

„Elementy radioelektroniki” to tytuł, pod którym będziemy drukowali w br. cykl artykułów, pozwalających wniknąć w tajniki radiotechniczne najmniej zaawansowanym Kolegom.

NA WARSZTACIE



Pod redakcją Jerzego Pietrzyka

ELEMENTY RADIOELEKTRONIKI (inż. Witold Kozak) — AUTOMATYCZNY KARMNIK DLA PTAKÓW (Tomasz Piwoński) — NAJPROSTSZE MAGNETOFONY cz. I (inż. Jerzy Brdulak) — KONTENERY DLA ROCZNIKÓW „MT” (Eugeniusz Mendera)

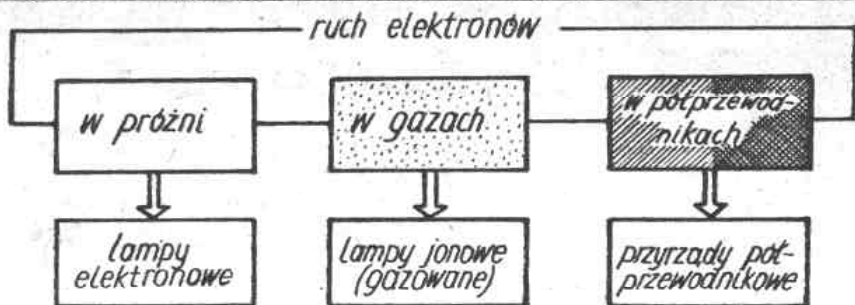
ELEMENTY RADIOELEKTRONIKI

W ostatnim ćwierćwieczu nastąpił niesłychanie dynamiczny rozwój wielu gałęzi techniki, wśród których czołowe miejsce zajmuje radioelektronika. Nie będziemy wprowadzali ścisłej definicji terminu użytego w tytule, jest on bowiem dla nas skrótowym określeniem tych pojęć technicznych, które wiążą się z zagadnieniami techniki radiowej i elektronicznej. Zajmiemy się tutaj tą problematyką na użytek licznej rzeszy młodych techników interesujących się zasadami działania i zastosowaniem elementów elektronowych, jak np. półprzewodniki itp., mających zastosowanie w układach radiowych, a zwłaszcza radiodiodorczych.

Wydaje się, że uzasadnione będzie zapoczątkowanie tego cyklu artykułów omówieniem lamp elektronowych, ze względu na dominujące ich znaczenie w radiotechnice. Można powiedzieć, że lampa elektronowa jest dzieckiem XX

wieku, bowiem jej narodziny miały miejsce w 1904 r., a wynalezienie lampy elektronowej zawdzięczamy fizykowi angielskiemu, prof. A. Flemingowi. Zbudował on pierwszy na świecie przyrząd próżniowy działający na zasadzie termocmisi elektronowej. Przyrząd ten został nazwany diodą. Był to skromny początek wielkiego dzieła, bowiem tylko nieliczne prace i badania naukowe mogły poszczycić się takim tempem i takimi sukcesami w praktycznym zastosowaniu. Pierwsze diody znalazły zastosowanie w urządzeniach radiodiodorczych do detekcji sygnałów radiotelegraficznych. W stosunkowo bardzo krótkim czasie nastąpił olbrzymi skok w badaniach nad podstawami fizycznymi ruchu elektronów w próżni, a to z kolei umożliwiło opracowanie i budowę lamp o różnych zastosowaniach.

Lampy elektronowe przyczyniły się do udoskonalenia i zmian podstawowych



Rys. 1. Klasyfikacja elementów elektronowych

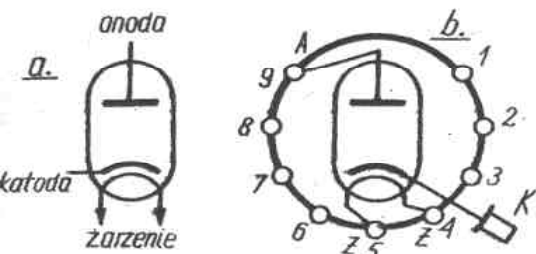
funkcji urządzeń łączności (radiotelegraf, telewizja, telefonia wielokrotna, telefonia transkontynentalna), umożliwiły zaprojektowanie nowych systemów nawigacyjnych (radiolokacja) oraz powstanie nowych gałęzi nauki (radioastronomia), nowych aparatów medycznych oraz urządzeń stosowanych w technice pomiarowej, w technice obliczeniowej.

Bez przesady można powiedzieć, że „elektronówka” stała się bezcennym narzędziem w laboratoriach naukowców, bądź inżynierów czy techników w przemyśle.

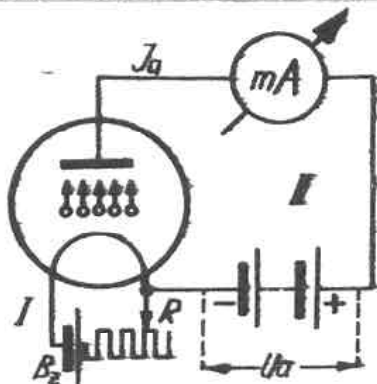
Zastosowanie lamp elektronowych jest bardzo rozległe, a ich różnorodność również olbrzymia. Świadczy o tym fakt, że w chwili obecnej tylko zawodowo czynni inżynierowie elektronicy są bliżej zorientowani w rozwoju tej dziedziny techniki.

Pamiętając, że lampy elektronowe są podstawowymi częściami składowymi nie tylko specjalistycznych urządzeń, lecz znajdują się także w aparatach powszechnego użytku: radiodiodach i telewizorach, słusznym będzie, jeśli z ich funkcjonowaniem i budową zapozna się szersze grono młodych techników.

W obecnej dobie elektronika wyodrębniła się jako oddzielna dziedzina techniki, zajmująca się urządzeniami, w których funkcjonowaniu wykorzystuje się przepływ elektronów poza przewodnikami metalicznymi, a więc w próżni, w gazach i półprzewodnikach. Do tej grupy przyrządów zaliczyć należy wszelkiego typu lampy elektronowe (próżniowce) stosowane we wzmacniaczach wielkiej i małej częstotliwości, lampy gazowane (jonowe) oraz przyrządy półprzewodnikowe, jak diody krystaliczne i tranzystory (patrz rys. 1).



Rys. 2. Dioda próżniowa a — schemat idealny, b — schemat cokolowania diody typu PY 81



Rys. 3. Schemat układu do badania diody

Charakteryzując lampy elektronowe należy nadmienić, że u podstaw działania tych przyrządów leży zjawisko sterowania strumieniem elektronów wydzielanych z katody na zasadzie termoemisji.

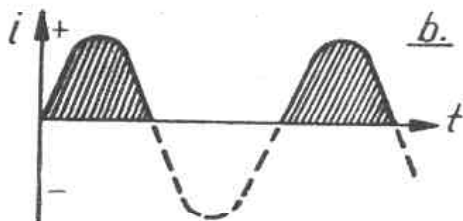
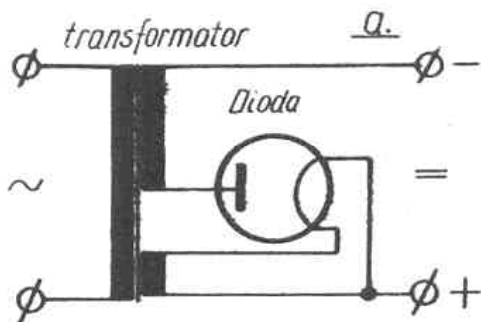
Ponieważ masa elektronu, praktycznie biorąc, jest bardzo mała, więc sterowanie natężeniem prądu elektronów jest prawie pozbawione bezwładności, co ma kapitalne znaczenie przy pracy lamp w układach dla dużych częstotliwości.

Z kolei w lampach jonowych, których bańki są napełnione gazem, regulacja prądu nie może odbywać się płynnie i lampka może znajdować się w stanie przewodzenia (zapłonu), bądź nieprzewodzenia, a więc innymi słowy — funkcje tego typu lamp ogranicza się do funkcji wentyla. W przyrządach półprzewodnikowych wykorzystuje się zjawisko półprzewodnictwa występujące w warstwach granicznych niektórych materiałów (np. german, krzem).

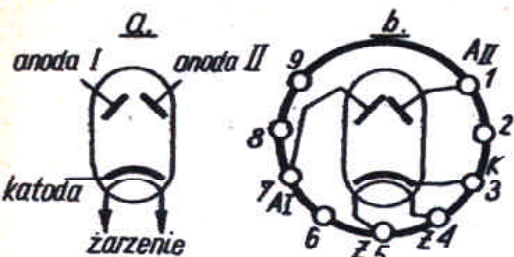
W układach elektronowych znajdują również zastosowanie różne elementy znane z fizyki, takie jak rezystory (oporniki), kondensatory, zwojnice (cewki)

indukcyjne, transformatory, głośniki itp. Jednak ze względu na specyfikę aparatów i urządzeń elektronowych elementy te budowane są w różnych odmianach o różnych konstrukcjach, a w związku z tym charakteryzują się różnymi własnościami elektrycznymi.

Diody. Najpierw zapoznamy się z budową i zastosowaniem lamp elektronowych najprostszego typu — zawierających dwie elektrody: anodę i katodę. Nazwano je diodami (fot. 1). Na rys. 2 (a) przedstawiony został schemat ideowy (ogólny) lampy dwuelektrodowej, na rys. 2 (b) zaś schemat cokołowania diody typu PY81 stosowanej w telewizorach.



Rys. 4. Schemat zasilacza z diodą próżniową a — układ elektryczny, b — wykres wyjaśniający działanie



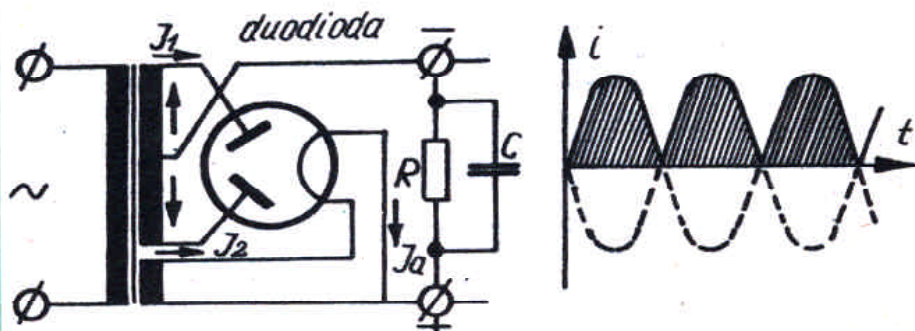
Rys. 5. Duodiody próżniowa a — schemat ideowy, b — schemat cokolowania lampy typu EZ 80

Diody składa się ze szklanej gazoszczelnej bańki, z której usunięto powietrze, katody będącej źródłem elektronów i anody, która pod wpływem pola elektrycznego przyciąga elektrony wywołując przepływ prądu. Ze względu na konstrukcję katody rozróżniamy lampy żarzone bezpośrednio i pośrednio. W tych ostatnich katoda jest podgrzewana niezależnym żarnikiem.

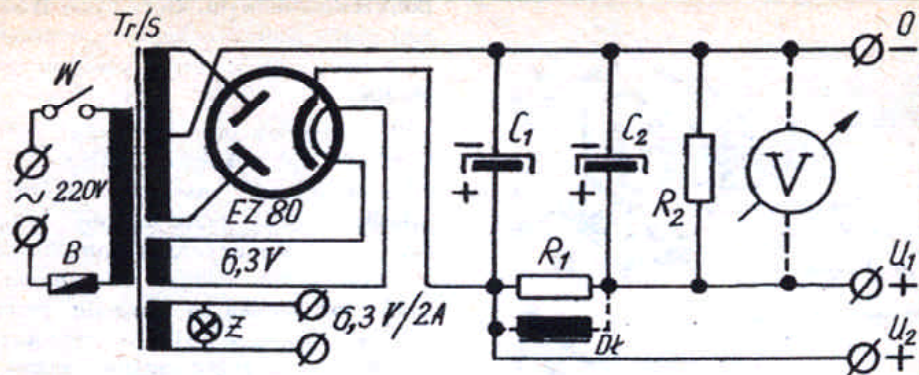
Mając do dyspozycji diodę, możemy zmontować układ pokazany na rys. 3. Możemy wyróżnić w nim dwa obwody: I — obwód żarzenia, II — obwód anody.

Jeżeli do anody doprowadzimy napięcie (U_a) dodatnie w stosunku do katody, wówczas pod wpływem tego napięcia elektrony wycemitowane przez katodę (która zostanie podgrzana prądem z baterii (B_2), będą dążyły do anody. W lampie popłynie prąd anodowy (I_a). Kierunek przepływu prądu anodowego oznaczamy w obwodzie lampy od anody do katody, mimo że elektrony poruszają się w kierunku przeciwnym. Jeżeli z kolei doprowadzimy do anody napięcie ujemne względem katody, to prąd anodowy będzie równy zeru. Wyływa stąd wniosek, że prąd anodowy (I_a) może płynąć tylko w jednym kierunku.

Natężenie prądu anodowego w diodzie jest w pewnych granicach uzależnione od konstrukcji lampy. Istnieją jednak ogólne zależności fizyczne pracy lampy. Prąd anodowy wywołany ruchem elektronów w anodzie zależy głównie od napięcia anodowego (U_a) wytwarzającego pole elektryczne. Przy określonej wartości napięcia (U_a) wszystkie elektrony wydobywające się z katody będą „ładowały” na anodzie. Taki stan nazywano nasyceniem. W tym stanie prąd anodowy (I_a) ma wartość maksymalną.



Rys. 6. Schemat zasilacza pełnookresowego



Rys. 7. Schemat ideowy zasilacza z filtrem W — wyłącznik, B — bezpiecznik 0,5 A, C₁ i C₂ 8—50 μ F/350 V R₁ 1,2—2 K Ω /2 W, R₂ 50 K Ω /1 W

Należy również zauważyć, że wartość prądu anodowego jest zależna od temperatury katody, którą w pewnym stopniu można zmieniać regulując wartość napięcia żarzenia opornikiem (R).

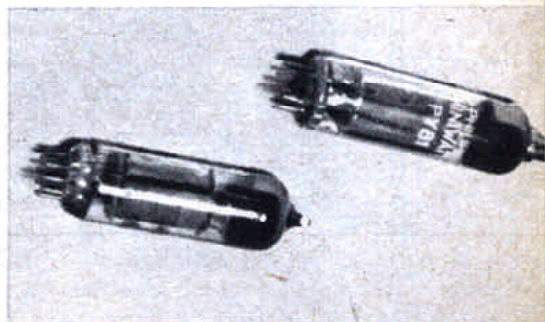
Na podstawie naszych rozważań łatwo domyślić się, że dioda może znaleźć zastosowanie w układach praktycznych jako prostownik prądów zmiennych. Na rys. 4 pokazano fragment schematu prostowników w obwodzie zasilania kineskopu, w którym pracuje dioda typu PY81.

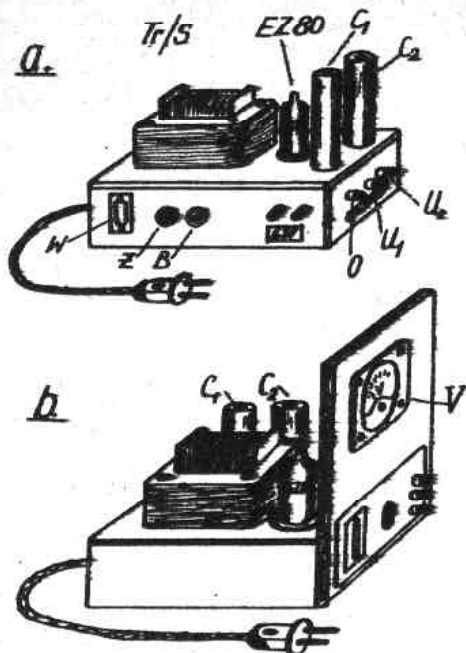
Obok dotychczas rozpatrywanych diod używane są również diody podwójne, zwane duodiodami. Schemat duodiody przedstawiony został na rys. 5 (a). Różni się ona od znanej nam już diody tym, że posiada dodatkową anodę, co przyczynia się do usprawnienia jej funkcji. Kolejny rysunek 5 (b) przedstawia schemat cokołowania typowej lampy prostowniczej (EZ80).

Tego rodzaju lampy mają zastosowanie w układach prostowników sieciowych, służących do zasilania urządzeń radioodbiornych. Pełnią one funkcję prostownika tzw. pełnokresowego.

Zasadę działania tego typu prostownika wyjaśnia schemat (rys. 6) uzupełniony zamieszczonym obok wykresem. Zastosowano w nim transformator sieciowy zaopatrzone w dwa symetryczne uzwojenia anodowe oraz uzwojenie służące do żarzenia lampy. Kondensator (C) umożliwia wygładzanie tętnień prądu w obwodzie odbiornika (R). Do naszych dalszych doświadczeń, o których będziemy mówili w następnych odcinkach, będzie potrzebny zestaw zasilający (zasilacz) z prostownikiem lampowym lub

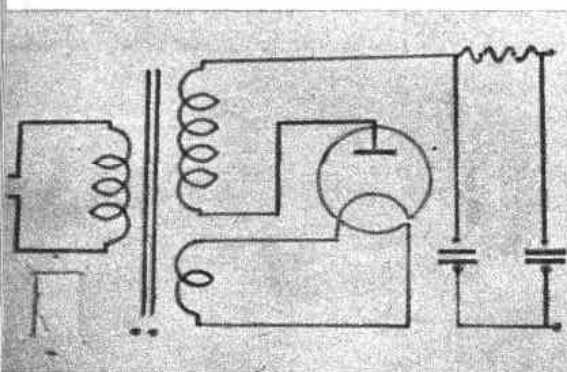
Fot. 1. Wygląd zewnętrzny diody — lampy prostowniczej (jednokierunkowej) typu PY81 i duodiody EZ80.





Rys. 8. a — zasilacz kasetowy, b — zasilacz panelowy

Fot. 2. Model zasilacza sieciowego, przystosowany do demonstrowania dla większej liczby słuchaczy



półprzewodnikowym, który byłby źródłem prądu stałego o napięciu w granicach 120—240 V (przy natężeniu do 80 mA).

W niniejszym odcinku zajmiemy się omówieniem wykonania zasilacza z transformatorem sieciowym, którego schemat ideowy przedstawiony został na rys. 7. Wykaz części potrzebnych do zbudowania zasilacza zamieszczamy obok. Jak wynika ze schematu, praca jego odbywa się w układzie pełnookresowym. Jako transformator sieciowy Tr/S zastosujemy transformator typu radiowego (może być od aparatu „Mazur”, „AGA” lub innego wcześniejszej produkcji). W obwodzie prądu stałego zastosujemy filtr elektryczny złożony z komórki „RC”, który posłuży do wygładzania tętnień wyprostowanego prądu.

Kompletując części składowe do zasilacza, warto zwrócić uwagę na możliwość stosowania elementów o wartościach zbliżonych do podanych w wykazie. Uwaga ta dotyczy w pierwszym rzędzie kondensatorów elektrolitycznych oraz oporników. Dla uzyskania odpowiedniej wartości oporników możemy posłużyć się kilkoma opornikami połączonymi równolegle, bądź szeregowo, aby móc uzyskać równoważne wartości oporu i mocy.

Na rys. 8 (a i b) uwidoczniło dwie wersje konstrukcyjnych rozwiązań zasilaczy. W obu przypadkach płyta montażowa jest umieszczona na ramce (ze sklejek lub listewek) w ten sposób, że połączenia obwodów elektrycznych są osłonięte.

W zasilaczach przewidzianych do ćwiczeń w pracowniach fizycznych wskazane jest wykonanie konstrukcji typu panelowego, umożliwiającego zamontowanie woltomierza prądu stałego pod-

łączonego do zacisków wyjściowych ($O-U_1$).

Z kolei na fot. 2 pokazano trzeci przykład konstrukcyjnego rozwiązania zasilacza jako modelu dydaktycznego, przeznaczonego do demonstrowania na zajęciach lekcyjnych z fizyki lub na zajęciach pozalekcyjnych w kółku zainteresowań. W układzie uwidocznionym na tablicy mamy narysowany schemat ideowy zasilacza (półokresowego) wraz z filtrem. W odpowiednich miejscach obwodu znajdują się gniazdka umożliwiające włączanie właściwych elementów filtru i badanie ich roli w działaniu zasilacza.

Mgr inż. Witold Kozak

Wykaz części składowych potrzebnych do wykonania zasilacza:

1. Transformator sieciowy (typu radiowego) wg charakterystyki podanej na schemacie 1 szt.
2. Przewód dwużyłowy (sznur sieciowy z wtyczką) dł. około 1,5 m komplet
3. Lampa prostownicza (duodioda) typu EZ80 lub inna, odpowiednia do posiadanego transformatora Tr/S 1 szt.
4. Podstawa (gniazdo) do lampy elektronowej odpowiedniego typu 1 szt.
5. Kondensatory elektrolityczne $16 \mu\text{F}$ — $32 \mu\text{F}$ na napięcie pracy 375 V 2 szt.
6. Opornik R_1 (rezystor) od $1,2 \text{ k}\Omega$ do $2 \text{ k}\Omega$ o mocy 2 do 3 W 1 szt.
(Opornik może być zastąpiony dławikiem z rdzeniem żelaznym, jego rolę może spełniać transformator głośnikowy, w którym wykorzystuje się pierwotne uzwojenie).
7. Opornik masowy R_2 $50 \text{ k}\Omega$ 1 W 1 szt.
8. Płyta montażowa z materiału izolacyjnego (wymiarzy zaprojektowane niezależnie od przeznaczenia zasilacza) 1 szt.
9. Gniazdka radiowe do wtyczek pojedynczych 5 szt.
10. Wylłącznik sieciowy (dowolnego typu) 1 szt.
11. Żarówka kontrolna 6,3 V z oprawką 1 szt.
12. Bezpiecznik rurkowy z oprawką 1 szt.
13. Drobny sprzęt montażowy (przewody, wkręty z nakrętkami itp.).