



**ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY**

(22) Přihlášeno 30 09 80
(21) (PV 6594-80)

(10) Zveřejněno 28 05 82

(45) Vydáno 15 07 84

(51) Int. Cl.³

H 02 P 8/00

(75)

Autor vynálezu

RELJIČ JAKŠA ing. CSc., PRAHA

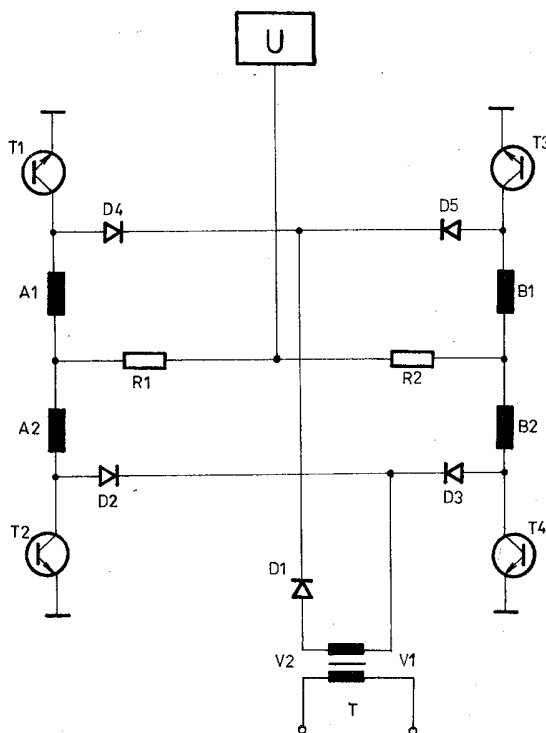
(54) Zapojení pro brzdění krokového motoru

Vynález se týká zapojení pro brzdění
krokového motoru. V zapojení se využívá
jednotlivých fází motoru, spínacích prvků
a diod.

Vinutí fázi motoru je bifilární. Jako spínací prvky jsou využívány výkonové tranzistory. K brzdění je použit transformátor, který je sekundárním vinutím zapojen na diody, zapojené jako jednocestný usměrňovač. Brzdění při využití vynálezu je výrazivě hysteretzní.

Vychází se z toho, že hysterezní ztráty jsou úměrné velikosti skluzu, zatímco ztráty vyvolané vířivými proudy stoupají se čtvercem skluzu.

Vynález lze s výhodou využít pro podstatné zkrácení brzdných časů krokových motorů.



Předložený vynález se týká zapojení pro brzdění krokového motoru, skládajícího se z fází krokového motoru, spínacích prvků a diod.

Brzdění krokového motoru musí probíhat podle optimální trajektorie v co nejkratším čase a bez překývnutí za konečnou polohu. Dosavadní zapojení, pomocí kterých se řídí krokové motory, tento úkol nemohla splnit. Brzdění probíhalo v podstatě jen změnou řídicího kmitočtu v zapojeních pro řízení motoru. Pro brzdění zatím nejsou zvláštní zapojení používána. Otáčka optimálního brzdění je navíc otáčka ekonomická a především technologická.

Uvedené nevýhody odstraňuje předložený vynález, jehož podstata spočívá v tom, že sekundární vinutí transformátoru s první diodou v zapojení jako jednocestný usměrňovač je zapojeno prvním vývodem mezi katody druhé a třetí diody.

Anoda druhé diody je zapojena mezi druhý spínací prvek a vinutí třetí fáze, anoda třetí diody mezi čtvrtý spínací prvek a vinutí čtvrté fáze. Druhý vývod sekundárního vinutí transformátoru je zapojen na anodu první diody, jejíž katoda je zapojena mezi anody čtvrté a páté diody. Katoda čtvrté diody je zapojena mezi první spínací prvek a vinutí první fáze a katoda páté diody je zapojena mezi třetí spínací prvek a vinutí druhé fáze.

Výhodou použití zapojení podle vynálezu je podstatné zkrácení brzdných časů, a tím zvýšení ekonomického využití krokových motorů.

Na výkresech je na obr. 1 příklad zapojení s jednocestným usměrňovačem, na obr. 2 průběh brzdění dosahovaný v používaných zapojeních v režimu "stop", na obr. 3 je průběh brzdění vířivě hysteresezního a na obr. 4 průběh při hydridním způsobu brzdění.

Zapojení na obr. 1 ukazuje normální zapojení pro řízení čtyřfázového krokového motoru s bifilárním vinutím A1, A2, B1, B2 a spínacími prvky T1, T2, T3, T4, kde zdroj U napájecího napětí je zapojen přes ochranné odpory vinutí R1 a R2 mezi první A1 a třetí A2 vinutí a mezi druhé B1 a čtvrté B2 vinutí krokového motoru. Spínací prvky jsou v tomto příkladu výkonové tranzistory. V tomto zapojení probíhá brzdění krokového motoru podle dosavadních způsobů, viz obr. 2, v tzv. režimu "stop", kde při rychlosti 22 000 kroků za sekundu je stroj možno zabrzdit například za brzdný čas $t_b = 1,35$ s.

Toto zapojení je doplněno podle vynálezu jednocestným usměrňovačem složeným z transformátoru T a první diody D1. Může být použit i jiný druh usměrňování nebo i stejnosměrný proud ze zdroje U napájecího napětí.

Druhý výstup V2 transformátoru T je zapojen přes první diodu D1 na anody čtvrté D4 a páté D5 diody. Katody těchto diod jsou zapojeny na vinutí první fáze A1 a druhé B1 fáze krokového motoru. První vývod V1 transformátoru T je zapojen na katody druhé D2 a třetí D3 diody. Jejich anody jsou zapojeny na vinutí třetí A2 a čtvrté B2 fáze krokového motoru.

Brzdění v tomto zapojení je vířivě hysteresezní. Vychází se z toho, že hysteresezní ztráty jsou úměrné velikosti skluzu, zatímco ztráty vyvolané vířivými proudy stoupají se čtvercem skluzu.

V případě, že krokový motor běží ustálenou rychlostí, například maximální, v okamžiku, kdy dá řídicí logika motoru povel k zastavení, vypnou spínací prvky T1, T2, T3, T4 přívod proudu zdroje U napájecího napětí a vinutí všech fází motoru se připojí ke zdroji jednocestně usměrňovaného proudu. Při otáčení rotoru v konstantním magnetickém poli statoru, jehož intenzitu δ m můžeme ovlivnit velikostí napájecího proudu ve vinutích krokového motoru, dochází ke zvýšení hysteresezních a vířivých ztrát. Zvýší se brzdý hysteresezní moment úměrně se zvýšením hodnoty δ m. Brzdý vířivý moment se zvýší nejen v důsledku zvýšení δ m, ale i v důsledku zvýšeného krokovacího kmitočtu, tj. rychlosti krokového motoru. Průběh brzdění je znázorněn na obr. 3, kde brzdý čas $t_b = 0,94$ s, z čehož je zřejmé, že brzdý účinek je pod-

statně vyšší při rychlostech nad 6 000 k/s. Při dalším poklesu otáček brzdný účinek vířivých proudů klesá k nule a zůstává prakticky jen účinek hystereze, takže průběh brzdění probíhá dále podle křivky, která asymptoticky klesá k nule. Hysterezní vířivý způsob brzdění je aplikovatelný jak pro brzdění v otevřené smyčce, tak i ve smyčce uzavřené.

Z uvedených skutečností vyplývá, že brzdění při zapojení podle vynálezu je podstatně rychlejší v horní polovině průběhu proti druhé části, kde brzdění je rychlejší v tzv. režimu "stop" (obr. 2) a průběh brzděné křivky je značně strmý k vodorovné ose.

Další postup pro optimalizaci brzdění spočívá tedy v tom, že při rychlosti motoru kolem 6 000 k/s se zapojení pro vířivě hysterezní brzdění řídicí logikou motoru vypne a dobrzdění se ukončí v tzv. režimu "stop". Tak dostaneme optimální křivku brzděné dráhy v celém brzděném intervalu, viz obr. 4. Zabrzdění z maximální rychlosti na nulovou trvá při uplatnění tohoto hybridního řízení přibližně polovinu brzděného času obou způsobů. Na obr. 4 je brzdný čas $t_b = 0,64$ s.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Zapojení pro brzdění krokového motoru, skládající se z fází krokového motoru, spínacích prvků a diod, vyznačené tím, že sekundární vinutí transformátoru (T) je zapojeno prvním vývodem (V1) mezi katody druhé a třetí diody (D2, D3), anoda druhé diody (D2) je zapojena mezi druhý spínací prvek (T2) a vinutí třetí fáze (A2), anoda třetí diody (D3) mezi čtvrtý spínací prvek (T4) a vinutí čtvrté fáze (B2), druhý vývod (V2) sekundárního vinutí transformátoru (T) je zapojen na anodu první diody (D1), jejíž katoda je zapojena mezi anody čtvrté a páté diody (D4, D5), katoda čtvrté diody (D4) je zapojena mezi první spínací prvek (T1) a vinutí první fáze (A1) a katoda páté diody (D5) je zapojena mezi třetí spínací prvek (T3) a vinutí druhé fáze (B1) krokového motoru.

2 listy výkresů

