

Döner Hareketli Sistemler

Bir ve iki uymalı dönen sistemlerde öz ve karşit endüktanslar ile dönme açısı arasındaki bağlantılar, elektrik makinelerinde 2 kısımdan oluşur,

- 1) Stator (Sabit Kısım)
- 2) Rotor (Hareketli Kısım)

Stator ve rotor arasında kalan boşluğa hava aralığı denir. Elektrik mak. hava aralığı çevre boyunca sabit kalıyorsa stator ve rotor sargılarının öz indüktansları rotanın dönme açısı θ_r 'ye bağlı değildir. Ancak hava aralığının şeklinin değişmesi ile öz endüktanslarda değişir. (θ_r 'ye bağlı)

$$L_s = L_{s0} + L_{s0} \cdot \cos 2 \cdot \theta_r$$

$$L_r = L_{r0} + L_{r0} \cdot \cos 2 \theta_r$$

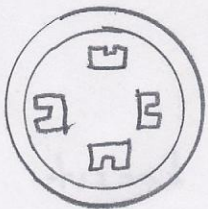
$$M = M_0 \cdot \cos \theta_r$$

Makine p kutuplu ise L_s ve L_r denklemlerinde $2\theta_r$ yerine $2p\theta_r$ alınır.

(p = çift kutup sayısı, $2p$ = tek kutup sayısı)

$$2p = \text{tek kutup sayısı} \quad s = 1 \quad L_1 = L_s$$

$$p = \text{çift kutup sayısı} \quad p = 2 \quad L_2 = L_r$$

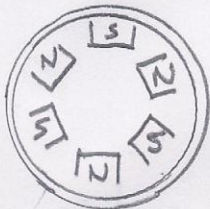


$$2p = 4$$

$$p = 2$$

$$L_s = L_{s0} + L_{s\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

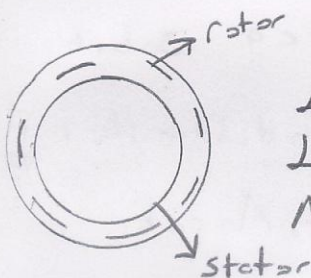
$$L_s = L_{s0'} + L_{s\theta} \cdot \cos 4\theta_r$$



$$2p = 6$$

$$p = 3$$

$$L_{s_b} = L_{s0} + L_{s\theta} \cdot \cos 6\theta_r$$

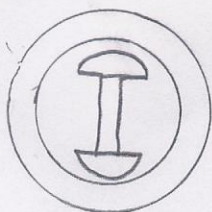


$$L_s = \text{sabit}$$

$$L_r = \text{sabit}$$

$$M = M_0 \cdot \cos \theta_r$$

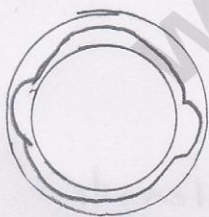
(asenkron motor)



$$L_s = L_{s0} + L_{s\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

$$L_r = \text{sabit}$$

$$M = M_0 \cdot \cos \theta_r$$



$$L_s = \text{sabit}$$

$$L_r = L_{r0} + L_{r\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

$$M = M_0 \cdot \cos \theta_r$$



$$L_s = L_{s0} + L_{s\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

$$L_r = L_{r0} + L_{r\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

$$M = M_0 \cdot \cos \theta_r$$

Makine modellerine göre stator ve rotor sargılarının özendükslerinin dönme açısı θ_r 'ye bağlı olup olmadığını pratik olarak şöyle anlayabiliriz,

— Makine statorunda duran bir parçeleci rotanın dönmesi ile hava aralığının değişimini parçeyorsa bu stator öz endüksünün θ_r 'ye bağlı olduğunu gösterir, ve değeri L_s denkleminde göre hesaplanır,

Aynı şekilde bu parçeleci rotadan statora doğru yapılır, ve hava aralığının değişimi parçelenirse bu da rotor özendüksünün θ_r 'ye bağlı olduğunu gösterir, ve değeri L_r denkleminde hesaplanır,

Eğer hava aralığı değişmiyorsa bu endüksiyonlar sabit kalır.

Bir Uygunlu Dönen Sistemlerde Ani Momentin Enerji Cinsinden İfadesi

a) (T, X) bağımsız değişkenler ise

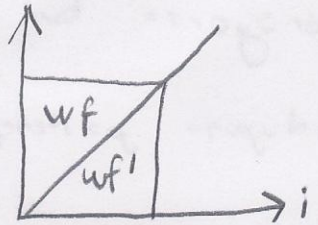
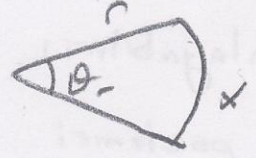
$$f = \frac{-\partial w_f(\psi, X)}{\partial X}$$

b) (i, X) bağımsız değişkenler ise

$$f = \frac{\partial w_f'(i, X)}{\partial X}$$

İncelediğimiz sistemler dönen sistemler olduğundan denklemlerdeki x ifadesi, dönme θ_r 'ye bağlı olacaktır.

$x = r \cdot \theta_r$
 $\partial x = \partial \theta_r \cdot r$



$\Psi = L \cdot i$
 $\tan \alpha = L = \frac{\Psi}{i}$
 $M = f \cdot r$

$f = \frac{-\partial w_f(\Psi, x)}{r \partial \theta_r}$

$f_r = T = \frac{-\partial w_f(\Psi, \theta_r)}{\partial \theta_r}$

$f = \frac{\partial w_f(\theta_r, i)}{r \partial \theta_r}$

$T = f_{,r} = \frac{\partial w_f^2(i, \theta_r)}{\partial \theta_r}$

Bir Dönermeli Lineer Dönen Sistemlerde Ani ve Ortalama Moment ifadeleri

$w_f = M f' - \frac{1}{2} L \cdot i^2$

$T = \frac{\partial M f'(i, \theta_r)}{\partial \theta_r}$

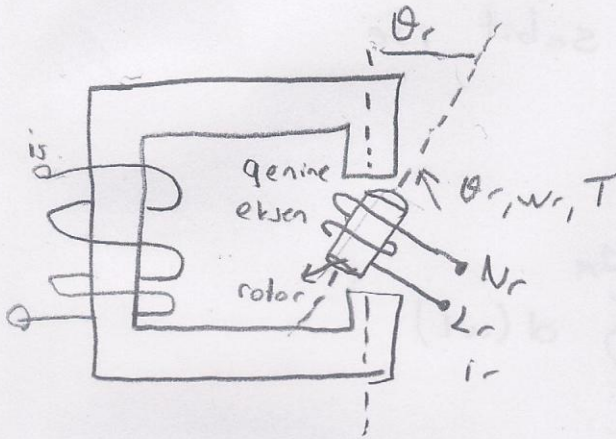
$T = \frac{1}{2} \cdot i^2 \frac{\partial L}{\partial \theta_r}$ ← Ani Moment

$L = L_0 + L_{\theta} \cdot \cos 2\theta_r$ olduğundan bu ifadenin θ_r 'ye göre türevi alınacak demektir.

Ortalama Moment

$$T_{ort} = \frac{-1}{2\pi} \int_0^{2\pi} T \cdot d(\omega t)$$

İki Linyarlı Lineer Döner Sistemlerde Moment



Rotorun konumuna göre manyetik devrenin relaktansı değişeceğinden hem ω_s hem de ω_r enduktanslar, θ_r açısından fonksiyonu olacaktır.

$$M = M_{rs} = M_{sr}$$

(Relaktans Motoru)

2 elektrik devresinden dolayı karşit enduktanslar var.

$$L_s = L_{s0} + L_{s\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

$$L_r = L_{r0} + L_{r\theta} \cdot \cos 2\theta_r$$

$$M_{sr} = M_{rs} = M = M_0 \cdot \cos \theta$$

Burada stator ve rotor akılarının aynı yönde olduğu kabul edilmiştir. Yönler ters olursa M_{rs} ve M_{sr} işaret değişir.

$$T = \frac{1}{2} i_s^2 \cdot \frac{\partial L_s}{\partial \theta} + \frac{1}{2} i_r^2 \cdot \frac{\partial L_r}{\partial \theta} + i_s i_r \cdot \frac{\partial M}{\partial \theta}$$

$$a) M_o = M_f = M_f'$$

$$b) W_f = \frac{1}{2} L_1 i_1^2 + \frac{1}{2} L_2 i_2^2 + M_{i_1 i_2}$$

$$c) T = \frac{d \cdot W_f}{d \theta_r}$$

Hava aralığı çevre boyunca sabit ise

$$T = i_s \cdot i_r \cdot \frac{\partial M}{\partial \theta}$$

$$\text{Ortalama Moment} = T_{ort} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} d(W_f)$$

Örnek =

Rotoru sabit kutuplu, stator çevresi silindirik (düzgün) bir makineye ait özendiktaşlar $L_r = 5$

$$L_s = 1 + r \cos \theta_r$$

$$M = -\cos \theta_r, i_s = 4, i_r = 2, \theta_r = \pi/2$$

a) Ani Moment

b) Manyetik devresinde depo edilen enerjini buluz

$$T = \frac{1}{2} i_s^2 \frac{dL_s}{d\theta_r} + \frac{1}{2} i_r^2 \frac{dL_r}{d\theta_r} + i_s i_r \frac{\partial M}{\partial \theta_r} \quad \theta_r = \frac{\pi}{2}$$

$$\frac{1}{2} = 16 \cdot 2 \cdot \sin 2\theta_r + \frac{1}{2} \cdot 4 \cdot 0 + 8 \cdot \sin \theta_r = 8 \text{ Nm}$$

$$W_f = \frac{1}{2} L_1 i_1^2 + \frac{1}{2} L_2 i_2^2 + M_{i_1 i_2}$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 5 \cdot 4 + \frac{1}{2} (1 + \cos 2\theta_r) \cdot 16 - \cos \theta_r \cdot 8 = 10 \text{ Joule}$$

örnek = Ö2 ve karsit endüktansları $L_s = 0,5 \text{ H}$ $L_r = 0,3 \text{ H}$
 $M = 0,4 \cos \theta_r$ olan 2 uyarmalı dönen sistemde statör akımı $i_s = 100 \sin \theta_r$ $i_r = 5 \text{ A}$ ise ortalama momenti bulunuz

$$T = \frac{1}{2} \cdot 100^2 \cdot \sin^2 \theta_r \cdot \frac{dL_s}{d\theta} - \frac{1}{2} \cdot 25 \cdot \frac{dL_r}{d\theta} - 5 \cdot 100 \cdot \sin \theta_r \cdot 0,4 \cdot \sin \theta_r$$

$$= -200 \cdot \sin^2 \theta_r$$

$$T_{\text{ort}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} T \cdot d\theta_r$$

$$= -100 \text{ Nm}$$

$$\cos 2\theta = 1 - 2\sin^2 \theta$$

$$\sin^2 \theta = \frac{1 + \cos 2\theta}{2}$$

örnek = Ö2 ve karsit endüktansları $L_1 = 0,5$ $L_2 = 0,2$
 $M = \cos \theta$ olan 2 uyarmalı lineer dönen sistemin

a) $\theta = 30$ için ani moment

b) $i_1 = \sin \theta$ $i_2 = I_{dc}$ olması halinde ortalama moment

$$T = \frac{1}{2} \cdot i_s^2 \cdot \frac{dL_s}{d\theta} + \frac{1}{2} \cdot i_r^2 \cdot \frac{dL_r}{d\theta} + i_s \cdot i_r \cdot \frac{dM}{d\theta} = i_1 \cdot i_2 (-\sin \theta)$$

$$= -\frac{1}{2} i_1 i_2$$

$$T = i_1 \cdot i_2 \cdot \frac{dM}{d\theta} = I_{dc} \cdot \sin \theta (-\sin \theta)$$

$$= -I_{dc} \cdot \sin^2 \theta$$

$$T_{\text{ort}} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} -I_{dc} \cdot \sin^2 \theta_r \cdot d\theta = -\frac{I_{dc}}{2} N_m$$