

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

241473
(11) (B2)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 21 07 80

(21) (PV 5167-80)

(32) (31) (33) Právo přednosti od 19 07 79
(79 18 711) Francie

(40) Zveřejněno 16 07 85

(45) Vydáno 15 09 87

(51) Int. Cl.⁴
H 02 K 3/20

(72)

Autor vynálezu

ALLEGRE JEAN ing., BELFORT; MEROUGE GILBERT ing., BAVILLIERS;
RUELLE GILBERT, BELFORT (Francie)

(73)

Majitel patentu

ALSTHOM ATLANTIQUE, PARIŽ (Francie)

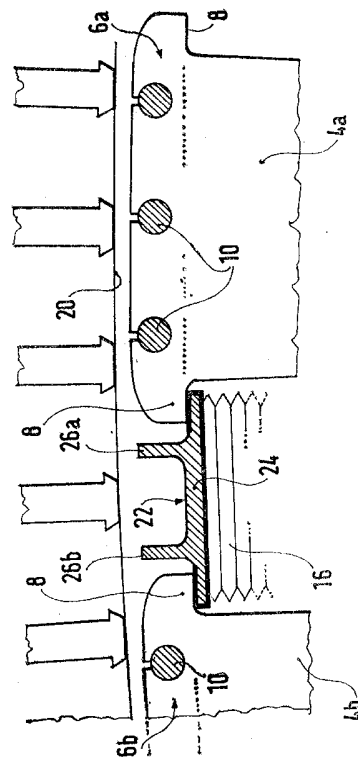
(54) Rotor s ochranným tlumicím vinutím pro alternátor s vyniklými póly

1

Rotor s ochranným tlumicím vinutím pro alternátor s vyniklými póly, který má tlumicí vinutí, vytvořené z tyčí, které jsou umístěny jednak v pólech a jednak mezi póly a na svých koncích jsou připojeny k vodičným prstencům, takže vytvářejí klecové tlumicí vinutí. Mezipólové tyče sestávají ze základní desky, opírající se o vnitřní plochy okrajů rozšíření pólů a ramena, spojená se základními deskami a zasahujícími nad střed tloušťky sousedního rozšíření pólů.

2

Obr. 1



Vynález se týká rotoru s ochranným tlumicím vinutím pro alternátor s vyniklými póly, s podélnou osou otáčení, obsahující magnetický obvod tvořící póly, vyčnívající radiálně vnějším směrem a probíhající podélně, které jsou v určitém úhlovém odstupu rozděleny okolo osy, přičemž každý pól je tvořen jádrem pólu a ukončen směrem ven rozšířením pólu, jehož okraje úhlově přesahují z obou stran jádra pólu, dále budící vinutí, upravené okolo jader pólu, tyče tlumicího vinutí, zhotovené z dobře elektricky vodivého materiálu, probíhající v podélném směru bez přerušení po celé délce pólů, přičemž některé z těchto tyčí jsou mezipólové tyče tlumicího vinutí, umístěné mezi póly, dva vodivé prstence, uspořádané koaxiálně na rotoru na obou jeho koncích a elektricky spojené se dvěma konci každé z tyčí tlumicího vinutí. Tohoto zařízení se s výhodou používá u alternátorů, otáčejících se malou rychlostí, například u ponořené hydraulické soustavy turboalternátoru.

Takováto soustava poskytuje elektrický výkon nejméně 5 MVA, například 40 MVA. Je uspořádána v utěsněné skříni, upravené v ose vodního potrubí. Obsahuje turbinu, jejíž pohyblivé lopatky jsou poháněny tokem kapaliny, která proudí okolo skříně, a která přímo pohání rotor alternátoru, umístěného ve skříni. Osy vodního potrubí, skříně, turbíny a alternátoru jsou zaměnitelné.

Magnetický obvod statoru alternátoru, nebo stručněji magnetický obvod statoru je tvořen korunou, jejíž vnitřní radiální část nese drážky, obsahující tyče statorového vinutí. Průměr tohoto obvodu je vždy omezen, zejména v případě skupiny ve skříni, průměrem, se kterým lze vytvořit skříň, která jej obsahuje, přičemž průměr prostoru, zaujímaného rotorem, nemůže být obecně zvolen větší než 5 nebo 6 m.

Pevná mechanická část koruny magnetického obvodu statoru, která je omezena na oblast, nepostiženou vyříznutím drážek, má tudíž malou radiální tloušťku, například 10 cm. Její mechanická setrvačnost a tudíž jeho pevnost, je porovnatelně mnohem menší než u běžného alternátoru. Rychlost otáčení skříně, je nízká, například nižší než 100 nebo 120 otáček za minutu, přičemž tyto alternátory mají velký počet pólů, které, uspořádané na omezeném průměru, jsou rozděleny na obvodu tak, že mají relativně malou pólovou rozteč, například 20 až 30 centimetrů.

Pro dosažení napětí na svorkách stroje velmi blízkého sinusového průběhu, je nutné realizovat vinutí kotvy s určitým počtem drážek na pól a dílčí fázi. Takové vinutí je velmi bohaté na prostorové harmonické složky reakce kotvy, zejména subharmonické složky, jejichž prostorové periody překrývají více párů pólů.

Kromě toho vede zmenšený průměr skupin k nutnosti zhotovit vzduchové mezery mnohem menší ve srovnání s klasickými

stroji, aby bylo možno udržovat přijatelnou indukci ve vzduchové mezeře bez přílišného zvýšení budícího proudu vzhledem k malé pólové rozteči těchto strojů. Z toho vyplývá, že harmonické složky ozubení jsou důležitější u strojů, pracujících nižší rychlostí než u velkých hydraulických alternátorů.

Za těchto podmínek působí skutečnost, že malá tloušťka koruny magnetického obvodu statoru mu poskytuje trochu vyšší odolnost proti radiálnímu ohybu, značné nebezpečí vibrací vzhledem k působení harmonické složky ozubení nebo četných harmonických složek reakce kotvy.

K tomu je třeba poznamenat, že harmonické složky reakce kotvy vykazují takové prostorové periody a takovou rychlost otáčení vzhledem k rotoru, že jsou vzájemně velmi odlišné. Harmonická složka ozubení má zvýšenou frekvenci například 8 až 12-násobek frekvence sítě a prostorovou periodu, která může krýt více pólů.

Z výše uvedeného vyplývá, že pokud existuje snaha po dosažení velkého výstupního elektrického výkonu alternátoru při nízkých rychlostech, mohou vibrace koruny magnetického obvodu statoru dosáhnout značné úrovně. Je známo, že u běžných alternátorů jsou síly elektromagnetického původu, působící na tuto korunu, omezovány přítomností tlumicího vinutí, umístěného na obvodu rotoru. Toto vinutí je typu klecového vinutí a je tvořeno podélnými tyčovými vodiči, které jsou rovnoběžné s osou a spojují dva vodivé prstence, umístěné na obou koncích rotoru. Některé z těchto tyčí jsou tyče pólové, to je jsou uspořádány ve vnější oblasti rozšíření pólu. Některé jiné z těchto tyčí mohou být tyčemi mezipólovými, to je jsou uspořádány mezi póly. Mezipólová tyč 15 je například znázorněna na obr. 5 francouzského patentního spisu č. 1 475 482.

Některé známé mezipólové tyče jsou udržovány proti působení odstředivé síly připojenými prvky, např. rozpěrkami z plastické hmoty, které jsou vkládány mezi mezipólové tyče a vzduchovou mezeru alternátoru a snižují tlumicí účinek vinutí.

Z toho zejména vyplývá, že známá zařízení neumožňují vinutí, aby účinně tlumilo harmonické složky toku o vyšším kmitočtu a značných prostorových vzdálenostech, což se vyskytuje u alternátorů, pracujících malou rychlostí a s malou vzduchovou mezerou a může tedy dojít ke značnému zvýšení úrovně vibrací.

Úkolem vynálezu je navrhnout rotor s ochranným tlumicím vinutím pro alternátor s vyniklými póly s mezipólovými tyčemi tlumicího vinutí, umožňujícími obzvláště účinně tlumit harmonické složky toku o zvýšeném kmitočtu a značných prostorových vzdálenostech.

Tento úkol je podle vynálezu řešen rotorem s ochranným tlumicím vinutím pro al-

ternátor s vyniklými póly, s podélnou osou otáčení, magnetickým obvodem, tvořícím póly, vyčnívajícími radiálně vnějším směrem, probíhajícími podélně, které jsou v úhlovém odstupu rozděleny okolo osy, přičemž každý pól je tvořen jádrem pólu a je ukončen směrem ven rozšířením pólu, jehož okraje úhlově přesahují z obou stran jádra pólu, dále budícím vinutím, upraveným okolo jáder pólů, tyčemi tlumicího vinutí, zhotovenými z dobře elektricky vodivého materiálu, probíhajícími v podélném směru bez přerušení po celé délce pólů, přičemž některé z těchto tyčí jsou mezipólové tyče tlumicího vinutí, umístěné mezi póly, dvěma vodivými prstenci, uspořádanými koaxiálně na rotoru na jeho obou koncích a elektricky spojenými se dvěma konci každé z tyčí tlumicího vinutí, aby s těmito tyčemi vytvořily ochranné tlumicí vinutí, přičemž se tento rotor vyznačuje tím, že mezipólové tyče nesou základní desky, opírající se o vnitřní plochu okrajů rozšíření pólů a ramena, spojená se základními deskami a zasahujícími nad střed tloušťky sousedními rozšířeními pólů.

Toto uspořádání umožňuje účinné tlumení harmonických složek s velmi odlišnými prostorovými vzdálenostmi, neboť poloha mezipólových tyčí je nejen nechává působit na část magnetického toku, která uniká z pólu a působí na klasická ochranná tlumicí vinutí, ale ještě jim umožňuje poskytnout dostatečně velké průřezy, nutné pro snížení jejich elektrického odporu na vhodnou hodnotu, která může být mnohem nižší než u klasických tyčí.

Tyto mezipólové tyče se udržují sami ve správné poloze bez ohledu na odstředivou sílu tím, že se opírají o špičku pólu, to je o okraj rozšíření pólu dvou sousedních pólů; není tudíž zapotřebí použít žádného podpěrného prvku, což umožňuje umístění mezipólových tyčí v bezprostřední blízkosti vzduchové mezery, určité části tlumicího vinutí mohou být dokonce uspořádány uvnitř vzduchové mezery.

To umožňuje zejména dosažení slabého skin-efektu a tudíž zachycování harmonických složek o vysokém kmitočtu.

Je vhodné poznamenat, že toto mezipólové ochranné tlumicí vinutí, normálně spojené s klasickým pólovým ochranným tlumicím vinutím, může rovněž toto poslední uvedené nahrazovat, přičemž rotor je opatřen pouze jedinou klecí tlumicího vinutí, zhotovenou podle tohoto vynálezu.

V souvislosti s připojenými schematickými vyobrazeními bude v následujícím textu popsáno, jak lze vynález realizovat. Přestože jsou stejné prvky vyobrazeny na více výkresech, jsou označeny stejnými vztahovými značkami.

Na obr. 1 je znázorněn dílčí pohled na rotor podle vynálezu, na obr. 2 je znázorněn pohled se shora na jeden konec rotoru podle obr. 1, přičemž nákresna je rovnoběž-

ná s osou rotoru a na obr. 3 je znázorněn dílčí pohled na rotor podle druhého provedení vynálezu, v řezu v rovině, kolmé k ose tohoto rotoru.

Rotor podle vynálezu se otáčí okolo osy 2, na obr. 1 neviditelné a znázorněné pouze na obr. 2 s póly, uspořádanými rovnoběžně s podélnou osou a se vzdálenostmi mezi póly. Slovo „podélný“ zde označuje směry, rovnoběžné s touto osou a slovo „radiální“ směry, protínající tuto osu v pravém úhlu, zatímco slovo „úhlové“ označuje rozmístění, vyplývající z otáčení okolo této osy. Na výkresech jsou znázorněny pouze dva po sobě následující vyniklé póly, tvořící část magnetického obvodu tohoto rotoru. Jádra 4a, 4b těchto pólů jsou opatřena rozšířeními 6a a 6b. Tato rozšíření 6a, 6b nesou okraje 8, úhlově přesahující vzhledem k jádrům.

Tyče 10 klasického tlumicího vinutí, znázorněné zde jako pólové, jsou zhotoveny z mědi a umístěny v těchto rozšířeních. Jejich konce jsou připevněny ke dvěma koaxiálním vodivým prstencům na rotoru, určeným k vytvoření ochranného klecového tlumicího vinutí. Tyto prstence jsou tvořeny pólovými segmenty 12, vzájemně spojenými ohebnými spojkami 14, tvořenými měděnými pásky. Drážky, tvořené vzdálenostmi mezi jádry pólů, jsou vyplněny budícími vinutími 16. Tento rotor se otáčí ve statoru 20.

Podle první varianty provedení je mezipólová tyč 22, zhotovená z dobře vodivého, avšak nemagnetického kovu, například mědi, hliníku, umístěna v každé vzdálenosti mezi póly rotoru. Tato mezipólová tyč nese základní desku 24, opírající se o vnitřní plochy okrajů 8 a izolovanou pro zamezení jakéhokoli elektrického styku mezi póly a budícím vinutím 16. Mezipólová tyč 22 je opatřena dvěma rameny 26a a 26b, vystupujícími ze základní desky radiálně směrem ven a umístěné ve styku nebo v blízkosti rozšíření 6a a 6b tak, aby vzdálenost mezi dvěma rameny 26a, 26b byla větší než vzdálenost mezi rameny 26a, 26b a rozšířeními 6a, 6b. Tato ramena 26a, 26b zasahují radiálně tak vysoko jako rozšíření 6a, 6b pólů, nebo alespoň do středu radiální tloušťky těchto rozšíření. Základní deska 24 může být případně zhotovena z nemagnetického materiálu, který vykazuje větší mechanickou odolnost než materiál ramen a menší elektrickou vodivost.

Ramena 26a, 26b mohou být snadno vyrobená o výšce potřebné velikosti. Mohou mít výšku rovnající se výšce rozšíření 6a, 6b pólů. V určitých případech mohou dokonce radiálně zasahovat nad rozšíření 6a, 6b pólů a pronikat tedy do vzduchové mezery.

Ohebná spojka 28 spojuje dva konce každé mezipólové tyče 22 s vodivými prstenci, tvořenými pólovými segmenty 12 a ohebnými spojkami 14.

Je možné, realizovat i jiné způsoby spojení, například spojení prostřednictvím železa jader pólů, které je drážkováno tak, aby vykazovalo velmi vysoký elektrický odpor pouze pro podélné proudy.

Podle druhé varianty provedení vynálezu, analogické jinak s první, jsou v každé vzdálenosti mezi póly uspořádány dvě souměrné mezipólové tyče **30a** a **30b** ve formě úhelníku. Každá z nich sestává ze základní desky **32a**, připájené k vnitřní čelní ploše o-

kraje **8** jednoho z rozšíření **6a**, **6b** pólů a ramena **34a**, stoupající vzhůru směrem ven podél tohoto okraje **8**.

Tloušťka ramen může být například 4 mm a tloušťka základních desek rovněž například 4 mm, a to pro skupinu ve skříni, jejíž rotor se otáčí při 75 otáčkách za minutu, má průměr 5,058 m a je opatřen 80 póly s volnou vzdáleností 54 mm mezi okraji dvou sousedních rozšíření **8** pólů.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

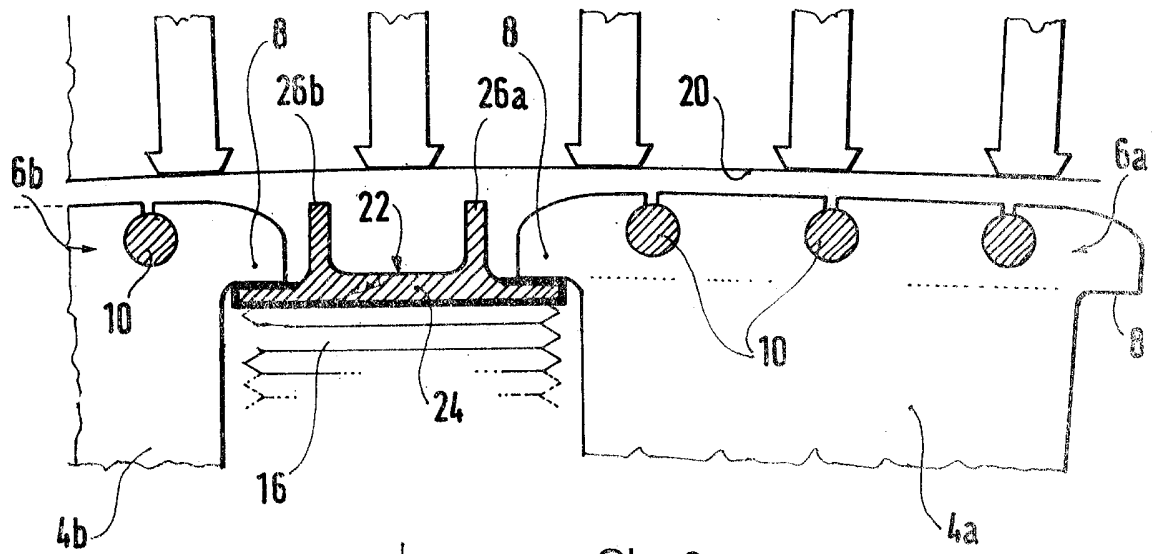
1. Rotor s ochranným tlumicím vinutím pro alternátor s vyniklými póly, s podélnou osou otáčení, obsahující magnetický obvod, tvořící póly radiálně vyčnívající vnějším směrem, probíhající podélně, které jsou v určitém úhlovém odstupu rozděleny okolo osy, přičemž každý pól je tvořen jádrem pólu a je ukončen směrem ven rozšířením pólu, jehož okraje úhlově přesahují z obou stran jádro pólu, dále budící vinutí, zhotovené z dobře elektricky vodivého materiálu, probíhající v podélném směru bez přerušování po celé délce pólů, přičemž některé z těchto tyčí jsou mezipólové tyče tlumicího vinutí, umístěné mezi póly, dva vodivé prstence, uspořádané koaxiálně na rotoru na jeho obou koncích a elektricky spojené se dvěma konci každé z tyčí tlumicího vinutí, aby s těmito tyčemi vytvořily ochranné klecové vinutí, vyznačující se tím, že mezipólové tyče (22) sestávají ze základní desky (24, 32a), opírající se o vnitřní plochy okrajů (8) rozšíření (6a, 6b) pólů a ramena (26a, 34a), spojená se základními deskami (24, 32a) a zasahujícími nad střed tloušťky sousedního rozšíření (6a, 6b) pólů.

2. Rotor podle bodu 1 vyznačující se tím, že je opatřen jedinou mezipólovou tyčí (22) v každém prostoru mezi dvěma sousedními póly, přičemž tato tyč (22) má základní desku (24), opírající se o vnitřní plochy okrajů (8) dvou rozšíření (6a, 6b) pólů a alespoň jedno rameno (26a), tvořící radiální výstupek na této základní desce směrem ven.

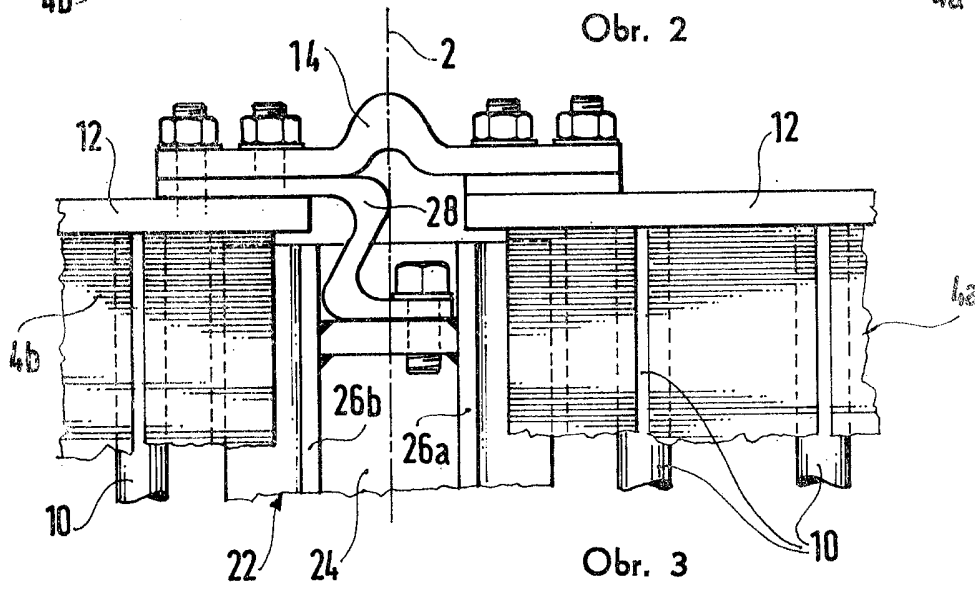
3. Rotor podle bodu 2 vyznačující se tím, že každá tyč (22) je opatřena dvěma rameny (26a, 26b) v blízkosti dvou rozšíření (6a, 6b) pólů, přičemž vzdálenost mezi dvěma rameny (26a, 26b) je větší než vzdálenost mezi každým ramenem (26a, 26b) a sousedním rozšířením (6a, 6b) pólu.

4. Rotor podle bodu 1 vyznačující se tím, že je v každé vzdálenosti mezi dvěma po sobě následujícími póly opatřen dvěma mezipólovými tyčemi (30a, 30b), z nichž každá probíhá po délce jedné strany této vzdálenosti a má v řezu tvar úhelníka, jehož základní deska (32a) je upevněná na vnitřní ploše okraje (8) bližšího rozšíření (6a) pólu, zatímco rameno (34a) tvoří radiální výstupek na této základní desce (32a) směrem ven mezi rozšířeními (6a, 6b) pólu.

Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3

