

20 stycznia 1930 r.

H046 1/10

URZĄD PATENTOWY



RZECZYPOSPOLITEJ POLSKIEJ

OPIŚ PATENTOWY

Nr 11085.

Kl. 21 a⁴ 22.

Stefan Manczarski
(Warszawa, Polska).

Sposób usuwania przeszkód, spowodowanych przenikaniem prądów szybkozmiennych o pewnej częstotliwości, przy pomocy obwodów elektrycznych sprzęgniętych indukcyjnie i pojemnościowo.

Zgłoszono 20 marca 1929 r.
Udzielono 4 października 1929 r.

Istotę niniejszego wynalazku stanowi indukcyjno-pojemnościowe sprzężenie dwóch obwodów.

Następujące rozważania matematyczne wyjaśniają zasadę, na podstawie której przy pomocy takiego sprzężenia indukcyjno-pojemnościowego można usunąć przenikanie prądów szybkozmiennych o pewnej częstotliwości.

Oznaczmy na fig. 1 przez:

r_1, r_2 — opory omowe,

L_1, L_2 — współczynniki samoindukcji,

M — współczynnik indukcji wzajemnej cewek L_1, L_2 ,

C, C_2 — pojemności,

I_1, I, I_2 — prądy.

Stosując rachunek symboliczny możemy napisać:

$$\hat{z}_1 = r_1 + j\omega L_1$$

$$\hat{z}_3 = r_2 + j\omega L_2$$

$$\hat{z}_4 = \frac{-j}{\omega C_2}$$

$$\hat{z}_2 = \hat{z}_3 + \hat{z}_4 = r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)$$

$$\hat{z}_5 = j\omega M$$

$$\hat{z}_6 = \frac{-j}{\omega C}$$

Wyznamy prąd I_2 w funkcji prądu zasilającego I_1 w założeniu, że oba sprzężenia indukcyjne i pojemnościowe są bardzo słabe, to znaczy, że M i C są wielkościami bardzo małymi.

Jeżeli M i C są wielkościami dostatecznie małymi, możemy zastosować do obliczeń z wystarczającym praktycznie przybliżeniem tak zwaną zasadę niezależności prądów, to znaczy traktować prąd I_2 jako geometryczną sumę prądu I'_2 powstałego na skutek indukcyjnego sprzężenia obwodów oraz prądu I''_2 powstałego na skutek pojemnościowego sprzężenia obwodów.

$$\text{W przybliżeniu: } \hat{I}_2' = \frac{\hat{I}_1 \hat{z}_5}{\hat{z}_3 + \hat{z}_4} = \frac{\hat{I}_1 \hat{z}_5}{\hat{z}_2}$$

$$\text{Ponieważ } \hat{I} = \hat{I} \frac{\hat{z}_1}{\hat{z}_6}$$

$$\hat{I}_2'' = \frac{\hat{I} \frac{\hat{z}_3 \hat{z}_4}{\hat{z}_3 + \hat{z}_4}}{\hat{z}_4} = \hat{I} \frac{\hat{z}_1}{\hat{z}_6} \frac{\hat{z}_3}{\hat{z}_3 + \hat{z}_4} = \hat{I} \frac{\hat{z}_1}{\hat{z}_6} \cdot \frac{\hat{z}_3}{\hat{z}_2}$$

$$\text{Zatem } \hat{I}_2 = \hat{I}_2' + \hat{I}_2'' = \hat{I} \frac{\hat{z}_5}{\hat{z}_2} \left[\frac{\hat{z}_3}{\hat{z}_6} + 1 + \frac{\hat{z}_1 \hat{z}_3}{\hat{z}_6 \hat{z}_2} \right]$$

Podstawiając wartości $\hat{z}_1, \hat{z}_2, \hat{z}_3, \hat{z}_5, \hat{z}_6$, możemy dalej w przybliżeniu napisać:

$$\begin{aligned} \hat{I}_2 &= \hat{I}_1 \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left[\frac{\hat{z}_3}{\hat{z}_6} + 1 + \frac{j\omega L_1 \cdot j\omega L_2}{-j \cdot j\omega M} \right] = \\ &= \hat{I}_1 \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left[\frac{\hat{z}_3}{\hat{z}_6} + 1 - \omega^2 \frac{L_1 L_2 C}{M} \right] \end{aligned}$$

$$\text{Oznaczając } \omega_0^2 = \frac{M}{L_1 L_2 C}$$

otrzymamy w przybliżeniu:

$$\hat{I}_2 = \hat{I}_1 \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left[\frac{\hat{z}_3}{\hat{z}_6} + 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right]$$

Z otrzymanego wzoru wynika, że dla $\omega = \omega_0$ prąd I_2 może być równy 0. Zachodzi tu wyrażnie wypadek kompensacji sprzężenia indukcyjnego z pojemnościowym. Przy słabym zatem sprzężeniu indukcyjno-pojemnościowym dwóch obwodów przenikanie z jednego obwodu do drugiego prądu o pewnej częstotliwości krytycz-

nej $\omega_0 = \sqrt{\frac{M}{L_1 L_2 C}}$ może być prawie cał-

kowicie usunięte.

Powyższa właściwość indukcyjno-pojemnościowego sprzężenia dwóch obwo-

dów może być praktycznie wykorzystana w odbiornikach w celu eliminowania pewnych fal zakłócających, na przykład fali miejscowej stacji radjofonicznej.

Ze sposobu wyprowadzenia wzoru na prąd I_2 wynika, że wzór ten jest tem bliższy prawdzie, zatem kompensacja tem dokładniejsza, im mniejsze są wartości sprzężenia indukcyjnego M i pojemnościowego C .

W układzie więc sprzężenia indukcyjno-pojemnościowego, przedstawionego na fig. 1, otrzymamy najdokładniejszą kompensację, stosując jako sprzężenie pojemnościowe obwodów tylko pojemność cewek L_1 i L_2 względem siebie, przez co, jak wy-

kazuje wzór $\omega_0 = \sqrt{\frac{M}{L_1 L_2 C}}$, wartości C

oraz M osiągną możliwie najmniejsze cyfry.

Można znacznie udoskonalić kompensację w obwodach sprzęgniętych indukcyjnie i pojemnościowo, stosując układ przedstawiony na fig. 2, gdzie w szereg z samoindukcją L_1 włączona jest jeszcze pojemność C_1 .

Matematyczne rozwiązanie tego układu różni się tylko tem od powszedniego, że we wzorach zamiast wyrażenia ωL_1 wy-

stąpi tu wyrażenie $\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1}$, czyli za-

miast poprzedniego L_1 wystąpi tu wyraże-

$$\text{nie } L_1 \left(1 - \frac{1}{\omega^2 L_1 C_1} \right)$$

Zatem

$$\hat{I}_2 = \hat{I}_1 \frac{j \omega M}{r_2 + j \left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2} \right)} \left[\mp 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right]$$

Gdzie

$$\omega_0 = \sqrt{\frac{M}{L_1 \left(1 - \frac{1}{\omega^2 L_1 C_1} \right) L_2 C}}$$

Porównanie otrzymanego wzoru na ω_0 z poprzednim wzorem na ω_0 wskazuje, że kompensacja układu na fig. 2 może być dokładniejsza od kompensacji układu na fig. 1, ponieważ wymaga stosunkowo mniejszej wartości sprzężenia indukcyjnego M .

Dalsze jeszcze udoskonalenie kompensacji w obwodach sprzęgniętych indukcyjnie i pojemnościowo daje się osiągnąć przy pomocy układu przedstawionego na fig. 3, gdzie zostało wprowadzone jeszcze drugie dodatkowe sprzężenie pojemnościowe C' .

Ponieważ spadek napięcia na pojemności C może mieć odwrotny znak do spadku napięcia na pojemności C' , działanie tych dwóch pojemności może być różnicowe. W ten sposób daje się osiągnąć więk-

szą lub mniejszą neutralizację pojemności wzajemnej cewek L_1 i L_2 , tak, że dla pewnej częstotliwości wpływ tej pojemności może być zredukowany prawie do zera.

Działanie pojemności C i C' wzajemnie się anuluje przy warunku:

$$\left(\omega L_1 - \frac{1}{\omega C_1} \right) C = \frac{1}{\omega C_1} C'$$

skąd

$$\frac{C'}{C} = \omega^2 L_1 C_1 - 1$$

W nieekranowanych odbiornikach sprzężenie indukcyjno-pojemnościowe z obwodem anteny może być wykorzystane do skompensowania niepożądanych prądów pasorzytniczych, przedostających się do obwodów odbiornika z pominięciem anteny, głównie wskutek wpływu przewodu uziemiającego.

Jak wiadomo nieekranowany odbiornik może odbierać bez anteny, zwłaszcza przy załączonym uziemieniu. Przedstawianie się sygnału do wewnętrznych obwodów nieekranowanego odbiornika z pominięciem anteny nie może być przypisywane tylko oddziaływaniu fali elektromagnetycznej na cewki odbiornika jak na ramy, gdyż nawet przy usunięciu tego rodzaju oddziaływania przez poziome ustawienie cewek, względnie zastosowanie cewek ósemkowych lub toroidalnych, sygnał przedostaje się do odbiornika za pośrednictwem przewodu uziemiającego.

Wpływ przewodu uziemiającego uwidoczniony jest na fig. 4 w postaci pojemności C_u występującej pomiędzy obwodem odbiornika L_2 , C_2 a ziemią.

Fala elektromagnetyczna wzbudza w przewodzie uziemiającym siłę elektromotoryczną siłę E_u , która wywołuje prąd I_u zamykający się przez pojemność C_u . Prąd I_u jest właśnie tym prądem pasorzytniczym, który przenika do obwodu L_2 , C_2 z pominięciem anteny.

Przepisowe działanie fali elektromagnetycznej polega na wzbudzeniu w antenie elektromotorycznej siły E_a , która wywołuje w obwodzie anteny r_a L_a C_a prąd I_1

Ponieważ pojemność C_u ma wartość bardzo małą, możemy i tu zastosować do obliczeń zasadę niezależności prądów, i uważać, że w przybliżeniu prąd I_2 jest geometryczną sumą dwóch prądów, mianowicie prądu I'_2 , powstałego na skutek indukcyjno-pojemnościowego sprzężenia z anteną, oraz prądu I''_2 , powstałego na skutek wpływu przewodu uziemiającego.

$$\hat{I}_2 = \hat{I}'_2 + \hat{I}''_2$$

Na podstawie poprzednich rozważań:

$$\hat{I}'_2 = \hat{I}_1 \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left[\mp 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right]$$

$$\text{gdzie } \omega_0 = \sqrt{\frac{M}{L_1 L_2 C}}$$

$$\text{Ponieważ } \hat{I}_1 = \frac{\hat{E}_a}{r_a + j\left(\omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}\right)}$$

$$\hat{I}'_2 = \frac{\hat{E}_a}{r_a + j\left(\omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}\right)} \cdot \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left[\mp 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right]$$

Ponieważ w przybliżeniu

$$\hat{I}_u = \hat{E}_u j\omega C_u$$

$$\hat{I}''_2 = \frac{\hat{I}_u \frac{z_3 z_4}{z_3 + z_4}}{\hat{z}_4} = \hat{E}_u j\omega C_u \frac{r_2 + j\omega L_2}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)}$$

W przybliżeniu

$$\hat{I}''_2 = -\hat{E}_u \frac{\omega^2 L_2 C_u}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)}$$

$$\hat{I}_2 = \frac{\hat{E}_a}{r_a + j\left(\omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}\right)} \cdot \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left[\mp 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right] - \hat{E}_u \frac{\omega^2 L_2 C_u}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)}$$

czyli

$$\hat{I}_2 = \frac{\hat{E}_a}{r_2 + j\left(\omega L_2 - \frac{1}{\omega C_2}\right)} \left\{ \frac{j\omega M}{r_2 + j\left(\omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}\right)} \left[\mp 1 - \omega^2 \frac{L_1 L_2 C}{M} \right] - \frac{E_u}{E_a} \omega^2 L_2 C_u \right\}$$

Otrzymane równanie wskazuje, że o ile w obwodzie anteny wartość $\left(\omega L_a - \frac{1}{\omega C_a}\right)$ jest duża w porównaniu z r_a , wartość prądu I_2 może być dla pewnej częstotliwości zredukowana prawie do zera.

Dowodzi to, że w nieekranowanym odbiorniku indukcyjno-pojemnościowe sprzężenie z anteną może nie tylko eliminować pewne niepożądane prądy pochodzące z anteny, ale jeszcze i prądy pasorzytnicze, pochodzące z uziemienia.

Dzięki powyższej właściwości indukcyjno-pojemnościowe sprzężenie z anteną wybitnie podnosi selektywność odbiornika i może zastąpić dla pewnych częstotliwości ekranowanie odbiornika.

Należy zauważyć, że i tutaj kompensacja może być znacznie udoskonalona, jeżeli jako indukcyjno-pojemnościowe sprzężenie odbiornika z anteną będzie zastosowany układ przedstawiony na fig. 2 lub fig. 3.

Na fig. 5 pokazana jest praktyczna konstrukcja sprzęgacza cewek L_1 i L_2 , jaki może być zastosowany do indukcyjno-pojemnościowego sprzężenia dwóch obwodów.

Cewka L_1 obraca się naokoło osi O , cewka L_2 jest nieruchoma.

Cechy charakterystyczne tego sprzęgacza są następujące: dogodna regulacja bardzo słabego sprzężenia cewek L_1 i L_2 , możliwość zmiany znaku sprzężenia i mała pojemność wzajemna cewek L_1 i L_2 .

Na fig. 6 pokazana jest praktyczna konstrukcja sprzęgacza cewek L_1 i L_2 względnie cewek L'_1 i L'_2 , jaki może być zastosowany do indukcyjno-pojemnościowego sprzężenia dwóch obwodów w razie konieczności szybkiej automatycznej zmiany zakresów fal tych obwodów.

Na osi obrotowej O zmontowane są dwie złożone razem cewki: L_1 na krótsze fale i L'_1 na dłuższe fale, które należą do jednego obwodu. Dwie nieruchome cewki,

L_2 na krótsze fale i L'_2 na dłuższe fale, należą do drugiego obwodu. Dla odbioru krótszych fal specjalny przełącznik (nieuwidoczony na fig. 6) załącza w pierwszym obwodzie cewkę L_1 równolegle do cewki L'_1 oraz włącza w drugim obwodzie cewkę L_2 , wyłączając cewkę L'_2 . Dla odbioru dłuższych fal ten sam przełącznik odłącza w pierwszym obwodzie cewkę L_1 od cewki L'_1 oraz załącza w drugim obwodzie cewkę L'_2 , wyłączając cewkę L_2 .

Rola więc przełącznika zakresów fal sprowadza się do odłączania lub załączania cewki L_1 równolegle do cewki L'_1 oraz do przełączania cewek L_2 i L'_2 .

Dla uruchomienia takiego przełącznika może być wykorzystana oś O w ten sposób, że przełącznik zostaje wprawiony w ruch przez pokręcenie osi O w lewo lub prawo o kąt nieco większy od 90° względem płaszczyzny fig. 6.

Przy tego rodzaju konstrukcji ta sama oś O może spełniać podwójną rolę, regulatora sprzężenia i przełącznika zakresów fal.

Zastrzeżenia patentowe.

1. Sprzężenie indukcyjno-pojemnościowe dwóch obwodów, w szczególności sprzężenie odbiornika z anteną, znamienne tem, że obwody są sprzęgnięte z sobą jednocześnie indukcyjnie i pojemnościowo, wskutek czego może być usunięte przenikanie z jednego obwodu do drugiego prądów o pewnej częstotliwości, jak również może być usunięte przenikanie do odbiornika prądów pasorzytniczych z uziemienia.

2. Sprzężenie indukcyjno-pojemnościowe dwóch obwodów, w szczególności sprzężenie odbiornika z anteną według zastrz. 1, znamienne tem, że pojemność sprzęgająca (C) załączona jest pomiędzy uzwojenia transformatora (L_1 i L_2), stanowiącego sprzężenie indukcyjne obwodów.

3. Sprzężenie indukcyjno-pojemnościowe dwóch obwodów, w szczególności sprzężenie odbiornika z anteną według zastrz. 1 i 2, znamienne tem, że w jednym z obwodów w szereg z uzwojeniem transformatora, stanowiącego sprzężenie indukcyjne obwodów, włączony jest kondensator (C_1), dzięki czemu polepsza się dokładność, z jaką może być usunięte przenikanie z jednego obwodu do drugiego prądów o pewnej częstotliwości, jak również przenikanie do odbiornika prądów pasorzytniczych z uziemienia.

4. Sprzężenie indukcyjno-pojemnościowe dwóch obwodów, w szczególności sprzężenie odbiornika z anteną według zastrz. 1—3, znamienne tem, że pomiędzy uzwojenia transformatora (L_1 i L_2), stanowiącego sprzężenie indukcyjne obwodów, załączone są dwie pojemności sprzęgające (C i C'), dzięki czemu polepsza się dokładność, z jaką może być usunięte przenikanie z jednego obwodu do drugiego prądów o pewnej częstotliwości, jak również przenikanie do odbiornika prądów pasorzytniczych z uziemienia.

5. Sposób neutralizowania pojemności wzajemnej dwóch obwodów według zastrz. 4, znamienno tem, że pomiędzy uzwojenia transformatora (L_1 i L_2), stanowiącego sprzężenie indukcyjne obwodów, załączone są dwie pojemności sprzęgające (C i C'), z których jedna odpowiada naturalnej pojemności wzajemnej obwodów, druga

natomiast przedstawia sztuczny kondensator.

6. Sprzęgacz indukcyjny do indukcyjno-pojemnościowego sprzężenia dwóch obwodów według zastrz. 1—5, znamienno tem, że zawiera w jednym obwodzie cewkę ruchomą (L_1) osadzoną na osi obrotowej (O) oraz w drugim obwodzie cewkę nieruchomą (L_2), co umożliwia dogodną regulację bardzo słabego sprzężenia cewek, zmianę znaku sprzężenia i małą pojemność wzajemną cewek.

7. Sprzęgacz indukcyjny do indukcyjno-pojemnościowego sprzężenia dwóch obwodów według zastrz. 1—5 ze zmianą zakresów fal, znamienno tem, że zawiera w jednym obwodzie dwie zmontowane razem na wspólnej osi obrotowej (O) cewki, jedną na krótsze fale (L_1), drugą na dłuższe fale (L'_1), oraz w drugim obwodzie dwie nieruchome, przedzielone cewkami obrotowymi, cewki, jedną na krótsze fale (L_2), drugą na dłuższe fale (L'_2), i tem, że posiada przełącznik fal, który załącza równolegle lub rozłącza cewki obrotowe (L_1 i L'_1) oraz przełącza cewki nieruchome (L_2 i L'_2).

8. Sprzęgacz według zastrz. 7, znamienno tem, że przełącznik fal poruszany jest zapomocą osi obrotowej (O) sprzęgacza cewek przy pokręcaniu tej osi o pewien kąt w prawo lub w lewo.

Stefan Manczarski.

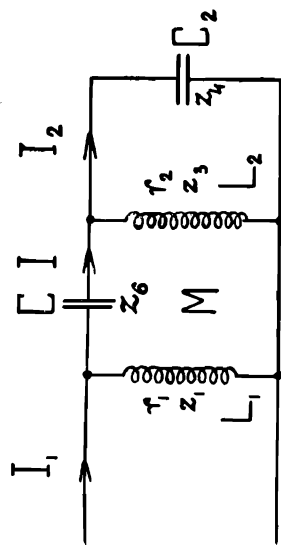


Fig. 1.

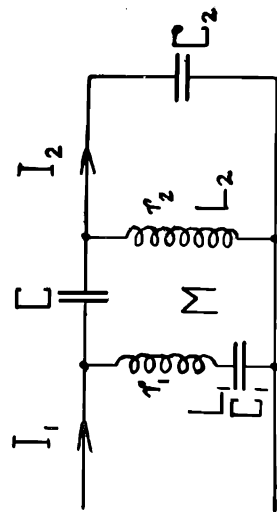


Fig. 2.

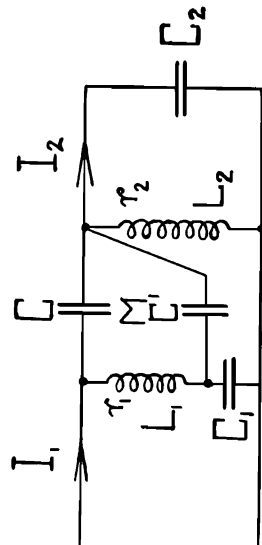


Fig. 3.

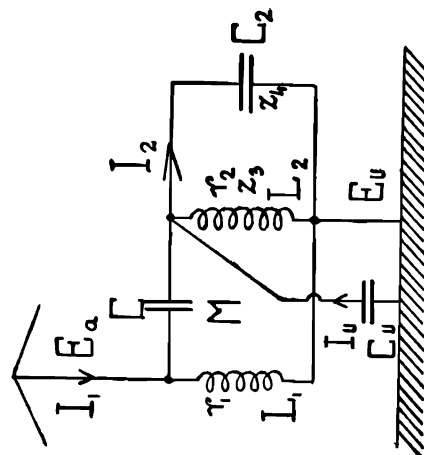


Fig. 4.