

URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

58866

Patent dodatkowy
do patentu

Zgłoszono: 30.IX.1967 (P 122 819)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 30.XII.1969

Kl. 21 e, 36/10

MKP G 01 r 31/28

UKD

Twórca wynalazku: mgr inż. Bogdan Gołaj

Właściciel patentu: Zakłady Radiowe im. Marcina Kasprzaka (Zakład
Doświadczalny Aparatury Elektronicznej), Warsza-
wa (Polska)

Diodometr impulsowy

1

Przedmiotem wynalazku jest diodometr impulsowy, służący do pomiaru parametrów impulsowych diod półprzewodnikowych.

Znane układy do pomiaru parametrów impulsowych diod półprzewodnikowych zawierają generator impulsowy oraz wskaźnik napięcia wyjściowego, najczęściej w postaci oscyloskopu. Generator impulsowy powinien zapewniać przepływ przez badaną diodę odpowiedniego prądu przewodzenia oraz szybkie jej przełączanie do stanu zerowego lub do odpowiedniego napięcia wstecznego.

Podstawową trudność przy pomiarze impulsowego prądu wstecznego, na podstawie którego określa się czas przełączania diody w kierunku wstecznym, stanowi konieczność określenia względem poziomu zerowego prądów małej amplitudy zmian prądu wstecznego płynącego przez opornik pomiarowy, w stosunku do kilkaset razy większej amplitudy zmian prądu przewodzenia.

W znanych układach trudność tę częściowo się omija przez stosowanie układów obcinających w postaci diody próżniowej lub półprzewodnikowej, która bocznikuje opornik pomiarowy i stanowi małą rezystancję dla prądu przewodzenia. Pomimo tego, znane układy charakteryzują się stosunkowo niską czułością i dokładnością pomiaru, wymagając stosowania opornika pomiarowego o dużej oporności, dając niską wartość maksymalnej amplitudy prądu przewodzenia oraz wprowadzając do

2

układu duży ładunek lub też znaczną pojemność szkodliwą, co w sumie znacznie ogranicza ich zastosowanie.

Celem wynalazku jest uzyskanie wysokich parametrów technicznych i łatwości obsługi przy pomiarach w warunkach laboratoryjnych oraz produkcyjnych, zaś zadaniem wynalazku jest opracowanie urządzenia elektronicznego dla osiągnięcia tego celu.

Cel ten został osiągnięty przez opracowanie przyrządu do pomiaru metodą oscyloskopową impulsowego napięcia przewodzenia oraz impulsowego prądu wstecznego diod półprzewodnikowych posiadającego generator impulsów przełączających, układy zasilające i sygnalizacyjne oraz przełączane układy pomiarowe z miernikami parametrów przełączających diody, tym znamienne, że ma dla obu rodzajów pomiaru wspólny układ pomiarowy amplitudy prądu impulsu przewodzenia w postaci wtórnika katodowego z detektorem szczytowym i eliminatorem wahań wskazówki miernika z sygnalizacją pomiaru parametrów przełączających oraz układ włączający impulsy generatora na badaną diodę, natomiast wyłącznie dla pomiaru impulsowego napięcia przewodzenia ma wyjściowy układ dopasowujący w postaci wtórnika katodowego, zaś dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego układ do pomiaru amplitudy napięcia wstecznego oraz wyjściowy układ wtórników ka-

todowych do obcinania ujemnych części impulsów powstałych od prądu przewodzenia.

Wynalazek zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania przedstawionym na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia schemat blokowy układu przyrządu, fig. 2 — schemat ideowy układu dla pomiaru impulsowego spadku napięcia przewodzenia i fig. 3 — schemat ideowy układu dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego.

Schematy na fig. 2 i 3 przedstawione są w stanie aktywnym.

W przedstawionym na fig. 1 układzie blokowym diodometru impulsowego 1 oznacza generator impulsów przełączających, 2 — układ włączający impulsy generatora na badaną diodę, 3 — układ zacisków pomiarowych, 4 — układ do pomiaru amplitudy prądu impulsu przewodzenia, 5 — wyjściowy układ dopasowujący, 6 — układ regulacji amplitudy napięcia wstecznego, 7 — układ do pomiaru amplitudy napięcia wstecznego, 8 — układ oporników pomiarowych, 9 — układ wtórników katodowych do obcinania ujemnych części impulsów powstałych od prądu przewodzenia, W1 — wielostykowy przełącznik rodzaju pomiaru (pokazano układy zestyków W1₁ do W1₅), G — gniazdo wyjściowe i 10 — oscyloskop.

Do układu zacisków pomiarowych 3 włączona jest mierzona dioda Do.

W położeniu u przełącznika W1, oznaczonym linią ciągłą, wykonany jest pomiar impulsowego napięcia przewodzenia (zestyki W1_{1u} do W1_{5u}), zaś w położeniu i — oznaczonym linią przerywaną, impulsowego prądu wstecznego (zestyki W1_{1i} do W1_{5i}).

Dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego generator układu dołączony jest do dodatniego bieguna napięcia U1 i ujemnego bieguna napięcia U2, których przeciwne bieguny są połączone z masą, zaś dla pomiaru impulsowego napięcia przewodzenia, generator układu dołączony jest do ujemnego bieguna napięcia U2 i masy.

Sygnalizacja w postaci podświetlenia skali mierników w układzie 4 do pomiaru prądu przewodzenia i w układzie 7 do pomiaru amplitudy napięcia wstecznego, sterowana jest z układu 2 włączającego impulsy generatora.

W układach przedstawionych na fig. 2 i 3, przez W2 oznaczono trzypozycyjny przełącznik, w którym p oznacza pozycję pomiaru parametrów impulsowych, ku — pozycję kalibracji oscyloskopu przy pomiarze impulsowego napięcia przewodzenia i ki — pozycję kalibracji oscyloskopu przy pomiarze impulsowego prądu wstecznego.

Po włożeniu badanej diody Do w układ 3 zacisków pomiarowych, jednym wyprowadzeniem diody zwarte są zaciski Z1 i Z2, zaś drugim zaciski Z3 i Z4.

Układ 2 włączający impulsy generatora na badaną diodę zawiera tranzystor T, którego kolektor połączony jest poprzez uzwojenie przekątnika P z ujemnym biegunem napięcia U3, z dodatnim biegunem, którego połączony jest emiter. Baza tranzystora T połączona jest poprzez opornik R1 z dodatnim biegunem napięcia U3 oraz zaciskiem Z1. Ujemny biegun napięcia U3 połączony jest z zaciskiem Z2 poprzez opornik R2 i zestyk W2_{1p}

przełącznika W2. Na fig. 2 i 3 zestyki przekątnika pokazano w stanie aktywnym, po jego zadziałaniu.

Układ mocy generatora impulsów przełączających 1 stanowi pentoda L1, której siatka dołączona jest do poprzedniego stopnia o znanym układzie, katoda do ujemnego bieguna napięcia U2, zaś anoda poprzez zestyk P2, P3 do zacisku Z1. Zacisk Z2 jest połączony poprzez zestyk W2_{1p} przełącznika W2 i opornik R3 z siatką lampy L2 w wyjściowym stopniu dopasowującym 5, której anoda połączona jest poprzez zestyk W1_{5u} przełącznika W1 i zestyk W2_{2p} przełącznika W2 z zaciskiem Z3, zaś katoda poprzez opornik R4 i zestyk P6, P5 przekątnika P z ujemnym biegunem napięcia U2. Katoda połączona jest również poprzez kondensator C i zestyk W1_{2u} przełącznika W1 z gniazdem wyjściowym G. Zacisk Z4 połączony jest poprzez zestyk W1_{4u} przełącznika W1 z masą.

Styk P1 przekątnika P w układzie na fig. 2 połączony jest poprzez opornik R5 z masą, z zestykiem W2_{1ku} przełącznika W2 i z zestykiem W1_{1u} przełącznika W1.

Anoda lampy L3 układu 4 do pomiaru amplitudy prądu impulsu przewodzenia połączona jest z dodatnim biegunem napięcia U1, katoda poprzez opornik R6 z ujemnym biegunem napięcia U2, natomiast siatka dla układu na fig. 2 poprzez zestyk W1_{1u} przełącznika W1 z opornikiem R5, zaś dla układu na fig. 3 poprzez zestyk W1_{1i} przełącznika W1 z opornikiem R7, drugim końcem połączonych z masą. Opornik R7 stanowi uproszczenie układu 8 oporników pomiarowych. Z katodą lampy L3 połączony jest detektor szczytowy D1, który połączony jest z masą poprzez dołączony do niej dodatkni zaciskiem miernik M1 i równolegle poprzez potencjometr R8 i opornik R9, stanowiące dzielnik napięcia. Podłączony do dzielnika napięcia opornik R10 dołączony jest dla układu na fig. 2 do styku P6, zaś dla układu na fig. 3, do styku P4 przekątnika P.

W układzie przedstawionym na fig. 3, anoda pentody L1 dołączona jest poprzez zestyk P2, P3 przekątnika P, układ regulacji napięcia wstecznego 6, zawierający szeregowo połączone oporniki R11 i R12, do dodatniego bieguna napięcia U1, oraz do zestyku W2_{1ki} przełącznika W2 i zacisku Z1, zaś poprzez opornik R14 do zestyku W2_{2ki} przełącznika W2. Do punktu połączenia oporników R11 i R12 dołączony jest potencjometr R13 połączony z masą. Styk P1 przekątnika P połączony jest poprzez wysokoomowy opornik R15 z masą.

Zacisk Z3 jest poprzez zestyk W2_{2p} przełącznika W2, zestyk W1_{5i} przełącznika W1 i zestyk WZ1, WZ2 wciskowego przełącznika zwrotnego WZ połączony z siatką lampy L4, połączoną poprzez opornik R16 z masą. Lampa L4 wraz z lampą L5 stanowi układ wtórników katodowych 9. Katoda lampy L4 połączona jest poprzez szeregowo połączone oporniki R17 i R18 z ujemnym biegunem napięcia U2. Do miejsca złączenia oporników R17 i R18 dołączona jest siatka lampy L5, której katoda dołączona do zacisku wyjściowego G, jest poprzez opornik R19 połączona z masą. Anody lamp L4 i L5 są połączone z dodatnim biegunem napięcia U1.

W układzie 7 do pomiaru amplitudy napięcia wstecznego, anoda lampy L6 jest połączona z dodatnim biegunem napięcia U1, siatka dołączona do opornika R11 układu 6 regulacji amplitudy napięcia wstecznego, zaś katoda poprzez opornik R20 do ujemnego bieguna napięcia U2 oraz poprzez detektor szczytowy D2 do dodatniego zacisku miernika M2, dołączonego ujemnym zaciskiem do masy. Styk WZ3 przełącznika WZ jest połączony z masą, styk WZ4 połączony ze stykiem WZ2, zaś styk WZ1 z opornikiem R7.

W układzie na fig. 2, dołączona do napięcia zmiennego U4 lampka S1 podświetlająca skalę miernika M1 jest połączona ze stykiem P4 przełącznika P, zaś w układzie na fig. 3, lampki: S1 podświetlająca skalę miernika M1 oraz S2 podświetlająca skalę miernika M2 są połączone ze stykiem P6 przełącznika P.

Działanie diodomętru impulsowego będącego przedmiotem wynalazku jest następujące.

Po umieszczeniu badanej diody Do w układzie zacisków pomiarowych 3, następuje zwarcie poprzez wyprowadzenia diody styków Z1 i Z2 oraz Z3 i Z4, co wywołuje ujemną polaryzację bazy tranzystora T. Przez uzwojenie przełącznika P popłynie prąd i przełącznik przełączy swoje zestyki ze stanu pasywnego do aktywnego.

Następuje zwarcie styków P2, P3 i P5, P6. Zwarcie styków P2 i P3 powoduje podanie na badaną diodę Do impulsów przełączających z pentody L1 generatora impulsów przełączających 1, zaś zwarcie styków P5, P6, w zależności od rodzaju pomiaru bądź świecenie żarówek S1 i S2, bądź podanie napięcia stałego na miernik M1. Amplituda impulsu prądu przewodzenia uwarunkowana jest stopniem odetkania pentody L1.

Przy pomiarze impulsowego spadku napięcia przewodzenia, impulsowy przepływ prądu przewodzenia przez badaną diodę Do, wywołuje na niej spadek napięcia, pobierany z zacisków pomiarowych Z2, Z3 i podawany poprzez zestyki W2_{1p}, W2_{2p} przełącznika W2 na wtórnik dopasowujący 5 zbudowany na lampie L2. Zwarcie styków P5, P6 przełącznika P powoduje podanie stałego napięcia na miernik amplitudy impulsów prądu przewodzenia M1 i wywołuje wychylenie wskazówki miernika, które jest za pomocą potencjometru R8 dobierane tak, aby pokrywało się z wychyleniem w przypadku pomiaru amplitudy impulsu prądu przewodzenia.

Pomiar amplitudy impulsu prądu przewodzenia jest dokonywany z chwilą usunięcia badanej diody Do z zacisków pomiarowych. Wówczas następuje zwolnienie przełącznika P i zwarcie styków P1, P2 oraz P4, P5. Zwarcie styków P1, P2 wywołuje przepływ impulsów prądu przewodzenia przez opornik R5 o znanej oporności, wybranej w pobliżu dynamicznej oporności przewodzenia badanych diod. Impulsowy spadek napięcia na oporniku R5 od impulsów prądu przewodzenia jest podawany poprzez wtórnik zbudowany na lampie L3 na układ detektora szczytowego D1 i miernik M1. Zwarcie styków P4, P5 wywołuje świecenie żarówki S1 podświetlającej skalę miernika M1.

W pozycji kalibracji przełącznik W2 ma włączone zestyki W2_{1ku} i W2_{2ku} i w tej pozycji następuje zwolnienie przełącznika P, a z opornika R5 pobierany jest impuls napięcia o znanej amplitudzie uprzednio określonej. Otrzymany na zacisku wyjściowym G impuls napięcia służy do kalibracji wskaźnika napięcia wyjściowego, to jest oscyloskopu względnie woltomierza stroboskopowego.

Dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego przełącznik W1 przełącza się do pozycji I. Moment odetkania pentody L1 powoduje przepływ prądu przewodzenia przez badaną diodę Do, zaś moment zatkania pentody L1 wywołuje zatkanie diody Do stałym napięciem, którego amplituda jest regulowana potencjometrem R13.

Zarówno przepływ prądu przewodzenia, jak i przepływ prądu wstecznego badanej diody Do, przy przełączaniu jej z kierunku przewodzenia na zaporowy, wywołuje spadek napięcia na znanym oporniku pomiarowym R7 włączonym w szereg z diodą Do, przy czym podlegająca pomiarowi część przebiegu od prądu wstecznego posiada polaryzację dodatnią, a niepożądana część od prądu przewodzenia, polaryzację ujemną. Z uwagi na znacznie większą wartość prądu przewodzenia niż prądu wstecznego, spadek napięcia od prądu przewodzenia na oporniku R7 ogranicza się tak, aby umożliwiony był pomiar przebiegu prądu wstecznego na oscyloskopie. Dlatego przebieg napięcia z opornika R7 jest podawany na siatkę lampy L4 pracującej w układzie wtórника katodowego, przy czym anoda lampy L4 jest zasilana dodatnim napięciem względem masy układu, a katoda napięciem ujemnym poprzez połączone szeregowo oporniki R17 i R18. Przy zerze napięcia na siatce lampy L4, lampa L4 jest przewodząca, dzięki czemu w miejscu połączenia oporników R17 i R18, do którego dołączona jest siatka lampy L5, występuje ujemne napięcie względem masy. Wartość tego ujemnego napięcia jest zbliżona do napięcia odcięcia lampy L5, pracującej w układzie wtórника katodowego, z tą różnicą, że jej opornik R19 jest połączony z masą układu. Dzięki temu niepożądany ujemny spadek napięcia na oporniku pomiarowym R7 od prądu przewodzenia badanej diody Do zostaje obcięty przez lampę L5, natomiast mierzony przebieg prądu wstecznego, wywołujący dodatni spadek napięcia na tymże oporniku, powoduje odetkanie lampy L5, która pracuje wtedy jako wtórnik katodowy.

Przez naciśnięcie przełącznika zwrotnego WZ, po zwarcu styków WZ3 i WZ4 otrzymuje się na oscyloskopie poziom odniesienia zera, od którego mierzony jest przebieg prądu wstecznego.

Pomiar amplitudy napięcia wstecznego dokonywany jest za pomocą miernika M2. Podświetlenie skal mierników M1 i M2 za pomocą żarówek S1 i S2, następuje w czasie dokonywania pomiaru. Pomiar prądu wstecznego dokonuje się przy zestykach W2_{1p} i W2_{2p} przełącznika W2, zaś przy zestykach W2_{1ki} i W2_{2ki} kalibrację oscyloskopu. W pozycji kalibracji zamiast badanej diody Do włączony jest opornik R14, o oporności wybranej w pobliżu dynamicznej oporności wstecznej badanych

diod, który wraz z opornikiem pomiarowym **R7** tworzy dzielnik napięcia impulsu przełączającego. Otrzymany dodatni impuls napięcia zmierzony od poziomu odniesienia zera, posiada ściśle określoną amplitudę, a skutkiem tego pole pomiarowe może być wykalibrowane bezpośrednio w jednostkach prądu wstecznego.

Diodometr impulsowy będący przedmiotem wynalazku umożliwia szybki pomiar parametrów impulsowych diod półprzewodnikowych, a ponadto posiada następujące zalety:

wskazówki mierników wychyłowych określających parametry przełączania nie ulegają wahaniom przy zmianie diod;

kalibracja oscyloskopu jest łatwa i prosta w obsłudze;

układ pomiarowy amplitudy impulsu prądu przewodzenia przy pomiarze impulsowego spadku napięcia przewodzenia nie obciąża generatora impulsów przełączających;

łatwą i prostą w obsłudze możliwość otrzymania poziomu odniesienia zera na oscyloskopie.

Zastrzeżenia patentowe

1. Diodometr impulsowy służący do pomiaru metodą oscyloskopową impulsowego napięcia przewodzenia oraz impulsowego prądu wstecznego diod półprzewodnikowych, posiadający generator impulsów przełączających, układy zasilające i sygnalizacyjne oraz przełączane układy pomiarowe z miernikami parametrów przełączających diody **znamienny tym**, że ma dla obu rodzajów pomiaru wspólny układ do pomiaru amplitudy prądu impulsu przewodzenia w postaci wtórnika katodowego z detektorem szczytowym i eliminatorem wahań wskazówki miernika z sygnalizacją pomiaru parametrów przełączających oraz układ włączający impulsy generatora na badaną diodę, natomiast wyłącznie dla pomiaru impulsowego napięcia przewodzenia ma wyjściowy układ dopasowujący w postaci wtórnika katodowego, zaś dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego układ do pomiaru amplitudy napięcia wstecznego oraz wyjściowy układ wtórników katodowych do obcinania ujemnych części impulsów powstałych od prądu przewodzenia.
2. Diodometr według zastrz. 1, **znamienny tym**, że ma w układzie (2) włączającym impulsy generatora na badaną diodę (**Do**) tranzystor (**T**), którego kolektor połączony jest poprzez uzwojenie przekąźnika (**P**) z ujemnym biegunem napięcia (**U3**), którego dodatni biegun połączony jest z emiterym oraz poprzez opornik (**R1**) z bazą, która połączona jest poprzez zacisk (**Z2**), końcówkę badanej diody (**Do**) i zacisk (**Z1**) w

układzie zacisków pomiarowych oraz zestyk (**W2_{1p}**) przełącznika rodzaju pomiaru (**W1**) i opornik (**R2**) z ujemnym biegunem napięcia (**U3**).

3. Diodometr według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że w układzie (4) pomiarowym amplitudy prądu impulsu przewodzenia anoda lampy (**L3**) dołączona jest do dodatniego bieguna napięcia (**U1**), katoda poprzez opornik (**R6**) do ujemnego bieguna napięcia (**U2**), a poprzez detektor szczytowy (**D1**) i miernik (**M1**) oraz równolegle poprzez dzielnik napięcia (**R8**) i (**R9**) z masą, zaś siatka jest połączona z masą poprzez zestyk (**W1_{1u}**) przełącznika rodzaju pomiaru (**W1**) i opornik (**R5**) dla pomiaru impulsowego spadku napięcia przewodzenia lub też poprzez zestyk (**W1_{1i}**) i opornik (**R7**) dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego, natomiast opornik (**R10**) dołączony do dzielnika napięcia (**R8**, **R9**) jest połączony z ujemnym biegunem napięcia (**U2**) poprzez zestyk (**P6**, **P5**) przekąźnika (**P**) dla pomiaru impulsowego spadku napięcia przewodzenia, zaś poprzez zestyk (**P4**, **P5**) dla pomiaru impulsowego prądu wstecznego.
4. Diodometr według zastrz. 1—3 **znamienny tym**, że ma w układzie (9) wtórników katodowych do obcinania ujemnych części impulsów powstałych od prądu przewodzenia lampę (**L4**), której siatka dołączona do styków (**WZ2**, **WZ4**) przełącznika zwrotnego (**WZ**), połączona jest poprzez opornik (**R16**) z masą, anoda z dodatnim względem masy biegunem napięcia (**U1**) i katoda poprzez połączone szeregowo oporniki (**R17** i **R18**) z ujemnym względem masy biegunem napięcia (**U2**) oraz lampę (**L5**), której anoda jest połączona z dodatnim biegunem napięcia (**U1**), katoda dołączona do zacisku wyjściowego (**G**) jest połączona poprzez opornik (**R19**) z masą, zaś siatka jest dołączona do punktu złączenia oporników (**R17** i **R18**), wartości których są tak dobrane, iż siatka lampy (**L5**) jest spolaryzowana ujemnym względem masy napięciem o wartości zbliżonej do jej napięcia odcięcia.
5. Diodometr według zastrz. 1—4, **znamienny tym**, że przy pomiarze impulsowego spadku napięcia przewodzenia, żarówka (**S1**) podświetlająca skalę miernika (**M1**) amplitudy impulsu przewodzenia włączona jest poprzez zestyk (**P4**, **P5**) przekąźnika (**P**), zaś przy pomiarze impulsowego prądu wstecznego poprzez zestyk (**P5**, **P6**) włączone są żarówka (**S1**) podświetlająca skalę miernika (**M1**) amplitudy impulsu przewodzenia oraz żarówka (**S2**) podświetlająca skalę miernika (**M2**) amplitudy napięcia wstecznego.

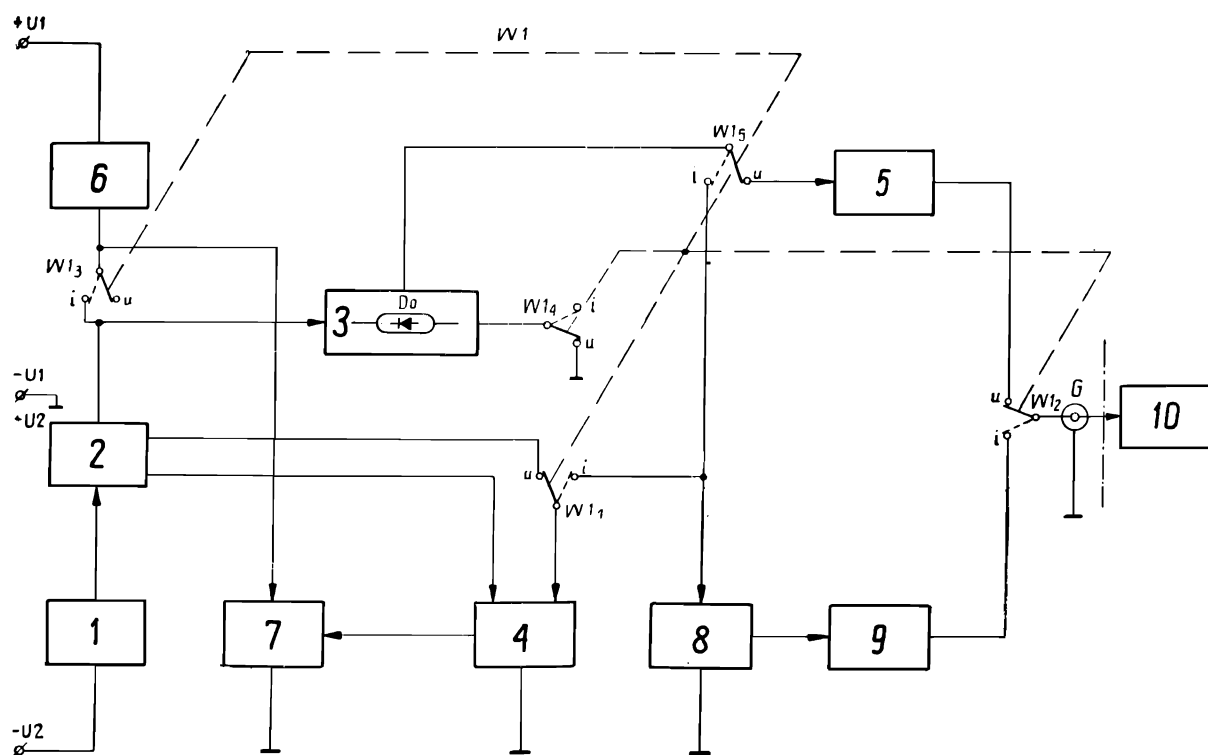


Fig. 1

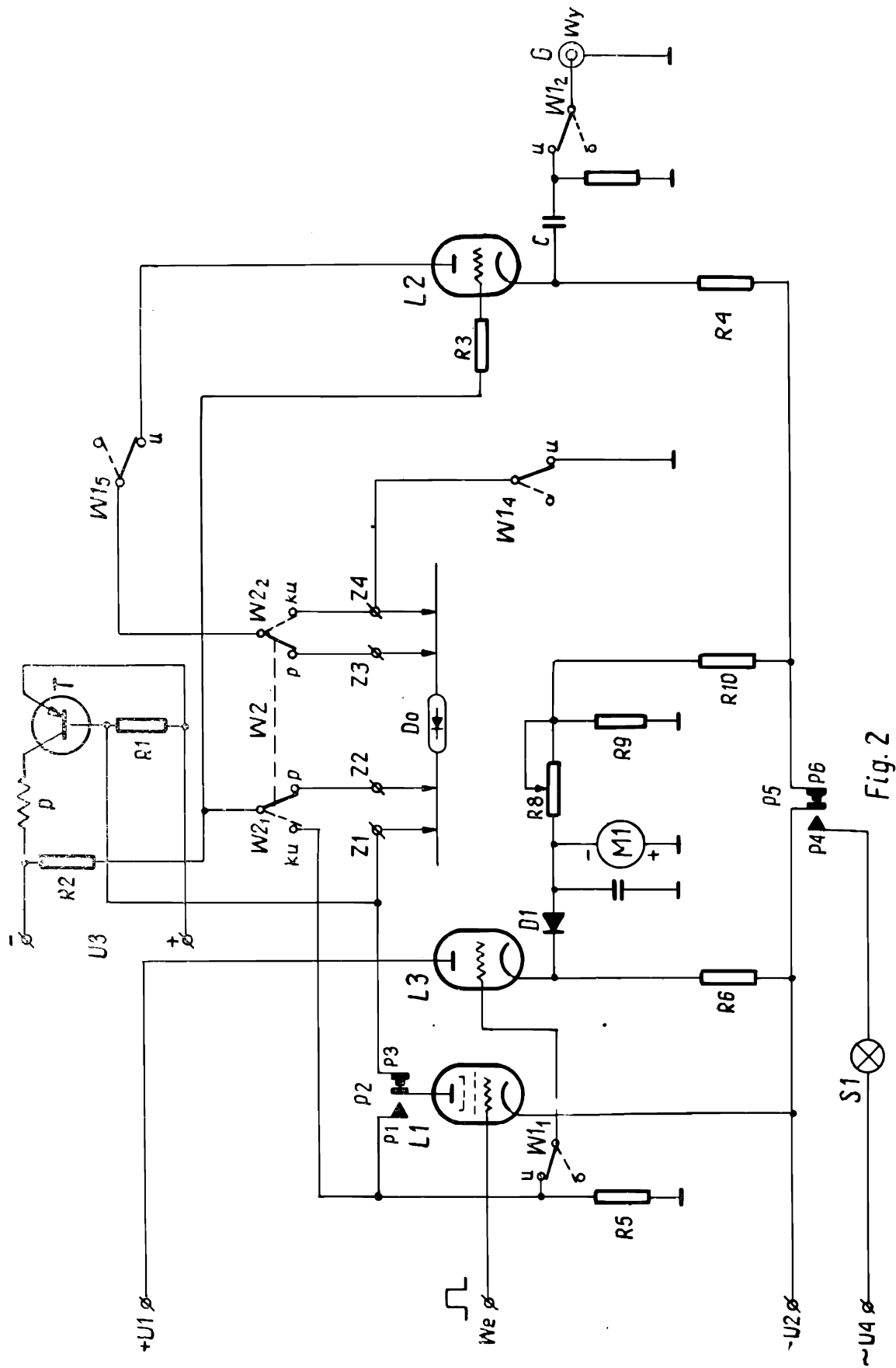


Fig. 2

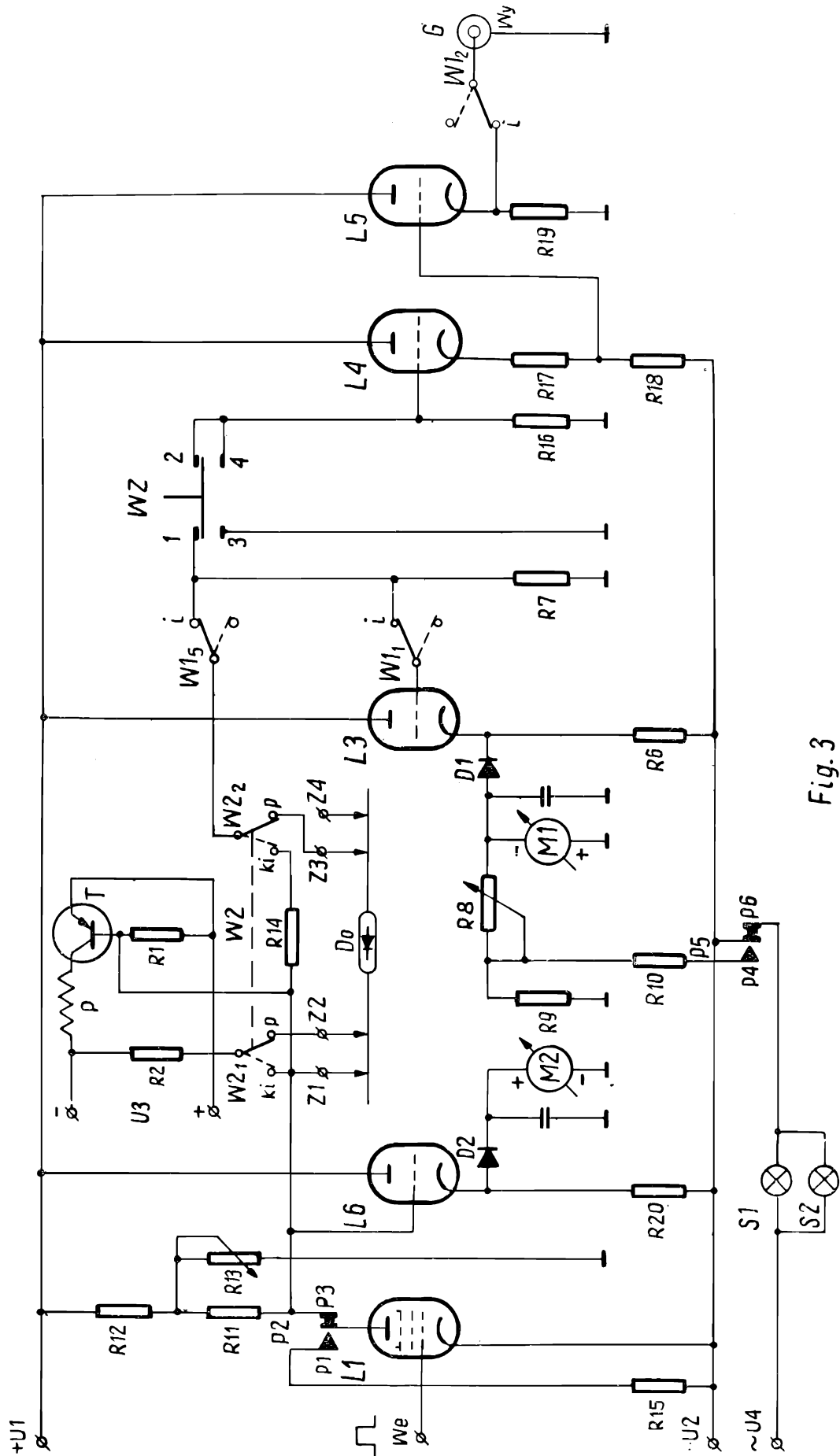


Fig. 3