

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

HO3f 1/34

Nr 28620.

Kl. 21 a⁴, 29/02.

Marconi's Wireless Telegraph Co. Ltd., Londyn.

Wzmacniacz wielkiej częstotliwości ze sprzężeniem zwrotnym.

Zgłoszono 7 sierpnia 1935 r.

Udzielono 15 czerwca 1939 r.

Pierwszeństwo: 15 sierpnia 1934 r. (Wielka Brytania).

Wynalazek dotyczy wzmacniających układów lampowych wielkiej częstotliwości, w których wzrost wzmocnienia i selektywności uzyskuje się dzięki zastosowaniu sprzężenia zwrotnego.

Celem wynalazku jest ulepszenie układu lampowego wielkiej częstotliwości ze sprzężeniem zwrotnym, dzięki któremu przy pomocy stosunkowo prostych środków można uzyskać bardzo dużą selektywność i stałość pracy układu. Drugą ważną zaletą wzmacniacza według wynalazku jest uzyskanie takiej ręcznej lub samoczynnej regulacji selektywności i wzmocnienia, że najmnijszemu wzmocnieniu odpowiada najmnijsza selektywność i odwrotnie, największej selektywno-

ści — największe wzmocnienie. Jest rzeczą wiadomą, że taki sposób regulacji selektywności posiada duże znaczenie praktyczne w odbiornikach radiowych, gdyż największa selektywność jest wymagana wówczas, gdy odbiornik odbiera sygnały z bardzo dalekiej lub słabej stacji nadawczej — inaczej mówiąc wtedy, gdy wzmocnienie odbiornika winno być największe.

Wzmacniacz według wynalazku składa się z większej liczby strojonych wzmacniaczy lampowych, połączonych ze sobą szeregowo, oraz z obwodu drgań włączonego w obwód anodowy lampy jednego ze wspomnianych wzmacniaczy, za pomocą którego otrzymuje się sprzężenie zwrotne, przy czym lepiej jest, aby ten obwód był

strojony. Sprężenie zwrotne działa na obwód wejściowy lampy poprzedniej, która posiada ręczną lub samoczynną regulację ujemnego napięcia siatki, przy czym strojony obwód sprężenia zwrotnego najlepiej jest włączyć w obwody katodowe lamp sprężonych.

Wynalazek nadaje się szczególnie korzystnie do zastosowania we wzmacniaczu pośredniej częstotliwości (o stałym nastrojeniu) odbiorników superheterodynowych.

Wynalazek jest uwidoczniony schematycznie na rysunku.

Według tego rysunku wzmacniacz pośredniej częstotliwości odbiornika superheterodynowego, którego pozostałe części nie są uwidocznione na rysunku, składa się z dwóch strojonych lamp wzmacniających 1, 2, połączonych ze sobą szeregowo. Najkorzystniej jest, aby lampami tymi były pentody wielkiej częstotliwości (takie lampy uwidoczniono na rysunku), chociaż lampy innego typu mogą być również zastosowane z dobrym wynikiem.

Sygnał wejściowy, pochodzący z nie uwidocznionego na rysunku oscylatora-modulatora odbiornika superheterodynowego, jest kierowany poprzez kondensator sprzęgający 3 do strojonego obwodu równoległego L_1, C_1 , przyłączonego do siatki rozrządczej 4 pierwszej pentody wielkiej częstotliwości 1. Drugi koniec tego obwodu jest połączony z ruchomym kontaktem 5 potencjometru 6, którego jeden koniec jest połączony z ujemnym biegunem 7 źródła prądu anodowego, nie uwidocznionego na rysunku, a drugi — z ujemnym biegunem 8 źródła ujemnych potencjałów siatkowych, również nie uwidocznionego na rysunku. Dodatni biegun tego źródła jest połączony z uziemionym biegunem 7. Jak zwykle siatka osłonna 9 pentody 1 posiada potencjał dodatni dzięki połączeniu jej przewodem 10 z dodatnim biegunem źródła zasilającego, siatka zaś prze-

ciwemisyjna 11 jest połączona bezpośrednio z katodą 12. Anoda 13 pentody 1 jest połączona z dodatnim biegunem 14 źródła prądu anodowego poprzez równoległy obwód strojony L_2, C_2 o takich samych stałych elektrycznych i tak samo strojony jak obwód L_1, C_1 . Anoda 13 jest połączona poza tym poprzez kondensator sprzęgający 15 z siatką rozrządczą 16 drugiej pentody 2, przy czym siatka 16 tej pentody jest połączona z katodą 17 poprzez opornik 18 i źródło napięcia 19, dające siatce 16 początkowe ujemne napięcie. Chociaż teoretycznie lepiej jest łączyć siatkę 16 (poprzez opornik) z katodą 17, to jednak przeważnie będzie dogodniej uziemić tę siatkę. Uziemienie siatki 16 powoduje sprężenie zwrotne anody 22 z siatką 16, jednakże skutek tego oddziaływania będzie nieznaczny ze względu na silniejsze działanie zwrotne w przeciwnym kierunku. Siatka osłonna 20 pentody 2 otrzymuje dodatni potencjał w zwykły sposób, siatka zaś przeciwemisyjna 21 jest połączona bezpośrednio z katodą 17. Anoda 22 pentody 2 jest połączona z dodatnim źródłem prądu anodowego poprzez równoległy obwód strojony L_3, C_3 , podobny do dwóch obwodów strojonych, opisanych poprzednio. Anoda 22 jest sprzężona prócz tego jeszcze, np. poprzez kondensator 23, z dalszymi stopniami odbiornika. Katoda 17 jest połączona z ujemnym biegunem 7 źródła prądu anodowego poprzez czwarty obwód strojony L_4, C_4 , podobny do opisanych wyżej trzech obwodów strojonych, i jest połączona również z katodą 12 pentody 1. Kondensator 24 łączy biegun 7 z ruchomym kontaktem 5 potencjometru 6.

Ponieważ katody 12, 17 są połączone ze sobą i oprócz tego są połączone jeszcze z obwodem strojonym L_4, C_4 , przeto na katodzie 12 będą pojawiały się potencjały o kierunku przeciwnym do kierunku potencjałów na zaciskach obwodu L_1, C_1 , dzięki czemu potencjały wejściowe będą

wzmocnione. Jeżeli siatka rozrządcze 16 nie będzie uziemiona, lecz będzie połączona poprzez opornik z katodą, wówczas potencjały katody względem ziemi nie będą działały na tę siatkę, chociaż, jak wspomniano wyżej, nawet przy uziemieniu tej siatki potencjały te nie będą wywierały większego wpływu. Wszystkie cztery równoległe obwody strojone mogą być identyczne, przy czym w zastosowaniu do wzmacniacza pośredniej częstotliwości mogą być zbudowane one np. na częstotliwość miliona okresów na sekundę. Dobre rezultaty otrzymuje się przy wartości indukcyjności $2 \mu H$ i pojemności $0,012 \mu F$. Przy wzmacniaczach pośredniej częstotliwości, pracujących przy częstotliwości dwóch milionów okresów na sekundę dobre rezultaty otrzymuje się przy indukcyjności $2,53 \mu H$ i pojemności $0,0025 \mu F$.

Stałe obwodów opisanego układu można dobrać tak, aby wzmacniacz zaczął oscylować, gdy kontakt ruchomy 5 potencjometru 6 zostanie przesunięty do dodatniego bieguna 7 tego potencjometru lub blisko tego bieguna. Jeżeli teraz kontakt 5 cofnąć cokolwiek w kierunku ujemnego bieguna 8, wówczas uzyska się bardzo dużą selektywność przy dużym wzmocnieniu. Przesuwając kontakt 5 jeszcze dalej w tym samym kierunku, można zmniejszać jednocześnie selektywność i wzmocnienie.

Zamiast stosować potencjometr i ręcznie regulować stopień wzmocnienia i selektywności można zmieniać samoczynnie wartość ujemnego początkowego potencjału siatki rozrządczej pierwszej pentody w zależności od natężenia odbieranego sygnału. Oczywiście, że rezultat będzie taki sam, jak przy regulacji ręcznej. Do zmiany ujemnego potencjału początkowego w zależności od natężenia sygnału odbieranego może być zastosowane dowolne urządzenie do samoczynnej regulacji wzmocnienia. Regulację wzmocnienia i selektywności można osiągnąć również

przy pomocy zmiany potencjału drugiej siatki 9 lub, zachowując stałe potencjały siatek 4 i 9, można zmieniać wartość pozorną oporności wspólnego obwodu L_4 , C_4 , zmieniając np. oporność regulowanego opornika, oznaczonego na rysunku liniami kropkowanymi, przyłączonego równoległe do obwodu L_4 , C_4 .

Poniżej podano analizę teoretyczną, uzasadniającą działanie wzmacniacza według wynalazku. Jeżeli część napięcia wyjściowego E wzmacniacza oddziaływa na jego obwód wejściowy, wówczas

$$E = \frac{k \cdot e}{1 - k B},$$

gdzie litera e oznacza napięcie wejściowe, litera k — współczynnik wzmocnienia, a litera B — część napięcia wyjściowego E , odprowadzaną do obwodu wejściowego. Z powyższego wynika, że w tym przypadku skuteczne wzmocnienie będzie wyrażone wzorem:

$$\frac{E}{e} = \frac{k}{1 - k B}.$$

Znane są układy ze sprzężeniem zwrotnym, w których, w celu zapewnienia niezmienności wzmocnienia i w celu uniknięcia zniekształceń, stosuje się ujemną wartość B (napięcie odprowadza się z odwrotną fazą), a zatem zmniejsza się celowo wzmocnienie. Należy zaznaczyć, że we wzmacniaczu według wynalazku stosuje się dodatnie B , jednakże iloczyn $k B$ jest mniejszy od jedności, gdyż przy $k B$, równym jedności, wzmacniacz oscylowałby. Jak długo jednak iloczyn $k B$ jest mniejszy od jedności, wzmacniacz nie oscyluje. Jeżeli iloczyn $k B$ jest o wiele mniejszy od jedności, wówczas sprzężenie zwrotne powoduje nieznaczne tylko zwiększenie się współczynnika wzmocnienia. We wzmac-

niaczu według wynalazku k B można zwiększać do granicy, przy której zaczynają się oscylacje, co uskutecznia się przez przesuwanie ruchomego kontaktu potencjometru w kierunku dodatniego bieguna 7 tego potencjometru, przy czym w tym przypadku zmienia się oczywiście k , a B pozostaje stałe.

Ponieważ wszystkie cztery strojone obwody równoległe wzmacniacza według wynalazku są identyczne i strojone dokładnie do tej samej częstotliwości, przeto B będzie równe połowie; przy $B = 0,5$ oscylacje powstaną przy $k = 2$, ponieważ w tym przypadku iloczyn k B jest równy jedności. Stałe obwodów, a także ujemne napięcie na siatce drugiej pentody najlepiej dobrać tak, aby k było mniej więcej równe dwóm, a B — mniej więcej równe 0,5. Praktyczna zaleta takiego doboru wartości k i B polega na tym, że w tym przypadku stosunek indukcyjności do pojemności obwodów strojonych może być bardzo mały w porównaniu z takim stosunkiem normalnych obwodów odbiorników radiowych. Gdy np. w zwykłych układach odbiorczych przy 1 000 kc/s ($\lambda = 300$ m) za normalną indukcyjność obwodu strojonego uważa się 160 — 200 μH , to obwody wzmacniacza według wynalazku mogą posiadać indukcyjność 2 μH i pojemność 0,012 μF . Ten mały stosunek indukcyjności do pojemności zapewnia w wysokim stopniu spokojną i zadowalającą pracę wzmacniacza. Ponieważ pojemności kondensatorów strojeniowych są stosunkowo duże, przeto zmniejszają się dzięki temu znacznie efekty, powstające wskutek pojemności pasożytniczych i pojemności między elektrodowych lamp katodowych. Jest rzeczą możliwą również wykonać te obwody w taki sposób, aby posiadały dużą dobroć. Ponieważ od wartości dobroci obwodów zależy stopień zmniejszenia się współczynnika wzmocnienia k w zależności od wartości różnicy częstotliwości od-

bieranej i rezonansowej częstotliwości obwodu, przeto można otrzymać dobrą selektywność, ponieważ nawet bez sprzężenia zwrotnego początkowe warunki będą takie, że w rezultacie selektywność będzie dobra.

Jakkolwiek opisane i przedstawione na rysunku obwody L_1C_1 , L_2C_2 , L_3C_3 i L_4C_4 są identyczne, to jednak warunek ten nie jest konieczny. Układ może być dostatecznie ustabilizowany, jeżeli obwód L_4C_4 będzie zabocznikowany opornikiem; w pewnych przypadkach obwód L_4C_4 można nawet zastąpić opornikiem.

Ponieważ najlepsze rezultaty otrzymuje się przy użyciu dużych kondensatorów w obwodach strojonych, przeto wzmacniacz według wynalazku niniejszego nadaje się najlepiej do wzmacniania pośredniej częstotliwości rzędu od 1 000 do 2 000 kc/s. W związku z tym należy zaznaczyć, że przy obecnym podziale fal według umów międzynarodowych jest rzeczą bardzo trudną skonstruować wzmacniacz pośredniej częstotliwości zwykłego typu, pracujący przy częstotliwościach od 1 000 do 2 000 kc/s i posiadający selektywność, dostateczną do oddzielenia od siebie dwóch sąsiednich fal radiowych. Wzmacniacz według wynalazku pozwala na bardzo łatwe wyodrębnienie od siebie dwóch fal sąsiednich. Powyższe zalety w połączeniu z dużym wzmocnieniem i z dużą selektywnością nadają wzmacniaczowi według wynalazku specjalne znaczenie przy użyciu go w odbiornikach superheterodynowych. Zastosowanie wzmacniacza według wynalazku nie jest ograniczone jednak wyłącznie do odbiorników superheterodynowych lub tylko do wzmacniaczy, nastrojonych na stałe, lecz może być stosowany również w układach o zmiennym strojeniu, czy to przy pomocy kondensatorów zmiennych, czy cewek o zmiennej indukcyjności strojonych za pomocą wielu lub jednego przyrządu nastawczego.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Wzmacniacz wielkiej częstotliwości ze sprzężeniem zwrotnym zawierający lampę elektronową, przy czym w obwodzie siatki rozrządczej tej lampy znajduje się obwód drgań dostrojony do częstotliwości fali nośnej, a w jej obwodzie anodowym znajduje się drugi obwód drgań również dostrojony do częstotliwości fali nośnej, oraz zawierający drugą lampę elektronową, której siatka rozrządcza jest sprzężona z anodą pierwszej lampy i w której obwodzie anodowym między anodą a źródłem napięcia anodowego znajduje się trzeci obwód drgań, dostrojony do częstotliwości fali nośnej, znamieny tym, że posiada czwarty wspólny obwód drgań (L_4C_4), włączony między połączone ze sobą katody (12 i 17) obu lamp (1 i 2), a ujemny biegun (7) źródła prądu anodowego, przy czym do tego bieguna jest

przyłączony również pierwszy obwód drgań (L_1C_1), znajdujący się w obwodzie siatki rozrządczej (4) pierwszej lampy (1), dzięki czemu napięcia szybkozmienne, powstające na zaciskach wspólnego obwodu (L_4C_4), oddziałują zwrotnie na siatkę (4) pierwszej lampy (1).

2. Wzmacniacz według zastrz. 1, znamieny tym, że wspólny obwód drgań (L_4C_4) jest identyczny z pozostałymi trzema obwodami strojonymi (L_1C_1 , L_2C_2 i L_3C_3).

3. Wzmacniacz według zastrz. 1, 2, znamieny tym, że wspólny obwód (L_4C_4) jest zabocznikowany opornikiem zmiennym.

Marconi's Wireless Telegraph
Co. Ltd.

Zastępca: inż. J. Wyganowski,
rzecznik patentowy.

