

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

59152

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 26.IX.1967 (P 122 757)

Pierwszeństwo: 29.IX.1966 Holandia

Opublikowano: 5.II.1970

Kl. 21 a⁴, 8/01

MKP H 03 b

5/20

UKD

Właściciel patentu: N. V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven
(Holandia)

Obwód oscylatora drgań elektrycznych bardzo wielkiej częstotliwości

1

Wynalazek dotyczy obwodu oscylatora drgań elektrycznych bardzo wielkiej częstotliwości, zawierającego tranzystor w układzie ze wspólną bazą, oraz strojeniowy rezonator wnękowy, posiadający wewnętrzny przewód połączony ze ścianką rezonatora i obciążony zmienną pojemnością, przy czym elektroda bazy połączona jest dla prądu przemien- nego ze ścianką rezonatora, a elektroda kolektora z wewnętrznym przewodem, sprzężenie zwrotne utworzone jest przez reaktancję pojemnościową między elektrodami kolektora i emitera, która to reaktancja pojemnościowa jest utworzona jedynie przez wewnętrzną pojemność kolektoremitemer tranzystora, oraz przez pętlę sprzężenia, sprzężoną indukcyjnie z rezonatorem wnękowym i zawierającą odcinek, który rozciąga się równoległe do wewnętrznego przewodu, przy czym jeden koniec wspomnianej pętli sprzężenia połączony jest dla prądów przemiennych ze ścianką rezonatora, a drugi koniec do elektrody emitera.

Takie obwody oscylacyjne stosuje się na przykład w elementach strojeniowych bardzo wielkiej częstotliwości odbiornika telewizyjnego, w którym oscylator powinien być dostrojony w paśmie częstotliwości od 500 do 1000 Mc/s. Istotny problem związany z tymi obwodami oscylacyjnymi polega na tym, że współczynnik wzmocnienia prądu a tranzystora, który również określa warunki oscylacji, jest zespolony, a więc podczas obliczania obwodów zachodzi potrzeba wzięcia pod uwagę ze-

2

spolonego charakteru współczynnika wzmocnienia prądu.

We wspomnianym obwodzie oscylacyjnym tranzystor pracuje w pobliżu tak zwanej częstotliwości granicznej, gdzie przesunięcie fazowe współczynnika wzmocnienia prądu wynosi około 90° dla całego pasma częstotliwości, w którym oscylator jest dostrojony. Wynika z tego, że przy produkcji obwodu, tranzystor który ma być zastosowany musi być wybierany z tego punktu widzenia, aby przesunięcie fazowe współczynnika wzmocnienia prądu dla całego pasma częstotliwości nie różniło się zbyt od 90°.

Następna wada związana ze znanym obwodem oscylatora bardzo wielkiej częstotliwości polega na tym, że pasożytnicza indukcyjność przewodnika bazy może powodować wzrost pasożytniczych oscylacji o częstotliwościach przekraczających właściwe pasmo dostrojenia oscylatora, na przykład między 1500 a 2000 Mc/s.

Wynalazek ma za zadanie dostarczyć układ obwodu, w którym wspomniane pasożytnicze oscylacje są efektywnie tłumione i w którym, przesunięcie fazowe wytworzone przez współczynnik wzmocnienia prądu tranzystora jest kompensowane zależnie od częstotliwości, tak, że wpływ zespolonego współczynnika wzmocnienia prądu na działanie obwodu jest poważnie zmniejszony i w ten sposób wspomniany problem selekcji tranzystorów przy produkcji jest znacznie złagodzony.

Zgodny z wynalazkiem obwód oscylatora znamieny jest tym, że pętla sprzężenia zawiera opornik oraz tym, że końce pętli sprzężenia są połączone ze ścianką rezonatora i elektrodą emitera tranzystora, tak, że kierunek wspomnianego odcinka pętli sprzężenia, widziany od jej połączenia ze ścianką w kierunku połączenia z elektrodą emitera jest ten sam co kierunek wewnętrznego przewodu, widziany od jego połączenia ze ścianką, w kierunku zmiennej pojemności.

Należy zauważyć, że w znanych obwodach oscylatorów zawierających skupione elementy obwodu, przesunięcie fazowe tranzystora zależne od częstotliwości kompensuje się przez włączenie opornika i kondensatora do obwodu rezonansowego, połączonego z elektrodą kolektora, oraz przez dodanie napięcia występującego na wspomnianym oporniku i kondensatorze do napięcia sprzężenia zwrotnego. W obwodach posiadających oddzielną indukcyjność i pojemność, to jest w obwodach posiadających rezonator wnękowy kompensację przesunięcia, fazowego tranzystora zależnego od częstotliwości, przy użyciu znanych środków można zrealizować z dużą trudnością. W przeciwieństwie do tego, wynalazek umożliwia bardzo łatwo, realizację wspomnianej kompensacji przesunięcia fazowego tranzystora w obwodzie oscylatora, posiadającego rezonator wnękowy.

Wynalazek opisano poniżej w sposób bardziej szczegółowy z uwzględnieniem rysunku, na którym: fig. 1, 2 i 5 przedstawiają wykresy zespolone w układzie współrzędnych zespolonych, fig. 3a przedstawia znany obwód oscylatora, a fig. 3b przedstawia jego wykres zastępczy, figura 4a przedstawia zgodny z wynalazkiem obwód oscylatora, a fig. 4b przedstawia jego wykres zastępczy. Do obwodu oscylatora, posiadającego tranzystor w układzie ze wspólną bazą, stosuje się w przybliżeniu następujący warunek oscylacji:

$$\alpha Y_f = g_o (1 + j\beta Q) \quad (I)$$

gdzie g_o , Q i β są odpowiednio przewodnością czynną, współczynnikiem dobroci i rozstrojeniem obwodu rezonansowego podłączonego do elektrody kolektora, α jest współczynnikiem wzmocnienia prądu tranzystora; Y_f jest przewodnością pozorną sprzężenia zwrotnego, która rozumiana jest jako iloraz natężenia prądu sprzężenia zwrotnego do elektrody emitera i napięcia kolektora, które wytwarza ten prąd.

Wykres zespolony na fig. 1 ilustruje wymienione wyżej warunki oscylacji. Na tej figurze linia A reprezentuje prawą stronę równania (I) w funkcji rozstrojenia β . Lewa strona oznaczona jest wskazem αY_f , który reprezentuje wielkość i fazę iloczynu αY_f . Jeżeli koniec wskazów αY_f leży na linii A, lub po jej prawej stronie, to obwód oscyluje. Natomiast gdy koniec wskazów αY_f umieszczony jest po lewej stronie linii A, to oscylator nie działa. Jest oczywiste z tej figury, że ważne jest nie tylko, aby amplitudy współczynnika wzmocnienia prądu α i przewodności pozornej sprzężenia zwrotnego Y_f były wystarczająco duże, żeby zaszła oscylacja układu, ale również faza iloczynu αY_f nie powinna

dużo różnić się od 0° . Jeżeli faza αY_f różniłaby się zbyt dużo od 0° , to amplitudy α i Y_f muszą być bardzo duże, aby spowodować oscylacje układu, natomiast gdy faza ta jest około 90° lub więcej, nie można osiągnąć oscylacji.

Figura 2 przedstawia wykres zespolony współczynnika wzmocnienia prądu tranzystora w układzie ze wspólną bazą, w funkcji częstotliwości. Z figury tej jest oczywiste, że amplituda maleje ze wzrostem częstotliwości, podczas gdy faza α wzrasta poprzez wartości ujemne ze wzrostem częstotliwości. Przez f_{ca} oznaczona jest częstotliwość graniczna; jest to częstotliwość przy której amplituda α spada o 3 dB.

Figura 3a przedstawia znany obwód oscylatora bardzo wielkiej częstotliwości, zawierającego rezonator wnękowy 1 z wewnętrznym przewodem L_1 . Wewnętrzny przewód połączony jest z jednej strony ze ścianką rezonatora wnękowego, a z drugiej strony obciążony jest zmienną pojemnością C, która służy do dostrojenia oscylatora do pożądanej częstotliwości. Następnie, obwód zawiera tranzystor 2, którego elektroda bazy połączona jest ze ścianką rezonatora, a elektroda kolektora połączona jest z wewnętrznym przewodem L_1 . Zamierzone sprzężenie zwrotne między kolektorem i emiterem otrzymuje się dwoma sposobami. Z jednej strony za pomocą pojemności C_f między kolektorem i emiterem, która może być utworzona przez wewnętrzną pojemność między emiterem a kolektorem tranzystora 2. Z drugiej strony przez pętlę sprzężenia poprowadzoną od elektrody emitera poza rezonator wnękowy do otworu 3 w ścianie rezonatora i połączonej poprzez część L_2 , rozciągającą się równoległe do wewnętrznego przewodu L_1 , ze ścianką rezonatora. Należy zauważyć, że przez wzgląd na prostotę, nie pokazano elementów obwodu zasilania tranzystora prądem stałym.

Figura 3b przedstawia wykres zastępczy układu z figury 3a, na którym odpowiednie elementy obwodu oznaczone są przez te same odnośniki. Ponieważ na figurze 3a kierunek części L_2 pętli sprzężenia widzianej od połączenia z elektrodą emitera jest przeciwny względem kierunku wewnętrznego przewodu L_1 widzianego od jego połączenia ze ścianką w kierunku zmiennej pojemności, to sprzężenie indukcyjne między L_1 i L_2 jest ujemne. Na figurze 3b oznaczone jest to przez $-M$.

Z wykresu zastępczego według figury 3b wynika, że gdy zaniedba się wejściową impedancję tranzystora, oraz przy względnie małym sprzężeniu indukcyjnym M , prąd emitera i_e równy jest:

$$i_e = u_c \left(\frac{-M}{j\omega L_1 L_2} + j\omega C_f \right)$$

gdzie u_c jest napięciem kolektora, a ω jest częstotliwością kątową oscylacji obwodu. Z równania tego wynika, że dla przewodności pozornej

$$\text{sprzężenia zwrotnego } Y_f = \frac{i_e}{u_c}$$

zachodzi:

$$Y_f = j \left(\frac{M}{\omega L_1 L_2} + \omega C_f \right)$$

Z powyższego jest widoczne, że sprzężenie zwrotne przez pętlę sprzężenia $\left(\frac{M}{\omega L_1 L_2}\right)$ podtrzymuje

pojemnościowe sprzężenie zwrotne (ωC_f), w szczególności przy niższych częstotliwościach pasma dostrojenia. Faza przewodności pozornej sprzężenia zwrotnego wynosi niezmiennie $+90^\circ$. Ponieważ, jak to wyjaśniono na podstawie fig. 1, obwód oscyluje tylko przy tych częstotliwościach, dla których faza iloczynu αY_f jest w przybliżeniu 0° , zatem znany obwód oscylatora będzie oscylował tylko przy tych częstotliwościach, przy których faza α wynosi około -90° . Z figury 2 wynika, że zachodzi to tylko dla częstotliwości położonych w pobliżu częstotliwości odcięcia f_{ca} tranzystora. Należy zwrócić uwagę, że obwód oscylatora bardzo wielkiej częstotliwości, w którym stosuje się tylko pojemnościowe sprzężenie zwrotne (przez C_f), oscyluje również przy częstotliwościach leżących w punkcie odcięcia lub w pobliżu częstotliwości granicznej tranzystora.

Istotnym brakiem znanych obwodów jest to, że gdy częstotliwość graniczna tranzystora jest zbyt duża, obwód przestaje oscylować, gdy dostrojony jest do niższych częstotliwości pasma. Obwód zgodny z wynalazkiem oscylatora, przedstawiony na fig. 4a posiada pod tym względem znacznie lepsze działanie, a jego konstrukcja jest bardzo prosta.

Elementy układu obwodu z fig. 4a, odpowiadające elementom z fig. 3a oznaczone są przez te same odnośniki. W tym obwodzie sprzężenie zwrotne otrzymane jest z jednej strony przez reaktancję pojemnościową C_f między kolektorem i emiterym tranzystora, a z drugiej strony przez pętlę sprzężenia, posiadającą część L_2 , rozciągającą się równolegle do wewnętrznego przewodu L_1 i opornik R o wartości na przykład 330 omów. W układzie przedstawionym na fig. 4a opornik R tworzy część wspomnianej pętli sprzężenia. Pętla sprzężenia L_2 połączona jest z jednej strony z elektrodą emitera tranzystora 2, a z drugiej strony ze ścianką rezonatora wnękowego 1 za pomocą kondensatora przepustowego 4, tak, że pętla sprzężenia może być użyta do zasilania prądem stałym tranzystora. Ponieważ odcinek L_2 pętli sprzężenia widziany od kondensatora 4 w kierunku połączenia z emiterym rozciąga się w tym samym kierunku co wewnętrzny przewód L_1 widziany od połączenia ze ścianką w stronę zmiennej pojemności C_f , to sprzężenie indukcyjne między L_1 i L_2 jest dodatnie; na wykresie zastępczym fig. 4b wskazane jest to przez znak $+M$.

Z wykresu zastępczego fig. 4b można obliczyć w przybliżeniu prąd emitera

$$i_e = u_c \left(j\omega C_f + \frac{M}{L_1(R + j\omega L_2)} \right), \text{ tak, że w przy-}$$

bliżeniu przewodność pozorna sprzężenia zwrotnego Y_f wynosi

$$Y_f = j\omega C_f + \frac{M}{L_1(R + j\omega L_2)}$$

Fig. 5 przedstawia wykres zespolony tej przewodności pozornej sprzężenia zwrotnego. Oczywiście jest z tej figury, że faza Y_f wzrasta w kie-

runku dodatnim ze wzrostem częstotliwości. Ponieważ, jak to opisano na podstawie fig. 2, faza α wzrasta w kierunku ujemnym wraz ze wzrostem częstotliwości, a więc wynika z tego, że w obwodzie zgodnym z wynalazkiem faza iloczynu αY_f jest w przybliżeniu stała i może być utrzymywana w przybliżeniu przy 0° w paśmie dostrojenia oscylatora. Zatem obwód oscylatora z fig. 4a oscyluje w szerokim paśmie częstotliwości i w ten sposób są efektywnie przezwyciężone wady obwodu, polegające na przerywaniu oscylacji przy niższych częstotliwościach pasma dostrojenia.

Inna wada znanego układu obwodu polega na tym, że na skutek pasożytniczej indukcyjności przewodnika połączanego z elektrodą bazy tranzystora, część rzeczywista wejściowej przewodności pozornej tranzystora, w paśmie częstotliwości na przykład około od 1500 do 2000 Mc/s może przyjmować wartości ujemne, które mogą powodować w układzie obwodu tworzenie się pasożytniczych oscylacji o częstotliwościach leżących we wspomnianym paśmie. W układzie obwodu fig. 4a, opornik R połączony jest przez L_2 z bazą i emiterym tranzystora. Zatem opornik R jest równoległy do ujemnej wejściowej oporności pozornej tranzystora, i pasożytnicze oscylacje są efektywnie tłumione.

Należy zauważyć, że odcinek L_2 pętli sprzężenia oraz opornik R , który może być włączony do tego odcinka, nie mogą być umieszczone zbyt blisko wewnętrznego przewodu L_1 , ponieważ w przeciwnym przypadku sprzężenie M staje się zbyt duże. Nadmiernie duże sprzężenie wiąże się z tym, że również opornik R musi posiadać większą wartość, co powoduje duże straty energii w oporniku R . Zatem lepiej jest nie umieszczać opornika R zbyt blisko wewnętrznego przewodu rezonatora wnękowego, a jego wartość nie powinna przekraczać 500 omów. Z drugiej strony okazało się, że przy optymalnej wartości sprzężenia opornik R powinien być większy niż 100 omów, aby być wystarczająco skutecznym.

Zastrzeżenia patentowe

1. Obwód oscylatora drgań elektrycznych bardzo wielkiej częstotliwości, zawierający tranzystor w układzie ze wspólną bazą, oraz strojeniowy rezonator wnękowy, posiadający wewnętrzny przewód połączony ze ścianką rezonatora i obciążony zmienną pojemnością, przy czym elektroda bazy jest połączona dla prądu przemiennego ze ścianką rezonatora, a elektroda kolektora jest połączona dla prądu przemiennego z wewnętrznym przewodem, w którym sprzężenie zwrotne jest utworzone zarówno przez reaktancję pojemnościową między elektrodą kolektora i elektrodą emitera, która to reaktancja pojemnościowa może być utworzona jedynie przez wewnętrzną pojemność kolektoremitera tranzystora, oraz przez pętlę sprzężenia, sprzężoną indukcyjnie z rezonatorem wnękowym, przy czym przynajmniej pewien odcinek wspomnianej pętli rozciąga się równolegle do wewnętrznego przewodu, przy czym jeden koniec

wspomnianej pętli sprzężenia jest połączony dla prądów przemiennych ze ścianką rezonatora, a drugi koniec z elektrodą emitera, **znamienny tym**, że pętla sprzężenia (L_2) zawiera opornik (R), a jej końce są połączone ze ścianką rezonatora (1) i elektrodą emitera tranzystora (2), tak, że kierunek wspomnianego odcinka pętli sprzężenia (L_2), widziany od jego połączenia ze ścianką, w kie-

runku połączenia z elektrodą emitera jest ten sam co kierunek wewnętrznego przewodu, (L_1), widziany od jego połączenia ze ścianką rezonatora w kierunku zmiennej pojemności (C).

2. Obwód oscylatora według zastrz. 1 **znamienny tym**, że oporność opornika (R) pętli sprzężenia wynosi najmniej 100 omów, a najwięcej 500 omów.

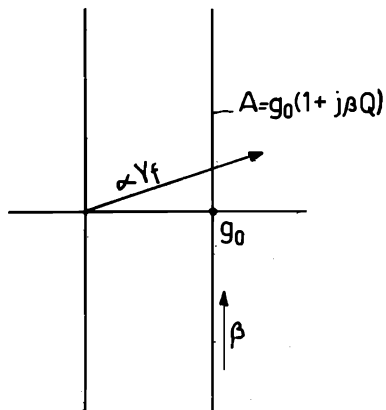


FIG.1

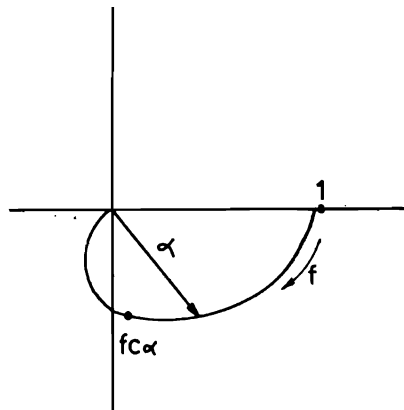


FIG.2

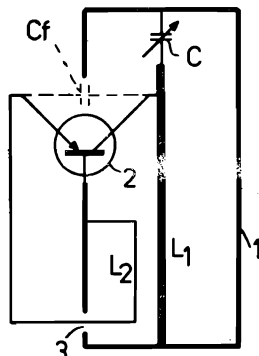


FIG.3a

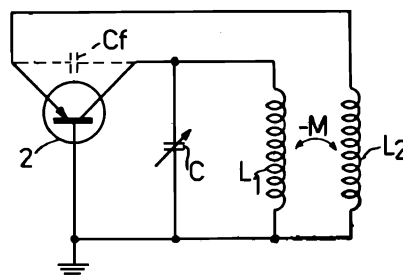


FIG.3b

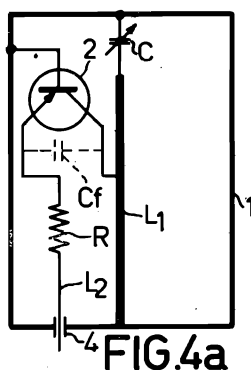


FIG.4a

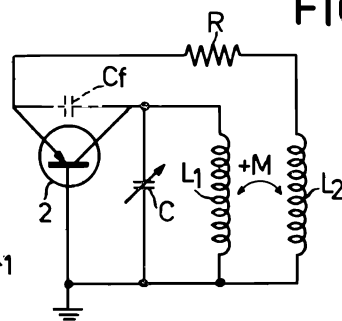


FIG.4b

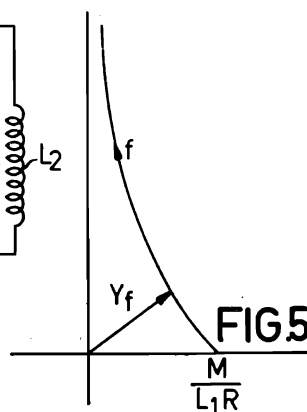


FIG.5