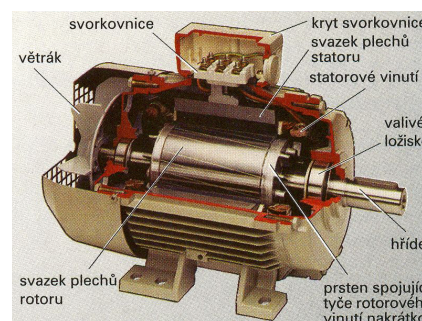


# Zapojení asynchronních motorů

## hvězda / trojúhelník

Pro svou konstrukční jednoduchost a provozní spolehlivost je trojfázový motor nejpoužívanějším elektrickým motorem. Snadno se obsluhuje, jeho rychlost otáčení se při proměnlivém zatížení téměř nemění a vyhovuje, pokud se nevyžaduje řízení rychlosti otáčení.

Základem činnosti asynchronního motoru je vytvoření točivého magnetického pole, které vznikne průchodem střídavého trojfázového proudu vinutím statoru. Toto magnetické pole indukuje v rotoru napětí a vzniklý proud vyvolává sílu otáčející rotorem. Otáčky točivého pole jsou dány kmitočtem napájecího napětí odebíraného ze sítě a počtem pólů trojfázového motoru:



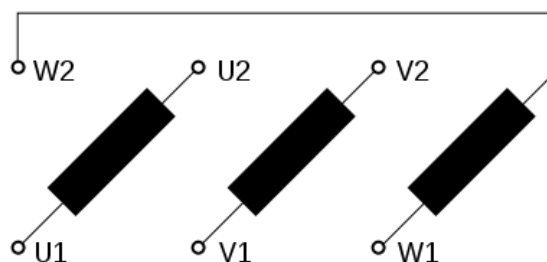
$$n_s = \frac{60 \times f}{p} \quad [\text{min}^{-1}], \text{ kde } f \text{ je kmitočet proudu a } p \text{ je počet pólových dvojic statoru.}$$

Při běžné pasivní zátěži se rotor nemůže otáčet stejnými (tj. synchronními) otáčkami jako magnetické pole statoru, pro generování momentu je potřeba, aby měl rotor jiné otáčky než stator. Při synchronních otáčkách by se rotor a magnetické pole vůči sobě nepohybovaly a tím by se v rotoru neindukovalo napětí a nevznikala by točivá síla. Míra rozdílu otáček pole a rotoru je nazývána *skluz*, udávána v procentech a definována jako:

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} \times 100 \quad [\%], \text{ kde } n_s \text{ jsou otáčky magnetického pole statoru, } n \text{ jsou otáčky rotoru. Podle hodnoty skluzu lze snadno rozdělit oblasti práce asynchronního stroje jako: generátor (} s = -\infty, 0), \text{ motor (} s = 0, 1), \text{ brzdu (} s = 1, \infty).$$

U třífázových motorů se v naprosté většině používá na připojení 6 svorek. To je výhodné ze dvou důvodů. Jednak je tím možné připojit jeden motor na 2 různá napětí (ovšem při přímém (!) připojení) ale to je dnes spíše již teoretická možnost. Ale umožňuje zapojit motor na tzv. "rozběh" pomocí přepínače hvězda/trojúhelník. Ten přepínač může být buď mechanický (přepíná se ručně), nebo stykačový (přepíná se spíše automaticky pomocí časového relé, např. CRM-2T). Ten je dobrý, vzhledem k tomu, že má možnost nastavit i prodlevu. Což je nutné, viz dále.

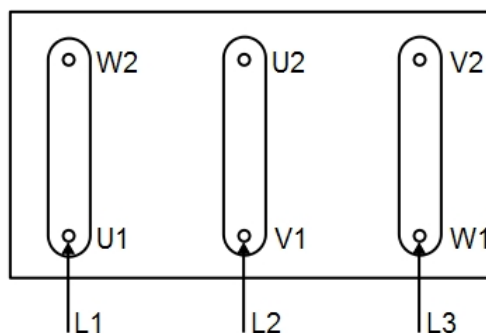
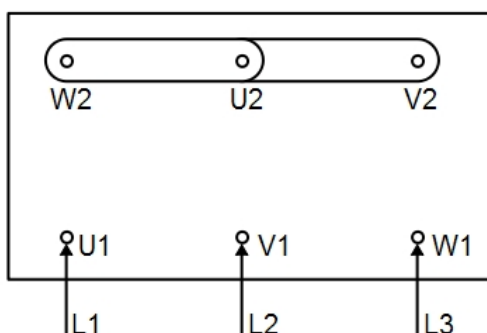
Vlastní motor je rozdělen již při výrobě na 3 sekce - fáze. Tím vznikne 6 konců vinutí, které jsou vhodným způsobem vyvedeny na 6 svorek (U1-U2, V1-V2, W1-W2). Rozteče svorek jsou voleny tak, aby sousední čtveřice tvořily čtverec. Tím se dosáhne toho, že



přiložené propojky - "klemy" je možno dát vodorovně i svisle. (Mají stejnou rozteč děr). Takže jednou soupravou "klem" (3 ks) je možno zapojit jak hvězdu, tak trojúhelník. Při zapojení do hvězdy je jedna klema navíc. Ta se připojí s jakoukoliv paralelně - nevyhazuje se! Zatím mluvíme pouze o přímém zapojení bez rozběhu!!! Teď je třeba zjistit štítkové údaje motoru,

| Zapojení trojfázových motorů |       |       |       |       |       |
|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| síťové napětí                |       | 690 V | 400 V | 230 V | 500 V |
| fázové napětí                | 400 V | Y     | Δ     |       |       |
|                              | 230 V |       | Y     | Δ     |       |
|                              | 500 V |       |       |       | Δ     |
|                              | 289 V |       |       |       | Y     |

aby bylo možno zvolit zapojení buď hvězda, či trojúhelník. Na štítku bývá většinou uvedeno dvoje napětí. Např. 380/220V. Vyšší napětí je vždy hvězda, tzn. že je-li připojovací napětí 3x380V, je třeba zapojit klemy do hvězdy. Pokud by bylo 3x220V, pak do trojúhelníku. To je dnes ovšem asi jen ojedinělé! Ale může tam být jenom napsáno napětí jen jedno, s uvedením zapojení. Např. (značka trojúhelník a 380V). Pak to ovšem přijde zapojit do trojúhelníku. A je tím zároveň myšleno, že to je zapojení jako 660/380V, tj. zapojení do trojúhelníku, ale s možností připojení na fiktivních 660V. A to je povětšinou u motorů větších, kde se předpokládá pro tzv. "těžký" rozběh právě použití přepínače hvězda/trojúhelník. Tj., motor se zprvu připojí "jako" na neexistujících 660V, kde se rozběhne (tečou podstatně nižší proudy, ale motor v této chvíli dodává pouze 2/3 výkon) a po rozběhu (cca 10 sec. - dle motoru) se přepne na jmenovité napětí. Po přepnutí (s tou malou pauzičkou, jak již bylo zmíněno) podává již jmenovitý výkon. Takže trojúhelník 380V je totéž jako 660/380V.



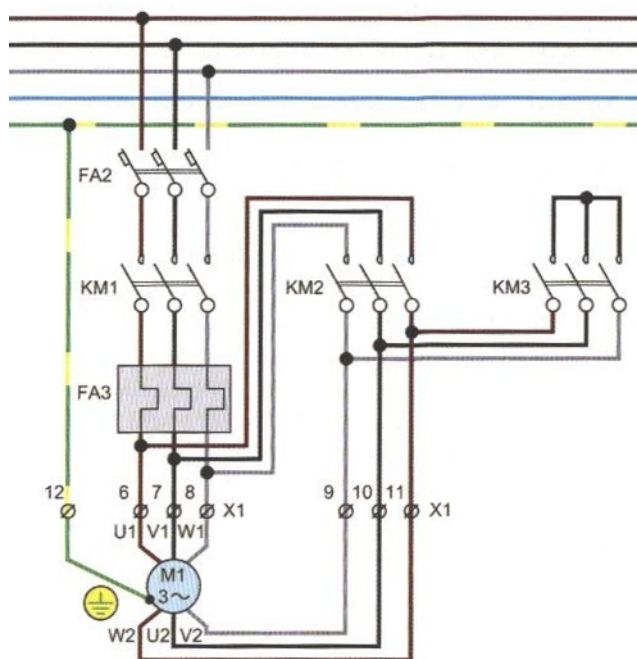
Stručně řečeno, hvězda je na napětí vyšší, protože proud teče z fáze do fáze vždy přes 2 cívký (proto může být zapojeno na vyšší napětí) a při trojúhelníku jde proud vždy z fáze do fáze přes jednu cívku a musí to být tedy na napětí nižší.

Při zapojování motoru "na přímo", tj. bez rozběhu hvězda/trojúhelník, jsou k motoru přivedeny 4 vodiče: 3~ + PE. Při zapojení s rozběhem hvězda/trojúhelník musí být vodičů 7 (8): 3+3~ +1 PE (2 PE). Na připojení vodičů při zapojování hvězda/trojúhelník v motoru existuje určitý trik:

*Zapojíme z každého ze dvou kabelů 2x PE na kostru. Vytvoříme si z každého kabelu 2 trojice pro horní a dolní svorky. Je jedno, který kabel přijde "nahoru" a "dolu". A trochu se vytvarují, aby bylo již "jako" jasné, kam přijdou, i když to ve skutečnosti ještě nevíme. Připravíme si vadasku a zapneme proud. Ještě než se stačí stykače časovým relé přepnout do trojúhelníku, změříme, do kterého za dvou kabelů jde proud. To bude jen do jednoho! VYPNEME! Tyto tři vodiče zapojíme na jednu řadu svorek. Druhý kabel, (do kterého proud nešel), necháme stále volně. Vezmeme slabší holý vodič (stačí # 1,5 mm) a vzájemně omotáme jím dohromady zbylé 3 svorky v řadě, na které zatím nejsou žádné vodiče připojeny. Na velmi krátký okamžik znovu zapneme, abychom viděli směr otáčení motoru. A VYPNEME! Točí-li se motor správně, zůstanou ty první 3 vodiče připojené, jak jsou. Je-li směr opačný, zaměníme (po vypnutí) libovolné 2 vodiče ze 3 připojených. A pokračujeme: Nyní již odmotáme ten*

provizorní vodič # 1,5 ze svorek. To sloužilo pouze k určení směru otáčení. Vezmeme znovu vadasku a znovu zapneme motor. Ale teď již počkáme, až se přepne do trojúhelníku. Pak si vadaskou změříme (vždy jeden hrot na vodiči z 1. kabelu a druhý na vodiči z 2. kabelu), mezi kterými vodiči není napětí. (Respektive je stejné!) VYPNEME! Tyto vodiče pak přijdou zapojit PROTI sobě v horní a spodní řadě.

A musí to chodit hned napoprvé! Zbývá nastavit čas přepnutí hvězda/trojúhelník a tu pauzičku mezi přepnutími. Čas bývá asi 10 sec, ale je to různé podle motoru; může být i více. Pauza bývá 0,5 - 1 sec., aby motor neztratil příliš otáček. To se musí zkusit. Lepší je nastavit více a ubírat.



## Literatura:

- [1] ULRICH, Petr. *Zapojení hvězda / trojúhelník*. Hradec Králové, 2010.
- [2] BERKA, Štěpán. *Elektrotechnická schémata a zapojení 1 : základní prvky a obvody*. druhé vydání. Praha : BEN, 2008. 200 s. ISBN 978-80-7300-239-8.
- [3] BASTIAN, Peter. *Praktická elektrotechnika*. Praha : EUROPA - SOBOTÁLES, 2004. ISBN 80-86706-07-9.
- [4] *Asynchronní motor* [online]. 8.11.2009 [cit. 2010-10-30]. Dostupné z WWW: [http://cs.wikipedia.org/wiki/Asynchronn%C3%AD\\_motor](http://cs.wikipedia.org/wiki/Asynchronn%C3%AD_motor).
- [5] Obrázky. [online]. 2006 [cit. 2010-10-30]. WWW: <http://www.google.cz/imghp?hl=cs&tab=wi>