POHONY SE SYNCHRONNÍMI MOTORY

Z teorie elektrických strojů je patrné, že synchronní stroj připojený na síť může pracovat ve všech čtyřech kvadrantech. Synchronní stroje také byly nejdříve používány zejména pro provoz jako generátor. Teprve později, s nárůstem zkratového výkonu sítě a s nárůstem potřeby kompenzovat jalovou elektrickou energii se začínají používat synchronní stroje i jako motory. Používají se zejména u velkých výkonů a takových zařízení, kde není požadováno časté spouštění. Pracují s konstantní rychlostí a málo proměnným zatížením. Jsou to zejména pohony velkých čerpadel, ventilátorů a kompresorů.

Základní vlastnosti, přirozená charakteristika synchronního stroje

Přirozená charakteristika synchronního motoru je tzv. absolutně tvrdá charakteristika. Znamená to, že v ustálených stavech nedochází ke změnám otáček, otáčky jsou nezávislé na momentu zatížení.

Synchronní motory potřebují napájení střídavým trojfázovým napětím do vinutí statoru a stejnosměrným napětím pro vinutí rotoru. Osa magnetického pole rotoru se v nezatíženém stavu kryje s osou točivého magnetického pole statoru a tím se motor otáčí konstantními otáčkami. Při zatížení dojde ke zpoždění rotoru o tzv. zátěžný úhel β.

Pro moment synchronního stroje s hladkým rotorem lze odvodit:

$$M_s = k.\phi.I_b.\sin\beta = k.\frac{U_1.I_b}{\omega_s}.\sin\beta$$

U stroje s vyniklými póly přistupuje tzv. reluktanční moment, pro který lze napsat:

$$M_r = k.\phi.I_b.\sin 2\beta$$

Výsledný moment je pak dán součtem obou momentů.

ESF II projekt Západočeské univerzity v Plzni, reg. č. CZ.02.2.69/0.0/0.0/18_056/0013239

Další zvláštností synchronního stroje je možnost pracovat s kapacitním nebo s induktivním účiníkem. To lze ovlivnit buzením. Pokud bude stroj pracovat s nízkým buzením, bude jeho účiník induktivní. Pokud stroj přebudíme, bude jako celek stroj pracovat s kapacitním účiníkem. Této vlastnosti se využívá zejména u velkých strojů – pomocí buzení regulujeme nejen účiník u vlastního motoru, ale též (vzhledem k výkonu motoru) účiník soustavy v místě připojení motoru[1].

Rozběh synchronního stroje

Synchronní motor se sám nerozběhne, je třeba ho nejprve roztočit na otáčky blízké synchronním a poté tzv. synchronizovat.

Spouštěcí metody:

a) Spouštění s vlastním *asynchronním rozběhem*, vzniká velký proudový náraz. Problematika je obdobná jako u spouštění indukčních motorů. Pro zlepšení lze použít klec. Zde se využije vlastností tlumiče kývání. Budicí vinutí je při rozběhu spojeno nakrátko nebo přes odpor $R_p = (5\text{-}10).R_b$.

b) Spouštění pomocí *rozběhového motoru*, lze použít pro malý moment zátěže nebo pro synchronní kompenzátory. Platí $P_{AM} = (0{,}15 - 0{,}2)\ P_{SM}$.

c) *Frekvenční rozběh*, motor se napájí měničem kmitočtu.

Synchronizace: připojí se budící svorky ke zdroji budícího napětí. Vzniká velmi složitý přechodový děj.

Budící soustavy synchronních strojů

Budící soustava je nejenom zdrojem budícího proudu, ale plní též další funkce. Mezi nejužívanější budící soustavy patří:

a) Budící soustava s budičem na hřídeli – rotační budič je spojený se synchronním motorem hřídelí, reguluje se pomocí předřadného odporu v buzení dynama.

[1] V některých případech se stoj používá pouze ke kompenzaci účiníku. Pak je k tomuto účelu konstrukčně upraven, nemá ani vyvedenou hřídel. Stroj se pak nazývá synchronní kompenzátor.

b) Budící soustava s diodovým usměrňovačem – potřebný transformátor s odbočkami, dnes se nepoužívá.
c) Budící soustava s tyristorovým usměrňovačem – místo diod a transformátoru je použit řízený usměrňovač, dnes vybavený regulátorem budícího proudu motoru.
d) Střídavý budič a rotující usměrňovač – jedná se o moderní způsob buzení, kdy ve speciálním budiči se do rotoru indukují střídavá napětí. Vývody vinutí jsou připojeny na usměrňovač, napájející budící vinutí synchronního motoru – odpadají kroužky, soustava se nazývá bezkartáčová.
e) Rotační transformátor a diodový usměrňovač – budící výkon se přenáší transformací mezi stojícím primárním vinutím a rotujícím sekundárním vinutím.

Možnosti řízení synchronního stroje

Ze uvedených vztahů vyplývá, že synchronní moment M_s je funkcí napětí U_1, budícího proudu I_b a úhlu zátěže β. Při konstantních napájecích hodnotách je tedy moment motoru jednoznačně určen momentem zátěže a je konstantní. Moment můžeme řídit pouze budícím proudem, čímž se ale mění pouze poměry elektromagnetické, nikoli elektromechanické; rychlost zůstane vždy konstantní.

Jediná možnost, jak měnit otáčky je změnou frekvence (doplněné změnou napětí). Změnou kmitočtu dochází ke změně synchronní rychlosti, a tedy i rychlosti motoru. Dynamické vlastnosti této soustavy jsou však nevýhodné a je nebezpečí vypadnutí ze synchronismu. Jako proměnný zdroj frekvence se mohou použít zdroje elektromechanické nebo elektrické. Mezi elektromechanické řadíme synchronní generátor, poháněný turbínou (používá se pro rozběh velkých soustrojí) nebo synchronní generátor, poháněný jiným motorem s regulací otáček (používá se na zkušebnách výrobních závodů). Tyto zdroje nevykazují velkou změnu frekvence a nebezpečí vypadnutí ze synchronizmu není tak velké. Jinak je tomu u elektronických zdrojů. Mezi elektronické řadíme měniče kmitočtu, jak přímé, tak dnes zejména nepřímé. Konvenční řízení synchronního je provedeno jako nezávislé (tj. pouhé

napájení synchronního motoru zdrojem o proměnném kmitočtu). Vlastnosti jsou pak podobné regulovanému asynchronnímu motoru.

Ventilový motor synchronního typu

Druhý způsob řízení synchronního motoru spočívá v tom, že se nezadává přímo kmitočet napájecího napětí, ale zadává se úhel mezi vektorem toku a výsledným proudem. Jinými slovy – z měniče kmitočtu se přivádí proud do těch fází statorového vinutí, které jsou ve vhodné poloze k výslednému magnetickému toku. Takový motor je pak nazýván ventilovým motorem. Řízení se provádí tak, aby vinutím statoru procházel maximální proud, pokud možno právě v okamžiku, kdy se vinutí nachází v místě maximální indukce. Pohon má vlastnosti regulovaného stejnosměrného motoru.

Připínání vhodných fázových vinutí vzhledem k poloze rotoru je umožněno:

a) pomocí čidla polohy, které je umístěno na rotoru – řídící systém polohu vyhodnotí a sepne potřebné větve střídače,

b) vyhodnocením velikosti a fáze napětí na svorkách motoru – z něho se získá údaj o velikosti a fázi magnetického toku.