

URZĄD PATENTOWY
w WARSZAWIE 403/3/02
OPIS PATENTOWY

Nr 32248

Kl. 21 a⁴, 29/01

Vereinigte Glühlampen und Elektrizitäts Aktiengesellschaft, Ujpest

**Układ wzmacniacza lampowego, zawierający lampy
z powielaniem elektronów**

Zgłoszono 7 września 1938

Udzielono 1 października 1943

Pierwszeństwo: 30 września 1937 (Niemcy)

Jako lampy elektronowe z powielaniem elektronów określa się lampy wzmacniające, w których elektrony emitowane z katody, rozrządzane siatką rozrządzczą i przyspieszane za pomocą siatki osłonnej, trafiają na elektrodę powielającą, z której wskutek emisji wtórnej wyzwalają większą ilość elektronów wtórnych, płynących następnie do anody lampy. Wynalazek niniejszy dotyczy zastosowania takich lamp we wzmacniających układach połączeń. Budowa lampy z powielaniem elektronów i sposób ukształtowania elektrody powielającej są przy tym obojętne. W opisie będzie mowa o lampach posiadających jedną elektrodę powielającą; niemniej jednak

wynalazek dotyczy również lamp o większej liczbie elektrod powielających.

Działanie lamp z powielaniem elektronów znamienne jest tym, że prąd anodowy lampy jest wytwarzany przez dwa źródła, a mianowicie przez pierwotną emisję termiczną katody lampy oraz przez wtórną emisję elektrody powielającej. Przyjmując jako dodatni kierunek prądu kierunek prądu anodowego zwykłych lamp elektronowych (tj. kierunek przeciwny do kierunku poruszania się elektronów), otrzymuje się w lampie z powielaniem dwie elektrody o prądzie ujemnym, a mianowicie katodę lampy i elektrodę powielającą o dodatnim potencjale.

Przedmiotem wynalazku jest układ połączeń wzmacniacza z lampą z powielaniem elektronów, umożliwiający niezawodną i oszczędną pracę takiego wzmacniacza.

Charakterystyka przedstawiona na fig. 1 uwidacznia związek między napięciem i prądem elektrody powielającej; posiada ona kształt znanej charakterystyki dynatronowej. W celu ustalenia stałego punktu pracy lampy na tej charakterystyce należy napięcie na zaciskach elektrody powielającej wytwarzać za pomocą źródła prądu, posiadającego opór wewnętrzny, mniejszy aniżeli pewna określona najniższa wartość krytyczna. Wartość tę można znaleźć w znany sposób z fig. 1 jako odwrotną wartość nachylenia prostej części charakterystyki. Na fig. 1 krytyczna wartość oporu jest przedstawiona przez prostą C , D , E . Ustalenie punktu pracy C lampy można skutecznie przez zastosowanie źródła prądu o oporności wewnętrznej zero i o napięciu OA , lub też przez zastosowanie mniejszego napięcia OB i włączenia w szereg ze źródłem opornika dodatkowego, którego opór przedstawia prosta BC . Granicę niezawodnego działania układu stanowi napięcie OD , połączone w szereg z opornikiem odpowiadającym prostej CDE . Najniższe napięcie jałowe źródła napięcia jest praktycznie określone przez wartość napięcia, przy którym znak prądu elektrody powielającej zmienia się. Owo napięcie, przedstawione odcinkiem OF , stanowi charakterystyczną wielkość wtórnej emisji elektrody powielającej, przy szybkości bowiem elektronów odpowiadającej temu napięciu liczba elektronów wtórnych równa się liczbie elektronów pierwotnych. Chcąc elektrodę powielającą zasilić ze źródła napięcia poprzez opornik dodatkowy, należy zwrócić uwagę na to, aby podczas biegu jałowego napięcie jej było większe od minimalnej wartości napięcia, określonej odcinkiem OF . Z drugiej strony napięcie jałowe źródła nie powinno przekro-

czyć napięcia określonego odcinkiem OA . Ponieważ napięcie pracy elektrody powielającej powinno być mniejsze od napięcia anodowego lampy, przeto należałoby pobierać napięcie elektrody powielającej ze źródła napięcia anodowego poprzez dzielnik napięcia. Dzielnik napięcia należy dobrać tak, aby napięcie elektrody powielającej podczas biegu jałowego, kiedy w lampie nie płynie prąd, przekraczało wspomniane napięcie najniższe. W układach połączeń według wynalazku obiera się dolną granicę napięcia jałowego większą od 50 V, ponieważ omawiana wartość napięcia charakterystycznego, dla powierzchni zdolnych do emitowania elektronów wtórnych, leży w granicach między 15 a 50 V.

Układ połączeń do zasilania lampy z powielaniem, wyposażonej w dzielnik napięcia, przedstawiono na fig. 2. Na tej figurze, jak również na fig. 3—5, cyfra 1 oznacza lampę z powielaniem elektronów, 2 — katodę lampy, 3 — siatkę rozrządczą, 4 — siatkę ekranującą, 5 — anodę i 6 — elektrodę powielającą. Cyfra 7 oznacza upływowy opornik siatki, 8 — kondensator sprzęgający, 9 — opornik katodowy, liczby 10 i 13 oznaczają kondensatory odprężające, 11 i 12 — oporniki dzielnika napięcia do zasilania siatki ekranującej, liczba 14 oznacza opornik obciążenia w obwodzie anodowym, wreszcie liczba 15 oznacza kondensator sprzęgający lampę w stopniu wyjściowym. Dzielnik napięcia, zasilający elektrodę powielającą, jest utworzony z oporników 17 i 15, przy czym opornik 17 jest zabocznikowany kondensatorem 18. Zaciski wejściowe układu oznaczono literami J , J' , zaciski zaś wyjściowe — literami O , O' . Żarzenie katody jest skutecznie zasilone ze źródła nie przedstawionego na rysunku. Źródło napięcia anodowego jest dołączone do zacisków V , V .

Dzielnik napięcia do zasilania elektrody powielającej może być dobrany na przykład w sposób następujący: jeżeli napięcie źró-

dłta anodowego wynosi 400 V, napięcie elektrody powielającej 250 V, prąd elektrody powielającej 6 mA, oraz jeżeli napięcie jałowe elektrody ma wynosić 80 V, wówczas całkowita oporność dzielnika może wynosić 177 k Ω przy wartości poszczególnych oporników składowych $R_{17} = 35,4 \text{ k}\Omega$ i $R_{18} = 148,6 \text{ k}\Omega$. Dzielnik taki będzie zużywał moc 0,4 W. Jeżeli chodzi o zmniejszenie zależności działania lampy od prądu płynącego z elektrody powielającej, to wartość oporności należy obierać mniejszą, napięcie zaś jałowe — większe; prowadzi to oczywiście do większego zużycia energii. Na przykład przy tych samych napięciach roboczych i tej samej wartości prądu roboczego elektrody powielającej, oraz przy napięciu jałowym 170 V, a opornikach $R_{17} = 23 \text{ k}\Omega$ i $R_{18} = 30 \text{ k}\Omega$, dzielnik napięcia pobiera moc 2 W.

W układach wzmacniaczy według wynalazku prąd elektrody powielającej względnie prąd różnych elektrod powielających kilku lamp z powielaniem elektronów, zastosowanych w jednym i tym samym układzie połączeń, jest użyty jako prąd zasilający anody innych, zwykłych lamp elektronowych układu, które posiadają napięcie anodowe, o wartości prawie równej napięciu roboczemu elektrody powielającej w lampach z powielaniem. Na fig. 3 przedstawiono tytułem przykładu układ połączeń wzmacniacza, w którym zastosowano trzy lampy powielające 1, 1' i 1'', oraz zwykłą lampę wzmacniającą końcową 20. Oprócz narządów, przytoczonych w związku z fig. 2, układ ten posiada dławik 19 (względnie 19' i 19''), służący do odprężenia elektrody powielającej. Na rysunku liczba 21 oznacza katodę zwykłej lampy wzmacniającej, 20, 22 — siatkę rozrządczą, 23 — siatkę ekranową, 24 — siatkę przeciwwemisyjną, 25 — anodę lampy. Liczba 26 oznacza upływowy opornik siatki, a liczba 27 — opornik katodowy lampy

końcowej; liczby 28 i 30 oznaczają kondensatory odprężające, a liczba 31 oznacza opornik obciążenia lampy końcowej. Według wynalazku elektrody powielające lamp z powielaniem elektronów przyłącza się do obwodu anodowego zwykłej lampy elektronowej w punkcie Sp. Punkt ten łączy się poprzez opornik 29 z dodatnim biegunem źródła napięcia anodowego. Zakładając, że w lampach powielających panują te same warunki pracy co w wyżej opisanym przykładzie (napięcie elektrody powielającej wynosi 250 V, napięcie anodowe — 400 V, prąd elektrody powielającej — 6 mA), to przy trzech lampach powielających odzyskuje się z powrotem $3 \times 6 = 18 \text{ mA}$, co przy napięciu 250 V daje 4,5 W zysku. Dodatkowe zużycie mocy w oporniku 29, tworzącym część dzielnika napięcia, wynosi $150 \text{ V} \times 22 \text{ mA} = 3,3 \text{ W}$, jeżeli prąd anodowy w lampie końcowej ma wynosić 40 mA. W przypadku, kiedy elektrody powielające są zasilane przez oddzielne dzielniki napięcia, do zużycia mocy w dzielniku (obliczonego w pierwszym przykładzie), wynoszącego $3 \times 0,4 = 1,2 \text{ W}$, dochodzi jeszcze zużycie mocy w oporniku dodatkowym 29 lampy końcowej, wynoszące $40 \text{ mA} \times 150 \text{ V} = 6 \text{ W}$. Oszczędność mocy w układzie według fig. 3 przedstawia się następująco. Ogólne zużycie mocy w układzie wynosi (z zaniedbaniem zużycia mocy przez anody lamp z powielaniem) $400 \text{ V} \times 22 \text{ mA} = 8,8 \text{ W}$; natomiast przy użyciu oddzielnych dzielników napięcia do mocy zużywanej przez dzielniki, a wynoszącej 1,2 W, należy dodać dodatkowe zużycie mocy w lampie końcowej, które wynosi $400 \text{ V} \times 40 \text{ mA} = 16 \text{ W}$. Oszczędność mocy wynosi więc prawie 50%. Oprócz oszczędności mocy, układ połączeń według fig. 3 daje stosunkowo dużą stałość warunków pracy, ponieważ dzięki małemu oporowi dzielników napięcia prądy robocze są tylko w małym stopniu zależne od własności lampy.

W innej odmianie wykonania układu wzmacniającego, przedstawionej na fig. 4, zastosowano osobne źródło napięcia V' , V' , zasilające anody lamp powielających, dzięki czemu nie trzeba tu stosować opornika dodatkowego. Jeżeli zużycie prądu zwykłej lampy wzmacniającej lub zwykłych lamp wzmacniających jest za małe, to może się zdarzyć, że wymagany warunek dostatecznie wysokiego napięcia jałowego elektrody powielającej nie zostaje spełniony. W tym przypadku równolegle do źródła $V'—V'$ włącza się w opornik obciążający 32, zabezpieczający stałość warunków zasilania lamp z powielaniem elektronów. Zarówno opornik dodatkowy 29 na fig. 3 jak i opornik obciążający 32 na fig. 4 można zastąpić wzbudzącą cewką głośnika. Jest też możliwe stosowanie opornika 32 (fig. 4) jako dzielnika napięcia do zasilania dowolnych elektrod lamp układu połączeń, których napięcie zasilania jest stosunkowo małe.

Wyżej opisane układy połączeń dają oszczędność mocy przy zastosowaniu lamp z powielaniem elektronów, których stałość warunków pracy jest zabezpieczona o tyle, że odpowiednie napięcia elektrod powielających ustalają się samoczynnie podczas pracy. W celu uzyskania stałości pracy układów wzmacniających należy dbać jeszcze o to, by nieuniknione wahania własności lamp podczas pracy względnie rozbieżności charakterystyk poszczególnych lamp zostały dostatecznie wyrównane tak, aby wahania te nie mogły wpływać ujemnie na pracę układu. Jak wiadomo, znane lampy wzmacniające wykazują pewne rozbieżności charakterystyk, objaśniające się w ten sposób, że charakterystyki prądu anodowego w funkcji napięcia siatki są przesunięte równolegle względem siebie o określoną wartość napięcia siatki. W znanych układach połączeń powstające w ten sposób przesunięcie punktu pracy lampy zostaje częściowo wyrównane dzięki temu, że nie stosuje się sta-

łego napięcia początkowego siatki, lecz daje się napięcie proporcjonalne do wartości prądu emisyjnego katody. Osiąga się to w prosty sposób przez zastosowanie opornika katodowego; spadek napięcia w tym oporniku stanowi początkowe napięcie siatki. W lampach z powielaniem prąd anodowy utworzony jest tylko w małej części przez pierwotny prąd emisyjny katody; większa część prądu anodowego jest utworzona przez prąd emisji wtórnej z elektrody powielającej. Gdyby zastosować tu opornik katodowy, wówczas można by wyrównać tylko wahania prądu pierwotnego, nie zaś wahania prądu wtórnego. Byłoby jednak pożądane, aby podczas obniżenia się prądu elektrody powielającej (powstającego np. z powodu obniżenia się emisji wtórnej), prąd roboczy się zwiększał np. wskutek samoczynnego obniżania się napięcia siatki rozrządczej. Stan ten można osiągnąć w układzie połączeń przedstawionym schematycznie na fig. 5. Układ ten znamienny jest tym, że elektroda powielająca jest połączona nie tylko z dodatnim biegunem źródła V' poprzez opornik 16, lecz również z katodą poprzez opornik 33. Przez opornik katodowy 9 przepływa w tym przypadku zarówno prąd emisyjny katody jak i część prądu elektrody powielającej, przepływająca przez opornik 33. Jeżeli np. prąd elektrody powielającej podczas pracy zmniejszy się, wówczas obniży się napięcie elektrody powielającej, a zatem i prąd przechodzący przez opornik 33 oraz prąd przepływający przez opornik katodowy 9. Dzięki temu obniża się spadek napięcia na oporze katodowym, który stanowi w całości lub w części napięcie początkowe siatki. Dzięki obniżeniu się napięcia początkowego siatki wzrasta pierwotny prąd emisyjny, a więc i prąd elektrody powielającej oraz prąd roboczy lampy. Kompensację tego rodzaju, mającą na celu uniknięcie wahań prądu, można polepszyć jeszcze w ten sposób, że opór kato-

dowy obiera się możliwie duży w porównaniu z odwrotnością nachylenia charakterystyki lampy powielającej. Aby przy dużej wartości oporu katodowego umożliwić prawidłowe nastawienie początkowego napięcia siatki, łączy się siatkę z punktem o potencjale dodatnim, zamiast z ujemnym biegunem źródła napięcia. W układzie według fig. 5 osiąga się to w ten sposób, że siatkę za pośrednictwem opornika 7 łączy się z ujemnym biegunem źródła napięcia V_1 , V_2 , a za pośrednictwem opornika 34 z dodatnim biegunem tego źródła napięcia. Otrzymuje się w ten sposób dzielnik napięcia, utworzony z oporników 7 i 34, który określa napięcie początkowe siatki rozrządczej 3.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ wzmacniacza lampowego, zawierający lampy z powielaniem elektronów oraz lampy wzmacniające zwykłe, znamienny tym, że elektrody powielające lamp z powielaniem są połączone z anodami zwykłych lamp wzmacniających w taki sposób, iż prądy płynące od tych elektrod tworzą częściowo lub całkowicie prądy anodowe zwykłych lamp wzmacniających.

2. Układ wzmacniacza według zastrz. 1, znamienny tym, że elektrody powielające lamp z powielaniem są tak połączone ze źródłem napięcia zasilającego te lampy, iż wartość napięcia na każdej z tych elektrod, przy zerowej wartości prądu, płyną-

cego w obwodzie każdej z nich, wynosi więcej niż 50 V, lecz mniej niż wartość napięcia pracy każdej z nich.

3. Układ wzmacniacza według zastrz. 1, 2, znamienny tym, że elektrody powielające lamp z powielaniem są połączone ze sobą i z anodami zwykłych lamp wzmacniających, a wspólny punkt połączenia tych elektrod i anod jest dołączony do dodatniego bieguna źródła napięcia anodowego poprzez opornik omowy (29) lub poprzez uzwojenie wzbudzenia głośnika dynamicznego (fig. 3).

4. Układ wzmacniacza według zastrz. 1, 2, w którym napięcie zasilające elektrod powielających jest pobierane z oddzielnego źródła, znamienny tym, że zawiera dodatkowy opornik (32), bocznikujący źródło napięcia dla elektrod powielających, przez co prąd dostarczany przez elektrody powielające posiada w każdym przypadku odpowiednią wartość (fig. 4).

5. Układ wzmacniacza według zastrz. 1—4, znamienny tym, że obwód elektrody powielającej lampy z powielaniem elektronów jest tak połączony z obwodem katody tej samej lampy, iż część prądu dostarczanego przez elektrodę powielającą przepływa poprzez opornik katodowy tej lampy.

Vereinigte Glühlampen
und Elektrizitäts
Aktiengesellschaft
Zastępca: inż. W. Römer
rzecznik patentowy

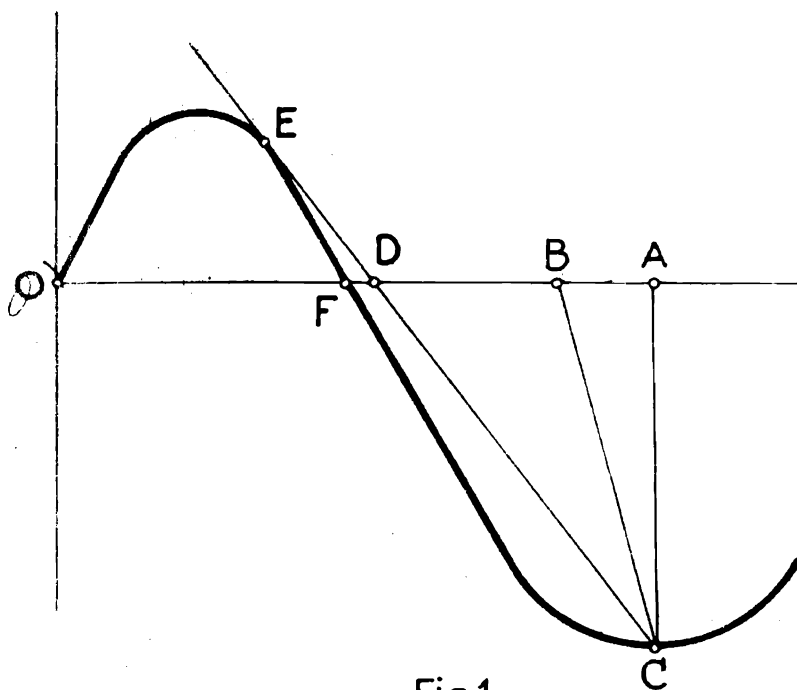


Fig. 1.

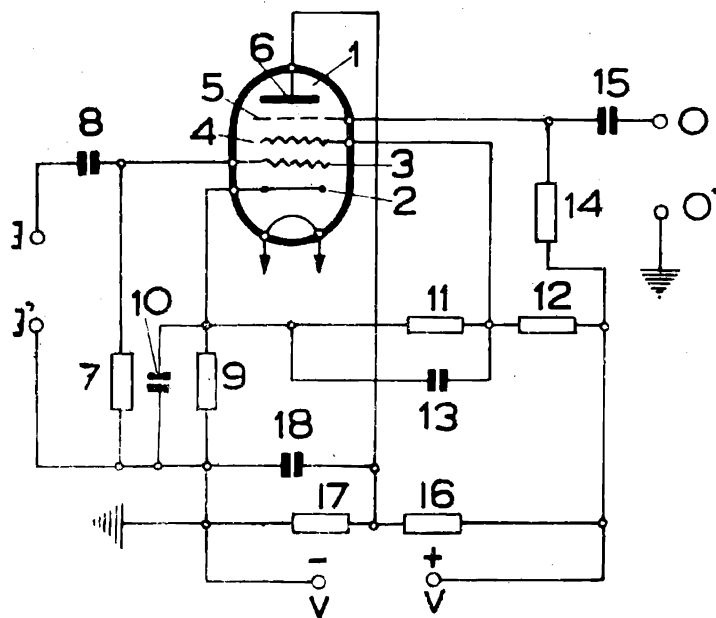
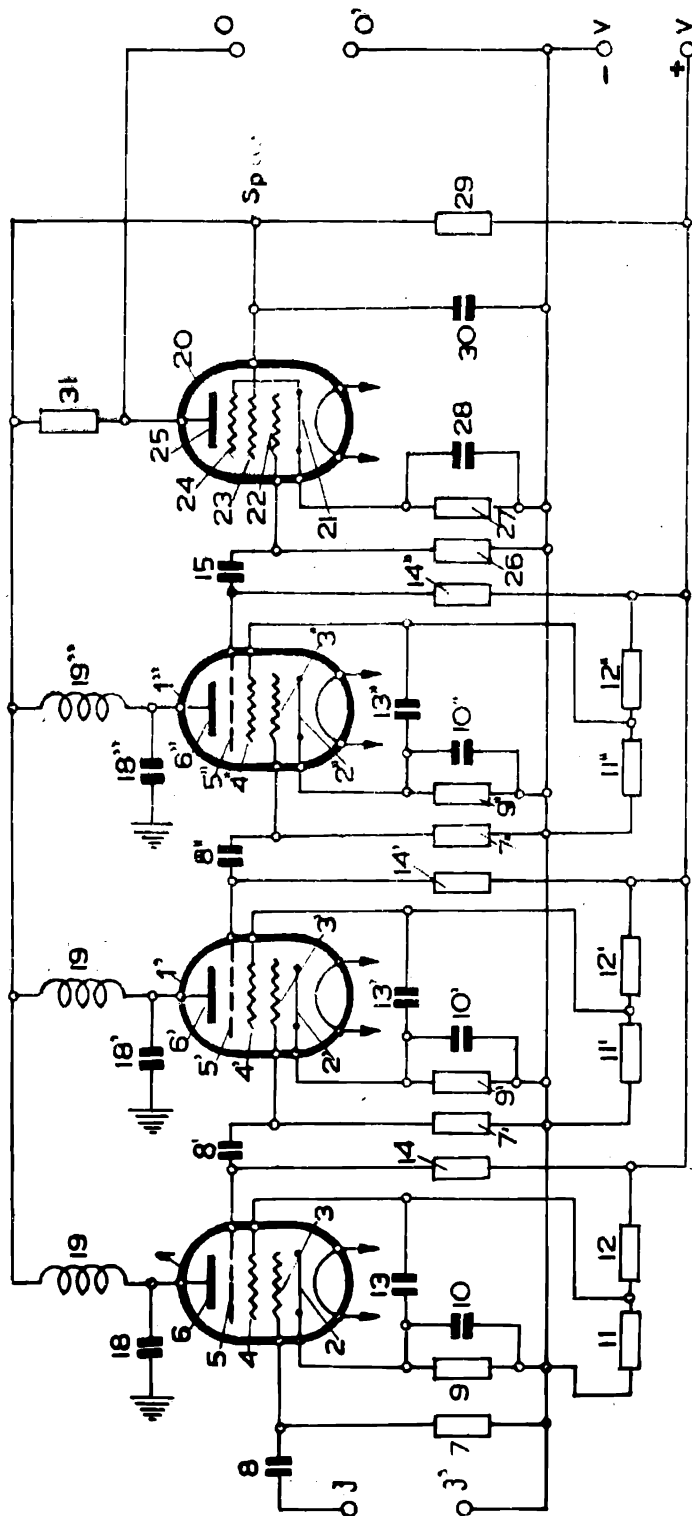


Fig. 2.



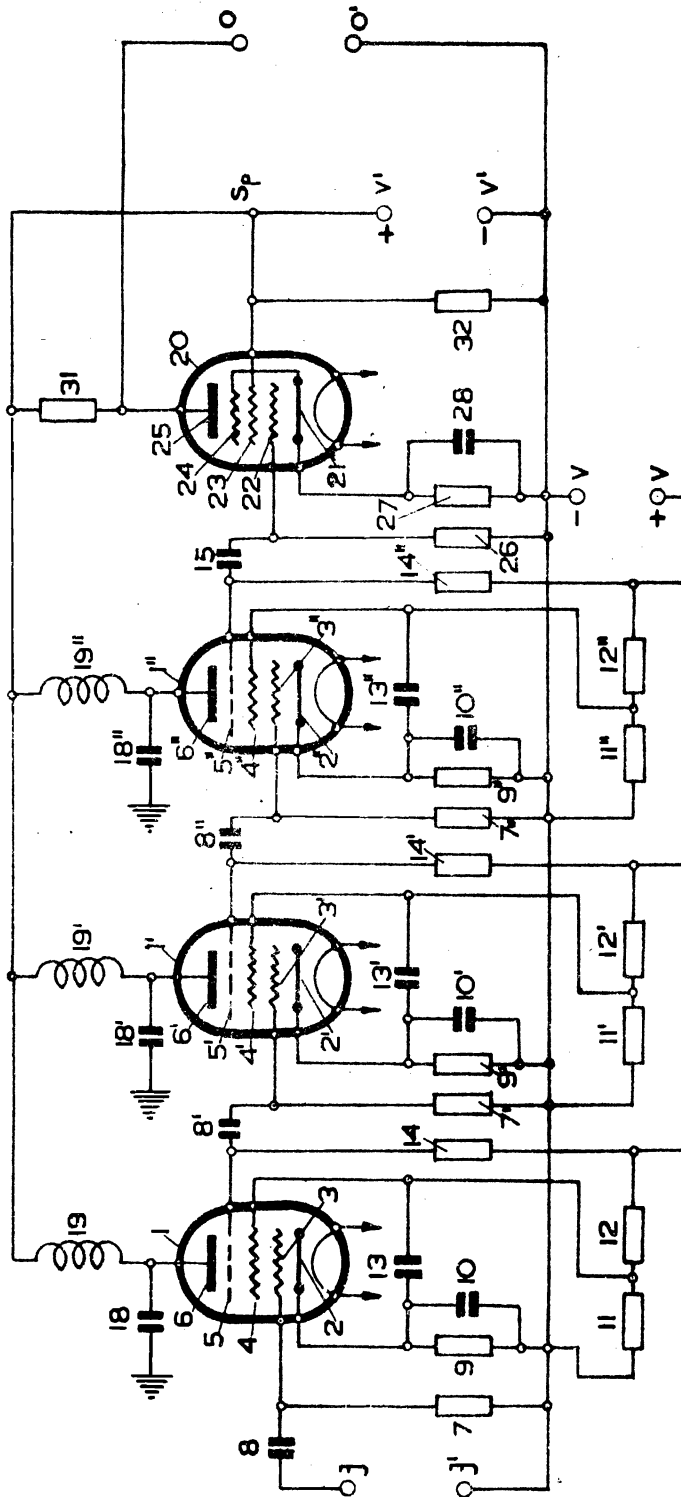


Fig. 4.

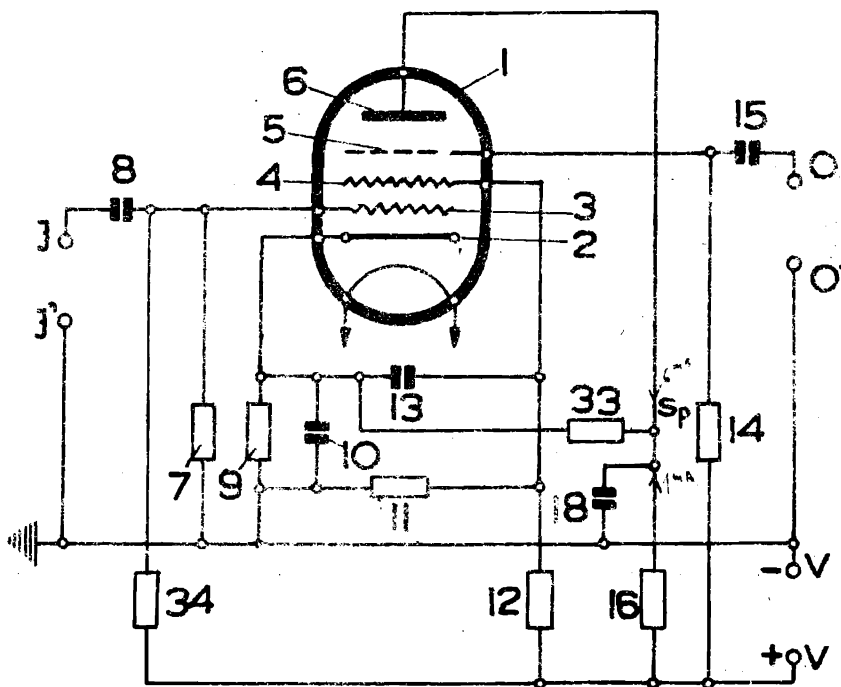


Fig. 5.