

URZĄD PATENTOWY w WARSZAWIE OPIS PATENTOWY

Nr 30561

Kl. 21 a⁴, 29/50
H031 3/00

Radioaktiengesellschaft D. S. Loewe, Berlin-Steglitz

Układ wzmacniacza transformatorowego wielkiej częstotliwości i transformator wielkiej częstotliwości

Zgłoszono 21 lutego 1936

Udzielono 4 maja 1942

Pierwszeństwo: 27 lutego 1935 (Niemcy)

Przedmiotem wynalazku jest układ połączeń wzmacniacza transformatorowego wielkiej częstotliwości i transformator wielkiej częstotliwości do wzmacniaczy telewizyjnych. W układach telewizyjnych chodzi o równomierne (ewentualnie z nieznacznym wzmocnieniem skrajnych częstotliwości) przenoszenie pasma częstotliwości o szerokości równej podwójnej granicznej częstotliwości wizyjnej, przy czym średnia częstotliwość tego pasma odpowiada częstotliwości fali nośnej. Jakkolwiek w miarę wzrostu częstotliwości fali nośnej powstaje względne zwięźenie się szerokości pasma, to jednak pozostaje jeszcze duża trudność w rozwiązaniu technicznym zagadnienia równomiernego przenoszenia bocznych wstęp

modulacji. Trudność ta występuje szczególnie wyraźnie w przypadku długich fal nośnych, jak to wynika z poniższej tabeli, na której pierwsza kolumna przedstawia długość fali nośnej λ_T , druga kolumna — graniczną częstotliwość wizyjną f_{max} , trzecia kolumna — częstotliwość fali nośnej f_T i w końcu czwarta kolumna — stosunek szerokości wstęp modulacji do częstotliwości fali nośnej, wyrażony w %.

λ_T	f_{max}	f_T	$\frac{2 \cdot f_{max} \cdot 100}{f_T}$
30 m	600 kc/sek	10^7 c/sek	12%
150 m	" " "	$2 \cdot 10^6$ "	60%

Trudność powyższą proponowano pokonać przy pomocy transformatora, którego jedno uzwojenie jest dostrojone do częstotliwości mniejszej, a drugie do częstotliwości większej od częstotliwości nośnej, tak iż częstotliwość nośna przypada między częstotliwościami rezonansowymi obu uzwojeń transformatora. Wzmocnienie drgań o częstotliwościach odpowiadających rezonansom uzwojeń jest wyrównywane za pomocą oporników tłumiących, włączonych równolegle do uzwojeń, tak iż krzywa wzmocnienia w funkcji częstotliwości ma w otoczeniu tych częstotliwości rezonansowych przebieg niemal płaski. W patencie nr 30 247 opisany jest transformator, którego oba uzwojenia posiadają tę samą częstotliwość własną, mniejszą od częstotliwości fali nośnej, przy czym wskutek silnego sprzężenia ze sobą obu uzwojeń charakterystyka przenoszenia transformatora posiada dwa wierzchołki rezonansowe. Wynalazek niniejszy stanowi ulepszenie takiego właśnie transformatora.

Na fig. 1, 2, 2a i 4 uwidocznił transformator wielkiej częstotliwości do wzmacniaczy telewizyjnych według wynalazku. W transformatorze tym indukcyjności uzwojeń: pierwotnego 1 i wtórnego 2 są tak dobrane, iż wraz z pojemnościami własnymi ich zwojów oraz własnymi pojemnościami 3, 4 układu połączeń (to znaczy pojemnościami przewodów doprowadzających prąd oraz pojemnościami własnymi przyłączonych lamp wzmacniających) tworzą obwody rezonansowe o równych sobie częstotliwościach własnych.

Dzięki powyższemu wykonaniu uzyskuje się najkorzystniejszy w danym przypadku stosunek indukcyjności L do pojemności C w obwodzie anodowym, przy czym ze względu na dość duży logarytmiczny dekrement tłumienia obu obwodów transformatora potrzebne są niewielkie układy tłumiące. W przypadku luźnego sprzężenia ze sobą obu uzwojeń 1, 2 własna częstotliwość

obwodu 3, 1. jest równa własnej częstotliwości obwodu 2, 4, przy czym według wynalazku ta jednakowa częstotliwość własna jest dobrana tak, aby była równa częstotliwości fali nośnej. Jeżeli obwody powyższe zostaną silnie sprzężone ze sobą, to jest powiększy się ich współczynnik sprzężenia k , wówczas pojawiają się dwie różne rezonansowe częstotliwości tego układu obwodów sprzężonych, którym odpowiadają fale, wyrażone następującymi wzorami:

$$\lambda_1 = \lambda_0 \cdot \sqrt{1 - k},$$

$$\lambda_2 = \lambda_0 \cdot \sqrt{1 + k},$$

przy czym szerokość pasma, jakie przepuszcza transformator, wyrazi się jako:

$$\lambda_2 - \lambda_1 = \lambda_0 [\sqrt{1 + k} - \sqrt{1 - k}].$$

Ze wzoru tego widać, że zwiększając odpowiednio współczynnik k można różnicę $(\lambda_2 - \lambda_1)$ uczynić większą niż szerokość bocznych wstęg modulacyjnych. Należy zaznaczyć, że przy większej różnicy $(\lambda_2 - \lambda_1)$ charakterystyka transformatora będzie posiadała większe wgłębienie, w środku którego przypada częstotliwość fali nośnej.

Przenoszenie drgań o pewnej częstotliwości przez transformator jest określone rzędną charakterystyki transformatora w funkcji częstotliwości, przedstawionej na fig. 3. Wartość tej rzędnej, ogólnie biorąc, jest zależna od wartości rzędnej przypadającej pośrodku przekazywanej wstęgi częstotliwości, a odpowiadającej częstotliwości nośnej ω_0 , i jest określona przez roboczy opór transformatora przy danej częstotliwości.

Stwierdzono, że transformator według wynalazku przy zachowaniu tego samego przenoszenia przepuszcza szersze pasmo częstotliwości, niż znane dotychczas transformatory zaopatrywane w osobne kondensatory strojenia. W szczególności jest rze-

czą bardzo korzystną i celową, aby pojemność przyłączonych do transformatora przewodów względnie lamp była możliwie jak najmniejsza, ponieważ wartość roboczego oporu transformatora jest odwrotnie proporcjonalna do tej szkodliwej pojemności.

Równolegle do obwodu pierwotnego i wtórnego transformatora załącza się oporniki tłumiące 5 i 6 o oporności tak dobranej, aby wierzchołki charakterystyki transformatora (np. odpowiadające częstotliwościom ω_1 i ω_2 na fig. 3) nie były zbyt uwydatnione. W niektórych szczególnych przypadkach pożądane są niewielkie wierzchołki charakterystyki, wynoszące około 15 — 20% wartości średniej, ponieważ dzięki wzmocnieniu skrajnych częstotliwości modulacji zostaje skompensowane tłumienie tych częstotliwości, zachodzące w innych stopniach aparatury. W tym przypadku oporność oporników tłumiących 5 i 6 jest nieco większa.

Transformator według fig. 1 korzystnie jest stosować w układach z lampami o siatkach osłonnych, ponieważ przy lampach tych pojemności 3 i 4 są dużo mniejsze dzięki małej pojemności między siatką a anodą. Dla takich układów otrzymuje się opory robocze transformatora o wartości około 4000 Ω . W praktyce bardzo korzystnymi okazały się następujące dane techniczne układu:

częstotliwość nośna = 2000 kc/sek
($\lambda = 150$ m),

graniczna częstotliwość wizyjna = 540 kc/sek,

fala własna obu uzwojeń = 180 m,

współczynnik sprzężenia k = około 50%,

opornik 6 po stronie siatki = 5000 Ω ,

„ 5 „ „ anody = 5000 Ω ,

Przy konstrukcyjnym wykonaniu takiego wzmacniacza występowały sprzężenia wskutek obecności pojemności wzajemnej między uzwojeniami. Udało się wyzyskać praktycznie te zjawiska w sposób następu-

jący. Według fig. 2 transformator składa się z dwóch cewek cylindrycznych 1 i 2, które można wsuwać jedną w drugą. Przesuwając cewkę wewnętrzną uzwojenia pierwotnego względem zewnętrznej uzwojenia wtórnego można zmieniać współczynnik sprzężenia, a przeto i szerokość przepuszczanego pasma i dostosowywać w ten sposób transformator do pasma częstotliwości odpowiadającego granicznej częstotliwości wizyjnej. Osiągnięta w ten sposób zmiana indukcyjności wzajemnej M i związana z tym zmiana szerokości pasma jest połączona ze zmianą roboczego oporu transformatora, czyli ze zmianą wzmocnienia całkowitego. Wspomniane sprzężenie pojemnościowe powstaje dzięki pojemności wzajemnej uzwojeń transformatora, oznaczonej na fig. 2a cyfrą 7. Wypadkowa charakterystyka przenoszenia, wynikająca ze współdziałania indukcyjnego sprzężenia i dodatkowego pojemnościowego sprzężenia, może mieć postać rozmaitą, zależnie od tego, czy oba sprzężenia działają w tym samym, czy też w przeciwnym kierunku.

Stwierdzono, że w przypadku uzwojeń nawiniętych zgodnie otrzymuje się znacznie lepszą krzywą przenoszenia, jeżeli dolny koniec wtórnego uzwojenia jest przyłączony do siatki następnej lampy, górny zaś koniec tego uzwojenia jest uziemiony. Prąd płynący przez pojemność 7 płynie wówczas przez uzwojenie wtórne w kierunku ku przewodowi siatkowemu i wzmacnia w ten sposób działanie indukcyjne, ponieważ ma ten sam kierunek co prąd indukowany. Przy zastosowaniu uzwojeń, nawiniętych przeciwnie, należy w celu osiągnięcia tego samego wyniku przyłączyć górny koniec uzwojenia wtórnego do siatki, dolny zaś koniec uzwojenia uziemić. Gdyby uzwojenia połączone były inaczej w obu tych przypadkach, to sprzężenie pojemnościowe przeciwdziałałoby sprzężeniu indukcyjnemu, czego jednak należy unikać. Otrzymana w ten sposób charakterystyka

przenoszenia jest oznaczona na fig. 3 liczbą 13. Na figurze tej częstotliwości są odłożone na osi odciętych, przy czym strzałka wskazuje kierunek wzrastania częstotliwości, natomiast przenoszenie $\ddot{u}$ odmierzone jest na osi rzędnych. Litera ω_0 oznacza częstotliwość nośną, litera ω_1 — częstotliwość górnej wstęgi bocznej, litera ω_2 — częstotliwość dolnej wstęgi bocznej. Przy odwróceniu biegunów cewki wtórnej odcinek 14, który dodawał się przedtem do rzędnych normalnej krzywej 13a, będzie się teraz odejmował, dając w wyniku krzywą 13b, wykazującą niepożądany szybki spadek w pobliżu największych częstotliwości przenoszonych.

Podane na rysunku krzywe zdjęte były przy stosunku promieni cewek wynoszącym 5 : 6 i przy szerokości uzwojenia około 2 cm, co odpowiada pojemności wzajemnej cewek około 15—20 cm. Przy innej konstrukcji transformatora sprzężenie pomocnicze przez pojemność 7 może być mniejsze. Według wynalazku korzystny kształt krzywej, przedstawionej na fig. 3, dla największych częstotliwości przenoszonych można wówczas osiągnąć przez wbudowanie osobnego kondensatora sprzęgającego 14, jak to przedstawiono na fig. 2a. Kondensator taki może być z korzyścią używany tam, gdzie przez odekranowanie wzajemne uzwojeń usunięta jest w ogóle ich pojemność. Kondensator ten celowo przyłącza się do uzwojenia wtórnego w ten sposób, by dla częstotliwości wyższych przenoszonego pasma częstotliwości występował rezonans szeregowy kondensatora 14 z uziemioną częścią uzwojenia wtórnego, to jest częścią leżącą między zaczepem a zaciskiem 10 (fig. 2a).

Fig. 4 przedstawia pewien szczególny przykład transformatora w zastosowaniu do układu przeciwsobnego. Cechę znamieną stanowi tu według wynalazku, oprócz dostrojenia do tej samej fali i ścisłego sprzężenia uzwojeń, po pierwsze znaczna

różnica średnic cewek uzwojenia pierwotnego i wtórnego (stosunek średnic wynosi tu bowiem $\geq 1,5$), po wtóre stosunkowo znaczna szerokość cewki uzwojenia wtórnego 2 w porównaniu z uzwojeniem pierwotnym 1, tak iż długość przewodnika w obu uzwojeniach jest o ile możliwości taka sama. Przy przesuwaniu cewki zewnętrznej wzdłuż cewki wewnętrznej napięcia występujące na końcówkach 15 i 16 uzwojenia wtórnego posiadają zawsze przeciwną fazę i tę samą wartość w stosunku do środkowego punktu 17 uzwojenia. Dzięki przytoczonemu wyżej stosunkowi średnic cewek wpływ sprzężenia pojemnościowego jest w tym transformatorze przeciwsobnym bardzo zmniejszony. W transformatorze według fig. 4 przyłącza się równolegle do uzwojenia pierwotnego opornik tłumiący 5; opornik tłumiący wtórnego uzwojenia najlepiej jest podzielić w środku na części 6,6', przy czym ten punkt środkowy przyłącza się do środka 17 uzwojenia. W ten sposób osiąga się lepsze wyrównanie napięć przeciwsobnych. Prostokąt 18 na fig. 4 symbolizuje obciążenie transformatora, np. obwód siatkowy lampy wzmacniającej. Liczba zwojów uzwojenia wtórnego 2 takiego transformatora jest przeszło dwa razy większa, niż w transformatorze normalnym według fig. 1, ponieważ pojemności lampy 19 w przypadku układu przeciwsobnego są połączone w szereg.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Układ wzmacniacza transformatorowego wielkiej częstotliwości, zwłaszcza do celów nadawania i odbioru transmisji telewizyjnych, w którym obwody pierwotny i wtórny uzwojeń transformatora wraz z pojemnościami własnymi przyłączonych do nich lamp wzmacniających są nastrojone na tę samą falę własną, leżącą pośrodku zakresu częstotliwości przenoszonych, oraz są tak silnie ze sobą sprzężone, że zamiast

• rezonansu własnego mają dwa rezonanse sprzężenia, leżące w odległości równej lub większej od szerokości pasma częstotliwości przenoszonych przez wzmacniacz, znamien-ny tym, że w przypadku, gdy oba uzwojenia transformatora są nawinięte w tym samym kierunku, koniec uzwojenia wtórnego, przeciwległy końcowi uzwojenia pierwotnego, połączonemu z baterią anodową, jest połączony z siatką lampy, drugi zaś koniec uzwojenia wtórnego jest uziemiony względnie jest przyłączony do baterii, w przypadku zaś, gdy uzwojenia są nawinięte w kierunkach przeciwnych, końce uzwojenia wtórnego są załączone odwrotnie niż w poprzednim przypadku.

2. Układ wzmacniacza transformatorowego wielkiej częstotliwości według zastrz. 1, znamien-ny tym, że sprzężenie wzajemne uzwojeń transformatora jest nastawne.

3. Układ wzmacniacza transformatorowego wielkiej częstotliwości według zastrz. 1, 2, znamien-ny tym, że do pierwotnych i wtórnych zacisków transformatora są dołączone równolegle oporniki tłumiące, przy czym wartość oporności tych oporników jest tak dobrana, iż przeniesienie dla częstotliwości rezonansowych sprzężenia nie różni się lub różni się tylko nieznacznie od przeniesienia dla częstotliwości leżących pomiędzy częstotliwościami rezonansowymi sprzężenia.

4. Układ wzmacniacza transformatorowego wielkiej częstotliwości według

zastrz. 1 — 3, znamien-ny tym, że zawiera kondensator sprzęgający (14), umieszczony między uzwojeniem pierwotnym a wtórnym transformatora, przy czym kondensator ten jest przyłączony do zacze- pu uzwojenia wtórnego w takim punkcie, iż dla najwyższych częstotliwości przenoszonych występuje rezonans szeregowy kondensatora i części uzwojenia wtórnego, leżącej między zacze- pem i ziemią.

5. Transformator wielkiej częstotliwości do wzmacniacza w układzie według zastrz. 1 — 4, przystosowany do pracy w układzie przeciwsobnym po stronie wtórnej, znamien-ny tym, że długość osiowa cewki uzwojenia wtórnego jest równa lub większa od długości osiowej cewki uzwojenia pierwotnego, przy czym cewki te są jedna względem drugiej przesuwne w kierunku osiowym, a stosunek średnic tych cewek jest większy od 1,5.

6. Układ wzmacniacza wielkiej częstotliwości z transformatorem według zastrz. 5, znamien-ny tym, że opornik tłumiący, przyłączony równolegle do uzwojenia wtórnego transformatora, jest podzielony na połowy, a środek jego jest przyłączony do środka uzwojenia wtórnego transformatora.

Radioaktiengesellschaft

D. S. Loewe

Zastępca: inż. Cz. Raczyński

rzecznik patentowy

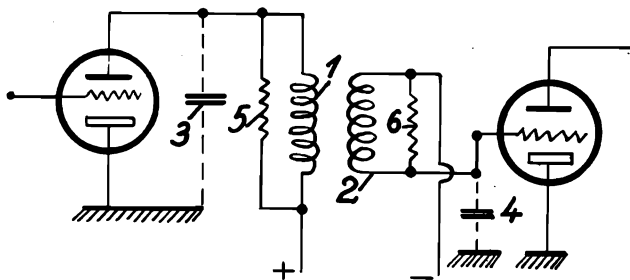


Fig. 1

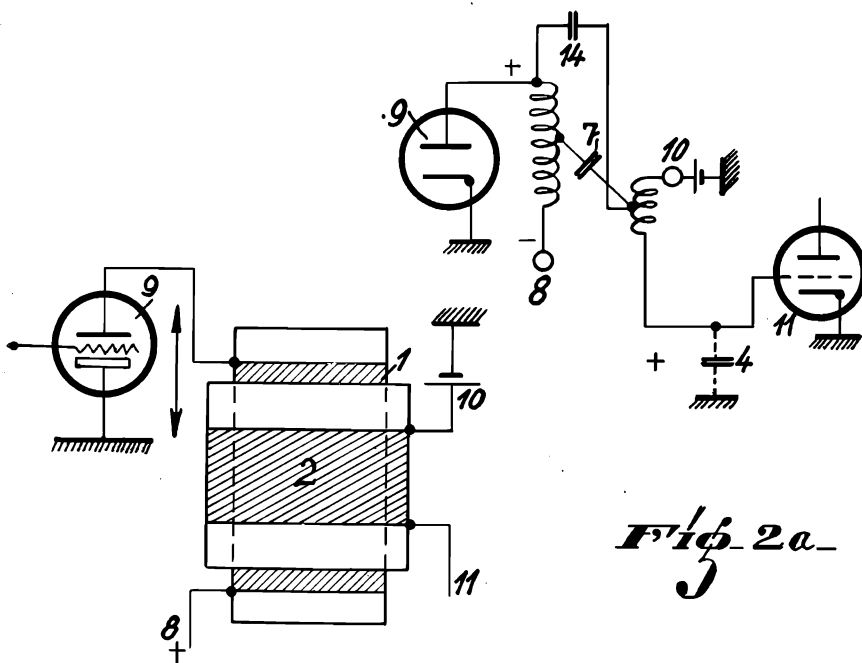


Fig. 2

Fig. 2a

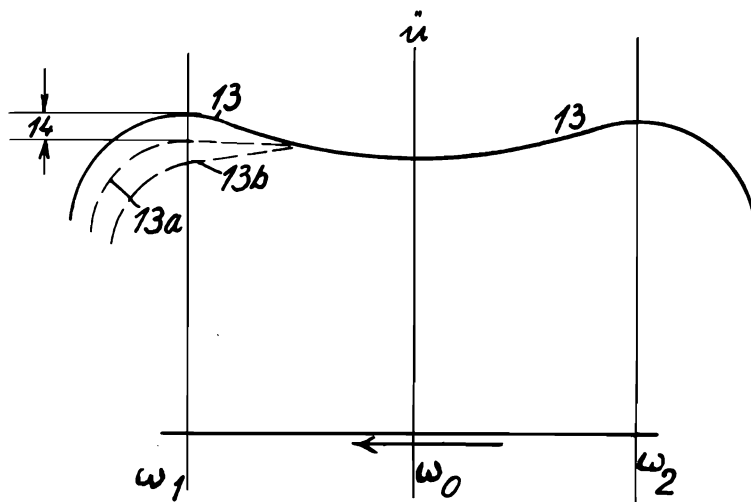


Fig. 3

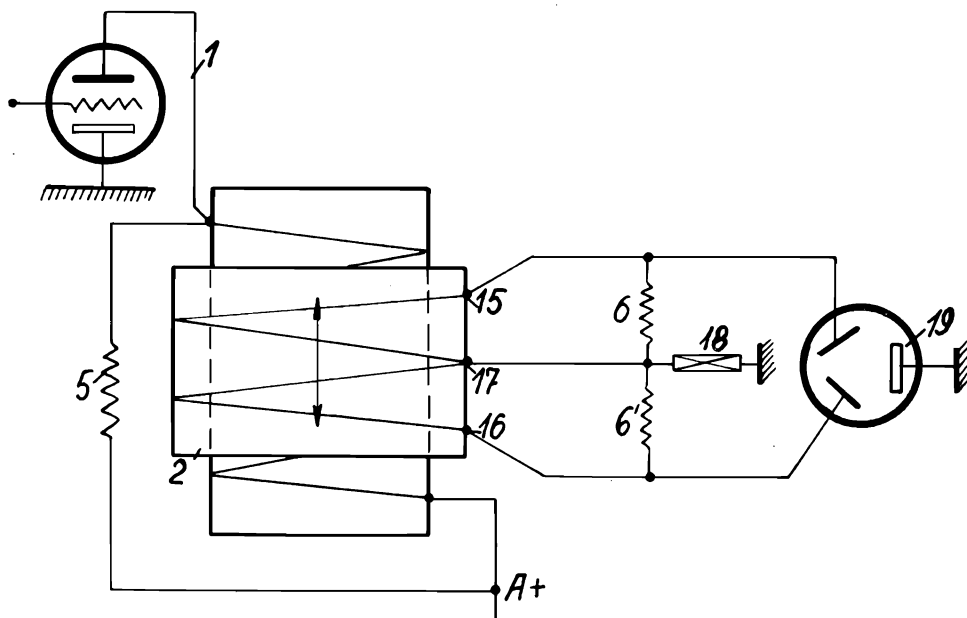


Fig. 4