Fö 10 Moment och styrning av asynkronmotorn

Vridmoment

(Visa ekv. krets)

$$P_{mech} = n_{ph} I_2^2 R_2 \frac{1-s}{s} = P_{gap}(1-s) \qquad (1)$$

$$T_{mech} = \frac{P_{mech}}{\omega_m} = P_{gap}\frac{1-s}{\omega_m} = /\omega_m = (1-s)\omega_s/ = \frac{P_{gap}}{\omega_s} \qquad (2)$$

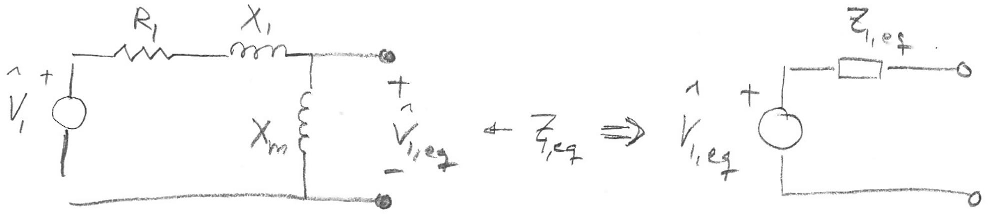
$$T_{mech} = \frac{1}{\omega_s} n_{ph} \frac{R_2}{s} I_2^2 \qquad (3)$$

vill ha statorspänning istället.

Moment som funktion av statorspänning och slipp

Försumma R_c, dvs $R_c = \infty$.

Thévenins sats



Spänningsdelning ger:

$$\hat{V}_{1,eq} = \frac{jX_m}{R_1 + j(X_1 + X_m)} \cdot \hat{V}_1 \qquad (4)$$

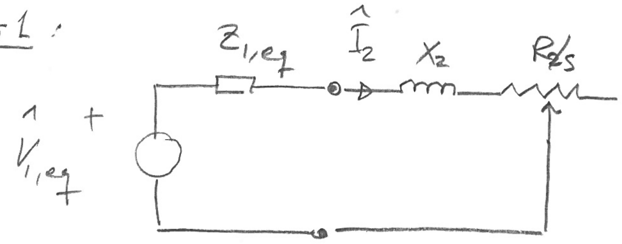
SPARA OM DET GÅR

Ekvivalent impedans:

$$Z_{1,eq} = \frac{(R_1 + jX_1)\, jX_m}{R_1 + j(X_1 + X_m)} \qquad (5)$$

Krets med théveninekvivalent

Fig 1:



SPARA

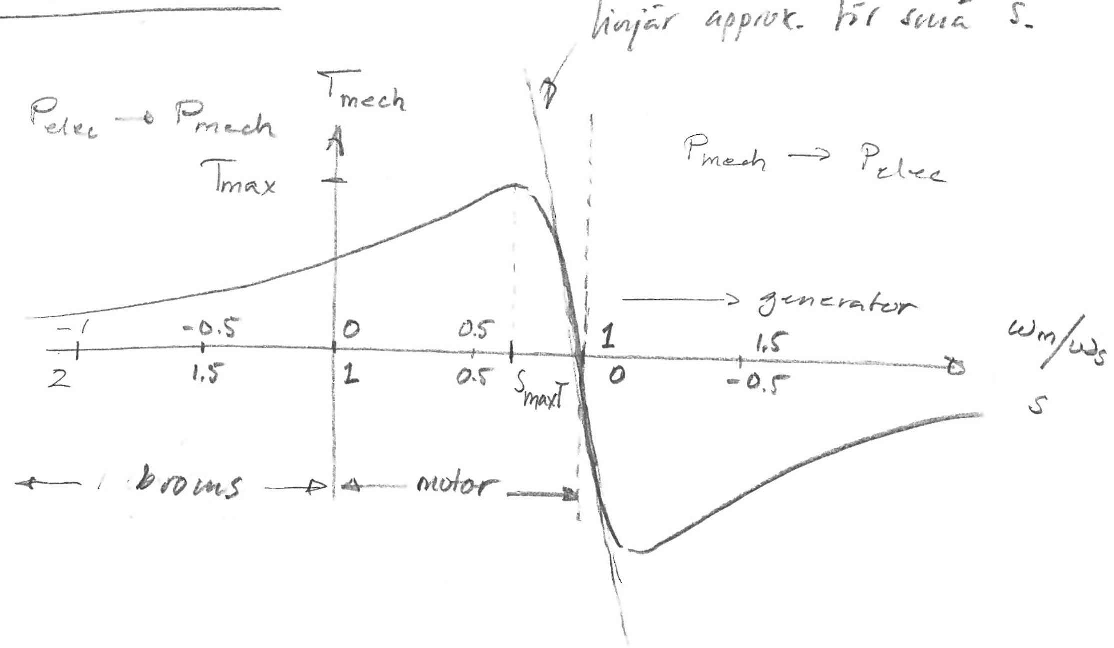
$$\hat{I}_2 = \frac{\hat{V}_{1,eq}}{Z_{1,eq} + jX_2 + R_2/s} = \frac{\hat{V}_{1,eq}}{\left(R_{1,eq} + R_2/s\right) + j\left(X_{1,eq} + X_2\right)}$$

Sätt in i (3):

$$T_{mech} = \frac{1}{\omega_s} \cdot \frac{n_{ph}\left(\frac{R_2}{s}\right) V_{1,eq}^2}{\left(R_{1,eq} + \frac{R_2}{s}\right)^2 + \left(X_{1,eq} + X_2\right)^2} \qquad (6)$$

SPARA

Momentkurva



Momentegenskaper

För små s gäller att $\frac{R_2}{s}$ dominerande i nämnaren, dvs

$$T_{mech} \approx \frac{1}{\omega_s} \frac{n_{ph}\left(\frac{R_2}{s}\right)}{\left(\frac{R_2}{s}\right)^2} V_{1,eq}^2 = \frac{1}{\omega_s} \frac{n_{ph} V_{1,eq}^2}{R_2} \cdot s$$

$$\Rightarrow \quad T_{mech} \propto s$$

$$\Rightarrow \quad T_{mech}(0) = 0$$

Då $s \rightarrow \pm\infty$ $\quad T_{mech} \rightarrow 0$

Maximalt moment (kippmoment)

2 alternativ: 1) $\frac{dT_{mech}}{ds} = 0 \ldots$ 2) Utnyttja insikter.

Eftersom $T_{mech} \overset{(2)}{=} \frac{P_{gap}}{\omega_s}$ så antas maximalt T_{mech}

då P_{gap} är maximalt.

Maximal effekt utvecklas i R_2/s då (se Fig 1)

$$\frac{R_2}{s} = |Z_{1,eq} + jX_2| = \sqrt{R_{1,eq}^2 + (X_{1,eq} + X_2)^2} \qquad (7)$$

enligt effektanpassning.

Detta slipp $s = s_{maxT}$ ger maximalt moment.

Insättning av s_{maxT} i (6) ger

$$T_{max} = \frac{1}{\omega_s} \left[\frac{\frac{1}{2} n_{ph} \cdot V_{1,eq}^2}{R_{1,eq} + \sqrt{R_{1,eq}^2 + (X_{1,eq} + X_2)^2}} \right] \qquad (8)$$

Metoder för varvtalsstyrning

$$\omega_m = (1-s)\,\omega_s$$

Varvtalsstyrning genom att reglera slippet s:

- rotorresistansstyrning, R_2
- spänningsstyrning, V_1

Varvtalsstyrning genom att reglera synkronhastigheten

$$\omega_s = \frac{2}{p}\,\omega_e :$$

- poltalsändring, p
- frekvensstyrning ω_e

Nackdel med slippreglering:

$$\eta = \frac{P_{mech}}{P_{in}} \leq \frac{P_{mech}}{P_{gap}} \overset{(1)}{=} 1-s$$

Stort slipp s ger dålig verkningsgrad.

Rotorresistansstyrning

T_{mech} i (6) kan ses som en funktion av

$$\xi = \frac{R_2}{s}$$

För fixt moment så är $s \propto R_2$

[Visa OH]

Notera

- ändring av R_2 skalar momentkurvan kring $s = 0$.
- maxmomentet oberoende av R_2
- krävs en släpringad motor för att ändra R_2

Spänningsstyrning

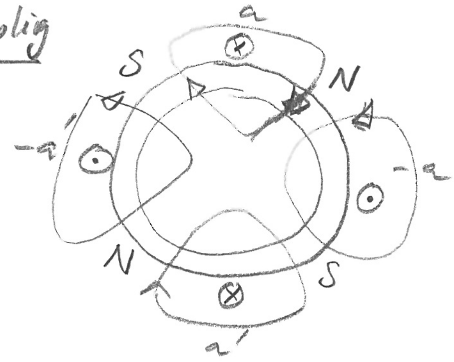
Enligt (4) och (6) så är $T_{mech} \propto V_{1,eq}^2 \propto V_1^2$

[Visa OH]

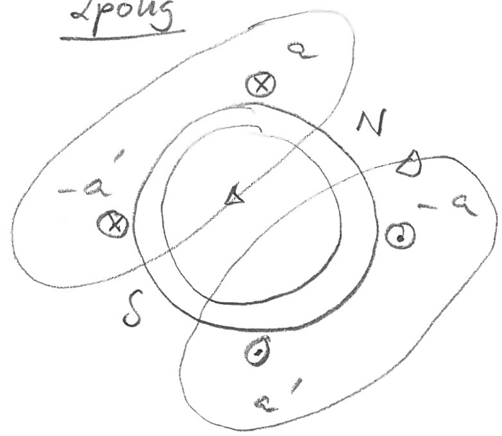
Används i små burlindade motorer där låg kostnad är viktigare än hög effektivitet.

Poltalsstyrning

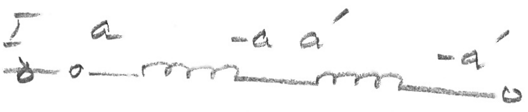
4polig

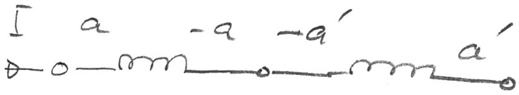


2polig



Elektrisk inkoppling





+ Poltalsändring via strömbrytare

− $\omega_s = \frac{2}{p}\omega_e$ varvtalsändring i diskreta steg

− burlindad motor

Frekvensstyrning

Styr ω_e och använder konstant V/Hz-reglering dvs

$$V_1 = \left(\frac{\omega_e}{\omega_{e0}}\right) V_{1,0} \qquad \omega_e \leq \omega_{e0}$$

där indexering 0 innebär värde vid märkfrekvens.

Moment för olika $\omega_e \neq \omega_{e0}$

Antag att R_1 är försumbar.

Vi ska eliminera alla beroenden av ω_e i (6) förutom genom $\Delta\omega_m := \omega_s - \omega_m$.

- $\omega_s = \frac{2}{p}\omega_e$
- $s = \frac{\omega_s - \omega_m}{\omega_s} = \frac{\Delta\omega_m}{\omega_s} = \frac{p}{2}\frac{\Delta\omega_m}{\omega_e}$
- $X = \frac{\omega_e}{\omega_{e0}} X_0$

$$(6): \quad T_{mech} = \frac{1}{\cancel{\omega_s}} \frac{n_{ph} \cdot \frac{R_2}{\Delta\omega_m} \cdot \cancel{\omega_s} \left(V_{1,eq}\right)_0^2 \cdot \cancel{\left(\frac{\omega_e}{\omega_{e0}}\right)^2}}{\left(\frac{R_2}{\Delta\omega_m}\right)^2 \left(\frac{2\cancel{\omega_e}}{p}\right)^2 \underbrace{\left(\frac{\omega_{e0}}{\omega_{e0}}\right)^2}_{\text{lämna locka}} + \left(X_{1,eq}+X_2\right)_0^2 \cancel{\left(\frac{\omega_e}{\omega_{e0}}\right)^2}} \Rightarrow$$

$$T_{mech} = \frac{n_{ph}\left(\frac{R_2}{\Delta\omega_m}\right)\left(V_{1,eq}\right)_0^2}{\left(\frac{R_2}{\Delta\omega_m}\right)^2\left(\frac{2\omega_{e0}}{p}\right)^2 + \left(X_{1,eq}+X_2\right)_0^2}$$

Momentet $T_{mech}(\Delta\omega_m) = T_{mech}(\omega_s - \omega_m)$ ges av skillnaden mellan rotorns mek. v.h. och den synkrona v.h. [OH]