



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY  
A OBJEVY

# POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

252 263

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita  
(22) Přihlášeno 22 04 85  
(21) PV 2953-85

(51) Int. Cl.<sup>4</sup>

H 02 M 1/12

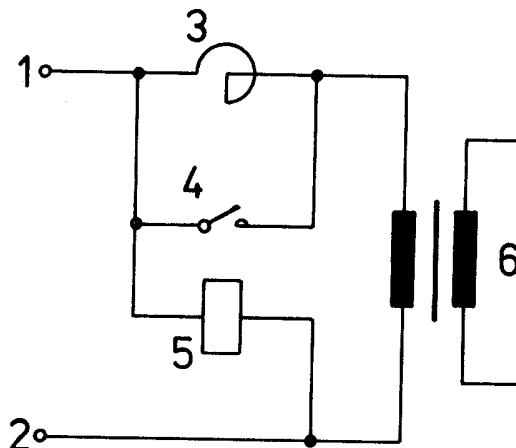
(40) Zveřejněno 15 01 87  
(45) Vydáno 01 11 88

(75)  
Autor vynálezu

JÁGR JAN ing., PRAHA

(54) Zapojení pro omezení zapínacího proudu transformátoru

Zapojení řeší problém omezení zapínacího proudu transformátoru. Cíle se dosahuje tak, že mezi obě napájecí svorky je zapojena jednak cívka stykače, jednak primár transformátoru v sérii se vzduchovým reaktorem, k němuž paralelně je připojen spínací kontakt stykače. Zapojení je vhodné zejména pro jednofázové transformátory středního výkonu, napájející polovodičové usměrňovače, jištěné na jejich primární straně, jaké se vyskytují například ve zdrojích pro obloukové svařování nebo startování motorových vozidel.



Vynález řeší problém omezení zapínacího proudu transformátoru.

Při zapínání transformátorů dochází k nárazovému zvýšení jejich magnetizačního proudu na hodnotu, i mnohonásobně přesahující velikost jmenovitého primárního proudu. Velikost zapínacího proudu je závislá na okamžiku připojení transformátoru k síti, na velikosti remanentní indukce a její polaritě vůči napětí první půlperrody, na impedanci primárního vinutí v nasyceném stavu a na rezervě magnetické indukce mezi jmenovitou a nasycenou hodnotou. Při zvyšování využití aktivních materiálů ovšem roste jmenovitá indukce, takže klesá jak její rezerva vůči nasycené hodnotě, tak také počet závitů. Tím spíše klesá rovněž nasycená indukčnost primárního vinutí. Důsledkem jsou pak obtíže při jištění transformátorů na primární straně, zvláště v polovodičových měničích, které vyžadují jisticí prvek s co nejrychlejší odezvou. Známá zapojení omezují zapínací proud dvoustupňovým spínáním, kdy v prvním stupni je transformátor připojen přes omezovací odpor, který je pak ve druhém stupni vykrácen. Přemostění odporů je řešeno buď speciálním prepínačem s mezikontaktem, nebo stykačem s přítahem, zpožděným pomocným časovým relé nebo jiným zpožďovacím členem. Další známé řešení odvozuje zpoždění přitahu stykače od úbytku napětí na omezovacím odporu a je realizováno tak, že cívka stykače je připojena až za tento odpor, tedy paralelně k primárnímu vinutí transformátoru. Nevýhodou prvního řešení je potřeba speciálního prepínače, který je navíc pouze ručně ovladatelný, takže v případě přechodného krátkodobého výpadku sítě nezaručuje omezení proudu po opětovném obnovení napětí. Druhé řešení je poměrně složité, protože kromě stykače a odporu vyžaduje ještě časové relé. Nevýhodou třetího řešení je, že při zapínání transfor-

mátoru se zkratem na zátěži vzniká na omezovacím odporu trvale tak velký úbytek napětí, že stykač, jehož kontakt by měl přemostit tento odpor, vůbec nesepe. Důsledkem je přepálení odporu s možností dalších škod. Společnou nevýhodou všech řešení je, že pro transformátory vyšších výkonů už nejsou vhodné běžně dostupné drátové odpory, ani jejich paralelní kombinace, protože v oblasti nárazového zatěžování vykazují poměrně malý tavný integrál  $I^2t$ . Zejména to platí pro třetí řešení, u něhož odpor, který by měl být dimenzován i pro možnost zkratu na zátěži, kterou běžně nelze nikdy vyloučit, by byl zvlášť obtížně realizovatelný.

Tyto nedostatky odstraňuje převážnou měrou zapojení pro omezení zapínacího proudu transformátoru podle vynálezu, jehož podstatou je, že mezi první a druhou napájecí svorku je zapojena jednak cívka stykače, jednak primár transformátoru v sérii se vzduchovým reaktorem, k němuž paralelně je připojen spínací kontakt stykače.

Připojením cívky stykače přímo mezi obě napájecí svorky a zapojením primáru transformátoru přes vzduchový reaktor, který je posléze překlenut spínacím kontaktem stykače, získáme velmi jednoduchý a proto také spolehlivý obvod, omezující dostatečnou měrou zapínací proud transformátoru a necitlivý na případný zkrat jeho zátěže. Protože je proud omezován jak indukční, tak odporovou složkou impedance vzduchového reaktoru, vychází reaktor podstatně menší než ekvivalentní odpor, přitom však má díky tepelné kapacitě vinutí mnohonásobně vyšší tavný integrál  $I^2t$ . Využitím zpoždění samotného stykače dochází dále k úspoře pomocného časového relé nebo jiného zpožďovacího členu.

Na připojeném výkresu je znázorněn příklad zapojení obvodu pro omezení zapínacího proudu transformátoru podle vynálezu.

Mezi první napájecí svorku 1 a druhou napájecí svorku 2 je zapojena cívka 5 stykače a sériová kombinace primáru transformátoru 6 se vzduchovým reaktorem 3, k němuž je paralelně připojen spínací kontakt 4 stykače.

Funkce zapojení je následující: Po přivedení napětí mezi napájecí svorky 1 a 2 začne primárem transformátoru procházet zapínací proud s amplitudou, omezenou induktivní i odporovou složkou impedance vzduchového reaktoru 3. Současně začne procházet proud cívkou 5 stykače. Jeho spínací kontakt 4 však překlene vzduchový reaktor 3 až se zpožděním, které je u běžných stykačů řádu  $10^{-2}$ s, tedy delší než první půlperioda přivedeného napětí. Přestože časová konstanta dozívání zapínacího proudu transformátoru je obvykle řádu  $10^{-1}$ s, postačuje i omezení jedné nebo prvních dvou amplitud k tomu, aby přibližně úměrně byla snížena velikost proudu také ve zbylé části přechodového děje.

Zapojení pro omezení zapínacího proudu transformátoru podle vynálezu je jednoduché a spolehlivé, přitom pro stejný efekt vyžaduje vůči odporu menší a snadněji realizovatelný vzduchový reaktor s podstatně vyšším tavným integrálem. Vhodné je zejména pro jednofázové transformátory středního výkonu, jaké obsahují např. usměrňovače pro obloukové svařování nebo startování motorových vozidel. Přínosem je také možnost transformátor dimenzovat s plným magnetickým využitím, tedy s úsporou rozměrů a hmotnosti i v případě polovodičových měničů, jištěných na primáru.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

252 263

Zapojení pro omezení zapínacího proudu transformátoru, vyznačené tím, že mezi první napájecí svorku /1/ a druhou napájecí svorku /2/ je zapojena jednak cívka /5/ stykače, jednak primár transformátoru /6/ v serii se vzduchovým reaktorem /3/, k němuž paralelně je připojen spínací kontakt /4/ stykače.

1 výkres

