

Základní zapojení instalačních obvodů (9. část)

Základní zapojení se stykači 4

Spouštění třífázového asynchronního motoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače a časové relé

Při spouštění trojfázových motorů je několika násobně překročen jmenovitý proud (záběrový proud). U trojfázových motorů s kotvou nakrátko jde až o šesti- až osminásobek jmenovitého proudu.

Protože velká většina trojfázových motorů je provozována a spouštěna v průmyslu, předepisují provozovatelé sítě firmám a podnikům coby odběratelům elektrické energie u motorů od 5,2 kV·A výše, popřípadě při rozběhovém proudu od 60 A výše, vhodný způsob spouštění za účelem zmenšení záběrového proudu. Zabraňují tak nevhodnému rozvážení distribuční sítě.

Ke spouštění motorů lze využít např.:

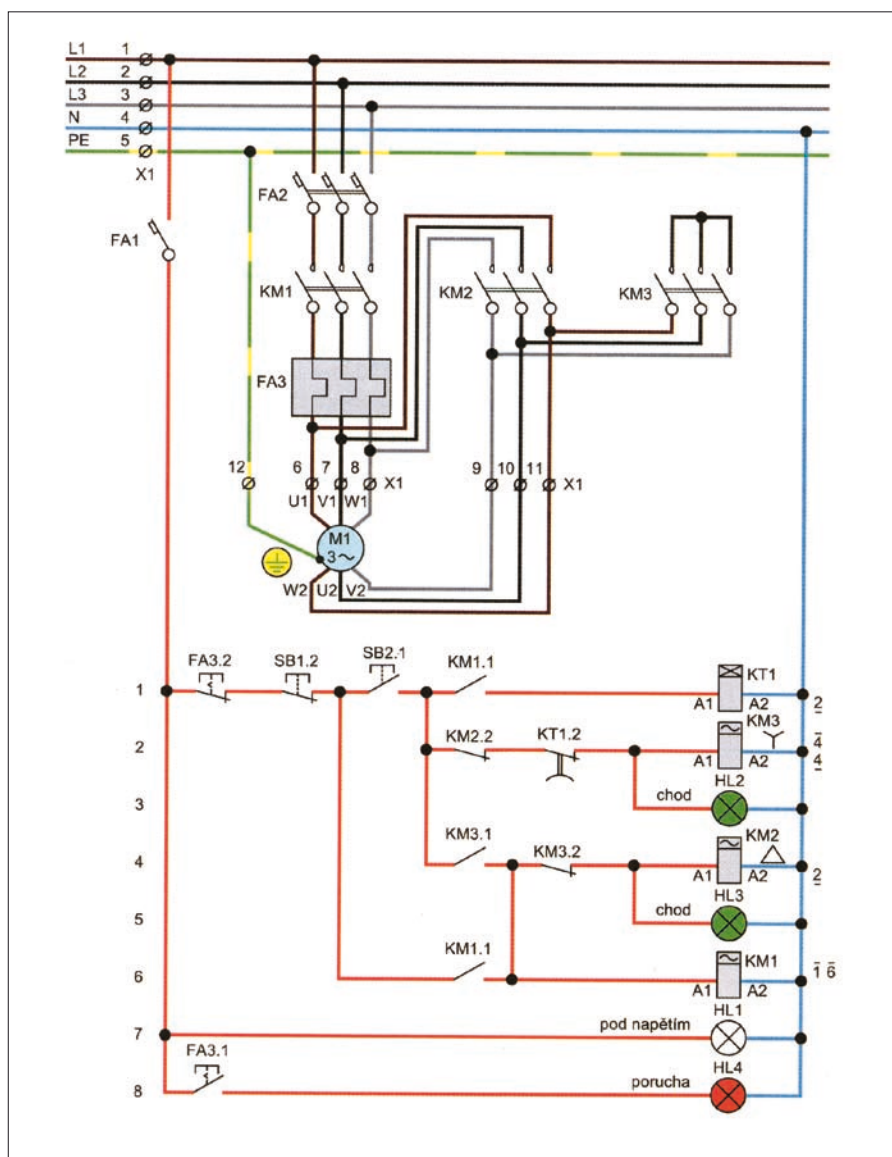
- **statorový spouštěč** (postupně vyřazování rezistorů vřazených do série s vinutím statoru, menší záběrový proud, ale též malý záběrový moment – používáno zřídka),
- **spouštěcí transformátor** (spouštění sníženým napětím statoru, motor odebírá proud z výstupního vinutí transformátoru a proudový náraz je dán převodem transformátoru),

U spouštěcích zařízení výše uvedeného typu se snížením napětí také zmenší rozběhový proud, a kvadraticky k napětí se zmenší i rozběhový moment. Rozběh je proto možný pouze při chodu naprázdno nebo s malým zatížením.

- **rozběhová spojka** (odstředivé nebo elektromagnetické, zkrácená doba proudového nárazu),
- **přepínač hvězda-trojúhelník** (přepínač „zapojuje“ trojfázové vinutí statoru nejprve do hvězdy, po rozběhu do trojúhelníku - zmenšení proudového nárazu na 1/3 vzhledem ke spouštěcímu napětí).

Uvedené způsoby byly v posledním desetiletí doplněny širokou nabídkou spouštěčů zajišťující tzv. „měkký“ rozběh (soft-start) a řízení otáček na bázi polovodičové techniky (frekvenční měniče).

Spouštěče pro měkký rozběh používají k regulaci napětí motoru místo spouštěcích rezistorů tyristory v antiparalelním zapojení. Rozběhový proud, rozběhový moment a doba rozběhu jsou v takovém případě nastavitelné.



Obr. 1. Schéma zapojení - spouštění třífázového asynchronního motoru přepínáním vinutí hvězda-trojúhelník přes stykače a časové relé

Spouštění hvězda-trojúhelník (schéma zapojení - obr. 1) - funkční postup

Stiskem tlačítka SB2 se sepne stykač KM3 v zapojení do hvězdy, současně sepne i časové relé KT1 a hlavní stykač KM1, a to přes spínací kontakt stykače KM3. Elektromotor M1 se roztočí v zapojení do hvězdy. Časové relé KT1 vypne v nastaveném čase stykač KM3. Po jeho vypnutí sepne stykač KM2 v zapojení do trojúhelníku, a to přes spínací kontakt stykače KM1 a rozpínací kontakt stykače KM3. Elektromotor vypneme vypínacím tlačítkem SB1. K ovládání je připojena světelná signalizace.

Při spojení vinutí **do hvězdy** (Y) prochází každou fází proud

$$I_Y = \frac{U_f}{Z} = \frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z} \quad (1)$$

kde U_f je fázové napětí (V)
 U_s sdružené napětí (V)
 Z impedance fáze (ohm)

Po přepojení vinutí **do trojúhelníku** (D) prochází každou fází proud

$$I_D = \sqrt{3} \cdot I_f = \frac{\sqrt{3} \cdot U_s}{Z} \quad (2)$$

protože v trojúhelníku jsou jednotlivé fáze připojeny na sdružené napětí. Z poměrů proudů I_Y a I_D plyne vztah

$$\frac{I_Y}{I_D} = \frac{\frac{U_s}{\sqrt{3} \cdot Z}}{\frac{\sqrt{3} \cdot U_s}{Z}} = \frac{1}{3} \quad (3)$$

tedy

$$I_Y = \frac{1}{3} I_D \quad (4)$$

Jestliže zmenšíme proudový náraz na 1/3, zmenšíme zároveň i záběrný moment a také příkonový náraz.

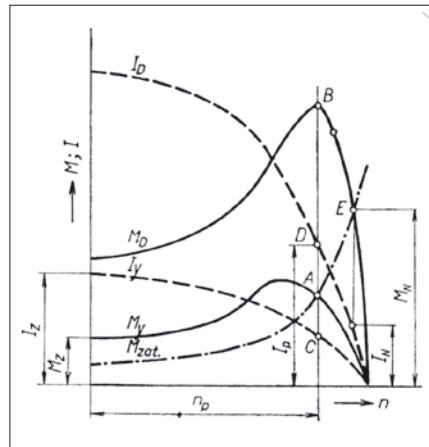
Spouštění přepínáním Y-D je možné provádět ručními spínači (vačkovými), pro dálkové ovládání motoru se používá zapojení tří stykačů, navíc se zapojením časového relé, které v nastaveném čase vinutí z hvězdy do trojúhelníku přepne.

Rozběhová charakteristika

Při spouštění motorů přepínačem Y-D je třeba si uvědomit, že dojde vlastně k dvěma proudovým nárazům. První vzniká při připojení statoru k síti, druhý při přepínání z hvězdy do trojúhelníku – viz obr. 2.

Při zapnutí motoru s vinutím do hvězdy vznikne v síti proudový náraz I_Z a na hřídeli motoru vznikne moment M_Z . Během rozběhu se zmenšuje proud podle charakteristiky I_Y , moment má průběh podle charakteristi-

ky M_Y a otáčky se zvyšují. K jejich zvyšování dochází až do hodnoty n_p odpovídající bodu A, tj. průsečíku charakteristiky M_{zat} a M_Y – to je nevhodnější okamžik pro přepnutí z Y do D.



Obr. 2. Charakteristika asynchronního motoru nakrátko při spouštění přepínačem hvězda-trojúhelník

Tento okamžik lze poznat podle zvuku otáček rozbíhajícího se motoru – zvuk dosud se zvyšujících otáček se ustálí.

Při tomto přepnutí dojde k druhému proudovému nárazu, odpovídajícímu úsečce CD, a statorový proud se při dalším průběhu zmenšuje podle charakteristiky I_D . S proudovým nárazem se současně zvětší moment z bodu A do bodu B na charakteristice M_D . Rozběh motoru končí v okamžiku, kdy se

otáčky již nezvyšují, tj. v průsečíku E charakteristiky M_D a M_{zat} .

Nadproudové ochrany motoru, které jsou zapojeny v jeho přívodech, jsou nastaveny na 58 % hodnoty jmenovitého proudu. Pro malé motory s těžším rozběhem je ekonomickým řešením přemostění ochran motoru po dobu spouštění (přemostovací relé během spouštění). Z důvodu dodatečně připojeného paralelního stykače nevede nadproudové relé během spouštění plný proud. Pouze když motor dosáhne plné rychlosti, dojde k rozepnutí přemostovacího stykače a přes nadproudové relé prochází plný pracovní proud motoru.

Motor je limitujícím faktorem pro čas vybavení nadproudového relé i pro dobu přemostění relé. Motory jsou vyráběny s ohledem na to, motor budou schopny po předepsanou dobu spouštění snášet velmi vysoké teploty tvořící se i při přímém spouštění. Motor a spouštěcí režim je třeba uvážlivě volit pro konkrétní aplikaci, zejména v případě strojů s velmi vysokou setrvačnou hmotou, která je jednou z příčin tohoto problému při přímém spouštění.

(pokračování – Brzdění třífázového asynchronního motoru s obvody se stykači a tlačítky)

Literatura:

- [1] BERKA, Š.: *Elektrotechnická schémata a zapojení 1, Základní prvky a obvody*. Nakladatelství BEN – technická literatura, Praha, 2008.
- [2] VOŽENÍLEK, L.: *Kurs elektrotechniky*. Druhé, přepracované vydání, SNTL – Nakladatelství technické literatury, Praha, 1998.

celoživotní vzdělávání

Vážení čtenáři, odběratelé a sympatizanti titulu Elektro,

omlouváme se, ale rubrika Celoživotní vzdělávání má v tomto čísle Elektro „z provozních důvodů“ prázdniny. Ale není tomu tak, jak to kdysi za socialismu bývalo, že strohé oznámení „Z provozních důvodů zavřeno“, načmárané na ušmudlané papundeklové tabulce visící začasto na dveřích nej-



různějších provozoven služeb a úřadů, ve skutečnosti oznamovalo, že pan vedoucí či úředník si prostě zaskočili někam něco vyřídít.



Naše informace o provozních důvodech je seriózní a znamená, že naši autoři si dovolili být v letním čase vytiženi tu řádnou dovolenou, tu operací řešící zdravotní problém a tu, a to zejména a jak je pro jejich kvalifikaci příznačné, práci na jiných, neméně důležitých projektech.

Chápu - pro mnohé z vás by omluvou byly možná a jedině Olšana (takto známý pražský hřbitov)! Dobrá, pak tedy přihodím přípravu a účast redakce Elektro na zářijovém MSV v Brně, což, uznejte prosím, znamená pro tvorbu čísla 10 sice zajímavou, ale přesto podstat-



nou komplikaci ... a pak už zbývá pouze naše vlastní redaktorská nedokonalost, ke které se ovšem zásadně nepřiznáváme.

Ujišťujeme Vás, milí čtenáři, a jako konstruktivní skutečnost přidáváme, že oba autoři již opět sedí v kokpitech svých PC a pilují pro Vás další texty. Koneckonců – co by to bylo za vzdělávání bez prázdnin? Takže – v příštím čísle Elektro 11 nashledanou.

autoři a přednášející
JUDr. Zbyněk Urban, Ing. Miloslav Valena
a redakce Elektro