

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE 403/3/00 OPIS PATENTOWY

Nr 32226

Kl. 21 a³, 18/01

Siemens & Halske Aktiengesellschaft, Berlin—Siemensstadt

Liniowy wzmacniak telefoniczny

Zgłoszono 27 listopada 1934

Udzielono 25 września 1943

Pierwszeństwo: 29 listopada 1933 (Niderlandy)

W przeciwieństwie do radiotechniki, stosującej we wzmacniakach małej częstotliwości powszechnie lampy z siatką osłoną, mianowicie pentody, dotychczas nie jest znany przypadek zastosowania takich lamp we wzmacniakach liniowych telefonicznych. Przyczyna leży prawdopodobnie w tym, że odmiennosć warunków zastosowania w tej dziedzinie pociąga za sobą odmiennosć wymagań, stawianych lampie, tak iż podstaw technicznych jej zastosowania nie można wprost przenieść z jednej dziedziny do drugiej. To też wynalazek, dotyczący wzmacniaka liniowego telefonicznego, zawierającego jako lampę końcową pentodę, polega na odpowiednim doboru własności pentody i wielkości oporności zewnętrznej jej obwodu anodo-

wego. Dobór ten dla wzmacniaka liniowego telefonicznego różni się tak znacznie od doboru dla innych wzmacniaków małej częstotliwości, że okazało się, iż rozpowszechnione na rynku pentody wielkiej częstotliwości, zasadniczo nie przeznaczone do wzmacniaka mocy częstotliwości małej, lepiej czynią zadość wymaganiom wzmacniaka liniowego telefonicznego, niż rozpowszechnione na rynku pentody małej częstotliwości.

W patencie wielkobrytyjskim nr 304710 opisano wprawdzie wzmacniak liniowy z lampami z siatką osłoną, to jest pentodami, istota wynalazku według tego patentu polega jednak na skojarzeniu lampy lub lamp z siatką osłoną z obwodem lub z obwodami strojonymi, przy czym nie ma

łam mowy o tym, co stanowi istotę wynalazku niniejszego, mianowicie o doborze własności pentody i jej obciążenia, który dopiero czyni możliwym i pożytecznym zastosowanie pentody we wzmacniakach liniowych telefonicznych.

Jedną z oczywistych zalet lamp z siatką osłoną jest duże wzmocnienie. Zwiększenie jednak wzmocnienia nie ma wartości we wzmacniaku liniowym telefonicznym, jeżeli nie idzie w parze z zachowaniem przynajmniej takiej maksymalnej mocy prądu zmiennego, jaką ma zwykły wzmacniak o wzmocnieniu mniejszym. Dzięki wynalazkowi osiąga się wzmacniak o wzmocnieniu większym niż zwykłe wzmacniaki liniowe z triodami, a o maksymalnej mocy prądu zmiennego przynajmniej takiej samej, mianowicie przez zastosowanie stosowanej w radiofonii pentody wielkiej częstotliwości, która przy tym ani w obwodzie żarzenia, ani w obwodzie anodowym łącznie z siatką osłoną nie pobiera mocy więcej, niż taka trioda, która do tychczas w obecnym stanie techniki wydawała się najodpowiedniejszą do wzmacniaka liniowego.

Wzmacniak liniowy według wynalazku zawiera jako lampę końcową pentodę wielkiej częstotliwości, dla której pochodna cząstkowa całkowitego prądu emisyjnego po napięciu siatki osłonnej jest co najmniej pięćdziesiąt razy większa od pochodnej cząstkowej całkowitego prądu emisyjnego po napięciu anody, oporność zaś zewnętrzna obwodu anodowego tej pentody jest, przynajmniej przy częstotliwościach, przy których występuje maksymalna moc foniczna, co najmniej cztery razy większa od oporności, odpowiadającej pochodnej cząstkowej napięcia siatki osłonnej po całkowitym prądzie emisyjnym.

Maksymalną moc prądu zmiennego wyznacza dla wzmacniaka maksymalne zniekształcenie, mierzone stosunkiem wartości

skutecznej harmoniczných, wytwarzanych przez wzmacniak, do wartości skutecznej składowej podstawowej, przy czym dopuszczalne zniekształcenie jest dla wzmacniaka liniowego telefonicznego mniejsze niż dla innych wzmacniaków małej częstotliwości, ponieważ w linię włącza się na ogół większą liczbę wzmacniaków, obciążonych jednakowo.

Dla triody, stosowanej we wzmacniakach liniowych telefonicznych, maksymalna moc prądu zmiennego wyznacza nie jakiś punkt nieciągłości (np. zanik chwilowej wartości napięcia lub prądu anodowego), lecz już znacznie wcześniej zakrzywienie charakterystyki, będące przyczyną wytwarzania harmoniczných.

Najważniejsza jest druga harmoniczna. Jej stosunek do składowej podstawowej wyznacza z dużym przybliżeniem wzór:

$$h = p \cdot \sqrt{\frac{W}{R_a}} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_a},$$

gdzie W jest to pobierana moc prądu zmiennego, R_i — oporność wewnętrzna lampy, R_a — oporność zewnętrzna jej obwodu anodowego, p — stała lampy, wyznaczona wzorem:

$$p = \frac{1}{2\sqrt{2}} \cdot \frac{\frac{\partial^2 I_a}{\partial V_g^2}}{\left(\frac{\partial I_a}{\partial V_g}\right)^2},$$

gdzie

$$\frac{\partial I_a}{\partial V_g} \text{ i } \frac{\partial^2 I_a}{\partial V_g^2}$$

jest to pierwsza i druga pochodna cząstkowa prądu anodowego po napięciu siatki rozrządczej. Wzmocnienie, określone jako stosunek napięcia, wytwarzanego na normalnym oporniku (600 Ω) przez lampę z idealnym transformatorem wyjściowym o przekładni $\sqrt{R_a} : 600$, do napięcia siatkowego, wynosi

$$n = g \frac{\sqrt{600 R_u}}{R_i + R_u} = s \sqrt{600 R_u} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_u},$$

gdzie g jest to współczynnik amplifikacji triody, a s — jej stromość.

We wzorze na stosunek drugiej harmonicznej do składowej podstawowej czynnik

$$\sqrt{\frac{W}{R_u}}$$

zdaje sprawę z tego, że przy większej oporności zewnętrznej tę samą moc prądu zmiennego daje prąd zmienny

mniej, a czynnik $\frac{R_i}{R_i + R_u}$ — z pewnego

rodzaju wstecznego oddziaływania anody.

Wzmocnienie osiąga maksimum przy $R_u = R_i$, co stanowi zwykły warunek dopasowania triody wzmacniakowej.

Zwiększenie oporności zewnętrznej ponad tę wartość, przy zachowaniu tej samej mocy prądu zmiennego, wpłynęło by dwójako ko-

rzystnie na zniekształcenie, nie pozwala na to jednak zmniejszenie wzmocnienia.

W pentodzie półidealnej, której katoda i siatka rozrządcza są zbudowane tak samo, jak w triodzie do wzmacniaków liniowych telefonicznych, w miejscu zaś anody triody leży siatka osłonowa, to jest przy współczynniku amplifikacji dla siatki osłonowej pentody równym współczynnikowi amplifikacji triody, przy tych samych napięciach, tej samej mocy żarzenia, tych samych prądach i tej samej (zakrzywionej) charakterystyce oraz przy idealizacji polegającej na założeniu, że całkowity prąd emisyjny dochodzi do anody, lecz że napięcie anody nie wpływa na jego natężenie, otrzymuje się zniekształcenie

$$h = p \sqrt{\frac{W}{R_u}} \text{ i wzmocnienie } n = s \sqrt{600 R_u}.$$

Porównanie obu lamp daje wynik następujący:

	trioda	równoważna pentoda półidealna
zniekształcenie	$h = p \sqrt{\frac{W}{R_u}} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_u}$	$h = p \sqrt{\frac{W}{R_u}}$
wzmocnienie	$n = s \sqrt{600 \cdot R_u} \cdot \frac{R_i}{R_i + R_u}$	$n = s \sqrt{600 \cdot R_u}$

Jeżeli obciążyć obie te lampy opornością wewnętrzną triody, to pentoda da w porównaniu z triodą, przy tej samej mocy prądu zmiennego, dwa razy większe zniekształcenie i dwa razy większe wzmocnienie. Chcąc otrzymać w pentodzie zniekształcenie to samo, co w równoważnej triodzie dopasowanej, trzeba pentodę obciążyć czterokrotną opornością wewnętrzną triody; wzmocnienie jest wówczas cztery razy większe od wzmocnienia triody dopasowanej, mianowicie jest podwojone raz przez usunięcie oddziaływania anodowego, a drugi raz przez poczwórne zwiększenie oporności zewnętrznej.

Pentoda rzeczywista nie jest jednak półidealna, ponieważ część całkowitego prądu emisyjnego odgałęzia się do siatki osłonowej, napięcie zaś anody wpływa i na całkowity prąd emisyjny i na jego rozdział między anodę a siatkę osłonową, przy czym w stosunku do prądu anodowego oba wpływy mają znak zgodny.

Odgałęzienie części całkowitego prądu emisyjnego do siatki osłonowej zmniejsza stromość pentody w porównaniu z triodą i zmniejsza jej wzmocnienie; stąd zwiększona potrzeba jak najdalszego ograniczenia oddziaływania anody.

Gdyby zachodził tylko wpływ napięcia

anody na całkowity prąd emisyjny, lecz nie z tego prądu nie odgałęziało się do siatki osłonnej, to chcąc mimo to, przy oporności zewnętrznej co najmniej cztery razy większej od oporności wewnętrznej triody, mieć całą korzyść ze zwiększonego wzmocnienia, trzeba aby było w każdym razie $\frac{\partial I_e}{\partial V_a}$ znacznie mniejsze od $\frac{1}{4} \frac{\partial I_e}{\partial V_{gs}}$, przy czym I_e oznacza całkowity prąd emisyjny. Według wynalazku osiąga się to dobierając

$$\frac{\frac{\partial I_e}{\partial V_{gs}}}{\frac{\partial I_e}{\partial V_a}} \geq 50.$$

Zależność prądu anodowego od napięcia anody i napięcia siatki można wyrazić szeregiem potęgowym

$$\Delta I_a = s \Delta V_g + \frac{\Delta V_a}{R_t} + \\ + a \Delta V_g^2 + 2b \Delta V_g \Delta V_a + c \Delta V_a^2 + \dots,$$

gdzie ΔI_a jest to przyrost prądu anodowego wywołany przyrostem napięcia siatki o ΔV_g i przyrostem napięcia anody o ΔV_a , a a , b , c są to współczynniki zależne od budowy lampy i punktu pracy.

Dla triody można założyć z dostateczną dokładnością

$$s \cdot R_t = \frac{a}{b} = \frac{b}{c} = g.$$

Dla pentody nie odpowiadałoby to rzeczywistości, całkowity bowiem prąd emisyjny rozdziela się w niej między anodę a siatkę osłonną w stosunku zależnym od napięć elektrod, przeto

$$s \cdot R_t \neq g; \quad \frac{a}{b} \neq s R_t; \quad \frac{b}{c} \neq s R_t.$$

Dzięki temu przynajmniej dla pentody, w której

$$\frac{\partial I_e}{\partial V_{gs}} : \frac{\partial I_e}{\partial V_a} \geq 50,$$

to znaczy pochodna cząstkowa całkowitego prądu emisyjnego względem napięcia siatki osłonnej jest co najmniej 50 razy większa, niż pochodna cząstkowa całkowitego prądu emisyjnego względem napięcia anodowego, można osiągnąć przez odpowiedni dobór stosunku napięcia anody do napięcia siatki osłonnej, czyli ostatecznie przez dobór oporności zewnętrznej, by w w wyżej podanym szeregu z obu wyrazów liniowych drugi miał wartość znikomą w porównaniu z pierwszym, a wyrazy kwadratowe się znosiły.

Jak stwierdzono, zachodzi to w przypadku wykonania według wynalazku oporności zewnętrznej co najmniej cztery razy większej od oporności wewnętrznej równoważnej triody.

W przeciwieństwie do triody, dla której maksymalną moc prądu zmiennego przy danym dopuszczalnym zniekształceniu wyznacza nie jakiś punkt nieciągłości, lecz już wcześniej zakrzywienie charakterystyki, dla pentody mógłby ją wyznaczyć punkt nieciągłości. W triodzie jednak stosunek składowej stałej napięcia anody do składowej stałej prądu anodowego jest większy od jej oporności wewnętrznej, ponieważ musi być pewne ujemne początkowe napięcie siatkowe, i wskutek tego, przy obciążeniu opornością równą oporności wewnętrznej, składowa zmienna prądu anodowego stanowi większy ułamek jego składowej stałej, niż składowa zmienna napięcia anody jego składowej stałej. Dla pentody istnieje więc w dostatecznym zakresie możliwość zwiększenia oporności zewnętrznej, i to w tym szerszym, iż dla równoważnej triody maksymalna moc prądu zmiennego stanowi mniejszy ułamek pobieranej mocy prądu stałego. Dotyczy to jednak tylko pentody i tylko pentoda nadaje się do wzmacniaka według wynalazku, w tetrodzie bowiem zakrzywienie charakterystyki, wywołane emisją wtórną przy napięciu anody niższym od napięcia siatki

osłonnej, uniemożliwia pobieranie mocy znaczniejszej.

Z rozważań tych wynika, że znamien-ny dla wynalazku dobór własności pentody i jej obciążenia daje wzmacniak linio- wy telefoniczny o wzmacnieniu, przy tej samej maksymalnej mocy prądu zmiennego, większym, a mniejszym zniekształce- niu od wzmacniaka z równoważną triodą dopasowaną. Że zwykła radiotechniczna pentoda małej częstotliwości nie nadaje się do tego celu, tłumaczy fakt, że jest bu- dowana na inne warunki eksploatacji, mia- nowicie na większe zniekształcenie dopu- szczalne i większy żądany stosunek wy- twarzanej mocy prądu zmiennego do po- bieranej mocy prądu stałego (co pociąga za sobą większe zniekształcenie i szybsze osiągnięcie punktu nieciągłości przy zwiększaniu oporności zewnętrznej) i na opor- ność zewnętrzną w postaci głośnika, silnie zależną od częstotliwości, co z góry wy- klucza możliwość optymalnego jej doboru, w przeciwieństwie do niemal niezależnej od częstotliwości oporności linii telefonicz- nej. Przy tym wzmacnienie w przypadku zastosowania zwykłej pentody nie jest tak ważne, gdyż radiotechniczny wzmacniak małej częstotliwości jest przeważnie i tak kilkustopniowy. Prowadzi to przy znanych pentodach wielkiej częstotliwości, przysto- sowanych według wynalazku, do stosowa- nia oporności zewnętrznych rzędu 50 000 Ω do 150 000 Ω przy zwykłym prądzie i na- pięciu anodowym a mocy nieznieszczałco- nej około 100 mW.

Rysunek przedstawia trzy przykłady wzmacniaka według wynalazku, w których zrobiono dalszy użytek z jego zalet. Fig. 1 przedstawia wzmacniak rozwidleniowy, a fig. 2 i 3 przedstawiają dwie odmiany wzmacniaka z ujemnym sprzężeniem wste- cznym.

Przy założeniu $R_i \gg R_n$ upraszcza się układ połączeń wzmacniaka rozwidlenio- wego, ponieważ skutek większego opo-

ru wewnętrznego lampy zmiany oporu linii dają się słabiej odczuwać. Stratę w roz- widleniu dla kierunku wejściowego kom- pensuje zwiększenie wzmacnienia; strata ta zmniejsza wprawdzie pożyteczną moc maksymalną, jednak na końcu linii moc ta może na ogół być mniejsza. Układ połą- czeń takiego wzmacniaka rozwidleniowe- go przedstawia fig. 1. Po stronie dwutoro- wej obwód wejściowy 17 jest sprzężony transformatorem wejściowym 1 z obwodem siatkowym pentody 2. Obwód 3 strony je- dnotorowej jest przyłączony do wtórnego uzwojenia 4 transformatora wyjściowego 5, którego pierwotne uzwojenie 6 leży w ob- wodzie anodowym pentody 2. W szereg z uzwojeniem pierwotnym 6 transformato- ra wyjściowego 5 włączone jest uzwojenie pierwotne 14 transformatora równoważni- kowego 7, do którego uzwojenia wtórnego 8 przyłączony jest równoważnik 9. Trans- formator wyjściowy 5 i transformator ró- wnoważnikowy 7 są jednakowe, a ich uzwojenia wtórne 4, 8 są połączone prze- ciwnie, tak iż na ich drugich zaciskach 10, 11 lampa 2 nie wytwarza napięcia. Do zacisków 10, 11 przyłączony jest obwód wyjściowy 12 strony dwutorowej.

Oba transformatory 5 i 7 w obwodzie anodowym lampy 2 mają zwykłą budowę transformatora wyjściowego we wzmac- niaku przelotowym. Przy bardzo dużej oporności wewnętrznej lampy wzmacnienie między obwodem siatkowym a obwodem strony jednotorowej nie zależy od obecno- ści transformatora równoważnikowego 7. Obciążenie strony jednotorowej lamp jest tak małe, że można je pominąć, transmisja więc w kierunku wyjściowym doznaje tłū- mienia tylko w równoważniku 9. Oporność zewnętrzna obwodu anodowego pentody 2 jest dwa razy większa od wartości wyjścio- wej, moc jest więc nieco mniejsza od war- tości maksymalnej.

We wzmacniaku według wynalazku można przez zastosowanie ujemnego sprzę-

żenia wstecznego, redukującego wzmocnienie np. do wartości wzmocnienia zwykłej triody, zmniejszyć zależność wzmocnienia od wahań napięć zasilania i starzenia się lamp, co ułatwia konserwację linii z większą liczbą wzmacniaków, i jednocześnie zmniejszyć zniekształcenie. Zmniejszenie wzmocnienia, spowodowane przez ujemne sprzężenie wsteczne, wyrównywano dotychczas na ogół w ten sposób, że przed końcową lampą wzmacniającą włączano wzmacniak pomocniczy o charakterystyce możliwie jak najbardziej prostoliniowej. W przypadku zastosowania pentod wielkiej częstotliwości, w których wzmocnienie jest zmniejszone wskutek działania ujemnego sprzężenia wstecznego, jest to zbędne, ponieważ pentody posiadają bardzo wielki współczynnik wzmocnienia, który na ogół jest znacznie większy, niż to jest konieczne dla wzmacniaków liniowych. Stosując pentody wielkiej częstotliwości z ujemnym sprzężeniem wstecznym, można przeto uwolnić się od konieczności stosowania osobnych dodatkowych wzmacniaków pomocniczych.

Układy ujemnego sprzężenia wstecznego są w zasadzie znane. Dla wyjaśnienia istoty wynalazku wystarczy przeto podać dwa szczególne przykłady układów połączeń, przedstawione na fig. 2 i 3. Według fig. 2 pentoda 2 jest zaopatrzona, podobnie jak pentoda według fig. 1, w transformator wejściowy 1 oraz w transformator wyjściowy 6. Do wytwarzania ujemnego sprzężenia wstecznego służą oporniki 13 i 14. Zmienny prąd anodowy płynie od anody poprzez transformator wyjściowy 6, kondensator 20, opornik 14, opornik 13, katodę oraz przez wnętrze lampy z powrotem do anody. Napięcie, wytworzone przez zmienny prąd anodowy na opornikach 13 i 14, jest włączone zarazem też i w obwód siatki lampy, dając potrzebne ujemne sprzężenie wsteczne. Stały prąd anodowy płynie od anody poprzez transformator 6,

dławik 19, dodatni biegun baterii anodowej, uziemiony ujemny biegun tejże baterii, opornik 13, katodę lampy oraz wnętrze lampy z powrotem do anody. Napięcie na oporniku 13 wytwarza potrzebne ujemne napięcie początkowe siatki. Do siatki osłonnej napięcie dochodzi poprzez dławik 22. Kondensator 21 ma na celu odprowadzanie do katody prądów zmiennych, wchodzących do obwodu siatki osłonnej. Obie cewki dławikowe 22 i 19 zabezpieczają źródło prądu anodowego przed prądami zmiennymi.

Na fig. 3 przedstawiono inny układ wzmacniaka według wynalazku z ujemnym sprzężeniem wstecznym. Różnica w porównaniu z układem według fig. 2 polega głównie na innym układzie oporników, służących do wytworzenia początkowego napięcia siatkowego oraz ujemnego sprzężenia wstecznego. Zarówno zmienny jak i stały prąd anodowy płyną tu poprzez szeregowo umieszczone oporniki 13 i 14, włączone do obwodu anodowego. Napięcie na oporniku 13 wytwarza ujemne napięcie siatkowe, doprowadzane do siatki poprzez opornik 14. Napięcie zmienne, występujące na układzie szeregowo połączonych oporników 13 i 14, włączone jest w obwód siatkowy i wytwarza przeto, podobnie jak w układzie według fig. 2, ujemne sprzężenie wsteczne. Za pomocą odpowiedniego wymiarowania kondensatora 15 w stosunku do wartości oporu opornika 16 można odpowiednio uzależnić wartość ujemnego sprzężenia wstecznego od częstotliwości, ponieważ całkowita wartość oporu, wyznaczającego wielkość sprzężenia wstecznego, zależy od wartości oporu pojemnościowego 15, a przeto też i od częstotliwości.

Dzięki dużemu współczynnikowi wzmocnienia wzmacniaka według wynalazku uzyskuje się też możliwość dopuszczania silniejszego tłumienia, w wyniku czego koszty przewodów ulegają zmniejszeniu. Większe wzmocnienie umożliwia też obniżenie prze-

kładni transformatora wejściowego, dzięki czemu uzyskuje się większą szerokość i lepszą jakość przenoszenia, przy czym jednocześnie wymogi, dotyczące konstrukcji transformatora, mogą być w stosunku do zwykłych dotychczas warunków obniżone. Wskutek tego uzyskuje się też możliwość takiego wykonania transformatora wejściowego, służącego do transformowania napięcia i do dostosowania pentody, iż nadaje on się do działania dupleksowego, przy czym w celu zabezpieczenia wzmacniaka od wysokich napięć, które mogłyby ewentualnie zjawić się na linii, jest on wyposażony w izolację o wielkiej wytrzymałości na przebicie. W podobny sposób może też być wykonany i transformator wyjściowy, dzięki czemu całe urządzenie staje się bardziej racjonalne pod względem ekonomicznym.

Jeżeli opór zewnętrzny obwodu anodowego wynosi od 50 000 do 150 000 Ω , to transformator wejściowy i wyjściowy mogą być zupełnie jednakowe. Współczynnik wzmocnienia wynosi wówczas, to jest przy takim oporze zewnętrznym i dla stromości charakterystyki, wynoszącej około 2,5 mA/V, od 125 do 375, jest przeto od czterech do dwunastu razy większy, niż we wzmacniakach z równoważną triodą.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Liniowy wzmacniak telefoniczny, znamieny tym, że jako lampę końcową zawiera pentodę, dla której pochodna cząstkowa całkowitego prądu emisyjnego po napięciu siatki osłonnej jest co najmniej pięćdziesiąt razy większa od pochodnej cząstkowej całkowitego prądu emisyjnego po napięciu anody, oporność zaś zewnętrzna obwodu anodowego tej pentody jest, przy najmniej przy częstotliwościach, przy których występuje maksymalna moc foniczna,

co najmniej cztery razy większa od oporności, odpowiadającej pochodnej cząstkowej napięcia siatki osłonnej po całkowitym prądzie emisyjnym.

2. Liniowy wzmacniak telefoniczny według zastrz. 1, znamieny tym, że jako transformator wejściowy i transformator wyjściowy zawiera dwa transformatory jednakowe.

3. Liniowy wzmacniak telefoniczny według zastrz. 1, 2, znamieny tym, że obwód anodowy pentody jest ujemnie sprzężony wstecznie z jej obwodem siatkowym.

4. Liniowy wzmacniak telefoniczny według zastrz. 3, znamieny tym, że pomiędzy katodę pentody a ujemny biegun jej baterii anodowej włączone są oporniki, leżące zarazem w obwodzie zmiennego prądu anodowego oraz w obwodzie siatkowym.

5. Liniowy wzmacniak telefoniczny według zastrz. 1, 2, będący wzmacniakiem rozwidleniowym, w którym obwód wejściowy strony dwutorowej jest przyłączony do pierwotnego uzwojenia transformatora wejściowego pentody, obwód strony jednotorowej jest przyłączony do wtórnego uzwojenia wyjściowego transformatora pentody, a w obwód anodowy pentody w szereg z pierwotnym uzwojeniem transformatora wyjściowego włączone jest pierwotne uzwojenie transformatora równoważnikowego, przy czym do wtórnego uzwojenia tego transformatora równoważnikowego przyłączony jest równoważnik, znamieny tym, że obwód wyjściowy strony dwutorowej jest przyłączony do połączonych przeciwnie wtórnych uzwojeń transformatora wyjściowego i transformatora równoważnikowego.

Siemens & Halske
Aktiengesellschaft
Zastępca: inż. Cz. Raczynski
rzecznik patentowy

Fig. 1.

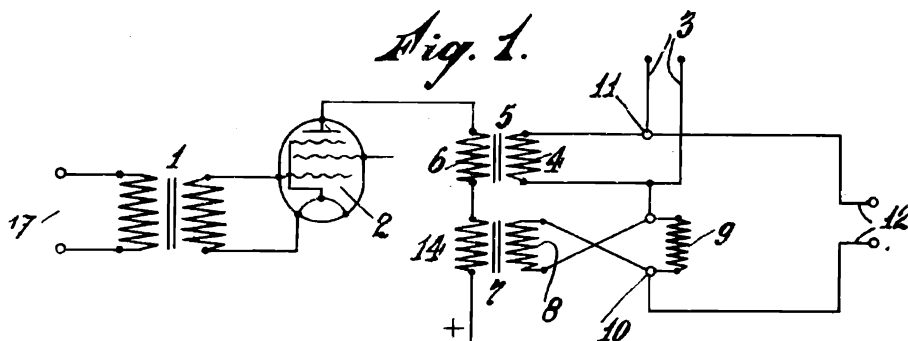


Fig. 2.

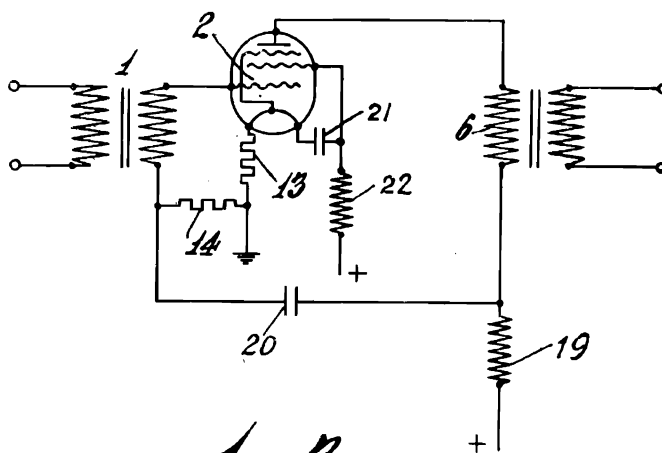


Fig. 3.

