

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 29872

Kl. 21 a⁴, 14/01

H03c 1/18

Telefunken Gesellschaft für drahtlose Telegraphie m. b. H., Berlin

Układ modulatoryjny do modulacji amplitudy

Zgłoszone 10 sierpnia 1936

Udzielono 30 czerwca 1941

Pierwszeństwo: 12 sierpnia 1936 dla zastrz. 1, 3, 6, 11; 21 listopada 1935 dla zastrz. 4, 5; 30 listopada 1935 dla zastrz. 7, 8; 29 listopada 1935 dla zastrz. 9, 10; 3 grudnia 1935 dla zastrz. 2 (Niemcy)

Wynalazek dotyczy układu modulatoryjnego do modulacji amplitudy, w którym wytwarza się różnicę dwóch prądów zmiennych o tej samej częstotliwości, przy czym jeden lub obydwie te prądy są modulowane przez przyłożenie jednego lub kilku napięć modulatoryjnych do siatki lampy wzmacniającej układu modulatoryjnego. Tego rodzaju mostkowe układy modulatoryjne były jak dotychczas przy pracy nadzwyczaj niestateczne. Wobec tego w praktyce zaniechano stosowania takich mostkowych układów modulatoryjnych i posługiwano się innymi układami modulatoryjnymi. Wynalazek usuwa przyczynę niestateczności mostkowych układów modulatoryjnych, która jest ukryta w samych lampach

wzmacniających i prawdopodobnie pochodzi od wahań emisji katod lamp. Takie wahania są wprowadzone nieznacznie w stosunku do średniego natężenia prądu emisyjnego katody lampy, jednak w układach mostkowych, w których wykorzystuje się różnicę zmiennych prądów anodowych, stają się przyczyną zakłóceń dlatego, że prąd różnicowy mostku stosunkowo podlega znacznie silniejszemu wpływowi wspomnianych wahań emisji. Wobec tego proponuje się, żeby wyjściowe napięcia zmiennych lamp mostkowych układów modulatoryjnych były wzmacniane, prostowane i uwalniane od modulacji i żeby otrzymane w ten sposób napięcie stałe względnie napięcia stałe były doprowadzane do elektrod

rozzrądczych jednej lub obu lamp układu mostkowego i służyły jako napięcia regulacyjne.

Niektóre przykłady układu modulacyjnego według wynalazku są przedstawione na rysunku.

W układzie modulacyjnym przedstawionym dla przykładu na fig. 1 w każdą gałąź mostku włączona jest lampa elektronowa, a wymagane napięcie regulacyjne otrzymuje się z wyprostowanego napięcia zmiennego, otrzymanego z różnicy składowych napięć zmiennych.

W układzie modulacyjnym według fig. 1 zastosowane są dwie identyczne lampy 10 i 11 z siatkami osłonnymi, transformator 12 i źródła prądu stałego 13, 16. We wspólnym obwodzie anodowym obu lamp znajduje się równoległy obwód rezonansowy, nastrojony na częstotliwość nośną, doprowadzaną do siatek obu lamp z transformatora 12. Wzmacniacz wielkiej częstotliwości 17 wzmacnia całe pasmo częstotliwości i jest sprzężony z prostownikiem 19 poprzez transformator 18. W obwód prostownika włączony jest opornik 20, kondensator 21 oraz filtr, składający się z kondensatora 22 i opornika 23. Punkt *P* tego układu jest połączony poprzez kompensacyjne źródło prądu 24 z siatką rozrządczą 1 lampy 11.

Układ modulacyjny według fig. 1 pracuje w ten sposób, że do siatki rozrządczej 1 lampy 10 doprowadzane są częstotliwości modulacyjne, odpowiadające np. jasności punktów obrazu, których dostarcza elektronowy przyrząd do rozkładania obrazu. Do siatek osłonnych 2 obu lamp przyłożone są z przeciwną fazą napięcia szybko zmienne, które są pobierane z wtórnego uzwojenia transformatora 12. Przedstawiony na rysunku układ modulacyjny, jeżeli pominąć działanie regulacyjne i przyjąć wobec tego, że siatka 1 lampy 11 posiada stały potencjał względem katody, działa w ten sposób, że anodowe prądy

zmiennie, wobec przeciwnych faz napięć, przyłożonych do obu siatek 2, znoszą się we wspólnym obwodzie anodowym, o ile na obu siatkach 1 są jednakowe napięcia. Jeżeli jednak na siatce 1 lampy 10 jest wyższe napięcie, aniżeli na siatce 1 lampy 11, to przeważa wówczas we wspólnym obwodzie anodowym zmienny prąd anodowy, dostarczony z lampy 10, a na obwodzie rezonansowym występuje napięcie o częstotliwości nośnej i o amplitudzie, zależnej od różnicy napięć obu siatek 1. Ten sam efekt może również wywołać zmiana emisji katody jednej z obu lamp i spowodowana tym zmiana charakterystyki tej lampy. Przedstawiony na fig. 1 układ modulacyjny pracuje w ten sposób, że takie wahania emisji jednej z lamp zostają skompensowane przez odpowiednią zmianę potencjału siatki 1 lampy 11. We wzmacniaczu 17 wielkiej częstotliwości napięcie występujące na obwodzie rezonansowym zostaje wzmacnione, wyprostowane i uwolnione od częstotliwości modulacyjnej przez urządzenie 19 — 23. Potencjał występujący w punkcie *P* zmienia się więc odpowiednio do zmiennej emisji obu lamp. Potencjał ten jest przyłożony poprzez kompensacyjne źródło prądu 24 do siatki 1 lampy 11 i wywiera tym samym wpływ na wzmacnienie tej lampy, tak iż wahania napięcia wejściowego wzmacniacza 17, wywołane zmianą emisji lamp układu modulacyjnego, zostają prawie zniesione.

Działanie układu modulacyjnego według fig. 1 wyjaśniają charakterystyki na fig. 2. W zależności od napięcia e_1 na siatce 1 lampy 11 przedstawione jest napięcie wejściowe e_2 wzmacniacza wielkiej częstotliwości 17. Niech przy wartości e'_1 na siatce lampy 11 układ modulacyjny znajduje się całkowicie w równowadze. Napięcie o częstotliwości nośnej na obwodzie rezonansowym jest wówczas równe zeru. Dla mniejszych i większych wartości e_1 równowaga układu modulacyjnego zostaje za-

chwiana, tak iż występuje napięcie o częstotliwości nośnej na obwodzie rezonansowym, wyrażone rzędną linii łamanej a , b , c . Przy innym prądzie emisyjnym jednej z obu lamp potrzebne są inne wartości e_1 aby odzyskać równowagę układu modulacyjnego, a mianowicie wartości e''_1 względnie e'''_1 , odpowiadające liniom a'' , b'' , c'' względnie a''' , b''' , c''' . Jeżeli przyjąć, że napięcie na siatce 1 lampy 11 posiada stale wartość E_1 , to wtedy przy wahanii emisji jednej lampy amplituda częstotliwości nośnej e_2 wahałaby się u wejścia wzmacniacza 17 pomiędzy wartościami e''_2 , e'''_2 , gdy jednak, jak proponuje się według wynalazku, do siatki 1 lampy 11 doprowadzone jest napięcie, które składa się z różnicy napięcia kompensacyjnego e_k oraz napięcia e_3 w punkcie P (fig. 1), to zachodzi tylko dużo mniejsze wahanie napięcia e_2 , a mianowicie pomiędzy wartościami d'' i d''' . Jeżeli napięcie e_3 będzie naniesione również na odciętej (fig. 2), to ctg β odpowiada wówczas stosunkowi pomiędzy napięciami e_3 i e_2 .

Nastawienie równowagi układu modulacyjnego względnie nastawienie punktu pracy na charakterystyce można skutecznie również w sposób prosty przez zmianę wielkości napięcia kompensacyjnego e_k . Z fig. 2 widać, że przy zmniejszeniu wartości e_k punkt pracy na prawej charakterystyce opada, a przy zwiększeniu e_k — wznosi się.

W układzie modulacyjnym według fig. 1 może jednak zachodzić w pewnym przypadku niestateczność, która niweczy cały proces modulacyjny. Przypadek ten jest wyjaśniony na fig. 3, która przedstawia podobny wykres jak na fig. 2.

Na fig. 3 prosta BC przedstawia napięcie e_2 na obwodzie rezonansowym w zależności od napięcia e_1 na siatce rozrządczej lampy 11 w założeniu stałego napięcia na siatce rozrządczej lampy 10. Gdy napięcie e_1 jest dobrane tak, że anodowe prą-

dy zmienne stają się równe, to napięcie e_2 jest równe zeru (punkt A), gdy zaś ujemne napięcie e_1 jest mniejsze, to przeważa anodowy prąd zmienny lampy 11, a napięcie e_2 jest wówczas wyrażone rzędnymi linii AB . Gdy natomiast ujemne napięcie e_1 jest większe od wartości, potrzebnej do osiągnięcia zerowego napięcia częstotliwości nośnej w obwodzie anodowym, to przeważa anodowy prąd zmienny lampy 10 i na obwodzie rezonansowym występuje wskutek tego napięcie o przeciwnej fazie, którego wielkość jest wyrażona rzędnymi linii AC . Napięcie stałe e_3 na kondensatorze 22 jest zawsze proporcjonalne do wartości napięcia e_2 i niezależne od fazy tego napięcia. Można wobec tego napięcie e_3 odłożyć na osi odciętych e_1 w odległości e_k od osi rzędnych e_2 , jak uwidoczniło na fig. 3. Niezależność napięcia e_3 od stanu fazowego napięcia e_2 wyraża się w tym, że przy przeważaniu prądu lampy 11 napięcie e_3 przebiega według prostej DE , a przy przeważaniu prądu lampy 10 — według prostej DF . Napięcie e_3 na kondensatorze 22 posiada kierunek, zaznaczony znakami $+$ i $-$ na fig. 1, a wielkość napięcia kompensacyjnego e_k odpowiada na fig. 3 odległości obu osi rzędnych. Można udowodnić, że punkt pracy P_{11} odpowiada pracy statecznej, a punkt P_{10} — pracy niestatecznej.

W razie pojawienia się napięcia e_2 większego od napięcia, odpowiadającego punktowi P_{11} , co może zdarzyć się, gdy lampy 11 dostarcza za duże napięcie zmienne albo też lampy 10 — za małe, to napięcie e_3 , a więc i różnica $e_3 - e_k$ wzrasta, a prąd anodowy lampy 11 będzie spadać, gdyż odtąd na jej siatce rozrządczej występuje większe napięcie ujemne $e_1 - e_3 - e_k$. Różnica anodowego prądu zmiennego lampy 11 i takiegoż prądu lampy 10 staje się więc mniejsza.

Gdy natomiast napięcie e_2 jest mniejsze niż napięcie, odpowiadające punktowi

P_{11} , a więc odpowiada rzędnej pomiędzy punktem A i punktem P_{11} , oznacza to, że lampa 11 dostarcza napięcie zmienne za małe albo też lampa 10 — za duże. Napięcie e_3 spada, a więc i różnica $e_3 - e_k$. Wskutek tego wzrasta prąd anodowy lampy 11, a różnica prądów zmiennych obu lamp staje się znowu większa i układ wraca znowu do punktu pracy P_{11} .

Tak samo w przypadku, gdy napięcie e_2 przyjmuje wartości rzędnych odcinka AP_{10} , istnieje skłonność układu do ponownego nastawienia się na punkt P_{11} . Pomiedzy punktami A i P_{10} lampa 11 dostarcza bowiem za duże napięcie albo lampa 10 za małe. Napięcie e_3 spada a jednocześnie i różnica $e_3 - e_k$, prąd lampy 11 wzrasta więc jeszcze więcej, dopóki nie zostanie przekroczony punkt A i osiągnięty punkt P_{11} .

Gdy jednak zjawia się napięcie e_2 większe od rzędnej w punkcie P_{10} , co pochodzi stąd, że lampa 11 dostarcza za małe napięcie albo lampa 10 — za duże, to napięcie e_3 wzrasta, a wskutek tego i różnica $e_3 - e_k$. Prąd anodowy lampy 11 spada więc jeszcze bardziej, tak iż odchylenie od punktu P_{10} powiększa się jeszcze więcej.

Przy odchyleniu punktu pracy od punktu P_{11} na linii BAP_{10} występuje więc napięcie e_1 takie, iż układ nastawia się znowu na punkt P_{11} . Gdy natomiast punkt pracy znajdzie się w zakresie $P_{10}C$, to napięcie e_1 jeszcze powiększa istniejące już odchylenie, a zatem punkt przecięcia P_{11} jest statecznym punktem pracy, a punkt P_{10} — chwiejnym.

Gdy w przeciwieństwie do układu modulacyjnego według fig. 1 prostowanie nie odbywa się niezależnie od fazy napięcia e_2 , lecz zachodzi tylko wtedy, gdy napięcie e_2 posiada określoną fazę względem napięcia o częstotliwości nośnej, doprowadzonego do układu modulacyjnego, wtedy całkowicie unika się chwiejności pracy. Wtedy zależ-

ności napięcia stałego e_3 od napięcia e_2 już nie odpowiada linia łamana EDF , lecz linia łamana EDG . Zamiast charakterystyki w kształcie litery V układu prostowniczego otrzymuje się więc charakterystykę, oznaczoną na fig. 3 linią kreskowaną.

Układ połączeń, w którym prostowanie odbywa się w zależności od fazy napięcia e_2 względem niemodulowanego napięcia częstotliwości nośnej jest przedstawiony na fig. 4. Oznaczenia na tej figurze są te same co i na fig. 1. Jako lampa prostownicza 19 służy lampa z siatką osłoną, posiadająca siatkę rozrządczą, przyłączoną poprzez transformator 38 i ewentualnie przesuwnik fazowy 39 do tego samego źródła prądu o częstotliwości nośnej, które zasila pierwotne uzwojenie transformatora 12 na fig. 1. A więc prostowanie zachodzi tylko wtedy, gdy napięcie zmienne, przyłożone do lampy 19, jest w fazie z napięciem na siatce rozrządczej (linia ED na fig. 3), natomiast nie ma wcale prostowania, gdy obydwa te napięcia mają przeciwne fazy (linia DF na fig. 3).

Inny układ połączeń dający ten sam efekt, co i układ według fig. 4, jest przedstawiony na fig. 5, przy czym oznaczenia są te same co i na fig. 1. Jako lampa prostownicza 19 służy lampa z siatką osłoną, pracującą na dolnym zakrzywieniu swej charakterystyki, przy czym obwód anodowy tej lampy tak samo zawiera opornik 20 i kondensator 21, a siatka 1 tej lampy jest zasilana poprzez transformator 38 napięciem o częstotliwości nośnej, natomiast do siatki 3 przyłożone jest poprzez transformator 18 napięcie, podlegające prostowaniu. Tak samo i w tym układzie połączeń prostowanie odbywa się według linii EDG na fig. 3.

Układ regulacyjny może być również wykonany tak, że niestateczność, wyjaśniona na podstawie fig. 3, nie występuje wcale. W tym celu do każdej gałęzi układu połączeń, zawierającej lampę elektronową,

doprowadza się regulacyjne napięcie stałe, odpowiadające średniej amplitudzie prądu zmiennego i przy pomocy tego napięcia oddziaływa się na wzmocnienie odpowiedniej lampy. W przeciwieństwie do układu modulacyjnego według fig. 1 już w obrębie każdej poszczególnej gałęzi prądu zmiennego jeszcze przed wytworzeniem różnicy prądów uzyskuje się usuwanie wahań średniej amplitudy prądu zmiennego wywołanych zmianami emisji lamp.

Takie układy modulacyjne są przedstawione na fig. 6 i 7.

Na fig. 6 przedstawiono dwie heksody 40 i 41, których siatki 3 otrzymują poprzez transformator 12 stałe napięcie o częstotliwości nośnej, a siatka 1 lampy 40 otrzymuje napięcie modulacyjne poprzez transformator 42. Środek wtórnego uzwojenia transformatora 12 jest uziemiony poprzez źródło prądu 14, dające ujemne napięcie początkowe, a siatki druga i czwarta obu lamp 40 i 41 są przyłączone do dodatniego bieguna źródła prądu 15. W obwód anodowy każdej z tych lamp włączone jest uzwojenie pierwotne transformatora 43 względnie 44. Do wtórnego uzwojenia transformatora 44 przyłączony jest poprzez wzmacniacz 45 i transformator 46 układ prostowniczy 47 — 49, zakończony filtrem 50, 51. Do wtórnego uzwojenia transformatora 43 przyłączone jest takie same urządzenie jak do transformatora 44, oznaczone na fig. 6 tylko kropkowanym prostokątem 52. Górna okładzina kondensatora 51 jest połączona poprzez źródło prądu 53 z siatką 1 lampy 41. Odpowiedniego napięcia kompensacyjnego pomiędzy urządzeniem 52 i siatką 1 lampy 40 dostarcza źródło prądu 54. Wspólny obwód anodowy obu lamp zawiera obwód rezonansowy 55, na którym występuje modulowane napięcie o częstotliwości nośnej, oraz źródło prądu anodowego 56, wspólne dla obu lamp. Jeżeli pominąć elementy 44 — 53 i 43 — 54, to układ modulacyjny według

fig. 6 działa zupełnie tak samo jak układ modulacyjny na fig. 1. Gdy wielkość napięcia modulacyjnego i wielkość różnicy napięć istniejącej we wspólnej gałęzi anodowej przy zerowym napięciu modulacyjnym są dobrane prawidłowo można uzyskać głębokość modulacji 100%, która jest pożądana w niektórych przypadkach, np. w telewizji.

Elementy 43 — 54 i 44 — 53 układu modulacyjnego według fig. 6 pracują w sposób następujący. Gdy emisja lampy 41 wzrasta, to zwiększa się prąd anodowy lampy 41 i tym samym napięcie, doprowadzone do prostownika 47. A zatem i na kondensatorze 51 wytwarza się wyższe napięcie aniżeli przy normalnym prądzie emisyjnym i dlatego na pierwszej siatce lampy 41 zjawia się większe ujemne napięcie początkowe aniżeli przy normalnym prądzie emisyjnym tej lampy. Takie zwiększenie ujemnego napięcia początkowego siatki wywołuje zmniejszenie się prądu anodowego; w odwrotnym przypadku zmniejszenia się emisji zachodzi odpowiednie zmniejszenie ujemnego napięcia początkowego siatki. Tak samo działa urządzenie 52, które przeciwdziała zwiększeniu względnie zmniejszeniu emisji lampy 40 przez zwiększenie względnie zmniejszenie ujemnego napięcia początkowego jej pierwszej siatki. Układ modulacyjny według fig. 6 jest więc regulowany w obydwóch gałęziach zawsze w prawidłowym kierunku zupełnie niezależnie od wielkości napięcia modulacyjnego, doprowadzonego do pierwszej siatki lampy 40.

Inny układ modulacyjny, w którym tylko w jedną gałąź mostku włączona jest lampa i tylko w tej gałęzi zachodzi regulacja, jest przedstawiony na fig. 7. W układzie tym istnieje tylko jedna lampa elektronowa 57 i dwa transformatory 58 i 59, z których pierwszy posiada pierwotne uzwojenie 60 i dwa wtórne uzwojenia 61, 62, a drugi posiada dwa uzwojenia pier-

wotne 63, 64 i jedno wtórne 65. Poprzez transformator 44 przyłączony jest układ 45 — 51 do wzmacniania, prostowania i filtrowania modulowanej energii częstotliwości nośnej; układ ten 45 — 51 jest sprzężony z obwodem anodowym lampy 57 i połączony poprzez baterię 53 z elektrodą, oddziaływającą na wzmocnienie lampy 57, a mianowicie w tym przypadku z siatką osłoną.

Układ modulacyjny według fig. 7 pracuje w ten sposób, że pierwotne uzwojenie 60 jest dołączone do źródła drgań o częstotliwości nośnej, a do siatki rozrządowej lampy 57 doprowadzane jest napięcie modulacyjne z zacisków 66. Anodowy prąd zmienny lampy 57 podlega więc modulacji. We wtórnym uzwojeniu 61 wytwarzane jest również napięcie o częstotliwości nośnej, a uzwojenia 63, 64 są połączone tak, że ich pola magnetyczne są skierowane przeciw sobie, wskutek czego na uzwojeniu wtórnym 65 otrzymuje się napięcie, odpowiadające różnicy prądów zmiennych w uzwojeniach 63 i 64. Urządzenie regulacyjne 45 — 51, 53 pracuje w ten sposób, że przy zwiększeniu emisji lampy 57 napięcie siatki osłonowej tej lampy zmniejsza się i odwrotnie.

W zastosowaniu opisanych układów modulacyjnych w nadajniku telewizyjnym pożądanym jest doprowadzanie do siatki 1 lampy 10 na fig. 1 napięcia modulacyjnego, które zawiera tylko składowe zmienne jasności obrazu, oraz zmieniane napięcia kompensacyjnego e_k odpowiednio do średniej jasności obrazu. Można to osiągnąć w ten sposób, że zamiast kompensacyjnego źródła prądu 24 na fig. 1 stosuje się układ połączeń, przedstawiony na fig. 8. W układzie tym na komórkę fotoelektryczną 70 rzutowany jest cały przekazywany obraz, przy czym układ posiada źródło prądu stałego 71 i opornik 72. Komórka fotoelektryczna 70 całkuje wartości jasności całego obrazu, a spadek napięcia na oporniku

72 odpowiada przeto średniej jasności obrazu.

Taki układ połączeń nadaje się oczywiście również do układów modulacyjnych według fig. 6 i 7.

Inny sposób uwzględnienia średniej jasności obrazu polega na tym, że oporność prostownika zmienia się w zależności od średniej jasności obrazu.

Na fig. 9 i 10 wyjaśniono to w przypadku dwóch heksod, połączonych w układzie mostkowym.

Na fig. 9 liczby 40 i 41 oznaczają dwie heksody, których anody są przyłączone do obu zacisków pierwotnego uzwojenia 73 transformatora 74, przy czym środek uzwojenia pierwotnego jest przyłączony do dodatniego bieguna źródła prądu anodowego. Siatki 3 obu heksod są połączone ze sobą i uziemione poprzez wtórne uzwojenie transformatora 75 oraz źródło prądu 76, dającego ujemne napięcie początkowe. Wtórne uzwojenie 77 transformatora 74 jest przyłączone poprzez wzmacniacz 78 oraz transformator 79 do obwodu anodowego lampy prostowniczej 80. W obwodzie siatki rozrządowej lampy 80 również włączony jest transformator 81, opornik 82 oraz komórka fotoelektryczna 83. Obwód anodowy lampy 80 zawiera opornik 84 i równolegle do niego kondensator 85 oraz filtr 86, 87. Lewa okładzina kondensatora 87 jest połączona poprzez stałe źródło kompensacyjne 88 z siatką 1 lampy 41, podczas gdy do siatki 1 lampy 42, z którą prócz tego połączone jest źródło prądu 89, dające ujemne początkowe napięcie siatkowe, doprowadzone jest do zacisków 90 napięcie modulacyjne.

Działanie układu modulacyjnego według fig. 9 jest następujące.

Do pierwotnego uzwojenia transformatora 75 doprowadzone jest napięcie o częstotliwości nośnej, tak iż w obu lampach 40 i 41 płynie zmienny prąd anodowy o częstotliwości nośnej, przy czym anodowy

prąd zmienny lampy 40 jest modulowany napięciem modulacyjnym, przyłączonym do zacisków 90, natomiast anodowy prąd zmienny lampy 41, dopóki napięcie e_1 jest stałe, posiada wielkość niezmienną. W uzwojeniu pierwotnym 73 płyną obydwa prądy anodowe przeciwko sobie, tak iż na uzwojeniu wtórnym występuje różnica zmiennych napięć anodowych, która jest modulowana w stopniu znacznie większym, aniżeli anodowy prąd zmienny lampy 40. Poprzez wzmacniacz 78 i transformator 79 napięcie to przechodzi do lampy prostowniczej 80, tak iż na oporniku 84 powstaje napięcie stałe, odpowiadające danej amplitudzie napięcia e_2 . Wielkość tego stałego napięcia, jeżeli pominąć wpływ napięć regulacyjnych, doprowadzanych przez transformator 81, zależy od wielkości ujemnego napięcia siatki na oporniku 82. Wskutek tego napięcie e_1 na siatce 1 lampy 41 jest również zależne od napięcia na oporniku 82. Lampa prostownicza 80 przy określonej wartości napięcia zmiennego, przekazywanego przez transformator 79, daje tym mniejsze napięcie stałe, im większy jest spadek napięcia na oporniku 82, to znaczy im większa jest średnia jasność obrazu nadawanego, przekazywana przez komórkę fotoelektryczną 83.

Działanie układu modulacyjnego według fig. 9 jest wyjaśnione na fig. 10, gdzie przedstawiono napięcie zmienne e_0 , doprowadzone do prostownika 80 w zależności od napięcia e_1 na siatce 1 lampy 41. Zakłada się, że anodowy prąd zmienny lampy 41 jest większy niż prąd lampy 40. Dla wielkości e_1 , bardziej ujemnych niż wielkość odpowiadająca punktowi A, przeważa jednak anodowy prąd zmienny lampy 40 i faza napięcia e_2 odwraca się. Przewodze prądu lampy 41 odpowiada linia AB na fig. 10, a przewodze prądu lampy 40 — AC. Napięcie stałe e_3 na kondensatorze 87 jest odłożone na fig. 10 na osi odciętych, co odpowiada linii DE przy odpowiednim

napięciu początkowym na oporniku 82. Punkt przecięcia P_1 tej linii z prostą AB wyznacza punkt pracy, gdy pozioma odległość obu pionowych osi na fig. 2 jest równa wielkości napięcia kompensacyjnego e_k . Wartości e'_1 odpowiada więc amplituda zmiennego napięcia e'_2 . Amplituda ta jest jednak w układzie modulacyjnym na fig. 9 zależna od średniej jasności obrazu i odpowiada mianowicie wyjściowemu napięciu prostownika przy większej średniej jasności prostej DF, przy średniej wartości średniej jasności prostej DE i przy małej jasności średniej prostej DG. Średnia amplituda nośna, która jak wiadomo reprezentuje średnią jasność obrazu, zostaje tym sposobem odtworzona zmianą czułości prostownika 80.

Transformator 81, którego uzwojenie pierwotne jest zasilane tym samym napięciem co i uzwojenie pierwotne transformatora 75, przy czym ewentualnie przed jednym lub przed obydwooma transformatorami może być włączony przesuwnik fazowy, ma na celu uruchomienie prostownika 80 tylko przy takiej fazie napięcia e_0 , która odpowiada gałęzi AB na fig. 10, tak iż unika się niestateczności, wyjaśnionej w związku z fig. 3.

Można jeszcze regulować amplitudę fali nośnej i jednocześnie przekazywać średnią jasność obrazu w inny sposób. W tym celu napięcie modulacyjne, pochodzące od przyrządu rozkładającego obraz, jest czasowo przerywane i doprowadzane do wartości, odpowiadającej czerni, przy czym napięcia początkowe elektrod jednej lub obu rozrządzanych lamp katodowych są dobrane tak, że układ modulacyjny w okresach przerwy daje zerową amplitudę fali nośnej.

Na fig. 11 siatki 3 pentod 90 i 91 są przyłączone do obu zacisków wtórnego uzwojenia transformatora 12. Pierwotne uzwojenie tego transformatora jest zasilane z generatora częstotliwości nośnej 92.

Do siatki 1 lampy 90 doprowadzane jest poprzez kondensator sprzęgający 93 napięcie modulacyjne, natomiast siatka 1 lampy 91 posiada stałe napięcie ze źródła prądu 94. We wspólnym obwodzie anodowym lamp 90 i 91 znajduje się obwód rezonansowy 95 i źródło prądu anodowego 96. Liczba 97 oznacza wzmacniacz, którego obwód wyjściowy jest sprzężony indukcyjnie z heksodą 98. Siatka 1 tej lampy otrzymuje poprzez transformator 99 i przesuwnik fazowy 100 napięcie zmienne o częstotliwości nośnej, podczas gdy do siatki 3 są doprowadzane w przerwach impulsy, które pozwalają na przepływ prądu przez heksodę 98. Podczas trwania jednego wiersza obrazu siatka 3 posiada taki potencjał, że w lampie 98 nie może płynąć wcale prąd anodowy. W obwodzie anodowym lampy 98 znajduje się opornik 101, kondensator 102 oraz równoległy do niego obwód siatki rozrządczej lampy 103 i źródło prądu 104. W obwód anodowy lampy 103 prócz źródła prądu anodowego 105 włączony jest jeszcze opornik 106 i kondensator 107. Anoda lampy 103 jest połączona poza tym poprzez opornik 108 z siatką 1 lampy 90.

Działanie układu modulacyjnego według fig. 11 podczas jednego wiersza obrazu jest następujące. Na kondensatorze 107 występuje napięcie o znakach, jak na rysunku, a lampa 98 jest zablokowana. Anodowe prądy zmienne obu lamp 90 i 91 mają fazy przeciwne, przy czym anodowy prąd zmienny lampy 90 jest modulowany odpowiednio do zmian jasności poszczególnych punktów obrazu. We wspólnym obwodzie anodowym lamp 90 i 91 płynie prąd zmienny o częstotliwości nośnej, którego amplituda jest równa różnicy anodowych prądów zmiennych obu tych lamp i który dzięki temu jest modulowany w większym stopniu aniżeli anodowy prąd zmienny lampy 90. W zależności od napięcia e_1 na siatce 1 lampy 90 zmienia się amplituda prądu zmiennego we wspólnym ob-

wodzie anodowym obu lamp i tym samym również napięcie e_2 na obwodzie rezonansowym 95, co przedstawiono na fig. 12. Gdy mianowicie napięcie e_1 jest tej samej wielkości co i napięcie źródła prądu 94 na siatce 1 lampy 91, to anodowe prądy zmienne obu lamp są tej samej wielkości, a amplituda napięcia zmiennego e_2 na obwodzie 95 jest wskutek tego równa zero. O ile jednak siatka 1 lampy 90 posiada większe napięcie początkowe aniżeli siatka lampy 91, to przeważa anodowy prąd zmienny lampy 90 i występuje wówczas amplituda e_2 fali nośnej o tym większej wartości, im większa jest różnica napięć obu siatek (gałąź AB na fig. 12). Gdy jednak siatka 1 lampy 90 posiada wyższe ujemne napięcie początkowe niż siatka lampy 91, to otrzymuje się zmienne napięcie e_2 o przeciwnej fazie (gałąź AC na fig. 12). Gdy więc rozkład jasności w wierszach obrazu posiada przebieg, przedstawiony na fig. 12 jako impulsy ponad osią AD, to napięcie e_2 jest modulowane odpowiednio do tego rozkładu jasności.

Dla wyjaśnienia działania przebiegu regulacji amplitudy fali nośnej i wprowadzenia średniej jasności należy założyć, że siatka 3 lampy 98 otrzymuje impuls synchronizacyjny tylko podczas przerwy między obrazami i jednocześnie napięcie modulacyjne na siatce 1 lampy 90 osiąga wartość, odpowiadającą czerni. Podczas impulsu synchronizacyjnego zachodzi w lampie 98 prostowanie napięcia zmiennego, dostarczonego ze wzmacniacza 97, tak iż na kondensatorze 102 zjawia się odpowiednie stałe napięcie, które posiada zaznaczony na rysunku znakami + i — kierunek. Stała czasu elementów 101, 102 powinna być przy tym mniejsza aniżeli czas trwania obrazu, tak iż napięcie na kondensatorze 101 przy każdym impulsie synchronizacyjnym na siatce 3 odpowiada napięciu wyjściowemu wzmacniacza 97. Gdy napięcie na kondensatorze razem z ujemnym napięciem

źródła prądu 104 może uruchomić lampę 103, to kondensator 107 otrzymuje dodatkowy ładunek, tak iż ujemne napięcie początkowe siatki 1 lampy 90 zostaje zwiększone. Gdy jednak podczas impulsu synchronizacyjnego suma napięcia na kondensatorze i ujemnego napięcia początkowego pozostaje poniżej wartości uruchamiającej lampę 103, to przez lampę nie płynie prąd anodowy. Stała czasu elementów 106, 107 powinna być duża w stosunku do czasu trwania obrazu, aby podczas nadawania obrazu napięcie początkowe, dostarczone przez te elementy do siatki 1 lampy 90, nie zmieniało się **znacznie**.

Łatwo zrozumieć, że opisane urządzenie w okresach przerw napięcia modulacyjnego, dostarczonego przez przyrząd rozkładający obraz, ustala punkt pracy lamp 90, 91 zawsze na punkt A. Gdy napięcie na elementach 106, 107 posiada tylko wartość e_{11} (fig. 12), to na kondensatorze 102 zjawia się napięcie stałe, odpowiadające amplitudzie fali nośnej e_{21} , a lampa 103 ładuje podczas przerwy między obrazami kondensator 107 do odpowiedniego wysokiego napięcia. Gdy jednak napięcie na kondensatorze 107 wzrośnie do wartości np. e_{12} , to wtedy podczas przerwy między obrazami nie ma żadnego napięcia na prostowniku 98 i wobec tego kondensator 102 nie otrzymuje żadnego ładunku. Tym samym i lampa 103 podczas przerwy obrazowej pozostaje nieczynna a ładunek kondensatora 107 pozostaje niezmienny. Gdy jednak kondensator 107 posiada napięcie o wartości e_{13} , odpowiadające napięciu wyjściowemu wzmacniacza 97 o wartości e_{23} , to i wtedy tak samo nie ma prostowania, gdyż jak wyjaśniono w związku z fig. 3 — 5, 9, 10 napięcie wyjściowe wzmacniacza 97 posiada wówczas przeciwną fazę niż przy wartościach e_1 , mniejszych od wartości e_{12} i ponieważ poprzez transformator 99 siatką 1 lampy 98 jest zablokowana przy każdej dodatniej połówce napięcia

anodowego. Kondensator 107 rozładowuje się więc do tego stopnia, aby podczas przerwy obrazowej wzmacniacz 97 dawał znowu amplitudę zerową. Napięcie, występujące na kondensatorze 102, powoduje więc zawsze przesunięcie potencjału na siatce 1 lampy 90 w kierunku ujemnym, podczas gdy stale zachodzące rozładowanie kondensatora 107 przesuwają ten potencjał siatki w kierunku dodatnim. Przez to jednak nie tylko lampy 90, 91 pracują stale w punkcie A, lecz jednocześnie uzyskuje się to, że średnia amplituda fali nośnej, której dostarcza wzmacniacz 97, jest modulowana również średnią jasnością obrazu.

Jak już zaznaczono wyżej, siatka 3 lampy 98 może otrzymywać impulsy synchronizacyjne nie tylko obrazowe lecz i wierszowe. Działanie przez to nie zmienia się, gdyż stała czasu elementów 106, 107, jak zaznaczono wyżej, powinna być większa od czasu trwania obrazu, lampy zaś 90, 91 zmieniają swe własności również stosunkowo powoli.

Zamiast regulować napięcie siatki 1 lampy 90 można również regulować napięcie siatki 1 lampy 91. Odpowiedni układ połączeń, różniący się nieco od układu połączeń według fig. 11, jest przedstawiony na fig. 13. Siatka 1 lampy 90 posiada w tym przypadku stałe napięcie początkowe ze źródła prądu stałego 110, a siatka 1 lampy 91 posiada zarówno stałe ujemne napięcie początkowe ze źródła 94 jak i dodatnie napięcie początkowe, określone przez zmienne napięcie na kondensatorze 107.

Poza tym regulacja może być skuteczniejsza również jednocześnie na siatki rozrządcze obu lamp 90 i 91. Odpowiedni układ połączeń jest przedstawiony na fig. 14, na którym katody lamp są połączone ze środkiem opornika 112, tak iż przy wzroście ładunku kondensatora 113 zwiększa się zarówno ujemne napięcie początkowe

lampy 90 jak i zmniejsza się ujemne napięcie początkowe lampy 91. Część układu nie przedstawiona na fig. 14 może być taka sama jak na fig. 11.

Modulacyjne układy mostkowe, przedstawione na fig. 4 — 9, pozwalają również na przenoszenie w prosty sposób nie tylko sygnałów, odpowiadających jasności punktów obrazu, lecz również np. sygnałów synchronizacyjnych. Gdy mianowicie impulsy synchronizacyjne wierszowe i obrazowe mają być przedstawione przez krótsze lub dłuższe przerwy fali nośnej, to trzeba tylko postarać się, aby przy przekazywaniu czerni fala nośna nie była modulowana aż do wartości e_2 równej zeru, a dla wysyłania impulsów synchronizacyjnych należy przerwać doprowadzanie częstotliwości nośnej do układu modulacyjnego.

Można to skutecznie w układzie połączeń, przedstawionym na fig. 15. W tym układzie połączeń modulacyjny mostek jest oznaczony liczbą 115, generator fali nośnej — liczbą 116, a urządzenie przerywające — 117. Generator impulsów synchronizacyjnych jest oznaczony liczbą 118, a generatory impulsów, rozrządzających rozkładaniem w przyrządzie rozkładającym 119, są oznaczone liczbami 120, 121. Prądy z tego przyrządu 119 są doprowadzane do siatki 1 lampy 10 (fig. 1) poprzez wzmacniacz 122. Układ regulacyjny do utrzymywania stałego punktu pracy układu modulacyjnego jest pominięty na fig. 15 dla większej przejrzystości rysunku.

Układ modulacyjny według wynalazku może być również zastosowany do modulacji z tłumieniem fali nośnej. Pod nazwą tą należy rozumieć sposób modulacji, w którym w celu zaoszczędzenia energii nadawczej amplituda fali nośnej jest regulowana stale na wartość proporcjonalną w przybliżeniu do amplitudy napięcia modulacyjnego. A zatem przy mniejszym napięciu modulacyjnym amplituda fali nośnej

jest mała i odwrotnie. W tym celu napięcie kompensacyjne i tym samym amplituda fali nośnej powinna być uzależniona od amplitudy napięcia modulacyjnego. Odpowiedni układ połączeń jest przedstawiony na fig. 16. W układzie tym liczba 115, podobnie jak na fig. 15, oznacza mostkowy układ modulacyjny, liczba 17 — wzmacniacz wielkiej częstotliwości, a liczby 19 — 23 — układ prostowniczy jak na fig. 1. Poza tym w układzie połączeń według fig. 16 istnieje jeszcze prostownik 123, który prostuje napięcia modulacyjne i do którego zacisków wyjściowych włączony jest opornik 124, na którym występuje napięcie kompensacyjne.

Z a s t r z e ż e n i a p a t e n t o w e .

1. Układ modulacyjny do modulacji amplitudy, stanowiący mostkowy układ dwóch lamp wzmacniających, w którym tworzy się różnicę nośnych prądów zmiennych, a jedną lub obydwie lampy wzmacniające moduluje się jednym lub kilkoma napięciami modulacyjnymi, znamieny tym, że do jednej lampy wzmacniającej przyłączony jest prostownik, do którego przyłączony jest filtr, który otrzymane napięcie stałe oswobadza od napięć modulacyjnych, przy czym zaciski wyjściowe filtru są przyłączone do elektrod rozrządzających jednej lampy wzmacniającej układu modulacyjnego.

2. Układ modulacyjny według zastrz. 1, znamieny tym, że do każdej z dwóch lamp wzmacniających przyłączony jest prostownik, a do każdego z tych prostowników przyłączony jest filtr, który oswobadza otrzymane napięcie stałe od napięć modulacyjnych, przy czym zaciski wyjściowe filtrów są przyłączone do elektrod rozrządzających lamp wzmacniających układu modulacyjnego (fig. 6, 7).

3. Układ modulacyjny według zastrz. 1, 2, znamieny tym, że w przewodzie do-

przewodzącym z powrotem napięcie stałe do elektrod rozrządzących lamp wzmacniających znajduje się kompensacyjne źródło prądu (fig. 1, 6, 7, 9).

4. Układ modulacyjny według zastrz. 1, 3, znamienny tym, że do prostownika doprowadzone jest niemodulowane napięcie o częstotliwości nośnej, które blokuje prostownik, gdy doprowadzone do niego modulowane napięcie jest w przeciwnej fazie niż niemodulowane napięcie częstotliwości nośnej (fig. 4, 5, 9, 11).

5. Układ modulacyjny według zastrz. 3, 4, znamienny tym, że zawiera wieloelektrodową lampę elektronową, służącą do prostowania, przy czym do jednej elektrody tej lampy doprowadzone jest niemodulowane napięcie zmienne o częstotliwości nośnej ewentualnie przez przesuwnik fazowy, a do drugiej elektrody przyłączone jest modulowane napięcie zmienne o częstotliwości nośnej, otrzymane z obwodu wyjściowego lamp wzmacniających układu modulacyjnego (fig. 4, 5, 9, 11).

6. Układ modulacyjny według zastrz. 1, 3, w zastosowaniu do telewizji, znamienny tym, że kompensacyjne źródło prądu (e_k na fig. 1, 70 — 72 na fig. 8) zawiera światłoczułą komórkę (70), wytwarzającą napięcie w zależności od średniej jasności obrazu (fig. 8).

7. Układ modulacyjny według zastrz. 1 — 6 w zastosowaniu do telewizji, znamienny tym, że prostownik (80) jest rozrządzany średnią jasnością obrazu (fig. 9).

8. Układ modulacyjny według zastrz. 7, znamienny tym, że do prostowania napięcia o częstotliwości nośnej, doprowadzanego z układu modulacyjnego, służy lampka z siatką osłoną, w której obwodzie ano-

dowym znajduje się napięcie zmienne (e_2), dostarczane z układu modulacyjnego, a do siatki rozrządzącej przyłożone jest napięcie zależne od średniej jasności obrazu (spadek napięcia na oporniku 82).

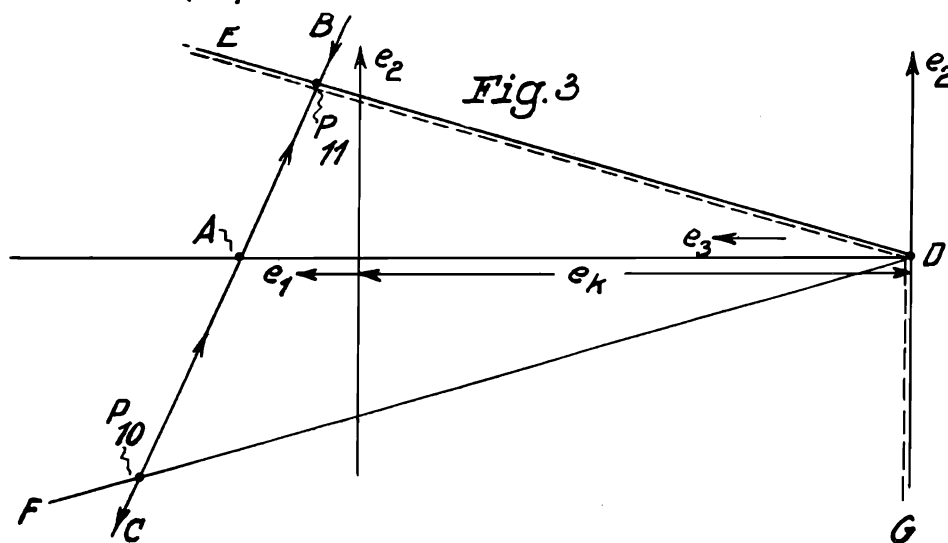
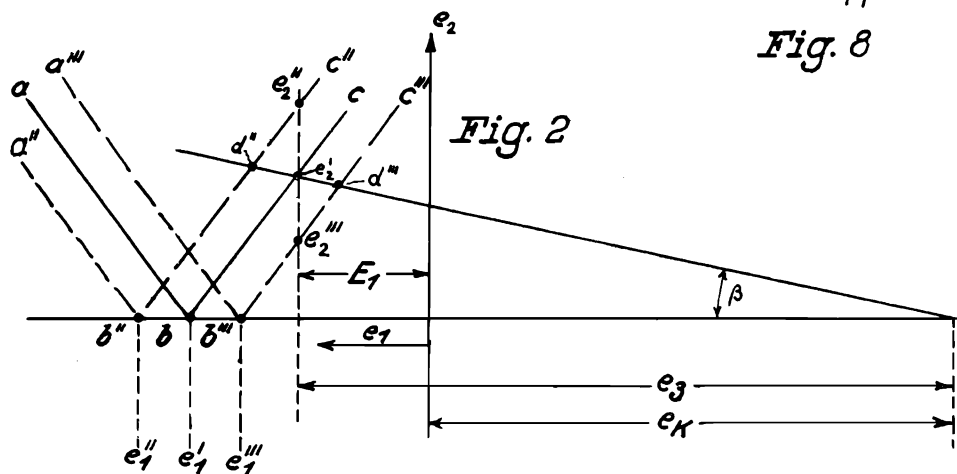
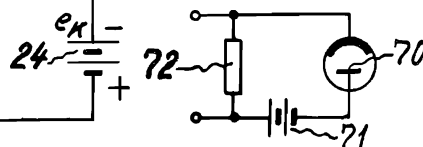
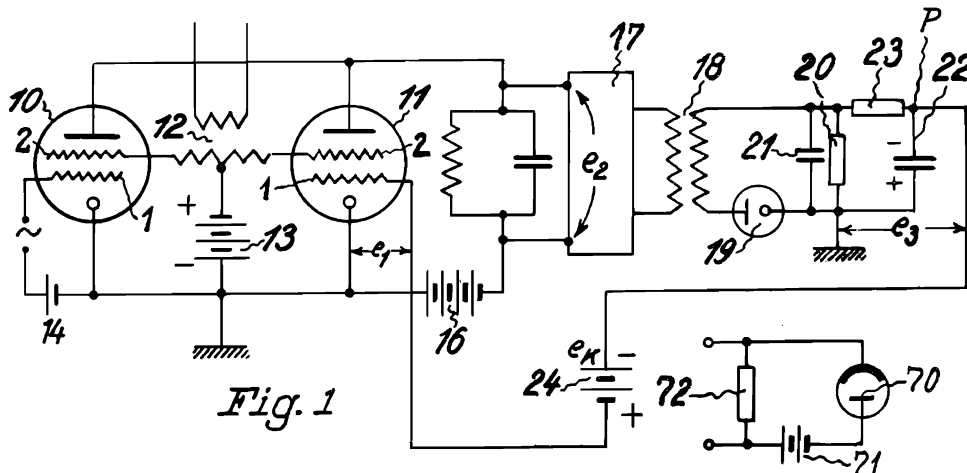
9. Układ modulacyjny według zastrz. 1, 4, 5 w zastosowaniu do telewizji, znamienny tym, że napięcie wyjściowe układu modulacyjnego (e_2 na fig. 11) po wzmocnieniu jest doprowadzone do obwodu anodowego lampy wielosiatkowej (98), rozrządzanej (w obwodzie siatki 1) napięciem doprowadzonym ewentualnie przez przesuwnik fazowy (100) ze źródła (92) o częstotliwości nośnej, oraz impulsami synchronizacyjnymi (w obwodzie siatki 3).

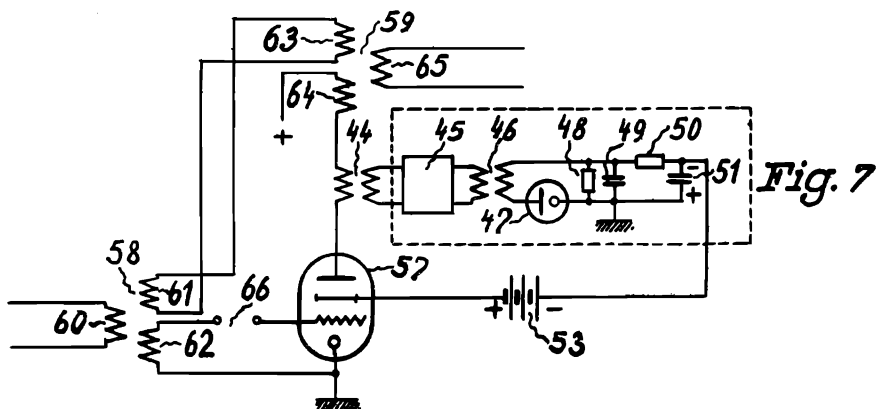
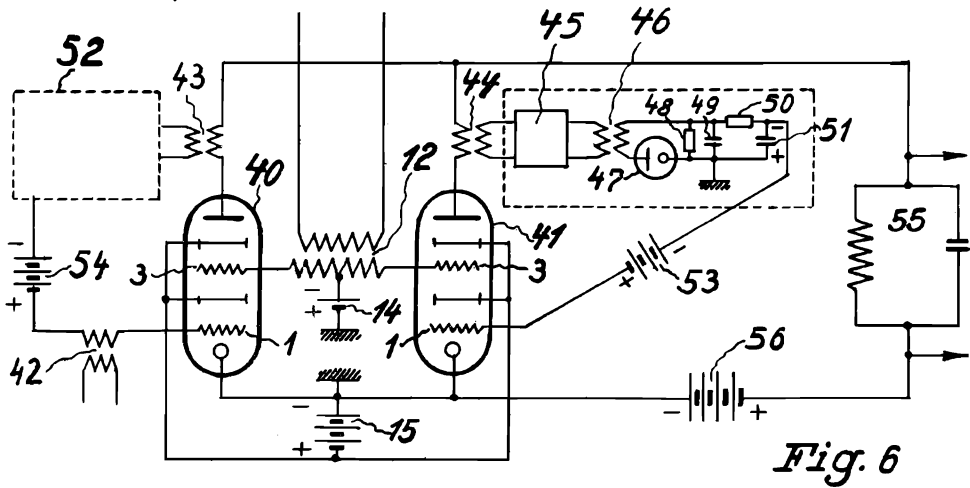
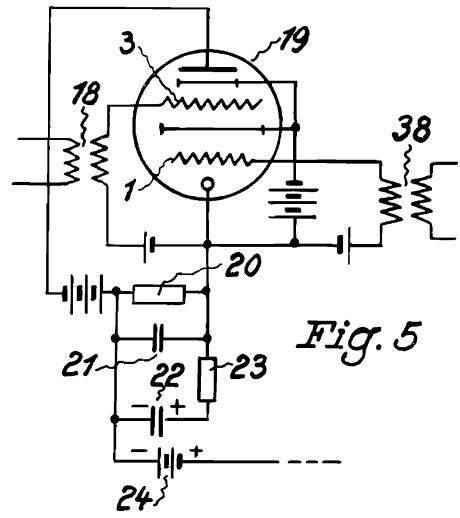
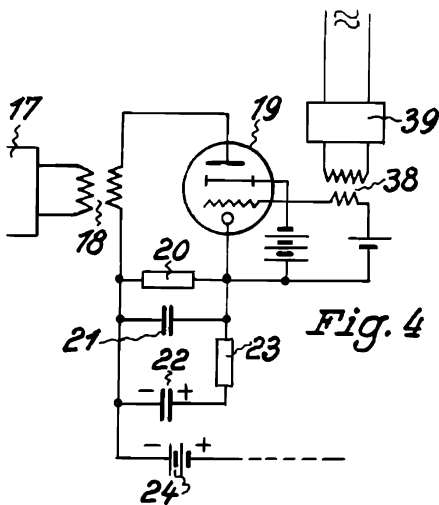
10. Układ modulacyjny według zastrz. 9, znamienny tym, że wyprostowane napięcie wyjściowe układu modulacyjnego (wzdłuż kondensatora 102) jest doprowadzone do obwodu siatki lampy (103), której obwód anodowy zawiera kondensator (107), ładowany poprzez tę lampę a rozładowywany poprzez równoległy do niego opornik (106), przy czym kondensator i opornik znajdują się w obwodzie siatki rozrządzącej lampy lub obu lamp wzmacniających układu modulacyjnego.

11. Układ modulacyjny według zastrz. 1, 2, 3 w zastosowaniu do modulacji z tłumieniem fali nośnej, znamienny tym, że źródło napięcia kompensacyjnego zawiera prostownik (123), do którego jest doprowadzane napięcie modulacyjne (fig. 16).

Telefunken Gesellschaft
für drahtlose Telegraphie
m. b. H.

Zastępca: M. Skrzypkowski
rzecznik patentowy





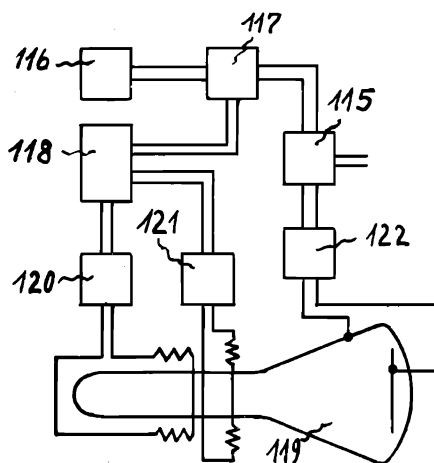
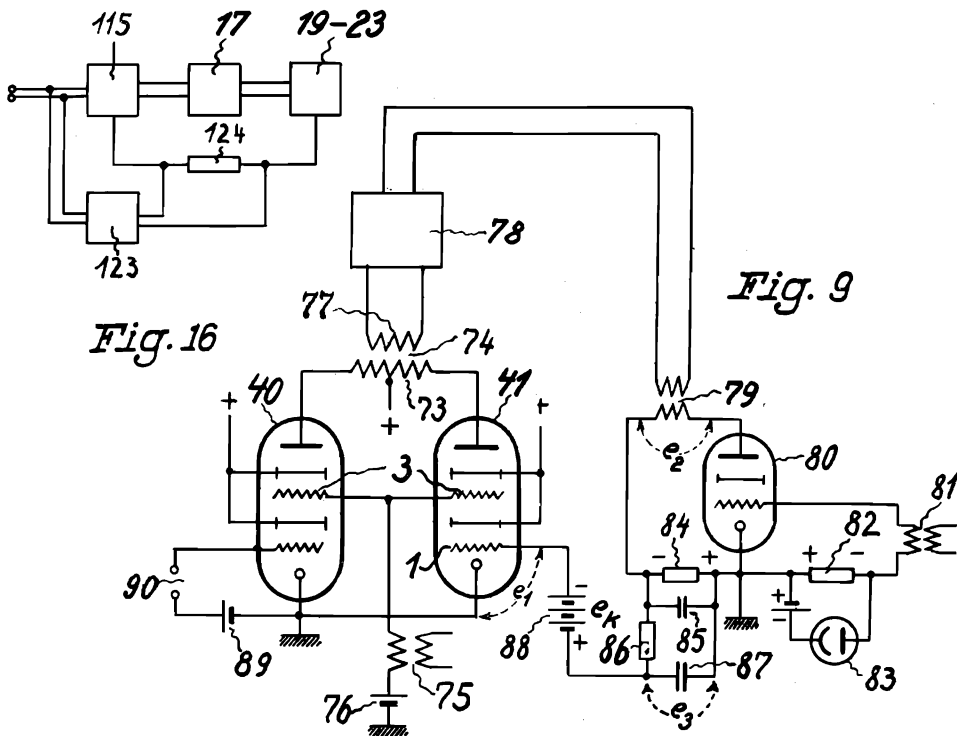


Fig. 15

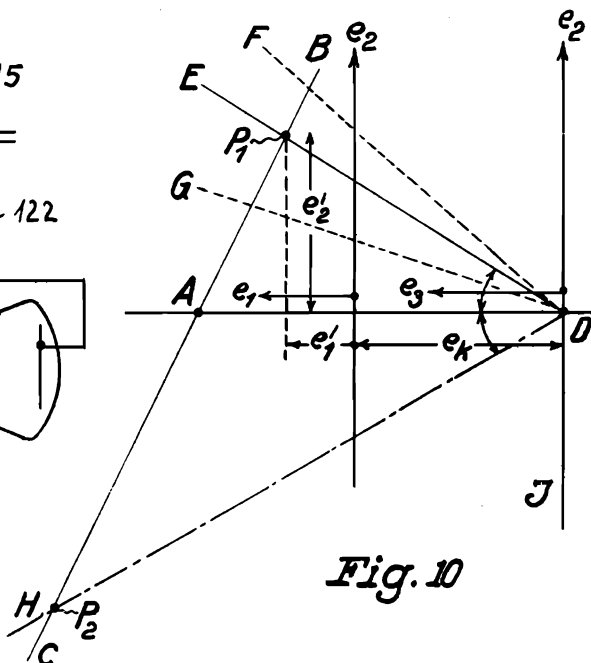


Fig. 10

