

PŘIHLÁŠKA VYNÁLEZU

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

(19)
ČESKÁ
REPUBLIKA



ÚŘAD
PRŮMYSLového
VLASTNICTVÍ

(22) Přihlášeno: **02.11.2004**

(40) Datum zveřejnění přihlášky vynálezu: **07.02.2007**
(Věstník č. 6/2007)

(21) Číslo dokumentu:

2004-1091

(13) Druh dokumentu: **A3**

(51) Int. Cl.:

H02M 5/20 (2006.01)

(71) Přihlašovatel:

AŽD PRAHA s. r. o., Praha, CZ

(72) Původce:

Burda Martin Ing., Plumlov, CZ
Martinec Josef Ing., Praha, CZ
Novák Jaroslav Ing., Říčany, CZ
Doubek Pavel Ing., Praha, CZ
Fuchs Pavel Ing., Praha, CZ

(74) Zástupce:

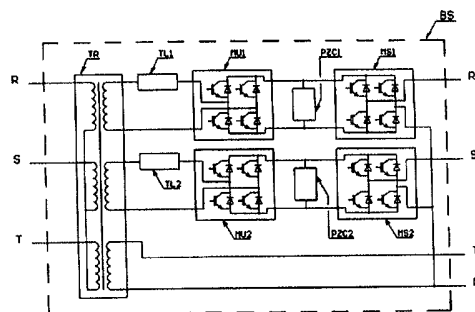
ing. Marie Smrčková, patentový zástupce, Velflíkova 8,
Praha 6, 16000

(54) Název přihlášky vynálezu:

Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač

(57) Anotace:

Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač (BS) k ovládání asynchronního trojfázového motoru (M) má tři vstupní fázová napětí fází (R, S, T), galvanicky oddělena od sebe navzájem transformátorem (TR) a tři výstupní fázová napětí fází (R', S', T'), jejichž společný uzel (N') je vytvořen spojením příslušných výstupů zdrojů jednotlivých napětí fází (R', S', T'), jejichž sinusová napětí a proudy vstupují do trojfázového asynchronního motoru (M) mají frekvenci napájecí soustavy. Zdrojem napětí fáze (R') je řízený první můstkový střídač (MS1), zdrojem napětí fáze (S') je řízený druhý můstkový střídač (MS2) a zdrojem napětí fáze (T') je sekundární vinutí transformátoru (TR) fáze (T). Nejméně dvě fáze (R, S) jsou napojeny na příslušné řízené můstkové usměrňovače (MU1, MU2), jejichž výstupy jsou napojeny na příslušné řízené můstkové střídače (MS1, MS2). Frekvence spínání usměrňovačů (MU1, MU2) a střídačů (MS1, MS2) je shodná s frekvencí vstupních fázových napětí fází (R, S, T). Každá z nejméně dvou fází (R, S) napětí je napojena na řízený můstkový usměrňovač (MU1, MU2) přes tlumivku (TL1, TL2). Mezi výstupy řízených můstkových usměrňovačů (MU1, MU2) jsou zapojeny protizákmitové členy (PZC1, PZC2). Mezi výstupy řízených můstkových usměrňovačů (MU1, MU2) a vstupy řízených můstkových střídačů (MS1, MS2) je vytvořen pro každou vstupní fázi (R, S) nezávislý stejnosměrný meziobvod, který neobsahuje prvky pro akumulaci energie.



Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač

Oblast techniky

Vynález se týká bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače k ovládání trojfázových asynchronních motorů zejména v oblasti zabezpečovacích zařízení železniční dopravy, např. přestavníků. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač má tři vstupní a tři výstupní fázová napětí.

Dosavadní stav techniky

V současné době se používá několik způsobů ovládání přestavníků s trojfázovými asynchronními motory. Bezpečnost ovládání přestavníků zejména v železniční dopravě je charakterizována základním požadavkem, že nesmí dojít k rozběhu motoru při poruše jedné či více částí spínače.

Jeden ze způsobů ovládání motoru přestavníku, zejména pro zabezpečovací zařízení v železniční dopravě, využívá relé I. bezpečnostní skupiny definovaného normou UIC 736 i, a bezpečnost ovládání je zajištěna atributy tohoto relé. Nevýhodou řešení je, že se jedná o kontaktní spínání s omezenou životností jak kontaktů, tak i mechanických částí tohoto typu relé. Další nevýhodou jsou velké rozměry relé.

Jiný způsob ovládání motoru přestavníku spočívá v použití většího počtu relé II. bezpečnostní skupiny definovaných normou UIC 736 i, kdy bezpečnost spínání je zajištěna atributy tohoto typu relé v součinnosti s dalšími kontrolními obvody. Nevýhodou je opět kontaktní spínání spojené s omezenou životností kontaktů i mechanických částí tohoto typu relé. Nevýhodou je také nutnost použití většího počtu relé II. bezpečnostní skupiny a dalších kontrolních obvodů pro zajištění požadované úrovně bezpečnosti.

Dalším způsobem ovládání motoru přestavníku je použití elektronického měniče. Vstupní napětí v měniči je pomocí bloku usměrňovačů usměrňováno a filtrováno akumulacním prvkem (kondenzátorem). Vyhlazené stejnosměrné napětí je následně pomocí bloků spínačů převedeno pomocí pulsně - šířkové modulace na napětí o síťovém kmitočtu. Mezi blokem usměrňovačů a blokem spínačů je tedy stejnosměrný meziobvod s akumulacním prvkem (kondenzátorem). Tento stejnosměrný meziobvod je společný pro všechny tři fáze. Frekvence spínání bloků spínačů je mnohonásobně vyšší než výsledná síťová frekvence. Bezpečnost ovládání motoru přestavníku je zajištěna principem, kdy se při poruše dílčí části bloku spínačů dostává na výstup měniče stejnosměrné napětí, které nevyvolává točivý moment, ale působí aktivně proti otáčení rotoru – brzdí motor. Výhodou

řešení je bezkontaktní spínání motoru přestavníku a možnost reverzace chodu motoru. Nevýhodou řešení je vznik vyšších harmonických složek napětí a proudů, které je nutné odstranit pomocí přídavného výstupního filtru. Pokud je navíc požadavek na izolovanou napájecí soustavu motoru přestavníku, dochází k dalším komplikacím, protože nelze filtr uzemnit a odvádět tak vysokofrekvenční složky.

Podstata vynálezu

Uvedené nevýhody se odstraní nebo podstatně omezí bezpečným trojfázovým bezkontaktním spínačem podle tohoto vynálezu. Podstata tohoto vynálezu spočívá v tom, že bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač má tři vstupní fázová napětí fází, galvanicky oddělená transformátorem od sebe navzájem, a za galvanickým oddělením fázových napětí až na výstupu zdrojů jednotlivých fází je vytvořen společný uzel soustavy spojením příslušných vodičů jednotlivých fází, přičemž sinusová napětí a proudy vstupující do trojfázového asynchronního motoru mají frekvenci napájecí soustavy. Zdrojem napětí první výstupní fáze je řízený první můstkový střídač. Zdrojem napětí druhé výstupní fáze je řízený druhý můstkový střídač. Zdrojem napětí třetí výstupní fáze je sekundární vinutí transformátoru nebo řízený třetí můstkový střídač.

Společný uzel jednotlivých fází výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače je vytvořen až za řízenými můstkovými střídači.

Nejméně dvě fáze jsou napojeny na příslušné řízené můstkové usměrňovače, jejichž výstupy jsou napojeny na příslušné řízené můstkové střídače. Frekvence spínání řízených můstkových usměrňovačů a řízených můstkových střídačů je shodná s frekvencí vstupních fázových napětí.

Za řízenými usměrňovači jsou vytvořeny nezávislé stejnosměrné meziobvody neobsahující žádné prvky pro akumulaci energie.

Pro zabránění zpětného ovlivňování napájecí soustavy, zejména rušením, je před každým řízeným můstkovým usměrňovačem zapojena tlumivka.

Za účelem potlačení napěťových rázů, způsobených funkcí řízených střídačů, jsou mezi vstupy řízených můstkových střídačů zapojeny protizákmitové členy.

Hlavní výhodou tohoto vynálezu je bezkontaktní ovládání trojfázového asynchronního motoru, které odstraňuje nedostatky stávajících elektronických měničů, t.j. že bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač na svém výstupu neprodukuje vyšší harmonické složky napětí a proudu. Nový princip bezpečného bezkontaktního spínače podle tohoto vynálezu pracuje jen se sinusovými napětími a proudy o frekvenci napájecí soustavy. Vstupem pro bezpečný bezkontaktní spínač jsou tři fázová napětí, která jsou vzájemně od sebe galvanicky

oddělena. Dvě fázová napětí jsou dále odděleně zpracována pomocí řízených usměrňovačů, na jejichž výstupech je napětí tvořené kladnými půlvlnami, tj. dochází k obrácení záporné půlvlny do kladné polarity. Za řízenými usměrňovači jsou zapojeny řízené střídače, které zpětně převádějí napětí tvořené pouze kladnými půlvlnami na sinusový průběh napětí. Mezi řízenými usměrňovači a řízenými střídači je vytvořen stejnosměrný meziobvod, který neobsahuje žádný akumulací prvek energie a který je pro každou vstupní fázi samostatný. Frekvence spínání řízených střídačů je shodná s frekvencí příslušného vstupního fázového napětí. Protože asynchronní motor představuje induktivní zátěž, dochází při jeho chodu k odběru jalové složky energie. Řízené usměrňovače i řízené střídače jsou konstruovány tak, aby umožnily přenos zpětných složek proudu, tj. jalové složky energie zpětně z motoru do napájecí sítě. Třetí fázové napětí je přivedeno na výstupní část přímo bez úprav. Vytvoření společného uzlu jednotlivých fází je provedeno až za řízenými střídači.

Bezpečnost spínače je posuzována pro stav, kdy je motor v klidu a nejsou přiváděny signály na žádné spínací prvky. Jednotlivé nebo vícenásobné poruchy se projeví bezpečným směrem, tj. zvýšením proudu, na který reaguje jisticí prvek zařazený před bezpečným trojfázovým bezkontaktním spínačem nebo výskytem stejnosměrného napětí na výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače, což má za následek vyvolání brzdného účinku na motor.

Tvorba řídicích signálů pro ovládání řízených usměrňovačů a střídačů ve dvou příslušných fázích se řeší běžnými vhodnými způsoby.

Reverzace motoru může být dosaženo běžnými známými způsoby.

Přehled obrázků na výkresech

Vynález je podrobně popsán na příkladných provedeních, která jsou objasněna na výkresech, z nichž představuje blokové schéma bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače na

obr. 1 v základní sestavě,

obr. 2 aplikace s blokem odpojování a reverzací a s připojeným motorem a

obr. 3 aplikace podle obr. 2 navíc s kontaktovou sadou.

Na obr. 4 jsou znázorněny průběhy napětí ve stejnosměrných meziobvodech a

na obr. 5 jsou znázorněny průběhy napětí na výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače.

Příkladná provedení vynálezu

Příklad 1

(obr.1, 4, 5)

Na obr. 1 je znázorněno základní blokové schéma bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS, který je tvořen trojfázovým transformátorem TR, tlumivkami TL1, TL2, můstkovými usměrňovači MU1, MU2, protizákmitovými členy PZC1, PZC2 a můstkovými střídači MS1, MS2. Na obr. 1 je schematicky znázorněno příkladné konkrétní zapojení usměrňovačů MU1, MU2 a střídačů MS1, MS2 pomocí diod a tranzistorů.

Na primární vinutí transformátoru TR jsou připojena síťová napětí R, S, T rozvodné sítě.

První výstup sekundárního vinutí fáze R transformátoru TR je přes první tlumivku TL1 připojen na první vstup prvního můstkového usměrňovače MU1. Druhý výstup sekundárního vinutí fáze R je připojen na druhý vstup prvního můstkového usměrňovače MU1. Kladný výstup prvního můstkového usměrňovače MU1 je připojen na první vstup prvního můstkového střídače MS1. Záporný výstup prvního můstkového usměrňovače MU1 je připojen na druhý vstup prvního můstkového střídače MS1. Mezi kladný a záporný výstup prvního můstkového usměrňovače MU1 je připojen první protizákmitový člen PZC1. První výstup prvního můstkového střídače MS1 představuje fázi R' výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS. Druhý výstup prvního můstkového střídače MS1 je připojen do společného uzlu N'.

První výstup sekundárního vinutí fáze S transformátoru TR je přes druhou tlumivku TL2 připojen na první vstup druhého můstkového usměrňovače MU2. Druhý výstup sekundárního vinutí fáze S je připojen na druhý vstup druhého můstkového usměrňovače MU2. Kladný výstup druhého můstkového usměrňovače MU2 je připojen na první vstup druhého můstkového střídače MS2. Záporný výstup druhého můstkového usměrňovače MU2 je připojen na druhý vstup druhého můstkového střídače MS2. Mezi kladný a záporný výstup druhého můstkového usměrňovače MU2 je připojen druhý protizákmitový člen PZC2. První výstup druhého můstkového střídače MS2 představuje fázi S' výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS. Druhý výstup druhého můstkového střídače MS2 je připojen do společného uzlu N'.

První výstup sekundárního vinutí fáze T transformátoru TR představuje fázi T' výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS. Druhý výstup sekundárního vinutí fáze T transformátoru TR je přiveden do společného uzlu N'.

Společný uzel N' je tedy vytvořen druhým výstupem prvního můstkového střídače MS1, druhým výstupem druhého můstkového střídače MS2 a druhým výstupem

sekundárního vinutí fáze I transformátoru TR. Společný uzel N' jednotlivých fází R', S', T' je tedy vytvořen až za řízenými střídači MS1, MS2.

Transformátor TR slouží ke galvanickému oddělení primárních vinutí vstupních napájecích napětí jednotlivých fází R, S, T od sekundárních vinutí fází R, S, T a současně galvanicky odděluje jednotlivá sekundární vinutí R, S, T vzájemně.

Tlumivky TL1, TL2 slouží k potlačení zpětných proudových rázů, vznikajících při funkci usměrňovačů MU1, MU2 a střídačů MS1, MS2.

Protizákmitové členy PZC1, PZC2 slouží k potlačení napěťových rázů, vznikajících při komutaci proudu mezi tranzistory a diodami v řízených střídačích MS1, MS2.

Můstkové usměrňovače MU1, MU2 a můstkové střídače MS1, MS2 jsou tvořeny elektronickými bezkontaktními spínacími prvky, např. tranzistory MOSFET, tranzistory IGBT atd., a dalšími polovodičovými prvky, kupř. diodami.

Vstupem pro bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač BS jsou tři fázová napětí fází R, S, T, která se vzájemně galvanicky oddělí pomocí transformátoru TR. Dvě fázová napětí fází R, S, jsou dále odděleně zpracována pomocí řízených můstkových usměrňovačů MU1, MU2, na jejichž výstupech je tepavé stejnosměrné napětí. Můstkové usměrňovače MU1, MU2 jsou konstruovány tak, aby umožňovaly přenos jalové složky energie zpět do rozvodné napájecí sítě. Za řízenými můstkovými usměrňovači MU1, MU2 jsou zapojeny řízené můstkové střídače MS1, MS2, které zpětně převádí tepavé napětí na sinusový průběh příslušné fáze R', S'. Mezi usměrňovači MU1, MU2 a střídači MS1, MS2 vzniknou dva nezávislé stejnosměrné meziobvody, neobsahující žádný prvek pro akumulaci energie. Frekvence spínání usměrňovačů MU1, MU2 i střídačů MS1, MS2 je shodná s frekvencí vstupních fázových napětí. Můstkové střídače MS1, MS2 jsou konstruovány tak, aby umožnily přenos jalové složky elektrické energie. Vstupní třetí fázové napětí fáze T je po galvanickém oddělení transformátorem TR přímo přivedeno na výstup bezpečného bezkontaktního spínače BS bez dalších úprav jako fáze T'. Ve výstupní části jsou spojeny příslušné vodiče od jednotlivých fázových napětí a dochází tak k vytvoření uzlu N' soustavy.

Tvorba řídicích signálů pro ovládání řízených usměrňovačů MU1, MU2 a střídačů MS1, MS2 ve dvou příslušných fázích je závislá na konkrétní aplikaci, přenášených výkonech energie, frekvenci vstupních napětí, fází R, S, T, vzdáleností připojeného motoru od vlastního spínače BS atp.

Z obr. 4 jsou zřejmé průběhy napětí ve stejnosměrných meziobvodech v závislosti na fázi signálu vyjádřeném v radiánech. Křivka (a) představuje průběh napětí stejnosměrného meziobvodu fáze R'. Křivka (b) představuje průběh napětí stejnosměrného meziobvodu fáze S'. Ze znázorněných závislostí na obr. 4 je patrné, že řízené usměrňovače MS1, MS2 převádí sinusový signál vstupního napětí pouze na kladné půlvlny.

Z obr. 5 jsou patrné průběhy napětí na výstupu bezpečného spínače v závislosti na fázi signálu vyjádřeném v radiánech. Křivka (c) představuje průběh napětí fáze $\underline{T'}$, křivka (d) představuje průběh napětí fáze $\underline{R'}$ a křivka (e) představuje průběh napětí fáze $\underline{S'}$. Ze znázorněných průběhů napětí vyplývá, že řízené můstkové střídače MS1, MS2 zpětně převádí napětí stejnosměrných meziobvodů, tvořených pouze kladným i půlvlnami, na sinusový průběh napětí.

Příklad 2

(obr. 2)

Na obr. 2 je znázorněno blokové schéma příkladu aplikace bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS, obsahující blok BOR odpojení a reverzace a trojfázový asynchronní motor M.

Výstup $\underline{R'}$ bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je připojen na první vstup bloku BOR odpojení a reverzace. První výstup bloku BOR odpojení a reverzace je připojen na první vstup asynchronního motoru M.

Výstup $\underline{S'}$ bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je připojen na druhý vstup bloku BOR odpojení a reverzace. Druhý výstup bloku BOR odpojení a reverzace je připojen na druhý vstup asynchronního motoru M.

Výstup $\underline{T'}$ bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je připojen na třetí vstup bloku BOR odpojení a reverzace. Třetí výstup bloku BOR odpojení a reverzace je připojen na třetí vstup asynchronního motoru M.

Výstup ze společného uzlu $\underline{N'}$ bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS není v tomto zapojení připojován.

Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač BS v součinnosti s blokem BOR odpojení a reverzace zajišťuje odpojení a ovládání trojfázového asynchronního motoru M v obou směrech otáčení. Tato aplikace je určena např. pro ovládání motoru přestavníku v železniční technice pro přestavení výhybek do obou poloh v trojvodičovém připojení trojfázového asynchronního motoru M přestavníku.

Příklad 3

(obr. 3)

Na obr. 3 je znázorněno blokové schéma příkladu aplikace bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS, obsahující blok BOR odpojení a reverzace a trojfázový asynchronní motor M, jehož nedílnou součástí je kontaktní sada KS.

Výstup $\underline{R'}$ bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je připojen na první vstup bloku BOR odpojení a reverzace. První výstup bloku BOR odpojení a reverzace je

připojen na první vstup kontaktové sady KS. První výstup kontaktové sady KS je připojen na první vstup trojfázového asynchronního motoru M.

Výstup S' bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je připojen na druhý vstup bloku BOR odpojení a reverzace. Druhý výstup bloku BOR odpojení a reverzace je připojen na druhý vstup kontaktové sady KS. Druhý výstup kontaktové sady KS je připojen na druhý vstup trojfázového asynchronního motoru M.

Výstup T' bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je připojen na třetí vstup bloku BOR odpojení a reverzace. Třetí výstup bloku BOR odpojení a reverzace je připojen na třetí vstup kontaktové sady KS. Třetí výstup kontaktové sady KS je připojen na třetí vstup trojfázového asynchronního motoru M.

Výstup ze společného uzlu N' bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače BS je přímo připojen na čtvrtý vstup kontaktové sady KS.

Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač BS s blokem BOR odpojení a reverzace provádí odpojení a ovládání asynchronního trojfázového motoru M s kontaktovou sadou KS v obou směrech otáčení. Tato aplikace je vhodná např. pro řízení asynchronního trojfázového motoru M přestavníku v železniční technice pro přestavení výhybek do obou poloh ve čtyřvodičovém připojení asynchronního trojfázového motoru M přestavníku.

Uvedená příkladná provedení neomezují další varianty a kombinace řešení v rámci myšlenky patentových nároků tohoto vynálezu.

Průmyslová využitelnost

Technické řešení je určeno pro všechny oblasti s požadavkem bezpečného ovládání trojfázových asynchronních motorů M. Lze ho použít v oblasti železničního zabezpečovacího zařízení pro ovládání přestavníků s trojfázovými asynchronními motory M. Řešení lze použít i v jiných oblastech, které vyžadují bezkontaktní spínání s obdobnými požadavky.

PATENTOVÉ NÁROKY

1. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač k ovládání trojfázových asynchronních motorů, zejména v oblasti zabezpečovacích zařízení železniční dopravy, např. přestavníků, má tři vstupní fázová napětí fází (R, S, T) a tři výstupní fázová napětí fází (R', S', T'),

vyznačující se tím, že

tři vstupní fázová napětí fází (R, S, T) jsou galvanicky oddělena od sebe navzájem transformátorem (TR) a

tři výstupní fázová napětí fází (R', S', T') mají společný uzel (N'), vytvořený spojením příslušných výstupů zdrojů jednotlivých napětí fází (R', S', T'), jejichž sinusová napětí a proudy vstupující do trojfázového asynchronního motoru (M) mají frekvenci napájecí soustavy, kde

zdrojem napětí fáze (R') je řízený první můstkový střídač (MS1),

zdrojem napětí fáze (S') je řízený druhý můstkový střídač (MS2) a

zdrojem napětí fáze (T') je sekundární vinutí transformátoru (TR) fáze (T).

2. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač podle nároku 1,

vyznačující se tím, že

společný uzel (N') jednotlivých fází (R', S', T') výstupu bezpečného trojfázového bezkontaktního spínače (BS) je vytvořen až za řízenými můstkovými střídači (MS1, MS2).

3. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač podle nároku 1 nebo 2,

vyznačující se tím, že

nejméně dvě fáze (R, S) jsou napojeny na příslušné řízené můstkové usměrňovače (MU1, MU2), jejichž výstupy jsou napojeny na příslušné řízené můstkové střídače (MS1, MS2), přičemž frekvence spínání usměrňovačů (MU1, MU2) a střídačů (MS1, MS2) je shodná s frekvencí vstupních fázových napětí fází (R, S, T).

4. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač podle nároku 3,

vyznačující se tím, že

mezi řízeným můstkovým usměrňovačem (MU1, MU2) a řízeným můstkovým střídačem (MS1, MS2) pro každou vstupní fázi (R,S) je vytvořen nezávislý stejnosměrný meziobvod bez prvků pro akumulaci energie.

5. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač podle některého z nároků 1 až 4,

vyznačující se tím, že

fáze (R) je napojena na řízený první můstkový usměrňovač (MU1), jehož výstup je napojen na řízený první můstkový střídač (MS1) a fáze (S) je napojena na řízený druhý můstkový usměrňovač (MU2), jehož výstup je napojen na řízený druhý můstkový střídač (MS2).

6. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač podle některého z nároků 1 až 5,

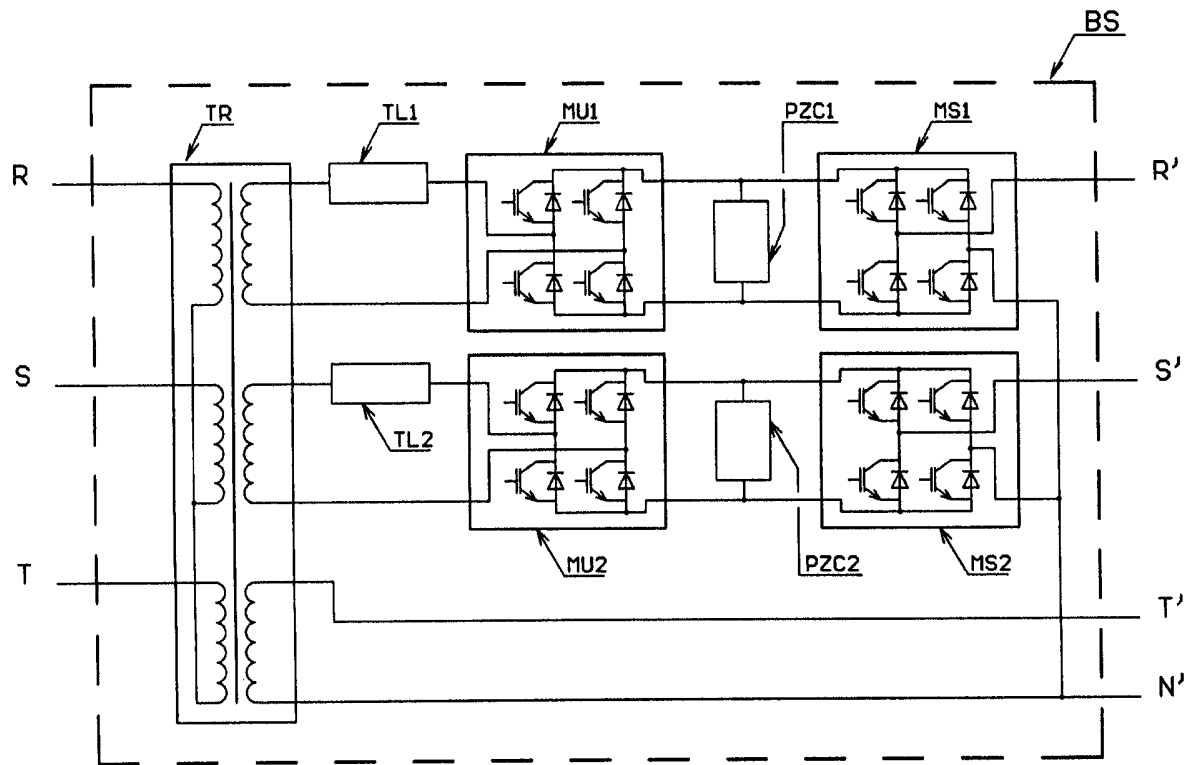
vyznačující se tím, že

každá z nejméně dvou fází (R,S) napětí je napojena na řízený můstkový usměrňovač (MU1, MU2) přes tlumivku (TL1, TL2).

7. Bezpečný trojfázový bezkontaktní spínač podle některého z nároků 1 až 6,

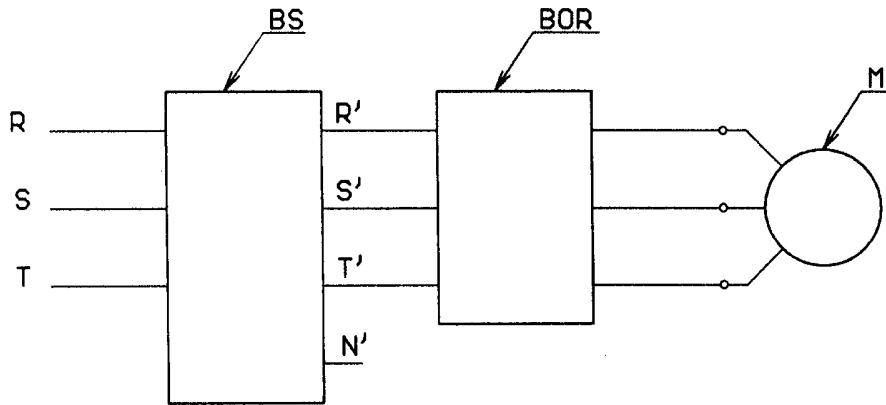
vyznačující se tím, že

mezi výstupy řízených můstkových usměrňovačů (MU1, MU2) jsou zapojeny protizákmitové členy (PZC1, PZC2), které neslouží k akumulaci energie ve stejnosměrných meziobvodech.

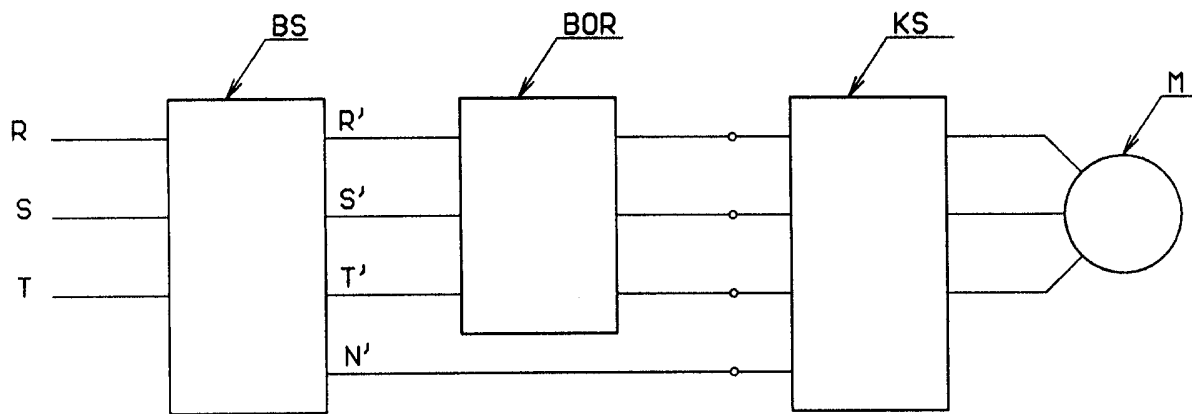


Obr. 1

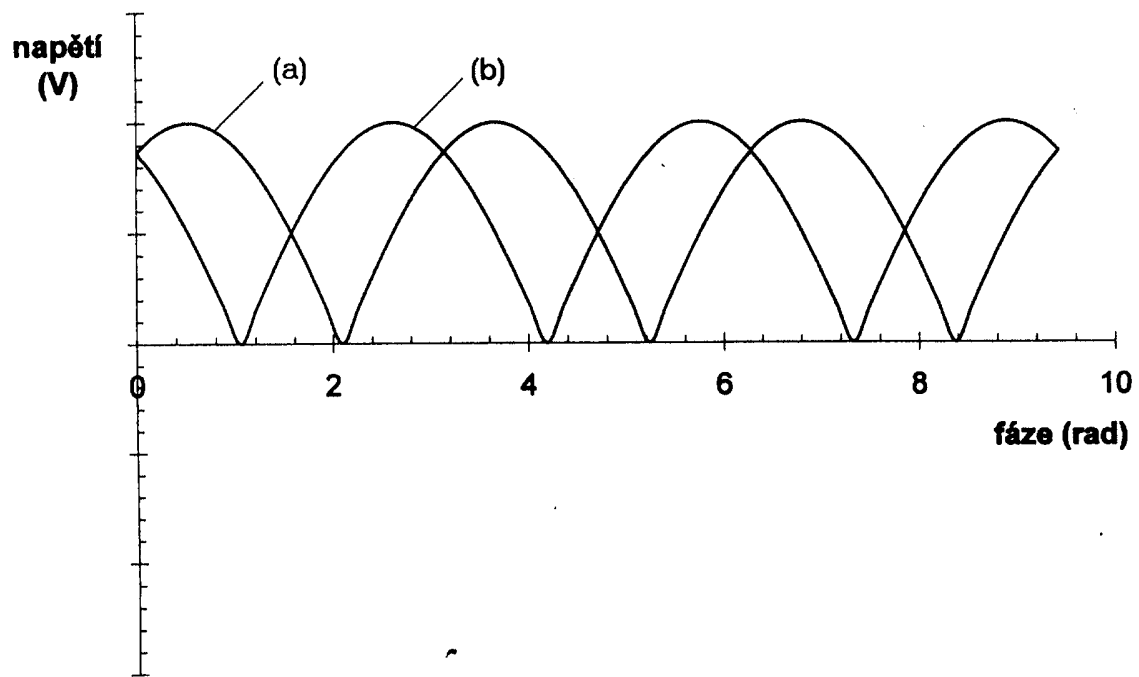
2/3



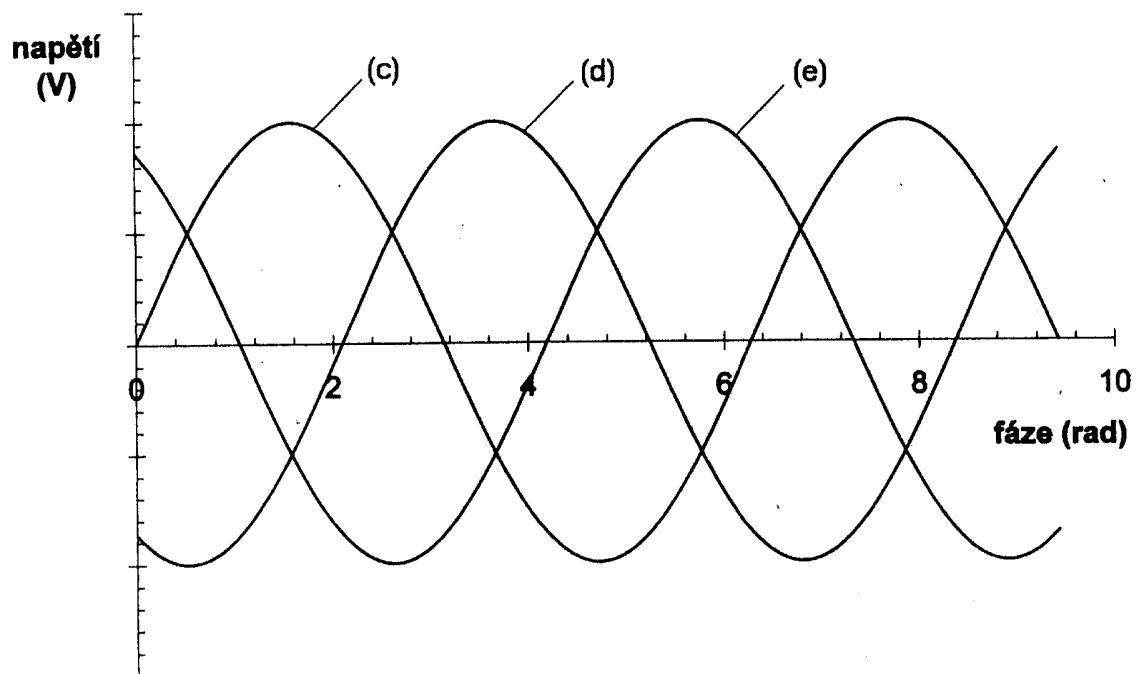
Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4



Obr. 5