

Napájení krokových motorů

Průvodce návrhem



**Střešovická 49, 162 00 Praha 6, e-mail: sofcon@sofcon.cz
tel./fax : (02) 20 61 03 48 / (02) 20 18 04 54 , <http://www.sofcon.cz>**

Obsah:

1.	Úvod.....	3
2.	Specifikace výkonu	3
3.	Návrh napájecího zdroje	3
3.1	Dimenzování součástek	4
3.2	Jištění.....	5
3.3	Elektrická bezpečnost.....	5
3.4	Příklady zapojení napájecích zdrojů	6
3.4.1	S dvojecstným usměrněním.....	6
3.4.2	S dvojecstným můstkovým usměrněním.....	6
3.4.3	Trojfázový.....	6
4.	Doporučené vyráběné zdroje	6

1. Úvod

Jednotky pro řízení krokových motorů, např. RKM02, RKM03, PKM02, potřebují dvojitě napájení. Jedno pro napájení řídicích obvodů, na které nejsou kladeny zvláštní požadavky a jedno pro napájení výkonové části. Na zdroje pro napájení výkonové části s motorem jsou kladeny určité nároky. Jsou to:

Stejnoseměrné napájecí napětí až 160V

Proud až 5A na jeden motor

Malý výstupní odpor ($< 0,5\Omega$)

Potřeba filtrace usměrněného napětí

Jištění proti zkratu a přetížení

Jištění proti přepětí.

Na druhou stranu tu ale nejsou nároky na stabilitu napětí, zdroje tedy nemusí být stabilizované. Z ekonomických důvodů je výhodné napájet několik motorů z jednoho napájecího zdroje. Při specifikaci výkonu zdroje je dobré brát v úvahu činitel současnosti, který může zredukovat potřebný výkon. Dále je potřeba pečlivě volit velikost napájecího napětí a nastavení proudu motoru při chodu i zabrzdění.

2. Specifikace výkonu

Řídicí jednotky dokážou napájet motor jiným proudem při chodu a jiným při zabrzdění. Velikost proudu je stupňovitě volitelná. Volbě proudu je potřeba věnovat pozornost. Při zabrzdění obvykle stačí proud značně menší, než při chodu. Rovněž proud při chodu je potřeba volit s ohledem na mechanickou sílu a setrvačnost. Zbytečně velký proud zahřívá motor a klade velké nároky na napájecí zdroj i na energetickou účinnost. K dispozici jsou dva typy koncových stupňů podle proudu, do 5A a do 10A. Není vhodné používat 10A koncový stupeň pro malé proudy, protože se zde ztrácí jemnost v řízení proudu a tím klesá účinnost.

Dalším kritériem je volba napájecího napětí. To je závislé na rychlosti otáčení motoru. Při vyšších otáčkách je méně času na protlačení proudového impulsu indukční reaktancí vinutí motoru. Čím jsou vyšší otáčky, tím je potřeba vyšší napětí. Proto je vhodné, pokud to jde, volit co nejnižší rychlost otáčení. Při nízkých otáčkách a malé indukčnosti vinutí motoru stačí napětí třeba i 40V pro plný výkon, zatímco při vysokých otáčkách potřebujeme až maximální povolené napětí 80V, resp. 160V, podle typu koncového stupně.

Přestože řídicí jednotky používají pulsně šířkovou modulaci (PWM) proudu do motoru, není účinnost příliš vysoká. Se zvyšujícím se napětím sice při konstantním výkonu na hřídeli klesá proud, ale ne úměrně, protože se silně zvyšují ztráty, kterými se ohřívá motor.

Při použití jednoho napájecího zdroje pro více motorů je dobré počítat s koeficientem současnosti. Ten charakterizuje, kolik motorů současně může být v chodu a redukuje potřebný výkon. Například máme 6 motorů se součtovým proudem $6 \times 4A = 24A$. Zjistíme že současně mohou běžet nejvýše 2 motory se součtovým proudem 8A. K tomu se připočte klidový proud zabrzděných motorů, např. $4 \times 1,5A = 6A$. Celkový proud je $8 + 6 = 14A$ a to už je citelná úspora.

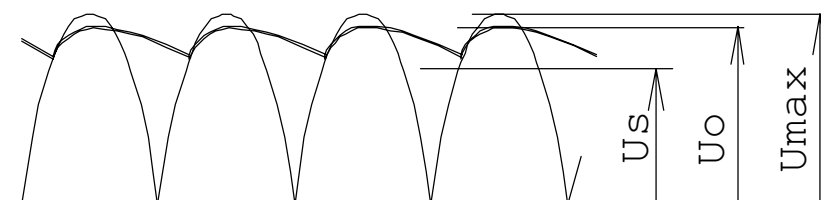
3. Návrh napájecího zdroje

Z předchozích úvah získáme základní parametry napájecího zdroje, to jest napětí a odebíraný proud. Koncové stupně krokových motorů mají v přívodu napájení kondenzátor o velké kapacitě ($2 \times 2200\mu F$), takže v napájecím zdroji již filtrační kondenzátor nemusí být. Pro zlepšení filtrace se ale může kondenzátor ve zdroji použít.

Napájecí zdroje mohou být rozličné konstrukce, může to být jednoduchý usměrňovač se síťovým transformátorem, ale také složitý pulsní zdroj.

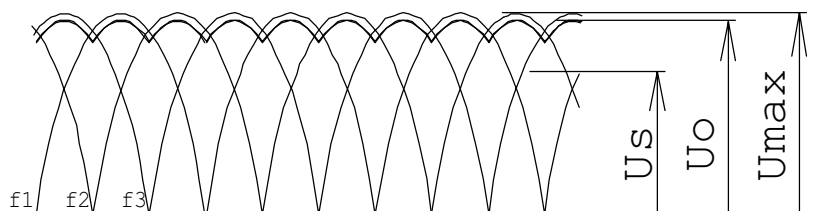
Zde se budeme zabývat návrhem jednoduchého klasického zdroje se síťovým transformátorem a diodovým dvojcestným usměrňovačem. Pro větší výkon je dobré použít trojfázový proud, protože docílíme malé zvlnění usměrněného napětí.

Je obtížné přesně určit, jak velké napětí na sekundární straně transformátoru bude zapotřebí pro dané výstupní napětí. Uplatňuje se zde odpor vinutí transformátoru, odpor diod v propustném směru a velikost filtračního kondenzátoru. Na obrázku je časový diagram usměrněného napětí. Pro výpočet efektivního napětí sekundárního vinutí transformátoru U_s můžeme použít vztah $U_s = U_{max}/1,41$ kde $U_{max} = U_o + \Delta U$. ΔU je úbytek napětí na vinutí transformátoru a na diodách, U_{max} je vrcholová hodnota usměrněného napětí bez filtračních kondenzátorů a bez zatížení, U_o je vrcholová hodnota požadovaného napájecího napětí. Zvlnění napětí U_o závisí na velikosti filtračního kondenzátoru. Pro klidný chod motoru nemá být amplituda zvlnění větší, než 20% U_o . Z důvodu použití filtračních kondenzátorů zde neplatí obecné vztahy mezi střední hodnotou usměrněného napětí a efektivní hodnotou sekundárního napětí.



Časový diagram jednofázového dvojcestně usměrněného napětí s filtrací.

Usměrněním trojfázového proudu získáme příznivý průběh napětí i bez filtračních kondenzátorů, protože zde nedochází k padání napětí k nule, jako je tomu u jednofázového usměrňovače.



Časový diagram trojfázového dvojcestně usměrněného napětí.

Krokové motory naštěstí nepotřebují příliš přesné napájecí napětí, takže při návrhu dáme pozor hlavně na to, aby naprázno (bez zátěže) a při horní toleranci síťového napětí nebyla překročena maximální velikost výstupního napětí U_o . Správnost návrhu zkontrolovat po zhotovení zdroje měřením.

3.1 Dimenzování součástek

Pozornost věnovat dimenzování součástek s ohledem na napětí, proud a výkon a dále chlazení usměrňovacích diod a transformátorů.

U usměrňovacích diod je v katalogových údajích obvykle udáván jmenovitý proud při ideálním chlazení. Pokud není dobré chlazení, můžeme příslušnou diodu zatěžovat jen zlomkem proudu. Chlazení se zajišťuje např. u diod v kovovém pouzdře jejich přišroubováním na hliníkový plech, nebo u diod s drátovými vývody připojením k velkým měděným plochám

na desce s plošnými spoji. Se závěrným napětím nebývají problémy. Použijeme diody, které mají závěrné napětí alespoň 3 krát vyšší než usměrněné napětí U_o . Dalším parametrem je špičkový proud. Při zapnutí napájení se nabíjejí filtrační kondenzátory proudem, který může dosahovat desítek ampér po dobu několika milisekund. Dovolенý impulsní proud je dalším katalogovým parametrem usměrňovacích diod.

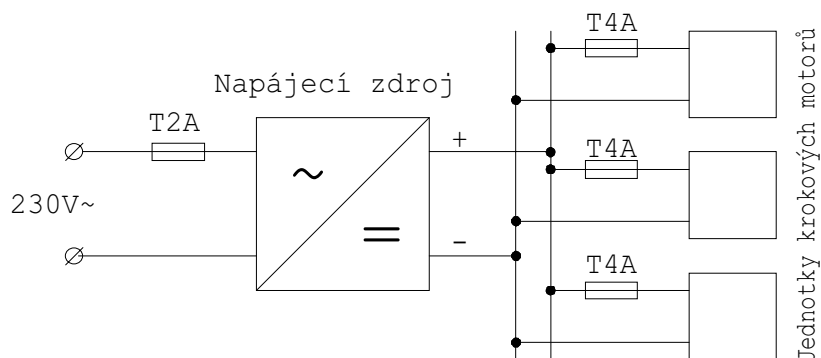
Filtrační elektrolytické kondenzátory by se měly zatěžovat nejvýše 80% jejich jmenovitého napětí, aby byla rezerva pro přepětí v napájecí síti. Při překročení jmenovitého napětí se elektrolytický kondenzátor začne zahřívat a po několika minutách může explodovat.

Síťový transformátor je nejnáročnějším dílem napájecího zdroje. Musí být v provedení s dvojitou izolací, kvůli elektrické bezpečnosti.

3.2 Jištění

Výkonový napájecí zdroj má malý výstupní odpor. Případný zkrat má rychlé tepelné účinky. Dochází k přepálení vodičů, zničení usměrňovacích diod, ke spálení transformátoru, ale i ke zničení koncového stupně řídicí jednotky motoru. Ke zkratu většinou dojde v samotném koncovém stupni. Příčin může být několik. Například při větším přepětí v napájení zaúčinkuje ochranný varistor a zkratuje napájení. Zadalší, při "utržení" krokového motoru, kdy motor může být vnější silou roztočen a stane se z něho generátor napětí, zaúčinkuje varistor, atd. I náhodné elektrické proražení některé namáhané součástky má za následek zkrat.

Nejvýhodnější je ochrana tavnými pojistkami. Vzhledem k proudovým špičkám při nabíjení filtračních kondenzátorů je potřeba použít pojistky se zpožděným vypnutím (označení T) a s rozumnou rezervou vypínacího proudu. Pojistky rozprostří do větví, ke každému motoru zvlášť.



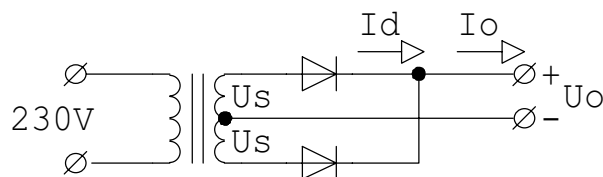
Příklad zapojení pojistek.

3.3 Elektrická bezpečnost

Pokud použijeme napájecí napětí které je pro dané prostředí vyšší než bezpečné, musíme zabránit možnosti dotyku živých částí vhodnou izolací a krytím. Dále musíme zabránit tomu, že by se vyšší napětí dostalo do obvodů s malým bezpečným napětím. (Pro informaci, bezpečné napětí v normálním prostředí je 50Vstř nebo 120Vss).

3.4 Příklady zapojení napájecích zdrojů

3.4.1 S dvojecestným usměrněním



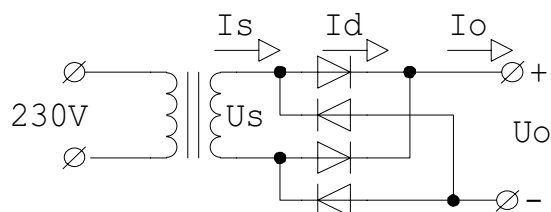
Střední proud diodou je

$$I_d = 0,5 I_o.$$

Efektivní proud sekundárním vinutím je

$$I = 0,71 I_o.$$

3.4.2 S dvojecestným můstkovým usměrněním



Střední proud každou diodou je

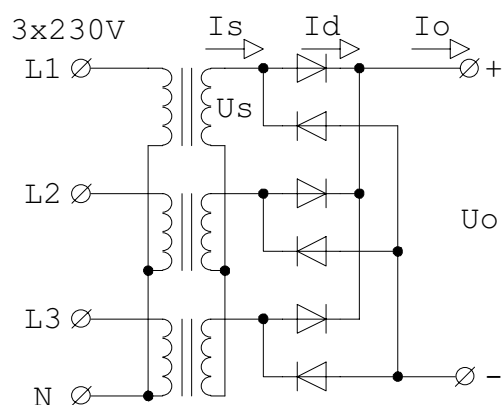
$$I_d = 0,5 I_o.$$

Efektivní proud sekundárním vinutím je

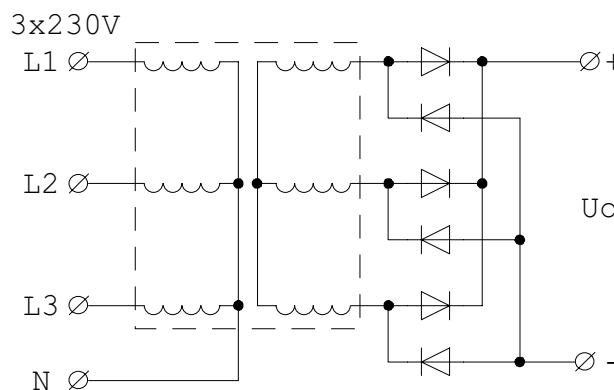
$$I_s = I_o.$$

3.4.3 Trojfázový

Se 3 jednofázovými transformátory



S 1 trojfázovým transformátorem



Střední proud každou diodou $I_d = 0,33 I_o$.

4. Doporučené vyráběné zdroje

NAPNEST02 Nestabilizovaný stejnosměrný zdroj 24V/1,5A ze síťového napětí (230V). Použitelný pro napájení řadičů krokových motorů, ale i pro nenáročné pohony s malým výkonem a nízkými otáčkami motoru.

NAPKM01 Nestabilizovaný stejnosměrný zdroj 6A. Je to pouze usměrňovač 1 fázového napětí s filtrací a s obvodem pro hlídání poklesu napájecího napětí. Potřebuje k sobě síťový transformátor. Vstupní napětí max. 70V 50Hz.

NAPKM02 Nestabilizovaný stejnosměrný zdroj 6A. Je to pouze usměrňovač 3 fázového napětí s filtrací a s obvodem pro hlídání poklesu napájecího napětí. Potřebuje k sobě síťový transformátor. Vstupní napětí max. 70V 50Hz.

Podrobné informace jsou v katalogových listech výrobců firmy SofCon.