



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU 268 378

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(21) PV 2443-88.I
(22) Přihlášeno 09 04 88

(40) Zveřejněno 14 08 89
(45) Vydáno 31 07 90

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
H 02 J 7/04

(75)

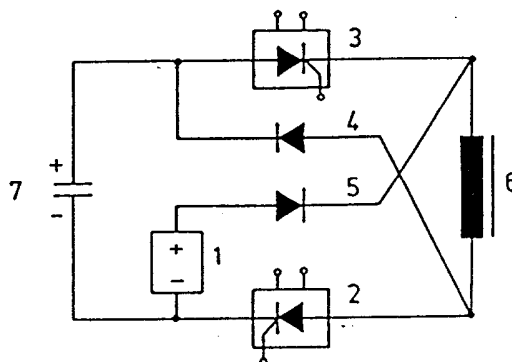
Autor vynálezu

PIKULÍK LUBOMÍR ing., PRAHA

(54)

Zapojení pro pulsní napájení
elektromagnetu betatronu

(57) Řešení se zabývá úpravou napájení elektromagnetu betatronu, které je možno aplikovat u stávajících zařízení. Výhody tohoto řešení spočívají především v tom, že umožňuje zvýšit střední hodnotu zářivého výkonu urychlovače a snížit tepelné ztráty v elektromagnetu betatronu. Mezi proudovými pulsy elektromagnetu lze vytvářet časové prodlevy pro potlačení parazitních kmitů narušujících funkci urychlovače, přičemž funkce urychlovače je nezávislá na frekvenci napájení sítě. Kondenzátor se dobíjí ze zdroje nízkého napětí. Zapojení je tvořeno dvojcestným řízeným usměrňovačem s prvním a druhým spínacím prvkem s vypínacím obvodem a třetím a čtvrtým spínacím prvkem. Na vstupu usměrňovače je zapojen kondenzátor, na výstupu elektromagnet betatronu. Ve větvi třetího spínacího prvku a/nebo čtvrtého spínacího prvku je zapojen stejnosměrný napěťový zdroj.



obr. 1

Vynález se týká zapojení pro pulsní napájení elektromagnetu betatronu, využívaného pro lékařské a průmyslové účely.

U stávajících betatronů bývá elektromagnet napájen ze sítě přes zvyšovací transformátor, přičemž jalová induktivní složka proudu je kompenzována kondenzátorem, se kterým elektromagnet vytváří paralelní rezonanční obvod na frekvenci napájecí sítě.

Protože funkce betatronu vyžaduje jen jednu polaritu proudu, je při přímém napájení ze sítě funkční jen jedna půlperioda. Druhá je nevyužita a způsobuje jen ohřev elektromagnetu. Jedinou výhodou tohoto napájení je jeho značná jednoduchost, kterou však převáží takové nedostatky jako jsou zbytečně veliké tepelné ztráty a malý zářivý výkon urychlovače.

V současné době, kdy se požaduje vyšší zářivý výkon a spolehlivá funkce betatronu při dlouhodobém provozu je výhodnější pulsní napájení elektromagnetu, při kterém protékají elektromagnetem jen půlperiody proudu jedné polarity. Tím se sníží tepelné ztráty v elektromagnetu a současně lze zvýšit opakovací frekvenci funkčního cyklu betatronu, což vede ke zvýšení střední hodnoty zářivého výkonu urychlovače. Dvoucestným usměrněním lze využít i druhou půlperiodu napájecího proudu a zdvojnásobit tak počet funkčních cyklů urychlovače, což se projeví dvojnásobným zvýšením zářivého výkonu urychlovače. U těchto zapojení lze však obtížně sladit požadavky na správnou funkci urychlovače s podmínkami napájení obvodu elektromagnetu. Aby se nemohly negativně uplatnit parazitní kmity obvodu nebo změny frekvence napájecí sítě, je žádoucí vytvořit mezi proudovými pulsy elektromagnetu časovou prodlevu. To však vede k neúnosnému přetěžování napájecích obvodů, které ještě umocňuje vysoká citlivost rezonančního obvodu na změny frekvence napájení sítě.

Výše uvedené nedostatky odstraňuje zapojení pro pulsní napájení elektromagnetu betatronu podle vynálezu. Je tvořené dvojcétným řízeným usměrňovačem, na jehož vstupu je zapojen kondenzátor a na výstupu elektromagnet betatronu. Usměrňovač je tvořen prvním a druhým spínacím obvodem a třetím a čtvrtým spínacím prvkem. Podstatu vynálezu tvoří sériové zapojení stejnosměrného napěťového zdroje ve větvi třetího a/nebo ve větvi čtvrtého spínacího prvku.

Výhody napájení podle vynálezu jsou dány tím, že funkce urychlovače není závislá na frekvenci sítě, mezi proudovými pulsy lze vytvářet časovou prodlevu potřebnou pro útlum parazitních kmitů v obvodu. Lze snížit efektivní hodnotu proudu v elektromagnetu při prakticky nezměněných parametrech urychlovače a lze řídit velikost vybuzení elektromagnetu. Snížení efektivní hodnoty proudu a vytvoření časových prodlev mezi proudovými pulsy vede k výraznému snížení tepelných ztrát v elektromagnetu, což příznivě ovlivňuje životnost a poruchovost betatronu, stejně jako náklady na chladicí systém. Umožňuje to i případné další zvýšení střední hodnoty zářivého výkonu cestou zvýšení opakovací frekvence funkčního cyklu urychlovače. Jinou výraznou výhodou je možnost aplikace napájení betatronu podle vynálezu na stávajících zařízeních.

Za podmínky, že pracovní cyklus betatronu je obsažen v půlperiodě síťové frekvence, bude zářivý výkon dvojnásobný a tepelné ztráty v budících cívkách elektromagnetu se sníží až o 30 % oproti stavu, kdy je betatron napájen přímo ze střídavé sítě.

Oproti jiným známým zapojením je napájení podle vynálezu výhodné také tím, že napájecí obvod obsahuje minimální počet polovodičových prvků což je výhodné z hlediska jednoduchosti konstrukce i dlouhodobé funkční spolehlivosti. Jiná výhoda je dána napětím zdroje více nežli o řád nižším, vzhledem k plnému pracovnímu napětí na kondenzátoru, což je výhodné jak z konstrukčního hlediska, tak také tím, že případná nestabilita napětí zdroje způsobená nestabilitou napájecí sítě ovlivní proud výrazně méně - více než o řád - než v případě napájení elektromagnetu ze sítě. Pro řadu aplikací tak odpadá potřeba stabilizace napájení obvodu.

Na připojeném výkresu je na obr. 1 znázorněno zapojení pro pulsní napájení elektromagnetu betatronu podle vynálezu a na obr. 2 jsou nakresleny průběhy proudu a napětí obvodu.

Zapojení sestává z dvojcestného řízeného usměrňovače, tvořeného prvním a druhým spínacím prvkem 2, 3 s vypínacím obvodem a třetím a čtvrtým spínacím prvkem 4, 5 na jehož vstupní svorky je připojen kondenzátor 7 a na výstupní svorky elektromagnet 6 betatronu. Ve větvi čtvrtého spínacího prvku 5 je zapojen stejnosměrný napěťový zdroj 1.

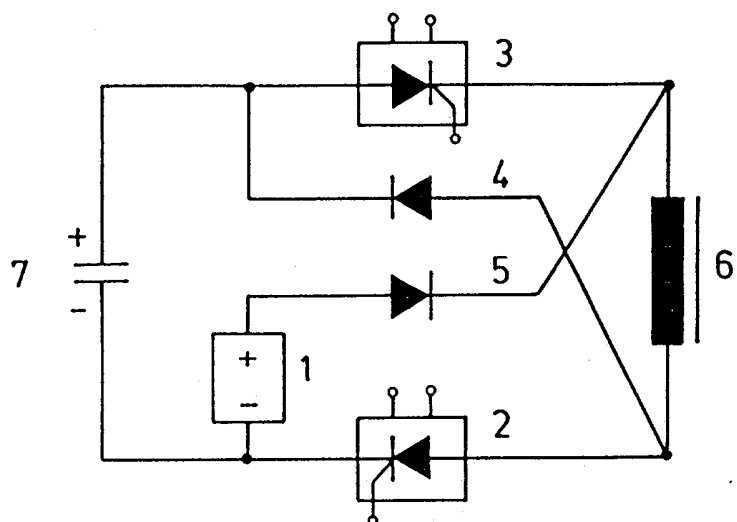
Průběhy proudu i, elektromagnetu 6 a napětí u_c na kondenzátoru 7 spolu s vyznačenými časovými okamžiky t_0 až t_3 názorně představují funkci napájecího obvodu betatronu v jedné periodě pracovního cyklu.

První a druhý spínací prvek 2, 3 s vypínacím obvodem je možno realizovat tyristorem s vypínacím obvodem a třetí a čtvrtý spínací prvek 4, 5 polovodičovou diodou nebo tyristorem.

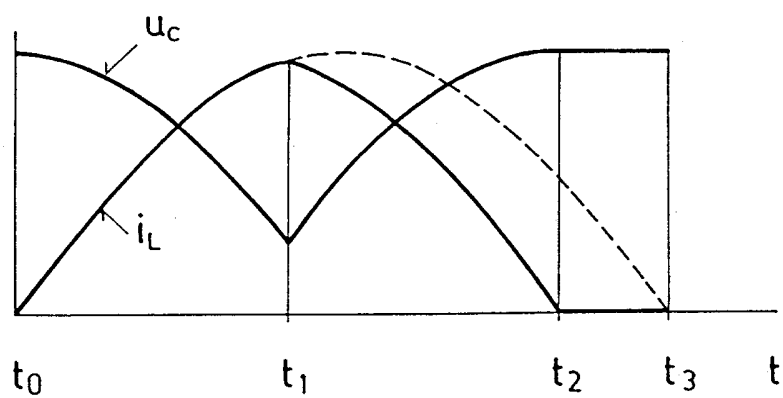
Funkce zapojení je následující: Kondenzátor 7 se nabije z neznázorněného zdroje na pracovní napětí s požadovanou polaritou. V čase t_0 přichází řídicí impuls na první a druhý spínací prvek 2, 3 s vypínacím obvodem a tyto prvky spínají. Kondenzátor 7 se začne vybíjet přes buď cívkou elektromagnetu 6 proudem i_L . V čase t_1 , kdy proud i_L dosáhne určené hodnoty, je na vypínací obvody prvního a druhého prvku 2, 3 přiveden řídicí impuls a ty se uzavírají. Vybíjení kondenzátoru 7 je ukončeno. Proud i_L elektromagnetu 6 se přenesl na třetí a čtvrtý spínací prvek 4, 5, které se řídicím impulsem, pokud je použit tyristor, nebo napětím, jedná-li se o diodu, otevírají a energie elektromagnetu 6 se vrací do kondenzátoru 7 při stejné polaritě napětí. Ve větvi třetího nebo čtvrtého spínacího prvku 4, 5 a nebo v obou větvích je zařazen stejnosměrný napěťový zdroj 1. Kondenzátor 7 se tak v časovém intervalu t_1 až t_2 dobíjí jednak z elektromagnetu 6 a jednak ze stejnosměrného napěťového zdroje 1. Ten musí dodat do obvodu energii, potřebnou ke krytí ztrát, které vznikají v elektromagnetu 6 a kondenzátoru 7 při jejich vzájemné výměně energie. Napětí stejnosměrného zdroje 1 musí být takové, aby v okamžiku zániku proudu elektromagnetu 6 to jest v čase t_2 bylo na kondenzátoru 7 napětí stejné hodnoty jako v čase t_0 . V čase t_3 se celý cyklus opakuje.

P R E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Zapojení pro pulsní napájení elektromagnetu betatronu a kondenzátorem zapojeným na vstupu a elektromagnetem zapojeným na výstupu dvojcestného řízeného usměrňovače, tvořeného prvním a druhým spínacím prvkem s vypínacím obvodem a třetím a čtvrtým spínacím prvkem, vyznačující se tím, že ve větvi třetího spínacího prvku /4/ a/nebo ve větvi čtvrtého spínacího prvku /5/ je v sérii zapojen stejnosměrný napěťový zdroj /1/.



obr. 1



obr. 2