Szkoła Konstruktorów – Układ z wykorzystaniem superkondensatora

ELEKTRONIKA dla wszystkich

1/2022 STYCZEŃ • CENA 13,90 zł (w tym 8% VAT)

www.elportal.pl

Frezarka CNC

Smart home – dla kogo?

- Miernik wzmacniaczy operacyjnych
- Pomiary napięcia niezrównoważenia
- Naprawa ładowarki ogniw Li-Ion
- Telewizor bez zasilacza?
- Felieton: Wynalazki i wynalazcy
- Akumulatory kwasowo-ołowiowe
- Transmisja danych w inteligentnym domu RS-485 i rozwiązania pokrewne
- MPPT – Ile można zyskać?
- Klasyczny forward z jednotranzystorowym kluczem
- Budowa modułowych mierników prądu stałego – MCP3421
- Silniki prądu stałego – Hamowanie w trybach CCM i DCM
- Warsztatowe patenty – Kilka przydatnych wskazówek

INDEKS 333 62X ISSN 1425-1698

9 771425 169221 01

Portale branżowe
AutomatykaB2B.pl
ElektronikaB2B.pl
Miejsca dla specjalistów

Drukarki 3D
filamenty, części zapasowe
sklep.avt.pl

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

OLED
artronic
OPTOELEKTRONIKA
www.artronic.pl

Sięgnij po archiwalne wydania

ELEKTRONIKI DLA WSZYSTKICH

Każde wydanie przejrzyj on-line

Szybka wysyłka GRATIS

Zamów wygodnie na **www.UlubionyKiosk.pl**

eprasa.pl 389f3c6f1b

Stacje lutownicze 80W

zakres regulacji temperatury: od 100°C do 420°C

RTC-24/80W **467zł**
(cyfrowy odczyt temperatury)

RT-24/80W **320zł**
(analogowy odczyt temperatury)

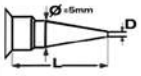
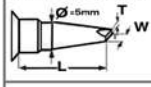
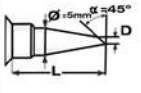
Lutownice

SL-230 **235zł**
70W; 230Vac;
regulacja temperatury

LERT-24 **197zł**
60W; 24Vac; bez złącza;
regulacja temperatury

LES-1 60W **166zł**
LES-1 80W **166zł**
24Vac; złącze DIN 6pin

Groty i akcesoria

groty	kod handlowy	L [mm]	D [mm]	T [mm]	W [mm]
stożkowe 	GROT GD1 044	18	0,4		
	GROT GD1 045	18	0,8		
	GROT GD1 046	18	1,2		
	GROT GD1 047	25	0,4		
	GROT GD1 048	25	0,8		
ścięte dwustronnie 	GROT GD2 049	18		0,8	2,4
	GROT GD2 050	18		1,2	3,2
	GROT GD2 051	25		0,4	1,6
	GROT GD2 052	25		0,8	2,4
ścięte jednostronnie 	GROT GD3 053	18	1,6		
	GROT GD3 054	18	2,4		
	GROT GD3 055	18	4,0		
	GROT GD3 056	25	1,6		
	GROT GD3 057	25	2,4		

Groty GD - cena za 1 sztukę: 19zł
Grot ART: 30zł
PODST PL-2 (podstawka pod LES-1) 62,50zł
PODST PL-3 (podstawka pod LERT-24, SL-230) 62,50zł
Gąbka Elwik: 6,50zł

Grot ART 8mm, skośnie ścięty, przeznaczony do lutowania witraży.

elwik

PRODUKT POLSKI

sklep.avt.pl

AVT SPV Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: (22) 257 84 51 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

Firmy prezentujące swoje oferty w niniejszym wydaniu EdW

ARTRONIC 1

ELMAX 25

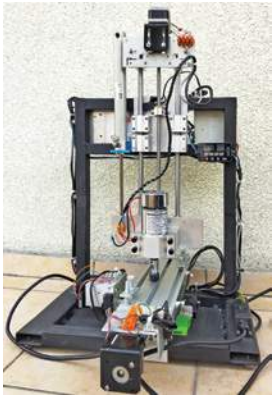
FERYSTER 55

PIEKARZ 1, 27

PRODUCENT AUTOMATYKI GRZEWCZEJ

PW KEY 19

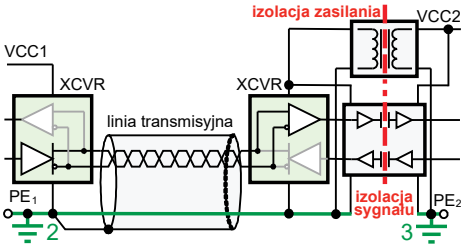
SEMICON 29



str. 18

Frezarka CNC

Samodzielna budowa obrabiarki sterowanej numerycznie wcale nie jest tak trudnym, ani tak kosztownym zadaniem jak mogłoby się wydawać. Nawet jeśli nie planujesz takiego przedsięwzięcia – zapoznaj się z artykułem napisanym przez doświadczonego praktyka.



str. 28

Transmisja danych. Interfejs RS485 i pokrewne

Opracowany wiele lat temu interfejs RS485 nadal okazuje się ogromnie przydatny, także w systemach inteligentnego domu. Zwłaszcza w wersji z izolacją galwaniczną, która likwiduje poważny problem pętli masy.

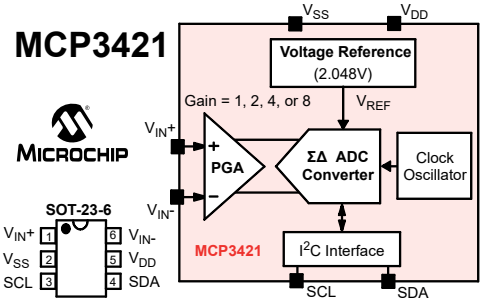
Dokumentacja, głupcze!

Powyższy dobitny śródtytuł nawiązuje do hasła „Ekonomia, głupcze" (*It's the economy, stupid*), które Billowi Clintonowi przyniosło zwycięstwo w wyborach prezydenckich w roku 1992. Śródtytuł ten nie ma Cię obrazić, tylko mocno uczulić na ogromnie ważne zagadnienie.

str. 39

Inteligentny dom także dla Ciebie, czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie Smart Home – dla kogo?

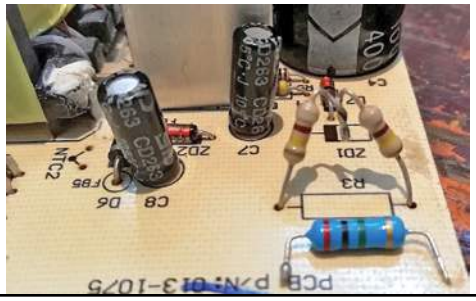
Dla kogo chciałbyś stworzyć inteligentny dom? Czy dla siebie? Czy tylko dla siebie? Czy też dla innych? Zanim zaczniesz, najpierw przemyśl kilka ważnych zagadnień!



str. 42

Budowa modułowych mierników prądu stałego

Wcześniejsze artykuły przekonująco pokazały, że można kupić bardzo tanie mierniki, mające zaskakująco dużą dokładność. Aby w pełni wykorzystać ich zalety, koniecznie trzeba poznać ich budowę.



str. 60

Naprawa ładowarki ogniw Li-Ion

Naprawy współczesnego sprzętu elektronicznego są mocno utrudnione przez miniaturyzację, a jeszcze bardziej przez brak dokumentacji, jednak jak dobitnie udowadnia opisany przypadek, nie warto rezygnować z prób naprawy.

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".

Miesięcznik

ELEKTRONIKA dla wszystkich

www.elportal.pl

(12 numerów w roku) jest wydawany we współpracy z kilkoma redakcjami zagranicznymi.

Wydawca:
Wiesław Marciniak

Adres Wydawcy:
AVT-Korporacja sp. z o.o.
ul. Leszczynowa 11
03-197 Warszawa
tel.: (22) 257 84 99
fax: (22) 257 84 00

Redaktor Naczelny:
Piotr Górecki, *pg@elportal.pl*

Redaktorzy Działów:
Andrzej Janeczek
sp5aht@swiatradio.com.pl

Opracowanie graficzne, skład:
Ewa Górecka-Dudzik

Okładka, zdjęcia, skanowanie:
Piotr Górecki jr

Sekretarz Redakcji
Ewa Górecka-Dudzik
ewa.dudzik@elportal.pl
tel.: (22) 783 00 20
(w godzinach 10:00 – 15:00)

Dział Reklamy:
Katarzyna Gugała
katarzyna.gugala@elportal.pl
tel.: (22) 257 84 64

Klasyczne listy i paczki (projekty i Szkoła Konstruktorów) prosimy adresować:

AVT – EdW
ul. Leszczynowa 11
03-197 Warszawa
(+dopisek określający zawartość)

Korespondencja elektroniczna:

e-maile do Redakcji EdW:
edw@elportal.pl

e-maile do Szkoły Konstruktorów:
szkola@elportal.pl

rozwiązania konkursów – e-maile:
konkursy@elportal.pl

uwagi do rubryki Errare:
errare@elportal.pl

Prenumerata:
W Wydawnictwie AVT
tel: (22) 257 84 22
(godz. 10:00–14:00)
e-mail: prenumerata@avt.pll
W RUCH S.A.
tel: 801 800 803, (22) 717 59 59
e-mail:prenumerata@ruch.com.pl
www.prenumerata.ruch.com.pl

Stali współpracownicy:

Michał Adamus
Szymon Janek
Krzysztof Kawa
Rafał Orodziński
Michał Pędzimąż
Michał Stach
Szymon Trygar
Adam Sobczyk
Piotr Świerczek
Piotr Wójtowicz

eprasa.pl 389f3c6f1b

ELEKTRONIKA dla wszystkich

Styczeń 1 (312)

Projekty

Projekty AVT

Frezarka CNC, część 1 18
Miernik wzmacniaczy operacyjnych, część 3 23
Pomiary wzmacniaczy operacyjnych
1. Wejściowe napiecie niezrównoważenia....24

Forum Czytelników

Naprawa ładowarki ogniw Li-Ion....60

Szkoła Konstruktorów

Zadanie główne 310
Zbadaj zagadnienie kontroli wilgotności gleby i zaproponuj sposób sygnalizacji wysychania trawnika wykorzystujący elektronikę.... 47
Rozwiązanie zadania głównego 305
Zaproponuj układ elektroniczny z wykorzystaniem co najmniej jednego superkondensatora....48
Druga klasa Szkoły Konstruktorów Co tu nie gra? 310, 305.... 53
Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów Policz 310, 305.... 56

Artykuły różne

Elektronika i historia
Telewizor bez zasilacza?, część 1....14
Felieton: Wynalazki i wynalazcy – uzupełnienie....17
Współczesne akumulatory.
2. Akumulatory kwasowo-ołowiowe....26
Transmisja danych w inteligentnym domu
5. RS-485 i rozwiązania pokrewne....28
MPPT, część 17....32
Odkrywamy schematy
Klasyczny forward z jednotranzystorowym kluczem, część 5....34
Inteligentny dom także dla Ciebie, czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie. Część 5 – Smart home – dla kogo?....39
Budowa modułowych mierników prądu stałego, część 1....42
Silniki prądu stałego, część 15....44
Warsztatowe patenty
Kilka przydatnych wskazówek....63

Rubryki stałe

Nowości, ciekawostki.... 6
Poczta....8
Skrzynka porad....12
Prenumerata....16
Księgarnia AVT....69
Oferta handlowa AVT.... 70

Konkursy

Krzyżówka....59
Co to jest?....62
Jak to działa?....66

Styczeń

Mówisz i masz! W ubiegłym numerze w rubryce Poczta było pytanie o zapowiadany od dawna projekt CNC i oto na styczniowej okładce mamy pierwszą część projektu frezarki CNC! Zarówno skrót CNC jak i słowo frezarka mogą wywołać wrażenie, że chodzi o jakiś ogromnie skomplikowany, trudny i kosztowny projekt.
Nic z tych rzeczy! Opis co prawda jest obszerny, jednak właśnie jego pierwsza część pokazuje, że dziś praktycznie każdy hobbysta może zbudować obrabiarkę sterowaną numerycznie. Koszty tego rodzaju maszyny swojej roboty nie są wysokie dzięki zastosowaniu popularnych tanich modułów i bloków, a część mechaniczną też można zrealizować prosto i tanio. Także z oprogramowaniem sterującym nie ma kłopotów. Dlatego do uważnej lektury zapraszam wszystkich Czytelników!
W tym numerze szczególnie polecam kolejny odcinek cieszącej się ogromnym zainteresowaniem serii o modułowych miernikach napięcia i prądu oraz bardzo ważny odcinek cyklu o inteligentnym domu. Ponieważ zakończył się cykl „Filozofia sieci", wracamy do tematu interfejsów, gdzie omówimy łącze RS484 oraz protokół MODBUS, jakże przydatne w inteligentnym domu. Niestety, w styczniowym numerze nie zmieścił się kolejny artykuł o precyzyjnych pomiarach za pomocą NanoVNA oraz planowany odcinek nowego cyklu o wykorzystaniu elektroniki w ogrodzie.
Tak jak ostatnio, na YouTube: ***www.youtube.com/watch?v=M7WM-3Pn_lE*** umieściłem rozszerzoną (wideo)wersję tego tekstu.
Zachęcam do lektury styczniowego numeru oraz do udziału w konkursach EdW.

Jak zawsze serdecznie pozdrawiam

Piotr Górecki

Prenumerata – naprawdę warto!

eprasa.pl 389f3c6f1b

OPPO POWALCZY NA RYNKU SKŁADAKÓW

Rynek składanych smartfonów z elastycznym ekranem został niemal w całości zdominowany przez Samsunga, jednak może się to niedługo zmienić. Chińskie Oppo postanowiło stawić czoła koreańskiemu konkurentowi i zaprezentowało wyjątkowo udane urządzenie.

Oppo Find N jest najmniejszym smartfonem, który rozkłada się, by uzyskać większą przestrzeń roboczą. Jego zewnętrzny wyświetlacz ma przekątną 5,49" (18:9), a po otwarciu ukazuje się 7,1-calowy ekran o proporcjach 8.4:9. Takie podejście sprawia, że oglądając coś lub grając na zewnętrznym ekranie, po otwarciu urządzenia nie musimy wcale obracać telefonu (jak dotychczas), by kontynuować cieszenie się komfortową rozrywką.

Nowość Oppo wygląda w pierwszej chwili trochę jak dwa mniejsze smartfony złączone ze sobą. Dzięki temu, że konstrukcja jest szersza, więcej treści mieści się na zewnętrznym ekranie, co oznacza, że wygodniej będzie można korzystać z Find N bez przerzucania się na wewnętrzny.

Elastyczny wyświetlacz Oppo Find N składa się z dwunastu warstw. Producent gwarantuje, że Serene Display, bo tak został nazwany, można bezproblemowo składać i rozkładać 200 tysięcy razy, zachowując brak jakichkolwiek zagnieceń. Pozostała specyfikacja techniczna też robi wrażenie – procesor Qualcomm Snapdragon 888, 8 lub 12GB RAM, 128 lub 256GB pamięci wewnętrznej, głośniki stereo czy 5G. Do tego akumulator o pojemności 4500mAh z ładowaniem 3 W oraz potrójny aparat – główny 50Mpix f/1.8, ultraszerokokątny 16Mpix oraz tele 13Mpix f/2.4.

UŁATWIĆ ŁADOWANIE ELEKTRYKÓW

Elektryczna transformacja, która właśnie odbywa się na naszych oczach, to nie tylko koniec spalinowych silników w domowych garażach. Zmiany dotkną również firmy i całe ich floty samochodów. Ford jako pierwszy zdecydował się pomóc swoim klientom biznesowym.

W przypadku jednego samochodu w domu częste ładowanie (na przykład w nocy) nie będzie dużym wyzwaniem, szczególnie przy wygodnym dostępie do domowej ładowarki. Znacznie więcej będą musiały zmienić firmy, które wykorzystują duże floty. Warto tutaj zauważyć, że wiele z nich nie jest obecnie dostosowanych do nadchodzącej rewolucji. Amerykanie z Forda szacują, że w ciągu dekady sprzedadzą ponad 300 tysięcy pojazdów elektrycznych firmom oraz agencjom rządowym. W celu ułatwienia przejścia zostanie uruchomiony specjalny program Ford Pro Charging.

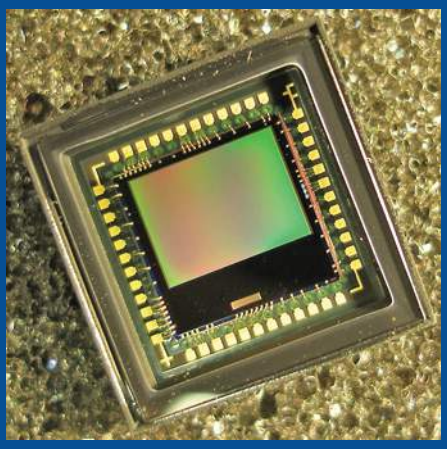
Firmy będą mogły otrzymać m.in. narzędzia, które ułatwią śledzenie lokalizacji, stanu ładowania lub stanu samochodów. Dzięki temu ustalenie optymalnych godzin i momentów uzupełniania energii w akumulatorach będzie odczuwalnie prostsze. W założeniach ma to także skutecznie wyeliminować niepożądane scenariusze, jak chociażby brak energii w akumulatorach w najmniej odpowiednim momencie.

Oczywiście Ford zaoferuje swoją pomoc także podczas montażu ładowarek w firmach. Koncern obiecuje zainstalować odpowiednie porty ładowania AC lub DC, w zależności od potrzeb klienta. Inicjatywa nie wyeliminuje wszystkich problemów, które związane są z elektromobilnością, ale powinna sprawić, że cały proces przejścia będzie zauważalnie wygodniejszy.

LEPSZE APARATY DZIĘKI NOWYM MATRYCOM

Niewielkie rozmiary sensorów fotograficznych w smartfonach wymusiły nietypowe podejście do robienia zdjęć, oparte nie tylko na możliwościach samych matryc i optyki, ale też na skomplikowanych algorytmach przetwarzania obrazu.

Wśród tych algorytmów jednym z najważniejszych jest składanie wielu ekspozycji z matrycy w jedną – dzięki niej smartfony radzą sobie dobrze w nocy, mają niski poziom szumów i są w stanie stosować algorytmy HDR. Matryca światłoczuła bez takiego wsparcia ma rozpiętość tonalną zdecydowanie zbyt małą, by uzyskać zadowalającą jakość obrazu. Jedną z klasycznych metod na poprawę dynamiki jest wzrost rozmiarów całej matrycy – dlatego aparaty z układami Full Frame i APS-C radzą sobie lepiej niż smartfony, zarówno w sytuacjach gorszego oświetlenia, jak i dużych kontrastów.



Dziś Sony zaproponowało odmienne podejście do tematu. Już kilka lat temu okazało się, że można poprawić sprawność układów przesuwając warstwę sterującą z liniami kontrolnymi pod fotodiody. Tranzystory sterujące wciąż jednak dzieliły tę samą warstwę co fotodiody.

Okazało się jednak, że także i tranzystory sterujące (poza bramką TRG) da się przesunąć niżej. Zwolnione miejsce wykorzystane zostało do powiększenia poszczególnych elementów światłoczułych. Większa fotodioda oznacza wyższy prąd pracy, a dodatkowe miejsce dla tranzystorów pozwoliło na powiększenie wzmacniaczy sygnałowych, które w efekcie mają niższy poziom szumów własnych. Układ wykonany w nowej technologii ma zatem większą dynamikę i jest w stanie prawidłowo pracować w trudniejszych warunkach.

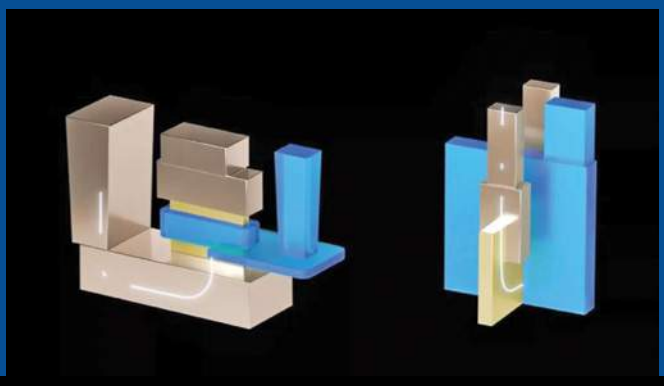
POGOŃ ZA NANOMETRAMI

Prawie co roku kolejny procesor wychodzący z fabryk dominujących producentów cechuje się zastosowaniem „niższego" procesu litograficznego, czyli mniejszych tranzystorów o tej samej budowie. IBM oraz Samsung pochwalili się, że wspólnie opracowali nowy typ tranzystora VTFET, który ma być zauważalnie lepszy od poprzedników.

Tranzystory nowego typu opracowane przez Samsunga oraz IBM, czyli VTFET (Vertical Transport Field Effect Transistors), mają być ustawiane prostopadle do siebie, a jak sama nazwa mówi – prąd ma przepływać przez nie „pionowo".

Samsung oraz IBM twierdzą, że nowa budowa wyróżnia się dwoma głównymi zaletami i jednocześnie stanowi znaczącą przewagę nad strukturami o klasycznej architekturze. Tranzystory ułożone pionowo mają zapewnić lepsze przewodnictwo prądu, a także mniejsze straty energii, co sprawi, że sprawność energetyczna układów z wykorzystaniem nowych tranzystorów ma być o wiele wyższa. Samsung oraz IBM szacują, że technologia VTFET zaoferuje dwukrotnie wyższą wydajność w procesorach lub nawet do 85% mniejsze zużycie energii niż obecna generacja FinFET.

Obie firmy na razie nie wiedzą kiedy wprowadzą technologię do konsumenckich układów CPU. Co więcej, obaj zapowiadają, że zamierzają tworzyć tranzystory poniżej 1nm, jednak na razie nadal w technologii FinFET.



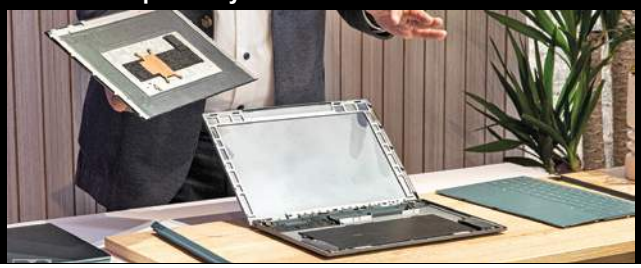
NAPRAWIALNY LAPTOP OD DELLA

Producenci sprzętu elektronicznego co roku wprowadzają nowe rozwiązania, a kolejne generacje laptopów oferują wyższą wydajność względem poprzedników. Niemniej jednak tego typu urządzenia dość szybko się starzeją, a po 3–4 latach trzeba sięgnąć po nowe. Takie podejście generuje masę niepotrzebnej już elektroniki. A gdyby tak zaprojektować laptopa, który tworzy mniejszy ślad węglowy za sprawą bardziej ekologicznych podzespołów? Dell Concept Luna to laptop, którego naprawa a także recykling, mogą okazać się zdecydowanie łatwiejsze.

Główną cechą laptopa Dell jest o 75% mniejsza płyta główna (w porównaniu do standardowych laptopów), która zajmuje powierzchnię ok. 55 cm^2 , ma na sobie także o 20% mniej elementów. Umieszczenie płyty w takim miejscu powinno zapewnić jeszcze większy obszar, na którym rozchodzi się wygenerowane ciepło.

Laptop będzie całkowicie pasywnie chłodzony, bo płyta jest odseparowana od innych elementów, które potencjalnie mogłyby wygenerować dodatkową energię cieplną. Jeśli chodzi o sam akumulator, to Dell w laptopie Concept Luna planuje wprowadzić mniejszą baterię o większej liczbie ogniw z większą liczbą cykli ładowania. Dzięki temu bateria powinna degradować się wolniej.

Pojedyncze elementy urządzenia mają być łatwe do wymiany. Każde z nich będzie także przyjazne naprawie – m.in podpórka pod nadgarstki, klawiatura, czy nawet płytka drukowana, która według producenta jest wykonywana z włókna lnianego, zamiast klasycznego plastikowego laminatu. Niestety nie wiemy kiedy i w jakiej formie model ten trafi do sprzedaży.



GDZIE TE GPU?

Na rynku kart graficznych od wielu miesięcy trwa kryzys spowodowany globalnym niedoborem półprzewodników oraz wysokim zainteresowaniem kryptowalutami, do których wydobycia są niezbędne GPU. Co dziwne, globalne dostawy kart graficznych stoją na bardzo dobrym poziomie – wręcz najlepszym od lat.

Jak się okazuje, karty graficzne są dostarczane przez producentów w milionach sztuk w ciągu każdego kwartału. W sieci pojawiły się bowiem dane, które dokładnie obrazują, jak ogromne liczby układów trafiają na rynek. Z oficjalnych danych jasno widać, że w trzecim kwartale br. producenci na całym świecie dostarczyli aż 12,7 miliona sztuk, gdy w poprzednich dwóch było to odpowiednio 11,77 i 11,47 miliona dla pierwszego i drugiego kwartału 2021.

Mimo że wyniki są na papierze tak obiecujące i zdecydowanie lepsze niż w ubiegłych latach, to na półkach sklepowych kart brakuje. Dwa lata temu producenci dostarczyli niespełna 39,5 miliona sztuk GPU, a ich dostępność była bardzo dobra. Tak samo jak ceny, które nie zwalały z nóg.

Niestety wszystko wskazuje na to, że niesłabnąca popularność kryptowalut i „koparek" do ich pozyskiwania sprawia, że na normalne ceny kart graficznych będziemy musieli jeszcze długo czekać. Rynek niestety rządzi się swoimi prawami, a producenci mogą tylko zacierać ręce, nie przejmując się niedoborami sprzętu na rynku konsumenckim.

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.

UWAGA! UWAGA!

Potwierdzamy otrzymanie każdego e-maila. Zachęcamy do wykorzystywania opcji: *Żądaj potwierdzenia doręczenia*. Jeśli ktoś nie otrzyma potwierdzenia w ciągu tygodnia, proszony jest o wysłanie swojej wiadomości jeszcze raz – do skutku. A gdyby przypuszczalnym powodem skasowania e-maila przez serwery poczty były potencjalnie groźne załączniki (np. typu .exe. bas, itp.), bardzo prosimy wysłać informację o tym bez żadnych załączników.

Do części projektów publikowanych w EdW firma AVT proponuje kompletne zestawy elementów albo tylko płytki drukowane. Na początku i końcu takich artykułów-projektów podana jest informacja o numerze kitu AVT. Jeżeli w artykule numeru kitu nie ma, a Czytelnicy byliby zainteresowani nabyciem zestawów albo samych płytek, jest to możliwe. AVT uruchomi realizację kitów/płytek, o ile tylko gotowość zakupu wyrazi przynajmniej kilku chętnych. Zgłoszenia i pytania w tej sprawie należy nadsyłać wprost na adres:

kity@avt.pl

Droga EdW i Panie Piotrze Górecki,
chciałem zabrać głos i zaoferować pomoc w temacie „Radiowej oślej łączki". Oczywiście popieram pomysł i bardzo chciałbym wreszcie zobaczyć kurs podający te zagadnienia w przystępnej formie.
Piszę WRESZCIE, gdyż sam jestem inżynierem radiowym, jednak moja droga do zawodu wiodła troszkę na opak. Od szkoły podstawowej interesuję się elektroniką (EdW zacząłem czytać od pierwszego numeru, byłem wtedy w 7. klasie podstawówki), ukończyłem fizykę techniczną na AGH, a potem los rzucił mnie w projekt zawodowy związany z projektowaniem anten mikrofalowych. I musiałem szybko sam, metodą prób i błędów, się nauczyć. Podbudowa teoretyczna z elektromagnetyzmu ze studiów oczywiście była pomocna, jednak uważam się za radiowego samouka.
I tu zauważyłem wielką barierę wejścia do dziedziny RF, gdyż z jednej strony mamy dużą dostępność profesjonalnych podręczników i materiałów akademickich, jak również społeczność radioamatorów-krótkofalowców generuje wprost ocean wiedzy. Jednak w obu tych przypadkach mamy do czynienia z specjalistycznym żargonem oraz, co bardzo mnie irytowało, swego rodzaju fetyszyzmem pewnych pojęć. Np. można znaleźć tysiąc recept, jak wykonać balun, tymczasem ze świecą szukać przystępnego i intuicyjnego wyjaśnienia, co to jest linia symetryczna i gdzie ta symetryczność faktycznie ma znaczenie. Dlatego taki kurs radiowy jest WRESZCIE potrzebny, by młodych elektroników nie zrażać do przedmiotu, a zainspirować, bo dzisiejszy RF to brama nie tylko do zaawansowanej elektroniki, ale również programowania (SDR), łączności satelitarnej, a nawet eksperymentów z astrofizyki.
Nie wiem, jaką formę pracy redakcyjnej przyjmie Radiowa Ośla łączka, jednak chciałem zaoferować pomoc merytoryczną w tworzeniu takich treści. Szczególnie co do aspektów fundamentalnych, np. co to jest kabel koncentryczny i dlaczego go stosujemy, dlaczego 50 omów i czy każdy kawałek drutu może być anteną (próbka tematów, jakie mi chodzą po głowie). To uważam za ważniejsze zagadnienia niż opis filtrów i cewek w.cz. i grzęźnięcia w niekończących się dyskusjach o dopasowaniu anteny. (...)

Pozdrawiam
Krzysiek z Krakowa

Czekam z niecierpliwością na dalsze kroki i przede wszystkim trzymam kciuki za EdW.

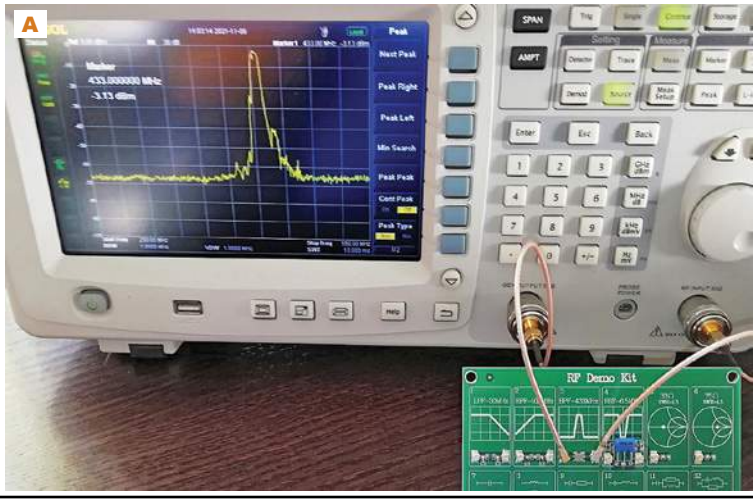
Zadanie przystępnego wprowadzenia nowych z zagadnienia w.cz. jest bardzo trudne, ale mamy nadzieję, że uda się nawiązać owocną współpracę z praktykiem, który dobrze zna te zagadnienia. A oto inny e-mail:

Radiowa ośla łączka

*Dzień dobry. Popieram pomysł. Każdy prawdziwy elektronik mniej lub bardziej interesuje się RF. Zdobycie wiedzy i wymaganego doświadczenia to kwestia lat i (a może) przede wszystkim dobrego źródła. Dla przykładu fotka z płytki testowej sprzedawanej z NANO_VNA. Czy „koślawy" przebieg dla filtru 433MHz [**fotografia A**] to niedoskonałość samego filtra? Błąd metody, odbicia w przewodach/złączkach, czy po prostu tak ma być?*

Pozdrawiam
Michał

Na postawione interesujące pytania można znaleźć odpowiedź, ale trzeba nabrać trochę doświadczenia i eksperymentować. Wiele aspektów będziemy omawiać w artykułach dotyczących pomiarów za pomocą NanoVNA.



eprasa.pl 389f3c6f1b

Jeden z Czytelników po otrzymaniu EdW 11/2021 z pierwszą częścią ***Miernika wzmacniaczy operacyjnych*** napisał:

(...) uprzejmie proszę o opublikowanie zdjęć miernika wzm. operacyjnych wykonanych pionowo z góry i z dołu. Ułatwią one mnie i prawdopodobnie innym jego prawidłowy montaż. (...) Serdecznie pozdrawiam i życzę dużo zdrowia i dalszych sukcesów w redagowaniu wspaniałego i bardzo potrzebnego pisma.

Andrzej Szulda

Gdy z wyprzedzeniem otrzymał drogą e-mailową drugą część artykułu, po krótkim czasie poinformował:

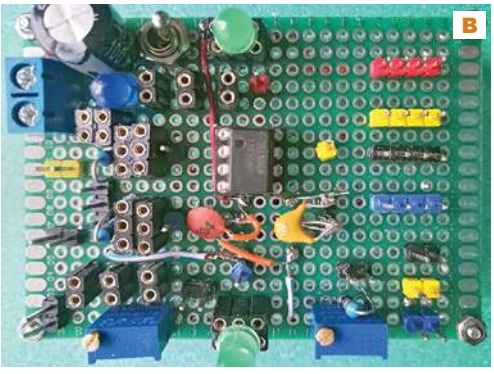
Witam (...) Zakończyłem montaż miernika. Przesyłam (...) ***[fotografie B, C]*** *i przepraszam za jakość. Chętnie przetestuję miernik, czekam więc na wytyczne i wskazówki. (...)*

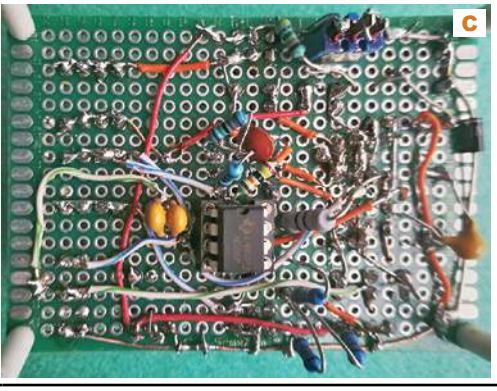
Po otrzymaniu (też z wyprzedzeniem) odpowiednich wskazówek zawiadomił: *(...) Wykonałem pomiary U_{OS} wszystkich posiadanych wzmacniaczy operacyjnych. Zestawienie wyników przedstawiłem w postaci tabel w załączonym pliku tekstowym. Tam też przedstawiłem swoje pytania i wątpliwości. (...)*

Otóż jeśli chodzi o przedstawione w tekście pytania, to podstawę czasu oscyloskopu należy nastawić na milisekundy, a nie mikrosekundy, żeby było widać przydźwięk sieci 50Hz, a współpracujące woltomierze mogą być dowolne.

Wspomnianymi wątpliwościami zajmiemy się wspólnie w zadaniu *Policz310*, a wymiana korespondencji pokazała potrzebę przedstawienia w EdW co najmniej jeszcze jednego przyrządu.

Namawiałbym (...) na opublikowanie (może w ramach tego cyklu o wzmacniaczach operacyjnych) prostego testera [wzmacniaczy operacyjnych] (...) Jak najbardziej popieram (...) zamysł wykonania uniwersalnego testera dla pojedynczych, podwójnych i poczwórnych układów. Też o tym myślałem, ale (...). Oczywiście nie musi być w tym testerze sprawdzania napięcia niezrównoważenia. Byłoby to niepotrzebnym powielaniem już istniejących rozwiązań. (...) się zabieram za montowanie mojego schematu, ale z niecierpliwością będę oczekiwał na tester uniwersalny. (...) Ja również się cieszę, że elektroniką zająłem się wnikliwiej niż do tej pory (zadziałała motywacja).





Andrzej Szulda

Jak widać, potrzebny jest możliwie jak najprostszy, a uniwersalny tester działania wzmacniaczy operacyjnych. Wygląda na to, że projekt taki pojawi się niedługo w EdW.

Szanowna Redakcjo!

Od wielu numerów EdW pytacie Czytelników o dalszy kształt i treść czasopisma. W publikowanych odpowiedziach powtarza się kilka tematów, między innymi elektronika retro i lampy elektronowe. W większości mediów temat lamp jest niestety zazwyczaj sprowadzany do lampowych wzmacniaczy akustycznych. A przecież elektronika to również mnóstwo innych urządzeń i jakoś je konstruowano w czasach królowania lamp elektronowych. Mieliśmy telewizory, krótkofalówki, oscyloskopy, generatory, multimetry i inne mierniki a nawet komputery analogowe zbudowane w całości na lampach.

Może w artykułach retro Redakcja zechce przełamać ten trend i opiszecie takie inne „nie audio" urządzenia?

Przesyłam przykład pewnego przyrządu jako propozycję tematu do takiego artykułu. To lampowy wzmacniacz operacyjny, w formie, którą dziś nazwalibyśmy hybrydowym układem scalonym. Zaledwie cztery aktywne elementy (dwie popularne lampy 12AX7) pozwalały stworzyć układ w pełni funkcjonalnego wzmacniacza operacyjnego. A w połączeniu ze wzmacniaczem stabilizującym K2-P otrzymywało się całkiem dobry wzmacniacz, nawet jak na dzisiejsze standardy. Jest więc nawiązanie do techniki retro, lamp elektronowych, a także opublikowanego właśnie cyklu o wzmacniaczach „Droga do RRIO", przy czym proponowany przykład to chyba będzie sam początek tej drogi. Plik w załączniku (...) pochodzi ze strony (szukać K2-W): www.philbrickarchive.org/chronological_page_list.htm.

Kolejny temat to „Radiowa ośla łączka". Jestem jak najbardziej za, przy czym uważam, że bardzo dobrą formą dla tego tematu był „Radiowy poligon" [Piotra Świerczka] – cykl artykułów, który niestety został zaniechany jakiś czas temu. Bardzo cenię sobie również działy: „Co tu nie gra", „Policz" i „Jak to działa" – zdecydowanie kontynuujcie. Takie łamigłówki są lepsze niż krzyżówki (rym przypadkowy).

Na koniec przetwornice impulsowe. Mimo że temat wielokrotnie poruszany na łamach EdW, to, sądząc po wypowiedziach, Czytelnicy wciąż odczuwają niedosyt wiedzy. I słusznie zwracają uwagę na brak w EdW choćby jednej przykładowej realizacji przetwornicy. W ostatnich numerach pojawiła się w końcu taka konstrukcja. Moim zdaniem choć bardzo starannie wykonana i dobrze opisana, to ze względu na złożoność, jak i możliwości praktycznego zastosowania, chyba nie był to najlepszy przykład na początek.

Proponuję przedstawić prostsze konstrukcje – przetwornice bez izolacji galwanicznej, podwyższające i obniżające napięcie, z elementem indukcyjnym w postaci dławika. Jest wiele układów scalonych pozwalających wykonać dobrą przetwornicę przy użyciu dosłownie kilku zewnętrznych elementów i na pojedynczej cewce, której dobór zazwyczaj nie jest bardzo krytyczny (będą działać wystarczająco dobrze z prostym dławikiem na rdzeniu w kształcie szpulki – do kupienia w każdym sklepie elektronicznym). Choćby stareńki MC34063 lub bardziej współczesne jak LM2596, LT1304 i popularny w chińskich modułach XL4016.

Do czego można użyć takich przetwornic?

Pierwszy przykład: chcemy zasilać układ wymagający

eprasa.pl 389f3c6f1b

napięcia 3,3V z akumulatora Li-Ion, na którym podczas pracy napięcie zmienia się w zakresie 4,2÷2,7V. Żaden stabilizator LDO nie nada się, przetwornica wydaje się jedynym rozwiązaniem, tylko który układ scalony będzie najlepszy do tego celu?
Przykład drugi: zasilanie żarzenia lamp elektronowych prądem stałym 6,3V z łatwego do zakupu transformatora o napięciu wtórnym 12V. Problem w tym, że zimne żarniki stanowią praktycznie zwarcie w układzie. Która przetwornica uruchomi się w takich warunkach i pozwoli rozgrzać lampy?
W handlu dostępnych jest wiele różnorodnych gotowych modułów takich przetwornic, a niewygórowane ceny zachęcają do ich stosowania. Wzorem cyklu o panelowych miernikach napięcia i prądu proponuję zrobić test kilku takich przetwornic, opisać wady i zalety poszczególnych rozwiązań. Może przy okazji przedstawicie rozwiązanie problemu, który dyskwalifikuje takie moduły z wielu zastosowań, czyli generowanie ogromnej ilości zakłóceń radiowych i szumów w napięciu wyjściowym?

Pozdrawiam Redakcję i Czytelników
Tomasz Sukiennik

Dzień dobry,
bardzo zainteresowały mnie mierniki mierzące zawartość azotu, fosforu i potasu w glebie (NPK) wspomniane przez Pana Piotra. Według producenta używają one techniki Frequency Domain Reflectometry, czyli reflektrometrii w dziedzinie częstotliwości z użyciem pomiarów wektorowych. Sama technika znana jest od lat. Technika ta nie zapewnia odpowiedniej: specyficzności analitycznej, odtwarzalności i powtarzalności, by dać wiarygodny pomiar stężeń wymienionych pierwiastków w glebie. Technika ta jest stosowana z dobrym skutkiem np. do pomiaru wilgotności w glebie, a pojedyncze prace mówią o możliwości jej użycia do pomiaru stężeń związków azotowych w glebie (NH_4NO_3). Czym innym jest pomiar stężeń substancji w roztworach wodnych, a czym innym w glebie o zmiennych właściwościach fizykochemicznch. Gleby mają bardzo złożony skład. Do kontroli każdej metody badawczej należy zastosować certyfikowane materiały odniesienia, by ją skontrolować. Zainteresowani mogą poszukać wiarygodnych informacji w przeglądarkach naukowych np.: Google Scholar, Google Patents, https://www.semanticscholar.org, https://www.researchgate.net.
Ważnymi parametrami jest nie tylko zawartość pierwiastka, ale również forma, w której on występuje (specjacja), np. w pomiarach związków azotu posługujemy się pojęciem azotu amonowego, azotu azotanowego czy całkowitego. Każdy z tych związków jest różnie dostępny dla roślin, a jedne formy mogą przechodzić w inne. Często jest tak, że dany związek staje się dostępny dla roślin dopiero po przetworzeniu przez procesy bio, fizykochemiczne. Z metod, które możemy zaadaptować w domu do pomiarów związków, należy wymienić przede wszystkim metody z zakresu spektrofotometrii w świetle widzialnym, a jako reagentów użyć testów akwarystycznych. Opis prostego spektrokolorymetru publikowałem w jednych z numerów EdW.

Rafał Orodziński

Dzień dobry,
(...) w załączniku przesyłam schemat układu elektronicznego, który chciałbym opublikować w EdW. Jest to prosta zabawka na diodach LED. Układ ma cztery diody różnokolorowe i cztery odpowiadające im przyciski. Diody zaświecają się w pseudolosowej kolejności. Zadaniem użytkownika jest powtórzenie tej kolejności na przyciskach. Jeśli powtórzył dobrze, załączamy o jedną diodę LED więcej tak długo, aż operator się pomyli. Na wyświetlaczu pokazywana jest aktualna długość sekwencji. (...) ***Czy jest szansa wykonania płytek PCB na koszt EdW?***

Pozdrawiam
Rafał

Tak, jak najbardziej do projektów przewidzianych do publikacji w EdW możemy nieodpłatnie wykonać płytki próbne.

Poczta 12-2021 Przemek (Kontynuacja artykułów: Dokładność modułowych mierników prądu stałego)

W miernikach przeważnie ADC są precyzyjne, ale wolne. Pomysł z braniem wyników powolnego ADC do ograniczenia prądowego nie jest dobry. Lepiej ograniczenie zrealizować sprzętowo na wzmacniaczu operacyjnym (lub na szybkim, ale niekoniecznie precyzyjnym ADC). Wzmacniacz, przy małych prądach, musi być precyzyjny, ale przy dużych to i LM358 się sprawdzi. Pozdrawiam

Sławomir

Dzień dobry
(...) Niestety ostatnio jestem nieco spóźniony z czytaniem EdW i dopiero zacząłem numer październikowy. Miałbym prośbę w związku z artykułem „Dokładność modułowych mierników prądu stałego": czy jest możliwość dodania zdjęć „tyłów" testowanych mierników do „materiałów dodatkowych z EDW 10/2021".
Jakieś 3 lata temu korzystałem z chińskich modułów (woltomierzy) i nie było problemu, ale kiedy przyszło mi skorzystać z amperomierza, to zakupiony miał niestety chorobę „tanich modułów". Pańskie artykuły o modułowych miernikach w EdW z początku 2021 roku dopiero pozwoliły mi przekonać się, że spośród wielu konstrukcji sprzedawanych na Aliexpresie są i takie bardzo sensowne. Niejednokrotnie ze zdjęć przedstawionych przez sprzedawców ciężko jest odczytać oznaczenie układów scalonych (nawet jak istnieją). Dlatego moim sprawdzonym sposobem jest poszukiwanie przez wygląd PCB (rozmieszczenie elementów, opisy, itp.), stąd też moja prośba o udostępnienie wspomnianych fotografii. Serdeczne pozdrawiam (...)

Andrzej

Później po otrzymaniu e-maila napisał:
(...) Bardzo dziękuje za podesłane zdjęcia i najmocniej przepraszam, że zawracałem głowę, ale dopiero dzisiaj dostałem listopadowy numer EdW i zorientowałem się, że w drugiej części artykułu wszystko o co prosiłem, zostało przedstawione.

Pozdrawiam
Andrzej

W tym wypadku uzupełnienia chyba nie trzeba, ale w razie tego rodzaju potrzeb – śmiało piszcie (***edw@elportal.pl***), bowiem każdy temat chcielibyśmy wyjaśnić do końca.

eprasa.pl 389f3c6f1b

Dzień dobry,
w EdW 2021/11 pojawił się list Czytelnika dotyczący linków, więc postanowiłem opisać moje przemyślenia w tej sprawie. Pierwsza uwaga dotyczy głównie wydania elektronicznego. Ma ono postać pliku PDF, gdzie linki do stron internetowych można po prostu kliknąć. Niestety zauważyłem, że często, gdy adres strony internetowej jest podzielony na kilka linii tekstu, to po jego kliknięciu okazuje się, że link jest uszkodzony i zawiera tylko część adresu z pierwszej linii. Innym problemem wynikającym z łamania linku na kilka wierszy są myślniki, które wkradają się do linku – jest to szczególnie uciążliwe, gdy link zawiera już w sobie jakieś myślniki i trudno stwierdzić, czy jest to myślnik z linku, czy spowodowany łamaniem linii. W EdW bywały także linki, gdzie wszystkie wielkie litery zostały zmienione na małe, przez co link przestawał działać. Myślę, że powyższe problemy można rozwiązać odpowiednim ustawieniem w programie DTP. Warto byłoby też sprawdzać przed publikacją, czy w wydaniu elektronicznym PDF wszystkie linki działają i prowadzą do tego samego adresu, który jest wydrukowany. Jeśli chodzi o kody QR, to całkiem ciekawy pomysł dla czytelników wydania papierowego. Czytelnikom wersji PDF wystarczą działające linki.
Druga uwaga dotyczy ulotności informacji dostępnych w internecie. Mówi się, że „w internecie nic nie ginie", ale w większości przypadków jest to mit. Zdanie to bywa prawdziwe jedynie wtedy, gdy popularność danego zagadnienia przekracza wartość krytyczną i staje się np. memem. Zwykłe strony czy linki często ulegają zmianom, przez co po pewnym czasie każdy link przestaje działać i prowadzi na manowce. Przytoczę tu przykład wielu ciekawych stron hostowanych na serwerach yahoo geocities, republika.pl czy elektroda.eu, które swego czasu zawierały wiele ciekawych projektów, a dziś są już niedostępne z powodu zamknięcia działalności hostingowej. W związku z tym powstały inicjatywy takie jak Wayback Machine (web.archive.org) czy archive.today, które umożliwiają podróż w czasie do chwili, gdy serwer zawierał wartościowe informacje. Myślę, że warto byłoby zapisywać każdy z linków publikowanych na łamach EdW w tych serwisach, aby uniknąć sytuacji, gdy po przejściu na stronę dane są już usunięte lub przeniesione, a żadne ze znanych archiwów nie ma zapisanej kopii strony.
Co do użycia skracacza linków, to moim zdaniem jest on w sporej części przypadków zbędny, gdyż dużo łatwiej wpisać w wyszukiwarkę „tranzystor mosfet wikipedia" niż przepisywać 10 losowych symboli. Skracacz przydaje się jednak, gdy link jest bardziej skomplikowany i zawiera np. link do sklepu z konkretnym produktem lub wyników wyszukiwania z ustawionymi filtrami. Jednak należy mieć na uwadze, że każdy skracacz prędzej czy później zakończy działalność, więc nie powinniśmy rezygnować z podawania pełnego, oryginalnego linku.
Poniżej przykładowe, znalezione przeze mnie błędy w linkach, do przeanalizowania przez redakcję:(...)

Z poważaniem
Łukasz Olszok

Jeszcze jedno przemyślenie odnośnie do dzielenia artykułów na części oddalone od siebie o kilka stron. Może warto byłoby rozważyć umieszczanie artykułów w taki sposób, aby stanowiły jeden ciąg na kolejnych stronach, nawet kosztem rozpoczęcia kolejnego artykułu od połowy strony? Takie skakanie między stronami jest uciążliwe, szczególnie gdy link do kolejnej części nie działa, jak w EdW 2021/11 lub częściowo w EdW 2021/09, gdzie link do dalszej części na stronie 47 działa, ale powrotny do strony 11 już nie.

Nie zawsze możliwe jest zamieszczenie artykułu „w jednym kawałku". Podziały są nieuniknione. Redakcja EdW przygotowuje tylko wydanie drukowane, a wersję elektroniczną wypuszcza inny dział AVT – przekażemy tam uwagi.

Dzień dobry,
w ostatnim numerze EdW pojawiło się pytanie odnośnie do zasadności opisywania układów ładowania/zarządzania akumulatorami (np. BMS). Temat ten jest bardzo na czasie a jednocześnie jest bardzo ciekawy. Zgłaszam zapotrzebowanie na kolejne artykuły odnośnie do akumulatorów, baterii oraz układów ładowania i kontroli.

Pozdrawiam całą redakcję
Grabson

Dzień dobry,
czytając listopadowe wydanie EdW, w kilku miejscach padła wzmianka o możliwości i konieczności uporządkowania wiedzy nt. układów zabezpieczających akumulatory litowe. Przez jednych określane BMS, przez innych balanserem, a na chińskim portalu aukcyjnym można zobaczyć np. „3S 40A Enhanced" itp. W tym temacie nieco zostało już powiedziane w rozwiązaniu zadania 303, ale to ciągle niewiele i tak niejako przy okazji. Chciałbym zatem prosić (o ile to możliwe) o uporządkowanie wiedzy w tym temacie na łamach EdW.

Pozdrawiam serdecznie całą redakcję
Andrzej

Jak pisaliśmy w poprzednim numerze, wszystko to będzie omówione, po przypomnieniu właściwości głównych rodzajów akumulatorów.

Witam (...)
w związku z moją działalnością hobbystyczną zastanawiałem się ostatnio, opisy jakich projektów chętnie bym zobaczył w EdW. Oto moje propozycje:
1) ogranicznik prądu do nagrzewnicy indukcyjnej (najlepiej regulowany)
2) róg mgłowy jako klakson do roweru
3) zgrzewarka punktowa – np. do wykorzystania, do zgrzewania blaszek przy tworzeniu modułów z ogniw litowa-jonowych. (...)

Pozdrawiam
Marek Woch

Zgrzewarka punktowa z superkondensatorem – będzie niedługo w EdW, prawdopodobnie jako projekt okładkowy. **Andrzej Nowicki** już zrealizował wstępną wersję – pracuje nad jej ulepszeniem. Projektem okładkowym będzie też współpracująca ładowarka superkondensatorów – **Karol Świerc** już przygotował materiały do publikacji.

Upominki za listy do Poczty otrzymują: ***Krzysiek z Krakowa***, ***Tomasz Sukiennik***, ***Andrzej Szulda*** oraz ***Łukasz Olszok***.

eprasa.pl 389f3c6f1b

Skrzynka Porad

W rubryce przedstawiane są odpowiedzi na pytania nadesłane do Redakcji. Są to sprawy, które, naszym zdaniem, zainteresują szersze grono Czytelników.

Jednocześnie informujemy, że Redakcja nie jest w stanie odpowiedzieć na wszystkie nadesłane pytania, dotyczące różnych drobnych szczegółów.

W EdW [8/2021] w Skrzynce Porad było wyjaśnienie (...) czy precyzja i dokładność to jest to samo, czy nie? (...) Nie myślałem, że to jest tak dziwne i skomplikowane (...) dziękuję (...) trochę mi rozjaśniło. ale nadal nie wiem dokładnie (...) na przykład co to jest woltomierz „3 3/4 digit" (...) jaką dokładnie ma rozdzielczość w procentach? (...) jak to jest w miernikach cyfrowych, gdzie jest i rozdzielczość, i dokładność i ta dokładność jest w procentach i cyfrach (...)

Autor pytania poruszył co najmniej dwa oddzielne zagadnienia. Jedno to względnie proste pytanie, co ma znaczyć określenie: *woltomierz 3 i 3/4 cyfrowy*? Drugie dotyczy sposobów określania dokładności popularnych mierników i pewnych związanych z tym niekonsekwencji – to oddzielny, szeroki temat.

Przybliżmy prostszy problem rozdzielczości. Jeżeli mamy wyświetlacz dwucyfrowy, możemy na nim wyświetlić sto wartości: liczby 0...99. Jego rozdzielczość to 1/100, czyli 1%. Analogicznie wyświetlacz 3-cyfrowy pozwala wyświetlić tysiąc wartości (0...999) i ma rozdzielczość 1/1000, czyli 0,1%. Wyświetlacz czterocyfrowy 0...9999 ma rozdzielczość 0,01%.

Oczywiście tak określona *rozdzielczość* nie ma nic wspólnego z *dokładnością*, ale ta część pytania dotyczy czegoś jeszcze innego. Dotyczy „rozdzielczości ułamkowych". Względnie prosta jest sprawa rozdzielczości 3 1/2, czyli 3 i pół cyfry oraz pokrewnych „półcyfrowych". Bardzo popularne od lat wyświetlacze 3,5-cyfrowe wyświetlają wyniki w zakresie 0...1999, czyli 2000 wartości, co daje rozdzielczość 1/2000, a więc równą 0,05%. Wyświetlacz 4 1/2 cyfry ma wskazania 0...19999, a są i mierniki 8,5-cyfrowe. Na **rysunku A** pokazany jest fragment opisu multimetru Keysight 3458A.

W przypadku „połowy cyfry" nie ma większego problemu: to dodatkowa jedynka, która może być wyświetlona jako cyfra najbardziej znacząca. Na pewno wyświetlacz trzyipółcyfrowy ma wskazania w zakresie 0...1999. Gorzej z nieprecyzyjnym określeniem: *3 3/4 cyfry*.

Może to oznaczać i zdecydowanie najczęściej oznacza wyświetlacz mający zakres wskazań 0...3999, dający 4000 wartości. To dałoby rozdzielczość 1/4000, czyli 0,025%. Najczęściej właśnie tak jest, ale 3 3/4 może też oznaczać wyświetlacz o zakresie 0...4999, czyli mierzący 5000 wartości – przykład na **rysunku B**. Tu rozdzielczość wynosiłaby 0,02%. 3 3/4 cyfry może też oznaczać wyświetlacz lub miernik pokazujący 6000 wartości (0...5999) – przykład na **rysunku C**. Tu rozdzielczość wynosiłaby 1/6000, czyli około 0,017%.

Rysunek D pokazuje, że oznaczenie 3/4

Rys. B

BEHA-Amprobe HEX340 Handheld Digital Multimeter, 10A ac 1000V ac 10A dc 1000V
Hexagon 340-D Digital Multimeter The Hexagon dig
timeter is universally usable. The digital multimeter
uable help in the manual or industrial area as well a
e electronic technicians at all standard measuremen
Display: 3 3/4 digit LCD 5000 count Analogue displa
raph display with 52 segments Voltage, current and
nce measurement True RMS measurement Capaci
nd frequency measurement Diode test and continui
er Temperature measurement Continuity Test Infrar
32 interface Safety in compliance with DIN VDE 04
61010,IEC 61010, CAT IV/600 V, CAT III/1000 V Su

3 ¾ DIGIT 6000 COUNT DIGITAL MULTIMETER: TRUE RMS CAT III 600V

Rys. C

Rohde & Schwarz HMC8012 - 5¾-Digit Digital Multimeter
- 5¾-digit display (480 000 counts)
- Basic accuracy 0.015% (DC)

Rys. D

3458A Digital Multimeter, 8.5 Digit

Rys. A

eprasa.pl 389f3c6f1b

może mieć jeszcze inne znaczenie – to fragment opisu 5 3/4 – cyfrowego multimetru Rohde & Schwarz HMC8112 zliczającego 0...480000.

Oprócz ułamkowego 3 3/4 można też spotkać oznaczenie 3 4/5, oznaczające 5000 wartości – przykład na **rysunku E** to Brymen BM811.

Jak widać, ułamkowe oznaczenie rozdzielczości cyfrowego wyświetlacza lub miernika to nie jest określenie techniczne, tylko handlowe. W skali liniowej określenie „połowa odległości między 1000 i 10000” to 5000. W skali logarytmicznej ta „połowa” wypada w pobliżu 3000. Nijak się to ma do określenia 3 i pół cyfry, a tym bardziej nie da się określić, co to jest „3 3/4 cyfry”.

Sprawa procentowej rozdzielczości mierników ma jeszcze inny aspekt. Wcześniej stwierdziliśmy, że wyświetlacz 3-cyfrowy ma rozdzielczość 0,1%, a 3,5-cyfrowy – 0,05%.

Rys. E

Generalnie tak jest i dotyczy to na przykład woltomierza prądu *zmiennego*. Jeżeli jednak mówimy o woltomierzu prądu *stałego*, to z reguły może on pokazywać wartości dodatnie i ujemne. Czyli ogólnie biorąc, wyniki w zakresie –1999...0...+1999. Pomijając szczegóły (problem „ujemnego zera”), może on pokazać 4000 wartości. A jeżeli tak, to jego rozdzielczość wynosi w rzeczywistości 0,025%. W popularnym multimetrze rozdzielczość 3,5-cyfrowego woltomierza prądu stałego wynosi 0,025%, a rozdzielczość woltomierza napięć zmiennych 0,05%. Jednak wiele modułowych mierników napięć i prądów stałych nie może mierzyć wartości ujemnych. Najczęściej nie są to jednak ani mierniki 3,5-cyfrowe, ani 3 3/4-cyfrowe...

Jak z tego widać, nie warto koncentrować się ani na handlowych określeniach „ułamkowych”, ani na procentowej rozdzielczości wyświetlanego wyniku. Praktyczne znaczenie ma tylko realnie osiągana dokładność, a raczej wiarogodność wyniku. To jednak już odrębny, bardzo szeroki temat.

100% elektroniki

Prenumerujesz
Elektronikę Praktyczną
+
Elektronikę dla Wszystkich?

W promocji
1 + 1 = 3
otrzymasz bezpłatną
prenumeratę Elektronika

na www.UlubionyKiosk.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

Elektronika i historia

część 1

Telewizor bez zasilacza?

Telewizor bez zasilacza? Czy to możliwe? Pierwsze telewizory w pełni bezlampowe, które pojawiły się na naszym rynku, były trudnym orzechem do zgryzienia dla fachowców serwisantów. Mowa o odbiornikach czarno-białych, których prekursorem był 24-calowy odbiornik oznaczony T6151. Potem były już Uran, Cygnus i Neptun 625 przemianowany w późniejszym czasie na Neptun 653. Przemianowanie było słuszne, bo zarówno Neptun 624, jak i 626, były odbiornikami lampowymi. Ale to nieistotny szczegół nietechniczny. Konstrukcja tej rodziny OTV była prawdopodobnie opracowana w firmie Telefunken. Telefunken chassis 211A miał niemal identyczny schemat ideowy i bardzo zbliżony schemat montażowy.

Pojawienie się odbiornika wyposażonego w układy scalone było już dużym przeskokiem technologicznym, z którym trzeba było się oswoić i nabrać wprawy w naprawach. Ale specyficzną cechą tych odbiorników była przede wszystkim konstrukcja ich obwodów zasilania. Cechą utrudniającą zrozumienie działania, a to w przypadku takich odbiorników było co najmniej pożądane, bardziej aniżeli w przypadku innych telewizorów. A to dlatego, że kwestia ta miała poważne konsekwencje w przypadku uszkodzeń. Uszkodzenia często były bowiem lawinowe. Fachowcy ZURiT-ów nie zawsze podchodzili do napraw z pełnym zrozumieniem, co w przypadku innych odbiorników było w dużym stopniu wybaczalne. Dlatego odbiorniki wywodzące się konstrukcją od T6151 wśród serwisantów nie cieszyły się dobrą opinią – bardzo niesłusznie!

Konstruktor wszystko bowiem dobrze przemyślał. Jak to zrobić, aby pozbyć się zasilacza? Przetwornice nie były jeszcze dostępne, a jeśli, to były skomplikowane, drogie i awaryjne. I jeszcze bardziej odstraszały osoby zajmujące się naprawami. Realną alternatywą był zasilacz liniowy z transformatorem sieciowym. Takie były Neptun 471/671 i 472/672 oraz odbiorniki z importu. NRD-owski Luxomat 135 miał autotransformator z odczepami. Mógł być mniejszy, ale nie był izolowany. W tym miejscu należy też wspomnieć o Diamancie 2410. Konstrukcja chyba węgierska. W pełni tranzystorowy odbiornik z dużym ekranem 24 cale też obył się bez transformatora sieciowego. Może warto w jednym z kolejnych odcinków opisać także logikę zasilania tego telewizora (czekamy na listy od Czytelników). Była ona również interesująca, choć nie aż tak pomysłowa jak konstrukcje omawiane w bieżącym materiale.

Konstruktorowi, któremu udało się pominąć zasilacz, należał się duży szacunek. Jednak rzeczywistość była inna. Było sporo krytyki zmieszanej z obelgami, i jeszcze raz podkreślamy – bardzo niesłusznie!

Po tym obszernym wstępie przejdźmy do szczegółów technicznych. Odbiornik pracował na przebiegu sieci wyprostowanym jednopołówkowo. Dlatego w zależności od kierunku włożenia do gniazdka wtyczki sieciowej, na chassis (co oznaczało metalową ramę odbiornika i nazwiemy ją masą) było zero lub faza sieci. Ale w tamtym czasie to była cecha szerszej gamy odbiorników OTV.

Czy prostowanie jest jednopołówkowe, czy dwupołówkowe, uzyskujemy napięcie stałe na poziomie 300V. Niemożliwe jest, aby wszystkie podzespoły pracowały przy takim napięciu. Poza tym to napięcie tętniące. Więc jak tu zaprojektować odbiornik z pominięciem zasilacza? Czy to w ogóle możliwe? W pełni nie, ale w dużym stopniu się udało. Dodajmy w tym miejscu, że wczesne odbiorniki lampowe polskiej konstrukcji faktycznie nie miały żadnego zasilacza. Bazowano na filtracji wyprostowanego (też jednopołówkowo) napięcia sieciowego. Konstrukcje lampowe cechowała praca na wyższym napięciu z małym poborem prądu. Mimo to, obraz na ekranie tych odbiorników zawsze falował. Nie było to zbyt dokuczliwe dzięki temu, że częstotliwość ramki była bardzo bliska częstotliwości sieci. Nie była z siecią synchronizowana, co byłoby zdecydowanie cenną cechą. Różnica częstotliwości ramki, częstotliwości płynącej z sygnału wizji zawartej w impulsach synchronizacji pionowej i częstotliwości sieci była małym ułamkiem herca. Przejście „fali" przez cały ekran trwało zwykle kilkadziesiąt sekund i przy niewielkim falowaniu było praktycznie niedostrzegalne. Stawało się coraz dokuczliwsze, gdy z czasem traciły pojemność kondensatory. Dodatkowo w tych odbiornikach zastosowano bardzo interesujący wybieg, będący częściowo skutecznym półśrodkiem. W obwodzie filtra RLC był dławik z dodatkowym uzwojeniem, wprowadzający „tętnienie" w przeciwfazie, a pobierający sygnał z obwodu żarzenia szeregowo połączonych wszystkich lamp (łącznie z kineskopem). Ale to dygresja.

Czas, kiedy weszły na rynek Neptuny 625, Urany i Cygnusy, to był już wyższy poziom technologiczny, więc takie zabiegi i półśrodki nie mogły być zaakceptowane. Jak w takim razie ominąć zasilacz, zapewniając w pełni poprawne parametry odbiornika? Mamy do dyspozycji napięcie ok. 300V. Jak je wykorzystać, aby zbytnio go nie obniżać, czyli „zbijać" na rezystorach? Pomysł jest niby prosty: zasilanie szeregowe. Obwody małosygnałowe z wykorzystaniem dostępnych wtedy układów scalonych musiały pracować przy napięciu zasilania ok. 12V. Jeśli chodzi o zasilanie obwodu odchylania pionowego, jest możliwość manipulacji przez odpowiednie dobranie indukcyjności cewek odchylających. W odbiornikach z wykorzystaniem układu scalonego TDA1170 było to napięcie na poziomie 25V. W odbiornikach z realizacją tego obwodu na dyskretnych tranzystorach (opcja zdecydowanie mniej awaryjna) napięcie zasilania ramki było wyższe, ok. 40V. Nadal do 300V daleko.

Najbardziej energochłonnym obwodem we wszystkich odbiornikach CRT był układ odchylania poziomego. Czy tu można manipulować wartością napięcia zasilania? W pewnym stopniu tak, ale wielkiej swobody nie ma. W odbiornikach tych był zastosowany bardzo nowoczesny, jak na owe czasy, tranzy-

eprasa.pl 389f3c6f1b

storowy układ odchylania poziomego. W tym samym czasie w odbiornikach kolorowych dominowało jeszcze odchylanie wykonane na lampach i jedynie w najnowszych – tyrystorowe. Ograniczeniem w odchylaniu tranzystorowym były parametry dostępnego tranzystora wysokonapięciowego. Początkowo był tylko jeden dostępny typ: BU204 (później też NRD-owski zamiennik SU160). To był bardzo drogi tranzystor. Pamiętam „ból", jeśli po wymianie się uszkodził. Obecnie trudno nam zrozumieć, jak taki tranzystor (i to jeszcze w niewygodnej obudowie typu „grzybek") mógł być cennym obiektem pożądania. Polityka antyimportowa (ze strefy dolarowej) zaowocowała bardzo dziwaczną konstrukcją odbiornika Neptun 432/632. Był to odbiornik na układach scalonych, plus... dwie lampy PL504 i PY88. Wrócono do odchylania lampowego, aby ominąć import tranzystora! Trzeba było też zdecydować się na transformator sieciowy. I nietrudno domyślić się, że zadecydowała błaha przesłanka. Jak wykonać żarzenie lamp, skoro są tylko dwie? Ale wracamy do tematu.

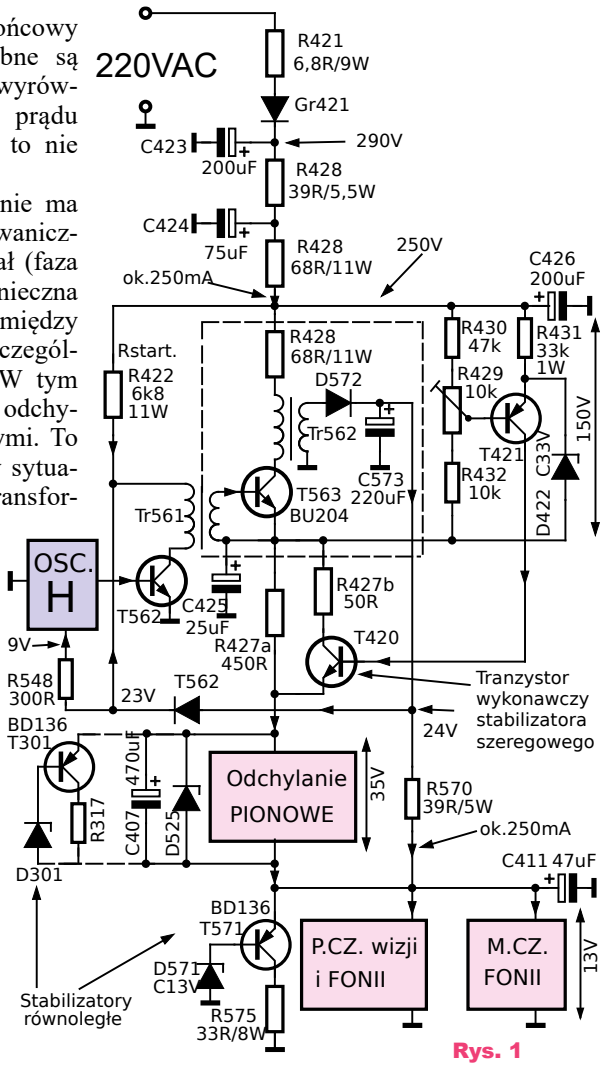
W odchylaniu tranzystorowym ściśle określony przez normę czas powrotu odchylania poziomego narzuca ściśle określony stosunek napięcia zasilania i szczytowego na tranzystorze-kluczu. Pamiętam, że celowo i świadomie pogarszałem ten stosunek dla zwiększenia marginesu bezpieczeństwa. Wystarczyło dolutować dodatkowy kondensator o odpowiednio dobranej pojemności. Tak czy inaczej, układ odchylania poziomego pracował na napięciu ok. 140V. 140+40+12 = 190V. Nadal jeszcze daleko do 300V. Niestety, nadwyżkę trzeba wytracić, zbić na grzanie rezystorów. Sprawność niewielka, ale to wtedy nie miało istotnego znaczenia. Istotną cechą wszystkich odbiorników tamtej generacji była obecność wielu rezystorów dużej mocy. Grzały się okropnie i często były przyczyną łatwych do zdiagnozowania uszkodzeń. W omawianej tu konstrukcji także ok. 30% mocy pobieranej przez odbiornik podgrzewała te „grzejniki".

Przy zasilaniu szeregowym istotne jest nie tylko napięcie. Trzeba zbilansować, wyrównać pobór prądu. A ten zależy od pewnych nastaw, a w szczególności od jaskrawości ekranu. Napięcie anodowe kineskopu to 18kV, a maksymalny prąd ok. 1mA. To w iloczynie aż 18W. I przekładało się to na obciążenie, jakie stanowił stopień końcowy odchylania poziomego. Potrzebne są stabilizatory równoległe, które wyrównają rozbieżności w poborze prądu przez poszczególne bloki. Ale to nie koniec kłopotów.

Przy zasilaniu szeregowym nie ma wspólnej masy. Choć izolacji galwanicznej cały odbiornik i tak nie miał (faza sieci mogła być na chassis), konieczna była izolacja, choć nie pełna, między potencjałami odniesienia poszczególnych bloków funkcjonalnych. W tym także izolacja między cewkami odchylającymi, pionowymi i poziomymi. To wszystko działało ładnie. Ale w sytuacji uszkodzenia, szczególnie transformatora lub tranzystora odchylania poziomego, prąd w całej gałęzi zasilania zdecydowanie rósł. Stabilizatory równoległe nie były w stanie wziąć na siebie nadwyżki i dlatego uszkodzenia były lawinowe i rozległe. Nietrudno się domyślić, że błędne rozpoznanie sytuacji i wymiana uszkodzonych elementów bez usunięcia pierwotnej przyczyny były bardzo denerwujące dla serwisanta przeprowadzającego naprawę.

Pamiętam, że czasem dobudowywałem obwód ograniczenia prądowego, który moim zdaniem powinien być w tej konstrukcji oryginalnie (bezpiecznik topikowy nie zdawał tam egzaminu). Układ był możliwy do wykonania, ale powiem szczerze – sporym nakładem kosztów i „średnio" opłacalny. Więc przede wszystkim wtedy, gdy odbiornik wracał z reklamacją, a pierwotna przyczyna usterki była nadal niejasna.

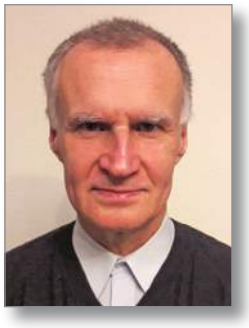
Odbiornik ten z sukcesem pracował bez zasilacza. Trzeba jednak powiedzieć, że to nie do końca prawda. Zależy, jak zdefiniować pojęcie samego zasilacza. Oprócz wspomnianych stabilizatorów liniowych równoległych był też „pływający" stabilizator szeregowy, utrzymujący stałe napięcie na obwodzie odchylania poziomego. Można je było regulować potencjometrem montażowym, który regulował szerokość obrazu. Istotny był dobór rezystorów, aby większość (marnowanej) mocy wydzielała się na nich, a nie w tranzystorze. Tak, aby równocześnie zapewnić poprawne warunki pracy (tj. pełną stabilizację) w pełnym zakresie dopuszczalnej zmienności napięcia sieciowego. Tranzystor regulacyjny też się czasem uszkadzał, szczególnie gdy wprowadzono modyfikację i zastosowano mniejszy niż początkowo – BD157. Wymiana na, powiedzmy już w skrócie – lepszy nie była potrzebna, bowiem wystarczyła dodatkowa korekta jednego z rezystorów.



Rys. 1

Wypada pomału zmierzać do końca z tym opowiadaniem. Na **rysunku 1** pokazano blokowo-ideowy schemat zasilania tego odbiornika eksponujący istotne elementy.

Czy w ogóle jest tu zasilacz? Tą kwestią zajmiemy się w następnym odcinku. A na razie czekamy na Wasze e-malie!



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

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

* Cena prenumeraty rocznej **na start** wynosi 152,90 zł. Przy zamówieniu prenumeraty dwuletniej za 250,20 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

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 389f3c6f1b

Wynalazki i wynalazcy – uzupełnienie

W łączonym numerze 2–3/2021 ukazał się mój felieton „Tesla czy Marconi?" Powracam do zawiłego tematu wynalazków, aby rozwiać wątpliwości w sprawie prądu trójfazowego. Otóż na podstawie zdobytych materiałów pisałem wcześniej, że Nikola Tesla wynalazł prąd dwufazowy, natomiast prąd trójfazowy oraz silnik i prądnicę trójfazową wynalazł Michał Doliwo-Dobrowolski. Moją wcześniejszą wiedzę na ten temat opierałem na materiałach zawartych w podręcznikach i pismach elektrotechnicznych.

Najwięcej nowych wiadomości znalazłem jednak w książkach: „Autobiografia Nikoli Tesli" oraz „Nikola Tesla władca piorunów". Autorzy główną uwagę skupili na prądzie jedno- i dwufazowym. Pojawiające się często określenie „prąd wielofazowy„ nie zostało wyraźnie sprecyzowane. Tylko na dwóch stronach znajduje się wzmianka o prądzie trójfazowym. Nie ma również podanych dat, kiedy wnioski patentowe na prąd wielofazowy zostały złożone ani kiedy zostały przyznane. Na końcu książki jest podany wykaz patentów Tesli, ale bez dat ich przyznania. Przedstawiając wcześniej na podstawie zdobytych materiałów M. Doliwo-Dobrowolskiego jako wynalazcę prądu trójfazowgo, nie byłem jednak do końca o tym przekonany. W poznanych biografiach obu wynalazców nie wszystko było klarowne i w pełni wyjaśnione.

Problem ten nurtował mnie na tyle mocno, że gdy kilka miesięcy po napisaniu artykułu dostałem następną książkę „Nikola Tesla geniusz na skraju szaleństwa" autorstwa W. Bernarda Carlsona, po uważnym jej przeczytaniu postanowiłem wrócić do tematu.

W książce autor dokładnie opisuje pracę Tesli nad większością jego wynalazków oraz problemy przy ich realizowaniu.

Dużą zaletą książki jest to, że są w niej podane dokładne daty powstania poszczególnych wynalazków, numery patentów oraz daty złożenia wniosków i daty ich przyznania. Tych, którzy będą czytać tę książkę, pragnę jednak uprzedzić, że znajdą w niej kilka błędów, które (choć niekiedy poważne) w moim przekonaniu nie powstały z winy Autora. Jak podaje Autor, książka powstała na podstawie 23-tomowego wydania wycinków prasowych dotyczących Tesli, 160000 stron korespondencji i zapisków technicznych oraz notatników Tesli. Autor korzystał również ze zbiorów dokumentów i fotografii będących w posiadaniu Muzeum Tesli w Belgradzie oraz z archiwów w Stanach Zjednoczonych i Europie. Błędy w książce powstały najprawdopodobniej z winy osób opisujących dokonania Tesli oraz z wywiadów udzielanych przez nieprzychylnych Tesli konkurentów. W opisywanych czasach niektóre pojęcia techniczne jak np. kilowat, indukcja, induktancja czy skróty KM (koń mechaniczny) i km (kilometr) reporterzy mogli ze sobą pomylić. Moim zdaniem jest to bardzo wartościowa książka, dokumentująca życie i dokonania Tesli. Ma jednak błędy, które dostrzegłem:

- str. 90 – *nawinął zwoje na mosiężny rdzeń, który uległ namagnetyzowaniu*. Powinno być: *nie uległ*.
- str. 138–140 – kontrowersyjny opis prac Ferrarisa, przyznający jemu pierwszeństwo odkrycia wirującego pola magnetycznego. Tesla odkrył wirujące pole magnetyczne 3 lata wcześniej.
- str. 169 – *Dzisiaj, gdy wiemy, jak Marconi zmienił odkrycie Hertza w telegrafię bezprzewodową*. Obecnie wiadomo, że łączność radiową wynalazł Tesla, a Marconi tylko skopiował jego wynalazek i to dość nieudolnie.
- str. 230 – *Opatentowana przez duńskiego pioniera radia Waldemara Poulsena*. Powinno być: *pioniera magnetofonu*.
- str. 320 – *Stacje te potrzebowały podziemnej anteny rozciągającej się na 45km*. Nie ma anten podziemnych, tylko naziemne.
- str. 328 – *Każda cewka powinna być regulowana tak, aby osiągała pożądaną induktancję*. Powinno być: *indukcyjność*.
- str. 427 – *Maszyna ważyła mniej niż 4,5kg i osiągała moc 30 kilometrów*. Powinno być: *koni mechanicznych – KM*.
- str. 428 – ponownie moc została wyrażona w kilometrach zamiast w koniach mechanicznych (100 kilometrów i 110 kilometrów)
- str. 463 – *...regulowania pojemności i induktancji do strojenia urządzeń*. Przy strojeniu istotna jest pojemność i indukcyjność, natomiast induktancja określa oporność pozorną cewki dla danej częstotliwości $X_L = \omega L = 2\pi fL$

Pragnę podkreślić, że w moim przekonaniu zaistniałe błędy nie powstały z winy autora, ponieważ on po prostu rzetelnie przepisał zdobyte materiały. Mam wielkie uznanie dla Bernarda Carlsona za napisanie tej wartościowej książki!

Wszystkie wymienione przeze mnie książki pozwalają bliżej poznać życie i dokonania Tesli oraz jego zmagania i z przemysłowcami, i bankierami.

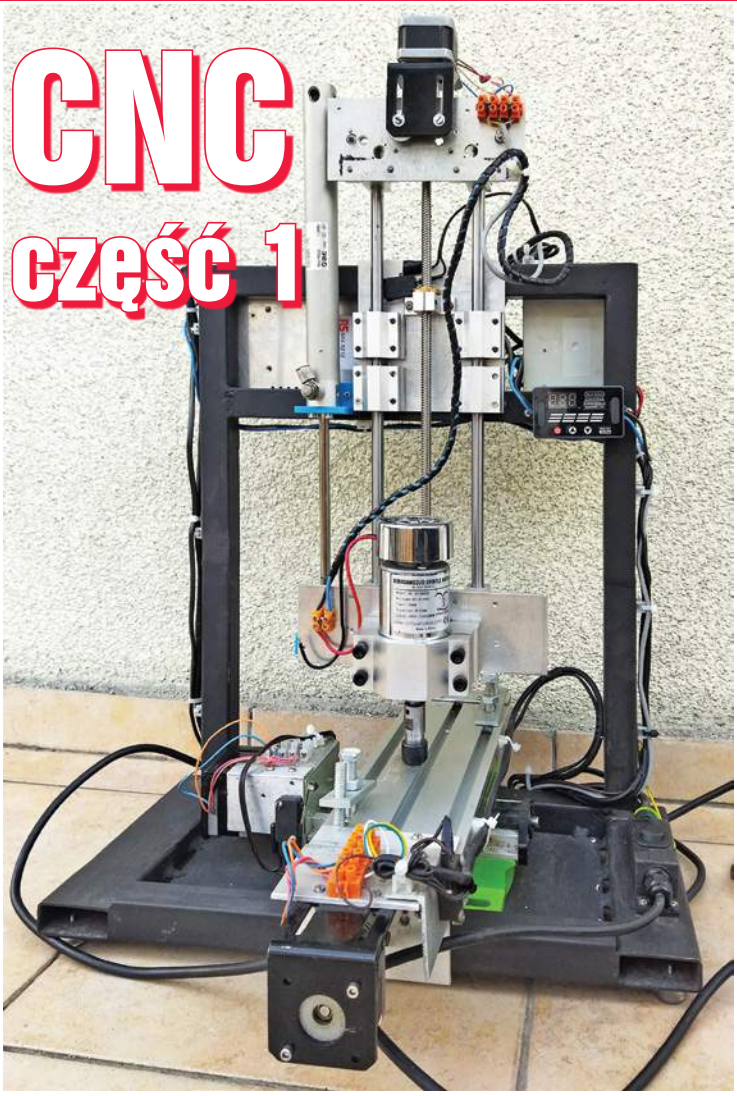
Dokładne przeanalizowanie zdobytych materiałów pozwoliło też rozwiać wątpliwości, do kogo należy wynalezienie prądu trójfazowego oraz trójfazowego silnika i prądnicy. Nikola Tesla już w 1882 roku wraz z odkryciem wirującego pola magnetycznego odkrył prąd wielofazowy i miał pomysł na silnik indukcyjny i wytwarzanie prądu wielofazowego. W roku 1883 przeprowadzał pierwsze próby z silnikiem indukcyjnym. W 1887 złożył wnioski patentowe na kompleksowy układ trójfazowy dotyczący przesyłu prądu oraz konstrukcji silników i prądnic dwu- i trójfazowych. W maju 1888 r. Tesla otrzymał siedem patentów na silniki i prądnice jedno-, dwu- i trójfazowe, system dystrybucji prądu wielofazowego oraz metodę zmieniania i dystrybucji prądu wielofazowego. Były to patenty o numerach: 381.968, 381.969, 381.970, 382.279, 382.280, 382.281 i patent 382.282 z dodatkiem.

Rysunek 13, dołączony do patentu 382.280 na początku książki, pokazuje budowę prądnicy i silnika trójfazowgo oraz sposób przesyłu prądu. Rysunek 14 pokazuje budowę silnika i prądnicy dwufazowej oraz sposób przysyłania energii.

Ciąg dalszy na stronie 65

eprasa.pl 389f3c6f1b

Frezarka CNC część 1



W artykule opisana jest prosta obrabiarka sterowana numerycznie, której wykonanie nie przekracza możliwości większości elektroników – hobbystów.

Dla wielu osób zajmujących się elektroniką najtrudniejszym etapem budowy urządzenia jest wykonanie estetycznej obudowy. O ile kupno estetycznej obudowy z tworzyw sztucznego nie jest problemem, o tyle wykonanie w niej estetycznych otworów za pomocą pilnika i wiertarki jest już bardzo pracochłonne, a uzyskany efekt często odbiega od oczekiwań. Otwory takie można łatwo wykonać za pomocą urządzenia nazywanego frezarką CNC – **C**omputerized **N**umerical **C**ontrol, czyli komputerowo sterowanego urządzenia numerycznego. W przeciwieństwie do drukarek 3D, gdzie przedmiot tworzymy za pomocą osadzania kolejnych warstw topionego materiału plastycznego, frezarki usuwają nadmiar materiału za pomocą frezu.

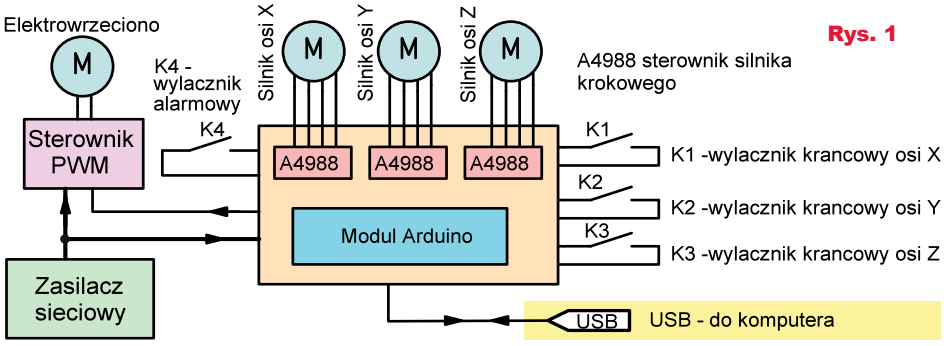
Idea i wykorzystanie są dość proste, ale ogromna większość hobbystów uznaje, że samodzielna budowa obrabiarki sterowanej numerycznie jest po pierwsze bardzo trudna, a po drugie bardzo droga.

Niniejszy artykuł pokazuje, że wcale nie jest tak źle. Samodzielna budowa praktycznie użytecznej frezarki CNC leży w zasięgu wielu, jeśli nie większości hobbystów. Realizacje mogą być rozmaite, a strona mechaniczna projektu wcale nie jest tak trudna do zrealizowania, jak mogłoby się wydawać. Na pewno nie trzeba być wykwalifikowanym mechanikiem o dużym doświadczeniu. Można skorzystać z pomocy mechanika, np. przy spawaniu niektórych elementów, ale można wykorzystać prostsze rozwiązania mechaniczne, dostępne dla każdego. Także część elektroniczna nie jest trudna do realizacji. Wszystko to dzięki możliwości wykorzystania gotowych bloków i modułów. Zostanie to wykazane w kilkuczęściowym artykule, który ma być przede wszystkim zachętą do realizacji tego rodzaju konstrukcji, a także ma dostarczyć konkretnych wskazówek co do budowy prezentowanego modelu.

Opisane urządzenie zostało zaprojektowane tak, aby jego koszt i konieczność wszelkich prac mechanicznych ograniczyć do niezbędnego minimum. Ze względu na zastosowane materiały o małej sztywności i niewielką moc elektrowrzeciona opisana frezarka nadaje się do obróbki tworzyw sztucznych. Zmontowany układ pokazany został na **fotografii tytułowej**.

Urządzenie składa się ze stołu krzyżowego, umożliwiającego przemieszczanie obrabianego elementu w płaszczyznach Y i X (lewo–prawo, bliżej–dalej względem obserwatora). Za oś X przyjmuje się w tym wypadku dłuższą oś. Stół taki można kupić na portalach aukcyjnych albo wykonać samodzielnie. Stół krzyżowy przymocowany jest do ramy metalowej, na której zamocowane jest elektrowrzeciono (silnik z uchwytem na frez). Elektrowrzeciono jest opuszczane w osi Z (góra–dół). Wirujący w elektrowrzecionie frez usuwa nadmiar materiału. Osie frezarki poruszane są za pomocą silników krokowych sterowanych dedykowanymi sterownikami. Pracą frezarki steruje moduł Arduino z nakładką CNC.

Opis słowny być może nie przekona niezorientowanych. Niech zachętą będą fotografie oraz **rysunek 1**, pokazujący blokowy sche-



Rys. 1

eprasa.pl 389f3c6f1b

mat frezarki CNC, który wskazuje na użycie gotowych modułów. A podczas pracy całość jest sterowana za pomocą łącza USB z komputera, na którym zainstalowany jest odpowiedni program. Te szczegóły będą omówione później.

Rodzaje frezarek CNC

Rozwiązań konstrukcyjnych frezarek CNC jest bardzo wiele. Jednym z ulubionych jest rozwiązanie Jarka SP3SWJ, opublikowane około 10 lat temu, z ramą zrobioną z płyty wiórowej i wykorzystaniem prowadnic od szuflad meblowych *https://sites.google.com/site/sp3swj/cncbysp3swj*.

Bardzo wiele rozwiązań frezarek CNC wraz z poradami wykonawczymi można znaleźć na polskim forum *https://www.cnc.info.pl* oraz na zagranicznych stronach i forach internetowych.

Przed podjęciem decyzji o samodzielnym wykonaniu frezarki naprawdę warto starannie i gruntownie przejrzeć te łatwo dostępne źródła, a szczególnie zaznajomić się z umieszczonymi tam zdjęciami i rysunkami – są one istną skarbnicą wiedzy.

Wybór konstrukcji frezarki zależy od jej przeznaczenia.

Frezarki CNC można podzielić na dwie grupy.

Pierwsza grupa rozwiązań konstrukcyjnych to układy z *ruchomym stołem*, w którym przemieszcza się obrabiany materiał i nieruchomą bramą, na której umieszczone jest elektrowrzeciono z frezem. W układzie tym stół może być ruchomy wzdłuż tylko jednej osi X, zaś oś Y umieszczona jest na nieruchomej bramie, na której przesuwa się w lewo–prawo. Do przemieszczania materiału można również zastosować stół krzyżowy, realizujący przesuw w obu osiach X i Y. W takim układzie elektrowrzeciono zamocowane jest na stałe na bramie i może tylko przybliżać się bądź oddalać względem obrabianego materiału (w osi Z). Zaletą tego typu konstrukcji jest łatwość wykonania bramy, mało podatnej na odkształcenia. Do jej budowy można wykorzystać masywne materiały, gdyż brama jest nieruchoma i jej waga nie ma znaczenia. Frezarki z stołem krzyżowym mają nieco większe wymiary niż frezarki z ruchomą suwnicą, gdyż wraz z przesuwaniem osi X wychodzi ona poza obrys urządzenia. We frezarkach CNC ze stałą bramą całkowita wielkość posuwu osi X wynosi zwykle do 50cm. W układzie tym suwnica osi X musi charakteryzować się dużą sztywnością, co niestety przekłada się na jej masę. Bezwładność stołu z przedmiotem obrabianym, wynikająca z ich masy, staje się znaczącą przeszkodą dla uzyskania znacznych przyspieszeń, a co za tym idzie, zadowalającej w wielu zastosowaniach wydajności frezowania. Frezarki tego typu oferują dużą dokładność frezowania i nadają się do obrabiania małych, niezbyt ciężkich przedmiotów.

Drugim rozwiązaniem frezarek CNC są frezarki z ruchomą bramą (suwnicą bramową). Przykład na **fotografii 1**, pochodzacej ze strony *https://openbuilds.com/builds/openbuilds-ox-cnc-machine.341/*.

Fot. 1

Frezarki tego typu są najczęściej używane w praktyce. Waga suwnicy nie zmienia się wraz ze wzrostem długości stołu, a sam przedmiot może wychodzić nawet poza obrys po odpowiednim podparciu. Suwnica przemieszcza się nad nieruchomym materiałem zamocowanym na stole.

R E K L A M A

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 389f3c6f1b

Stół powinien mieć dużą masę, by tłumić drgania. Jako że jest on nieruchomy, więc nie stanowi to żadnego praktycznego problemu. Pewną trudnością jest takie zaprojektowanie suwnicy, aby była wystarczająco lekka i wciąż sztywna pod obciążeniem. Ważnym parametrem jest dokładność frezowania. Dokładność powinna być dostosowana do wymagań, silenie się na dużą dokładność powoduje bardzo duży wzrost kosztów wykonania, szczególnie w przypadku dużych maszyn.

Budowa frezarki CNC

W artykule, oprócz polskich nazw, nieprzypadkowo będą pojawiać się też ich odpowiedniki angielskie. Wiele elementów można bowiem taniej kupić na zagranicznych portalach aukcyjnych, więc znajomość angielskich nazw bardzo ułatwia ich odnalezienie i zamówienie. W przypadku materiałów o większych gabarytach autor zdecydowanie poleca ich zakup w Polsce.

Parametry każdego urządzenia, które budujemy, wynikają z określonych potrzeb. Zamierzeniem autora było frezowanie otworów w obudowach z tworzyw sztucznych, a więc w elementach o niewielkich wymiarach, małej masie i łatwo poddających się obróbce mechanicznej. Autor zdecydował się na układ ze stałą bramą i wykorzystaniem stołu krzyżowego (*cross table, milling machine*), który umożliwia mocowanie materiału i przesuwanie go względem frezu w dwóch płaszczyznach. Rozwiązanie takie miało ograniczyć prace mechaniczne do absolutnego minimum. Autor nie podaje konkretnych wymiarów poszczególnych elementów, ze względu na ich różne możliwe do zastosowania rodzaje i odmiany, a także różne możliwości warsztatowe hobbystów chcących zbudować frezarkę. Dopasowując układ do swoich wymagań, warto starannie przejrzeć fora CNC, aby sprawdzić, czy zastosowane elementy zapewnią odpowiednią wytrzymałość i stabilność mechaniczną konstrukcji. Część mechaniczną w licznych przypadkach można wykonać nieco inaczej niż w przedstawianym tu prototypie, co zostanie dokładniej wyjaśnione dalej. Bardzo wielu błędów konstrukcyjnych można uniknąć, wykonując wpierw poszczególne elementy z laminatu pokrytego miedzią, łącząc elementy klejem na gorąco lub lutując, wykonując wstępne przymiarki, a dopiero później wykonać określony element z materiałów końcowych.

Stół krzyżowy realizuje funkcję przesuwu w osiach X i Y frezarki. Autor zastosował stół krzyżowy typu BG6300, sprzedawany jako zestaw do samodzielnego montażu. Podobny do niego jest stół typu BG6330, który ma grubszą śrubę napędową i nieco poprawioną mechanikę. Niestety, nie był to najlepszy wybór. Wadą tych stołów okazały się duże luzy obu osi. Luzy co prawda można kasować, jednak kasowanie luzów nie działa jednakowo dobrze w całym zakresie pracy stołu, ponadto wymagana jest również okresowa korekcja luzów. Drugą wadą zastosowanego stołu krzyżowego był mechanizm zamiany ruchu obrotowego na ruch posuwisto–zwrotny, czyli po prostu przesuwanie stołu. Mechanizm ten wykorzystuje długi odcinek zwykłego gwintowanego pręta. Autor musiał wymienić ten pręt, gdyż uległ on odkształceniu podczas transportu, co uniemożliwiało przesuwanie stołu w pełnym zakresie. Na szczęście wymiana pręta przebiegła bezproblemowo, a sam koszt był symboliczny. Niestety, popularny pręt gwintowany nie jest przeznaczony do przenoszenia znaczących obciążeń, które działają na delikatny gwint i z czasem bez wątpienia będą go niszczyć. Nie jest to jednak istotny problem, jako że metr takiego pręta to koszt kilku złotych. Na YouTube użytkowik *Curious Scientist* umieścił film, w którym pokazuje, jak można poprawić mankamenty stołu krzyżowego niskim nakładem kosztów. Modyfikacje obejmują kasowanie luzów oraz poprawę łożyskowania śrub. Film można znaleźć pod adresem *https://www.youtube.com/watch?v=e1FQkDI4N-E&t=778s*.

Na jego kanale umieszczone są również filmy pokazujące model stołu zaadaptowany do pracy z silnikami krokowymi. Na stronie internetowej Curious Scientist *https://curiousscientist.tech/blog/adding-stepper-motors-to-the-miniq-bg6300-milling-table* można znaleźć pliki do wydruków 3D adapterów do mocowania silników na osiach X i Y. Inne sposoby mocowania silników krokowych na tym stole można znaleźć również na YouTube, wpisując frazę BG6300. Znacząco lepszym rozwiązaniem jest zastosowanie stołu krzyżowego typu BG-6350, w którym zastosowano śruby trapezowe i łożyska liniowe. W śrubach tego typu gwint ma większą grubość i specjalny kształt, który pozwala lepiej przenosić obciążenia. W miarę stabilny przesuw i akceptowalne luzy zapewnia zastosowanie łożysk i prowadnic liniowych.

Fot. 2

Jeszcze lepszy mechanizm przesuwania osi niż wyżej wymienione można wykonać samodzielnie. Rozwiązań mechanicznych takiego stołu jest wiele. Bardzo dobre rezultaty uzyskać można, stosując np. prowadnice liniowe z wózkami lub wałki liniowe podparte. Oba rozwiązania po odpowiednim montażu zapobiegają ugięciom prowadnic materiału znacznie lepiej niż wymienione stoły krzyżowe, co jest szczególnie ważne przy frezowaniu metalu. W przyszłości najprawdopodobniej autor zdemontuje mechanizm przesuwania stołu i zastąpi go rozwiązaniem podobnym do zastosowanego w stole BG-6350. Pole robocze opisanej frezarki wynika z wymiarów zastosowanego stołu krzyżowego i wynosi 310 na 90mm. Zakres przesuwania osi X wynosi odpowiednio 200mm, a osi Y 50mm.

Pole robocze zastosowanego stołu jest całkowicie wystarczające do wycinania otworów w typowych obudowach z tworzywa sztucznego. W przypadku konieczności obrabiania szerszych elementów materiał można obrobić frezarką w dwóch cyklach.

eprasa.pl 389f3c6f1b

Obrabiany materiał mocowany jest do stołu za pomocą dedykowanych uchwytów. Opisane rozwiązanie można zastosować po niewielkich adaptacjach do popularnego wśród amatorów stołu krzyżowego firmy Proxon. Aby podłączyć układy wykonawcze sterujące stołem krzyżowym, nie należy montować wszelkich elementów sterujących przemieszczaniem osi, a zostawić jedynie wyjścia śrub gwintowanych.

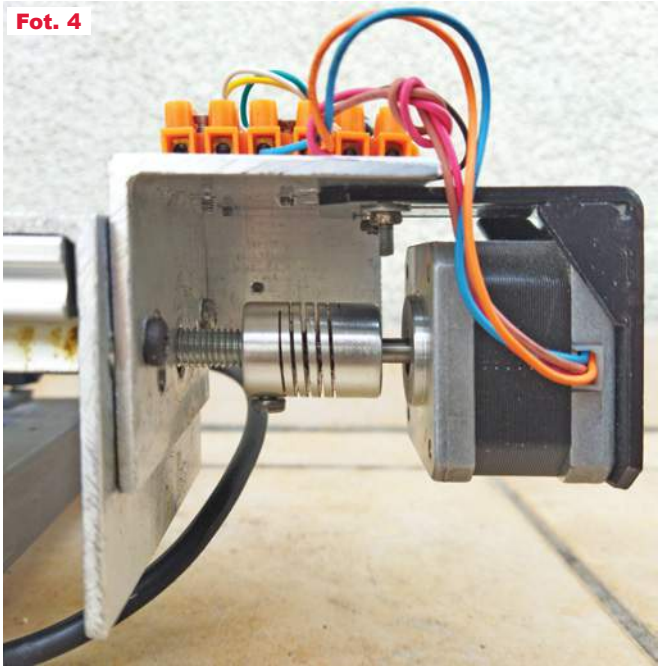
Poruszanie osiami stołu zrealizowane jest za pomocą silników krokowych (step motor) typu NEMA-17 – **fotografia 2** (***uwaga, wszystkie fotografie w dużej rozdzielczości są też dostępne w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru EdW***).

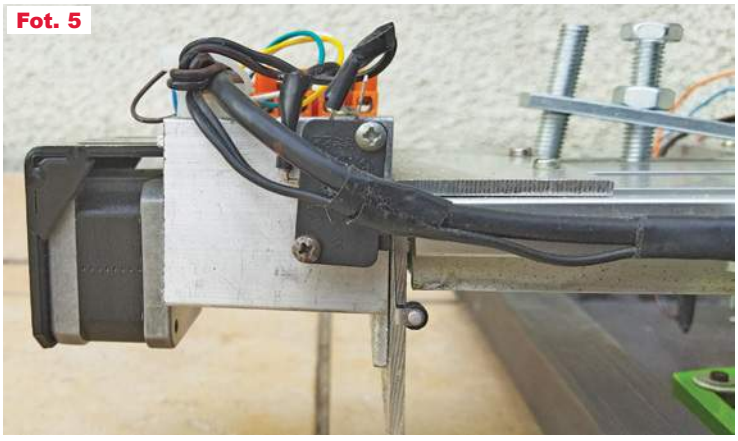
Fot. 3

Zastosowane silniki muszą mieć cztery lub sześć przewodów zasilających i pracować w bipolarnej konfiguracji cewek. Silniki z pięcioma przewodami, pracujące w konfiguracji unipolarnej, nie nadają się do naszego celu. Silniki krokowe pracujące w konfiguracji bipolarnej umożliwiają uzyskanie większych momentów obrotowych niż pracujące w konfiguracji unipolarnej. Moment obrotowy silnika krokowego maleje wraz ze wzrostem szybkości obrotu osi silnika. Szerzej temat silników i ich podłączenia może zostać omówiony przy okazji podłączania sterownika CNC. Autor swoje silniki kupił jako używane na jednym z portali aukcyjnych, dzięki czemu zapłacił ułamek ceny nowego silnika.

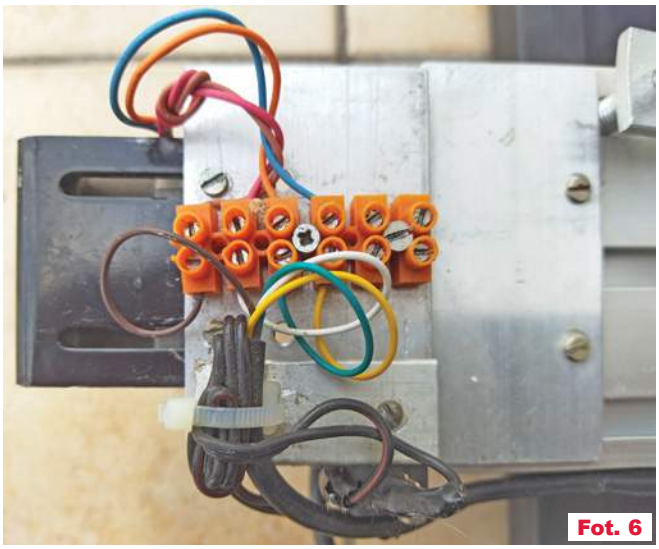
Pracą każdej z osi X i Y steruje jeden silnik krokowy. Silniki krokowe przykręcone są do uchwytu mocującego silnika krokowego NEMA17 (**fotografia 3**). Autor zaleca kupno łącznika z otworami punktowymi do mocowania silnika, a nie podłużnymi frezowanymi jak na fotografii 3. Uchwyt silnika przykręcony jest do profilu aluminiowego w kształcie litery L – **fotografia 4**. Długość dłuższej części profilu powinna być na tyle duża, aby znajdowało się na niej całe mocowanie silnika. Podstawa mocująca silnika powinna być przymocowana w czterech punktach, co powoduje zwiększenie stabilności konstrukcji. Obecne mocowanie za pomocą kleju epoksydowego i dwóch śrub zostanie zmienione na dłuższe z większą liczbą śrub mocujących. Silnik przykręcony jest do blatu stołu krzyżowego za pomocą śrub i mocowania w kształcie litery L. Ponieważ wykorzystano profil zaokrąglony do mocowania silnika, powstał pewien dystans pomiędzy profilem a blatem stołu, co ilustruje lewa strona fotografii 4. Aby zredukować dystans, zastosowano cienką podkładkę z blaszki aluminiowej, blaszka jest niewidoczna na zdjęciu. Obecnie autor nauczony doświadczeniem kupił profil z kątem prostym.

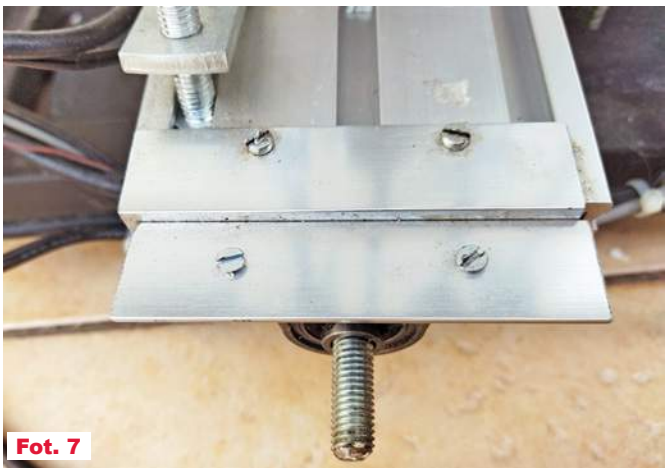
Z boku profilu w kształcie litery L jest przymocowany znacznie mniejszy odcinek profilu w kształcie litery L, na którym przymocowany jest włącznik krańcowy sygnalizujący dojście do pozycji końcowej w danej osi – **fotografia 5**. Włącznik ten zabezpiecza przed wykonywaniem ruchu, gdy stół przesunie się do skrajnej pozycji. Na górze profilu mocującego silnik umieszczona jest kostka elektryczna, do której podłączone są wyprowadzenia silnika krokowego i podpory włącznika krańcowego – **fotografia 6**. Silnik połączony jest ze śrubą przesuwającą stół krzyżowy za pomocą sprzęgła elastycznego o średnicach otworów odpowiednio 5mm i 8mm. Otwór o średnicy 5mm łączy się z osią silnika, a otwór o średnicy 8mm z osią śruby napędzającej oś stołu krzyżowego. Połączenie sprzęgła z osią wykonane jest za pomocą śrub imbusowych. Dzięki zastosowaniu sprzęgła elastycznego niewielkie nieosiowości zamontowania silnika i śruby nie wpływają znacząco na pracę układu. Zastosowanie sprzęgła elastycznego jest znacznie lepsze niż tzw. łącznika osi. Na **fotografiach 7** i **8** pokazano podparcie śruby napędowej za pomocą łożyska samonastawnego podpartego. Podpora ta wykorzystuje łożysko wahliwe i wybacza małe niedoskonałości wykonania maszyny. Napęd drugiej osi wykonany jest bardzo podobnie.

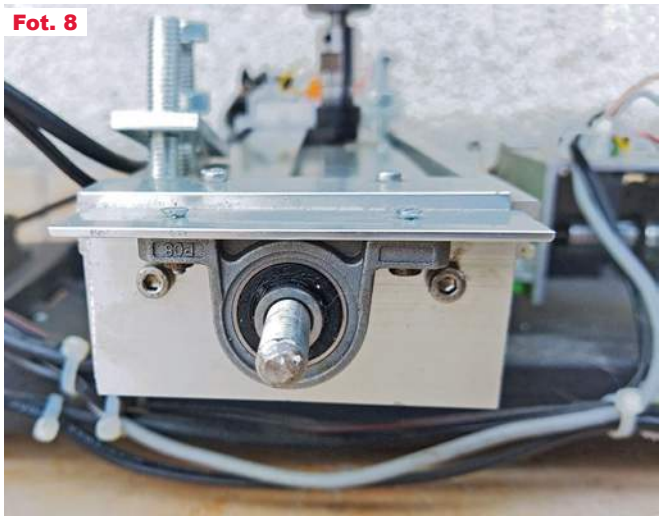

Fot. 4


Fot. 5

eprasa.pl 389f3c6f1b


Fot. 6


Fot. 7


Fot. 8

Rama

Autor zastosował ramę spawaną z profili stalowych. Jest to rozwiązanie zdecydowanie najtańsze, choć wymaga posiadania spawarki elektrycznej i umiejętności spawania. Opisana rama jest oryginalnie za wysoka. Daje to wprawdzie korzystną możliwość poruszania się w szerokim zakresie osi Z, powoduje jednak problemy ze sztywnością. W praktyce za całkowicie wystarczający należy uznać zakres przesuwu osi Z na poziomie do 6cm, maksymalnie 7 cm. Rama czeka na jej obniżenie w najbliższym czasie.

Funkcję nośną dla całej maszyny pełni dolna część ramy, do której przyspawana jest blacha stalowa, a do niej przymocowany jest stół krzyżowy. Do spodu bramy przymocowane są tłumiące drgania gumowe nóżki, na których spoczywa cała konstrukcja. Jako materiał do budowy wykorzystano zamknięte profile stalowe o grubości 3mm.

Najtrudniejszy jest etap spawania ramy, łączenie elementów łukiem elektrycznym powoduje rozszerzanie materiału na skutek bardzo wysokiej temperatury. Materiał, stygnąc, kurczy się, co powoduje powstawanie dużych naprężeń mechanicznych. Aby zminimalizować to zjawisko, należy unieruchomić profile na czas spawania za pomocą ścisków. Spawy najlepiej nałożyć równomiernie punktowo na całym obwodzie spawanego materiału, a następnie stopniowo wypełnić wolne obszary spoiwem. Pomiędzy poszczególnymi etapami spawania trzeba kontrolować odkształcenia ramy. Do wykonania ramy można wykorzystać również aluminiowe profile konstrukcyjne. Profile te łączy się za pomocą specjalnych łączników. Zastosowanie aluminiowych profili konstrukcyjnych bardzo ułatwia montaż ramy, ale ich wadą jest jednak stosunkowo wysoka cena jednostkowa. Profile takie można zamówić przycięte na wymiar z dużą dokładnością.

Ramę można również wykonać z profili zamkniętych za pomocą skręcania. W przypadku profili aluminiowych nie jest to problem, ponieważ profile te mają dużą dokładność wykonania. W przypadku profili stalowych problemem jest zbyt mała stabilność ich wymiarów, ujawniająca się podczas montażu ramy, powodująca powstawanie dużych naprężeń podczas skręcania. Problem ten można zminimalizować, obrabiając powierzchnię profili.

Autor w jednym z rozwiązań widział ramę klejoną żywicą epoksydową, a dopiero później skręconą, co rozwiązuje szereg problemów związanych z nierównościami ramy. Autor ma jednak nieco wątpliwości co do poprawności takiego rozwiązania.

W przypadku połączeń skręcanych każdą powierzchnię styku należy połączyć co najmniej trzema śrubami wraz z przeciwnakrętkami, co bardzo usztywnia konstrukcję ramy. Całość ramy pomalowano farbą w sprayu. W następnym odcinku zostanie opisana konstrukcja osi Z, jest to najtrudniejszy do wykonania element opisanej frezarki.

Na zakończenie artykułu autor chce podziękować Waldkowi 3Z6AEF za uwagi do tego tekstu. W materiałach dodatkowych w Elportalu jest szereg zdjęć pokazujących szczegóły wykonania układu.

Jerzy Wilczewski
Rafał Orodziński
sq4avs@gmail.com

Literatura:
https://www.cnc.info.pl
http://catpawblog.blogspot.com/2011/02/diy-cnc-6-krokow--do-wyboru-optymalnej.html

eprasa.pl 389f3c6f1b

Miernik wzmacniaczy operacyjnych

część 3

Zgodnie z zapowiedzią zasygnalizuję niespodzianki, jakie mogą wystąpić przy korzystaniu z omawianego miernika wzmacniaczy operacyjnych.

Potencjalne problemy

Opisywany przyrząd bez problemu pozwala mierzyć parametry popularnych wzmacniaczy operacyjnych, które mają niewygórowane parametry. Ale pozwala też na dokonanie bardzo precyzyjnych pomiarów, w tym napięć rzędu pojedynczych mikrowoltów i prądów rzędu pikoamperów. Tylko w teorii wszystko wtedy jest proste i oczywiste. W praktyce przy pomiarach tak skrajnie małych napięć i prądów pojawiają się rozmaite ograniczenia oraz mogą wystąpić problemy.

Podczas niektórych takich pomiarów skrajnie małych wartości może wystąpić niestabilność wskazań, przede wszystkim zmiany wartości napięcia niezrównoważenia i prądów polaryzacji wejść. Może to mieć rozmaite przyczyny. Na przykład może być naturalnym skutkiem zmian temperatury badanej struktury, nagrzewającej się nieco po włączeniu zasilania.

Ale przyczyny niestabilności oraz dryftów mogą być inne. Może to być efekt nie tyle uszkodzenia, co kiepskich właściwości mierzonego układu. A przy badaniu znikomo małych prądów wejściowych wzmacniaczy JFET i MOSFET źródłem poważnych błędów mogą też być prądy upływu zabrudzonej płytki drukowanej i gniazd. Nie należy zrażać się takimi zjawiskami, tylko próbować znaleźć przyczyny, zaczynając od porównania właściwości różnych wzmacniaczy.

Niestabilność wartości napięć i prądów *stałych* może też mieć inne przyczyny, na przykład obecność w układzie przebiegów *zmiennych*. Otóż w naszym mierniku mamy pracujące liniowo w zamkniętej pętli dwa wzmacniacze operacyjne, z których każdy w zakresie najmniejszych częstotliwości ma wzmocnienie co najmniej 100000 razy. Te dwa wzmacniacze połączone są kaskadowo, więc ich wzmocnienie się mnoży i wypadkowe wzmocnienie dla napięć stałych i przebiegów wolnozmiennych na pewno przekracza 10 miliardów razy! Po pierwsze przy tak ogromnym wzmocnieniu słusznie nasuwa się obawa o stabilność. Taki system po prostu może się wzbudzić. Po drugie powstaje problem wzmacniania przydźwięku sieci 50Hz oraz innych zakłóceń i szumów.

Nie można wyczerpująco omówić zagadnienia w kilku zdaniach. Właśnie dlatego wręcz konieczne jest, żeby podczas pomiarów do wyjścia badanego wzmacniacza DUT stale dołączony był oscyloskop, który pozwoli wykryć i usunąć ewentualne problemy, na przykład samowzbudzenie czy silny przydźwięk sieci.

Wprawdzie przewidziane w układzie kondensatory C1...C4 zapobiegają samowzbudzeniu, jednak podczas niektórych pomiarów, zwłaszcza wtedy, gdy w gniazda N_N, I_P, I_N zostaną włączone rezystory 1MΩ lub 10MΩ, to wraz z pojemnościami montażowymi znacznie zmieniają one transmitancję systemu i mogą prowadzić do oscylacji ciągłych lub bardzo powoli tłumionych. Zwiększanie rezystancji w obwodach wejściowych zwiększa także szumy termiczne oraz czyni wzmacniacz bardzo podatnym na zewnętrzne zakłócenia, w szczególności na przydźwięk sieci o niskiej częstotliwości 50Hz.

Tu warto dodać, że podczas pomiarów amplituda przydźwięku 50Hz na wyjściu OUT na pewno nie może przekraczać 1V, a w praktyce powinna być decydowanie mniejsza. Obecność na wyjściach wzmacniaczy U1A, U2A przebiegów *zmiennych* o znaczącej amplitudzie może zafałszować wyniki pomiarów parametrów *stałoprądowych*. Wprawdzie obecność kondensatora C3 zamienia wzmacniacz U2 w integrator, który jest też filtrem dolnoprzepustowym. To po części redukuje problem, ale pozostaje ogromne wzmocnienie napięciowe badanego wzmacniacza DUT, które w niektórych kostkach przekracza 10 miliomów.

Opisywany tu miernik jest wzorowany na układzie opublikowanym w „Analog Dialogue" 45-04, April (2011), na którego końcu autor, James Bryant, po siedmiu latach, w styczniu 2018 dodał następujący tekst dotyczący pięciokrotnego zwiększenia wartości kondensatora integracyjnego przy wzmacniaczu AUX: *(...) We changed C1=1uF to C1=5uF. It turned out that the Auxiliary Op Amp integrator still has sufficient gain to cause closed loop peaking of up to 10dB at or about 40Hz turning into a 40Hz Oscillation. Simulation shows that it can prevented by decreasing the pole frequency by a factor of 5*.

Podczas moich testów nie zaobserwowałem problemu przy pojemności integratora (C3) równej 1uF, jednak ostatecznie pojemność tę tworzą w moim modelu trzy kondensatory jednomikrofaradowe (3uF). A cytowany tekst wskazuje, że dalsze jej zwiększenie nie jest złym pomysłem.

Skłonność do oscylacji można łatwo sprawdzić obserwując na oscyloskopie przebieg na wyjściu OUT tuż po włączeniu zasilania przełącznikiem S1.

Gdyby u Ciebie wystąpiły problemy z samowzbudzeniem podczas pomiarów – napisz i przedstaw szczegóły!

W następnym numerze omówiony będzie proces projektowania opisywanego właśnie przyrządu. A na następnej stronie 24 przedstawiona jest dokładnie procedura pomiaru napięcia niezrównoważenia. Opisy pomiaru innych parametrów znajdą się w kolejnych numerach EdW.

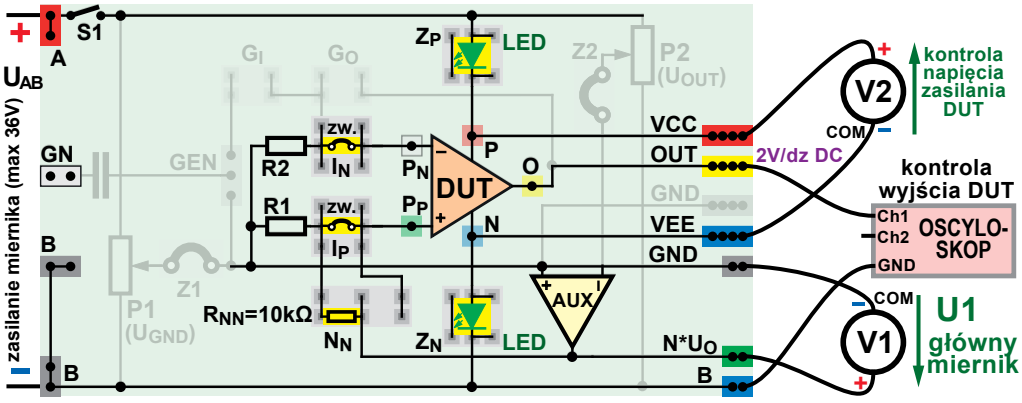
Piotr Górecki

eprasa.pl 389f3c6f1b

Pomiary wzmacniaczy operacyjnych
1. Wejściowe napiecie niezrównoważenia

Szczegółowy opis pomiarów wzmacniaczy operacyjnych za pomocą przyrządu opisanego w EdW 11/2021

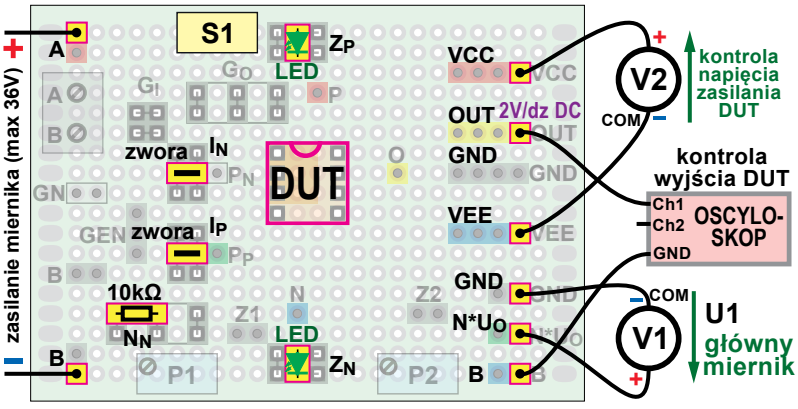
Przed pomiarami należy ***ustawić wartość całkowitego napięcia zasilającego*** U_{AB} (9...16V), które z uwagi na obecność diod LED jest o około 4V większe od napięcia zasilania wzmacniacza DUT między końcówkami VCC, VEE. Finalne pomiary warto przeprowadzać przy napięciu zasilania, przy jakim docelowo będzie pracował badany wzmacniacz operacyjny.



Rys. 1

Uwaga! Niektóre nowoczesne wzmacniacze operacyjne mają maksymalne całkowite napięcie zasilające tylko 6...7V, natomiast niektóre starsze wzmacniacze muszą mieć napięcie zasilania co najmniej 8V (±4V) lub wyższe.

Przyrząd należy skonfigurować według **rysunków 1** i **2**. W gniazdo N_N należy włożyć rezystor, który określi, ile razy napięcie U1 w punkcie $\mathbf{N*U_O}$ będzie większe od badanego wejściowego napięcia niezrównoważenia $\mathbf{U_{OS}}$. Przy testowaniu przeciętnych wzmacniaczy operacyjnych będzie to rezystancja R_{NN} = 10kΩ, która wraz z rezystancją R1=100Ω daje współczynnik N równy 100 (teoretycznie 101). Gdy badany wzmacniacz operacyjny ma dużo mniejsze napięcie niezrównoważenia, rezystor ten powinien mieć większą wartość: 100kΩ, co daje współczynnik N=1000, a przy pomiarze najlepszych wzmacniaczy 1MΩ (N=10000) lub 10MΩ (N=100000). Uwaga! Zbyt duża wartość R_{NN} spowoduje nasycenie wyjścia pomocniczego wzmacniacza AUX, co uniemożliwi pomiary.



Rys. 2

Wejściowe napięcie niezrównoważenia Uos

Po włożeniu do podstawki DUT badanego ***podwójnego wzmacniacza operacyjnego*** w obudowie DIP (ewentualnie innego z użyciem adaptera) należy włączyć zasilanie włącznikiem S1. Zaświeci się niebieska kontrolka i dwie zielone diody w obwodach zasilania, a po chwili oscyloskop (2V/dz, DC) pokaże na ekranie płaski przebieg bez tętnień o napięciu stałym 0,5 * U_{AB}. Wtedy należy odczytać wartość napięcia U1 pokazywanego przez woltomierz V1 między punktami $\mathbf{N*U_O}$ i sztuczną masą **GND**. Odczytaną wartość U1 należy podzielić przez wartość N (100 przy R_{NN} = 10kΩ) i tak obliczyć wartość napięcia niezrównoważenia badanego wzmacniacza DUT. Ściślej biorąc, struktury U1A podwójnej kostki. Napięcie niezrównoważenia drugiej struktury powinno być podobne, ale w razie potrzeby można zastosować odpowiedni adapter i sprawdzić też drugi wzmacniacz.

Dobra (bezpieczna) wartość napięcia U1 wskazywanego przez woltomierz V1 to 0,1V … 1V. Jeżeli woltomierz ten pokaże napięcie mniejsze od 100mV, to dla dokład-

ULUBIONYKIOSK.PL
Tu zawsze przejrzysz i kupisz aktualne oraz archiwalne numery „Elektroniki dla Wszystkich" zarówno w wersji papierowej, jak i elektronicznej.
PRZESYŁKA GRATIS!

eprasa.pl 389f3c6f1b

niejszego określenia jego wartości warto zwiększyć współczynnik N, zwiększając wartość R_{NN}. W tym celu najpierw należy wyłączyć zasilanie, zmienić R_{NN} z 10kΩ na 100kΩ (N=1000) lub więcej i ponownie włączyć zasilanie.

Po ustabilizowaniu obrazu na oscyloskopie trzeba odczytać wskazanie woltomierza V1 podzielić przez nową wartość N, co da dokładniejszą wartość napięcia niezrównoważenia. W przypadku najbardziej precyzyjnych wzmacniaczy z obwodami autozerowania napięcia niezrównoważenia są rzędu 1...10 mikrowoltów i wtedy być może trzeba będzie zastosować wartość R_N = 10MΩ, co da N=100000.

Napięcie U1 może mieć wartość powyżej 1V, ale wtedy trzeba się upewnić, czy wyjście wzmacniacza AUX nie jest nasycone, co zależy od wartości napięcia zasilania.

Napięcie U1 wskazywane przez woltomierz V1 może być dodatnie albo ujemne. Wartość dodatnia na **N*U$_O$** względem sztucznej masy GND wskazuje, że dla uzyskania zerowego napięcia na wyjściu OUT, potencjał wejścia nieodwracającego (+ w punkcie P_P) jest wyższy o napięcie niezrównoważenia od potencjału wejścia odwracającego (–), które dzięki R2 pozostaje na poziomie masy GND. Taka jest biegunowość U_{OS} – napięcia niezrównoważenia, oznaczanego w katalogach skrótem V_{OS}.

Podczas takich pomiarów nie należy się dziwić, że wskazania woltomierza zauważalnie zmieniają się z upływem czasu. Jest to normalne zjawisko, wynikające z kilku czynników, głównie niewielkiego podgrzewania struktury po włączeniu zasilania. Tak samo zachowa się wzmacniacz operacyjny w finalnym układzie pracy. Obserwacja zmian wartości napięcia niezrównoważenia z upływem czasu jest pouczająca i też wskazuje na jakość tego wzmacniacza.

Jednak tylko w nielicznych sytuacjach potrzebne jest dokonanie pomiaru dopiero po wstępnym wygrzaniu badanego wzmacniacza przez kilka do kilkudziesięciu minut.

Dryft cieplny Uos (TCVos)

Jak widomo, napięcie niezrównoważenia U_{OS} można skorygować: najłatwiej w pojedynczych wzmacniaczach mających dwie końcówki przeznaczone do tego celu, a także we wzmacniaczach odwracających. Ale to nie rozwiązuje problemu do końca. W praktyce bardzo ważnym parametrem jest też ***dryft cieplny wejściowego napięcia niezrównoważenia***, bo jego nie można ani skorygować, ani zmniejszyć. Dokładne badanie dryftu cieplnego wymagałoby dość precyzyjnego pomiaru temperatury struktury półprzewodnikowej. Zasadniczo jest to możliwe nawet w warunkach domowych.

Jednak w praktyce wystarczający może się okazać skrajnie uproszczony sposób sprawdzenia współczynnika cieplnego z wykorzystaniem… palca. Ciało człowieka ma w miarę jednakową temperaturę. Temperatura otoczenia w mieszkaniu zwykle jest niewiele większa niż +20°C. Można przyjąć, że dotknięcie palcem górnej części obudowy układu scalonego i przytrzymanie go około minuty spowoduje ogrzanie struktury o kilka do kilkunastu stopni. Trzeba tylko uważać, by palcem, który przewodzi prąd, nie dotknąć do wyprowadzeń grzanego układu scalonego, co może być problemem przy obudowach SMD.

Współczynnik cieplny napięcia niezrównoważenia popularnych wzmacniaczy (oznaczany TCV_{OS}) jest rzędu kilku mikrowoltów na stopień Celsjusza, co spowoduje zauważalne zmiany wskazań woltomierza V1. Takie proste grzanie palcem pozwoli nie tyle zmierzyć, co porównać wpływ temperatury na napięcie niezrównoważenia różnych wzmacniaczy.

Gdyby potrzebna była większa dokładność pomiaru tego współczynnika cieplnego, należałoby dokładniej określić zmiany temperatury, a cały przyrząd pomiarowy z badanym wzmacniaczem w kontrolowany sposób podgrzać w jakiejś minikomorze termicznej albo na przykład umieścić w lodówce lub *bardzo pomału* nagrzewać suszarką do włosów.

Napięcia termoelektryczne

Warto też wspomnieć o omawianym w literaturze problemie napięć termoelektrycznych.

Otóż najbardziej precyzyjne wzmacniacze typu *zero drift* mają znikome napięcie niezrównoważenia rzędu 1...10 mikrowoltów. Tymczasem na płytce wszelkie złącza różnych metali (miedzi, cyny, ołowiu) są ogniwami termoelektrycznymi o współczynniku około 3uV na stopień Celsjusza. Podręczniki ostrzegają, że napięcie z takich pasożytniczych ogniw może poważnie zafałszować pomiar, bo może być dużo większe od napięcia niezrównoważenia precyzyjnego wzmacniacza.

Owszem, może tak być, ale tylko wtedy, gdy w układzie wystąpią różnice (gradient) temperatur. Problemu napięć termoelektrycznych nie ma, jeżeli temperatury elementów i połączeń całego systemu są wyrównane, a elementy się nie grzeją.

Dotyczy to takze pomiarów za pomoca opisywanego miernika

Tylko dla dociekliwych

Podane w artykule wskazówki na pewno są dobre dla początkujących. Bardziej zaawansowani po poznaniu specyfiki przyrządu mogą zmodyfikować warunki pomiaru, w tym wartości rezystancji i napięcia zasilania.

Piotr Górecki

R E K L A M A

eprasa.pl 389f3c6f1b

Współczesne akumulatory

3. Akumulatory kwasowo-ołowiowe

W kilkuodcinkowym artykule przedstawione są informacje o właściwościach stosowanych dziś akumulatorów, w tym wskazówki dotyczące ich prawidłowej obsługi, zapewniających długą żywotność oraz bezpieczeństwo.

Nadal omawiamy akumulatory kwasowe.

Ładowanie i ochrona przed przeładowaniem

Akumulatory zasadowe NiCd i NiMH można szybko i łatwo ładować niezmiennym prądem przez określony czas, by władować 120% ładunku – pojemności nominalnej (Q = I * t). ***Niestety, w taki szybki sposób nie można ładować akumulatorów kwasowych*** – głównie z uwagi na zjawisko gazowania. Aby uniknąć gazowania, do współpracy z akumulatorami żelowymi i AGM stosuje się ***ładowarki, które w istocie są stabilizatorami napięcia, zawierającymi też obwód ogranicznika prądu***.

Przebieg tej najpopularniejszej procedury ładowania, zwanej CC/CV (constant current, constant voltage), przedstawiony jest na **rysunku 4**. Metodą CC/CV ładowane są też akumulatory litowe (Li-Ion, LiPo, LiFePO4), tylko inne są dopuszczalne prądy i napięcia. Dlatego trzeba dobrze zrozumieć ten sposób ładowania.

Ładowarka CC/CV to po prostu stabilizator napięcia z ogranicznikiem prądowym. Gdy dołączymy rozładowany akumulator, to najpierw w trybie CC będzie on ładowany niezmiennym prądem wyznaczonym przez obwód ogranicznika prądowego. Ładowarka zasadniczo jest stabilizatorem napięcia, ale w tej fazie pracy jej napięcie wyjściowe będzie niższe od ustalonego, bo będzie wyznaczone przez napięcie ładowanego akumulatora, które oczywiście będzie wtedy pomału rosnąć. Gdy napięcie akumulatora dojdzie do wartości ustalonej przez stabilizator napięcia ładowarki, nie będzie mogło już dalej rosnąć. Układ bez żadnego przełączania sam przejdzie wtedy do trybu CV, gdy napięcie na akumulatorze jest równe napięciu ustalonemu przez stabilizator napięcia ładowarki. Napięcie będzie niezmienne, a prąd ładowania będzie się samoczynnie zmniejszał. Po bardzo długim czasie prąd zmniejszy się do wartości bliskiej zeru i dopiero wtedy akumulator jest w pełni naładowany.

Problem w tym, że w momencie przejścia z trybu CC do CV akumulator, według różnych źródeł, jest naładowany tylko w 65%...80%, a pełne naładowanie trwałoby bardzo długo.

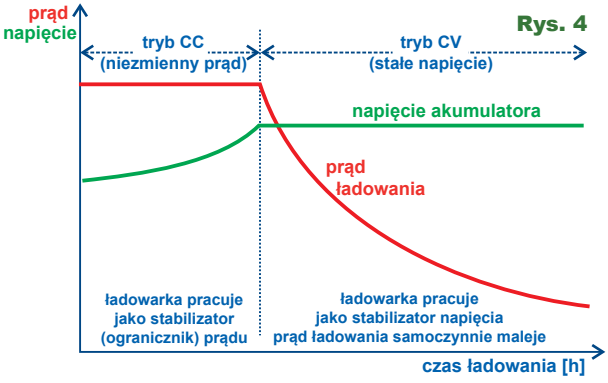
Zależnie od kilku czynników, w ładowarce CC/CV trzeba dobrać prąd ładowania, końcowe napięcie ładowania, a przy pracy cyklicznej także rozsądny czas ładowania.

Prąd ładowania dobiera się zwykle w granicach 0,1C...0,3C (w nielicznych do 0,4C), czyli jest liczbowo równy 10%...30% pojemności akumulatora (C) wyrażonej w amperogodzinach. W karcie katalogowej, a często też na obudowie akumulatora podany jest maksymalny prąd ładowania – przykład na **rysunku 5**, dotyczy popularnych akumulatorów AGM Europower serii podstawowej EP.

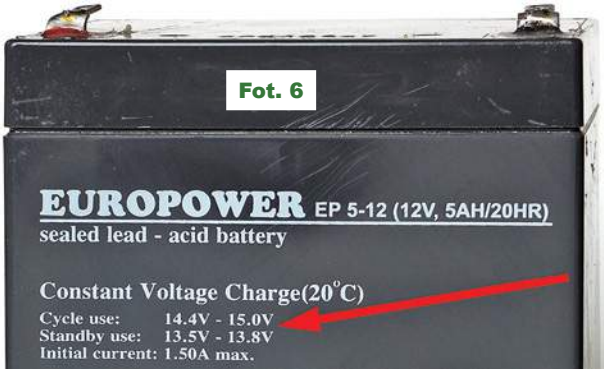
Co ciekawe, w niektórych sytuacjach (np. przy pracy buforowej) ogranicznik prądu nie jest niezbędny, ponieważ maksymalny prąd wyznaczy rezystancja wewnętrzna akumulatora, byle tylko nie przekroczyć prawidłowego napięcia ładowania.

Napięcie ładowania. Najprościej biorąc, końcowe napięcie ładowania nie może być zbyt wysokie, by nie dopuścić do intensywnego gazowania.

Praca buforowa (*Standby use*). Typowym przykładem jest UPS oraz rezerwowe źródło zasilania domowego systemu alarmowego. W tym trybie pracy ***akumulator cały czas jest dołączony do ładowarki-zasilacza*** i gotowy do pracy. Nic dziwnego, że napięcie ładowarki buforowej nie może być zbyt wysokie. Jak widać na **fotografii 6**, napięcie ładowarki przy pracy buforowej ma wynosić 13,5...13,8V. Ponieważ akumulator 12-woltowy ma sześć cel, daje to w trybie buforowym napięcie 2,25...2,30V/celę.



Rys. 4



Fot. 6

Szczelne, bezobsługowe akumulatory ołowiowo-kwasowe

Rys. 5 EUROPOWER serii **EP**

Typ akumulat.	Un [V]	Pojemność [Ah] 20[h]	10[h]	5 [h]	1 [h]	Waga [kg]	Rezyst. wewn. [mΩ]	Maks. prąd ładow. [A]
EP 1,2 - 6		1,2	1,14	1,02	0,72	0,30	65	0,36
EP 3 - 6		3,0	2,85	2,55	1,8	0,65	30	0,9
EP 4,5 - 6	6	4,5	4,28	3,83	2,7	0,91	21	1,35
EP 7 - 6		7,0	6,65	5,95	4,2	1,30	16	2,1
EP 12 - 6		12,0	11,4	10,2	7,2	2,05	10	3,6
EP 1,2 - 12		1,2	1,14	1,02	0,72	0,59	120	0,36
EP 2,3 - 12		2,3	2,19	1,96	1,38	0,94	75	0,69
EP 3,6 - 12		3,6	3,42	3,06	2,16	1,35	50	1,08
EP 5 - 12		5,0	4,75	4,25	3,0	1,92	27	1,5
EP 7,2 - 12		7,2	6,84	6,12	4,32	2,54	25	2,16
EP 12 - 12		12	11,4	10,2	7,2	4,03	18	3,6
EP 17 - 12		17	16,15	14,45	10,2	6,15	16	5,1
EP 28 - 12	12	28	26,6	23,8	16,8	9,60	10	8,4
EP 33 - 12		33	31,4	28,1	19,8	11,25	9	9,9

eprasa.pl 389f3c6f1b

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

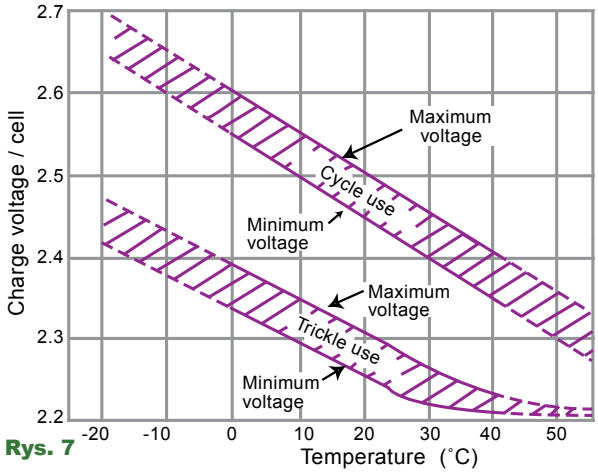
Praca cykliczna (*Cycle use*). Akumulator jest w ciągu kilku do kilkunastu godzin ładowany, a potem w dłuższym lub krótszym czasie rozładowany. Przykładem jest cyklicznie ładowany akumulator od elektrycznego wózka golfowego, skutera, roweru czy hulajnogi. Przy pracy cyklicznej akumulator tylko na jakiś czas jest dołączony do ładowarki, więc jej napięcie może być wyższe, niż przy pracy buforowej i wynosić 14,4...15,0V (2,4...2,5V/celę).

Problem temperatury. Podane zakresy napięcia końcowego zasadniczo dotyczą temperatury +20°C. Gdy natomiast temperatura akumulatora jest inna, należy dostosować napięcie ładowania: w ładowanym akumulatorze napięcie każdej celi należy zmieniać ze współczynnikiem od –3 do –6 miliwoltów na stopień Celsjusza. W niższych temperaturach napięcie ładowania ma być wyższe, bo inaczej akumulator nie naładuje się w pełni. Przy wyższych temperaturach napięcie ładowania należy obniżać, bo wzrost temperatury obniża próg gazowania i pojawia się ryzyko tzw. przebicia termicznego (*thermal runaway*). W akumulatorach kwasowych problem przebicia termicznego może wystąpić nawet przy ładowarce z ograniczeniem napięcia, o ile temperatura będzie za wysoka, a prąd ładowania duży. W praktyce dotyczy to głównie pracy cyklicznej, gdzie chcąc jak najszybciej naładować akumulator, pracujemy z możliwie dużymi, maksymalnymi dopuszczalnymi prądami ładowania, rzędu 0,2...0,3C, a nawet więcej.

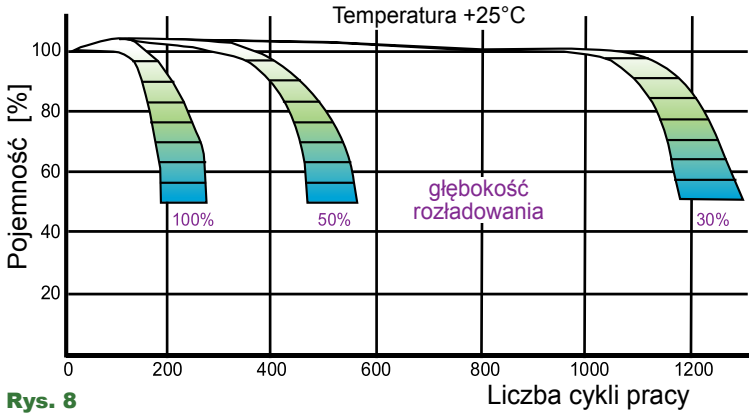
Poszczególni producenci dla swoich akumulatorów podają nieco inne informacje. W licznych kartach katalogowych podaje się wartości współczynnika cieplnego, najczęściej –3mV/°C na celę dla pracy buforowej oraz –5mV/°C na celę dla pracy cyklicznej. Dla akumulatorowa 12-woltowego daje to odpowiednio –18V/°C oraz –30mV/°C. W innych kartach katalogowych można znaleźć wykresy, a ich nieliniowy przebieg wskazuje, iż kwestia kompensacji cieplnej jest bardziej złożona – przykład na **rysunku 7**.

Nie zawsze ładowarka musi mieć obwód czujnika temperatury, korygującego napięcie ładowania. Przykładowo jeżeli akumulator będzie pracował buforowo w mieszkaniu, to zakres spodziewanych zmian temperatury wyniesie od +15°C do +30°C. Wtedy można uprościć układ ładowarki buforowej i ustawić niezmienne napięcie buforowe około 13,65V, czyli 2,275V/ogniwo.

Inaczej jest przy pracy cyklicznej. Podczas upalnego lata otoczenie może mieć nawet +35°C, a przy dużym prądzie ładowania 10A dojdzie do tego podgrzewanie wnętrza akumulatora, więc możemy przyjąć maksymalną temperaturę akumulatora +55°C. Z kolei zimą wnętrze akumulatora może mieć około zera stopni. Jeżeli założymy zakres temperatur pracy od 0 do +55°C i współczynnik cieplny –30mV/°C, powinniśmy zmieniać końcowe napięcie ładowania akumulatora 12-woltowego aż o 1,65V! W temperaturze +20°C zalecany zakres napięć ładowania wynosi 14,4V...15,0V. Gdy takie napięcie zastosujemy przy temperaturze 0 stopni Celsjusza, akumulatora po prostu nie naładujemy. Przy współczynniku –30mV/°C zakres napięć ładowania w temperaturze bliskiej zeru powinien wynosić 15,0...15,6V. Natomiast przy temperaturze akumulatora +55°C napięcie końcowe powinniśmy zmniejszyć do 13,35...13,95V by nie dopuścić do gazowania i przebicia termicznego.



Rys. 7



Rys. 8

W cyklu MPPT niedawno omawialiśmy także bardziej zaawansowane sposoby ładowania cyklicznego z fazami ***Bulk***, ***Absorption***, ***Float*** oraz ***Equalize***. Natomiast przy pracy buforowej wystarczy zwyczajny stabilizator napięcia z ogranicznikiem prądu, czyli ładowarka CC/CV.

Uwagi końcowe

Trwałość akumulatorów kwasowych silnie zależy od głębokości rozładowania. Pojęcie o tym daje **rysunek 8**, dotyczący akumulatorów AGM. Jeżeli chcemy zwiększyć trwałość, powinniśmy wykorzystywać akumulator o pojemności większej niż minimalna wymagana i nigdy nie rozładowywać go w pełni, o ile oczywiście problemem nie są większe rozmiary i masa.

Trzeba pamiętać, że nawet jednokrotne silne przeładowanie jest zawsze bardzo szkodliwe i bezpowrotnie zmniejsza pojemność akumulatora AGM i żelowego. ***W akumulatorach kwasowych napięcie odzwierciedla stan naładowania***, więc aby nie dopuścić do przeładowania, wystarczy ograniczyć napięcie ładowania do bezpiecznej wartości według wcześniejszych wskazówek.

Bardzo szkodliwe, zwłaszcza w akumulatorach AGM, jest też nadmierne rozładowanie („do zera"), prowadzące do zasiarczenia i trwałej utraty pojemności. ***Każdy wyładowany akumulator kwasowy należy jak najszybciej naładować!***

Na koniec jeszcze jeden bardzo ważny szczegół: ***akumulatory kwasowe należy przechowywać w stanie naładowanym***, najlepiej „do pełna", bo wtedy nie ulegną one zasiarczeniu.

W następnej części artykułu zajmiemy się akumulatorami litowymi.

Piotr Górecki

eprasa.pl 389f3c6f1b

Transmisja danych w inteligentnym domu
5. RS-485 i rozwiązania pokrewne

Wielu elektroników chciałoby samodzielnie zbudować elementy lub cały system inteligentnego domu. Jednym z kluczowych problemów okazuje się dobranie odpowiednich sposobów transmisji danych. Wybory w tym zakresie decydują o finalnym sukcesie lub porażce. W cyklu artykułów omawiamy rozmaite aspekty tego bardzo ważnego zagadnienia.

We wcześniejszych odcinkach (EdW 7...10/2019) zapoznaliśmy się z opracowanym w latach 60. łączem RS-232, które jest nadal zaskakująco popularne, obecnie przede wszystkim w „niskonapięciowej wersji TTL". Już wiele lat temu podjęto próbę poprawy właściwości tego łącza.

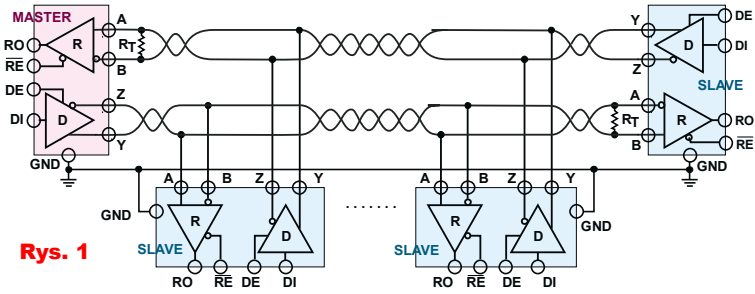
RS-423, RS-422

Kluczowe wady klasycznego „wysokonapięciowego" łącza RS-232 to nieduży zasięg transmisji, znaczna podatność na zakłócenia i właśnie konieczność wykorzystania stosunkowo wysokich napięć. Początkowo przewidywano zasięg 20 do 100 metrów i prędkość transmisji do 20 kilobitów na sekundę. W wielu zastosowaniach było to o wiele za mało. Potrzebne też były łącza, pozwalające na komunikację nie dwóch, tylko większej liczby urządzeń. Relacjonując rozwój, w największym skrócie można powiedzieć, że krokiem do przodu był standard RS-423, gdzie obniżono napięcia, zwiększono zasięg do 1200m i wprowadzono możliwość współpracy jednego nadajnika z 10 odbiornikami. Największym ograniczeniem pozostała niesymetryczna transmisja z wykorzystaniem linii sygnałowej i obwodu masy.

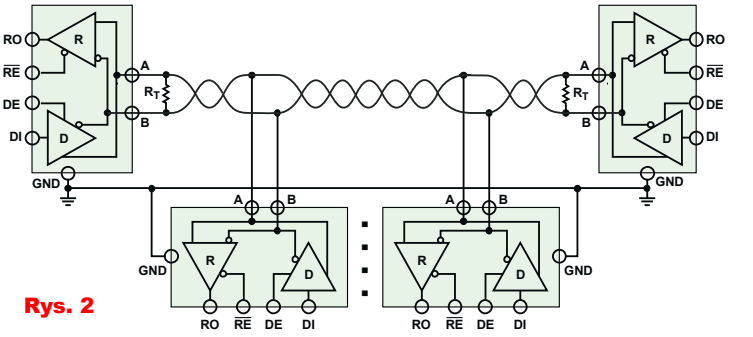
Niejako następnym krokiem był standard RS-422, w którym wprowadzono ogromnie ważną zmianę: zamiast pojedynczej linii danych wykorzystano linię symetryczną, a więc sygnały nie płynęły przez linię (obwód masy). Można uznać, że symetryczne łącze RS-422 to ulepszona wersja dwukierunkowego łącza RS-232: szybsze (nawet do 10 megabitów na sekundę), o większym zasięgu (do 1,2km) i z możliwością współpracy w systemie jednego nadajnika z 10 odbiornikami. Szybko okazało się, że ani RS-422, ani tym bardziej RS-423, nie zdobyły popularności. Między innymi dlatego, że w systemie mógł być tylko jeden nadajnik (i do 10 odbiorników). Dziś są to tylko ciekawostki. Zupełnie inaczej jest z bardzo do dziś popularnym standardem RS-485, który można traktować jako niewielką, ale bardzo użyteczną modyfikację RS-422.

RS-485

Łącze RS-485 jest modyfikacją RS-232 i identyczne są podstawowe zasady transmisji danych. Ale istnieje też wiele różnic. **Rysunek 1** pokazuje schemat „pełnej", dupleksowej wersji systemu RS-485. W systemie jest tylko jeden master – zarządca, który może dwukierunkowo komunikować się z szeregiem urządzeń slave. Taka wersja wymaga dwóch symetrycznych linii i jest bardzo rzadko wykorzystywana (o ile w ogóle).



Rys. 1

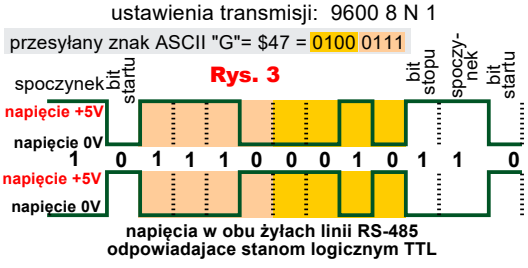


Rys. 2

Niezmiernie popularna jest natomiast wersja półdupleksowa (half-duplex), pokazana na **rysunku 2**. Podstawowa prosta zasada polega na tym, że jedno z urządzeń wysyła dane do drugiego, a po zakończeniu tej transmisji to drugie urządzenie wysyła na tę samą linię odpowiedź. Zasadniczo nie musi tu być żadnego nadzorcy i wszystkie urządzenia mogłyby być równorzędne, ale wtedy trzeba rozwiązać problem nieuchronnych kolizji, gdyby dwa urządzenia chciały nadawać jednocześnie.

W praktyce ogromnie popularne są takie właśnie systemy półdupleksowe, gdzie jest jeden master – zarządca i szereg urządzeń slave. Komunikację zawsze rozpoczyna Master (urządzenia slave nie mają takiej możliwości). Master wysyła do wszystkich dołączonych urządzeń komunikat z adresem i rozkazem, a potem „zwalnia linię" i czeka na odpowiedź. Zaadresowane urządzenie odpowiada, wysyłając odpowiedni komunikat. Takie właśnie rozwiązanie powszechnie wykorzystywane jest do dziś w automatyce, także w systemach automatyki budynkowej i domowej, dlatego zgłębimy ten temat dokładniej. Ale na razie omawiamy podstawowe zasady i parametry „elektryczne".

Generalnie zasady są takie jak w transmisji RS-232, tylko napięcia są niższe i linia jest symetryczna. W praktyce wygląda to tak, że nadajniki i odbiorniki są zasilane napięciem 5V (lub mniej). Nadajnik wysyła w linię impulsy według zasad standardu '232, impulsy „zwyczajne", 5-woltowe (co najmniej 1,5-woltowe) i w obu żyłach linii (A, B) są one wzajemnie odwrócone. Przykład na **rysunku 3**. Podkreślam, że sytuacja przy nadawaniu impulsów jest niemal identyczna, jak w „niskonapięciowej" wersji RS-232: w obu żyłach linii występują 5-woltowe impulsy (TTL), tylko wzajemnie odwrócone. Na wejściu różnicowego odbiornika pojawia się albo napięcie +5V, albo –5V. Oczywiście w długiej linii impulsy zostaną silnie stłumione, ale odbiornik RS-485



Rys. 3

eprasa.pl 389f3c6f1b

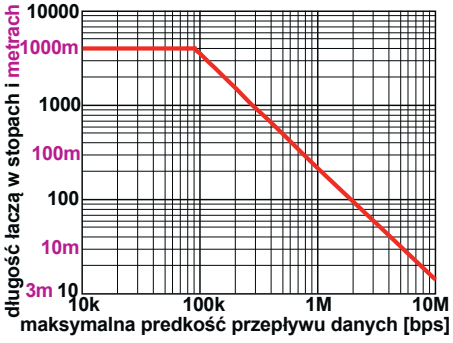
sklep.semicon.com.pl
■ Montaż elektroniki ■ Szablony SMT ■ Moduły laserowe
■ Konwerting materiałów ■ Chemia dla elektroniki ■ Podzespoły
■ Komponenty elektroniczne ■ Narzędzia
SEMICON®

musi mieć dość czułe wejście różnicowe, które ma wykryć, czy pojawiające się tam impulsy (dodatnie albo ujemne) mają amplitudę większą niż 200mV.

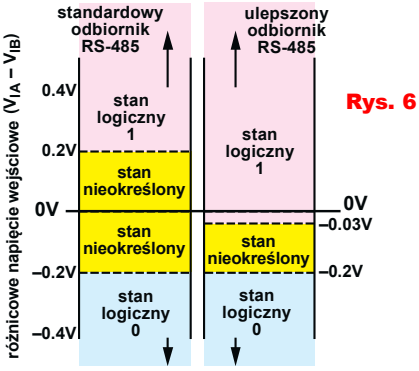
Linia RS-485 może być długa, a transmisja dość szybka (krótkie impulsy), byle na „dalekim końcu" impulsy nie były mniejsze niż te graniczne ±200mV. Ograniczeniem jest pojemność linii, a przy szybkiej transmisji – także odbicia (zjawiska falowe) i właśnie ze względu na odbicia końce linii RS-485 powinny być zakończone rezystorami dopasowującymi (terminującymi) do oporności falowej linii (zwykle 100...130 omów). Linie te zapobiegają odbiciom, a także zmniejszają wrażliwość na zakłócenia, dlatego są powszechnie stosowane (czasem w szereg z rezystorem dopasowującym R_T włącza się kondensator, co zmniejsza straty mocy w spoczynku, ale też pogarsza nieco warunki transmisji). Ściślej biorąc, rezystory dopasowujące nie są konieczne, jeżeli czas narastania/opadania zboczy sygnału jest co najmniej pięć razy dłuższy od czasu propagacji danej linii, ale są konieczne w dłuższych liniach przy szybkiej transmisji.

Opisywane rozwiązanie pozwala przy niedużej szybkości transmisji uzyskać zasięg ponad kilometr albo dużą szybkość nawet 10Mbps przy małych odległościach, co ilustruje **rysunek 4**.

Rys. 4



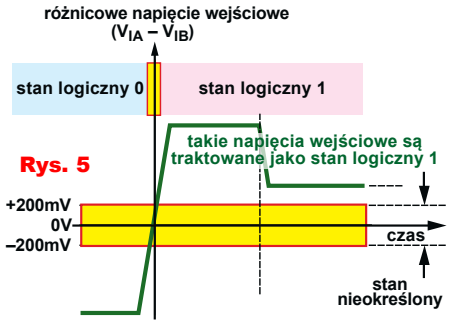
Warto zauważyć, że napięcia na linii w zakresie –200mV...0...+200mV to stan nieokreślony. Praktycznym problemem może być to, że gdy nic nie będzie nadawane, wtedy w „nieobsługiwanej" linii mogą się indukować napięcia wyższe od progowych, co może prowadzić do błędnych interpretacji. Aby temu zapobiec, w niektórych systemach stosuje się dodatkowe rezystory według **rysunku 5**, które „w spoczynku" wymuszają stan logiczny wysoki, odpowiadający stanowi oczekiwania łącza' 232. Z uwagi na niewielką wartość rezystorów dopasowujących R_T oraz wpływ rezystancji wejściowych dołączonych urządzeń te dodatkowe rezystory muszą mieć stosunkowo małą wartość, rzędu kilooma lub mniej przy zasilaniu 5V. Nowsze odbiorniki nie wymagają takiego podciągania, ponieważ mają górny próg działania zmieniony z +200mV na −30mV (**rysunek 6**), co w spoczynku przy zerowym napięciu linii jest interpretowane jako stan wysoki linii (i daje margines szumów 30mV).



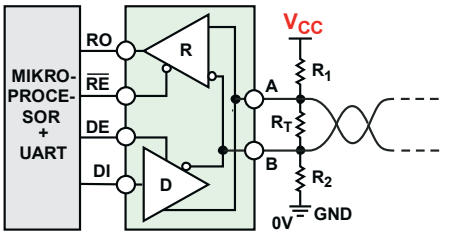
Rys. 6

Dla praktyka ważniejsze są szczegóły dotyczące rezystancji wejściowej urządzeń. Otóż pierwotnie przewidziano, że do symetrycznej linii można będzie dołączyć 32 urządzenia, z których każde będzie mieć rezystancję wejściową równą 12kΩ. To oznacza, że wypadkowa rezystancja wszystkich równolegle połączonych wejść nie może być mniejsza niż 375Ω (jest dołączana równolegle do rezystancji R_T i też jest obciążeniem dla pracującego nadajnika).

W standardzie RS-485 rezystancja wejściowa 12kΩ jest traktowana jako obciążenie jednostkowe (UL – unit load). Urządzenia mogą mieć większą rezystancję wejściową (24kΩ = ½UL, 48kΩ = ¼UL, 96kΩ = ⅛UL) i wtedy do linii może być dołączonych odpowiednio więcej urządzeń, do 256. Nie ma problemu z adresowaniem wszystkich dołączonych urządzeń, ponieważ w praktycznie wykorzystywanych systemach (protokołach) adresowanie jest 8-bitowe.



Rys. 5



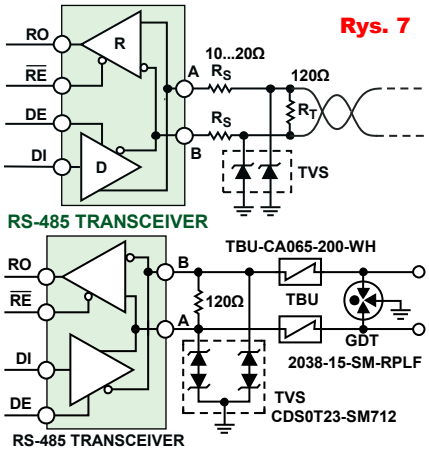
Problem zakłóceń

W wielu zastosowaniach parametry łącza zapewniają prawidłową transmisję i długotrwałą pracę. Wykorzystanie sygnałów różnicowych znakomicie zmniejsza wrażliwość na zakłócenia, bo jeśli występują, to są jednakowe w obu żyłach linii i odbiornik ich nie widzi. Linią transmisyjną zawsze jest symetryczna skrętka, w profesjonalnych zastosowaniach obowiązkowo ekranowana, z ekranem dołączonym do masy/uziemienia.

Na pewno nie ma żadnego problemu, jeśli takie wspólne zakłócenia nie wykraczają poza zakres napięcia zasilania (0...+5V). W standardzie RS-485 jest też wpisane wymaganie, żeby nieaktywne urządzenia (wszystkie wejścia i wyjścia) bez uszkodzenia wytrzymały obecność na żyłach linii „obcych" napięć, wykraczających nawet 7V poza zakres napięć zasilania. Czyli jeśli urządzenie ma spełniać wymagania RS-485, musi wytrzymać bez uszkodzenia napięcia z zakresu −7V ... +12V. To jest jedna z przyczyn, dla której do współpracy z linią RS-485 muszą być stosowane specjalizowane układy scalone o odpowiedniej budowie.

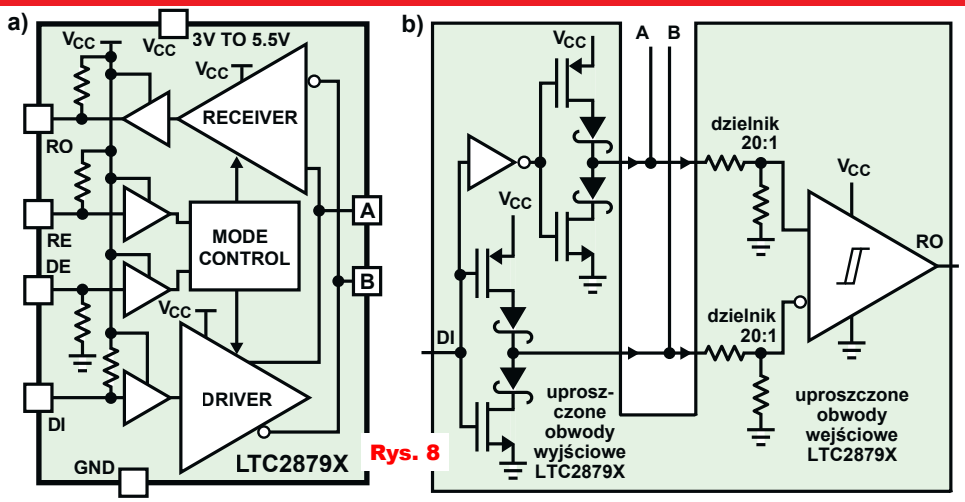
Jeżeli więc w danym systemie zakłócenia wspólne nie wykraczają poza zakres −7V...+12V, to nie trzeba obawiać się uszkodzenia. Jednak łącza RS-485 mogą być długie i często pracują w trudnych warunkach przemysłowych o bardzo wysokim poziomie różnego rodzaju zakłóceń. Do tego dochodzą silne impulsy pochodzące od wyładowań atmosferycznych oraz związane z elektrycznością statyczną (ESD), które mogą pojawić się w każdym, nawet najmniejszym, „cichym" systemie. Dlatego standardowo wejścia/wyjścia dodatkowo są zabezpieczane, zazwyczaj za pomocą niewielkich rezystorów (10...20Ω) i szybkich diod TVS ((Transient Voltage Suppressor, Transil TVS). Przykłady na **rysunku 7**. pochodzą z materiałów Analog Devices.

Rys. 7



eprasa.pl 389f3c6f1b

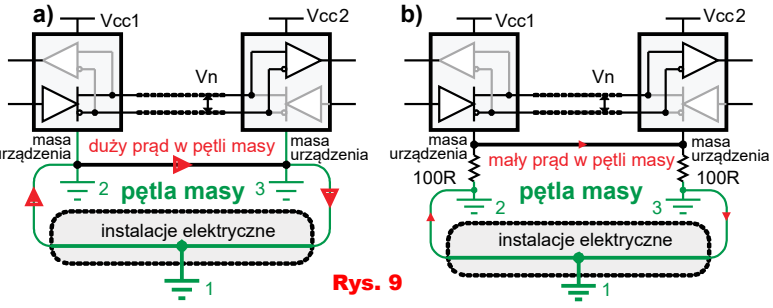
Obok stosowania zewnętrznych obwodów ochronnych produkuje się też coraz odporniejsze scalone sterowniki linii RS-485. **Rysunek 8a** pokazuje blokowy schemat wewnętrzny nowoczesnego scalonego sterownika linii RS-485 LTC2879, którego końcówki są odporne na impulsy ESD nawet 52-kilowoltowe (!) i wytrzymują bez uszkodzenia ciągłą obecność napięć w zakresie ±60V. Jest to możliwe dzięki specjalnej budowie wyjść i wejść, co pokazane jest na **rysunku 8b**.



Rys. 8

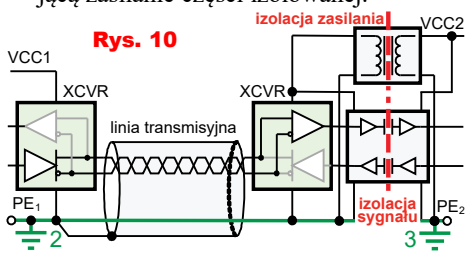
Izolowane łącze RS-485

Przy długich łączach jednym z kluczowych problemów są różnice potencjału masy na przeciwległych końcach linii, co może powodować przepływ dużych prądów wyrównawczych w powstałej pętli masy według **rysunku 9a**. Niekiedy wystarczającym rozwiązaniem może być dodanie rezystorów ograniczających takie prądy według **rysunku 9b**.



Rys. 9

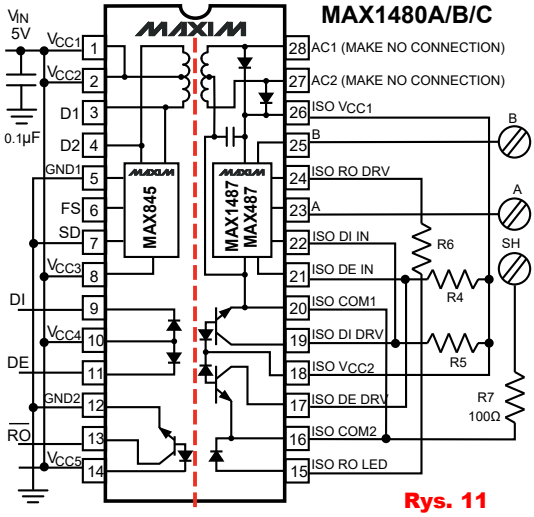
Zdecydowanie skuteczniejszym sposobem ochrony przed uszkodzeniem i redukcji błędów transmisji jest zastosowanie izolacji galwanicznej. Teoretycznie dla uzyskania oddzielenia galwanicznego można byłoby po prostu zastosować impulsowy transformatorek separujący, ale przy niższych prędkościach transmisji musiałby być dość duży i wystąpiłyby jeszcze inne problemy. Opracowano szereg rozwiązań izolacji galwanicznej łącza RS-485 według idei z **rysunku 10**. Zwróć uwagę, że konieczne jest nie tylko galwaniczne oddzielenie sygnałów, ale też obwodów zasilania (albo zastosowanie dodatkowego izolowanego zasilacza). Dziś dostępne są gotowe izolatory scalone, zawierające zarówno tor sygnałowy, jak i pomocniczą przetwornicę, zapewniającą zasilanie części izolowanej.



Rys. 10

Rysunek 11 pokazuje przykład z kostką MAXIM MAX1480. Natomiast **rysunek 12** – z układem Analog Devices ADM2682E.

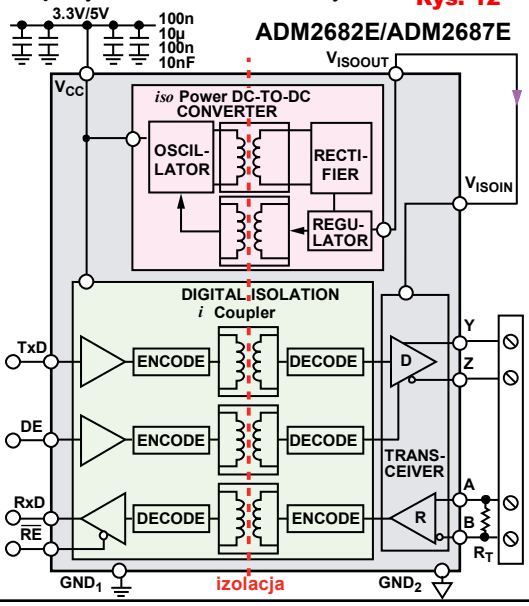
W każdym razie wykorzystanie łącza RS-485 wymaga zastosowanie specjalizowanych sterowników linii. Hobbystów najbardziej interesują moduły, zapewniające współpracę linii RS-485 z interfejsem *Serial*, czyli „niskonapięciowym" łączem RS-232.



Rys. 11

Informacje praktyczne

W przypadku łącza RS-485 nie są ściśle określone wtyki i złącza. W estradowym systemie DMX512, wykorzystującym RS-485, stosuje się „mikrofonowe" złącza XLR. Ale bardzo często wykorzystuje się trzy zaciski śrubowe dla żył A, B oraz masy. Istotna jest biegunowość. Zamiana miejscami zacisków A, B uniemożliwi transmisję. Utrudnieniem może być to, że zaciski A, B bywają oznaczane inaczej. Zacisk A może być oznaczony D, DB-, –, RX–TX, –RX/–TX, a zacisk B może być oznaczony: /D, /DA+, +, /RX–/TX,+RX/+TX. W razie braku łączności przede wszystkim należy sprawdzić biegunowość linii. W spoczynku na żyle B powinien występować stan wysoki (+3...+5V), a na żyle A – stan niski (0V).



Rys. 12

Ze względu na odbicia łącze RS485 o długości powyżej kilku metrów nie powinno mieć postaci gwiazdy. Podstawowa postać to jedna linia – magistrala, do której mogą być dołączone liczne urządzenia slave, ale za pomocą możliwie krótkich odgałęzień. Postać bardzo często stosowana w praktyce to łańcuch (*daisy chain*), gdzie odcinki linii łączą kolejne urządzenia pracujące w łańcuchu. Co ważne, dwa (tylko dwa) rezystory terminujące mają być dołączone wyłącznie na końcach linii/łańcucha.

Piotr Górecki

eprasa.pl 389f3c6f1b

UNI-T® Miernik UT139S

Uniwersalny multimetr UT139S to nowoczesne urządzenie pomiarowe z praktycznymi funkcjami, np.: pomiar wartości skutecznej True RMS czy bezkontaktowy detektor napięcia zmiennego (NCV).
Czytelny wyświetlacz LED typu EBTN z 31 segmentowym bargrafem ułatwia odczyt pomiarów.

Pomiary:
- napięcie DC: 600V ±(0.5%+2)
- napięcie AC: 600V ±(0.8%+3)
- prąd DC: 10A ±(0.7%+2)
- prąd AC: 10A ±(1%+3)
- rezystancja: 60MΩ ±(0.8%+2)
- pojemność: 99.99mF ±(4%+5)
- częstotliwość: 10Hz~10MHz ±(0.1%+4)
- temperatura: -40°C~1000°C ±(1%+4)

Wyświetlacz:
- LCD (Black EBTN)
- maksymalne wskazanie: 5999
- wymiary 58 x 36mm
- podświetlenie
- bargraf 31 segmentów

Funkcje, cechy:
- True RMS
- NCV - bezkontaktowy detektor napięcia AC
- wybór zakresu: automatyczny; ręczny
- funkcja REL (pomiar wartości względnej)
- Data Hold
- test ciągłości obwodu
- test diody
- filtr LPF/LoZ (ACV)
- współczynnik wypełnienia [Duty Cycle]: 0.1% - 99.9%
- zasilanie: 2x bateria AA 1.5V
- masa: 345g
- wymiary: 170 x 80 x 48mm

W zestawie:
- miernik,
- przewody pomiarowe,
- baterie,
- sonda temperatury typu K

UT-139S
230zł

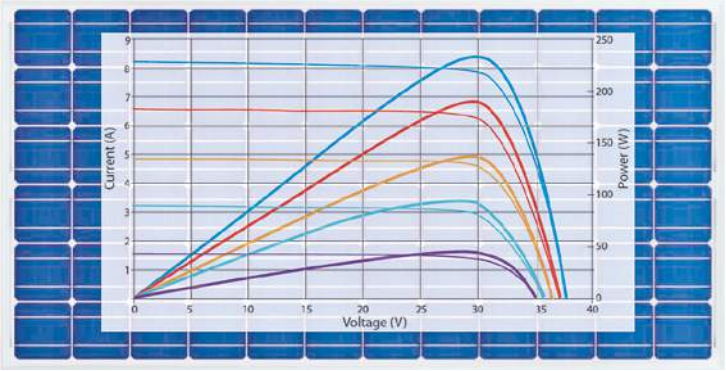
AVT sklep **sklep.avt.pl**

AVT SPV Sp. z o.o., 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
tel.: (22) 257 84 51 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

MPPT

część 17



W ostatnim odcinku cyklu omawialiśmy zaawansowane sterowniki śledzące MPP. Podane informacje mogły stworzyć wrażenie, że zastosowanie kosztownych sterowników MPPT z najlepszymi algorytmami jest wręcz konieczne, bo pozwoli uzyskać z paneli dużo więcej energii niż przy zastosowaniu prostych sterowników. Prawda jest dużo bardziej skomplikowana.

Na początek przedstawię bardzo ważny wniosek, a właściwie na razie tylko bardzo ważną tezę:

obecność sterownika MPPT NIE oznacza, że system FV jest optymalny.

Otóż po pierwsze praktyka pokazuje, że w wielu wypadkach porównywalne, niewiele gorsze, efekty uzyskuje się w systemie z prostym i tanim sterownikiem PWM, w którym oczywiście nie zastosowano niełatwego do realizacji algorytmu śledzenia, a jedynie wielokrotnie prostsze rozwiązanie.

Po drugie, może się okazać, że zaawansowany sterownik MPPT istotnie pozwala uzyskać znacząco więcej energii, ale jeżeli weźmie się pod uwagę wysoką cenę, sensowniejsze jest wykorzystanie sterownika nieco gorszego, ale wielokrotnie tańszego.

Po trzecie o ogólnych wynikach decyduje nie tylko kontroler i obecność lub brak MPPT. O ilości uzyskanej realnie energii decydują też różne straty, zarówno te wynikające z jakichś błędów, jak i te związane ze świadomymi wyborami i kompromisami natury ekonomicznej. Niektóre przykłady za chwilę.

Kolejna kwestia to analiza słabych i mocnych punktów całego systemu FV. Ogólnie biorąc, bardzo dużo zależy od akumulatora. Najprostsze i najtańsze sterowniki, które jedynie zapobiegają przeładowaniu akumulatora, mają rację bytu tylko w najprostszych systemach, wykorzystywanych okresowo, na przykład w przyczepach kempingowych i kamperach. W innych systemach obowiązkowo trzeba stosować zawierające mikroprocesor sterowniki PWM, które znacznie lepiej wykorzystują możliwości akumulatora, realizując fazy Bulk, Absorption i Float. I wszystko to można zrealizować z użyciem prostych kontrolerów zwarciowych, które pracują impulsowo (PWM), ale nie zawierają żadnej przetwornicy indukcyjnej.

Natomiast sterownik MPPT wręcz musi zawierać przetwornicę indukcyjną. A to od razu zwiększa koszty. Sensownej jakości kontroler MPPT musi być dużo droższy od sterownika PWM. A jeżeli jest tylko trochę droższy, to należałoby zbadać, czy w ogóle i na ile skutecznie śledzi on punkt MPP? Zakup najtańszych sterowników oznaczonych MPPT może się okazać fatalną pomyłką.

I tu uwaga dotycząca hobbystów: wiedząc, że dobre fabryczne sterowniki MPPT muszą być kosztowne, wielu elektroników podejmuje próby samodzielnej budowy takich urządzeń. W Internecie można znaleźć sporo przykładów. Niektóre to tylko ogólne prezentacje eksperymentalnych urządzeń, ale można też znaleźć projekty z pełną dokumentacją, pozwalającą skopiować takie urządzenia.

Owszem, może to być jak najbardziej sensowne. Na pewno samodzielna budowa sterownika MPPT ma rację bytu, jeżeli ma na celu zdobycie doświadczenia. Gorzej, gdyby miało to być urządzenie, które w założeniu ma być lepsze i tańsze od fabrycznych.

W kontrolerach MPPT wykorzystywane są rozmaite konfiguracje przetwornic, zależnie między innymi od wiedzy i doświadczenia konstruktora. Niestety, w amatorskich projektach kontrolerów MPPT często spotyka się rozwiązania niegodne polecenia, a wręcz błędne. Jednym z poważnych problemów są straty, czyli niska sprawność energetyczna.

Ogólnie biorąc, panele FV i uzyskiwana z nich energia elektryczna są drogie, więc chcemy minimalizować straty i wykorzystać całą energię, jaką dysponuje panel FV. Właśnie po to stosujemy skomplikowane sterowniki MPPT, śledzące punkt maksymalnej mocy. Tak, ale popełnienie pewnych na pozór drobnych błędów może przekreślić sens stosowania MPPT. Omówmy krótko niektóre aspekty problemu.

Ile można zyskać?

Załóżmy, że prawdą jest następujące stwierdzenie: *dobry kontroler, śledzący punkt MPP, pozwoli wykorzystać całą dostępną w panelu energię*.

O to przecież chodzi, tylko o ile więcej energii możemy zyskać?

Znów zajrzyjmy do katalogów. **Rysunek 1** pokazuje charakterystyki pewnego panelu, które w warunkach STC ma punkt mocy maksymalnej 255W przy napięciu U_{MPP} około 32V i prądzie I_{MPP} około 8A. Zwróć uwagę, że jeżeli ten panel pracowałby przy niższym napięciu 24V, to uzyskuje się z niego...

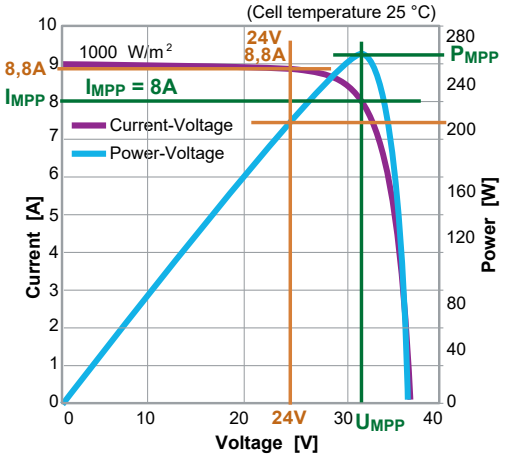
o około 10% więcej prądu (około 8,8A)!

Dzieje się tak dlatego, że w punkcie maksymalnej mocy wewnętrzne diody panelu już przewodzą (marnują) znaczny prąd, właśnie około 0,8A.

Faktem jest, że przy napięciu na panelu równym 24V uzyskiwana moc jest mniejsza, wynosi około 210 watów, czyli niecałe 20% mniej niż w MPP.

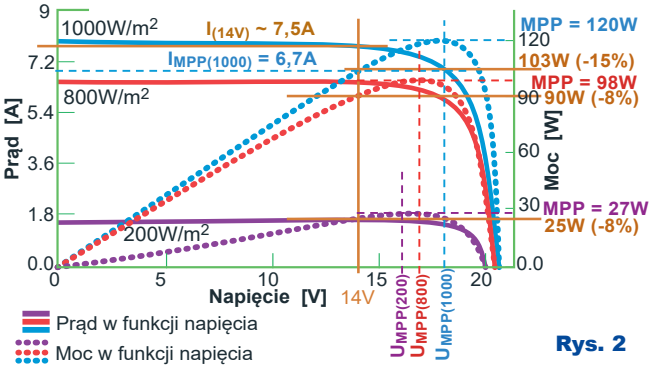
20% mniej mocy, ale o 10% większy prąd! Już to daje do myślenia!

Rys. 1



eprasa.pl 389f3c6f1b

Inny przykład mamy na **rysunku 2**. To charakterystyki panelu „12-woltowego”, przeznaczonego do współpracy z 12-woltowym akumulatorem. Jest to panel 120-watowy, więc w warunkach STC uzyskamy moc 120W przy napięciu U_{MPP} około 18V i prądzie I_{MPP} około 6,7A.



Rys. 2

Gdybyśmy zastosowali dobry sterownik MPPT z przetwornicą indukcyjną, to z panelu moglibyśmy uzyskać te 120 watów mocy elektrycznej.

A gdybyśmy zastosowali prostszy sterownik bez przetwornicy? Wtedy panel ten bezpośrednio ładowałby akumulator prądem takim, jaki wytwarza. W prostym sterowniku są jakieś diody, więc zakładamy, że podczas ładowania na panelu występuje napięcie 14V. Z rysunku 2 wynika, że przy takim napięciu prąd wytwarzany przez ogniwo (prąd ładowania) wynosi około 7,5A, czyli jest znacząco, o około 10% większy od prądu I_{MPP} (6,7A).

Tak, prąd jest większy, ale moc pobierana z panelu wynosi około 103W, czyli jest mniejsza niż w punkcie MPP (120W). O ile mniejsza?

O około 15...16% mniejsza, bo 103/120 to 0,858.

Rysunek 2 wskazuje, że przy słabszym oświetleniu panelu różnice między MPP a mocą przy napięciu 14W będą jeszcze mniejsze, rzędu 8...10%.

Wychodzi na to, że ***za pomocą dobrego sterownika MPPT możemy uzyskać z panelu co najwyżej kilkanaście procent więcej mocy niż za pomocą sterownika prostego***.

To rozczarowująca informacja! Wprawdzie przedstawione rozważania opierają się na katalogowych rysunkach, co do których dokładności można mieć poważne wątpliwości. Otóż wygląda na to, że wiele takich rysunków nieprecyzyjnie przedstawia właściwości paneli. Ponadto w grę wchodzą jeszcze inne kwestie. A to może oznaczać, że stosując MPPT, można uzyskać z panelu ponad 20% więcej mocy niż z sensownym sterownikiem PWM. Być może, ale i tak musimy omówić jeszcze inne złe wiadomości.

Sprawność przetwornicy

Sterowniki MPPT z przetwornicami indukcyjnymi mają zwiększyć moc użyteczną, jaką wykorzystamy do ładowania akumulatora. Ale my na razie mówimy nie o niej, tylko o mocy uzyskiwanej, pobieranej z panelu FV.

Załóżmy, że dobry sterownik MPPT pobiera z panelu całą wytwarzaną moc elektryczną. Jednak zawiera on nieidealną przetwornicę indukcyjną. Część pobieranej z panelu mocy zostaje więc stracona w postaci ciepła, głównie w przetwornicy, ale też częściowo w układach sterujących, które w kontrolerze MPPT muszą być rozbudowane.

Jeżeli więc cała zabawa ze śledzeniem MPP ma mieć sens, kluczową sprawą nie może być ilość energii *uzyskiwanej z panelu*, tylko ilość energii ***dostarczanej do akumulatora magazynującego***. W grę wchodzi sprawność przetwornicy indukcyjnej, zastosowanej w sterowniku MPPT. Wcześniej zupełnie pominęliśmy ten aspekt, zakładając 100-procentową sprawność przetwornicy, traktowanej jak idealny transformator prądu stałego. Najprościej biorąc, ***przetwornica indukcyjna o słabej sprawności przekreśla cały sens śledzenia MPP.***

Przykładowo jeżeli śledzenie MPP może dać kilkanaście procent więcej energii, a przetwornica miałaby niedużą sprawność energetyczną 70...80%, to próba śledzenia MPP zupełnie nie ma sensu. Taki sam albo nawet lepszy efekt można uzyskać bez MPPT, stosując niedrogi kontroler PWM.

Rynek sterowników FV rządzi się swoimi prawami. Prawie nikt nie wnika w szczegóły tak jak my teraz. Powszechnie wiadomo, że kontrolery MPPT są lepsze od prostszych PWM i muszą być droższe. O ile droższe?

W materiałach reklamowych można spotkać informacje, że kontroler MPPT zwiększa ilość uzyskiwanej energii o 30% (co w praktyce nie jest prawdą z kilku powodów). Klient nie wnika w szczegóły. Chce kupić lepszy kontroler. Jeśli MPPT jest lepszy o 30%, to logika jest prosta: gotów jest zapłacić te 30% więcej niż za prostszy PWM. Ale czy zechce „przepłacić” kilka razy więcej za kontroler MPPT z wysokiej klasy przetwornicą indukcyjną?

Tym bardziej że zamiast parametrów technicznych o wyborze często decyduje wygląd, liczba kontrolek-lampek i obecność eleganckiego wyświetlacza.

Dlatego kupując droższy sterownik solarny, zwłaszcza MPPT, trzeba zwrócić baczną uwagę na jego sprawność. Niedrogi sterownik oznaczony MPPT może mieć niską sprawność i jego użycie może nie dać żadnych korzyści, a wprost przeciwnie!

Ponadto niestety dość często zdarza się, że skrótem MPPT oznaczane są kontrolery, które nie mają ani przetwornicy indukcyjnej, ani żadnych obwodów śledzenia!

Przy bliższej analizie okazuje się, że prawie wszystkie amatorskie, a także tańsze rozwiązania fabryczne sterowników MPPT mogą być i często wcale nie są lepsze od dobrych, zdecydowanie tańszych sterowników PWM. Nie można zbudować kontrolera MPPT o wysokiej sprawności ponad 95% za 130% ceny kontrolera PWM. A jeśli ktoś chce zrobić prosty kontroler PWM, to musi iść na istotne kompromisy, także w kwestii sprawności.

Niewątpliwie ***w sterownikach MPPT trzeba stosować przetwornice DC/DC o wysokiej sprawności***.

A to kosztuje! Trzeba stosować bardziej złożone konfiguracje, w praktyce przetwornice synchroniczne, gdzie funkcję diod pełnią odpowiednio sterowane MOSFET-y o małej rezystancji R_{DSon}.Do tego dochodzą koszty obwodów śledzenia MPP, zarówno sprzętu, jak i oprogramowania.

Owszem, znane są przykłady kontrolerów MPPT o sprawności energetycznej rzędu 98%. Ale ze względu na koszty stosowanie sterowników MPPT ma sens ekonomiczny tylko w dużych systemach, w tym w systemach ***on-grid***, gdzie sterownik MPPT zawiera falownik, przekazujący całą energię z paneli do sieci energetycznej.

Natomiast dyskusyjny, a wręcz mocno wątpliwy jest sens stosowania sterowników MPPT w małych, niskowoltowych systemach z akumulatorem.

Omówiliśmy kolejny ważny aspekt zagadnienia. To jeszcze nie wszystko.

W następnym odcinku omówimy jeszcze inne aspekty sprawności energetycznej oraz wrócimy do tematu „diod bajpasowych”

Piotr Górecki

eprasa.pl 389f3c6f1b

Odkrywamy schematy

część 5

Klasyczny forward z jednotranzystorowym kluczem

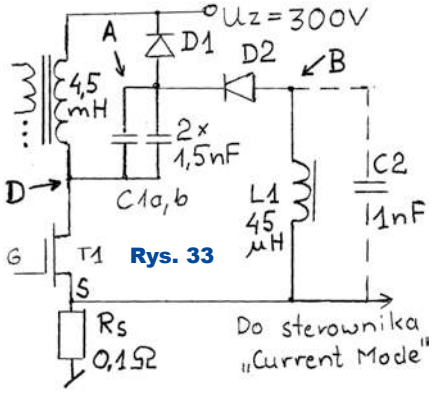
W tej części przeanalizujemy sposób bezstratnego resetu rdzenia.

Rysunek 33 pokazuje schemat z wartościami elementów układu, z którego zdjęto oscylogramy. Ale praktycznie to samo jest na wcześniej analizowanym schemacie nr 21. Omawialiśmy go w części 12. Na schemacie 21 w porównaniu do rysunku 33 brak jedynie kondensatora C2. Przebiegi zdjęto w trzech punktach obwodu. Na drenie tranzystora-klucza, za kondensatorem C1, co oznaczono jako punkt A oraz na cewce L1 i anodzie diody D2 – punkt B. Jaka jest idea działania tego obwodu? Zanim ją określimy, zauważmy, co by było, gdyby nie było cewki L1 i diody D2?

Nietrudno stwierdzić, że w pierwszych taktach pracy przetwornicy, tuż po włączeniu, układ spełniałby swoje zadanie, lecz napięcie na C1 narastałoby schodkowo z taktu na takt kluczowania. Jak długo taka przetwornica popracuje? Jaką pojemność powinien mieć C1, aby popracowała jedną sekundę? A czy przebieg napięcia na C1 będzie narastał liniowo? A może będzie to odwrócona parabola?

Oczywiste jest, że ładunek z C1 należy usunąć, aby przygotować go do następnego cyklu kluczowania. Należy usunąć ładunek, ale energii nie zmarnować! Czyli jakoś ją trzeba odzyskać!

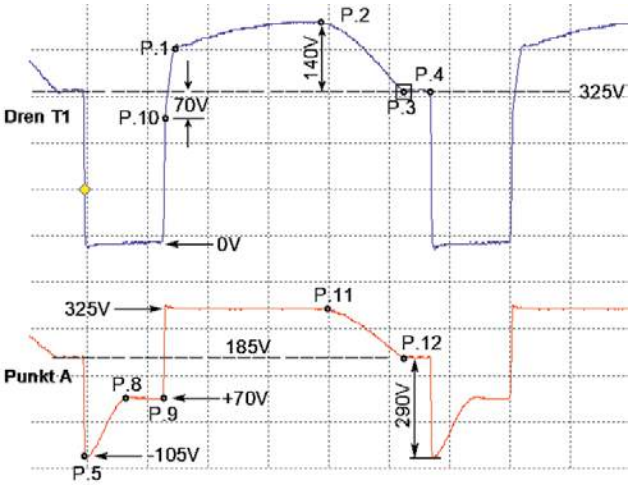
Idea jest następująca. Obwód z cewką L1 można nazwać szybkim obwodem komutacji. Jego zadaniem jest usunięcie energii z C1 i z powrotem przekazanie do tego samego kondensatora, lecz przy odwrotnej polaryzacji. I proces ten musi dokonać się w czasie, w którym klucz T1 jest włączony. A to może trwać, w skrajnym przy-

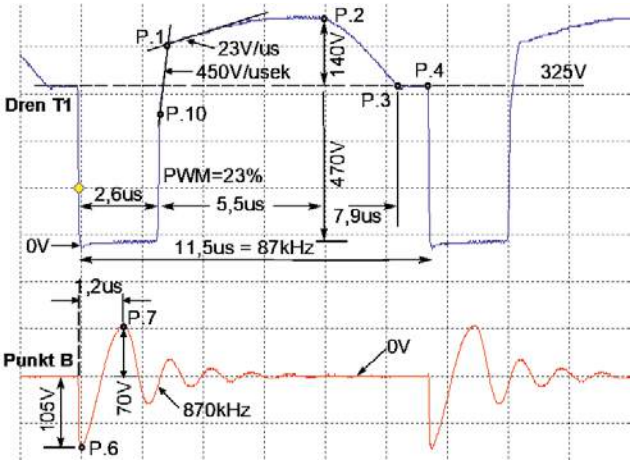


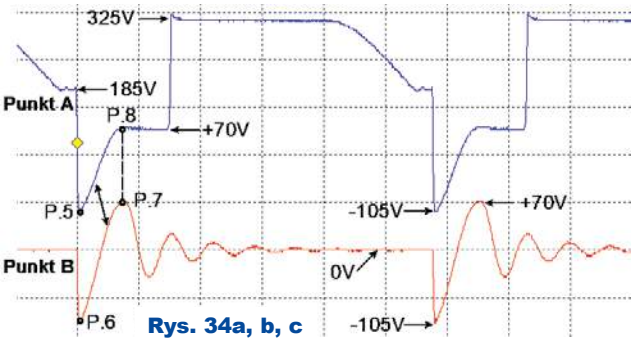
Rys. 33

padku, niewiele ponad mikrosekundę. W końcowej fazie okresu, w którym klucz jest wyłączony, na C1 zapewne narośnie napięcie o polaryzacji dodatniej w węźle D, ujemnej w punkcie A. To jest uwarunkowane kierunkiem przekazywania energii z indukcyjności magnetyzacji Lm transformatora. Włączenie klucza T1, obok głównego zadania, zamyka obwód rezonansowy złożony z L1 i C1. To musi być szybki obwód, czyli o okresie własnych oscylacji rzędu czasu włączenia klucza przetwornicy. Aczkolwiek wykorzystane jest tylko pół okresu jego oscylacji! Włączenie T1 zamyka ten obwód LC z warunkiem początkowym napięcia na C1. Wielkość tego napięcia decyduje o energii, ale w tej chwili jest ważne, że kierunek tego napięcia spowoduje spolaryzowanie diody D2 w kierunku przewodzenia. Energia z C1 przeładowuje się do L1 i… I natychmiast z powrotem! Pamiętajmy, przebieg prądu i napięcia jest sinusoidą lub jej fragmentem, ale prąd jest przesunięty o $\pi/2$ radianów (90°) względem napięcia. Gdy energia z C1 będzie chciała z powrotem przeładować się do L1, dioda D2 odetnie drogę! A więc ten proces zajmie połowę okresu drgań własnych obwodu rezonansowego L1–C1. Moment wyłączenia tranzystora powinien nastąpić, gdy C1 zostanie już przeładowany. Ale energia jest wtedy w C1, przy dodatnim napięciu w węźle A, a ujemnym w punkcie D. Kondensator jest przeładowany i jest w stanie przejąć kolejną porcję ładunku w kierunku, który jest określony kierunkiem prądu w Lm. No tak! Ale co z energią? Chcemy odzyskać energię z Lm. Będzie ona sobie krążyć: z Lm na C1, z C1 na L1, z L1 z powrotem na C1..., i co dalej? I tu jest najtrudniejszy punkt zagadki! Czy energia zostanie ostatecznie zwrócona do zasilania, do kondensatora głównego? Czy jest inna możliwość? Chciałoby się ten punkt analizy zostawić jako zadanie dla dociekliwych Czytelników. Ale musimy to wyjaśnić: otóż energia z C1 zostanie przekazana do wyjścia! Zwróćmy uwagę na moment, w którym zostaje wyłączony klucz T1. I załóżmy, że dzieje się to w czasie zerowym, natychmiast. Zanim napięcie na drenie zdąży podnieść się do poziomu zasilania, przewodzi dioda D1. Obniżone napięcie w węźle D od momentu spolaryzowania diody D1 w kierunku przewodzenia przeciąga prąd w indukcyjności pierwotnej transformatora. To jeszcze faza aktywna! Klucz już wyłączony, a energia jeszcze jest transportowana do wyjścia! Ten fragment jest trudny do zaobserwowania, nawet gdy przejdziemy do analizy oscylogramów, ponieważ ta energia jest bardzo niewielka względem sumarycznej mocy transportowanej przez transformator. Na ten fragment obwodu można spoj-

eprasa.pl 389f3c6f1b







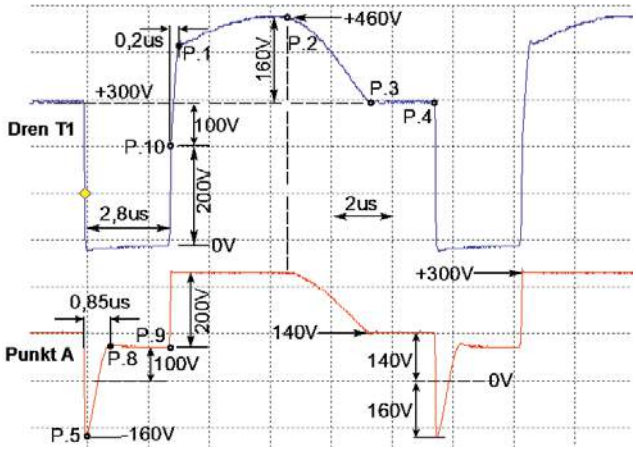
Rys. 34a, b, c

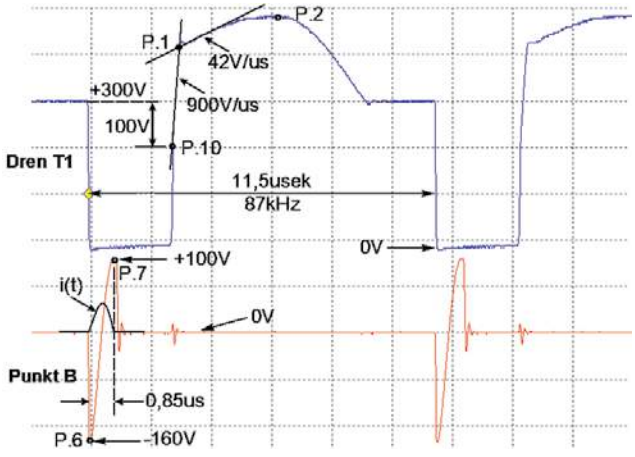
rzeć jeszcze inaczej. Komutacja diody D1 zamyka drugi obwód rezonansowy. Tym razem Lm z C1. Ale tu okres $2\pi\sqrt{LC}$ jest długi, zdecydowanie dłuższy od odcinków czasu, które analizujemy. Zatem takie podejście nie jest zbyt dobre. Przeciągnięcie czasu aktywnego, który jest efektem odzysku energii, zaobserwujemy jako słabo zauważalne spowolnienie zbocza narastającego napięcia na drenie w końcowej fazie. Zależne od odwróconego, odzyskanego napięcia na C1 względem napięcia zasilania. Dopiero potem zaczyna się faza zwrotu energii z Lm na C1. Czyli właściwy reset rdzenia. Ten ważny punkt analizy w zrozumieniu procesu resetu rdzenia z zastosowanym tu sposobem odzysku energii utrudnia też fakt, że tak naprawdę trudno jest jednoznacznie określić moment przejścia między fazą aktywną pompowania energii na wyjście a czasem nieaktywnym przeznaczonym na reset rdzenia. Zbocza nie są idealnie strome. A co więcej, celowo się je spowalnia. Jeśli pojemności pasożytnicze nie są wystarczające, celowo włącza się niewielki kondensator między drenem i źródłem tranzystora kluczującego, aby z kolei zadbać o minimalizację strat dynamicznych w kluczu.

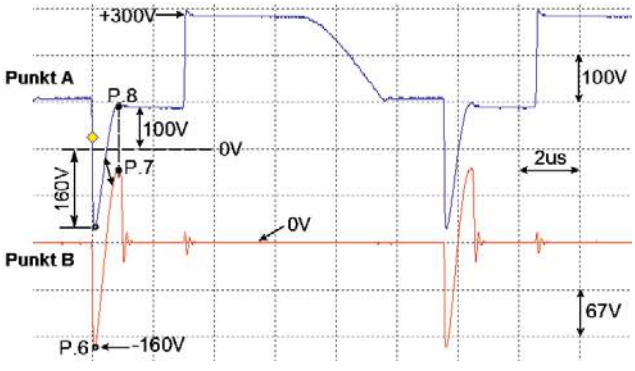
Ten fragment artykułu należy uznać za trudny, przeznaczony dla najbardziej dociekliwych Czytelników. Aby lepiej to zrozumieć, przeanalizujemy teraz oscylogramy.

Przebiegi z badanego zasilacza według rysunku 33 pokazuje **rysunek 34a, b** i **c**. Ale zachodzący proces łatwiej zrozumieć, gdy najpierw usuniemy kondensator C2, tak jak jest na wcześniejszym schemacie nr 21. **Rysunek 35a, b, c** to przebiegi po dokonaniu takiej modyfikacji, a dodatkowo zmniejszeniu pojemności C1 o połowę, bowiem oryginalnie były tam dwa kondensatory 1,5nF. Na rysunku 35a jest

Rys. 35a, b, c







eprasa.pl 389f3c6f1b

skojarzenie przebiegu na drenie klucza i w punkcie A. Na rysunku 35b mamy także przebieg na drenie i w punkcie B, czyli na cewce L1. Tu widać, co się dzieje w obwodzie komutacji od momentu włączenia klucza. Ale zacznijmy analizę od punktu czasowego P1, kiedy to indukcyjność magnetyzacji zwraca energię do kondensatora C1. Od tego momentu napięcie na C1 podnosi się i osiąga szczyt w punkcie P2. To powinien być odcinek paraboli, jeśli przyjąć, że zmiana napięcia na C1 jest niewielka względem składowej stałej. W istocie jest to odcinek sinusoidy, gdyż dioda D1 zamknęła obwód LC złożony z kondensatora C1 i indukcyjności Lm. W szczycie, w punkcie P2 dioda D1 rozepnie ten obwód, nie pozwalając na powrotne przeładowanie energii do indukcyjności. Napięcie na drenie powinno opaść gwałtownie, ale z powodu pojemności widzianych w obwodzie drenu klucza, przejście od punktu P2 do P3 jest łagodne. Dopiero punkt P3 należy uznać za koniec demagnetyzacji rdzenia. Na kondensatorze C1 utrzymuje się napięcie ok. 160V, gdyż od momentu – punktu P2 obie diody D1 i D2 spolaryzowane są zaporowo. Od punktu P3 napięcie na drenie utrzymuje wartość równą napięciu zasilania, a w punkcie A wartość o 160V niższą, czyli 140V. Stan ten utrzymuje się do momentu włączenia klucza w następnym cyklu. Napięcie na drenie opada gwałtownie z wartości 300V do zera. Taki sam skok napięcia musi zostać przeniesiony w punkcie A. Dolny przebieg rysunku 35a potwierdza, iż napięcie tu opada do wartości –160V. To otwiera diodę D2 i zamyka się obwód rezonansowy L1–C1. Co się teraz dzieje, lepiej widać na dolnym przebiegu rysunku 35b: w czasie ok. 0,85us energia zostaje znów przeładowana do kondensatora, co się zgadza jako połowa okresu oscylacji obwodu złożonego z L=45uH i C=1,5nF. Odcinek między punktami P6 i P7 to w istocie połowa sinusoidy. Sinusoidy tłumionej, bo widać, że odzysk energii odbywa się z dość dużą stratą. Napięcie początkowej wartości 160V, co odpowiada energii 19uJ, wraca z wartością ok. 100V (8uJ). Dlaczego po osiągnięciu szczytu w punkcie P7 napięcie w punkcie B schematu opada gwałtownie? W punkcie czasowym P7 zamyka się dioda D2, a w L1 energii nie ma. To moment, w którym prąd w L1 osiąga wartość zerową. Od tego momentu na dolnym przebiegu rysunku 35b nic się nie dzieje. Obwód komutacji wykonał swoje zadanie. Ważne jest tylko, aby przeładowanie kondensatora C1 zdążyło dokonać się w czasie, gdy tranzystor T1 jest włączony. Równocześnie tak szybki obwód komutujący jest wystarczająco powolny, aby energia z C1 nie wydzieliła się w tranzystorze, co miałoby miejsce, gdyby indukcyjności L1 nie było, gdyby zastąpić ją zworą. Proces przeładowania C1 widać także na dolnym przebiegu rysunku 35a. Punkt P5 odpowiada punktowi P6 na rysunku 35b, a punkt P8 – punktowi P7. Przeładowany kondensator C1 czeka, utrzymuje swój ładunek do momentu wyłączenia klucza, a to następuje w punkcie czasowym P9. Napięcie na drenie szybko wzrasta, a za nim napięcie w punkcie A. Gdy napięcie na drenie klucza osiągnie wartość 200V, dioda D1 otwiera się. Pamiętamy, że napięcie w p. A jest o 100V wyższe niż w p. D. I teraz następuje ważny proces, który odbywa się w bardzo krótkim czasie. To właśnie zwrot energii. Energii demagnetyzacji rdzenia, która w poprzednim cyklu została przekazana na pojemność C1. W istocie już w punkcie P10 zamyka się obwód złożony z indukcyjności uzwojenia pierwotnego transformatora i pojemności C1. Od tego momentu bowiem przewodzi już dioda D1. I trwa to aż do punktu czasowego P2.

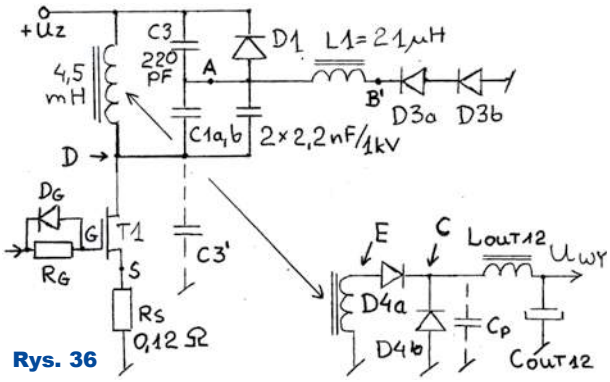
Dlaczego w takim razie tak różny jest przebieg między punktami P10 i P1 oraz na odcinku czasu między P1 i P2? Duża stromość zbocza na odcinku P10–P1 świadczy, że przewodzą jeszcze diody po wtórnej stronie zasilacza. Wskazuje, że płynie jeszcze prąd w uzwojeniach wtórnych, co wpływa na prąd w uzwojeniu pierwotnym. Przejścia między wyszczególnionymi punktami charakterystycznymi nie są bardzo ostre, ale możemy odczytać, że czas między P10 i P1 to zaledwie ok. 200 nanosekund. Gdyby nie było zwrotu energii, gdyby usunąć ją z kondensatora w inny sposób, to zaobserwowane przebiegi nie różniłyby się znacząco. Tu jest ważne, że dioda D1 otwiera się, przewodzi wcześniej, aniżeli napięcie na drenie wzrośnie do poziomu zasilania. W ten sposób ładunek i odzyskana energia na C1 powodują przeciąganie prądu w uzwojeniach wtórnych transformatora, już po otwarciu się klucza T1.

Prąd nadal płynie w uzwojeniu pierwotnym transformatora, a więc co to zmienia? To pytanie też chciałoby się zostawić jako zadanie dla dociekliwych Czytelników. Prąd płynie w uzwojeniu pierwotnym, ale nie zamyka się przez zasilanie! Zatem, nie pobiera z obwodu zasilania energii, choć jest ona jeszcze przekazywana do wyjścia. To właśnie jest zwrot energii pochodzącej z procesu demagnetyzacji rdzenia. Należy także rozróżnić sformułowanie, *prąd płynie w uzwojeniu pierwotnym* oraz *prąd płynie w indukcyjności magnetyzacji*, choć fizycznie to ten sam obwód elektryczny. Ciekawe jest, że duży prąd w uzwojeniu pierwotnym płynie jeszcze po przekroczeniu na drenie poziomu napięcia zasilania. W układzie rzeczywistym zawsze tak jest i świadczy raczej o niedoskonałości przyjętego modelu, gdzie nieidealność transformatora symulujemy jedynie jako obecność dodatkowej indukcyjności Lm. A przecież jest jeszcze indukcyjność rozproszenia po obu stronach transformatora, która nie pozwoli na gwałtowny zanik prądu. Ponadto nie tylko transformator jest nieidealny, ale także czas włączania i wyłączania diod po stronie wtórnej nie jest zerowy. Mimo to na zdjętych przebiegach wyraźnie odczytujemy czas resetowania rdzenia i energię przekazaną w tym procesie. Różnica ilości energii w kondensatorze C1 między punktami P1 i P2 to ok. 12 mikrodżuli. Ale do zwrotu jest tylko ok. 8uJ. Czas między punktami P1 i P2 powinien odpowiadać ¼ okresu oscylacji Lm z C1, choć tę prostą relację zafałszowuje warunek początkowy napięcia na C1. Dla sprawdzenia pomierzono indukcyjność pierwotną wymontowanego transformatora. Odczytana wartość 4,5mH jest rozsądna i zgadza się z powyższymi kalkulacjami. Zmierzono też wartość L1 równą 45uH.

No dobrze. Przeanalizowaliśmy układ, ale nieco różny od oryginału. Przebiegi w zasilaczu bez żadnej modyfikacji obrazuje rysunek 34. Tu jest właściwie to samo, ale trudniej wybrać, co ważne, spośród nieco bogatszego obrazu. A obraz ten zafałszowany jest przede wszystkim obecnością kondensatora C2. Obserwujemy dodatkowe oscylacje, a przejścia między charakterystycznymi punktami są

eprasa.pl 389f3c6f1b

bardziej miękkie. Choć C2 to pojemność tylko 1 nanofarada, to procentowo stosunkowo dużo względem C1 = 3nF. W momencie włączenia klucza ładunek z C1 musi podzielić się na oba kondensatory. I ten duży prąd popłynie przez tranzystor. Nie jest to ładunek znaczący względem zmagazynowanego na pojemności samego tranzystora i pasożytniczej w węźle drenu. Niemniej stratę energii C1 w chwili włączenia klucza widać w napięciu na C1 w punkcie czasowym P2 (140V) i w P5 (ok. 105V). Faza przeładowania kondensatora C1 trwa nieco dłużej aniżeli na rysunku 35b i z dużą dokładnością pokrywa się z obliczoną częstotliwością rezonansu 45uH i 4nF. Ważne tylko, aby mieściła się w czasie włączenia klucza w każdych warunkach. A najkrótszy ten czas odpowiada warunkom pracy zasilacza z maksymalnym deklarowanym napięciem wejściowym przetwornicy, czyli sieciowym 230VAC + 15%. Od momentu P7 napięcie na cewce nie opada gwałtownie jak na rysunku 35b. Prąd w L1 w tym punkcie P7 jest zerowy, ale jest warunek początkowy na pojemności C2. Prąd wytracany jest oscylacyjnie w pozostałej części okresu powtarzalności przebiegów. I widać, że do momentu kolejnego włączenia klucza zaniknie praktycznie zupełnie. Trudno także dostrzec, że okres oscylacji między punktami P6 i P7 a pozostałym okresem drgań tłumionych ulega dwukrotnemu skróceniu. $2\pi \times \sqrt{45uH \times 1nF}$ = 1,15us. Czyli widoczne tu drgania mają częstotliwość 870kHz. Porównując z tym, co widać na przebiegu z rysunku 35b, należałoby powiedzieć: tylko 870kHz. Strome zbocza są zawsze źródłem większych zakłóceń, co mimo ekranowania w zasilaczu komputerowym jest ważne. Jednak trochę cierpi na tym bilans energii, którą chcemy odzyskać. W punkcie P2 na C1 mamy napięcie ok. 140V, co odpowiada energii 15uJ. Ładunek ten pozostaje niezmienny do momentu włączenia klucza. Jednak w punkcie P5 już mamy wartość tylko –105V. Po przeładowaniu C1 w punkcie P8 mamy napięcie +70V i energię na C1 = 4uJ. Można powiedzieć, że większość energii i tak po drodze zostanie stracona. Na górnym przebiegu rysunku 34a widzimy, że punkt P10, czyli moment, kiedy działa dioda D1, przesunął się do miejsca, o 70V poniżej zasilania. I tylko na tym krótkim odcinku następuje zwrot, odzysk energii. I nie ma znaczenia, że strome zbocze napięcia na drenie klucza trwa nieco dłużej, bo do punktu czasowego P1. Na odcinku P10–P1 pomiary są mało dokładne, ale można ocenić ze zbocza i pojemności kondensatora, że prąd uzwojenia pierwotnego jest w tym czasie na poziomie 1,3A. Przy głębokim trybie CCM indukcyjności gromadzącej energię po zimnej stronie zasilacza prąd ten nie ulega dużym zmianom w całym okresie włączenia klucza. Gdy to przemnożymy przez wartość napięcia zasilania, tu 325V i przez wypełnienie ok. 23%, uzyskamy moc ok. 100W. Wobec dużych spodziewanych błędów w tym pomiarze należy to uznać za dużą zgodność z mocą 120W odczytaną na wejściu podczas tych pomiarów.



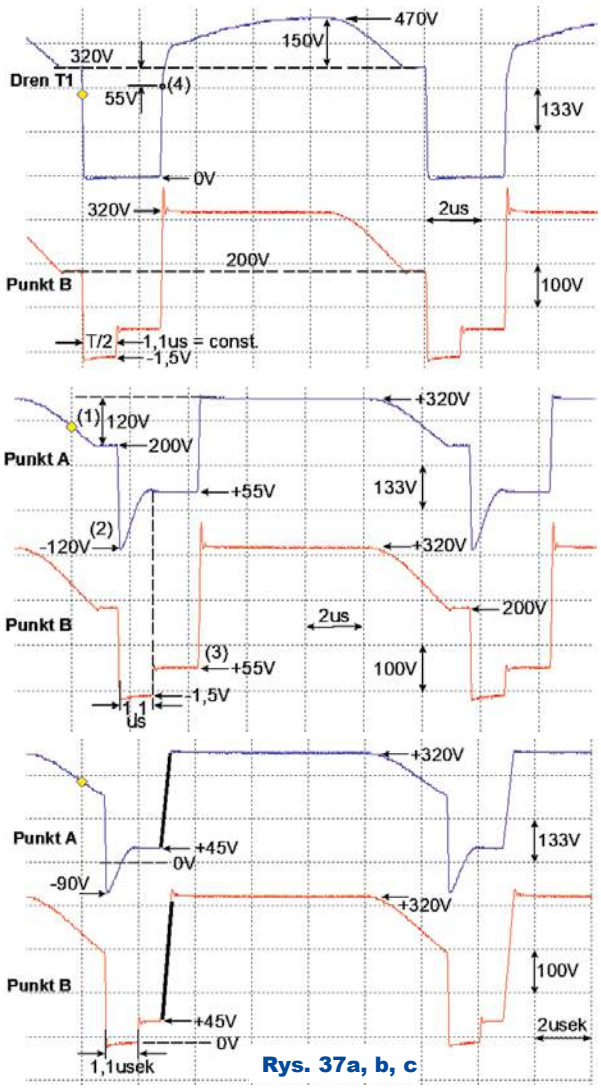
Rys. 36

Od punktu P1 do P2 obserwujemy tu zdecydowanie łagodniejsze zbocze aniżeli na rysunku 35a i 35b. To efekt większej pojemności C1 – teraz mamy 3nF. Resetowanie rdzenia trwa nieco dłużej. W punkcie P1 odczytujemy nachylenie 23V/us. Przemnożone przez 3nF daje 70mA prądu. To początkowa wartość prądu w Lm. Indukcyjność Lm przemnożona przez ten prąd z uwzględnieniem liczby zwojów to strumień magnetyczny, który trzeba usunąć, zanim klucz włączy się kolejny raz. I tu podobnie jak w poprzedniej części artykułu, kiedy analizowaliśmy prostszy obwód resetowania, jest duża niezgodność między wartością tego prądu, odczytaną z przebiegów, a obliczoną na podstawie wartości indukcyjności i czasu włączenia klucza według przyłożonych woltosekund. 325V × 2,6us = 850 mikrowoltosekund. Gdy tę wartość podzielimy przez 4,5 milihenrów, to stwierdzimy, że prąd ten powinien być na poziomie 180mA! Wytłumaczenie tej niezgodności będzie takie jak poprzednio. Najważniejsze informacje niosą oscylogramy na rysunku 34a i b. Na rysunku 34c zamieszczono skojarzenie przebiegów w punkcie A i B obwodu (fragment schematu na rysunku 33), aby pokazać, że oba przebiegi pokrywają się na odcinku między punktami P5 i P8 (P6 i P7). Czyli wtedy, gdy przewodzi dioda D2. Lub odwrotnie: przebiegi są dowodem na to, że w tym przedziale czasu dioda D2 jest spolaryzowana w kierunku przewodzenia. Niewielkie utrudnienie stanowi fakt, że autor był zmuszony oglądać oba przebiegi przez sondy o różnym podziale, przerobione z 10:1 na 50:1 – górny przebieg, i 67:1=2/3 × 100:1 – dolny.

Przytoczone wyżej rachunki stanowią dopełnienie teorii w zakresie rozumienia pracy obwodu złożonego zaledwie z dwóch diod, kondensatora i cewki. I z grubsza wyczerpują informacje, które można wyczytać z trzech punktów pomiarowych. Warto jeszcze przeliczyć, jaki prąd krąży w tym obwodzie komutacji. Impedancja charakterystyczna obwodu rezonansowego złożonego z pojemności 3nF i cewki 45uH to $\sqrt{L/C}$ = 120Ω. To znaczy, że jeśli amplituda napięcia na kondensatorze jest rzędu 100V, to amplituda, czyli wartość maksymalna prądu w cewce, jest rzędu 1A. Jest to wartość dość duża i w większym stopniu niż wartość indukcyjności decyduje o fizycznej wielkości rdzenia cewki L1.

Na **rysunku 36** odrysowano fragment obwodu demagnetyzacji z zasilacza HEC (model HEC-385AD-PT). Tutaj L1 podłączona jest do masy, a nie do źródła tranzystora. To należy uznać za błąd. Wtedy prąd komutacji płynie przez Rs, choć tu jego wartość to tylko 0,1Ω. Ale to rezystor, z którego pozyskiwana jest informacja potrzebna dla pracy zasilacza w trybie prądowym (*current mode*). Co prawda i tak jest potrzebny filtr RC lub w nowszych kontrolerach opóźnienie wbudowane w układ scalony celem wyczyszczenia użytecznej informacji z Rs. Ale składowa prądu na poziomie 1A w czasie ok. 1 mikrosekundy po włączeniu klucza to spore zafałszowanie.

eprasa.pl 389f3c6f1b



Rys. 37a, b, c

W układzie z rysunku 36 zamieniono miejscami cewkę i diodę obwodu komutacji. Nie ma to oczywiście znaczenia dla pracy układu, choć może mieć dla promieniowanych zakłóceń EMI. Korzystając z tego, zdjęto oscylogram w punkcie B', który jest zdecydowanie różny od prezentowanych wyżej, w punkcie B. Wynik pomiaru pokazuje **rysunek 37a, b** i **c**.

Ustawiono w zasilaczu nominalne napięcie wyjściowe i obciążono siedmioma amperami – przebiegi na rysunku 37a i b. Górny przebieg z rysunku 37a to napięcie na drenie tranzystora, dolny w punkcie B' (patrz rysunek 36). Rysunek 37b powtarza ten sam dolny przebieg w skojarzeniu z przebiegiem w punkcie A, czyli po drugiej stronie cewki L1. Istotną informacją jest odczytanie napięcia w punktach A i B' przed momentem włączenia klucza. Tu jest to poziom 200V, czyli 120V poniżej zasilania. To odzwierciedla ilość energii odprowadzonej w poprzednim cyklu z indukcyjności magnetyzacji. Przeliczając tę wartość z pojemnością C1 = 4,4nF, stwierdzimy, że to ok. 31uJ. Wartość napięcia w punktach A i B' przed momentem włączenia klucza warto skonfrontować z przebiegiem na drenie. Tu widać, że energia zgromadzona w Lm podładowała C1 do poziomu ok. 150V powyżej zasilania. Napięcie szczytowe na tranzystorze to ok. 470V. I teraz na rysunku 37b ładnie widać, jak przebiegł proces komutacji i przeładowania kondensatora C1. Z górnego przebiegu odczytujemy, że ze 120V w kierunku ujemnym odzyskujemy ok. 55V w kierunku dodatnim. Możliwość obejrzenia przebiegu w punkcie B' ujawnia to jeszcze lepiej i tu dokładnie widać czas komutacji. Tu mamy wyraźny schodek, skok napięcia z wartości zero do +55V. W czasie komutacji przewodzi dioda D3. W układzie były dwie diody szeregowe, więc w czasie ich przewodzenia napięcie w punkcie B' powinno być na poziomie ok. –1,5V. Faza ta trwa ok. 1,1 mikrosekundy, po czym obserwujemy podskok napięcia do poziomu +55V. Skierowując teraz uwagę na górny przebieg z rysunku 37a, stwierdzimy, że przekłada się to na położenie punktu, w którym łagodnieje zbocze przebiegu na drenie MOSFET-a, gdzie oznaczono punkt 4. I te istotne poziomy napięć zachowują swoje wartości niezależnie od obciążenia i napięcia wejściowego. Jak to wygląda podczas przeróbki zasilacza i regulacji Uwy, powiemy w następnym odcinku artykułu.

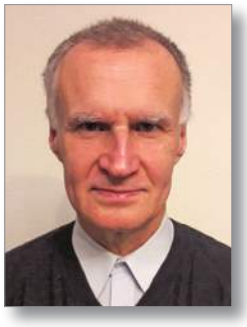
A oto pytanie dla dociekliwych Czytelników: Na pracę zasilacza zdecydowany wpływ mają trzy parametry: wartość napięcia wejściowego, wartość napięcia wyjściowego oraz prąd obciążenia. Które z tych czynników mają, a które nie mają wpływu na przebiegi obserwowane na drenie klucza, po stronie wtórnej transformatora, na cewce gromadzącej energię oraz w dwóch punktach (A i B lub B') omówionego tu obwodu demagnetyzacji rdzenia? Odpowiedź zamieścimy w następnej części cyklu.

I jeszcze rysunek 37c. Układ i punkty pomiarowe są te same, co na rysunku 37b. Warunki pracy natomiast to Uwy=16V i znikome obciążenie 0,25A. Mimo podniesienia napięcia wyjściowego, zmalała szerokość aktywnej części przebiegów, odpowiadająca czasowi włączenia klucza.

Jak to wytłumaczyć? Obniżyły się także poziomy napięć świadczące o ilości krążącej w obwodzie komutacji energii. To jest niezgodne z zależnościami obowiązującymi w przetwornicy przepustowej! Dodatkowo z rysunku 37c widać, że czas komutacji nie uległ zmianie, natomiast zbocze narastające, po wyłączeniu klucza, złagodniało – ma mniejszą stromość. Jak to wszystko wytłumaczyć? Czytelnik uważnie czytający poprzednie części artykułu nie powinien mieć trudności z odpowiedzią.

Konkludując pracę obwodu demagnetyzacji rdzenia z odzyskiem energii, nietrudno odnieść wrażenie, że obwód ten jest mało skuteczny. Faktycznie, sprawność jest tu niewielka. Ale należy pamiętać, że w normalnych warunkach pracy nieprzerobionego zasilacza komputerowego z dobrze wykonanym transformatorem gra idzie o małą moc rzędu jednego lub pojedynczych watów.

Przebadaliśmy zasilacz, w którym odzysk energii resetu jest przekazywany wprost do wyjścia. Odmianę bezstratnego resetu z odzyskiem energii do wejścia, do kondensatora głównego, wykorzystuje technika z dodatkowym uzwojeniem po stronie pierwotnej transformatora. To sposób historycznie najstarszy i najprostszy. W następnej części dokończymy rozważania teoretyczne i analizę zdjętych oscylogramów, a dalej zajmiemy się już przeróbką zasilacza PC.



Karol Świerc
rtv@silnet.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

Inteligentny dom także dla Ciebie, czyli jest dobrze, ale nie beznadziejnie

Część 5 – Smart home – dla kogo?

W ostatnim odcinku podkreśliliśmy, że dla wielu elektroników nieakceptowalne jest rozwiązanie z wykorzystaniem asystenta głosowego.
Oczywiście istnieją różne inne możliwości. Zanim je omówimy i zanim przejdziemy do fantastycznego finału (tu uchylę rąbka tajemnicy – do finału, którym w naszym przypadku będzie Home Assistant), musimy koniecznie poświęcić trochę czasu i uwagi szerszemu kontekstowi, rozmaitym koncepcjom i możliwościom, a także zmianom, jakie w omawianej dziedzinie zaszły w ostatnich latach.

Otóż inteligenty dom ma być bezpieczny i maksymalnie zintegrowany, dlatego w jednym z następnych odcinków szerzej omówimy ogromnie ważny problem niezawodności systemu. Zastanowimy się nad różnymi koncepcjami: z jednym centralnym sterownikiem („centrum dowodzenia") oraz nad koncepcjami systemu hybrydowego, zawierającego fabryczną, niezawodną centralkę alarmową oraz ewentualnie autonomiczne sterowniki oświetlenia i ogrzewania ze sterowaniem lokalnym i opcją sterowania zdalnego z „centrum dowodzenia".

Jednak przed realizacją systemu inteligentnego domu warto wziąć pod uwagę także inne ważne aspekty zagadnienia. Oto niektóre.

Smart home – dla kogo?

Załóżmy, że przezwyciężysz liczne problemy techniczne i zrealizujesz fantastyczny system inteligentnego domu wraz z dokumentacją.

Dla kogo?
Na pewno dla siebie. Na pewno dla własnej ogromnej satysfakcji, a może też dumy i chęci zaimponowania innym. I dobrze!

Ale ***czy budujesz inteligentny dom także dla swoich najbliższych, dla domowników?*** Czy ich tym uszczęśliwisz? Czy uwzględniasz ich potrzeby i opinie? A może uszczęśliwisz głównie, albo tylko i wyłącznie, siebie?

Nie chcę tu przedstawiać różnych możliwości, jednak z doświadczenia wiem, że nie jest to wszystko takie oczywiste, jak mogłoby się wydawać. I to nie tylko dlatego, że nie wszyscy są fascynatami techniki i entuzjastami inteligentnego domu. Dlatego sygnalizuję krótko temat ***dla kogo budujesz?*** i zachęcam także do jego gruntownego przemyślenia. Z doświadczenia wiem, że znaczna część osób jest nieufnie, albo nawet wrogo, nastawiona do nowinek technicznych. Zwykle po jakimś czasie akceptują je, a nawet są z nich zadowoleni. Na ile więc forsować realizację własnych pomysłów oznaczających radykalne zmiany dla najbliższych? Zdecyduj sam!

Wróćmy do własnej satysfakcji twórcy systemu. Wiem z własnego doświadczenia, że wielu z nas chce nie tyle, jak to się mówi, *złapać króliczka*, tylko bez przerwy *gonić króliczka.* Większości z nas chodzi nie o ukończenie i zamknięcie tematu inteligentnego domu. Chodzi raczej o to, by nieustannie zmieniać, rozbudowywać i udoskonalać swój system.

To moim zdaniem właściwy, najlepszy kierunek. Sygnalizuję jednak ogólny problem: ***jeżeli na początku dobrze nie przemyślisz wielu wchodzących tu w grę kwestii i dokonasz nietrafnych wyborów, to później rozbudowa i udoskonalanie mogą być utrudnione, a wręcz niemożliwe***, a przynajmniej będą oznaczać dodatkowe niepotrzebne koszty i stratę czasu.

A teraz kolejny aspekt zagadnienia.

Dokumentacja, głupcze!

Powyższy dobitny śródtytuł nawiązuje do hasła „Ekonomia, głupcze" (*It's the economy, stupid*), które Billowi Clintonowi przyniosło zwycięstwo w wyborach prezydenckich w roku 1992. Śródtytuł ten nie ma Cię obrazić, tylko mocno uczulić na ogromnie ważne zagadnienie.

Nasz umysł ma to do siebie, że nie wiemy, nie pamiętamy tego, o czym zapomnieliśmy. Nawet gdy wydaje się nam, że mamy doskonałą pamięć, w rzeczywistości zapominamy o wielu szczegółach. Na szczęście zresztą, bo gdybyśmy wszystko pamiętali, życie wcale nie byłoby lepsze, o czym świadczą przykłady nielicznych osób, które mają dobrą pamięć wszystkich drobnych szczegółów.

Nie ulega wątpliwości, że z czasem zapomnimy też o wielu szczegółach dotyczących zrealizowanej już instalacji inteligentnego domu.

Dotyczy to na pewno sprzętu: przebiegu kabli, połączeń.

Mnie już kilkakrotnie ratowały skórę zdjęcia, które przezornie w ogromnej liczbie robiłem na kolejnych etapach budowy. Nigdy nie wiadomo, które z takich dokumentujących zdjęć się przydadzą i kiedy.

Problem zapominania dotyczy nie tylko aspektów sprzętowych, ale także programowych, w szczególności loginów i haseł.

Nie tylko takie informacje koniecznie trzeba zapisać i przechowywać w sposób gwarantujący trwałość. Dziś z różnych względów trudno poznać szczegóły dotyczące konfiguracji wielu współczesnych urządzeń. Jeżeli to możliwe, szukamy takich wskazówek w fabrycznych instrukcjach obsługi. Te jednak często są pisane

eprasa.pl 389f3c6f1b

lub tłumaczone bardzo niejasno. Do większości sprzętu chińskiego dołączane są jedynie lakoniczne instrukcje obsługi. Wielu szczegółów trzeba żmudnie, zwykle z kiepskim skutkiem, szukać w Internecie lub badać samodzielnie metodą wielokrotnych prób i wielokrotnych błędów.

Wiele osób potwierdzi, ja oczywiście także, że gdy mamy kłopot z podłączeniem lub konfiguracją, to po długotrwałym, żmudnym, stresującym i wyczerpującym dojściu do rozwiązania jesteśmy tak zmęczeni i tak szczęśliwi z pozytywnego finału, że nie myślimy o zapisaniu szczegółów. Po jakimś czasie najprawdopodobniej o tych szczegółach zapomnimy, więc proces poszukiwań, prób i błędów trzeba będzie powtarzać od nowa.

Nie ma sytuacji bez wyjścia, ale po co niepotrzebnie tracić czas na wyważanie otwartych drzwi?

Dlatego gorąco zachęcam, żeby w dokumentacji zawrzeć nie tylko schematy, loginy i hasła, ale też jak najwięcej informacji o wszelkich szczegółach, które podczas budowy sprawiały jakiekolwiek kłopoty czy nasuwały wątpliwości.

Naprawdę warto jak najstaranniej i jak najobszerniej dokumentować przebieg prac. Sam wiem, że niekiedy po latach ratunkiem były stare, niedbałe robocze rysunki i notatki. Oczywiście na ich podstawie powinna od razu powstać porządna, przejrzysta dokumentacja. Proponuję jednak nie wyrzucać takich roboczych, nieładnych materiałów „budowlanych", choćby dlatego, że czasem przy tworzeniu finalnej, porządnej dokumentacji wkradają się błędy.

A porządną, finalną dokumentację obowiązkowo należy powielić i przechowywać w sposób gwarantujący trwałość: w co najmniej dwóch różnych miejscach.

Dziś standardem jest archiwizacja w postaci cyfrowej, jednak ja proponuję zacząć od starej dobrej kartki papieru i jej elektroniczną kopię przechowywać na co najmniej dwóch różnych nośnikach. Być może będzie potrzebna dopiero za kilka lub kilkanaście lat. Papier przechowa się bez problemu, natomiast z nośnikami elektronicznymi bywa różnie. Pamiętamy alarmujące doniesienia o żałosnej trwałości niektórych płyt nagrywalnych CD-R i DVD-R(W). Obecnie mamy mnóstwo informacji o zaskakująco słabej trwałości niektórych pamięci FLASH, takich jak popularne pamięci („gwizdki") USB czy karty SD.

Mam nadzieję, że Cię przekonałem i zachęciłem, żebyś nie żałował czasu na sporządzenie jak najobszerniejszej, porządnej dokumentacji. I żebyś ją starannie przechowywał. A jeśli nie przekonałem – przynajmniej próbowałem...

A Ty sam się jeszcze przekonasz o zaletach porządnej dokumentacji...

Na wszelki wypadek...

Załóżmy, że przewidując awarie, zapobiegliwie zadbałeś o to, żeby mieć w zapasie co najmniej jeden egzemplarz każdego urządzenia zainstalowanego w systemie, czy to fabrycznego, czy swojej roboty.

To bardzo dobra zasada, bo sprzętowe składniki systemu nie są obecnie drogie. Mając tak zdublowany cały system, w razie problemu możesz wymienić uszkodzony element systemu lub naprawić usterkę w kilka minut.

Fantastyczne! Ale pod jednym warunkiem: jeżeli „będziesz na chodzie". Moja żona sygnalizuje mi problem mniej więcej tak: ***kto to wszystko ogarnie, gdybyś zachorował, albo gdyby Cię zabrakło***?

Ja, jak widzisz na stronie 5, mam już swoje lata, Ty pewnie jesteś młodszy i nie myślisz o czarnych scenariuszach na przyszłość. Nie należy być pesymistą, jednak mądre przysłowie mówi: *wypadki chodzą po ludziach*...

Zwykle nie myślimy o tym, że i my możemy któregoś pięknego dnia zginąć w wypadku lub poważnie zachorować. Ponadto mogą zdarzyć się też zupełnie inne sytuacje, jak choćby sprzedaż nieruchomości, czyli naszego fantastycznego inteligentnego domu, w który włożyliśmy lub włożymy tyle pracy. Czy nabywca naszej nieruchomości nie będzie miał wątpliwości co do bezpieczeństwa, niezawodności i możliwości serwisu, zarówno całości, jak i poszczególnych elementów naszego zapewne mocno nietypowego Smart home?

Tu nasuwa się też fundamentalne pytanie: ***czy ktokolwiek poza Tobą, twórcą i realizatorem inteligentnego domu, rozezna się w Twoim systemie?***

Niewątpliwie Twój system będzie obejmował elementy związane z siecią energetyczną. Gdyby z jakichkolwiek powodów Ciebie zabrakło, to na ile przeciętny, a nawet wysoko wykwalifikowany elektryk będzie w stanie pomóc w razie kłopotów?

A jak będzie wyglądać część elektroniczno-sygnałowa? Jakich kwalifikacji z dziedzin elektroniki, informatyki i automatyki potrzeba, by ogarnąć Twój system i w razie potrzeby go po prostu naprawić?

Od czego wezwany na pomoc elektryk, elektronik czy informatyk zacznie w razie kłopotów?

Nawet jeśli będzie miał Twoją dokumentację, to na ile będzie ona jasna, uporządkowana? Ile czasu zajmie mu poznanie podstawowej koncepcji, a potem szczegółów budowy? (I ile pieniędzy weźmie od Twojej rodziny za naprawę poprzedzoną długotrwałym „wgryzaniem się" w nietypowy system?).

Sprawa jest naprawdę poważna. Jeden aspekt to porządna, czytelna, jednoznaczna, wyczerpująca dokumentacja, robiona nie dla siebie, tylko dla kogoś obcego, kto pierwszy raz zetknie się z Twoim dziełem.

Druga kwestia to ogólnie biorąc, podatność serwisowa. Między innymi dostępność części, a raczej modułów zapasowych. W szczególności modułów, które wykonałeś lub wykonasz samodzielnie. Znów wraca pomysł posiadania dodatkowych egzemplarzy wszystkich użytych w systemie modułów.

Ale wraca też pytanie o podstawową koncepcję: czy wykorzystasz tylko typowe, znane, komercyjne rozwiązania? Czy w swoim systemie będziesz chciał wykorzystać jak najwięcej rozwiązań nietypowych, autorskich?

Wybór nie jest łatwy! Wykorzystanie jedynie popularnych, komercyjnych rozwiązań to ogromne ograniczenie. Zastosowanie własnych, niekomercyjnych rozwiązań otwiera nieograniczone wręcz możliwości, ale ma wspomniane właśnie potencjalnie fatalne konsekwencje w przyszłości.

Ja osobiście gorąco zachęcam Cię do drugiej wersji: do rozwiązań autorskich, nietypowych. Jednak by uniknąć w przyszłości problemów, warto tak zaplanować system, żeby można go łatwo naprawić, a w razie absolutnej konieczności po prostu odłączyć wadliwe bloki czy obwody, ale bez wpływu na pracę innych. A to kieruje

eprasa.pl 389f3c6f1b

nas do wspomnianego na początku systemu hybrydowego, do oddzielenia części alarmowej oraz zastosowania autonomicznych sterowników oświetlenia głównego, a do tego dodanie „wszystkomogącego centrum dowodzenia" własnej konstrukcji. Tym szerzej zajmiemy się w następnym odcinku. A na razie...

Bezpieczeństwo

Nie ulega wątpliwości, że system inteligentnego domu wiąże się z ingerencją w obwody sieci energetycznej 230V. Wcześniej wspomnieliśmy o elektryku, który mógłby być wezwany do usunięcia awarii Twojego systemu w czasie Twojej nieobecności.

Problem nie tylko w tym, czy rozezna się on w Twoim autorskim systemie. Kolejna ważna kwestia brzmi: ***jak zareagowałby wykwalifikowany elektryk, widząc zrealizowane przez Ciebie obwody i elementy dołączone do sieci 230V?*** Czy z uznaniem pokiwałby głową, podziwiając Twój kunszt i umiejętności? Czy może raczej załamałby ręce i wymamrotał pod nosem jakieś uwagi, oprócz przekleństw zawierające słowa: *kryminał* i *prokurator*?

Pytania takie są jak najbardziej zasadne. W Internecie można znaleźć wiele wpisów z pseudowyjaśnieniami oraz ze wskazówkami, jak dołączać do sieci różne składniki inteligentnego domu. Tak się składa, że samodzielnej realizacji prostszych systemów inteligentnego domu podejmują się przede wszystkim informatycy, głównie młodzi informatycy, bo właśnie im najłatwiej przyswoić sobie wiedzę na temat konfiguracji składników – urządzeń, komunikujących się bezprzewodowo, przez domową sieć Wi-Fi.

Przeważająca większość tych młodych informatyków nie ma zielonego pojęcia o sieci energetycznej 230V, o czym świadczą ich porady i wskazówki zamieszczane w Internecie. Trochę lepiej jest z elektronikami, którym bliżej do zagadnień związanych z siecią 230V. Moje kolejne kluczowe pytanie skierowane jest wprost do Ciebie:

czy masz kwalifikacje, by wykonać obwody, na których występuje śmiertelnie groźne napięcie sieci w sposób bezpieczny dla użytkowników i zgodnie z przepisami?

Nie musisz odpowiadać! Ale przemyśl i tę jakże istotną kwestię!

Inne niebezpieczeństwa

Kwalifikacje w zakresie elektryki to jedno. Nie chciałbym Cię ani obrażać, ani zniechęcać, ale zasygnalizuję problem innych kwalifikacji.

Otóż ogólnie biorąc, jeśli chciałbyś wykorzystywać tylko fabryczne składniki inteligentnego domu, to przede wszystkim będziesz potrzebować wiedzy informatycznej i w mniejszym stopniu znajomości elektryki 230V. W tej drugiej kwestii możesz skorzystać z pomocy jakiegokolwiek elektryka, który ustrzeże Cię przed karygodnymi błędami „elektrycznymi". Natomiast w kwestiach informatycznych z pomocą z zewnątrz jest znacznie gorzej. Wprawdzie w Internecie jest mnóstwo opisów i tutoriali, ale problemy zaczynają się, gdy coś nie działa.

Nieporównanie trudniej będzie, jeżeli postanowisz zrealizować nietypowy system autorski, a szczególnie wtedy, gdy będzie on miał rozbudowaną sieć czujników i aktuatorów, gdy będzie wykorzystywał nie tylko sieć Wi-Fi, ale i inne łącza przewodowe i bezprzewodowe.

Ja osobiście zachęcam i będę zachęcał do realizacji takich autorskich, różnorodnych, także rozbudowanych systemów. Tylko w ten sposób można zrealizować w inteligentnym domu praktycznie wszystkie funkcje, które można tylko sobie wyobrazić. To fantastyczna przygoda i wspaniałe doświadczenie! Ale wtedy po pierwsze trzeba opanować mnóstwo dodatkowej wiedzy, a po drugie najprawdopodobniej też we własnym zakresie trzeba będzie zbudować sprzęt, a przynajmniej niektóre bloki.

Budowa sprzętu to jedno. Opanowanie i wykorzystanie łączy innych niż Wi-Fi – WLAN (ZigBee, Z-Wave, także RF433, RS485-MODBUS, I2C, 1-Wire, CAN i podobne) to niełatwe wyzwanie. W wielu zastosowaniach lepsze okażą się łącza przewodowe, a wtedy mogą pojawić się kłopoty choćby z prądami błądzącymi. Ale nie w kontekście korozji, tylko różnic potencjału obwodów masy wskutek przepływu tam niekontrolowanych prądów. Być może zajdzie konieczność izolacji galwanicznej obwodów zasilania oraz łączy przewodowych. Czy sobie z tym poradzisz?

Nie piszę tego dla odstraszenia, tylko żebyś się nie zniechęcił i przygotował się psychicznie na konieczność pokonania rozlicznych problemów. Jest to możliwe, ale wymaga wysiłku przy zdobywaniu wiedzy i wypróbowywaniu różnych rozwiązań usuwających błędy.

W każdym razie niełatwym zadaniem jest realizacja inteligentnego domu, który nie tylko prawidłowo pełniłby liczne wymarzone funkcje, ale też byłby niezwodny i bezpieczny!

W dwóch ostatnich odcinkach zwróciłem Twoją uwagę głównie na szereg czynników pozaelektronicznych, a od następnego zajmiemy się aspektami elektronicznymi i informatycznymi.

Piotr Górecki

R E K L A M A

eprasa.pl 389f3c6f1b

Budowa modułowych mierników prądu stałego

część 1

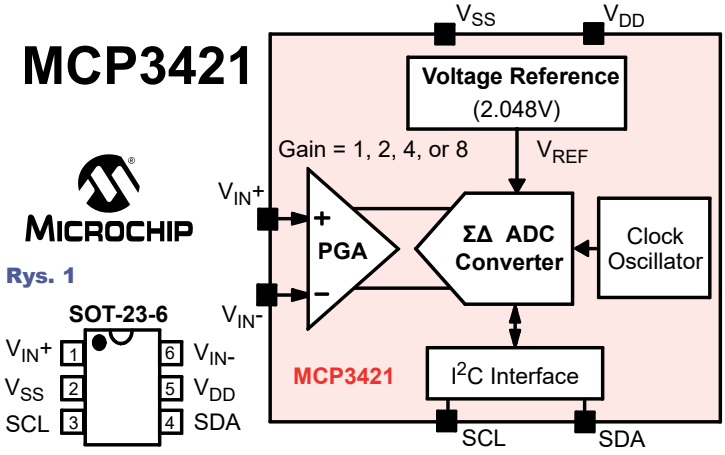
Tanie modułowe woltomierze napięcia stałego z reguły mają bardzo dobre parametry. Gorzej z amperomierzami.

Na początku roku 2021 przedstawione były wyniki testów pięciu modułowych mierników prądu stałego. Okazało się, że wszystkie amperomierze zawierające tanie wzmacniacze operacyjne z zasady są niedokładne przy małych prądach, co wynika z napięcia niezrównoważenia i dryftu cieplnego zastosowanych w nich wzmacniaczy. Zdecydowanie lepsze parametry mają mierniki bez wzmacniaczy operacyjnych, gdzie zewnętrzny przetwornik ADC mierzy spadek napięcia na małej rezystancji bocznika. Uzyskane parametry mogą być zaskakująco dobre, ale są wynikiem pewnych kompromisów.

Najprościej biorąc, aby jak najbardziej wykorzystać możliwości przetwornika ADC, na jego wejście należy podać napięcie o możliwie dużej wartości, zbliżonej do maksymalnego podanego w katalogu. W przypadku amperomierza oznacza to, że trzeba zastosować bocznik o znacznej rezystancji, żeby uzyskać potrzebne napięcie. Wystąpi na nim znaczny spadek napięcia i będzie się on grzał, a przecież amperomierz powinien mieć jak najmniejszą rezystancję. Zastosowanie w roli bocznika rezystora o mniejszej wartości jest możliwe, ale przetwornik ADC będzie wtedy pracował tylko na części dostępnego zakresu pomiarowego, co na pewno pogorszy dokładność. Trzeba znaleźć jakiś sensowny kompromis.

MCP3421

Wcześniej opisane testy wskazują, że spośród tanich modułów najlepszą dokładność i stabilność mają wersje wykorzystujące zewnętrzny przetwornik analogowo-cyfrowy MCP3421. Dlatego należy przyjrzeć się temu układowi bliżej.



Rys. 1

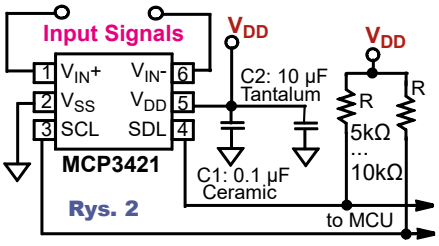
Jest to 18-bitowy przetwornik ΣΔ zawierający wbudowane dobre źródło napięcia odniesienia (2,048V ±0,05%) o stabilności cieplnej 15ppm/°C. Na wejściu ma też wbudowany programowalny wzmacniacz (PGA).

Rysunek 1 pokazuje blokowy schemat wewnętrzny i rysunek maleńkiej obudowy SOT23-6.

Wejście jest różnicowe, a podstawowy schemat aplikacyjny pokazany jest na **rysunku 2**.

Kostka może być zasilana pojedynczym napięciem w zakresie 2,7V...5,5V.

Konfiguracja i przesyłanie danych odbywa się za pomocą łącza I2C. W ramach konfiguracji współpracujący mikroprocesor ustawia rozdzielczość i szybkość przetwarzania – przy maksymalnej rozdzielczości 18 bitów



Rys. 2

dokonuje ponad trzech pomiarów na sekundę. Można też ustawić wzmocnienie PGA równe 1, 2, 4 lub 8.

Przy wzmocnieniu PGA równym 1 maksymalne różnicowe napięcie mierzone jest równe wewnętrznemu napięciu odniesienia (nominalnie 2,048V), co przy rozdzielczości 18-bitowej daje wartość jednego bitu (LSB) równą nie 7,8uV, tylko 15,625 mikrowoltów, ponieważ te 18 bitów to całkowita rozdzielczość dla dodatnich i ujemnych napięć różnicowych, a dla jednej biegunowości rozdzielczość

eprasa.pl 389f3c6f1b

jest 17-bitowa. Oznacza to, że ten przetwornik rozróżnia 131072 poziomów napięcia każdej biegunowości, co daje ponad 5 znaczących cyfr dziesiętnych (pomijając inne błędy, szumy i zakłócenia).

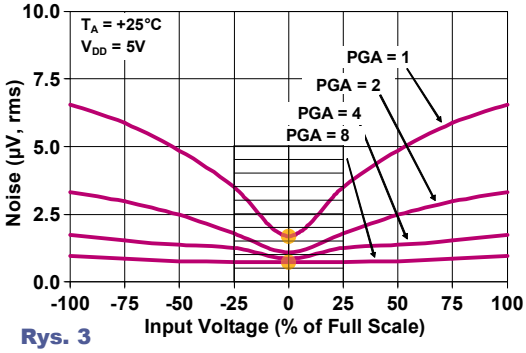
Przy wzmocnieniu PGA równym 8 wartość LSB to około 2 mikrowoltów, porównywalna z szumami własnymi, a maksymalne mierzone napięcie dodanie lub ujemne to około 256mV.

Najogólniej biorąc, przetwornik ma trochę lepsze parametry przy wzmocnieniu PGA=1, a nieco gorsze przy PGA=8. Zagadnienie jest szerokie i niełatwe, ale przykładem może być pochodząca z katalogu zależność szumów własnych od napięcia, pokazana na **rysunku 3**. W przypadku dokładnych amperomierzy i woltomierzy najbardziej interesują nas właściwości przetwornika przy napięciu wejściowym bliskim zeru. Rysunek 3 pokazuje, że szumy własne przy wzmocnieniu PGA równym 8 niewiele zmieniają się przy zmianach napięcia wejściowego. Natomiast przy wzmocnieniu PGA = 1, szumy są zdecydowanie mniejsze przy pomiarze napięć wejściowych bliskich zera. Jak pokazują dwie żółte kropki, przy napięciach mierzonych bliskich zeru szacunkowe szumy przy PGA = 1 wynoszą około 1,7uV. Przy PGA = 8 są wprawdzie mniejsze, ale nie ośmiokrotnie mniejsze, tylko około 2,5 razy mniejsze. A to oznacza pogorszenie stosunku sygnał/szum przy większym wzmocnieniu PGA.

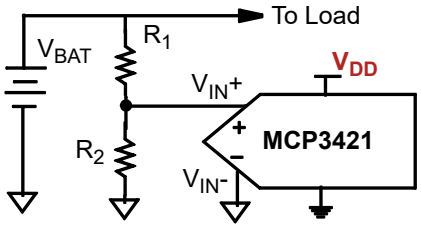
Nie trzeba się natomiast bać o dryft zera, tak groźny we wzmacniaczach operacyjnych, ponieważ w tym przetworniku ΣΔ w każdym cyklu pomiarowym następuje i zerowanie, i kalibracja skali.

Należy mocno podkreślić, że przetwornik ten ma wejście różnicowe (końcówki 1,6). Zakres użytecznych wejściowych napięć wspólnych (dozwolonych napięć na każdej z końcówek wejściowych) obejmuje cały zakres napięcia zasilania przetwornika (0...V_{DD}) i jeszcze po 0,3V poniżej i powyżej. Oznacza to, że na pewno jedna z końcówek wejściowych może być dołączona do masy albo do linii dodatniego zasilania przetwornika.

Na **rysunku 4** pokazane są proste przykłady wykorzystania przetwornika do precyzyjnego pomiaru napięcia oraz prądu.

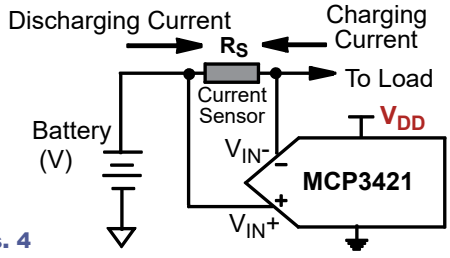


Rys. 3



$$V_{IN} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \times V_{BAT}$$

$$Voltage = Output\ Code \times LSB \times \frac{R_1 + R_2}{R_2} \times \frac{1}{PGA}$$



Rys. 4

$$Current = \frac{Output\ Code \times LSB}{R\ (Sensor)} \times \frac{1}{PGA}$$

$$LSB = 15.625\ for\ 18\text{-}bit$$

Przetwornik może mierzyć różnicowe napięcia dodatnie i ujemne. Przy pomiarze napięcia baterii według rysunku 4 końcówka wejściowa V_{IN-} jest dołączona do masy, więc przetwornik mierzy tylko różnicowe napięcia dodatnie i wykorzystujemy tylko rozdzielczość 17-bitową. Właśnie tak jest w omawianych wcześniej modułowych miernikach napięcia i prądu.

Z prawej strony rysunku 4 mamy schemat układu do pomiaru prądu, płynącego przez niewielki rezystor pomiarowy R_S. Tu w pełni wykorzystamy rozdzielczość 18-bitową, bowiem możemy mierzyć przepływ prądu w obu kierunkach. Oczywiście pod warunkiem, że potencjały na obu końcówkach bocznika R_S zmieszczą się w zakresie zasilania przetwornika (0...VDD), co może wymagać zastosowania oddzielnego zasilacza dla przetwornika ADC. W omawianych modułowych miernikach prądu nie jest wykorzystywana możliwość pomiaru prądów płynących w obu kierunkach.

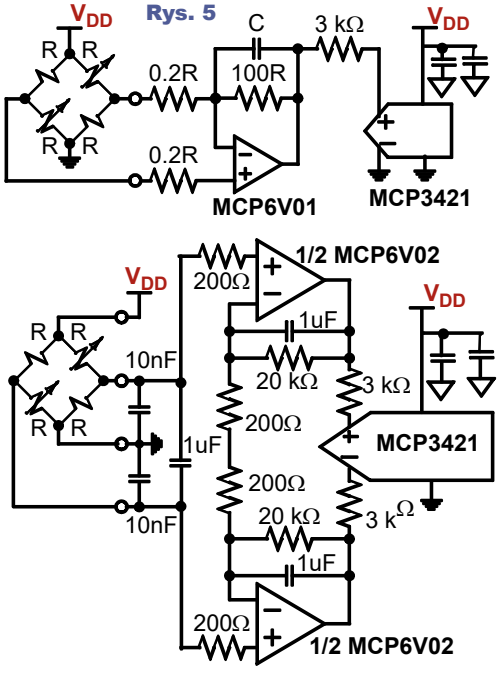
Aby minimalizować straty mocy w boczniku, rezystancja R_S powinna być jak najmniejsza. Ale to w praktyce oznacza wykorzystanie tylko części zakresu pomiarowego. I tak jest w modułach amperomierzy z kostką MCP3421: wzmocnienie PGA wynosi 8, co daje zakres napięć wejściowych 0...265mV. Przy rezystancji bocznika R_S równej 10 miliomów takie napięcie wystąpi dopiero przy prądzie 25,6A, co dałoby straty mocy w R_S równe 6,55W. Przy rezystancji 24,4mΩ, jaką mają boczniki w badanych wcześniej 3-amperowych miernikach numer 3 i 4, napięcie 256mV wystąpi dopiero przy prądzie około 10,5A, a wtedy straty mocy w boczniku wyniosą 2,7W.

Wszystko to pokazuje, że możliwości MCP3421 nie są używane w pełni, bo w zakresie prądów 0...3A wykorzystywana jest mniej niż jedna trzecia dostępnego zakresu pomiarowego.

Karta katalogowa MCP3421 wskazuje na możliwość poprawy sytuacji, ponieważ zawiera schematy pokazane na **rysunku 5**, zawierające wzmacniacze operacyjne MCP6V01/MCP6V02.

Ciąg dalszy na stronie 61

Rys. 5

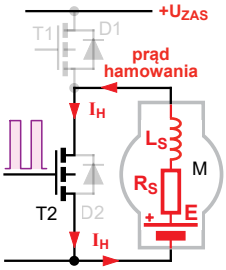


eprasa.pl 389f3c6f1b

Silniki prądu stałego część 15

W poprzednim odcinku dość dokładnie wyjaśniliśmy wpływ indukcyjności L_S i mechanicznej pojemności C_M oraz rezystancji R_S na kształt prądu podczas długotrwałego, ciągłego hamowania. Już wiemy, jakiego rzędu są określane dla każdego silnika ***elektryczna stała czasowa*** $\tau_e = L_S/R_S$ oraz co najmniej kilkakrotnie od niej większa ***mechaniczna stała czasowa*** τ_m.

Teraz mamy omówić hamowanie impulsowe, które jak sugerują wcześniejsze informacje, pozwoli płynnie regulować siłę hamowania. Wcześniej, w części 11 cyklu wydawało się, że wystarczy do tego jeden tranzystor, zwierający silnik według **rysunku 1**.



Rys. 1

Niestety, tak dobrze nie jest.

Częstotliwość impulsów

Biorąc pod uwagę rysunki 5...8 z poprzedniego odcinka, na pewno nie miałoby sensu impulsowe hamowanie, jeżeli impulsy hamujące miałyby czas trwania dłuższy od mechanicznej stałej czasowej τ_m, bo prąd spadłby prawie do zera i silnik praktycznie zatrzymałby się już w ciągu pierwszego impulsu. Na pewno impulsy muszą mieć czasy dużo krótsze niż podana w katalogu mechaniczna stała czasowa silnika.

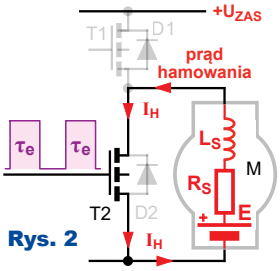
I jeszcze jedno: katalogowa wartość τ_m dotyczy sytuacji, gdy silnik nie jest mechanicznie obciążony. A prawie zawsze jest on obciążony. Zasadniczo znów należałoby rozważyć rozmaite przypadki, gdy różny jest moment bezwładności, zwiększający pojemność mechaniczną C_M i różne są straty tarcia (R_T). W naszych rozważaniach możemy uznać, że straty związane z tarciem mniej nas interesują, więc rezystancję strat tarcia R_T można pominąć. Natomiast nawet w uproszczonych rozważaniach warto przyjąć, że obciążenie mechaniczne powoduje duże zwiększenie pojemności C_M i stałej czasowej τ_m zdecydowanie ponad wartość podaną w katalogu, co jest odpowiednikiem dodania do silnika koła zamachowego.

Załóżmy teraz, że impulsy hamowania będą kilku- lub kilkunastokrotnie krótsze od katalogowej stałej czasowej samego silnika τ_m i będą mieć czas trwania równy elektrycznej stałej czasowej silnika τ_e, która dla danego silnika jest stała i nie zależy od obciążenia mechanicznego.

W sytuacji z **rysunku 2** po pierwszym otwarciu tranzystora „hamującego", już w czasie pierwszego impulsu prąd ograniczany przez indukcyjność L_S i rezystancje zdąży narosnąć do 63% wartości maksymalnej. A ta maksymalna wartość prądu jest duża, wyznaczona przez napięcie na C_M (napięcie prądnicy) oraz sumę niewielkich rezystancji R_S, R_{DSon} i rezystancji przewodów.

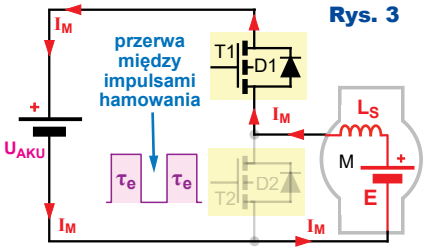
Po pierwsze tranzystor T2 musi wytrzymać taki prąd i wydzielające się w nim straty mocy ($P = I^2 * R_{DSon}$). Jak już jednak wiemy, maksymalny prąd hamowania nie jest większy od podanego w katalogu prądu zablokowanego silnika (U_{ZAS}/R_S), więc to nie jest znaczący kłopot.

Główny problem w tym, co stanie się w chwili zatkania, wyłączenia tranzystora na końcu tego pierwszego impulsu. Otóż jeżeli prąd zdąży narosnąć do dużej wartości, to w indukcyjności silnika L_S zgromadzi się spora porcja energii. A indukcyjność „nie lubi zmian prądu". W chwili gwałtownego przerwania prądu indukcyjność uzwojeń silnika wytworzy potężne napięcie samoindukcji. Jeżeli tranzystory T1, T2 byłyby bipolarne, to zapewne uległyby przebiciu i uszkodzeniu takim potężnym impulsem napięcia samoindukcji. Gdyby tranzystorem T2 był MOSFET, a „górnego" tranzystora T1 by nie było, MOSFET 2 uległby lawinowemu przebiciu, co jest dozwolone, byle energia wydzielana w związku z tym w tranzystorze nie była większa od dopuszczalnej.



Rys. 2

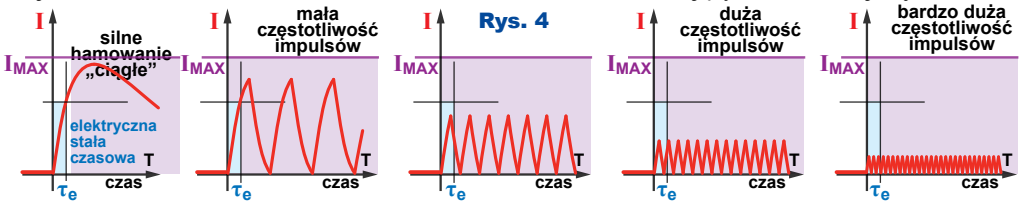
Jednak w praktyce zawsze w obwodzie będzie „górny" MOSFET T1 i po zatkaniu T2 prąd indukcyjności LS popłynie w dotychczasowym kierunku do akumulatora albo przez jego wbudowaną diodę D1, albo przez otwierany na ten czas T1 według **rysunku 3**. Oczywiście lepiej byłoby odprowadzić tę porcję energii do akumulatora przez otwarty drugi tranzystor T1.



Rys. 3

W każdym razie okazuje sie, że z uwagi na indukcyjność L_S, hamowania impulsowego nie sposób zrealizować za pomocą jednego tranzystora zwierającego silnik i że znów trzeba wrócić do przetwornicy synchronicznej.

Ale tu u osób mniej zaawansowanych pojawi się kolejna wątpliwość. Otóż można odnieść wrażenie, że mamy do wyboru dwie oddzielne drogi. Albo silne hamowanie „ciągłe", polegające na długim zwarciu silnika przez czas dłuższy od jego stałej czasowej τ_m. Albo dużo słabsze hamowanie impulsowe, przy którym prąd będzie dodatkowo ograniczany przez indukcyjność cewki. A przecież wiemy, że regulacja siły hamowania polega na zmianie wartości prądu odbieranego z prądnicy, a ściślej z „mechanicznej" pojemności zastępczej C_M. Wątpliwość polega na tym, że jeżeli przy każdym impulsie hamującym zaczynamy od zerowego prądu płynącego przez indukcyjność L_S, to może się wydawać, że przy hamowaniu impulsowym siłę hamowania trzeba regulować, zmieniając częstotliwość impulsów hamujących, co ilustruje **rysunek 4**.



Rys. 4

eprasa.pl 389f3c6f1b

Czym większa częstotliwość, tym mniejszy średni prąd, a więc słabsze hamowanie silnika. Osobom, które nie znają zasad działania przetwornic indukcyjnych, koncepcja z rysunku 4 wydaje się sensowna, a wręcz jedyna.

Owszem, można byłoby tak regulować siłę hamowania, ale nie jest to ani jedyny, ani prawidłowy sposób regulacji. Przy sposobie hamowania według rysunku 4 nie uzyskalibyśmy maksymalnej siły hamowania. Między innymi dlatego, że średnia wartość trójkątnego prądu rozładowania mechanicznej pojemności C_M jest dużo mniejsza od prądu maksymalnego $I_{MAX} = U_{ZAS}/R_S$.

Aby rozwiać wątpliwości i błędne wyobrażenia, znów trzeba powrócić do przetwornic indukcyjnych.

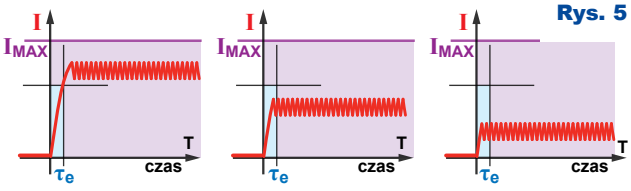
DCM, CCM

Trzeba przypomnieć, że przetwornice, także występująca tu przetwornica podwyższająca, mogą pracować w trybie nieciągłego prądu (DCM), gdy w każdym cyklu pracy prąd cewki zmniejsza sie do zera, czyli cewka w każdym cyklu zostaje całkowicie rozładowana – pozbawiona energii. I taki przypadek mamy na rysunku 4.

Nie można jednak zapomnieć, że przecież przetwornice mogą i bardzo często pracują w trycie ciągłego prądu (CCM), gdy w każdym cyklu prąd nie zmniejsza się do zera i cewka nie jest całkowicie opróżniana z energii. Przykład z rysunku 4 dotyczy tylko trybu DCM, a właściwie granicy między DCM i CCM. Natomiast w trybie CCM prąd może być różny przy tym samym współczynniku wypełnienia i właśnie ta wiadomość jest frustrująca dla mniej zorientowanych.

Rysunek 5 pokazuje trzy przykłady hamowania w trybie CCM przy różnej wartości średniego prądu, w tym przypadku wyznaczonego przez czas trwania pierwszego impulsu hamujacego.

Rysunek 5 wskazuje, że w trybie CCM można zrealizować pożądaną przez nas płynną regulację siły hamowania, czyli średniego prądu pobieranego z C_M, i to praktycznie w całym możliwym zakresie. I to przy niemal dowolnie dużej częstotliwości impulsów. W sumie wszystko to można osiągnąć przez regulację współczynnika wypełnienia impulsów o niezmiennej (dużej) częstotliwości.



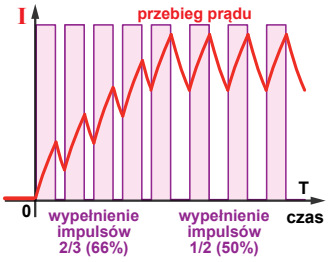
Rys. 5

Dla osób „czujących” przetwornice impulsowe i rozumiejące tryby DCM i CCM sprawa jest jasna. Ale wręcz nie sposób wytłumaczyć tego osobom, które nie znają zasady pracy podstawowych przetwornic, w tym podwyższającej. Trudnością jest między innymi to, że zasadniczo działanie przetwornic indukcyjnych to transformacja napięć. Otóż z elementarnej zależności, że średnie napięcie na cewce musi być równe zeru, wynika kluczowy wniosek, że stosunek napięć wyjściowego (wytwarzanego przez prądnicę) do wejściowego (napięcia akumulatora) jest proporcjonalny do współczynnika wypełnienia i odwrotnie. Dotyczy to w szczególności trybu CCM.

A więc zmieniając współczynnik wypełnienia impulsów otwierających tranzystory przetwornicy, zmieniamy tylko „przekładnię napięciową” przetwornicy, a nie prąd. To dlaczego teraz mówimy, że kontrolowane hamowanie ma polegać na zmianie średniej wartości prądu właśnie przez zmianę współczynnika wypełnienia, czyli przez zmianę „przekładni napięciowej” przetwornicy?

Otóż gdyby omawiane elementy były idealne, kłopot z analizą byłby duży. Jednak doskonałości nie ma, w rzeczywistości występują rezystancje strat i najprościej można omawianą kwestię wytłumaczyć właśnie obecnością rezystancji strat, w tym rezystancji R_S silnika. Rzeczywiście zmiana współczynnika wypełnienia impulsów zmienia napięcia (stosunek napięć), ale jeżeli występują różnice napięć, to przez rezystancje płyną prądy. Wartość tych prądów zależy, powiedzmy, od różnicy napięć. A więc regulując (różnice) napięcia za pomocą wypełnienia impulsów, możemy też regulować prądy płynące przez rezystancje.

W przypadku klasycznych przetwornic mówimy, że prąd dostosowuje się do potrzeb, do zapotrzebowania na energię na wyjściu przetwornicy – i to łatwo zaakceptować nawet bez zrozumienia szczegółów. Ale teraz omawiamy hamowanie silnika DC i interesuje nas możliwość kontroli, regulacji prądu i siły hamowania. Jak regulować prąd, jeżeli może on być różny przy takim samym współczynniku wypełnienia?



Rys. 6

Otóż przypadki z rysunku 5 dotyczą warunków ustalonych. A jak stwierdziliśmy przed chwilą, zmiany prądu będą polegać na (niewielkiej) chwilowej zmianie przekładni napięciowej, czyli stopnia wypełnienia impulsów tak, żeby prąd osiągnął pożądaną wartość. Ilustruje to **rysunek 6**.

Pokazuje on, że istotnie ***wartość prądu można zmieniać przez** chwilową **zmianę współczynnika wypełnienia***, czyli przekładni napięciowej.

Rysunki 5 i 6 dotyczą nie tylko hamowania, ale i pracy w roli silnika, gdy przetwornica pracuje jako obniżająca. Przy pracy jałowej i przy małym obciążeniu mechanicznym silnika w przetwornicach z diodą prąd będzie mniej więcej taki, jak pokazuje rysunek 4.

Natomiast w przetwornicach synchronicznych z pracującymi dwoma MOSFET-ami przy bardzo małej wartości średniej prądu, w pewnych chwilach prąd „cofa się” i ma wartość ujemną. Takie „cofanie” prądu i energii nie jest możliwe w przetwornicach niesynchronicznych z diodą – tam przy bardzo małych prądach hamowania mamy tryb nieciągłego prądu DCM i tranzystory przetwornicy muszą być nieco inaczej sterowane.

Jak z tego wszystkiego widać, jeżeli chcemy zapewnić precyzyjny napęd i hamowanie, sterownik musi też na bieżąco mierzyć wartość prądu, a być może też napięcia i prędkość obrotową.

Dziś tego rodzaju systemy sterowania silnikami realizuje się z wykorzystaniem mikroprocesora z odpowiednim programem i to on tak zmienia wypełnienie impulsów, żeby uzyskać założone przez konstruktora właściwości i podczas kontrolowanego hamowania, i w roli napędu.

Nie każdy będzie programował mikroprocesor do takiej pracy, więc nie trzeba dokładnie rozumieć wszystkich szczegółów, ale podane ogólne zasady trzeba znać, bowiem wykorzystywane są też w sterownikach mostkowych, które bardzo często współpracują nie tylko z klasycznymi silnikami DC, ale też z bardzo popularnymi, a słabo rozumianymi silnikami krokowymi.

W następnym odcinku zajmiemy się właśnie sterownikami mostkowymi.

Piotr Górecki

eprasa.pl 389f3c6f1b

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 (o przyczynach ewentualnych kłopotów przeczytasz na początku rubryki *Poczta* na stronie 10).

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: *Szko310Kowalski, Policz310Zielinski, NieGra310Malinowski, Jak01Krzyzanowski*. 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 Nazwisko ulica nr 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: ***www.elportal.pl/szablon***.

Więcej wskazówek na temat przygotowania materiałów i prawidłowego fotografowania modeli znajdziesz w Elportalu na stronie: ***https://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 389f3c6f1b

Zadanie główne 310

Pomysłodawcą zadania jest **Dariusz** (prosił o anonimowość), który po czerwcowym zadaniu 303 dotyczącym *zastosowania elektroniki do kontroli procesu kompostowania* napisał tak:

Nie mam takiej wiedzy, żeby przysyłać rozwiązania zadań (...) o kompostowaniu, ale te tematy mnie bardzo interesują. Z uwagą czytam EdW (...) wszystkie zadania Szkoły. Dla mnie to od lat kopalnia wiedzy i pomysły (...) za co przy okazji dziękuję!

Bardzo mi się podoba, że zadania Szkoły obejmują też to, o czym trudno coś wartościowego znaleźć (...) tak jak teraz o kompostowaniu.

Ja bym proponował kontynuowanie tej ciekawej tematyki ogrodniczej (...) i napiszę o swoim problemie. Człowiek jest zagoniony i zalatany i nie ma czasu o wszystkim pamiętać. (...)

Mam trawnik od południa posiany na piachu, który szybko wysycha na pył, jak dłużej nie ma deszczu. Problem polega na tym, że jak jadę i wracam z pracy samochodem, to go nie widzę, bo jest z innej strony. Czas leci i już parę razy było tak latem, że zaczął podsychać. Zaczęły się robić żółte plamy na środku (...)

Potem na weekend jest akcja ratownicza (...) a czasem i weekend jest zajęty (...) trawnik nie wyschnie i nie trzeba dosiewać trawy, ale wygląda gorzej, bo są żółte plamy i brzydko się prezentuje w porównaniu z ładną resztą ogrodu.

Ja wiem, że powinienem założyć automatyczne podlewanie, ale na razie jakoś nie idzie (...) wpadłem na pomysł, żeby na razie tylko zamontować na środku trawnika w najgorszym miejscu czujnik wilgoci, żeby mi dał znać w tygodniu, że koniecznie trzeba podlać. Już trochę myślałem i szukałem w Internecie, ale czasu mało (...) jak poczytałem, to wychodzi na to, że to nie jest aż tak proste, jak się wydaje z początku. I pomyślałem, że napiszę do EdW (...) może to by się nadawało na zadanie Szkoły, bo jak było o kompoście, to może też o trawniku.

Jeszcze raz napiszę, że może założę kiedyś podlewanie automatyczne, ale na razie chodzi mi tylko o alarm, jak trawnik wysycha podczas upałów.

Z pozdrowieniami
Dariusz

Ja też uważam, że tematy z szeroko pojętej dziedziny *elektronika i uprawa roślin* interesują wielu Czytelników. Ale nie tylko z dziedziny uprawy roślin. Elektronika coraz mocniej wkracza też w inne strefy życia. Dlatego przy okazji serdecznie zachęcam do nadsyłania podobnych propozycji tematów, którymi Waszym zdaniem, powinniśmy się zająć w ramach Szkoły Konstruktorów.
A oto temat zadania 310:

Zbadaj zagadnienie kontroli wilgotności gleby i zaproponuj sposób sygnalizacji wysychania trawnika wykorzystujący elektronikę.

Zapewniam, że temat elektronicznych pomiarów wilgotności gleby jest bardzo interesujący, a rozwiązania mogą być naprawdę różne, od bardzo prostych i tanich, do bardziej skomplikowanych i droższych, ale też bardziej miarodajnych i niezawodnych.

Uwaga!
Każdy Autor, nadsyłając rozwiązanie zadania głównego, może dołączyć też swoją fotografię (portret). Fotografia zostanie opublikowana w artykule, omawiającym nadesłane rozwiązania.

Oczywiście czekam i na rozwiązania praktyczne, i teoretyczne. Zachęcam i Ciebie, żebyś wziął udział w tym praktycznym zadaniu!

Piotr Górecki

Nadsyłajcie propozycje zadań!

Autorzy propozycji zadań, które zostaną wykorzystane w Szkole, otrzymują jako nagrodę kupon 100zł na zakupy w sklepie AVT:
www.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!

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

eprasa.pl 389f3c6f1b

Rozwiązanie zadania głównego 305

Temat sierpniowego zadania 305 brzmiał: ***Zaproponuj układ elektroniczny z wykorzystaniem co najmniej jednego superkondensatora.***

Superkondensatory o pojemnościach od pojedynczych faradów do tysięcy faradów pomału stają się coraz popularniejsze i tańsze. Są dostępne także dla hobbystów, ale ich wykorzystanie nie jest wcale tak łatwe, jak mogłoby się wydawać. Stąd właśnie zadanie 305 naszej Szkoły. Oto przegląd nadesłanych rozwiązań.

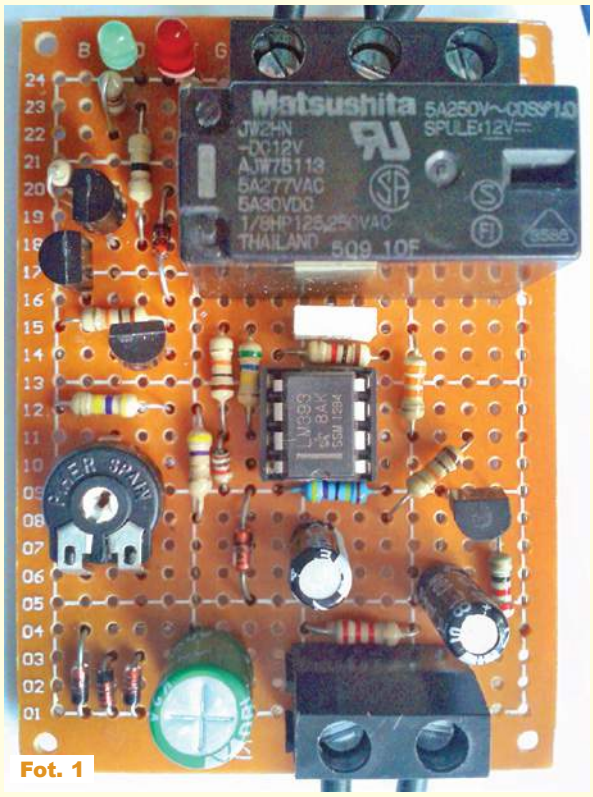
Jakub Jakubczyk z Kluczborka zaczął tak: *Dzień dobry, mam 12 lat i chodzę do 7. klasy Szkoły Podstawowej im. Emilli Plater (...) Superkondensatory można wykorzystać pojedynczo jako źródło niskiego napięcia (ok. 3V) o bardzo wysokiej wydajności prądowej, a łącząc je szeregowo wraz z balanserem, można uzyskać wyższe napięcia. Niestety napięcie na superkondensatorze bardzo mocno się zmienia i trzeba wykorzystać stabilizator napięcia, co zmniejszy wydajność prądową układu. Można je też wykorzystać w przeróżnych układach zasilających do urządzeń pobierających duże prądy rzędu nawet 250 amperów. Ciężkim do wykonania, ale ciekawym sposobem wykorzystania jest hamowanie regeneracyjne polegające na ładowaniu akumulatora podczas hamowania, ale niestety nie jest to proste, co już było pokazywane w „EdW”.*

Za to teoretyczne rozwiązanie przydzielam młodziutkiemu uczestnikowi upominek.

Znany z łamów EdW **Rafał Orodziński** nadesłał następujące propozycje: *(...) Układ zasilania z superkondesatorów dzwonka bezprzewodowego i bezprzewodowych czujników temperatury. Superkondensatory zostaną zastosowane ze względu na swoją bardzo korzystną cechę odróżniającą je od pozostałych źródeł zasilania (baterii cynkowych, akumulatorów litowych) – mogą pracować w bardzo niskich temperaturach. Specyfikowane są do –40 stopni Celsjusza, a ich rezystancja wewnętrzna w niskich temperaturach jest bardzo mała, choć rośnie z jej spadkiem. Ogniwa cynkowe mają w niskich temperaturach bardzo dużą tendencję do wylewania, co powoduje często uszkodzenie zasilanego układu. Z kolei akumulatory litowe mają niższą ujemną granicę temperatur pracy i znacznie wyższą rezystancję wewnętrzną w niskich temperaturach. Superkondensatory będą gromadzić energię uzyskiwaną z ogniw fotowoltaicznych.*

Wykonane są już dwie wersje układu, ale wymagają jeszcze dopracowania. Jedna używająca specjalizowanego układu o bardzo niskim poborze mocy BQ25570, będącego ładowarką, obsługującą między innymi superkondensatory. Druga znacznie tańsza, wykorzystująca elementy dyskretne – obie mogą zostać opublikowane w EdW.

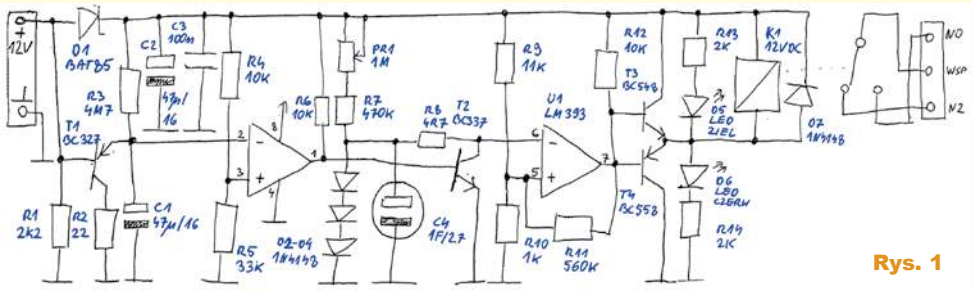
Stosuję również kondensatory do podtrzymania napięcia układów RTC, co jest typową aplikacją. Innym zastosowaniem superkondensatorów jest ich użycie w układach z modemami GSM. Wiele typów ogniw – baterii tym mniej się zużywa, im mniejszy prąd z nich jest pobierany. Połączenie równoległe ogniwa z superkondensatorem wraz z odpowiednim układem ograniczającym prąd ładowania superkondensatora pozwala uzyskać dłuższą żywotność i zapewnić niższą rezystancję wewnętrzną źródła zasilania niż stosowanie tylko ogniwa, a jednocześnie odpowiednią wydajność prądową. Układ taki wykorzystywałby przetwornicę o niskim prądzie wyjściowym ograniczającym moc pobieraną z ogniwa.



Fot. 1

Mamy tu potwierdzenie, że wykorzystanie superkondensatorów nie jest wcale takie proste i z przyjemnością na łamach EdW zobaczylibyśmy dokładniejsze opisy tak zapowiedzianych projektów!

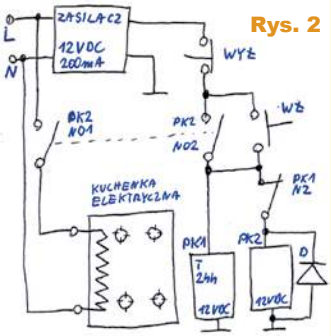
Piotr Grzegorczyk Siedlec tym razem poinformował: *Szanowna Redakcjo! Przesyłam projekt mojej dobówki – czasówki odmierzającej jedną dobę (**rysunek 1** i **fotografia 1**). Do odmierzania czasu wykorzystuje ona układ RC, w którym zamiast baterii kondensatorów zajmującej kilkanaście cm^3 znajduje się pojedynczy superkondensator o pojemności 1F. Po włączeniu zasilania superkonden-*



Rys. 1

eprasa.pl 389f3c6f1b

*sator jest rozładowywany za pomocą drugiego układu RC i komparatora. Rozładowywanie trwa ok. 5 minut. Po tym czasie superkondensator jest ładowany i jeśli napięcie na jego elektrodach przekroczy 1V, włączany jest przekaźnik. Reset następuje po zaniku zasilania. Dobówka jest tania w budowie, bo nie zawiera mikroprocesora, aczkolwiek jest mało precyzyjna. Zwiększenie precyzji można uzyskać poprzez zastosowanie komparatora z tranzystorami polowymi na wejściach lub zwiększenie pojemności superkondensatora, ale wiąże się z dodatkowymi kosztami. I od razu pokażę przykład zastosowania takiej dobówki. Niektóre urządzenia nie powinny pracować zbyt długo. Zbyt długa praca może świadczyć np. o tym, że zapomnieliśmy je wyłączyć, co może wiązać się z wygenerowaniem kosztów. Na przykład obiad można gotować nawet kilka godzin, ale nie aż dobę. Dobówka wraz z pomocniczym przekaźnikiem wyłączy kuchenkę elektryczną po dobie (**rysunek 2**). Mała precyzja dobówki nie stanowi tu problemu. Pozdrawiam*

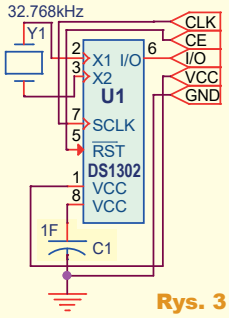


Rys. 2

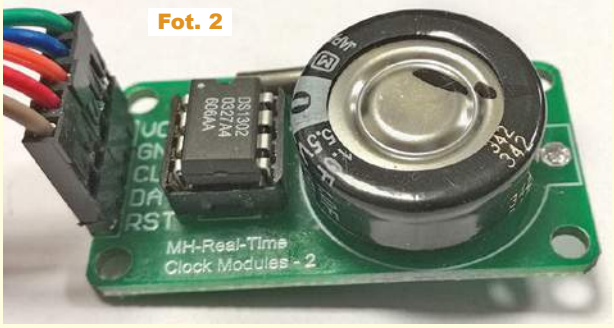
Rzeczywiście, do wielu zastosowań taka dokładność wystarczy.

Jarosław Węgliński z Warszawy napisał: *Dzień dobry! (...) Jest to realizacja podtrzymania działania modułu RTC w przypadku zaniku zasilania. Sensowność zastosowania w stosunku do standardowej baterii CR2032 wydaje się – przynajmniej w typowych zastosowaniach – dyskusyjna, ale umożliwiła eksperymentalne potwierdzenie specyficznych cech superkondensatora w zakresie charakterystyki ładowania/rozładowywania. Można by też podać w wątpliwość sensowność użycia w modelu dość wiekowego elementu, ale wydaje się, że technologia wykonania nie zmieniła się diametralnie – współczesne katalogi nadal specyfikują np. prąd samorozładowania po kilkudziesięciu godzinach ładowania ,aby zapewnić odpowiedni poziom naładowania pojemności składowych. (...) użycie superkondensatora umożliwia zastosowanie w sytuacjach, gdy wymiana baterii podtrzymującej jest niemożliwa lub problematyczna (...) lub pracujących w warunkach wymagających użycia zalew hermetyzujących (także w przypadku, gdy lokalny Zakład Utylizacji Odpadów żąda za prawo do utylizacji ogniwa CR2032 równowartości ceny dobrego samochodu, a zaalarmowani działacze ekologiczni grożą protestami). (...)*

*Proponowany układ został wykonany jako przeróbka fabrycznego modułu zegara czasu rzeczywistego zasilanego baterią CR2032, gdzie w miejsce wylutowanego gniazda baterii zainstalowano superkondensator (...) [Model pokazany na **fotografii 2** zawiera] dedykowany układ zegara czasu rzeczywistego (DS1302), (...) Jest on fabrycznie przystosowany do współpracy ze źródłami ładowalnymi – po odpowiedniej konfiguracji uruchamiany jest prosty układ ładowania podtrzymującego. (...) w przypadku, gdy dostępne jest podstawowe źródło zasilania, źródło zapasowe może być ładowane poprzez obwód zawierający: jedną lub dwie połączone szeregowo diody oraz rezystor o wartości 2kΩ, 4kΩ lub 8kΩ. Włączenia i konfiguracji tego obwodu dokonuje się poprzez zapis odpowiedniej wartości do jednego z rejestrów sterujących. (...) proponowany moduł zastosowano w prostym zegarze zbudowanym na bazie Arduino Uno i modułu wyświetlacza znakowego. (...) gdy użyta*



Rys. 3



Fot. 2

TAJEMNICA ZIEMI

Tajemnice Ziemi. Jak mało wiemy o jej początkach, historii formowania się, kształtowania, wpływach z zewnątrz i o tym jak powstało życie. Mimo że sięgamy gwiazd, to, co leży bezpośrednio pod naszymi stopami, we wnętrzu Ziemi jest nadal wiedzą tajemną. Podobnie z wiedzą o głębinach oceanicznych. Jak się okazuje błękitny glob to dla nas wciąż nieznana, obca, można powiedzieć, planeta.

Nowy numer już w sprzedaży
www.ulubionykiosk.pl
Koniecznie odwiedź serwis:
mlodytechnik.pl

REKLAMA

eprasa.pl 389f3c6f1b

zostanie biblioteka udostępniona na stronie https://playground.arduino.cc/Main/DS1302RTC/ włączenie funkcji ładowania sprowadza się do dodania komendy:

```
RTC.writeRTC(DS1302_TRICKLE, 0xa5);
```

w procedurze inicjalizacji, co powoduje włączenie trybu ładowania o największej wydajności (...) jako źródło napięcia podtrzymującego zaproponowano superkondensator dedykowany do tego typu zastosowań (Panasonic EECRF0H105 – zdemontowany (...) jego parametry: maksymalne napięcie: 5,5V, pojemność: 1F, rezystancja wewnętrzna: około 40Ω, rekomendowany prąd rozładowywania nie większy niż 20mA, tolerancja: –20%/+80% (...) Układ DS1302 w trybie podtrzymywania bateryjnego (brak wymiany informacji, zegar pracuje) pobiera prąd rzędu 1uA, w trybie wyłącznie podtrzymania pamięci RAM (której ma wbudowane 31 bajtów) nawet o rząd wielkości mniejszy. Może pracować przy napięciu zasilania z zakresu od 2V do 5,5V (...) użyty kondensator powinien mieć (...) jak najmniejszy prąd samorozładowania oraz jak największe napięcie maksymalne. (...) [tymczasem] zgodnie z danymi katalogowymi firmy Samxon kondensatory o pojemności pojedynczych faradów mogą mieć prądy samorozładowania w zakresie 8uA – 100uA (...) [więc] pobór prądu przez układ zegarowy jest mało znaczący w stosunku do prądu samorozładowania.

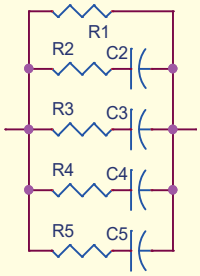
*(...) Superkondensator – ze względu na budowę wewnętrzną – modelowany jest jako zbiór połączonych równolegle kondensatorów o coraz większej rezystancji szeregowej (patrz **rysunek 4**). Powoduje to, że prąd samorozładowania stabilizuje się dopiero po długim czasie ładowania – znacznie dłuższym niż miałoby to miejsce w przypadku tradycyjnego kondensatora o podobnej pojemności (noty katalogowe specyfikują przykładowo 72h lub 100h) – wcześniejsze pomiary zostaną zafałszowane faktem niepełnego naładowania niektórych pojemności składowych i przenoszeniem ładunku pomiędzy nimi. Zachowanie takie udało się potwierdzić eksperymentalnie (...) po pierwszych kilku godzinach ładowania napięcie na kondensatorze osiągnęło 3,97V – znacząco mniej niż dla „tradycyjnego" kondensatora o podobnej pojemności ładowanego przez rezystor 2kΩ.*

Następnie po około 16h pracy z podtrzymaniem bateryjnym napięcie spadło o 1V (do 2,97V), co daje średni prąd rozładowywania rzędu 17uA.

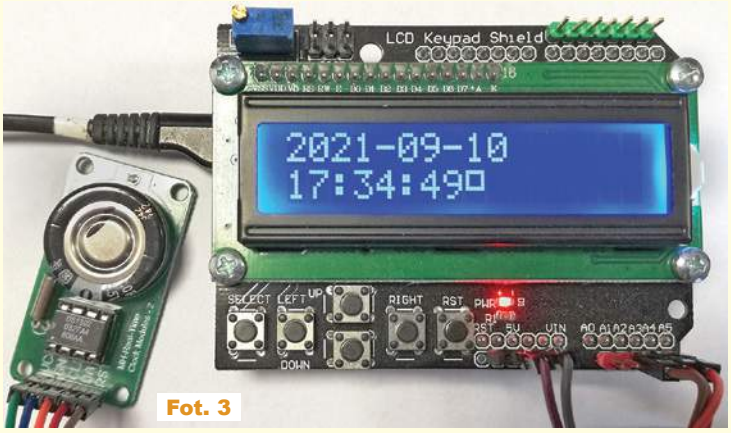
*Po kolejnych 7h ładowania napięcie wzrosło do 4V, a po następnej dobie do 4,27V. Wtedy prąd samorozładowania znacząco spadł – podczas kolejnych wyłączeń zasilania spadek napięcia wskazywał na średni prąd rozładowania rzędu 10uA (patrz **tabela** [dostępna w Elportalu]).*

Jednak pomiar po kolejnych kilku dniach ładowania dał jeszcze lepsze wyniki – napięcie wzrosło do 4,37V a prąd rozładowania podczas kilkunastu godzin pracy z podtrzymaniem wynosił średnio poniżej 5uA.

Jest to też dowód na dużą żywotność takiego kondensatora – element mający już na oko kilkanaście lat wykazuje prąd samorozładowania znacznie poniżej katalogowych parametrów współczesnych kondensatorów np. firmy Samxon (dla modeli o maksymalnym napięciu 5V i pojemności 1F dokumentacja specyfikuje prąd samorozładowania rzędu 90uA – są wprawdzie rodziny o znacznie niższym prądzie samorozładowania, ale też przewidziane do zasilania znacznie niższym napięciem, co utrudnia ich użycie w proponowanym układzie).



Rys. 4



Fot. 3

Rzeczywiście, w niektórych zastosowaniach kluczowe znaczenie ma prąd samorozładowania. Można się przy tym zastanawiać, czy znaczny katalogowy prąd samorozładowania nie ma związku z faktem, że napięcie pracy takich kondensatorów to 5V, co wskazuje na obecność dwóch ogniw i budzi pytania dotyczące budowy i obecności jakiegoś balansera.

Andrzej Nowicki z Warszawy zaczął tak: *Dzień dobry. Mam nadzieję, że zdążyłem – byłoby dziwne, gdyby inicjator tematu nie przysłał własnych rozwiązań. Tym razem nie do końca się udało, ale sądzę, że otrzymane wyniki są wartościowe i pomogą innym elektronikom. (...)*

Zaprezentował prościutką eksperymentalną zgrzewarkę superkondensatorową. W opisie można przeczytać: *Zgrzewarki do blaszek, drutów, różnych drobnych elementów są często marzeniem początkujących elektroników. Typowo wykorzystuje się w nich przerobione transformatory od mikrofalówek. Budowa takiej zgrzewarki, poza trudnościami materiałowymi (transformator!), jest dość pracochłonna i ze względu na posługiwanie się prądem z sieci, niebezpieczna dla osób niezaznajomionych z zagadnieniami bezpieczeństwa przy pracy z napięciem 230V. Dlatego postanowiłem skonstruować prostą zgrzewarkę,*

Punktacja Szkoły Konstruktorów

Sławomir Węgrzyn Dziekanowice	92	**Sebastian Jarmosiewicz** Motwica	50	**Rafał Orodziński** Białystok	25
Daniel Turbasa Kraków	88	**Michał Pędzimąż** Stara Słupia	48	**Piotr Grzegorczyk Siedlce**	25
Michał Stach Kamionka	76	**Łukasz Olszok** Tarnowskie Góry	45	**Jacek Konieczny** Poznań	24
Łukasz Dachowski Cymbark	72	**Krzysztof Kawa** Lubcza	44	**Marian Gabrowski** Polkowice	23
Artur Bereit Barcin	69	**Dawid Placha** Rdzawa	44	**Roman Braumberger** Bytom	21
Aleksander Bernaczek Magnuszowice	69	**Szymon Czepiel** Pisarzowice	43	**Jakub Gajda** Kraków	20
Krzysztof Smoliński Poznań	68	**Piotr Gajdosz** Grybów	41	**Jacek Rączka** Połomia	20
Szymon Trygar Szczecin	66	**Maciej Zieliński** Kraków	41	**Andrzej Nowicki Warszawa**	19
Radosław Smalec Zabrze	64	**Circuit Chaos** Warszawa	41	**Marian Caruk** Lubań	17
Robert Szolc Bytom	58	**Rafał Rówiak** Słaboszów	40	**Bogdan Kosiński** Szczecin	16
Paweł Hoffmann Wrocław	58	**Teodor Woźniak** Łódź	35	**Łukasz Kojro** Gdańsk	15
Andrzej Herbut Siekierczyn	52	**Tomasz Zaorski** Kalinówka	34	**Marcin Malich** Wodzisław Śl.	13
Adam Ples Jaworzno	51	**Jarosław Węgliński** Warszawa	34	**Paweł Sablik** Pisarzowice	13
Adam Sobczyk Warszawa	50	**Łukasz Nowak** Warszawa	33	**Piotr Wyderski** Wrocław	13

eprasa.pl 389f3c6f1b

w której źródłem energii niezbędnej do zgrzewania byłby ładunek elektryczny zgromadzony w superkondensatorze (...)

Dwa nadesłane ujęcia są pokazane na **fotografiach 4**, **5**. Pierwsza pokazuje trwale zgrzane blaszki, druga – zgrzewarkę podczas eksperymentów. Wprawdzie pierwsze testy nie były do końca udane, jednak po wymianie korespondencji Autor postanowił powrócić do tego tematu.

A jeżeli chodzi o trudne zagadnienie szybkiego ładowania superkondensatorów, o pomoc poproszony został też **Karol Świerc**, prowadzący cykl o przeróbkach zasilaczy impulsowych. Wszystko wskazuje, że zaowocuje to kolejnymi publikacjami wartościowych materiałów na łamach EdW.

Na koniec zostawiłem bardzo dziwną propozycję teoretyczną, jaka nadesłał **Jacek Konieczny** z Poznania. Oto fragmenty: (...) Przesyłam propozycję rozwiązania *(...) zawiera wyłącznie opis słowny. (...) Mam nadzieję, że opis słowny jest wystarczający, aby osoba czytająca mogła na poczekaniu sporządzić jakiś schemat „odręczny" (...) Układy zabezpieczające zasilanie z wykorzystaniem superkondensatorów*

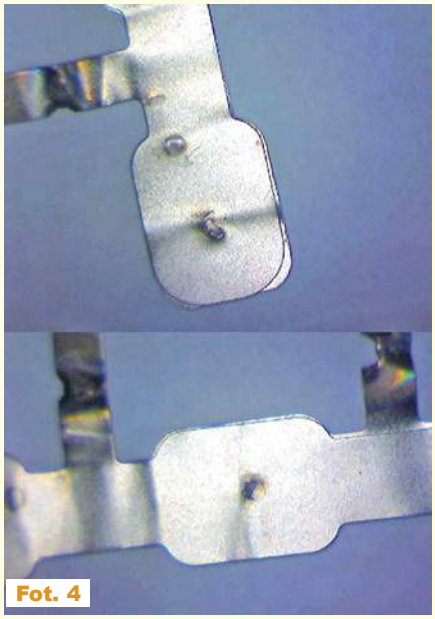
1. Układ podstawowy. Najważniejszą częścią takiego układu byłby superkondensator pełniący funkcję jakby „pałeczki sztafetowej". Superkondensator „sztafetowy" byłby połączony ze stykami przekaźnika sterowanego przez multiwibrator taktujący. (...) superkondensator „sztafetowy" byłby na przemian łączony bądź ze zasilaczem zewnętrznym, bądź z drugim superkondensatorem, który będziemy dalej nazywać superkondenstorem „zdawczym" bądź superkondensatorem „wygładzającym". Ten superkondensator „zdawczy" stanowiłby zasilanie dla układu chronionego proponowanym rozwiązaniem. Zamiast pałeczki sztafetowej byłby przekazywany (za pośrednictwem superkondensatora „sztafetowego") ładunek elektryczny z zasilacza zewnętrznego do układu zasilanego. Co dałoby zastosowanie takiego układu pośredniczącego? Załóżmy, że prąd z zasilacza zewnętrznego biegnie po jakiejś linii napowietrznej. Istnieje ryzyko indukowania się w tej linii jakichś przepięć (np. wskutek wyładowań atmosferycznych). Można oczywiście stosować warystory czy inne elementy zabezpieczające, ale proponowany układ może stanowić zabezpieczenie dodatkowe. Załóżmy, że chroniony układ zawiera jakieś bardzo drogie układy scalone (których cena jest wielokrotnie większa od ceny superkondensatora). Wówczas w razie wystąpienia jakichś przepięć w zewnętrznej linii zasilającej uszkodzeniu lub zniszczeniu ulegnie superkondensator, a nie bardzo drogi układ scalony w chronionym urządzeniu. Wynika to z faktu, że do takiego uszkodzenia lub zniszczenia superkondensatora „sztafetowego" może dojść w pozycji, kiedy jest on ładowany ze źródła zewnętrznego, a nie w pozycji, kiedy jest on połączony z superkondensatorem „wygładzającym" i właśnie zdaje mu ładunek.

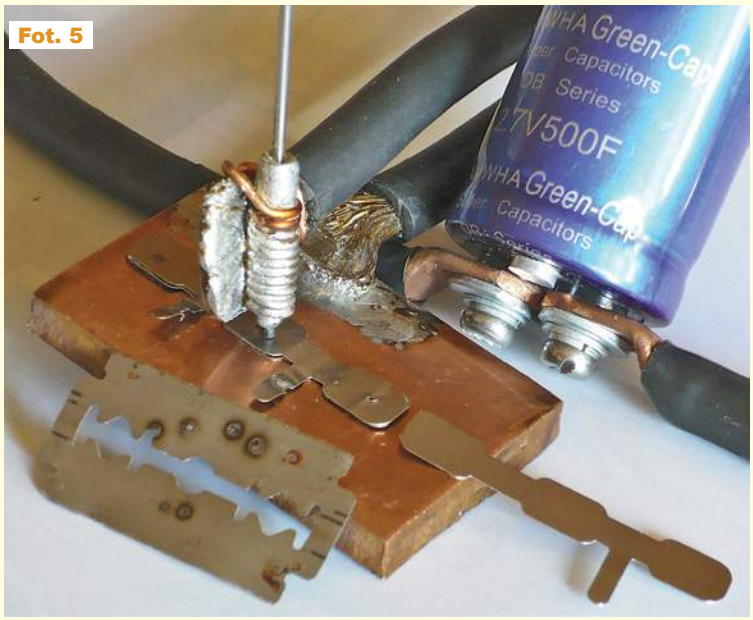
2. Układ zmienno-prądowy. Proponowane rozwiązanie można zastosować również w przypadku zasilania prądem zmiennym. Ale wówczas elementem „sztafetowym" nie może być pojedynczy superkondensator, ale równoległy obwód rezonansowy LC. Elementem „zdawczym" czy „wygładzającym" powinien również drugi, identyczny (tj. nastrojony na tę samą częstotliwość) obwód rezonansowy LC. (...) (nastrojony na częstotliwość 400 Hz). (...)

3. Układ „podwójnego zasilania". Tym razem chodzi nie tyle o zabezpieczenie przed przepięciami, ile raczej o zapewnienie „bezprzerwowego" zasilania. Wówczas superkondensator „sztafetowy" byłby ładowany na przemian z dwóch zasilaczy. Zasilanie superkondensatora byłoby na przemian przełączane z każdego z dwóch zasilaczy za pomocą styków przekaźnika taktowanego multiwibratorem. (...)

Pełny tekst tego nadesłanego przez Jacka teoretycznego rozwiązania można znaleźć w Elportalu wśród materiałów dodatkowych do tego numeru.

Publikacja	Nagroda	Talon AVT PLN	Imię	Nazwisko	Miejscowość	Punkty
-	-	100	Dariusz za pomysł zadania 310			-
-	U	-	Jakub	Jakubczyk	Kluczbork	3
-	U	-	Rafał	Orodziński	Białystok	3
-	-	100	Piotr	Grzegorczyk	Siedlce	5
-	-	150	Jarosław	Węgliński	Warszawa	6
?	-	150	Andrzej	Nowicki	Warszawa	6
-	U	-	Jacek	Konieczny	Poznań	2
-	-	100	Michał	Stach	Kamionka Mała	5


Fot. 4



eprasa.pl 389f3c6f1b

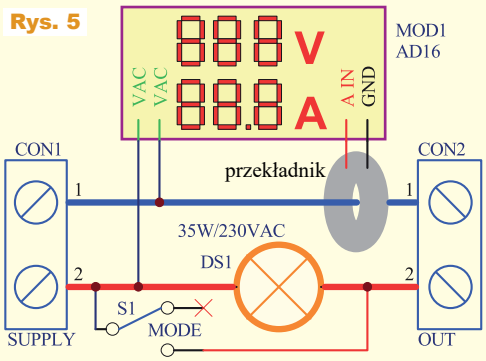
Jak widać, temat wykorzystania superkondensatorów jest naprawdę niełatwy z kilku powodów. Przekroczenie dopuszczalnego napięcia skończy się katastrofą. Stare superkondensatory mają dużą pojemność, ale też dużą rezystancję wewnętrzną i mały prąd pracy. Natomiast większość współczesnych superkondensatorów można ładować i rozładowywać prądem o ogromnej wartości (co też oznacza dużą gęstość mocy). Wiążą się z tym kolejne problemy i wyzwania. Co najważniejsze, w bateriach i akumulatorach, które są chemicznymi magazynami prądu, napięcie niewiele zmienia się podczas ładowania i rozładowywania. Nawet gdy takie źródło jest prawie puste, ma jeszcze dość duże napięcie, na pewno większe niż połowa napięcia nominalnego. W (superkondensaotrach) jest inaczej – tu napięcie liniowo zależy od stanu naładowania. Gdy superkondensator jest prawie całkowicie rozładowany, jego napięcie jest bliskie zeru. Dlatego w praktyce niemożliwe jest wykorzystanie całej energii zgromadzonej w superkondensatorze. Zwykle przyjmuje się, że można wykorzystać 75% zgromadzonej energii, co oznacza zmniejszenie napięcia na rozładowywanym kondensatorze do połowy pierwotnej wartości, gdy w kondensaotrze zawarte jest jeszcze 25% energii zgromadzonej przy napięciu nominalnym. W wielu zastosowaniach oznacza to konieczność wykorzystania odpowiednio zaprojektowanych przetwornic.

Pomimo tych problemów, superkondensatory pomału się upowszechniają i do przykładów ich wykorzystania będziemy w EdW wracać.

Na koniec jeszcze spóźnione rozwiązanie poprzedniego zadania 304 dotyczącego modułów pomiarowych AC, nadesłane przez **Michała Stacha** z Kamionki Małej:

(...) Uruchamianie po naprawie urządzeń sieciowych zawsze wiąże się z ryzykiem. Od lat znana jest metoda „na żarówkę", czyli zasilenie podłączanego obwodu poprzez klasyczną żarówkę oporową. Przy odrobinie wprawy i na podstawie koloru włókna określić można zarówno, czy nie występuje zawarcie, jak i „chęć" obwodu do pracy. Jednak w pewnym momencie trzeba usunąć żarówkę z obwodu [zewrzeć] i sprawdzić zachowanie się układu przy bezpośrednim zasileniu z sieci. Wtedy, a także podczas normalnej pracy, przyda się kontrola napięcia zasilania i pobieranego prądu. Zadanie SzK304 było dobrą okazją do złożenia adaptera – pomocy uruchomieniowej, której schemat pokazany jest na ***rysunku 5****. Banalnie prosty układ składa się wolto-amperomierza panelowego AD16 (kod handlowy AVT-WNPL009680), żarówki oraz przełącznika. Całość dla bezpieczeństwa i estetyki zamknięta jest w obudowie Z27, która zawiera gniazdo + wtyk sieciowy w wersji 3-przewodowej (osobna linia PE). Pracę urządzenia w trybie BEZPIECZNE URUCHOMIENIE zobaczyć można na filmie: https://www.youtube.com/watch?v=ySKyB1eeIaw, gdzie obciążeniem jest kilkuamperowa ładowarka USB. Natomiast na* ***fotografii 6*** *widzimy [dwa ujęcia modelu, w tym] pomiar poboru prądu przez czajnik bezprzewodowy.*

Rys. 5



Fot. 6

Układ od sierpnia działa i śledzi (czasami szalejące) napięcie w sieci (przepięcia od nadmiernej ilości instalacji fotowoltaicznych) i przydał się chociażby przy naprawie wspomnianej ładowarki. Teraz o słabych punktach (jak to bywa przy prototypie). Zastosowany wolto-amperomierz mierzy prąd za pomocą przekładnika prądowego. Jego maksymalny odczyt to 100A; zatem w instalacji domowej wykorzystamy zaledwie 20% zakresu. Do tego przy uruchamianiu małomocowych urządzeń rozdzielczość odczytu 0,1A jest stanowczo za mała. Na koniec okazało się, że opis wydrukowany na półprzezroczystej folii samoprzylepnej pawie całkiem „zginął" na czarnym tle obudowy Z27. Zdecydowanie lepiej prezentuje się przy szarej wersji Z27. Pozdrawiam serdecznie

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***.

Serdecznie zapraszam do udziału w zadaniu głównym 310, a także w drugiej i trzeciej klasie naszej Szkoły Konstruktorów! Gorąco 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 389f3c6f1b

Druga klasa Szkoły Konstruktorów

Co tu nie gra? Zadanie 310

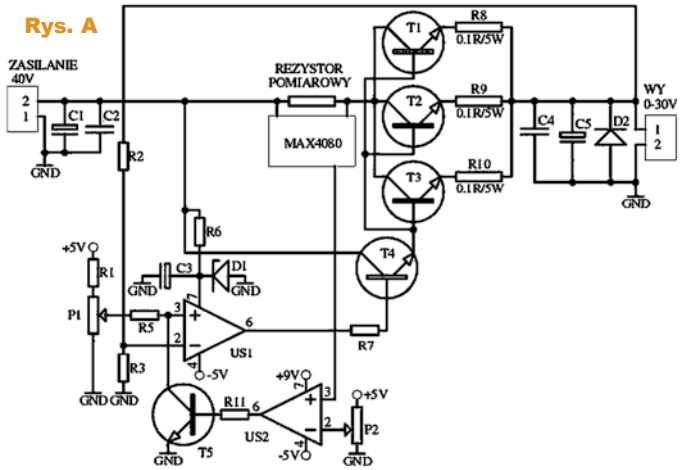
Na **rysunku A** przedstawiony jest nieco uproszczony schemat zasilacza ze stabilizacją napięcia i prądu.

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.

Swoją odpowiedź oznacz NieGra310, w tytule e-maila dodaj swoje nazwisko 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.



Co tu nie gra? Rozwiązanie zadania 305

Na **fotografii B** pokazane są akumulatory litowo-jonowe, przedstawione w EdW 8/2021 wraz ze standardowym pytaniem *Co tu nie gra?*

Tym razem nie gra jedno: ***pojemność jest zdecydowanie zawyżona***.

Jak zwykle, także i tym razem bardzo dobrze poradziliście sobie z zadaniem. Jedynie w dwóch nadesłanych pracach nie znalazłem informacji o zawyżonej pojemności, a jedynie uwagi co do wyglądu ogniw, różnic między nimi i wyglądu bieguna dodatniego, a także trwałości, samorozładowania w różnych temperaturach oraz impedancji wewnętrznej. Rzeczywiście, jest prawdopodobne, że fotografia pokazuje dwa razy to samo ujęcie dwóch ogniw, ale zupełnie nie w tym problem.

Na początek zacytuję dwa rozwiązania pochodzące od stałych uczestników konkursów EdW. Rozwiązania te szerzej naświetlają zagadnienie. Oto pierwsze:

Dzień dobry. Fotografia przedstawia akumulatory litowo-jonowe typu 26650 (gdzie dwie pierwsze cyfry oznaczają średnicę, a pozostałe długość w milimetrach) o napięciu znamionowym 3,7V i pojemności aż 18800mAh. I właśnie ostatnia z wymienionych wartości jest najpoważniejszą usterką widoczną na zdjęciu. Producent najwyraźniej zagalopował się w swoich chwytach marketingowych. W przypadku tego typu ogniw należy spodziewać się znacznie mniejszej pojemności mieszczącej się w zakresie od 4500 do 6000mAh. Rażąco przesadna deklaracja pojemności musi wzbudzić podejrzenia, lecz stosowane są również nieco bardziej subtelne sztuczki. Miałem kiedyś do czynienia z akumulatorami AA wykonanymi w technologii NiMH o deklarowanej pojemności 2700mAh. W praktycznych testach udało się osiągnąć zaledwie 2000mAh... Napisy na zaprezentowanych akumulatorach niosą także inne nieprecyzyjne informacje. Jaka może być korzyść ze stabilnego napięcia ładowania („The charging voltage is stable")? Poza tym fraza „No pollution" może wprowadzać użytkownika w błąd. Powszechnie wiadomo, że zużyte akumulatory litowo-jonowe są mniej szkodliwe dla środowiska w porównaniu z niklowo-kadmowymi czy kwasowo-ołowiowymi. Jednak ich zbiórka i recykling będą i tak konieczne ze względu na masowe wykorzystanie.

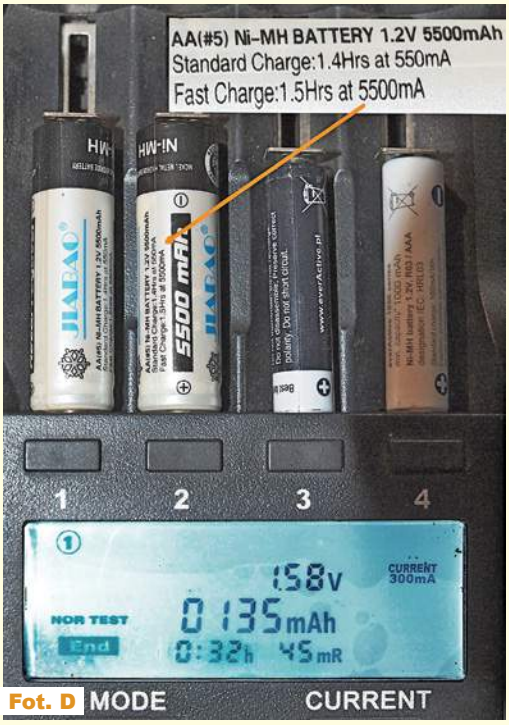
Fot. B

Fot. C

Na zakończenie dygresja: w 2019 r. Nagrodę Nobla w dziedzinie chemii przyznano właśnie za opracowanie ogniw litowo-jonowych. Pozdrawiam

I drugie rozwiązanie, do którego dołączone były ilustracje: *Dzień dobry. Podstawowy problem to zawyżona pojemność ogniwa. Zawyżona co najmniej 3-krotnie, a w rzeczywistości zapewne dużo więcej. (...) markowe ogniwa w rozmiarze 26650 (podwójne 18650) osiągają od 5 do 6Ah [**fotografia C**]. Omawiany problem to dobry przykład aktualnej tendencji do oszukiwania klienta. Dla przykładu na **fotografii D** widzimy zmierzoną pojemność baterii AA (NiMH, ale nie Li-Ion), dla których producent wymyślił, TAK, wymyślił! chwytliwą pojemność 5500mAh. Jak widać, rzeczywista pojemność to zaledwie 135mAh. Do tego wytwórca zapewnia, że ogniwa są przystosowane do szybkiego ładowania prądem 1C!*

eprasa.pl 389f3c6f1b



Fot. D

Fot. E

*Nietrudno wyobrazić sobie końcowy efekt przepuszczania przez taki akumulator prądu 5,5A. Wiążącą wskazówką co do jakości jest masa ogniw; dwie sztuki razem ważą zaledwie 27 gramów [**fotografia E**], czyli połowę tego, co jedno dobre ogniwo AA. Można przypuszczać, że w środku jest bardzo marnej jakości bateria niklowo-cynkowa. Trend „podkręcania" pojemności dotyczy wszystkich rodzajów akumulatorów mniej znanych firm. Na **fotografii F** pokazane są jedne z najlepiej sprzedających się tanich ogniw Li-Ion, mające 10% deklarowanej pojemności!*

*Na szczęście są jeszcze wyjątki. **Fotografia G** przedstawia wynik pomiaru pojemności akumulatorków NiMH Sanyo Eneloop, zakupionych niebawem po pokazaniu się ich na rynku (...) Po kilkunastu latach nadal mają 80% deklarowanej pojemności!*

Kupując akumulatorki (i nie tylko), dajmy szansę następnemu pokoleniu, aby także ono miało wybór. Tak naprawdę zakup „byle czego", to marnowanie kurczących się zasobów i zaśmiecanie matki Ziemi.

Pozdrawiam

Niektórzy inni uczestnicy z silnym przekonaniem, stanowczo i bez wahania napisali, że nie gra podana na akumulatorach wartość pojemności.

Oto przykłady:

(...) Nie gra typowo chińska pojemność. 18800 mAh to nie mają one wszystkie razem, a co dopiero pojedynczy akumulatorek ;)

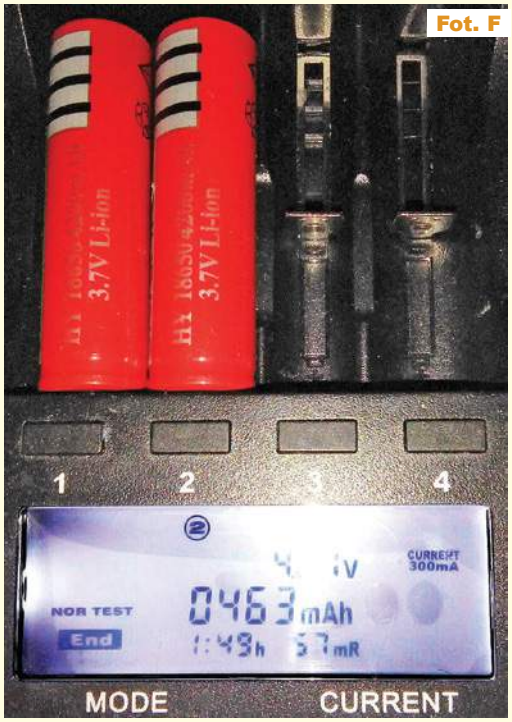
(...) Jestem studentem pierwszego roku elektrotechniki na Politechnice Świętokrzyskiej, a elektroniką interesuję się od 3 lat. Od tego czasu czytam również z zainteresowaniem „Elektronikę dla Wszystkich". Dużo się dowiedziałem, za co jestem wdzięczny. Do rozwiązania zadań podchodzę drugi raz. Chciałbym w tym momencie podziękować za upominek, jaki dostałem (...) Przechodząc do meritum: najbardziej rzucającym się w oczy problemem z przedstawionymi akumulatorami jest ich pojemność. Chociaż ogniwa są większe od popularnych 18650, to niemożliwe jest, by osiągnęły 18800mAh. Podobne przekręty stosowane są w przypadku wspomnianych już akumulatorów w rozmiarze 18650. (...)

Nieliczni podeszli z innej strony:

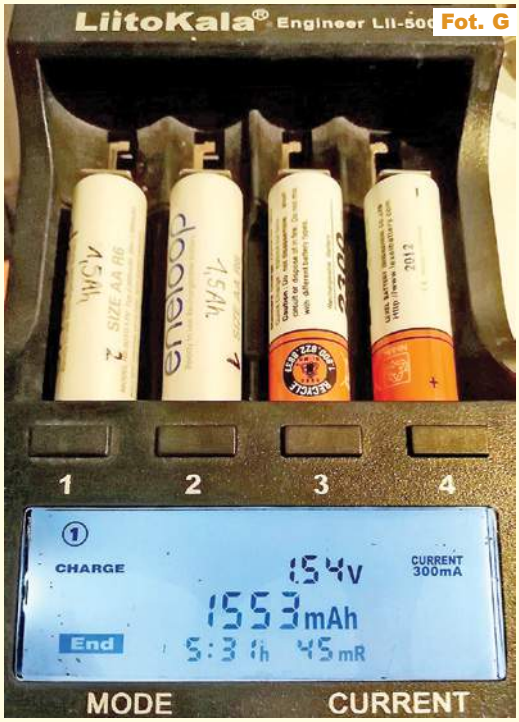
(...) Objętość obudowy ogniw 26650 to: 13mm×13mm×3,14×65mm = 34492,9 mm^3 = 0,034 litra. Podana na obudowie pojemność to około: 18800mAh = 18,8Ah = 18,8 × 3,7V = 69,56Wh. Daje to gęstość energii: 76,56Wh / 0,034l = 2045Wh/l

Tymczasem zgodnie z artykułem na anglojęzycznej Wikipedii, gęstość energii w Li-Ion sięga niespełna 700Wh/l, a [przecież] rzeczywista objętość ogniwa będzie mniejsza niż użyte wyżej zewnętrzne wymiary obudowy. Pozdrawiam

Niektórzy Koledzy doszli do trafnych wniosków, ale nie mieli 100-procentowej pewności i (lub) bardzo delikatnie przedstawili problem. Oto dwa przykłady:



Fot. F



Fot. G

eprasa.pl 389f3c6f1b

Witam.

Najprawdopodobniej rozwiązaniem zadania NieGra305 jest „zadeklarowana" pojemność ogniw (...) Ogniwa rozmiaru 26650 markowych producentów takich jak: Panasonic, Olight, czy XTAR, oscylują wokół pojemności 3000–6000 mAh. Natomiast ogniwa chińskich marek: FiJiLa, UltraFire często przekraczają 10000 mAh i więcej, jednocześnie będąc w cenie ogniw markowych lub nawet tańsze. Wykonane w tej samej chemii Li-Ion nie mogą osiągnąć większego nawet trzykrotnie upakowania energii. Zatem moją odpowiedzią jest: Fałszywa pojemność podana na ogniwie.

Z poważaniem

(...) Według etykiety mają one napięcie znamionowe 3,7V i pojemność 18800mAh. Drugi parametr jest problematyczny – konkurencyjne rozwiązania deklarują pojemność znacznie mniejszą, przykładowo: XTAR 26650-520PCM ma pojemność 5200mAh, KEEPPOWER P2652C ma pojemność 5200mAh, LiitoKala INR26650-50A ma pojemność 5000mAh. Nawet mniej znane (albo nawet cieszące się złą opinią) marki nie deklarują zwykle więcej niż 6800–7800mAh. Wskazywać to może na dwie rzeczy – albo firma FiJiLa opracowała własne technologie drastycznie zwiększające pojemność ogniw (co z kolei – biorąc pod uwagę, że nikomu innemu się to dotychczas nie udało – może nakazywać pewną ostrożność: nowe rozwiązania mogą mieć problem np. z trwałością lub bezpieczeństwem) albo zawartość etykiet opracowywana jest bardziej przez dział marketingu niż dział techniczny i wymaga weryfikacji.

Co ciekawe, jeden z uczestników napisał tak:

Mając chwilkę, zajrzałem do EdW. Szczerze się przyznam, pytanie jest bardzo podchwytliwe. Akumulatory LI-ION o takim oznakowaniu (TR 26650) używane są m.in. w latarkach (szperaczach LED), sprzęcie radiokomunikacyjnym bądź informatycznym, można by stwierdzić, że prawie 20Ah to o wiele za dużo, ale produkty o takim oznakowaniu znalazłem m.in. tu: https://pl.aliexpress.com/i/1005002589035193.html.
z czego wnioskuję, że wszystko gra!

Fotografia B pochodzi właśnie z jednego z chińskich sklepów obecnych na platformie Aliexpress.

Cóż – w tym przypadku problemem jest zdecydowanie za duże zaufanie, jakim Autor e-maila obdarzył chińskich handlowców i informacje o ich ofertach. A opinie o chińskich wyrobach są skrajnie różne. Do tej pory w większości skrajnie złe.

Nie jest to jednak cała prawda. Bardzo dobre wyroby, drogie i sprzedawane pod znanymi światowymi markami, także produkowane są w Chinach. Chińczycy od stuleci są znani na świecie jako kupcy, i to uczciwi, rzetelni kupcy. Odbiciem tego jest sposób, jak Aliexpress rozstrzyga spory między sprzedawcami i klientami. Oczywiście, w obecnej erze morderczej walki konkurencyjnej, w materiałach reklamowych jest wiele przesady, a nawet informacji fałszywych, wprowadzających w błąd. Ich ofiarą padają praktycznie tylko ci niezorientowani technicznie, którzy półdarmo chcieliby kupić wyroby najwyższej jakości.

Za jakość trzeba zapłacić. Wyrobów najwyższej jakości nie da się wyprodukować za bezcen! Chciwość i brak wiedzy zostają ukarane, gdy okazuje się, że pojemność jest kilka razy mniejsza od deklarowanej.

Tak, ale na Aliexpresie dostępne są naprawdę porządne akumulatory, w tym Li-Ion 26650 – przykład na fotografii C. Wiem, bo sam dokładnie takie tam właśnie kupiłem.

Cały problem w tym, żeby wybrać nie tylko sklep, ale i odpowiedni towar. Owszem, zdarzają się wyjątki, ale niezbyt często, gdy sklep wyprzedaje zapasy po okazyjnych cenach.

Fakt, że fotografia B pochodzi z portalu Aliexpress, nie uszedł uwadze kilku uczestników. Jeden z nich napisał: *Dzień dobry. (...) Zdjęcie zamieszczone w zadaniu pochodzi z oferty sprzedaży – link (...) lub (...) Głównie moją uwagę zwróciła bardzo duża pojemność tego typu akumulatorów 26650 – 18800mAh. Z posiadanych informacji wiem, że ten typ akumulatorów charakteryzuje się większą pojemnością, ale nie aż tak dużą. Typowo pojemność mieści się w przedziale 4500 – 6000mAh. Jakimi rzeczywistymi parametrami się charakteryzują przedstawione akumulatory? Jaką faktyczną pojemnością?*
*Znalazłem podobną ciekawostkę dotyczącą akumulatorów 18650, gdzie podano ich pojemność 19900mAh [**fotografia H**]. Czyli większą od typu 26650. Ciekawe! Jeżeli chodzi o akumulatory 26650, to należy wybierać wśród propozycji firm takich jak Keeppower, Panasonic, Shockli, LiitoKala. Pozdrawiam*

Fot. H

Pojemność akumulatorka wielkości 18650 równa 19,9Ah jest dosłownie wzięta z kosmosu, bowiem wykonania najlepszych marek (Sanyo, Samsung, Liitokala) osiągają 3,5Ah. Natomiast jeżeli chodzi o pokazaną na fotografii B pojemność 18800mAh, to tylko jeden uczestnik odkrył i napisał, skąd się wzięła: *Witam, nie gra napis na obudowie, jest to chwyt reklamowy (może pomyłka). Powinno być 18800mWh, tj. 18,8Wh, natomiast pojemność takich akumulatorów to około 5Ah (18800mWh : 3,7V = 5081mAh). Pozdrawiam.*

Prawie wszystkie rozwiązania wskazywały na nieprawidłową, zawyżoną pojemność akumulatorów.

Nagrody-upominki za zadanie ***NieGra305*** otrzymują:

Zygmunt Flisak – Opole,
Radosław Kukuła – Wrocław,
Krzysztof Adamski – Krzyków,
Bogdan Kosiński – Szczecin,
Paweł Sobótka – Szydłowiec.

Wszystkich uczestników dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

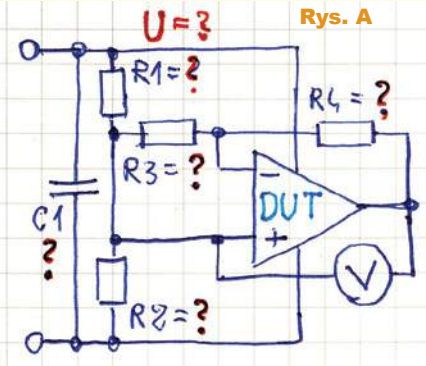
eprasa.pl 389f3c6f1b

Trzecia klasa Szkoły Konstruktorów

Policz – zadanie 310

Wykonaliśmy *Miernik wzmacniaczy operacyjnych* z EdW 11/2021. Zmierzyliśmy napięcia niezrównoważenia posiadanych wzmacniaczy i według tych pomiarów kilka z nich ma niewiarygodnie duże napięcie niezrównoważenia ponad 20mV. Aż się wierzyć nie chce, więc chcemy to potwierdzić w prostym układzie z **rysunku A**.

W ramach zadania *Policz310* należy:
– **zaproponować wartości elementów**.
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.



Rys. A

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 (**Policz310_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.

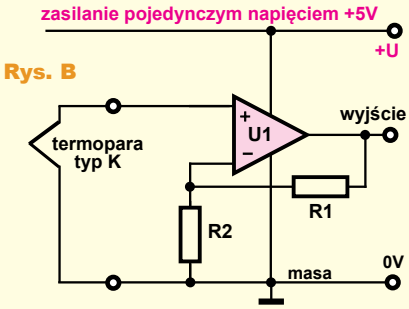
Policz – rozwiązanie zadania 305

W EdW 8/2021 przedstawione było zadanie *Policz305*, które brzmiało:
Do eksperymentów z Arduino i termoparą (typu K) chcemy na szybko zrobić prosty wzmacniacz według ***rysunku B***. *Wzmocnienie ma wynosić 500×. W ramach zadania Policz305 należy:*
– zaproponować wartości elementów oraz typ wzmacniacza operacyjnego.
Czy do takiego wzmacniacza warto dodać jakieś elementy lub obwody?

Zadanie było jednocześnie i łatwe, i trudne. Byłoby trudne, wręcz nie do zrealizowania, gdyby taki układ miał posłużyć do dokładnych pomiarów.

Zadanie jest łatwe, jeżeli ma to być zrobiony naprędce wzmacniacz służący do wstępnych eksperymentów z płytką Arduino, które zapewne pokażą wszystkie słabości i wady takiego zdecydowanie zbyt prostego rozwiązania.

Oto jedno z rozwiązań: *Dobry wieczór. (...) Jestem studentem pierwszego roku elektrotechniki na politechnice (...) elektroniką interesuje się od 3 lat. Jestem raczej początkującym elektronikiem. Od tego czasu czytam również z zainteresowaniem „Elektronikę dla Wszystkich". Dużo się dowiedziałem, za co jestem wdzięczny. Do rozwiązania zadań podchodzę drugi raz. Chciałbym w tym momencie podziękować za upominek, jaki dostałem przy poprzednim udziale. Przechodząc do meritum: proponowane wartości rezystorów to R1=100kΩ oraz R2=200Ω. Przy tak dobranych*



Rys. B

*wartościach rezystorów wzmocnienie wyniesie 501, co wydaje się wystarczająco bliskie zadanemu 500. Wzmacniacz powinien być typu rail-to-rail, żeby zapewnić maksymalne wykorzystanie możliwości ADC Arduino. Przykładem takiego wzmacniacza może być członek rodziny MCP600x. W temacie dodatkowych elementów lub obwodów, oprócz propozycji dodania kondensatorów blokujących na linii zasilania, nie mam za wiele do napisania. Chociaż można by wzbogacić Arduino o stabilniejsze źródło napięcia odniesienia dla przetwornika cyfrowo-analogowego, bo domyślnie wykorzystywane jest napięcie zasilania. Przykładem może być obwód z diodą Zenera lub scalone źródło napięcia odniesienia takie jak LM385. Można też wykorzystać wbudowane w Atmegę źródło napięcia odniesienia, ale jego wartość zależy od wykorzystywanej płytki, więc nie mogę jej sprecyzować. W takim wypadku potrzebne byłoby również zmniejszenie wzmocnienia, żeby uzyskać podobny zakres pomiaru temperatury. Bo zakładam, chociaż nie jest to podane w treści zadania, że pomiary byłyby wykonywane na domyślnych ustawieniach ADC i pod takie ustawienia dobierane było wzmocnienie. Opisane rozwiązanie może być potrzebne w zależności od sposobu zasilania, przy zasilaniu bateryjnym w czasie rozładowywania się ogniw obniżać będzie się napięcie referencyjne dla przetwornika A/C, przez co pomiar temperatury będzie uzależniony od tego czynnika. Nie wiem, czy takie rozwiązanie sprawdziłoby się przy zasilaniu przetwornicami impulsowymi, być może dzięki odpowiedniemu filtrowaniu udałoby się uzyskać stabilniejsze wyniki niż przy domyślnych ustawieniach. Można by się pokusić też o możliwość zmiany zakresu pomiarowego poprzez zmniejszenie wzmocnienia, na przykład dołączając do rezystora R1 równolegle drugi rezystor połączony szeregowo z włącznikiem, zworką czy tranzystorem MOSFET sterowanym z pinu Arduino (chociaż tego rozwiązania pewny nie jestem). Zmniejszając wzmocnienie o połowę, zwiększymy dwa razy możliwy do zmierzenia zakres temperatur, chociaż zmniejszymy też dokładność pomiaru. Wspominam o tym, ponieważ z moich obliczeń wynika, że maksymalna możliwa do zmierzenia temperatura w przypadku niezmodyfikowanego układu wynosi około 220*C (chociaż mogłem się pomylić). (...)*

eprasa.pl 389f3c6f1b

Rozważania projektowe warto zacząć od Arduino. Możemy śmiało przyjąć, że procesor Arduino też jest zasilany napięciem +5V. Jeżeli wykorzystana jest tam typowa, domyślna konfiguracja przetwornika analogowo-cyfrowego, to napięciem odniesienia jest napięcie zasilania i przetwornik ADC Arduino mierzy napięcia w zakresie 0...+5V.

A jeżeli tak, to aby nie zmniejszać zakresu pomiarowego, zastosowany wzmacniacz operacyjny U1 powinien być typu rail-to-rail (i to RRIO).

Jeżeli jednak w prostym układzie eksperymentalnym zgodzimy się ze zmniejszeniem napięcia i zakresu pomiarowego od góry, można zastosować wzmacniacz typu Single Supply (SS), czyli taki, którego wejścia i wyjście mogą pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania – masy. A jeżeli tak, to w roli U1 można zastosować nawet popularny LM358. Wtedy można przyjąć, że zakres napięć na wyjściu U1 będzie się rozciągał od zera do około 4V. Nie mogą to jednak być klasyczne wzmacniacze jak TL08x czy NE5532, bo ich wejścia ani wyjścia nie mogą pracować na poziomie ujemnej szyny zasilania.

Po wybraniu typu wzmacniacza operacyjnego należy dobrać wartości rezystorów. Mamy tu wzmacniacz nieodwracający, więc według popularnego wzoru, by uzyskać wzmocnienie 500×, wartość rezystora R1 powinna być 499 razy większa od R2.

I właśnie w nadesłanych rozwiązaniach pojawiły się propozycje zastosowania par rezystorów na przykład 49,9kΩ + 100Ω, 499kΩ + 1kΩ czy 4,99MΩ + 10kΩ,. Propozycje na tyle atrakcyjne, że w sprzedaży są odpowiednie rezystory. Już w 1-procentowym szeregu E96 jest nominał 499. Teoretycznie są to znakomite rozwiązania zadania *Policz305*. Jednak mała część uczestników, spośród tych bardziej zorientowanych, zwróciła uwagę także na inne okoliczności.

I tak niektórzy wspomnieli o tolerancji elementów. Wprawdzie nominały 499 i 1 wyznaczają teoretyczne wzmocnienie dokładnie równe 500×, jednak przy tolerancji obu rezystorów równej ±1%, teoretyczna maksymalna tolerancja uzyskanego wzmocnienia może sięgnąć 2%.

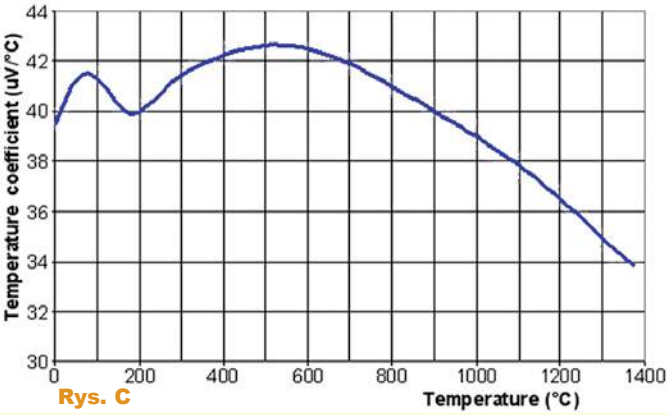
Jeden z Kolegów słusznie podkreślił, że wartości rezystorów nie mogą być za duże: *żeby uniknąć błędów, prądy płynące przez R1, R2 muszą być wielokrotnie większe od prądu polaryzacji wejść WO.*

Dwaj uczestnicy wspomnieli o czymś takim jak wzmocnienie własne wzmacniacza z otwartą pętlą (A_{OL}). Otóż stosunek wartości R1/R2 idealnie wyznaczy wzmocnienie tylko wtedy, gdy wzmocnienie własne (A_{OL}) będzie nieskończenie wielkie. A w przypadku wielu kostek, w szczególności LM358 daleko do tego. Według katalogów, mają one wzmocnienie A_{OL} typowo 100000, ale minimalnie 25 tysięcy. To wprowadzi zauważalny błąd. Problemu tego nie będzie w przypadku użycia nowoczesnych wzmacniaczy o wzmocnieniu stałoprądowym rzędu miliona i więcej.

W każdym razie jest pewien problem z dokładną wartością wzmocnienia. Dlatego niektórzy wspomnieli, że w układzie wzmacniacza powinien być element – potencjometr, pozwalający skorygować wzmocnienie w niewielkim zakresie. Ich zdaniem albo należałoby go dodać na schemacie między R1 i R2, albo włączyć w szereg z jedną z tych rezystancji. Czy jest to potrzebne?

Raczej nie! W tego rodzaju rozwiązaniach nie jest ważna dokładna *wartość* wzmocnienia, tylko stabilność parametrów, w tym *stabilność* wartości wzmocnienia.

Część uczestników słusznie przypomniała, że termopara typu K ma współczynnik cieplny około 41uV/°C. A to oznacza, że po 500-krotnym wzmocnieniu na wyjściu wzmacniacza U1 uzyskamy „nieokrągły" współczynnik około 20,5mV/°C. W literaturze można znaleźć wskazówki, że wzmocnienie należy tak dobrać (około 244×), żeby na wyjściu wzmacniacza uzyskać współczynnik 10mV/°C. I jeden z uczestników wspomniał o takiej wersji. Jednak przy eksperymentach z Arduino sygnał z wyjścia wzmacniacza niewątpliwie podawany będzie na wejście przetwornika ADC, więc dodatkową obróbkę, w tym korekcję wzmocnienia można przeprowadzić programowo. Można, a nawet trzeba, bowiem finalnym



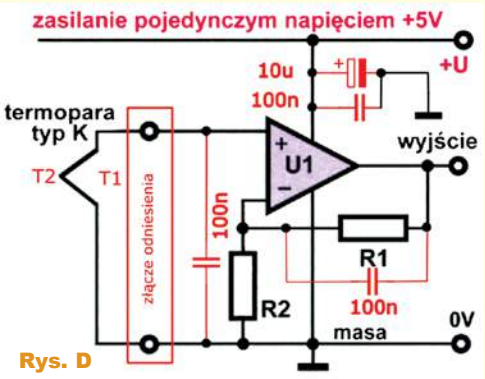
Rys. C

efektem ma być wartość temperatury, zapewne w stopniach Celsjusza.

Ściślej biorąc, podane 41uV/°C to wartość średnia przy niezbyt dużych temperaturach. Współczynnik cieplny termopary K nie jest stały, o czym daje pojęcie **rysunek C**. Dla uzyskania dużej dokładności trzeba uwzględnić tę nieliniowość, najłatwiej właśnie podczas cyfrowej obróbki w procesorze. Rysunek C sygnalizuje problem precyzji, ale nie jest to koniec trudności. Na pewno dużej dokładności nie można osiągnąć z wykorzystaniem Arduino, gdzie wbudowany jest bardzo słabej jakości przetwornik ADC, który ma nie tylko słabą rozdzielczość, ale przede wszystkim duże nieliniowości na obu krańcach zakresu pomiarowego.

A najpoważniejszy jest jeszcze inny problem, na który zwrócili uwagę nieliczni uczestnicy. Otóż termopara tak naprawdę wcale nie mierzy temperatury w danym punkcie, tylko mierzy różnicę temperatur obu swoich końców. Nieprzypadkowo w zadaniu pojawiło się dodatkowe pytanie: *Czy do takiego wzmacniacza warto dodać jakieś elementy lub obwody?*

To pytanie dotyczyło też dodania do układu wzmacniacza kondensatorów filtrujących zasilanie i zakłócenia w torze pomiarowym (jedna z nadesłanych propozycji pokazana jest na **rysunku D**).



Rys. D

eprasa.pl 389f3c6f1b

Ale przede wszystkim dotyczyło obwodu kompensacji temperatury.

Termopara mierzy różnicę temperatur swoich dwóch końców. Jeden koniec to punkt, którego temperaturę chcemy mierzyć. Drugi koniec dołączony jest do wejścia wzmacniacza, co na rysunku B sygnalizują dwa zaciski wejściowe. Najprościej biorąc, zaciski te mają temperaturę otoczenia, zapewne około 20...25°C, więc termopara będzie mieć zerowe napięcie, gdy punkt pomiarowy też będzie mieć temperaturę otoczenia.

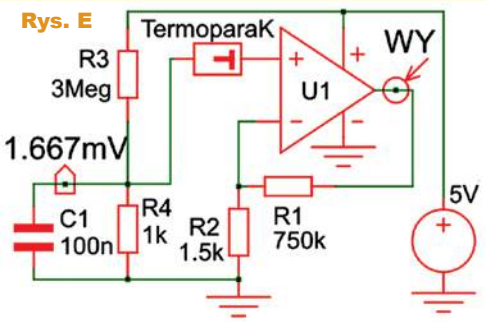
Wzmacniacz z rysunku B nie może mierzyć temperatur niższych od temperatury otoczenia (od temperatury zacisków wejściowych), bo wtedy termopara wytworzy napięcie ujemne, którego wzmacniacz nie wzmocni.

Aby w takiej konfiguracji wzmacniacza umożliwić pomiar temperatur niższych od temperatury otoczenia (zacisków), w tym temperatur ujemnych, a także by uniezależnić wskazania od zmian temperatury otoczenia, stosuje się różne sposoby.

Jeden ze stałych uczestników naszych konkursów zaproponował sposób bodaj najprostszy. Napisał tak: *(...) Termopara typu K (NiCr-Ni) ma zakres temperatury –200...+1200°C i jej czułość jest 41uV/°C. Napięcie na niej zmienia się prawie liniowo względem temperatury. (...) wzmocnienie wzm. op. wynosi 500, zatem termopara może pokryć zakres pomiaru temperatury: Temp_range= 5V/(41uV/°C)*500 = 243°C. Czyli w zakresie napięcia wyjściowego wzm. op. 5V układ może mierzyć temperaturę w zakresie ok. 240 stopni.*

Zaproponuję układ do pomiaru temperatury w zakresie od –40 do +200°C. (...) należy przesunąć punkt odniesienia termopary z zera do określonego napięcia, 1,667mV. [Na ***rysunku E*** *jest] zaproponowany układ z wyliczonymi wartościami. Rezystory R1 i R2 z szeregu 5% ustalają wzmocnienie 501. Napięcie referencyjne 1,667mV ustalone z dzielnika R3 i R4 będzie napięciem wejściowym dla zerowej temperatury (...)*

Rys. E



Ściślej biorąc, nie dla temperatury 0°C końca pomiarowego termopary, tylko dla zerowej różnicy temperatur między jej końcami, a więc dla temperatury otoczenia (zacisków wejściowych). Prosty sposób z rysunku D może być praktycznie użyteczny, bowiem nie zawsze układowi pomiarowemu stawiane są wysokie wymagania. Sposób z takim dzielnikiem pozwala dowolnie przesuwać zakres pomiarowy, ale nie pozwala skompensować zmian temperatury otoczenia.

Inny stały uczestnik zaproponował doskonalszy sposób z wykorzystaniem dedykowanego układu scalonego LT1025, co jest pokazane na **rysunku F**. Napisał on: *Dzień dobry. (...) Na rysunku [D] kolorem czerwonym zaznaczono elementy, które należy uwzględnić w schemacie wzmacniacza z termoparą.*

Wartości rezystorów można, dla założonego wzmocnienia, przyjąć: 499kΩ + 1kΩ, 750kΩ + 1,5kΩ, 1MΩ + 2kΩ.

Termopary mierzą różnicę temperatur. Zależność siły termoelektrycznej przedstawia się zależnością

E = kt (T2 – T1)

kt – czułość termoelektryczna

Potrzebna jest znajomość temp. T1 jako temperatury odniesienia. Jako temp. odniesienia przyjmuje się:

– temperaturę otoczenia (przy pomiarach przemysłowych),

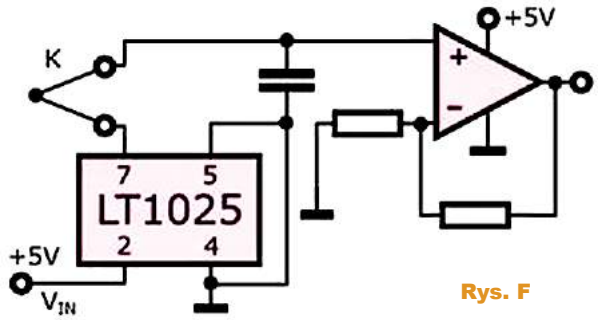
– temperaturę roztworu wody z lodem,

– temperaturę termostatu o innej temperaturze niż 0°C.

W systemach pomiarowych temp. T1 jest mierzona czujnikiem półprzewodnikowym i następnie jest uwzględniana jako sygnał korygujący (złącze odniesienia na powyższym rysunku) np. układ LT1025. W naszym zadaniu brak jest uwzględnienia temp. T1.

Brakuje bloku złącza zimnego w temp. T1 = 0°C lub kompensacji siły termoelektrycznej zimnego złącza.

Przy okazji należy wspomnieć, że również brakuje układu detekcji przerwy w obwodzie termopary.



Rys. F

Rozwiązań kompensacji offsetu WO nie polecam, gdyż lepiej jest dobrać WO z małym offsetem. Po prostu, prostsze rozwiązanie.

Na rysunku [F] przedstawiam włączenie układu LT1025 w obwód termopary i wzmacniacza operacyjnego.

Dostępny jest specjalny zestaw (LTK001), który zawiera LT1025 i specjalnie dostosowany wzmacniacz termopary. Istnieją inne precyzyjne wzmacniacze termoparowe z kompensacją zimnego złącza np. AD8494 ...AD8497. Wzmacniacze operacyjne WO przeznaczone do zastosowań w układach termopary wymagają bardzo niskiego napięcia offsetowego i dryftu. W naszym przypadku WO powinien być typu rail-to-rail, aby wykorzystać w pełni zakres 5V napięcia zasilającego. Przykładowo mogą to być WO: AD8551, AD8571, LTC1050, LTC1052, o większym offsecie LTC6081. Pozdrawiam.

Schemat z rysunku F na pierwszy rzut oka niesłusznie może się wydać dziwny, wręcz błędny. Na **rysunku G** pokazany jest firmowy schemat aplikacyjny z kostki LT1025, a dalszych informacji należy szukać w karcie katalogowej. Nagrody-upominki za zadanie ***Policz305*** otrzymują:

Student (prosił o anonimowość),

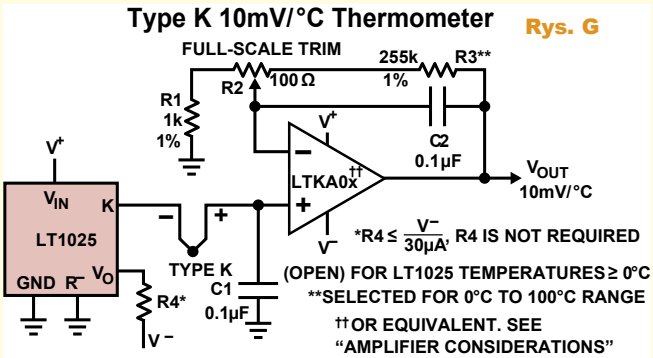
Ryszard Magdycz – Wrocław,

Łukasz Gąska – Pogorzel,

Wszystkich uczestników konkursu dopisuję do listy kandydatów na bezpłatne prenumeraty.

Piotr Górecki

Rys. G



eprasa.pl 389f3c6f1b

UWAGA! UWAGA!
Kończy nam się zapas krzyżówek
Zostań autorem krzyżówki!

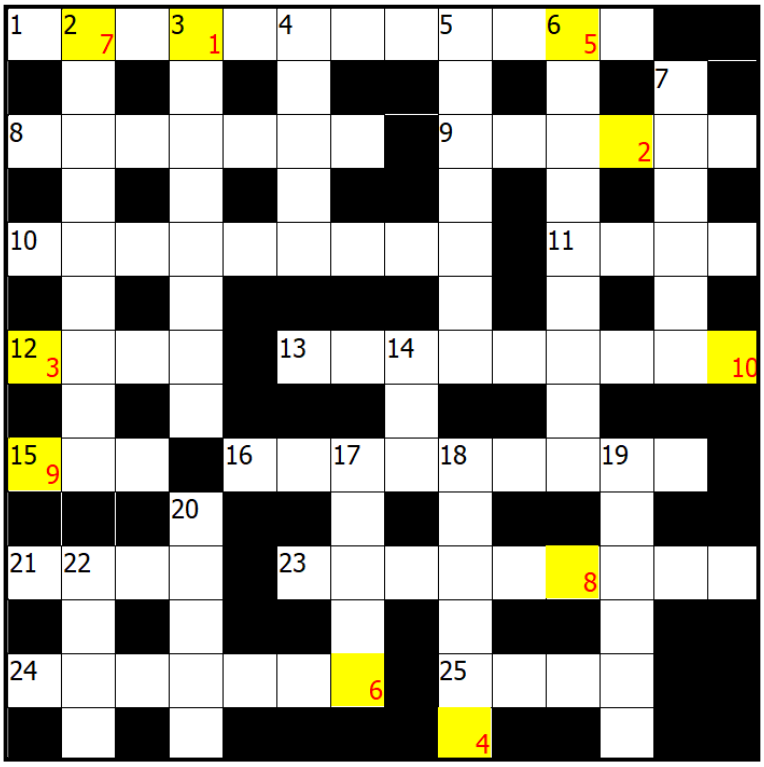
Zachęcamy do nadsyłania krzyżówek, także bardziej rozbudowanych i skomplikowanych (edw@elportal.pl). Mogą to być wykreślanki, krzyżówki panoramiczne, jolki, kwadraty magiczne, łamigłówki, szarady i inne.

Nagrodą dla Autora będzie 6...18 miesięcy prenumeraty EdW (w wersji elektronicznej), przy czym dotychczasowi prenumeratorzy dodatkowo otrzymają możliwość zamiany na prenumeratę innego czasopisma AVT.

PIONOWO:
2. Klasy A, B, C lub D
3. Ochrona środowiska naturalnego
4. Wyznanie wiary
5. Multimetr
6. Kineskopy firmy Sony
7. Marka smartfonów
14. Dyski SSD Samsunga
17. Np.: AES-256
18. Element silnika
19. Człowiek bez rozumu
20. Długie lub krótkie
22. Nie tylko do szycia

POZIOMO:
1. Liniowy lub obrotowy
8. Środek do trawienia płytek
9. Imię żeńskie
10. Światełka na tanecznej sali
11. Imię męskie
12. Nieobecności
13. Na wyposażeniu kuchni
15. Niewiadoma
16. Uroczyste w pierwszej klasie
21. Drobny węgiel
23. Sklep elektroniczny
24. Hurtownia elektroniczna
25. „Mocne” tranzystory

Hasło należy odczytać z zaznaczonych pól.



Autorem zagadki jest **Sylwester Niemyjski z** Białegostoku.
Autor w nagrodę otrzymuje 9-miesięczną e-prenumeratę EdW.

AVT stosuje system rabatów dla wszystkich wiernych Czytelników EdW, dokonujących zakupów w sieci handlowej AVT drogą sprzedaży wysyłkowej. Naklejenie na kartonik zamówienia trzech kuponów wyciętych z trzech kolejnych najnowszych wydań EdW uprawnia do: **10% zniżki** na zakup kitów **AVT, TSM, Vellemana, 10% zniżki** na **książki** w ramach Księgarni Wysyłkowej AVT. **Już zakup na sumę 139 zł pozwala zaoszczędzić kwotę równą cenie jednego numeru EdW.**
Uwaga!
Zniżki dotyczą wyłącznie zamówień osób prywatnych.

Kupon rabatowy EdW 1/2022

Kupon rabatowy EdW 1/2022

Kupon rabatowy EdW 1/2022

Rozwiązanie zagadki z EdW 10/2021:
Krzysztof – 5 z tranzystorów bipolarnych z profesorem Nowakiem.
Łukasz – 3 z czwórników biernych z profesorem Madejem.
Marek – 4 z diód z profesorem Szabatinem.
Piotr – 2 ze wzmacniaczy operacyjnych z profesorem Kowalskim.

Upominki w postaci kitów AVT otrzymują: **J. R.** – Wrocław, **Krzysztof Mirosław** – Puławy, **Michał Świtalski** – Nakło nad Notecią.

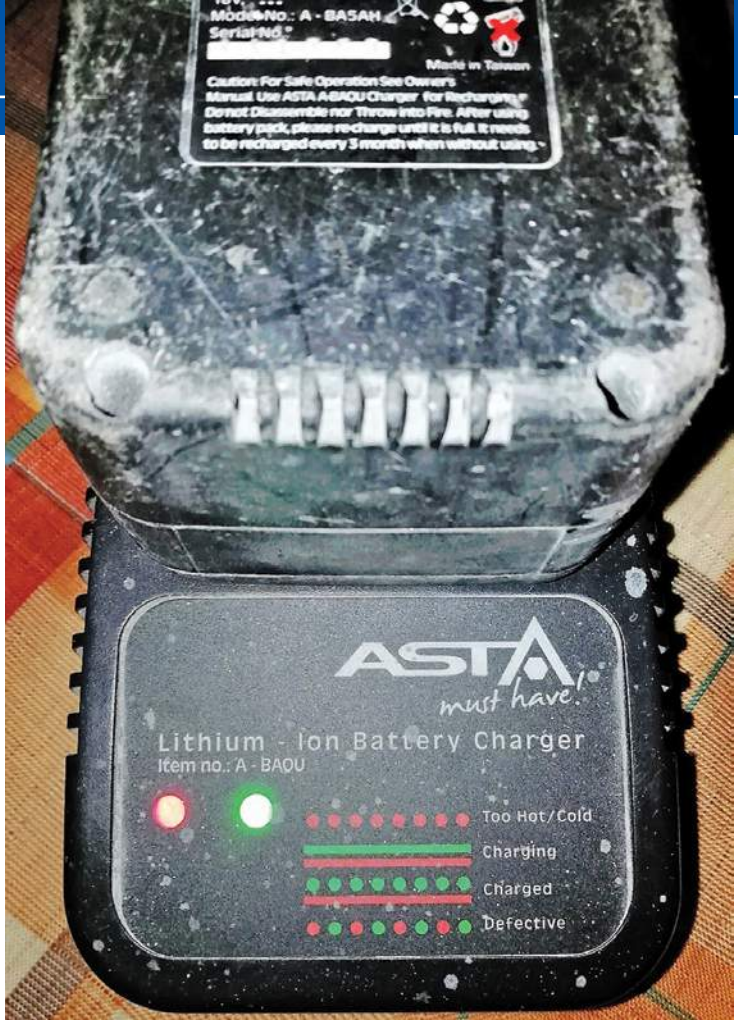
Rozwiązania z tego numeru (tylko hasło) należy nadsyłać w ciągu 45 dni od ukazania się tego numeru EdW.

E-maile z rozwiązaniami powinny w tytule zawierać nazwę konkursu, numer zadania i nazwisko Czytelnika, np. ***Krzyżówka2201Kowalski.***
Listy powinny być opatrzone podobnym dopiskiem.
Uwaga! Przysyłając rozwiązanie krzyżówki, nie zapominajcie o podaniu e-mailu pełnego adresu. Jego brak uniemożliwia wysłanie, a więc także przyznanie Czytelnikowi upominku.

Natomiast przysyłając propozycję zagadki napiszcie: ***Krzyżówka – propozycja*** (żeby nie myliło się z rozwiązaniami). Wraz z propozycją nowej krzyżówki należy przysłać oświadczenie, że krzyżówka jest oryginalnym dziełem podpisanego i że nie była nigdzie publikowana. Redakcja nie ingeruje w treść merytoryczną (precyzję sformułowań) haseł krzyżówki.

eprasa.pl 389f3c6f1b

Naprawa ładowarki ogniw Li-Ion



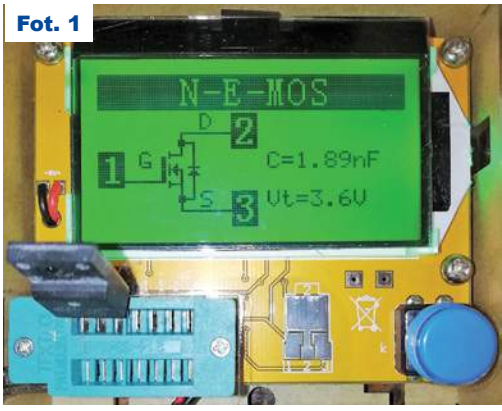
Naprawa sprzętu powszechnego użytku wychodzi z mody. Producenci nie udostępniają schematów ideowych, a obudowa coraz rzadziej daje możliwość demontażu. Niemniej jednak wiele sprzętów zbyt pochopnie trafia do śmieci. Ich naprawa możliwa jest za przysłowiowe „grosze". Dla dobra Ziemi i na przekór tym, co twierdzą, że to się nie opłaci.

Ładowarka widoczna na **fotografii tytułowej** była całkowicie martwa, gdy trafiła do naprawy; nie reagowała na podłączenie zasilania sieciowego czy założenie akumulatora. Wstępna diagnoza wykluczyła zalanie lub mechaniczne uszkodzenie np. przewodu zasilającego. Poszukiwania w necie szybko doprowadziły do schematu pokazanego na **rysunku 1**. Elektronika zbudowana jest na bazie kontrolera CR6842 (kartę katalogowa łatwo znaleźć, wpisując w wyszukiwarkę *CR6842 pdf* albo *CR6842T pdf*). To układ bliźniaczo podobny do UC3842 – dobrze znanego Czytelnikom regulatora PWM do przetwornic. Podobnie jak układ z rodziny 384x, także ten ma napięciowe sprzężenie zwrotne oraz kontrolę prądu klucza (prądu cewki). Niewielkie różnice występują w sposobie ustawienia częstotliwości oscylatora i niestety w rozłożeniu wyprowadzeń, przez co układy nie są względem siebie zamienne.

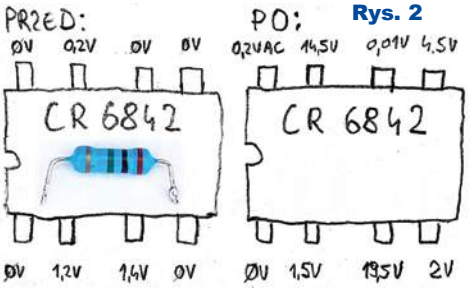
Wracając do usterki; całkowity brak napięcia po stronie wtórnej i praktycznie zerowy pobór prądu po stronie sieciowej sugerowały, że mamy do czynienia z przerwą w obwodzie lub uszkodzonym tranzystorem kluczującym. Tranzystor Q1 powędrował na tester elementów – **fotografia 1**, gdzie okazało się, że jest sprawny. W takim razie należało sprawdzić, czy i jak jest wysterowywany. Pomiar napięć na kontrolerze CR6842 widzimy po lewej stronie **rysunku 2**. W zasadzie wszędzie mamy 0V, co sugerowało uszkodzenie kontrolera. Niestety wymiana układu na nowy nie rozwiązała problemu. Rozkład napięć był zbliżony.

Na pewien, jak się okazało słuszny, trop naprowadził rysunek 1 oraz dokumentacja układu. Wyprowadzenie nr 3 CR6842 opisane jako **VIN** służy do detekcji wyprostowanego napięcia sieci i wstępnego zasilenia układu. Skoro nie było tam zwarcia, a napięcie nie podnosiło się, to usterka musiała być „po drodze". Wkrótce okazało się, że uszkodzeniu uległ rezystor 2MΩ, który jako pojedynczy element musiał redukować napięcie o ponad 300V. Charakterystyczne nadpalenie obwódki pokazane jest strzałką na **fotografii 2.**

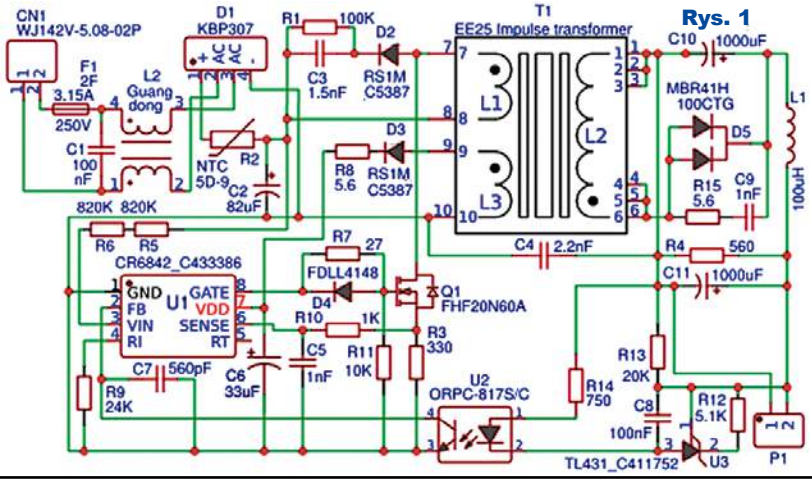
Fot. 1



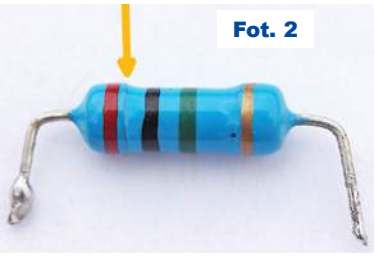
Rys. 2



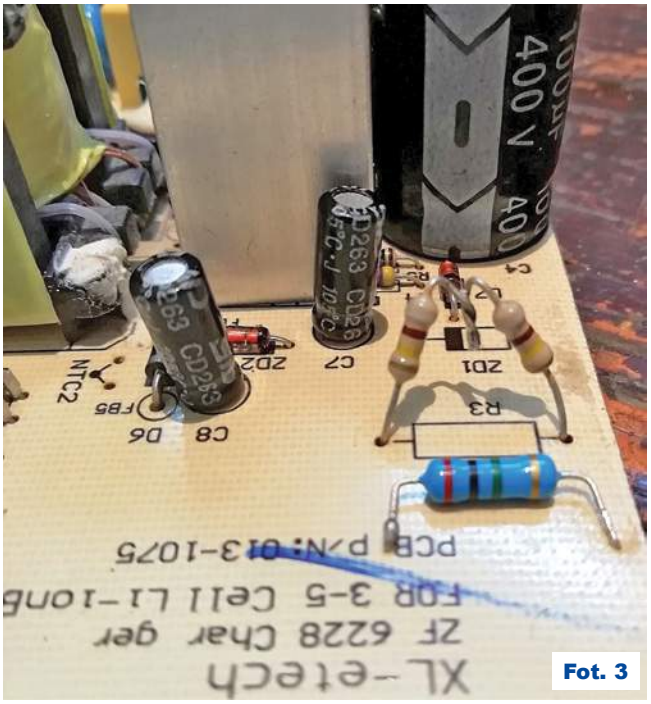
Rys. 1



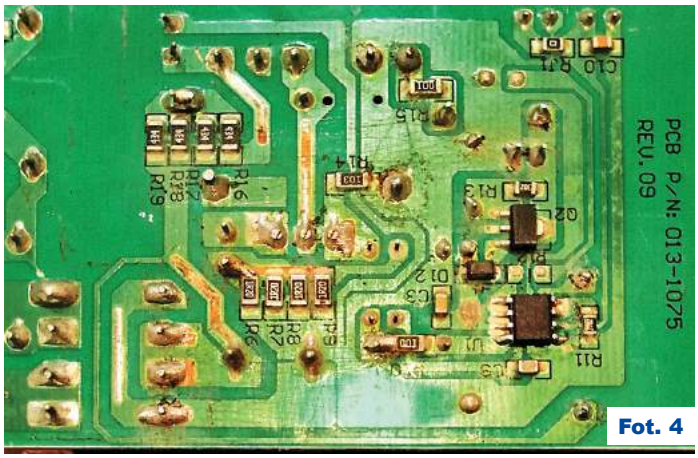
Fot. 2



eprasa.pl 389f3c6f1b



Fot. 3



Fot. 4

Po pokazanej na **fotografii 3** wymianie na dwa szeregowo połączone rezystory 910kΩ (wartość pomiędzy zamontowanym wcześniej 2MΩ a wartościami R5 i R6 z rysunku 1) ładowarka ruszyła od razu. Zmierzony i co ważniejsze poprawny rozkład napięć przedstawia prawa strona rysunku 2.

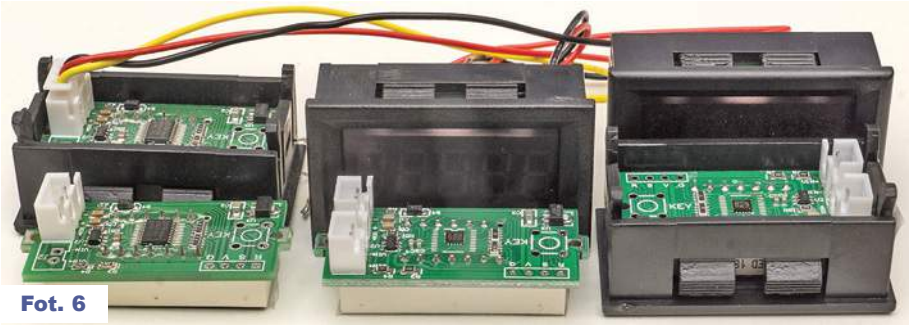
Po kilkugodzinnym teście i polakierowaniu płytki (**fotografia 4**) ładowarka wróciła do właściciela.

W podsumowaniu naprawy należy podkreślić groszowy koszt dwóch rezystorów, ale również na pozór oczywisty wniosek: każdy sprzęt jest na tyle mocny, jak mocny jest jego najsłabszy element. W tym przypadku oszczędność jednego rezystora poskutkowała całkowitym unieruchomieniem ładowarki. Do tego wątpliwe jest, aby rezystor z fotografii 2 był markowym elementem wysokonapięciowym.

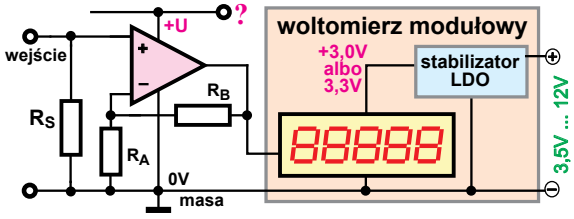
Michał Stach
michal.stach@elportal.pl

Ciąg dalszy ze strony 43

Wcześniej stwierdziliśmy, że to właśnie wzmacniacze operacyjne psują dokładność przy małych prądach. I tak jest, ponieważ w tanich chińskich modułach stosowane są najtańsze wzmacniacze operacyjne o kiepskich parametrach, mające nie tylko duże napięcie niezrównoważenia, ale i duży dryft tego napięcia. Natomiast na rysunku 5 proponowane są wzmacniacze typu auto-zero. Wzmacniacze MCP6V01 i pokrewne mają wejściowe napięcie niezrównoważenia maksymalnie ±2uV (tak, dwa mikrowolty, nie miliwolty) i dryft tego napięcia, maksymalnie ±50nV/°C, w rzeczywistości znacznie mniejszy. Zastosowanie tego rodzaju wzmacniaczy otwiera drogę do budowy amperomierzy o bardzo dobrej dokładności, w których rezystancja bocznika R_S może być bardzo mała, co oznacza małe straty mocy i malutki spadek napięcia na amperomierzu. W praktyce można i warto wykorzystać do tego kolejny gotowy chiński moduł.


Fot. 6

Rys. 7



Miałem w zapasach moduły woltomierza pięciocyfrowego z kostką MCP3421. Takie moduły o zakresie pomiarowym 0...33V (dwie wersje) pokazane są na **fotografii 6**.

Krótko mówiąc, chodzi o realizację amperomierza według idei z **rysunku 7**, gdzie najlepiej byłoby wykorzystać bocznik pomiarowy R_S o jak najmniejszej oporności, rzędu 1 miliома, wzmacniacz operacyjny typu auto-zero oraz gotowy precyzyjny moduł woltomierza z przetwornikiem MCP3421.

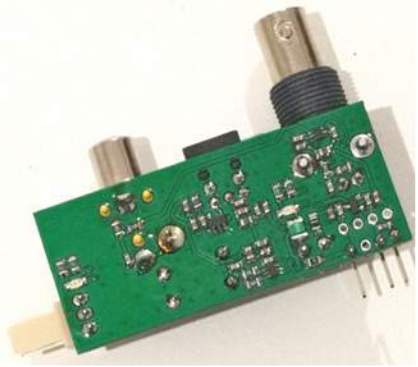
Idea z rysunku 7 jest prosta i dobra, prawidłowa, ale trzeba rozwiązać kilka problemów oraz zadbać o szereg ważnych detali. Dalsze szczegóły dotyczące projektowania oraz realizacji tego rodzaju amperomierza przestawione zostaną w drugiej części artykułu.

Piotr Górecki

eprasa.pl 389f3c6f1b

Zadanie CoTo2201

Zadanie konkursowe brzmi:
Co przedstawia zamieszczona obok fotografia?



Prosimy o krótkie odpowiedzi.

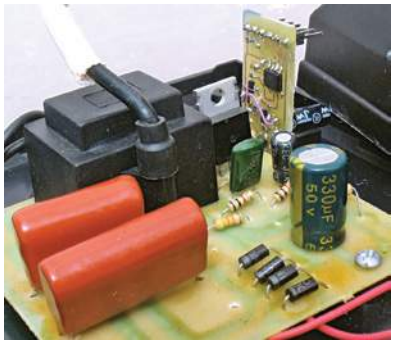
E-maile z odpowiedziami należy przysyłać w ciągu miesiąca od ukazania się numeru, na adres: ***konkursy@elportal.pl***, **nie zapominając o podaniu adresu** niezbędnego do wysyłki upominku.

W tytule e-maila należy podać nazwę konkursu, numer zadania i własne nazwisko, np. *CoTo2201Kowalski*.

Wśród autorów prawidłowych odpowiedzi rozlosowane zostaną 3 kity AVT.

Rozwiązanie zadania CoTo2110

Fotografia pochodzi z artykułu „Uniwersalny generator melodii", którego autorem jest Circuit Chaos.



Artykuł ukazał się w EdW 5/2021, na stronie 55.

Za prawidłowe odpowiedzi upominki w postaci kitów AVT otrzymują:

Mateusz Zdanowicz – Wojnowo,
Ryszard Magdycz – Wrocław,
Marek Kowal – Chorzów.

W najbliższych numerach EdW planujemy

EdW 2/2022
Podwójnie zrównoważony moduł audio

Tematyka audio jest niezmiernie szeroka. Wielu elektroników poszukuje satysfakcjonujacych rozwiązań konstruując własne układy i urządzenia. Warto zapoznać się z interesującą koncepcją podwójnego, zrównoważonego uniwersalnego modułu.

EdW 3/2022
Ładowarka superkondensatorów

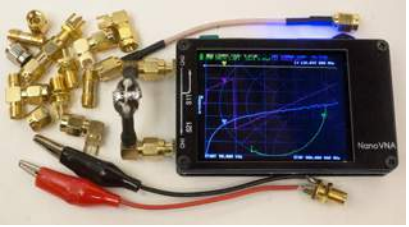
Naładowanie kondensatora wydaje się zadaniem trywalnym, niegodnym uwagi. Zadanie przestaje być trywialne, jeżeli ładowany kondensator ma pojemność rzędu tysiąca faradów lub więcej. Projekt przedstawia zaskakująco prosty sposób rozwiazania poważnego problemu.

EdW 4/2022
Generator nanosekundowy

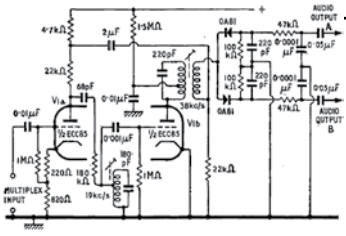
Generatory są ogromnie ważnym wyposażeniem warsztatu każdego elektronika. Rozwój generatorów DDS nie zmienił faktu, że jednym z najważniejszych przebiegów testowych jest fala prostokątna, mająca jak największą stromość zboczy.

W kolejce na publikację czekają m.in.:

Rozmaite projekty i artykuły edukacyjne przygotowywane przez Piotra Góreckiego przedstawiane są na stronie: ***https://bit.ly/3aj0ixL*** osiągalnej także za pomocą QR-kodu: gdzie możesz zadecydować o kolejności ich publikacji.



Pomiary pH wody i gleby
Elektronika stopniowo wkracza w nowe dziedziny. Między innymi pozwala mierzyć jakże ważny w wielu dziedzinach współczynnik pH.



Lampowe dekodery stereo?
Czy w epoce lampowej można było zrealizować dekoder stereo? Czy to jest w ogóle możliwe bez zastosowania tranzystorów oraz bez układów scalonych?

eprasa.pl 389f3c6f1b

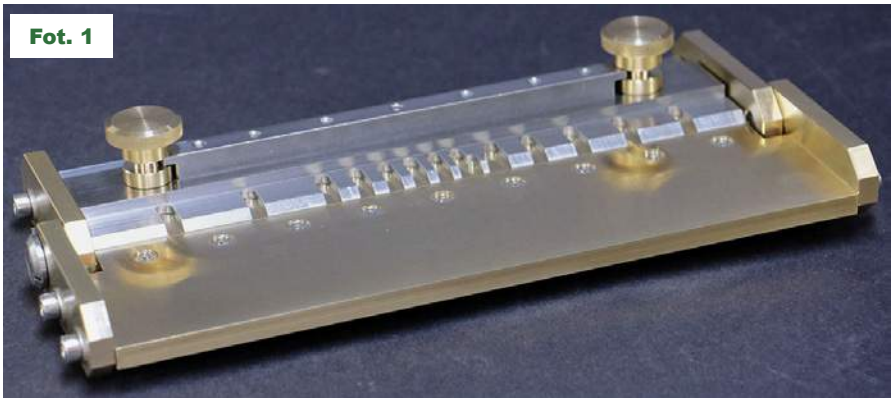
Porady warsztatowe
Kilka przydatnych wskazówek

Zaginarka

W przypadku obróbki mechanicznej drobnych elementów metalowych nieocenione usługi daje zaginarka do elementów fototrawionych stosowanych w modelarstwie. Zdecydowanie najlepszą zaginarką, jaką autor zna, jest zaginarka pokazana na **fotografii 1**. Autor używa jej do wykonywania ekranów elektromagnetycznych pól wielkiej częstotliwości. Zaginarka wykonana jest z masywnych elementów stalowych, dlatego bez problemu radzi sobie z cienkimi blaszkami, jest niezwykle stabilna mechanicznie, a dzięki „łamanej" konstrukcji obsługa jej jest bardzo prosta. Dodatkowe wycięcia pozwalają na precyzyjną obróbkę nawet drobnych detali.

Ekrany do urządzeń w.cz. najlepiej wykonywać z blachy miedzianej o grubości 0,2mm. Blacha taka, ze względu na małą grubość, nie jest w stanie zbyt szybko odprowadzać ciepła podczas lutowania, a jednocześnie bardzo łatwo poddaje się wszelkiej obróbce mechanicznej. Blacha mosiężna jest co prawda nieco sztywniejsza, jednak trudniej się ją lutuje w porównaniu do miedzi i wymagane jest stosowanie topników bardziej agresywnych niż kalafonia.

Zaginarkę można kupić na portalach aukcyjnych. Do zaginania większych i grubszych elementów można stosować naprawdę dobrą giętarkę stołową np. typu ZG-300/2 produkowaną przez Zakład Doskonalenia Zawodowego w Białymstoku.


Fot. 1

Nożyce NEO 31-065

Autor stosuje te nożyce do cięcia cienkich blach i laminatu – **fotografia 2**. Ze względu na swoją konstrukcję, powierzchnie cięcia są bardzo równe, a same nożyce nie mają tendencji ani do klinowania, ani zjeżdżania z linii cięcia. Nożyce umożliwiają przecinanie stali o grubości do 0,9mm, stali hartowanej do 0,7mm, aluminium do 1mm, miedzi do 1,1mm. Ostrza tnące są hartowane indukcyjnie, co zapewnia długą żywotność. Autor odkrył te nożyce na stronie Janusza SP4IRX. Grubsze elementy można ciąć za pomocą gilotyn.

Fot. 2

Lutowanie

Dobrym topnikiem do wielu lutowanych, szczególnie trudniejszych materiałów, jest stearyna (kwas stearynowy) – **fotografia 3**. Stearyna jest mieszaniną nasyconych kwasów tłuszczowych (palmitynowego, stearynowego) oraz nieznacznej ilości kwasów nienasyconych. Temperatura topnienia stearyny wynosi około 70 stopni Celsjusza. Stopiona stearyna jest bardziej reaktywna, jest „silniejszym" topnikiem niż kalafonia. Stearyna działa korozyjnie na płytkę drukowaną (dzięki temu jest w stanie usuwać z niej zanieczyszczenia) tylko w stanie stopionym, ale nie na tyle, by stanowić zagrożenie dla płytki drukowanej czy elementów elektronicznych. Stearynę stosuje się przy produkcji środków kosmetycznych, a także jako dodatek uszlachetniający do parafiny przy produkcji świec (jednak świece nie nadają się do wykorzystania jako topnik). Pozostałości stearyny usuwa się za pomocą acetonu (stearyna słabo rozpuszcza się w alkoholach, a nie rozpuszcza się w wodzie). Wadą acetonu jako środka czyszczącego jest fakt, że potrafi zmyć napisy np. z kondensatorów elektrolitycznych czy kod paskowy z rezystorów, a nawet rozpuszczać szczoteczkę do zębów. Stearyna używana jest w niektórych profesjonalnych topnikach. Stearynę można kupić bez najmniejszego problemu na portalach aukcyjnych.

Fot. 3

Rafał Orodziński
sq4avs@gmail.com

eprasa.pl 389f3c6f1b

EdW 1/2022 – lista osób nagrodzonych:

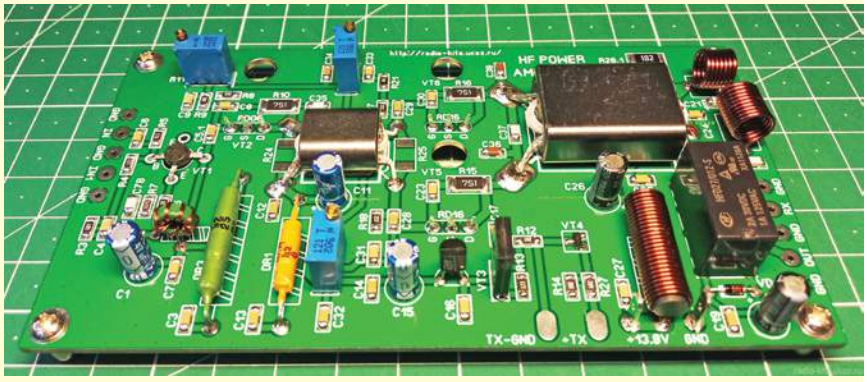
Krzysztof Adamski ..... Krzyków
Dariusz .....
Zygmunt Flisak ..... Opole
Łukasz Gąska ..... Pogorzel
Piotr Grzegorczyk ..... Siedlce
Grzegorz Jabłoński ..... Lublin
Jakub Jakubczyk ..... Kluczbork
J. R. ..... Wrocław
Jacek Konieczny ..... Poznan
Bogdan Kosiński ..... Szczecin
Marek Kowal ..... Chorzów
Radosław Kukuła ..... Wrocław
Ryszard Magdycz ..... Wrocław
Krzysztof Mirosław ..... Puławy
Sylwester Niemyjski ..... Białystok
Andrzej Nowicki ..... Warszawa
Łukasz Olszok ..... Tarnowskie Góry
Rafał Orodziński ..... Białystok
Emil Różański ..... Biała.
Paweł Sobótka ..... Szydłowiec
Michał Stach ..... Kamionka Mała
Student .....
Tomasz Sukiennik ..... Kraków
Tadeusz Susfał ..... Warszawa
Andrzej Szulda ..... Olsztyn
Michał Świtalski ..... Nakło nad Notecią
Jarosław Węgliński ..... Warszawa
Mateusz Zdanowicz ..... Wojnowo
Krzysztof Zych ..... Kraków

Uwaga! Jeśli do końca stycznia poczta nie dostarczy osobie z powyższej listy przesyłki z nagrodą, prosimy zgłosić ten fakt redakcji (22 783 00 20, ewa.dudzik@elportal.pl)

Zajrzyj do interesujących materiałów
„Świat Radio" 1–2/2022

Prosty minitransceiver DSB/80m
Budowa urządzeń jednowstęgowych wymaga pewnego doświadczenia. Początkującym radioamatorom proponujemy wykonanie najpierw transceivera DSB/QRP np. na bazie AVT 174, który jest prostszy w uruchomieniu niż SSB, a zastosowany układ UL1242 (TBA120S) wciąż jest dostępny na rynku.

Wzmacniacz mocy UT2FW
Opisany w ŚR 1–2/22 wzmacniacz mocy na fale krótkie jest skonstruowany na tranzystorach RD06HVF1 oraz 2xRD16HHF1 i został przystosowany do transceiverów QRP w celu zwiększenia mocy maksymalnie do 50W. Konstrukcja jest oparta na opracowaniu UT2FW, a kit urządzenia przygotowany przez UR3IQH, łącznie z filtrem LPF, jest dostępny w sieci.



Errare Humanum Est

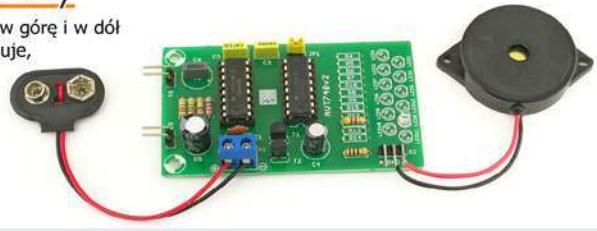
W ciągu ostatniego miesiąca nie zgłosiliście żadnych błędów w EdW.

R E K L A M A

AVT 740 Dotykowy generator dźwięku syreny

Układ jest niezwykłym generatorem, którego częstotliwość jest płynnie przestrajana w górę i w dół za pomocą sensorów dotykowych. Odpowiednie dobranie parametrów układu powoduje, że moduł szczególnie dobrze nadaje się do naśladowania syren policyjnych. Duża szybkość przestrajania oraz możliwość przełączenia zakresu częstotliwości, pozwala wytwarzać setki rozmaitych niesamowitych sekwencji dźwięków.

KITy AVT
Znajdź nas na



eprasa.pl 389f3c6f1b

Ciąg dalszy ze strony 17

Widać, że trójfazowa prądnica i silnik Tesli miały uzwojenia rozmieszczone co 60°, a tym samym prąd między fazami był również przesunięty o 60°, co wymagało stosowania sześciu przewodów do połączenia między nimi. Według pomysłu Tesli każda faza wymagała stosowania dwóch przewodów, co mocno zniechęcało do stosowania jego pomysłu ze względu na wysoki koszt miedzi.

Michał Doliwo-Dobrowolski prace nad wirującym polem magnetycznym i prądem trójfazowym opierał na doświadczeniach Ferriarisa, a ten swoje prace prowadził w roku 1885, trzy lata po Tesli. Z tego wynika, że Doliwo-Dobrowolski swoje doświadczenia mógł prowadzić nie wcześniej niż w 1886, 1887 roku, tym bardziej że w latach 1886–1887 zajmował się głównie elektrochemią i galwanoplastyką. Dopiero po objęciu kierowniczego stanowiska w berlińskim oddziale AEG w 1887 r. zaczął intensywną pracę nad prądem trójfazowym. W latach 1889–1891 skonstruował pierwszą prądnicę prądu trójfazowego z uzwojeniami rozmieszczonymi co 120° i połączonymi w gwiazdę. To genialne rozwiązanie pozwoliło zmniejszyć liczbę przewodów do przesyłu energii z sześciu (Tesla) do trzech. Przy połączeniu w gwiazdę napięcie w punkcie wspólnym wynosi 0 i do niego może być dołączony czwarty przewód zerowy. W 1889 r. skonstruował i opatentował silnik indukcyjny klatkowy, a później opracował różne wersje uzwajania wirników dla silników indukcyjnych. W 1889 r. skonstruował również przetwornicę jednotwornikową do zamiany prądu stałego lub jednofazowego w trójfazowy. W późniejszych latach skonstruował wiele odmian transformatorów trójfazowych oraz różne wersje silników klatkowych.

Porównując życiorysy i dokonania tych dwóch wybitnych wynalazców, można zauważyć, że wirujące pole magnetyczne i prąd trójfazowy na pewno odkrył Tesla. Tesla również zbudował pierwszy silnik indukcyjny dwu- i trójfazowy oraz wynalazł silnik indukcyjny jednofazowy, ale nie rozwiązał problemu wynikającego ze stosowania sześciu przewodów do łączenia prądnicy z silnikiem. Doliwo-Dobrowolski zbudował swój silnik i prądnicę trójfazową rok później niż Tesla, ale jego system miał większą sprawność i o połowę mniej przewodów, co wyraźnie zmniejszało koszty eksploatacji. Z tego względu system Doliwo-Dobrowolskiego natychmiast zaczął być stosowany w Europie, a później na całym świecie.

Z poznanych informacji można wysnuć tylko jeden wniosek: obaj wymyślili tak wiele urządzeń elektrycznych, że obydwu należy uznać za współtwórców nowoczesnej energetyki. Dla czytelników nieobeznanych z energetyką parę słów wyjaśnienia, dlaczego tak ważne jest połączenie uzwojeń prądnicy w gwiazdę. Przy połączeniu w gwiazdę napięcie każdej fazy wynosi 230V, a w punkcie wspólnym 0. Napięcie międzyfazowe wynosi 398V (wynika to z obliczeń dla sumy napięć fazowych przesuniętych o 120° względem siebie). Takie połączenie umożliwia zasilanie silników prądem trójfazowym o napięciu 3×400V lub odbiorników do użytku domowego jedną fazą 230V (z przewodu zerowego i dowolnej fazy). Z tego względu linie przesyłowe mają cztery przewody – trzy fazowe i jeden zerowy.

Połączenie w trójkąt stosowane jest w silnikach, a w silnikach dużej mocy używa się przełączanego połączenia gwiazda–trójkąt. Przy rozruchu silnik połączony jest w trójkąt i pobiera większy prąd, co daje większą moc rozruchową. Po uzyskaniu właściwych obrotów przełączany jest na gwiazdę i dalej pracuje z nominalną mocą.

W dawnych silnikach dużej mocy stosowano również wirnik uzwajany z końcami uzwojeń przyłączonymi do pierścieni ślizgowych. Za pomocą regulowanych oporników dużej mocy ustala się moment rozruchowy, a po wejściu silnika na obroty szczotki zostają zwarte i silnik pracuje normalnie.

Mam nadzieję, że ten artykuł choć trochę pokaże skomplikowaną historię techniki i pomoże rozwiać wątpliwości dotyczące pierwszeństwa w wynalezieniu prądu trójfazowego. Ponadto może choć trochę przybliży młodym czytelnikom ideę prądu trójfazowego.

Na zakończenie jeszcze jedna, bardzo ważna sprawa, która jest przedstawiona w książce B. Carlsona. W poprzednim artykule, opierając się na biografii Tesli, napisałem, że w roku 1943 Sąd Najwyższy Stanów Zjednoczonych oficjalnie uznał, że Tesla pierwszy wynalazł radio. W moim przekonaniu było to za mało, bo uznając pierwszeństwo Tesli, należało unieważnić patent Marconiego. W tej książce, na stronach 434–435 znajduje się orzeczenie Federalnego Sądu Odwoławczego z roku 1935 unieważniające patent Marconiego, ponieważ był on wcześniej złożony przez Teslę. Werdykt ten został podtrzymany przez amerykański Sąd Najwyższy w 1943 r. i dopiero to było właściwym zakończeniem sprawy.

Jerzy Szymański
j.szymanski@wp.eu

Zachęcamy do nadsyłania podobnych tekstów!

Podziel się z innymi Czytelnikami swoimi wspomnieniami albo przemyśleniami, dotyczącymi historii, współczesności czy spodziewanego rozwoju elektroniki!

Pomyśl, napisz (powyższy materiał ma około 750 słów) i przyślij zwykłym listem lub na adres *edw@elportal.pl*!
Materiał może dotyczyć „elektronicznych wspomnień”, ale też dowolnego innego aspektu elektroniki.

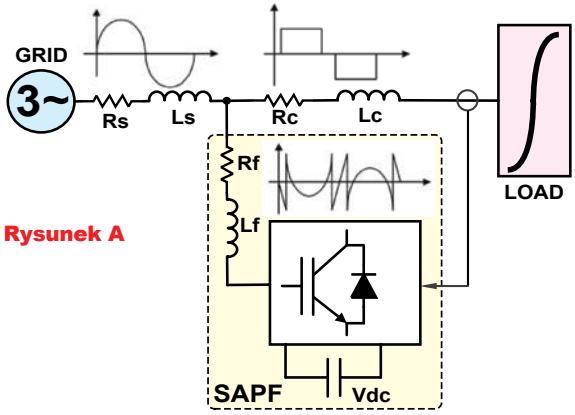
eprasa.pl 389f3c6f1b

Jak to działa

Na **rysunku A** przedstawiony jest schemat blokowy.
Jak zwykle zadanie konkursowe polega na rozszyfrowaniu:

Jak działa i do czego służy taki układ?

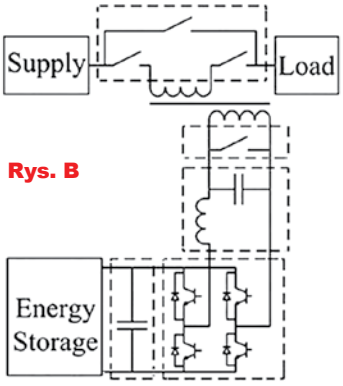
Odpowiedzi, koniecznie oznaczone dopiskiem
Jak1,
należy nadsyłać w terminie 60 dni
od ukazania się tego numeru EdW.
Nagrodami w konkursie będą
3 kity AVT



Rysunek A

Rozwiązanie zadania *Jak to działa* z EdW 9/2021

W numerze 9/2021 przedstawiony był, pokazany na **rysunku B**, nieskomplikowany schemat blokowy.
Jest to...
układ nazywany ***DVR*** (***Dynamic Voltage Restorer***), co można niezbyt szczęśliwie przetłumaczyć jako ***układ dynamicznego odtwarzacza napięcia***.
Nazwa jest dość dziwna, a wątpliwości może budzić zwłaszcza odtwarzanie, i do tego dynamiczne...



Rys. B

W rzeczywistości idea jest jasna. Najprościej biorąc, chodzi o coś podobnego do UPS-a. Jak wiadomo, UPS (ang. *Uninterruptible Power Supply*) to zasilacz awaryjny, dokładniej bezprzerwowy, który ma zapewnić nieprzerwane zasilanie urządzeń. Nazwa UPS kojarzy się przede wszystkim z urządzeniami, które mają zapewnić nieprzerwane zasilanie urządzeń napięciem sieci energetycznej. Kojarzy się z urządzeniami, które zawierają akumulator i przetwornicę DC/AC. Istnieją trzy podstawowe odmiany sieciowych UPS-ów o różnych możliwościach i właściwościach, co zasługiwałoby na omówienie w oddzielnym artykule. W rozwiązaniu zadania *Jak9* wspomnijmy tylko, że przytłaczająca większość UPS-ów to konstrukcje stosunkowo proste, których zadaniem jest jedynie niedopuszczenie do zbyt długich przerw w zasilaniu. W większości UPS-ów w razie zaniku napięcia sieci przetwornica DC/AC wytwarza i dostarcza do obciążenia potrzebne napięcie przemienne (zwykle około 230V 50Hz), ale najczęściej nie jest to czysta sinusoida. Nawet gdy jest to przebieg zbliżony do sinusoidy, zwykle specyfikacja urządzenia dopuszcza pewne niedoskonałości przebiegu, w tym krótkotrwałe zaniki czy przepięcia.

W każdym razie podstawowym zadaniem popularnych UPS-ów jest dbanie tylko o to, żeby na obciążeniu nie wystąpiły zbyt długie zaniki napięcia i by zasilane urządzenie się nie wyłączyło. Do tej pory popularne UPS-y stosowane były w obwodach zasilania komputerów stacjonarnych i pomp centralnego ogrzewania.

W zastosowaniach profesjonalnych stosowane były i są UPS-y o lepszych parametrach, które gwarantują konkretne, wysokie parametry przebiegu na obciążeniu. Niektóre profesjonalne urządzenia mają bowiem duże wymagania pod względem jakości napięcia zasilającego dostarczanego z sieci energetycznej. I właśnie do współpracy z takimi wrażliwymi urządzeniami stosowane są układy DVR. Ich zadaniem jest nie tyle nieprzerwane dostarczanie energii do obciążenia, ale ciągłe zapewnianie wysokich parametrów przebiegu zasilającego.

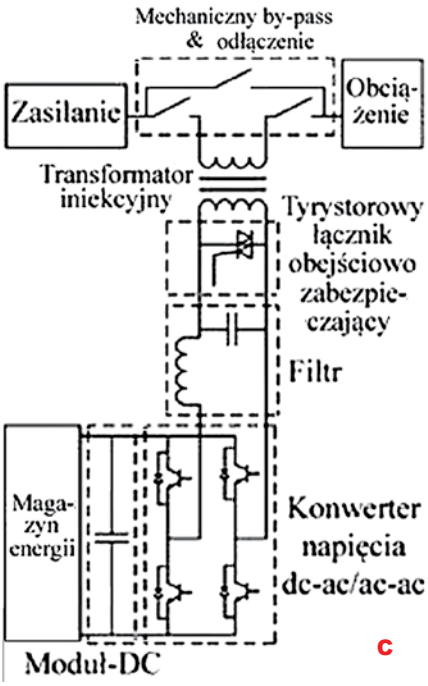
Otóż w sieci energetycznej zdarzają się nie tylko krótsze lub dłuższe całkowite zaniki napięcia, ale też chwilowe obniżenia napięcia, zwane zapadami napięcia oraz chwilowe podwyższenia napięcia, a tym przepięcia. Krótkie impulsowe przepięcia można po prostu obcinać, np. za pomocą warystorów. Gorzej z częściowym obniżaniem lub podwyższaniem napięcia sieci...

I właśnie układy DVR, które w pierwszym przybliżeniu można potraktować jako pewnego rodzaju odmianę UPS-ów, mają na bieżąco zapewnić prawidłową amplitudę i sinusoidalny kształt napięcia zasilającego. W razie takich zaburzeń mają odtworzyć prawidłowy kształt sinusoidalny przebiegu napięcia sieci – stąd określenie *restorer,* i mają to robić na bieżąco, stąd określenie *dynamic*.

Można to zrealizować na różne sposoby. W niektórych droższych klasycznych UPS-ach lokalna przetwornica wytwarza potrzebne napięcie sinusoidalne i to ona określa parametry przebiegu na obciążeniu. A parametry przebiegu przychodzącego z sieci nie mają znaczenia, bo przebieg ten jest prostowany i w razie potrzeby „wspomagany" energią z akumulatora.

Natomiast w urządzeniach DVR z reguły stosuje się inną koncepcję: do napięcia sieci na bieżąco dodawane

eprasa.pl 389f3c6f1b



C

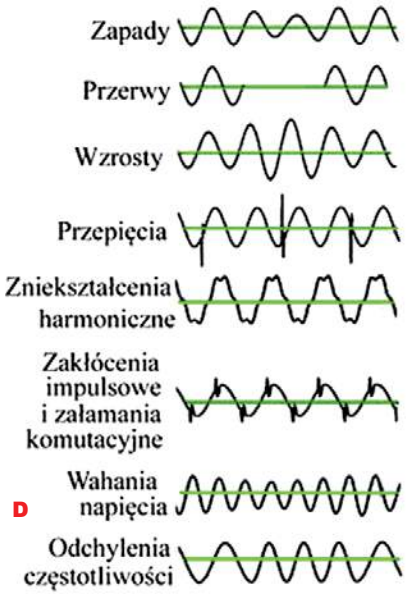
lub odejmowane jest napięcie tak, by na obciążeniu zachować potrzebny kształt sinusoidalny i odpowiednią wartość napięcia. Najczęściej realizuje to włączony szeregowo transformator. Można powiedzieć, że w szereg z obciążeniem dołączone jest uzwojenie wtórne tego transformatora, natomiast na jego uzwojenie wtórne na bieżąco, czyli dynamicznie, podawane jest takie napięcie, by wypadkowe napięcie na obciążeniu było czystą sinusoidą o nominalnej wielkości.

Oznacza to, że to uzwojenie pierwotne musi być wysterowane przez odpowiedni układ, w praktyce mostek H o odpowiedniej mocy, zasilany z niezależnego źródła pomocniczego. Właśnie takie elementy – bloki mamy na rysunku B.

Jeden ze stałych uczestników konkursów EdW nadesłał rozwiązanie *Jak9* ze znakomitym opisem: *(...) Na przedstawionym w zadaniu rysunku mamy dynamiczny regulator napięcia DVR (Dynamic Voltage Restorer). Rosnące zapotrzebowanie na energię elektryczną, zmienne obciążenia oraz odnawialne źródła energii w sieci elektrycznej ujawniły znaczenie jakości energii elektrycznej. Problemy z jakością energii elektrycznej można zdefiniować jako problemy z zasilaniem, spowodowane zmianami napięcia, prądu i częstotliwości, które powodują awarię lub nieprawidłowe działanie urządzeń końcowych lub sprzętu podłączonego do sieci elektrycznej. Zdarzenia związane z jakością zasilania powodują zmienność obciążeń, awarię sprzętu i przerwanie procesu przemysłowego, co powoduje poważne straty ekonomiczne. Dynamiczny regulator napięcia (DVR) zapewnia najskuteczniejsze rozwiązanie tych problemów z jakością napięcia. DVR jest przystosowany do instalacji u odbiorcy przemysłowego lub w stacji elektroenergetycznej niskiego napięcia. DVR to oparty na energoelektronice system kompensacji jakości zasilania, który jest połączony szeregowo z siecią. Głównym celem regulatora jest zapewnienie jakości napięcia po stronie obciążenia poprzez wykrywanie i kompensowanie zdarzeń jakości zasilania występujących w napięciu sieci w okresie krótszym niż półcykl. Schemat blokowy przedstawiający podstawową zasadę działania regulatora znajduje się na* ***rysunku C****.*

Regulator zasadniczo składa się z systemu sterowania (brak na rysunku C) i obwodu zasilania. System sterowania regulatora w sposób ciągły monitoruje napięcie sieciowe, wykrywa zdarzenia jakości zasilania występujące w okresie napięcia krótszym niż pół cyklu oraz generuje sygnały sterujące wymagane do kompensacji. Obwód zasilania regulatora generuje napięcie kompensacyjne i wprowadza je do sieci szeregowo, aby zapobiec problemom z jakością napięcia po stronie obciążenia. W związku z tym zapewnia ochronę obciążeń przed problemami z jakością napięcia występującymi w sieci. Szeregowy stopień zasilania głównie składa się z falownika (konwertera), filtra wyjściowego, grupy tyrystorów ochronnych i transformatora iniekcyjnego. Bank kondensatorów DC-moduł utrzymuje stałe napięcie w obwodzie oraz służy do magazynowania energii potrzebnej do spełnienia przez regulator oczekiwanych wymagań kompensacyjnych – zapewnienie pożądanej mocy podczas zapadu napięcia.

Falownik (konwerter dc-ac/ac-ac) generuje napięcie wymagane do kompensacji zgodnie z sygnałami przełączającymi generowanymi przez system sterowania. Jest używany nie tylko do kompensacji spadku/wzrostu napięcia, ale także do innych problemów z jakością energii, np. migotania i harmonicznych.



D

Filtr wyjściowy służy do filtrowania harmonicznych obecnych we wprowadzanym napięciu. Grupa tyrystorów ochronnych (tyrystorowy łącznik obejściowo zabezpieczający) składa się z tyrystorów połączonych antyrównolegle do siebie. Grupa tyrystorów ochronnych jest aktywowana w przypadku błędu w sieci lub regulatorze, zapewniając odłączenie falownika i ochronę systemu. Transformator iniekcyjny zapewnia, że napięcie kompensacyjne wytwarzane przez falownik jest wstrzykiwane szeregowo do sieci i stanowi izolację między siecią a regulatorem DVR. Łączy on regulator z systemem poprzez uzwojenie i przekształca wprowadzone napięcie kompensacyjne generowane przez konwerter na napięcie zasilania po wykryciu przez sterownik zakłócenia. Po stronie sieci mamy jeszcze mechaniczny by-pass i „odłączniki" (raczej wyłączniki lub rozłączniki, ale to już oddzielny problem). By-pass zapewnia możliwość odłączenia obciążenia od sieci. „Odłączniki" (rozłączniki) szeregowo z uzwojeniem transformatora dają możliwość odłączenia regulatora DVR od linii zasilającej podczas pracy.

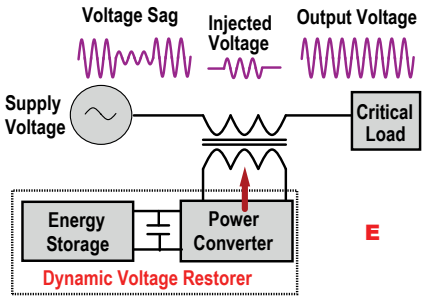
Najbardziej znaczące zniekształcenia kształtu przebiegu napięcia związane z niską jakością energii elektrycznej pokazano na ***rysunku D****.*

Takie urządzenia są również dostępne w Polsce. Tu załączam link do polskiej strony, gdzie jest pokazany taki regulator:
https://elsta.tech/produkty/dynamiczny-regulator-napiecia-typu-dvr-100/
w skrócie: https://bit.ly/300nwWt

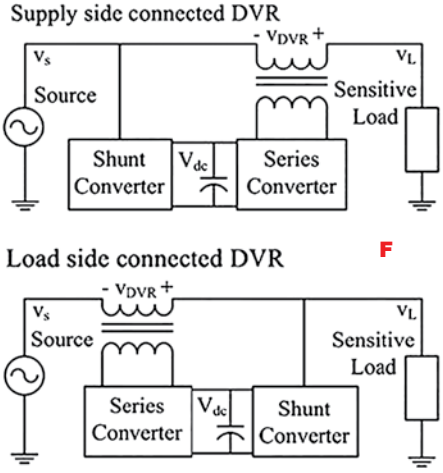
eprasa.pl 389f3c6f1b

Urządzenia DVR nie są przeznaczone do zastosowań domowych. Nie są to urządzenia powszechnego użytku. To kosztowny sprzęt profesjonalny. Często są to urządzenia trójfazowe o mocach rzędu wielu kilowatów.

W sieci łatwo można znaleźć rysunki B, C. Można też znaleźć pokrewne ilustracje – przykład na **rysunku E**.



Jednak można spotkać też schematy i realizacje, pokazujące zasady budowy DVR według nieco innych koncepcji (konfiguracji). Jeszcze raz podkreślmy, że większość klasycznych UPS-ów nie dba o kształt napięcia na obciążeniu, a ich jedynym celem jest zapewnienie energii odbiornikowi/odbiornikom także w przypadku przerw – zaników napięcia sieci. Dlatego kluczową części UPS-a jest rezerwowe źródło energii – zwykle akumulator. Natomiast główną rolą układów, a raczej systemów DVR, jest dbanie o bieżącą ***jakość zasilania***. Nie o zapewnienie energii podczas długich przerw, tylko dbanie o prawidłowy kształt, amplitudę, a w przypadku DVR-ów trójfazowych – także o fazy przebiegów. Dlatego znane są też i są realizowane koncepcje DVR-ów bez źródła energii o znacznej pojemności. Przykłady na **rysunku F**. Owszem, widać tu źródło energii o małej pojemności – kondensator. Jednak gromadzi on niewiele energii – tylko tyle, żeby dostarczyć lub przyjąć porcje energii, potrzebne do utrzymania prawidłowych parametrów przebiegu na obciążeniu przy stosunkowo niewielkich deformacjach napięcia zasilającego. Tu wyraźnie widać, że w przeciwieństwie do klasycznych UPS-ów, takie DVR-y nie dostarczą do obciążenia energii na czas dłuższych zaników napięcia w sieci.



Warto także podkreślić, że w przeciwieństwie do UPS-ów, które zawierają przetwornicę DC/AC wytwarzającą przebieg sinusoidalny, DVR-y z zasady mogą tylko chwilowo zwiększyć lub zmniejszyć napięcie na obciążeniu. A to oznacza, że DVR-y generalnie nie mogą skorygować niewłaściwej częstotliwości przebiegu sieci.

Osoby zainteresowane szczegółami mogą wpisać w wyszukiwarkę hasło *Power Quality*, by znaleźć mnóstwo materiałów dotyczących różnych aspektów zagadnienia.

Materiałów w języku polskim jest niezbyt dużo. Ale na przykład pracę zawierającą wiele podstawowych, jasnych dla niezorientowanego czytelnika informacji *(Paweł Szcześniak, Układ dynamicznego odtwarzania napięcia bazujący na przekształtniku matrycowym)* można znaleźć pod adresem: https://bit.ly/3GVF6vN.

Temat „Power Quality" jest bardzo szeroki, dotyczy głównie profesjonalistów, niemniej warto wiedzieć o istnieniu pewnych zaleceń i norm.

Otóż łatwo znaleźć wykresy jak na **rysunku G**, oznaczone CBEMA od nazwy stowarzyszenia (Computer Business Equipment Manufacturing Association). Można też znaleźć nowszą wersję oznaczoną ITIC (Information Technology Industry Council), pokazaną na **rysunku H**.

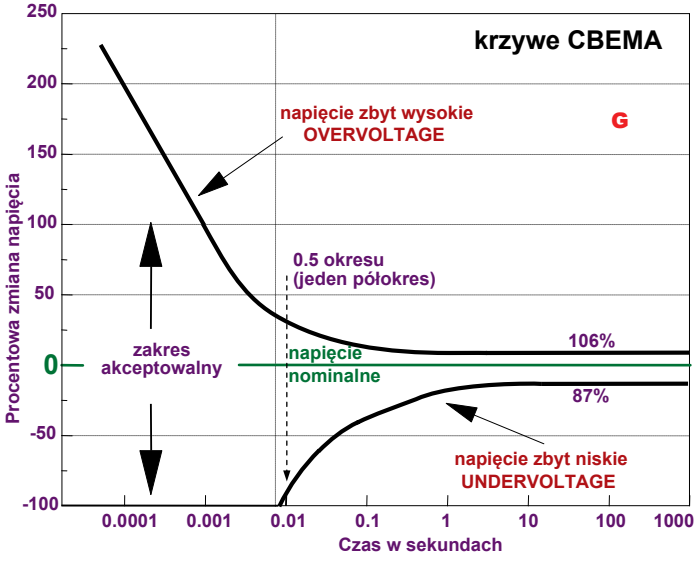
Wykresy te wyznaczają jedynie akceptowalne zakresy zmian napięcia przebiegu sieci energetycznej. W pierwszej chwili bardzo dziwne może się wydawać to, że zakres akceptowalny zawiera też procentowe zmniejszenie napięcia o 100% (–100%), czyli zanik napięcia do zera.

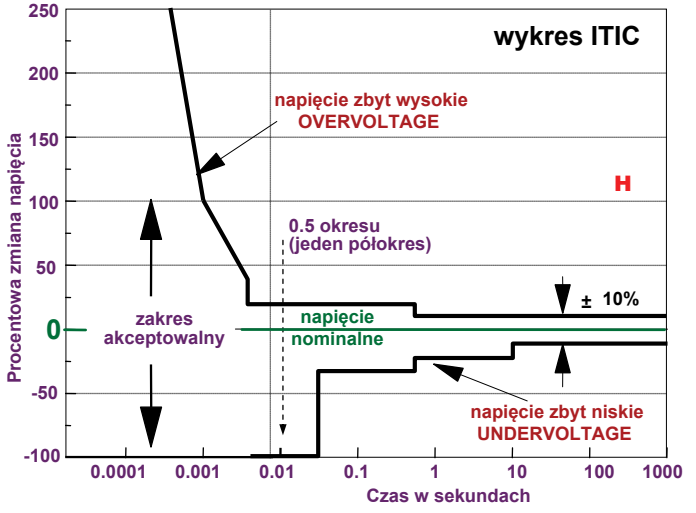
Nie powinno to jednak dziwić, bo dotyczy to tylko bardzo krótkich czasów – krótszych niż jeden okres napięcia sieci energetycznej.

Omówione właśnie zadanie było bardzo trudne, ponieważ omawiane stabilizatory DVR są rzadko spotykane nawet w zastosowaniach profesjonalnych. Dlatego za prawidłowe można też uznać odpowiedzi, że chodziło o rodzaj UPS-a. Nagrody-upominki za zadanie ***JakDziała9*** otrzymują:

Tadeusz Susfał – Warszawa,
Grzegorz Jabłoński – Lublin,
Emil Różański – Biała.

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





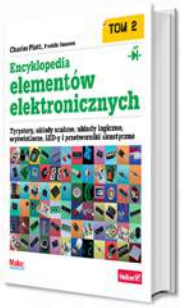
eprasa.pl 389f3c6f1b

Wybrane książki dla Czytelników „Elektroniki dla Wszystkich”

Encyklopedia elementów elektronicznych. Tom 1. Rezystory, kondensatory, cewki indukcyjne, przełączniki, enkodery, przekaźniki i tranzystory
Autor: Charles Platt; Stron: 296; Oprawa: miękka; Kod: KS-210200

To książka przeznaczona dla początkujących i zaawansowanych elektroników, zarówno inżynierów, jak i hobbystów. Zawiera starannie zebrane, skompletowane, uporządkowane, a co najważniejsze, sprawdzone i potwierdzone informacje o elementach elektronicznych. Pierwszy z trzech tomów obejmuje informacje o podstawowych elementach, wykorzystywanych chyba we wszystkich projektach.
Rezystory, kondensatory, cewki indukcyjne, przełączniki, enkodery, przekaźniki i tranzystory. Dokładne informacje o każdym komponencie: funkcja, działanie, rodzaje, wartości, stosowanie, możliwe błędy.
Absolutny niezbędnik każdego elektronika: wiarygodny, kompletny, wyczerpujący!

Encyklopedia elementów elektronicznych. Tom 2. Tyrystory, układy scalone, układy logiczne, wyświetlacze, LED-y i przetworniki akustyczne
Autor: Charles Platt i Fredrik Jansson; Stron: 304; Oprawa miękka; Kod: KS-210202

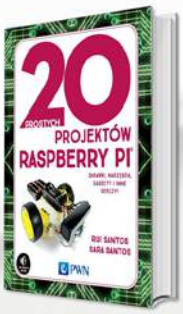


Drugi tom niezwykłej encyklopedii przeznaczonej dla praktyków elektroniki. Podobnie jak w pierwszym, tak i tutaj znalazły się skompletowane, uporządkowane, a co najważniejsze - sprawdzone i potwierdzone informacje o elementach elektronicznych. Drugi z trzech tomów jest poświęcony układom scalonym, tyrystorom, źródłom światła i dźwięku, wskaźnikom oraz wyświetlaczom - ich opisy zostały uzupełnione licznymi fotografiami, schematami i wykresami. Dowiesz się, do czego służy każdy z prezentowanych podzespołów, jak działa, kiedy jest najbardziej przydatny i w jakich odmianach występuje. Oto prawdziwa pomoc dla praktyków, którzy chcą szybko uzyskać wskazówki potrzebne do pracy!
Absolutny niezbędnik każdego elektronika: wiarygodny, kompletny, wyczerpujący!

Lutowanie od podstaw
Autor: Witold Wrotek; Stron: 160; Oprawa miękka; Kod: KS-201000

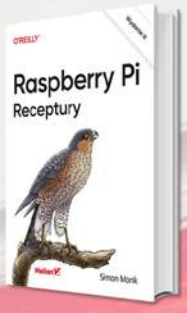
Jeśli chcesz poznać technikę lutowania i nauczyć się prawidłowo stosować ją w praktyce, sięgnij po odpowiednie źródło wiedzy! Książka Lutowanie od podstaw krok po kroku wprowadzi Cię w tajniki sztuki łączenia elementów, przedstawi niezbędne narzędzia i dobre praktyki, nauczy unikać typowych błędów popełnianych przez początkujących oraz pokaże najlepsze sposoby lutowania różnych elementów elektrycznych i elektronicznych.
Nauczysz się też dzięki niej, jak wykonać proste prace elektryczne w swoim domu, a nawet jak naprawić typowe usterki występujące w urządzeniach AGD.
Zostań prawdziwym mistrzem lutownicy!

20 prostych projektów Raspberry Pi
Autorzy: Rui Santos, Sara Santos; Stron: 276; Oprawa miękka; Kod: KS-210401



Książka krok po kroku uczy, jak realizować interaktywne projekty z wykorzystaniem Raspberry Pi – małego i niedrogiego komputera – takie jak np. cyfrowy zestaw perkusyjny, robot kontrolowany przez WiFi, gra Pong, alarm antywłamaniowy wysyłający powiadomienia e-mail, domowa kamera do monitoringu, detektor wycieku gazu, stacja pogodowa czy gadżety Internetu Rzeczy (IoT) sterujące elektroniką w całym domu. W trakcie lektury czytelnik pracuje z podstawowymi komponentami, takimi jak diody LED, ekrany LCD, kamery i czujniki oraz gry i zabawki. Uczy się, jak skonfigurować własny serwer WWW, stworzyć pierwszą stronę internetową czy napisać prostą grę komputerową.
Każdy projekt zawiera instrukcje krok po kroku, kolorowe zdjęcia i diagramy, a także kompletny kod, dzięki któremu czytelnik ożywi swoje projekty.

Raspberry Pi. Receptury. Wydanie III
Autor: Simon Monk; Stron: 528; Oprawa miękka; Kod: KS-200901



Zaktualizowane wydanie znakomitego zbioru receptur ułatwiających wykorzystanie potencjału Raspberry Pi. Uwzględniono tu nowe modele tego komputera, a także zmiany i ulepszenia systemu operacyjnego Raspbian. Dodano rozdziały traktujące o dźwięku i automatyce domowej. Te receptury bez trudu wykorzystasz dla zwiększenia wygody we własnym domu. Dzięki lekturze poznasz podstawowe reguły tej technologii, aby łatwiej zrozumieć zagadnienia dotyczące konkretnej płytki czy kodu. Z tej pozycji możesz korzystać podobnie jak z książki kucharskiej: przeczytać od deski do deski albo skupić się na rozwiązaniu jednego, konkretnego problemu. Być może docenisz, że w recepturach dotyczących sprzętu uwzględniono przede wszystkim rozwiązania niewymagające lutowania obwodów.
Raspberry Pi: morze możliwości dla inżyniera z pasją!

sklep.avt.pl

AVT SPV Sp. z o.o. 03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Sprzedaż wysyłkowa, tel: 22 257 84 51 e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

AVT sklep

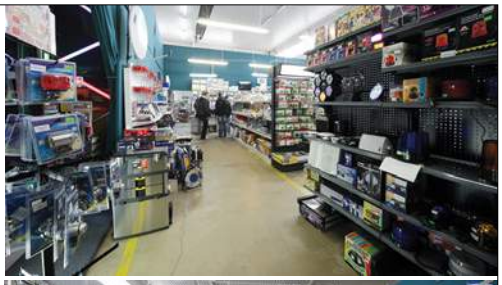
sklep.avt.pl

Produkty z oferty i wyroby AVT
można nabyć na kilka sposobów:

W sklepie internetowym:

sklep.avt.pl

W sklepie firmowym AVT:
Warszawa - Żerań
ul. Leszczynowa 11



Wypełniając poniższy formularz zamówienia

Formularz należy wysłać na adres:
AVT SPV Sp. z o. o.
03-197 Warszawa
ul. Leszczynowa 11

prześlij na adres:
AVT SPV Sp. z o.o.
03-197 Warszawa
ul. Leszczynowa 11

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 11/2021

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 12/2021

Miejsce na **kupon rabatowy** EdW 1/2022

Tu wklej kupony z ostatnich 3 numerów EdW a uzyskasz **zniżkę 10%** dla stałych czytelników. (szczegóły na stronie 73) Prenumeratorzy nie muszą wklejać kuponów, wystarczy, że podadzą nr prenumeraty!

ZAMÓWIENIE na artykuły z oferty AVT

Kity

Oznaczenia wersji kitów:
- [A] płytka drukowana PCB
- [UK] zaprogramowany układ
- [A+] płytka PCB i zaprogramowany układ
- [B] płytka PCB (lub płytki), UK (jeśli występuje) i komplet elementów elektronicznych wymienionych w dokumentacji zestawu.
- [C] zestaw zmontowany

Numer kitu AVT	A	A+	B	C	UK

Inne artykuły z oferty AVT

Kod – Nazwa	Ilość

Nadawca: ....
imię i nazwisko *mój numer prenumeraty*

Adres: ....

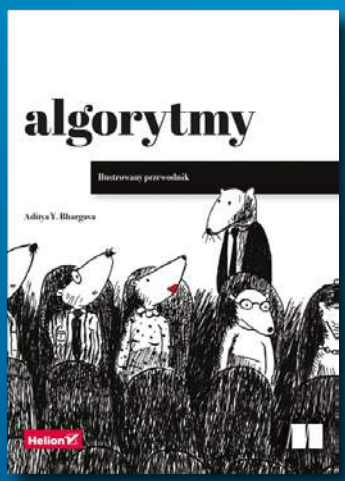
☐ wysyłka pobraniowa kurierem: 19zł

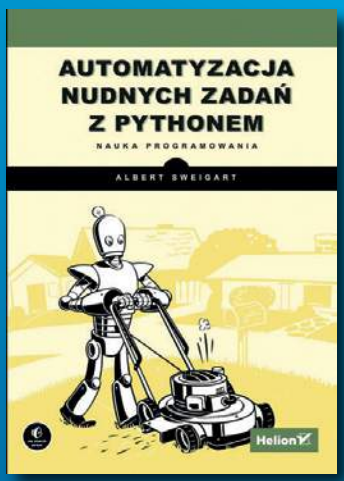
....
nr telefonu *e-mail* *data* *podpis*

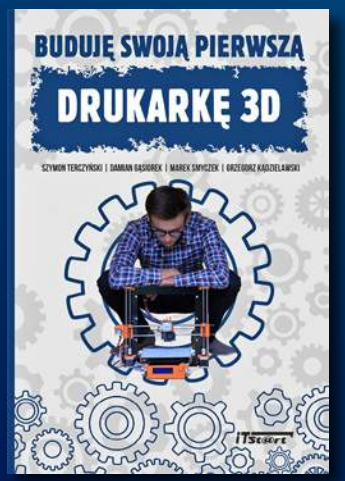
eprasa.pl 389f3c6f1b

KSIĄŻKI W ULUBIONYM KIOSKU

Wybieraj spośród naszych nowości i bestsellerów!







Zobacz pełną ofertę książek na UlubionyKiosk.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b

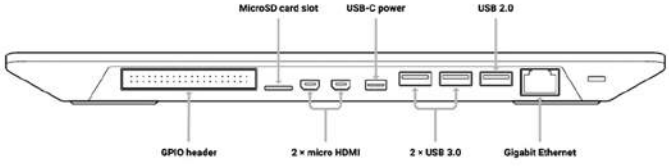
Raspberry Pi 400

Raspberry Pi 400 to potężny, łatwy w użyciu komputer wbudowany w zgrabną i przenośną klawiaturę.

Wyposażony jest w czterordzeniowy 64-bitowy procesor, 4 GB pamięci RAM, sieć bezprzewodową, 2 wyjścia micro HDMI (możliwa praca z dwoma wyświetlaczami i odtwarzanie wideo 4K), 2 porty USB 3.0, port USB 2.0 a także 40-pinowe złącze GPIO.

Kod handlowy: RASP0015

W zestawie:
- Komputer z amerykańskim układem klawiatury (US)
- Kabel micro HDMI - HDMI
- Mysz
- Zasilacz
- Karta SD z fabrycznie załadowanym systemem operacyjnym Raspberry Pi.
- Oficjalny przewodnik dla początkujących w formie drukowanej publikacji (w j. angielskim)



sklep.avt.pl

AVT SPV Sp. z o.o.
03-197 Warszawa, ul. Leszczynowa 11
Dział Handlowy tel.: (22) 257 84 51
e-mail: handlowy@avt.pl

eprasa.pl 389f3c6f1b