotografia 3. Wygląd zmontowanej płytki PCB pokazanej po prawej stronie (zdjęcie w skali, rzeczywista płytka ma szerokość 224 mm)

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 5. Schemat płytki PCB magnetometru pokazujący, gdzie należy zamontować poszczególne elementy na płytce. Wszystkie elementy sterujące i większość diod LED są wzdłuż jednej krawędzi tak, aby mogły wystawać przez otwory w obudowie, w tym gniazdo DIN CON4, które łączy się z ręcznym urządzeniem sterującym za pomocą ekranowanego kabla

(D1–D8), jedna większa dioda mocy (D9) oraz trzy diody Zenera (ZD1–ZD3) dwóch różnych typów, więc nie należy ich mieszać. Każda z nich musi być zorientowana paskiem katodowym, jak pokazano na rysunku 5.

Następnie należy zamontować sześć układów scalonych. Możesz je albo przylutować bezpośrednio do płytki lub przylutować gniazda do płytki, a następnie podłączyć je później. Gniazda ułatwiają wymianę uszkodzonego układu, ale są one również podatne na długotrwałe awarie z powodu utleniania, więc wolimy ich unikać. Układy scalone są również spolaryzowane, więc należy się upewnić, że każda kropka na pinie 1 jest umieszczona jak pokazano na schemacie montażowym. Należy zachować szczególną ostrożność w przypadku układów IC2 i IC4 ponieważ są one bardzo wrażliwe na wyładowania statyczne. Dlatego na pinach 5 i 6 układów IC2c/IC4c oraz na pinie 11 układu IC2e/IC4e znajdują się rezystory 10 kΩ. Te punkty łączą się z potencjometrami, których dotykamy podczas pracy, i każdy ładunek statyczny, który przeskoczy do tych potencjometrów mógłby zniszczyć układy scalone bez rezystorów szeregowych dla ochrony. Teraz jest też dobry moment na wlutowanie przekaźnika kontaktronowego RLY1. Jest on w postaci spolaryzowanego układu scalonego. Upewnij się, że jego pin 1 jest zorientowany tak jak pokazano na rysunku 5. Następnie zamontuj kondensatory MKT lub ceramiczne (w zależności od tego, które z nich wybrałeś). Nie są one spolaryzowane, więc nie musisz się martwić o orientację przy montażu. Następnie podłącz Mosfet Q1 i trymery VR2, VR3 i VR6.

Upewnij się, że trymery są dopasowane do śruby regulacyjnej w miejscach pokazanych na rysunku 5.

Przylutuj diody LED1 i LED2 na odpowiednim miejscu, przełóż je dłuższymi przewodami anodowymi przez otwory oznaczone „A" na płytce. Następnie należy przylutować kondensatory elektrolityczne zaczynając od najmniejszego aż do najwyższych. Wszystkie one muszą być prawidłowo zorientowane, z dłuższymi przewodami dodatnimi przylutowanymi do strony oznaczonej „+". Pasek na obudowie wskazuje stronę ujemną. Nie należy mieszać różnych wartości. Schemat PCB pokazuje, gdzie każdy z nich idzie. Potem należy połączyć pary 2-kierunkowych zacisków, aby utworzyć dwa 4-drożne bloki zacisków. Zamontuj je na górnej części płytki, z otworami do podłączenia przewodów, skierowanymi w stronę krawędzi płytki. Sprawdź, czy są one całkowicie wciśnięte w dół przed wlutowaniem ich na miejsce. Zamontuj również piąty, 2-drożny blok zacisków z otworami do wprowadzania przewodów skierowanymi,

eprasa.pl 59bae33604

Fotografia 4. Do zasilania użyliśmy ośmiu ogniw alkalicznych, ale pamiętaj, że przy poborze prądu 100–150 mA nie wytrzymają długo! Dziesięć ładowalnych ogniw NiMH lub NiCd może być lepszym rozwiązaniem lub nawet 12 V bateria SLA lub LiPo. Z perspektywy czasu, zastanowilibyśmy się jednak poważnie nad zestawem 4×18650 (14,8 V)

w stronę dwóch dużych otworów w płytce PCB. Po wykonaniu tych czynności można również zamontować gniazdo dla wtykowego bloku zacisków (CON5) w miejscu pokazanym na rysunku 5. Następnie trzeba przylutować klipsy uchwytu bezpiecznika dla F1, upewniając się, że wypustki mocujące są na zewnątrz a klipsy są wciśnięte przed wlutowaniem. W dalszym kroku należy zamontować przełączniki S1–S3, ponownie wciskając je do oporu przed przylutowaniem wyprowadzeń. Zaginamy wyprowadzenia diod LED4 i LED5 o 90° w odległości 8 mm od podstawy soczewki, upewniając się, że dłuższe wyprowadzenie anody („A") jest zorientowane tak jak pokazano na rysunku 5. Przylutuj je do płytki PCB z soczewkami na tej samej wysokości nad płytką, co siłowniki przełączników S1–S3. Przed zamontowaniem potencjometrów VR1 i VR5 na płytce, zeskrobać trochę warstwy pasywacyjnej z górnych korpusów potencjometrów za pomocą pilnika. Należy przy tym uważać, aby nie wdychać powstałego pyłu. Przylutuj oba potencjometry na miejscu, a następnie odetnij 50 mm odcinka ocynowanego miedzianego drutu i przylutuj jeden koniec w otwór uziemienia obok potencjometrów. Potem trzeba zgiąć przewody i przylutować je do odsłoniętego metalu na korpusie potencjometru. Na koniec przylutuj gniazdo DIN (CON4) w miejscu pokazanym na rysunku 5 i montaż płytki jest zakończony.

Testowanie i kalibracja

Trudno jest dokonać regulacji zaraz po zmontowaniu urządzenia, więc najlepiej jest sprawdzić czy działa i dopiero dokonać wymaganych regulacji. Należy jednak zachować szczególną ostrożność gdzie to zrobić i jak rozłożyć części, ponieważ błądzące pola magnetyczne sprawią, że kalibracja będzie niemożliwa, podobnie jak wszelkie ruchy elementów podczas procedury ustawiania. Zalecamy, aby umieścić dwie cewki w odległości jednego metra od siebie na stabilnym drewnianym biurku – trzymać z dala od metalu, na wypadek gdyby był namagnesowany. Umieść pozostałe układy w pobliżu i podłącz je, ale upewnij się, że nic nie będzie się ruszać w trakcie robienia ustawień. Dobrym pomysłem jest przykręcenie płytki PCB do ciężkiego kawałka drewna, dzięki czemu nie będzie się ona ruszać podczas pracy nad nią. Użyj klipsów do zwarcia dwóch rezystorów 470 kΩ obok CON1 i CON2, aby uzyskać maksymalną czułość. Alternatywnie, możesz użyć ściętego wyprowadzenia do zwarcia środkowych dwóch zacisków CON1 i CON2, aby uzyskać ten sam efekt. Włącz S2 (w dół) tak, aby T1 był wyłączony i wyłącz S3 (w górę) tak, aby był w fazie z T2. Można się tego upewnić poprzez identyczne ustawienie obu cewek/transformatorów sprawdzając czy ten sam koniec każdego uzwojenia idzie do styku 2 układów IC1 i IC3. Ustawić potencjometr regulacji wzmocnienia VR1 oraz trymerów VR2 i VR3 na minimum. Zamontować bezpiecznik 1 A F1, następnie włączyć zasilanie i wyregulować nastawy wstępne dla kanału 1, najpierw VR3 (regulacja zgrubna), a następnie VR2 (regulacja precyzyjna) tak, aby czerwona dioda LED1 zaczęła migać. Przesuń magnes obok T1 i sprawdź, czy dioda LED1 migocze w odpowiedzi. Teraz wyreguluj kanał 2 działając w ten sam sposób poprzez regulację VR5 a następnie VR4, ale tym razem należy obserwować niebieską diodę LED3. Podkręcaj VR5 aż LED3 zacznie świecić, a następnie lekko cofnij aż do zgaśnięcia. Użyj podobnej procedury do regulacji VR4. W środowisku miejskim, w zależności od pory dnia, niebieska dioda LED3 może regularnie pulsować wskazując, że urządzenie jest przeciążone strumieniem magnetycznym. W środowisku wolnym od zakłóceń magnetycznych, dioda ta może nigdy nie wskazywać przeciążenia. Należy pamiętać, że przeciążenie nie może uszkodzić magnetometru.

W mało prawdopodobnym przypadku, gdy nie można wyregulować urządzenia, aby uniknąć przeciążenia, należy zmniejszyć wzmocnienie obu kanałów. Najłatwiejszym sposobem jest odłączenie przewodów zaciskowych od rezystorów 470 kΩ obok CON1 i CON2 (lub usunąć zwarcie na środkowych dwóch zaciskach, jeśli takie podejście zastosowano). Możesz również zastąpić te 470 kΩ rezystorami o innych wartościach; wyższe wartości zmniejszają czułość podczas gdy niższe wartości ją zwiększają. Ponieważ niektóre elementy w tej konstrukcji mogą się różnić w zależności od partii, nie można oczekiwać dokładnych wartości. Spróbuj zmienić wartości tych rezystorów przyrostowo co około 100 kΩ, aż znajdziesz

Wykaz elementów:

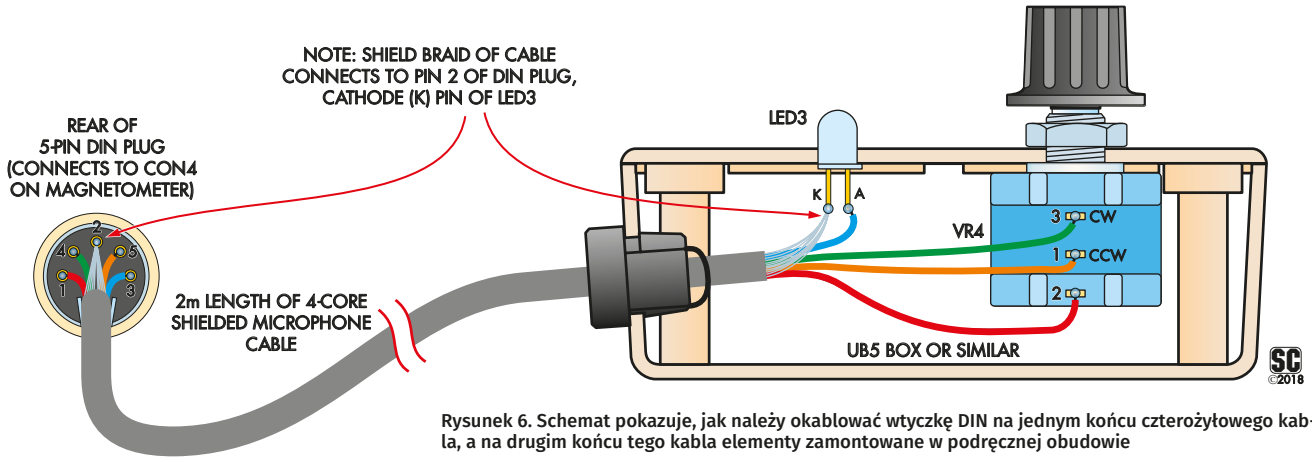
1× dwustronna płytka drukowana, kod 04101011; 70×224 mm
1× przekaźnik kontaktronowy SPST DIL z cewką 12 V (RLY1)
1× przełącznik SPDT prawy kątowy do montażu na płytce PCB (S1)
2× przełączniki DPDT prawe kątowe do montażu na płytce PCB (S2,S3)
5× listew zaciskowych 2-drożnych montowanych na PCB, rozstaw pinów 5,08 mm (CON1-CON3)
1× gniazdo 5-pinowe DIN montowane na płytce drukowanej pod kątem prostym (CON4)
1× wtyk liniowy DIN 5-pinowy pasujący do CON4
1× pozioma 2-drożna wtykowa listwa zaciskowa (CON5)
1× zacisk śrubowy 2-drożny do CON5
2× klipsy bezpiecznikowe M205 do montażu na płytce drukowanej (F1)
1× szybki bezpiecznik 1 A M205 (F1)
1× przewód miedziany ocynowany o długości 100 mm i średnicy 0,7 mm
4× gwintowane przekładki nylonowe M3×6,3 mm
4× śruby maszynowe M3×25 mm
4× nakrętki sześciokątne M3
3× pokrętła pasujące do VR1, VR4 i VR5

Półprzewodniki
2× wzmacniacze mocy audio LM380N-8 2,5 W (IC1,IC3)
2× HCF4069UBE niebuforowane inwertery heksagonalne (IC2, IC4)
1× CA3140E BiMOS wzmacniacz operacyjny (IC5)
1× timer CMOS TLC555CN (IC6)
1× małosygnałowy N-kanałowy mosfet 2N7000 (Q1)
4× bardzo jasne 3 mm czerwone diody LED (LED1, LED2, LED4, LED5)
1× ultra jasna 5 mm niebieska dioda LED (LED3)
2× diody Zenera 3,9 V 1 W (ZD1, ZD2)
1× dioda Zenera 8,2 V 1 W (ZD3)
8× diod sygnałowych 1N4148 (D1–D8)
1× 1N5404 dioda 3 A (D9)

Kondensatory
4× 4700 µF 16 V elektrolityczny radialny
5× 1000 µF 16 V elektrolityczny radialny
5× 100 µF 16 V elektrolityczny radialny
1× 10 µF 16 V elektrolityczny radialny
2× 10 µF 16 V elektrolityczny radialny niespolaryzowany/bipolarny (NP/BP)
4× 1 µF 16 V elektrolityczny radialny
2× 1 µF 16 V elektrolityczny radialny niespolaryzowany/bipolarny (NP/BP)
15× 470 nF ceramiczny wielowarstwowy lub MKT (kod 470n lub 474)

Rezystory (wszystkie 0,25W, 1%)
4× 1 MΩ
4× 470 kΩ
4× 330 kΩ
2× 220 kΩ
11× 100 kΩ
6× 47 kΩ
10× 10 kΩ
1× 1 kΩ
1× 1 MΩ 16 mm potencjometr liniowy podwójny (VR1)
1× 10 kΩ wieloobrotowy pionowy trymer (styl 3296W) (VR2)
2× 100 kΩ wieloobrotowe pionowe trymer (styl 3296W) (VR3,VR6)
1× 10 kΩ potencjometr wieloobrotowy nawijany na drut (VR4)
1× 100 kΩ 16 mm potencjometr liniowy (VR5)
Różne
1× obudowa drewniana (skrzynka z płyty MDF 9 mm, wymiary wewnętrzne 70×70 mm)
1× kabel mikrofonowy ekranowany czterożyłowy o długości 2 m
1× kabel mikrofonowy ekranowany jednożyłowy o długości 2 m
1× przewód typu 8 o długości 1 m o średniej wytrzymałości
2× transformatory nieekranowane 12 V, 10 A dla uzwojenia wtórnego (T1, T2) (RS 504–127)
1× mała obudowa dla LED3 i VR4
1× akumulator 12 V (mały SLA lub osiem ogniw D z uchwytem)
różne długości i kolory przewodów przyłączeniowych
rurka termokurczliwa
klej epoksydowy

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 6. Schemat pokazuje, jak należy okablować wtyczkę DIN na jednym końcu czterożyłowego kabla, a na drugim końcu tego kabla elementy zamontowane w podręcznej obudowie

wartość, która daje maksymalną czułość bez przeciążenia.

Przygotowanie „obudowy"

Jak widać na zdjęciach, prototyp został wbudowany w rurę betonową, z transformatorami czujników T1 i T2 umieszczonymi w plastikowych skrzynkach, które zostały przyklejone na jej końcach.

Chociaż rozwiązanie to działało dobrze, nie zalecamy stosowania tej samej techniki montażu z kilku powodów. Rury betonowe są ciężkie, stosunkowo trudne do zdobycia i mogą zawierać azbest. Ponadto, trzeba by zamontować większość sterowania na zewnątrz i okablować je za pomocą „latających" przewodów, co jest żmudnym procesem. Są one również dość trudne do cięcia i wiercenia; potrzebujesz wierteł do betonu i piły z prętem karborundowym do przycinania rur na wymaganą długość. Krótko mówiąc, choć to działa, nie zalecamy. Głównym powodem zastosowania rury betonowej jest to, że obudowa musi być absolutnie sztywna, ponieważ jakikolwiek ruch transformatorów spowoduje fałszywe działanie urządzenia. Obudowa metalowa nie jest odpowiednia, ponieważ zbyt mocno zakłócałaby małymi polami magnetycznymi, które staramy się wykryć.

A plastikowa rura (PVC) (nawet tak wytrzymała, jak rura kanalizacyjna) – zbytnio by się wygięła. Zamiast używać rury, sugerujemy zbudować prostokątne pudełko z 9 mm płyty MDF, o długości około 1 m, o wymiarach wewnętrznych co najmniej 70×70 mm. Jeśli do zasilania urządzenia ma być użyty akumulator kwasowo-ołowiowy (SLA), może być konieczne, aby pudełko było odpowiednio większe.

Po wycięciu odpowiednich kawałków płyty MDF, zaznacz i wywierć otwory z jednej strony na aktywatory przełączników, osie potencjometrów, diody LED, gniazdo DIN i styki przekaźnika (przez CON5). Przygotowaliśmy szablon do wiercenia, który można pobrać z naszej strony internetowej. Umieść go tak, aby PCB była przymocowana do panelu tuż nad dolnym kawałkiem drewna tworzącym obudowę. Następnie należy przymocować płytkę PCB do tylnej części panelu, używając nakrętek potencjometrów. Jeżeli chcesz nakleić etykietę panelu (dobry pomysł, abyś wiedział, które sterowanie do czego służy), przyklej ją najpierw, a następnie przykręć nakrętki. Potem przyłóż drewnianą podstawę do panelu bocznego i zaznacz miejsca dla czterech otworów montażowych 3 mm. Dalej wywierć je w podstawie i przymocuj PCB używając gwintowanych podkładek dystansowych. Nasz szablon do wiercenia został zaprojektowany tak, aby zlokalizować otwory w panelu przednim tak, że odpowiednie będą gwintowane podkładki dystansowe 6,3 mm. Sugerujemy przeprowadzenie wkrętów maszynowych o długości 25 mm w górę przez podstawę. Nałóż podkładki dystansowe, a następnie płytkę PCB i przymocuj je na miejscu za pomocą nakrętek sześciokątnych. Teraz można zamontować pokrętła dla VR1 i VR5. Następnie należy ustalić długość przewodów idących od CON1 i CON2 do T1 i T2. Jedna para będzie prawdopodobnie dłuższa niż druga, ponieważ ten koniec płytki będzie miał bliżej do jednego transformatora. Uciąć odpowiednie odcinki kabla ekranowanego i przykręcić je ciasno do CON1 i CON2, przy czym ekranem do jednego zacisku, a przewodem wewnętrznym do drugiego (zanotować, który do którego). Podobnie, należy ustalić, jak długie mają być przewody baterii do CON3, przyciąć na odpowiednią długość przewód dwużyłowy i przykręcić żyły do CON5. Poprowadzić ten przewód przez przewidziane otwory z góry płytki drukowanej na spód i z powrotem na górę. Należy pamiętać o dwukrotnym sprawdzeniu wszystkich połączeń ponieważ zaciski CON1-CON3 mogą być trudno dostępne, gdy urządzenie jest już w pełni zmontowane. Teraz jest dobry moment, aby przymocować pasek lub rączkę do górnej części obudowy, jeśli chcemy, aby była ona przenośna. Można do tego celu użyć liny, ale może być lepszy stały uchwyt a można nawet wyposażyć urządzenie w kółka. Podczas pracy urządzenie powinno być utrzymywane równolegle do podłoża. Należy pamiętać,

Tabela 2. Kody kolorów rezystorów

Liczba	Wartość	Kod 4-paskowy (1%)	Kod 5-paskowy (1%)
4	1 MΩ	brązowy czarny zielony brązowy	brązowy czarny czarny żółty brązowy
4	470 kΩ	żółty fioletowy żółty brązowy	żółty fioletowy czarny pomarańczowy brązowy
4	330 kΩ	pomarańczowy pomarańczowy żółty brązowy	pomarańczowy pomarańczowy czarny pomarańczowy brązowy
2	220 kΩ	czerwony czerwony żółty brązowy	czerwony czerwony czarny pomarańczowy brązowy
11	100 kΩ	brązowy czarny żółty brązowy	brązowy czarny czarny pomarańczowy brązowy
6	47 kΩ	żółty fioletowy pomarańczowy brązowy	żółty fioletowy czarny czerwony brązowy
10	10 kΩ	brązowy czarny pomarańczowy brązowy	brązowy czarny czarny czerwony brązowy
1	1 kΩ	brązowy czarny czerwony brązowy	brązowy czarny czarny brązowy brązowy

eprasa.pl 59bae33604

Fotografia 5. Ręczna jednostka sterująca ma potencjometr regulacji czułości (VR4) i wskaźnik (LED3). Ta część jest wbudowana w odcinek rury PVC

że jeśli użyje się liny, to prawdopodobnie będzie ona nieco rozciągać się ze względu na ciężar gotowego urządzenia. Teraz można połączyć ze sobą kawałki płyty MDF za pomocą kleju do drewna i dużej ilości małych gwoździ lub wkrętów, aby całość była ładna i sztywna. Będzie to miało niewielki wpływ na pola magnetyczne a na płytce drukowanej i tak znajdują się elementy metalowe. Tak długo, jak wszystko jest sztywno utrzymane względem transformatorów – nie powinny one powodować żadnych fałszywych wyzwoleń lub obniżonej czułości.

Montaż transformatorów

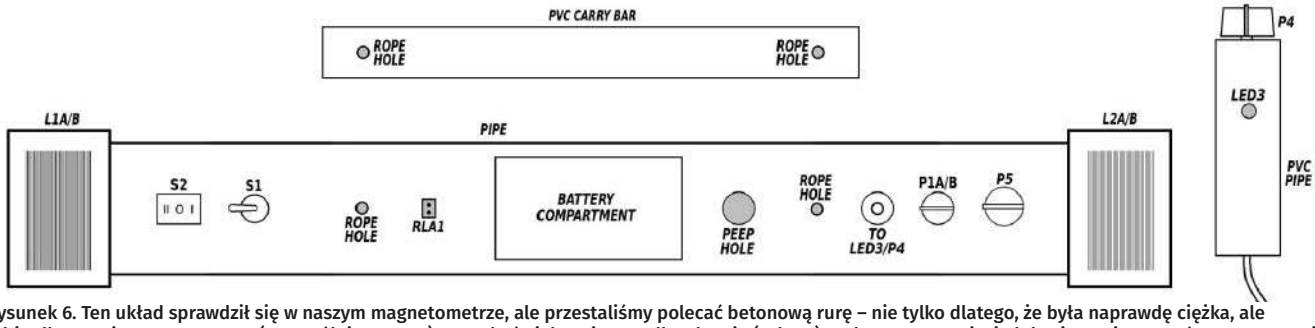
Można by zbudować skrzynki na transformatory z MDF i zamontować je na końcach głównej obudowy, bo łatwiej jest kupić odpowiedniej wielkości plastikowe skrzynki. Można następnie przykleić transformatory do skrzynek. Nie ma potrzeby ich zaklejać, tak jak to było zrobione w przypadku prototypu, ale na pewno można, jeśli się chce. Musisz być ostrożny przy przyklejaniu transformatorów ponieważ ich uzwojenia powinny być idealnie przylegające do siebie. Jest to łatwiejsze niż się wydaje. Wystarczy płaska podłoga oraz sposób na zapewnienie, że cewki są idealnie równolegle do siebie (np. poprzez staranne ułożenie ich na deskach podłogowych). Po zamontowaniu, uzwojenia transformatora powinny być poziome, a nie pionowe – jak krążki ułożone na ziemi. Długości laminatów rdzenia powinny być prostopadłe do długiej osi obudowy. Pomocne może być pozostawienie odsłoniętych przewodów do uzwojenia transformatora na wypadek gdyby trzeba było zmienić okablowania w późniejszym czasie. Podłącz przewody pierwotne i wtórne transformatora do przewodów, które zostały wcześniej poprowadzone od CON1 i CON2. Jeśli je lutujesz, użyj koszulek termokurczliwych do zaizolowania połączeń. Będziesz musiał również podłączyć baterię/uchwyt baterii do wcześniej poprowadzonych przewodów, włożyć ją do obudowy i przykleić na miejsce. Sugerujemy użycie uszczelniacza silikonowego do tego celu. Pamiętaj, że być może będziesz musiał wymienić baterię w przyszłości. Następnie można przymocować obudowy transformatorów do końców głównej obudowy. Nie radzimy używać do tego celu silikonu, ponieważ może się on zginać. Zamiast tego użyj dobrego epoksydu (np. JB Weld). Podczas gdy czekasz na utwardzenie, możesz zbudować skrzynkę zdalnego sterowania.

Skrzynka zdalnego sterowania

Skrzynka zdalnego sterowania zawiera potencjometr regulacji czułości VR4 i wskaźnik wykrywania LED3 i niewiele więcej. Odpowiednią obudowę stanowi małe pudełko Jiffy (np. UB3). Jak widać na zdjęciach, elementy te zostały umieszczone w prototypie w małym odcinku rury PCV; Ty możesz zrobić to samo. Wykonaj otwory do zamocowania VR4 i LED3 oraz kolejny o wielkości pasującej do kabla mikrofonowego. Przymocuj VR4 za pomocą nakrętki i przyklej diodę LED3 oraz kabel mikrofonowy na miejscu używając przy montażu bezbarwnego, neutralnie utwardzanego uszczelniacza silikonowego. Następnie wystarczy tylko podłączyć LED3 i VR4 do kabla, jak pokazano na rysunku 6. Ten sam rysunek pokazuje również, jak należy podłączyć 5-pinową wtyczkę DIN do kabla na drugim końcu. Należy pamiętać o zabezpieczeniu zacisku odciążającego wewnątrz obudowy wokół zewnętrznej izolacji kabla, aby upewnić się, że połączenia lutowane nie zawiodą w przypadku naprężenia na kablu. Po podłączeniu obu końców należy sprawdzić, czy ciągłość pomiędzy każdym stykiem na wtyczce DIN a elementami w skrzynce sterowniczej za pomocą multimetru cyfrowego ustawionego na tryb ciągłości, a następnie uszczelnić obudowę i podłączyć kabel do gniazda w jednostce głównej. W ten sposób można przetestować gotowy magnetometr i zacząć go używać.

Wskazówki dotyczące użytkowania

Zaleca się, aby najpierw trochę „pobawić się" z urządzeniem, aby sprawdzić, jaka jest jego czułość, na co reaguje oraz jakie są najlepsze ustawienia dla regulatorów VR1, VR4 i VR5. Podczas eksperymentowania, powinieneś mieć jak najmniej materiałów metalowych lub materiałów magnetycznych w pobliżu układu, ponieważ zakłócają jego działanie. Poeksperymentuj również z przełącznikami S2 i S3, które wyłączają T1 lub odwracają jego działanie. Odwrócona cewka popycha układ do granic czułości i jest lepsza do pomiarów na dużych odległościach, ale nie będzie już kompensacji dla „szumu" magnetycznego. Wyłączenie jednej cewki z układu jest przydatne do eksperymentów i do wykrywania pola magnetycznego Ziemi, poprzez obracanie urządzenia wokół własnej osi.



Rysunek 6. Ten układ sprawdził się w naszym magnetometrze, ale przestaliśmy polecać betonową rurę – nie tylko dlatego, że była naprawdę ciężka, ale także dlatego, że tego typu rury (szczególnie starsze) mogą być niebezpieczne dla zdrowia (azbest). Zwłaszcza przy cięciu lub wierceniu otworów! W prototypie połączono S2 i S3 w jeden przełącznik DPDT (S2), ale wygodniejsze mogą być oddzielne przełączniki (jak pokazano na schemacie)

eprasa.pl 59bae33604

Fotografia 6. Transformatory czujnika w prototypie zostały obudowane, aby wyeliminować możliwość przedostania się wilgoci z połączeniami wyprowadzonymi na zaciski śrubowe.

Zasilanie

Magnetometr zasilany jest z akumulatora 12 V lub stabilizowanego zasilacza 12 V DC (musi być stabilizowany ponieważ jakiekolwiek tętnienia na linii zasilającej spowodują zakłócanie małych wzmacnianych sygnałów). Podczas pracy pobiera on około 150 mA. Dobrej jakości 8-ogniwowa bateria alkaliczna powinna wystarczyć na cały dzień pracy. Należy pamiętać, że tanie baterie mogą bardzo szybko ulec uszkodzeniu przy tak dużym poborze prądu. Jeśli magnetometr ma być często używany, dobrym pomysłem są ogniwa wielokrotnego ładowania. Można na przykład użyć dziesięciu ogniw NiMH lub NiCd (10×1,2 V=12 V) zamiast ośmiu ogniw alkalicznych (8×1,5 V=12 V). Możesz też użyć akumulatora SLA 12 V – powinien on bez problemu poradzić sobie z takim obciążeniem, a większe SLA wytrzymają przez kilka dni użytkowania. Wadą akumulatora SLA będzie jego waga. Atrakcyjną i lżejszą alternatywą byłby akumulator wykonany z 4 ogniw 18650 litowo-jonowych (3,7 V każde). Dałoby to napięcie 14,8 V – łatwo mieszczące się w możliwościach układu. Uchwyty na 1, 2, 4 lub więcej ogniw 18650 są łatwo dostępne i dość tanie – i dają możliwość posiadania jednego zestawu ogniw w magnetometrze a drugiego naładowanego. Uważaj jednak na podróbki lub błędnie oznakowane ogniwa 18650 – mówi się, że do 90% tych sprzedawanych na ebay to podróbki. Nawet te o znanych markach w rzeczywistości zawierają ogniwa z fałszywymi etykietami. Jeśli cena wydaje się zbyt dobra, aby była prawdziwa, istnieje duże prawdopodobieństwo, że tak właśnie jest! Wystrzegaj się ogniw 18650, które twierdzą, że mają więcej niż 4000 mAh (widzieliśmy twierdzenia o 10 000 mAh i więcej!) – nie ma takich ogniw. Realistycznie rzecz biorąc, 3700 mAh to najwyższa jaka może być w legalnych ogniwach. ■

Rev. Thomas Scarborough

Artykuł reprodukowano na podstawie umowy z magazynem „Silicon Chip", 2022. www.siliconchip.com.au

REKLAMA

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną
+
Elektronikę dla Wszystkich?

W promocji

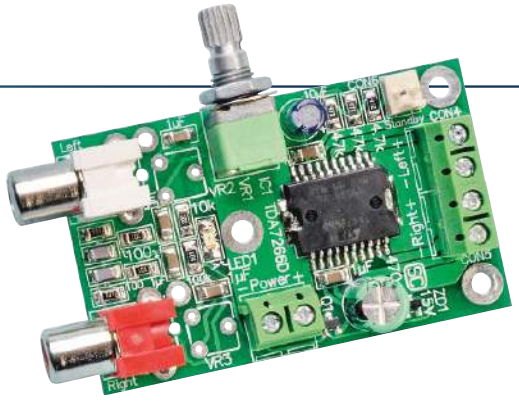
1+1=3

otrzymasz bezpłatną
prenumeratę Elektronika

www.ulubionykiosk.pl

eprasa.pl 59bae33604

Jednoczipowy mini **wzmacniacz stereo 2×5 W**



Szablony do produkcji PCB i gotowe płytki PCB dostępne są na stronie: https://www.siliconchip.com.au/Shop/?article=8064

Nie da się tego uprościć. Jeden układ scalony i niewiele więcej, a otrzymujemy stereofoniczny wzmacniacz o mocy 5 W, który może pracować w szerokim zakresie napięć, od 3,5 V do 15 V. Oznacza to, że może on pracować z pojedynczego lub wielu ogniw Li-Po, zasilania USB lub akumulatora kwasowo-ołowiowego. Jest to mały i niedrogi moduł, który może wykonać szereg zadań związanych ze wzmacnianiem dźwięku.

Nasze różne projekty „scalonych wzmacniaczy" były bardzo popularne, ponieważ są łatwe do zbudowania i w wielu przypadkach są wszystkim, co potrzeba do wysterowania małego (a może nawet dużego) głośnika. Układ TDA7266D użyty w tym małym module jest jednym z najbardziej popularnych małych układów scalonych wzmacniaczy audio klasy B dostępnych obecnie i jest produkowany przez ST Microelectronics. Chociaż istnieje wersja przelotowa, wariant SMD jest łatwiejszy do zdobycia i po prostu mniejszy. Ma duże piny, więc nie jest zbyt trudny do lutowania. Jedyną trudność stwarza duża podkładka termiczna, ponieważ może ona wyssać dość dużo ciepła podczas lutowania. Oznacza to, że jest dość skuteczny w odbieraniu ciepła podczas pracy, więc dla większości zastosowań PCB stanowi całkiem wystarczający radiator. Jest to wzmacniacz stereo z mostkiem obciążeniowym (ang. Bridge Tied Load), który jest idealny do uzyskania maksymalnej mocy klasy B do pary głośników. Dla przykładu, dostarczy on blisko 1 W na kanał do głośników 8 Ω przy zasilaniu o napięciu zaledwie 4 V, jakie jest typowo dostępne z pojedynczego ogniwa Li-Ion lub Li-Po.

Jego wydajność jest całkiem przyzwoita jak wynika z danych technicznych i wykresów wydajności.

Ten układ scalony posiada również zabezpieczenie przed przegrzaniem, zabezpieczenie przed zwarciem wyjścia oraz funkcje shut-down/mute. Dodaliśmy wejścia na gniazda RCA, regulację głośności i zabezpieczenie przed odwrotną polaryzacją zasilania jako uzupełnienie całego zestawu.

Specyfikacja:

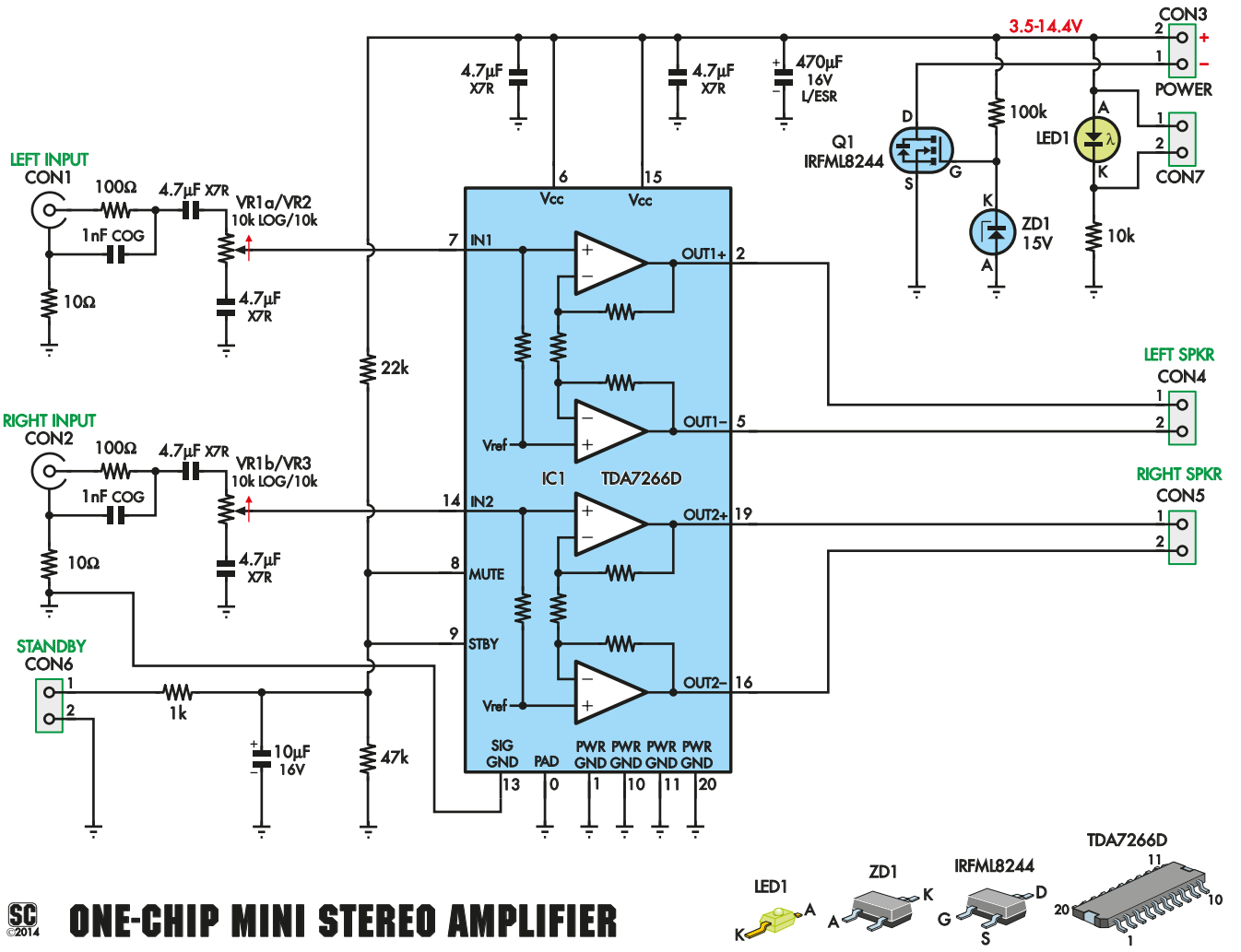
- Napięcie zasilania: 3,5–15 V
- Prąd spoczynkowy: 40–60 mA
- Prąd w stanie czuwania: ~0,25 mA
- Impedancja obciążenia: 4 Ω lub wyższa (patrz tabela 1)
- Moc wyjściowa: ponad 5 W na kanał, ograniczona termicznie
- Wzmocnienie: regulowane, do 26 dB (20×)
- Stosunek sygnału do szumu: ~96 dB
- Separacja kanałów: ~66 dB
- Impedancja wejściowa: 10 kΩ
- Współczynnik tłumienia wpływu zasilania: ~56 dB
- THD+N, 2×1 W: typowo 0,03% przy 1 kHz, <0,1% przy 100 Hz–5 kHz (patrz rysunki 2 i 5)
- Pasmo przenoszenia: 20 Hz–20 kHz, ±1 dB, typowo ±0,1 dB (patrz rysunek 3)
- Inne cechy: wskaźnik LED zasilania, tryb gotowości, zabezpieczenie przeciwzwarciowe, wyłącznik przegrzania.
- Wyciszenie w trybie czuwania: 110 dB

Opis układu

Schemat układu jest pokazany na rysunku 1. Sygnał wejściowy dla każdego kanału, z gniazd RCA CON1 i CON2, przechodzi przez filtry dolnoprzepustowe składające się z rezystorów szeregowych 100 Ω i kondensatorów ceramicznych 1 nF do masy. Filtry te redukują słyszalne szumy, które mogą być odbierane przez przewody wejściowe. Rezystory szeregowe 10 Ω połączone z każdym wejściem poprawiają izolację kanałów. Sygnały audio są następnie sprzężone AC do potencjometru(ów) regulacji głośności 10 kΩ za pomocą kondensatorów ceramicznych 4,7 μF, co daje punkt odcięcia basów –3 dB w okolicy 7 Hz. Można użyć dwóch trymerów (VR2/VR3) do wstępnego ustawienia głośności lub podwójnego potencjometru logarytmicznego (VR1) dla regulacji głośności.

Dolny koniec każdego z potencjometrów jest sprzężony pojemnościowo z masą, aby zapobiec przed przepływem prądu stałego przez potencjometry, co mogłoby powodować słyszalne trzaski podczas regulacji głośności. Sygnały trafiają bezpośrednio do pinów wejściowych IC1, pin 7 dla lewego kanału i pin 14 dla kanału prawego. Wewnętrzne półzasilające napięcie polaryzujące zapewnia prawidłowe poziomy DC. Wewnętrzne ujemne sprzężenie zwrotne ustawia wzmocnienie do 26 dB (20 razy). Sygnały wyjściowe trafiają bezpośrednio do zacisków CON4 i CON5. Wyjścia są mostkowane, więc żaden głośnik nie ma połączenia z masą. Innymi słowy, oba końce każdego głośnika są aktywnie sterowane sygnałami antyfazowymi, co zapewnia maksymalną moc. Elementy podłączone do pinów 8 (wyciszenie) i 9 (tryb czuwania) zapobiegają kliknięciom i trzaskom podczas włączania zasilania. Podczas zasilania oba piny są utrzymywane w stanie niskim, więc wyjścia są wyłączone. Z czasem, kondensator 10 μF ładuje się i IC1 najpierw wychodzi z trybu czuwania i przechodzi do trybu aktywnego, a następnie po ustabilizowaniu się innych napięć, wyjścia zostają wyciszone. Jeśli dwa piny CON6 zostaną zwarte, np. przez przełącznik, lub jeśli pin 1 jest podciągnięty nisko, kondensator 10 μF rozładuje się, a urządzenie wyciszy swoje wyjścia i przejdzie w tryb czuwania. W trybie czuwania, prąd spoczynkowy spada do niskiego poziomu. Jeśli to zwarcie zostanie następnie usunięte, urządzenie ponownie włącza się i działa normalnie. Tak więc CON6 może być używany do oszczędzania zasilania, gdy wzmacniacz nie jest używany i może być sterowany przez mikrokontroler. Jeśli nie potrzebujesz tej funkcji, możesz pozostawić złącze wyłączone a wzmacniacz będzie po prostu działał gdy tylko dostępne jest zasilanie. Każdy z pinów zasilających IC1 (piny 6 i 15) ma przylegający ceramiczny kondensator bocznikujący 4,7 μF oraz rezerwowy kondensator elektrolityczny 470 μF.

eprasa.pl 59bae33604



ONE-CHIP MINI STEREO AMPLIFIER

Rysunek 1. Układ wzmacniacza. Jest on oparty na układzie scalonym wzmacniacza TDA7266D i może dostarczyć ponad 5 W na kanał. VR1 jest regulatorem głośności, natomiast Mosfet Q1 zapewnia ochronę przed odwrotną polaryzacją zasilania

Dioda LED1 (lub zewnętrzna dioda LED podłączona do CON7) świeci, sygnalizując podłączenie zasilania. Mosfet Q1 zapewnia ochronę przed odwrotną polaryzacją. Napięcie zasilające jest doprowadzane przez CON3 i jeśli polaryzacja jest prawidłowa, bramka Q1 jest podciągana przez rezystor 100 kΩ, wykonując połączenie pomiędzy masą IC1 a pinem 1 CON3. 15 V dioda Zenera ZD1 zabezpiecza bramkę Q1 przed skokami wysokiego napięcia zasilania. Jeśli jednak zasilanie jest podłączone odwrotnie, bramka Q1 jest podciągana poniżej źródła, a więc Q1 jest wyłączone i nie może płynąć prąd zasilający. Ponownie, ZD1 chroni bramkę Q1 przed zbytnim pójściem w dół.

Obciążenie głośników i moc

Mini wzmacniacz stereofoniczny może wysterować głośniki o impedancji 4–16 Ω. Jednakże moc jest ograniczona przy wyższych napięciach zasilania, przy niższych impedancjach głośników, z powodu niższej wydajności w tych warunkach. Tabela 1 pokazuje maksymalne napięcie dla każdej typowej impedancji głośnika zanim pojawi się ryzyko wyłączenia termicznego przy wyższych poziomach mocy. Maksymalna moc ciągła jest dostępna przy podanym górnym napięciu, tzn. najlepsza moc przy 8 Ω jest dostępna przy ok. 9,5 V. W tych warunkach, dostarczy 2×5 W przy 10% THD+N lub 2×4 W przy 1% THD+N. Należy pamiętać, że nic nie stoi na przeszkodzie przed zasilaniem urządzenia z wyższego napięcia niż podane w tabeli 1, ale jeśli będziesz go mocno eksploatował,

Wykaz elementów:

1x dwustronna płytka drukowana przelotowa, kod 01109141, 39 x 63,5 mm
2x przełączane, prawostronne gniazda RCA, białe i czerwone (CON1, CON2) lub 2x dwudrożne listwy pinów z rozstawem 2,54 mm (CON1, CON2)
3x dwudrożne minizaciski z rozstawem 5,08 mm (CON3–CON5)
1x podwójny potencjometr logarytmiczny 10 kΩ 9 mm (VR1) lub 2x mini trymery poziome 10 kΩ (VR2, VR3)
1x 2-pinowe złącze spolaryzowane (opcjonalnie, dla funkcji standby)
6x wkrętów maszynowych M3×6 mm (do mocowania)
3x gwintowane M3 nylonowe podkładki dystansowe (do mocowania)

Półprzewodniki:
1x Układ scalony wzmacniacza TDA7266D 2x5 W, Power-SO-20 (IC1)
1x IRFML8244 N-kanałowy mosfet lub zamiennik, SOT-23 (Q1)
1x 15 V 500 mW dioda Zenera, SOT-23 (ZD1) (np. BZX84–C15)
1x dioda LED SMD o wysokiej jasności, rozmiar 3216/1206* lub 1x złącze pinowe 2-drożne z rozstawem 2,54 mm plus zewnętrzna dioda LED o wysokiej jasności

Kondensatory: (ceramiczne SMD 3216/1206*, o ile nie podano inaczej)
1x 470 µF 16 V elektrolityczny niskoimpedancyjny
1x 10 µF 16 V elektrolityczny
6x 4,7 µF 25 V X7R
2x 1 nF 50 V X7R lub C0G/NP0

Rezystory: (SMD 3216/1206*, 1/8 W, 1%)
1x 100 kΩ
1x 47 kΩ
1x 22 kΩ
1x 10 kΩ
1x 1 kΩ
2x 100 Ω
2x 10 Ω
* pasują również rozmiary 2012/0805

eprasa.pl 59bae33604

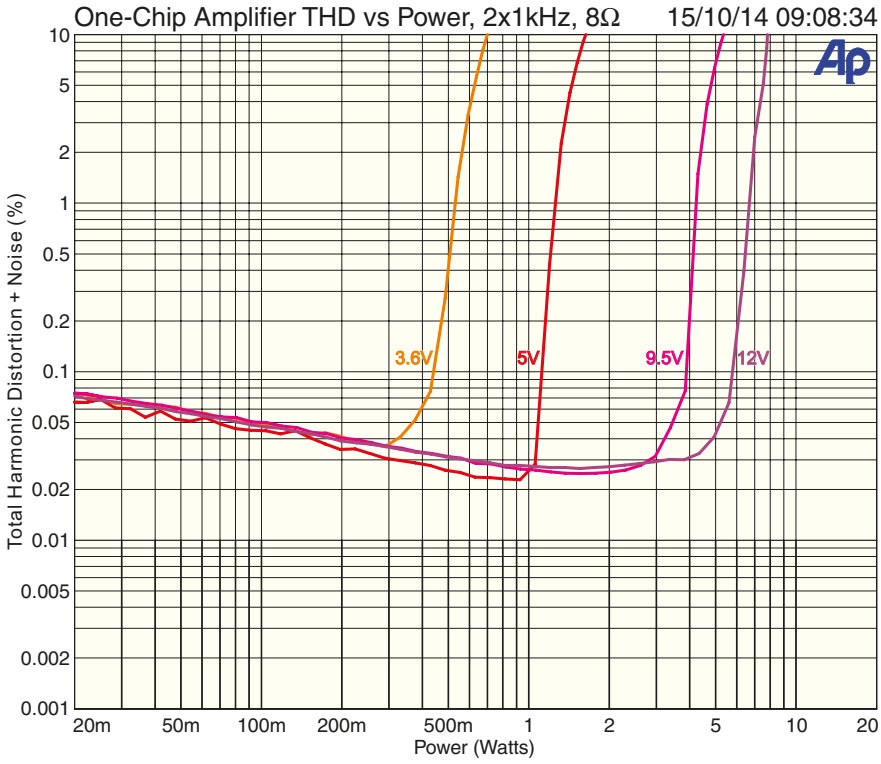
Tabela 1.

Impedancja obciążenia	Napięcie zasilania
4 Ω	3,6-6,5 V
6 Ω	3,6-8,5 V
8 Ω	4-9,5 V
16 Ω	6-14 V

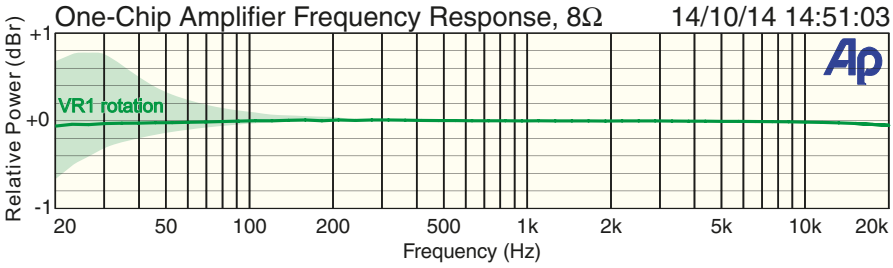
może się przegrzać i wyłączyć na krótko. Normalne działanie zostanie wznowione, gdy układ ulegnie ochłodzeniu. Układ scalony może zazwyczaj rozproszyć 5 W zanim jego matryca osiągnie 150°C i wyłączy się.

Budowa

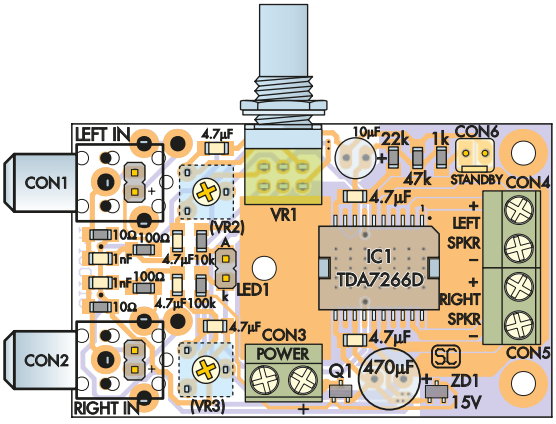
Wzmacniacz został zbudowany na dwustronnej płytce drukowanej oznaczonej kodem 01109141 (39×63,5 mm). Większość elementów to SMD, ale jest też kilka elementów przewlekanych. Na rysunku 4 pokazano szczegóły montażowe. Zacznij od zamontowania układu IC1, tj. układu scalonego wzmacniacza. Ponieważ jest on stosunkowo duży, a płytka jest jego radiatorem, będziesz potrzebował relatywnie mocnej (i/lub gorącej) lutownicy, aby to zrobić. Najprostsza technika wymaga niewiele więcej niż typowa lutownica i trochę pasty lutowniczej. Po pierwsze, pokryj cienką warstwą lutu duży pad montażowy na PCB. Rozprowadzenie odrobiny pasty lutowniczej przed dodaniem lutu pomoże rozprowadzić go. Pamiętaj, aby lut był cienki i równomierny. Jeśli dodasz za dużo, usuń nadmiar za pomocą knota lutowniczego (ponownie, pasta lutownicza pomaga). Gdy będziesz zadowolony z efektu, pocynuj spód układu scalonego w ten sam sposób. Może być konieczne przytrzymanie go w jakimś zacisku lub imadle. Następnie rozprowadź

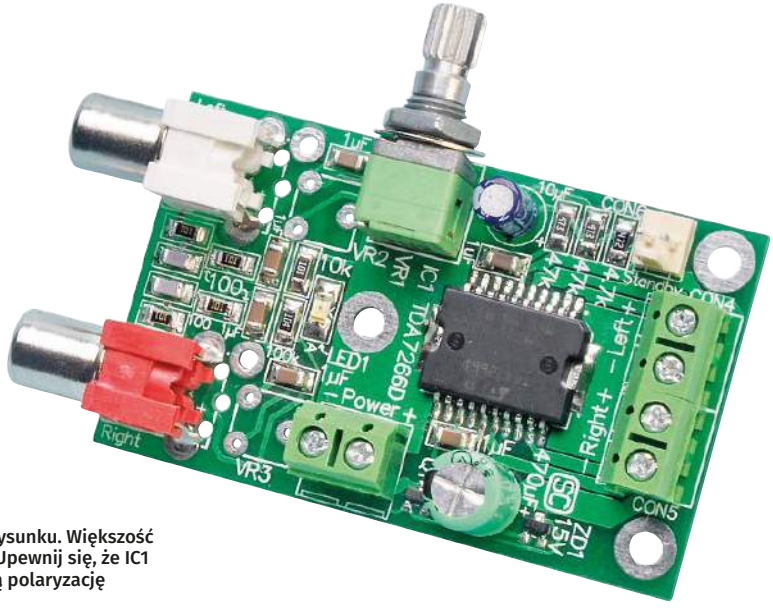


Rysunek 2. Zniekształcenia w funkcji mocy przy obu wysterowanych kanałach, przy czterech różnych napięciach zasilania. Jest to ważne dla krótkich impulsów; przy wyższych napięciach zasilania, maksymalna dostępna moc spadnie z powodu ograniczenia termicznego. Należy zauważyć, że użyteczna ilość mocy jest dostępna nawet przy zasilaniu poniżej 5 V DC



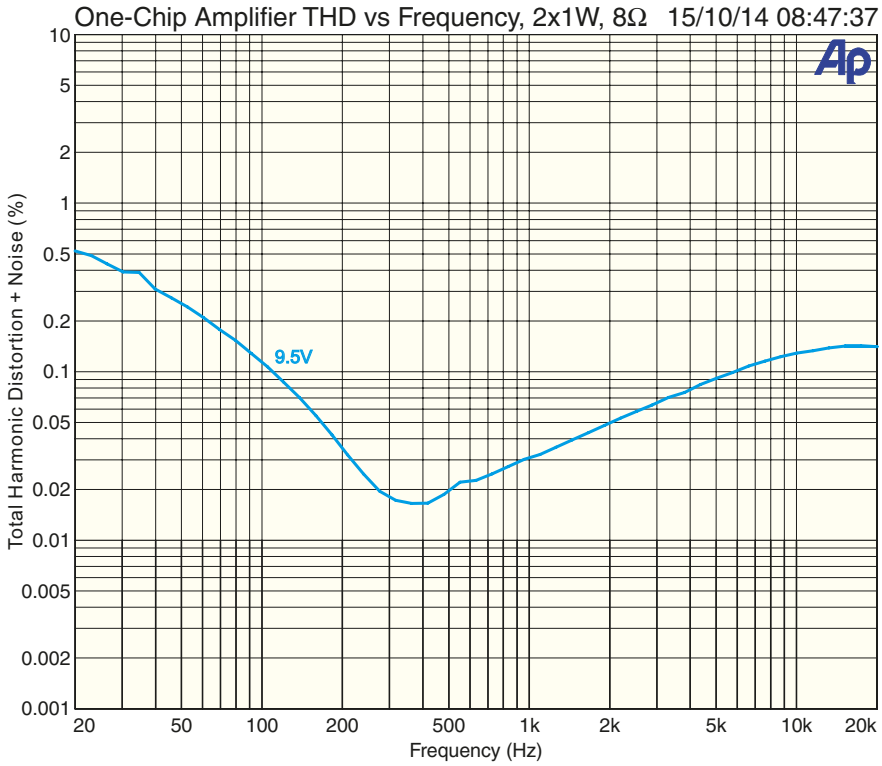
Rysunek 3. Pasmo przenoszenia jest bardzo płaskie powyżej 100 Hz. Poniżej tego poziomu występuje niewielka ilość basu obcięta lub podbita w zależności od położenia potencjometru (potencjometrów) głośności. Jest to spowodowane ich zmienną impedancją źródłową oddziałującą z nieco reaktywną impedancją wejściową IC1. Efekt ten nie jest bardzo zauważalny





Rysunek 4. Zamontuj elementy na płytce PCB tak, jak pokazano na rysunku. Większość elementów to SMD i procedura ich montażu jest opisana w tekście. Upewnij się, że IC1 oraz dwa kondensatory elektrolityczne mają zachowaną prawidłową polaryzację

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 5. Zniekształcenia w funkcji częstotliwości przy mocy 1 W i obu kanałach wysterowanych na 8-omowym obciążeniu. Jest to krzywa podobna do tej, którą przedstawiono w karcie katalogowej TDA7266D. Zniekształcenia wynikają głównie z artefaktów zwrotnicy

odrobinę pasty lutowniczej na ocynowaną płytkę PCB i umieść układ scalony na wierzchu, upewniając się, że jego orientacja jest prawidłowa, tzn. nacięty róg (pin 1) znajduje się w prawym górnym rogu, w pobliżu kropki na płytce PCB. Wciśnij go w dół, aby upewnić się, że jest on w ścisłym kontakcie z płytką. Ustaw układ scalony w linii z jego padami, umieść odrobinę pasty lutowniczej na jednym z pinów, następnie nałóż odrobinę lutu na końcówkę lutownicy i delikatnie dotknij pinów, bez naruszania układu scalonego. Pasta lutownicza powinna pomóc „przyssać" lut na pin i pad. Sprawdź wyrównanie układu scalonego i jeśli to konieczne, ponownie podgrzej złącze i delikatnie wciśnij je na miejsce. Gdy wyrównanie jest dobre, użyj tej samej techniki do przylutowania ukośnie przeciwległego pinu. Następnie należy po prostu podgrzać główną płytkę pod układem scalonym, aż dwie warstwy lutu stopią się i zestalą w jedną masę. Upewnij się, że płytka jest na powierzchni odpornej na wysoką temperaturę, a następnie umieść końcówkę lutownicy na jednym z odsłoniętych padów na obu końcach układu scalonego. Stop trochę spoiwa lutowniczego, aby „zwilżyć" złącze i ułatwić transfer ciepła. Przytrzymaj lutownicę w miejscu, aż zobaczysz pod spodem opary z topiącego się topnika a na przeciwległym końcu podkładki termicznej ponownie wypłynie lut. Należy pamiętać, że procedura ta może zająć trochę czasu (do ok. 30 sekund), głównie z powodu masy, którą trzeba podgrzać. Jeśli trwa to dłużej niż 30 sekund, to lutownica może nie mieć wystarczającej mocy. Przy okazji, nie dotykaj układu scalonego lub płytki podczas tej procedury lub zaraz po niej ze względu na wysoką temperaturę! Potem pozostaje już tylko przylutować pozostałe piny układu i wyczyszczenie wszelkich mostków za pomocą knota lutowniczego. Odśwież połączenia na pierwszych dwóch pinach, które przylutowałeś. Dodanie pasty lutowniczej jest zalecane dla obu procedur podczas lutowania pinów, zmniejsza prawdopodobieństwo wystąpienia złych połączeń. Wyczyść nadmiar topnika za pomocą odpowiedniego rozpuszczalnika (metanol wystarczy w razie potrzeby) i sprawdź połączenia pod powiększeniem, aby upewnić się, że lut prawidłowo spłynął na każdy pin i pad.

Pozostałe elementy SMD

Możesz teraz przystąpić do montażu wszystkich mniejszych elementów SMD. Zacznij od dwóch 3-pinowych SOT-23. Jest to po prostu kwestia nałożenia odrobiny lutu na jeden z padów, podgrzania tego lutu i wsunięcia elementu na miejsce (używając pincety), przylutowania na drugim padzie, a następnie odświeżenia lutu na pierwszym padzie. Jeśli używasz wbudowanej diody sygnalizacyjnej zasilania, zamontuj ją teraz. Najpierw trzeba będzie sprawdzić jej orientację. Niestety, oznaczenia dla diod SMD nie są spójne. Niektóre mierniki potrafią zapalić diodę LED w trybie testu diody, z czerwoną końcówką wskazującą anodę, ale jeśli twój miernik nie zapali jej w żadnym kierunku, może być konieczne podłączenie diody do baterii 9 V przez rezystor szeregowy 1–10 kΩ. Ustaw diodę LED tak, aby wyprowadzenie anody (dodatnie) weszło do pada oznaczonego literą „A", a następnie użyj podobnej metody jak wcześniej do wlutowania jej na miejsce. Staraj się jej nie przegrzać, ale upewnij się czy lut prawidłowo spłynął na końcach diody i na padach. Po raz kolejny, pasta z topnikiem jest Twoim przyjacielem. Teraz przystąp do montażu wszystkich rezystorów i kondensatorów. Użyj tej samej metody jak opisana powyżej. Rezystory będą miały wartości wydrukowane na wierzchu, chociaż możesz potrzebować szkła powiększającego, aby je zobaczyć. Kondensatory są nieoznaczone, jednakże kondensatory 10 nF będą znacznie cieńsze niż wersje 4,7 µF.

Części przewlekane

Połącz dwa z bloków zacisków i zamontuj je dla CON4/CON5, z otworami do wprowadzania przewodów skierowanymi do prawej krawędzi płytki. Zamontuj zacisk CON3 z wejściem na przewody na dole. Jeśli używasz podwójnego potencjometru logarytmicznego, można go teraz włożyć, w przeciwnym razie należy przylutować dwa mini trymery poziome. Montaż kończymy poprzez zamontowanie dwóch kondensatorów elektrolitycznych (dłuższe wyprowadzenia w kierunku „+", symbole po prawej), gniazda RCA i listwa(y) pinów, jeśli są potrzebne.

Testowanie i użytkowanie

Nie ma zbyt wiele do testowania płytki. Po pierwsze, podłącz odpowiedni zasilacz z pomiarem prądu (lub podłączyć miernik w trybie amperów szeregowo z jednym z przewodów zasilających). Sprawdź, czy prąd spoczynkowy jest mniejszy niż 75 mA i że dioda LED1 świeci. Potem to już tylko kwestia regulacji głośności, podłączenia źródła sygnału i głośników oraz sprawdzenia, czy dźwięk z obu kanałów jest czysty i bez zniekształceń. ■

Nicholas Vinen

Artykuł reprodukowano na podstawie umowy z magazynem „Silicon Chip", 2022. www.siliconchip.com.au

eprasa.pl 59bae33604

Stroboskop imprezowy

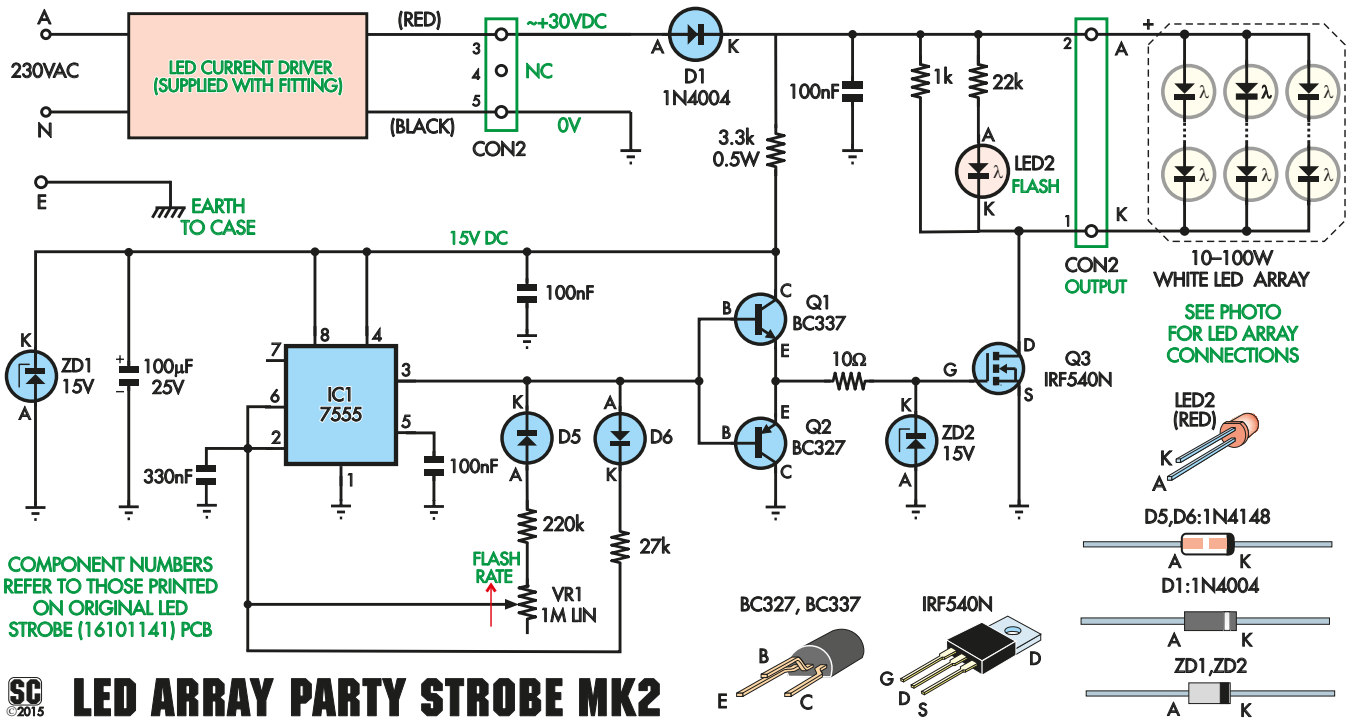
Szablony do produkcji PCB i gotowe płytki PCB dostępne są na stronie: https://www.siliconchip.com.au/Shop/?article=8803

W styczniu 2014 roku opublikowaliśmy projekt urządzenia, którego – jak wmawiano nam – nie da się zrobić! Nie dość, że działało to cieszyło się ogromną popularnością. Teraz mamy jeszcze prostszą i znacznie tańszą wersję wykorzystującą standardowy naświetlacz LED 230 V AC 30 W, który można kupić dość tanio w Internecie. Jest on również nieco większy!

Istnieje powszechne błędne przekonanie, że diody LED dużej mocy nie mogą być strobowane, tzn. szybko włączane i wyłączane – z bardzo podobnego powodu, dla którego żarówka nie może być strobowana. Lampy żarowe mają dużą bezwładność cieplną – ich żarniki nie mają szansy ochłodzić się wystarczająco po każdym „błysku". Więc nawet jeśli prąd przez żarnik może być włączany i wyłączany gwałtownie, temperatura żarnika reaguje znacznie wolniej; w rzeczywistości bardzo powoli. Diody LED nie mają bezwładności żarników. Białe diody LED typowo bazują na niebieskich diodach LED z towarzyszącym im luminoforem, który wytwarza białe światło. I tu właśnie pojawia się nieporozumienie. Fosfory w świetlówkach mają bezwładność – z pewnością dość dużą. Więc kiedy wyłączamy światło, potrzeba znacznej ilości czasu, zanim luminofor przestanie emitować światło.

Jednak luminofor w białych LED nie emituje światła poprzez fosforescencję, lecz poprzez

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 1. Schemat jest uproszczoną wersją układu zastosowanego w naszym wcześniejszym stroboskopie – głównie dlatego, że zasilacz sieciowy jest już doprowadzony do naświetlacza

proces zwany scyntylacją. Oznacza to, że nie ma światła po każdym błysku. W rzeczywistości, nasze testy wykazały, że te bardzo jasne naświetlacze LED mogą błyskać bardzo szybko, do 10 kHz lub więcej.

Jednakże, miganie światła stroboskopowego dla imprez wcale nie jest szybkie, bo tylko około 18 błysków na sekundę. Poprzedni model urządzenia był oparty na naświetlaczu LED, który nie miał wewnętrznego zasilania i dlatego miał jedną poważną wadę – oddzielne pudełko zawierające solidny transformator sieciowy. Przeznaczony był do zasilania naświetlaczy LED o mocach od 10 W do 100 W.

Nasz nowy model urządzenia oparty jest na naświetlaczu LED 230 V AC, sprzedawanym w dużych ilościach przez Internet, o mocach 10 W, 20 W, 30 W, 50 W lub 100 W. Zasilany z sieci sterownik LED jest już zamontowany i okablowany wewnątrz obudowy. Wszystkie są dość podobne w wyglądzie przy czym ich rozmiar wzrasta w zależności od mocy znamionowej. Ten przedstawiony w tym artykule jest o mocy 30 W, ale można użyć dowolnego o mocy od 10 W do 100 W. Jednak, uważamy, że 30 W jest prawdopodobnie wystarczające.

Sterownik prądowy LED 230 V AC

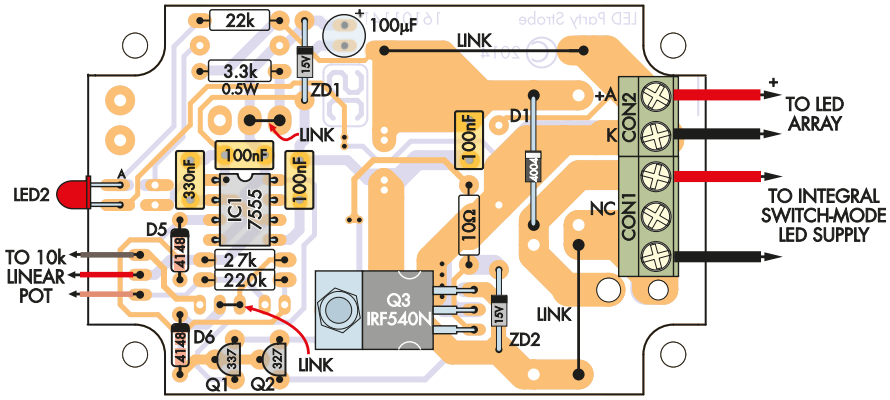
Nie tylko konstrukcja wszystkich tych naświetlaczy LED jest podobna, ale i ich układy wewnętrzne. Składają się z przełącznika prądu i modułu sterownika przystosowanego do pracy z napięciem wejściowym od 160 do 265 V AC lub zbliżonym. Moduł sterownika prądowego jest umieszczony w prostokątnej metalowej obudowie z plastikowymi elementami

Powyżej znajduje się sterownik LED zamontowany wewnątrz obudowy (utrzymywany w miejscu za pomocą silikonowego uszczelniacza [który jest całkiem OK]). Wejściowy przewód sieciowy jest zabezpieczony dławikiem, ale połączenie z masą nie jest satysfakcjonujące. Zamontujemy je ponownie, aby spełniało odpowiednie standardy. Po prawej stronie znajduje się widok z tyłu. Jak wspomniano w tekście, powinniśmy byli zamontować potencjometr dużo dalej do przodu, aby nie ingerował w uchwyt montażowy. Mówiąc o tym, wcześniej przycięliśmy go tak, aby pasował do naszego położenia – normalnie jest w kształcie litery „U"

eprasa.pl 59bae33604

Stroboskopy komercyjne

Jesteśmy świadomi, że można kupić gotowe stroboskopy LED online, za niewiele więcej niż koszt naświetlacza LED. Ale nie jesteśmy przekonani, że modele komercyjne są tak dobre jak nasze! Można również kupić różne matryce LED albo zamontowane w obudowie naświetlacza (jak nasz tutaj) lub luzem. Same matryce LED są powszechnie dostępne w wersjach 10 W, 20 W, 50 W, 70 W i 100 W po dość atrakcyjnych cenach (matryce LED 100 W, na przykład, są warte mniej niż 10 dolarów!). Nawiasem mówiąc, stroboskopy z lampami ksenonowymi są nadal dostępne. Ale widzieliśmy kilka dość ekstrawaganckich twierdzeń dotyczących mocy stroboskopów ksenonowych – na przykład, 1500 W w jednym przypadku! Gdy weźmiesz pod uwagę, że większość lamp ksenonowych, których używaliśmy w stroboskopach DIY było zazwyczaj oceniane na 5 W (faktycznie 5 dżuli, lub 5 watów-sekund) 1500 W lub nawet 1000 W wydaje się być nieco wygórowane. Nie różni się to od reklamowania wzmacniacza audio o mocy 5 W RMS jako 1000 W PIMPO.



Rysunek 2. Schemat PCB, który pasuje do zdjęcia tej samej wielkości po prawej stronie. Jest to ta sama płytka drukowana, która została użyta w projekcie ze stycznia 2014 roku, ale układ jest prostszy, o czym świadczy liczba pustych otworów. Należy również zwrócić uwagę na cztery wymagane połączenia. W rzeczywistości wymagane są tylko czerwone i pomarańczowe przewody do potencjometru, ale mieliśmy kabel 3-przewodowy i takiego użyliśmy!

końcowymi i jest on zazwyczaj przymocowany w tylnej części obudowy naświetlacza LED za pomocą silikonowej masy uszczelniającej. Napięcie wyjściowe modułów sterownika prądowego wynosi zazwyczaj około 30–36 V DC i w przykładzie, który tutaj używamy, prąd znamionowy wynosi 900 mA. A jak będziemy nim błyskać? Używamy tego samego modułu przełączającego z tylko niewielką zmianą w oryginalnym układzie LED jak można zobaczyć na schemacie na rysunku 1. Wyjście sterownika LED o napięciu około 30 V DC jest podawane przez diodę D1 bezpośrednio do anody od 10 W do 100 W białych LED, a także przez rezystor 3,3 kΩ 0,5 W do diody Zenera 15 V ZD1. Ta zapewnia zasilanie 15 V DC dla zegara 7555 (IC1) i tranzystorów Q1 i Q2. Układ IC1 jest podłączony w taki sposób, że wielokrotnie ładuje i rozładowuje kondensator 330 nF na pinach 2 i 6 przez diody D5 i D6 z jego wyjścia na pin 3. Te dwie diody zapewniają różne czasy ładowania i rozładowania z powodu różnych rezystancji szeregowych. Na przykład ścieżka ładowania jest przez D6 i rezystor 27 kΩ, podczas gdy ścieżka rozładowania jest przez D5, rezystor 220 kΩ i potencjometr 1 MΩ, który jest podłączony jako zmienny opornik (reostat). Wynikiem tego jest stały czas trwania błysku długości 8 ms (milisekund) i częstotliwość błysku, która może być zmieniana od około trzech błysków na sekundę do około 15 na sekundę. Częstotliwość błysku jest kompromisem pomiędzy jasnością pozorną a efektem „zamrożenia ruchu", który jest całym sensem działania stroboskopu. Zmienny ciąg impulsów z pinu 3 układu IC1 jest podawany do komplementarnych tranzystorów Q1 i Q2, które buforują wyjście, aby zapewnić czyste przełączanie następującego N-kanałowego Mosfeta Q3, IRF540N, który z kolei jest podłączony do katod matrycy LED w celu zapewnienia szybkiego przełączania. Ponieważ średni prąd wynosi tylko około 1 A dla matrycy LED 100 W, nie jest wymagany żaden radiator dla Mosfeta. Rezystor 1 kΩ jest podłączony pomiędzy matrycę LED, aby wytłumić artefakty wysokiej częstotliwości pochodzące z prądowego sterownika LED. W tym samym czasie czerwona dioda LED zasilana przez rezystor 22 kΩ zapewnia widoczną sygnalizację, że układ działa. Oczywiście, dioda ta nie będzie widoczna, gdy płytka przełączająca zostanie umieszczona w obudowie naświetlacza LED. Należy zauważyć, że sterownik LED nie wydaje się być „zmartwiony" przez to, że jego wyjście prądowe jest przerywane w procesie przełączania. W rzeczywistości, jego napięcie wyjściowe ma tendencję do wzrostu do około 40 V przy niskich szybkościach błysku, ale wtedy po prostu wyłącza się okresowo, aby ograniczyć napięcie wyjściowe do bezpiecznego poziomu.

Budowa

Podobnie jak wcześniejszy projekt, tak i ten zbudowany jest wewnątrz pokrywy naświetlacza LED. Jednak w przeciwieństwie do wcześniejszego modelu, jest on całkowicie samowystarczalny ponieważ naświetlacz jest zaprojektowany do pracy z zasilaniem

W przypadku odlutowania matrycy LED, lub podczas wymiany, identyfikacja anody i katody może być dość trudna. Należy szukać znaku „+" wytłoczonego w plastiku (zaznaczony czerwonym kółkiem powyżej). Przeciwnie, jest to najbliżej zacisku „–" lub katody (patrz czerwony i czarny przewód). Nigdy nie należy używać matrycy LED bez zamocowania radiatora

Wykaz elementów:

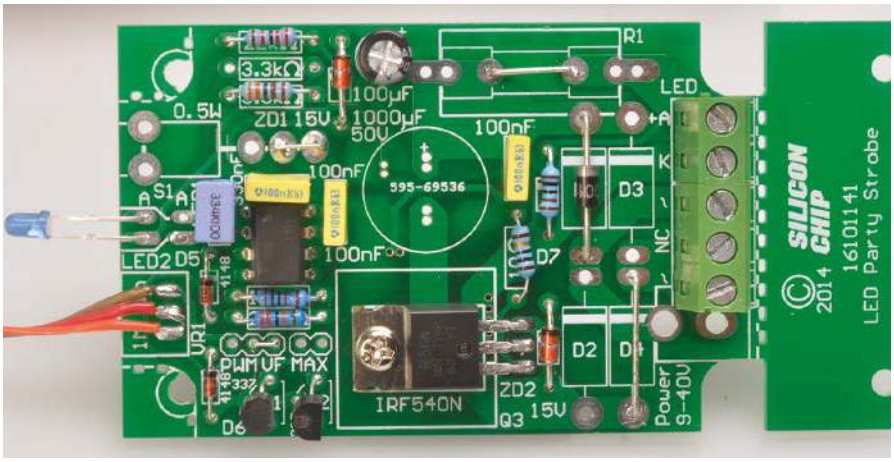
1x dwustronna płytka drukowana, kod 16101141, 95 x 49,5 mm (po raz pierwszy użyta w styczniu 2014 r.)
1x naświetlacz LED 10-100 W, zasilany z sieci (patrz tekst)
1x blok zacisków 2-drożnych (CON1)#
1x blok zacisków 3-drożnych (CON2)# (połączyć w 1 blok 5-drożny)
1x przewód miedziany ocynowany o krótkiej długości
1x pokrętło pasujące do VR1
1x 3-żyłowa wtyczka sieciowa
1x śrubka maszynowa M3 6 mm i nakrętka
4x dwustronne piankowe podkładki samoprzylepne
1x trójdrożna (lub dwudrożna) taśma przewodów o długości 100 mm
1x Krótkie odcinki rurki termokurczliwej
1x Krótkie odcinki czerwonego i czarnego przewodu przyłączeniowego

Półprzewodniki:
1x timer CMOS 7555 (IC1)
1x tranzystor BC337 NPN (Q1)
1x tranzystor BC327 PNP (Q2)
1x mosfet IRF540N (Q3)
1x czerwona dioda LED 3 mm (LED2)
1x dioda 1N4004 1 A (D1)
2x diody sygnałowe 1N4148 (D5,D6)
2x diody Zenera 15 V 1 W (ZD1,ZD2)

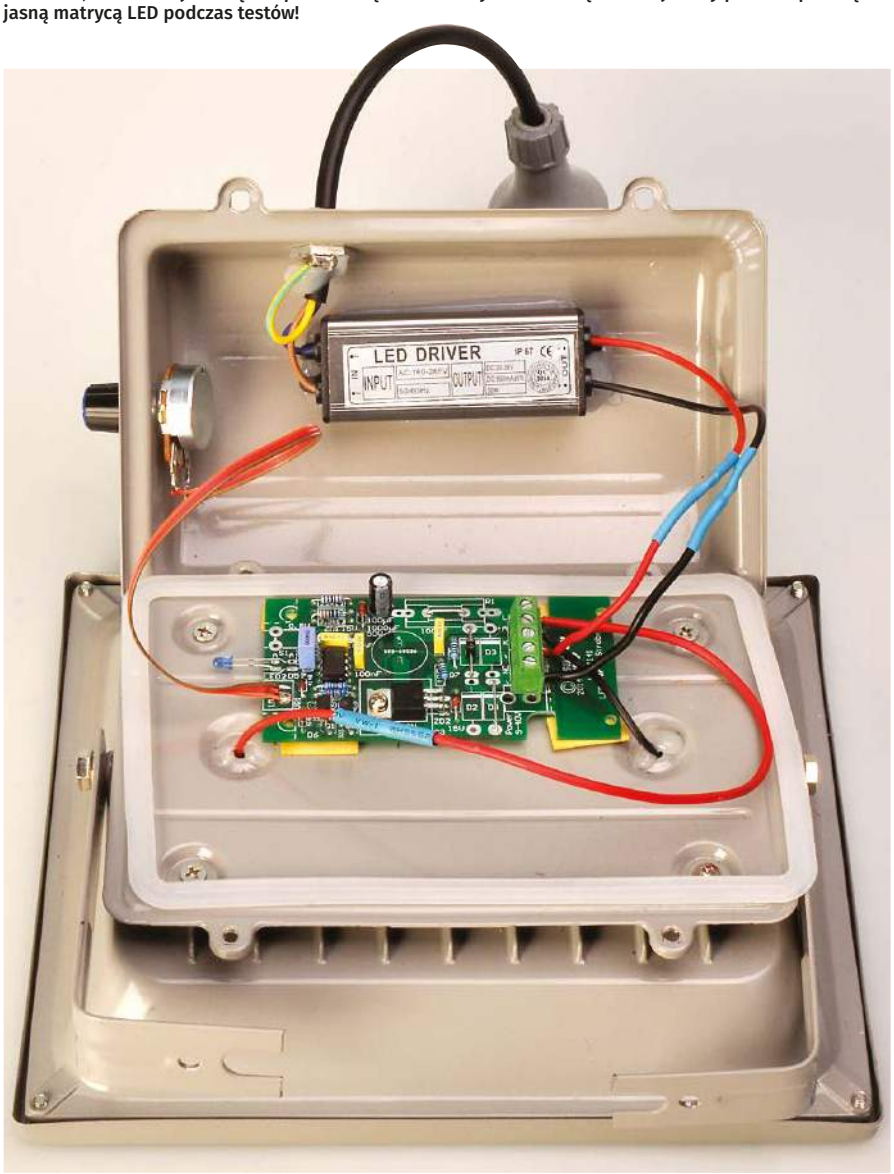
Rezystory: (0,25 W, 1%, chyba że podano inaczej)
1x 220 kΩ (kod czerwony czerwony żółty brązowy lub czerwony czerwony czarny pomarańczowy brązowy)
1x 27 kΩ (kod czerwony fioletowy pomarańczowy brązowy lub czerwony fioletowy czarny czerwony brązowy)
1x 22 kΩ (kod czerwony czerwony pomarańczowy brązowy lub czerwony czarny czerwony brązowy)
2x 3,3 kΩ 0,5 W (kod pomarańczowy pomarańczowy czerwony brązowy lub pomarańczowy pomarańczowy czarny brązowy)
1x 1 kΩ (kod brązowy czarny czerwony brązowy lub brązowy czarny czarny brązowy brązowy)
1x 10 Ω (kod brązowy czarny czarny brązowy lub brązowy czarny czarny złoty brązowy)
1x 1 MΩ potencjometr liniowy 9 mm (VR1)

Kondensatory:
1x 100 µF 25 V elektrolityczny
1x 330 nF MKT (kod 334, 330n lub 0,33 µF)
3x 100 nF MKT (kod 104, 100n lub 0,1 µF)

eprasa.pl 59bae33604



Ze względu na swój wcześniejszy format do użytku wielorazowego, płytka PCB posiadała końcówkę, którą można było odciąć – pokazaną powyżej na prawym końcu. Jak wspomniano w tekście, dioda LED jest zbędna po zamknięciu obudowy – ale oszczędza Twoje oczy przed naprawdę jasną matrycą LED podczas testów!



Oto prawie ukończony stroboskop, tuż przed tym jak naprawiliśmy i następnie połączyliśmy dwie połówki obudowy. Widać cztery piankowe podkładki samoprzylepne, których użyliśmy do przymocowania nowej płytki drukowanej do obudowy oraz odcinki koszulki termokurczliwej na połączeniach przewodów, aby zapobiec zwarciom. Upewnij się, że masz neoprenową podkładkę na miejscu przed przykręceniem i że żadne z wewnętrznych przewodów nie wystają na zewnątrz! Nawiasem mówiąc, musieliśmy zamontować trzyżyłową wtyczkę sieciową widoczną na górze powyższego zdjęcia – naświetlacz jest dostarczany z bardzo krótkim kablem sieciowym

AC (160–265 V) poprzez swój mały zasilacz impulsowy, który jest już zamontowany wewnątrz. Wierzcie lub nie, ale naświetlacze LED zasilane z sieci nie są znacząco droższe niż ich 12 V odpowiedniki, których używaliśmy poprzednim razem. My nabyliśmy nasze online za około 30 dolarów, ale ceny różnią się znacznie w zależności od sklepu! Płytka drukowana jest również montowana wewnątrz pokrywy, ale z racji, że moduł zasilający jest zamontowany wewnątrz „wieka", my zamocowaliśmy nową płytkę PCB wewnątrz podstawy obudowy, tak że po złożeniu obu połówek nowa płytka drukowana prześwituje przez moduł zasilający. Nie ma tu zbyt wiele miejsca w zapasie, ale jest go wystarczająco dużo. Użyliśmy dwustronnych, grubych piankowych podkładek, aby przymocować PCB do obudowy. Mają one kilka zalet a najmniejszą z nich jest to, że nie wymagają żadnego wiercenia oraz działają jako izolatory pomiędzy dolną stroną PCB a metalową obudową. Dwustronne podkładki piankowe są powszechnie dostępne.

Montaż PCB

Jest to dość proste przy użyciu płytki drukowanej zaprojektowanej dla oryginalnego stroboskopu (16101141), z tą oczywistą różnicą, że kilka pozycji pozostało niewypełnionych i niektóre elementy są nieco inne w stosunku do oryginału. Zachowaliśmy numery identyfikacyjne elementów z oryginalnej płytki, aby uniknąć pomyłek. Oczywiście będą „luki" w numeracji elementów (np. jest D1, D5 i D6, ale nie ma D2, D3 lub D4). Wystarczy podążać za nowym elementem, zwracając uwagę, które elementy zostały pominięte, a które są zastąpione przez zworki. Zacznij najpierw od elementów o najniższym profilu, tj. od rezystorów i małych kondensatorów. Za nimi należy umieścić diody i diody Zenera, uważając, aby ich nie wymieszać ani nie umieścić nieprawidłowo. Następne są diody LED i tranzystory (ponownie, BC327 i BC337 wydają się identyczne, więc zwróć uwagę na ich położenie). Ściśle mówiąc, dioda LED „migania" (LED 2; nie ma LED 1) nie jest faktycznie wymagana, ponieważ będzie ona ukryta wewnątrz obudowy. Pozostawiliśmy ją jednak na miejscu dla spokoju, aby potwierdzić prawidłowe działanie układu bez konieczności podłączania oślepiająco jasnej matrycy LED. Następnie zaginamy końcówki MOSFET-a w dół o 90° w odpowiednim miejscu tak, aby mógł on być zamontowany płasko na płytce PCB a jego otwór na śrubę był wyrównany z otworem w płytce PCB. Wiele osób uważa, że najłatwiej jest tymczasowo przykręcić MOSFET do płytki PCB, uchwycić

eprasa.pl 59bae33604

końcówki w odpowiednim miejscu za pomocą szczypiec, wykręcić śrubkę nadal trzymając końcówki szczypcami, a następnie wygiąć je w dół wzdłuż krawędzi szczypiec. Zatrzaśnij teraz zaciski dwukierunkowe i trójdrożne i przylutuj je w pozycji pięciodrożnej, z dostępem skierowanym do zewnętrznej krawędzi płytki drukowanej. Używane są tylko cztery zaciski, pozycja numer cztery nie jest podłączona. Ostatnim elementem do zamontowania jest układ scalony timera 7555. Upewnij się, że jego wycięcie jest w tej samej orientacji, co grafika na warstwie opisowej płytki. To, czy użyjesz podstawki na układ zależy wyłącznie od Ciebie (ale jeśli to zrobisz, upewnij się, że jego orientacja jest taka sama).

Montaż potencjometru prędkości

W przeciwieństwie do wcześniejszych stroboskopów, potencjometr prędkości jest montowany na zewnątrz płytki poprzez krótki przewód taśmowy. Podczas, gdy wymagane są tylko dwa przewody (zaznaczone na czerwono i pomarańczowo na schemacie), my podłączyliśmy wszystkie trzy zaciski.

Wykonaj przewód taśmowy (a właściwie połączenia do matrycy LED i zasilacza impulsowego) na tyle długi, aby można było otworzyć obie połówki obudowy do pracy. Stwierdziliśmy, że musieliśmy przedłużyć niektóre kable za pomocą krótkich odcinków przewodów tego samego koloru poprzez przylutowanie dodatkowego przewodu i zabezpieczenie połączenia koszulką termokurczliwą. Patrząc z perspektywy czasu, nie zamontowalibyśmy potencjometru na środku obudowy, ponieważ ogranicza to ruch wspornika montażowego. Na szczęście, w naszym przypadku, nie miało to zbyt dużego znaczenia, ale jeśli chcesz, zamontuj potencjometr jak najdalej w górę obudowy, jak to tylko możliwe.

Brak wtyczki zasilającej!

Prawdopodobnie dlatego, że naświetlacz jest sprzedawany do wszystkich zakątków świata (zasilany 160–265 V), nie ma wtyczki zasilającej. Ale co gorsze, przewód sieciowy ma tylko około 200 mm długości, więc będzie trzeba zamontować wtyczkę sieciową i używać jej z przedłużaczem, albo zamontować puszkę przyłączeniową do krótkiego kabla. Niezależnie od tego, co wybierzesz, upewnij się, że okablowanie sieciowe jest bezpieczne i kilkukrotnie sprawdzone przed użyciem.

Testowanie urządzenia

Po sprawdzeniu rozmieszczenia elementów i przylutowaniu, podłącz zmontowaną płytkę drukowaną do modułu zasilającego (zwróć uwagę na biegunowość!) nie podłączając jeszcze matrycy LED.

Podłącz wtyczkę sieciową i włącz zasilanie. Powinno się zauważyć, że dioda LED „miga" okresowo (tj. z częstotliwością migania) z regulacją za pomocą potencjometru. Jeśli tak nie jest, to oczywiście masz błąd elementu lub złe połączenie lutownicze. Sprawdź napięcie zasilania (zacisk 3 i 5; pamiętaj, że 4 nie ma połączenia), gdzie powinieneś odczytać około 30 V DC. Jeśli to jest w porządku, sprawdź napięcie na pinach 1 i 8 układu scalonego – powinno być bardzo zbliżone do 15 V DC. Jeśli to jest OK, jedyną możliwością jest (ponownie) nieprawidłowo umieszczony element lub złe połączenie lutownicze. Upewnij się, że nie pomyliłeś diod Zenera i diod sygnałowych (D5/D6), lub czy nie zamieniłeś dwóch tranzystorów (Q1 i Q2). Jeśli zauważysz, że częstotliwość migania diody LED jest największa, gdy potencjometr jest ustawiony na minimum, wystarczy odwrócić połączenia do potencjometru (te pokazane na czerwono i pomarańczowo).

MOC MATRYCY LEDOWEJ?
Nie ma żadnych oznaczeń na matrycach LED, aby powiedzieć jaka jest jej moc. W tym projekcie wynosi ona 30 W. Skąd to wiemy? To proste: policz liczbę pionowych rzędów. Na każdy rząd przypada 10 W; tutaj są 3 rzędy, więc jest to 30 W. Jak wspomniano wcześniej, nie dajcie się skusić na ich używanie bez radiatora (nie potrzebują izolacji) i lepiej nie patrzyć się prosto w nie.

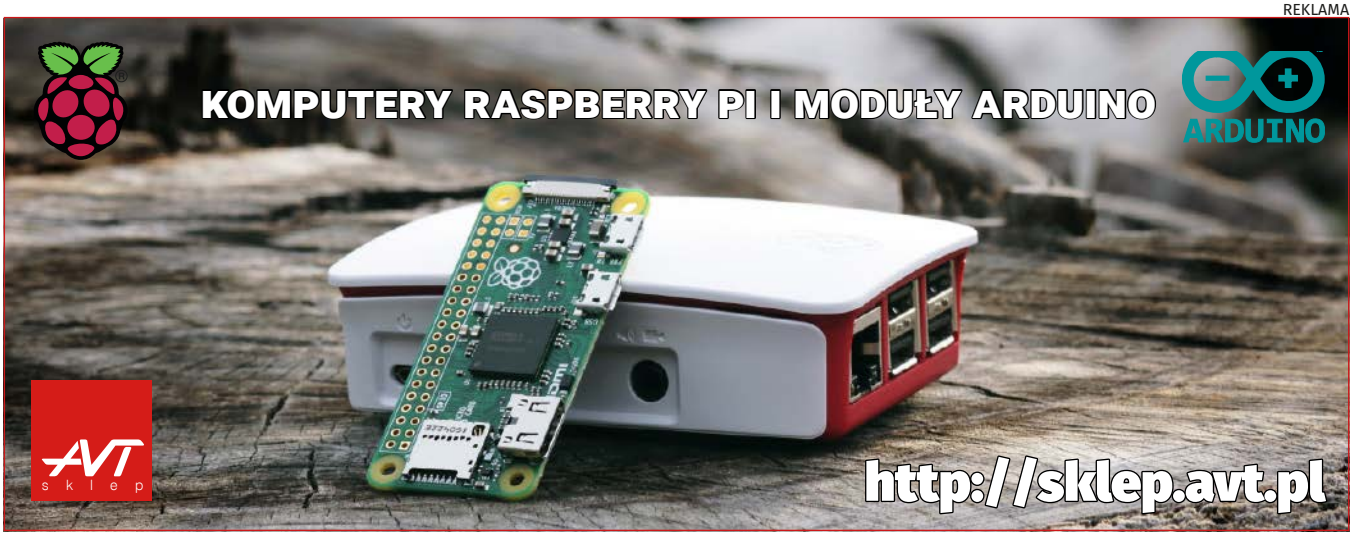
Podłączenie matrycy LED

Jeśli wszystko jest w porządku, odłącz zasilanie i poczekaj aż dioda LED przestanie migać. Następnie podłącz przewody do LED (zwróć uwagę na biegunowość!). Odwróć naświetlacz z dala od oczu i na krótko podłącz zasilanie ponownie. Powinieneś zobaczyć bardzo jasne błyski – ponownie, regulowane za pomocą potencjometru szybkości błysku. Złóż obudowę upewniając się, że uszczelka jest na swoim miejscu i że żaden z wewnętrznych przewodów nie zdołał wyjść poza obudowę. I to wszystko: Twój stroboskop imprezowy jest teraz kompletny. Wreszcie możesz urządzić imprezę! ■

Ross Tester

Artykuł reprodukowano na podstawie umowy z magazynem „Silicon Chip", 2022. www.siliconchip.com.au

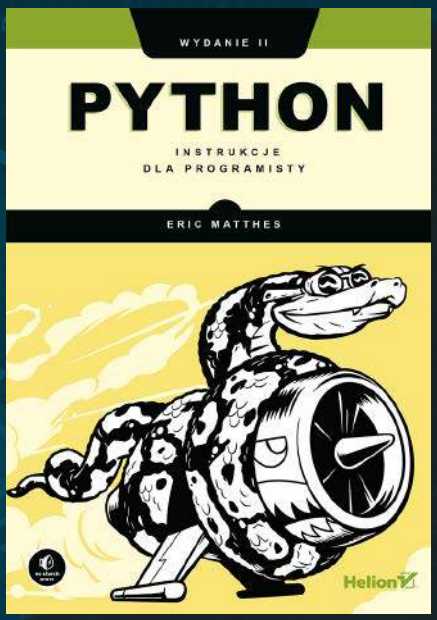
REKLAMA

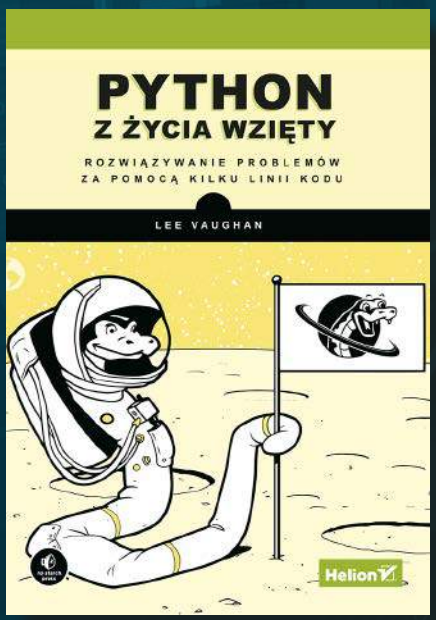


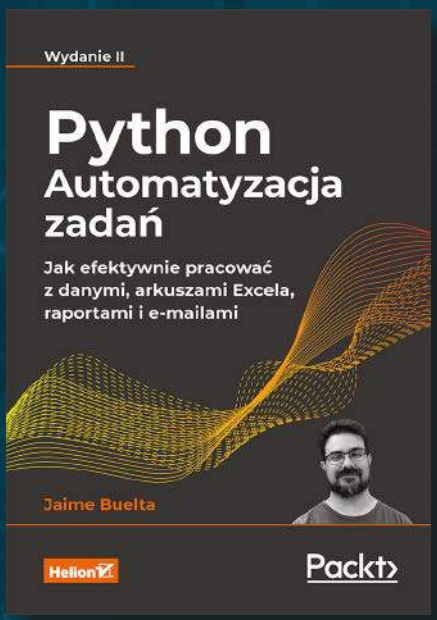
eprasa.pl 59bae33604

NOWOŚCI W ULUBIONYM KIOSKU

KSIĄŻKI Z RABATEM DO 30%







Zobacz pełną ofertę książek i zamów wygodnie na UlubionyKiosk.pl

eprasa.pl 59bae33604

Killer szumów usznych i bezsenności

Czy Ty – lub ktoś kogo znasz – cierpisz na szumy uszne? A może na bezsenność? Nie możemy składać żadnych obietnic terapeutycznych, ale różowy i/lub biały szum są powszechnie uznawane za łagodzące lub nawet eliminujące te problemy! To urządzenie wytwarza różowy lub biały szum, więc możesz eksperymentować do woli – i być może poczuć ulgę!

Jeśli nigdy nie cierpiałeś na szumy uszne, możesz uważać się za szczęściarza. Szumy uszne to percepcja dźwięku, kiedy nie docierają do nas żadne dźwięki z zewnątrz. Powszechnie określane jako „dzwonienie w uszach", szumy uszne mogą brzmieć jak szumienie, klikanie, brzęczenie, dzwonienie, syczenie, ryczenie, gwizdanie, a nawet dźwięk świerszczy. Jest to szczególnie dokuczliwe dla tych, którzy cierpią z tego powodu stale. Szumy uszne mogą mieć charakter przerywany lub stały i mogą różnić się głośnością w zależności od stresu, ciśnienia krwi, zmęczenia, przyjmowanych leków i otaczającego środowiska. Niektórzy ludzie doświadczający szumów usznych nie są nimi tak naprawdę dotknięci. Inni jednak uważają, że poważnie zakłóca on ich sen. W najgorszym przypadku mogą być wyniszczające. Dla tych osób, u których szumy uszne są poważnym problemem, terapia TRT (Tinnitus Retraining Therapy) może być skuteczną metodą leczenia. Terapia TRT, opracowana przez dr Jawela Jastreboffa, polega na wykorzystaniu szerokopasmowego szumu o niskim poziomie. TRT nie leczy szumów usznych, ale pozwala na łagodzenie ich objawów. Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej, istnieje wiele stron internetowych poświęconych szumom usznym. Wystarczy wpisać hasło „Tinnitus" w ulubionej wyszukiwarce, a znajdziesz mnóstwo informacji. Nawet jeśli nie cierpisz na tę przypadłość, zdarzają się sytuacje, kiedy źródło szumu o niskim poziomie może być naprawdę pomocne w maskowaniu innego szumu – np. kiedy nie możesz zasnąć i leżysz w łóżku, miotając się i obracając, stając się jeszcze bardziej zmęczony i bez nadziei, że znajdziesz ten nieuchwytny sen!

eprasa.pl 59bae33604

Bezsenność

Być może sąsiad w pobliżu urządza huczną imprezę i liczenie owiec lub chowanie głowy pod poduszkę po prostu nie działa! Włącz opisywane urządzenie i możesz skutecznie zagłuszyć szum, który nie pozwala Ci zasnąć. A może próbujesz się uczyć, a ktoś inny w rodzinie zamienił swoje baletki na buty z gwoździami. Ponownie, włącz to urządzenie i zamaskuj je. Nasza jedyna przestroga jest taka, że jeśli próbujesz się uczyć, możesz zamiast tego zasnąć. No cóż, nie da się wygrać ze wszystkimi!

Jak to robi?

Urządzenie „Tinnitus and Insomnia Killer" maskuje dźwięki zewnętrzne zwiększając poziom szumu otoczenia, dzięki czemu niepożądany szum jest znacznie mniej uciążliwy. „Szum" emitowany przez to urządzenie jest czymś, z czym można żyć. W rzeczywistości, często jest on całkiem kojący. Został on porównany do tego, co słychać podczas lekkiego deszczu na blaszanym dachu, delikatnego wodospadu lub strumienia spływającego kaskadowo po skałach. Niemowlęta doświadczają ciągłego szumu tego typu w łonie matki, dlatego też „potrząsanie" nimi często uspokaja je i pomaga im zasnąć. Wszyscy jesteśmy przyzwyczajeni do tego rodzaju szumu, kiedy jesteśmy bardzo młodzi. Dlatego też może on być szczególnie skuteczny w pomaganiu niemowlętom w zasypianiu, nawet gdy znajdują się w cichym otoczeniu. Dla nich ciche otoczenie jest pojęciem zupełnie obcym! Wreszcie, inne zastosowanie białego/różowego szumu to... relaks. Może nie być żadnego hałasu z imprezy u sąsiada – w rzeczywistości może być zbyt cicho, abyś mógł się zrelaksować. Wystarczy dodać trochę szumu (odpowiedniego rodzaju!), a prawdopodobnie łatwiej będzie Ci się zrelaksować.

Opisywane urządzenie może posiadać słuchawki lub głośnik i może być zasilane z baterii 9 V lub z zasilacza DC (od około 6–12 V). Układ jest umieszczony w małej, plastikowej obudowie i zawiera regulator głośności, aby ustawić poziom, który jest odpowiedni dla Ciebie!

Szum biały, różowy: jaka jest różnica?

Szum biały ma jednakową energię we wszystkich częstotliwościach w całym paśmie. Tak więc na przykład, pasmo 1 kHz od 1–2 kHz będzie miało taką samą energię całkowitą jak pasmo 1 kHz z zakresu 10–11 kHz. W praktyce oznacza to, że szum biały ma wzrost amplitudy o 3 dB dla każdej wyższej oktawy. Brzmi to podobnie do syczenia ulatniającej się pary wodnej lub gdy radio FM jest przestrojone poza stacją. Szum różowy, z drugiej strony, ma równy poziom energii dla każdej oktawy. Tak więc, na przykład, całkowita energia w paśmie 20–40 Hz (tj. szerokość pasma 20 Hz) jest taka sama jak w paśmie 10–20 kHz (szerokość pasma 10 kHz). Dlatego też, ma ona identyczną amplitudę dla każdej oktawy. W efekcie oznacza to, że szum różowy brzmi bardziej stonowanie i mniej szorstko niż szum biały i ma więcej basów. Dla osób cierpiących na szumy uszne lub tych, którzy po prostu szukają sposobu na zamaskowanie niepożądanego hałasu, to czy użyjesz białego czy różowego szumu zależy od Twoich preferencji. Wypróbuj oba i zobacz, który z nich wolisz i który jest bardziej skuteczny w danej sytuacji.

Specyfikacja:

- Wytwarza szum biały lub różowy
- Wbudowana regulacja głośności
- Obsługa słuchawek, wkładki dousznej lub głośnika (do 750 mW na 8 Ω)
- Zasilanie z baterii 9 V lub wtyczki 6–12 V DC
- Wskaźnik włączenia zasilania i niskiego poziomu baterii
- Małe i lekkie urządzenie przenośne (podręczne)
- Pobór prądu z słuchawkami: 4,6 mA w stanie spoczynku, 8–9 mA# przy średniej głośności, 20–25 mA# przy pełnej głośności
- Pobór prądu z głośnikiem: 8,6 mA w stanie spoczynku, 47–80 mA# przy pełnej głośności
- Żywotność baterii 9 V: typowo około 48 godzin w przypadku słuchawek lub 7 godzin z głośnikiem

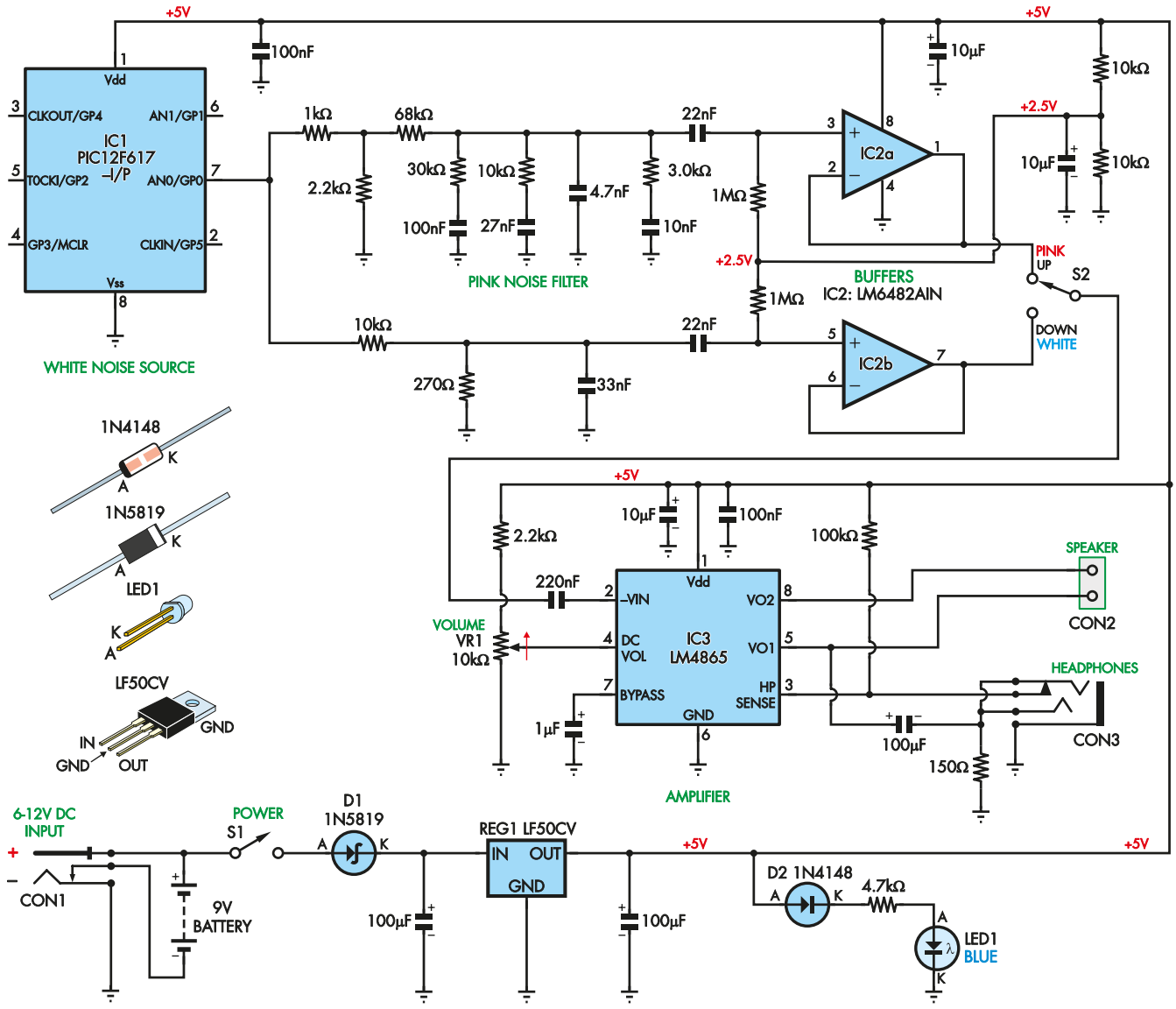
Niższa wartość jest dla szumu białego, nieco wyższa dla szumu różowego

Urządzenie umieszczone w obudowie Jaycar (wersja w obudowie Altronics jest podobna)

Inne zastosowania szumu różowego

Oprócz pomocy osobom cierpiącym na szumy uszne lub jako środek wspomagający sen, szum różowy jest często wykorzystywany w laboratorium – na przykład do pomiarów i testowania systemów głośnikowych. Można go wykorzystać podczas ustawiania i regulacji głośników w celu skompensowania „koloryzacji" dźwięku spowodowanej przez obiekty znajdujące się w pomieszczeniu oraz kształtem pomieszczenia. Może być również używany jako wskazówka do uzyskania spójnego dźwięku w całym pomieszczeniu. Szum różowy jest wykorzystywany jako źródło sygnału do wysterowania głośnika(ów) za pomocą wzmacniacza. Uzyskany w ten sposób dźwięk jest monitorowany za pomocą skalibrowanego mikrofonu, tj. takiego, który ma płaską charakterystykę odpowiedzi lub o znanej odpowiedzi, która może być skompensowana. Mikrofon napędza analizator widma/częstotliwości, aby pokazać, jak zmienia się dźwięk, gdy mikrofon jest przesuwany w pomieszczeniu. W celu wyrównania poziomu dźwięku w pomieszczeniu można użyć korektora, aby dopasować poziom w każdym paśmie częstotliwości, tak aby ogólne pasmo częstotliwości było płaskie. Nie trzeba do tego celu drogiego analizatora widma, ponieważ istnieje wiele programów komputerowych do wyświetlania widma dźwięku z mikrofonu. Na przykład, istnieje program o nazwie Wavespectra (https://

eprasa.pl 59bae33604



TINNITUS & INSOMNIA KILLER

Rysunek 1. Schemat układu. Szum biały jest wytwarzany przez układ IC1 na jego wyjściu – pin 7. Jest on tłumiony i buforowany przez wzmacniacz operacyjny IC2b, a następnie podawany do IC3, gdy przełącznik S2 znajduje się w pozycji dolnej. Szum biały jest również przekształcany w szum różowy i buforowany przez IC2a, a następnie podawany do IC3, jeżeli przełącznik S2 znajduje się w pozycji górnej. IC3 wzmacnia wybrany sygnał i podaje go albo do słuchawek na CON3, albo do głośnika na CON2, jeśli nic nie jest podłączone do CON3

bit.ly/3t04Y4y). Innym programem, który może być znany jest Audacity (https://bit.ly/3CwWJQG). Istnieje wiele innych: dr Google jest Twoim przyjacielem!

Opis układu

Spójrzmy teraz na schemat układu (rysunek 1, powyżej). IC1 to mikrokontroler PIC12F617, który jest zaprogramowany do wytwarzania szumu białego z wykorzystaniem 31-bitowej sekwencji szumu pseudolosowego zaimplementowanej w jego oprogramowaniu. Nazywa się ją pseudolosową, ponieważ nie jest prawdziwie losowa – sekwencja powtarza się po około ośmiu godzinach. Tak więc powtarzanie się jest niezauważalne, ani nawet statystycznie istotne w 99,9% przypadków.

Sygnał wyjściowy z IC1 przechodzi do dwóch różnych filtrów, z których jeden przekształca szum biały na szum różowy (przez IC2a) a drugi tylko kondycjonuje szum biały (poprzez IC2b). Przełącznik S2 decyduje o tym, który z tych dwóch sygnałów jest podawany do wzmacniacza IC3, co pozwala na wybór szumu białego lub różowego. Wykorzystywany jest wewnętrzny oscylator 8 MHz układu PIC12F617, co daje częstotliwość instrukcji 2 MHz, więc 13 instrukcji w programie daje częstotliwość próbkowania 153,846 kHz (2 MHz ÷ 13). Rozkład częstotliwości szumów jest więc do około połowy tej wartości, czyli 76,923 kHz. Ponieważ wyjście jest falą kwadratową, będzie miało składowe harmoniczne przy wyższych częstotliwościach niż 76,923 kHz, ale będą one miały mniejszą amplitudę i poziom mocy. Zmierzone widmo z układu IC1 jest pokazane na rysunku 4. Rozciąga się ono w całym zakresie pasma akustycznego (20 Hz–20 kHz) i znacznie poza nim, zarówno w zakresie niskich jak i wysokich częstotliwości. Porównaj to z widmem szumu różowego wytwarzanego przez to urządzenie, pokazanym na rysunku 3, do widma szumu białego, pokazanego na rysunku 4. Różni się ono od tego pokazanego na rysunku 2 ze względu na dodatkowe filtrowanie i tłumienie w analogowym torze sygnałowym. Większość naddźwiękowych i poddźwiękowych częstotliwości jest odfiltrowana.

eprasa.pl 59bae33604

Więcej informacji o tym jak IC1 wytwarza biały szum w artykule White Noise Generator opublikowanym w wydaniu z września 2018 roku (https://bit.ly/3vVOOLm).

Filtry

Poziom szumu białego z układu IC1 jest redukowany za pomocą dzielnika rezystancyjnego składającego się z rezystorów 10 kΩ i 270 Ω. Dzieje się tak, aby szum biały był na podobnym poziomie jak szum różowy, tak aby przełączanie między nimi nie powodowało zauważalnego skoku w postrzeganej głośności. Naddźwiękowe (powyżej 20 kHz) składowe sygnału są odfiltrowane przez filtr dolnoprzepustowy, który składa się z tych dwóch rezystorów plus kondensator 33 nF. Sygnał jest następnie podłączony AC do nieodwracającego wejścia pinu 5 bufora IC2b przez kondensator 22 nF.

Ten pin wejściowy jest spolaryzowany DC do połowy zasilania (około 2,5 V) poprzez rezystor 1 MΩ, który łączy się z dzielnikiem napięcia składającym się z dwóch rezystorów 10 kΩ na 5 V. Ta połowa zasilania jest odsprzęgnięta do masy za pomocą kondensatora 10 µF, tak że szumy zasilania nie przechodzą do sygnału poprzez tę ścieżkę. Taki układ polaryzacji DC ustawia punkt pracy IC2b przechodzący w połowie napięcia zasilającego 5 V i dzięki temu na wyjściu wzmacniacza nie jest obcinana amplituda sygnału.

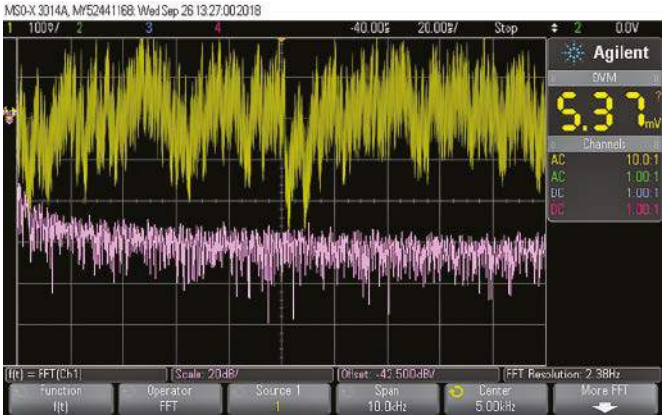
Filtr szumu różowego

W drugiej ścieżce sygnału, sygnał szumu białego staje się szumem różowym. Najpierw jego poziom jest redukowany przez dzielnik składający się z rezystorów 1 kΩ i 2,2 kΩ. Redukcja ta nie jest tak duża jak w przypadku ścieżki sygnału szumu białego, ponieważ następujący po nim filtr również zapewnia pewne tłumienie. Początkowa redukcja przez dzielnik składający się z tych dwóch rezystorów zapobiega obcinaniu w następującym po nim stopniu buforowym (IC2a). Filtr szumu różowego zapewnia tłumienie −3 dB na oktawę. Ten współczynnik tłumienia jest trudny do osiągnięcia, ponieważ filtr RC wykorzystujący rezystor i kondensator zapewnia wyższą wartość odcięcia, wynoszącą 6 dB na oktawę. Aby uzyskać tłumienie −3 dB na oktawę, stosuje się złożoną kaskadę filtrów pasywnych. Łączą się one w celu zapewnienia odpowiedzi o wymaganym współczynniku tłumienia. Filtr ten oparty jest na jednym z filtrów opublikowanych po raz pierwszy ponad czterdzieści lat temu w National Semiconductor Audio Handbook, 1976 (strona 2–56 z https://bit.ly/3vXgrno). Filtr ten jest dokładny w granicach ±0,25 dB od 10 Hz do 40 kHz, gdy używane są komponenty o bliskiej tolerancji. Sygnał wynikowy jest sprzężony AC poprzez kondensator 22 nF do nieodwracającego wejścia bufora IC2a i spolaryzowany za pomocą 1 MΩ rezystora, stosując taki sam układ jak w przypadku IC2b. Wybrany sygnał (tj. szum biały lub różowy) na zacisku przełącznika S2 jest podawany na wejście wzmacniacza audio LM4865 (IC3) przez kondensator sprzęgający 220 nF.

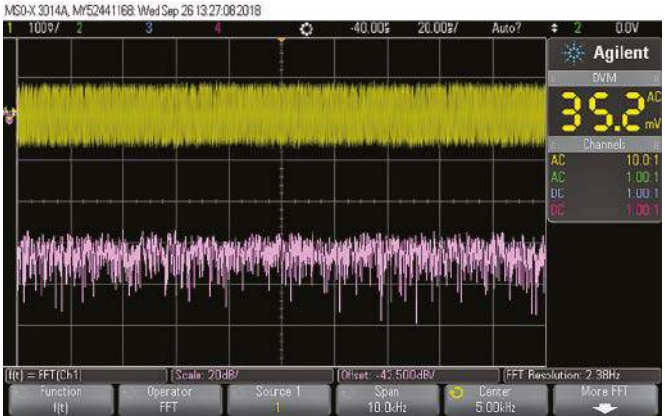
Oto wygląd płytki PCB wewnątrz obudowy (w tym przypadku jest to obudowa Jaycar; w wersji Altronics płytka mocowana jest doobudowy)

Działanie wzmacniacza

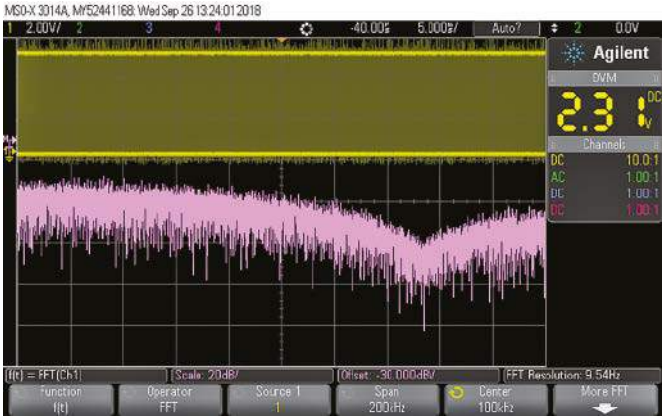
Gdy podłączone są słuchawki, układ IC3 steruje nimi poprzez kondensator elektrolityczny 100 µF z wyprowadzenia 5. Kondensator usuwa wszelkie zakłócenia DC z wyjścia wzmacniacza. Gniazdo słuchawkowe (CON3) i pierścień



Rysunek 3. Teraz wykres w kolorze żółtym pokazuje wyjście szumu różowego na pinie 1 układu IC2a, a poniżej analiza widma. Zrobiliśmy „powiększenie" do zakresu częstotliwości 0–10 kHz, aby można było zobaczyć jak intensywność szumu spada wraz z rosnącą częstotliwością w sposób logarytmiczny



Rysunek 2. Wykres w kolorze żółtym pokazuje wyjście szumu białego na pinie 7 układu IC1 z analizą widma poniżej, która pokazuje rozkład energii na różnych częstotliwościach od kilku herców do 10 kHz. Jak widać, jego rozkład częstotliwości jest płaski



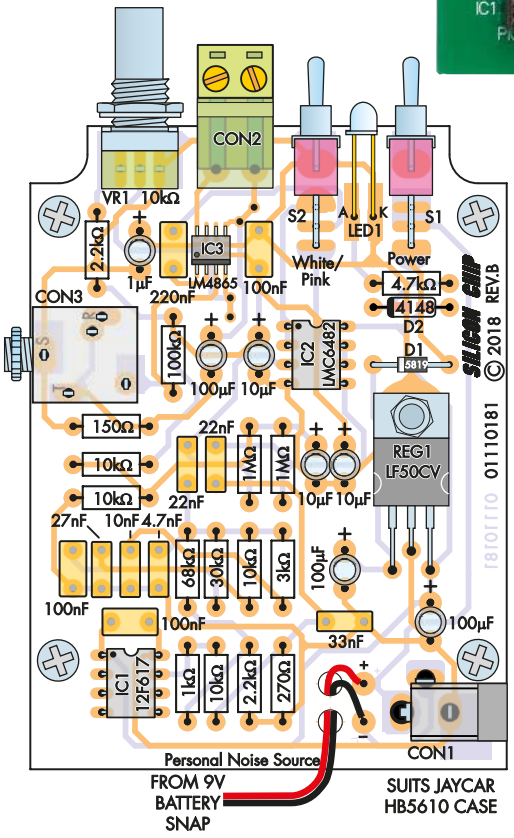
Rysunek 4. Surowe wyjście szumu białego na pinie 7 układu IC2b z analizą widma dla 0–200 kHz. Jego amplituda jest dość płaska do około 50 kHz, po czym spada do około −15 dB przy około 150 kHz, po czym ponownie wzrasta, ze względu na zawartość harmonicznych

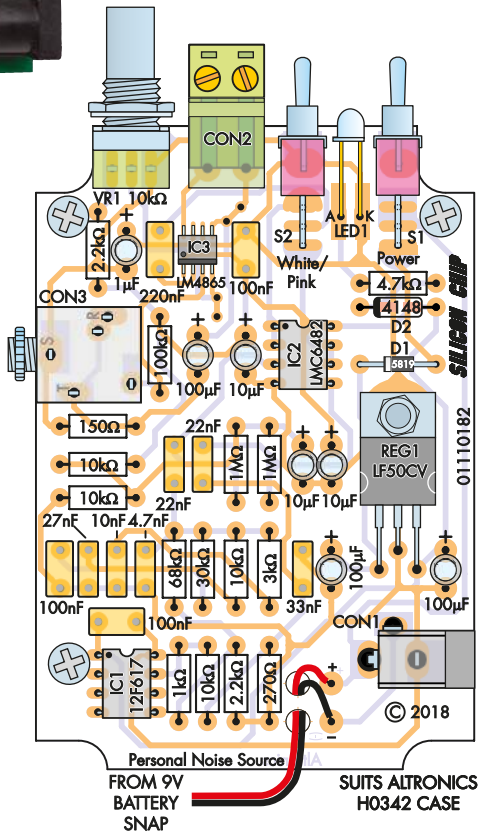
eprasa.pl 59bae33604

są połączone razem tak, że obie strony słuchawek działają równolegle. Rezystor 150 Ω zapewnia, że po stronie słuchawek ten kondensator jest spolaryzowany DC do masy nawet jeśli słuchawki nie są podłączone, tak że kiedy są podłączone, nie ma głośnego uderzenia, gdy kondensator się ładuje. Gdy słuchawki nie są używane, IC3 będzie zamiast tego napędzał głośnik w układzie BTL (bridge-tied-load). Konfiguracja BTL oznacza, że gdy napięcie na wyjściu pinu 8 jest dodatnie, napięcie na wyjściu pinu 5 jest ujemne i na odwrót. Powoduje to dwukrotne zwiększenie napięcia na głośniku w porównaniu z napięciem na obu pinach wyjściowych, co daje nawet czterokrotnie większą moc wyjściową (V^2/R). Eliminuje to również potrzebę stosowania kondensatora sprzęgającego, ponieważ oba końce głośnika są zasilane tym samym poziomem napięcia stałego. Gdy do gniazda CON3 podłączone są słuchawki, wewnętrzny przełącznik jest otwarty, a zatem wejście HP-sense (pin 3) układu IC3 jest podciągane do +5 V przez dołączony rezystor 100 kΩ. Powoduje to wyłączenie wyjścia pin 8, nadając mu wysoką impedancję, a tym samym wycisza każdy głośnik podłączony przez CON2. Zmniejsza to również pobór mocy przez IC3 przy zasilaniu słuchawek, ponieważ drugi wewnętrzny wzmacniacz jest również wyłączany i nie pobiera prądu. Gdy słuchawki nie są podłączone, pin przełącznika zamyka się, a 150 Ω rezystor podciąga pin 3 poniżej 50 mV. To umożliwia wysterowanie głośnika w układzie BTL. Układ IC3 posiada wejście regulacji głośności DC na pinie 4. Potencjometr VR1 służy do regulacji napięcia na tym pinie w zakresie od 0 V dla minimalnej głośności, do około 4,1 V dla maksymalnej głośności, przy pełnym obrocie zgodnie z ruchem wskazówek zegara. Maksymalny poziom 4,1 V jest osiągany za pomocą rezystora 2,2 kΩ pomiędzy VR1 a zasilaniem +5 V.

Zasilanie

Zarówno IC1 jak i IC3 potrzebują zasilania 5 V, więc cały układ jest zasilany z szyny zasilania 5 V. Jest ono dostarczane przez stabilizator liniowy REG1, który jest zasilany napięciem 9 V z baterii lub zasilacza DC 6–12 V podłączonego przez CON1. REG1 ma niski prąd spoczynkowy i niskie napięcie co oznacza, że nie będzie zbyt szybko rozładowywał baterii i może zapewnić stałe napięcie wyjściowe 5 V, nawet gdy napięcie akumulatora ledwo przekracza 5 V. Dioda Schottky'ego D1 zapewnia ochronę w przypadku, gdy któreś zasilanie jest podłączone z niewłaściwą polaryzacją. Ponadto, przełącznik w gnieździe DC (CON1) odłącza baterię po włożeniu wtyczki DC. Urządzenie jest włączane lub wyłączane za pomocą przełącznika S1. Niebieska dioda LED1 świeci się, gdy urządzenie jest włączone. Dioda ta posiada spadek napięcia 3 V, a dioda D2, połączona szeregowo, ma napięcie przewodzenia około 0,7 V. Oznacza to, że dioda LED1 będzie świecić tylko wtedy, gdy napięcie na wyjściu stabilizatora będzie wyższe od około 3,7 V. W rzeczywistości dioda będzie świecić bardzo słabo, chyba że napięcie zasilania będzie zbliżone do 5 V. Tak więc dioda LED1 jest nie tylko wskaźnikiem zasilania, ale również działa jako wskaźnik napięcia akumulatora, pokazując kiedy REG1 przestaje być





Rysunek 5. (po lewej) użyj tego schematu PCB jako przewodnika podczas budowania płytki pasującej do obudowy Jaycar. Z tym, że uważaj na polaryzację D1, D2, IC1-3 i kondensatorów elektrolitycznych. Upewnij się, że te kondensatory dobrze przylegają do płytki przed przylutowaniem wyprowadzeń, w przeciwnym razie mogą one nie zmieścić się w obudowie

Rysunek 6. (po prawej) schemat dla płytki pasującej do obudowy Altronics, która jest nieco węższa i ma inne rozmieszczenie otworów montażowych. Poza tym, strona rozmieszczenia komponentów i połączenia są identyczne. Należy pamiętać o przykręceniu śrubki REG1 przed przylutowaniem jego wyprowadzeń, aby zapobiec uszkodzeniu

eprasa.pl 59bae33604

stabilizowany w miarę rozładowywania się akumulatora. Tak więc, gdy dioda LED1 staje się bardzo ciemna lub gaśnie całkowicie nawet gdy S1 jest włączony, wiesz, że nadszedł czas na wymianę baterii.

Budowa

Urządzenie zostało zaprojektowane tak, aby można go było umieścić w jednej z dwóch podobnych (ale nieco różniących się wielkością) obudów. Istnieją dwa różne projekty płytek drukowanych. Jedna z nich oznaczona jest kodem 01110181 i ma wymiary 63,5×86 mm, co pasuje do obudowy Jaycar HB5610 (135×70×24 mm). Druga oznaczona jest kodem 01110182 i ma wymiary 58,5×86 mm i pasuje do obudowy Altronics H0342 (130×68×25 mm). W Polsce bez trudu można dopasować płytki do obudów o podobnych rozmiarach, dostępnych na przykład na stronie sklep.avt.pl. Wyprodukowaliśmy również etykiety na panele, które pasują do obu obudów. Przed rozpoczęciem montażu, upewnij się, że masz odpowiednią płytkę PCB do wybranej obudowy. Są one tak ukształtowane, aby pasowały wewnątrz odpowiedniej obudowy i montowane są na zintegrowanych plastikowych słupkach. Należy użyć odpowiedniego schematu płytek PCB – albo rysunek 5 (01110181) albo rysunek 6 (01110182) oraz pasujące zdjęcie (wbudowane w obudowę Jaycar) jako wskazówek podczas montażu. Zacznij od montażu powierzchniowego układu IC3. Jest on przylutowany bezpośrednio do płytki drukowanej. Najpierw sprawdź schemat dla poprawnej orientacji, a następnie przylutuj jeden pin do płytki. Niektórzy konstruktorzy uważają, że użycie drewnianego spinacza do ubrań (nie plastikowego bo topi się!) pomaga utrzymać małe elementy SMD podczas lutowania pierwszego pinu. Ponownie sprawdź orientację i czy wszystkie piny są prawidłowo umieszczone na swoich podkładkach przed przylutowaniem pozostałych pinów. Jeśli są źle ustawione, rozpuść lut na pierwszym pinie i skoryguj jego położenie. Wszelkie mostki lutownicze pomiędzy wyprowadzeniami mogą być usunięte przez dodanie niewielkiej ilości pasty topnikowej a następnie używając knota lutowniczego do usunięcia nadmiaru lutu. Następnie należy zamontować rezystory. Użyj tabeli kodów kolorów rezystorów jako przewodnika. Pomimo tego, zalecamy zmierzenie każdej wartości za pomocą cyfrowego miernika, ponieważ niektóre kolory można łatwo pomylić, zwłaszcza przy słabym oświetleniu. Następnie można zamontować diody. Muszą one być zamontowane z orientacją jak na rysunku. D1 jest typu 1N5819, natomiast D2 to mniejsza 1N4148. Układ IC1 powinien być zamontowany w podstawce, natomiast IC2 może być przylutowany bezpośrednio do płytki drukowanej. Podczas montażu gniazda i układów scalonych należy zwrócić uwagę na ich prawidłową orientację. Małe wgłębienie oznaczające pin 1 musi być ustawione tak, jak pokazano na odpowiednim schemacie. REG1 montuje się poziomo na płytce drukowanej z wyprowadzeniami wygiętymi w dół o 90°, aby wsunąć je w otwory. Metalowa płytka jest przymocowana do płytki drukowanej za pomocą śrubki M3 i nakrętki. Upewnij się, że wygiąłeś piny w dół i dokręciłeś śrubę przed przylutowaniem wyprowadzeń; w przeciwnym razie, gdy to zrobisz, można złamać połączenia lutowane. Następnie można przystąpić do montażu kondensatorów, zaczynając od typu MKT. Istnieją dwie opcje dla kondensatora 27 nF, jak wspomniano na wykazie elementów. Najłatwiej jest użyć pojedynczego kondensatora 27 nF, ale jeśli nie możesz go dostać, możesz wlutować w jego miejsce kondensator 22 nF na górze płytki drukowanej i dodać kondensator 4,7 nF zamontowany z boku pod płytką PCB (więc będą one przylutowane równolegle). Kondensatory elektrolityczne powinny wejść jako następne i jeszcze raz muszą być zorientowane zgodnie z pokazaną polaryzacją, tj. z dłuższym (dodatnim) wyprowadzeniem przez otwór najbliższy symbolowi + na płytce PCB. Pasek na puszce oznacza końcówkę ujemną. Upewnij się, że te kondensatory są zamontowane przy powierzchni PCB, tak aby ich wysokość nad płytką PCB nie była większa niż 12,5 mm; w przeciwnym razie pokrywa obudowy nie będzie pasować. Potencjometr (VR1) i zamontowane na płytce drukowanej przełączniki S1 i S2, a także gniazdo zasilania prądem stałym (CON1), zaciski głośnika (CON2) i gniazdo jack 3,5 mm (CON3). Na koniec należy wlutować diodę LED1. Jest ona zamontowana z soczewką poziomo, wyśrodkowana na wysokości 6 mm nad płytką PCB. Należy zagiąć jej wyprowadzenia na długości 14 mm od podstawy soczewki o 90°, upewniając się, że dłuższe wyprowadzenie anody znajduje się po lewej stronie.

Wykaz elementów:

1× dwustronna płytka PCB o kodzie 01110181 (63,5×86 mm) [pasuje do obudowy Jaycar] lub
1× dwustronna płytka drukowana kodowana 01110182 (58,5×86 mm) [pasuje do obudowy Altronics].
1× obudowa pilota, 135×70×24 mm [Jaycar HB5610] lub 1× obudowa pilota, 130×68×25 mm [Altronics H0342]
1× etykieta na panelu przednim, pasująca do obudowy
1× 8-pinowe gniazdo DIL (dla IC1)
2× przełączniki SPDT do montażu na płytce drukowanej
1× bateria 9 V wraz z zaciskami
1× gniazdo DC 2,1 mm lub 2,5 mm ID (CON1)
1× gniazdo 2-drożne kątowe prawe wtykowe (CON2)
1× gniazdo 2-drożne wtykowe bloku zacisków śrubowych (CON2)
1× gniazdo stereo jack 3,5 mm montowane na PCB (CON2)
1× śrubka M3×6 mm i nakrętka sześciokątna M3 (do montażu REG1)
4× wkręty samogwintujące nr 4 (tylko do obudowy Jaycar)
1× pokrętło pasujące do VR1

Półprzewodniki:
1× mikrokontroler PIC12F617-I/P zaprogramowany za pomocą 0111018A.HEX (IC1)
1× LMC6482AIN podwójny wzmacniacz operacyjny typu rail-to-rail (IC2)
1× LM4865M wzmacniacz mocy audio, SOIC-8 (IC3)
1× LF50CV stabilizator 5 V o niskim zaniku i niskim prądzie spoczynkowym (REG1)
1× niebieska dioda LED 3 mm (LED1)
1× 1N5819 1 A dioda Schottky'ego (D1)
1× 1N4148 dioda sygnalizacyjna (D2)

Kondensatory:
3× 100 µF 16 V PC elektrolityczne
3× 10 µF 16 V PC elektrolityczne
1× 1 µF 16 V PC elektrolityczny
1× 220 nF MKT poliestrowy
3× 100 nF MKT poliestrowy
1× 33 nF MKT poliestrowy
1× 27 nF MKT poliestrowy (lub 22 nF i 4,7 nF równolegle)
2× 22 nF MKT poliestrowy
1× 10 nF MKT poliestrowy
1× 4,7 nF MKT poliestrowy

Rezystory: (wszystkie 0,25 W, 1%)
2× 1 MΩ
1× 100 kΩ
1× 68 kΩ
1× 30 kΩ
4× 10 kΩ
1× 4,7 kΩ
1× 3 kΩ
2× 2,2 kΩ
1× 1 kΩ
1× 270 Ω
1× 150 Ω
1× Potencjometr liniowy 9 mm 10 kΩ (VR1)

Testowanie

Podłącz zasilanie (z baterii 9 V, albo z wtyczki) i sprawdź, czy dioda LED1 świeci się i czy REG1 dostarcza napięcie 5 V na wyjściu – mierzone pomiędzy jego metalową płytką a prawym wyprowadzeniem (najbliżej krawędzi płytki drukowanej). Należy również sprawdzić czy napięcie 5 V jest na pinie 1 układu IC1, na pinie 8 układu IC2 oraz na pinie 1 układu IC3. Na pinach 3 i 5 układu IC2 powinno być około 2,5 V. Obróć regulator głośności VR1 do zera (maksymalnie w kierunku przeciwnym do ruchu wskazówek zegara), a następnie podłącz parę słuchawek lub wkładek dousznych.

Załóż je – nie powinieneś nic słyszeć – następnie powoli zwiększaj VR1 w górę i sprawdź, czy słychać dźwięk na wyjściu. Odłącz słuchawki i powtórz powyższe sprawdzenie z głośnikiem zewnętrznym podłączonym do CON2. Powinieneś odczuć wzrost szumu w miarę zwiększania VR1. W przypadku obu słuchawek lub głośników szum

eprasa.pl 59bae33604

różowy jest wytwarzany gdy przełącznik S2 znajduje się w pozycji górnej, a szum biały, gdy w pozycji dolnej.

Przygotowanie obudowy

Ponieważ wszystkie elementy sterujące i gniazda są zamontowane bezpośrednio na płytce drukowanej, ważne jest, aby zostały one wywiercone/wycięte we właściwej pozycji. Użyj rysunku 7 jako przewodnika do zlokalizowania i dobrania rozmiaru tych otworów. Możesz również pobrać ten rysunek jako plik PDF ze strony internetowej www.siliconchip.com.au, wydrukować go i użyć jako szablon. Większość otworów może być po prostu wywiercona (z zachowaniem ostrożności), ale prostokątny otwór 12,5×9 mm (na kostkę zaciskową głośnika) jest wykonywany przez wywiercenie okrągłego otworu lub serii otworów na obwodzie, a następnie opiłowanie go do odpowiedniego kształtu. Otwory są również wymagane w bokach obudowy dla gniazda DC i gniazda jack 3,5 mm. Umieść płytkę PCB w obudowie i zaznacz miejsca na wymagane otwory.

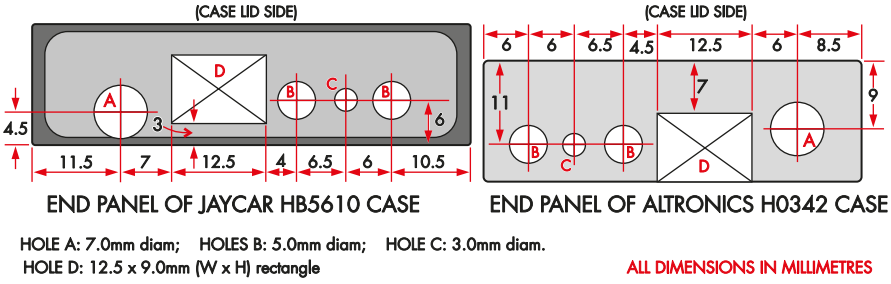
Montaż końcowy

Niżej przedstawione uwagi montażowe dotyczą obudów dostępnych w Australii, ale zostawiamy je jako wskazówki przydatne również dla montażu w obudowach dostępnych w Polsce – przyp. red.

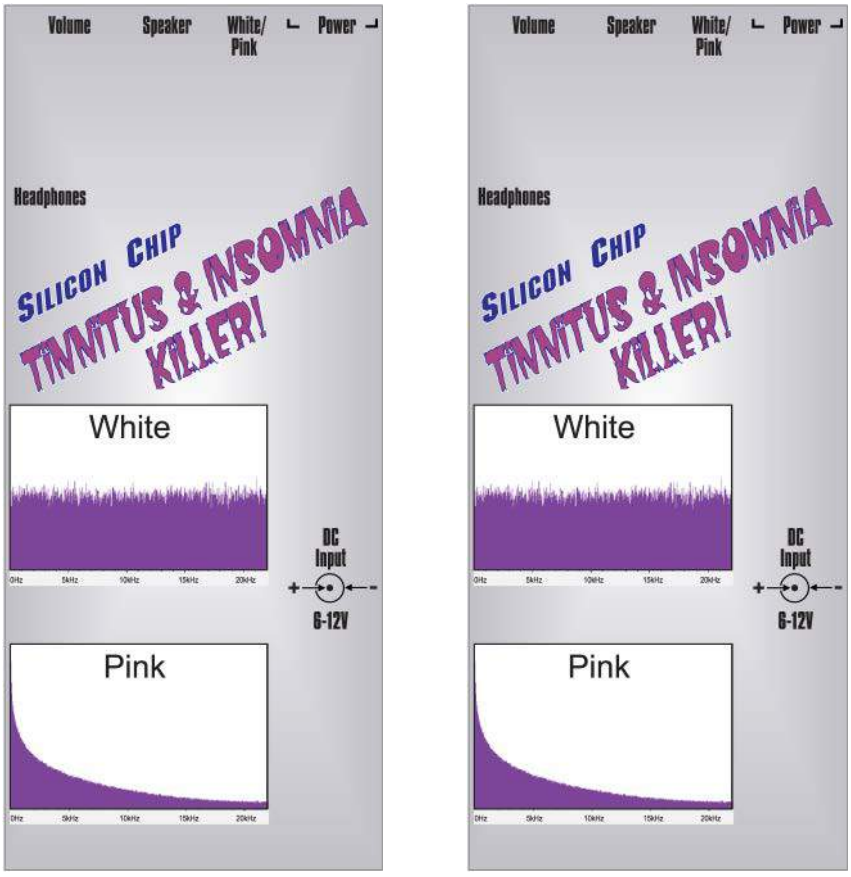
W przypadku obudowy Jaycar, zatrzask baterii jest wkładany od strony komory baterii, a przewody przechodzą do PCB. Są one poprowadzone przez dwa otwory 3 mm dla odciążenia jak pokazano na rysunkach 5 i 6. Przylutuj końcówki bezpośrednio do plusa i minusa upewniając się, że czerwone wyprowadzenie idzie do pada oznaczonego plus. Płytka drukowana jest mocowana do podstawy obudowy za pomocą czterech wkrętów samogwintujących dla wersji Jaycar i trzech wkrętów dla wersji Altronics, w zintegrowane tuleje montażowe.

Etykieta na panelu przednim

Aby wykonać naklejkę na przedni panel, masz kilka możliwości. Najłatwiejszą i najszybszą z nich jest po prostu skopiować (lub załadować i wydrukować) etykietę na papierze firmowym, wyciąć ją i przykleić do panelu. Jednakże, nie wytrzyma długo bez ochrony – samoprzylepna przezroczysta taśma będzie pomocna. Etykiety można pobrać ze strony https://bit.ly/3J02rwT. Można też drukować na przezroczystej folii do rzutników z odwróconym obrazem (używając folii odpowiedniej dla danego typu drukarki) i przymocować do pokrywy za pomocą białej lub szarej silikonowej masy uszczelniającej, z nadrukiem na spodniej stronie. W ten sposób etykieta będzie



Rysunek 7. Schematy wiercenia i cięcia dla paneli końcowych w dwóch przypadkach. Różnią się one tym, że płytka drukowana Jaycar jest zamontowana normalnie w obudowie, podczas gdy płytka drukowana Altronics jest „zawieszona" na pokrywie obudowy (która staje się panelem przednim). Prostokątne wycięcia można wykonać poprzez wywiercenie szeregu małych otworów na zewnątrz, a następnie starannie spiłować otwór, nadając mu odpowiedni kształt



Rysunek 8. Widok 1:1 panelu przedniego dla obudowy Jaycar (po lewej) oraz obudowy Altronics (po prawej). Mają one nieco inne rozmiary, aby dopasować je do obudów. Można je również pobrać ze strony siliconchip.com.au do wydrukowania

Widok z tyłu na elementy sterujące urządzenia – ponownie, jest to wersja z etui Jaycar. Nie jest potrzebna żadna etykieta, ponieważ oznaczenia znajdują się na przednim panelu

eprasa.pl 59bae33604

Tabela 1. Kody kolorów rezystorów			
Liczba	**Wartość**	**Kod 4-paskowy (1%)**	**Kod 5-paskowy (1%)**
2	1 MΩ	brązowy czarny zielony brązowy	brązowy czarny czarny żółty brązowy
1	100 kΩ	brązowy czarny żółty brązowy	brązowy czarny czarny pomarańczowy brązowy
1	68 kΩ	żółty fioletowy pomarańczowy brązowy	żółty fioletowy czarny czerwony brązowy
1	30 kΩ	pomarańczowy czarny pomarańczowy brązowy	pomarańczowy czarny czarny czerwony brązowy
4	10 kΩ	brązowy czarny pomarańczowy brązowy	brązowy czarny czarny czerwony brązowy
1	4,7 kΩ	żółty fioletowy czerwony brązowy	żółty fioletowy czarny brązowy brązowy
1	3 kΩ	pomarańczowy czarny czerwony brązowy	pomarańczowy czarny czarny brązowy brązowy
2	2,2 kΩ	czerwony czerwony czerwony brązowy	czerwony czerwony czarny brązowy brązowy
1	1 kΩ	brązowy czarny czerwony brązowy	brązowy czarny czarny brązowy brązowy
1	270 Ω	czerwony fioletowy brązowy brązowy	czerwony fioletowy czarny czarny brązowy
1	150 Ω	brązowy zielony brązowy brązowy	brązowy zielony czarny czarny czarny brązowy

Kody małych kondensatorów				
Liczba	**Wartość**	**Kod µF**	**Kod EIA**	**Kod IEC**
1	220 nF	0,22 µF	224	220n
3	100 nF	0,1 µF	104	100n
1	33 nF	0,033 µF	333	33n
1	27 nF	0,027 µF	273	27n
2	22 nF	0,022 µF	223	22n
1	10 nF	0,01 µF	103	10n
1	4,7 nF	0,0047 µF	472	4n7

czytelna z zewnątrz, a jednocześnie chroni pokrywę przed uszkodzeniem. Alternatywnie można wydrukować na syntetycznej naklejce „Dataflex", która nadaje się do drukarek atramentowych lub „Datapol" do drukarek laserowych. Po przymocowaniu etykiety do panelu należy wyciąć odpowiednie otwory nożykiem hobbystycznym. Więcej informacji na temat tworzenia tego typu etykiet można znaleźć na stronie https://bit.ly/3pWwxtL.

Jakiego głośnika użyć?

Można użyć prawie każdego 4 lub 8-omowego głośnika. Maksymalna moc to tylko 750 mW, więc nie jest prawdopodobne, że coś wysadzisz w powietrze! I wbrew powszechnemu przekonaniu, większe głośniki nie wymagają więcej mocy do wysterowania niż mniejsze głośniki, ponieważ są one (zazwyczaj!) bardziej wydajne. Dlatego większy głośnik będzie zazwyczaj brzmiał „głośniej" niż mniejszy przy danej mocy wejściowej. Jeśli więc chcesz użyć starego głośnika, który zbiera kurz w szafce, to proszę bardzo! ■

John Clarke

Artykuł reprodukowano na podstawie umowy z magazynem „Silicon Chip", 2022. www.siliconchip.com.au

REKLAMA

Świat projektantów i programistów dla elektroniki w nowej odsłonie. Odwiedź nowy

ELPORTAL.pl

Obserwuj nas również na Facebooku: www.facebook.com/Elportalpl

eprasa.pl 59bae33604

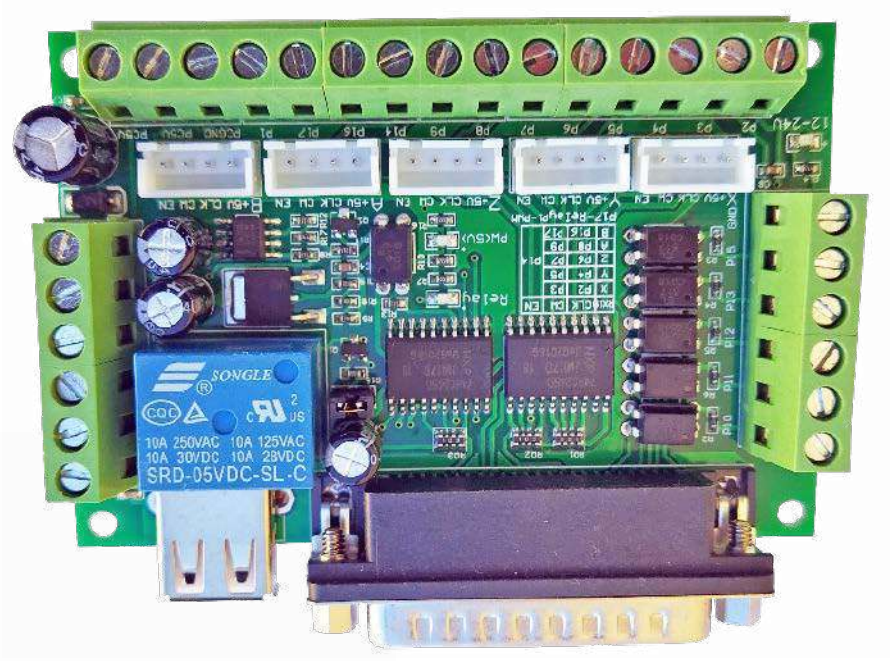
Frezarka CNC, część 4

Oto kolejna część, niezwykle interesującego dla naszych czytelników, projekt frezarki CNC.

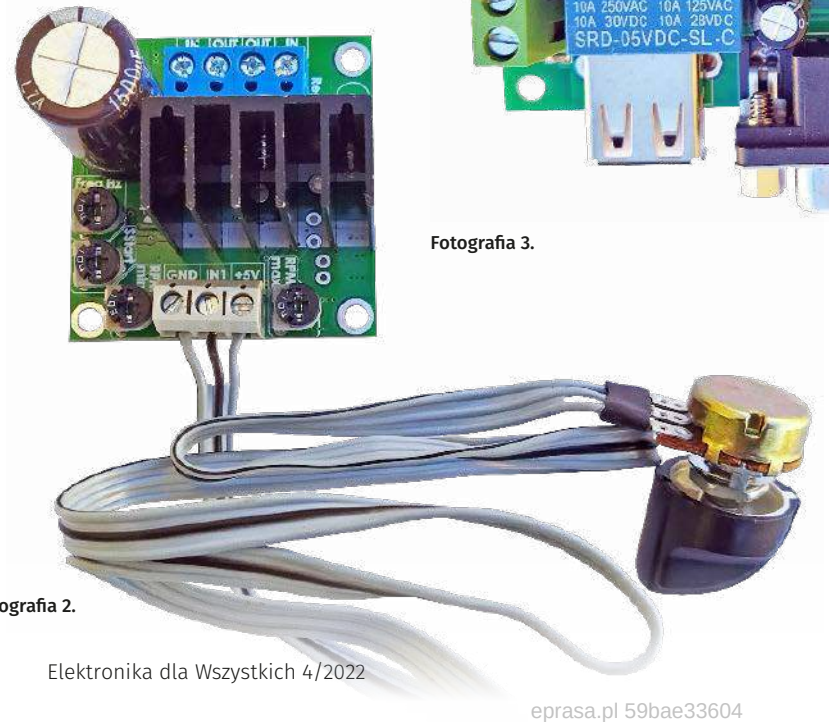
Fotografia 1.

Moduły wykonawcze PWM

Obrotami silnika można sterować za pomocą sterownika CNC posiadającego zintegrowaną regulację obrotów, z zewnętrznego sterownika lub za pomocą sygnału PWM z elementem wykonawczym w postaci tranzystora MOSFET. W przypadku silników dużej mocy warto zastosować układy zwiększające szybkość przełączania tranzystora MOSFET, jak np. układ TC4427. Dzięki zastosowaniu tego typu układów bramka tranzystora MOSFET jest szybko ładowana, a tym samym są redukowane stany pracy tranzystora, w których występują największe straty mocy. Stosując zewnętrzny sterownik PWM warto wykorzystać sterownik z opcją miękkiego startu (soft start), łagodnie zwiększającą prędkość do wartości zadanej. Przykłady sterowników PWM pokazano na **fotografiach 1** i **2.**



Fotografia 3.



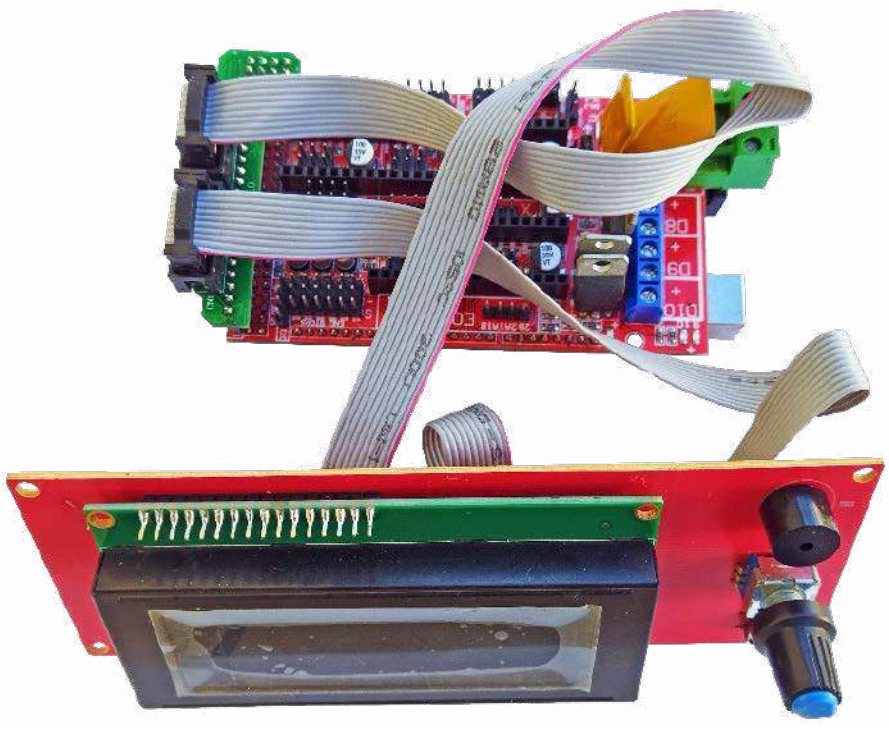
Fotografia 2.

Sterowniki frezarek CNC

Sterowanie pracą frezarki odbywa się za pomocą komputera kontaktującego się z płytą sterownika frezarki CNC. Do sterowania można wykorzystać bardzo wiele modułów. Poniżej opisane zostaną przykładowe najczęściej stosowane rozwiązania. Na płytce sterownika CNC znajduje się najczęściej procesor z programem (firmware), który pośredniczy między elementami wykonawczymi i sensorami, a komputerem.

Mach3. Sterowniki tego typu współpracują z programem Mach3, od którego wzięła się nazwa współpracujących z nim modułów. Program umożliwia sterowania do sześciu osi. W wersji darmowej kod programu sterującego może mieć długość do 500 linii. Najtańsze sterowniki współpracujące z programem Mach3 sterowane są za pomocą portu równoległego, nieobecnego już w wielu nowych płytach głównych i w ogóle nie zawierają mikrokontrolera – **fotografia 3**. W przypadku, gdy mamy sterownik Mach3 z wbudowanym portem USB i LPT, możemy

eprasa.pl 59bae33604



Fotografia 4.

być pewni, że układ nie obsługuje sterowania USB (port USB służy tylko do zasilania modułu Mach3). Do sterownika Mach3 należy podłączyć sterowniki silników krokowych. Koszt sterownika wykorzystującego port USB do sterowania frezarką, współpracujący z programem Mach3, to już wydatek kilkuset złotych.

RAMPS 1.4 współpracuje z modułem Arduino MEGA – **fotografia 4**. Pracą drukarki steruje firmware Marlin. Rozwiązanie to powszechnie stosuje się w przypadku drukarek 3D. Oprogramowanie Marlin zostanie opisane szczegółowo przy okazji artykułu o jego konfiguracji. Jest to oprogramowanie, które jest obecnie stosowane najpowszechniej w drukarkach 3D, włączając w to urządzenia fabryczne.

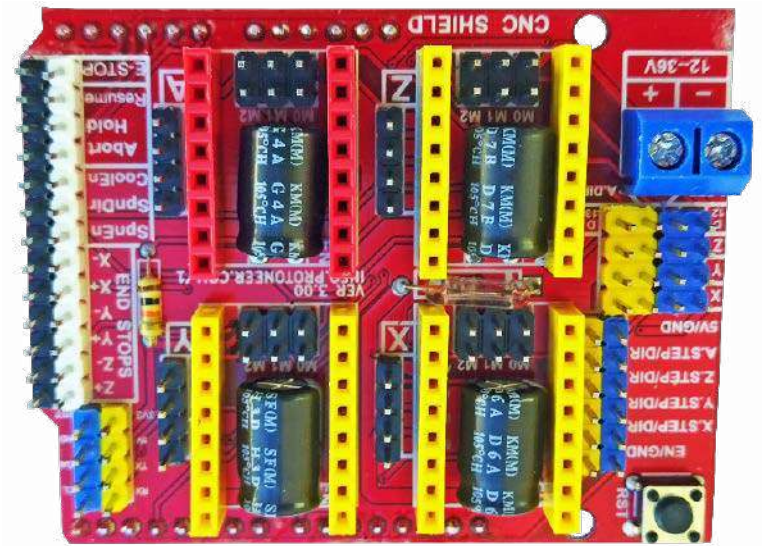
CNC shield V3 i V4. Rozwiązania wykorzystują typowe moduły Arduino z procesorem Atmega328. Kontrola osi odbywa się za pomocą oprogramowania procesora – firmware GRBL. Do płytki Arduino należy wgrać odpowiedni program sterujący pracą frezarki. Najbardziej powszechne obecnie wersje programu to GRBL 0.9 i 1.1. Obie wersje oprogramowania procesora obsługują takie same komendy. Wersja 1.1 pozwala na szybszą interakcję z frezarką, ale zajmuje więcej miejsca i nie współpracuje z każdym bootloaderem. W przypadku programu 1.1 prościej jest wgrać program przez programator bez bootlodera, który zajmuje dodatkowe bajty pamięci. Wersja **CNC shield 3** pokazana jest na **fotografii 5**. Nakładka w V3 wykorzystuje układ Arduino UNO. Płyta obsługuje 4 moduły sterowników silników krokowych, ale jedna z osi jest powieleniem drugiej. Sygnały sterujące obrotem jednej są podłączone do dwóch modułów silników równolegle. Rozwiązanie takie można wykorzystać gdy jeden silnik nie jest w stanie przesunąć jednej osi, stosuje się wtedy dwa silniki z niezależnymi śrubami napędowymi, przesuwające tę samą oś. W płycie w wersji V3 mikrokroki ustawia się dla każdej osi osobno. W płycie tej można stosować drivery A4988 lub DRV8825. Płytka ta nie ma bezpośredniego sterowania obrotami wrzeciona. Sygnał ten można jednak wyprowadzić z jednej z krańcówek osi Z. Sygnał sterujący pracą wrzeciona należy podać przez przekaźnik.

CNC shield V4 obsługuje trzy moduły sterujące silnikami krokowymi i współpracuje z modułem Arduino NANO. Płyta posiada wyjście PWM do regulacji prędkości wrzeciona oraz wyprowadzony sygnał sterujący przekaźnik załączający wrzeciono z własną regulacją prędkości. Niestety płytka ta zawiera szereg błędów uniemożliwiających ustawienie mikrokroków bez modyfikacji płytki drukowanej oraz nieprawidłowo pracuje z oryginalnym oprogramowaniem GRBL – wymagana jest zmiana funkcji przypisanych do poszczególnych pinów procesora. Szereg przydatnych informacji dla posiadaczy tej płytki zainteresowani użytkownicy znajdą na stronie https://bit.ly/3hPOjdy.

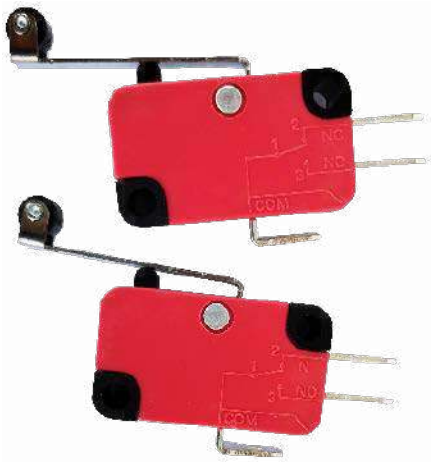
Dla początkującego użytkownika znacznie wygodniejsze niż wcześniejsze układy są moduły **GRBL V2**, **GRBL V3.3** i **GRBL V3.4**. Wspólną cechą tych modułów jest fakt, że wykorzystują procesor Atmega 328, posiadają wgrane oprogramowanie sterujące pracą urządzenia, mają wbudowaną przetwornic napięcia stałego obniżającą napięcie z 24 V do 12 V dla sterowników silników krokowych oraz stabilizator 5 V zasilany z napięcia 12 V, aby ograniczyć jego nagrzewanie. Wymienione płytki posiadają dodatkowy port umożliwiający sterowanie frezarką CNC w trybie offline za pomocą dodatkowego modułu oraz możliwość podłączenia czujników (wyłączników) krańcowych. **Moduł GRBL V2** zawiera firmware GRBL 0.9. Moduł posiada możliwość sterowania zarówno laserem jak i wrzecionem. Wybór między sterowaniem laserem a wrzecionem odbywa się za pomocą zwory (jumper) na płycie kontrolera. Sterowanie wrzecionem odbywa się za pomocą przekaźnika. Maksymalne obciążenie przenoszone przez przekaźnik wynosi 10 A dla napięcia zmiennego 250 V i 300 V dla napięcia stałego DC. W przypadku sterowania wrzecionem przez przekaźnik, układ współpracuje z zewnętrznym sterownikiem obrotów PWM. Stan pracy modułu sygnalizowany jest za pomocą diod LED znajdujących się na płycie. Układ

REKLAMA

eprasa.pl 59bae33604



Fotografia 5.



Fotografia 6.

może sterować czterema silnikami krokowymi za pomocą trzech sterowników, przy czym silniki Y1 i Y2 różnią się kierunkiem obrotów. Mikrokrok ustawia się dla wszystkich sterowników jednocześnie.

GRBL V3.3 Płytka posiada najczęściej program w wersji GRBL 1.1. Zamiast przekaźnika ma sterownik PWM do 10 A, wykorzystujący tranzystor MOSFET. Maksymalne napięcie i prąd pracy zastosowanego wrzeciona zależy od zastosowanego tranzystora mocy, szerokości ścieżek i grubości miedzi na zastosowanym laminacie. Wadą płytki jest brak możliwości ustawienia mikrokroku, ustawiona jest zawsze największa rozdzielczość.

GRBL V3.4 Modyfikacja wersji 3.3 polegająca na wbudowaniu na stałe driverów A4988. Dzięki większemu radiatorowi i wbudowanemu wymuszonemu chłodzeniu pozwala sterować silnikami o prądzie do 2 A. W przypadku uszkodzenia sterownika silnika krokowego należy go wylutować z płyty i wlutować nowy. Autor odradza stosowanie tej płyty, ponieważ samodzielna jej naprawa w przypadku uszkodzenia sterownika silników krokowych przekroczy możliwości wielu amatorów, a wielokrotna wymiana sterownika zakończy się bez wątpienia uszkodzeniem laminatu. Istnieją również inne rozwiązania sterowników CNC wykorzystujące np. procesory z rodziny ESP32 czy ARM, nie będą one jednak tutaj omawiane a zainteresowani znajdą stosowne informacje w internecie.

Sterowniki offline

Pracą frezarki można też sterować za pomocą sterownika offline, tzn. z pominięciem komputera. Szereg takich sterowników znajdziemy na portalach aukcyjnych wpisując frazę „CNC Offline Controller". Umożliwiają one wykonanie programu frezarki z karty SD. Niestety urządzenia te zawierają oprogramowanie sterujące o bardzo różnej jakości i przed zakupem konkretnego modelu sterownika trzeba się zapoznać z opinią o nim na specjalistycznych forach CNC. Zdaniem autora sterowniki takie da się wykorzystać do sterowania modułami wszystkich frezarek CNC, gdyż sterowanie odbywa się za pomocą sygnałów RS232-TTL, które należy podłączyć do odpowiednich wejść procesora innych sterowników. Drugą możliwością sterowania frezarką CNC z pominięciem komputera jest sterowanie frezarki CNC za pomocą modułu Bluetooth lub kabla USB wykorzystując odpowiednie oprogramowanie na telefon komórkowy. Autor w tym wypadku stosował program **Grbl Controller** i nieużywany już telefon komórkowy. W przypadku stosowania telefonu jako sterownika CNC należy pamiętać o tym, że może być konieczne podłączenie ładowarki. Proces frezowania potrafi trwać naprawdę długo, a wiele starszych telefonów posiada już nie najlepsze akumulatory. W przypadku stosowania modułu Bluetooth należy albo zmienić domyślną prędkość transmisji (typowo 9600) albo skompilować firmware tak, aby uzyskać wymaganą prędkość transmisji. Autor do sterowania frezarką CNC używał również wirtualnego portu COM w komputerze, który udostępniał adapter Bluetooth podłączany do portu USB komputera.

Zasilacze

Autor zastosował dwa zasilacze impulsowe dające na wyjściu napięcie stałe. Pierwszy zasilacz o napięciu 48 V i wydajności 10 A zasilał wrzeciono. Drugi z zasilaczy o napięciu 12 V miał wydajność 3 A i zasilał moduł procesora i elementy wykonawcze sterujące przesuwem osi. Oba sterowniki przymocowano do ramy frezarki. Zasilacz o wydajności 10 A zawiera wentylator, który mógłby wciągać pyły powstałe podczas frezowania i osadzać je na elementach wewnątrz zasilacza co mogło by w przypadku frezowania materiałów z tworzyw sztucznych doprowadzić do pogorszenia chłodzenia a w przypadku obróbki materiałów z metali doprowadzić nawet do zwarć w zasilaczu niebezpiecznych dla życia użytkownika. Jeśli nie ma możliwości zabezpieczenia zasilacza lub osadzenia go w miejscu nie narażonym na zapylenie należy zamontować go poza frezarką CNC, a same napięcia zasilające doprowadzić za pomocą przewodów o przekroju dostosowanym do pobieranego prądu. Przewód ochronny zasilaczy należy podłączyć z uziemieniem instalacji elektrycznej – zasilanie sieciowe do zasilaczy doprowadzić przewodem trzyżyłowym.

Krańcówki

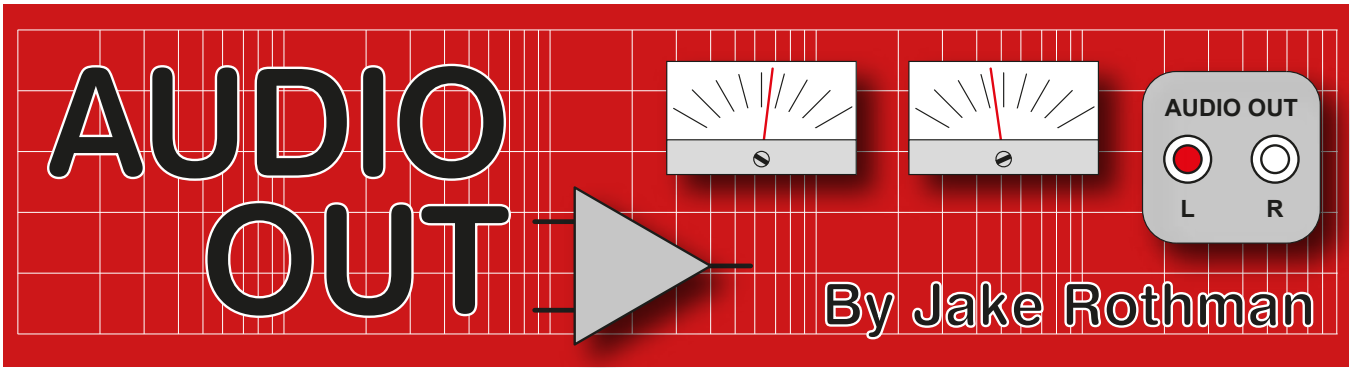
Krańcówki służą do ustalenia wartości początkowych położenia osi (wrzeciona). Od momentu ustalenia wartości początkowych wszystkie ruchy wrzeciona są zliczane na podstawie dodawania lub odejmowania mikrokroków silników sterujących poruszaniem wzdłuż osi. W zależności od sposobu podłączenia mogą pracować one jako normalnie zwarte (NC) lub normalnie rozwarte (NO). Przykładowe czujniki krańcowe pokazano na **fotografii 6**.

W następnym odcinku cyklu zostanie opisane podłączenie modułów elektronicznych na przykładzie modułu CNC V3 i konfiguracja urządzenia. Na zakończenie artykułu autor chce podziękować Waldkowi 3Z6AEF za uwagi do tego tekstu. W materiałach dodatkowych umieszczonych na http://edw.elportal.pl jest zawarta dokumentacja dotycząca stosowanych modułów.

Jerzy Wilczewski
Rafał Orodziński
sq4avs@gmail.com

Literatura:
• https://bit.ly/3pMo24o

eprasa.pl 59bae33604



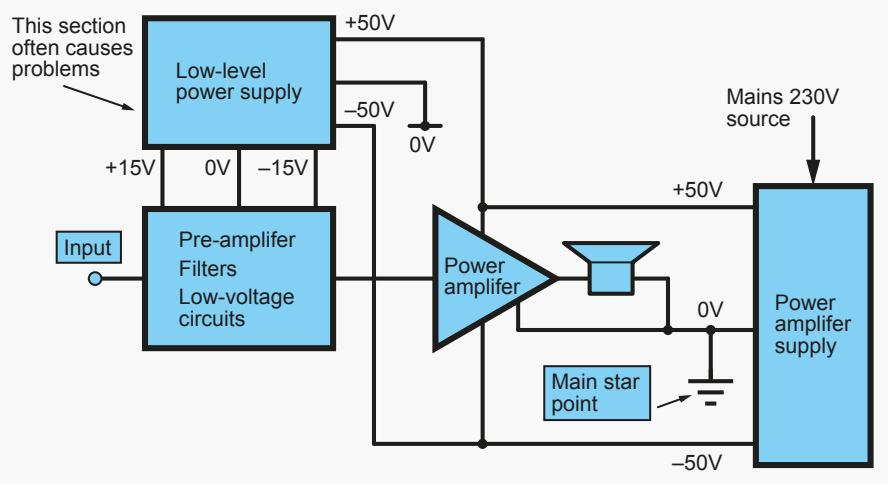
Zasilacze niskopoziomowe w urządzeniach audio, część 1

Układy zasilające przedwzmacniacza odpowiadają za znaczną liczbę awarii urządzeń audio. Autor wyjaśnia jaki jest najlepszy sposób na zasilanie przedwzmacniacza w urządzeniach audio.

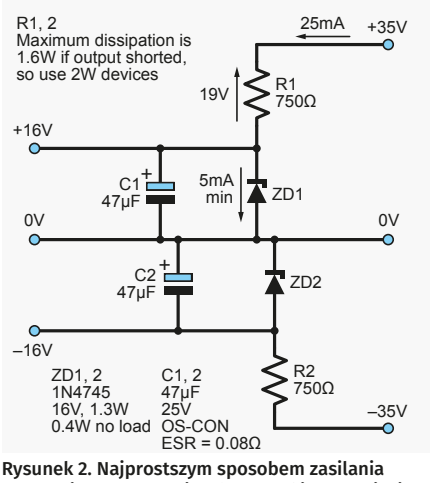
Jaki jest najlepszy sposób na zasilanie przedwzmacniacza z zasilacza wzmacniacza mocy? Regularnie omawiam zasilacze w urządzeniach audio, ale ponieważ widziałem tak wiele spalonych płytek drukowanych i problemów z zasilaniem przedwzmacniaczy, czuję, że muszę się tym zająć. Układy zasilające przedwzmacniacza odpowiadają za znaczną liczbę awarii zintegrowanych wzmacniaczy Hi-Fi, soundbarów i aktywnych głośników, które trafiają do mnie w celu naprawy.

Większość wzmacniaczy mocy audio zazwyczaj posiada pewne towarzyszące układy niskiego poziomu zasilania dla przedwzmacniaczy, filtrów, zbalansowanych wejść i innych bloków. Jeśli te projekty bazują na wzmacniaczach operacyjnych, to potrzebne są dodatnie i ujemne źródła zasilania pomiędzy ±5 i ±20 V. Dla układów z elementami dyskretnymi pracującymi na pojedynczej ścieżce zasilania wymagane jest zasilanie 12...40 V, co upraszcza sprawę, ponieważ potrzebny jest tylko jeden stabilizator. Wzmacniacze operacyjne mogą mieć własne, oddzielne zasilanie, ale dodatkowy transformator i związane z nim okablowanie sieciowe jest kosztowne. Aby utrzymać koszty na niskim poziomie, zasilanie wzmacniacza operacyjnego może być wyprowadzone z zasilania wzmacniacza mocy jak pokazano na rysunku 1. Jednakże, wzmacniacz mocy będzie miał szyny zasilające o napięciu kilka razy wyższym niż na szynach niskiego napięcia.

Napięcia zasilające wzmacniacza mocy wynoszą zwykle od ±30 do ±37 V dla konstrukcji opartych na tranzystorach bipolarnych i ±50 V dla konstrukcji wykorzystujących tranzystory MOSFET. To oznacza, że jest problem rozpraszania mocy spowodowany spadkiem napięcia na szynach zasilających. Można to zminimalizować, uruchamiając wzmacniacze operacyjne na najwyższym bezpiecznym zasilaniu, zwykle ±17,5 V. Wzmacniacze operacyjne 5532 mogą pracować nawet z napięciem ±20 V. Precyzyjna stabilność napięcia nie jest wymagana dla tych zasilaczy, ale niski poziom szumów i tętnień są niezbędne. Pierwszą rzeczą, jaką należy ustalić przy



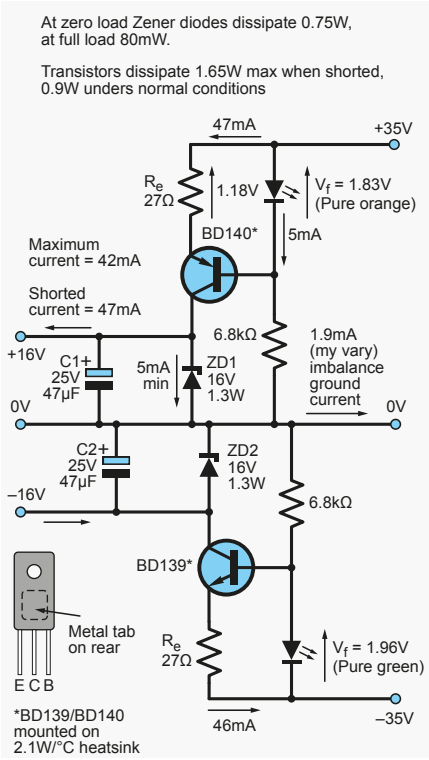
Rysunek 1. W audio, często konieczne jest zasilanie układów niskiego poziomu z wysokonapięciowego zasilacza wzmacniacza mocy. Zasilanie jest bardzo silnie modulowane przez sygnał audio, więc potrzebny jest dobry stabilizator napięcia niskiego poziomu



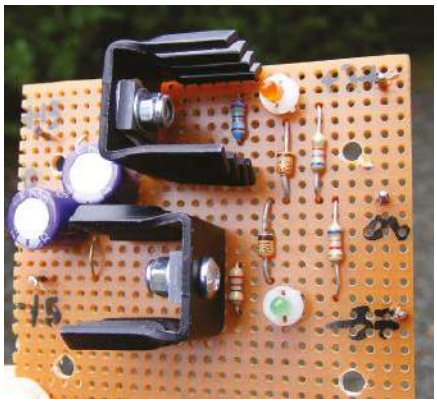
Rysunek 2. Najprostszym sposobem zasilania wzmacniaczy operacyjnych z wysokiego napięcia zasilania jest klasyczny stabilizator z diodami Zenera

eprasa.pl 59bae33604

Fotografia 3. Stabilizatory Zenera często rozpraszają wat lub dwa. Upewnij się, że płytka nie ugotowała się – umieść rezystory na podstawkach i z dala od kondensatorów elektrolitycznych



Rysunek 5. Stabilizator Zenera może być znacznie ulepszony poprzez zastosowanie źródeł prądu stałego zamiast rezystorów (powyżej – 5a), zmontowany układ (powyżej po prawej – 5b)



projektowaniu, jest pobór prądu przez układy wzmacniaczy operacyjnych. Niektóre wzmacniacze operacyjne (takie jak mój ulubiony 5532) zużywają stosunkowo duży prąd 8 mA, aby osiągnąć niski poziom szumów i zniekształceń. Więcej standardowych wzmacniaczy operacyjnych, takich jak TL072 i 4558, zużywa od 2 do 4,5 mA. Jest to minimalne (spoczynkowe) zużycie prądu, które zwiększy się kilka razy, jeśli układ jest przesterowany lub jeśli wyjście zasila obciążenie o niskiej impedancji. Na przykład, jeśli wzmacniacz operacyjny jest mocno sterowany z wyjściem 10 V RMS na 1 kΩ, dodatkowy prąd wyniesie 10 mA. To przypadek skrajny, bardziej typowym scenariuszem byłby poziom linii 775 mV RMS na 10 kΩ, co dodałoby tylko 0,775 mA. Dobrą wskazówką jest celowe przesterowanie układów niskiego poziomu białym szumem tylko po to, aby sprawdzić, jaki będzie maksymalny prąd.

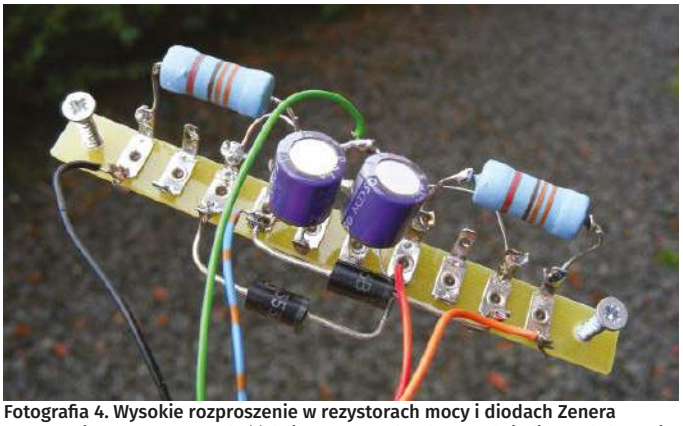
Istnieje kilka sposobów radzenia sobie z zasilaniem wzmacniacza operacyjnego. Na potrzeby pokazowe, oparłem układy na wersji przedwzmacniacza o niskim wzmocnieniu ze wzmacniacza mocy MX50, która reprezentuje typowe rozwiązania projektowe.

Jeśli założymy minimalny układ przedwzmacniacza z aktywną regulacją głośności, wykorzystujący dwa 5532, to pobór prądu będzie wynosił 2×8 mA, plus, powiedzmy, 4 mA na obciążenie, co daje 20 mA.

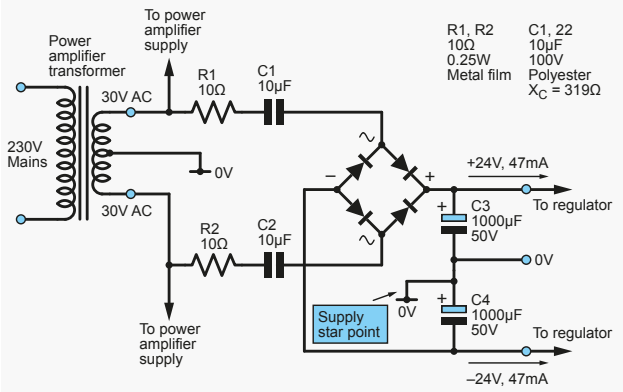
Stabilizator Zenera

Najprostszym układem stabilizatora zasilania wzmacniacza operacyjnego jest para diod Zenera zasilana przez rezystory, jak pokazano na rysunku 2. Niestety, stabilizatory te są częstym źródłem uszkodzeń – zwykle w wyniku uszkodzenia płytki przez ciepło, jak pokazano na rysunku 3. Z drugiej strony, ponieważ ten projekt jest stabilizatorem bocznikowym, jest on „bezpieczny" w przypadku zwarcia diod Zenera – rezystor się przegrzeje, ale ograniczy dostarczany prąd. Problemem stabilizatorów bocznikowych jest ich duża moc rozproszenia w stanie spoczynku. Każdy prąd niewykorzystany przez wzmacniacz operacyjny płynie w diodach Zenera. Może to prowadzić do kuriozalnej sytuacji pojawienia się dymu, gdy obciążenie zostanie usunięte. Moc diody Zenera w tej sytuacji musi być obliczona dla pełnego prądu

Fotografia 6. Pojemnościowe „droppery" są duże, ale przynajmniej się nie nagrzewają – patrz układ na rysunku 17

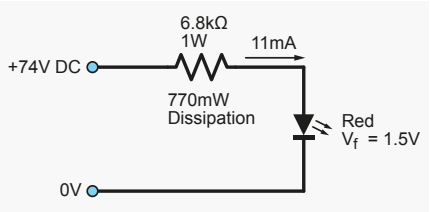


Fotografia 4. Wysokie rozproszenie w rezystorach mocy i diodach Zenera oznacza, że są one często dość duże. Staromodna konstrukcja listwy dobrze się sprawdza, ułatwiając chłodzenie

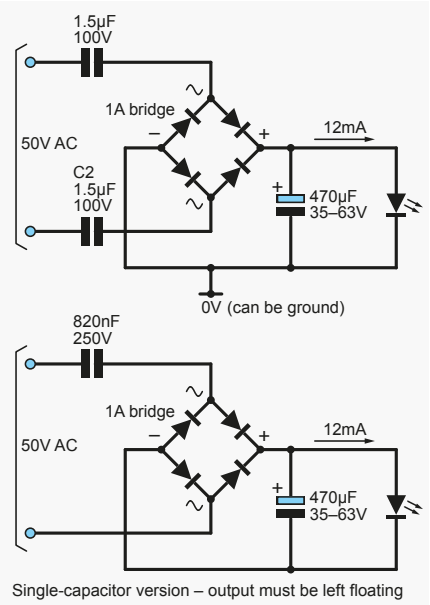


Rysunek 7. Pojemnościowe układy „droppera" pozwalają uniknąć ciepła związanego z rezystorami

eprasa.pl 59bae33604



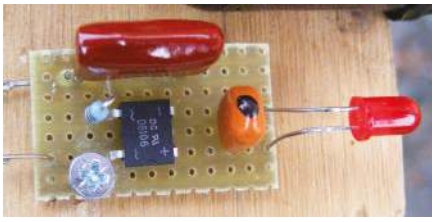
Rysunek 8. Rezystory upustowe związane z diodami LED mogą marnować dużo energii, gdy są zasilane z zasilaczy wzmacniaczy mocy



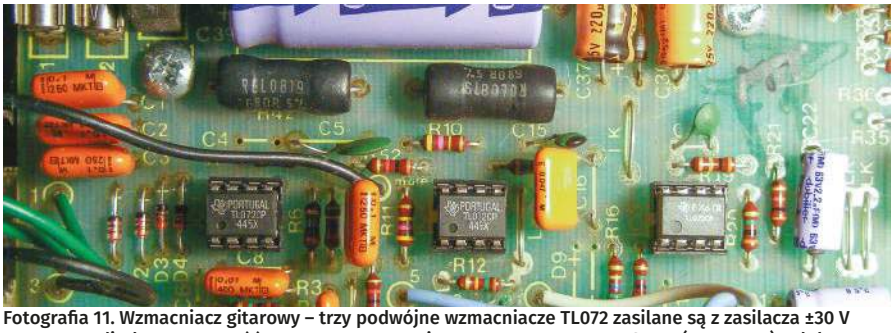
Rysunek 9. Pozbywanie się gorących rezystorów LED za pomocą kondensatorów (powyżej) oraz minimalizacja liczby kondensatorów (poniżej)

płynącego przez opornik. Ponadto, minimalny prąd diody Zenera wynosi 5 mA przy pełnym obciążeniu lub nastąpi utrata stabilizacji. Tak więc rezystor powinien dostarczać 5 mA więcej niż wymagane obciążenie.

Jedną z zalet stabilizatorów bocznikowych w porównaniu do szeregowych jest to, że krążące zniekształcone prądy zasilania pobierane przez wzmacniacz operacyjny są ograniczone do pętli lokalnej. Obliczmy odpowiednie zasilanie dla dostarczenia ±16 V przy 20 mA z ±35 V. Na opornikach będzie spadek napięcia 19 V. Korzystając z prawa Ohma R=V/I potrzebujemy 19 V/0,025 A=750 Ω. Rozpraszanie wyniesie 0,475 W w rezystorach i 0,4 W w diodach Zenera bez obciążenia. Suma dla całego układu to 1,8 W – całkiem sporo. Jeśli wyjście jest zwarte, rozpraszanie w rezystorach wzrasta do 1,6 W,



Fotografia 10. Układ LED z pojedynczym kondensatorem



Fotografia 11. Wzmacniacz gitarowy – trzy podwójne wzmacniacze TL072 zasilane są z zasilacza ±30 V za pomocą diod Zenera. Zwróć uwagę na przewymiarowane rezystory 680 Ω 2 W (na czarno) – dobra, długowieczna konstrukcja

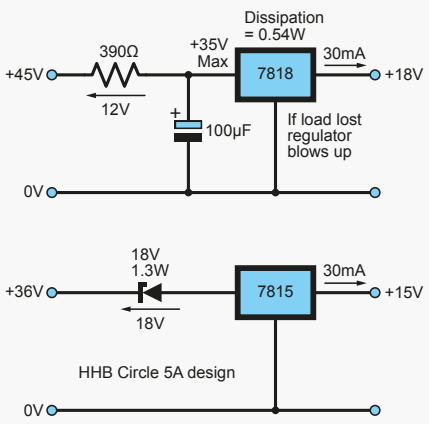
więc użyłbym rezystorów 2 W i diod Zenera 1,3 W. Fotografia 4 pokazuje typowe duże rezystory i diody Zenera wymagane dla tego podejścia. Należy pamiętać, że przy instalowaniu potencjalnie gorących elementów na jednostronnej płytce drukowanej, ważne jest zapewnienie mechanicznie dobrych połączeń, aby zapobiec ich pękaniu.

Prąd stały

Zasilanie diod Zenera źródłem stałego prądu zamiast z rezystorów jest korzystne. Jeśli wyjście jest zwarte, rozproszenie jest zmniejszone w porównaniu do metody rezystorowej, ponieważ prąd dostarczany nie rośnie (jest to prąd stały). Stabilizacja diodami Zenera jest również lepsza, poprzez redukcję napięcia tętnień czterokrotnie do 10 mV przy obciążeniu. Szumy mogą również zostać zredukowane poprzez zastosowanie kondensatorów polimerowych, które mają bardzo niski ESR, bocznikujących diody Zenera. W projekcie, pokazanym na rysunku 5a i zmontowanym na rysunku 5b, możemy zwiększyć nieco prąd wyjściowy do ±42 mA. Stała wartość prądu jest obliczana poprzez obliczenie wartości rezystora emiterowego (Re) potrzebnego do uzyskania wymaganego prądu przy napięciu 1,18 V. Uzyskuje się to przez odjęcie napięcia Vbe tranzystora 0,65 V od napięcia zasilania diody LED (1,83 V dla pomarańczowej diody, której użyłem). (W latach 70. XX wieku konstruktorzy tacy jak Douglas Self wykazali, że diody LED są całkiem stabilnymi układami odniesienia napięcia, a ponadto otrzymujemy dodatkową korzyść w postaci wskazania mocy).

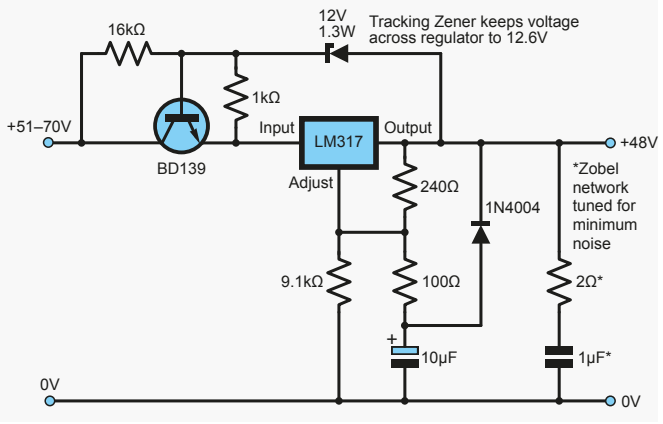
Spadek napięcia bez strat mocy

Wysokie rozpraszanie mocy w rezystorach włączonych szeregowo z diodami Zenera może być



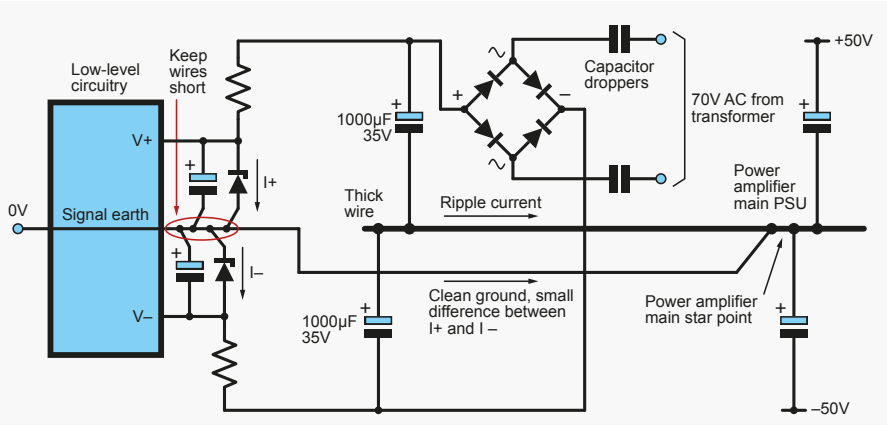
Rysunek 12. W celu ochrony stabilizatorów napięcia przed nadmiernym spadkiem napięcia, powodującym nadmierne rozpraszanie, często stosuje się rezystor szeregowy. Można również zastosować diodę Zenera, która również zapewni ochronę przed przepięciami. Układ może wybuchnąć, jeśli dioda Zenera nie zdoła doprowadzić do zwarcia, jak to miało miejsce w niektórych głośnikach aktywnych HHB Circle 5 A

wyeliminowane przez użycie kondensatorów do zapewnienia reaktywnego spadku napięcia z uzwojenia wtórnego transformatora wzmacniacza mocy. Reaktancja przy 50 Hz powinna być obliczona tak, aby była równa rezystancji rezystora, który ma być zastąpiony. Ponieważ prąd i napięcie są przesunięte w fazie względem siebie, nie wytwarza się ciepło. Z racji, że dzieje się to po stronie prądu zmiennego, należy zastosować dodatkowy mostek prostowniczy i parę

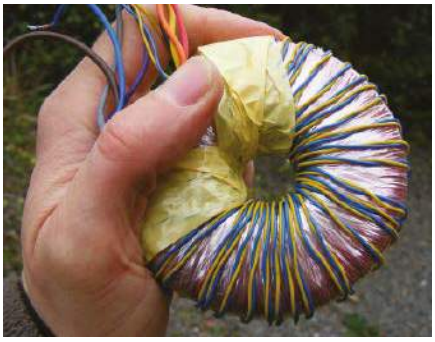


Rysunek 13. Zasilacz fantomowy Rane wykorzystuje 'śledzący Zener'

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 14. Sugerowany układ uziemienia dla zasilania niskopoziomowego



Fotografia 15. Sporadyczne, dodatkowe uzwojenie może być dodane do transformatora toroidalnego, aby uzyskać dodatkowe „wolne" zasilanie niskim napięciem. Jest to trochę pracochłonne, ale bywa interesujące

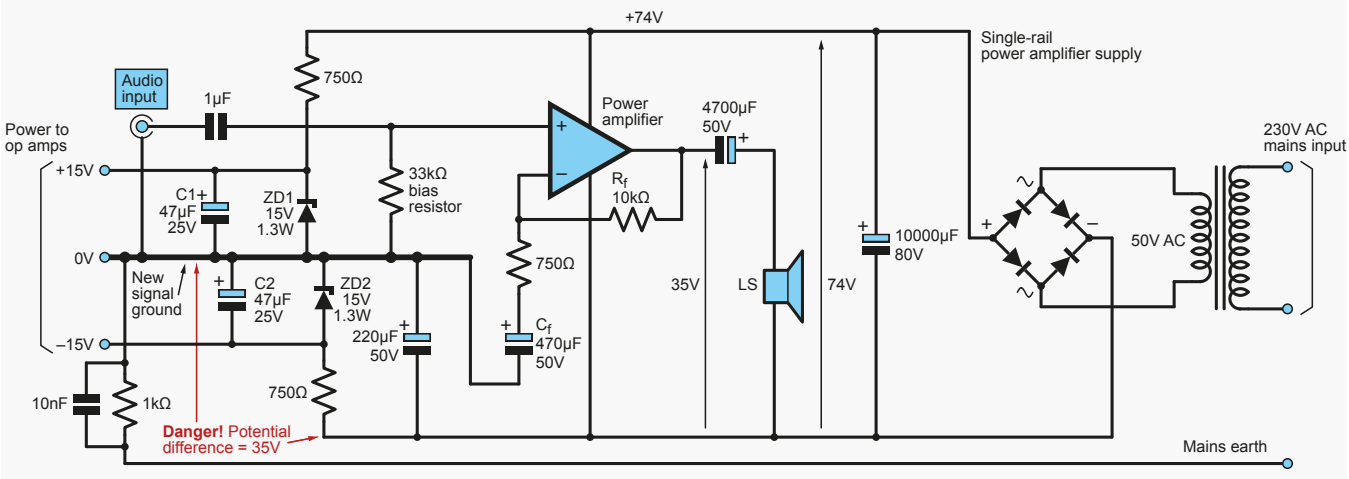
kondensatorów wygładzających. Należy pamiętać, że kondensatory upustowe muszą być solidne. Ja używam 100 V DC poliestrowych metalizowanych, które bardzo rzadko ulegają zwarciu. (Kiedyś próbowałem parę niespolaryzowanych elektrolitycznych dla taniości, ale nie wytrzymały zbyt długo). Przy wyborze kondensatorów do tej roli, ich długoterminowy prąd tętnień jest bardzo ważny i należy pamiętać że napięcie znamionowe kondensatorów AC może być tylko połową wartości znamionowej dla napięcia stałego. Takie układy reaktywne są zazwyczaj bardziej złożone, a kondensatory mogą być duże (Miałem kiedyś wzmacniacz Arcama, w którym największym źródłem ciepła na biegu jałowym były stabilizatory wzmacniaczy operacyjnych – więcej niż reszta wzmacniacza razem wzięta). Wielkość elementów można ocenić na podstawie fotografii 6. Jedną rzeczą, na którą trzeba uważać w przypadku „dropperów" pojemnościowych jest skok prądu włączania. Jest on zwykle pochłaniany przez kondensator wygładzający (C3 i C4, rysunek 7), ale rozsądnym środkiem ostrożności jest dodanie kilku rezystorów o niskiej wartości (R1 i R2) jako ograniczników. Będą one również działać jako „bezpieczniki" w przypadku zwarcia kondensatora. Na rysunku 7 pokazany jest kondensator „dropper" potrzebny do zasilania opisanego przed chwilą układu stałoprądowego (rysunek 5) do zastosowania we wzmacniaczu MOSFET z zasilaniem ±45 V (30...0...30 VAC).

Zmniejsza to znacznie rozpraszanie tranzystora do około 400 mW w normalnym trybie pracy i 1,12 W w stanie zwartym, dzięki czemu radiatory nie są potrzebne. Dla producentów komercyjnych wysokie koszty pracy związane z mocowaniem radiatorów oznaczają, że w praktyce układ kondensatora nie zwiększa żadnych kosztów ogólnych.

Podobny problem z wydzielaniem ciepła jak w przypadku rezystora obniżającego napięcia może pojawić się w przypadku diod LED włączonych do zasilania. Widziałem marnotrawny rezystor 1 W zasilający diodę LED z szyny 74 V, jak pokazano na rysunku 8. Można by go zastąpić górnym układem pokazanym na rysunku 9, który działa nieźle. Zaletą tego układu jest to, że dioda LED wyłącza się zaraz po wyłączeniu zasilania, w przeciwieństwie do diody wysterowanej z głównego kondensatora wygładzającego, która może „wisieć" do 15 sekund. Jeden kondensator może być usunięty z tego projektu jak pokazano w dolnym układzie na rysunku 9, ale wyjście musi pozostać pływające i nie podłączone do masy. Gotowy układ LED jest pokazany na fotografii 10.

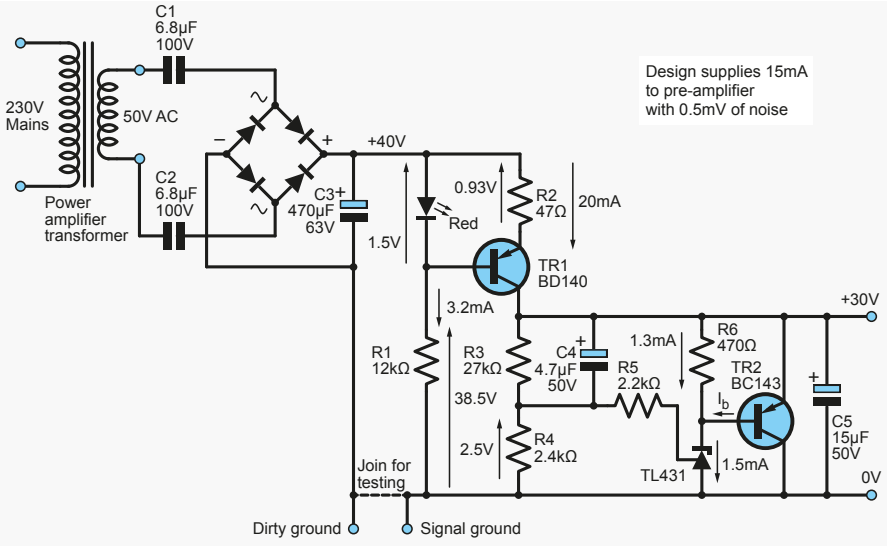
Stabilizatory napięcia

Metoda diody Zenera, pomimo wszystkich swoich ograniczeń, jest akceptowalna, jeśli projekt wykorzystuje tylko kilka wzmacniaczy operacyjnych; na przykład trzy podwójne wzmacniacze operacyjne (TL072) dla płytki wzmacniacza gitarowego pokazanego na fotografii 11. Jednakże, jeżeli pobór prądu przekracza 30 mA, to rozpraszanie staje się niedopuszczalnie duże. Użycie szeregowego stabilizatora może to zmniejszyć. Jednak napięcie wejściowe większości układów stabilizatorów jest ograniczone maksymalnie do około 36 V. Może to powodować problemy, jeśli napięcie wejściowe jest znacznie wyższe, powiedzmy 50 V. Jednym ze sposobów obejścia tego problemu jest umieszczenie rezystora obniżającego napięcie w szereg z wejściami stabilizatora napięcia, jak pokazano na rysunku 12. Nie jest to rozwiązanie gwarantowane. Rezystory szeregowe mogą powodować



Rysunek 16. Czasami możliwe jest zasilenie przedwzmacniacza dwuszynowego z jednoszynowego wzmacniacza mocy. Nie jest to zalecane, jeśli masa wzmacniacza mocy i masa przedwzmacniacza są przypadkowo połączone razem

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 17. Ultraniskoszumowy zasilacz bocznikowy. Umieściłem tu moje specjalne małe układy, aby powstrzymać wielkie firmy przed opatentowaniem (patrz fotografia 6)

problemy ze stabilizatorem, który „widzi" wyższą impedancję źródła. Stabilizatory serii 78/79 mogą oscylować, jeśli przed ich wejściami zostanie wstawiony rezystor 100 Ω. Jednym z rozwiązań jest podłączenie dużego kondensatora odsprzęgającego (powiedzmy 100 μF lub więcej) pomiędzy wejściem regulatora a masą – patrz górny schemat, rysunek 12. Alternatywą jest szeregowa dioda Zenera, która ma znacznie mniejszą impedancję niż rezystor wejściowy. Należy pamiętać, że dioda Zenera użyta w ten sposób musi mieć wyższą moc znamionową, aby chronić ją przed prądem udarowym włączania, np. 1,3 W, a nie standardowe 400 mW. Śledzący wtórnik emiterowy może być użyty do zwiększenia mocy znamionowej Zenera, jak pokazano na rysunku 13, który zasadniczo tworzy „Zenera mocy", utrzymując 12 V na stabilizatorze przez cały czas. Standardowymi stabilizatorami napięcia w przemyśle audio są LM317 i LM337. Dają one tętnienia na wyjściu około 1 mV, podczas gdy stabilizatory serii 78/79 mają około 4 mV szumu. Jednym z istotnych elementów sprawdzających w przypadku wszystkich układów obniżających napięcie jest upewnienie się, że napięcie wejściowe stabilizatora nie jest przekroczone, gdy nie ma obciążenia. Może się to zdarzyć, gdy sekcja wzmacniacza operacyjnego jest odłączona lub płytka jest zasilana bez włożonych wzmacniaczy operacyjnych. Zabezpieczenie zostanie opisane później.

Obwód uziemienia

Stabilizator jest zawsze najlepiej umieścić w pobliżu wzmacniaczy operacyjnych, minimalizując impedancję źródła. Masa stabilizatorów powinna być podłączona do szyny masy sygnału wzmacniacza operacyjnego, aby uniknąć szumu pętli masy. Przepływ prądu stałego do masy jest bardzo mały i nie należy się tym zbytnio martwić, ponieważ prądy z dodatniej i ujemnej szyny diod Zenera lub stabilizatorów znoszą się, jak pokazano na rysunku 14, który pokazuje prawidłowy układ uziemienia. Jednakże, masy dużych wejściowych kondensatorów odsprzęgających nie powinny iść do masy sygnałowej, ponieważ będą one wstrzykiwać prąd tętnień. Powinny one iść w układzie gwiazdy do punktu uziemienia na zasilaniu wzmacniacza mocy.

Przewinięcie transformatora

Większość wzmacniaczy mocy posiada duży transformator toroidalny. Jest to dość prosta sprawa, aby dodać 30 zwojów drutu w celu stworzenia uzwojenia wtórnego o niskim napięciu. Zmierz moc wyjściową i możesz obliczyć napięcie indukowane na jeden obrót, aby obliczyć liczbę zwojów potrzebnych do uzyskania, powiedzmy, 15 V. Używam skrętki telekomunikacyjnej, aby uzyskać dwa uzwojenia wtórne o równym napięciu dla podwójnej szyny – patrz fotografia 15.

Podwójna szyna z pojedynczej szyny

Czasami może zajść potrzeba zasilenia układu wzmacniacza operacyjnego z pojedynczą szyną zasilania wzmacniacza mocy. Odpowiedni układ jest pokazany na rysunku 16. Układ ten może być niebezpieczny dla wzmacniacza mocy, jeśli masa głośników zostanie zwarta z masą sygnału, ponieważ istnieje między nimi różnica potencjałów 35 V. Powstałe wtedy bardzo duże prądy spowodują zniszczenie górnego tranzystora wyjściowego wzmacniacza mocy. Takie podejście jest akceptowalne, jeśli jest zamknięte w np. głośniku aktywnym. Ryzyko wysadzenia w powietrze może jednak wystąpić podczas testów z powodu pomylenia obu mas.

Ultraniskoszumowy stabilizator jednoszynowy

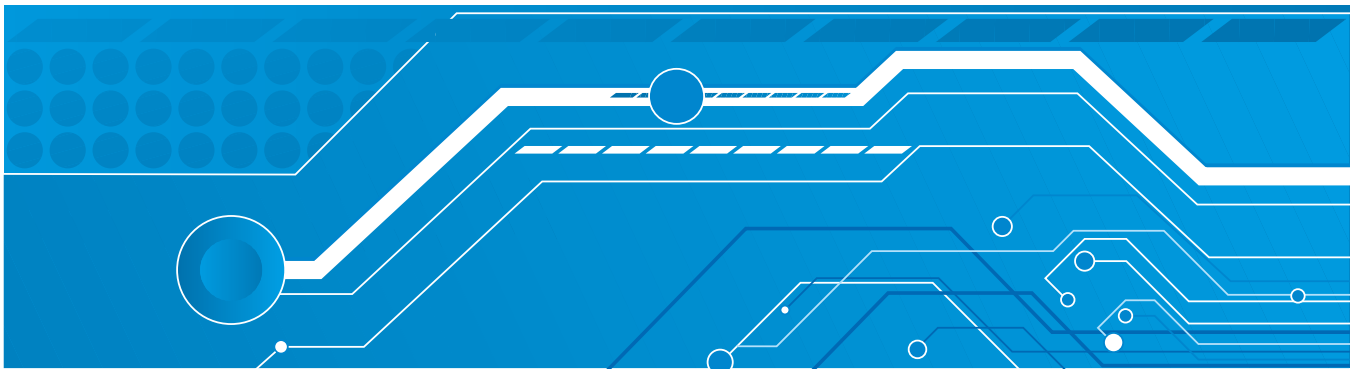
Układ zasilający pokazany na rysunku 17 został zaprojektowany dla jednoszynowego wzmacniacza mocy MX50 opisanego w „Everyday Practical Electronics" z marca 2018. Miał on szynę zasilającą o napięciu 74 V. Chciałem obniżyć to napięcie do 30 V dla dyskretnego przedwzmacniacza jednowstęgowego pobierającego 15 mA. Ten układ wykorzystuje „dropper" pojemnościowy składający się z dwóch kondensatorów Wima MKT4 6,8 μF i stabilizatora bocznikowego. Nie używa on diody Zenera, zamiast tego ma stabilizator bocznikowy/programowalny Zener TL431, który daje czterokrotnie lepszą stabilizację niż dioda Zenera. Szumy są również znacznie niższe, na poziomie około 0,5 mV. Diody Zenera powyżej 6,8 V nie są tak naprawdę diodami Zenera, ale diodami lawinowymi, które są dość głośne. Aby osiągnąć niski poziom szumów z TL431 przy wysokim (+30 V) napięciu zasilania, potrzebny jest kondensator bocznikujący rezystor sprzężenia zwrotnego R3, aby zredukować wzmocnienie AC zamkniętej pętli do jedności. Jeśli pin referencyjny jest bocznikowany do masy, jak to często ma miejsce w przypadku stabilizatorów napięcia, powstaje doskonały generator szumu z powodu wzmocnienia AC w pętli otwartej. Rzeczywiście, stosuję tę technikę w źródłach szumu dla syntezatorów. Stosunkowo duża wartość C4 jest konieczna dla uzyskania dobrej odpowiedzi w stanach przejściowych. Niestety, energia zmagazynowana w tym kondensatorze jest wystarczająca, aby w warunkach włączania/wyłączania zasilania wprowadzić zbyt dużo energii do linii odniesienia, więc R5 ogranicza prąd do bezpiecznej wartości. Aby zapobiec nadmiernej dyssypacji mocy w IC1 jest on buforowany przez tranzystor nadmiarowo-prądowy TR1. Ten układ działa tylko dla dodatniej szyny, ponieważ ujemna wersja TL431 nie jest dostępna. Być może później rozwinę go do konstrukcji dwuprzewodowej, używając inwertera do wysterowania wtórnika emiterowego po stronie ujemnej.

Kontrola żywotności

Ważne jest, aby upewnić się, że wszystkie stabilizatory utrzymują stabilizację, gdy wzmacniacz mocy jest wysterowany na pełną moc. Jest to konieczne, ponieważ zasilanie wzmacniacza mocy, zasilające stabilizator jest silnie modulowane przez muzykę i może spadać nawet o 20%. ■

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „Everyday Practical Electronics", luty 2019 (www.epemag3.com)

eprasa.pl 59bae33604



Przełączniki mocy MOSFET, część 1

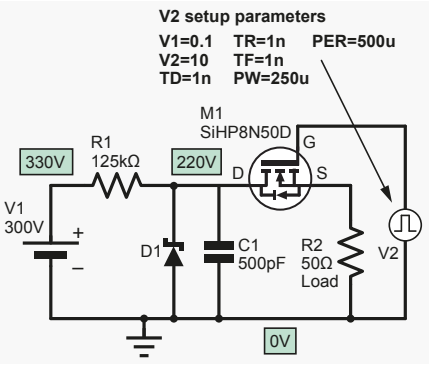
Cykl artykułów o przełącznikach mocy MOSFET rozpoczynamy podstawowymi informacjami o tranzystorach MOSFET i stabilizacji diodami Zenera. W kolejnych odcinkach zajmiemy się układami przełączającymi i sterownikami.

Temat artykułów – przełączniki mocy MOSFET, z odrobiną stabilizacji diodami Zenera – jest oparty na wpisie Michaela Fergusona na forum EEWeb (www.eeweb.com/forum). W swoim poście Michael napisał, co następuje: „Pracuję nad układem na załączonym obrazku [przerysowanym na rysunku 1]. Szybko zdałem sobie sprawę, że nie ma dobrego sposobu na aktywowanie V_{gs} mojego MOSFETa mocy za pomocą mojego sterownika bramki. Sprawdziłem w sieci kilka innych sterowników bramek i wszystkie one dają tylko niskie napięcia maksymalnie około 20–30 V. Każda karta katalogowa sterowników bramek przeznaczonych do użycia z MOSFETami mocy opisuje ich wyjście w kategoriach prądu spływu lub źródłowego do 4 A/6 A, itd. Mam dwa sterowniki bramek [UCC20520 od Texas Instruments i ISL55110 od Renesas], jeden z nich jest izolowanym sterownikiem bramek, używanym specjalnie do MOSFETów mocy. Rozumiem, że bramki MOSFET-ów włączają się po naładowaniu do pewnego Q_g, ale jeśli napięcie bramki musi być 10 V > niż V_S, a V_S jest 200 V+, to jak można włączyć bramkę i pozwolić na przepływ prądu z V_S do V_D?”.

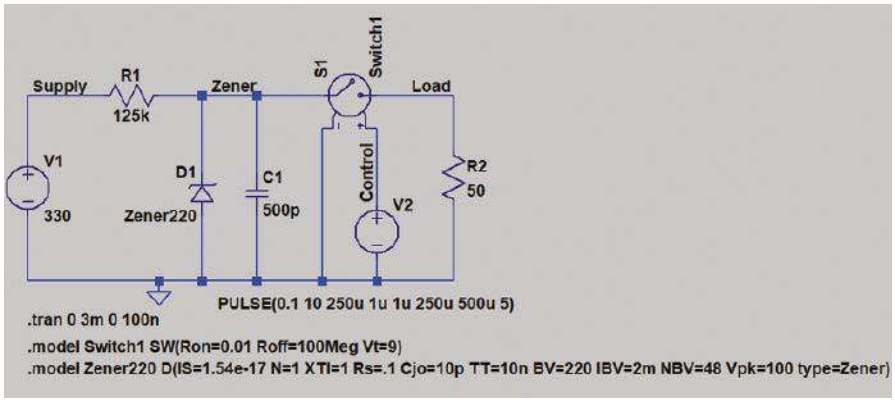
Zanim przyjrzymy się MOSFET-om, zajmiemy się problemem stabilizacji diodą Zenera w układzie z rysunku 1, dla którego musimy przyjąć pewne założenia dotyczące wymagań dla przełączania obciążenia. Chociaż post Michaela nie precyzuje w pełni obciążenia, które ma być przełączane, założymy na podstawie tego co napisał oraz schematu, że przyłożone napięcie wynosi 220 V, a rezystancja obciążenia wynosi 50 Ω. Implikuje to prąd o wartości 4,4 A (=220 V/50 Ω).

MOSFET z rysunku 1, SiHP8N50D, N-kanałowy serii D MOSFET mocy firmy Vishay (www.vishay.com), ma maksymalny dopuszczalny prąd drenu 8,7 A przy temperaturze obudowy 25°C, zmniejszający się do 5,5 A przy 100°C. Jego maksymalne napięcie drenu wynosi 500 V. Wydaje się, że odpowiada to naszym założonym wymaganiom obciążeniowym.

Pliki LTSpice omawiane w Circuit Surgery są dostępne do pobrania ze strony EPE (www.epemag3.com/proj/0319.html).

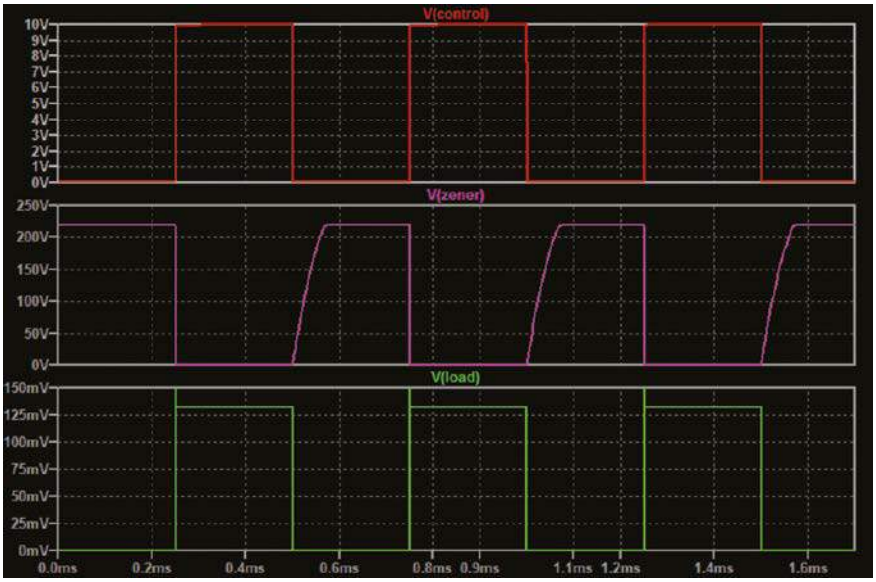


Rysunek 1. Układ Michaela, przerysowany z jego postu na EEWeb



Rysunek 2. Schemat symulacji LTspice dla rysunku 1 z wyidealizowanym przełącznikiem zamiast MOSFETa

eprasa.pl 59bae33604

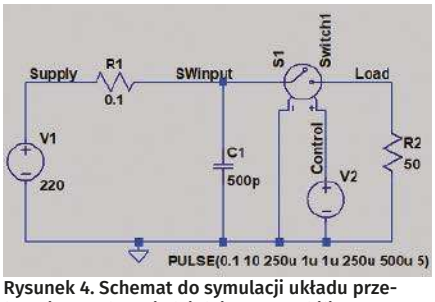


Fotografia 3. Wyniki symulacji dla układu z rysunku 2 – góra: V(sterowanie); środek: V(zener); dół: V(obciążenie)

Niewystarczający prąd

Problem z układem z rysunku 1 polega na tym, że nie jest on w stanie dostarczyć napięcia 220 V przy 4,4 A do obciążenia (R2), nawet z idealnym przełącznikiem w miejsce MOSFET-a. Napięcie 220 V jest uzyskiwane przez stabilizator z diodą Zenera (R1 i D1) ze źródła 330 V (zakładamy, że dioda Zenera ma napięcie 220 V z adnotacji o napięciu na schemacie). R1 ogranicza prąd do obciążenia – jeśli zewrzemy linię 220 V do masy, to prąd w R1 wynosi 2,64 mA (330 V/125 kΩ). Prąd obciążenia nie może przekroczyć tej wartości. Patrząc na to z innej strony, jeśli założymy, że MOSFET jest idealnym przełącznikiem, to gdy jest włączony, R1 i R2 tworzą dzielnik napięcia na linii 330 V. Wynikowe napięcie na obciążeniu, używając wzoru na dzielnik potencjału, wynosi: R2×V1/(R1+R2)=50 Ω×330 V/(125 kΩ+50 Ω)=132 mV. Jest to znacznie poniżej 220 V, ponieważ prąd o wartości około 2,6 mA jest znacznie poza zakresem stabilizacji diody Zenera z rysunku 1.

Zwróćmy uwagę na to, że przy prądzie 4,4 A, rezystor obniżający napięcie 110 V (330 V do 220 V) rozpraszałby ogromne 484 W – dioda Zenera nie jest tutaj praktyczną opcją.



Rysunek 4. Schemat do symulacji układu przełączającego bez niedziałającego stabilizatora Zenera

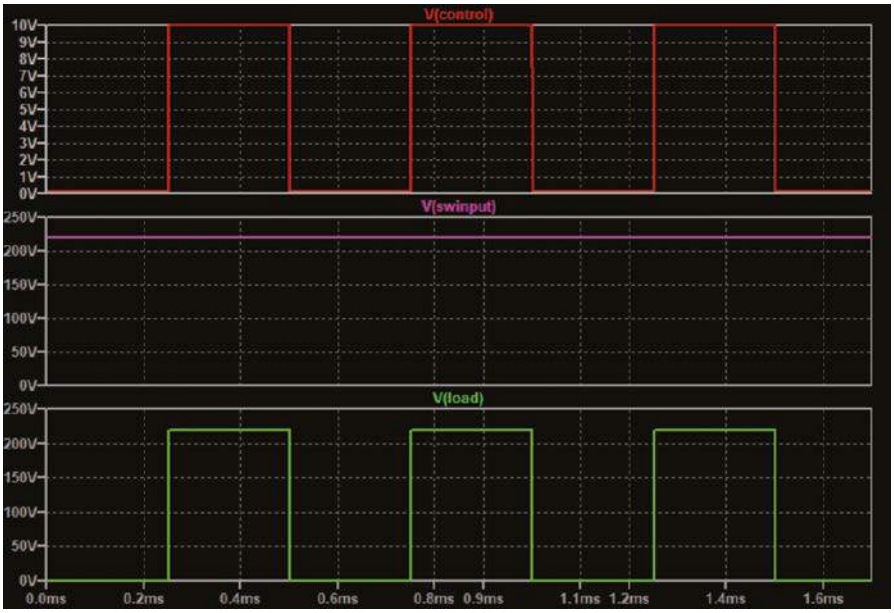
Symulacja idealnego przełącznika

Możemy zbadać układ na rysunku 1 używając symulacji LTspice. Czasami, jeśli układ nie zachowuje się tak jak powinien, może być użyteczna symulacja jego bardziej wyidealizowanej wersji. Może to pomóc rozplątać wiele problemów, jeśli problem leży gdzie indziej niż się spodziewamy. Na przykład, w tym przypadku, ktoś skupiający się na zrozumieniu MOSFETa może przegapić problem ze stabilizatorem. Schemat na rysunku 2 jest wersją rysunku 1 dla symulacji LTspice, w której MOSFET został zastąpiony przełącznikiem sterowanym napięciem. Przełącznik ten zachowuje się znacznie prościej niż MOSFET; na przykład jego wejście sterujące jest całkowicie niezależne od przełączanego napięcia i może być aktywowany przy dowolnym wybranym przez nas napięciu sterującym. Możemy użyć instrukcji .model do ustawienia parametrów przełącznika, takich jak rezystancje włączania i wyłączania oraz napięcie progowe dla wejścia sterującego. Model użyty tutaj ustawia parametry przełącznika na R_{on}=0,01 Ω, R_{off}=100 MΩ, co jest wartością wystarczająco bliską ideału (odpowiednio zero i nieskończoność). Próg sterowania (dla włączania/wyłączania) wynosi nieco arbitralnie ustalone 9 V, aby dopasować oryginalny sygnał sterujący 10 V z V2 (dowolny próg powyżej 0 V i poniżej 10 V będzie działał). Wejście sterujące przełącznika jest wysterowane falą kwadratową o okresie 500 µs, jak na rysunku 1. Czasy narastania i opadania zostały zmienione na 1 µs, ponieważ szybkie zbocza 1 ns (rysunek 1) nie są tu potrzebne. Do symulacji potrzebny jest również model dla diody Zenera 220 V. Dostępnych jest wiele rzeczywistych diod Zenera (np. 1N4990), ale dla tej symulacji poszliśmy na skróty – istniejący model LTspice dla 100 V 1N5378B został dostosowany do 220 V poprzez zmianę BV i IBV. Jak wspomniano powyżej, stabilizator z diodą Zenera nie jest praktyczny, więc nie warto było tworzyć dokładnego modelu dla tej ilustracji. Wyniki symulacji układu z rysunku 2 są pokazane na fotografii 3. Napięcie na diodzie Zenera (V(Zenner) – środkowy przebieg) nie jest stałym 220 V, którym byłoby, gdyby stabilizacja działała. Gdy przełącznik jest wyłączony (napięcie sterujące równe zero, patrz górny przebieg) napięcie na diodzie Zenera rośnie stosunkowo powoli do 220 V dzięki ładowaniu C1 przez R1. Kiedy przełącznik zamyka się, stabilizator nie jest w stanie dostarczyć prądu wymaganego do utrzymania napięcia 220 V, więc napięcie obciążenia (V(obciążenie) – dolny przebieg) wzrasta do około 130 mV, jak przewidywały nasze obliczenia powyżej. Napięcie na diodzie Zenera spada znacznie szybciej niż rośnie, ponieważ rezystancja obciążenia (R2) jest znacznie mniejsza niż R1, rozładowując szybko C1. Układ na rysunku 4 usuwa niefunkcjonalny stabilizator diodą Zenera z układów na rysunku 1 i rysunku 2. Układ ten jest zasilany bezpośrednio ze źródła 220 V z niewielką rezystancją wewnętrzną lub opornością przewodów (0,1 Ω), reprezentowaną przez R1. Model przełącznika i komendy symulacyjne są takie same jak na rysunku 2. Wyniki symulacji tego układu są pokazane na fotografii 5. Napięcie obciążenia przełącza się teraz pomiędzy 0 V a 220 V zgodnie z wymaganiami, a napięcie po stronie zasilania przełącznika (V(swinput) – środkowy przebieg) jest prawie stałe i wynosi 220 V. W rzeczywistości zmienia się ono trochę z powodu zmiennego spadku na R1, gdy obciążenie jest włączane i wyłączane, ale nie jest to widoczne na fotografii 5.

Symulacja przełącznika MOSFET

Symulacje te pokazały, że istnieje problem z układem z rysunku 1, który nie jest bezpośrednio związany z pytaniem Michaela dotyczącym wysterowania przełączników MOSFET. Teraz, gdy już się z tym uporaliśmy, możemy wypróbować układ z MOSFET-em w miejsce idealnego przełącznika. Schemat symulacji tego układu pokazano na rysunku 6. Zamiast SiHP8N50D zastosowano MOSFET STP8NM60 firmy STMicroelectronics, ponieważ był on dostępny w bibliotece LTspice. Naszym celem jest ogólna ilustracja zachowania

eprasa.pl 59bae33604



Fotografia 5. Wyniki symulacji dla układu z rysunku 4 – góra: V(sterowanie); środek: V(swinput); dół: V(obciążenie)

układu, a nie szczegółowy projekt, więc ten MOSFET jest wystarczająco bliski.

Wyniki symulacji obwodu z rysunku 6 są pokazane na fotografii 7. Napięcie na obciążeniu wzrasta do około 4,5 V tylko wtedy, gdy sygnał sterujący jest włączony. Rozważmy, co się stanie, gdy sygnał sterujący zostanie przełączony. Początkowo jest on na poziomie 0 V i MOSFET jest wyłączony. Oznacza to, że źródło MOSFETa jest również przy 0 V, ponieważ nie spada żadne napięcie na R2. Gdy napięcie sterujące wzrośnie powyżej napięcia progowego MOSFET-a (ustawionego na 5,3 V w modelu LTspice), zacznie on przewodzić. To spowoduje wzrost prądu w R2, zwiększając napięcie na źródle, ale zmniejszając napięcie bramka-źródło, co z kolei ograniczy prąd w R2. Gdy napięcie sterujące osiągnie 10 V, pojawi się punkt równowagi, w którym prąd w R2, a tym samym napięcie na nim, powoduje, że napięcie bramka-źródło jest wystarczające do utrzymania tego prądu. Napięcie na R2 będzie zbliżone do napięcia sterującego (10 V), minus napięcie progowe (5,3 V), czyli około 4,7 V. Jest to nieco poniżej napięcia bramkowego wymaganego dla przekroczenia napięcia progowego (około 5,5 V), aby wytworzyć odpowiedni prąd dren-źródło.

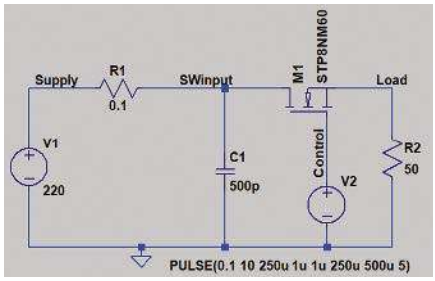
W symulacji możemy podać przybliżone rozwiązanie tego problemu ustawiając napięcie sterujące (parametr V2 źródło Von PULSE) na 230 V (10 V powyżej napięcia zasilania) zamiast 10 V.

W rezultacie otrzymujemy przebieg napięcia obciążenia podobny do tego z idealnym przełącznikiem na rysunku 5. To prowadzi nas do kluczowego punktu pytania Michaela – jak zaimplementować układ sterujący, aby zapewnić wymagane napięcie. Przyjrzymy się temu i innym aspektom układów z przełącznikami MOSFET w następnym odcinku, a w drugiej połowie tego artykułu przedstawimy trochę podstaw MOSFET-ów.

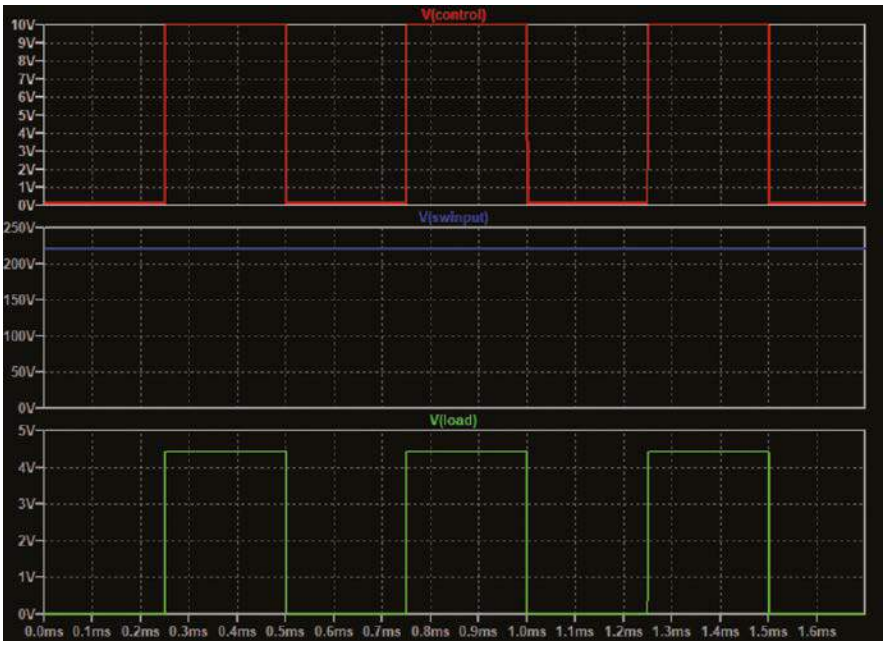
Przegląd MOSFET-ów

MOSFET jest elementem półprzewodnikowym, który ma trzy główne końcówki – bramkę (G), źródło (S) i dren (D). Dla osób zaznajomionych z tranzystorami bipolarnymi, odpowiadają one w przybliżeniu odpowiednio bazie, emiterowi i kolektorowi. Podobnie jak dwa typy tranzystorów bipolarnych (NPN i PNP) istnieją dwa typy tranzystorów MOSFET – N-kanałowy i P-kanałowy, często określane jako tranzystory NMOS i PMOS. Istnieją różne formy symbolu schematycznego stosowanego dla MOSFET-ów – wersja powszechnie stosowana dla układów przełączających zasilanie jest pokazana na rysunku 8.

Dokładnie rzecz biorąc MOSFET ma cztery końcówki – czwarta to podłoże lub półprzewodnik objętościowy (B), w którym tranzystor jest wytworzony. W wielu przypadkach (szczególnie w elementach dyskretnych) podłoże i źródło są zwarte w obrębie wytworzonej struktury elementu, więc istnieją tylko trzy zewnętrzne końcówki. Połączenie masowe jest reprezentowane przez linię ze strzałką w środku elementu, która łączy się ze źródłem. Rysunek 8 przedstawia symbol MOSFET-a mocy, który zawiera diodę „body" (po prawej stronie), która jest nieodłączną częścią struktury MOSFET-a. Dioda ta nie zawsze jest uwzględniana w symbolu, ale jest istotna w niektórych układach przełączania mocy.

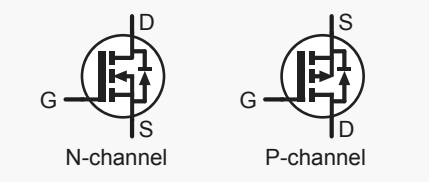


Rysunek 6. Schemat do symulacji układu przełączającego układ z rysunku 4 z wykorzystaniem MOSFETa zamiast idealnego przełącznika sterowanego napięciem



Fotografia 7. Wyniki symulacji dla układu z rysunku 6 – góra: V(sterowanie); środek: V(swinput); dół: V(load)

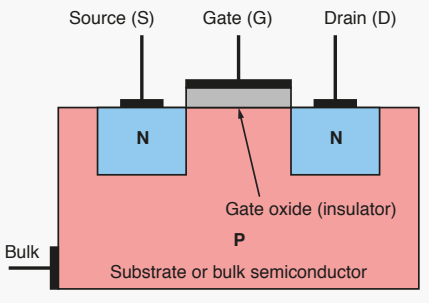
eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 8. Symbole MOSFET-ów mocy pokazujące diodę pasożytniczą

Działanie kanału MOSFET

Termin „kanał" odnosi się do kanału przewodzącego pomiędzy źródłem i drenem, który, jak zobaczymy, jest kluczową cechą działania MOSFETa. „N" i „P" w NMOS i PMOS (oraz NPN i PNP) odnoszą się do rodzaju domieszek wprowadzonych do czystego krzemu. W krzemie typu N jest więcej elektronów, które mogą swobodnie uczestniczyć w przewodzeniu prądu elektrycznego, niż w czystym krzemie. Typ P ma mniej elektronów niż czysty krzem, ale te luki mogą być traktowane jako ruchome „dziury", które działają jako dodatnie nośniki ładunku, ułatwiając przewodzenie elektryczne. Umieszczenie warstwy N obok warstwy P tworzy złącze PN, znane również jako złącze diodowe, przez które prąd płynie zazwyczaj tylko w jednym kierunku. Jeżeli do strony P złącza diodowego (zwanej anodą) przyłożone zostanie wystarczająco dodatnie napięcie w stosunku do strony N (katody), to popłynie prąd. Wskazuje na to kierunek strzałki w symbolu schematycznym diody. Ze strony P do N mogą przepływać dziury, a ze strony N do P elektrony. Elektrony poruszają się w kierunku przeciwnym do tego, który określamy jako przepływ prądu, pomimo tego, że większość układów elektrycznych jest połączona przewodnikami metalowymi, w których przewodzenie odbywa się dzięki ruchowi elektronów. Jest to znane jako „prąd konwencjonalny". Historycznie, konwencja definiowania prądu jako płynącego od ładunku dodatniego do ujemnego została przyjęta przed odkryciem przewodzenia przez ujemnie naładowane elektrony.



Rysunek 9. Przekrój poprzeczny N-kanałowego MOSFETa z wyłączonym tranzystorem. MOSFET działa jako wyłącznik pomiędzy źródłem a drenem. Napięcie na bramce jest małe lub ujemne w stosunku do źródła i masy. Napięcie dren-źródło może być duże

Kiedy tworzy się złącze PN, elektrony ze strony N przechodzą na stronę P, a dziury ze strony P przechodzą na stronę N. Łączą się one (efektywnie znoszą się nawzajem) tworząc w pobliżu złącza obszar bez żadnych nośników ładunku. Jest to tak zwana warstwa zubożona. Dioda pracuje w kierunku przewodzenia, gdy przyłożone jest napięcie wystarczające, aby zniwelować obszar zubożenia. Odwrotny kierunek powoduje powiększenie obszaru zubożenia, więc przewodzenie nie występuje.

„MOSFET" jest akronimem oznaczającym „tranzystor polowy ze strukturą MOS". „MOS" odnosi się do podstawowej struktury, która składa się z trzech warstw: przewodzącej bramki (metal), cienkiej warstwy izolacyjnej (tlenek – konkretnie dwutlenek krzemu) i przewodzącego kanału (półprzewodnik). Napięcie na bramce steruje przepływem prądu przez kanał, którego końce połączone są z zaciskami źródła i drenu elementu. Izolacja bramki oznacza, że to pole elektryczne wytwarzane przez napięcie bramki, a nie prąd bramki, steruje prądem kanału – stąd nazwa „tranzystor polowy". Wbrew nazwie, warstwa „metalowa" nie musi być wykonana z metalu, może to być również półprzewodnik, co jest powszechne w przypadku MOSFET-ów w układach scalonych.

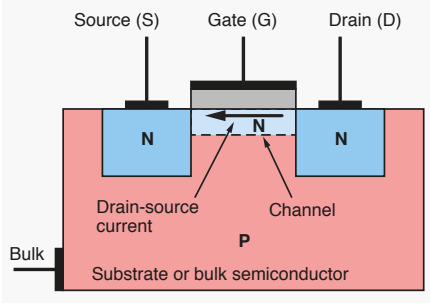
Rysunek 9 przedstawia uproszczony przekrój poprzeczny N-kanałowego MOSFET-a z czterema końcówkami: źródłem, drenem, bramką i masą. Wiele MOSFET-ów dużej mocy ma różne struktury fizyczne, ale ich podstawowa zasada działania jest taka sama i może być opisana za pomocą rysunku 9. Jak widać, struktura jest symetryczna, choć w rzeczywistych elementach może być inaczej.

W zwykłym podejściu do ogólnej teorii MOSFET-ów, określenie, która końcówka jest źródłem, a która drenem zależy od przyłożonych napięć (co oznacza, że w niektórych układach mogą się one zamieniać). W przypadku tranzystora N-kanałowego prąd płynie od drenu do źródła, przy czym dren jest bardziej dodatni niż źródło. Zrozumienie, że przewodzenie w rzeczywistości zachodzi dzięki elektronom poruszającym się od źródła do drenu (przeciwnie do konwencjonalnego prądu) sprawia, że nazwy zacisków mają więcej sensu. Dla urządzenia P-kanałowego, przewodzenie jest przez dziury płynące od źródła do drenu, więc prąd jest również od źródła do drenu. Źródło jest bardziej dodatnie niż dren w przypadku P-kanałowego MOSFET-u. W obu przypadkach nośniki ładunku przepływają od źródła do drenu.

Pojemność bramki MOSFET

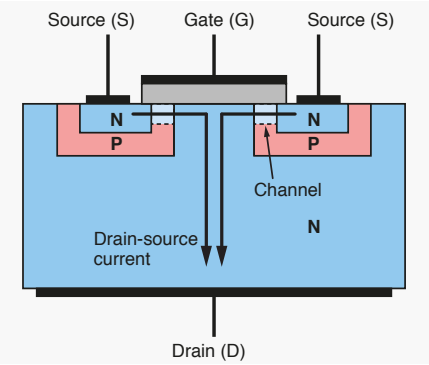
Podstawowa struktura MOS – bramka/tlenek/kanał – ma postać przewodnik/izolator/przewodnik, a więc przypomina kondensator. Z tego powodu bramka MOSFET-a zachowuje się jak i jest traktowana jako kondensator. Dlatego właśnie, jak wspomniał Michael, podawany jest całkowity ładunek bramki (Qg – gdy przyrząd jest włączony). Zmiana napięcia bramki wymaga przepływu prądu, aby naładować lub rozładować tę pojemność, a im szybciej urządzenie jest przełączane, tym większy jest wymagany prąd bramki. Dla MOSFET-ów dużej mocy prąd bramkowy może być bardzo znaczący, stąd możliwości prądowe rzędu kilku amperów dla sterowników MOSFET-ów wspomnianych przez Michaela. Te wysokie prądy bramkowe płyną tylko chwilowo, gdy zmienia się napięcie bramkowe. Odnosząc się ponownie do rysunku 9, jeśli przyłożymy zerowe, niskie lub ujemne napięcie bramka-źródło, to tranzystor jest wyłączony, ponieważ obszary N-P i P-N źródło-bulk i P-N bulk-dren zachowują się trochę jak dwie diody back-to-back, które razem nie przewodzą w żadnym kierunku. Tak więc, przewodzący kanał nie istnieje pomiędzy źródłem a drenem i nie ma przepływu prądu, jeśli napięcie jest przyłożone pomiędzy nimi. Sytuacja ta jest określana jako stan „odcięcia" MOSFET-u. Możemy mieć duże napięcie przyłożone pomiędzy drenem i źródłem, ale bez przepływu prądu pomiędzy nimi, chociaż w praktyce będzie występował pewien prąd upływu. Maksymalne możliwe napięcie dren-źródło zależy od stanu, w którym tranzystor ulega pewnemu rodzajowi przebicia elektrycznego.

Jeśli przyłożymy dodatnie napięcie bramka-źródło to spowoduje to ściągnięcie (ujemnie naładowanych) elektronów z pobliskiego krzemu do obszaru typu P tuż pod bramką. Jeśli zgromadzi się tu wystarczająca ilość elektronów, to w końcu powstanie ich nadmiar, więc obszar tuż pod bramką będzie zachowywał się tak, jakby był krzemem typu N. W tym momencie powstanie kanał typu N łączący obszar drenu i źródła typu N, a więc mamy ścieżkę N-N-N od źródła do drenu, a nie jak w przypadku wcześniej opisanych diod N-P-N back-to-back



Rysunek 10. Przekrój poprzeczny N-kanałowego MOSFETa z włączonym tranzystorem. Dodatnie napięcie, większe od progowego, zostało przyłożone do bramki. MOSFET działa jak włączony przełącznik pomiędzy źródłem a drenem. Zakładamy, że napięcie dren-źródło jest małe

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 11. Uproszczona struktura planarnego MOSFETa mocy, pokazująca przepływ prądu

(patrz rysunek 10). Przewodzenie może się teraz odbywać od źródła do drenu. Napięcie bramka-źródło, przy którym właśnie tworzy się kanał przewodzący i tranzystor włącza się, nazywane jest „napięciem progowym".

Sterowanie bramki MOSFETa

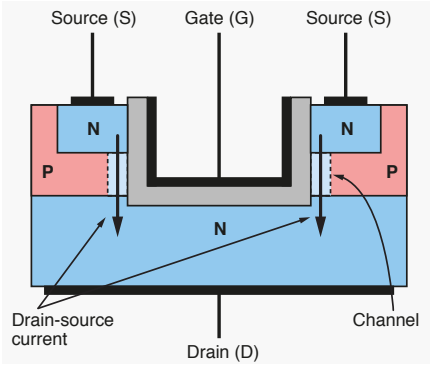
Napięcie progowe MOSFET-ów mocy wynosi zazwyczaj około 4 V, ale aby w pełni włączyć wiele z tych tranzystorów do pracy przy ich pełnym prądzie znamionowym, może być potrzebne 10 V lub więcej. W niektórych przypadkach, układ sterujący przekłada poziomy napięć w obwodzie sterującym (np. 3,3 V logiki) na te wymagane przez bramkę (np. 10 V), jak również zapewnia wysoki prąd zasilania. Użycie napięć znacznie powyżej progu zapewnia pracę w stanie nasyconym, w którym spadek napięcia drenu do źródła (RDS(ON)) na rezystancji ON tranzystora, a tym samym rozpraszanie mocy są zminimalizowane. W aplikacjach przełączających tranzystor powinien znajdować się albo w stanie całkowitego wyłączenia, gdzie rozpraszana jest mała lub żadna moc, albo w stanie całkowitego włączenia, gdzie rozpraszanie mocy zależy od RDS(ON) i prądu dren-źródło. Niski RDS(ON) jest więc ważny w minimalizowaniu rozpraszania mocy. Jak wcześniej wspomniano, bramka MOSFET-a ma znaczną pojemność. Aby MOSFET-y mocy mogły przełączać się szybko i wydajnie, musi być dostępny wystarczający prąd, aby szybko naładować lub rozładować pojemność bramki tranzystora. Rezystancja źródła układu sterownika oraz rezystancja doprowadzeń zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz struktury tranzystora powodują, że napięcie bramki podąża za krzywą ładowania RC, więc MOSFET spędza pewien czas pomiędzy pełnym włączeniem a całkowitym wyłączeniem.

W tym czasie tranzystor może rozproszyć dużo mocy, problem ten określany jest jako „straty przy przełączaniu". Dlatego układ napędowy musi być w stanie dostarczyć wystarczający prąd przejściowy, aby naładować pojemność bramki w wymaganym tempie. W niektórych przypadkach prąd ten może być dość znaczny, szczególnie w przypadku dużych tranzystorów o bardzo wysokiej mocy lub gdy stosowane są równoległe MOSFET-y.

Inne problemy konstrukcyjne

Efektywna pojemność bramki MOSFET, a tym samym wymagany prąd sterowania, jest zwiększony przez efekt Millera. Efekt Millera występuje, gdy kondensator jest podłączony w celu wytworzenia ujemnego sprzężenia zwrotnego we wzmacniaczu – w tym przypadku jest to pojemność bramka-dren. Pojemność ta jest mnożona przez współczynnik związany ze wzmocnieniem wzmacniacza, tworząc efektywną pojemność. Dynamiczna pojemność bramek MOSFET-ów mocy podczas przełączania jest złożona i może być trudna do przeanalizowania. Zasadniczo oznacza to, że wysterowanie bramki jest prawdopodobnie trudniejsze niż się na pierwszy rzut oka wydaje, stąd potrzeba dobrych układów sterujących. Fizyczna struktura przyrządu MOSFET pokazana na rysunku 9 nie jest łatwa do produkcji przyrządów dużej mocy – trudno jest zrobić wystarczająco duży przekrój obszaru przewodzącego.

Jeśli obszar ten będzie zbyt mały, to rezystancja tranzystora będzie zbyt duża,



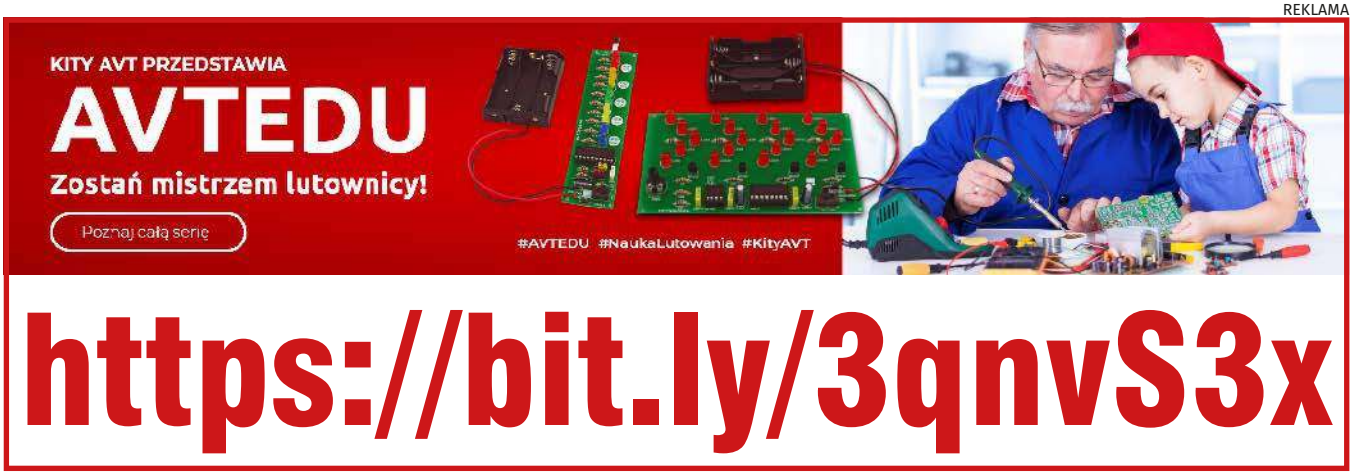
Rysunek 12. Uproszczona struktura MOSFETa mocy typu trench-style, pokazująca pionowy przepływ prądu

co spowoduje nadmierne rozpraszanie mocy przy przewodzeniu dużych prądów. Podstawowym rozwiązaniem jest zastosowanie pionowego przepływu prądu. Struktury tranzystorów mogą mieć płaskie (planarne) bramki, jak pokazano na rysunku 11, lub wykorzystywać struktury rowków (ang. groove), jak pokazano na rysunku 12. Określenia takie jak „trench" i „deep gate" występują w nazwach produktów MOSFET, aby odzwierciedlić kształt tych struktur. Dyskretne MOSFETy mogą być łączone równolegle, aby zapewnić większą obciążalność prądową (efektywnie zmniejszając RDS(ON)). Inaczej niż w przypadku tranzystorów bipolarnych, dla układu równoległych MOSFETów nie ma problemu destrukcyjnego dodatniego sprzężenia prąd-temperatura (tzw. thermal runaway). Oprócz tego, że jest to użyteczne w projektowaniu układów, równoległość MOSFET-ów jest wykorzystywana przez producentów tranzystorów w celu zwiększenia ich wydajności. Struktury MOSFET-ów mocy zawierające wiele tranzystorów połączonych równolegle, osiągają wysoką wydajność prądową. ■

Ian Bell

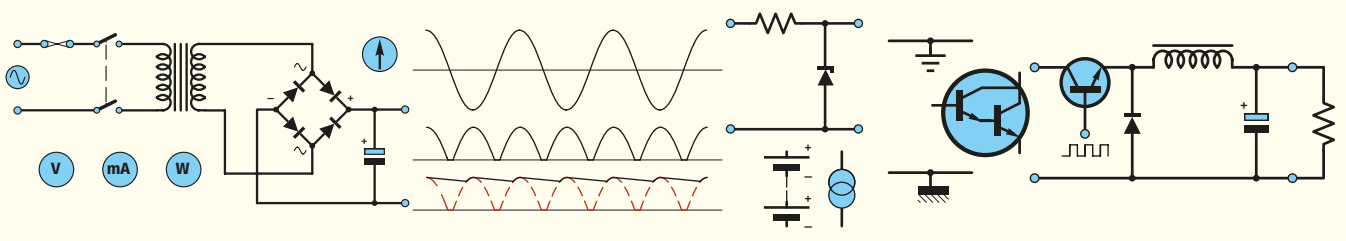
Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „Everyday Practical Electronics", marzec 2019 (www.epemag3.com).

REKLAMA



eprasa.pl 59bae33604

Rozpoczynamy serię artykułów, aby pomóc Ci zrozumieć różne aspekty zasilania Twoich projektów. Zaczynamy od wprowadzenia kilku kluczowych pojęć i podstawowej teorii.



Zasilanie do twojego **projektu**, część 1

Twój projekt jest skończony i gotowy do działania, ale praca nie jest skończona, dopóki nie znajdziesz odpowiedniego źródła zasilania. Może to być tak proste, jak wybór odpowiedniego gotowego źródła zasilania lub tak złożone, jak zaprojektowanie zasilacza impulsowego z wieloma wyjściami i podtrzymaniem bateryjnym. W części 1 rozpoczynamy serię naszych artykułów od wprowadzenia kilku kluczowych pojęć i podstawowej teorii. Na dobry początek, nasz praktyczny projekt przybierze formę zmiennego obciążenia z wbudowanym miernikiem. To poręczne urządzenie pozwoli Ci przetestować szeroki zakres niskonapięciowych zasilaczy DC przy prądach obciążenia do 5 A.

Seria tych artykułów oddaje hołd nienazwanemu bohaterowi większości układów elektronicznych – zasilaczowi. Zbyt często jest on traktowany jako oczywistość i po prostu nie poświęca się mu uwagi, na którą naprawdę zasługuje. Po prostu zakładamy, że jest tam i wykonuje swoją pracę prawidłowo. Jednakże prawidłowe działanie zasilacza jest kluczowe dla wszystkich układów elektronicznych. Co więcej, awaria zasilacza (którą często można przypisać złemu projektowi) może być katastrofalna w skutkach dla zasilanego układu i niebezpieczna dla użytkownika, tak więc istnieje potrzeba rozważenia jego przydatności do danego zadania. Podstawowym punktem wyjścia jest sporządzenie szczegółowej specyfikacji projektu pod względem jego wymagań dotyczących mocy. Pozwoli to na rozważenie szeregu różnych rozwiązań, które później można udoskonalić i zoptymalizować. Weźmy prosty przykład. Twoim najnowszym projektem jest stacja pogodowa oparta na Arduino, która wykorzystuje zdalne czujniki i wysyła swoje dane za pomocą bezprzewodowego interfejsu. Stacja pogodowa ma działać w sposób ciągły z odległej lokalizacji i powinna wymagać jedynie minimalnej, sporadycznej konserwacji.

Arduino i płytka interfejsu wymagają zasilania 7 V przy prądzie mniejszym niż 0,5 A (w miarę stałe obciążenie około 3,5 W). Potrzeba ta mogłaby być łatwo zaspokojona przez dostępny na rynku zasilacz sieciowy (jest ich wiele do wyboru). Ponieważ jednak urządzenie jest niedostępne i istnieje prawdopodobieństwo awarii zasilania, istnieje potrzeba zastosowania systemu podtrzymania bateryjnego. Pojawia

Fotografia 1.1. To tylko kilka z wielu rozwiązań problemu zapewnienia zasilania dla Twoich projektów

eprasa.pl 59bae33604

Fotografia 1.2. Powyżej, typowy zasilacz liniowy w porównaniu z (poniżej) zasilaczem impulsowym (SMPS). Oba zasilacze mają wiele wyjść i mają podobne parametry znamionowe, ale nadają się do zupełnie innych zastosowań

się pytanie, jaki typ akumulatora powinien być użyty i jak może być utrzymywany w odpowiednim stanie, aby zasilić stację pogodową, gdy zabraknie prądu. Potrzebny jest również system automatycznego przełączania zawierający sygnał awarii zasilania, który wskazuje aktualny stan zasilania systemu. To wszystko wymaga sporego namysłu. Innym przykładem może być zasilacz przeznaczony do stosowania z wysokiej jakości wzmacniaczem audio. Może on wymagać napięcia od 35 do 40 V przy 4 A i może być łatwo uzyskany z prostego transformatora sieciowego i układu mostka prostowniczego.

Jednak nieodpowiednia stabilizacja napięcia zasilającego spowoduje znaczne zniekształcenia przy wysokich poziomach głośności, ponieważ napięcie wyjściowe spada pod obciążeniem. Duży poziom szumu sieciowego (tętnień), spowoduje zauważalny szum na wyjściu wzmacniacza przy niskich poziomach głośności. Niezbędny będzie jakiś sposób utrzymywania napięcia wyjściowego na stałym poziomie. Ponadto, istnieje potrzeba zabezpieczenia zasilania przed katastrofalnym uszkodzeniem wzmacniacza (np. zwarciem tranzystora wyjściowego) i konieczna będzie jakaś forma szybkiego automatycznego ograniczania prądu.

Każda część naszej serii artykułów będzie się kończyć prostym, ale użytecznym projektem konstrukcyjnym. Układy te nie tylko pomogą Ci w praktycznym zastosowaniu pojęć, które będziemy wprowadzać, ale także będą stanowić klocki konstrukcyjne, które można łatwo zaadaptować do własnych potrzeb.

Rodzaje i specyfikacje zasilaczy

Na pierwszy rzut oka może się wydawać, że nie ma zbyt wiele możliwości różnicowania w projektowaniu tak prozaicznego elementu wyposażenia jak zasilacz; jednakże, jeśli weźmiemy pod uwagę bardzo zróżnicowane wymagania dzisiejszych układów elektronicznych, szybko docenimy potrzebę stosowania wielu różnych zasilaczy dopasowanych do wymagań układów, które obsługują. Szybkie spojrzenie na to, co jest dostępne w formie rozwiązań „z półki" obejmuje oszałamiający wybór zasilaczy sieciowych (surowe napięcie stałe), zasilacze stabilizowane (stałe napięcie lub stały prąd), zasilacze wysokoprądowe, zasilacze wysokonapięciowe, zasilacze ze zmiennymi wyjściami, zasilacze izolowane i zasilacze bezprzerwowe.

Układy te poznamy szczegółowo w dalszych częściach, ale na razie skupimy się na charakterystyce i kluczowych specyfikacjach zasilaczy stosowanych w zdecydowanej większości aplikacji elektronicznych. Zastanawiając się nad wyborem rozwiązania, należy wziąć pod uwagę co najmniej kilka z wymienionych poniżej czynników.

Specyfikacje

Po przedstawieniu niektórych cech, które mogą (lub nie) mieć zastosowanie w konkretnej aplikacji, warto przedstawić niektóre specyfikacje i używaną terminologię. Oczywiście nie wszystkie z tych specyfikacji będą istotne w konkretnym zastosowaniu, ale warto zapoznać się z terminologią zanim zagłębimy się w praktyczny układ – pamiętajmy, że to co jest niezwykle ważne w jednej aplikacji może być zupełnie nieistotne w innej!

Specyfikacja zasilacza zazwyczaj obejmuje tak oczywiste parametry jak napięcie wejściowe i wyjściowe, oraz maksymalny prąd obciążenia. Specyfikacje, z którymi możesz być mniej zaznajomiony, obejmują następujące parametry.

Sprawność

W idealnej sytuacji cała moc pobierana z przychodzącego źródła zasilania (takiego jak sieć zasilająca AC) jest dostarczana do obciążenia podłączonego do wyjścia zasilacza. W praktyce, część mocy jest tracona w samym zasilaczu. Dla większości celów możemy zdefiniować sprawność jako:

$$\text{Sprawność} = \frac{\text{Moc na wyjściu DC}}{\text{Moc na wejściu AC}} \cdot 100\%$$

Warto posłużyć się prostym przykładem. Mały zasilacz sieciowy AC wytwarza na wyjściu DC 6 V przy 1,5 A dla wejścia 220 V AC przy 80 mA (0,08 A). Ponieważ moc jest iloczynem prądu i napięcia (P=I×V) moc wyjściowa DC wyniesie 9 W, podczas gdy moc wejściowa (używając podanych wartości RMS) wyniesie

Charakterystyka i kluczowe dane techniczne zasilaczy

Zabezpieczenie – Co może się stać w przypadku awarii zasilania? Co może się stać, jeśli wystąpi usterka w obciążeniu podłączonym do zasilacza? Czy zasilacz jest w stanie wytrzymać zwarcie na wyjściu (stałe lub chwilowe)?

Obciążenie ciągłe i sprawność – Jakie jest obciążenie ciągłe zasilacza? Jaka moc będzie rozpraszana w zasilaczu i jakie rozwiązania muszą być zastosowane, aby poradzić sobie ze wzrostem temperatury? Czy sprawność jest istotnym czynnikiem, a jeśli tak, to jaka powinna być minimalna wartość sprawności?

Obciążenie szczytowe – Jeśli obciążenie nie jest ciągłe, jakie jest obciążenie szczytowe i o ile jest ono większe od obciążenia resztkowego? Czy można przewidzieć szczytowe zapotrzebowanie na prąd i jak długo ono trwa?

Cykl pracy – Jeśli obciążenie nie jest ciągłe (tzn. jest powtarzalne), jaki jest jego cykl pracy?

Tętnienia i szum – Jak duże tętnienia i szum mogą być tolerowane? Jakie są limity szumów i zakłóceń promieniowanych przez zasilacz i związane z nim okablowanie?

Niezawodność – Przez ile godzin urządzenie powinno pracować (średnio), zanim wystąpi awaria? Jaka jest minimalna wymagana wartość średniego czasu do uszkodzenia (MTTF)?

Krytyczność – Co się stanie, jeśli nastąpi awaria zasilania? Jaki jest minimalny czas, przez który moc powinna być utrzymywana? Czy istnieje potrzeba zastosowania rezerwowego źródła zasilania? Czy należy uwzględnić sygnały stanu zasilania?

Łatwość konserwacji – Jak łatwo będzie zmienić/wymienić zasilacz? Jak łatwo będzie naprawić zasilacz na poziomie płytki/komponentu i czy będzie to rozwiązanie ekonomiczne?

Środowisko – W jakich warunkach środowiskowych będzie pracował zasilacz? Czy trzeba brać pod uwagę takie czynniki jak temperatura, wilgotność, wibracje, promieniowanie i kompatybilność elektromagnetyczna?

eprasa.pl 59bae33604

17,6 W. Stąd sprawność można określić w następujący sposób

$$\text{Sprawność} = \frac{9}{17{,}6} \cdot 100\% = 51\%$$

Warto zauważyć, że w tym przykładzie moc 8,6 W zostanie rozproszona w zasilaczu i nieuchronnie pojawi się w postaci ciepła. Z całą tą zmarnowaną energią ta mała czarna skrzynka będzie się grzała!

Sprawność jest zazwyczaj określana dla maksymalnej mocy znamionowej. Typowe wartości sprawności wahają się od około 50% dla liniowych zasilaczy stabilizowanych do często ponad 85% dla odpowiedników impulsowych. Wrócimy do tego ważnego tematu w dalszej części tej serii.

Stabilizacja od zmian obciążenia

Stabilizacja obciążenia jest miarą tego, jak dobrze zasilacz utrzymuje swoje znamionowe napięcie wyjściowe podczas zmian obciążenia. Definiuje się ją w następujący sposób:

$$\text{Stabilizacja obciążenia} = \frac{V_{\text{wyjściowe, spoczynkowe}} - V_{\text{wyjściowe przy obciążeniu}}}{V_{\text{wyjściowe, spoczynkowe}}} \cdot 100\%$$

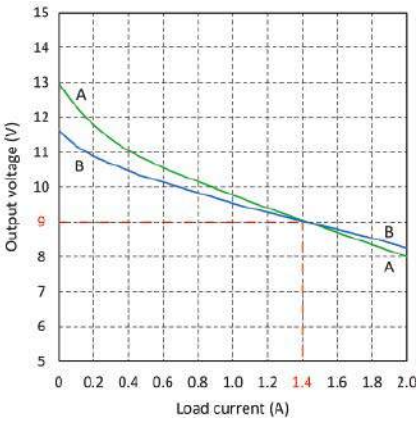
Po raz kolejny warto umieścić to w kontekście. Zasilacz, który poznaliśmy wcześniej, wytwarza napięcie wyjściowe 6 V przy prądzie 1,5 A; ale bez podłączonego obciążenia napięcie wyjściowe wzrasta do 7,5 V (ale przy tym samym wejściu sieciowym AC). Stabilizację obciążenia możemy określić na podstawie:

$$\text{Stabilizacja obciążenia} = \frac{7{,}5 - 6}{7{,}5} \cdot 100\% = 20\%$$

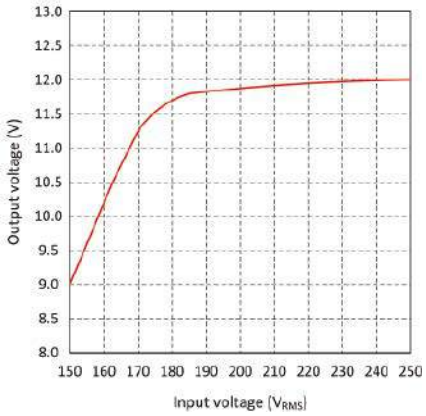
Taka wartość stabilizacji obciążenia nie jest nietypowa dla tanich zasilaczy sieciowych AC, ale byłaby nie do przyjęcia dla wielu zastosowań (gdzie często wymagana jest stabilizacja lepsza niż 5%).

Wykresy stabilizacji obciążenia

Stabilizacja zasilacza jest często przedstawiana za pomocą wykresu przedstawiającego napięcie wyjściowe w zależności od prądu wyjściowego. Na rysunku 1.3 pokazano wykresy stabilizacji dla dwóch zasilaczy sieciowych AC o identycznym napięciu znamionowym (oba o napięciu znamionowym 9 V, 1,4 A). Zasilacz sieciowy A ma napięcie wyjściowe w stanie bez obciążenia wynoszące 13 V, które spada dość szybko do 8 V przy obciążeniu prądem 2 A. Dla kontrastu, zasilacz sieciowy B ma napięcie wyjściowe spoczynkowe 11,7 V spadające do 8,3 V przy obciążeniu 2 A. Szczęśliwie, oba zasilacze wytwarzają swoje znamionowe napięcie wyjściowe 9 V dla prądu obciążenia 1,4 A!



Rysunek 1.3. Wykresy stabilizacji obciążenia dla dwóch zasilaczy sieciowych AC (oba o napięciu znamionowym 9 V, 1,4 A)



Rysunek 1.4. Wykresy stabilizacji napięcia dla zasilacza liniowo zmiennego posiadanego przez autora

Różnica w wydajności obu zasilaczy sieciowych jest wyraźnie widoczna na rysunku 1.3. Adapter sieciowy A posiada stabilizację na poziomie 30%, podczas gdy adapter B wykazuje nieco lepszą stabilizację na poziomie 23%. Na szczególną uwagę zasługuje jednak fakt, że napięcie wyjściowe w stanie bez obciążenia adaptera A jest o 40% większe niż jego znamionowe napięcie wyjściowe, podczas gdy napięcie wyjściowe dla adaptera B zmienia się mniej i wynosi 30% więcej niż znamionowe napięcie wyjściowe. Jeśli stabilizator napięcia nie jest umieszczony za adapterem sieciowym, przed zasilanym układem, to napięcie bez obciążenia może stanowić problem.

Stabilizacja napięcia

Stabilizację napięcia definiuje się jako względną zmianę napięcia wyjściowego podzieloną przez odpowiadającą jej względną zmianę napięcia wejściowego. Względną zmianę napięcia wejściowego można obliczyć z wzoru:

$$\frac{V_{\text{wejściowe, wysokie}} - V_{\text{wejściowe, niskie}}}{V_{\text{wejściowe, niskie}}} \cdot 100\%$$

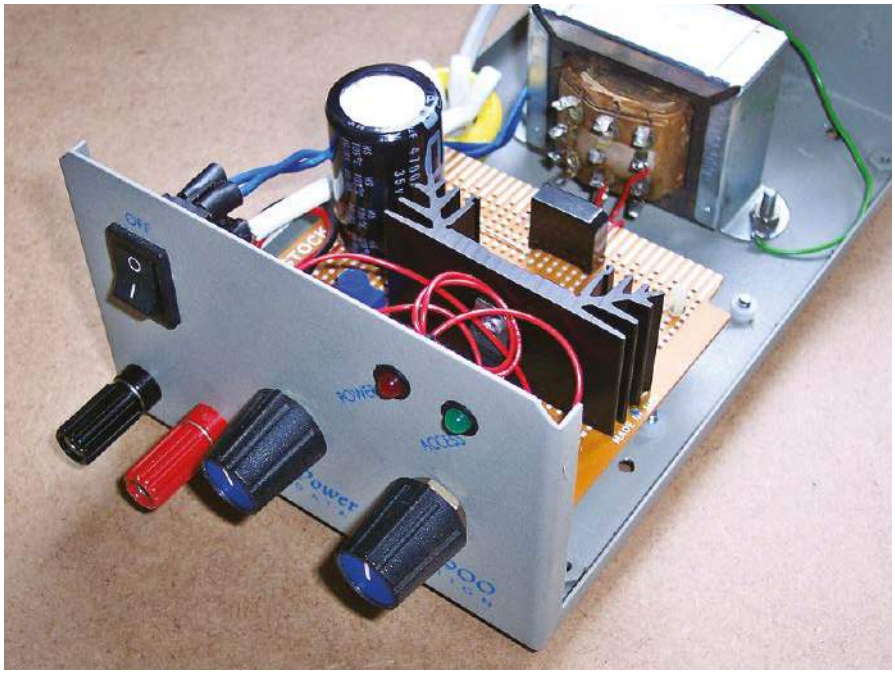
Względną zmianę napięcia wyjściowego można obliczyć z:

$$\frac{V_{\text{wyjściowe, wysokie}} - V_{\text{wyjściowe, niskie}}}{V_{\text{wyjściowe, niskie}}} \cdot 100\%$$

Ostatecznie, stabilizację napięcia można wyznaczyć ze wzoru:

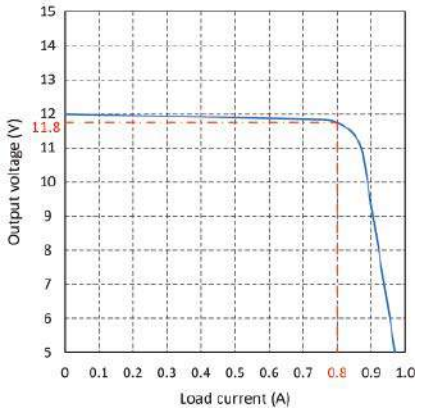
$$\text{Stabilizacja napięcia} = \frac{\text{względna zmiana napięcia wejściowego}}{\text{względna zmiana napięcia wyjściowego}} \cdot 100\%$$

Należy pamiętać, że podobnie jak w przypadku stabilizacji obciążenia, stabilizacja napięcia jest zwykle mierzona w najgorszych warunkach pełnego obciążenia. Przedstawmy to na innym przykładzie. Załóżmy, że zasilacz



Fotografia 1.5. Autorski zasilacz liniowo zmienny

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 1.6. Wykresy stabilizacji obciążenia dla zasilacza liniowo zmiennego posiadanego przez autora

DC przy obciążeniu znamionowym wytwarza napięcie wyjściowe 12,5 V, gdy napięcie wejściowe AC wynosi 240 V i że napięcie wyjściowe spada do 12,1 V, gdy napięcie AC spada do 200 V. Stabilizacja napięcia będzie wynosić:

$$\frac{\left(\frac{12,5-12,1}{12,1}\right)}{\left(\frac{240-200}{200}\right)}\cdot 100\% = \frac{0,033}{0,2}\cdot 100\% = 16,5\%$$

Wykresy stabilizacji napięcia

Stabilizację napięcia można również zilustrować za pomocą wykresu stabilizacji. W tym przypadku, napięcie wyjściowe jest wykreślone w stosunku do napięcia wejściowego. Rysunek 1.4 przedstawia wykres stabilizacji napięcia dla zasilacza liniowego o zmiennej charakterystyce, skonstruowanego przez autora. Należy zwrócić uwagę na to, że stabilizator wyłącza się poniżej napięcia sieci zasilającej o wartości 190 V. Powyżej tej wartości napięcie wyjściowe jest utrzymywane w miarę blisko wartości zadanej (w tym przypadku 12 V przy pełnym obciążeniu 800 mA).

Na rysunku 1.6 pokazano odpowiedni wykres stabilizacji obciążenia dla liniowego zasilacza o zmiennej charakterystyce. Zauważ, że układ ograniczenia nadprądowego działa, gdy prąd obciążenia przekroczy 0,8 A. Następnie napięcie wyjściowe spada bardzo gwałtownie w celu ochrony układów zasilacza.

Rezystancja wyjściowa

Rezystancja wyjściowa zasilacza to stosunek zmiany napięcia wyjściowego DC do odpowiadającej mu zmiany prądu wyjściowego przy zmianie obciążenia zasilacza.

W części 3, przyjrzymy się temu zagadnieniu znacznie dokładniej. Impedancja wyjściowa jest dana przez:

$$\text{Rezystancja wyjściowa} = \frac{V_{\text{wyjściowe, spoczynkowe}} - V_{\text{wyjściowe, przy obciążeniu}}}{I_{\text{wyjściowe, przy obciążeniu}}}$$

Parametr ten jest zwykle podawany, gdy zasilacz dostarcza swój znamionowy prąd wyjściowy. Przyjrzyjmy się kolejnemu przykładowi. Jak pokazano na rysunku 1.6, napięcie wyjściowe zasilacza liniowego autora spada z 12 V do 11,8 V przy pełnym obciążeniu (0,8 A). Rezystancję wyjściową można zatem obliczyć następująco:

$$\text{Rezystancja wyjściowa} = \frac{12-11,8}{0,8} = 0,25\Omega$$

Z wykresu stabilizacji obciążenia można również odczytać stabilizację obciążenia zasilacza liniowo zmiennego, posiadanego przez autora:

$$\text{Stabilizacja obciążenia} = \frac{12-11,8}{12} = 1,7\%$$

Tętnienia i szumy

Niestety, na wyjściu zasilacza DC trzeba się liczyć z obecnością niepożądanych składników, takich jak tętnienia i szumy. Składniki te nakładają się na wyjście DC i należy podjąć kroki w celu zredukowania ich do poziomów, które nie mają żadnego wpływu na układy zasilane z zasilacza. Należy pamiętać, że szumy przewodzone lub promieniowane mogą być również problemem dla innych urządzeń znajdujących się w pobliżu. Ten ważny problem zostanie omówiony bardziej szczegółowo w dalszej części tej serii, ale na razie skoncentrujemy się na obecności tętnień wynikających z używania sieci zasilania AC. Może to być wyrażone na kilka sposobów, w tym jako RMS lub szczytowo-szczytowe napięcie tętnień nałożone na wyjście DC, a także jako „współczynnik tętnień", zdefiniowany jako:

$$\text{Współczynnik tętnień} = \frac{V_{\text{tętnień RMS, przy obciążeniu}}}{V_{\text{wyjściowe, przy obciążeniu}}}$$

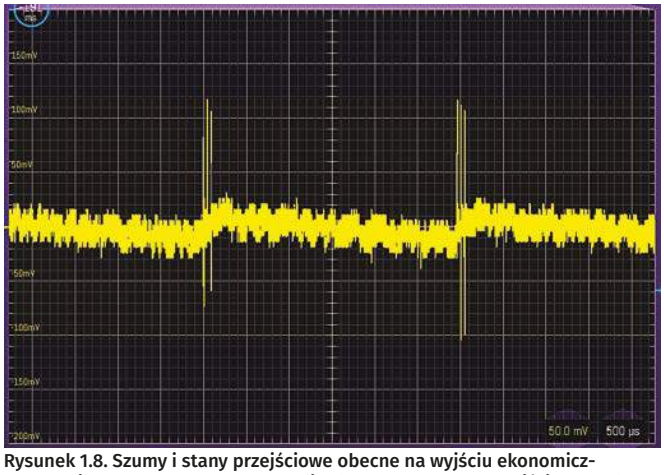
Czasami podaje się również wartość liczbową dla „redukcji tętnień". Jest to miara zdolności stabilizatora lub układu wygładzającego do zmniejszenia składowej tętnień prądu przemiennego. Redukcję tętnień można obliczyć na podstawie wzoru:

$$\text{Redukcja tętnień} = 20\log_{10}\left(\frac{V_{\text{wejściowe RMS tętnień, przy obciążeniu}}}{V_{\text{wyjściowe RMS tętnień, przy obciążeniu}}}\right)$$

Projekt: Zmienne obciążenie testowe

Jeśli regularnie testujesz zasilacze, jednym z najbardziej przydatnych gadżetów, które warto mieć pod ręką jest niezawodne obciążenie testowe. Pozwoli Ci ono w łatwy sposób pobierać prąd z zasilacza i monitorować napięcie wyjściowe w różnych warunkach obciążenia. Obciążenia testowe można nabyć jako gotowe urządzenia, ale są to zazwyczaj wyspecjalizowane jednostki i często mogą być dość drogie (szczególnie dla dużych mocy). Szczęśliwie, dość łatwo

Rysunek 1.7. Tętnienia obecne na wyjściu drogiego zasilacza liniowego. Tętnienia występują przy częstotliwości 100 Hz (dwukrotność częstotliwości sieci zasilającej) i mają amplitudę 50 mV



Rysunek 1.8. Szumy i stany przejściowe obecne na wyjściu ekonomicznego zasilacza SMPS. Szum ma amplitudę 40 mV, a stany przejściowe podczas przełączania mają nieco niepokojącą wartość szczytowo-szczytową 400 mV

eprasa.pl 59bae33604

Wykaz elementów:

1 Perforowana listwa miedziana (9 listew, każda z 25 otworami)
1 cyfrowy woltomierz/amperomierz 100 V/10 A (np. DEOK YB27VA-10 A z eBay lub Amazon)
1 odlewana obudowa o wymiarach około 188×188×67 mm (np. Hammond 1590F)
1 radiator umożliwiający montaż dwóch tranzystorów w obudowie TO-220 o lepszej charakterystyce niż 4,2°C/W
1 czerwony 4 mm zacisk słupka wiążącego (SK1)
1 czarny zacisk 4 mm (SK2)
1 rezystor 10 kΩ (R1)
2 rezystory 1 kΩ (R2, R3)
6 rezystorów 15 Ω do montażu w obudowie o mocy znamionowej 25 W (R4 do R9)
1 potencjometr liniowy 10 kΩ (VR1)
1 kondensator 100 nF (C1)
2 ceramiczne kondensatory dyskowe 47 nF (C2 i C3, patrz tekst)
1 kondensator 100 µF 35 V (C4)
2 tranzystory RFP30N06LE N-kanałowe MOSFET (TR1 i TR2, patrz tekst)
1 podwójny komparator LM393 (IC1)
1 czerwona dioda LED
1 dioda Zenera 9,1 V (D1)
4 podstawki i śruby mocujące
2 dwukierunkowe miniaturowe zaciski śrubowe (ST1 i ST2)

Fotografia 1.9. Zmienne obciążenie testowe może być nieocenione, jeśli często testujesz zasilacze

jest skonstruować zmienne obciążenie testowe z kilku niedrogich komponentów, jak teraz pokażemy.

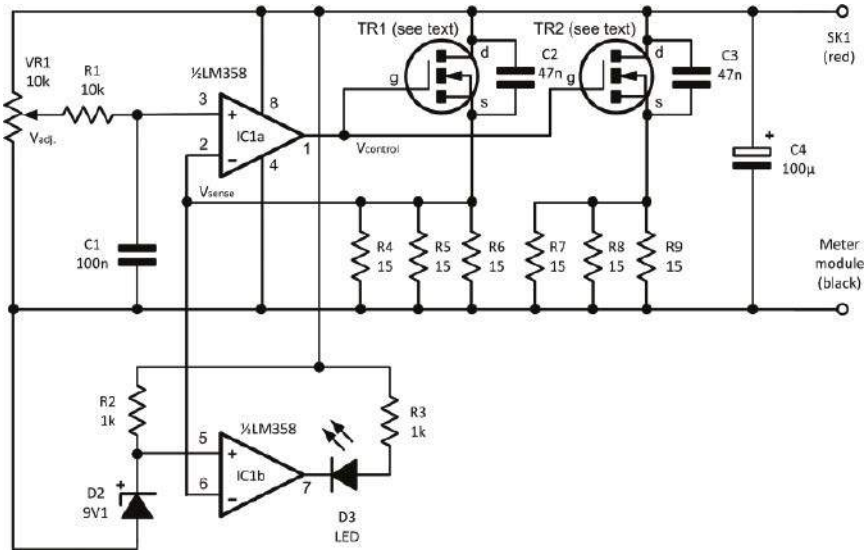
Nasze zmienne obciążenie testowe (patrz fotografia 1.9), zaprojektowane pierwotnie do sprawdzania napięć od 11 V do 13,8 V, jest idealne do testowania niskonapięciowych zasilaczy DC przy prądach do 4 A. Może być również używane, z mniejszą wydajnością, przy napięciach od 5 V do 20 V (maksymalnie) i prądach o natężeniu 5 A (maksymalnie). Rozpraszanie mocy powinno być ograniczone do około 60 W dla krótkich okresów lub 40 W dla pracy ciągłej. Powinno to być wystarczające dla większości niskonapięciowych zasilaczy DC.

Opis układu

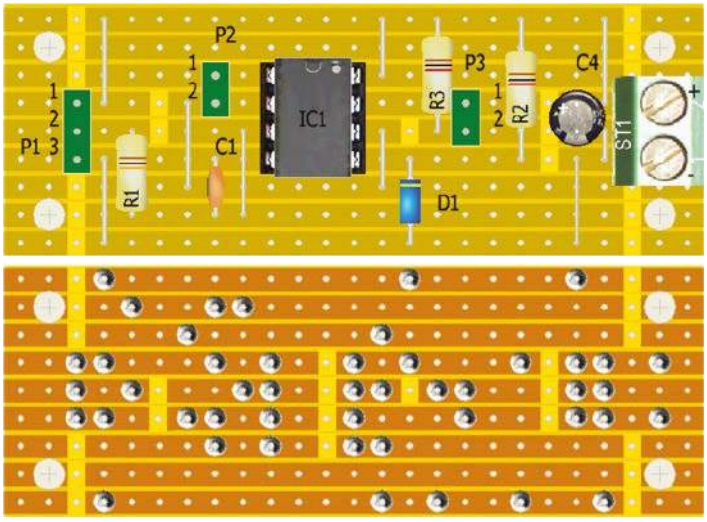
Układ naszego zmiennego obciążenia testowego jest pokazany na rysunku 1.10. Moc rozpraszana jest dzielona pomiędzy dwa N-kanałowe tranzystory MOSFET i sześć rezystorów o dużej mocy. Elementem sterującym jest wzmacniacz operacyjny LM393, który zapewnia również ostrzeżenie nadprądowe, które działa, gdy prąd obciążenia przekroczy 3,5 A.

W prototypie autorskiego zmiennego obciążenia testowego zastosowano tranzystory MOSFET o symbolu RFP30N06LE. Są one przeznaczone do przełączania na poziomie logicznym, ale można je również wykorzystać jako prosty analogowy element sterujący poprzez podanie na bramkę zmiennego napięcia stałego, o wartości od około 1,5 V do 3 V. Każdy podobny tranzystor w obudowie TO-220 może być użyte w tej aplikacji, pod warunkiem, że ma odpowiednią wartość znamionową (np. 15 A, 50 V).

Jedna połowa układu LM393 (IC1a) działa jako komparator, a jej wyjście ($V_{control}$) jest

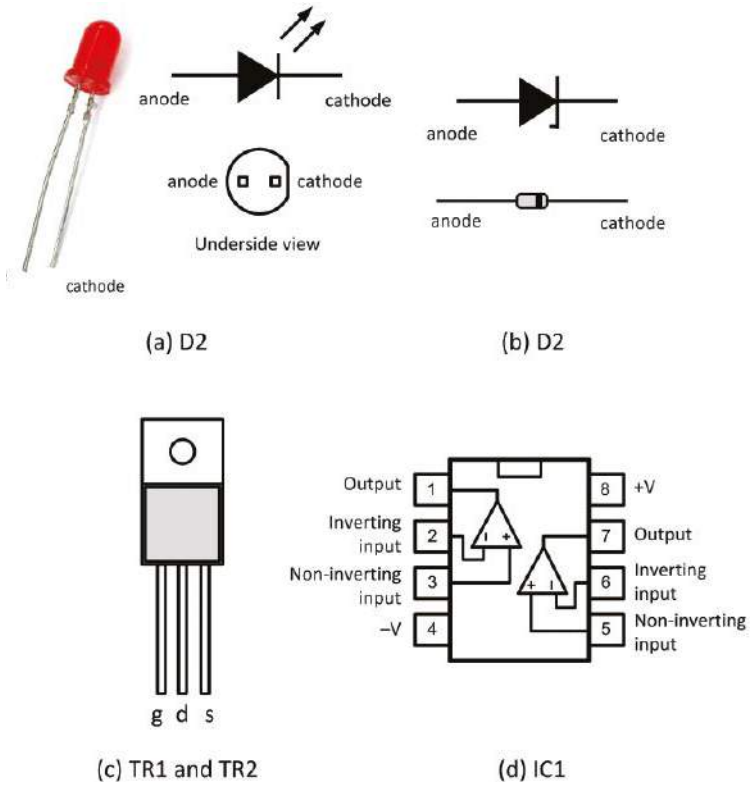


Rysunek 1.10. Kompletny układ dla projektu zmiennego obciążenia testowego



Rysunek 1.11. Prototyp płytki sterującej – (góra) rozmieszczenie elementów, (dół) strona miedzi

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 1.12. Wyprowadzenia elementów

Tabela 1.1. Napięcia testowe dla TR1 i TR2 (13,8 V, obciążenie 1 A)

Element	Bramka	Źródło	Dren
TR1	5,1 V	2,5 V	13,8 V
TR2	5,1 V	2,5 V	13,8 V

Tabela 1.2. Napięcia testowe dla IC1

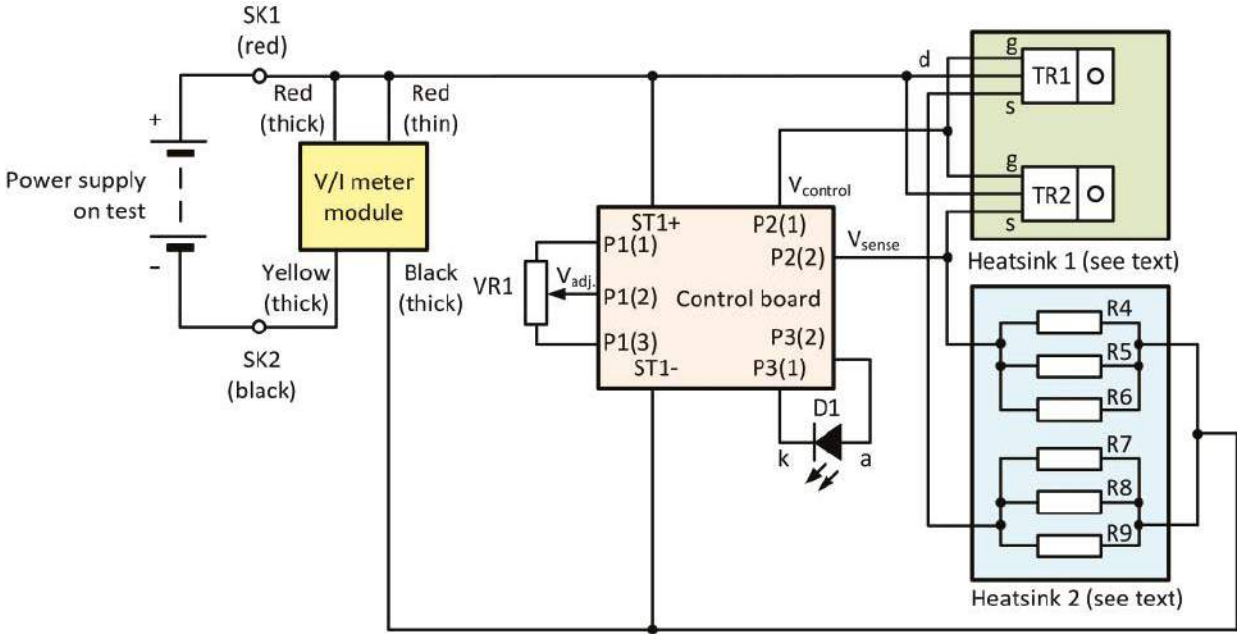
Pin	Napięcie
1	5,1 V
2	2,5 V
3	2,5 V
4	0 V
5	8,6 V

podawane na wejście bramki TR1 i TR2. Napięcie powstające na połowie obciążenia rezystancyjnego (V_{sense}) jest podawane z powrotem na wejście odwracające (pin-2), podczas gdy wymagana wartość zadana (V_{adj}) jest podawana na wejście nieodwracające (pin-3). Dwa tranzystory MOSFET mocy pracują jako wtórniki źródłowe, z trzema rezystorami o wysokiej mocy, podłączonymi do każdego obciążenia źródła (R4 do R6 dla TR1 i R7 do R9 dla TR2).

Druga połowa układu LM393 (IC1b) jest również używana jako komparator. Wejście nieodwracające (pin-5) jest zasilane z bocznikującego napięcia odniesienia diody Zenera (około 9 V), podczas gdy napięcie obciążenia (V_{sense}) jest podawane na jego wejście odwracające (pin-6). Gdy V_{sense} jest mniejsze niż 9 V, wyjście komparatora (pin-7) jest w stanie wysokim i żaden prąd nie płynie w diodzie LED (D3). I odwrotnie, gdy V_{sense} jest większe niż 9 V (co odpowiada prądowi 1,8 A płynącemu w źródle TR1), wyjście komparatora (pin-7) jest ustawione w stan niski i prąd płynie w diodzie LED. Stąd dioda D3 ostrzega o przeciążeniu, gdy się zaświeci, w tym momencie całkowity prąd obciążenia przekracza 3,5 A.

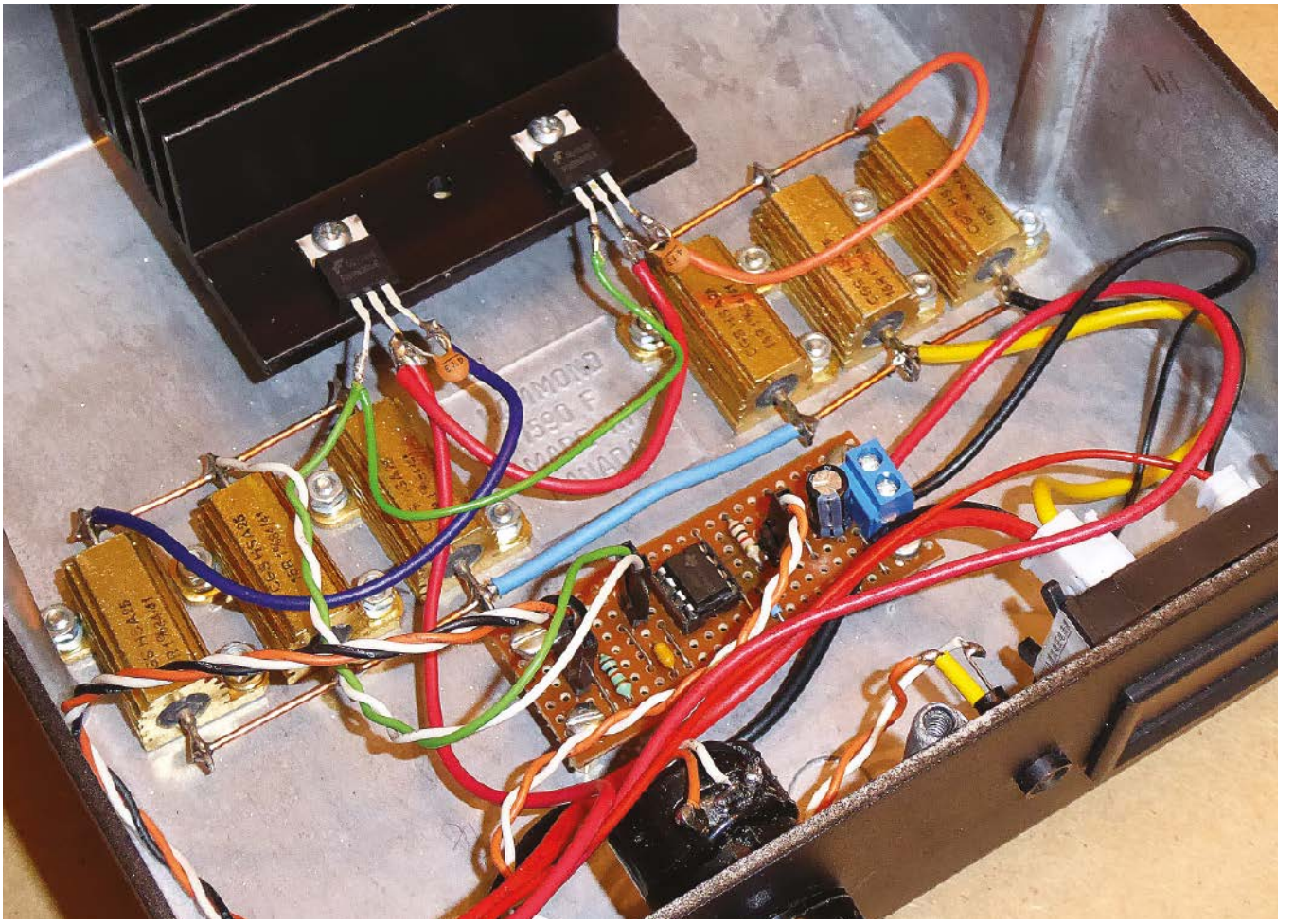
Budowa

Układ płytki jest pokazany na rysunku 1.11. Zwróć uwagę na 21 przerw między ścieżkami i osiem połączeń. Opisy pinów dla elementów półprzewodnikowych są pokazane na rysunku 1.12. Uproszczony schemat połączeń jest pokazany na rysunku 1.13. Dwa małe ceramiczne kondensatory dyskowe, C2 i C3 (nie pokazane na rysunku 1.13) są podłączone bezpośrednio do pinów źródła i drenu TR1 i TR2. Kondensatory te są wymagane, aby zapobiec możliwości wystąpienia oscylacji spowodowanych reaktancją połączeń



Rysunek 1.13. Schemat połączeń dla projektu zmiennego obciążenia testowego (należy zwrócić uwagę, że C2 i C3 nie są pokazane – patrz tekst)

eprasa.pl 59bae33604



Fotografia 1.14. Widok wewnętrzny układu zmiennego obciążenia testowego

poza płytką drukowaną prowadzących do tranzystorów MOSFET zamontowanych na radiatorze.

Dwa tranzystory mocy muszą być zamontowane na radiatorze żeberkowym o wydajności 4,2°C/W lub lepszej. Aby zwiększyć przewodność cieplną, uniknęliśmy stosowania podkładek izolacyjnych i zamiast tego przykręciliśmy wypustki dwóch tranzystorów MOSFET bezpośrednio do radiatora, co oznacza, że radiator musi być odizolowany od metalowej obudowy. Należy zauważyć, że wypustka pakietu TO-220 jest bezpośrednio połączona z drenem każdego z urządzeń mocy i dlatego będzie na pełnym dodatnim potencjale wejściowym. Sześć rezystorów w obudowie metalowej można przykręcić do wewnętrznej strony odlewanej ciśnieniowo obudowy metalowej.

Jeśli nie zastosuje się metalowej obudowy, to dla R4 do R9 będzie potrzebny osobny radiator, który również powinien charakteryzować się temperaturą lepszą niż 4,2°C/W. Widok wewnętrzny prototypu pokazano na fotografii 1.14.

Testowanie

Po zakończeniu montażu warto dokładnie przejrzeć układ, sprawdzając w szczególności połączenia poza płytką. Jeśli nie jest używany moduł woltomierza/amperomierza, to wspólne połączenie R4 do R9 może być podłączone bezpośrednio do ujemnego zacisku wejściowego (z pominięciem wewnętrznego bocznika 10 A zamontowanego w module miernika). Tabele 1.1 i 1.2 przedstawiają zestaw zmierzonych napięć testowych z urządzeniem wyregulowanym na prąd obciążenia 1 A ze źródła 13,8 V DC.

W następnym odcinku

W części 2 zajmiemy się konwersją prądu zmiennego na stały, wyjaśnimy budowę transformatorów mocy i konfiguracje połączeń dla pracy szeregowej i równoległej. Przedstawimy również układy prostowników pół- i pełnookresowych, które mogą stanowić podstawę do budowy bloków konstrukcyjnych, które można wykorzystać w różnych praktycznych zasilaczach prądu stałego. Nasz praktyczny projekt będzie zawierał konstrukcję prostego zasilacza 18 V/0,5 A do użycia w połączeniu z kilkoma późniejszymi projektami praktycznymi. ■

Mike Tooley

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „Everyday Practical Electronics", grudzień 2018 (www.epemag3.com)

REKLAMA

Kursy w Ulubionym Kiosku

IT i Hi-tech • Muzyka i Dźwięk – Pełna oferta na stronie www.ulubionykiosk.pl

eprasa.pl 59bae33604

Szkoła Konstruktorów

W Szkole Konstruktorów może wziąć udział każdy Czytelnik EdW, także i Ty!

Możesz zostać stałym uczestnikiem Szkoły, ale możesz tylko jednorazowo nadesłać pojedyncze rozwiązanie jednego zadania, które Cię najbardziej zainteresowało. Nie trzeba się zapisywać, nie ma żadnych zobowiązań – można tylko zyskać. Co miesiąc przydzielane są punkty, upominki, nagrody i kupony do Sklepu AVT, a raz na rok najaktywniejsi uczestnicy Szkoły Konstruktorów są nagradzani dodatkowo. W każdym numerze zamieszczane są zadania trzech klas (*Zadanie główne*, *Co tu nie gra?* oraz *Policz*).

W terminie dwóch miesięcy możesz więc nadesłać e-mailem na adres: ***szkola@elportal.pl*** (*szkola*, a nie *szkoła*), rozwiązanie jednego, dwóch albo wszystkich trzech zadań Szkoły z danego numeru.

Potwierdzam otrzymanie rozwiązań, nadsyłanych e-mailem. Jeśli w terminie dwóch tygodni nie otrzymasz mojego potwierdzenia, prześlij rozwiązanie jeszcze raz.

Bardzo proszę: dla ułatwienia segregacji niech tytuł Twojego e-maila (i nazwa każdego ewentualnego załącznika), oprócz ***nazwy konkursu*** oraz ***numeru zadania***, zawiera też ***Twoje nazwisko*** (najlepiej bez typowo polskich liter), na przykład: *Szko300Kowalski*, *Policz300Zielinski*, *NieGra300Malinowski*, *Jak02Krzyzanowski*. Chodzi o to, żeby w tytule e-maila i w nazwach wszystkich załączników była zarówno informacja o zadaniu, jak i o Autorze. Bardzo też proszę, żeby jeden Twój e-mail zawierał rozwiązanie tylko jednego konkursu, a nie kilku, co znacznie mi ułatwi segregowanie poczty.

Do wysyłki nagród i upominków potrzebny jest Twój adres pocztowy. Oszczędzisz mi sporo niepotrzebnej pracy, jeśli podasz go w jednej linii: **imię i nazwisko ulica i numer domu kod pocztowy miejscowość e-mail**.

Jeśli na łamach czasopisma nie chcesz ujawniać imienia i nazwiska – napisz, a zachowam dyskrecję, podając albo pseudonim, albo imię i pierwszą literę nazwiska, ewentualnie miejscowość zamieszkania. Jeśli nadeślesz rozwiązanie zadania głównego, możesz dołączyć swoją fotografię (portret), która będzie zamieszczona przy rozwiązaniu zadania. Zachęcam też do podawania ***roku urodzenia, a w przypadku uczniów i studentów także informacji o szkole/klasie lub uczelni***. Jest to pomocne przy opracowywaniu i ocenie rozwiązań (Twoje dane nie są nigdzie przekazywane, tylko wykorzystywane w redakcji EdW wyłącznie w związku z oceną prac i przydzielanymi nagrodami).

Najbardziej cieszę się z krótkich i zwięzłych rozwiązań, bo to ułatwia ich opracowanie. Ale jeżeli Twoje rozwiązanie będzie obszerniejsze, mam prośbę dotyczącą kwestii technicznych: Nie umieszczaj ilustracji w tekście! Wszystkie ilustracje (fotografie i rysunki) prześlij w e-mailu jako oddzielne pliki – załączniki. Bardzo proszę też o przysyłanie schematów, projektów płytek i wszelkich innych rysunków w popularnych formatach, na przykład PDF, SVG, JPG, GIF czy PNG, i to także wtedy, gdy przysyłasz oryginalny, źródłowy plik z danego programu projektowego (.sch, .pcb, .brd, .ddb, itp.).

Jeżeli w ramach zadania głównego zrealizujesz rozwiązanie praktyczne, czyli zbudujesz konkretny układ-model, mam następujące wskazówki i prośby:

Nie przysyłaj modelu do redakcji! Nie ma też potrzeby nadsyłania papierowych wydruków, płyty CD/DVD, ani modelu – całkowicie wystarczą załączone do e-maila pliki i fotografie zrobione przez Ciebie.

Przygotowując opis **skorzystaj z szablonu** dostępnego pod adresem: ***http://edw.elportal.pl/szablon***.

Więcej wskazówek na temat przygotowania materiałów i prawidłowego fotografowania modeli znajdziesz w Elportalu na stronie: ***https://edw.elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/***.

Twoje praktyczne rozwiązanie głównego zadania Szkoły może być później opublikowane jako artykuł w EdW, za który otrzymasz honorarium. Dlatego w treści e-maila umieść wtedy tekst: *Oświadczam, że materiał, który przesyłam w tym e-mailu do redakcji „Elektroniki dla Wszystkich", jest moim osobistym opracowaniem i nie był wcześniej nigdzie publikowany.*

eprasa.pl 59bae33604

FERYSTER
Projektowanie i produkcja elementów indukcyjnych do zasilaczy impulsowych

Zadanie główne 313

Od wielu miesięcy trzymam w zapasie właśnie na zadanie kwietniowe propozycję, jaką nadesłał **Paweł Karcz** z Krakowa, który napisał bardzo krótko:

Zaprojektować układ elektroniczny przydatny na Marsie. :-)

Ponieważ koronawirus w ubiegłym roku ukradł jeden numer EdW, a w związku z koniecznością „wyrównania kroku" trzeba było wydać w pewnym sensie podwójny numer 2-3/2021, dlatego zadanie 301 w niezaplanowany sposób stało się zadaniem kwietniowym. A ja już wcześniej na kwiecień miałem wstępnie zaplanowane i zarezerwowane zadanie „marsjańskie".

Kolejność została zaburzona, zadanie kwietniowe zostało przesunięte. Najpierw planowałem je na wakacje, ale ostatecznie przesunęło się aż do teraz. I tak mamy lekkie, trochę z przymrużeniem oka, trochę primaaprilisowe zadanie numer 313.

Oto nieco zmodyfikowany temat:

Zaproponuj marsjański lub kosmiczny układ elektroniczny.

Masz dwie możliwości:

1. albo potraktujesz zadanie dosłownie i przedstawisz propozycję układu lub urządzenia przydatnego w kosmosie,
2. albo potraktujesz temat mniej dosłownie i inaczej zinterpretujesz słowo „kosmiczny".

Urządzenia do pracy w kosmosie niekoniecznie muszą być tworzone przez wyspecjalizowanych i doświadczonych profesjonalistów. W mediach można znaleźć sporo doniesień o wynoszonych w kosmos urządzeniach tworzonych przez hobbystów i studentów, w tym polskich studentów. Może i Ty zaproponujesz coś z tej dziedziny.

Słownik języka polskiego PWN takie podaje znaczenia słowa „kosmiczny":

1. dotyczący kosmosu jako przestrzeni pozaziemskiej
2. służący do latania w kosmos i do przeprowadzania badań w kosmosie
3. wyglądający tak, jakby był wytworem techniki przyszłości
4. filoz. obejmujący swym zasięgiem cały wszechświat
5. niedający się ogarnąć, wielki.

I może jeszcze garść synonimów i wyrazów bliskoznacznych, które mogą podsunąć pomysł na rozwiązanie zadania 313: *rewelacyjny, spektakularny, szaleńczy, dziwaczny, dziwny, ekscentryczny, ekstrawagancki, fantastyczny, kuriozalny, nadzwyczajny, niesamowity, niespotykany, osobliwy, wymyślny, wyrafinowany, zadziwiający, baśniowy, czarodziejski, nie z tego świata, nieziemski, niezwykły, osobliwy, szczególny, wymyślny, piękny, tajemniczy, galaktyczny, gwiazdowy, wszechświatowy, błyskotliwy, efektowny, niecodzienny, nieprzeciętny, specjalny, widowiskowy, wyjątkowy, zapierający dech, bezprzykładny, astronomiczny, bezgraniczny, gigantyczny, kolosalny, mamuci, monstrualny, na dużą skalę, na szeroką skalę, nadludzki, niebosiężny, niebotyczny, niezmierzony, ogromny, olbrzymi, ponadludzki, potężny, przeogromny, przepotężny, wielki, monumentalny.*

Temat jest więc ogromnie szeroki, a ograniczeniem jest jedynie wyobraźnia!

Jak zawsze, czekam i na rozwiązania praktyczne, i teoretyczne. Przedstawcie swoje kosmiczne pomysły! Serdecznie zachęcam do udziału w tym wyjątkowym zadaniu!

Piotr Górecki

UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA! UWAGA!

Zachęcamy także Ciebie, drogi Czytelniku, żebyś w ramach działu

„Wokół Arduino"

opublikował swoją realizację projektu lub artykułu związanego z platformą Arduino.

Chętnie zaprezentujemy na łamach EdW Twój własny projekt albo Twoją realizację projektu z Internetu, wykorzystującego dowolne moduły lub moduły rozszerzeń Arduino, a także wartościowe artykuły, pokazujące rozmaite aspekty korzystania z tej interesującej platformy.

Bliższe informacje: http://*edw.elportal.pl/arduino*, a w razie pytań i wątpliwości śmiało pisz: *edw@elportal.pl*

Nadsyłajcie propozycje zadań!

Autorzy propozycji zadań, które zostaną wykorzystane w Szkole, otrzymują jako nagrodę kupon 100zł na zakupy w sklepie AVT:
http://sklep.avt.pl
Koszty przesyłki pokrywa AVT.
Dobra propozycja nie powinna być ani zbyt trudna, ani zbyt ogólna, ani zbyt wąsko ukierunkowana.
Dobre zadanie Szkoły powinno mieć na tyle szeroki zakres, żeby mogli w nim wziąć udział zarówno doświadczeni elektronicy, jak i początkujący, w tym najmłodsi.
Zachęcam do nadsyłania propozycji następnych zadań Szkoły!

eprasa.pl 59bae33604

Rozwiązanie zadania głównego 308

Temat listopadowego zadania 308 brzmiał: ***Zbadaj niedoskonałości posiadanych elementów rezystancyjnych (na przykład różnego rodzaju rezystorów, przewodów, styków)***.

Zadanie to, ściśle związane z bardzo cenionym przez Was cyklem „Wróbelek", wzbudziło duże zainteresowanie, co zaowocowało napływem bardzo interesujących rozwiązań. Oto ich omówienie.

Rafał Orodziński z Białegostoku zaczął tak: *Dzień Dobry. Niestety nie mogę podać wyników pomiarów, lecz podam swoje doświadczenia z przekaźnikami, no i wiedzę powszechnie dostępną (jak się jej dobrze poszuka).*

W przypadku przełączeń sygnałów zmiennoprądowych o charakterze indukcyjnym (silniki) czy pojemnościowym (układy zawierające wszelkiego rodzaju przetwornice: żarówki energooszczędne, falowniki), przy załączeniu płynie prąd znacznie większy niż prąd znamionowy. Zjawisko to powoduje zgrzewanie się styków (zawieszanie się w pozycji załączonej) i ich wypalanie (pogorszenie kontaktu elektrycznego). Wcześniej do przełączania tego typu obciążeń stosowało się spiek Ag-CdO. Obecnie ze względu na ograniczenia w użyciach kadmu w związku z jego szkodliwym wpływem na środowisko naturalne, styki do przełączeń z dużym prądem rozruchowym wykonuje się ze spieku Ag-SnO_2, który ma lepsze właściwości niż kontakt Ag-CdO. Ważną cechą tego typu styków jest niska erozja w łuku elektrycznym oraz niskie przenoszenie materiału z jednego styku na drugi. Przekaźniki do przełączania takich obciążeń mają w swojej nazwie słowo Inrush. Stosowanie w takich przekaźnikach złoconych styków mija się z celem – ulegną one bardzo szybkiej degradacji w warunkach łuku elektrycznego.

Do przełączania napięć stałych zalecane są przekaźniki ze stykami ze stopu srebra i niklu AgNi. Przekaźniki te wykazują mały efekt przenoszenia materiału z jednego styk na drugi podczas przełączania sygnałów stałoprądowych. Przekaźniki tego typu stosuje się również do przełączania sygnałów zmiennoprądowych, ale bez dużych prądów szczytowych.

Przy przełączaniu niskich sygnałów bardzo ważne jest zastosowanie odpowiedniego docisku styków. Poprawę docisku uzyskuje się dzieląc styk na dwa styki na tej samej blaszce, z których każdy styk łączy się z odpowiadającą mu częścią drugiego styku (twin contact). Jeszcze lepszy kontakt zapewnia styk rozwidlony, w którym styk jest przecięty na pewnym odcinku wzdłuż swojej długości tak, że tworzą się dwa niezależne połączone elektrycznie styki, które są dociskane częściowo niezależnie od siebie (bifurcated contact).

W celu poprawy przełączania małych sygnałów stosuje się pokryciem złota styków przekaźników. Warstwa złota musi być jednak odpowiednio gruba, by spełniła swoją rolę. W przypadku zbyt cienkiej warstwy złota styk taki szybko się zużywa ze względu na niską odporność mechaniczną złota oraz jego zdolność do wnikania w głąb srebra.

Bardzo ważne przy przełączaniu niskich sygnałów jest zapewnienie minimalnego znamionowego napięcia, prądu i mocy przełączanej. Każda z tych wartości musi być spełniona, np: dla pewnego przekaźnika ze stykiem AgNi wymagane jest przełączanie 5 V/2 mA/50 mW gdy po pokryciu złotem tych samych styków można przełączać już sygnały o poziomach 0,1 V/1 mA/1 mW. W przypadku przełączania sygnałów o niskim poziomie mocy np. sygnałów na wejściu odbiornika w.cz., z biegiem czasu można zauważyć pogorszenie jakości styku – utratę czułości radia. Styki do pełnej sprawności można przywrócić przepuszczając przez nie przez jedną godzinę około 200 mA dla styków AgNi i od 20 do 50 mA dla styków AgNi złoconych. Pogorszeniu jakości kontaktu można również zapobiegać przepuszczając przez styki przełączające sygnały w.cz. prąd stały, polaryzując styki przekaźnika.

Zwielokrotnienie liczby styków podnosi niezawodność przełączania oraz moc przenoszoną przez styk. Poprawa niezawodności dwóch równoległych styków jest równa niezawodności pojedynczego kontaktu podniesionego do drugiej potęgi. W stosunku do kontaktu pojedynczego połączenie równoległe dwóch styków daje 100-krotną poprawę niezawodności a połączenie trzech równoległych styków daje 10 000-krotną poprawę niezawodności.

W przypadku tanich przekaźników stosowanych do przełączania sygnałów w.cz. na częstotliwości do kilkuset MHz, główny problem stanowi pojemność międzystykowa, powodująca przenikanie sygnału między stykami, a nie ich indukcyjność. Poprawę tłumienia ponad 20 dB można uzyskać, stosując równolegle do styków indukcyjność będącą z nią w rezonansie równoległym. Rozwiązanie takie można zastosować w układach jednopasmowych ze względu na rezonansowy charakter takiego układu. Przykład takiego rozwiązania oraz wyniki pomiarów można znaleźć na stronie: https://www.w6pql.com/using_inexpensive_relays.htm

Wielu młodych elektroników nie dostrzega problemu styków w przekaźnikach. A przekaźniki wcale nie są przestarzałymi podzespołami, reliktami poprzedniej epoki. Nie! Nadal znajdują szerokie zastosowanie. Niektórzy uważają, że najlepsze do wszystkich zastosowań są styki złocone, co nie jest prawdą,

Fotografia 1

eprasa.pl 59bae33604

Naprawdę warto wziąć sobie do serca podane właśnie wskazówki, a jeszcze lepiej poszukać dodatkowych informacji, co pozwoli uniknąć wielu bolesnych w skutkach błędów.

Andrzej Nowicki z Warszawy napisał: *Dzień dobry. (...) Chiński cyfrowy miernik typu DT9205A jest bardzo popularny wśród początkujących elektroników-majsterklepków, na co wpływa: niska cena, nawet rzędu 25 zł, ręczne przełączanie zakresów (...) Przyjrzałem się „przewodom pomiarowym", dołączonym do tego miernika, kiedy po kilku godzinach pracy miernik przestał cokolwiek wskazywać, a szybka diagnoza była oczywista – ułamanie przewodu wewnątrz sondy pomiarowej. (...) I tak dobrze, że nie robią go z „chińskiej miedzi" alias CCA, co sprawdziłem stapiając kawałek wiązki drutów na palniku gazowym. Powstała ładna kuleczka miedzi, co w przypadku CCA jest niemożliwe. (...)*

Oczywiście (...) wymieniłem te tzw „przewody" na kable z żelazka – elastyczne, z izolacją gumową, a nie twardą polwinitową. Na ***fotografii 1*** *widać przekrój tego przewodu, a dla porównania 3 przewody ze sznura żelazowego, o przekroju plecionki ok. 1,5 mm² każdy.*

Zrobiłem orientacyjny pomiar pola przekroju drutów wewnątrz przewodu miernika, porównując je do wspomnianych przewodów od żelazka.

Pole przekroju (...) jest w przybliżeniu 6,3 razy mniejsze, niż pole porównywanego kabla, wynosi zatem 0,24 mm².

W tabelach bez trudu można znaleźć informację, że 1 mb przewodu miedzianego o takim przekroju ma rezystancję 70 mΩ, a ponieważ łączna długość obu przewodów pomiarowych wynosi 1,2 mb, ich rezystancja to 85 mΩ.

Miernik ma pomiar prądów do 20 A, co oznacza, że w najgorszym przypadku przy pomiarze prądu spadek napięcia na przewodach pomiarowych wyniesie 1,7 V [i moc strat 34 W] co (...) dyskwalifikuje taki pomiar. Użycie w charakterze przewodów pomiarowych wspomnianych kabli od żelazka wiązałoby się przy takim pomiarze ze spadkiem napięcia 0,27 V [i mocą strat 5,4 W].

W EdW niedawno mieliśmy artykuł na temat rezystancji kabli pomiarowych. Niech te informacje będą dodatkową zachęta, żeby sprawdzić właściwości posiadanych przewodów!

Rafał Równiak z Maciejowa poinformował: *(...) Zadanie zaciekawiło mnie praktycznością i potrzebą wykonania różnych pomiarów, co lubię robić. (...) Pomiar przewodów. Tak się złożyło, że mam do zrobienia instalację do radzieckiego motocykla K750, więc kupiłem kilka przewodów o długości 5 metrów i przekroju 1 mm² oraz 2,5 mm². Pomierzyłem rezystancję w temperaturze pokojowej dwoma przyrządami: mostkiem Kelvina TMT-2 i multimetrem Brymen BM869s [****fotografia 2****] (...) wyniki pomiarów wyszły niemal identyczne.*

Przewód 1 mm² długość 5 m:
Rezystancja teoretyczna: 0,086 Ω
Pomiar mostkiem: 0,10 Ω
Pomiar multimetrem: 0,12 Ω
Przewód 2,5 mm² długość 5 m:
Rezystancja teoretyczna: 0,0345 Ω
Pomiar mostkiem: 0,04 Ω
Pomiar multimetrem: 0,04 Ω
(...) spodziewałem się większych odstępstw.

*Pomiar rezystorów. Na warsztat wziąłem też kilka rezystorów o deklarowanej rezystancji 100 kΩ [****fotografia 3****]. Zrobiłem dwa pomiary multimetrem w temperaturze pokojowej 20°C i po podgrzaniu rezystorów do ok 100°C.*

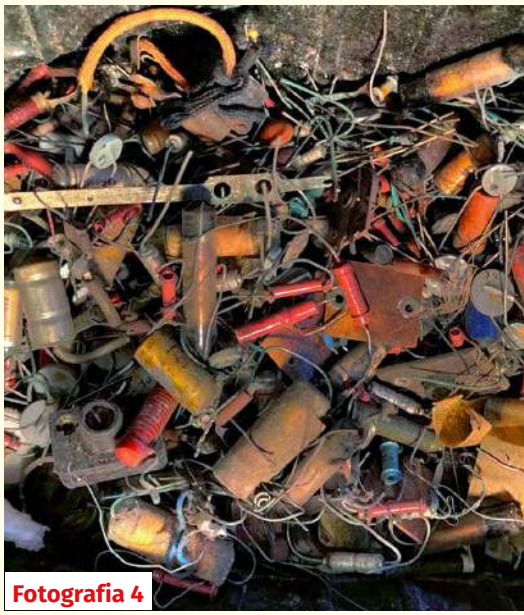
Fotografia 3

20°C
SMD: 99,92kΩ
1% przewlekany: 100,67 kΩ
5% przewlekany: 98,10 kΩ
wiekowy (20%?): 121,81 kΩ
100°C
SMD: 99,86 kΩ
1% przewlekany: 101,10 kΩ
5% przewlekany: 94,71 kΩ
wiekowy (20%?): 114,00 kΩ

Oczywiście pomiary te nie są wystarczająco miarodajne, ponieważ należało by uwzględnić dokładność instrumentów pomiarowych, wykonać szereg pomiarów na wielu elementach itp. Ale mimo wszystko z grubsza pokazuje to różnice pomiędzy różnymi typami rezystorów. I nie ma niespodzianek (chociaż nie pamiętam jaki tym rezystora SMD był użyty, czy 5% czy 1%).

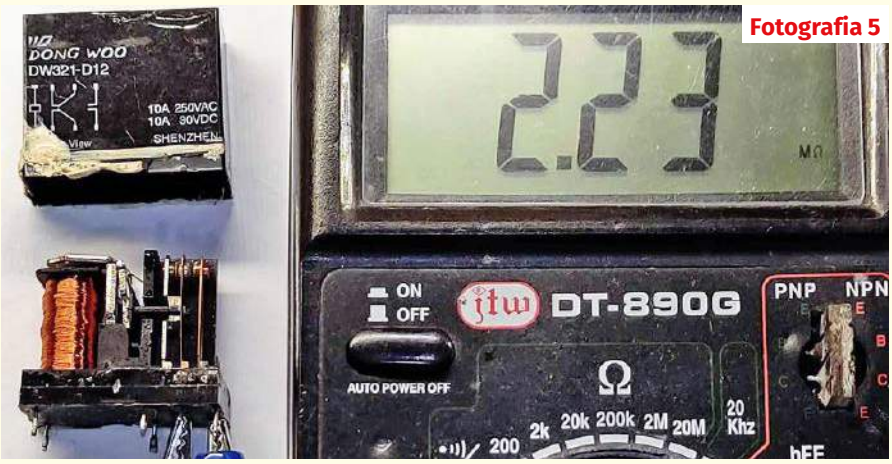
*Rezystor SMD wydaje się być najlepszej jakości, potem zwykły 1%, następnie 5%. Stary rezystor pochodzi z zapasów nieużywanych elementów [****fotografia 4****], więc należy wykluczyć uszkodzenia podczas montażu lub zużycia. I to w jego przypadku otrzymujemy najgorsze wyniki.*

Fotografia 2



Fotografia 4

eprasa.pl 59bae33604



Fotografia 5

Warto również zwrócić uwagę na zmiany rezystancji w funkcji temperatury. Popularna (niegdyś) praktyka na selekcjonowaniu „najlepszego" rezystora z grupy tych o tolerancji 5% lub 10% może być skuteczna, ale tylko w wąskim zakresie temperatur (...)

Przedstawione informacje potwierdzają, że nowoczesne elementy SMD pod wieloma względami okazują się lepsze od starych (co wcale nie znaczy, że te stare należy wyrzucić na śmietnik).

Elementy elektroniczne, nie tylko przekaźniki, potrafią zaskoczyć swoimi zupełnie niespodziewanymi właściwościami. Taki temat mógłby być interesującym tematem do omówienia w Szkole Konstruktorów.

Łukasz Olszok z Tarnowskich Gór napisał między innymi: *(...) Tematem (...) było badanie rezystancji (...) [których] spodziewamy się z założenia. Są jednak sytuacje gdy rezystancja pojawia się w elementach, gdzie się jej w zupełności nie spodziewamy. (...) spotkałem się z Głośnikami Creative Giga Works G500, które po pewnym czasie same się wyłączały. Powodem okazał się nietypowo uszkodzony przekaźnik – tworzywo mające być z założenia izolatorem prawdopodobnie uległo rozkładowi i stało się przewodnikiem.* ***Fotografia 5*** *przedstawia pomiary rezystancji między stykami. (...) między zaciskiem cewki, a jednym ze styków omomierz wskazał 12,2 MΩ.*

*Temat złącz goldpin/dupont był już poruszany w EdW 06-2021 (...), które są często stosowane w płytkach prototypowych. (...) zastosowałem jakieś tanie gniazda goldpin (****fotografia 6****) i po niedługim czasie zaczęły się problemy z przygasającym wyświetlaczem i znikającym tekstem. Prawdopodobnie złącza te są wykonane z plastycznego metalu o niskiej sprężystości i straciły siłę (...) zmierzyłem spadek napięcia na dwóch połączeniach wtyk-gniazdo. Spadek nie był jakiś specjalnie duży, do kilkudziesięciu miliwoltów. Problem pojawiał się podczas ruszania wtyczki w gnieździe. Zamiast multimetru podłączyłem oscyloskop (...) Ciężko jest jednak zaobserwować na oscyloskopie analogowym chwilową maksymalną wartość napięcia podczas jednokrotnego zakłócenia (a zdarzały się tutaj piki, gdzie styk był prawdopodobnie całkowicie przerywany).*

Zauważyłem, że żeńskie wtyki goldpin z męskimi pinami wlutowanymi w płytkę zapewniają dużo pewniejszy kontakt niż w przypadku żeńskich gniazd goldpin na płytce i pinów z przylutowanym przewodem*. (...) Po przeprowadzonych pomiarach wymieniłem wyrobione żeńskie gniazda goldpin na męskie i problemy z zakłóceniami przy poruszaniu płytkimi i przewodami dość mocno zmalały.*

*Idąc za ciosem postanowiłem zmierzyć rezystancję płytki stykowej Bread Board SYB-118 (****fotografia 7****) i tutaj* ***szok – spadek napięcia rzędu setek miliwoltów na większości styków. Zwykle ok. 300 mΩ. Przy poruszaniu przewodami bardzo duża niestabilność napięcia.*** *(...)*

Zwykła zworka na dwa goldpiny w rastrze 2,54 mm zapewniała dość mały spadek napięcia rzędu 20 mV (20 mΩ). Jednak niektóre z mierzonych zworek, szczególnie stare i zaśniedziałe potrafiły mieć wyższą rezystancję i niepewny styk.

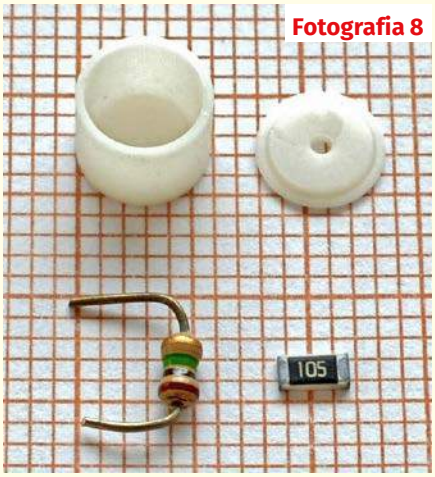
Dwa nowe wtyki żeńskie na przewód prosto z rolki (połączone oryginalną blaszką) także miały mocny chwyt i niską rezystancję ok. 10...20 mΩ. Te same złącza po zalutowaniu na przewodzie (brak zaciskarki) także wykazują małą rezystancję i znikomy wpływ poruszania przewodu na rezystancję styku.

Niestety starsze i wyrobione żeńskie wtyki goldpin na przewodzie mają już widoczne zmiany rezystancji przy poruszaniu przewodem, jednak i tak są one mniejsze niż w przypadku żeńskich gniazd do druku. Pozdrawiam

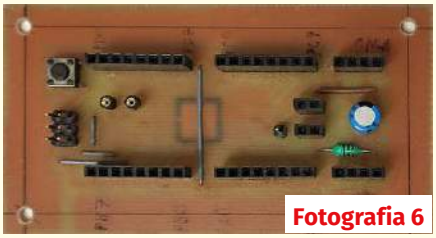
Potwierdza się wielokrotnie już przedstawiany w EdW wniosek, że tanie elementy stykowe mają słabą sprężystość. Przy pierwszym użyciu styk jest dobry, ale już po kilku cyklach łączenia/rozłączania połączenie staje się luźne i niepewne. Rezystancja rośnie, zwłaszcza przy poruszaniu stykających się elementów.

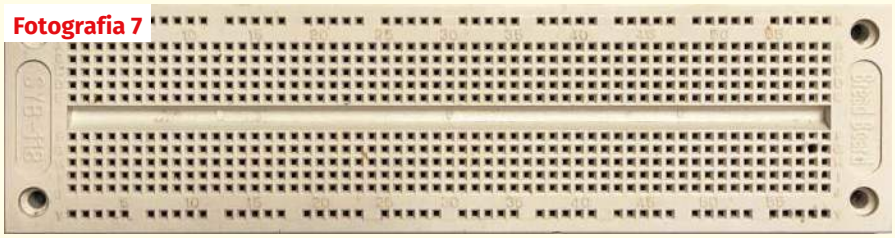
Zygmunt Flisak z Opola nadesłał opis bardzo interesującego testu: *Dzień dobry. Zainspirowany artykułami o niedoskonałości rezystorów (EdW 10/2021, s. 28–29 oraz EdW 11/2021, s. 42–43) postanowiłem przyjrzeć się bliżej zjawiskom zachodzącym podczas ich lutowania i przeprowadzić analizę termograwimetryczną (TGA). Badanie polegające na rejestrowaniu zależności masy próbki od temperatury pozwala zaobserwować pewne przemiany fizyczne (np. parowanie) i reakcje chemiczne (np. utlenianie) zachodzące w wyniku ogrzewania.*

Badany materiał umieszcza się w naczynku o pojemności 70 mikrolitrów wykonanym

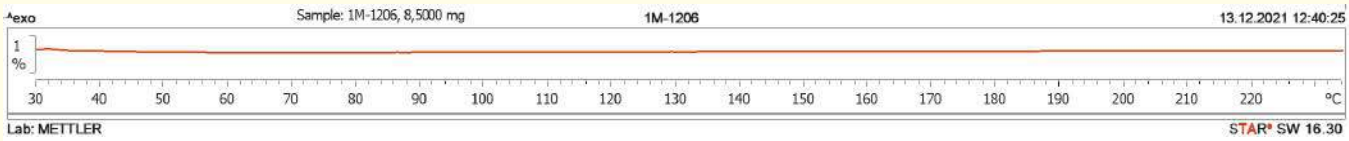


Fotografia 8


Fotografia 6


Fotografia 7

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 1

z tlenku glinu. Wymiary tego naczynka stanowią ograniczenie wielkości próbki. Dlatego do analizy TGA wybrałem dwa nowe rezystory nieznanych producentów o wartości 1 MΩ i tolerancji 5%: jeden do montażu powierzchniowego w obudowie 1206 i jeden do montażu przewlekanego o mocy 0,125 W. Obydwa elementy wraz z naczynkiem i pokrywką przedstawione są na ***fotografii 8****. Zmierzone przed analizą wartości rezystancji wynosiły odpowiednio 0,975 MΩ i 0,972 MΩ.*

Analiza prowadzona była za pomocą aparatu TGA/DSC1 firmy Mettler Toledo w atmosferze azotu z szybkością przepływu gazu 50 ml na minutę (aby zapobiec ewentualnemu utlenianiu materiału rezystora tlenem z powietrza) przy szybkości ogrzewania 15 stopni na minutę do temperatury 230°C i dla obydwóch elementów oddzielnie. Po ogrzaniu każdy z rezystorów przebywał w tej temperaturze przez 10 minut; następnie razem z naczynkiem chłodził się na powietrzu do temperatury pokojowej. Rezystancja zmierzona po analizie wynosiła odpowiednio 0,975 MΩ i 0,965 MΩ.

*Jak widać z załączonego termogramu rezystora SMD (****rysunek 1****), w badanym przedziale temperatur masa elementu nie zmieniała się. Podobnie zachowywał się element do montażu przewlekanego. Choć warunki testu odbiegały od typowego profilu lutowania (z szybszym wzrostem temperatury, krótszym czasem jej działania i brakiem atmosfery ochronnej), to można wnioskować, że z rezystora podczas tego procesu nie uwalniają się lotne substancje, a rezystancja przylutowanego elementu nie wykracza poza deklarowaną wartość tolerancji. Wnioski te dotyczą jedynie badanych egzemplarzy i nie mogą być rozszerzane na rezystory o innej mocy, innej tolerancji i wykonane w innej technologii. Dziękuję Pani Beacie Sacher-Majewskiej za wykonanie termogramów. Pozdrawiam.*

Aktualne informacje o punktacji oraz rozdziale nagród, upominków i kuponów podane są w tabelkach. Znak zapytania oznacza, że ewentualna publikacja nastąpi dopiero po nadesłaniu ostatecznych materiałów. Osoby nagrodzone kuponami otrzymują z naszej redakcji stosowny e-mail z informacją i wskazówkami, a dopiero potem zamawiają w sklepie AVT (wrzucają do koszyka pod adresem ***www.sklep.avt.pl***) towary za przydzieloną sumę, a w uwagach piszą, że jest to kupon ze Szkoły Konstruktorów. Kupony za zadania z kolejnych miesięcy można sumować, by kupić sprzęt o większej wartości. Istnieje też możliwość dopłaty różnicy cen w przypadku zamówienia na sumę większą niż przydzielony kupon. Ale ***uwaga: kupon ważny jest tylko 12 miesięcy – po tym terminie traci ważność i przepada.***

Publikacja	Nagroda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Paweł	Karcz	Kraków	-
-	-	100	Rafał	Orodziński	Białystok	5
-	-	100	Andrzej	Nowicki	Warszawa	5
-	-	100	Rafał	Równiak	Maciejów	6
-	-	100	Łukasz	Olszok	Tarnowski Góry	6
-	-	100	Zygmunt	Flisak	Opole	5

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice 92
Michał Stach Kamionka 88
Daniel Turbasa Kraków 88
Łukasz Dachowski Cymbark 72
Artur Bereit Barcin Wieś 69
Aleksander Bernaczek Magnuszowice 69
Krzysztof Smoliński Poznań 68
Szymon Trygar Szczecin 66
Radosław Smalec Zabrze 64
Paweł Hoffmann Wrocław 62
Robert Szolc Bytom 58
Andrzej Herbut Siekierczyn 52
Łukasz Olszok Tarn. Góry 51
Adam Ples Jaworzno 51
Sebastian Jarmosiewicz Motwica 50
Adam Sobczyk Warszawa 50
Circuit Chaos Warszawa 48
Michał Pędzimąż Stara Słupia 48
Rafał Orodziński Białystok 47
Rafał Równiak Maciejów 46
Krzysztof Kawa Lubcza 44
Dawid Placha Rdzawa 44
Szymon Czepiel Pisarzowice 43
Piotr Gajdosz Grybów 41
Maciej Zieliński Kraków 41
Teodor Woźniak Łódź 35
Jarosław Węgliński Warszawa 34
Tomasz Zaorski Kalinówka 34
Łukasz Nowak Gdańsk 33
Andrzej Nowicki Warszawa 29
Jacek Konieczny Poznań 26
Piotr Grzegorczyk Siedlce 25
Jacek Rączka Połomia 25
Marian Gabrowski Polkowice 23
Roman Braumberger Bytom 21
Jakub Gajda Kraków 20
Marian Caruk Lubań 17
Bogdan Kosiński Szczecin 16
Łukasz Kojro Gdańsk 15
Marcin Malich Wodzisław Śl. 13
Paweł Sablik Pisarzowice 13
Szymon Wójtowicz Warszawa 13
Piotr Wyderski ? 13
Michał Zięba Poznań 13
Andrzej Adamczyk Ostrowiec Św. 11
Jakub Jakubczyk Kluczbork 11
Piotr Świerczek Bielsko-Biała 11
Zygmunt Flisak Opole 10
Michał Lis Gdynia 9
Maciej Skrodzewicz Szczecin 9
Paweł Błaszczak ? 8
Adam Sosnowski Koluszki 8
Andrzej Kubiak Rumia 7
Michał Słomkowski Poznań 7
Marcin Bambynek Kalety 6
Piotr Chrobok Piekary Śląskie 6
Wojciech Goliszewski Szczecin 6
Piotr Graffstein Warszawa 5
Michał Grzemski Grudziądz 5
Mariusz Hejto Łowczówek 5
Janusz Pańczyk Poręba 5
Tomasz Zygmunt Szczecin 5
Dominik Badura Ustroń 4
Marek Czechyra Dzierżoniów 4
Wojciech Bagiński Biała Podlaska 3
Przemysław Kamiński Warszawa 3
Krzysztof Łos Hubenice 3
Zbigniew Ryba Orzechowo 3
Marcin Sosnowski Pólko 3
Michał Szymaniak Poznań 3
Marcin Wierzbicki Nowa Wieś 3
Paweł Marchewka Pionki 2
Marek Woś Łazy 2
Leszek Rzeszutek Warszawa 1

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 313, a także w drugiej i trzeciej klasie naszej Szkoły Konstruktorów! Zachęcam uczestników, żeby praktyczne rozwiązania zadań Szkoły przygotowywali według Szablonu ze strony

http://edw.elportal.pl/zostan-wspolautorem-elektroniki-dla-wszystkich/

Piotr Górecki

eprasa.pl 59bae33604

Co tu nie gra? Zadanie 313

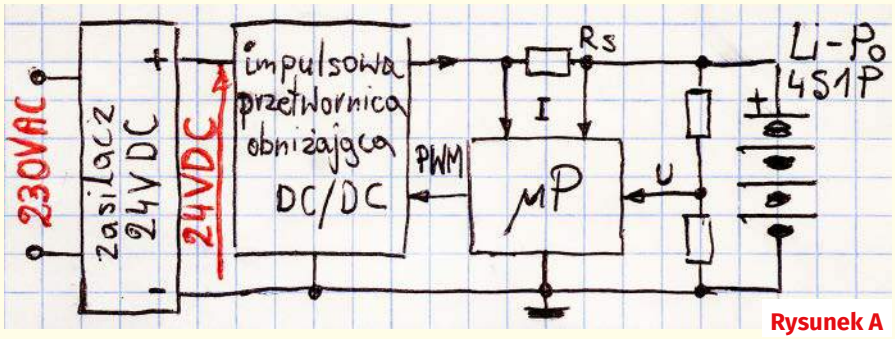
Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat blokowy własnej roboty turboładowarki akumulatorów Li-Po. Mikroprocesor stale kontroluje prąd i napięcie. Dla przyspieszenia i skrócenia cyklu ładowania, program w mikroprocesorze realizuje fazy Bulk, Absorption, Equalize i Float, znane z najbardziej zaawansowanych ładowarek „kwasowych".

Jak zwykle pytanie brzmi:

Co tu nie gra?

Nawet gdy w układzie jest kilka usterek, możesz zgłosić tylko jedną. Bardzo proszę o możliwie krótkie odpowiedzi.

Odpowiedź oznacz NieGra313 i nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Od razu podaj też swój adres pocztowy, żebym nie musiał pytać, gdy przydzielę upominek. Możesz jeszcze przysłać rozwiązania zadania NieGra z poprzedniego miesiąca. Uczestnicy konkursu otrzymują upominki, a najaktywniejsi uczestnicy są co rok nagradzani bezpłatnymi prenumeratami EdW lub innego wybranego czasopisma AVT.



Rysunek A

Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 308

Na **rysunku B** pokazany jest zamieszczony w EdW 11/2021 schemat blokowy prostej, szybkiej ładowarki akumulatorów kwasowych.

Jak zwykle, także i w tym schemacie (przygotowanym specjalnie na potrzeby tego zadania) doszukaliście się szeregu błędów.

Zadanie nie było trudne, niemniej jego wyniki pokazały, że aktualny cykl dotyczący różnych odmian akumulatorów jest jak najbardziej potrzebny. Także po to, by przypomnieć na pozór oczywiste i znane zależności.

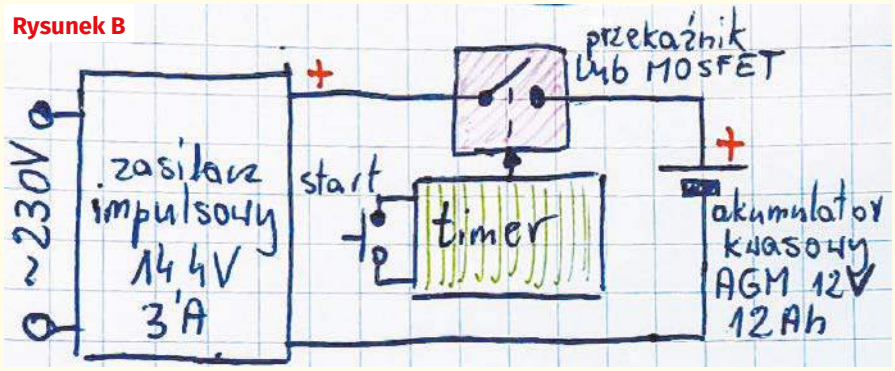
Na rysunku B mamy pomieszanie koncepcji. Ładowarki z układem czasowym – timerem są, a raczej były stosowane do ładowania akumulatorów niklowych (NiCd i NiMH).

Dlaczego nie były i nie są stosowane do ładowania ani akumulatorów kwasowych, ani akumulatorów litowych?

Po prostu nie są wtedy potrzebne, co przeanalizujemy za chwilę.

W przypadku akumulatorów niklowych obwód czasowy zmniejsza ryzyko przeładowania. Ale go nie eliminuje, ponieważ *czas i (niezmienny) prąd ładowania muszą być dobrane do konkretnego akumulatora*, żeby władować 150% jego pojemności nominalnej. Próba ładowania „z timerem" niklowego akumulatora o większej pojemności poskutkuje niedoładowaniem, a akumulatora o pojemności mniejszej – zwiększeniem ryzyka przeładowania i przegrzania. Jest też podobny problem, gdy do takiej ładowarki zostanie podłączony akumulator w niewielkim tylko stopniu rozładowany – wtedy układ czasowy przeprowadzi pełny cykl ładowania.

Rysunek B



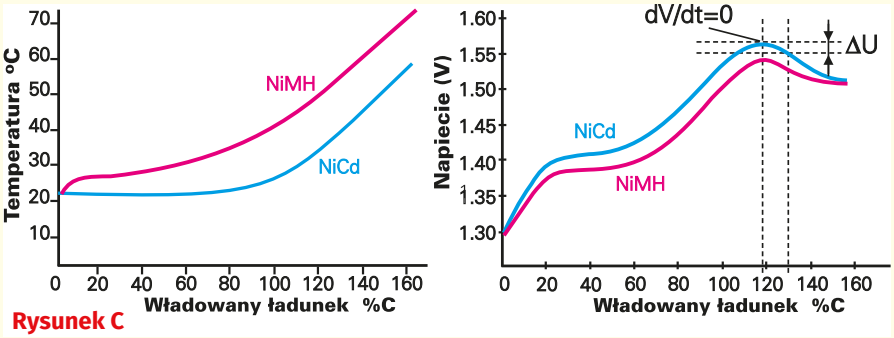
Co prawda akumulatory niklowe spośród popularnych akumulatorów są najbardziej odporne na błędy ładowania, ale nadmierne przegrzewanie na pewno jest niekorzystne. Przypomnijmy, że bezpiecznym sposobem ładowania akumulatorów niklowych jest zastosowanie prądu o wartości 0,1C i ładowanie przez 15 godzin lub dłużej. Dłuższe ładowanie nie jest zalecane, ale nie doprowadzi do uszkodzenia, bo nadmiar energii zamieni sie na ciepło, a akumulator w typowych warunkach tyle ciepła może rozproszyć bez ryzyka przegrzania. Ogólnie biorąc, przy prądzie ładowania akumulatorów niklowych 0,1C timer nie jest potrzebny. Ale czas ładowania jest katastrofalnie długi – co najmniej 15 godzin. Tanie ładowarki „z timerem" stosowano do akumulatorów niklowych przy ładowaniu ich prądem do, powiedzmy 0,3C. Zbyt długie ładowanie takim prądem grozi przegrzaniem. Tymczasem wiele akumulatorów niklowych można ładować dużym prądem, nawet 1C lub jeszcze większym, co pozwala skrócić czas ładowania do 1,5 godziny lub mniej. Tak, ale ogromnie rośnie ryzyko przeładowania i przegrzania. Wtedy timer absolutnie nie wystarczy – dlatego „szybkie" ładowarki akumulatorów niklowych musiały być bardziej skomplikowane, bowiem kończyły ładowanie po wykryciu szybkiego wzrostu temperatury (tzw. metoda ΔT) lub po zmniejszeniu się napięcia akumulatora naładowanego do pełna (tzw. metoda –ΔU) – **rysunek C**.

Podkreślmy, że tanie ładowarki z timerem pozwalały uzyskać czasy ładowania akumulatorów niklowych (NiCd, NiMH) od 5...10 godzin, ale nie zapewniały bezpieczeństwa.

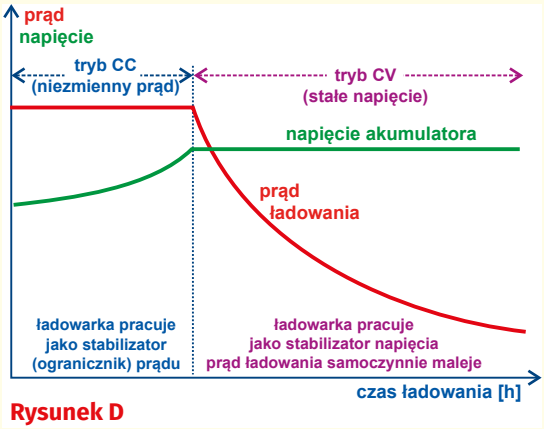
Do ładowania akumulatorów kwasowych, w tym AGM oraz litowych, timer w ogóle nie jest potrzebny.

eprasa.pl 59bae33604

sklep.semicon.com.pl
■ Montaż elektroniki ■ Szablony SMT ■ Moduły laserowe
■ Konwerting materiałów ■ Chemia dla elektroniki ■ Podzespoły
■ Komponenty elektroniczne ■ Narzędzia
SEMICON®



Rysunek C



Rysunek D

Ochronę przed przeładowaniem realizuje się w inny, dużo prostszy sposób: przez odpowiednie dobranie końcowego napięcia ładowania. Dla 12-woltowych akumulatorów kwasowych jak najbardziej może to być napięcie 14,4 V.

Takie akumulatory ładuje się bowiem zwykle w trybie oznaczanym CC/CV – **rysunek D**. W drugiej części cyklu ładowarka – zasilacz utrzymuje napięcie na akumulatorze równe 14,4 V, a prąd z czasem maleje samoczynnie, bez żadnych dodatkowych zabiegów.

Jeden z uczestników napisał: *Do ładowania należy używać dedykowanych ładowarek (prostowników elektronicznych), które dokonują tego procesu w sposób kontrolowany (...).*

Generalnie tak, jednak warto wiedzieć, że nie musi być do tego wykorzystana jakaś dedykowana ładowarka o wymyślnej konstrukcji. Z kilku nadesłanych rozwiązań wynikało, że ładowarka CC/CV wykorzystuje jakiś zawiły algorytm wzajemnego uzależniania napięcia i prądu wyjściowego. A tak nie jest. W typowej ładowarce CC/CV nie ma żadnego algorytmu. Jest zwykły stabilizator ze zwykłym, liniowym ogranicznikiem prądu.

Do zrealizowania pełnowartościowej ładowarki realizującej tryb CC/CV wystarczy niemal dowolny zasilacz stabilizowany z ogranicznikiem prądu.

Owszem, w grę wchodzi zmiana napięcia końcowego w funkcji temperatury, ale w zdecydowanej większości fabrycznych ładowarek nie ma możliwości pomiaru temperatury akumulatora i ewentualnej korekcji nie ma.

Wracamy do podstaw: gdy akumulator kwasowy jest znacznie rozładowany, prąd ładowania mógłby być duży w tym sensie, że akumulator przyjąłby taki duży prąd ładowania, ale nie byłoby to korzystne dla jego żywotności. Dlatego na początku ładowania prąd trzeba ograniczać do wartości podanej przez producenta.

Z reguły zalecana maksymalna wartość prądu ładowania to 0,3C, a wiec dla akumulatora o pojemności C=12 Ah byłoby to 3,6 A. A na rysunku B widzimy zasilacz oznaczony 14,4 V 3 A.

Jeżeli zasilacz 14,4 V zawierałby ogranicznik 3-amperowy, to byłby wręcz idealną ładowarką dla akumulatora 12 V 12 Ah! W układzie według rysunku B należałoby po prostu usunąć timer i klucz (przekaźnik lub MOSFET) i dołączyć akumulator wprost do wyjścia zasilacza.

Nieliczni uczestnicy konkursu słusznie wspomnieli, że akurat zasilacze impulsowe mogą mieć niekorzystne w tym przypadku właściwości. Rzeczywiście, liczne zasilacze impulsowe nie mają ogranicznika, który pozwoli im pracować w trybie stałego prądu wyjściowego, tylko mają inny ogranicznik lub wręcz wyłącznik. Może tak być, że obwody kontroli prądu wykryją na początku ładowania wzrost prądu powyżej wartości dopuszczalnej i wyłączą zasilacz. Taka wersja nie nadawałaby się do roli ładowarki.

A jeżeli byłby to „zwykły" zasilacz bez żadnego ogranicznika, tylko zaprojektowany do pracy w zakresie prądów 0...3 A?

Trudno o jednoznaczną odpowiedź, bowiem wszystko zależy od zasilacza. W przypadku tanich zasilaczy producenci i sprzedawcy z reguły podają prąd maksymalny, który można pobrać z zasilacza tylko przez ograniczony czas z uwagi na ryzyko przegrzania tego zasilacza. Elementy elektroniczne zasilacza mogłyby pracować przy takim maksymalnym prądzie bez problemu, ale pod warunkiem ich dobrego chłodzenia – a to zazwyczaj jest problemem, bo ze względu na oszczędności chłodzenie jest niewystarczające dla pracy ciągłej. Dlatego realny prąd pracy ciągłej zwykle jest znacząco mniejszy od podawanego przez sprzedawców.

Tymczasem rozładowany akumulator kwasowy na początku ładowania może i „chce" przyjąć więcej prądu, niż nominalne 3 ampery. Zasilacz bez ogranicznika prawdopodobnie dostarczy znacznie powyżej 3 A, tylko będzie się mocno grzał. Zapewne nie doprowadzi to do natychmiastowego uszkodzenia, ale zdecydowanie zmniejszy trwałość zasilacza.

Czy taki zwykły zasilacz bez ogranicznika prądu nie może być wykorzystany do ładowania akumulatora?

Może, tylko trzeba dodać ogranicznik prądu. A najprostszym ogranicznikiem będzie szeregowy rezystor o małej wartości. O jakiej wartości?

Teoretycznie można to wyliczyć tak: napięcie zasilacza to 14,4 V, więc przyjmując standardowo napięcie rozładowanego akumulatora 10,5 V (czyli 1,75 V na celę), na rezystorze powinien wystąpić spadek napięcia 3,9 V. Zakładając, że nastąpi to przy prądzie 3 A, rezystancja powinna wynosić 1,3 oma.

W rzeczywistości powinna być dużo mniejsza, ponieważ przyjęte 10,5 V to końcowe napięcie *rozładowania*. Natomiast podczas *ładowania* w sumie dużym prądem, napięcie rozładowanego akumulatora na pewno będzie znacząco wyższe. Potrzebna szeregowa rezystancja ograniczająca zapewne byłaby dużo mniejsza od 0,5 Ω. W rezystancji 0,5 Ω przy prądzie 3 A wydzieli się 4,5 wata ciepła strat, wiec musiałby do być rezystor o znacznej obciążalności.

W sumie należałoby to dobrać eksperymentalnie, mając akumulator standardowo rozładowany (do napięcia około 10,5 V). Należałoby tak dobrać rezystancję szeregową, żeby na początku ładowania takiego pustego akumulatora prąd ładowania nie przekraczał bezpiecznej dla zasilacza wartości (3 A lub lepiej mniej).

Nieco lepsza w roli rezystancji ograniczającej prąd byłaby niskonapięciowa żarówka czy raczej kilka takich żarówek połączonych równolegle. Zapewne mogłaby to być żarówka 2...3 V – nadal można kupić zwykłe, halogenowe lub kryptonowe żarówki o napięciu 2...3 V do latarek. Zwykle mają one prąd poniżej 1 A, więc należałoby połączyć równolegle kilka – nie dwie lub trzy, tylko więcej.

Żarówka jest lepsza od rezystora dlatego, że rozgrzana, przy dużym prądzie ma rezystancję kilka razy większą, niż przy małym prądzie (i chłodnym włóknie). Jej rezystancja da o sobie znać przede wszystkim na początku ładowania, przy dużym prądzie.

Taki prymitywny ogranicznik z rezystorem, a nawet z żarówką, zmniejszy maksymalny

eprasa.pl 59bae33604

prąd ładowania do wartości bezpiecznej dla akumulatora i zasilacza, ale też niestety niepotrzebnie wydłuży czas ładowania, i do znacząco. Aby tego uniknąć, należałoby zastosować jakiś lepszy ogranicznik, np. z MOSFET-em o czym wspomniał krótko jeden z uczestników konkursu – to jednak wykracza poza ramy zadania *NieGra308*.

Część uczestników słusznie zwróciła uwagę na problem prądu maksymalnego. Zarówno zalecanego przez producenta prądu akumulatora (0,3C), jak i bezpiecznego maksymalnego prądu wyjściowego zastosowanego zasilacza.

Warto wspomnieć, że podawana w katalogach rezystancja wewnętrzna akumulatora kwasowego jest bardzo mała, może nawet rzędu kilku miliomów. Nie znaczy to jednak, że dołączenie akumulatora do źródła napięcia 14,4 V o dużej wydajności spowoduje przepływ prądu o wartości rzędu setek amperów! Nie!

Prąd będzie dużo mniejszy! Podawana w katalogach wartość rezystancji wewnętrznej dotyczy po pierwsze procesu rozładowania świeżo naładowanego akumulatora. Natomiast podczas ładowania akumulatora rozładowanego prąd będzie dużo mniejszy z uwagi na wzrost napięcia akumulatora związany nie tylko ze spadkiem napięcia na rezystancji wewnętrznej, ale też z reakcjami chemicznymi.

Owszem, przy napięciu 14,4 V zapewne popłynąłby prąd znacznie większy niż zalecane 0,3C i należałoby ograniczyć jego wartość. Warto jednak wiedzieć, że w Internecie można znaleźć informacje, że rozładowany akumulator można bez obawy o uszkodzenie dołączyć do źródła napięcia 13,8 V, jakie występuje w systemach pracy buforowej. Inaczej mówiąc, mając zestaw akumulatorów buforowych pozostających stale pod napięciem 13,8 V, można doń bezpośrednio dołączyć rozładowany akumulator bez obawy o jego uszkodzenie zbyt dużym prądem w pierwszych chwilach ładowania.

Niektórzy uczestnicy zadania zastanawiali się, czy w układzie nie należałoby przewidzieć możliwości pomiaru temperatury akumulatora i korekty napięcia końcowego. Można dodać, ale jego brak nie jest błędem.

Dwóch uczestników zadania zastanawiało się, czy na rynku można znaleźć zasilacze 14,4 V? Być może nie, ale wiele zasilaczy impulsowych można zmodyfikować lub tylko „podkręcić", by miały potrzebne 14,4 V.

Jeden z Kolegów wspomniał o „zwykłych prostownikach" dawniej bardzo popularnych. Nie nadają się one do ładowania szczelnych akumulatorów AGM i żelowych, a jedynie do akumulatorów mokrych, do których można dolać wody. Z drugiej strony, w ogromnej większości zastosowań nie ma konieczności zakupu kosztownych dedykowanych firmowych ładowarek, byle nie przekroczyć prądu ładowania 0,3C i napięcia, którym w przeciętnych warunkach może być 14,4 V.

Nagrody-upominki za zadanie **NieGra308** otrzymują:

Waldek – Szczecin,
Tadeusz Ogiński – Warszawa,
Bogdan Skóra – Tomaszkowo.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

Policz – zadanie 313

Chcemy zrealizować oświetlenie blatów szafek kuchennych według **fotografii A** za pomocą taśm LED 12 V. Jak widać, potrzebne będą dwie listwy świetlne, każda o długości 120 cm, które zostaną zamocowane pod szafkami wiszącymi.

W ramach zadania Policz313 należy:

– **oszacować ile i jakich taśm użyć do oświetlenia takich szafek kuchennych.**

Zapraszam do udziału zarówno elektroników doświadczonych, jak i początkujących, którzy jeszcze nie potrafią przeanalizować wszystkich subtelności układu. Z uwagi na specyfikę zadania proszę o podawanie swojego wieku oraz miejsca nauki czy pracy.

Fotografia 1

Odpowiedź nadeślij w terminie 60 dni od ukazania się tego numeru EdW. Tytuł e-maila powinien zawierać nazwę konkursu i numer zadania oraz Twoje nazwisko (**Policz313_Nazwisko**).

Jeżeli chcesz uczestniczyć w podziale upominków, w e-mailu podaj od razu swój adres pocztowy. Możesz też jeszcze przysłać rozwiązanie zadania Policz z poprzedniego miesiąca.

Policz – rozwiązanie zadania 308

W EdW 11/2021 przedstawione było zadanie Policz308, które brzmiało: W pomieszczeniu o rozmiarach ok. 3,5×2 m i wysokości 2,7 m mamy stół do prac warsztatowych. Aby wieczorem do pracy uzyskać tam natężenie oświetlenia około 300 lx (luksów, czyli lumenów na m^2) chcemy według **rysunku B** pod dachem umieścić aluminiową listwę z przymocowanymi kilkuwatowymi diodami COB LED (bez żadnych opraw czy soczewek).

W ramach zadania **Policz308** należy:

– ***oszacować wstępnie, jaka powinna być sumaryczna moc modułów COB LED, by uzyskać natężenie 300 lx.***

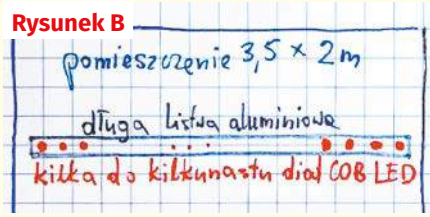
Celem zadania było przybliżenie problemu zastępowania klasycznych żarówek oświetleniem LED-owym. Ponieważ w zadaniu należało jedynie „oszacować wstępnie", to można było pominąć kwestię wysokości pomieszczenia. Obliczenia można wtedy rozpocząć od luksów i od powierzchni pomieszczenia. Luks to jednostka natężenia oświetlenia. Znając natężenie E w luksach i powierzchnię pomieszczenia S w metrach kwadratowych, obliczymy potrzebny strumień świetlny Φ z prostego wzoru:

$$\Phi\ [\mathrm{lm}] = E\ [\mathrm{lx}] * S\ [\mathrm{m}^2]$$

Znając strumień świetlny oraz skuteczność świetlną, wyrażoną w lumenach na wat, można obliczyć moc diod LED dzieląc strumień przez skuteczność świetlną.

eprasa.pl 59bae33604

Rysunek B



Oświetlenie LED dominuje już w naszych domach, ale głównie w postaci „żarówek ledowych", które są odpowiednikami klasycznych żarówek. Najpopularniejsze są oczywiście „ledówki" z typowym gwintem E27, zasilane napięciem sieciowym 230 V 50 Hz. Dość popularne są też taśmy LED, głównie 12-woltowe. Te z kolei zasilane musza być napięciem stałym.

Mniej znane i trudniejsze do wykorzystania są rozmaite moduły COB LED. Skrót COB to *Chip On Board* i oznacza on wszelkie moduły, gdzie kilka lub więcej małych diod LED SMD jest umieszczonych na metalowej płytce, zwykle aluminiowej, rzadziej miedzianej. Istnieje mnóstwo modułów COB LED o różnych właściwościach. We wszystkich mamy do czynienia z szeregowym połączeniem od trzech do nawet 20 diod, co daje wymagane napięcie zasilania od około 9 do nawet ponad 60 V. Prądy pracy zależą od liczby i mocy zastosowanych diod LED.

Moduły COB LED muszą być zasilane prądowo. To znaczy, że należy zastosować zasilacz mający właściwości źródła prądowego: którego prąd jest ustalony, a napięcie dostosowuje się do sumy napięć przewodzenia zastosowanego łańcucha diod LED. To interesujący, odrębny temat, natomiast w zadaniu *Policz308* należało się skoncentrować na ilości wytworzonego światła i potrzebnej do tego mocy elektrycznej.

Do tej pory przyzwyczajeni byliśmy do klasycznych żarówek i większość z nas, przynajmniej tych nieco starszych, potrafiłoby „na oko" dobrać liczbę i moc klasycznych żarówek.

Tabela 1. Prawidłowa wartość strumienia świetlnego wg Unii Europejskiej dla zamienników tradycyjnych żarówek dla LED-owych

Moc żarówki w watach [W]	Strumień świetlny lampy LED podany w lumenach [lm]
15	136
25	249
40	470
60	806
75	1055
100	1521
150	2452
200	3452

Jeden z mniej młodych uczestników zadania zaczął tak: *Witam. (...) Wyliczenia przedstawiam dalej, a najpierw podejście klasyczne (...) gdybym ja miał dla siebie (nie mam, a bardzo chciałbym mieć) warsztat 3,5 m × 2 m, to przewidując tam różne prace warsztatowe albo dałbym na górze dwie żarówki setki, albo dwie sześćdziesiątki plus dodatkową jakąś lampę, też sześćdziesiątkę do precyzyjnych prac. Czyli albo 200 W albo 240 W. A jak mają być ledy, to trzeba trochę poszukać i pogłówkować (...)*

Inny, też mniej młody stały uczestnik naszych konkursów napisał: *Pomieszczenie ma powierzchnię 7 m², co dla natężenie oświetlenia 300 lx wymaga oświetlenia 2100 lm. (...)*

– 8 żarówek 25 W i jedna żarówka 15 W dają strumień 2128 lm, pobierają moc 215 W,

– 4 żarówki 40 W i jedną 25 W dają strumień 2129 lm i pobierają moc 185 W.

Zgadza się, ale to dotyczy klasycznych żarówek, a nie oświetlenia LED: ani gotowych „żarówek ledowych", ani samych modułów COB LED.

W przypadku „żarówek ledowych" podaje się pobieraną z sieci moc, ale ważniejszym parametrem jest wytwarzana ilość światła – strumień świetlny w lumenach. Dlatego kupując „żarówkę ledową" przede wszystkim należy zwrócić uwagę na jej strumień świetlny (w lumenach), a nie na pobieraną moc. Aby ułatwić użytkownikom dobór zamienników, w Unii Europejskiej przyjęto dość proste zasady: **tabela 1** pokazuje, ile światła wytwarzały klasyczne żarówki. W zasadzie są to wartości dyskusyjne, na przykład dla żarówek 100-watowych dotychczas przyjmowano strumień świetlny około 1200...1400 lumenów, ale nie ma sensu o tym dyskutować, bo tabela 1 rzeczywiście ułatwia dobór zamienników. Chcąc kupić odpowiednik zwykłej żarówki „setki" należy poszukać „ledówki", na której opakowaniu podano strumień świetlny około 1500 lumenów. Prawdopodobnie jej zapotrzebowanie na moc elektryczną będzie wynosić około 15 watów. I to jest informacja, która może przydać się do rozwiązania zadania *Policz308*.

Mianowicie producent twierdzi, iż całkowita skuteczność świetlna takiej „ledówki", uwzględniajac sprawność wbudowanego zasilacza, wynosi około stu lumenów na wat (1500 lm/15 W=100 lm/W). Czy rzeczywiście jest aż tak dobrze, to odrębny temat.

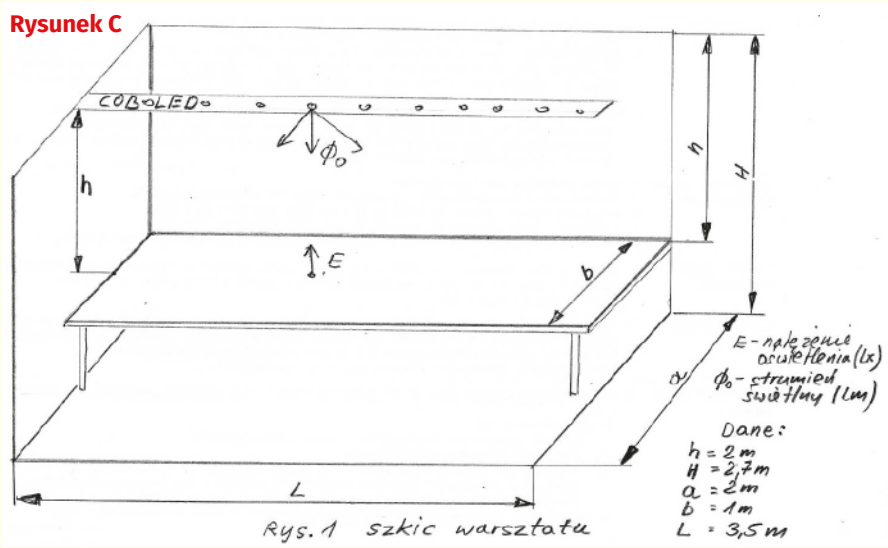
Wprawdzie w zadaniu *Policz308* była mowa o modułach COB LED, jednak znaczna część uczestników zaproponowała zastosowanie nieporównanie łatwiejszych w użyciu „żarówek LED" zasilanych napięciem 230 V AC.

Nie jest to błąd. W zadaniu było przecież podane, że należy wstępnie oszacować potrzebną moc. A do tego można było wykorzystać informacje o „żarówkach ledowych". Wiemy, że natężenie 300 luksów w pomieszczeniu o powierzchni 7 m² uzyskamy przy strumieniu świetlnym 2100 lm. Oczywiście tylko w idealnym przypadku, gdy całe światło lamp padnie na podłogę, a raczej na stół w pomieszczeniu. W rzeczywistości zapewne część światła się rozproszy i zmarnuje. Zależy to od kilku czynników, między innymi od kąta świecenia lamp (modułów COB LED) oraz od koloru i jasności ścian.

Bardzo trudno to policzyć, a nawet oszacować, w każdym razie część światła się zmarnuje, więc na pewno potrzeba więcej lumenów, niż obliczone 2100.

Najprościej biorąc, dwie „żarówki ledowe" o deklarowanym strumieniu 1521 lm, czyli odpowiedniki zwykłych „setek", powinny dać ponad 3000 lumenów, a to powinno wystarczyć. Pobiorą one z sieci około 30 watów mocy. Zadanie *Policz308* dotyczy modułów COB LED,

Rysunek C



Rys. 1 szkic warsztatu

eprasa.pl 59bae33604

ale w pierwszym przybliżeniu jak najbardziej możemy przyjąć, że sytuacja będzie podobna, jak w przypadku „ledówek", bo przecież „żarówki ledowe" też są odmianą COB LED. Daje to odpowiedź w postawionym zadaniu: ***szacunkowy pobór mocy to około 30 watów lub nieco więcej***.

Część uczestników przeprowadziła dokładniejsze obliczenia, korzystając z kart katalogowych jakichś konkretnych modułów COB LED.

I tak jeden z doświadczonych uczestników konkursów EdW napisał: *Obliczenia oświetlenia warsztatu przeprowadziłem tak jak nauczyłem się tego w technikum. Przeglądając strony internetowe nie znalazłem innej metody. (...) dla naszego pomieszczenia wzór będzie następujący:* E=Φ*k/a*L.
*k – współczynnik zmniejszenia sprawności oświetlenia (dobrany z tabel dla oświetlenia świetlówkowego) na podstawie wskaźnika pomieszczenia w gdzie w=(0,2*L+0,8*a)/h*
*w=(0,2*3,5+0,8*2)/2=1,15*
k dobrane z tabeli wynosi 0,71
*E=300 lx, Φ=E*a*L/k*
Dane z **rysunku C**.
*Φ=300*2*3,5/0,71=**2957 lm***

*Z katalogu firmy Citizens Electronic dobrałem COB LED CL-L104-HC3L1-F5, Pn= 3 W, Pmax=4,2 W, I=30–420 mA, U=8,1–9,9 V, Φ=260 lm, T=3000 K, wymiar 50*7*1,35 mm*

*Liczba diod=12 szt.*260 lm=3120 lm, co spełnia warunki obliczeń.*

Zasilacz do diod dobrałem [z zapasem] z firmy Tridonic (...) LED 50 W 350–1050 mA flexC IpEXC Uzas 230 VAC, Uwy 20...50 VDC. (...)

Komplet materiałów można znaleźć w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru (http://edw.elportal.pl).

Inny stały uczestnik też przysłał interesujące, obszerne rozwiązanie. Oto jego fragmenty: *(...) wybrałem moduł LED COB LC003D firmy SAMSUNG. Strumień świetlny 499 lm, moc 3,0 W, CRI 80, 3000 K: https://bit.ly/3tRPuyJ*

Obliczymy parametry (...) oświetlenia Esr=300 lx z uwzględnieniem parametrów pomieszczenia. (...) Pewien problem stanowi brak danych dotyczących charakterystyk świetlnych wykorzystywanych diod LED COB LC003D. (...) Takie charakterystyki są osiągalne dla opraw oświetleniowych natomiast dla pojedynczych diod nie są wykonywane (może nie są dostępne) gdyż diody jako takie stanowią tylko element wykorzystywany w produkcji oprawy. (...)

Procedura obliczeniowa uwzględniała wysokość pomieszczenia, wysokość stołu, co pozwoliło obliczyć tak zwany wskaźnik pomieszczenia o wartości

(...) W=0,67 (...) współczynniki odbicia światła: sufit – 0,7, ściany – 0,5, płaszczyzna robocza – 0,2. Na podstawie tabel (dla danej oprawy) możemy teraz odczytać współczynnik zwany współczynnikiem wykorzystania lub sprawnością oświetlenia η_{OS} (...) Największą trudność sprawia poprawne ustalenie ogólnej sprawności oświetlenia, którą odczytujemy z tablic lub wykresów. (...) W naszym przypadku nie mamy takich tabel. Wartość ta wynosi zwykle od 0,3 do 0,7 (...) Przyjmiemy wartość 0,5.

Całkowity strumień świetlny dla pomieszczenia (...) został obliczony przy przyjęciu wartości kilku parametrów, w tym k – współczynnika zapasu, który jest odwrotnością wskaźnika utrzymania μ (k=1/μ) oraz sprawności oświetlenia η_{OS}. Po przyjęciu k=1,3, η_{OS}=0,5, potrzebny strumień świetlny to aż 5460 lm! Jeden moduł daje 499 lm, więc według tych wyliczeń potrzeba

*(...) 11 modułów LED równomiernie rozłożonych wzdłuż listwy. Sumaryczna moc modułów LED wyniesie Pd=11*3 W=33 W.*

W zadaniu nie określono, jak są wykończone sufit i ściany co ma wpływ na sprawność oświetlenia η_{OS} (...) Przyjęte wartości współczynników odbicia zostały dobrane dla jasnego wykończenia ścian i sufitu. (...) Spróbujemy teraz, dla porównania, wykorzystać programy do wspomagania obliczeń oświetleniowych takich jak RELUX, DIALux. W programach tych możemy skorzystać z możliwości wyboru oprawy oświetleniowej i wprowadzenia danych świetlnych do programu automatycznie. Musimy skorzystać z innego modułu, którego dane możemy łatwo wprowadzić do programu. Takich modułów firmy SAMSUNG, jakie wybrałem na wstępie, nie znajdziemy. Wybrałem moduł firmy EATON LLB10MEL – LOW BAY LED (...) kąt świecenia (...) to 115°.

(...) Strumień świetlny modułu φ=514 lm (...) W wyniku użycia programów do obliczania parametrów oświetlenia uzyskano na płaszczyźnie roboczej wyniki przy zastosowaniu 11 modułów EATON LLB10MEL rozmieszczonych równomiernie w jednym szeregu przy suficie w odległości nie większej niż 0,05 m od sufitu (patrz wyniki obliczeń). Natężenie mierzone na płaszczyźnie roboczej na wysokości 0,75 m od podłogi.

– w programie RELUX: Esr=301 lx, Emin=248 lx, Emax=345 lx, σ=0,82,

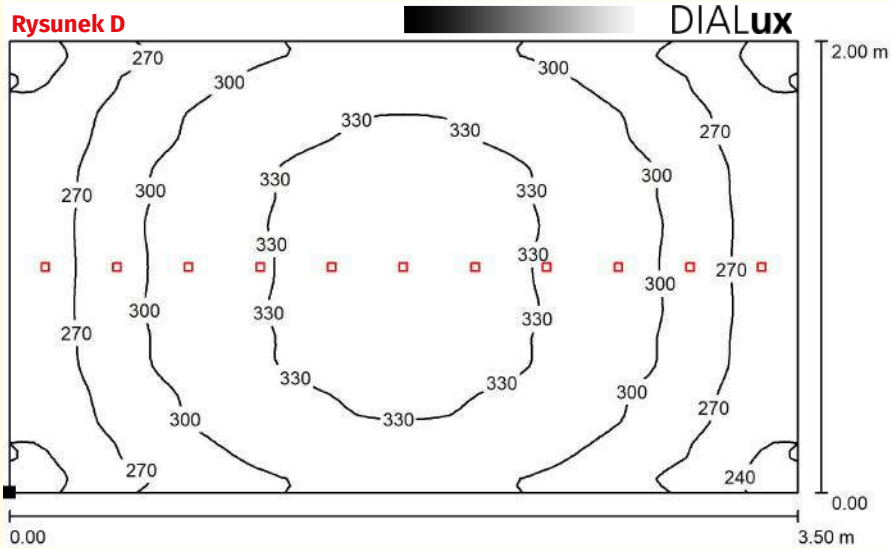
– w programie DIALux: Esr=299 lx, Emin=221 lx, Emax=340 lx, σ=0,737.

(...) Zarówno w obliczeniach tradycyjnych jak i z zastosowaniem programów komputerowych uzyskaliśmy porównywalne wyniki dla 11 modułów. (...) [na **rysunku D**] *wyniki uzyskane w programie (...) DIALux (...) można sobie zadać pytanie, czy nie można by użyć jednego modułu np. LC040D (...) 36,5 W, strumień 5963 lm.*

(...) Wielkość strumienia (...) pokrywa nasze zapotrzebowanie wg otrzymanych obliczeń a więc teoretycznie ten jeden moduł powinien rozwiązać nasz problem. Otóż nie rozwiązuje. Oprócz średniej wartości natężenia oświetlenia Esr bardzo ważnym parametrem jest równomierność oświetlenia. Na wartość tego parametru ma wpływ liczba źródeł światła i ich rozmieszczenie. (...) Dlatego w rozwiązaniu naszego zadania użyłem większej liczby modułów o mniejszym strumieniu aby uzyskać większą równomierność oświetlenia.

Ponadto jedno źródło światła dałoby bardzo ostre cienie, przeszkadzające przy wielu pracach warsztatowych. Całość rozwiązania wraz z wynikami symulacji z dwóch programów, dostępna jest w materiałach dodatkowych w Elportalu.

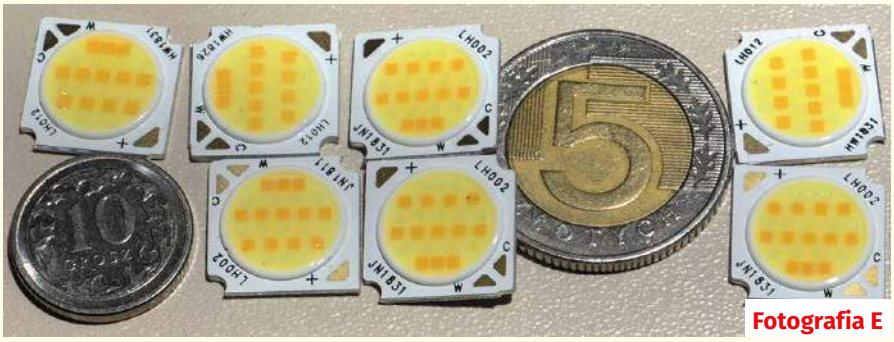
Do zadania *Policz308* można podejść z jeszcze innej strony, by poznać kolejne aspekty szerokiego zagadnienia i sporo się przy tym nauczyć. Otóż najtaniej oświetlenie warsztatu można zrealizować kupując



Rysunek D

eprasa.pl 59bae33604

Firma Piekarz Sp. J.
Hurtowania Części Elektronicznych
Tel.: 22-835-50-37
Tel.: 22-835-50-41



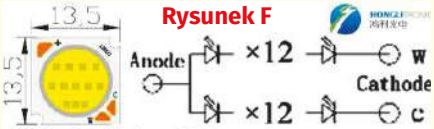
Fotografia E

Rysunek G

(2) Electro-Optical Characteristics at Tc=25°C

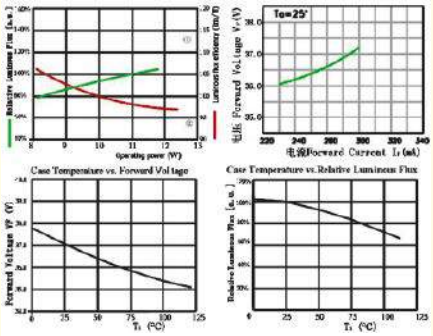
Color temperature	Voltage	Forward Current		Luminous flux Ra80			Thermal resistance
		IFw	IFc	Min	Typ	Max	
2700K	34–36–40V	280	20	800	870	980	3.57
3000K		260	40	990	1060	1170	
3500K		200	100	1080	1140	1250	
4000K		145	155	1130	1190	1300	
5000K		75	225	1080	1150	1260	
6500K		0	300	1010	1080	1190	

Rysunek F



(1) Absolute Maximum Ratings

Parameter参数	Symbol符号	Min.	Typ.	Max.	Units
Input power range 输入功率范	Pi	7.2	10.8	12	W
operating current range 工作电	IF (IFw+IFc)	200	300	350	mA
Parameter参数	Symbol符号	Rating Value			Units
Junction Temperature结温	Tj	115			°C
Operating Temperature Range	Top	-35°C To +80°C			
Storage Temperature Range(贮	Tstg	-40°C To +100°C			
Lead Soldering Temperature*焊	T_{sol}	Max. 350°C for 5sec Max			



Rysunek H

na jednym z chińskich portali zarówno moduły COB LED, jak i jakiś zasilacz do nich. Kwestię doboru zasilacza pomijamy, choć jest to bardzo ważna i trudna część przedsięwzięcia. W ramach zadania *Policz308* bierzemy pod uwagę małe moduły COB LED przyzwoitej chińskiej firmy Hongli, kosztujące około 9 zł za sztukę, przedstawione na **fotografii E**. Jak pokazuje **rysunek F** są to 10-watowe moduły podwójne, zawierające dwa łańcuchy po 12 struktur białych zimnych i białych ciepłych. Temperaturę barwową światła można płynie regulować przez zmianę proporcji prądu struktur ciepłych (W) i zimnych (C), jak pokazuje **rysunek G**.

Jak widać, sumaryczny prąd obu łańcuchów nie powinien przekraczać 300 mA (350 mA według rysunku F), bowiem przy napięciu zasilania ponad 30 V daje to moc ponad 10 W, z czego większość to moc strat cieplnych, która musi być odprowadzona z maleńkiego modułu do radiatora i dalej do otoczenia. Na pewno wymagany jest odpowiedni radiator, co jest oddzielną kwestią.

Bardzo pouczająca jest analiza informacji z rysunku G dotyczących ilości wytwarzanego światła. Dla dowolnej barwy światła sumaryczny prąd wynosi 300 mA, więc możemy przyjąć, że moc elektryczna jest taka sama. Natomiast wytwarzany strumień świetlny zależy od temperatury barwowej. Jak widać, diody białe zimne mają znacznie wyższą skuteczność świetlną. Gdy pracują tylko diody zimne (6500 K), strumień wynosi typowo 1080 lumenów, a przy temperaturze 2700 K, gdy świecą głównie struktury ciepłe, strumień typowo wynosi 870 lm, co daje ponad 20% różnicy!

Bardzo ważne informacje zawiera też **rysunek H**. Po pierwsze wykres w lewym górnym rogu pokazuje, że korzystniejsza jest praca przy mocy mniejszej niż maksymalna. Wtedy można uzyskać skuteczność świetlną ponad 100 lm/W. Z kolei wykres z prawego dolnego rogu pokazuje, że warto utrzymać jak najniższą temperaturę obudowy, bo wtedy skuteczność jest lepsza. Można to łatwo zrealizować, pracując z mocą modułu dużo mniejszą, niż maksymalna. Oczywiście wzrośnie koszt, bo dla uzyskania danego strumienia trzeba zastosować więcej modułów. W warunkach amatorskich nie jest to problemem biorąc pod uwagę detaliczną cenę modułu poniżej 10 złotych.

Wracając do podstaw: teoretycznie do uzyskania natężenia 300 luksów na powierzchni 7 m² wystarczy 2100 lumenów, ale ze względu na rozmaite straty światła trzeba tę ilość zwiększyć o kilkadziesiąt procent, a nawet dwukrotnie. Jeżeli moduły będą zamocowane na aluminiowej listwie bez żadnej dodatkowej oprawy, to sumaryczne straty światła będą dużo mniejsze, niż w przypadku jakichś opraw czy kloszy.

Gdy chcemy uzyskać 4200 lumenów, to zgodnie z rysunkiem G wystarczyłyby cztery, najwyżej pięć takich modułów. Ja wcześniej bez żadnych obliczeń, tylko „na wyczucie" zamówiłem „u Chińczyka" siedem modułów (a przez pomyłkę lub nie – otrzymałem osiem). Aby wytworzyć 4200 lm, każdy z nich musi dać 600 lumenów, co według przedstawionych danych katalogowych powinno udać się przy mocy elektrycznej każdego modułu około 6 W. Spodziewany prąd jednego modułu powinien wynieść nieco mniej niż 0,2 A, a napięcie na łańcuchu diod nieco ponad 30 V. Przy jednakowym prądzie obu łańcuchów modułu (2×100 mA) uzyskamy dość przyjemną temperaturę barwową około 4000 K, a praca przy prądzie 100 mA pomoże utrzymać niedużą („prawdziwą") temperaturę poszczególnych struktur LED, co jest korzystne.

Dla siedmiu modułów potrzebny więc będzie zasilacz prądowy o sumarycznym prądzie około 1,4 A i napięciu około 30...35 V. Minimalna moc zasilacza o około 42 W, czyli w praktyce 50 W, ale bezpieczniej byłoby zastosować zasilacz silniejszy.

Jeżeli miałaby być to system oświetlenia z płynną regulacją temperatury barwowej w całym dostępnym zakresie 2700 K...6500 K, to trzeba byłoby zastosować dwa oddzielne zasilacze regulowane o mocy maksymalnej co najmniej 50 W. Czy to jest potrzebne w warsztacie – to kwestia do dyskusji.

Tak czy inaczej, aktualna pozostaje inna kwestia: czy można 7 albo 14 łańcuchów diod połączyć równolegle?

Gdy moduły pochodzą z jednej serii produkcyjnej i co ważne, mają jednakowe warunki chłodzenia, to na pewno można. Czy jednak łańcuchy diod ciepłych i zimnych mają jednakowe parametry elektryczne i różnią się tylko luminoforem? Być może tak, być może nie. To trzeba byłoby sprawdzić praktycznie.

Jednak bezpieczniej będzie w szereg z każdym łańcuchem włączyć niewielki rezystor, co wyrówna prądy. Jeżeli prąd łańcucha wynosiłby 100 mA, to potrzebny rezystor mógłby mieć 10 Ω...22 Ω (wystarczy mały 0,25 W), co dałoby spadek napięcia na nim 1...2,2 V i straty mocy 3...5% całej mocy zasilania.

Wszystkie nadesłane rozwiązania mogłem uznać za prawidłowe. Nagrody-upominki za zadanie ***Policz308*** otrzymują:

Jan Dąbrowski – Poznań,
Andrzej Kubiak – Rumia,
Andrzej Sowa – Grzmiąca.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

eprasa.pl 59bae33604

Jak to działa

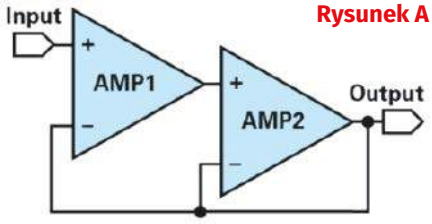
Rozwiązanie zadania „Jak to działa” z EdW 12/2021

W numerze 12/2021 przedstawiony był, pokazany na rysunku B, nieskomplikowany układ elektroniczny.

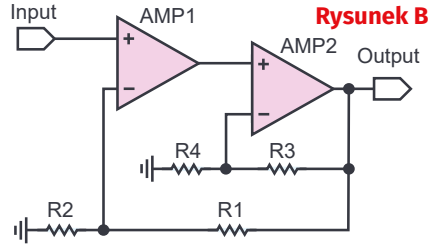
Jest to tak zwany **wzmacniacz zespolony** (*composite amplifier*).

Współpraca dwóch wzmacniaczy operacyjnych o różnych parametrach może spowodować znaczącą poprawę niektórych parametrów takiego zestawu, w porównaniu z parametrami każdego z użytych wzmacniaczy składowych. Najprościej mówiąc, taka konfiguracja pozwala wyeksponować zalety użytych wzmacniaczy i zminimalizować ich wady.

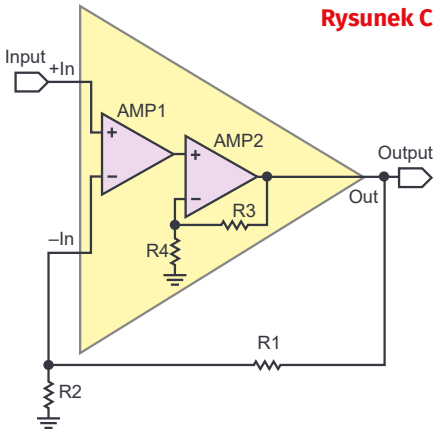
Ogólnie biorąc, AMP1 powinien mieć jak najlepsze parametry wejściowe (małe napięcie niezrównoważenia, małe prądy wejściowe i ich dryfty oraz małe szumy), natomiast wzmacniacz AMP2 powinien mieć jak najlepsze parametry wyjściowe (dużą wydajność prądową, duży zakres napięcia wyjściowego, dużą szybkość zmian napięcia wyjściowego).



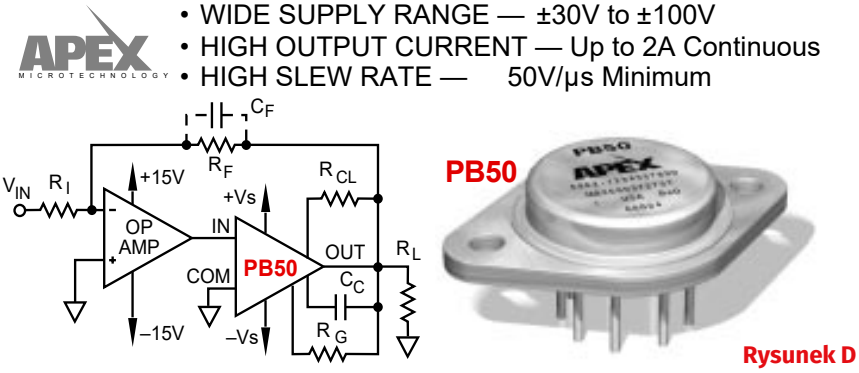
Rysunek A



Rysunek B



Rysunek C



Rysunek D

Na **rysunku A** pokazany jest wzmacniacz kompozytowy nieodwracający o wzmocnieniu równym 1. Większe wzmocnienie można uzyskać na przykład w konfiguracji według **rysunku B**.

Tu od razu nasuwa się pytanie, jakie będzie wypadkowe wzmocnienie? Odpowiedź jest prosta: decyduje o tym stosunek wartości rezystorów R1, R2, a nie R3, R4, bowiem oba wzmacniacze można traktować jako jeden, jak pokazuje **rysunek C**.

Rysunek D pokazuje wersję wzmacniacza odwracającego ze stopniem wyjściowym dużej mocy (PB50).

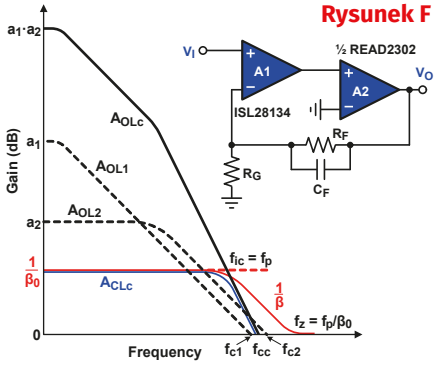
Pochodzące z noty Burr Brown z roku 1990 konfiguracje pokazane na rysunku E zawierają zwykły wzmacniacz operacyjny (OPA827) oraz szybki wzmacniacz ze sprzężeniem prądowym CFA (OPA803) co pozwala zwiększyć iloczyn wzmocnienia i pasma (GBP.)

Wzmacniacz kompozytowy pozwala zwiększyć pasmo przenoszenia, co ilustruje **rysunek E** z noty aplikacyjnej ROHM.

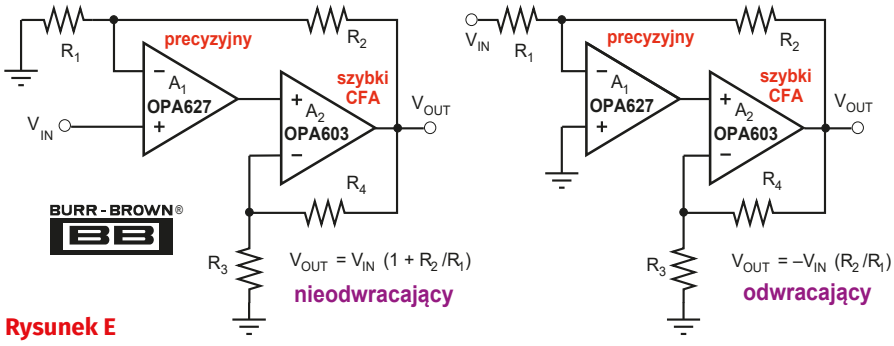
W literaturze można znaleźć wiele przykładów tego rodzaju wzmacniaczy kompozytowych pozwalających poprawić rozmaite parametry. W EdW kiedyś był omawiany pochodzący z noty Linear Technology AN-21 1986 Jim Williams Composite Amplifiers wzmacniacz z **rysunku G**. Tu precyzyjny wzmacniacz LT1022 jedynie likwiduje napięcie niezrównoważenia szybkiego wzmacniacza LT1022.

Dziwna konfiguracja według **rysunku H** pozwala znacząco polepszyć parametr CMRR przez zmianę napięcia zasilania wzmacniacza głównego IC1.

W książce Walt Jung Op Amp Applications Handbook można znaleźć bardzo interesujące przykłady. I tak na **rysunku J** pokazany jest wzmacniacz o bardzo małych napięciowych szumach wejściowych, wykorzystujący



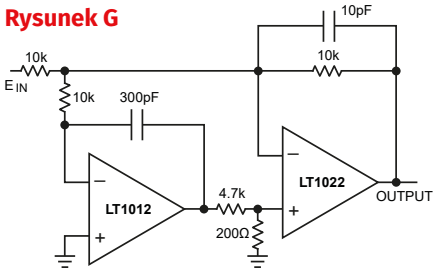
Rysunek F



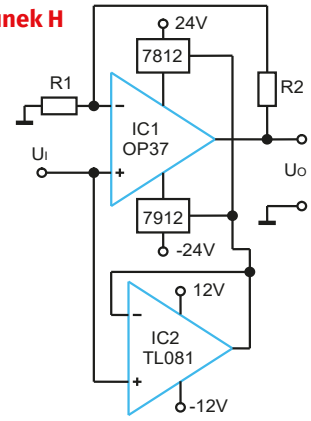
Rysunek E

eprasa.pl 59bae33604

Rysunek G

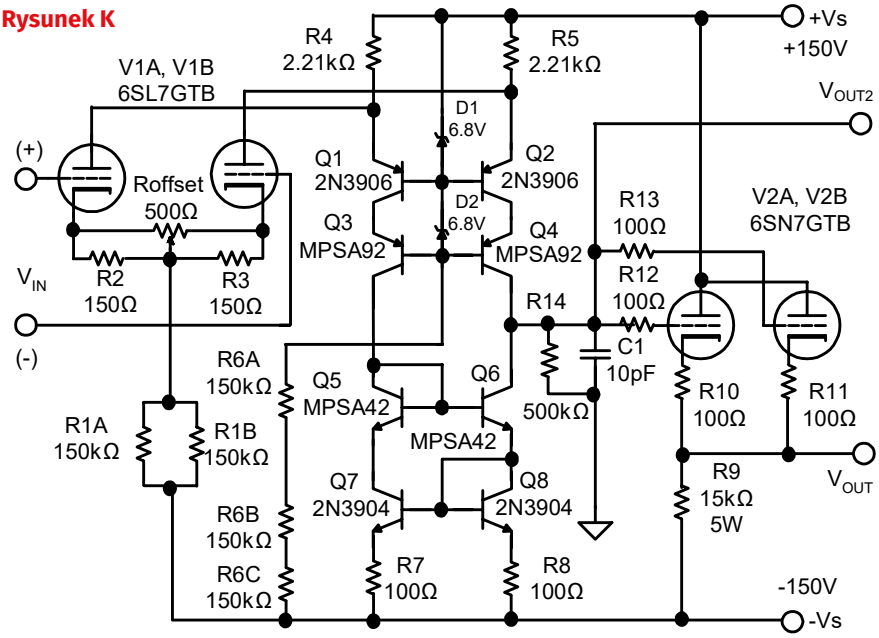


Rysunek H



High CMRR composite amplifier

Rysunek K



"Nostalgia" vacuum tube input/output composite op amp

ultraniskoszumne tranzystory MAT02. Kwestia, na ile w ten sposób można zmniejszyć szumy i zniekształcenia jest jednak skomplikowanym i szerokim zagadnieniem.

W tej książce kompozytowym nazwany jest też hybrydowy wzmacniacz „Nostalgia" z rysunku K zawierający w stopniu wejściowym i wyjściowym... lampy elektronowe.

Wzmacniacze kompozytowe rzeczywiście pozwalają poprawić wiele parametrów wzmacniaczy. Zawsze trzeba jednak pamiętać, że jeżeli zwiększana jest liczba stopni wzmocnienia, to pogłębia się problem przesunięć fazy (opóźnień), a to jak wiadomo, grozi samowzbudzeniem.

Na rysunkach zagrożenia nie widać, ale w praktyce jest to poważny problem. Na **rysunku F** widać tylko jeden kondensator kompensujący C_F. W praktyce, zależnie głównie od właściwości użytych wzmacniaczy, konieczne może być zastosowanie bardziej złożonych obwodów kompensacji. Dwa przykłady proponowanych konfiguracji z obwodami kompensacji częstotliwościowej pokazane są na **rysunkach L** oraz **M**.

Dlatego każdy, kto chciałby poprawić właściwości za pomocą wzmacniacza kompozytowego, powinien przeanalizować przykłady i propozycje z literatury.

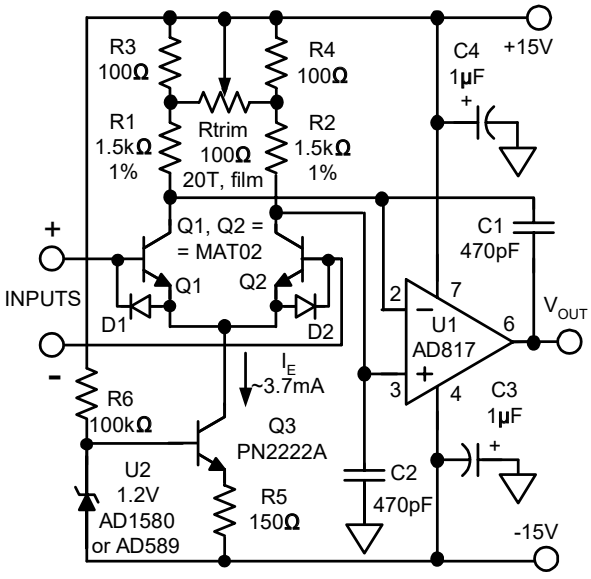
Na zakończenie warto wspomnieć, że czasami wzmacniaczami *kompozytowymi* nazywane są też wzmacniacze *kaskadowe*, będące niejako szeregowym połączeniem niezależnych wzmacniaczy. Wprawdzie w dużej części jest to kwestia umowy, ale generalnie wzmacniaczami kompozytowymi powinno się nazywać konfiguracje, gdzie wzmacniacze składowe objęte są jedną wspólną pętlą ujemnego sprzężenia zwrotnego (czego nie spełnia wzmacniacz z **rysunku K**).

Nagrody-upominki za zadanie „JakDziała?" otrzymują:

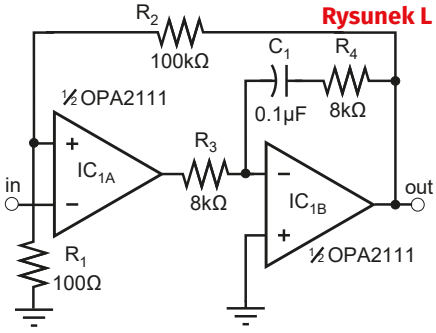
Daniel Mucha – Kamień,
Tadeusz Susfał – Warszawa,
Marcin Grabowski – Gdańsk.

Wszyscy uczestnicy konkursu zostają dopisani do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty. ■

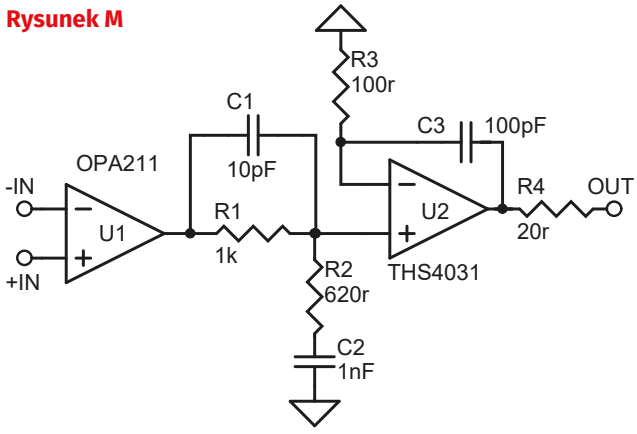
Rysunek J



Rysunek L



Rysunek M

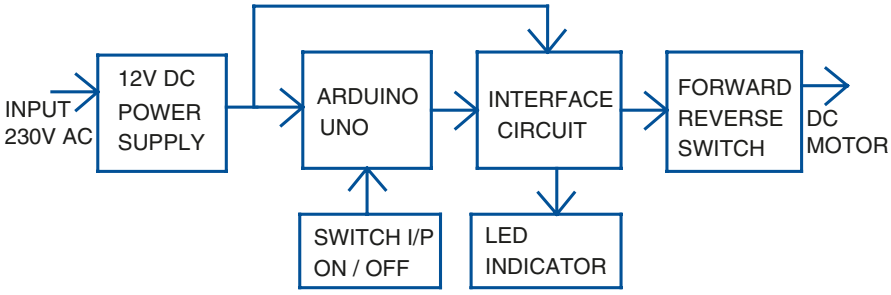


eprasa.pl 59bae33604

Liniowa regulacja prędkości silnika DC

EFY TESTED
Sani Theo

Oto prosty i tani projekt do liniowego sterowania prędkością silnika DC dla specyficznych i precyzyjnych zastosowań.



Rysunek 3. Schemat blokowy czasowego przełącznika regulacji prędkości obrotowej

Zazwyczaj, modulacja szerokości impulsu (PWM) jest używana do zmiany prędkości obrotowej silników DC. Gdy szerokość impulsu jest stała, prędkość silnika pozostaje taka sama, a gdy szerokość się zmienia, prędkość również się zmienia. Ten projekt wykorzystuje tanią płytkę Arduino Uno z niewielką ilością zewnętrznych komponentów. Układ przekształca czas załączenia na liniową zmianę prędkości z regulacją przód-tył. Generalnie, małe silniki DC są używane do przykręcania i odkręcania śrub, wiercenia otworów w płytkach drukowanych oraz do precyzyjnego szlifowania, itp. W większości z tych zastosowań, potrzebna jest niska prędkość na początku, która wzrasta z czasem. Niska prędkość obrotowa na początku umożliwia korygowanie położenia obrabianego przedmiotu i narzędzia. Przykładowo, silnik prądu stałego używany do wkręcania lub wykręcania wymaga niskiej prędkości obrotowej przy rozruchu. Jeśli, podczas wkręcania śruby, silnik uruchomi się z pełną prędkością może to doprowadzić do niewłaściwego wkręcania lub uszkodzenia łba śruby. Podobnie, wiercenie otworów w płytce drukowanej może wymagać początkowo niskiej prędkości, która z czasem wzrasta.

Ogólnie rzecz biorąc, potencjometr obrotowy jest używany do regulacji prędkości silnika DC jak pokazano na fotografii 1. Z proponowanym regulatorem prędkości użytkownik może skoncentrować się na wierceniu lub wkręcaniu śrub, a nie na zmianie prędkości za pomocą potencjometru.

Ponadto, istnieją problemy z zużyciem w potencjometrze liniowym, które prowadzą do niewłaściwego kontaktu i po pewnym czasie do awarii urządzenia.

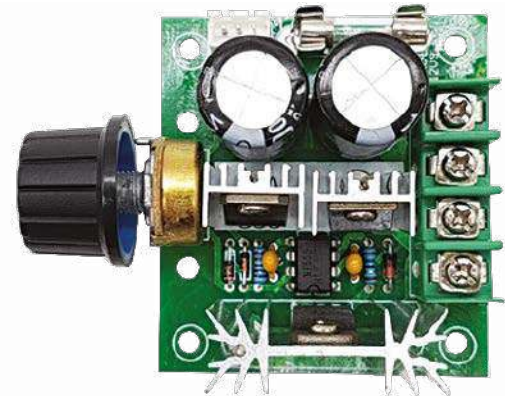
Potencjometry są dobre, ale mają następujące problemy:

1. Wskutek szybkiej pracy cyklicznej wewnętrzne materiały zużywają się na skutek tarcia.
2. Ruch ślizgacza powoduje szum w rodzaju „skreczowania".
3. W niektórych przypadkach potencjometry liniowe/przesuwne (wysokiej klasy przełącznik spustowy) są używane do regulacji prędkości w punkcie wyzwalania silnika. W takich przypadkach prędkość obrotowa silnika jest proporcjonalna do głębokości lub ciśnienia w punkcie wyzwalania.

Przykład włącznika regulacji prędkości obrotowej zastosowanego w elektrycznej wiertarce ręcznej pokazano na fotografii 2. Układ ten zamienia czas załączenia na prędkość obrotową silnika prądu stałego. W ten sposób prędkość obrotowa silnika rośnie liniowo od zera, dopóki trzymasz włącznik/wyłącznik, do jego maksymalnej prędkości.

Układ i działanie

Rysunek 3 przedstawia schemat blokowy, a rysunek 4 schemat elektryczny czasowego przełącznika kontroli prędkości dla silnika prądu stałego. Użyto zasilacza 12 V DC o prądzie znamionowym wystarczającym do zasilenia płytki Arduino Uno i silnika. Zasilacz jest podłączony poprzez 12 mm gniazdo zasilania do płytki Arduino. Wolna prędkość przyrostowa silnika DC jest trudna do osiągnięcia przy użyciu elementów dyskretnych i układów czasowych. W tym przypadku prosty przełącznik przyciskowy on/off S1 jest podłączony jako wejście. Dioda LED1 podłączona do pinu 9 Arduino pełni funkcję wskaźnika prędkości. W miarę dalszego naciskania przełącznika, jasność LED1 wzrasta, a wraz z nią prędkość silnika DC. Układ przekazuje sygnał PWM generowany z Arduino Uno do silnika DC 12 V, który jest napędzany. Przełącznik przód-tył S2 służy do zmiany kierunku obrotu silnika.



Fotografia 1. Moduł regulatora prędkości obrotowej silnika prądu stałego

Fotografia 2. Przełącznik regulacji prędkości obrotowej stosowany w elektrycznej wiertarce ręcznej

Wykaz elementów:

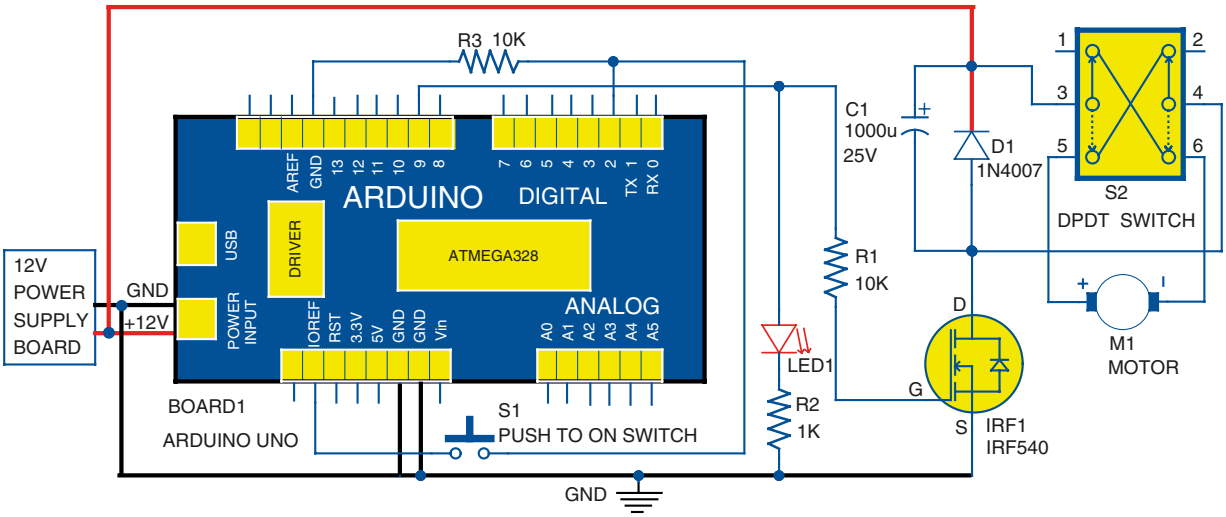
Półprzewodniki:
Board1: pytka Arduino Uno
T1: 540 MOSFET
D1: dioda prostownicza 1N4007
LED1: dioda LED 5 mm

Rezystory: (wszystkie 0,25 W, ±5%, węglowe)
R1, R3: 10 kΩ

Kondensatory:
C1: 1000 µF, 25 V, elektrolityczny

Pozostałe:
S1: przełącznik przyciskowy
S2: przełącznik DPDT 2 A
Silnik: Silnik DC 12 V, 500 mA
Zasilacz DC 12 V, 1A z środkowo-dodatnim wtykiem 5,5×2,1 mm
Radiator dla T1

eprasa.pl 59bae33604

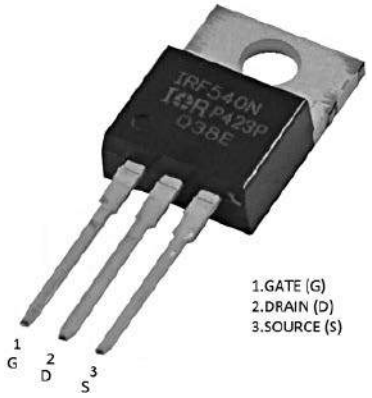


Rysunek 4. Schemat połączeń czasowego przełącznika regulacji prędkości dla silnika DC

Pin 2 płytki Arduino Uno Board1 jest połączony z pinem 5 V/IOREF poprzez przełącznik przyciskowy S1. Cyfrowy pin 2 Arduino i przełącznik S1 są połączone z masą poprzez wspólny 10-kiloomowy rezystor R3. Pin 9 Arduino Uno pełni funkcję pinu wyjścia, który jest również podłączony do bramki IRF540 MOSFET (T1). MOSFET nadaje się w aplikacjach PWM lepiej niż tranzystor.

Rozkład wyprowadzeń układu IRF540 pokazano na fotografii 5. Dren jest podłączony do zasilania 12 V DC poprzez diodę D1 zabezpieczającą układ podczas włączania i wyłączania zasilania silnika. Kondensator C1 (1000 μF/25 V) pełni rolę wygładzacza. Przełącznik DPDT S2 podłączony pomiędzy diodą D1 a silnikiem jest wykorzystywany jako przełącznik przód-tył.

W prototypie zastosowano mały silnik 12 V DC o prądzie znamionowym 500 mA oraz przełącznik DPDT 2A. Do wykonania prototypu użyto zasilacza 12 V/1 A. Wartości znamionowe zasilacza 12 V, MOSFETu, diody D1, oraz przełącznika DPDT S2 zostały ustalone na podstawie wartości znamionowych silnika DC.



Fotografia 5. Szczegóły pinów tranzystora MOSFET IRF540

Oprogramowanie

W układzie wykorzystano program Time2SpeedSwitch.ino napisany w języku programowania Arduino, który jest ładowany do wewnętrznej pamięci Arduino Uno. Atmega328P na Arduino Uno jest dostarczany z wstępnie zaprogramowanym bootloaderem, który pozwala użytkownikom na wgranie nowego kodu bez użycia peryferyjnego programatora sprzętowego. Arduino IDE 1.6.4 jest używane do skompilowania i wgrania programu.

Szkic (oprogramowanie) jest sercem systemu i realizuje wszystkie główne funkcje. Program jest prosty i łatwy do zrozumienia. Komentarze zostały dodane na końcu każdej linii poleceń. Piny wejściowe i wyjściowe są inicjalizowane. Funkcja rpmIncrementFactor() jest wartością liczbową reprezentującą szybkość zwiększania prędkości silnika

REKLAMA

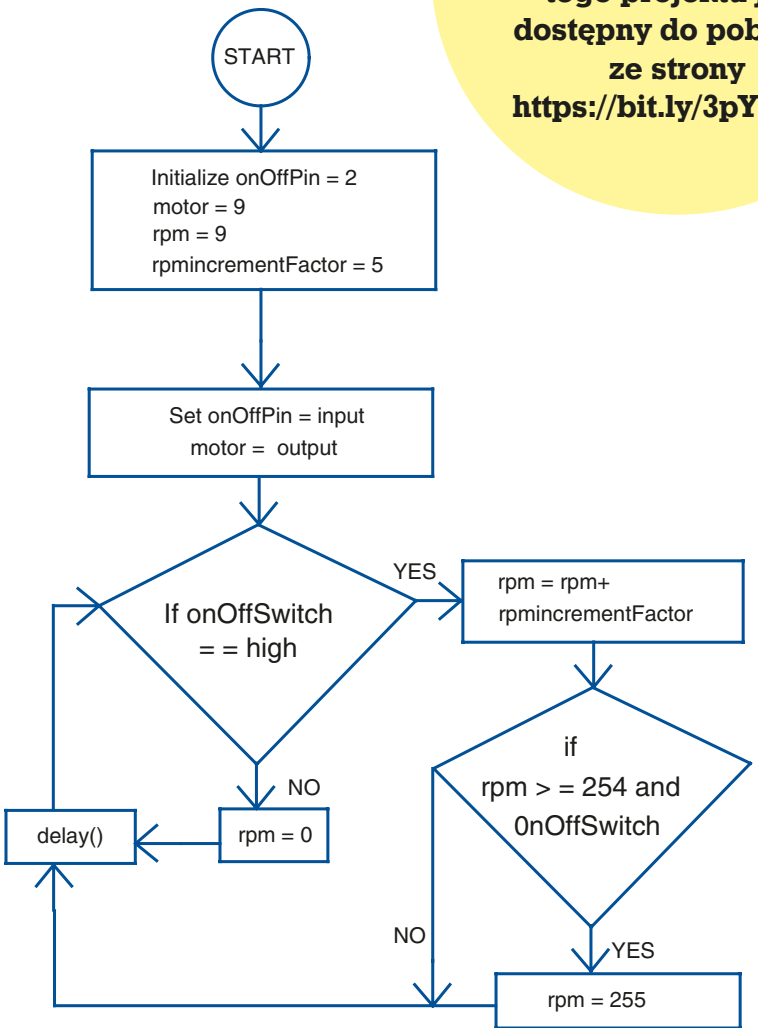
KEY PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ
11-200 Bartoszyce ul. Bohaterów Warszawy 67 pwkey@onet.pl
tel. (89)7635050 fax (89)7635051

TANIE REGULATORY
DO KOTŁÓW WĘGLOWYCH I NA DREWNO
z wbudowanym termostatem pokojowym
zapewniającym komfort i oszczędność

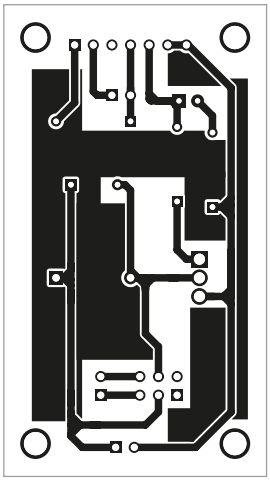
REGULATORY DO KOTŁÓW Z PODAJNIKIEM
REGULATORY POGODOWE
• Prosta obsługa, bogate możliwości programowania
• Możliwość dopasowania do każdego kotła i rodzaju paliwa
• Wysoka jakość • Gwarancja 24 miesiące
www.pwkey.pl

eprasa.pl 59bae33604

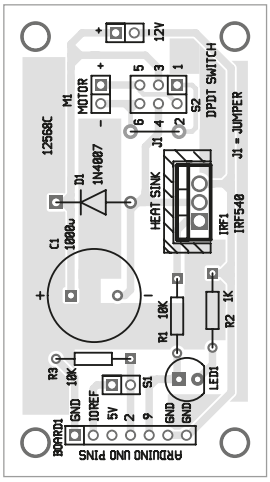
Kod źródłowy tego projektu jest dostępny do pobrania ze strony https://bit.ly/3pY8DOu



Rysunek 6. Schemat blokowy programu



Rysunek 7. Widok płytki drukowanej dla układu



Rysunek 8. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej

w krokach. Wartość ta jest definiowana przez użytkownika i może być ustawiona zgodnie z wymaganiami. Funkcja delay() określa szybkość, z jaką wzrasta prędkość silnika. Dla rosnącej prędkości, zmniejszamy wartość opóźnienia i odwrotnie. Dla lepszego zrozumienia kodu programu jego schemat blokowy jest przedstawiony na rysunku 6.

Budowa i testowanie

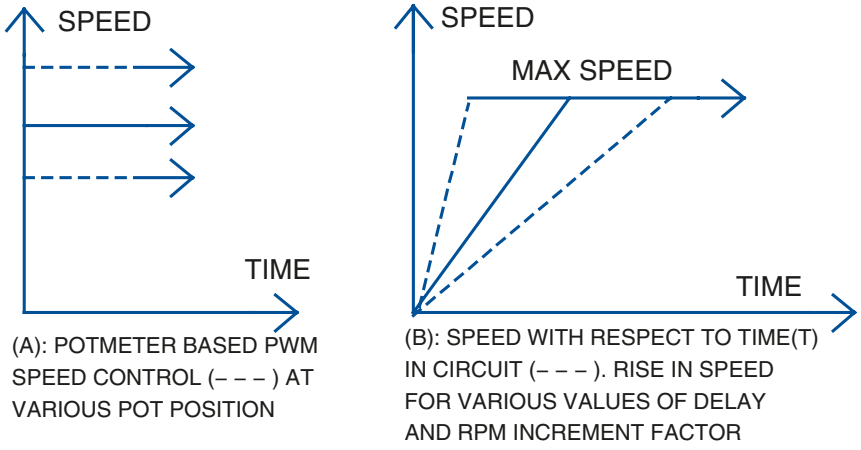
Układ, w tym Arduino Uno i elementy peryferyjne, mogą być umieszczone w obudowie o wymiarach 10×10 cm z gniazdem 12 V DC dla wejścia zasilania. Układ rzeczywistej wielkości jest pokazany na rysunku 7, a rozmieszczenie jego elementów na rysunku 8. Przełączniki S1 i S2 mogą być umieszczone w pobliżu silnika. Dioda LED1 może znajdować się na płycie czołowej w celu wizualnej sygnalizacji.

Podłącz multimetr pod pin 9 i GND Arduino, aby obserwować numeryczny przyrost napięcia na nim.

Wartość ta koreluje z odpowiednią prędkością silnika DC. Wykres przedstawiony na rysunku 9a przedstawia zmianę prędkości obrotowej silnika w zależności od zmiany położenia potencjometru. Wykres na rysunku 9b przedstawia zmianę prędkości silnika prądu stałego w funkcji czasu po naciśnięciu przełącznika S1.

Środki ostrożności. Płytki Arduino Uno są bardzo wrażliwe, więc obchodź się z nimi ostrożnie. Sprawdź poprawną polaryzację wejścia gniazda zasilania DC (2,1 mm środkowo-dodatni wtyk do gniazda zasilania na płytce). Użyj odpowiedniego radiatora dla MOSFETu T1. ■

K. Murali Krishna



Rysunek 9. Wykresy przedstawiające zmianę prędkości silnika DC

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „EFY", listopad 2021 (efymag.com)

eprasa.pl 59bae33604

Sterowanie urządzeniami IoT za pomocą myśli

EFY TESTED
Ashwini K. Sinha

Autor opisuje jak za pomocą myśli możemy sterować urządzeniami IoT.

Czy chciałeś kiedykolwiek sterować rzeczami tylko za pomocą swoich myśli? Cóż, teraz jest to możliwe! Pomysł na ten projekt pojawił się podczas pracy nad projektem BioSecure, gdzie wykorzystując sygnały EEG i EMG utworzony został unikalny wzór będący hasłem. Doprowadziło to do rozwinięcia modelu uczenia maszynowego (ML), który rozumiał sygnały mózgowe. W ten sposób tworzył unikalne wzory wykorzystując nasze myśli. Na przykład, gdy myślimy w określonym języku, model ML jest w stanie odczytać te myśli i przetłumaczyć je. Dane z mózgu, odpowiadające poziomowi uwagi umysłowej muszą być uzyskane za pomocą czujnika EEG. Poziom ten otrzymuje następnie wartość progową. Kiedy poziom uwagi przekracza zadaną wartość, światła lub inne urządzenia połączone z IoT (o których pomyślano) włączają lub wyłączają się. Ten projekt nie kończy się na tym. Praca badawcza będzie kontynuowana w kierunku utworzenia interfejsu mózg-komputer (BCI). Być może będzie to pierwszy na świecie tłumacz myśli wykorzystujący model ML.

Czyż to nie brzmi bardzo interesująco i dość futurystycznie? Jeśli tak, to zacznijmy projekt od zakupów komponentów wymienionych poniżej.

Wymagania wstępne

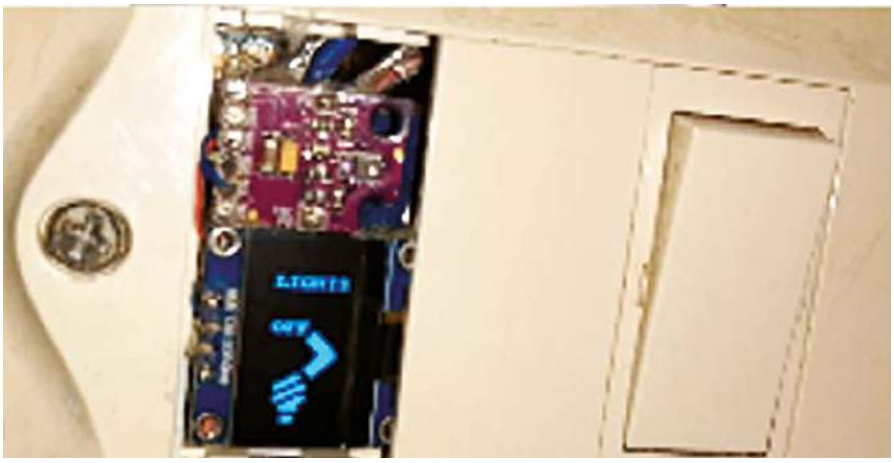
Istnieją różne czujniki EEG, takie jak OpenBCI i NeuroSky MindWave, które są dostępne na rynku.

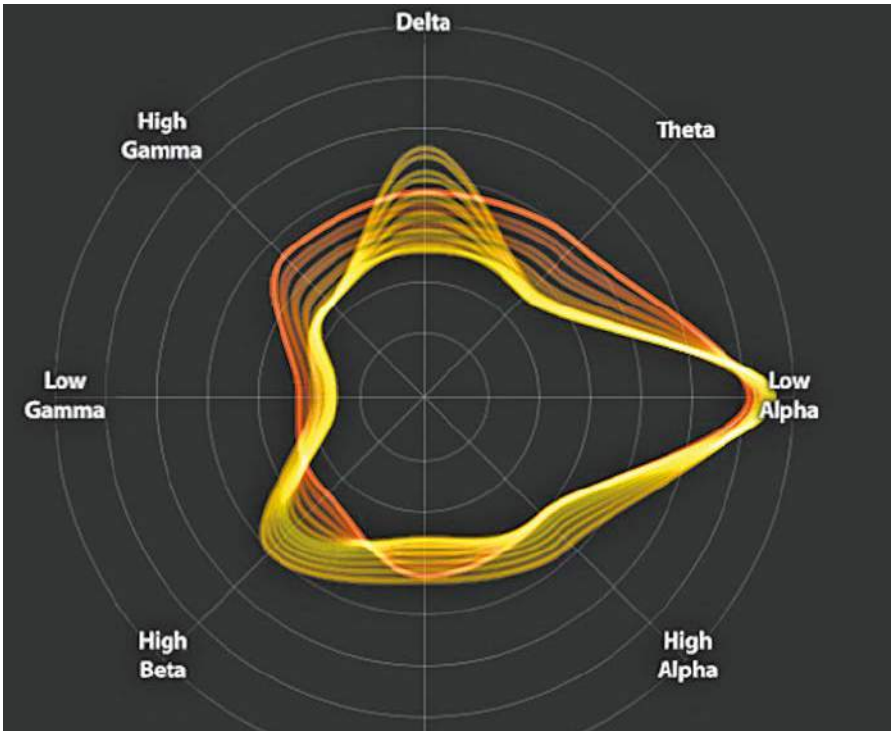
W niniejszym projekcie wykorzystano czujnik NeuroSky MindWave Mobile 2.

Zainstaluj sterownik Bluez w komputerze Raspberry Pi. Jeśli masz najnowszą wersję systemu operacyjnego Raspbian, nie ma potrzeby tego robić, ponieważ odpowiedni sterownik i oprogramowanie już są. Otwórz urządzenia Bluetooth w Ustawieniach i sparuj

Tabela 1.

Nazwa komponentu	Liczba	Opis
Raspberry Pi	1	RPi Zero W, RPi 4
Czujnik EEG	1	Mindwave 2
Moduł przekaźnika	1	Przekaźnik 5 V





Rysunek 1. Prototyp autora podczas testów

eprasa.pl 59bae33604

REKLAMA

OSTRZEŻENIE

ELPORTAL.pl

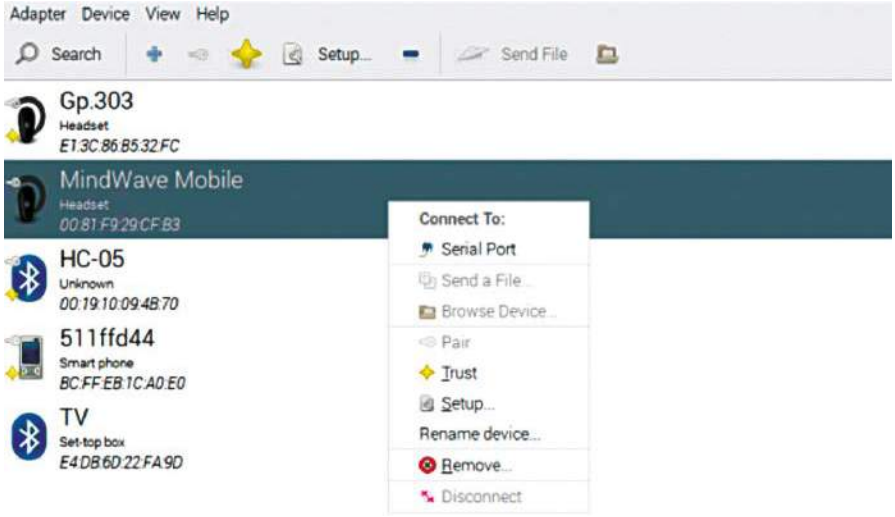
Mimo braku wyników badań kohortowych kalifornijskiego Institute of Medical Science i sztokholmskiego Karolinska Institutet, nie możemy dalej ukrywać, że Elportal

uzależnia

Matki, Żony i Córki elektroników profesjonalnych i pasjonatów elektroniki serdecznie za to

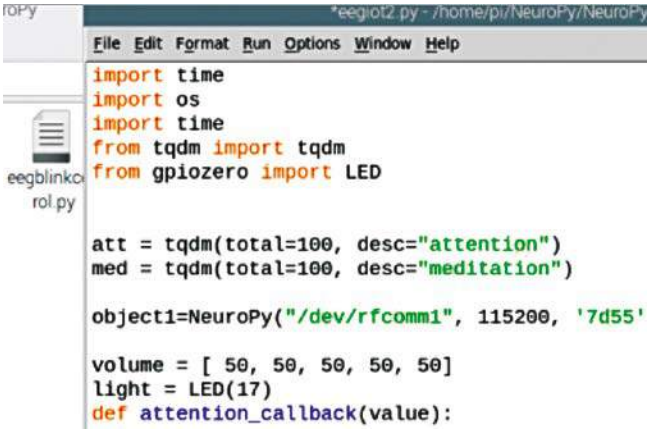
przepraszamy

Redakcja Elportalu



Rysunek 2. Ustawienie Bluetooth

Rysunek 3. Nazwa portu szeregowego

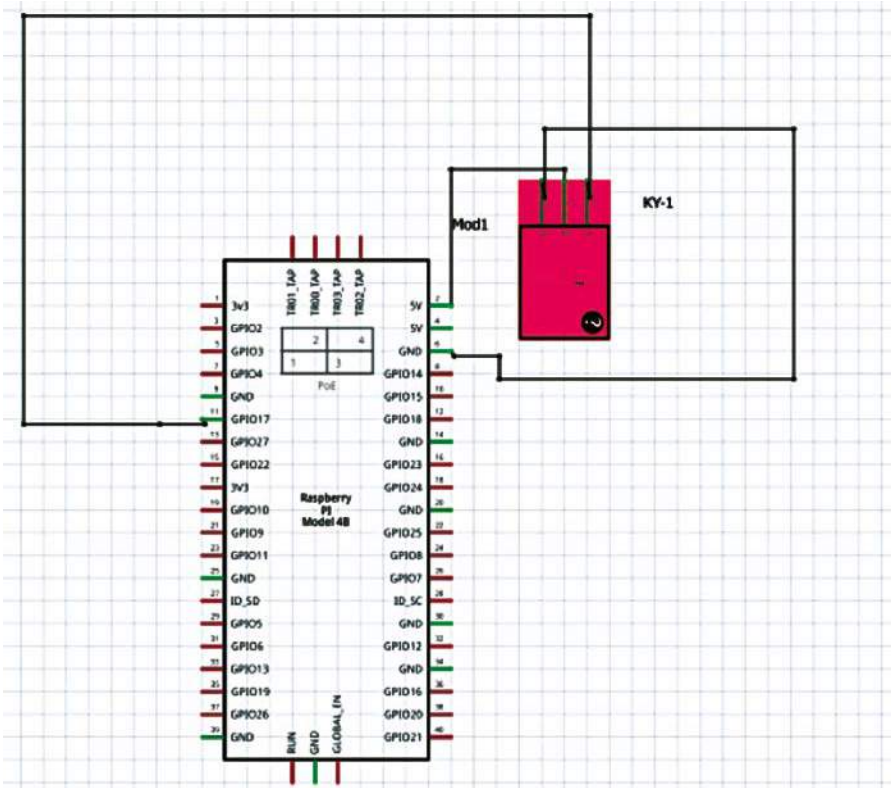


Rysunek 4. Ustawianie numerów pinów do sterowania oświetleniem, wentylatorami, itp.

```
def attention_callback(value):

    volume.append(value)
    volume.pop(0)
    att.update(value)
    att.refresh()
    att.update(-value)
    value = 0
    for v in volume:
        value = value + v
    value = value / len(volume)

    #"this function will be called everytime NeuroPy has a new value fo
    os.system("amixer sset 'Master' " + str(value) + "% > /dev/null")
    if(value > 89):
        print("lights on mind attentain attend")
        light.toggle()

    #att.moveto(value)

#    print
    #do other stuff (fire a rocket), based on the obtained value of att
```

Rysunek 5. Kod przetwarzający sygnały mózgowe EEG

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 6. Połączenie z przekaźnikiem i Rpi

czujnik EEG przez Bluetooth z Raspberry Pi. Po udanym połączeniu z portem szeregowym, zostanie wyświetlony komunikat z nazwą portu szeregowego. Zanotuj ją.

Pobieranie danych z czujnika EEG przez Bluetooth przy użyciu Pythona (różne czujniki mają różne moduły Pythona i biblioteki, które odczytują dane z tych czujników.) Z racji użytego MidWave 2, zainstaluj jego moduł Pythona o nazwie NeuroPy.

Otwórz terminal i zainstaluj ten moduł używając polecenia:

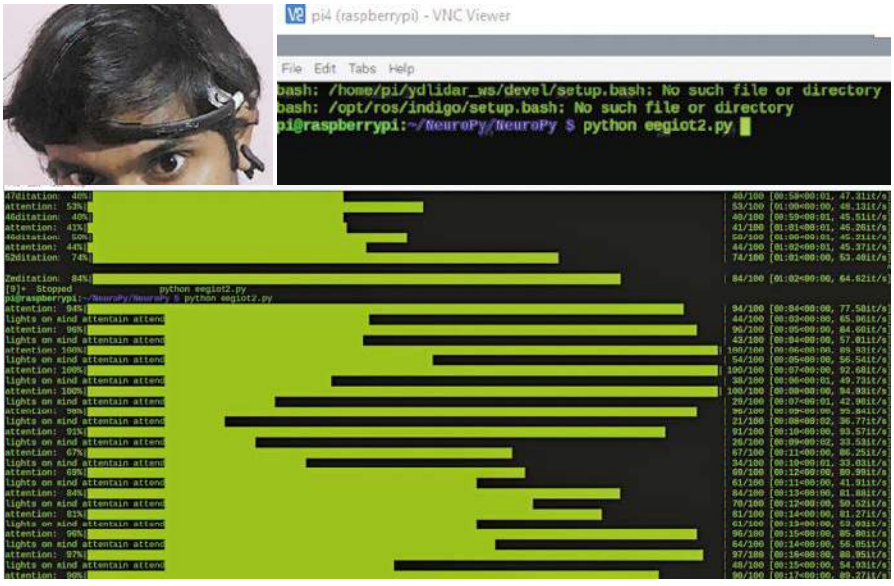
```
sudo pip3 install NeuroPy
```
(dla Pythona 3)

Ponieważ biblioteka napotyka na pewne problemy z Pythonem 3, można użyć jej odpowiednika dla Pythona w wersji 2:

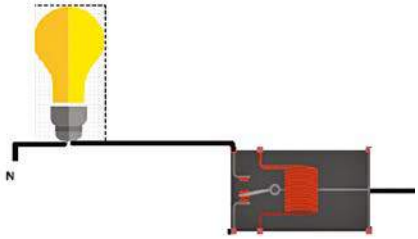
```
sudo pip install NeroPy
```
(dla Pythona 2)

Ponieważ czujnik EEG jest już sparowany z Raspberry Pi, można odczytać z niego dane.

Załóż czujnik EEG na głowę. Aby przetestować dane z czujnika EEG, sklonuj bibliotekę, a następnie uruchom testowy kod za pomocą następujących poleceń:



Fotografia 8. Poziom uwagi mózgu podczas testowania



Rysunek 7. Połączenie z przekaźnikiem i żarówką

```
sudo git clone https://github.com/lihas/NeuroPy
cd NeuroPY/NeuroPy
Python test.py
```

Biblioteka pomoże Ci uzyskać następujące dane z czujników EEG:

- Niskie fale theta
- Wysokie fale theta
- Niskie fale beta
- Wysokie fale beta
- Wysokie fale gamma
- Niskie fale gamma
- Skupienie
- Medytacja
- Fale
- Mrugnięcie okiem

Aby kontrolować podłączone urządzenia IoT takie jak światła elektryczne czy wentylatory, wykorzystaj dane takie jak skupienie, medytacja i mrugnięcie okiem.

Kodowanie

Dołącz do kodu moduły NeuroPy i gpiozero. Następnie, ustaw nazwę portu COM dla czujnika EEG. Potem, należy ustawić numer pinów do sterowania oświetleniem elektrycznym, wentylatorami, itp.

W kolejnym kroku utwórz funkcję, która sprawdza sygnały/fale mózgowe takie jak: fale alfa fale beta, fale gamma itd. Dzięki nim można określić wartość uwagi. Jeśli przekroczy ona ustawioną wcześniej wartość progową 80 to urządzenie, o którym się myślało automatycznie się włączy/wyłączy.

Podłączenie i testowanie

Po wykonaniu odpowiednich połączeń, uruchamiamy kod w IDE lub na komputerze. Skoncentruj się na włączeniu lub wyłączeniu żarówki. Gdy Twoje myśli osiągną lub przekroczą ustawioną wartość progową, żarówka zacznie świecić lub zgaśnie.

Gratulacje! Właśnie potrafisz kontrolować urządzenie elektryczne za pomocą swoich myśli. ■

Ashwini Kumar Sinha

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „EFY", listopad 2021 (efymag.com)

eprasa.pl 59bae33604

Bezprzewodowy ściemniacz światła oparty na gestach dłoni

S.C. Dwivedi

Projekt wykonany w oparciu o czujnik akcelerometryczny MPU6050 i Arduino służy do bezprzewodowego sterowania jasnością światła.

Akcelerometr MPU6050 wykrywa nachylenie dłoni w osi X i Y i dostarcza cyfrowe odczyty. Arduino Nano odczytuje te dane i przesyła je za pomocą modułu RF 433 MHz, które są odbierane przez odbiornik i wykorzystywane do sterowania jasnością światła w zależności od ruchu ręki.

Układ może kontrolować jasność światła, jak również prędkość wentylatora. Jest szczególnie przydatny dla osoby niepełnosprawnej.

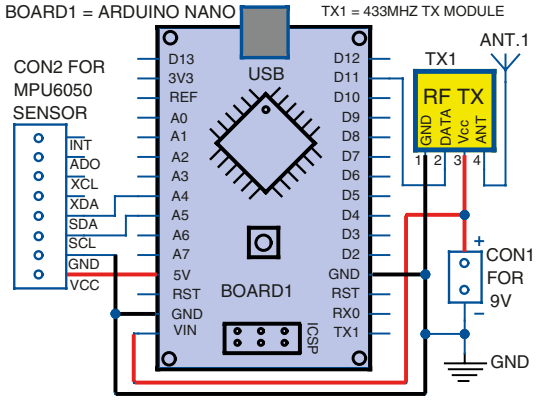
Układ i działanie

Układ bezprzewodowego ściemniacza światła AC opartego na gestach dłoni składa się z nadajnika i odbiornika.

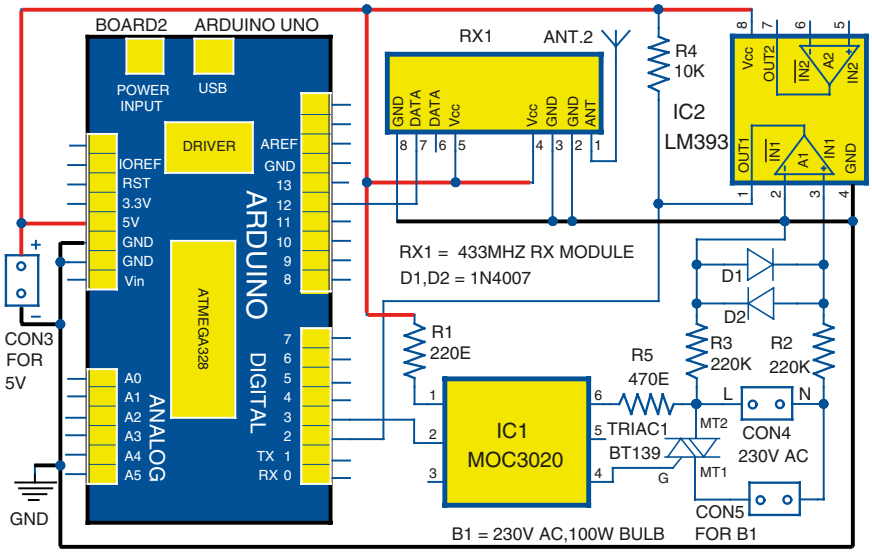
Nadajnik. Schemat układu nadajnika pokazano na rysunku 1. Posiada on płytkę Arduino Nano (Board1), moduł nadajnika RF 433 MHz (TX1), baterię 9 V oraz czujnik akcelerometryczny MPU6050.

Moduł nadajnika (TX1) posiada cztery piny, mianowicie Vcc, dane, masę (GND) i antenę (ANT), jak pokazano na rysunku 1. Pin Vcc może być zasilany w szerokim zakresie napięcia od 3 V do 12 V. Nadajnik pobiera prąd o minimalnym natężeniu 9 mA, który podczas transmisji może wzrosnąć nawet do 40 mA.

Dane, które mają być transmitowane, są podawane na pin data. Sygnał ten jest następnie modulowany za pomocą ASK (amplitude shift keying) i wysyłany w przestrzeń z częstotliwością 433 MHz. Prędkość z jaką transmituje dane to około 10 kbps.



Rysunek 1. Układ nadajnika



Rysunek 2. Układ odbiornika

Czujnik MPU6050 posiada zintegrowany 3-osiowy akcelerometr MEMS (micro electrical mechanical system) oraz 3-osiowy żyroskop MEMS. MPU6050 jest czujnikiem 6 DOF (degree of freedom) lub 6-osiowym IMU (inertial measurement unit). Podaje on sześć wartości na wyjściu – trzy wartości z akcelerometru i kolejne trzy z żyroskopu. Czujnik ten wykorzystuje do komunikacji protokół I²C. Akcelerometr działa na zasadzie efektu piezoelektrycznego.

Arduino Nano ma trzydzieści pinów. Jego pin VIN jest podłączony do dodatniego bieguna baterii 9 V. Pin GND jest podłączony do ujemnego bieguna baterii.

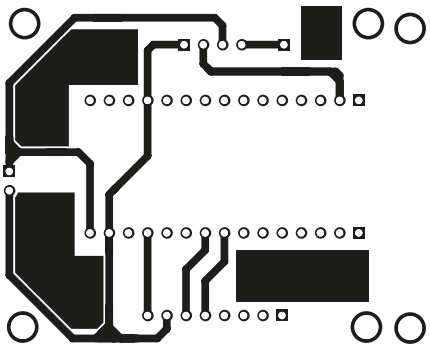
MPU6050 jest 8-pinowym czujnikiem. Jego pin VCC jest podłączony do 5 V Arduino Nano. Pin GND jest połączony z pinem GND Arduino. Piny SCL i SDA czujnika są podłączone odpowiednio do pinów A5 i A4 Arduino. Pin 1 modułu TX1 jest podłączony do GND, pin 2 do pinu D11 Arduino Nano, a pin 3 do +9 V. Pin 4 (ANT) jest podłączony do anteny służącej do transmisji na duże odległości.

Oprogramowanie. Arduino IDE służy do programowania Arduino Nano. Podłącz Arduino do komputera PC/laptopa za pomocą kabla USB. Otwórz kod źródłowy/szkic (xyz_tx.ino). Nie zapomnij dołączyć odpowiednich bibliotek, takich jak Adafruit MPU6050, biblioteki string i biblioteki virtual wire. Skompiluj kod źródłowy. Wybierz port COM i płytkę z menu Tools w Arduino IDE. Teraz załaduj kod źródłowy xyz_tx.ino do Board1.

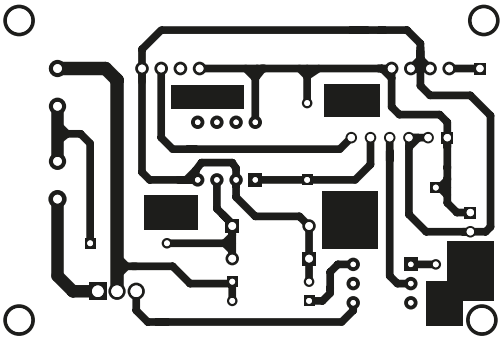
Możesz przetestować kod otwierając Serial Monitor w Arduino IDE. Jeśli twoje połączenia są poprawne i prawidłowe, wyświetli się komunikat „Successfully Connected". Możesz zobaczyć dane z osi X i Y na Serial Monitorze. Jeśli nic nie jest wyświetlane na Serial Monitorze, sprawdź kod źródłowy xyz_tx.ino w linii numer 14 w //Serial.begin(9600). Usuń

Kod źródłowy tego projektu jest dostępny do pobrania ze strony https://bit.ly/3tB83Hl

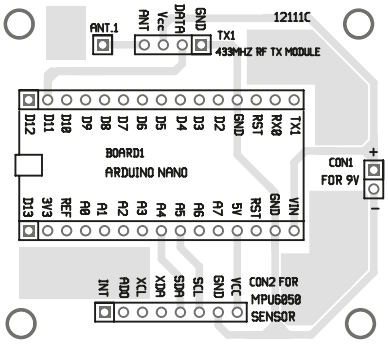
eprasa.pl 59bae33604



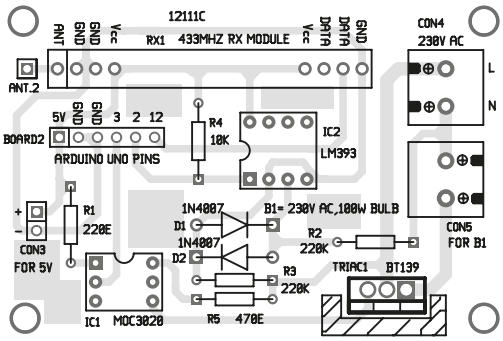
Rysunek 3. Mozaika ścieżek płytki drukowanej nadajnika



Rysunek 5. Mozaika ścieżek płytki drukowanej odbiornika



Rysunek 4. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej z rysunku 3



Rysunek 6. Rozmieszczenie elementów na płytce drukowanej z rysunku 5

podwójny ukośnik, skompiluj, załaduj, a następnie ponownie sprawdź dane na Serial Monitorze.

Odbiornik. Schemat ideowy odbiornika jest przedstawiony na rysunku 2. Zawiera on Arduino Uno (Board2), moduł odbiornika RF 433 MHz (RX1), transoptor MOC3020 (IC1), BT139 (TRIAC1), wzmacniacz operacyjny LM393 (IC2), 230 V AC, 100-watową żarówkę (B1) oraz kilka podstawowych elementów elektronicznych.

Triak jest trójkońcówkowym przyrządem półprzewodnikowym. Jest on dwukierunkowy i może przełączać wysokie napięcie i prąd AC. Triak jest szeroko stosowany w aplikacjach sterujących mocą prądu zmiennego.

Moduł odbiornika RF (RX1) odbiera zmodulowany sygnał RF, a następnie go demoduluje. Posiada osiem pinów. Jego piny VCC i GND są podłączone odpowiednio do pinów 5 V i GND Arduino. Pin danych jest podłączony do pinu 12 Arduino Uno.

Wzmacniacz operacyjny LM393 jest wykorzystywany do detekcji przejścia przez zero sygnałów AC. Rezystor R4 jest używany jako rezystor podciągający, natomiast rezystory R2 i R3 są używane do zrzucania napięcia AC. Diody D1 i D2 służą do zabezpieczenia wzmacniacza operacyjnego przed uszkodzeniem w wyniku wzrostu napięcia wejściowego. Sygnał fali prostokątnej jest uzyskiwany na końcówce 1 układu IC2.

W układzie odpalania triaka należy podłączyć pin 1 układu IC1 do 5 V przez rezystor R1, a pin 2 do pinu 3 Arduino. Rezystor R5 jest podłączony pomiędzy IC1 i MT2 triaka. Wyjście sygnału sterującego jest dostępne na zaciskach MT1 i MT2 triaka.

Po podłączeniu zasilania 5 V do Arduino, zaczyna ono odbierać przesyłane dane poprzez moduł RX1. Te odebrane dane są wykorzystywane do sterowania triakiem za pomocą sygnałów PWM.

Napięcie wyjściowe na triaku może być wykorzystane do sterowania urządzeniami elektrycznymi, takimi jak żarówka (B1) lub wentylator. Na przykład, może to być wykorzystane do sterowania prędkością obrotów wentylatora lub jasnością żarówki. Odebrane sygnały wyjściowe można sprawdzić na monitorze szeregowym.

Oprogramowanie. Przed podłączeniem układu odbiornika do Arduino Uno, należy wgrać kod xyz_rx.ino na płytkę Arduino Uno (Board2). Do programowania Arduino Uno służy Arduino IDE. Otwórz kod źródłowy/szkic, skompiluj go, a następnie wybierz port COM i płytkę z menu Tools w Arduino IDE. Wgraj kod źródłowy na płytkę Arduino Uno.

Wykaz elementów:

Półprzewodniki:
Board1: Arduino Nano
Board2: Arduino Uno
IC1: transoptor MOC3020
IC2: wzmacniacz operacyjny LM393
Triac1: triak BT139/BTA12
D1, D2: dioda prostownicza 1N4007
Rezystory: (wszystkie 0,25 W, ±5%, węglowe):
R1: 220 Ω
R2, R3: 220 kΩ
R4: 10 k Ω
R5: 470 Ω
Pozostałe:
CON1, CON3: złącze 2-pinowe męskie i żeńskie
CON2: 8-pinowy Bergstrip
CON4, CON5: 2-pinowy zacisk
TX1: 433 MHz nadajnik RF
RX1: 433 MHz odbiornik RF
ANT.1, ANT.2: przewód jednodrutowy 30 mm
B1: żarówka 100 W, 230 V AC
akcelerometr MPU6050
bateria 9 V /zasilacz stabilizowany 9 V
zasilacz stabilizowany 5 V
radiator dla BT139

Budowa i testowanie

Schemat płytki drukowanej nadajnika pokazano na rysunku 3, a rozmieszczenie jego elementów na rysunku 4. Po zmontowaniu układu na płytce drukowanej i wgraniu kodu źródłowego xyz.tx.ino do Arduino Nano, podłącz napięcie 9 V DC do złącza CON1. Układ nadajnika jest teraz gotowy do użycia.

Układ płytki drukowanej dla odbiornika jest pokazany na rysunku 5, a rozmieszczenie jego elementów na rysunku 6. Przed użyciem Arduino Uno, nie zapomnij wgrać pliku xyz_rx.ino. Po zmontowaniu układu na płytce, do złącza CON3 należy podłączyć napięcie stałe 5 V. Podłącz napięcie sieciowe 230 V AC, 50 Hz do złącza CON4, oraz podłącz 100-watową żarówkę 230 V AC, do złącza CON5. Układ odbiornika jest gotowy do użycia.

Należy zachować pewną odległość pomiędzy nadajnikiem a odbiornikiem. Trzymając nadajnik w ręku, przechylaj go w górę i w dół. Intensywność świecenia żarówki będzie rosła lub malała w zależności od pozycji i kąta nachylenia czujnika MUP6050 w jednostce nadawczej. ■

Ajay Saini

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „EFY", październik 2020 (efymag.com)

REKLAMA
młody m.technik
Ciekawi świata są zawsze młodzi
przejrzysz i kupisz na
www.ulubionykiosk.pl

eprasa.pl 59bae33604

Prosta solarna lampa dzienna oparta na słonecznym pozyskiwaniu energii

Dachowe instalacje fotowoltaiczne (PV) zyskują coraz większą popularność. Zazwyczaj są to systemy podłączone do sieci. Ich moc waha się od jednego kilowata do kilkudziesięciu kilowatów. Instaluje się je na dachach małych budynków, biurowców, domów jednorodzinnych, bungalowów, itp. Nawet w kompleksach mieszkalnych, na dachach budynków mieszkalnych, instalowane są duże systemy solarne. Energia wytworzona przez taki system jest wykorzystywana do oświetlenia części wspólnych, wind, itp. w danym kompleksie apartamentów.

Jednak w pojedynczych mieszkaniach, w budynkach wysokich, nie ma instalacji fotowoltaicznych. Ponieważ liczba mieszkań w miastach wzrasta, trzeba szukać sposobów i środków, aby zainstalować tam panele fotowoltaiczne. Otwiera to nowe możliwości wykorzystania energii słonecznej.

Wyzwania

Zanim zaproponuje się jakikolwiek system dla mieszkań, należy zidentyfikować problemy i obawy. Oto niektóre z głównych powodów, dla których mieszkania nie są wyposażone w instalacje fotowoltaiczne:

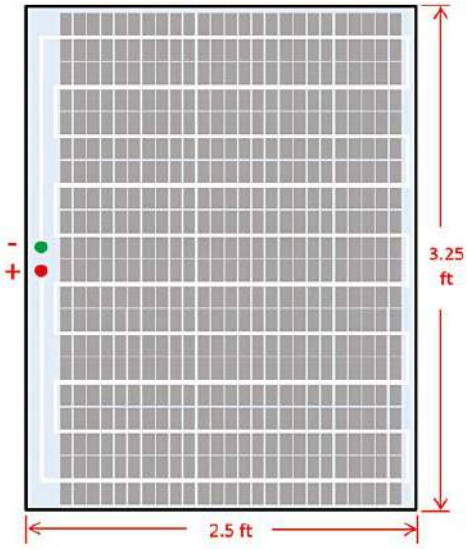
Bezpieczeństwo. Panele słoneczne są dość ciężkie i wykorzystują tafle szkła. W związku z tym, jeśli są zainstalowane w wysokich budynkach, istnieją szanse, że mogą one spaść z różnych powodów. Stanowi to zagrożenie dla życia. Jeśli nie jest to całkowicie bezpieczne, nie możemy instalować paneli słonecznych w wysokich budynkach.

Brak miejsca. Bardzo trudno jest znaleźć odpowiednie miejsce, w którym można by zainstalować panele. Jedyna możliwość to ściana balkonu lub kratki.

Mniejsze nasłonecznienie. Większość mieszkań otrzymuje światło słoneczne tylko przez cztery do pięciu godzin. Jeśli balkon jest skierowany na wschód, światło słoneczne jest dostępne rano, a w przypadku balkonu skierowanego na zachód – po południu. Ilość wytwarzanej energii jest mniejsza. Dlatego nie jest to atrakcyjna propozycja dla właścicieli mieszkań.

Mieszkania wynajmowane. W przypadku mieszkań oddawanych w najem, najemca może być zainteresowany posiadaniem instalacji solarnej, ale właściciel może nie wyrazić na to zgody, ze względu na wiele kwestii. Dlatego system powinien być taki, aby lokatorzy mogli szybko zainstalować panele. W razie potrzeby, ich demontaż również powinien być łatwy.

Pomimo powyższych problemów, warto zbadać możliwość wykorzystania energii słonecznej w mieszkaniach. W przeciwnym razie duża część społeczeństwa zostanie pozbawiona energii solarnej. Warto zacząć skromnie. W miarę postępu technologicznego może stać się to bardziej efektywne i opłacalne. Oto próba zaprojektowania systemu PV dla tego segmentu.



Rysunek 2. Panel polimerowy typ II, przystosowany do montażu pionowego

Standaryzacja

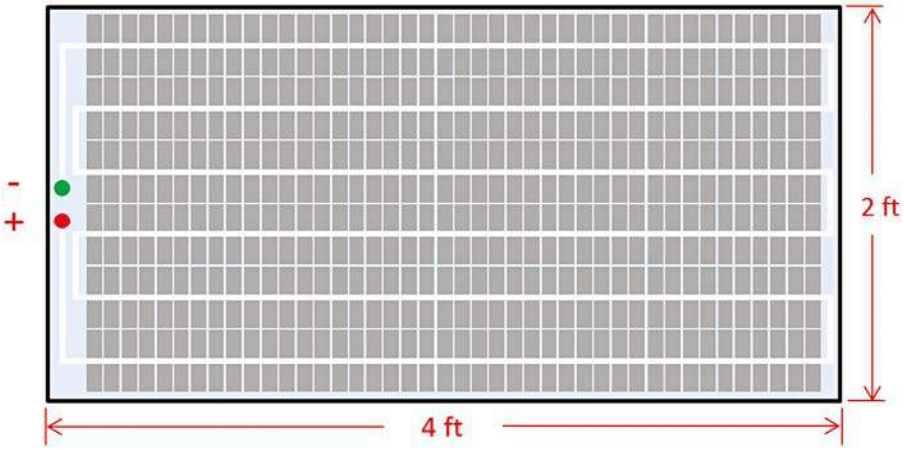
Aby efektywnie wykorzystać ograniczoną przestrzeń i ograniczony potencjał wytwarzania energii elektrycznej, konieczna staje się standaryzacja różnych aspektów projektu. Poniżej szczegółowo omówiono każdy z parametrów projektowych podlegających standaryzacji.

Napięcie PV. Panele PV są dostępne w wersjach o różnym napięciu znamionowym. W przypadku zastosowań dachowych z wystarczającą ilością miejsca nie ma ograniczeń co do liczby paneli i napięcia roboczego. Jednak w proponowanym projekcie może być miejsce na zainstalowanie tylko kilku małych paneli. W związku z tym istnieje potrzeba standaryzacji napięcia PV. Zachęci to ludzi do projektowania urządzeń na standardowe napięcie i obniży koszty.

Ponadto, ze względu na ograniczoną przestrzeń, ilość wytwarzanej energii będzie się mieścić w przedziale mocy od 100 do kilkuset watów. Przy tych poziomach mocy nie jest możliwe zaprojektowanie systemu podłączonego do sieci. Musi to być system off-grid. Dlatego w domu wymagane jest dodatkowe okablowanie.

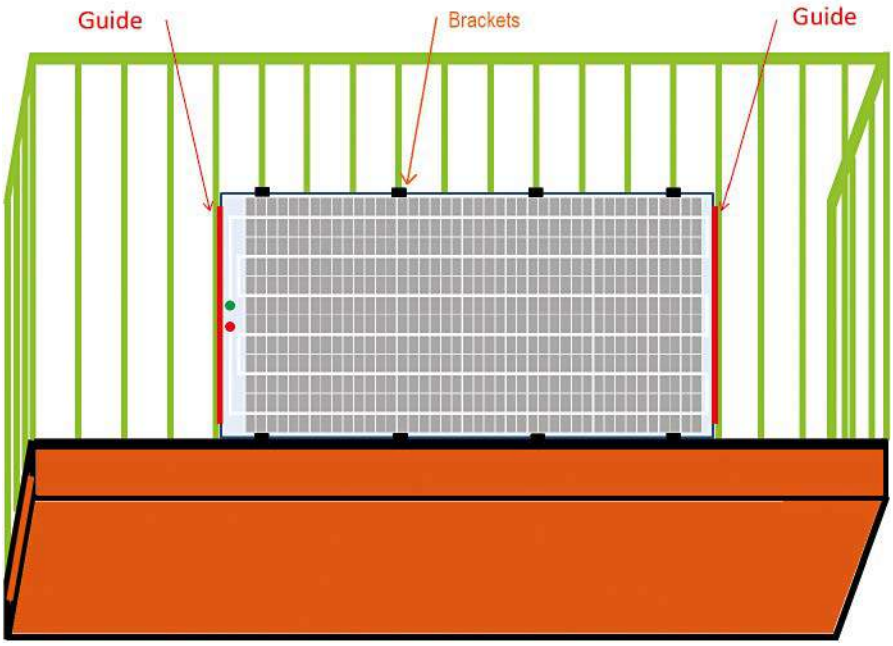
Z punktu widzenia okablowania, dzięki cieńszym przewodom, okablowanie staje się tańsze. Cienkie przewody można łatwo ukryć, nie psując wnętrza mieszkania.

Biorąc pod uwagę powyższe punkty, a także bezpieczeństwo użytkownika, możemy



Rysunek 1. Panel polimerowy typ I, przystosowany do montażu poziomego

eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 3. Panel polimerowy typ I montowany poprzez wsunięcie w prowadnice

znormalizować napięcie PV do 120 V DC. W niektórych krajach standardem jest napięcie 120 V, co może mieć również pewne zalety (do zbadania). Panel PV z 36 ogniwami (monokrystalicznymi) połączonymi szeregowo wytwarza 17,5 V przy maksymalnej mocy (Vmp). Oznacza to, że aby wygenerować napięcie 120 V, musimy połączyć szeregowo siedem takich paneli PV.

Rozmiar panelu PV. Jak wspomniano wyżej, ciężkie panele słoneczne wykonane z wykorzystaniem szkła i aluminium stanowią zagrożenie dla bezpieczeństwa. Takie panele nie powinny być w ogóle używane. Na szczęście istnieją panele słoneczne wykonane z polimerów. Są one lekkie i dość bezpieczne w montażu. Panele te dobrze nadają się do mieszkań. Wadą paneli polimerowych jest ich ograniczona żywotność. Zazwyczaj działają tylko około piętnastu lat, co jest do zaakceptowania w tym przypadku.

Do znormalizowania napięcia PV do 120 V, trzeba połączyć siedem paneli w szereg. Obsługa tak dużej liczby paneli stanie się kolejnym wyzwaniem. Jedną z możliwości jest zamontowanie wszystkich ogniw z siedmiu paneli w jednym arkuszu polimeru. Oznacza to, że wszystkie 36×7=252 ogniwa są zamontowane wewnątrz pojedynczego panelu i połączone szeregowo. Ułatwi to montaż paneli na kratce balkonowej. Jeśli wybierzemy każde monokrystaliczne ogniwo słoneczne o wymiarach 10×2,5 cm (4”×1”), wówczas panel z 252 takimi ogniwami słonecznymi będzie wytwarzał 100 W mocy szczytowej. W oparciu o te kryteria wyboru, zaproponowano dwa rodzaje paneli słonecznych.

Panel typu I. Konstrukcja panelu typu I jest pokazana na rysunku 1. Ogniwa rozmieszczone są w matrycy 42×6 (252 ogniwa). Wymiary gabarytowe to 122×61 cm (4 ft×2 ft). Ze względu na większą długość i mniejszą szerokość, panel nadaje się do montażu poziomego.

Panel Typ II. Konstrukcja panelu typu II jest pokazana na rysunku 2. Ogniwa są rozmieszczone w matrycy 25×10 (250 ogniw). Wymiary całkowite wynoszą 99×76 cm (3,25 ft×2,5 ft). Taki kształt i rozmiar jest odpowiedni do montażu pionowego.

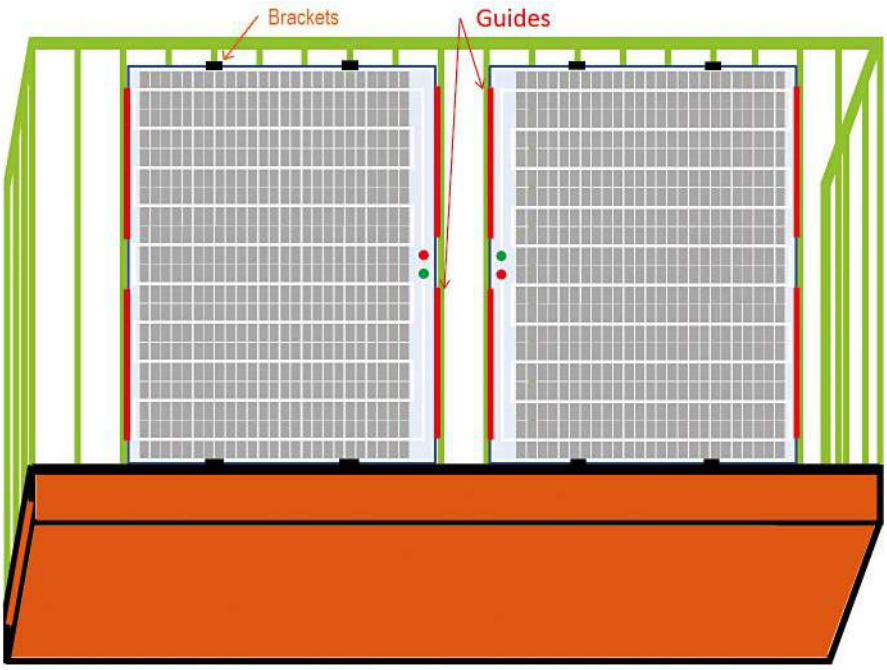
Montaż na panelu

Gdy rozmiary paneli są znormalizowane, łatwiejszy staje się ich montaż. Kiedy budynek jest w trakcie budowy, na kratkach balkonowych są umieszczone prowadnice w określonych odległościach. W czasie samej budowy, inwestor lub klient decyduje o rodzaju montowanych paneli.

Rysunek 3 pokazuje montaż płyt typu I na kratkach balkonowych. Inwestor przewidział dwie prowadnice rozmieszczone w odległości 122 cm od siebie, co odpowiada długości panelu typu I. Kiedy użytkownik zdecyduje się na montaż panelu, wystarczy, że wsunie go pomiędzy te dwie prowadnice. Dolna krawędź panelu spoczywa na dolnym wsporniku wykonanym podczas budowy. Widzimy więc, że montaż jest bardzo prosty i w razie potrzeby panel może być wyjęty. Uwaga: Użytkownik nie powinien wykonywać montażu samodzielnie. Należy zatrudnić profesjonalistów z uprawnieniami, którzy mają doświadczenie w pracy na wysokich budynkach.

Podobnie rysunek 4 pokazuje dwa panele Typu II zainstalowane pionowo na kratce balkonowej. W tym przypadku kratka musi być nieco wyższa, ponieważ wysokość paneli wynosi 99 cm. W tym przypadku, dla każdego panelu są przewidziane cztery małe prowadnice tak, aby panel był prawidłowo dopasowany.

Kratka vs. ściana. Niektóre balkony mają kratki, a inne ścianki. Ściany zatrzymują wiatr. Dlatego też panele zamontowane na ścianach są bezpieczne przed wiatrem. Natomiast przez kratki wiatr może wiać za panel i istnieje szansa, że panel może wypaść



Rysunek 4. Panel polimerowy typ II montowany pionowo poprzez wsunięcie w prowadnice

eprasa.pl 59bae33604

z prowadnic. W związku z tym na kratkach należy zamocować dodatkowe klamry. Jak pokazano na rysunku 3 i rysunku 4, klamry powinny być zamocowane na górnej i dolnej krawędzi paneli.

Istnieje potrzeba wprowadzenia przepisów budowlanych dotyczących mocowania „prowadnic" w celu ich standaryzacji. W ten sposób instalacja paneli słonecznych stanie się prosta i bezpieczna.

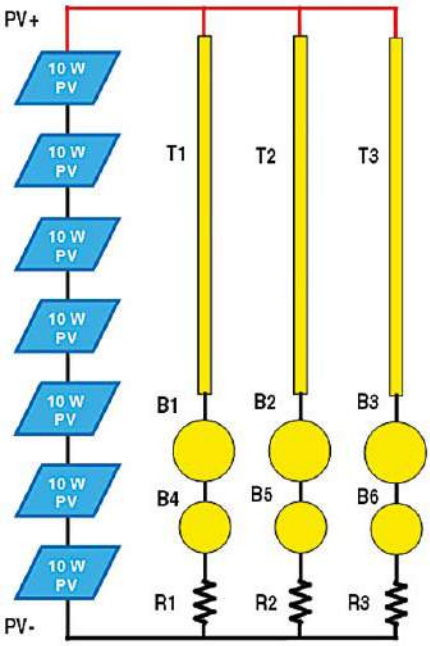
Akcesoria elektryczne

Proponowany system wytwarza prąd stały (DC), a więc ma polaryzację. W związku z tym konieczna jest standaryzacja różnego rodzaju akcesoriów do tego systemu, takich jak: wtyczki, gniazda, kable, łączniki, przełączniki, oprawki lamp, itp.

Konstrukcja powinna być taka, aby użytkownik nie mógł przez pomyłkę podłączyć akcesoriów PV do sieci 230 V lub odwrotnie. Kable również powinny być oznaczone kolorami tak, aby łatwo można było zidentyfikować, który z nich jest kablem PV, a który kablem 230 V AC. Jest to bardzo ważne dla bezpieczeństwa użytkownika, jak również dla łatwości obsługi przez laika.

Poziomy mocy

Użytkownik powinien być w stanie zdecydować, jaka będzie moc znamionowa systemu, który chce zainstalować. Decyzja ta będzie zależała od tego, ile pieniędzy może zainwestować i ile paneli może zamontować w swoim mieszkaniu. Najniższą moc będzie miał pojedynczy panel o mocy znamionowej 100 Wp. Jeśli trzeba będzie zainstalować więcej niż jeden panel, moc będzie wielokrotnością 100 Wp.



Rysunek 5. Prosta solarna lampa dzienna pracująca przy zasilaniu PV 120 V

Wszystkie panele muszą być połączone równolegle, aby utrzymać standardowe napięcie 120 V. Jedna dioda Schottky'ego powinna być podłączona szeregowo z każdym panelem przed połączeniem paneli równolegle. Dioda powstrzymuje przepływ prądu między panelami, jeśli napięcia PV nie są równe. Nie należy łączyć paneli szeregowo, gdyż spowoduje to wytworzenie napięcia 240 V, co nie jest bezpieczne.

Poziomy napięć

Napięcie obwodu otwartego panelu=21,2×7 =148,4, czyli około 150 V. Minimalne napięcie PV=100 V. Maksymalny prąd dla systemu 100 W=100 W/122,5 V=0,816 A. (Kable powinny być dobrane na co najmniej 1 A).

Należy pamiętać, że akcesoria muszą mieć napięcie znamionowe co najmniej 150 V, w przeciwnym razie może dojść do przebicia izolacji. Dlatego należy sprawdzić wartości znamionowe akcesoriów przed ich użyciem.

Środki ostrożności

1. Nie należy prowadzić przewodów 230 V AC i PV razem w tym samym kanale. Te dwa przewody muszą być prowadzone oddzielnie, aby uniknąć zwarcia między sieciami.
2. Nie dotykać przewodów 120 V będących pod napięciem. Mimo, że napięcie 120 V nie powoduje silnego wstrząsu, dobrą praktyką jest nie dotykanie tych przewodów. Jeśli to możliwe, należy pracować wczesnym rankiem lub wieczorem/nocą, gdy napięcie PV jest bardzo niskie/zerowe.
3. Nie należy używać osprzętu 230 V, takiego jak wtyczki, gniazdka, przełączniki, itp. Do instalacji PV należy stosować zupełnie inne rodzaje przełączników (przełączniki przestawne), wtyczki jack, listwy zaciskowe, itp. które nie są używane do napięcia 230 V AC.
4. Nie należy zwierać zacisków PV+ i PV–. Nie należy również używać akcesoriów, które nie są spolaryzowane. W przeciwnym razie polaryzacja zasilania urządzenia zostanie odwrócona.
5. Nie podłączaj ładowarki przenośnej do Vpv i nie próbuj ładować telefonu komórkowego. Spowoduje to uszkodzenie telefonu z powodu zmiennego charakteru światła słonecznego.

Solarna lampa dzienna

Schemat ideowy prostej solarnej lampy dziennej (SDL – Solar Daylight Lamp) pracującej na napięciu zasilania 120 V PV pokazano na rysunku 5. Siedem paneli PV o mocy 10 Wp połączonych jest szeregowo. Jest to przykładowe zastosowanie proponowanego systemu PV 120 V dla mieszkań.

Fotografia 6. Zdjęcie SDL z włączonymi 3×36 diodami LED

Powodem pokazania oddzielnych paneli jest fakt, że na dzień dzisiejszy pojedyncze panele generujące napięcie 120 V nie są dostępne na rynku. Tak więc, dla tych, którzy chcą wdrożyć SDL z siedmioma pojedynczymi panelami, mogą to zrobić na swoim dachu. (Nie należy instalować paneli wykonanych z szyb na balkonie; jest to niebezpieczne).

Do wyjścia PV podłączone są trzy obciążenia lamp. Każde obciążenie lamp składa się z następujących matryc LED. Każda dioda jest białą diodą LED o mocy 1 W:

1. T1, T2, T3 → 4 diody LED połączone szeregowo. Ten MCPCB jest stosowany w lampach tubowych. Montuje się go wewnątrz małego aluminiowego kanału ‚C'. Nałóż cienką warstwę masy termoprzewodzącej dla lepszego odprowadzania ciepła.
2. B1, B2, B3 → 7 diod LED połączonych szeregowo. Ten MCPCB jest okrągłą płytką drukowaną stosowaną w żarówkach LED o mocy 7 W. Zamontuj ją na kanale aluminiowym.
3. B4, B5, B6 → 5 diod LED połączonych szeregowo. Płytka ta jest płytką okrągłą

eprasa.pl 59bae33604

Fotografia 7. Zbliżenie okrągłych płytek MCPCB z 7 i 5 diodami LED

stosowaną w żarówkach LED o mocy 5 W. Montujemy ją na kanale aluminiowym.

Obliczanie wartości rezystora

1. Napięcie przy maksymalnej mocy Vpv=17,5×7=122,5 V.
2. Liczba diod LED w każdej lampie =24+7+5=36
3. Całkowite napięcie zasilania diod LED=36×3=108 V.
4. Różnica napięć=122,5–108=14,5 V.
5. Prąd przewodzenia diody =0,25 A (maksymalny dopuszczalny 0,33 A).
6. Wymagana wartość rezystancji szeregowej=14,5/0,25=58 Ω.
7. Moc wydzielana w oporniku =0,25×0,25×58=3,5 W.

Standardowa wartość rezystorów wybranych dla R1, R2, i R3 wynosi 56 Ω, 5 W. Fotografie 6 i 7 przedstawiają SDL.

Lampa ta zapewnia światło przez cały dzień. Może być instalowana w domach, mieszkaniach, biurach, małych sklepach, magazynach sklepów, itp. Gdziekolwiek jest ciemność w ciągu dnia, wszystkie te miejsca mogą uzyskać dobrą ilość światła przez cały dzień. Konieczne jest posiadanie lampy (lamp) pracującej na zasilaniu sieciowym jako zapasowej. Kiedy światło z SDL jest niewystarczające, użytkownik może włączyć lampę(y) z sieci.

Ważna uwaga. Opisany tutaj system PV jest tylko propozycją. Aby ocenić jego wydajność, musimy go wdrożyć w kilku mieszkaniach. Następnie, na podstawie wyników tej oceny, można go zainstalować w wielu innych miejscach.

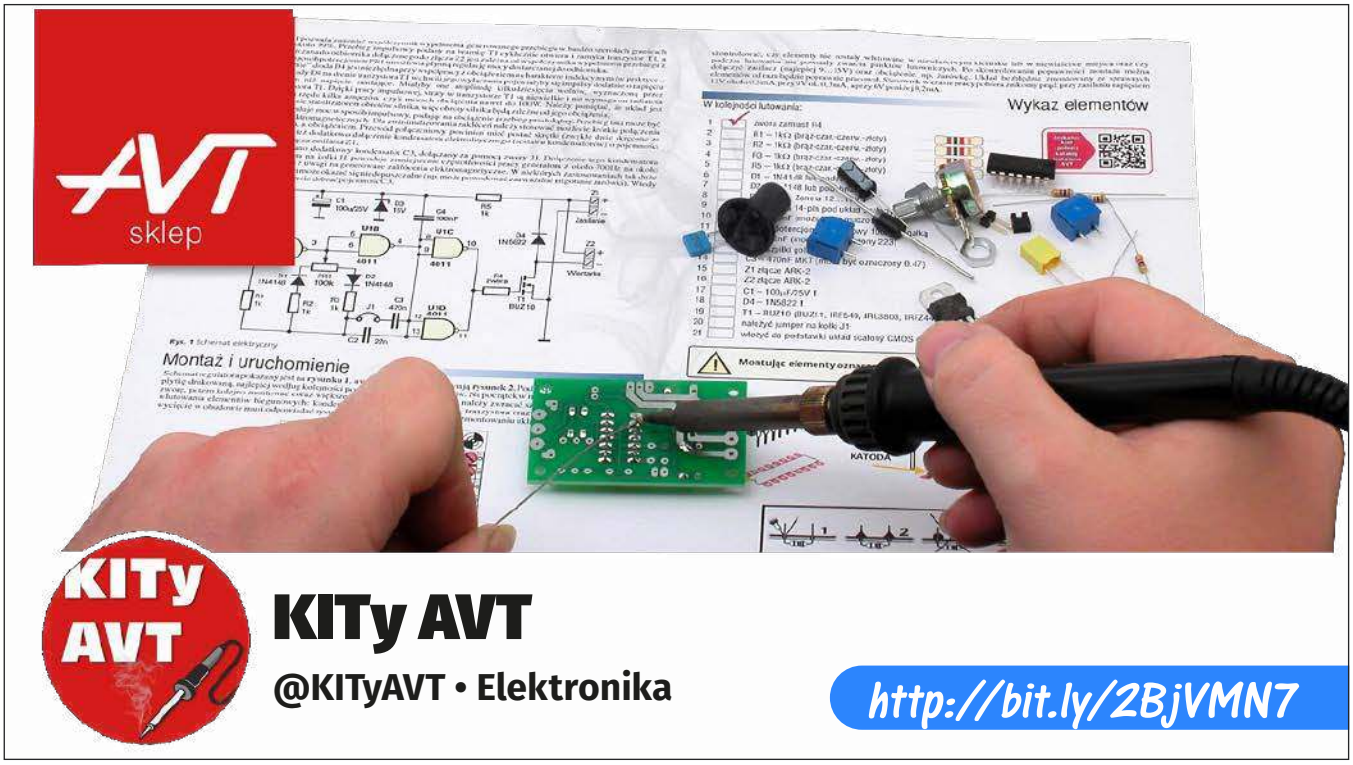
Ten system PV dla mieszkań jest proponowany pomimo wielu ograniczeń. W związku z tym, możemy nie uzyskać bardzo wysokiej wydajności. Dlatego nie jest to dla tych, którzy szukają dużych oszczędności w rachunkach za prąd. Jest to raczej dla tych, którzy chcą przyczynić się do ochrony środowiska. Minie trochę czasu, zanim system dojrzeje i zostanie zidentyfikowanych wiele innych zastosowań. Wraz z tym, poprawa wydajności ogniw słonecznych pomoże w uzyskaniu większej wydajności. Dzięki temu możemy spodziewać się dobrych zysków z takiego systemu.

Tymczasem możemy czerpać inne korzyści z systemu off-grid, takie jak wyższa niezawodność i nieprzerwane usługi przez wiele lat. Jest to przydatne w odległych miejscach, gdzie zasilanie z sieci nie jest dostępne. ■

dr Vijay Deshpande

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „EFY", październik 2021 (efymag.com)

REKLAMA



eprasa.pl 59bae33604

Aktywowany głosem system automatyki domowej dla pacjentów obłożnie chorych

EFY TESTED
Sani Theo

Można zrobić wersję alternatywną dla komend tekstowych zamiast komend głosowych. Proponowany system jest przyjazny dla użytkownika, a do jego obsługi nie jest potrzebna pomoc techniczna. Prototyp opracowany przez autora pokazano na fotografii 1.

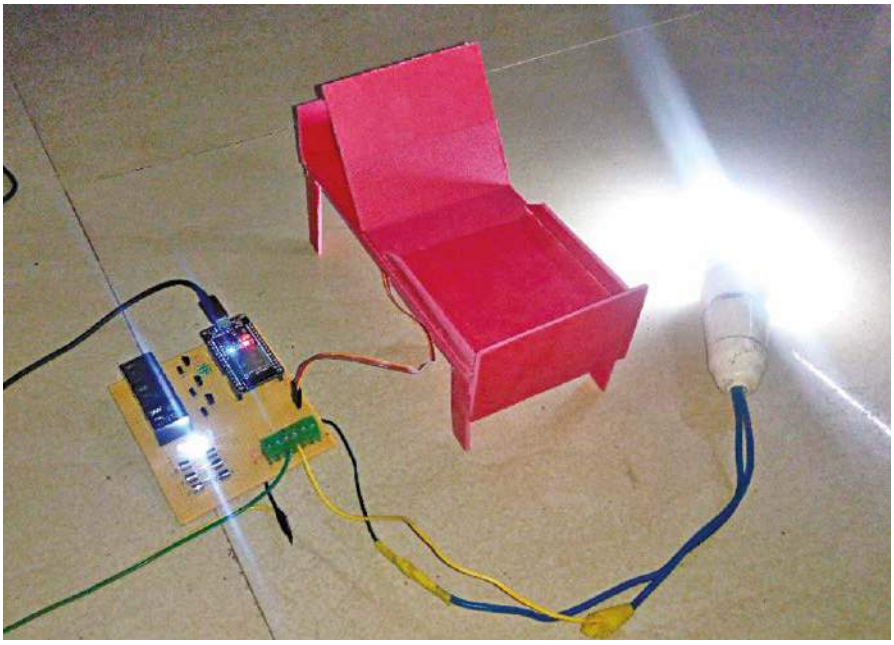
Bezprzewodowy zestaw słuchawkowy noszony przez osobę przekazuje głos tej osoby do smartfona, który korzysta z aplikacji Google Assistant. Aplikacja ta posiada oprogramowanie do rozpoznawania głosu, którego zadaniem jest interpretacja i tłumaczenie komend głosowych na dane cyfrowe zrozumiałe dla mikrokontrolera w celu wykonania wymaganego zadania (zadań). Sekcja sterowania zawiera mikrokontroler z wbudowanym modułem Wi-Fi, przekaźnik i powiązane układy.

Układ i działanie

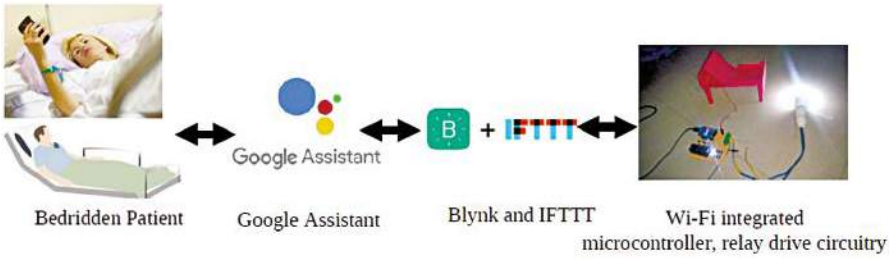
Schemat blokowy systemu przedstawiono na rysunku 2, a funkcjonalny schemat blokowy opracowanego systemu na rysunku 3. System odbiera komendy głosowe poprzez Asystenta Google uruchomionego na smartfonie. Jeśli komenda jest poprawna (np. Light On), aplet „If This, Then That" (IFTTT) wyśle żądanie usługi sieciowej do serwera Blynk i przekształci je na dane cyfrowe zrozumiałe dla mikrokontrolera, a następnie przekaże dane do mikrokontrolera bezprzewodowo przez Wi-Fi i uruchomi urządzenie zgodnie z komendą głosową.

Jak pokazano na schemacie ideowym na rysunku 4, system wykorzystuje płytkę ESP32 (Board1), na której znajduje się mikrokontroler zintegrowany z nadajnikiem Wi-Fi. Po otrzymaniu komendy głosowej włącza on sterownik przekaźnika. W tym przypadku przekaźniki 5 V służą do włączania/wyłączania światła, wentylatora i telewizora. (Zamiast pojedynczych przekaźników można zastosować 3-kanałowy moduł przekaźnikowy).

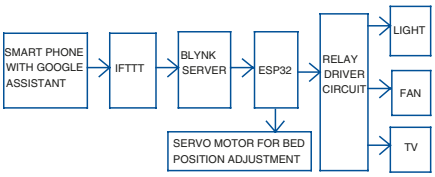
Za każdym razem, gdy ESP32 otrzyma prawidłowe polecenie, program wyzwala wysoki lub niski sygnał na swoich pinach GPIO połączonych z przekaźnikami, które sterują urządzeniami gospodarstwa domowego. Serwomotor służy do zmiany pozycji oparcia łóżka w górę lub w dół.



Fotografia 1. Autorski prototyp systemu automatyki domowej aktywowanej głosem



Rysunek 2. Schemat blokowy systemu automatyki domowej aktywowanej głosem



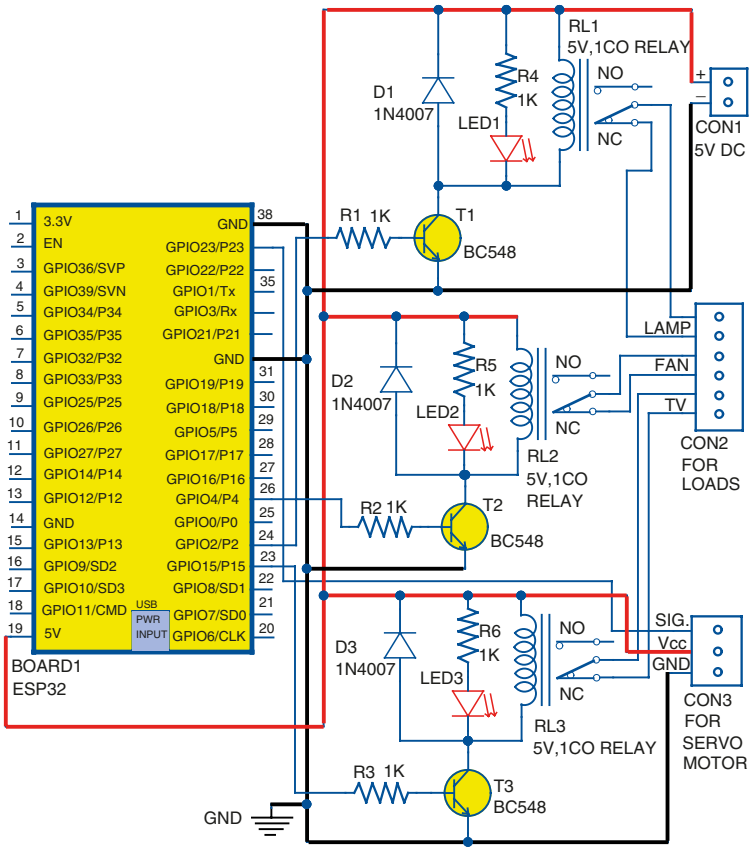
Rysunek 3. Schemat blokowy funkcjonalny systemu automatyki domowej aktywowanej głosem

Implementacja oprogramowania

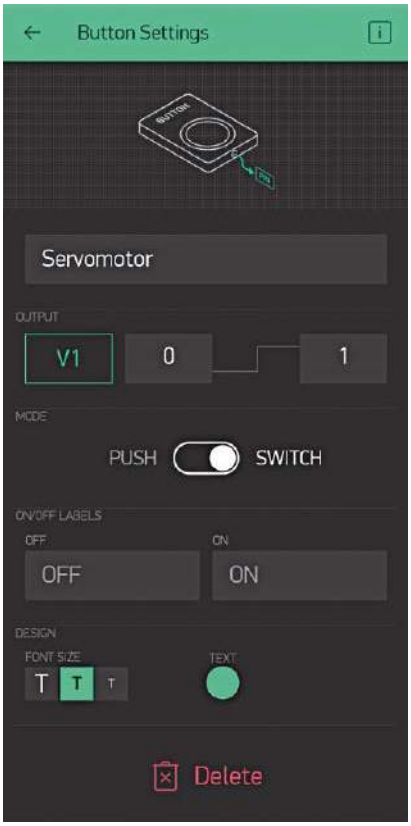
Oprogramowanie wraz z aplikacją Google Assistant obejmuje programowanie ESP32

```
#define BLYNK_PRINT Serial
#include
#include
#include
#include
Servo servo;
// Token uwierzytelniający do Blynk
char auth[] = "Your auth token";
// Dane uwierzytelniające WiFi
char ssid[] = "Your SSID";
char pass[] = "Your password";
void setup()
{
Serial.begin(9600);
Blynk.begin(auth, ssid, pass);
servo.attach(23);
}
void loop()
{
Blynk.run();
}
BLYNK_WRITE(V1)
{
servo.write(0);
}
BLYNK_WRITE(V2)
{
servo.write(90);
}
```


eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 4. Schemat połączeń systemu automatyki domowej aktywowanej głosem



Rysunek 5. Ustawienia serwomotoru w aplikacji Blynk

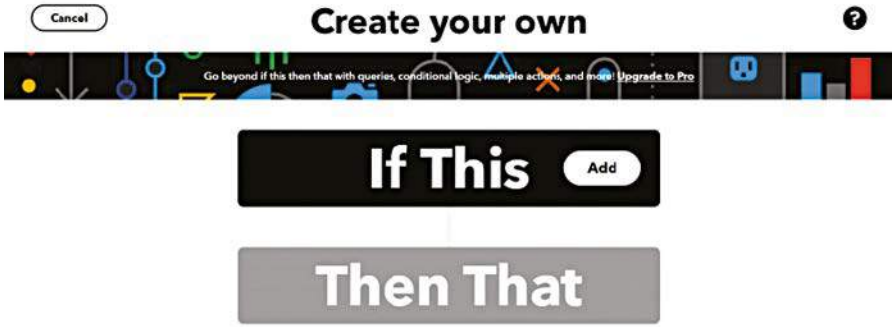
za pomocą Arduino IDE, konfigurację serwera Blynk oraz apletów IFTTT w smartfonie.

Aplikację Blynk można skonfigurować, wykonując następujące czynności:

1. Pobierz aplikację Blynk ze sklepu Google Play lub App Store.
2. Otwórz aplikację i utwórz konto. Jeśli masz już konto, możesz się zalogować.
3. Zacznij od utworzenia nowego projektu.
4. Utwórz nazwę projektu (powiedzmy Bedridden_IOT) i wybierz urządzenie jako „ESP32 Dev Board" oraz typ połączenia jako „Wi-Fi".
5. Naciśnij przycisk Utwórz. Pojawi się okno z informacją „Token uwierzytelniania został wysłany na: Twój adres e-mail". Dotknij przycisk OK, aby kontynuować. Możesz otworzyć swój e-mail, aby sprawdzić klucz uwierzytelniający. Ten klucz będzie później używany w kodzie Arduino i konfiguracjach IFTTT.
6. Stuknij w dowolnym miejscu okna projektu, aby otworzyć okno widżetów. Wszystkie dostępne widżety znajdują się w tym miejscu.
7. Stuknij w konkretny widżet, aby zmienić ustawienia. Wybierz widżet Button i zmień jego nazwę na Light i wyjście cyfrowe na gp2. Zmień opcję Mode na Switch. Podobnie wybierz inny widżet Button i nazwij wyjście cyfrowe jako gp4 i gp15. W tym przypadku gp2 odpowiada lampie/światłu podłączonemu do GPIO2 ESP32. Podobnie, gp4 i gp15 są podłączone do GPIO4 i GPIO15 ESP32 odpowiednio dla wentylatora i telewizora.
8. W przypadku serwomotoru zmień nazwę przycisku na Servomotor. Kliknij pole wyjścia, wybierz Virtual pin jako V1 i zmień opcję Mode na Push (rysunek 5). Podobnie, ponownie wybierz Button i zmień jego nazwę na ServoV2, pole wyjściowe na V2 i opcję Mode jako Switch.
9. Gdy skończysz z powyższymi ustawieniami, naciśnij przycisk Play. Spowoduje to przełączenie z trybu edycji do trybu odtwarzania, w którym możesz wchodzić w interakcje ze sprzętem. W trybie odtwarzania nie będzie można przeciągać ani konfigurować nowych widżetów. Naciśnij Stop i wróć do trybu edycji.
10. Następnie otwórz Arduino IDE, pobierz bibliotekę Blynk z linku https://bit.ly/34oo3DZ.

Pobierz ten plik zip, rozpakuj go, a następnie skopiuj plik biblioteki do plików biblioteki Arduino. Po instalacji możesz znaleźć plik biblioteki Blynk → examples → Blynk → Boards_WiFi → ESP32_WiFi.

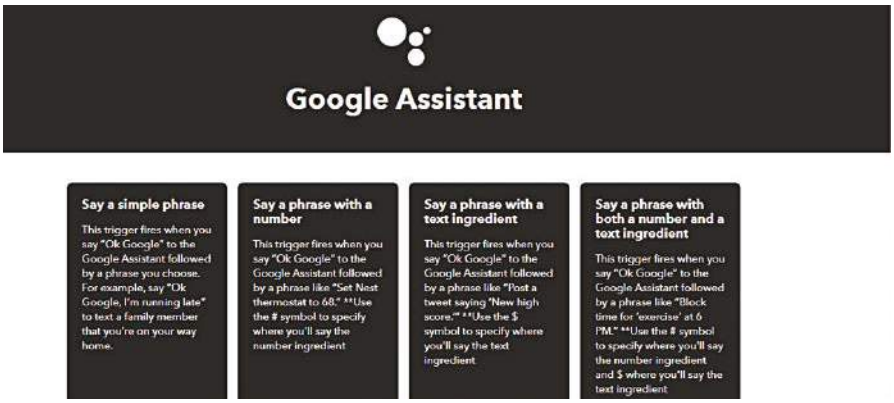
Wprowadź token uwierzytelniający, swoje dane Wi-Fi w kodzie Arduino



Rysunek 6. IFTTT na telefonie z systemem Android

Kod źródłowy tego projektu jest dostępny do pobrania ze strony https://bit.ly/37fPHnV

eprasa.pl 59bae33604

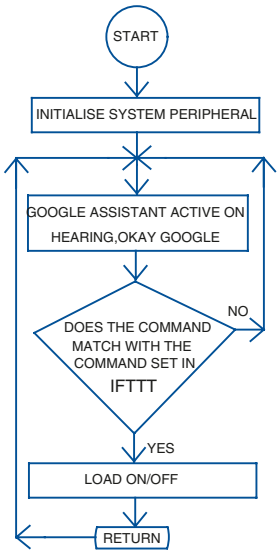


Rysunek 7. Asystent Google na platformie IFTTT

(bedridden.ino), skompiluj kod Arduino i wgraj go na płytkę ESP32.

Aby sterować urządzeniami przez Internet za pomocą Asystenta Google, należy wykonać następujące czynności:

1. Przejdź do strony internetowej IFTTT. Zainstaluj go na swoim telefonie komórkowym.
2. Zarejestruj się, używając swojego konta Google (tego samego konta Google, którego używasz z Asystentem Google).
3. Po zalogowaniu kliknij „My applets" i wybierz „New Applet", co spowoduje uruchomienie przekaźnika, aby włączyć światło.
4. Teraz kliknij „If This", jak pokazano na rysunku 6, a na pasku wyszukiwania wyszukaj „Google Assistant" i dotknij go. Pojawi się okno, jak pokazano na rysunku 7.
5. Wybierz opcję „Say a simple phrase" dla akcji wyzwalającej. Kliknij Connect, aby zezwolić na wywołanie akcji.
6. Następnie w pierwszym polu tekstowym wpisz frazę, którą chcesz, aby Asystent Google uruchamiał akcję. Na przykład „Włącz światło".
7. W kolejnych dwóch polach tekstowych piszesz alternatywne polecenia, takie jak „Uruchom światło" i „Zapal światło" dla tej samej akcji.
8. W czwartym polu tekstowym wpisz odpowiedź, którą ma udzielić Asystent Google, na przykład „Dobra, zapalę światło". Kliknij przycisk „Create Trigger".
9. Następnie kliknij przycisk „Then that".
10. Wpisz „webhooks" w polu wyszukiwania, zaznacz je i kliknij Connect. Webhooki pozwolą nam wysyłać polecenia do serwera Blynk. Aby to zrobić, musisz połączyć go z kontem Google.
11. Aby sterować przekaźnikiem, musisz wprowadzić następujący adres URL wraz z adresem IP aplikacji Blynk, tokenem uwierzytelniania i pinem GPIO w polu tekstowym: https://188.166.206.43/twój token uwierzytelniania/update/D2 (D2 to GPIO2 ESP32).
12. Następnie wybierz pole Method jako „PUT", typ treści jako „Application/JSON" i pole Body jako „[„1"]", aby włączyć światło. Podobnie musisz wykonać te same kroki, aby włączyć wentylator i telewizor.
13. Do sterowania serwomotorem użyj następującego adresu URL: https://188.166.206.43/twój token uwierzytelniania/update/V2 (V2 to wirtualny pin D23 ESP32 do sterowania serwomotorem zdefiniowany w kodzie źródłowym i do sterowania położeniem [„1"]). V2 odpowiada pozycji 90 stopni (w pionie), a V1 odpowiada pozycji 0 stopni (poziomo).
14. Następnie wybierz pole Method jako „PUT", typ treści jako „Application/JSON" i pole Body jako „[„1"]"
15. Teraz kliknij „Create Action", a następnie „Finish".
16. Następnie w ten sam sposób utwórz kolejny aplet, aby wyłączyć światło/wentylator/telewizor. Oznacza to, że musisz wypełnić te same dane, co powyżej, ale z niewielkimi zmianami w polu Body. Aby wyłączyć urządzenie, w Body powinien być „[„0"]". W serwomotorze URL powinien wyglądać tak: https://188.166.206.43/twój token uwierzytelniania/update/V1
17. Naciśnij „Finish", aby zakończyć ustawienia oprogramowania.



Rysunek 8. Schemat blokowy systemu

Wykaz elementów:

Półprzewodniki:
Board1: płytka rozwojowa ESP32
T1...T3: tranzystor BC547 NPN
D1...D3: dioda prostownicza 1N4007
LED1...LED3: dioda LED 5 mm
Rezystory: (wszystkie 0,25 W, ±5%, węglowe):
R1...R6: rezystor 1 kΩ
Pozostałe:
RL1...RL3: przekaźnik 5 V jednokrotnego przełączania
Serwomechanizm: 3-pinowy mikroserwomechanizm
CON1: 2-pinowe złącze zaciskowe dla 5 V DC
CON2: 6-pinowe złącze zaciskowe od urządzeń
CON3: 3-pinowe złącze do podłączenia serwomechanizmu silnika

Następnie aktywuj aplikację Asystent Google z telefonu komórkowego, aby działała w tle. Teraz możesz sterować urządzeniami z aplikacji Blynk palcem lub po prostu wydając polecenie głosowe, aby włączyć/wyłączyć urządzenia. W przypadku serwomotoru możesz użyć polecenia głosowego, np. „łóżko do góry", aby serwomotor obrócił się o 90 stopni i uniósł oparcie łóżka. Kiedy powiesz „łóżko w dół", serwomotor obróci się do pozycji 0 stopni, aby przywrócić łóżko do normalnej pozycji.

Schemat blokowy projektu pokazano na rysunku 8, a kod źródłowy (bedridden.ino) znajduje się tu: https://bit.ly/37fPHnV. ■

S. Maheshwaran, dr K. Vairamani

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „EFY", sierpień 2021 (efymag.com)

REKLAMA

Czytaj najnowsze artykuły jeszcze przed wydrukowaniem w EP?

Zajrzyj na
www.ep.com.pl/EPwtoku

eprasa.pl 59bae33604

Zrób swój własny koncentrator tlenu oparty na Arduino

W świecie silnie dotkniętym pandemią nastąpił ogromny wzrost liczby przypadków zakażenia wirusem Covid. Przy ograniczonych zasobach walka z wirusem Covid 19 jest nieoczekiwanym wyzwaniem dla całego świata. W niektórych krajach zorganizowanie butli z tlenem dla bliskich jest trudnym zadaniem. Pandemia przemija, ale licho nie śpi i przyda się w domu własny koncentrator tlenu. Z pomocą łatwo dostępnych materiałów można wykonać koncentrator tlenu o wystarczającej pojemności, który może pomóc każdemu pacjentowi potrzebującemu tlenu.

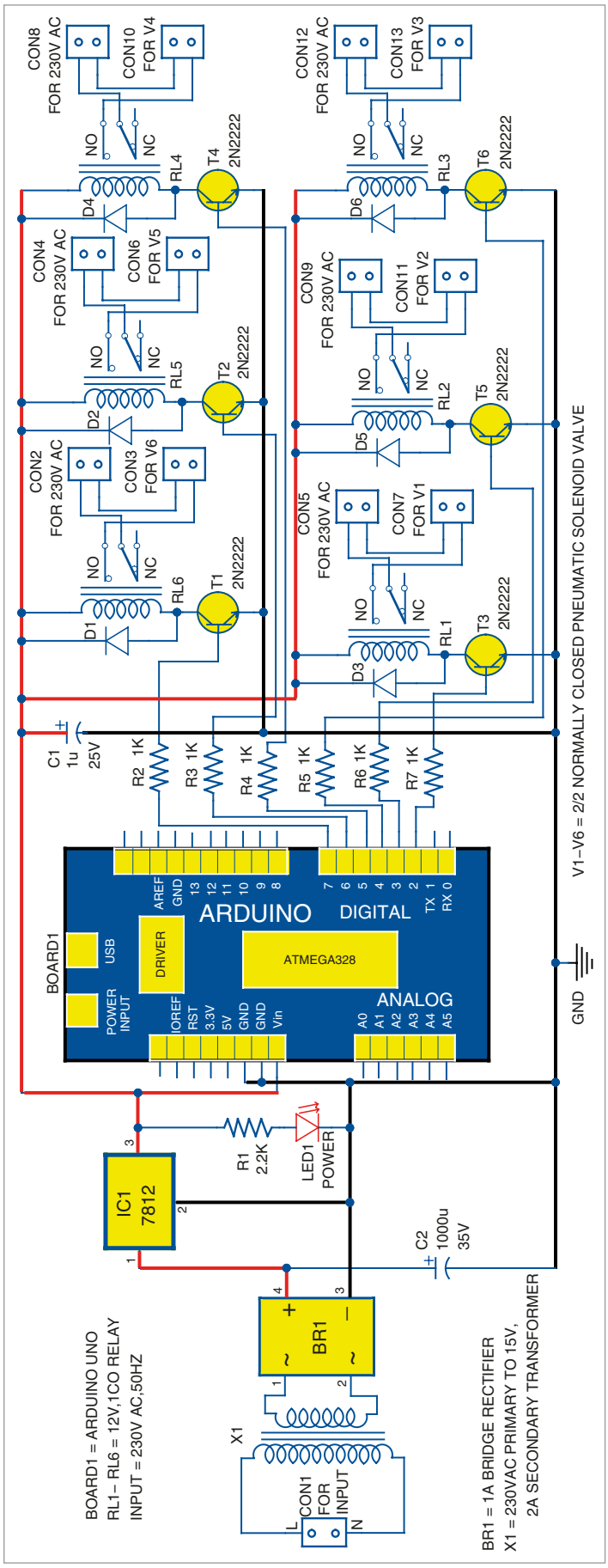
Układ i działanie

Koncentrator tlenu składa się z kilku części elektronicznych, mechanicznych i chemicznych. Są to Arduino Uno, układ zasilania 12 V DC, obwód przekaźnika sterującego, zawory elektromagnetyczne, sprężarka powietrza, jednostka filtrująca powietrze, zawór sterujący przepływem, obudowa membranowa jako kanistry, złącza PU i sita zeolitowe.

Arduino Uno. Płytka Arduino Uno jest podłączona do przekaźników sterujących. Arduino jest wstępnie zaprogramowany z opóźnieniami. Ma zadanie włączać i wyłączać przekaźniki sterujące zgodnie z zaprogramowanymi wartościami.

Zasilanie 12 V. Zasilacz ten służy do zasilania Arduino UNO oraz przekaźników sterujących. Składa się z transformatora step down 15 V/2 A, gdzie napięcie pierwotne wynosi 230 V AC, a napięcie wtórne 15 V AC, prostownika diodowego z pełnym mostkiem, wykonanego z 4 diod 1N4007, dwóch kondensatorów o wartości 1000 μF/25 V i 1 μF, stabilizatora napięcia 12 V (7812) IC, rezystora 4,7 kΩ, 1 diody LED jako wskaźnika. Transformator step-down zmniejsza napięcie wejściowe AC 230 V do AC 15 V. Prąd zmienny jest zamieniany na prąd stały za pomocą prostownika diodowego z pełnym mostkiem, który jest dalej filtrowany za pomocą kondensatora a za pomocą układu scalonego 7812 napięcie jest stabilizowane do 12 V DC.

Przekaźnik. Przekaźnik jest elektromagnetycznym elementem przełączającym, który zapewnia całkowitą izolację elektryczną pomiędzy obwodem sterującym a obwodem wyjściowym. Jest on sterowany/wyzwalany przez niskie napięcie stałe, podczas gdy przez jego styki może płynąć duży prąd z całkowitą izolacją elektryczną od delikatnego obwodu elektronicznego sterowania. Przekaźnik SPST/SPDT 12 V DC jest używany do włączania i wyłączania



Rysunek 1. Zasilacz DC

eprasa.pl 59bae33604

zaworów elektromagnetycznych za pomocą impulsu elektrycznego.

Zeolitowe sita molekularne. Są to materiały z porami o precyzyjnej i jednolitej wielkości i strukturze, które mogą być wykorzystane jako adsorbent. Są one wykorzystywane do oddzielenia azotu i tlenu z powietrza atmosferycznego, zatrzymując duże cząsteczki, które są większe w rozmiarze niż pory.

Sprężarka powietrza. To urządzenie jest wyposażone w silnik elektryczny wraz z mechanizmem sprężarki, który będzie zasysać powietrze atmosferyczne i wykonywać kompresję objętości.

Jednostka filtrująca. Służy do filtrowania zanieczyszczeń ze sprężonego powietrza, a także do oddzielania wilgoci ze sprężonego powietrza, która zbiera się w dołączonej do niego misce. Woda zebrana w misce musi być odprowadzana ręcznie.

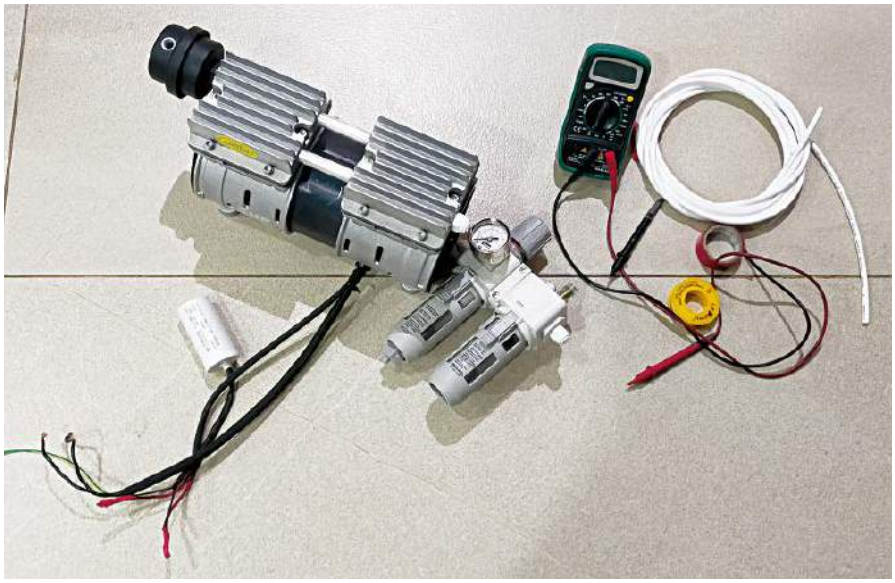
Zawór elektromagnetyczny. Są to urządzenia elektromechaniczne, które służą do sterowania przepływem powietrza za pomocą sygnałów elektrycznych. Użyliśmy 2/2 pneumatycznych zaworów sterujących, co oznacza, że mają one 2 porty do połączeń z 2 możliwymi pozycjami. Są one więc obciążone sprężyną. Użyliśmy normalnie zamkniętych zaworów.

Adsorpcja zmiennociśnieniowa (PSA). Technika ta jest używana do oddzielania określonych gazów z mieszaniny gazów pod ciśnieniem. Sita molekularne są używane w zależności od wymagań. Do produkcji koncentratora tlenu używa się 13 X zeolitowych sit molekularnych. Dla większego stężenia tlenu można zastosować litowe, wzbogacone zeolitowe sita molekularne.

W tej technice istnieje zestaw minimum 2 kanistrów lub wież wypełnionych sitami. Sprężone powietrze jest dostarczane tylko do jednego kanistra w danym czasie, a drugi kanister jest opróżniany z pewnej ilości tlenu, który jest wyprowadzany z pierwszego kanistra. Dzieje się tak dlatego, że w kanistrze wzrasta stężenie azotu, co może mieć wpływ na czystość i stężenie tlenu wyjściowego. Kierunek przepływu powietrza sterowany jest za pomocą zaworów elektromagnetycznych, które podają sygnał zgodnie z zaprogramowanymi wartościami.

Sita te mają określoną pojemność adsorpcyjną. Aby uzyskać określone natężenie przepływu musimy obliczyć wymaganą ilość sita. Można to obliczyć w prosty sposób. W tym celu należy zapoznać się z arkuszem danych dostawcy sit, aby wiedzieć ile sit jest wymaganych do wytworzenia 1 LPM tlenu przy określonym stężeniu granicznym.

Przykład: 700 gramów sita jest wymagane dla 1 LPM tlenu o stężeniu 94%.



Fotografia 2. Kompresor

Tabela 1.

Kanister	Numer przekaźnika	Pin Arduino	Zawór
CAN11 wlot	1	2	V1
CAN21 wlot	2	3	V2
CAN11 wydech	3	4	V3
CAN21 wydech	4	5	V4
CAN12 wylot	5	6	V5
CAN22 wylot	6	7	V6

Tak więc dla koncentratora tlenu o przepływie 5 LPM, potrzebujemy 700×5=3500 g w jednym kanistrze.

Tak więc dla 2 kanistrów potrzeba 3500×2=7000 gramów sita.

Przy czym każdy kanister będzie miał 3500 g sita (biorąc pod uwagę, że używane są 2 kanistry).

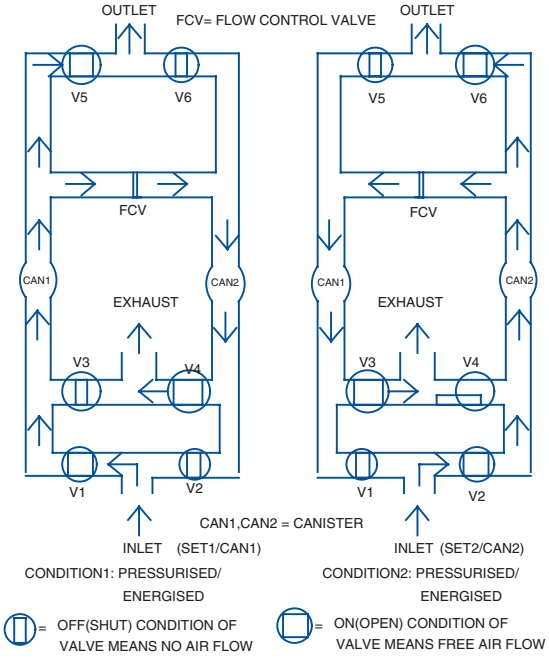
Program komputerowy

Dla tego prototypu został użyty program Arduino (Oxygen_Concentrator_DIY.ino). Musi on być załadowany do Arduino Uno. Do tego celu wymagane jest oprogramowanie open source o nazwie Arduino IDE. W programie pin cyfrowy arduino 2, 3, 4, 5, 6 i 7 jest zdefiniowany jako wyjście.

Główne funkcje kodu Arduino są wyjaśnione poniżej.

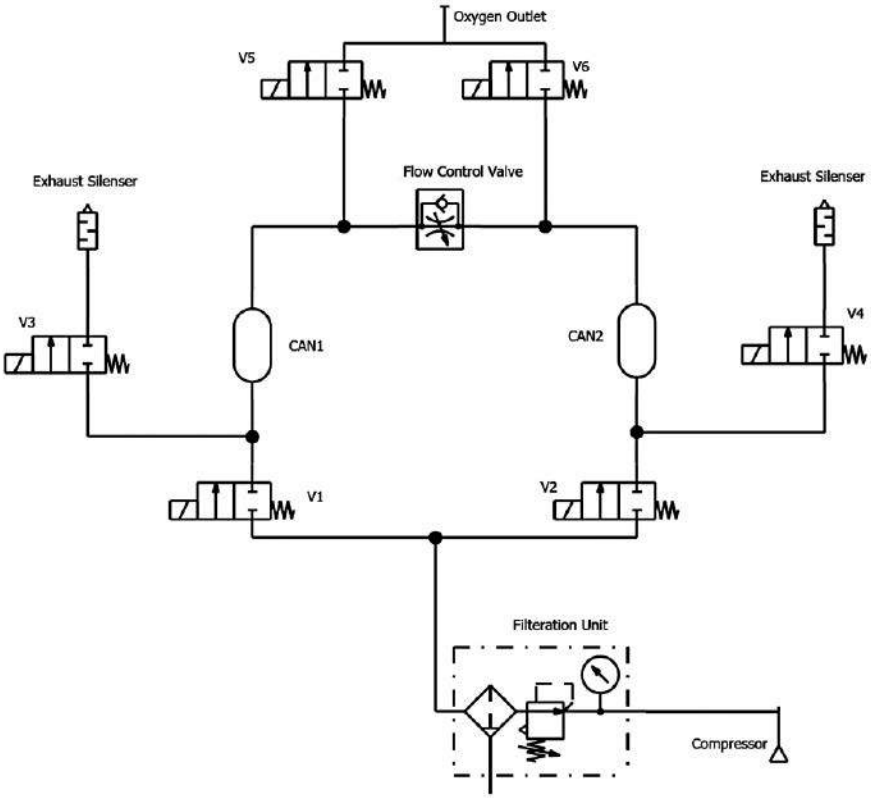
pinMode(). Konfiguruje określony pin, aby zachowywał się albo jako wejście, albo jako wyjście. Zobacz opis pinów cyfrowych, aby zobaczyć ich funkcjonalność. Mogą one być również użyte jako piny PWM.

digitalWrite(). Jeśli pin został skonfigurowany jako OUTPUT za pomocą pinMode(), jego napięcie zostanie ustawione na odpowiednią wartość: 5 V (lub 3,3 V na płytkach 3,3 V) dla stanu wysokiego, 0 V (masa) dla stanu niskiego.



Rysunek 3. Układ koncentratora tlenu

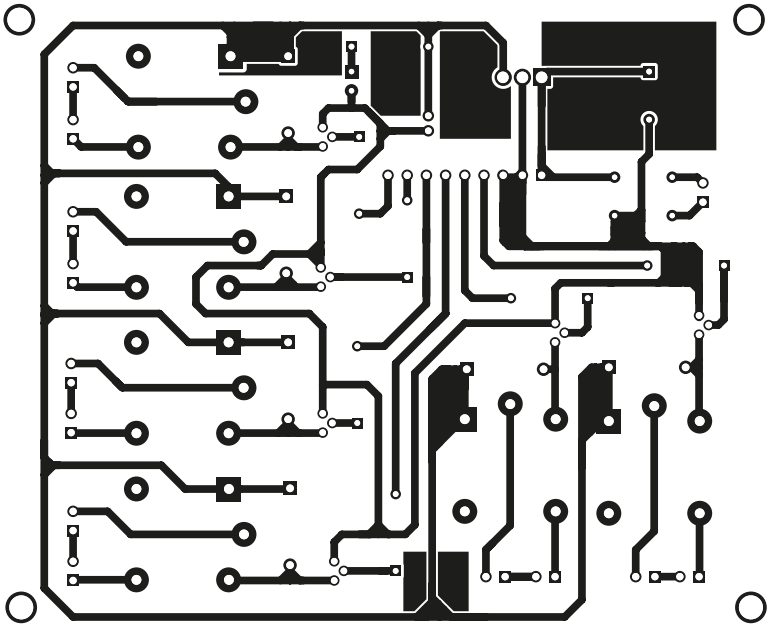
eprasa.pl 59bae33604



Rysunek 4. Rysunek układu pneumatycznego

Serial. Służy do komunikacji pomiędzy płytką Arduino a komputerem lub innymi urządzeniami. Wszystkie płytki Arduino mają co najmniej jeden port szeregowy (znany również jako UART lub USART), a niektóre mają ich kilka.

begin(). Ustawia szybkość transmisji danych w bitach na sekundę (baud) dla szeregowej transmisji danych. Do komunikacji z komputerem użyj jednej z tych szybkości: 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600, 14400, 19200, 28800, 38400, 57600 lub 115200. Możesz jednak określić inne szybkości transmisji – na przykład, aby komunikować się przez piny 0 i 1 z komponentem, który wymaga określonej szybkości transmisji.



Rysunek 5. Widok płytki PCB kontrolera koncentratora tlenu

Wykaz elementów:

U1: transformator 230 V na 15 V
D1...D10: diody 1N4007
LED 1: wskaźnik LED
C1: kondensator 1000 µF
C2: kondensator 1 µF
R1: rezystor 4,7 kΩ
R2, R7: rezystor 1 kΩ
IC1s: stabilizator napięcia 7812 (12 V)
Arduino Uno: płytka Arduino
L1...L6: pneumatyczny zawór sterujący (2/2 NC)
RL1...RL6: przekaźnik 12 V SPDT
Q1...Q6: tranzystor 2N2222 NPN
sprężarka: bezolejowa sprężarka powietrza
jack1: złącze zasilania Arduino

println(). Drukuje dane do portu szeregowego jako czytelny dla człowieka tekst ASCII, po którym następuje znak powrotu karetki.

delay(). Służy do wstrzymania działania programu na czas (w milisekundach) podany jako parametr.

Budowa i testowanie

Jak pokazano na rysunku 1, zasilacz 12 V DC jest wykonany przy użyciu transformatora, kondensatorów, prostownika diodowego z pełnym mostkiem, układu scalonego stabilizatora napięcia, diod LED i rezystorów, aby zapewnić zasilanie całego układu, w tym przekaźnika sterującego i Arduino. Przekaźnik SPDT 12 V DC (RL1) jest używany do sterowania zaworami elektromagnetycznymi podłączonymi do niego po stronie wyjściowej. Jest on wyzwalany za pomocą rezystora podciągającego 1 kΩ (R2) oraz tranzystora przełączającego 2N2222 NPN (Q1-Q6) wraz z diodą 1N4007 (D5-10) za pomocą Arduino Uno pin 2 do pin 7. Arduino jest zaprogramowane w taki sposób, aby sprężone powietrze wchodziło do kanistra z wlotu pojedynczo. Część wydatku z tego kanistra jest wykorzystywana do przepłukania innego kanistra. A pozostała część jest zużywana jako tlen. Po osiągnięciu opóźnienia przekaźniki są przełączane i powyższy stan jest zmieniany z drugim kanistrem. W ten sposób ze sprężonego powietrza zostaje wyodrębniony czysty tlen.

Dla lepszego zrozumienia nomenklatury zaworów i przekaźników związanych z projektem, patrz tabela.

2 kanistry zostały nazwane jako CAN1 i CAN2.

Wlot CAN1 oznaczamy jako CAN11, a wylot jako CAN12.

Wlot CAN2 oznaczamy jako CAN21, a wylot jako CAN22.

Wlot dla wszystkich zaworów elektromagnetycznych należy oznaczyć jako port A, a wylot jako port B.

Orurowanie jest wykonane zgodnie z rysunkiem 3. Jak pokazano na rysunku jest 6 zaworów elektromagnetycznych (V1 do V6), które są pneumatycznymi zaworami elektromagnetycznymi 2/2 normalnie zamkniętymi. Kiedy

eprasa.pl 59bae33604

cewka zaworu elektromagnetycznego jest pod napięciem, umożliwia on przepływ powietrza z portu A do portu B. W przeciwnym razie zamyka przepływ powietrza.

Jako element wstępny, bezolejowa sprężarka powietrza jest używana do sprężania powietrza atmosferycznego w celu wytworzenia powietrza pod ciśnieniem. Powietrze to jest dostarczane do filtra liniowego, który usuwa wszelkie zanieczyszczenia z dostarczanego powietrza. Usuwa on również wilgoć z powietrza. Z jednostki filtracyjnej powietrze jest dzielone na dwie części i dostarczane do portu A zaworów elektromagnetycznych V1 i V2. Podczas pracy jeden z nich zostanie włączony, a drugi wyłączony. Port B obu zaworów jest wylotem. Wylot ten jest podzielony na dwie części. Jedna będzie podłączona do portu A zaworu elektromagnetycznego V3 dla V1 i portu A zaworu elektromagnetycznego V4 dla V2, a druga będzie podłączona do CAN1 dla V1 i CAN2 dla V2.

Jeśli CAN1 jest spolaryzowany w kierunku przewodzenia, gdzie jest generowanie tlenu, zawór V3 jest wyłączony i przepływ powietrza jest dostarczany do CAN1. Część powietrza będzie dostarczana do CAN2 wylotu CAN22 i to będzie odprowadzane z zaworu V4, który będzie włączony w tym czasie i jednocześnie zawór V2 jest wyłączony.

W tym samym czasie zostanie włączony zawór V5, który pozwoli na wyjście wytworzonego czystego tlenu z jego portu B.

Ponieważ w przekaźnikach zastosowaliśmy styki normalnie otwarte, należy pamiętać, że przekaźniki będą wyzwalać cewkę zaworu zgodnie z powyższą sekwencją.

Ten sam cykl zostanie przełączony po osiągnięciu zaprogramowanego czasu cyklu dla CAN2.

Aby mieć większe bezpieczeństwo możemy użyć zaworów normalnie otwartych dokonując niewielkich zmian w programie. W ten sposób powietrze może opuścić układ w przypadku nagłej awarii zasilania.

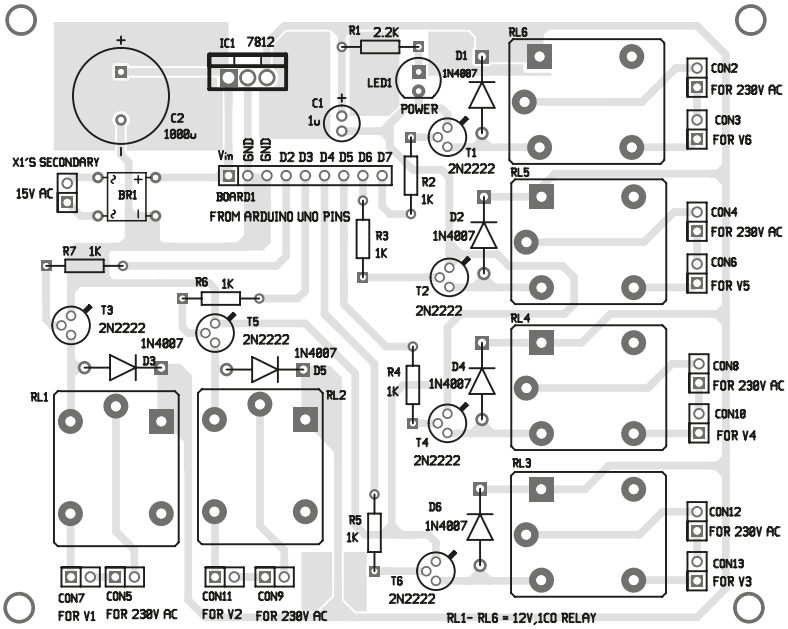
Aby używać tego koncentratora tlenu na optymalnym poziomie należy sprawdzić natężenie przepływu i czystość tlenu wyjściowego oraz zmienić czas cyklu w programie zgodnie z analizą wyników.

W ten sposób możemy wykonać domowy Koncentrator Tlenu.

Należy pamiętać, że czystość i natężenie przepływu powinny być sprawdzane i monitorowane w sposób ciągły. Autor nie ponosi odpowiedzialności za jakiekolwiek szkody. ■

Tej Patel

Ten artykuł był wcześniej opublikowany na łamach „EFY", październik 2021 (efymag.com)



Rysunek 6. Schemat montażowy płytki PCB

Fotografia 7. Prototyp autora

Kod źródłowy tego projektu jest dostępny do pobrania ze strony https://bit.ly/3i4UoTE

eprasa.pl 59bae33604

Zaprenumeruj „Elektronikę dla Wszystkich”, a zawsze dostaniesz najnowszy numer wprost do Twojej skrzynki!

na start do 6* wydań gratis

po 5 latach nieprzerwanej prenumeraty do 12* wydań gratis

DIY PLUS
tylko dla prenumeratorów

Tylko prenumeratorzy mają dostęp do inspirujących projektów w zbiorze DIY PLUS na www.elportal.pl

* Cena prenumeraty rocznej **na start** wynosi 185,90 zł. Przy zamówieniu prenumeraty dwuletniej za 304,20 zł oszczędność wynosi równowartość sześciu wydań „Elektroniki dla Wszystkich”.
Przedłużasz prenumeratę? Aby otrzymać zniżkę lojalnościową, przedłuż prenumeratę po zalogowaniu się do swojego panelu na **www.ulubionykiosk.pl**, gdzie znajdziesz atrakcyjną ofertę prenumeraty, która uwzględnia przysługujące Ci zniżki za lojalność. Po 5 latach nieprzerwanej prenumeraty otrzymasz **rabat 50%** na prenumeratę dwuletnią.
Oferta dotyczy prenumeraty drukowanej.

Wszystkie opcje prenumeraty i e-prenumeraty znajdziesz na stronie www.UlubionyKiosk.pl

Po opłaceniu prenumeraty przyślemy Ci kod dostępu do projektów DIY plus na www.elportal.pl

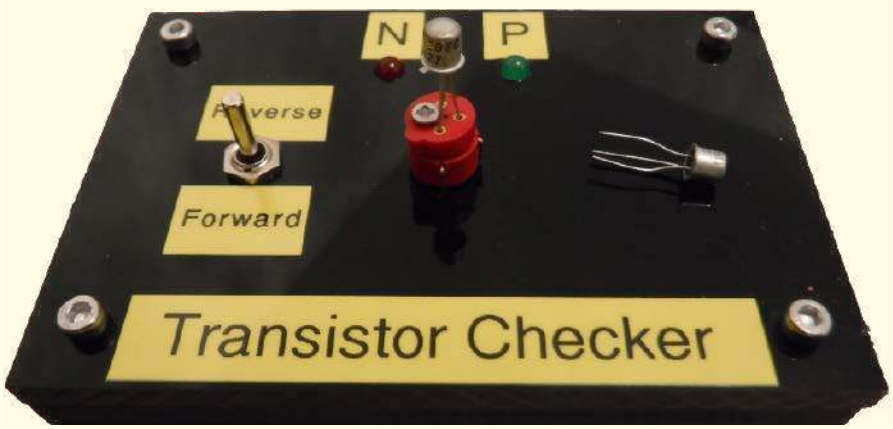
prenumerata@avt.pl
AVT-Korporacja sp. z o.o., ul. Leszczynowa 11, 03-197 Warszawa,
konto 18 1050 1012 1000 0024 3173 1013

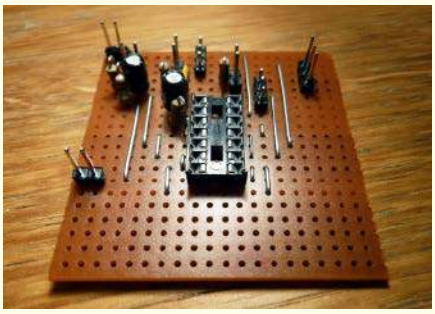
eprasa.pl 59bae33604

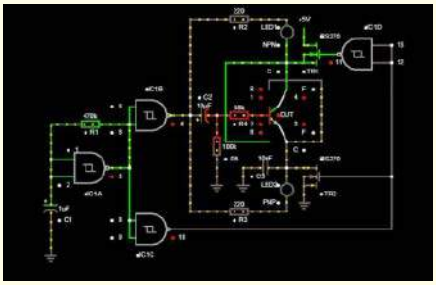
Przedstawiamy początkowe fragmenty dwóch projektów ze zbioru kilkudziesięciu projektów dostępnych wyłącznie dla prenumeratorów EdW w rubryce DIY PLUS na **www.elportal.pl**. W w rubryce DIY PLUS zamieszczamy aktualnie najciekawsze projekty publikowane w Internecie w formule open source. Prenumeratorów EdW zapraszamy do zapoznania się na **www.elportal.pl** z niezwykle inspirującymi zasobami rubryki DIY PLUS.

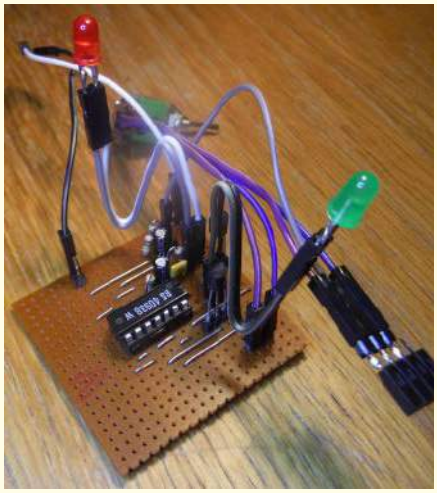
Prosty tester tranzystorów

Tranzystory są podstawowymi elementami naszego technologicznego świata. Artykuł opisuje prosty tester dla tranzystorów.









Można mieć pudełko pełne różnych tranzystorów lub można je posegregować według typu. W obu przypadkach potrzebujemy wiedzieć który działa, a który nie.

O ile nie mamy jakiegoś dedykowanego testera komponentów, możemy użyć multimetru cyfrowego w trybie diodowym lub rezystancyjnym, chyba że zapewniony jest tryb testowania tranzystora.

Jednakże, jeśli masz dużą liczbę różnych tranzystorów, przemieszanych w torbie, pudeku, czy szufladzie, użycie samego multimetru cyfrowego z podstawowymi funkcjami może być długim procesem.

Jeśli masz tylko multimetr cyfrowy z podstawowymi funkcjami, poniższy prosty tester tranzystorów uzupełni Twój zestaw narzędzi.

Dokończenie artykułu na stronie: https://bit.ly/3CUJOZb

Niektóre projekty aktualnie dostępne dla prenumeratorów EdW w rubryce DIY PLUS na www.elportal.pl:

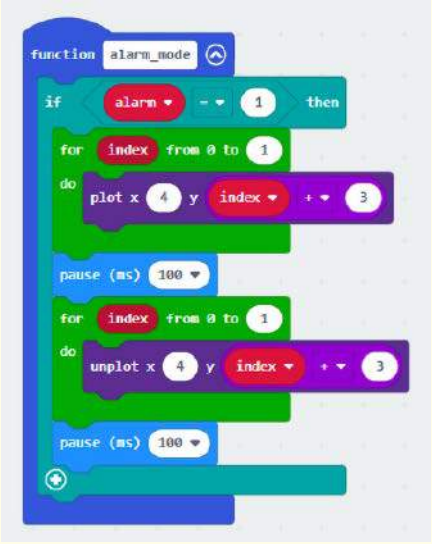
1. Światło wilgotności
2. Zamek elektroniczny na kod
3. Prosty tester tranzystorów
4. Zegar binarny z użyciem Microbit
5. Miernik pojemności z użyciem Microbit
6. Oscylator pierścieniowy z użyciem Microbit
7. Generator sygnałów funkcji z użyciem Microbit
8. Minutnik do gotowania jajek z użyciem Microbit
9. Przerzutnik SR oparty na PLD z użyciem Microbit
10. Programowalne bramki logiczne z użyciem Microbit
11. Generator impulsów o zakresach krokowych z użyciem Microbit
12. Generator impulsów o zakresach zmiennych płynnie z użyciem Microbit
13. Generator impulsów o zakresach zmiennych skokowo z użyciem Microbit

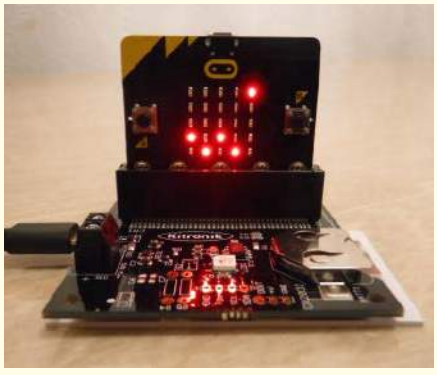
eprasa.pl 59bae33604

Zegar binarny z użyciem Microbit

DIY PLUS
tylko dla prenumeratorów

Poniższy projekt wykorzystuje Microbit i Kitronik RTC do utworzenia zegara 24H z wyświetlaczem binarnym i dodatkowo z opcją alarmu. Oprogramowanie projektowe zostanie stworzone w Makecode Blocks.





W poprzednim projekcie utworzono woltomierz cyfrowy, który wykorzystuje ograniczony obszar do wyświetlania w sposób binarny. Mając moduł z kodem do konwersji dziesiętnej na binarną wydaje się, że niewiele brakuje do utworzenia zegara binarnego. Potrzeba jedynie RTC (zegara czasu rzeczywistego). Jednak Microbit nie ma wbudowanego zegara czasu rzeczywistego.

RTC umożliwia realizację projektów zegarowych z podtrzymaniem bateryjnym. W związku z tym poniższy projekt wykorzystuje Microbit i Kitronik RTC do utworzenia zegara 24H z wyświetlaczem binarnym i dodatkowo z opcją alarmu. Oprogramowanie projektowe, które będzie działać na Microbit, zostanie stworzone w Makecode Blocks.

Dokończenie artykułu na stronie: https://bit.ly/3tUW3Rl

Miesięcznik „**Elektronika dla Wszystkich**”
(12 numerów w roku) jest wydawany we współpracy z kilkoma redakcjami zagranicznymi

Wydawnictwo:
AVT-Korporacja Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel. 22 257 84 99, e-mail: avt@avt.pl

Wydawca:
Wiesław Marciniak

Adres redakcji:
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
e-mail: edw@elportal.pl, www.elportal.pl

Dział Reklamy:
Katarzyna Gugała
katarzyna.gugala@elportal.pl
tel. 22 257 84 64

DTP, okładka, redakcja strony internetowej www.elportal.pl:
MAD Sp. z o.o.

Prenumerata:
W Wydawnictwie AVT, e-mail: prenumerata@avt.pl
tel. 22 257 84 22, (godz. 10:00–14:00)

W RUCH S.A.
tel. 801 800 803, 22 717 59 59
e-mail: prenumerata@ruch.com.pl
www.prenumerata.ruch.com.pl

Copyright AVT-Korporacja Sp. z o.o., Warszawa, ul. Leszczynowa 11. Projekty publikowane w „Elektronice dla Wszystkich” mogą być wykorzystywane wyłącznie do własnych potrzeb. Korzystanie z tych projektów do innych celów, zwłaszcza do działalności zarobkowej, wymaga zgody redakcji „Elektroniki dla Wszystkich”. Przedruk oraz umieszczanie na stronach internetowych całości lub fragmentów publikacji zamieszczanych w „Elektronice dla Wszystkich” jest dozwolone wyłącznie po uzyskaniu pisemnej zgody redakcji. Redakcja nie odpowiada za treść reklam i ogłoszeń zamieszczanych w „Elektronice dla Wszystkich”.

eprasa.pl 59bae33604

USŁUGI
BADAŃ I POMIARÓW

Badania inżynierskie
Pomiary oscyloskopowe
Profesjonalne doradztwo
Badania w komorze klimatycznej
Pomiary parametrów optycznych
Montaż urządzeń prototypowych

Badania termiczne
obwodów drukowanych / urządzeń
Badanie zaburzeń przewodzonych
Badania z wykorzystaniem skanera EMC

tel: 52 522 32 38
www.w2.bydgoszcz.pl
laboratorium@w2.bydgoszcz.pl

W2, ul. Ceramiczna 1A, 86-005 Kruszyn Krajeński/k. Bydgoszczy

eprasa.pl 59bae33604