

URZĄD PATENTOWY

w WARSZAWIE 101f, 21/00

OPIS PATENTOWY

Nr 32227

Kl. 21 a⁴, 68

Hazeltine Corporation, Jersey City, New Jersey

Cewka na wielką częstotliwość oraz zespół cewek indukcyjnych na kilka zakresów częstotliwości, zawierający taką cewkę

Zgłoszono 25 marca 1936

Udzielono 25 września 1943

Pierwszeństwo: 29 marca 1935 (Stany Zjednoczone Ameryki)

Wynalazek dotyczy cewek na wielką częstotliwość, nadających się do stosowania szczególnie w strojonych obwodach albo jako dławiki.

Własności elektryczne znanych cewek na wielką częstotliwość są pogorszone wskutek nierównomiernego rozłożenia na poszczególne zwoje pojemności własnej i indukcyjności cewki. Tego rodzaju nierównomierny rozkład może np. wystąpić, gdy poszczególne zwoje różnych części cewki mają różne wymiary. Również w przypadku gdy cewka jest ekranowa lub gdy w pobliżu cewki znajduje się przewodnik o pewnym stałym potencjale, może wystąpić nierównomierność rozkładu pojemności poszczególnych części cewki

względem przewodnika. Stwierdzono, że cewki o tego rodzaju nierównomiernym rozkładzie pojemności i indukcyjności posiadają zbyt wielkie nierównomierności lub nieciągłości właściwości elektrycznych dla pewnych częstotliwości, co sprawia trudności przy stosowaniu cewek w praktyce.

Wiadomo, że każda cewka posiada rezonans przy pewnej częstotliwości i jej wyższych harmonicznym. Przy częstotliwości podstawowej na końcach cewki powstają węzły prądu i brzusce napięcia, w środku zaś cewki brzusiec prądu i węzeł napięcia. Przy pierwszej harmonicznej na końcach cewki powstają znów węzły prądu i brzusce napięcia, w środku zaś cewki zamiast brzusca prądu jest węzeł prądu,

to znaczy, że w obu połowach takiej, według założenia jednorodnej, cewki płyną prądy oscylacyjne, podczas gdy w środkowym punkcie uzwojenia w przypadku idealnym prądu nie ma.

Wyżej rozważana była cewka idealnie jednorodna. W takiej jednorodnej cewce, dzięki równomiernemu rozkładowi indukcyjności i pojemności na całą jej długość, węzły i brzusce poszczególnych drgań harmoniczných są rozłożone harmonicznie w stosunku do węzłów i brzusców drgań podstawowych.

Jednakże prawie wszystkie cewki stosowane w praktyce mają nierównomierny rozkład pojemności i indukcyjności, co pociąga za sobą dwie ważne technicznie konsekwencje, a mianowicie brzusce i węzły przy częstotliwościach harmoniczných nie leżą harmonicznie względem brzusców i węzłów drgań podstawowych, a następnie, przy drganiach harmoniczných między poszczególnymi częściami cewki w punktach teoretycznych węzłów prądu płyną prądy wyrównawcze.

Wynalazek ma na celu zapobiec powstawaniu szkodliwych prądów wyrównawczych przy drganiach harmoniczných w cewkach w praktyce stosowanych. Osiąga się to przez wprowadzenie do cewki o niejednorodnym rozkładzie pojemności i indukcyjności, niejednorodności przeciwnego kierunku, a mianowicie niejednorodności pojemności wzajemnej kilku części cewki względnie pojemności części cewki względem przewodu. Przedmiotem wynalazku jest cewka na wielką częstotliwość, składająca się co najmniej z dwóch posobnie połączonych i współosiowo obok siebie umieszczonych zwojnic. Pojemność lub indukcyjność względnie pojemność i indukcyjność każdej zwojnicy jest rozłożona nierównomiernie wzdłuż uzwojenia. W cewce według wynalazku łączy się ze sobą te krańcowe zwoje zwojnic, dla których iloczyn indukcyjności zwojnicy przez

pojemność własną ma najmniejszą wartość, przy czym wzajemny odstęp obu zwojnic i ewentualnie odstęp od znajdującego się w sąsiedztwie przewodu elektrycznego lub osłony są tak dobrane, że iloczyn indukcyjności przez pojemność własną zostaje praktycznie zrównany, dla dwóch przynajmniej zwojnic, za pomocą pojemności między poszczególnymi zwojnicami względnie między zwojnicą a przewodem.

Uwzględnienie pojemności względem sąsiednich przewodów elektrycznych pozwala na daleko idące wyrównanie nierównomierności również w przypadku niesymetrycznego umieszczenia obu zwojnic względem płaszczyzny prostopadłej do osi zwojnic i leżącej między zwojnicami. W tym przypadku jeden z końców zwojnicy mającej mniejszą indukcyjność powinien być połączony z przewodem znajdującym się w sąsiedztwie. Najlepiej gdy zwojnica o mniejszej indukcyjności ma większą pojemność względem przewodu znajdującego się w sąsiedztwie, przy czym zewnętrzny koniec tej zwojnicy jest połączony z tym przewodem, podczas gdy wewnętrzny jest połączony z końcem wewnętrznym drugiej zwojnicy.

W ten sposób można zbudować zespół cewek według wynalazku na kilka zakresów częstotliwości. Przewodem elektrycznym znajdującym się w sąsiedztwie, spełniającym rolę wyżej opisaną, w przypadku gdy zespół cewek jest ekranowany, może być osłona metalowa. Dla lepszego dobrania stosunków pojemnościowych można zastosować dodatkową osłonę, umieszczoną w pobliżu zwojnicy o mniejszej indukcyjności i połączoną bezpośrednio z końcem tej zwojnicy.

Na fig. 1—4 przedstawiono cewki według wynalazku i ich schematy zastępcze, na fig. 5 i 6 — wyniki pomiarów cewek według wynalazku w porównaniu z cewkami znanymi, a na fig. 7 — zespół cewek we-

dług wynalazku na kilka zakresów częstotliwości, otoczony metalową osłoną.

Fig. 1 przedstawia cewkę 10 według wynalazku. Prawa część figury przedstawia przekrój cewki, lewa zaś część — schemat zastępczy cewki jako układ połączeń indukcyjności i pojemności. Cewka składa się z dwóch pierścieniowych zwojnic 10a i 10b umieszczonych współosiowo jedna obok drugiej, których końce zewnętrzne są oznaczone liczbami 12 i 14, końce wewnętrzne zaś — liczbami 13 i 15. Końce wewnętrzne 13 i 15 są połączone ze sobą przewodem 16, dzięki czemu zwojnice 10a i 10b są połączone posobnie. Obie zwojnice są umieszczone na cylindrze 11 symetrycznie względem płaszczyzny oznaczonej liczbą 17. Zwojnice 10a i 10b są nawinięte w kierunkach przeciwnych, dzięki czemu indukcyjność wzajemna zwiększa indukcyjność wypadkową cewki, przy czym odstęp wzajemny zwojnic jest mniejszy od ich średnicy zewnętrznej, aby ich indukcyjność wzajemna była jak największa.

W celu teoretycznego rozpatrzenia właściwości elektrycznych cewki rozkłada się obie zwojnice na szereg elementów, np. każdą na dwa, jak to przedstawia lewa część fig. 1. Zwojnice 10a i 10b zostały podzielone na elementy L_1 i L_2 . Pojemności własne tych elementów przedstawiają pojemności C_1 i C_2 . Pojemność C_3 stanowi pojemność między zwojnicami, a pojemność C_4 — między końcami 12, 14 obu zwojnic. W celu dokładniejszego zbadania własności cewki należałoby zwojnice 10a i 10b rozłożyć na większą liczbę elementów, przy czym schemat zastępczy byłby bardziej skomplikowany, lecz zasadniczo miałby ten sam charakter. Dla wyjaśnienia istoty wynalazku wystarcza jednak podział każdej zwojnicy na dwie części.

Schemat układu przedstawionego na lewej części fig. 1 został przedstawiony na fig. 2 w sposób bardziej zrozumiały. Jak już wyjaśniono wyżej wady niejednorod-

nych elektrycznie cewek występują wtedy, gdy wewnątrz zwojnic zjawiają się lokalne prądy wyrównawcze. Prądy takie mogą wystąpić w układzie według fig. 2 w przewodach a i b . Wtedy gdy układ jest symetryczny względem środka w przewodzie a prąd nie płynie. W przewodach zaś b nie ma prądu wtedy, gdy częstotliwość obwodu L_1, L_1, C_1, C_1, C_3 jest równa częstotliwości rezonansowej obu obwodów L_2, C_2 . Jeżeli mianowicie częstotliwość rezonansowa jednego z obwodów L_2, C_2 jest różna od częstotliwości rezonansowej obwodu L_1, L_1, C_1, C_1, C_3 , to musi istnieć między tymi dwiema częstotliwościami taka częstotliwość, przy której oporność urojona obu obwodów L_2, C_2 jest równa i przeciwnego znaku niż oporność urojona obwodu L_1, L_1, C_1, C_1, C_3 . Ponieważ wszystkie te trzy obwody są włączone posobnie między zaciskami 12 i 14 cewki, to stanowią one zwarcie dla prądów tej właśnie częstotliwości. Z powyższych rozważań wynika, że w przewodach b nie będzie prądu wtedy, gdy odstęp między zwojnicami, stanowiący o pojemności kondensatora C_3 , zostanie dobrany tak, że spełnione będzie równanie

$$L_1(C_1 + 2C_3) = L_2 C_2. \quad (1)$$

Gdy zwojnice 10a i 10b są połączone ze sobą końcami wewnętrznymi, wtedy $L_1 \cdot C_1$ jest zwykle mniejsze od $L_2 \cdot C_2$, wobec czego spełnienie równania (1) nie napotyka na trudności. Przy tym należy zauważyć, że C_4 jest pojemnością między zaciskami 12 i 14 i że nie wpływa na rozkład pojemności i indukcyjności wzdłuż cewki. Przez obrócenie odstępu takiego, aby spełnione było równanie (1) stłumiona zostanie druga harmoniczna.

W powyższych rozważaniach nie była uwzględniona indukcyjność wzajemna obu zwojnic. Jednakże rozumowania powyższe można zastosować również uwzględniając indukcyjność wzajemną.

Opisane wyżej cewki, symetryczne względem płaszczyzny środkowej 17, na-

dają się szczególnie do przeciwsobnych układów wzmacniających.

Fig. 3 i 4 przedstawiają cewkę niesymetryczną ekranową. Również i dla tej cewki, istnieje związek między częstotliwościami rezonansowymi poszczególnych zwojnic a własnościami cewki. Na fig. 3 liczbami 20*a* i 20*b* oznaczone są zwojnice cewki, umieszczone na cylindrze 21. Liczbami 22 i 24 oznaczone są końce zewnętrzne zwojnic, liczbami zaś 23 i 25 — końce wewnętrzne, które są połączone ze sobą przewodem 26. Cewka jest ekranowana metalową osłoną 28. Koniec 22 jest połączony bezpośrednio z osłoną 28. Zacisk 22*a* cewki jest połączony z końcem 22 poprzez osłonę, do której jest przymocowany bezpośrednio. Obie zwojnice są nawinięte w kierunkach przeciwnych, dzięki czemu indukcyjność wzajemna zwiększa indukcyjność wypadkową cewki.

Z podziału cewki według fig. 3 na elementy można zrezygnować, ponieważ podział ten jest taki sam, jak dla cewki według fig. 1. W cewce według fig. 3 zostanie rozpatrzony więc jedynie wpływ niesymetrii osłony, wnioski zaś otrzymane dla cewki według fig. 1, dotyczące stosunków wewnętrznych w tej cewce, będą ważne również i dla cewki według fig. 3. Wobec tego schemat zastępczy cewki według fig. 3 będzie uproszczony. Indukcyjność i pojemność zwojnic 20*a* i 20*b* są przedstawione na nim w postaci indukcyjności L_4 i L_5 oraz pojemności C_4 i C_5 . Pojemność między zwojnicami 20*a* i 20*b* jest przedstawiona jako pojemność C_7 . Pojemności między zwojnicami a osłoną 28 przedstawiają pojemności C_6 i C_8 . Ażeby w układzie według fig. 4 nie płynęły prądy wyrównawcze, natężenie prądu w przewodzie c powinno być równe zeru. Zachodzi to wtedy, gdy częstotliwość rezonansowa obwodu L_4, C_4, C_6 jest równa częstotliwości rezonansowej obwodu L_5, C_5 . Pojemności C_7 i C_8 są połączone bezpośrednio między zaciski 22 i 24

i nie wpływają z tego powodu na rozkład pojemności i indukcyjności. Gdyby zwojnice 20*a* i 20*b* miały jednakowe liczby zwojów, czyli ich indukcyjności L_4 i L_5 i pojemności C_4 i C_5 były sobie równe, to tego warunku równości częstotliwości rezonansowych nie można byłoby spełnić. Przez zmniejszenie jednak liczby zwojów w zwojnicy 20*a* można osiągnąć to, żeby częstotliwość rezonansowa obwodu L_4, C_4, C_6 była równa częstotliwości rezonansowej obwodu L_5, C_5 . Zachodzi to gdy

$$L_4 (C_4 + C_6) = L_5 C_5. \quad (2)$$

Spełnienie równania (2) powoduje stłumienie drugiej harmonicznej. Również i przy powyższych rozważaniach nie została uwzględniona indukcyjność wzajemna zwojnic, co jednak nie wpływa na słuszność wniosków.

Jak wiadomo przewodność cewki dla prądów wielkiej częstotliwości, przy pominięciu oporności omowej cewki, wyraża się wzorem:

$$G = j \left(\omega C - \frac{1}{\omega L} \right),$$

gdzie C oznacza pojemność własną cewki, L — indukcyjność cewki, a ω — pulsację. Dla częstotliwości większych od częstotliwości rezonansowej cewki przewodność ta posiada na ogół charakter pojemnościowy; można zatem napisać:

$$G = j \omega C_p.$$

Pojemność C_p jest nazywana pojemnością pozorną cewki; wyraża się ona wzorem:

$$C_p = C - \frac{1}{\omega^2 L}.$$

Fig. 5 przedstawia wyniki pomiarów pojemności pozornej cewki zbudowanej według wynalazku o indukcyjności 30 mH. Krzywa A przedstawia przebieg pojemności pozornej w funkcji częstotliwości, przy czym obie zwojnice mierzonej cewki są połączone ze sobą w sposób opisany powyżej.

Cewka badana miała częstotliwość rezonansową 420 kc/sek i działała zasadniczo jak indukcyjność 30 mH połączona równolegle z pojemnością 4,8 pF.

Krzywa *B* przedstawia w funkcji częstotliwości przebieg pojemności pozornej cewki, której zwojnice zostały połączone nie według wynalazku, a w sposób przedstawiony na rysunku (*B*) u dołu fig. 5. Jak widać z krzywej *B* pojemność pozorna dla częstotliwości pierwszej, drugiej i trzeciej harmonicznej wykazuje duże wahania. Krzywa *C* przedstawia przebieg pozorny pojemności cewki w tym przypadku, gdy połączony jest koniec wewnętrzny mniejszej zwojnicy z końcem zewnętrznym większej — jak to uwidacznia rysunek (*C*). Przebieg tej krzywej jest analogiczny do przebiegu krzywej *B*.

Nierównomierność przebiegu pojemności pozornej w funkcji częstotliwości można jeszcze bardziej zmniejszyć przez umieszczenie cewki na rdzeniu magnetycznym, np. ze sproszkowanego żelaza.

Fig. 6 przedstawia charakterystykę roboczą, to jest krzywą zależności między pojemnością pozorną cewki a częstotliwością dla cewki o indukcyjności 90 mH zbudowanej tak, jak cewka przedstawiona na fig. 3. Z krzywej *D* widać, że nagłe zmiany pojemności pozornej dla pierwszej i drugiej harmonicznej zostają niemal całkowicie stłumione. Trzecia harmoniczna występuje jeszcze w małym stopniu, co jednak ma małe znaczenie, szczególnie w małych cewkach, ponieważ pojemność między zwojami działa jako zwarcie dla drgań wyższej częstotliwości. Na fig. 6 przedstawiony jest poza tym szereg krzywych *I*, *H*, *G*, *F*, *E* dla różnych odstępów między zwojnicami. Krzywymi *E*, *F*, *G*, *H* oraz *I* odpowiadają kolejno odstępów: 1,6 mm, 2,4 mm, 3,2 mm, 4,8 mm, 6,4 mm. Z tych krzywych widać, że druga harmoniczna jest tłumiona najskuteczniej przy odstępach 3,2 mm (krzywa *G*). Druga grupa krzy-

wych *J*, *K*, *L*, *M* przedstawia te same charakterystyki przy odstępach kolejno 0,8 mm, 1,6 mm, 3,2 mm i 6,4 mm po dobraniu odpowiedniego stosunku liczby zwojów obu zwojnic, w celu spełnienia równania (2). Z przebiegu tych krzywych wynika, że najlepszym odstępem jest odstęp 3,2 mm (krzywa *L*).

Cewki według wynalazku można zastosować do zespołów strojonych na kilka zakresów częstotliwości. Fig. 7 przedstawia taki zespół, w którym cewka na najniższym zakresie częstotliwości jest wykonana według wynalazku. Cewka ta składa się ze zwojnic 40*a* i 40*b*. Zwojnice te są umieszczone na cylindrze 41, na którym znajdują się również pozostałe cewki zespołu, a mianowicie 42, 43 i 44 dla zakresów wyższych częstotliwości. Poszczególne cewki są połączone posobnie, końce zaś ich są połączone ze stykami 45 przełącznika 46. Przełącznik jest tak wykonany, że podczas pokręcania go kolejno zwiera poszczególne cewki. Kondensator strojeniowy 47 jest włączony równolegle do zespołu cewek, to znaczy między zewnętrzne zaciski zwojnic 40*a* i 44. Zespół cewek jest otoczony osłoną 48. Między zwojnicą 40*a* a dnem osłony 48 umieszczona jest dodatkowa metalowa płytką 49, dzięki której niezależnie od kształtu osłony można tak dobrać pojemność zwojnicy 40*a* względem ziemi (pojemność C_0 na fig. 3 i 4), aby spełnione było równanie (2).

Zastrzeżenia patentowe.

1. Cewka na wielką częstotliwość, składająca się z co najmniej dwóch współosiowych, połączonych posobnie i umieszczonych jedna obok drugiej zwojnic, których pojemność lub indukcyjność względnie pojemność i indukcyjność są rozłożone nierównomiernie na poszczególne zwoje, znamieną tym, że połączone są ze sobą te zwoje końcowe zwojnic, dla których ilo-

czyn indukcyjności zwojnicy przez pojemność własną posiada najmniejszą wartość oraz że odstęp wzajemny zwojnic i ewentualnie odstęp od znajdującego się w sąsiedztwie przewodu elektrycznego lub osłony metalowej jest dobrany tak, iż iloczyn indukcyjności przez pojemność własną zostaje przynajmniej dla dwóch zwojnic praktycznie zrównany za pomocą pojemności między zwojnicami względnie między zwojnicą a przewodem elektrycznym lub osłoną.

2. Cewka na wielką częstotliwość według zastrz. 1, zawierająca niesymetryczny układ połączonych posobnie zwojnic, leżących niesymetrycznie względem sąsiedniego przewodu elektrycznego lub osłony, znamienna tym, że koniec zwojnicy o mniejszej indukcyjności jest połączony z leżącym w sąsiedztwie przewodem elektrycznym lub osłoną.

3. Cewka na wielką częstotliwość według zastrz. 1, 2, znamienna tym, że zwojnica o mniejszej indukcyjności jest tak umieszczona, iż posiada większą pojemność względem leżącego w sąsiedztwie przewodu elektrycznego lub osłony, niż druga zwojnica, przy czym wewnętrzny koniec tej zwojnicy jest połączony z zewnętrznym

końcem drugiej zwojnicy, nawiniętej w kierunku przeciwnym niż pierwsza.

4. Zespół cewek indukcyjnych na kilka zakresów częstotliwości, zawierający cewkę według zastrz. 1—3, znamienny tym, że cewka indukcyjna, składająca się co najmniej z dwóch posobnie połączonych zwojnic jest zmontowana w jedną całość z co najmniej jedną cewką o mniejszej indukcyjności, umieszczoną w pewnej odległości od niej.

5. Zespół cewek według zastrz. 4, znamienny tym, że między cewką indukcyjną, złożoną co najmniej z dwóch posobnie połączonych zwojnic (40a, 40b) a osłoną (48), otaczającą zespół cewek, umieszczona jest dodatkowa płytką metalowa (49) (fig. 7).

6. Zespół cewek według zastrz. 5, znamienny tym, że dodatkowa płytką metalowa (49) jest połączona bezpośrednio z zewnętrznym końcem tej zwojnicy (40a), która posiada mniejszą indukcyjność i większą pojemność względem otaczającego ekranu (fig. 7).

Hazeltine Corporation
Zastępca: inż. Cz. Raczyński
rzecznik patentowy

Fig. 1.

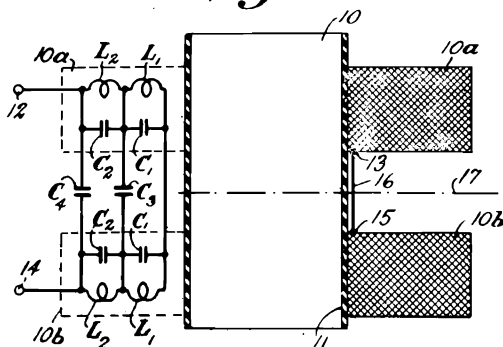


Fig. 2.

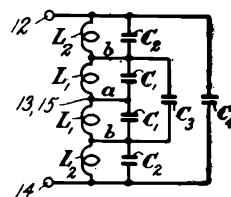


Fig. 3.

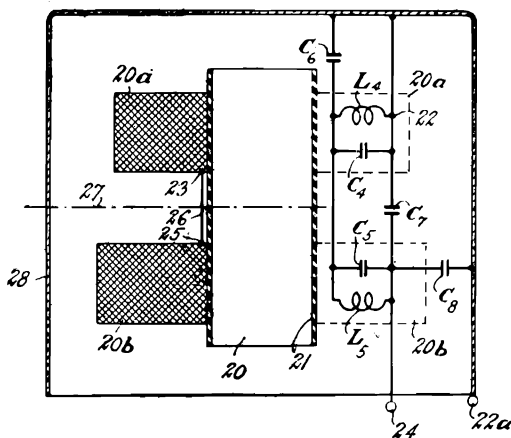
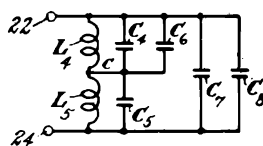


Fig. 4.



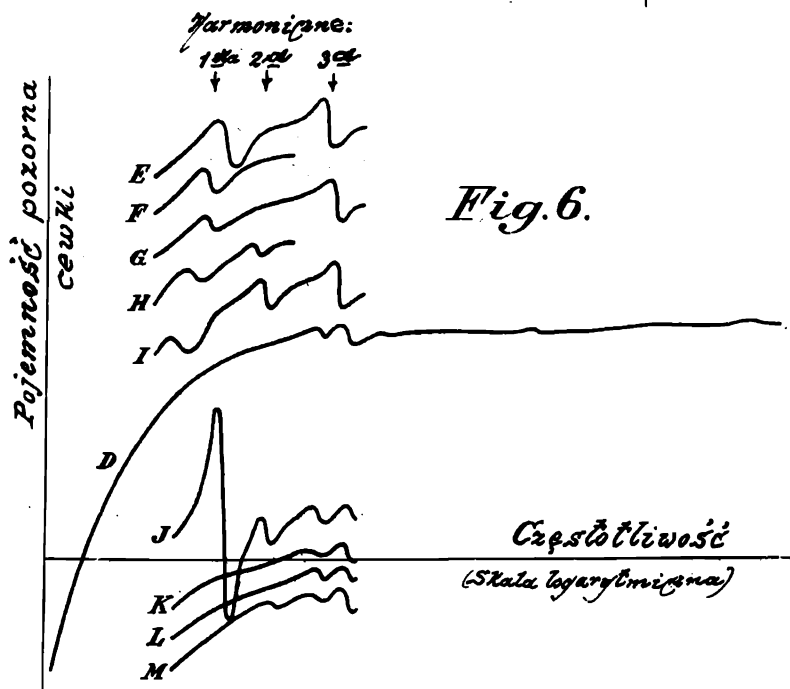
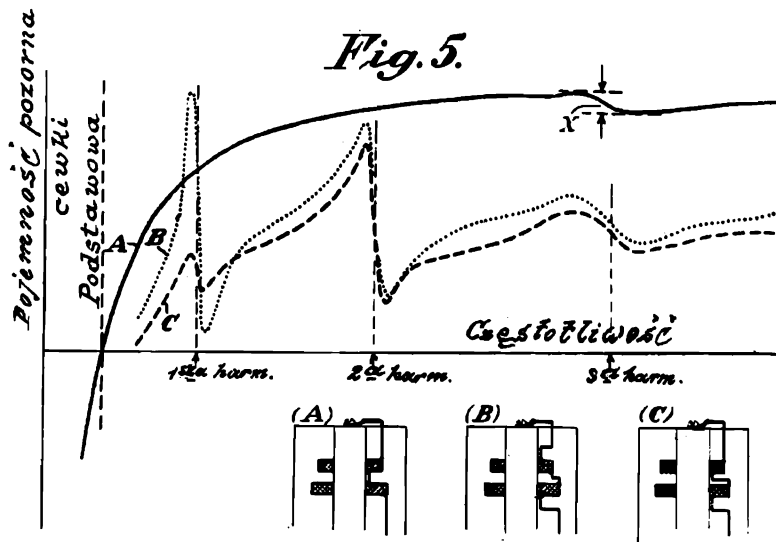


Fig. 7.

