

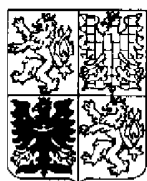
PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

zveřejněná podle § 31 zákona č. 527/1990 Sb.

(21) Číslo dokumentu:

2000 - 2398

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLOVÉHO
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **26.01.1999**

(32) Datum podání prioritní přihlášky: **28.01.1998**

(31) Číslo prioritní přihlášky: **1998/98870017**

(33) Země priority: **EP**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **13.12.2000**
(Věstník č. 12/2000)

(86) PCT číslo: **PCT/BE99/00010**

(87) PCT číslo zveřejnění: **WO99/39418**

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl. ⁷;

H 02 H 7/122

(71) Přihlašovatel:

ALSTOM BELGIUM S. A., Charleroi, BE;

(72) Původce:

Masselus Jean-Emmanuel, Mont-Sur-Marchienne, BE;

Colasse Alexis, Jambes, BE;

Bodson Jean-Marie, Wavre, BE;

(74) Zástupce:

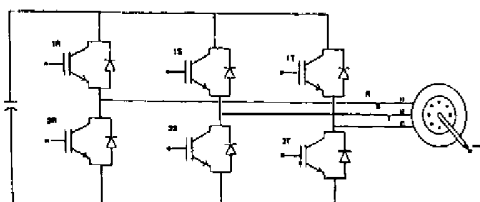
PATENTSERVIS PRAHA a.s., Jivenská 1, Praha 4,
14000;

(54) Název přihlášky vynálezu:

**Způsob symetrického vyrovnávání asymetrických
poruch**

(57) Anotace:

K asymetrickým poruchám dochází v trakčním řetězci obsahujícím synchronní nebo asynchronní motor ovládaný dvouúrovňovým nebo víceúrovňovým měničem, který obsahuje statické spínače používající polovodiče, jako jsou IGBT bipolární polovodiče s izolovaným hradlem nebo bipolární tranzistory. Způsob zahrnuje detekování, zdali porucha spojuje nebo může spojit fázi motoru s vrcholem nebo vanou elektrického napájecího zdroje měniče a zdali na základě detekování došlo v důsledku poruchy ke zkratování pouze jedné poloviny měniče.



Způsob symetrického vyrovnávání asymetrických poruch

Oblast techniky

Přihlašovaný vynález se zaměřuje na navržení způsobu symetrického vyrovnávání asymetrických poruch, ke kterým může docházet v trakčním řetězu obsahujícím synchronní nebo asynchronní motor ovládaný napěťovým měničem.

Dosavadní stav techniky

Měníče a konkrétněji napěťové měniče jsou určeny pro převádění stejnosměrného proudu na střídavý proud.

Obzvláště důležitou oblastí využitelnosti je ovládání proměnlivé rychlosti synchronních nebo asynchronních strojů.

V takovém případě je nezbytné z hlediska zatížení, které může představovat každá fáze synchronního nebo asynchronního motoru, vytvořit třífázový napěťový systém, jenž se blíží tak, jak je to jen možné, vyváženému, sinusovému, třífázovému systému s proměnlivou frekvencí a proměnlivou amplitudou. Napěťový měnič je zařízení, které umožňuje dosahovat tento cíl a sestavuje se ze statických spínačů využívajících činné složky, jako jsou tyristory. Z hlediska využitelnosti donedávna mezi tyto činné složky patřily především polovodiče jako tyristory, vypínací tyristory GTO atd.

Po nějakou dobu se objevovaly nové typy statických spínačů, které lze označit názvem „IGBT“ (tato zkratka je převzata podle anglického výrazu „Insulated Gate Bipolar Transistor“) a používají bipolární tranzistory s izolovaným hradlem. Tato zařízení účinkují jako ovladatelné součásti v tom smyslu, že lze v každém okamžiku předepisovat elektrický proud, který spínač vyžaduje, na základě seřizování napětí na jeho řídicím hradle, zatímco v případě starší generace spínačů, jako jsou například vypínací tyristory GTO a podobně, je možné pouze určit okamžik, v němž se zapínají, a okamžik, v němž se vypínají.

Přihlašovaný vynález se konkrétněji týká měničů, které používají novou generaci činných složek, jako jsou IGBT nebo rovnocenné bipolární tranzistory.

V případě zkratu (poruchy polovodiče) ve dvouúrovňovém měniči je odpovídající fáze motoru trvale připojena buď k vrchnímu bodu měniče nebo k jeho spodnímu bodu za předpokladu, že polovodič nacházející se na téže odbočce je vypnut, protože jinak by byla celá odbočka zkratována, což se rovná zkratování vstupu a výstupů měniče. V tomto okamžiku činnost blokování zbytku měniče, která se provádí na základě vypnutí všech neporušených polovodičů, umístí motor do elektrické konfigurace, která může (v závislosti na okamžiku poruchy) generovat přechodně nadměrný krouticí moment na hřídel motoru způsobující lámání mechanické transmise.

Řešením tohoto problému je způsobení souměrného třífázového zkratu na vývodech motoru. Pro účely provádění tohoto opatření existuje několik možností.

V konkrétním případě zkratování asynchronního motoru je k dispozici známý praktický postup, který je obsažen především v dokumentu SU-1350783 a podle kterého se současně zkratují všechny fáze motoru tak, aby se předešlo asymetrické poruše, což jinými slovy znamená poruchu připojení fáze k vrchnímu bodu a spodnímu bodu přívodu elektrického proudu do měniče. Je nezbytné vytvořit symetrické třífázové spojení nakrátko tak, aby nedošlo k mechanickému přetížení mechanické transmise v důsledku nadměrného krouticího momentu generovaného asymetrickými zkraty.

Nejednodušší řešení spočívá v současném zapnutí všech polovodičů měniče, což způsobuje zkratování vstupního kondenzátoru měniče. V takovém případě však musí být všechny polovodiče dimenzovány tak, aby byly schopny vydržet zkatový proud vstupního kondenzátoru navíc ke zkatovému proudu motoru. Toto je možné v případě použití měničů na bázi vypínacích tyristorů GTO, protože elektrický proud v těchto tranzistorech je omezen omezujícími indukčními reaktancemi (strmostí nárůstu proudu di/dt). Naneštěstí v případě měničů na bázi IGBT je výsledkem použití sběrnic s nízkou indukční reaktancí mezi vstupním kondenzátorem měniče a IGBT bipolárními tranzistory s izolovaným hradlem to, že elektrický proud není omezen indukčními reaktancemi tak, jako v případě vypínacích tyristorů GTO. Navíc vlastní IGBT bipolární tranzistory s izolovaným hradlem omezují svůj kolektorový proud v důsledku.

Na jedné straně lze uvést, že v této oblasti techniky existují prostředky pro ochranu dvouúrovňových měničů na bázi IGBT pohánějící motor s proměnlivou rychlostí. Dokument GB-A-2309597 shrnuje dosavadní stav v této oblasti techniky.

Zařízení určená pro výše zmiňované účely používají obvody pro detekování nesycení IGBT bipolárních transistorů s izolovaným hradlem a tyto obvody detekují potuchu uvnitř nebo u výstupu měniče a odstavují měnič z provozu.

Nedostatek těchto zařízení spočívá v tom, že mohou detekovat poruchu na asynchronním motoru, který napájí měnič, jenž je chráněn stejnými zařízeními.

Podstata vynálezu

Přihlašovaný vynález se zaměřuje na vyvinutí způsobu, který je určen pro ochranu synchronního nebo asynchronního trakčního řetězu vybaveného napěťovým měničem, jenž je sám o sobě sestaven ze statických spínačů obsahujících polovodiče, a který řeší problém schopnosti řecených polovodičů vydržet účinky elektrického proudu.

Přihlašovaný vynález se konkrétněji zaměřuje na schopnost omezení účinku kroutícího momentu synchronního nebo asynchronního motoru, který se napájí elektrickým proudem z dvouúrovňového nebo víceúrovňového napěťového měniče, generovaného během poruchy nacházející se uvnitř nebo vně měniče napájecího motor.

Přihlašovaný vynález se tudíž zaměřuje na vyvinutí technické strategie pro celkovou ochranu trakčního řetězu, která umožňuje symetrické vyrovnávání asymetrického zkratu u výstupu napěťového měniče bez poškození tohoto měniče.

Přihlašovaný vynález se týká způsobu symetrického vyrovnávání asymetrické poruchy, ke které může dojít v trakčním řetězu obsahujícím synchronní nebo asynchronní motor ovládaný dvouúrovňovým nebo víceúrovňovým napěťovým vodičem, který je sestaven ze statických spínačů používajících polovodiče, jako jsou IGBT bipolární polovodiče s izolovaným hradlem, kdy podle tohoto způsobu jeden bipolární polovodič detekuje, zda porucha připojuje nebo může připojit fázi motoru k vrchnímu bodu nebo ke spodnímu bodu elektrického zdroje měniče, a kdy podle tohoto způsobu jeden bipolární polovodič zkratuje pouze tu polovinu měniče, která vykazuje poruchu na základě výsledku detekování.

Přihlašovaný vynález se přesněji týká způsobu ochrany, podle něhož se všechny fáze napěťového měniče trvale připojují k vrchnímu bodu nebo ke spodnímu bodu měniče, čímž se způsobuje symetrický třífázový zkrat u vstupu tohoto měniče bez způsobování jakéhokoli zkratu na jeho vstupu následně po detekování a určení místa poruchy. Toto předpokládá, aby

všechny fáze motoru byly svedeny do vrchního bodu elektrického zdroje měniče, jestliže porucha je taková, že připojuje přinejmenším jednu fázi motoru k vrchnímu elektrickému zdroji měniče, a aby všechny fáze motoru byly svedeny do spodního bodu elektrického zdroje měniče, jestliže je porucha taková, že připojuje přinejmenším jednu fázi motoru ke spodnímu bodu elektrického zdroje měniče, což se dosahuje bez způsobování jakéhokoli zkratu na vstupu měniče.

V souladu s činností provedení, ve kterém se používá dvouúrovňový měnič, se místo poruchy ve dvouúrovňovém měniči určuje na základě využití principu detekování nesycení IGBR bipolárního polovodiče s izolovaným hradlem.

V souladu s činností provedení, ve kterém se používá měnič se třemi nebo více úrovněmi, se místo poruchy ve tříúrovňovém měniči určuje na základě využití principu detekování nesycení a detekování aktivního špičkového omezení IGBR bipolárního polovodiče s izolovaným hradlem.

Přehled obrázků na výkrese

Nyní bude proveden popis příkladů provedení způsobu podle přihlašovaného vynálezu s odkazem na připojená vyobrazení, na nichž :

obr. 1, 2 a 3 předvádějí různé kroky způsobu podle přihlašovaného vynálezu v případě dvouúrovňového měniče připojeného ke třem fázím asynchronního motoru;

obr. 4, 5 a 6 předvádějí různé kroky způsobu podle přihlašovaného vynálezu v případě tříúrovňového měniče připojeného ke třem fázím asynchronního motoru.

Příklady provedení vynálezu

Na obr. 1 je schematicky předveden dvouúrovňový měnič, který je připojen ke třem motorovým fázím R, S a T asynchronního motoru M.

Toto vyobrazení schematicky představuje tři větve konvenčního dvouúrovňového měniče, který se používá v souvislosti s přihlašovaným vynálezem. Jak je v této oblasti techniky běžné, každá větev tohoto měniče obsahuje dva spínače I1 (R, S, T) nebo I2 (R, S, T), které střídavě dodávají elektrické zatížení, které představuje fáze asynchronního motoru M.

V tomto konkrétním případě jde o elektrické zatížení typu vlastní indukce a je nutné, aby oba spínače každé větve byly uspořádány v paralelním zapojení s diodou, která se označuje jako „nulová (rekuperační) dioda“ (D1 nebo D2), která umožňuje přívod zatěžovacího proudu tehdy, když je odpovídající spínač otevřen. Přítomnost této diody umožňuje pokles indukčního zatěžovacího proudu a tím vzniká možnost odvrácení nebezpečí jakéhokoli destruktivního, nadměrného nárůstu napětí v době, kdy je odpovídající spínač otevřen.

Dvouúrovňový měnič se uplatňuje následovně. V případě použití spínačů typu IGBT bipolárních tranzistorů s izolovaným hradlem (na rozdíl od případu používání spínačů GO vypínaných hradlem) je dovoleno opakované blokování na základě zapínání polovodiče s ohledem na zkrat nebo tehdy, když se objeví zkrat i přes skutečnost zapnutí IGBT bipolárního tranzistoru s izolovaným hradlem. Je zřejmé, že IGBT bipolární tranzistor s izolovaným hradlem skutečně omezuje svůj kolektorový proud na takovou úroveň proudu, která je třikrát až šestkrát nižší než jeho jmenovitý proud. Tento jev se označuje jako „nesycení“.

Detekování nesycení IGBT bipolárního tranzistoru s izolovaným hradlem umožňuje detekování zkratu a provádí se porovnáváním hodnoty V_{ce} (kolektor - emitor) u vývodů IGBT s referenčním napětím, které se generuje vnitřně ve spouštěči, který řídí bipolární tranzistor s izolovaným hradlem. Jestliže je měřené napětí V_{ce} větší než toto referenční nebo-li porovnávací napětí, pak spouštěč tento rozdíl detekuje a v případě, kdy je to potřebné, může opakovaně zablokovat bipolární tranzistor s izolovaným hradlem, který je zapnut a vysílá signál do řídicího elektronického zařízení se sdělením o detekování zkratu.

Řídicí elektronické zařízení vydává povel k vypnutí IGBT bipolárního tranzistoru s izolovaným hradlem, který se nachází na téže polovině měniče, a nařizuje zapnutí dalších IGBT bipolárních tranzistorů.

V této souvislosti lze například předpokládat, že řídicí elektronické zařízení obdrží následující informaci : spouštěč zablokoval spínač 1R v důsledku detekování nesycení. Z toho vyplývá, že zkrat připojuje fázi R k nejspodnějšímu bodu měniče. Činnost, kterou bude řídicí elektronické zařízení provádět, vychází z potřeby vydání povelu následného zapnutí spínačů 2R, 2S a 2T.

Obr. 2 a 3 schematicky představují zkratování jedné ze dvou částí měniče.

Konkrétněji lze uvést, že na obr. 2 je horní část měniče zkratována. V tomto případě řídicí elektronické zařízení vysílá povely k otevření spínačů I2R, I2S a I2T a zapínací povely do

spínačů I1R, I1S a I1T. Vzhledem k tomu, že kolektory spínačů I1R, I1S a I1T jsou společně spojeny, jejich současné zapnutí způsobuje zkrat mezi třemi fázemi R, S a T motoru. Napětí vstupního kondenzátoru C přebírají spínače I2R, I2S a I2T.

Na obr. 3 je zkratována dolní část měniče. V tomto případě řídicí elektronické zařízení vysílá povely k otevření spínačů I1R, I1S a I1T a zapínací povely do spínačů I2R, I2S a I2T. Emitory spínačů I2R, I2S a I2T jsou vzájemně spojeny, a proto jejich současné zapnutí způsobuje zkrat mezi třemi fázemi R, S a T motoru. Napětí vstupního kondenzátoru C přebírají spínače I1R, I1S a I1T.

Tříúrovňový měnič se uplatňuje následovně. Obr. 4 představuje tříúrovňový měnič, k němuž jsou připojeny tři fáze asynchronního motoru. Každá ze tří větví měniče se skládá ze čtyř spínačů I1, I2, I3 a I4 (příslušně pro R, S a T), které se zapínají nebo vypínají po dvou tak, aby střídavě napájely zatěžovanou fázi asynchronního motoru.

Také v tomto případě se na každém spínači umísťuje nulová dioda D1 nebo D2 tak, aby umožňovala průchod elektrického proudu tehdy, když jsou odpovídající spínače otevřeny.

Obr. 5 představuje zkratování horní části měniče, zatímco obr. 6 představuje zkratování dolní části měniče.

Porucha nevyhnutelně nepřipojuje odpovídající fázi k vrchnímu bodu nebo ke spodnímu bodu měniče. Jako příklad lze uvést, že pokud to je polovodič, který je vadnou součástí, a pokud je zkratovaným polovodičem vnitřní polovodič, pak existuje možnost blokování nepoškozených polovodičů bez způsobování jakéhokoli nadměrného krouticího momentu působícího na hřídel motoru.

Na druhé straně v případech, kdy porucha způsobuje průchod fáze na vrchní bod nebo spodní bod měniče, je zkratovací postup použitelný.

Proto je ochranný technický postup následující :

- (a) jestliže se na IGBT detekuje nesycení, pak řídicí elektronické zařízení způsobuje blokování všech IGBT bipolárních tranzistorů s izolovaným hradlem příslušného měniče;
- (b) jestliže se vnitřní IGBT vystavuje nadměrnému napětí, pak odpovídající spouštěč ochraňuje tento IGBT a vrací informaci o nadměrném napětí do řídicího elektronického zařízení, které vydává povel pro zapnutí IGBT bipolárních tranzistorů s izolovaným hradlem téže poloviny měniče a vydává povel pro vypnutí ostatních IGBT bipolárních tranzistorů s izolovaným hradlem.

Na příkladu si lze názorně představit poruchu, která způsobuje průchod fáze na vrchní bod měniče.

IGBT bipolární tranzistor s izolovaným hradlem je ovládán řídicím elektronickým zařízením, nicméně je však zkratován. Tento IGBT bipolární tranzistor s izolovaným hradlem je uveden do stavu zapnutí a zatěžovacím proudem je výstupní proud z měniče. IGBT bipolární tranzistory 3R a 4R jsou vypnuty.

Další krok činnosti tříúrovňového měniče normálně obsahuje vypnutí IGBT bipolárního tranzistoru 1R a zapnutí IGBT bipolárního tranzistoru 3R.

Co se stane pak ?

- 1) IGBT bipolární tranzistor 1R se nevypne, protože je vadný;
- 2) IGBT bipolární tranzistor 3R se zapne a způsobí zkratování smyčky C1, 1R, 2R, 3R, dioda.
- 3) IGBT bipolární tranzistor 2R a nebo IGBT bipolární tranzistor 3R nebudou syceny a odpovídající spouštěč bude blokovat jejich IGBT, přičemž informace o tomto stavu bude vrácena do řídicího elektronického zařízení;
- 4) řídicí elektronické zařízení bude požadovat blokování všech IGBT bipolárních tranzistorů měniče. Všechny IGBT bipolární tranzistory s izolovaným hradlem budou blokovány s výjimkou IGBT bipolárního tranzistoru 1R;
- 5) kolektor IGBT bipolárního tranzistoru 2R se připojí k vrchnímu bodu měniče;
- 6) vzhledem k tomu, že proud fáze R je výstupní, nebude možné blokovat IGBT bipolární tranzistor 2R za studena bez jeho poškození v důsledku nadměrného napětí (protože v důsledku blokování způsobí vodivost antiparalelních diod 3R a 4R). Avšak řídicí elektronické zařízení vydává povel pro blokování všech IGBT bipolárních tranzistorů s izolovaným hradlem;
- 7) řešení přijaté pro odvrácení poškození IGBT bipolárního tranzistoru 2R vychází z instalování ochrany proti účinkům nadměrného napětí na základě omezení špiček na všech spouštěcích. V případě nadměrného napětí budou aktivní špičková omezení automaticky snižovat napětí V_{ce} na předem stanovenou hodnotu a informace o tomto stavu bude odesílána do řídicího elektronického zařízení, pokud nadměrné napětí bude trvat příliš dlouho. Poté řídicí elektronické zařízení vydá rozhodnutí vyslat zapínací povel do té poloviny měniče, které odpovídá IGBT bipolární tranzistor vystavený účinku nadměrného napětí.

Obr. 5 představuje zkratování horní části měniče, zatímco obr. 6 předvádí zkratování dolní části měniče.

Vzhledem k tomu, že spínače I1R, I1S a I1T mají své emitory vzájemně propojeny a jejich příslušné kolektory jsou připojeny ke spínačům I2R, I2S a I2T, jak je to předvedeno na obr. 5, bude činnost zapínání spínačů I1R, I1S, I1T, I2R, I2S a I2T způsobovat zkrat mezi třemi fázemi R, S a T motoru. Napětí vstupních kondenzátorů pak přebírají spínače I3R, I3S, I3T, I4R, I4S a I4T.

Protože jsou spínače I4R, I4S a I4T mají své emitory vzájemně propojeny a jejich příslušné kolektory jsou připojeny ke spínačům I3R, I3S a I3T, jak je to předvedeno na obr. 5, bude v případě zkratování dolní části činnost zapínání spínačů I3R, I3S, I3T, I4R, I4S a I4T způsobovat zkrat mezi třemi fázemi R, S a T motoru. Napětí vstupních kondenzátorů pak přebírají spínače I1R, I1S, I1T, I2R, I2S a I2T.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Způsob symetrického vyrovnávání asymetrické poruchy, ke které může dojít v trakčním řetězu obsahujícím synchronní nebo asynchronní motor ovládaný dvouúrovňovým nebo víceúrovňovým napěťovým vodičem, který je sestaven ze statických spínačů používajících polovodiče, jako jsou IGBT bipolární polovodiče s izolovaným hradlem nebo bipolární polovodiče, vyznačující se tím, že jeden detekuje, zda porucha připojuje nebo může připojit fázi motoru k vrchnímu bodu nebo ke spodnímu bodu elektrického zdroje měniče, a že jeden zkratuje pouze tu polovinu měniče, která vykazuje poruchu na základě výsledku detekování.
2. Způsob symetrického vyrovnávání asymetrické poruchy podle nároku 1, vyznačující se tím, že všechny fáze napěťového měniče se trvale připojují k vrchnímu bodu nebo ke spodnímu bodu měniče, čímž vzniká možnost vyvolání symetrického třífázového zkratu u vstupu tohoto měniče bez způsobování jakéhokoli zkratu na jeho vstupu následně po detekování a určení místa poruchy.
3. Způsob symetrického vyrovnávání asymetrické poruchy podle nároku 2, vyznačující se tím, že fáze motoru se svádějí do vrchního bodu elektrického zdroje měniče, jestliže porucha je taková, že připojuje přinejmenším jednu fázi motoru k vrchnímu elektrickému zdroji měniče, a že všechny fáze motoru se svádějí do spodního bodu elektrického napájecího zdroje měniče, jestliže je porucha taková, že připojuje přinejmenším jednu fázi motoru ke spodnímu bodu elektrického napájecího zdroje měniče, což se dosahuje bez způsobování jakéhokoli zkratu na vstupu měniče.
4. Způsob symetrického vyrovnávání asymetrické poruchy podle nároku 3, vyznačující se tím, že porucha ve dvouúrovňovém měniči se lokalizuje na základě využití principu detekování nesycení IGBT bipolárního polovodiče s izolovaným hradlem.

5. Způsob symetrického vyrovnávání asymetrické poruchy podle nároku 3, v y z n a č u j í c í s e t í m , že porucha ve dvouúrovňovém měniči se lokalizuje na základě využití principu detekování nesycení a detekování aktivního špičkového omezení IGBT bipolárního polovodiče s izolovaným hradlem.

FIG. 1

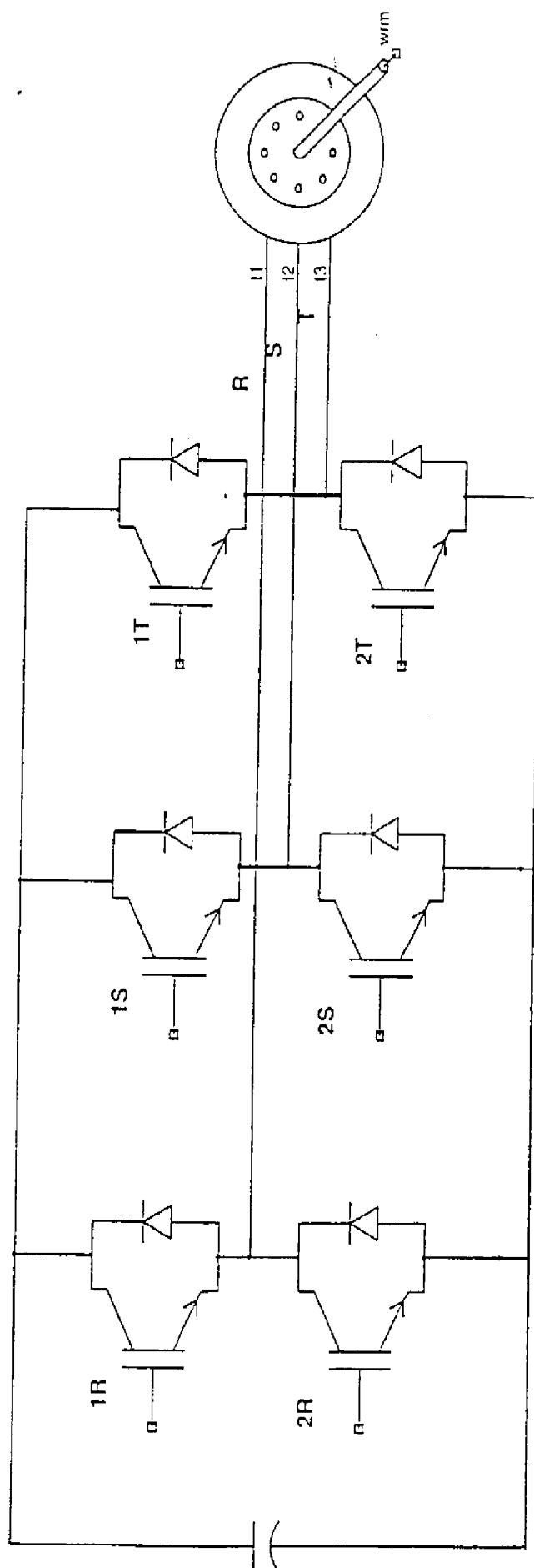


FIG. 2

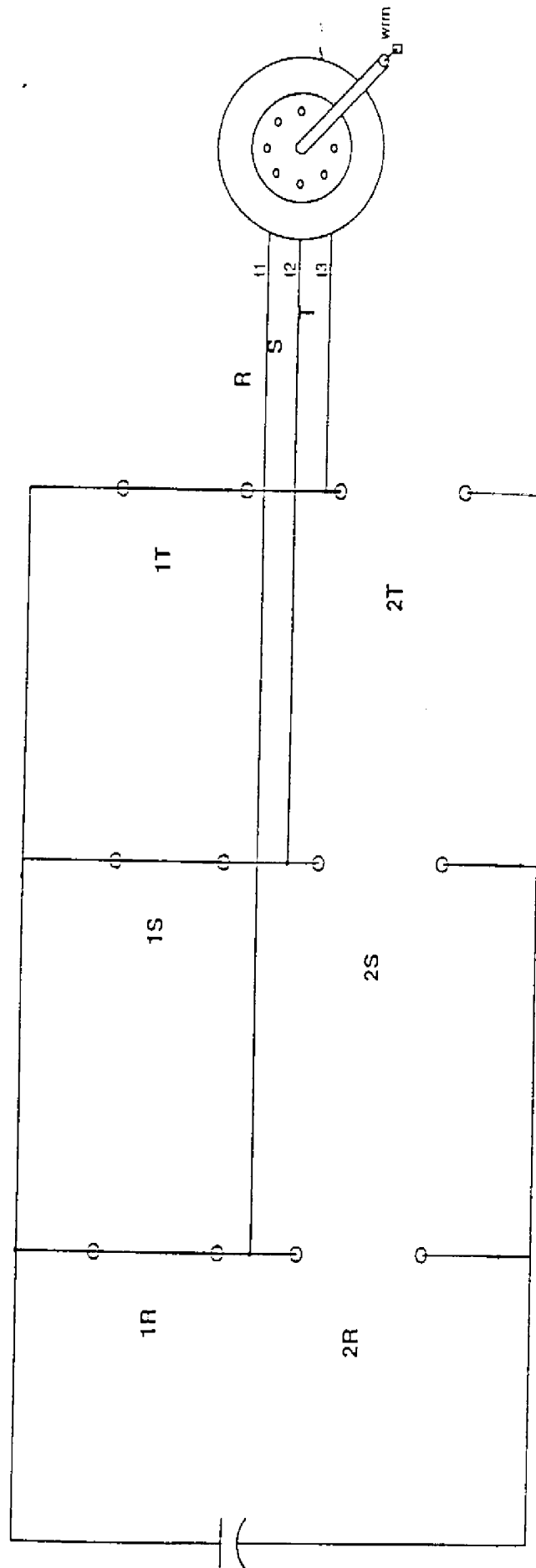


FIG. 3

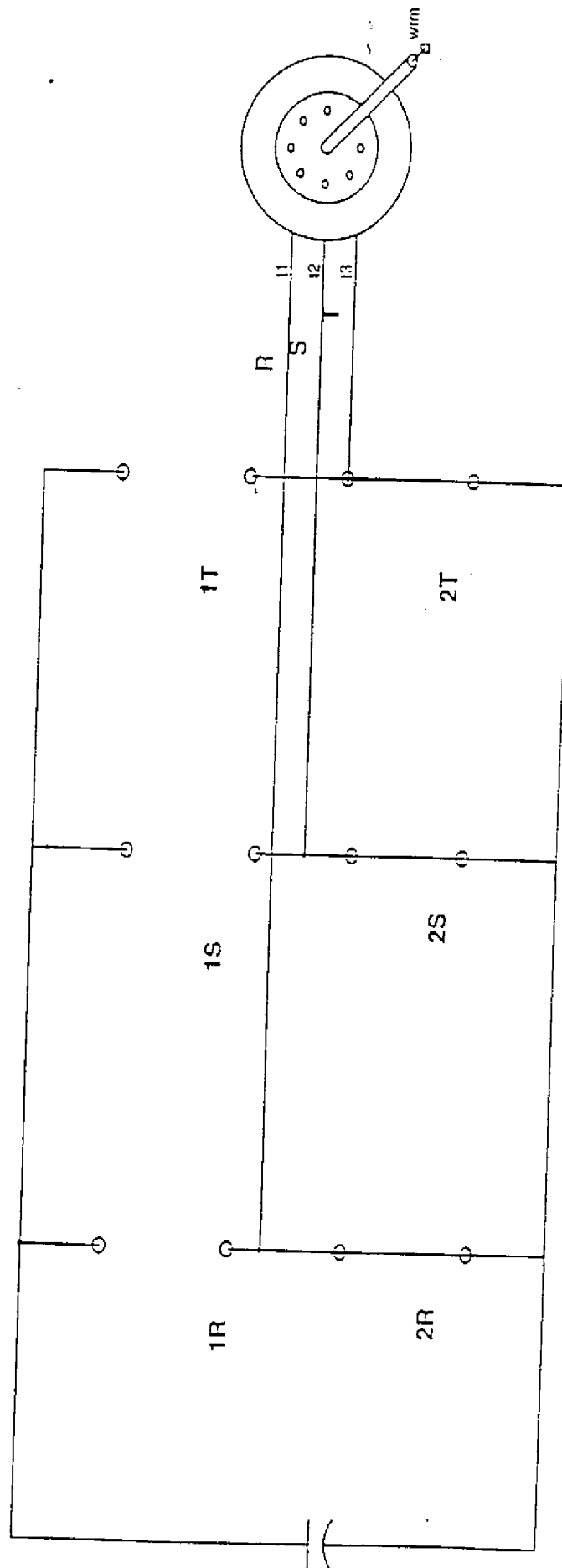


FIG. 4

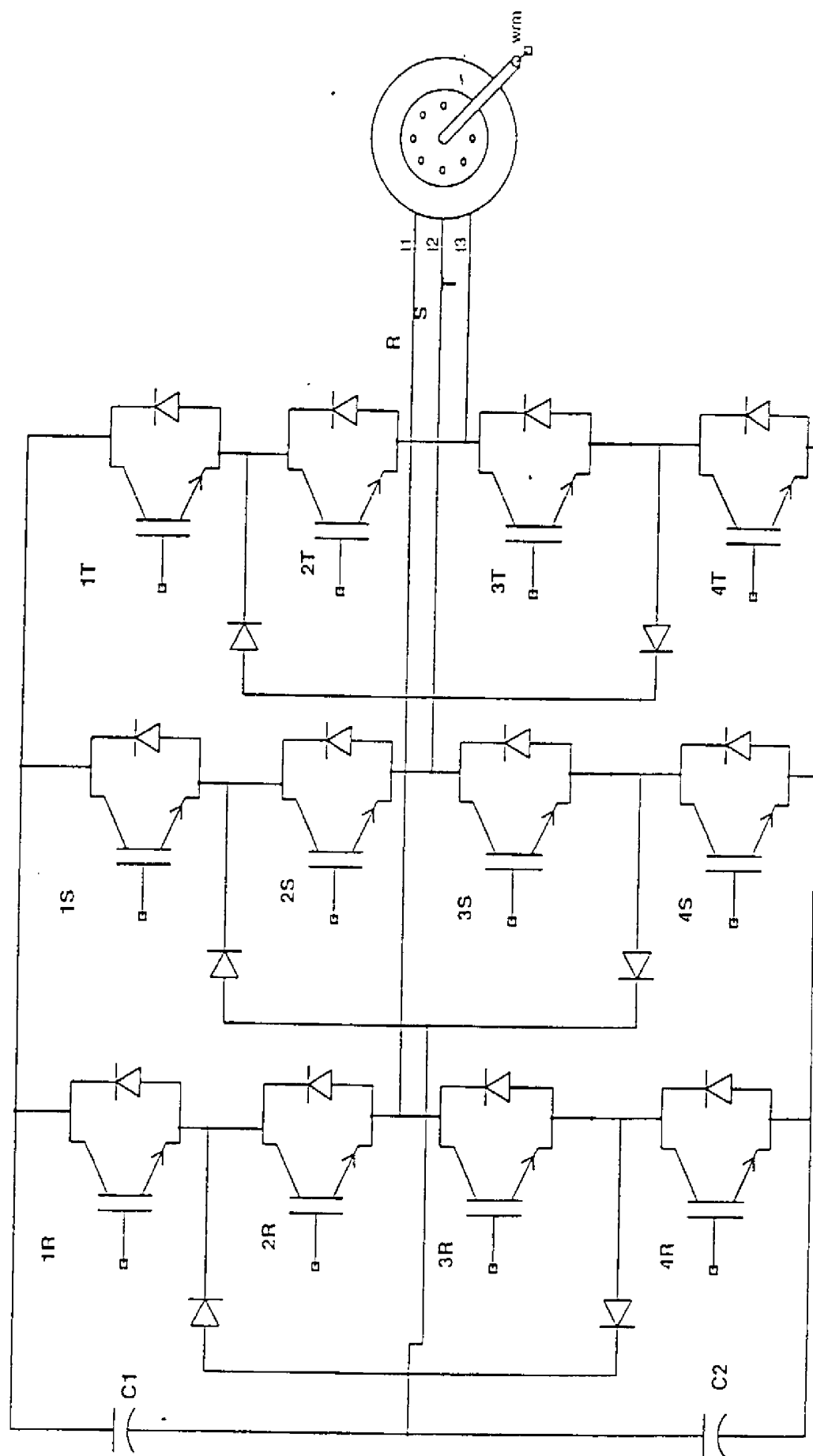


FIG. 5

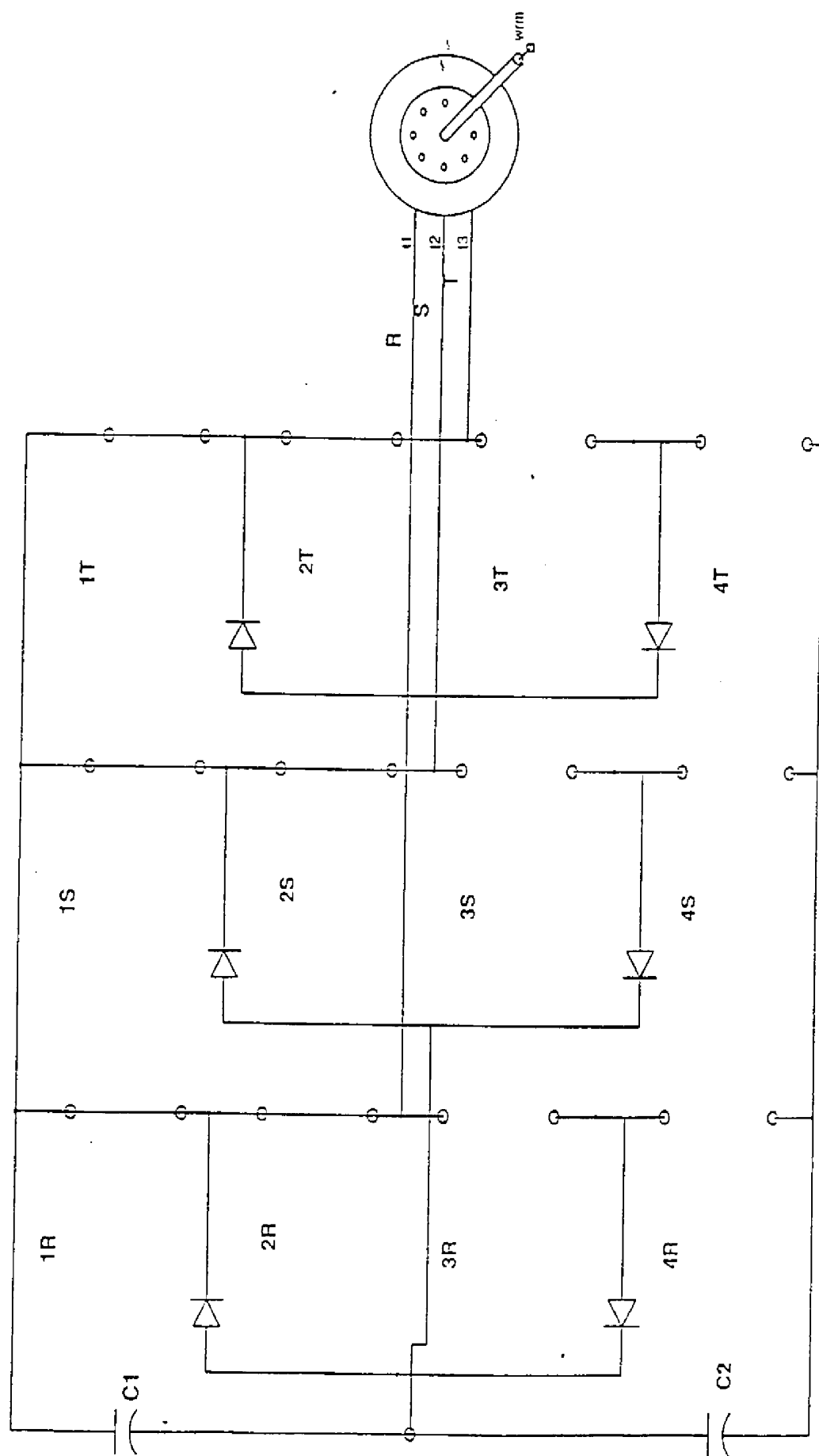


FIG. 6

