



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

203903

(11)

(B2)

(22) Přihlášeno 31 08 73  
(21) (PV 6086-73)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 10 03 73  
(P 23 12 001.6)  
Německá spolková republika

(40) Zveřejněno 31 08 79

(45) Vydáno 15 11 83

(51) Int. Cl.<sup>3</sup>

D 01 H 1/08

F 16 C 32/04

(72)

Autor vynálezu

GEWEKE WERNER, RODENBERG, BODEN KARL, OBERTEURINGEN  
a SCHEFFER DIETRICH, REUTLINGEN (NSR)

(73)

Majitel patentu

PADANA AG, ZUG (Švýcarsko)

## (54) Magnetické uložení rotoru ve statoru

1

Vynález se týká magnetického uložení rotoru ve statoru, přičemž rotor sestává alespoň z části z ferromagnetického materiálu, s regulovatelným radiálním magnetickým ložiskem, které udržuje rotor v jeho ose otáčení, s nejméně jedním magnetem, vytvářejícím radiálně destabilizující síly, přičemž mezi magnetem a rotorem je prstencová vzduchová mezera, v jejímž rozsahu je magnetické pole stejného směru.

Jedno takovéto magnetické uložení je popsáno v německém vykládacím spisu číslo 1 750 602. To umožňuje sice také uložení rotoru s horizontální osou otáčení, nebo rotoru s více nebo méně konstantním radiálním zatížením, avšak tyto radiální síly musí být podchyceny aktivně regulovatelnými radiálními ložisky. Tím se ale zvětší nejen konstrukční výška a spotřeba energie pro radiální uložení, ale také se zvětší brzdící síly, působící na otáčení rotoru, to je tření ložiska, v důsledku nehomogenity magnetického pole, která se přitom objeví.

Uložení, která mohou podchytit příčné síly, například uložení horizontálních rotorů nebo rotorů s libovolnou polohou osy s jednostrannými příčnými silami, jsou ale v technice často potřebná. Je například žádoucí, uložit magneticky vodorovně ležící rotory sprádacích turbin pro předení s otevře-

2

ným koncem, které se otáčejí velmi vysokými otáčkami. Takovéto sprádací turbíny jsou popsány např. v časopise — Deutsche Textiltechnik —, 1971, sešit 12, strany 763 a další.

Úkolem vynálezu je vytvořit magnetické uložení výše uvedeného druhu, kterým se mohou podchytit příčné síly bez podstatného zvýšení ložiskového tření a nákladů na konstrukci a spotřebu energie.

Tato úloha se podle vynálezu řeší tím, že magnet, uspořádaný u radiálního magnetického ložiska pro udržování rotoru, má v jednom směru větší radiální přitažné síly pro působení na rotor, než v opačném směru, ve kterém působí stacionární příčné síly, tvořené například hmotnostní rotorem.

Rozvinutí vynálezu pak spočívá v tom, že magnet je tvořen prstencovým magnetem, obklopujícím rotor.

Dalším význakem vynálezu pak je, že magnet, vytvářející radiální síly, je současně magnetem axiálního ložiska.

Význakem vynálezu rovněž je, že magnet vytváří předmagnetizaci pro elektromagnetické radiální ložisko.

Výhodné rozvinutí vynálezu spočívá rovněž v tom, že magnet je spojen s radiálním magnetickým ložiskem v jednu konstrukční jednotku.

Konstrukční jednotky, sestávající z magnetu a radiálního magnetického ložiska, jsou uspořádány na dvou od sebe vzdálených místech rotoru, přičemž alespoň jedna konstrukční jednotka spolupůsobí s jedním koncem rotoru, popřípadě alespoň s jedním osazením rotoru z ferromagnetického materiálu.

Dalšími význaky vynálezu pak jsou tato opatření. Mezi rotorem a magnetem tvořená vzduchová mezera má po obvodu rozdílnou tloušťku, přičemž tato tloušťka je nejmenší na protější straně směru příčné síly rotoru. Magnet má v rozsahu vzduchové mezery nestejnou intenzitu magnetického pole, a je tvořen permanentním magnetem, přičemž tento permanentní magnet má tvar prstence s výstředným otvorem a materiál, ze kterého magnet sestává, je ve svém rozsahu nestejně silně magnetizován. Magnet může mít ve svém rozsahu nestejně rozměry, popřípadě sestává z několika permanentních prstencových magnetů s výstřednými otvory, které jsou vůči sobě navzájem posunuty. Magnet může mít výstředně uspořádané pólové nástavce, popřípadě je na magnetu uspořádaná magnetická zkratová část. Radiální magnetické ložisko je oproti magnetu uspořádáno přesazeně. K magnetům, sloužícím jako axiálně stabilizující magnety, je uspořádán alespoň jeden magnet přidavný. Magnet může být tvořen elektromagnetem, který je popřípadě na střídavý proud.

Zatímco se dosud věřilo, že podchycení v podstatě stacionárních příčných sil vytváří v magnetickém uložení tak velkou nehomogenitu magnetického pole, že přitom vznikající ztráty vířivým proudem a hysterezi v rotoru způsobují ne hospodárnost uložení, prokázalo se, že toto u vynálezu neplatí. U známých magnetických ložisek se zkoušelo zmenšit tato ložiska specifickým vytvořením rotoru, například z materiálu s malou hysterezi. Podle vynálezu je možné udržovat vznikající ztráty tak malé, že nejsou potřebná takováto nákladná a pevnost rotoru snižující opatření. Superponováním složky magnetického pole měnící se v rozsahu vzduchové mezery pro podchycení příčných sil, s konstantní složkou magnetického pole se mohou ztráty udržovat na poměrně nepatrné úrovni. Ztráty přemagnetizací, které vznikají v rotoru, jestliže se tento rotor otáčí v nehomogením magnetickém poli, jsou totiž závislé na čtverci amplitudy magnetické indukce proměnné složky magnetického pole, zatímco magnetické přitažné síly, které jsou potřebné pro vyrovnání příčných sil, závisí na součinu magnetických indukcí konstantní a měnící se složky magnetického pole. Jinými slovy: Konstantní složka magnetického pole ve vzduchové mezeře nepřispívá ke zvětšení ztrát, ale působí jako činitel zvyšující přitažné síly. Když bylo v úvodu hovořeno o magnetickém poli stejného směru, pak se má tím vyjádřit, že magnetické pole vytváří v celé vzduchové mezeře

jen přitahující síly a nemění výhodně ve směru po obvodu svou polaritu.

Další přednosti a význaky vynálezu jsou uvedeny v dalším textu za pomoci výkresů, na kterých je znázorněno několik příkladů provedení vynálezu.

Na obr. 1 je schematicky znázorněn pohled ze strany na elektromagnetické uložení rotoru s vodorovnou osou otáčení v částečném řezu, na obr. 2 je schematický řez podle přímky II—II v obr. 1, na obr. 3 je znázorněn schematický diagram magnetické indukce B v rozsahu U vzduchové mezery, na obr. 4 je pohled ze strany na detail jiného provedení v částečném řezu, na obr. 5 a 6 je jiné provedení magnetů podle obr. 2, na obr. 7 je znázorněn řez podle přímky VII—VII v obr. 6, na obr. 8 je znázorněno obměněné provedení magnetu podle obr. 2, 5 a 6, na obr. 9 je znázorněn řez podle přímky IX—IX v obr. 8, na obr. 10 je znázorněno provedení magnetu odpovídající obr. 8, na obr. 11 je schematický řez podle přímky XI—XI v obr. 10 a konečně na obr. 12 je schematicky detailní pohled ze strany na provedení s elektromagnetem a střídavým rezonančním kruhovým ložiskem.

Na obr. 1 je znázorněno zcela bezdotykové magnetické uložení rotoru **11** ve statoru **12**, který je znázorněn jen schematicky. Rotor **11** sestává u znázorněného příkladu zcela z ferromagnetického materiálu, například z ocelové trubky nebo ocelového válce. Je však také možno zhotovit rotor z libovolného jiného materiálu a opatřit ho v rozsahu ložisek ferromagnetickými částmi. V oblasti svých obou konců je rotor **11** uložen pomocí magnetických uložení, tvořících konstrukční jednotku **13**.

Magnetická uložení mají každé magnet **14**, **14'**, který je vytvořen ve tvaru axiálně zmagnetizovaného prstencového permanentního magnetu. Každé magnetické uložení, tvořící konstrukční jednotku **13**, má dále radiální magnetické ložisko **15**, které má elektrické vinutí **16**, které je připojeno na regulační zařízení **17**.

Radiální magnetické ložisko **15** má ferromagnetické prstencové jádro **18**, kolem kterého je ovinuto vinutí **16** opět prstencovitě, to je ve tvaru toroidu. Vinutí **16** výhodně sestává ze čtyř elektricky odděleně napájitelných úseků. Takovéto radiální uložení umožňuje aktivně regulovatelné uložení ve dvou radiálních směrech, například ve svislém směru, ležícím v obr. 1 v nákrese, a ve vodorovném směru kolmém k nákrese.

Mohou se použít však také jiné radiální ložiskové prvky, které jsou popsány v DOS 1 750 602 a 1 933 031.

Řídicí zařízení zpracovává signály od bezdotykových senzorů **19**, které u znázorněného příkladu jsou elektromagnetické prvky, které jsou uspořádány v oblasti magnetů **14** a vytvářejí signály v závislosti na jejich okamžité vzdálenosti od rotoru **11**. Takovéto senzory jsou známy jako destičky, reagující

na pole. Mohou se však také použít kapacitní induktivní nebo fotoelektrické snímače. Regulační zařízení **17** je připojeno na zdroj proudu, výhodně stejnosměrného proudu a sestává ze zesilovače a obvodu pro fázový posuv pro měřicí signály senzorů. Nastavovacím ústrojím **21**, například potenciometrem patřícím k regulačnímu zařízení **17**, může se nastavit poloha žádané osy otáčení **22** rotoru **11**. Z důvodu zjednodušení je na výkresu znázorněno jen jedno regulační zařízení se svými navzájem opačně uspořádanými senzory a s jedním nastavovacím ústrojím **21**. Pro rovinu kolmou je rovněž zapotřebí jedno regulační zařízení, které však může být spojeno s prvním v jednu konstrukční jednotku. Magnetické uložení po obou stranách rotoru **11** se podstatně od sebe neodlišují.

Na levé straně znázorněný magnet **14'** je zmagnetizován radiálně, to je jeho póly jsou na vnitřním, popřípadě vnějším obvodu.

U příkladu podle obr. 1 jsou magnety **14**, **14'** a radiální magnetická ložiska **15** uspořádány souměrně k ose **23**, která nesouhlasí se žádanou osou otáčení **22**, jak lze seznat zejména z obr. 2. Žádaná osa otáčení **22** je ve znázorněném příkladu vůči ose **23** posunuta směrem nahoru, takže se mezi magnety **14**, **14'** a rotorem **11** vytvoří vzduchová mezera **24**, jejíž radiální rozměry se po obvodu mění. Na rotor působí v podstatě stacionární příčná síla, která u znázorněného příkladu je daná hmotností rotoru a která v důsledku jeho vodorovné polohy působí v radiálním směru. Budiž však poznamenáno, že magnetickým uložením podle vynálezu mohou se podchytit také jiné příčné síly, které působí na rotor. Měly by být v podstatě stacionární, to znamená, že uložení podle vynálezu se může výhodně použít zejména tehdy, jestliže příčná síla mění svou velikost a svůj směr vzhledem ke statoru jen málo. Zvláštními opatřeními, například přeložením polohy žádané osy otáčení **22** vzhledem k magnetickému poli magnetů **14**, **14'** se může však také vytvořit vhodné přizpůsobení na příčné síly měnící se co do velikosti a směru.

Magnetické uložení, znázorněné v obr. 1 a 2, pracuje následovně: Magnet **14**, vytvořený jako prstenec působí radiálními silami na rotor **11**, které s výjimkou střední polohy, ve které se kompenzují, působí na rotor destabilizujícím způsobem, to znamená, že magnet se snaží rotor k sobě přitáhnout přes vzduchovou mezera **24**. Tyto destabilizující síly vzrůstají s vychýlením ze střední polohy, jsou tedy progresivní. U rotoru bez působících stacionárních příčných sil se výhodně radiálním magnetickým ložiskem **15** udržuje v poloze, která se nejvíce blíží popsané střední poloze. To bude u symetricky vytvořených a zmagnetizovaných magnetů **14**, **14'** taková poloha, ve které leží žádaná osa otáčení **22** ve střední ose **23**. V této poloze je nejen nejmenší ovlivňování ro-

toru **11** destabilizujícími silami, nýbrž rotor **11** je také prostupován homogenním, to je v rozsahu vzduchové mezery stejným magnetickým polem magnetů **14**, **14'**. Magnety **14**, **14'** působí v uspořádání znázorněném v obr. 1 jako axiální stabilizační magnety, neboť ve spolupůsobení s konci **26** rotoru vytvářejí bez aktivně regulovatelného ovládní, stabilní axiální polohu rotoru. Při svislém uložení rotoru sloužil by tudíž nejhořejší magnet **14** jako nosné ložisko.

U znázorněného příkladu je poloha žádané osy otáčení **22** posunuta vůči střední ose **23** a sice proti směru příčné síly, naznačené šipkou **25**. To se může provést odpovídajícím nastavením radiálních magnetických ložisek **15**, která se nastavovacím ústrojím **21** nastaví tak, že drží rotor v žádané ose otáčení **22**.

Na rotor **11** působí nyní destabilizující síly, směřované proti směru **25** příčné síly, které se jej snaží táhnout směrem nahoru a působí proti síle **25**. Žádaná osa otáčení **22** se výhodně stanoví tak, že tyto destabilizující, proti směru **25** příčné síly směřované síly, tuto příčnou sílu **25** přesně vyruší. Ve vzduchové mezeře **24** je nyní takové rozdělení magnetického pole, jak je naznačeno v obr. 3.

V obr. 3 je znázorněna magnetická indukce **B** v rozsahu **U** vzduchové mezery **24**. Konstantní složce  $B_0$  je superponovaná složka magnetického pole  $\Delta B$ , která je v rozsahu **U** vzduchové mezery proměnná. Jestliže se čtvrtina rozsahu vzduchové mezery ve smyslu hodinových ručiček, počínaje od shora, označí **a** až **d**, pak lze z obr. 3 seznat, že indukce **B** je v bodě **a** největší ( $B_0 + \Delta B$ ), zatímco v bodě **c** je nejmenší ( $B_0 - \Delta B$ ).

Je třeba si uvědomit, že obr. 3 je jen schematické znázornění. Křivka pro  $\Delta B$  nepotřebuje, jak je znázorněno, mít sinusový tvar, i když toto je v zájmu malých ztrát žádoucí.

Lze tedy seznat, že oproti magnetické indukci  $B_0$  se objevuje změna, která magnetické pole v bodě **c** zeslabuje. Mělo by se tedy předpokládat, že podchycení příčných sil je velmi nevýhodné, a sice v důsledku toho, že proti velké, v jednom směru působící síle se vytvoří ještě větší síla, působící proti ní v opačném směru a že by musely silně vzrůstat zejména ztráty magnetických polí. Objevuje se však pravý opak. Zatímco ztráty vířivými proudy a hysterezí, které brzdí otáčení rotoru, jsou kvadraticky závislé na měnící se složce magnetického pole ( $\Delta B$ ), jsou síly, působící proti příčným silám, závislé na součinu konstantní a proměnlivé složky magnetického pole ( $\Delta B \cdot B$ ). Není to tudíž nevýhodné, ale je to dokonce žádoucí, zvolit složku  $B_0$  v poměru k  $\Delta B$  velmi vysokou. Potřebuje se potom jen velmi malá proměnlivá složka  $\Delta B$  magnetického pole, aby se dosáhly velké síly, zatímco ztráty, které jsou závislé na  $\Delta B$ , zůstanou malé. Toto nejsou však jediné přednosti, kte-

ré má vysoká konstantní složka magnetického pole. Jestliže, jak je znázorněno v obr. 1, převezmou magnety **14**, **14'** při jejich vzájemném axiálnímu působení, axiální vedení rotoru **11**, takže se může s velkou konstantní složkou magnetického pole, to je velkou intenzitou magnetického pole, tekoucího ve vzduchové mezeře **24**, také vytvořit zejména tuhé axiální uložení. Také se výhodně projevuje vysoká předmagnetizace radiálních magnetických ložisek **15**, na jejich účinnost. Budiž poznamenáno, že zde speciálně znázorněná radiální magnetická ložiska **15** potřebují stále předmagnetizaci, která je v tomto případě vytvořena magnety **14**, **14'**. V příkladu podle obr. 1 mají tedy magnety **14**, **14'** trojnásobnou funkci: Podchycují příčnou sílu **25**, tvoří bez aktivní regulace axiální stabilizaci polohy pro rotor **11** a vytvářejí předmagnetizaci pro radiální magnetická ložiska **15**. Jen pro úplnost budiž poznamenáno, že rotor se může pohánět libovolným způsobem, například neznázorněným střídavým elektromotorem, jehož rotor je totožný s rotorem **11**.

V obr. 4 až 12 jsou znázorněny varianty popsaného zařízení, respektive magnetického uložení. Funkce, pokud není vysvětlována jinak, je v podstatě stejná, jak bylo již popsáno a pro stejné části se používají stejné vztahové značky.

Magnetické uložení podle obr. 4 se odlišuje od pravého magnetického uložení v obr. 1 v podstatě jen tím, že radiální magnetické ložisko **15** má svůj střed na žádané ose otáčení **22** a nikoliv na střední ose **23** magnetu **14**. Také mezery **19** jsou uspořádány tak, že leží vždy ve stejných radiálních vzdálenostech od žádané osy otáčení **22**. Radiální magnetické ložisko **15** je oproti magnetu **14** radiálně posunuto proti směru příčné síly **25**. Zatímco posunutí žádané osy otáčení **22** ze střední polohy bylo provedeno nastavením u regulačního zařízení **17**, provede se u obr. 4 mechanické posunutí mezi radiálním ložiskem a magnetem.

Provedení podle obr. 5 má magnet **14a**, který je sice v podstatě vytvořen také jako prstencový magnet, ale v radiálním směru má nestejnou tloušťku. Ve znázorněném případě působí příčná síla, například vlivem pohonu, pod určitým úhlem k vertikále na rotor **11**. Tím je i vnitřní otvor **27** magnetu **14a** posunut ve směru příčné síly **25** oproti vnější stěně **28**. Při stejné specifické magnetizaci materiálu magnetu tvoří se tedy na protější straně ke směru příčné síly **25**, tj. vlevo nahoře ve vzduchové mezeře **24** silnější magnetické pole. U znázorněného příkladu prochází žádaná osa otáčení **22** středem kruhu, tvořícího vnější ohraničení, to je stěnu **28**. Stojí tedy opět nesymetricky k vnitřnímu otvoru **27**, takže vzduchová mezera má rozdílnou tloušťku. Budiž však poznamenáno, že také tehdy, jestliže by se rotor otáčel kolem střední osy **23** vnitřního otvoru, vznikne ještě za-

mýšlený účinek, to je podchycení příčné síly, neboť magnetické pole na levé horní straně v obr. 5 by bylo v důsledku většího nashromáždění magnetického materiálu silnější.

Podle obr. 6 a 7 je magnet sesazen ze dvou za sebou uspořádaných magnetů **14b** a **14c**. Oba jsou opatřeny excentrickým vnitřním otvorem **27** podle obr. 5. Zatímco vnější stěna **28** navzájem identických magnetů je stejná, jsou v jejich úhlové poloze navzájem uspořádány pootočeně tak, že mezi sebou tvoří rezultující otvor **27'**, který má oválný tvar, složený ze dvou kruhových oblouků. V tomto otvoru je rotor **11** posunut na tu stranu, na které je větší radiální tloušťka materiálu obou magnetů **14b**, **14c**, to je proti příčné síle **25**. Jeho žádaná osa otáčení **22** leží opět ve středu kružnice, tvořící vnější ohraničení **28**. Také zde je možné, jako u obr. 4 a 5, posunutí žádané osy otáčení oproti udaným výhodným polohám. U provedení podle obr. 6 a 7 je k přednosti, že v porovnání s obr. 2 změna tloušťky vzduchové mezery nepotřebuje být tak velká, dána možnost, nastavit pootočením obou polovin magnetů **14b** a **14c** navzájem proti sobě, velikost pochycené příčné síly **25**.

Z obr. 7 lze dále seznat, že toto ložisko, jako také ostatní ložiska (viz obr. 9), se mohou použít pouze jako radiální nosná ložiska, neboť nespolečně s koncem, nebo hranou ve ferromagnetickém materiálu. V tomto případě nevyvozují žádné podstatné axiální síly.

Obr. 8 a 9 ukazují provedení, u kterého magnet **14d** sestává z permanentního, axiálně zmagnetovaného prstencového magnetu o stejné radiální tloušťce, který je po obou stranách opatřen kotoučovými pólovými nástavci **29**. Pólové nástavce **29** mají vnitřní otvor **30**, který je menší, nežli vnitřní otvor **27** prstencového magnetu a který je uspořádán excentricky vůči otvoru **27**. Ačkoliv žádaná osa otáčení **22** rotoru **11** prochází středem kružnice, tvořící vnější ohraničení **28** magnetu, vytvoří se vzduchová mezera **24** tak, že na straně proti směru příčné síly **25** je menší nežli na spodní straně na obr. 8. Pólové nástavce, které mohou sestávat z ferromagnetických plechových kotoučů, zesilují tedy magnetické pole v horní oblasti, přičemž je přivádějí do blízkosti rotoru.

V obr. 10 a 11 je znázorněno provedení, u kterého je opět použit prstencový magnet se stejnou tloušťkou stěny, ve kterém se však rotor **11** pohybuje soustředně. Vzduchová mezera **24** mezi magnetem **14e** a rotorem **11** má tedy všude stejnou tloušťku. Proměnlivá složka magnetického pole se vytváří u tohoto provedení magnetickou zkratovací částí **12**, která může mít například znázorněný srpovitý tvar a vytváří v oblasti axiálně zmagnetizovaného magnetu **14e** magnetický zkrat, takže ve spodní části vzduchové mezery **24** dochází k zeslabení mag-

netického pole oproti horní části. U tohoto provedení je tedy ta přednost, že vzduchová mezera má stále stejnou tloušťku a je dána výhodná možnost, přizpůsobit stejné prstencové magnety různým příčným silám. Budiž však poznamenáno, že přizpůsobení se normálně provádí na různé příčné síly zcela jednoduše změnou velikosti posuvu žádané osy otáčení vůči směru příčné síly.

V obr. 11 vytváří magnet **14e** společně se dvěma osazeními **33**, **36** ve ferromagnetickém materiálu **37** rotoru **11** axiální stabilizující síly. Při tom je osazení **36** vytvořeno jen ve ferromagnetickém materiálu **37**. Vnější plášťová plocha rotoru **11** je naproti tomu průběžná, přičemž na osazení **36** navazuje neferromagnetický materiál **38**. Tímto způsobem je možné vytvářet jen s jedním magnetem **14e** axiální vedení rotoru **11** v obou axiálních směrech. Budiž ještě poznamenáno, že axiální kmity rotoru se tlumí ztrátami vířivými proudy a hysterezními ztrátami. To je pro převážné oblasti použití dostačující, neboť v radiálním směru je potřebné mnohem častěji aktivní tlumení než-li poskytuje magnetické uložení podle vynálezu:

U všech znázorněných provedení byl dosud magnet vytvořen jako permanentní magnet, resp. prstencový permanentní magnet obklopující rotor **11**. To je zejména výhodné provedení, neboť permanentní magnet není odkázán na stálý přívod energie a jednak konce rotoru zůstávají volné. Je však možné, vytvořit magnet jako tyčový magnet, který zasahuje do dutého konce rotoru. Přitom se stejným způsobem vytvoří přeložením žádané osy otáčení síla, která může působit proti příčné síle **25**.

V obr. 11 je naproti tomu znázorněno provedení, u kterého se používá elektromagnet **14f**. Elektromagnet **14f** je vytvořen jako prstencová cívka obklopující rotor **11**, která vytváří axiální směrované magnetické pole. Může být protékána střídavým proudem a může zajišťovat podchycení příčné síly **25** a/nebo axiální stabilizaci rotoru. Nejméně tři další cívky, z nichž jsou znázorněny cívky **34**, **34'**, jsou uspořádány kolem povrchu rotoru **11** a mají radiální směr působení. Cívky **34** jsou zde z důvodu jednoduchosti znázorněny odděleně, mohou ale býti také prostorově a/nebo funkčně ještě silněji svázány s elektromagnetem **14f**. Každá cívka působí společně s řídicím zařízením **35** jako radiální uložení. Řídicí zařízení **35**, které je připojeno na zdroj střídavého napětí, tvoří společně s cívkou **34** ložisko se střídavým rezonančním obvodem. U tohoto druhu ložiska je každá cívka **34** uspořádána v kmitavém obvodu, který se rozlaďuje přeložením

rotoru, a tak současně nahrazuje radiální ložisko a senzory. Superpozicí magnetických polí cívky elektromagnetu **14f** a cívky **34** dostavuje se popsáním způsobem zesílení silového působení cívky **34**, zejména tehdy, jestliže pracují se stejnou frekvencí. Tím se může odstranit zásadní nedostatek střídavého ložiska, totiž ztráty vířivými proudy a hysterezí v rotoru. V rámci vynálezu jsou možné četné obměny popsanych a znázorněných provedení. Tak například se může použít místo permanentního magnetu také elektromagnet napájený stejnosměrným proudem, který poskytuje snadnější možnost přizpůsobení na střídající se příčné síly. Také jeho kombinace s permanentním magnetem, který podchycuje tak zvané základní zatížení, je možné. U magnetického uložení podle vynálezu mělo by být na zřeteli stále to, že změna pole ve vzduchové mezeře se provádí plynule, viz obr. 3. To znamená, že ve vzduchové mezeře nemá docházet pokud možno ke skokovým změnám magnetického pole, které by vytvářelo v materiálu rotoru při jeho otáčení zesíleně vířivé proudy nebo hysterezy. To platí přirozeně v první řadě pro otáčející se a zejména rychle se otáčející rotory, zatímco jen velmi pomalu se otáčející nebo jen kývavé pohyby potřebují takováto opatření méně. V této souvislosti budiž poznamenáno, že pod pojmem rotory, jak bylo výše uvedeno, spadají také jiné, například pro účely měření magneticky uložené části. Vpředu jsou uvedeny četné příklady provedení, u kterých vytvořením podle vynálezu se dosáhne toho, že magnet v rozsahu vzduchové mezery vytváří nestejně silné magnetické pole. Takovéto působení může se však také vytvářet tím, že magnetický materiál se zmagnetizuje nestejně silně. Mohl by se potom například umístit rotor středově, resp. soustředně v rotačně symetrickém magnetu, který je přesto vhodný pro podchycení příčných sil. Pod pojmem ferromagnetický materiál se zde v první řadě rozumí magnetizovatelný, ale nikoliv permanentně magnetický materiál. Je předností vynálezu, že na rotoru nejsou normálně potřebné žádné permanentní magnety, neboť tyto magnety mají ponejvíce jen nepatrnou pevnost a zvyšují hmotnost rotoru. Pro určité účely mohlo by se však vytvořit takové provedení, u kterého se vytváří destabilizující působení prostřednictvím permanentního magnetu, uspořádaného na rotoru. Za tím účelem mohl by se vytvořit například rotor nebo část rotoru na způsob tyčového magnetu, který spolupracuje s ferromagnetickým pevným prstencem na rotoru.

## PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Magnetické uložení rotoru ve statoru, u kterého rotor sestává alespoň z části z ferromagnetického materiálu, s regulovatelným radiálním magnetickým ložiskem, které udržuje rotor v jeho ose otáčení, s nejméně jedním magnetem, vytvářejícím radiálně destabilizující síly, přičemž mezi magnetem a rotorem je prstencová vzduchová mezera, v jejímž rozsahu je magnetické pole stejného směru, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14a až 14f), uspořádaný u radiálního magnetického ložiska (15, 34) pro udržování rotoru (11), má v jednom směru větší radiální přitažné síly pro působení na rotor (11), než v opačném směru, ve kterém působí stacionární příčné síly (25) na rotor (11), tvořené například hmotností rotoru (11).

2. Magnetické uložení podle bodu 1, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14a až 14f) je prstencový magnet, obklopující rotor (11).

3. Magnetické uložení podle bodu 1 nebo 2, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14e, 14f) je současně magnetem axiálního ložiska.

4. Magnetické uložení podle bodů 1 až 3, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14a až 14f) vytváří předmagnetizaci pro elektromagnetické radiální ložisko (15, 34).

5. Magnetické uložení podle bodu 4, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14a až 14f) je spojen s radiálním magnetickým ložiskem (15, 34) v jednu konstrukční jednotku (13).

6. Magnetické uložení podle bodu 4 nebo 5, vyznačující se tím, že dvě konstrukční jednotky (13) sestávající z magnetu (14, 14') a radiálního magnetického ložiska (15) jsou uspořádány na dvou od sebe vzdálených místech rotoru (11), přičemž alespoň jedna z konstrukčních jednotek (13) spolupůsobí s jedním koncem (26) rotoru (11), popřípadě alespoň s jedním osazením (33, 36) rotoru (11) z ferromagnetického materiálu.

7. Magnetické uložení podle bodů 1 až 6, vyznačující se tím, že mezi rotorem (11) a magnetem (14, 14', 14a až 14d, 14f) tvořená vzduchová mezera má po obvodu rozdílnou

tloušťku, přičemž tato tloušťka je nejmenší na protější straně směru příčné síly (25) rotoru (11).

8. Magnetické uložení podle bodů 1 až 7, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14a až 14f) má v rozsahu (U) vzduchové mezery nestejnou intenzitu magnetického pole.

9. Magnetické uložení podle bodů 1 až 8, vyznačující se tím, že magnet (14, 14', 14a až 14e) je permanentní magnet.

10. Magnetické uložení podle bodu 9, vyznačující se tím, že permanentní magnet (14a až 14c) má tvar prstence s výstředným otvorem.

11. Magnetické uložení podle bodů 9 nebo 10, vyznačující se tím, že materiál, ze kterého magnet sestává, je ve svém rozsahu nestejně silně magnetizován.

12. Magnetické uložení podle bodů 9 až 11, vyznačující se tím, že magnet (14a až 14c) má ve svém rozsahu nestejně rozměry.

13. Magnetické uložení podle bodů 1 až 12, vyznačující se tím, že magnet (14b, 14c) sestává z několika permanentních prstencových magnetů s výstřednými otvory (27), které jsou vůči sobě navzájem posunuty.

14. Magnetické uložení podle bodů 1 až 13, vyznačující se tím, že magnet (14d) má výstředně uspořádané pólové nástavce (29).

15. Magnetické uložení podle bodů 1 až 14, vyznačující se tím, že na magnetu (14e) je uspořádaná magnetická zkratová část (32).

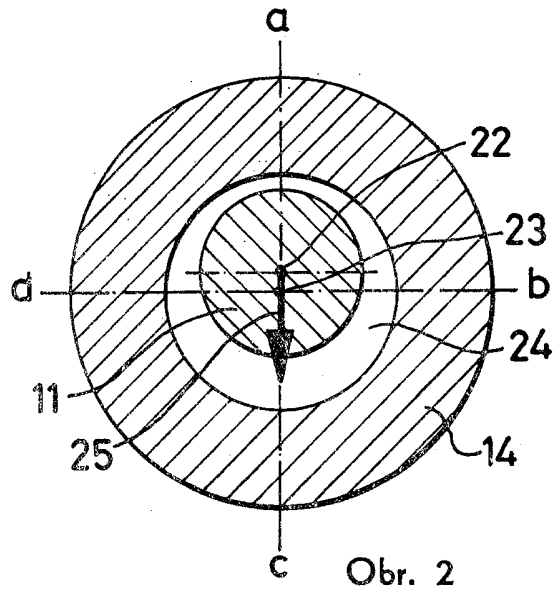
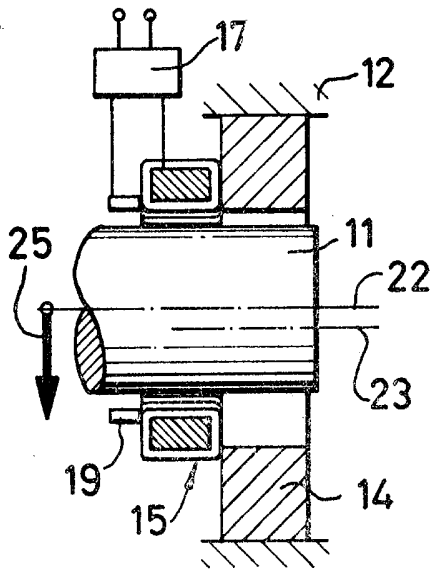
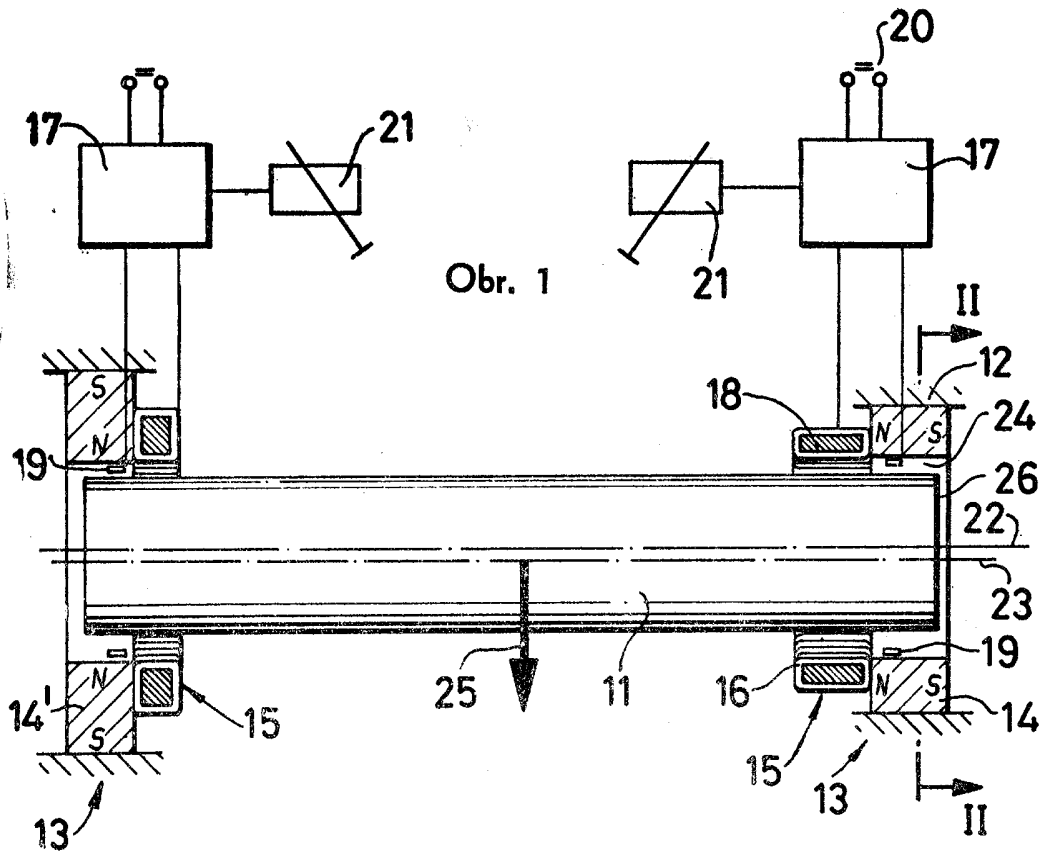
16. Magnetické uložení podle bodů 1 až 15, vyznačující se tím, že radiální magnetické ložisko (15) je oproti magnetu (14) uspořádáno přesazeně.

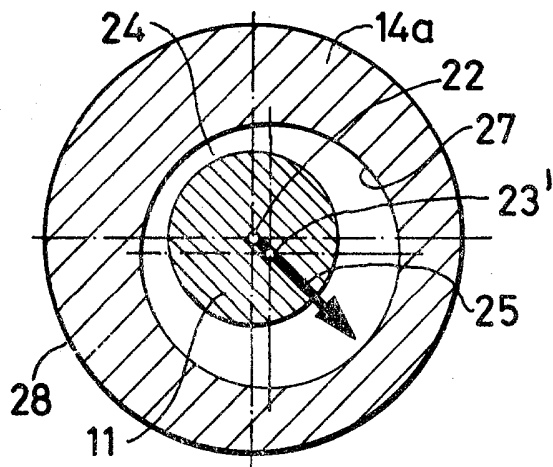
17. Magnetické uložení podle bodů 3 až 16, vyznačující se tím, že přidavně k magnetům (14, 14', 14e, 14f), tvořícím axiálně stabilizující magnety, je uspořádán alespoň jeden další magnet (14a až 14d).

18. Magnetické uložení podle bodu 1 až 8 nebo 14 až 17, vyznačující se tím, že magnet (14f) je tvořen elektromagnetem.

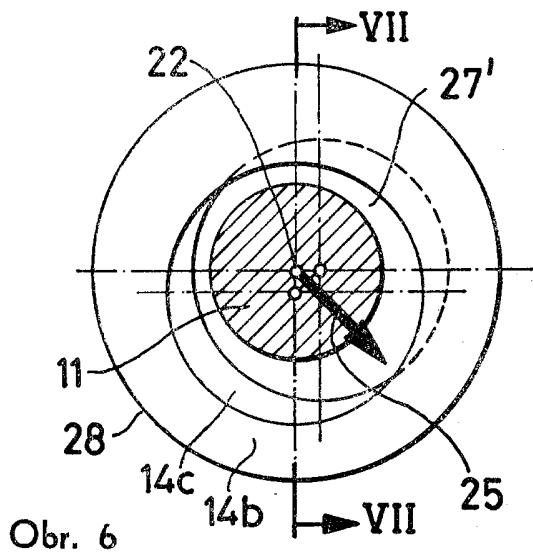
19. Magnetické uložení podle bodů 1 až 8, nebo 14 až 17, vyznačující se tím, že magnet (14f) je tvořen střídavým elektromagnetem.

3 listy výkresů

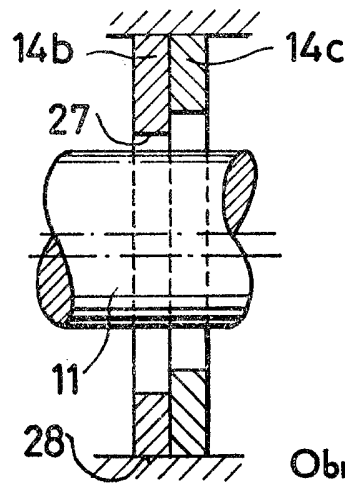




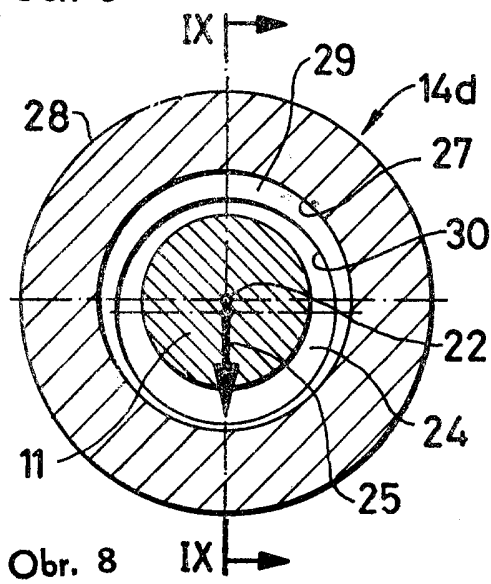
Obr. 5



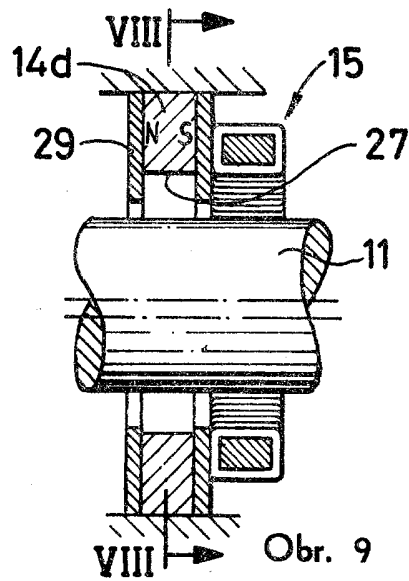
Obr. 6



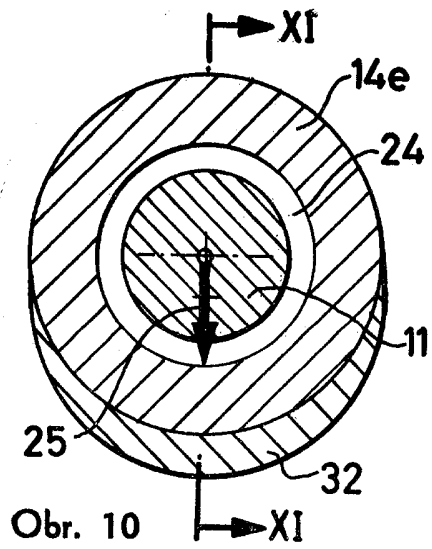
Obr. 7



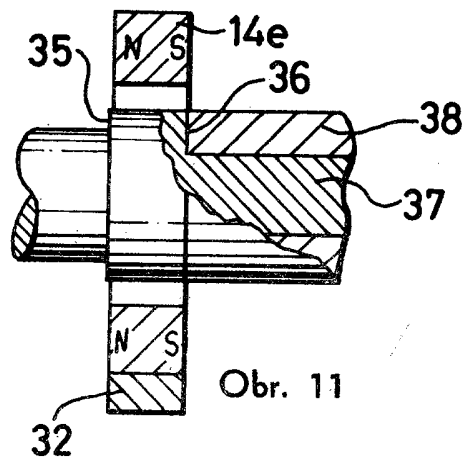
Obr. 8



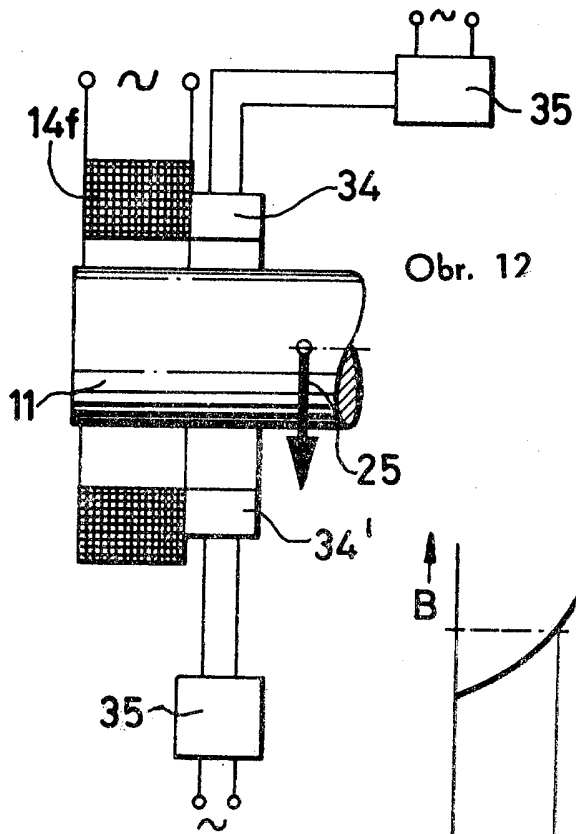
Obr. 9



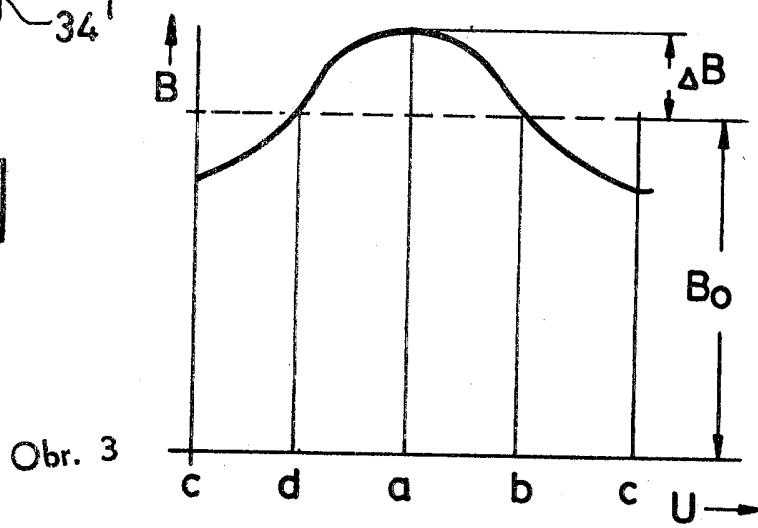
Obr. 10



Obr. 11



Obr. 12



Obr. 3