

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLVÉHO
VLASTNICTVÍ

(21) Číslo přihlášky: 2002 - 1738

(22) Přihlášeno: 17.05.2002

(40) Zveřejněno: 18.02.2004

(Věstník č. 2/2004)

(47) Uděleno: 02.12.2003

(24) Oznámeno udělení ve Věstníku: 18.02.2004

(Věstník č. 2/2004)

(13) Druh dokumentu: B6

(51) Int. Cl. ⁷:

H 02 K 1/06

H 02 K 5/04

(73) Majitel patentu:

PÁNEK Josef Ing., Úvaly, CZ;

(72) Původce vynálezu:

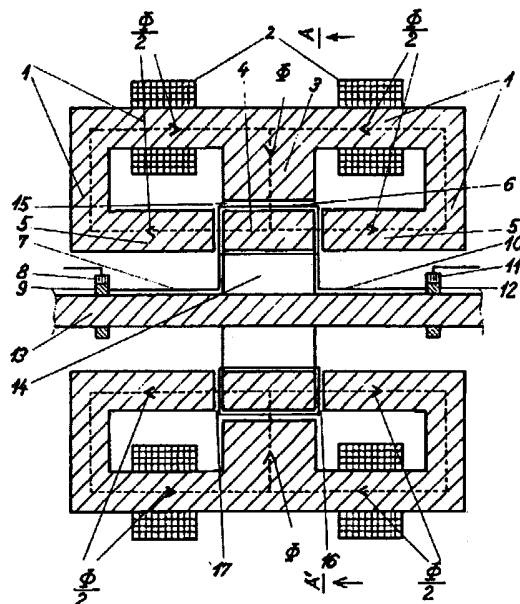
Pánek Josef Ing., Úvaly, CZ;

(54) Název vynálezu:

Homopolární stroj na nízké až velmi vysoké napětí

(57) Anotace:

Ve statoru se budicími cívkami /2/ vytvářejí v opačných směrech dva stejně velké stejnosměrné magnetické toky $\Phi/2$, které z obou polovin vnějšího pláště /1/ statoru vstupují společně do nástavce /3/ jako dvojnásobný magnetický tok Φ , pokračují přes vzduchovou mezeru /15/ do vnější části /4/ rotoru, kde se opět rozdělí na původní magnetické toky $\Phi/2$, které pokračují, vůči sobě opačnými směry, přes vzduchové mezery /16, 17/ do vnitřního pláště /5/ statoru a odtud zpět do vnějšího pláště /1/ statoru, čímž se magnetické toky $\Phi/2$ uzavírají. Rotor, otáčející se na hřídeli /13/ z nemagnetického materiálu, se skládá z vnější části /4/ rotoru tvořené dutým válcem z feromagnetického materiálu, a z vnitřní části /14/ rotoru, tvořené plným válcem z nemagnetického materiálu. Na vnější části /4/ rotoru je v mnohonásobných smyčkách navinut vodič /6/, jehož začátek /7/ a konec /10/ jsou spojeny s kartáči /8, 11/ na kroužcích /9, 12/ umístěných na hřídeli /13/. Napětí se indukce ve smyčkách vodiče /6/, sériově spojených, nacházejících se ve vzduchové mezeře /15/, kterou protíná stejnosměrné magnetické pole.



Homopolární stroj na nízké až velmi vysoké napětí

Oblast techniky

5

Vynález se týká oblasti elektrických stejnosměrných strojů.

Dosavadní stav techniky

10

Rozvoj homopolárních strojů, založených na Faradayově objevu/Experimental research on electricity, 1831/, se uskutečnil hlavně v první polovině 20. století. Jako typické představitele jejich provedení lze uvést např. Noeggerathův homopolární generátor /Aperiodische/ Homopolar-, Unipolar/ Gleichstrommaschinen, El. Bahnen und Betriebe, 3, 1905, Heft 13, S. 233–238/ a Poirsonův homopolární generátor /Poirson E.: Production et emplois des courants continus à grande intensité. Dynamos à induction unipolaire ou acycliques, Rev. Gén. Electr., 44, 12. Nov. 1938, p. 605–612/.

20 Tyto generátory, jež nepotřebují komutátor, jsou schopny produkovat stejnoměrné proudy o napětí pouze několika desítek voltů, naproti tomu však o intenzitě desítek až set tisíc ampér. Vyššího napětí lze dosáhnout sériovým zapojením jednotlivých vodičů přes sběrací kroužky od každého jednotlivého vodiče. Např. Noeggerath tak zapojil 12 vodičů a dosáhl napětí 500V, ovšem s použitím 24 sběracích kroužků, což snižuje konstrukční jednoduchost homopolárních strojů vůči běžným stejnosměrným strojům s komutátorem.

25

Homopolární generátory se uplatnily tam, kde se vyžadují vysoké proudy řádu desítek až set tisíc ampér, např. v elektrochemickém průmyslu, při odporovém svařování velkých potrubí aj.

30

Odběr vysokých proudů však způsoboval značné opotřebení původně grafitových, později měďografitových kartáčů, které měly také velký přechodový úbytek způsobující značné ztráty výkonu.

35

Proto se přistoupilo k používání tekutých kartáčů, nejprve ze rtuti, případně jejich slitin, později slitin sodíku a draslíku, slitiny gallia a india aj.

40

To umožnilo zvyšovat otáčky rotoru až na 10 000 ot/min a v druhé polovině minulého století byly pak vyvinuty homopolární generátory, které mohou dosahovat ve stálém provozu $1,5 \times 10^5$ A při napětí 1 až 100 V a v impulzovém provozu $1,8 \times 10^6$ A při napětí až 800 V.

45

Nicméně četné pokusy vyrobit homopolárním strojem vysoké napětí ve stálém provozu sériovým zapojením jednotlivých vodičů bez jejich spojování přes sběrací kroužky dosud nevedly k úspěchu, jak uvádí např. Paul Janet v článku: „Sur les tentatives infructueuses faites par un grand nombre d'inventeurs pour réaliser une machine à courant continu sans collecteurs“, Bull. Soc. Franc. El., 8, /4^e série/, avril 1928, p. 405–428.

50

Pouze za použití supravodivého budicího vinutí mohlo být dosaženo až 430 V při stálém provozu. Takové stroje se použily pro pohon kompresorů, lodí, vodících čerpadel, pro reversivní pohony ve válcovnách aj.

55

Hlavní nevýhodou dosavadních homopolárních strojů je jejich nízké napětí řádu několik desítek voltů. Proto se proti stejnosměrným strojům s komutátorem všeobecně neprosadily a našly použití pouze tam, kde se vyžadují vysoké proudy, tj. nad 6000 až 10 000 A.

Souhrnně lze říci, že použití stávajících homopolárních strojů je omezeno pouze na speciální účely. Mimo již jmenovaná použití se také používají v laboratořích kosmické a raketové techni-

ky, např. pro elektromagnetická čerpadla na přečerpání tekutých kovů pro chlazení reaktorů, pro napájení elektromagnetů na urychlování nabitých částic, na vytváření vysokých tlaků a teplot v aerodynamickém tunelu pro hyperrychlostní zkoušky aj.

5

Podstata vynálezu

Navrhovaný stroj má kostru statoru z feromagnetického materiálu kruhového tvaru, složenou podle svislé osové roviny ze dvou zrcadlově stejných polovin. Stator se skládá z vnějšího a vnitřního pláště, spolu plynule spojených na vnější straně, přičemž z vnitřní stěny vnějšího pláště vystupuje uprostřed nástavec tvaru dutého válce. Mezi nástavcem a vnitřním pláštěm se na hřideli z nemagnetického materiálu otáčí rotor, složený z vnějšího dutého válce z feromagnetického materiálu a vnitřního plného válce z nemagnetického materiálu. Do vnějšího pláště jsou symetricky v jeho pravé i levé polovině zabudovány budicí cívky, napájené stejnosměrným proudem, které jsou po obvodě symetricky rozloženy v počtu 2 nebo 4 nebo více a jejich jádrem je součást tělesa pláště. Počty cívek a jejich velikosti jsou v pravé i levé polovině pláště totožné. Budicí cívky jsou zapojeny tak, že v pravé i levé polovině vnějšího a vnitřního pláště vytvářejí totožné stejnosměrné magnetické toky $\phi/2$, které oba společně vstupují do nástavce a jako magnetický tok dvojnásobné velikosti ϕ pokračují přes vzduchovou mezeru 15 do vnější části rotoru, tvořené dutým válcem z feromagnetického materiálu, v němž se dvojnásobný magnetický tok ϕ opět rozdělí na dva původní totožné magnetické toky $\phi/2$, jež pokračují, jeden vpravo a druhý vlevo přes vzduchové mezery 16 a 17 do vnitřního pláště statoru a odtud zpět do vnějšího pláště, čímž se průběh magnetických toků v pravé i levé polovině statoru uzavírá.

Na vnější část rotoru, tvořenou dutým válcem z feromagnetického materiálu, je v mnohonásobných smyčkách navinut po celém obvodu dutého válce nekonečný vodič, jehož začátek je spojen s kartáčem na kroužku umístěném na hřideli a jehož konec je spojen s kartáčem na druhém kroužku umístěném na hřideli, přičemž nekonečný vodič může být rozdělen na více stejných sekcí a začátek a konec nekonečného vodiče každé sekce jsou podobně spojeny s kartáči na dalších kroužcích.

Pro vysvětlení vzniku indukovaného napětí označme si jednu smyčku nekonečného vodiče 6 takto /obr. 3/:

- 35 a – délka části smyčky na vnější straně dutého válce rotoru,
- b – délka levého čela smyčky, přičemž $b = d$,
- c – délka části smyčky na vnitřní straně dutého válce rotoru,
- d – délka pravého čela smyčky.

40 Při otáčení rotoru protíná vodič smyčky délky a magnetické pole toku ϕ ve vzduchové mezeře 15, kde je magnetická indukce B, vodič délky b levého čela smyčky protíná magnetické pole toku $\phi/2$ ve vzduchové mezeře 17, kde je magnetická indukce B_1 , vodič délky d pravého čela smyčky protíná též magnetické pole toku $\phi/2$ ve vzduchové mezeře 16, kde je rovněž indukce B_1 a vodič smyčky délky c magnetické pole neprotíná.

45

Při otáčení rotoru ve stálém magnetickém poli se ve vodiči délky a indukuje napětí

$$E = B \cdot a \cdot v$$

/1/

50 kde v = rychlost otáčení

Ve vodičích délek b a d se indukují napětí

$$E_b = B_1 \cdot b \cdot v, \quad E_d = B_1 \cdot d \cdot v \quad /2, 3/$$

5

Tato napětí mají stejnou velikost, avšak opačný smysl a tudíž se vzájemně ruší, tj.

$$E_b + E_d = 0 \quad /4/$$

10

Výsledné indukované napětí v jedné smyčce je tedy dáno rovnicí /1/.

Výsledné indukované napětí v celém nekonečném vodiči je dáno součtem napětí všech smyček, neboť vodiče délky a smyčky jsou spojeny v sérii, tedy

15

$$E = B \cdot a \cdot v \cdot n \quad /5/$$

Kde n = počet smyček vodiče

20

Z rovnice /5/ je zřejmé, že volbou počtu smyček n , magnetické indukce B a rychlosti v lze vyrobit napětí od nízkých až do velmi vysokých hodnot.

Navrhovaný homopolární stroj

25

1/ může tedy generovat napětí od nejnižších až do velmi vysokých hodnot, čímž odstraňuje zásadní nevýhodu dosavadních homopolárních strojů, které nemohou dosahovat běžně vyšších napětí a proto se nemohly proti stejnosměrným strojům s komutátorem všeobecně prosadit,

30

2/ nemusí používat komplikovaná zařízení nutná u dosavadních homopolárních strojů při používání tekutých kartáčů a supravodivého vinutí,

3/ ve srovnání se stávajícími stejnosměrnými stroji s komutátorem je konstrukčně a technologicky jednodušší, má jednoduché budicí vinutí a velmi dobrou účinnost.

35

Přehled obrázků na výkresech

40

Vynález je blíže vysvětlen na připojeném výkrese, kde na obr. 1 je znázorněn řez v podélné ose stroje a na obr. 2 je nakreslen příčný řez stroje vzduchovou mezerou $16 \text{ A} - \text{A}$, znázorňující nárys při pohledu zprava doleva. Obr. 3 znázorňuje smyčku nekonečného vodiče.

Příklad provedení vynálezu

45

Stroj podle obr. 1 má kostru statoru z feromagnetického materiálu kruhového tvaru, složenou podle příčné osové roviny ze dvou zrcadlově stejných polovin. Kostra se skládá z vnějšího pláště 1 statoru a vnitřního pláště 5 statoru spolu plynule spojených na vnější straně, přičemž z vnitřní stěny vnějšího pláště 1 statoru jako jeho součást vystupuje uprostřed nástavec 3 tvaru dutého válce z feromagnetického materiálu. Mezi nástavcem 3 a vnitřním pláštěm 5 statoru se na hřídeli 13 z nemagnetického materiálu otáčí rotor, složený z vnější části 4 rotoru tvořené dutým válcem z feromagnetického materiálu a z vnitřní části 14 rotoru tvořené plným válcem z nemagnetického materiálu. Do vnějšího pláště 1 statoru jsou symetricky v jeho pravé i levé polovině ve stejném počtu zabudovány budicí cívky 2, napájené stejnosměrným proudem, které jsou po obvodu vnějšího pláště symetricky rozloženy v počtu 2 nebo 4 nebo více a jejich jádro je součástí tělesa vnějšího pláště 1 statoru. Počty cívek a jejich velikosti jsou v obou polovinách totožné. Budicí

55

- cívky, které mají v jedné polovině vnějšího pláště 1 statoru opačnou polaritou než v druhé polovině, vytvářejí v obou polovinách vnějšího pláště 1 statoru a vnitřního pláště 5 statoru stejnosměrné magnetické toky stejné velikosti $\phi/2$, avšak opačného směru. Tyto toky společně vstupují do nástavce 3 jako dvojnásobný magnetický tok ϕ , který pokračuje přes vzduchovou mezeru 15 do vnější části 4 rotoru, v níž se opět rozdělí na dva původní magnetické toky $\phi/2$, jež pokračují vůči sobě každý opačným směrem, jeden přes vzduchovou mezeru 16 a druhý přes vzduchovou mezeru 17 do vnitřního pláště 5 statoru a odtud do vnějšího pláště 1 statoru, čímž se průběh magnetického toku $\phi/2$ v obou polovinách statoru uzavírá.
- 10 Na vnější část 4 rotoru, tvořenou dutým válcem z feromagnetického materiálu, je v mnohonásobných smyčkách navinut po celém obvodu dutého válce vodič 6, jehož začátek 7 je spojen s prvním kartáčem 8 na prvním kroužku 9, umístěném na hřídeli 13, a jehož konec 10 je spojen s druhým kartáčem 11 na druhém kroužku 12, rovněž umístěném na hřídeli 13, přičemž vodič 6 může být rozdělen na více sekcí a začátek a konec vodiče každé sekce jsou podobně spojeny s kartáči na dalších kroužcích.

Průmyslová využitelnost

- 20 Homopolární stroj podle vynálezu se dá využít pro elektrické pohony, pro napájení stejnosměrných sítí, pro dálkový přenos elektrické energie velmi vysokým napětím a pro další účely.

25

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Homopolární stroj, **v y z n a ě n ý t í m**, že do vnějšího pláště /1/ statoru z feromagnetického materiálu jsou symetricky podle příčné osové roviny v obou jeho polovinách zabudovány budicí cívky /2/, které jsou po obvodě vnějšího pláště symetricky rozloženy a jejichž jádro je součástí tělesa vnějšího pláště, kteréžto cívky mající v jedné polovině pláště /1/ statoru opačnou polaritu než v druhé polovině pláště /1/ statoru vytvářejí stejně velké stejnosměrné magnetické toky $\phi/2$, které oba společně vstupují do nástavce /3/ jako magnetický tok dvojnásobné velikosti ϕ a pokračují přes vzduchovou mezeru /15/ do vnější části /4/ rotoru, tvořené dutým válcem z feromagnetického materiálu, v němž se magnetický tok dvojnásobné velikosti ϕ opět rozdělí na dva původní stejně velké magnetické toky $\phi/2$, jež pokračují vůči sobě každý opačným směrem, jeden přes vzduchovou mezeru /16/, druhý přes vzduchovou mezeru /17/ do vnitřního pláště /5/ statoru a odtud zpět do vnějšího pláště /1/ statoru, čímž se průběh magnetického toku $\phi/2$ uzavírá.

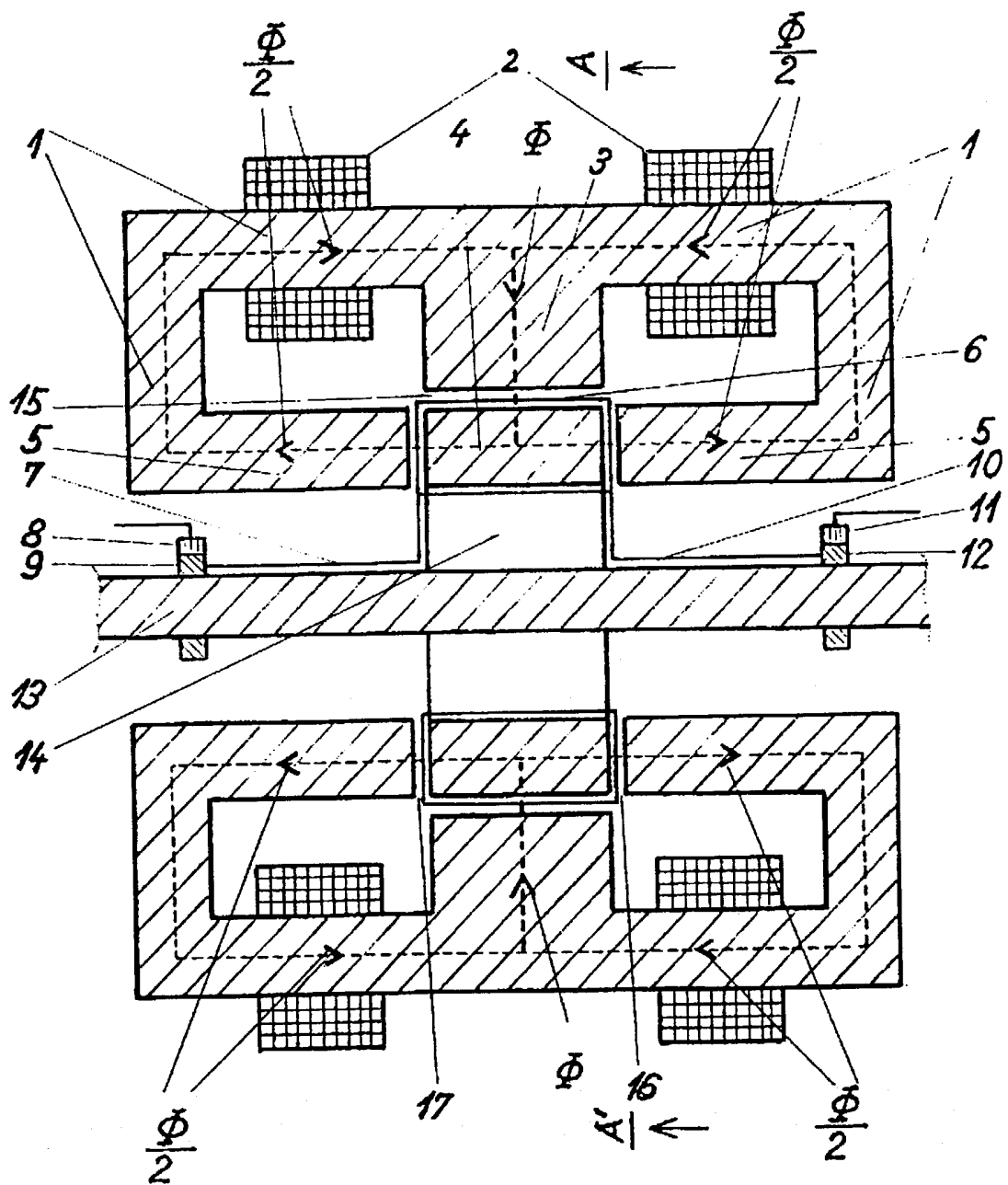
2. Stroj podle nároku 1, **v y z n a ě n ý t í m**, že na vnější část /4/ rotoru, tvořenou dutým válcem z feromagnetického materiálu je v mnohonásobných smyčkách navinut po celém obvodu dutého válce vodič /6/, jehož začátek /7/ je spojen s prvním kartáčem /8/ na prvním kroužku /9/ umístěném na hřídeli /13/ a jehož konec /10/ je spojen s druhým kartáčem /11/ na druhém kroužku /12/ umístěném na hřídeli /13/.

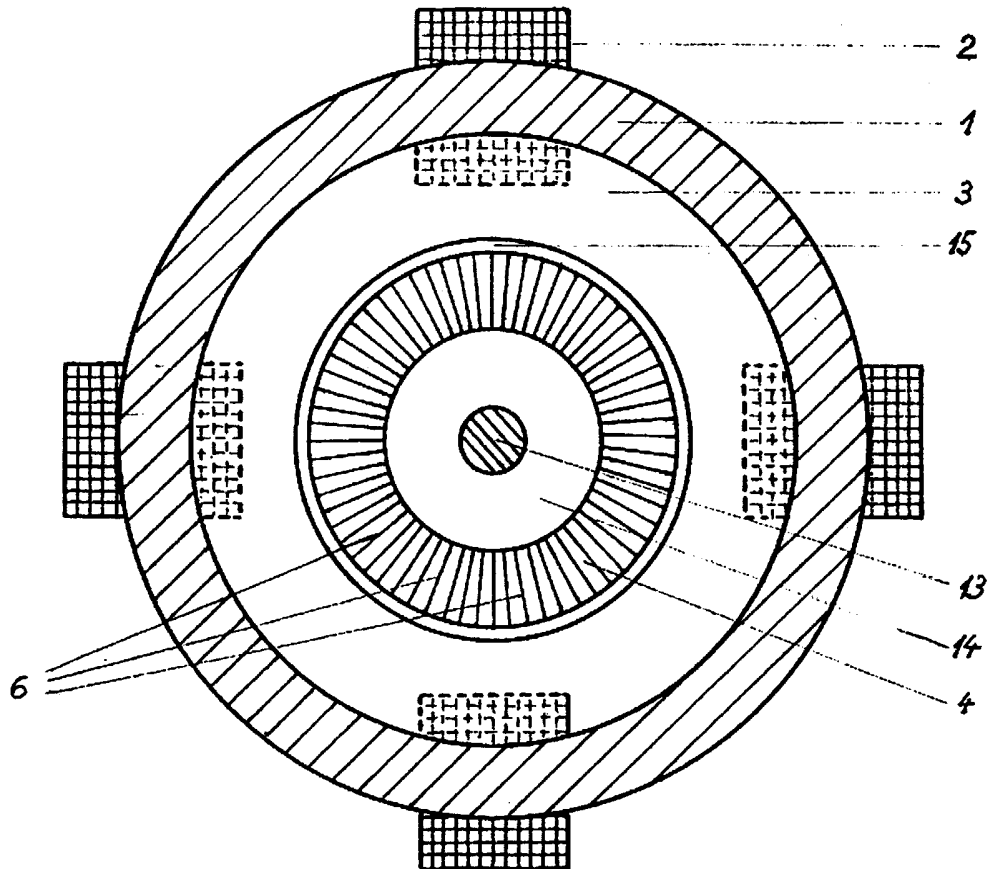
3. Stroj podle nároku 2, **v y z n a ě n ý t í m**, že vodič /6/ je rozdělen na více sekcí a začátek a konec každé sekce jsou podobně spojeny s kartáči na dalších kroužcích.

4. Stroj podle kteréhokoliv z předchozích nároků, **v y z n a ě n ý t í m**, že vnitřní část /14/ rotoru, tvořená plným válcem, a jeho hřídel /13/ jsou z nemagnetického materiálu.

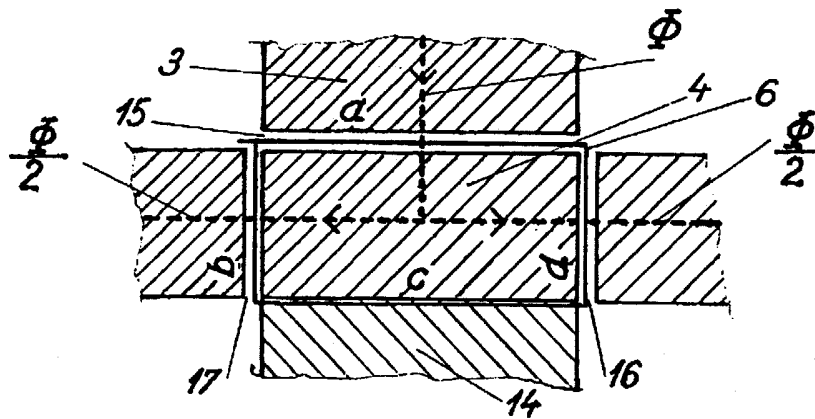
55

2 výkresy

*Obr. 1*



Obr. 2



Obr. 3

Konec dokumentu