

URZĄD PATENTOWY



M 03d 9/00

2

RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ OPIS PATENTOWY

Nr 22634.

Kl. 21 a⁴, 29/01.

Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H.
(Berlin, Niemcy).

Układ demodulatora do odbioru drgań elektromagnetycznych.

Zgłoszono 19 grudnia 1933 r.

Udzielono 14 stycznia 1936 r.

Pierwszeństwo: 27 grudnia 1932 r. (Niemcy).

Do demodulacji wymagane jest wytwarzanie częstotliwości wypadkowych, to jest częstotliwości sumarycznej lub różnicowej dwóch lub kilku częstotliwości i mianowicie przy nadajnikach modulowanych — z częstotliwości nośnej i częstotliwości wstęg bocznych, przy nadajnikach zaś niemodulowanych — z częstotliwości nadawania i częstotliwości nakładania. Częstotliwości wypadkowe powstają zawsze wtedy, gdy następuje multiplikacyjne działanie wzajemne obu napięć pierwotnych o różnych częstotliwościach. Osiągnąć to można najprościej przez oddziaływanie odbieraną mieszaniną częstotliwości na urządzenie o nieliniowej, najkorzystniej kwadratowej zależności natężenia i napię-

cia (detektor kryształkowy, audjon, dioda, wzmacniacz kierunkowy i t. d.).

Wszystkie pracujące w ten sposób układy wykazują pewne niedogodności, których unika się całkowicie lub częściowo zapomocą opisanego niżej układu.

Multiplikacyjne oddziaływanie wzajemne dwóch napięć zachodzi np. w lampie wielosiatkowej, która jest wykonana tak, iż stromość charakterystyki prądu anodowego w odniesieniu do jednej siatki $\frac{di_a}{deg_1}$ daje się nastawiać zapomocą napięcia drugiej siatki. Dzieje się to między innymi także i w przypadku lamp z siatką o ładunku przestrzennym, przyczem należy liczyć się w każdym razie z tem, że siatka ta, znaj-

dująca się na potencjale dodatnim, przewodzi prąd i zużywa pewną moc. Zachodzi to również w lampie z siatką osłonną, w której między anodą A a siatką osłonną S_1 umieszczona jest siatka pomocnicza H . Zależności te występują jeszcze bardziej wyraziście, jeżeli między tą siatką pomocniczą a anodą jest umieszczona druga siatka osłonna S_2 . Tego rodzaju urządzenie przedstawiono na rysunkach, wyjaśniających istotę wynalazku. W obu przypadkach może być zmieniana stromość charakterystyki prądu anodowego w stosunku do siatki sterującej, przyczem w pierwszym przypadku zapomocą nastawiania napięcia siatki o ładunku przestrzennym, a w drugim — zapomocą nastawiania napięcia siatki pomocniczej. Mnożące działanie obu napięć siatkowych odbywa się, jak następuje:

$i_a = S \cdot eg_1$, z drugiej zaś strony $S = K \cdot eg_2$ gdzie literą K oznaczono dowolnie dobraną wartość stałą, literą S — stromość względem siatki, do której jest doprowadzane napięcie eg_1 , literą i_a — prąd anodowy, literami zaś eg_1 i eg_2 odpowiednie napięcia siatkowe. Wprowadzając do pierwszego równania wartości S z równania drugiego otrzyma się:

$$i_a = K \cdot eg_1 \cdot eg_2.$$

Zatem jeżeli np. do obu siatek doprowadzić odbieraną mieszaninę częstotliwości, która nazywana niżej będzie widmem odbieranym (fig. 1), wówczas następuje mnożenie odbieranej mieszaniny częstotliwości, wskutek czego tworzy się powyżej wspomniana częstotliwość sumaryczna lub różnicowa i następuje demodulacja bez powstawania nieliniowej zależności między prądem anodowym a każdym poszczególnym napięciem siatkowym. Układ taki będzie miał tę wyższość nad audjonom, że pozwala na osiągnięcie bardzo dużej amplitudy bez niedopuszczalnego ska-

żenia, dzięki czemu nie powstaje żadne nakładanie się siatkowych napięć początkowych, które w audjonie powodują szkodliwe dodatkowe prostowanie anodowe. Jednocześnie odpada stosowanie połączenia kondensator siatkowy — siatkowy opornik upustowy, powodującego skażenia zarówno linjowe, jak i nielinjowe. W porównaniu z prostownikiem anodowym urządzenie to posiada tę zaletę, że punkt roboczy obu siatek może być dobrany tak, aby wraz ze zwiększeniem się amplitudy zmniejszała się średnia stromość pokrywanego zakresu, wskutek czego drgania w układach ze sprzężeniem wstecznym powodują zawsze zmianę stopnia sprzężenia i są lekkie.

Jest rzeczą samą przez się zrozumiałą, że odpowiednio do różnej wielkości zakresu sterowania obu siatek można do jednej z nich doprowadzać tylko część napięcia, nadawanego drugiej siatce (fig. 2).

W tym układzie połączeń może także mieć miejsce samoczynna regulacja natężenia dźwięków, jeżeli zależną od amplitudy fali nośnej zmianę anodowego prądu stałego wykorzystać oddzielnie do osiągnięcia zmiennego napięcia początkowego bądź obu siatek sterowanych, bądź siatki, regulującej stromość. W lampach, zastosowanych w przykładach układów połączeń, przedstawionych na rysunku, może się to odbywać dzięki włączeniu opornika W do przewodu katodowego (fig. 3).

Demodulacja zapomocą zastosowania mnożącego działania napięć dwóch różnych siatek jednej lampy wykazuje szczególne zalety, jeżeli do obu siatek zostaną doprowadzone różne napięcia. Najprostszym przypadkiem jest odbiór fali nakładanej nadajnika niemodulowanego. W tym przypadku do jednej siatki doprowadza się częstotliwość odbieraną, do drugiej zaś — częstotliwość nakładania, dzięki czemu uzyskuje się zmniejszenie sprzężenia między obwodem wejściowym a nakładaczem (fig. 4). Można również zapomo-

ca sprzężenia wstecznego jednej z dwóch siatek z obwodem strojonym wytworzyć częstotliwość nakładania w przewodzie anodowym, do drugiej zaś siatki doprowadzić częstotliwość odbieraną. W ten sposób unika się przestrojenia obwodu wejściowego, następującego zazwyczaj w układach z nakładaniem samoczynnym i zmniejszającego czułość układu. W stosunku zaś do układów połączeń o obcym nakładaniu zaoszczędza się wówczas jedną lampę (fig. 5).

Szczególne znaczenie posiadają te układy, w których przy odbiorze drgań modulowanych do jednej siatki doprowadza się widmo odbierane, a do drugiej napięcie prądu zmiennego o częstotliwości fali nośnej odbieranego nadajnika. Przy odbieraniu fal, pochodzących z nadajnika o modulowanej amplitudzie, zapomocą demodulatorów, których sposoby działania oparte są na nieliniowych zależnościach natężenia i napięcia, powstają częstotliwości kombinowane między każdą z częstotliwości, zawartych w widmie odbieranym, a każdą inną częstotliwością. Skutek jest taki, że następuje jednoczesne demodulowanie kilku nadajników o zbliżonych do siebie częstotliwościach, czyli na wyjściu demodulatora istnieją częstotliwości modulacyjne wszystkich nadajników odbieranych. Dzięki zastosowaniu strojonych elektrycznych obwodów rezonansowych lub filtrów, przepuszczających przede wszystkim drgania pożądanego nadajnika względnie przepuszczających w niewielkim tylko stopniu drgania innej częstotliwości, amplitudy niepożądanych stacji nadawczych, zawartych w widmie odbieranym, słabną o tyle, że także i amplitudy powstających niepożądanych częstotliwości modulacyjnych stają się małe w stosunku do amplitud częstotliwości modulacyjnych nadajników poświadanych (amplituda częstotliwości kombinowanej jest wprost proporcjonalna do iloczynu amplitud obu częstotliwości składowych).

W celu osiągnięcia potrzebnych osła-

bień, zwłaszcza przy niekorzystnym stosunku natężeń pól (słabsza pożądana stacja nadawcza i silniejszy nadajnik zakłócający), jest rzeczą konieczną zastosowanie szczególnie czynnych elektrycznych obwodów rezonansowych lub filtrujących, które są jednak bardzo kosztowne, zwłaszcza jeżeli w celu osiągnięcia potrzebnej selektywności stosuje się kilka obwodów strojonych, obsługiwanych jednocześnie zapomocą jednej gałki. Jeżeli demodulację uskutecznia się w ten sposób, że do jednej siatki lampy, przeznaczonej do celów, podanych we wstępie opisu, doprowadza się widmo odbierane, do drugiej zaś siatki — napięcie zmienne o częstotliwości fali nośnej pożądanego stacji nadawczej, wówczas częstotliwość kombinowana jest wypadkowa z jednej strony z częstotliwości nośnej, a z drugiej strony z innych częstotliwości widma odbieranego. Słyszalnych częstotliwości złożonych dostarczają jednak wtedy tylko te częstotliwości widma, które są zbliżone dostatecznie do częstotliwości nośnej, nie zaś częstotliwości nośne i częstotliwości wstęp bocznych niepożądanego stacji nadawczej, wskutek czego nie jest rzeczą konieczną całkowicie liniowa zależność między prądem anodowym a napięciem siatki, do której jest doprowadzane widmo odbierane przy założeniu istnienia selekcji wielkiej częstotliwości. Jeżeli jednak wskutek niezupełnie liniowego sterowania powstają niepożądane częstotliwości kombinowane, to i wówczas, zapomocą doboru możliwie liniowego zakresu charakterystyki i dostatecznie małych amplitud widma odbieranego, amplitudę niepożądanych częstotliwości kombinowanych można utrzymywać na małej wartości w stosunku do amplitud częstotliwości złożonych, które powstają wskutek przewidzianego mnożenia widma odbieranego przez dodatkowe nośne napięcie zmienne drugiej siatki, zwłaszcza także zapomocą doboru dużej amplitudy napięcia dodatkowego. Opisany układ posiada

zatem właściwości selekcyjne i pozwala jeżeli nie na zupełne usunięcie środków do zwiększenia selektywności, to w każdym razie na znaczną ich redukcję.

Należy zaznaczyć ponadto, że przy odbieraniu nadajnika o modulowanej amplitudzie i o dwóch wstęgach bocznych dodatkowe nośne napięcie prądu zmiennego winno odpowiadać nie tylko pod względem częstotliwości, lecz możliwie najdokładniej także i co do fazy napięciu fali nośnej pożądanego nadajnika, zawartej w widmie odbieranem. O właściwościach napięcia dodatkowego jest mowa niżej.

Podczas gdy demodulację widma, pochodzącego z nadajników o modulowanej częstotliwości nie udaje się uzyskać zapomocą układów, opartych na nieliniowych zależnościach między natężeniem a napięciem, a to wobec zmieniających się w sto-

sunku do modulacji amplitudy położeń fazowych między częstotliwościami nośnymi a częstotliwościami wstęg bocznych, to jednak układ według wynalazku zapewnia demodulację także i tego rodzaju widm częstotliwości. W tym przypadku do jednej siatki należy doprowadzić jedynie widmo odbierane, a do drugiej — napięcie zmienne o częstotliwości nośnej pożądanego stacji nadawczej, jednakże tak, aby napięcie dodatkowe było przesunięte fazowo o 90° w stosunku do napięcia fali nośnej.

Jeżeli literą ω oznaczyć pulsację fali nośnej, literą $\Delta \omega$ — małą częstotliwość modulacyjną, literą S — amplitudę wstęgi bocznej, a literą T — amplitudę fali nośnej, wówczas, przyjmując za podstawę modulację częstotliwości, modulowane widmo odbiorcze osiągnie postać:

$$S \sin(\omega + \Delta \omega)t + T \cos \omega t + S \sin(\omega - \Delta \omega)t$$

Jeżeli teraz widmo to zostanie pomnożone przez napięcie dodatkowe $M \cos \omega t$, będące w fazie z napięciem fali nośnej

$T \cos \omega t$, wówczas wyrażenie, zawierające pulsację $\Delta \omega$, będzie następujące:

$$SM \cos \omega t \sin(\omega + \Delta \omega)t + SM \cos \omega t \sin(\omega - \Delta \omega)t$$

wskutek czego człon, zawierający czyste wyrażenie $\Delta \omega$, przyjmie postać:

$$\frac{1}{2} SM \sin(\Delta \omega)t + \frac{1}{2} SM \sin(-\Delta \omega)t = 0$$

Jeżeli natomiast widmo zostanie pomnożone przez napięcie dodatkowe $MS \sin \omega t$, obrócone o kąt 90° w stosunku do napię-

cia fali nośnej $T \cos \omega t$, wówczas wyrażenie, zawierające pulsację $\Delta \omega$, będzie następujące:

$$\frac{1}{2} SM \sin \omega t \sin(\omega + \Delta \omega)t + \frac{1}{2} SM \sin \omega t \sin(\omega - \Delta \omega)t$$

skąd człon, zawierający czyste wyrażenie $\Delta \omega$ będzie

$$\frac{1}{2} SM \cos(-\Delta \omega)t + \frac{1}{2} SM \cos(\Delta \omega)t = SM \cos(\Delta \omega)t$$

O układach, w których do jednej z dwóch modyfikacyjnie działających siatek doprowadza się widmo odbierane, a do drugiej — napięcie o częstotliwości fali nośnej pożądanego nadajnika, można po-

wiedzieć co następuje odnośnie właściwości tego napięcia dodatkowego.

Biorąc ogólnie, do tego celu służy najlepiej generator, znajdujący się w miejscu odbiorczym. Istnieje, rozumie się, także

możność wydzielenia pożądaney fali nośnej z widma odbieranego i (ewentualnie po dalszem wzmocnieniu) doprowadzenia go do drugiej siatki. Wobec konieczności utrzymania równości częstotliwości i warunków fazowych wydaje się rzeczą niezbędną oddziaływać zapomocą znanych środków na częstotliwość i fazę dodatkowego napięcia częstotliwością i fazą napięcia fali nośnej, zawartego w widmie odbieranem. Można np. generator miejscowy do wytwarzania napięcia dodatkowego nastawić tak zapomocą odpowiedniego doboru stopnia sprzężenia wstecznego, że generator zaczyna drgać sam, a zatem drgania nie są jeszcze bardzo silne. Wystarczy wtedy stosunkowo niskie napięcie odbieranej częstotliwości nośnej, ażeby generator był zsynchronizowany z tą częstotliwością nośną. Można również, przynajmniej przy demodulacji nadajnika o modulowanej amplitudzie, zastosować tę samą lampę jako demodulator i generator. Pozostaje jeszcze zaznaczyć, że także i w obu układach z dodatkowym zmiennem napięciem nośnem można uskutecznić samoczynną regulację natężenia dźwięków w ten sam sposób, jak to było opisane wyżej (w odniesieniu do fig. 5).

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ demodulatora do odbioru drgań elektromagnetycznych, w którym stosuje się lampę wielosiatkową, znamienny tem, że zawiera środki, służące do doprowadzania napięć zmiennych, przy pomocy których wskutek wzajemnego multiplikacyjnego działania wytwarzane są częstotliwości złożone (kombinowane), do dwóch różnych siatek, przyczem na stromość charakterystyki prądu anodowego w odniesieniu do napięcia jednej siatki oddziaływa się zapomocą napięcia drugiej siatki.

2. Układ według zastrz. 1, znamienny

tem, że potencjały spoczynkowe obu siatek oraz amplitudy przyłączonych napięć zmiennych są dobrane tak, iż powstaje linjowa zależność między prądem anodowym a napięciem jednej siatki oraz stromością a napięciem drugiej siatki.

3. Układ według zastrz. 1 i 2, do odbioru drgań modulowanych, znamienny tem, że do obu siatek doprowadzane jest widmo odbiorcze, wskutek czego tworzenie się częstotliwości kombinowanej odbywa się według kwadratu.

4. Układ według zastrz. 1 — 3, znamienny tem, że do obu siatek doprowadzane jest widmo odbiorcze o różnej amplitudzie.

5. Układ według zastrz. 1 i 2, do odbioru drgań nietłumionych, znamienny tem, że do jednej z dwóch multiplikacyjnie działających na siebie siatek doprowadzana jest częstotliwość odbiorcza, do drugiej zaś — napięcie o odmiennej częstotliwości.

6. Układ według zastrz. 1, 2 i 5, znamienny tem, że między obwodem anodowym a jedną z dwóch siatek zastosowane jest sprzężenie wsteczne, zapomocą którego wytwarza się pożądaną częstotliwość nakładania, natomiast do drugiej siatki doprowadzana jest częstotliwość odbiorcza.

7. Układ według zastrz. 1 i 2, do demodulowania drgań o modulowanej amplitudzie, znamienny tem, że do jednej z dwóch multiplikacyjnie działających na siebie siatek doprowadzane jest widmo odbiorcze, do drugiej zaś — napięcie o częstotliwości i fazie fali nośnej pożądanego nadajnika, zawartej w widmie odbiorczem.

8. Układ według zastrz. 1, 2 i 7, znamienny tem, że amplituda napięcia nadawanego fali nośnej jest dobrana tak, iż stosunek amplitud między częstotliwościami kombinowanemi, utworzonemi z poszczególnych częstotliwości widma odbiorczego z jednej strony i częstotliwości nośnej z drugiej strony, a niepożądanie po-

wstającymi wskutek nieuniknionych skażeń częstotliwościami kombinowanymi z poszczególnych częstotliwości widma odbiorczego jest znacznie większy, aniżeli stosunek zawartej w demodulacyjnym widmie amplitudy fali nośnej do amplitud pozostałych częstotliwości.

9. Układ według zastrz. 1 do demodulowania drgań o modulowanej częstotliwości, znamieny tem, że do jednej z dwóch multiplikacyjnie działających na siebie siatek jest doprowadzane widmo odbiorcze, do drugiej zaś — napięcie zmienne, odpowiadające co do częstotliwości napięciu fali nośnej, zawartej w widmie odbiorczym, co zaś do fazy — obróconemu w stosunku do tego napięcia o kąt 90° .

10. Układ według zastrz. 1 i 7 — 9, znamieny tem, że w miejscu odbiorczym zastosowany jest generator, za pomocą którego wytwarzane jest dodatkowe napięcie fali nośnej.

11. Układ według zastrz. 1 i 10, znamieny tem, że na częstotliwość i falę miejscowego generatora oddziaływa się za pomocą częstotliwości i fazy fali nośnej, zawartej w widmie podlegającym demodulowaniu.

12. Układ według zastrz. 1, 2 i 7 — 11, znamieny tem, że do demodulowania i wytwarzania dodatkowego napięcia fali nośnej zastosowana jest jedna i ta sama lampa.

13. Układ według zastrz. 1, 2 i 7 — 9, znamieny tem, że dodatkowe napięcie fali nośnej otrzymuje się samo przez się za pomocą filtrowania, a w razie potrzeby dalsze wzmocnienie uzyskuje się z samego widma odbiorczego.

14. Układ według zastrz. 1 — 13, znamieny tem, że w celu osiągnięcia samoczynnej regulacji natężenia dźwięków, zmiana stałego prądu anodowego, spowodowana amplitudą fali nośnej, powoduje na oporniku, leżącym w obwodzie anodowym, spadek napięcia, który służy jako siatkowe napięcie początkowe jednej lub obu siatek multiplikacyjnie działających na siebie.

Telefunken Gesellschaft
für drahtlose Telegraphie
m. b. H.

Zastępca: K. Czempiński,
rzecznik patentowy.

