

URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

59694

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 28.IV.1967 (P 120 289)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 15.V.1970

Kl. 21 a², 2/01

MKP H 04 r

9/08

UKD

Właściciel patentu: Elektroakusztikai Gyár, Budapeszt (Węgry)

Mikrofon dynamiczny z cewką drgającą

1

Przedmiotem wynalazku jest mikrofon dynamiczny z cewką drgającą.

Jak wiadomo, istnieją mikrofony dynamiczne z cewką drgającą, składające się z membrany, obwodu magnetycznego i akustycznego układu elektrycznego, który jest przyłączony do membrany.

Membrana jest podzielona przez cewkę drgającą umieszczoną na odwrotnej stronie membrany na dwie dobrze rozróżnialne części. Jedna część nazywana kołpakiem leży wewnątrz cewki drgającej, podczas gdy druga część położona poza cewką drgającą zwana jest sprężynującym obrzeżem.

Do przedniej i tylnej strony membrany przylegają określone przestrzenie i elementy akustyczne, które tworzą akustyczny układ elektryczny.

Cewka drgająca dzieli przylegającą do tylnej strony membrany przestrzeń na dwie części, mianowicie na przestrzeń kołpaka i przestrzeń przylegającą do tylnej strony sprężynującego obrzeża. W pracy, powstają w obydwu przestrzeniach, do których przyłączone są różne elementy akustyczne, różne ciśnienia. Ta różnica ciśnień między dwiema przestrzeniami tylko w nieznacznym stopniu może być wyrównana przez szczelinę powietrzną tak, że różne ciśnienia panujące w obydwu przestrzeniach są przenoszone dalej na kołpak i sprężynujące obrzeże. Na skutek sztywności membrany obydwie te siły sumują się, przy czym membrana z przyłączoną cewką drgającą zmuszona jest do wykonywania ruchu złożonego, wypadkowego.

2

W wielu przypadkach, na skutek braku dostatecznej sztywności, membrana nie jest zdolna do sumowania sił działających na obydwie części, co powoduje występowanie drgań w konsekwencji czego przenoszenie wyższych częstotliwości staje się nierównomierne. Zjawisko to powoduje nieprzewidywane zróżnicowanie charakterystyk wytwarzanych mikrofonów.

Również i przenoszenie niskich częstotliwości pozostaje pod niekorzystnym wpływem przestrzeni przyłączonej do tylnej strony sprężynującego obrzeża. Przestrzeń ta jest mianowicie w przybliżeniu zamknięta tak, że działanie jej jest podobne do działania twardej sprężyny, wskutek czego zostaje zwiększony rezonans własny membrany, a tym samym skrócona dolna granica przenoszonego pasma.

Celem wynalazku jest usunięcie wymienionych wad. Cel ten został osiągnięty przez stworzenie bezpośredniego sprzężenia między obydwoma przestrzeniami, które sąsiadują z częścią brzegową membrany. Sprzężenie to musi przy tym odpowiadać pewnym ustalonym warunkom, odnośnie impedancji akustycznej.

Według wynalazku mikrofon dynamiczny z membraną i cewką drgającą w którym, membrana przedzielona jest przez cewkę drgającą na kołpak wewnątrz cewki drgającej i na sprężynujące obrzeże poza cewką drgającą i który, zgodnie z wynalazkiem, wyróżnia się tym, że przestrzenie przylegające do strony przedniej i tylnej sprężynującego

obrzeża są wzajemnie sprzężone przez przepust, przy czym sprzężenie pomiędzy obydwoma przestrzeniami przedstawia wypadkową impedancję akustyczną „Z”, której wartość bezwzględna jest 5
najwyżej równa lub mniejsza od wartości bezwzględnej wewnętrznej impedancji „Zb” wewnątrz cewki drgającej, akustycznego układu elektrycznego przyłączonego z dwóch stron do kołpaka, to jest

$$(Z) \leq (Z_b)$$

Podczas gdy znane urządzenia tego rodzaju miały na celu usunięcie różnicy ciśnień, która istniała między przestrzeniami przyłączonymi do tylnej strony sprężynującego obrzeża względnie do kołpaka, niniejszy wynalazek eliminuje różnicę ciśnień między przestrzeniami sąsiadującymi ze stroną 10
przednią i tylną sprężynującego obrzeża.

Zgodnie z wynalazkiem, sprzężenie obydwu przestrzeni, sąsiadujących z przednią i tylną stroną sprężynującego obrzeża może być wykonane przy pomocy dowolnej części, która dzieli te przestrzenie. Na przykład może otworzyć pierścień utrzymujący membranę w kierunku promieniowym lub 15
przełamać sprężynujące obrzeże.

Korzyść konstrukcji według wynalazku polega na tym, że przy małej liczbie części składowych, można uzyskać powtarzalne i równomierne przenoszenie wyższych częstotliwości, przy użyciu cieńszych membran niż zwykle.

W konstrukcji według wynalazku na sprężynujące obrzeże nie działa żadna różnica ciśnień, ponieważ 20
przestrzenie sąsiadujące z jego przednią i tylną stroną są tak ze sobą sprzężone, że zachowują się praktycznie jak jednolita przestrzeń.

Pociąga to za sobą, że na sprężynujące obrzeże przestaje działać czynnik ciśnienia, przy czym bierze ono udział w układzie akustycznym tylko jako sprężyna.

Jako czujnik ciśnienia służy tylko kołpak, który z uwagi na to że jego powierzchnia nie jest podzielona, jest sztywniejszy od całkowitej powierzchni 25
membrany stosowanej w dotychczasowych układach.

Równocześnie zmniejsza się obciążenie membrany, ponieważ nie występuje już potrzeba sumowania różnych sił działających na obydwie części i dalsze przekazywanie wypadkowego ich działania na cewkę drgającą. Dzięki temu przesyłanie wyższych 30
częstotliwości staje się bardziej równomierne.

Dalsza korzyść polega na tym, że z uwagi na zmniejszenie obciążenia membrany, mogą być zastosowane stosunkowo cieńsze płytki membranowe, co przynosi dalsze korzystne zmiany właściwości mikrofonu.

Tak więc mikrofon wykonany według wynalazku wykazuje stosunkowo wyższą czułość i szersze pasmo przenoszenia. Również wymagania stawiane kołpakowi i sprężynującemu obrzeżu są mniej surowe dzięki wymienionemu działaniu mikrofonu wykonanego według wynalazku. Mikrofon według wynalazku pozwala również na zastosowanie tworzywa w szerszym zakresie gatunków, przez co wykonanie jego staje się bardziej ułatwione.

W konstrukcji według wynalazku przenoszenie niskich częstotliwości zostaje polepszone, ponieważ 35
przestrzeń sąsiadująca z tylną stroną sprężynujące-

go obrzeża została otwarta dzięki przewidzianym w wynalazku otworom sprzężenia i nie działa jak sprężyna, przez co częstotliwość rezonansowa membrany a tym samym dolna granica pasma przenoszenia jest obniżona.

Również zniekształcenia liniowe są usunięte przy częstotliwościach pośrednich, dzięki czemu uzyskuje się wyższą czułość i lepszą kierunkowość. W mikrofonie według wynalazku z pierścieniową szczeliną powietrzną z cewką drgającą w obwodzie magnetycznym z rdzeniem żelaznym i jarzmem, szczelina powietrzna podzielona jest przez cewkę drgającą na wewnętrzną szczelinę powietrzną między rdzeniem żelaznym i cewką drgającą oraz na 40
zewnątrzną szczelinę powietrzną między cewką drgającą i jarzmem, a wartość bezwzględna wewnętrznej impedancji Z_b akustycznego układu elektrycznego, przyłączonego do kołpaka z dwóch stron jest tej wielkości, co podwójna wartość bezwzględna wypadkowej impedancji akustycznej Z_s pierścieniowej szczeliny powietrznej, tj.

$$(Z_b) \leq 2(Z_s)$$

Układ elektryczny, którego wewnętrzna impedancja jest niższa od stosowanych obecnie wartości, wymaga stosowania elementów akustycznych o stosunkowo większym przekroju poprzecznym. Dzięki temu układ akustyczny przylega na dużej powierzchni do tylnej strony kołpaka.

W konsekwencji, zmniejsza się jeszcze bardziej naprężenie sztywności membrany, przy czym wykonany w ten sposób układ akustyczny zwiększa 45
czułość mikrofonu.

Wypadkowa impedancja akustyczna Z_s obydwu wąskich pierścieniowych szczelin występuje wówczas w elektrycznym układzie zastępczym jako połączona równolegle do akustycznej impedancji membrany. Impedancja ta będzie nazywana w dalszym ciągu impedancją bocznikową.

Dopóki wartość bezwzględna impedancji bocznikowej jest wyższa od wartości bezwzględnej impedancji akustycznej membrany, parametry przenoszenia mikrofonu praktycznie są stałe. Natomiast w przypadku, gdy te obydwie wartości są współmierne, lub gdy wartość bezwzględna impedancji 50
bocznikowej jest mniejsza od wartości bezwzględnej impedancji akustycznej membrany, to ze względu na zależność bocznika od częstotliwości przy częstotliwościach pośrednich, wystąpi zmniejszenie czułości i liniowe zniekształcenia.

Przypadek taki występuje często, przy czym pogarsza się charakterystyka częstotliwości wskutek zniekształceń liniowych i mikrofon staje się bezużyteczny.

Znane są mikrofony dynamiczne, w których cewka drgająca umocowana jest na elemencie nośnym.

W celu uniknięcia występującego wtedy zniekształcenia liniowego, w mikrofonach wykonanych według wynalazku można zwiększyć impedancję bocznikową w ten sposób, by przy odpowiednim układzie, element nośny i szczelina powietrzna występowały ponad cewkę drgającą poprzecznie do kierunku pola w szczelinie powietrznej, przy czym 55
długość przedłużenia jest większa od połowy wysokości $m/2$ cewki drgającej. Element nośny może przy tym być wykonany jako odrębna część skła-

dowa, lub może stanowić jedną całość ze sprężynującym obrzeżem lub kołpakiem. Taki układ stwarza, poza zmniejszeniem zniekształcenia liniowego, zwiększenie czułości, lub bardziej równomierne przesłanie przy wyższych częstotliwościach.

Czułość kierunkowa mikrofonów wykonanych według wynalazku może być dowolnie wybrana. Według wynalazku można konstruować mikrofony kuliste, mikrofony kardioidalne, mikrofony gradientowe, mikrofony bliskiego zasięgu i inne.

Ponadto, wysoka czułość i stosunkowo prosta konstrukcja mikrofonu według wynalazku, pozwala na znaczne zmniejszenie wymiarów mikrofonu, do około 50% wymiarów mikrofonów dotychczas stosowanych, bez pogorszenia kierunkowości mikrofonu.

W konsekwencji, przy wyższych częstotliwościach osiąga się dalszą poprawę charakterystyki, a to na skutek zmniejszenia działania dyfrakcji, dzięki czemu przenoszenie częstotliwości staje się bardziej równomierne; przy czym, mikrofon wykazuje przy średnich częstotliwościach charakterystykę kierunkowości, lepszą aniżeli przy wyższych częstotliwościach wykazywały dotychczas stosowane najlepsze mikrofony dynamiczne.

Dalsze szczegóły wynalazku wyjaśnione są poniżej na podstawie rysunku, na dwóch przykładach wykonania, na którym fig. 1 — przedstawia pierwszy przykład wykonania mikrofonu w przekroju wzdłużnym, fig. 2 — elektryczny układ zastępczy mikrofonu z fig. 1, fig. 3 — drugi przykład wykonania mikrofonu dynamicznego według wynalazku w przekroju wzdłużnym, fig. 3a — powiększony szczegół z fig. 3, fig. 4 — układ zastępczy mikrofonów fig. 3, a fig. 5 — służy do wyjaśnienia wewnętrznej impedancji akustycznego układu elektrycznego mikrofonu według fig. 3.

Jednakowe oznaczenia na figurach odnoszą się do tych samych części.

Mikrofon według wynalazku, którego przykład rozwiązania przedstawia fig. 1 posiada membranę, składającą się z kołpaka 1 i ze sprężynującego obrzeża 2. Części te są oddzielone przez drgającą cewkę 4, gdyż sprężynujące obrzeże umieszczone jest na zewnątrz a kołpak 1 wewnątrz cewki drgającej.

Z przednią stroną sprężynującego obrzeża 2 sąsiaduje przestrzeń 3, podczas gdy z tylną stroną sprężynującego obrzeża 2 sąsiaduje przestrzeń 8.

Zgodnie z wynalazkiem, obydwie przestrzenie 3 i 8 są ze sobą sprzężone przepustem. Na przedstawionym przykładzie wykonania przepust składa się z wybrań 7 w pierścieniu 6, który służy do zamocowania membrany 1, 2. Na obwodzie pierścienia 6 są równomiernie rozłożone wybrańia 7.

Magnetyczny obwód mikrofonu składa się z rdzenia żelaznego 11, magnesu trwałego 12, jarzma 10 oraz z pierścieniowej szczeliny powietrznej przedstawionej w przykładowym wykonaniu, w której to szczelinie cewka 4 wykonuje swoje ruchy.

Cewka drgająca 4 dzieli szczelinę powietrzną na wewnętrzną szczelinę powietrzną 22 zawartą między rdzeniem żelaznym 11 i cewką drgającą 4, względnie na zewnętrzną szczelinę powietrzną 21 zawartą między cewką drgającą 4 i jarzmem 10.

Z tylną stroną kołpaka 1 sąsiaduje przy tym przestrzeń 9, która połączona jest poprzez szczeliny pierścieniowe 21 i 22 z przestrzenią 3 znajdującą się po zewnętrznej stronie sprężynującego obrzeża 2. Wypadkowa impedancja akustyczna tych dwóch pierścieniowych szczelin 21 i 22 tworzy wyżej wspomnianą impedancję bocznikową.

Otwór 18 łączy się z tylną stroną membrany 1, 2, wewnątrz kołpaka 1 poprzez przestrzeń 9. Otwór 18 jest połączony z otoczeniem i zawiera materiał tłumiący 14, który służy do tłumienia rezonansu własnego membrany 1, 2. Element centrujący oznaczony jest cyfrą 13.

Zgodnie z układem zastępczym według fig. 2 impedancja indukcyjna M_1 reprezentuje masę akustyczną membrany 1, 2. Podatność akustyczną membrany reprezentuje pojemność C_1 , która odpowiada sprężynującemu obrzeżu.

Do impedancji akustycznej membrany 1, 2 włączona jest równolegle impedancja indukcyjna M_s i oporność czynna stałoprądowa R_s .

Człony M_s i R_s tworzą impedancję bocznikową Z_s . M_2 — przedstawia masę akustyczną rury 18. Materiał tłumiący 14 powoduje akustyczną oporność R_2 . Przestrzeń 9 daje podatność akustyczną C_2 . M_3 przedstawia masę akustyczną otworów 20. W końcu, przestrzeń 3 daje podatność akustyczną C_3 .

Wielkości te tworzą w sumie akustyczny układ elektryczny, który przyłączony jest w miejscach a i b do impedancji akustycznej M_1 , C_1 membrany 1, 2.

Ciśnienie akustyczne działa w dwóch miejscach na mikrofon a mianowicie, z jednej strony przez otwory 20 ochronnej pokrywki 19, z drugiej zaś strony przez rurę 18. Ciśnienia te są oznaczone na zastępczym układzie połączeń, zgodnie z fig. 2 znakami: p_1 i p_2 .

Przykład wykonania według fig. 3, przedstawia mikrofon kardioidalny o kardioidalnej charakterystyce kierunkowości. Tutaj impedancja bocznikowa mikrofonu jest podwyższona dzięki temu, że cewka drgająca 4 umieszczona jest na elemencie nośnym 5, a szczelina powietrzna 21, 22 jest przedłużona.

Element centrujący 13 i rdzeń żelazny 11 są tak ukształtowane, że pierścieniowe szczeliny powietrzne 21 i 22 zostają wydłużone. Element centrujący 13 składa się przy tym z materiału niemagnetycznego, by nie osłabiać natężenia pola.

W celu wywołania czułości kierunkowej, przyłączone są do membrany 1, 2 poza rurą 18 przez przestrzeń 9 jeszcze inne elementy akustyczne.

Materiał tłumiący 23 graniczy z zamkniętą przestrzenią 16, która ograniczona jest rurą 15 i ścianą 17.

Z zastępczego układu połączeń, według fig. 4 wynika, że akustyczna impedancja 1, 2, utworzona jest tutaj również przez człony M_1 i C_1 .

Impedancja bocznikowa Z_s , która jest wyższa od impedancji w poprzednim przykładzie wykonania, reprezentowana jest przez człony M_s i R_s .

Akustyczny układ elektryczny przyłączony w miejscach a i b jest w stosunku do poprzedniej formy wykonania rozszerzony o akustyczną oporność R_o , akustyczną masę M_o i akustyczną podat-

ność Co, które w kolejności, utworzone są z materiału tłumiącego 23, rury 15 i zamkniętej pustej przestrzeni 16.

Fig. 5 pozwala na jednoznaczną interpretację impedancji akustycznego układu elektrycznego. Na rysunku przedstawiona jest wewnętrzna impedancja Zb mikrofonu kardoidalnego, według fig. 3.

Wewnętrzna impedancja akustycznego układu elektrycznego, przyłączonego w miejscach a i b elektrycznego, schematu zastępczego, może być obliczona na podstawie twierdzeń Thevenina i Nortona. Rezultatem jest układ zastępczy przedstawiony na rysunku.

Przykład:

Rozpatrywany jest mikrofon gradientowy według fig. 1. Na obrzeżu tego mikrofonu wykonano siedem otworów, których wymiary wynoszą 1,5 x 3 x 2 mm. Rura 18 ułożona w przestrzeni otoczenia ma następujące wymiary: 10 x 20 mm. Wymiary szczelin powietrznych 21 i 22 wynoszą: 15 x 0,4 x 1,5 mm.

Na podstawie wzorów stosowanych w akustyce otrzymuje się dla mas akustycznych następujące wartości.

$$M = 110 \text{ kg/m}^4$$

$$M_2 = 385 \text{ kg/m}^4$$

$$M_s = 380 \text{ kg/m}^4$$

Pozostałe elementy akustycznego układu elektrycznego mogą być pominięte tak, że:

$$Z_b \equiv M_2$$

$$Z \equiv M$$

$$Z_s \equiv M_s$$

Tak więc, warunki, według wynalazku są spełnione gdyż

$$110 < 385$$

$$(Z) \leq (Z_b)$$

Ale również spełnione są warunki dla wewnętrznej impedencji akustycznej, gdyż

$$385 < 760$$

to jest

$$(Z_b) \leq 2 (Z_s)$$

Jak widać, chodzi tu o uwielokrotnienie o czynnik od 2 do 5 tak, że doświadczonemu fachowcowi

wystarczy tylko spojrzenie dla stwierdzenia, czy wymagania odnośnie mikrofonu, wykonanego według wynalazku, są spełnione.

Zastrzeżenia patentowe

1. Mikrofon dynamiczny z cewką drgającą i membraną, przy czym membrana podzielona jest cewką drgającą na kołpak, wewnątrz cewki drgającej i sprężynujące obrzeże poza cewką drgającą, **znamienny tym**, że przestrzenie (3, 8) przylegające od strony przedniej i strony tylnej sprężynującego obrzeża (2) sprzężone są ze sobą przez przepust (7) przy czym sprzężenie między obydwoma przestrzeniami przedstawia wypadkową impedancję akustyczną (Z), której wartość bezwzględna jest najwyższą tak wielką, jak wartość bezwzględna wewnętrznej impedancji (Zb) akustycznego układu (3, 9, 14, 18, 20), przyłączonego z dwóch stron do kołpaka (1) wewnątrz drgającej cewki (4).

2. Mikrofon dynamiczny z pierścieniową szczeliną powietrzną w magnetycznym obwodzie z rdzeniem żelaznym i jarzmem, **znamienny tym**, że szczelina powietrzna podzielona jest przez cewkę drgającą (4) na wewnętrzną szczelinę powietrzną (22) między żelaznym rdzeniem (11) i drgającą cewką (4) oraz na zewnętrzną powietrzną szczelinę (21) między drgającą cewką (4) i jarzmem (10), a bezwzględną wartość wewnętrznej impedancji (Zb) akustycznego układu (3, 9, 14, 18, 20) przyłączonego z dwóch stron do kołpaka (1), jest najwyższą tak wielką, jak dwukrotna wartość bezwzględna wypadkowej akustycznej impedancji (Zs) pierścieniowej szczeliny powietrznej.

3. Mikrofon według zastrz. 1 lub 2, w którym cewka drgająca umieszczona jest w szczelinie powietrznej obwodu magnetycznego, na elemencie nośnym, **znamienny tym**, że powietrzna szczelina (21, 22) wystaje ponad drgającą cewkę (4) poprzecznie do kierunku pola w szczelinie powietrznej przy czym długość (l) przedłużenia jest większa od połowy wysokości (m/2) drgającej cewki (4).

4. Mikrofon według zastrz. 3, **znamienny tym**, że powietrzna szczelina (21, 22) przedłużona jest przez niemagnetyczny materiał (13).

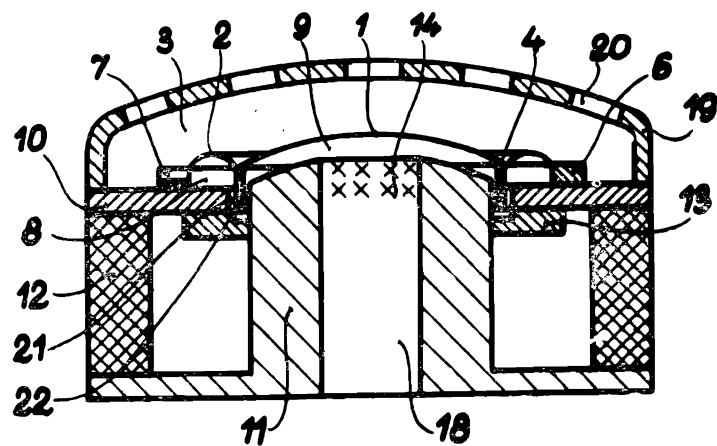


Fig. 1

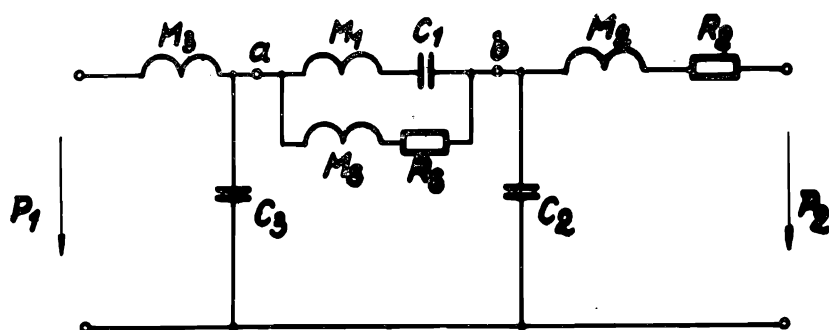


Fig. 2

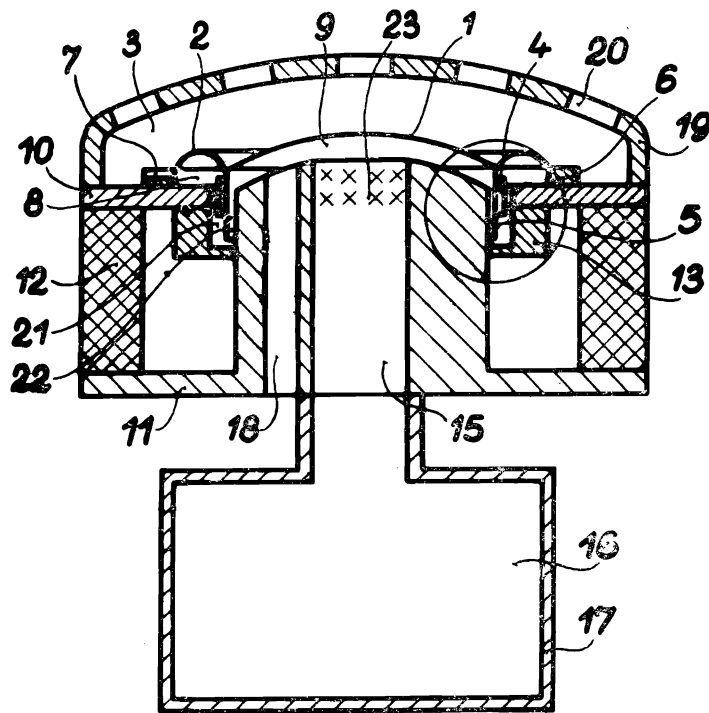


Fig. 3

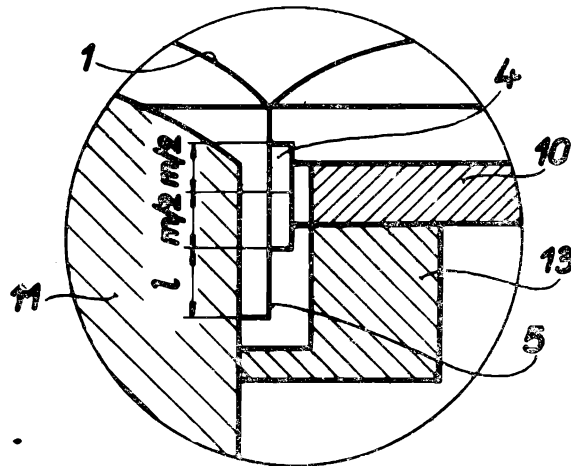


Fig. 3a

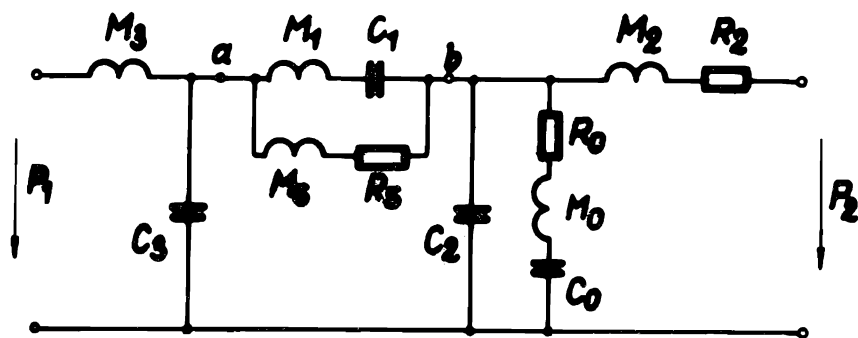


Fig. 4

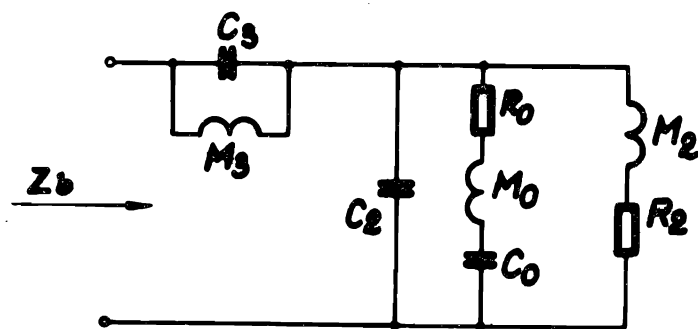


Fig. 5