

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

212392

(11)

(B1)



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

(22) Přihlášeno 03 06 80
(21) (PV 3902-80)

(40) Zveřejněno 31 07 80

(45) Vydáno 15 07 84

(51) Int. Cl.³
H 02 H 7/122

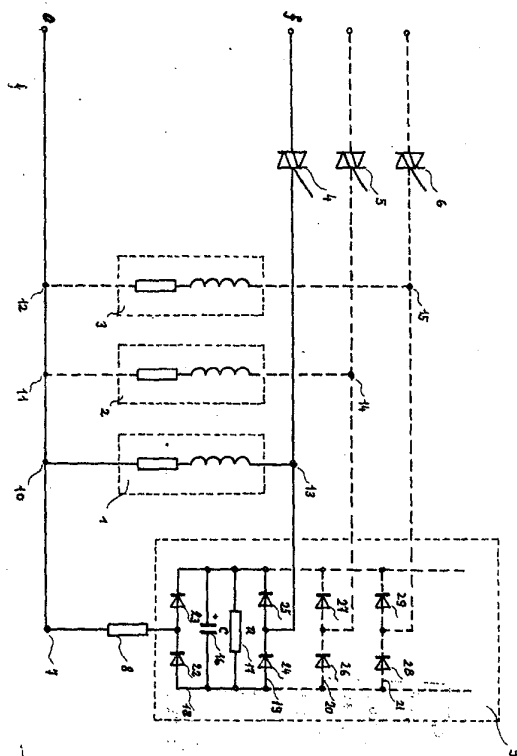
(75)

Autor vynálezu

SKÁLA MIROSLAV ing., NÝROV, WILLMANN JIŘÍ ing., BRNO

(54) Zapojení pro ochranu polovodičového spínacího prvku, zejména triaku
zapojeného v sérii s induktivní zátěží

Vynález se týká oboru automatizace a regulace. Zapojení podle vynálezu řeší připojení ochrany paralelně k induktivní zátěži, čímž se dosáhne ochrany triaku, respektive jeho anod, i jednotlivých přechodů řídicí elektrody vůči oběma anodám. Podstatou vynálezu je zapojení ochrany, vyznačující se tím, že ochrana je připojena paralelně k zátěži, přičemž je tvořena paralelní kombinací kondenzátoru a odporu, k níž je paralelně připojena první větev v sérii souhlasně zapojených diod a s ní v paralelním zapojení alespoň jedna druhá větev souhlasně zapojených diod polarizovaných stejně jako diody první větve, společný uzel obou diod první větve je připojen přes ochranný odpor na společný uzel prvních konců zátěží a jednotlivé uzly diod druhých větví jsou připojeny vždy na jeden z konců induktivních zátěží, přičemž počet druhých větví je roven počtu polovodičových prvků.



Vynález řeší zapojení pro ochranu polovodičového spínacího prvku, zejména triaku zapojeného v sérii s induktivní zátěží, chránící polovodičový spínací prvek před zničením v důsledku střídavého rozpínání a zapínání induktivní zátěže s indukčností blízkou a větší než 1 H .

Dosud známým zapojením a provedením, které řeší ochranu polovodičového spínacího prvku, je například selimit, což je selénový svodič napětí. Prakticky se jedná o selénové usměrňovače pro nepatrný výkon. Připojují se paralelně k chráněnému prvku, například triaku, takže jsou namáhány v nepropustném směru.

Závěrné napětí selimitu se volí tak, aby bylo o málo větší než je napětí provozní - síťové. Použití selimitu se doporučuje pro ochranu triaků pro jejich velkou účinnost při vychytávání napěťových rušících a proti triak nebezpečných impulsů. Není však přesně známo, je-li tato ochrana účinná i při rozpínání a zapínání induktivních zátěží blízkých a větších než 1 H . I tato ochrana má své malé zpoždění, ať již vlivem vlastního mechanismu činnosti, nebo vlivem indukčnosti přívodů, a nebude bezpečně chránit spínací polovodičový prvek při spínání a rozpínání zátěží induktivního charakteru blízkých a větších než 1 H . Další známé provedení ochrany je diodová ochrana s kondenzátorem, což představuje prakticky tento kondenzátor o velké kapacitě, připojený paralelně přes diody k chráněné součástce - triaku.

Přitom napětí na kondenzátoru je rovno přibližně napětí provoznímu - síťovému, které je na chráněné součástce. Přijde-li rušivý kmit, který překročí napětí na kondenzátoru, otevře se příslušná dioda a formou nabíjení kondenzátoru se kmit zkratuje. Nevýhody této ochrany jsou podobné, jak byly popsány u selimitu. Je nutné uvést, že i tato ochrana se připojuje k chráněnému prvku paralelně. Nejčastěji je používána RC-ochrana pro svou jednoduchost. Její spolehlivost je podstatně menší než spolehlivost předchozích dvou ochranných. Zátěže s velkou indukčností přibližně 1 H a dokonce i menší indukčnosti jsou pro tuto ochranu nepřekonatelnou překážkou.

Lze ji doporučit jen pro odrušení zátěží řádově desítky mH. Tato ochrana je velmi nevalitní pro náročné zapojení. Jak již bylo uvedeno, je všeobecná tendence zapojovat ochrany paralelně k chráněnému prvku-triaku. Při paralelní ochraně polovodičového spínacího prvku vznikne odpojováním zátěže s velkou indukčností vysokofrekvenční kmit, přičemž může vlivem velké indukčnosti amplituda tohoto kmitu dosáhnout až sedminásobku amplitudy síťového napětí, pro který nelze zanedbat vnitřní odpor sítě, jež není nulový.

Ochrana potom podle své kvality a účinnosti více nebo méně velikost napěťových kmitů omezí. Při rozpínání větších indukčností $L \approx 1 \text{ H}$ má vzniklý kmit navíc velkou energii a přesto, že ochrana se podílí na zmenšení jeho amplitudy, dochází v mnohých případech ke zničení triaku. Rušivý kmit, který je vysokofrekvenčního charakteru, způsobí, že ochrana není ideální ve smyslu rychlosti účinku, jež je omezen impedancí přívodních vodičů. Na triaku zůstává tedy napěťový překmit - i když s menší amplitudou. Tento překmit vzniklý při rozpojení induktivní zátěže s indukčností řádově 1 H má relativně velkou energii ve srovnání s případem rozpínání indukčností řádově desítky mH a může poškodit triak, přestože je chráněn paralelně připojenou ochranou, jelikož ochrana nestačí pohltit veškerou energii.

Dojdeme k závěru, že připojení ochrany paralelně ke chráněnému prvku není nejlepším řešením. Nevýhody paralelního připojení ochrany k chráněnému polovodičovému spínacímu prvku lze ukázat na mechanismu činnosti můstkové ochrany. Můstková ochrana drží na kondenzátoru napětí o velikosti spínacího napětí, čímž je odpojována od chráněného obvodu, nechrání triak až do doby, kdy na něm začne přerůstat napětí hodnotu, na kterou je nabit kondenzátor ochrany u (síťového napětí je to přibližně 300 V). K omezení kmitu nedochází okamžitě. Vezmeme-li v úvahu, že ochrana nepracuje v ideálních podmínkách - indukčnost přívodů ochrany, spínací časy diod, vnitřní odpor $\sim t_{gs}$ a k tomu vysokofrekvenční charakter

kmitu - dojdeme k závěru, že ochrana nemůže být použita, respektive její způsob připojení není vhodný pro induktivní zátěže, přesahující určitou hodnotu, prakticky 0,5 H.

Jinak řečeno: než se uvede ochrana do činnosti, je již na triaku napětí podstatně větší než zmíněné napětí na kondenzátoru. Toto napětí dosahuje při rozpínání induktivní zátěže o indukčnosti přibližně 1 H hodnoty 1 000 až 1 200 V. Velikost tohoto napětí závisí na zpoždění ochrany. Zpoždění může být relativně i velice malé - řádově μs - aby již byla ochrana neúčinná. Je-li nárůst vzniklého kmitu napětí vlivem rozpojení podstatně větší, než je například pro triak dovolená strmota nárůstu blokovacího napětí a komutačního napětí udávaného výrobcem jako maximální hodnota, dochází ke zničení triaku i při aplikaci můstkové, popřípadě jiné reálně dostupné ochrany, která je připojena paralelně k chráněnému polovodičovému spínacímu prvku - triaku. Je tomu tak zvláště v případě velké indukčnosti zátěže, jelikož energie kmitu je úměrná velikosti indukčnosti.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zapojení pro ochranu polovodičového spínacího prvku, zejména triaku zapojeného v sérii s induktivní zátěží podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že ochranný obvod je připojen paralelně k induktivní zátěži, přičemž je tvořena paralelní kombinací kondenzátoru a odporu, k níž je paralelně připojena první větve tvořená v sérii souhlasně zapojenými diodami a s ní v paralelním zapojení alespoň jedna druhá větve tvořená v sérii souhlasně zapojenými diodami polarizovanými stejně jako diody první větve, kde společný uzel obou diod první větve je připojen přes ochranný odpor na společný uzel prvních konců induktivních zátěží a jednotlivé uzly diod druhých větví jsou připojeny vždy na jeden z druhých konců induktivních zátěží, přičemž počet druhých větví může být roven počtu polovodičových spínacích prvků.

Výhoda zapojení podle vynálezu spočívá v tom, že ochrana začne pracovat podstatně dříve, než by napětí na triaku stačilo znatelně přestoupit napětí na kondenzátoru zapojeném v ochraně. Obvod triaku se navíc uzavírá přes vnitřní odpor sítě, který na rozdíl od paralelního připojování ochrany k triaku dále zpožďuje rušivý kmit na triaku vůči ochraně, čímž napomáhá tomu, že daný kmit je s předstihem vymazán a prakticky již na triak nedorazí. Připojení ochrany paralelně k induktivní zátěži má i další výhodu v tom, že při rozepnutí obvodu indukčnosti dojde u kmitu obsahujícího vyšší harmonické složky současně ke změně spektra kmitu, respektive k jeho omezení. Rušivý kmit tedy neprochází obvodem jako v předchozím případě, ale z valné části je pohlcen ochranou ihned v zárodku vzniku. Další předností navrhovaného řešení je, že chrání automaticky spínací prvek-triak nejen na průrazné napětí mezi anodami, ale jsou chráněny i jednotlivé přechody řídicí elektrody vůči oběma anodám.

Na výkresu je nakresleno zapojení pro ochranu podle vynálezu.

Zapojení podle vynálezu, skládající se z ochranného obvodu 2 tvořeného paralelní kombinací kondenzátoru 16 a odporu 17, k níž je paralelně připojena první větve 18 v sérii souhlasně zapojených diod 22, 23 a s ní v paralelním zapojení tři větve 19, 20, 21 v sérii souhlasně zapojených diod 24, 25; 26, 27; 28, 29 polarizovaných stejně jako diody první větve 18, přičemž společný uzel obou diod 22, 23 první větve 18 je připojen přes ochranný odpor 8 na společný uzel 7 prvních konců 10, 11, 12 induktivních zátěží 1, 2, 3 a jednotlivé uzly diod 24, 25; 26, 27; 28, 29 druhých větví 19, 20, 21 jsou připojeny vždy na jeden z druhých konců 13, 14, 15 induktivních zátěží 1, 2, 3, které jsou spojeny jednotlivě v sérii s jedním z triaků 4, 5, 6. Zapnutím kteréhokoliv z triaků 4, 5, 6 se dostává na odpovídající zátěže 1, 2, 3 napětí, které je současně přivedeno na ochranný obvod 2, je dále usměrněno a lze je naměřit na kondenzátoru 16.

Je-li sepnut triak 4 zapojený v sérii s induktivní zátěží 1 je napájecí napětí přivedeno na tuto induktivní zátěž 1 a současně z jedné strany fáze f na diody 24 a 25 druhé větve 19, z druhé strany nulovým vodičem 0 přes ochranný odpor 8 na diody 22 a 23 první větve 18. Napětí na kondenzátoru 16 nabývá stejné hodnoty - menší však o úbytek napětí na

diodách - jako je vrcholová hodnota-maximální amplituda provozního-síťového napětí při-vedeného po sepnutí triaku 4 na zátěž 1. Jakmile napětí na kondenzátoru 16 dosáhne této uvedené hodnoty přestává se nabíjet, což se navěk projeví jako odpojení ochranného obvodu 2 od zátěže 1. Při rozpínání je v obvodu vytvořen předpoklad pro vznik překmitu, jehož amplituda bez ochranného obvodu 2 dosahuje několikanásobku amplitudy provozního napětí. Zvýší-li se amplituda kmitu na zátěži 1 nad napětí kondenzátoru 16, okamžitě se otvírají diody 24 a 25 podle polaritý rušivého překmitu, který se zkratuje přes kondenzátor 16 a ochranný odpor 8 do referenčního bodu, v našem případě nulového vodiče.

Protože rušivý kmit představuje nepatrný náboj vůči náboji nashromážděnému na kondenzátoru 16, při zapnutí kteréhokoli z triaků 4, 5, 6 zvýší se napětí na kondenzátoru 16 nepatrně. Připojením ochranného obvodu 2 paralelně k indukčnosti se z dynamického hlediska zatluší indukčnost, čímž je zatlušen i rezonanční obvod produkující nebezpečný překmit. Pro velké indukčnosti a pro případ zapojení více zátěží 1, 2, 3 ... na jeden kondenzátor 16, jak je uvedeno na obrázku, je vhodné použít vybíjecí odpor 17, který nepatrně vybíjí napětí na kondenzátoru 16 a zvyšuje pohotovost ochranného obvodu 2, který pak pracuje stejným principem pro triak 5, diody 26, 27, respektive triak 6 diody 28, 29 a tímto způsobem s libovolným počtem induktivních zátěží 1, 2, 3 ... chrání libovolný počet spínacích prvků - triaků 4, 5, 6 ..., přičemž zátěže mohou být napájeny z libovolného počtu fází, nebo je fáze pro všechny zátěže společná.

Zapojení podle vynálezu je možné použít ve všech oblastech silnoproudé i slaboproudé elektrotechniky, kde je zapotřebí chránit polovodičový spínací prvek zapojený s induktivní zátěží, například spínání motoru, selenoidu a podobně.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

1. Zapojení pro ochranu polovodičového spínacího prvku, zejména triaku, zapojeného v sérii s induktivní zátěží, vyznačující se tím, že ochranný obvod (9) je připojen paralelně k induktivní zátěži (1, 2, 3).

2. Zapojení podle bodu 1, vyznačující se tím, že ochranný obvod (9) je tvořen paralelní kombinací kondenzátoru (16) a odporu (17), k níž je paralelně připojena vrvní větev (18) tvořená v sérii souhlasně zapojenými diodami (22, 23) a s ní v paralelním zapojení alespoň jedna druhá větev (19, 20, 21) tvořená v sérii souhlasně zapojenými diodami (24, 25; 26, 27; 28, 29) polarizovanými stejně jako diody první větve (18), přičemž společný uzel obou diod (22, 23) první větve (18) je připojen přes ochranný odpor (8) na společný uzel (7) prvních konců (10, 11, 12) induktivních zátěží (1, 2, 3) a jednotlivé uzly diod (24, 25; 26, 27; 28, 29) druhých větví (19, 20, 21) jsou připojeny vždy na jeden z druhých konců (13, 14, 15) induktivních zátěží (1, 2, 3).

3. Zapojení podle bodu 2, vyznačující se tím, že počet druhých větví (19, 20, 21) je roven počtu polovodičových spínacích prvků (4, 5, 6).

1 list výkresů

