



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K PATENTU

252464

(11)

(B2)

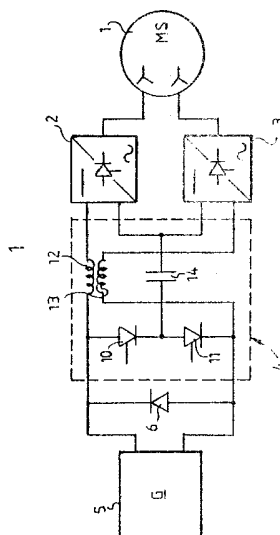
(51) Int. Cl.⁴
H 02 P 5/40

- (22) Přihlášeno 19 09 83
(21) P/ 6832-83
(32) (31)(33) Právo přednosti 01 07 10 82
(82 16786) Francie
(40) Zveřejněno 15 01 87
(45) Vydáno 15 07 88

- (72) Autor vynálezu WIART ALBERT ing., SANNONIS (Francie)
(73) Majitel patentu JEUMONT-SCHNEIDER, PUTEAUX CEDEX (Francie)

(54) Řídicí obvod synchronního motoru

Řídicí obvod synchronního motoru se dvěma indukčními vinutími je opatřen jednak napájecím ústrojím, jednak dvěma oscilátory, jejichž výstupy jsou navzájem spojeny s vinutími synchronního motoru, jednak vloženým meziobvodem, připojeným na jedné straně k napájecímu ústrojí a na druhé straně k oscilátorům, a jednak ústřední jednotkou pro ovládání tyristorů. Napájecí ústrojí dodává proud o dané jediné polaritě a na jeho výstupní svorky je prostřednictvím volnoběžné větve připojena alespoň jedna nulová dioda, jejíž katoda je připojena ke kladné svorce. Vložený meziobvod je tvořen kombinací, obsahující jednak větev složenou ze dvou v sérii zapojených tyristorů, které spojují vstupní svorky vloženého meziobvodu a které jsou vzájemně spojeny s jednou ze vstupních svorek oscilátorů tak, že zvolené svorky mají opačnou polaritu, jednak kondenzátor, připojený jak k uzlu obou tyristorů uvedené větve, tak i ke dvěma zbývajícím vstupním svorkám opačné polarity oscilátorů a jednak dvě indukčnosti o stejné hodnotě, vytvářející vazebního činitele s vysokou indukčností, které jsou sériově připojeny k jedné ze vstupních svorek oscilátorů, přičemž tyto zvolené svorky mají opačnou polaritu. Řídicí obvod je vhodný zejména pro železniční trakční motory.



Vynález se týká řídicího obvodu synchronního motoru se dvěma indukčními vinutími, opatřeného jednak napájecím ústrojím, jednak dvěma oscilátory, jejichž výstupy jsou navzájem spojeny s vinutími uvedeného motoru, jednak vloženým meziobvodem, připojeným na jedné straně k napájecímu ústrojí a na druhé straně ke vstupním svorkám oscilátoru, a jednak ústřední jednotkou pro ovládání tyristorů každého oscilátoru.

Používání oscilátorů s přirozenou komutací pro řízení synchronního motoru s proměnlivou rychlostí je již známé.

V každém případě je však třeba provádět určitá opatření umožňující spuštění motoru a jeho rozběh, protože přirozené potlačení tyristorů oscilátoru nelze zajistit samotným motorem při nízkých rychlostech, protože v tomto případě motor neposkytuje dostatečnou sílu. Zpravidla je tedy nutné negovat proud procházející oscilátorem pro potlačování použitých tyristorů a potom vybudit novou sadu tyristorů po obnově použitelného procházejícího proudu.

Od této negace proudu a jeho obnově vznikají nepravidelné otáčky a moment motoru při spouštění a v důsledku toho nežádoucí rázy.

Použití synchronních motorů se dvěma indukčními s elektricky oddělenými fázemi, například s 30° v případě třífázových motorů, umožňuje zeslabení a snížení počtu uvedených rázů v nízkých rychlostech otáčení motoru, aniž by došlo k jejich úplnému potlačení a současně zajišťuje možnost dokonalejší regulace krouticího momentu při vyšších rychlostech.

Ve francouzském patentovém spise č. 2,452 200 je popsán řídicí obvod umožňující potlačovat tyto nepravidelnosti krouticího momentu v průběhu rozběhu motoru, a to kompenzací snižování krouticího momentu vznikajícího anulací proudu v jednom vinutí v průběhu komutace tyristorů zvýšeným proudem přiváděného do druhého vinutí, čímž se dosahuje toho, že při nízkých rychlostech a zejména při rozběhu motoru je součet okamžitého proudu protékajícího ve skupině cívek motoru konstantní.

Nicméně však popsaný obvod nevyhovuje v tom případě, pokud napájecí ústrojí obsahuje vibrátor nebo usměrňovač nebo smíšený můstek.

Úkolem vynálezu je odstranit uvedené nevýhody a zajistit spouštění motoru bez nepravidelností krouticího momentu.

Vytčený úkol se řeší a uvedené nedostatky se odstraňují řídicím obvodem podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že napájecí ústrojí poskytující proud stanoveného směru, má výstupní svorky propojené prostřednictvím volnoběžné větve, obsahující alespoň jednu nulovou diodu, jejíž katoda je připojena ke kladné svorce napájecího ústrojí, přičemž vložený meziobvod je tvořen jednak větví, obsahující dva v sérii zapojené tyristory, které spojují vstupní svorky vloženého meziobvodu a které jsou vzájemně spojeny s jednou ze vstupních svorek oscilátorů, přičemž zvolené svorky mají opačné polarizace, jednak kondenzátorem, připojeným jak k uzlu obou tyristorů, tak i ke dvěma zbývajícím vstupním svorkám opačné polarizace oscilátorů, a jednak dvěma indukčnostmi o stejné hodnotě, které jsou spojeny magneticky a v sérii připojeny k jedné ze vstupních svorek oscilátorů, přičemž zvolené svorky mají opačné polarizace. Výhodné vytvoření spočívá v tom, že indukčnosti jsou připojeny mezi jednu ze vstupních svorek vloženého meziobvodu a jednu ze dvou opačnou polaritu vykazujících vstupních svorek oscilátorů, případně že indukčnosti jsou připojeny ke kondenzátoru a jedné ze dvou opačnou polaritu vykazujících svorek oscilátorů, a nebo že indukčnosti jsou zapojeny v sérii a vytvářejí jedinou indukčnost, jejíž střední výstup je připojen ke kondenzátoru.

Pro lepší porozumění a uvedení možných variant, dosažených výhod a podstatných znaků je vynález dále popsán na příkladech provedení ve spojení se čtyřmi obrázky výkresové části, které znázorňují výhodná provedení vynálezu. Vynález se však v žádném případě neomezuje toliko na znázorněná provedení.

Na obr. 1 je znázorněno všeobecné schéma řídicího obvodu podle vynálezu. Obr. 2, obr. 3 a obr. 4 představují různé varianty provedení řídicího obvodu podle vynálezu.

U řídicího obvodu, který je znázorněn na obr. 1, jsou dvě indukční vinutí synchronního motoru 1, který má být řízen, připojena k výstupním svorkám dvou oscilátorů 2 a 3, které jsou zapojeny v sérii a jejichž svorky jsou připojeny k vloženému meziobvodu 4, který je připojen ke svorkám napájecího ústrojí 5, jehož výstupní svorky jsou spojeny prostřednictvím diody 6.

Ústřední jednotka, která není na výkresech zobrazena, zajišťuje vybuzení jednotlivých tyristorů obvodu.

Jak bude ještě podrobněji popsáno u jednotlivých příkladů provedení, obsahuje vložený meziobvod 4 dvě indukčnosti 12 a 13, které vytvářejí vazebního činitele s vysokou vzájemnou indukčností a jejichž hlavním úkolem je zajistit přenos proudu z jednoho indukčního vinutí synchronního motoru 1 do druhého v průběhu spouštění nebo při malých otáčkách synchronního motoru 1, to znamená tedy, pokud je rychlost synchronního motoru 1 v rozmezí 5 až 10 % jeho normální rychlosti, protože potom vytváří synchronní motor 1 již dostatečnou elektromotoristickou sílu pro přirozené vyřazení tyristorů z činnosti. Uvedené indukčnosti 12 a 13, které plní rovněž úkol vyrovnávacích indukčností, mohou být realizovány prostřednictvím jediné indukčnosti se středním výstupem, jak je to znázorněno na obr. 4. Napájecí ústrojí 5 dodává přerušovaný stejnosměrný proud, který může být například přiváděn z přerušovače se smíšeným můstkem, který je připojen ke zdroji střídavého proudu, nebo vibrátorem, pokud je připojen ke zdroji stejnosměrného proudu.

Řídicí obvod podle vynálezu, který je znázorněn na obr. 2, je napájen například usměrňovačem 7 se smíšeným můstkem, který umožňuje použít mnohem menší množství proudu než usměrňovač s tak zvaným úplným můstkem, a to zejména při nízkých otáčkách synchronního motoru 1. Tento usměrňovač 7 obsahuje, jak je to známo, dvě větve, z nichž jedna má dva tyristory 8 zapojené v sérii, zatímco druhá má dvě diody 6, které jsou rovněž zapojeny v sérii a jsou připojeny mezi výstupními svorkami usměrňovače 7, na kterých je připojen vložený meziobvod 4.

Mezi vstupními svorkami tohoto vloženého meziobvodu 4 jsou v sérii zapojeny dva tyristory 10 a 11, které pracují ve stejném smyslu. Dvě indukčnosti 12 a 13, které mají stejnou hodnotu a které jsou navzájem magneticky propojeny, jsou zapojeny tak, že první indukčnost 12 je připojena mezi vstupní svorky vloženého meziobvodu 4 a mezi vstupní svorku prvního oscilátoru 2, zatímco druhá indukčnost 13 je připojena mezi druhou vstupní svorku vloženého meziobvodu 4 a mezi vstupní svorku druhého oscilátoru 2, ke které je připojena první indukčnost 12. Vložený meziobvod 4 má rovněž kondenzátor 14, který je zapojen mezi společným bodem obou tyristorů 10 a 11 a mezi společným bodem obou oscilátorů 2 a 3 a spojuje obě jejich zbývající vstupní svorky s opačnou polaritou. V dalším je popsána činnost řídicího obvodu podle vynálezu.

Je známo, že pro zajištění přerušení činnosti tyristorů je třeba přerušit proud procházející těmito tyristory. Použití usměrňovače 7 se smíšeným můstkem nedodává záporné napětí, avšak kondenzátor 14 výhodně zmenšuje tuto nevýhodu při malých rychlostech synchronního motoru 1.

V tom okamžiku celého cyklu, kdy je třeba uskutečnit komutaci tyristorů oscilátoru 2, se předpokládá, že usměrňovač 7 bude v nulové fázi, to znamená, že proud bude procházet diodami 6. Kondenzátor 14, který má s výhodou kladný náboj, je připojen k oscilátorům 2 a 3, jak je to znázorněno na obr. 2, tyristor 10 je vybuzen a vybitím kondenzátoru 14 se v obvodu, setrvávajícím z diod 6, tyristoru 10, kondenzátoru 14, oscilátoru 3 a odpovídajícím vinutím synchronního motoru 1 a indukčnosti 13 vytváří proud. Působením indukčností 12 a 13, které jsou magneticky spojeny a které zajišťují přechod proudu z jednoho vinutí do druhého, vzrůstá proud v indukčnosti 13 a zmenšuje se v indukčnosti 12, kde

nakonec mizí, což způsobí vyřazení tyristoru oscilátoru 2 z činnosti, takže zde neprotéká žádný proud.

Vzhledem k tomu, že intenzita proudu procházejícího oscilátorem 2 a 3 zůstává působením indukčností 12 a 13 konstantní, nevznikají v krouticím momentu motoru žádné rázy. Vzhledem k tomu, že se komutace uskutečňuje v průběhu nulové fáze, nevzniká žádné rušení v přívodním vedení.

Kondenzátor 14 je na straně oscilátoru 2 a 3 ještě kladně nabit, avšak jeho počáteční náboj se zmenšuje a nakonec mizí. Působením proudu udržovaného indukčností 13 a procházejícího zcela oscilátorem 3 a zejména do kondenzátoru 14 se nabíjí kondenzátor 14 v opačném smyslu, to znamená, že se nabíjí kladně na straně tyristorů 10 a 11. Tím se tyristory vybuzují a stávají se vodivými ve směru k oscilátoru 2, přičemž kondenzátor 14 se dále nabíjí. Působením napětí na svorkách kondenzátoru 14 protéká proud do indukčností 12 a oscilátoru 2 a úměrně tomu se snižuje v oscilátoru 3, a to působením sprzęžených indukčností 12 a 13. Přenos se uskutečňuje tak dlouho, až se intenzity proudů procházející oscilátory 2 a 3 vyrovnají. Tyristor 10 se tak přirozeně vyřadí z činnosti. Kondenzátor 14 je tedy dostatečně kladně nabit na straně tyristorů 10 a 11, což umožňuje zajistit následující komutaci tyristorů oscilátoru 3.

Následující komutace se uskuteční v oscilátoru 3 a volí se proto nulová fáze pro vybuzení tyristoru 11.

Vybitím kondenzátoru 14 se zajistí proud v obvodu, který je tvořen indukčností 12, oscilátorem 2 a odpovídajícím vinutím motoru, kondenzátorem 14, tyristorem 11 a diodami 6. Stejně jako před tím, dojde k vynulování proudu v oscilátoru 3 a kondenzátor 14 se vybití. Tyristory připojené k oscilátoru 3 se vyřadí z činnosti, náboj kondenzátoru 14 zaniká a kondenzátor 14 se působením proudu udržovaného indukčností 12 a procházejícího z oscilátoru 2 do tyristoru 11 začíná nabíjet kladně na straně oscilátorů 2 a 3. V tom okamžiku se vybudí nová sada tyristorů oscilátoru 3. Kondenzátor 14 se začne nabíjet a působením napětí na jeho svorkách má proud snahu se vrátit do oscilátoru 3 a indukčností 13. Přenos proudu se uskutečňuje až do té doby, kdy se vyrovnají intenzity proudů na obou oscilátorech 2 a 3. Tato rovnováha způsobí, že se tyristor 11 přirozeně vyřadí z činnosti, kondenzátor 14 se znovu nabije, jak je to znázorněno na obr. 2, a to kladným nábojem na straně oscilátorů 2 a 3 a je připraven uskutečnit přepojení na oscilátor 2.

Na obr. 3 je znázorněn řídicí obvod, který je ekvivalentní k řídicímu obvodu znázorněnému na obr. 2. Je napájen statickým usměrňovačem, a to stejnosměrným proudem, například vibrátorem 2. Pro možnost lepšího vysvětlení funkce je dioda 9 znázorněna vně vibrátoru 2 a je umístěna mezi jeho výstupními svorkami.

Vložený meziobvod 4 podle obr. 3 se liší od řídicího obvodu podle obr. 2 toliko smyslem zapojení tyristorů 10 a 11. Tento řídicí obvod obsahuje rovněž dva oscilátory 2 a 3 které rozdělují proud do dvou vinutí synchronního motoru 1. Funkce tohoto obvodu je obdobná jako funkce obvodu popsaného podle obr. 2. V dalším se uvádí okamžik řídicího cyklu, kdy je třeba uskutečnit komutaci v oscilátoru 2 a kdy je obvod v nulovém stavu. Jakmile se vybudí tyristor 10 a počáteční náboj, který je kladný na straně oscilátoru, se objeví na kondenzátoru 14, jak je to znázorněno na obr. 3, je umožněno, aby procházel proud obvodem, který je tvořen oscilátorem 10, kondenzátorem 14, oscilátorem 3 a indukčností 13.

Působením napětí na kondenzátoru 14 má proud snahu hromadit se v obvodu a působením vzájemné indukčnosti 12 a 13 se proud zruší v oscilátoru 2, jehož tyristory se vyřadí z činnosti. Kondenzátor 14 se úplně vybití a začne se znovu nabíjet ve směru proudu. Tím se vybudí nová sada tyristorů oscilátoru 2. Stejně, jako tomu bylo u obr. 2, kondenzátor 14 pokračuje v opětovném nabíjení a proud má snahu procházet oscilátorem 2. Jakmile se dosáhne rovnováhy proudů v oscilátorech 2 a 3, tyristor 10 se přirozeně vyřadí z činnosti. Tím je kondenzátor 14 nabit kladně na straně tyristorů 10 a 11 a může se uskutečnit

komutace v oscilátoru 3. K tomu účelu se vybudí tyristor 11, pokud je řídící obvod v nulové fázi, a nabíjení kondenzátoru 14 vyvolá vznik proudu v obvodu tvořeném indukčností 12, oscilátorem 2, kondenzátorem 14 a tyristorem 11. Působením vzájemné indukčnosti se napájecí proud akumuluje v obvodu a snuluje se v oscilátoru 3, jehož tyristory se vyřadí z činnosti.

Náboj kondenzátoru 14 se dále zmenšuje až se zruší a potom se účinkem proudu, udržovaného indukčností 12, nabije kondenzátor 14 v opačném smyslu. Tím se vybudí nová sada tyristorů oscilátoru 3 a náboj kondenzátoru 14 nutí proud protékat oscilátorem 2. V obou oscilátorech 2 a 3 se vytvoří rovnováha proudů a tyristor 11 se vyřadí z činnosti, kondenzátor 14 je dostatečně kladně nabit na straně oscilátorů, čímž může uskutečnit novou komutaci v oscilátoru 2.

Na obr. 4 znázorněn stejný řídící obvod podle vynálezu, jako na obr. 1, s tím rozdílem, že indukčností 12 a 13 jsou umístěny v sérii mezi oběma oscilátory 2 a 3. V podstatě se jedná o jedinou indukčnost se středním výstupem. Kondenzátor 14 je tedy připojen prostřednictvím těchto dvou indukčností 12 a 13 na vstupní svorky s opačnou polaritou oscilátorů 2 a 3.

Řídící obvod podle vynálezu přináší celou řadu výhod, zejména proto, že zajišťuje ovládání synchronního motoru se dvěma vinutími v průběhu jeho rozběhu a při nízkých rychlostech motoru, aniž by docházelo k nepravdělnostem v kroutícím momentu motoru, a to díky vzájemné kompenzaci proudu, které se provádí mezi vinutími motoru. Mimoto, vzhledem k tomu, že se komutace obou tyristorů 10 a 11 uskutečňuje v průběhu nulové fáze, nedochází k rušení v přívodu od zdroje proudu, protože proud prochází v okamžiku komutace nulovou diodou. Je třeba upozornit na další výhodu vynálezu, která spočívá v tom, že se používá nízký počet jednotlivých prvků pro zajištění komutace dvanácti tyristorů bez zpětné přípojky na svorku spojenou s neutrálním bodem motoru. Konečně je třeba ještě upozornit na tu skutečnost, že pro oscilátory a pro odpovídající vinutí motoru je třeba toliko jednoho napájecího ústrojí. Řídící obvod podle vynálezu představuje tedy velmi vhodný obvod pro řízení železničních trakčních motorů, protože tyto motory pracují se značným kroutícím momentem i v rozběhové fázi, aniž by docházelo k mechanickým poruchám, přičemž jejich napájení při rozběhu nevyvolává elektrické rušení v rozvodné síti. Pro upřesnění některých použitých pojmů se ještě uvádí, že za volnoběžnou větev se považuje větev, obsahující, alespoň jeden prvek, který je připojen mezi vstupní svorky zdroje proudu, v daném případě napájecího ústrojí 5, usměrňovače 7 nebo vibrátoru 9, a vstupní svorky obvodu obsahující alespoň jednu indukčnost, v daném případě indukčností 12, 13. Pokud zdroj proudu nedodává proud, umožňuje tato větev, aby se proud akumulovaný v indukčnostech vyvíjel, aniž by procházel zdrojem proudu. Pojem nulová dioda se míní dioda zapojená do volnoběžné větve.

I když je v popise popsáno několik příkladů provedení, je samozřejmé, že jsou možné další úpravy spočívající na podstatě vynálezu, aniž by byl rozsah vynálezu překročen. Jako komutační prvky v popsaných řídících obvodech jsou podle vynálezu použity tyristory, což jsou vhodné prvky pro množství proudu potřebného pro napájení trakčního železničního motoru. Je zcela samozřejmé, že lze použít i jiné polovodičové prvky, jako například tranzistory, zejména pokud se bude jednat o napájení motorů s podstatně nižším výkonem.

Stejně tak i popsaná vinutí nemusí být vždycky upravena do hvězdy, ale mohou být stejně dobře upravena do trojúhelníku.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Řídící obvod synchronního motoru se dvěma indukčními vinutími, opatřený jednak napájecím ústrojím, jednak dvěma oscilátory, jejichž výstupy jsou navzájem spojeny s vinutími uvedeného motoru, jednak vloženým meziobvodem, připojeným na jedné straně k napá-

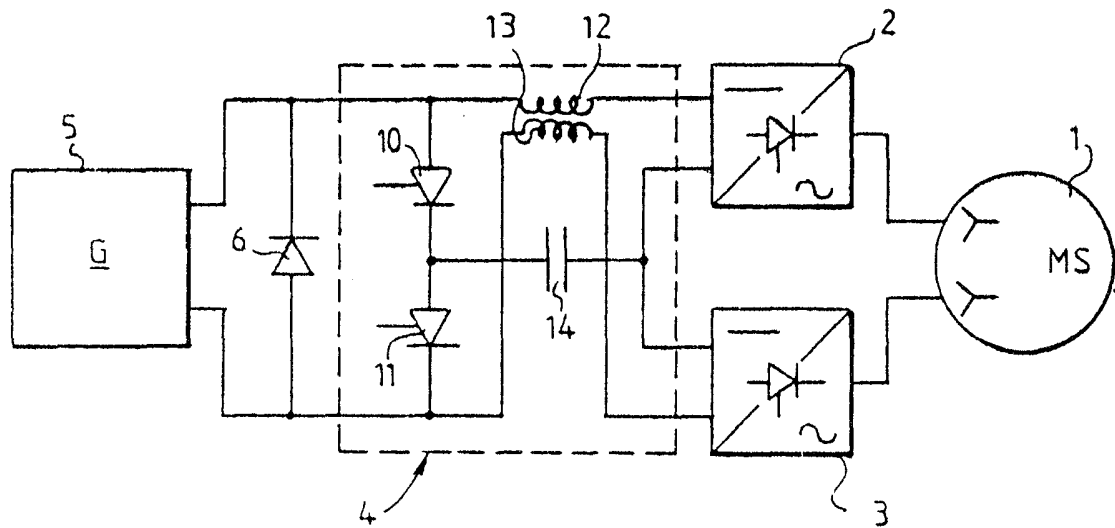
jejímu ústrojí a na druhé straně ke vstupním svorkám oscilátorů, a jednak ústřední jednotkou pro ovládání tyristorů každého oscilátoru, vyznačený tím, že napájecí ústrojí (5, 7, 9) má výstupní svorky propojené prostřednictvím volnoběžné větve, obsahující alespoň jednu nulovou diodu (6), jejíž katoda je připojena ke kladné svorce napájecího ústrojí (5, 7, 9), přičemž vložený meziobvod (4) je tvořen jednak větví, obsahující dva v sérii zapojené tyristory (10, 11), připojené ke vstupním svorkám vloženého meziobvodu (4), které jsou vzájemně spojeny s jednou ze vstupních opačně polarizovaných svorek oscilátorů (2, 3), jednak kondenzátorem (14), připojeným jak k uzlu obou tyristorů (10, 11), tak i ke dvěma zbývajícím vstupním svorkám opačné polarizace oscilátorů (2, 3), a jednak dvěma indukčnostmi (12, 13) o stejné hodnotě, které jsou spojeny magneticky a v sérii připojeny k jedné ze vstupních opačně polarizovaných svorek oscilátorů (2, 3).

2. Řídicí obvod podle bodu 1, vyznačený tím, že indukčnosti (12, 13) jsou připojeny mezi jednu ze vstupních svorek vloženého meziobvodu (4) a jednu ze dvou opačně polarizovaných vstupních svorek oscilátorů (2, 3).

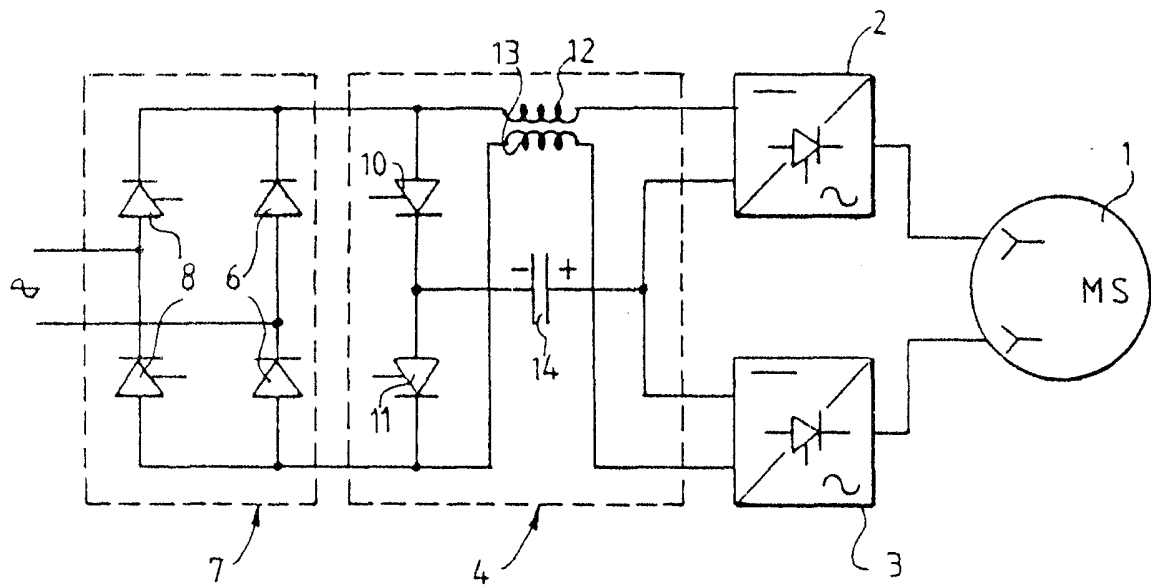
3. Řídicí obvod podle bodu 1, vyznačený tím, že indukčnosti (12, 13) jsou připojeny ke kondenzátoru (14) a jedné ze dvou opačně polarizovaných vstupních svorek oscilátorů (2, 3).

4. Řídicí obvod podle bodu 3, vyznačený tím, že indukčnosti (12, 13) jsou zapojeny v sérii a tvoří jedinou indukčnost, jejíž střední vývod je připojen ke kondenzátoru (14).

СЕР. 1

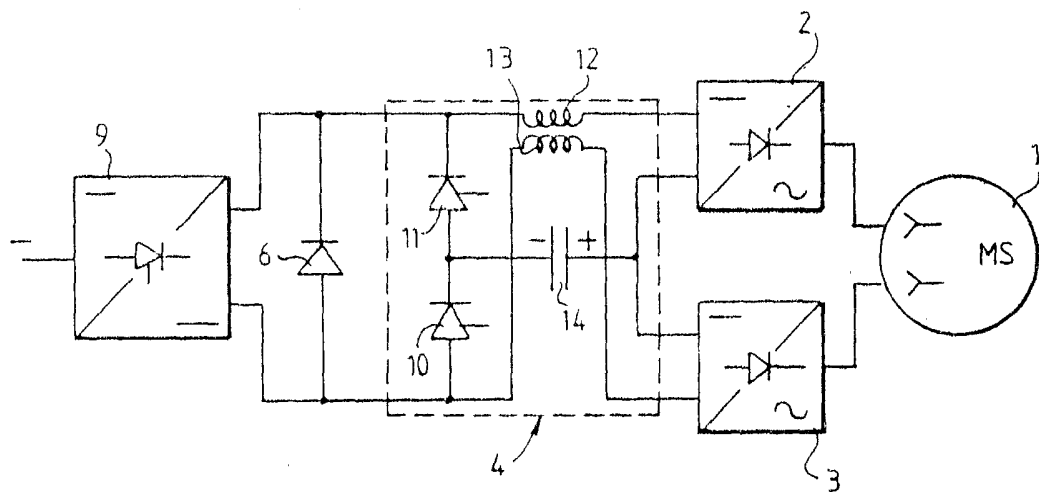


СЕР. 2



252464

OBR. 3



$\theta = 1.4$

