

개구부 풀시 낙하를 위한 거리 등.

표지판 하나를. LED 장치 하나를 가는 ← 제이반

전원대 배치가 있는데 (보수시 전원 차단),

동작원리를 구함 (배터리, 항상 빛이 켜진 제품)

1군데 지름.

물체: 전기 에너지 → 기계 에너지 (force)

에너지 변환기기.

공간에 자기장을 A 쪽

전기 시스템 → 기계 시스템 → 기계 시스템

(V, I)

(F)

(T, W)

에너지는 모든 피보트

전기 E = 기계적 에너지 + 자기 에너지 + 손실

} 효율, 동손, }
기계손

손실을 무시한 경우

$$dW_e = dW_f + dW_m$$

$$W \text{은 에너지. } [J] = [W \cdot s]$$

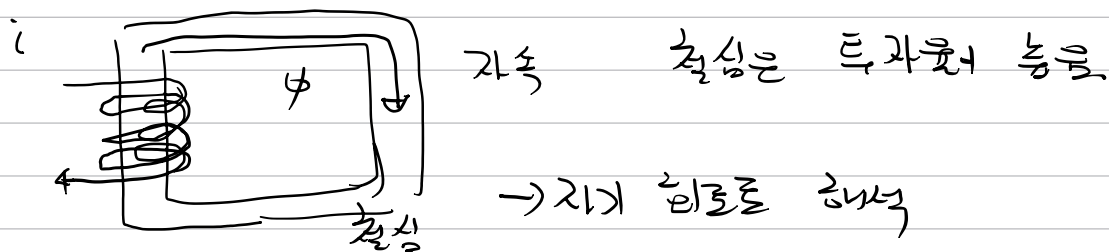
$$= \text{Power} \times \text{시간}$$

$$dW_e = (P - i^2 R) dt = (Vi - i^2 R) dt = (V - iR) i dt$$

$$dW_m = F_m \cdot v dt = F_m dx \quad \text{힘} \times \text{변위량} = \text{에너지.}$$

$$= T_m \omega dt = T_m d\theta$$

자기 에너지. $\Rightarrow$ 항상 단는 고정되어 있음.



가자, 자기저항, 자속

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

$$V = \mathcal{R} I$$

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A} \quad \mathcal{R} = \oint H dl \quad \mathcal{R} = \frac{l}{\mu A} = \oint H dl$$

$$H = \frac{\mathcal{R}}{l} = \frac{l}{\mu A}$$

$$B = \mu_0 \mu_r H$$

$$\phi = \int_A B dA = BA \cos \theta$$

$\theta = 90^\circ$

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A} \Rightarrow \phi = BA = \mu H A = \mu \frac{l}{A} A$$

$$\phi = \frac{\mu A}{l} \mathcal{R}$$

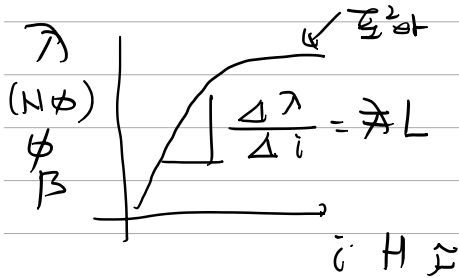
$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A} \phi = \mathcal{R} \phi$$

$$\mathcal{R} = \frac{l}{\mu A}$$

자기 저항 l 에 비례
A에 반비례

이동매자		고전자	리턴자
전통기	직류 전동기	DC	AC
	동기 전동기	AC	DC
	유도 전동기	AC	AC
	—	AC DC	DC

문제는 자기장을 통해 힘을 발생 $\rightarrow$ Torque를 변환하는 내는 장치.



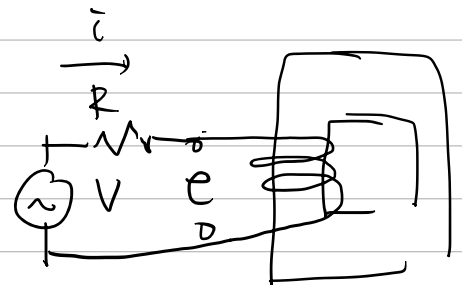
$$\begin{aligned}\lambda &= N\phi = NBA = NMIA \\ &= NM \frac{\mu i}{l} A = \frac{\mu}{l} N^2 i A \\ \lambda &= L i \quad L = \frac{\mu N^2 A}{l} [H]\end{aligned}$$

L과 R은 반비례

문제는 $L(i, \lambda)$ 인 L을 일정하게 설정. λ : 공극을
회전 속도를 증가

$$W_e = (V i - i^2 R) dt = (V - iR) i dt$$

$$\text{유도 기전력은 } e = -\frac{d\lambda}{dt}$$



$$V = iR + e \quad W_e = (iR + e - iR) i dt = e i dt = i d\lambda$$

기계적 에너지 $\stackrel{=0}{\approx}$ 자기 에너지 = 전기 에너지

$$dW_f = dW_e = i d\lambda \quad W_f = \int_0^\lambda i d\lambda = \frac{1}{2} i^2 \lambda$$

$$\int_0^\lambda \frac{\lambda}{L(\lambda)} d\lambda = \frac{\lambda^2}{2L(\lambda)}, \quad W_f = \int i d\lambda = \int i L(\lambda) d\lambda = \frac{1}{2} L(\lambda) i^2$$

전자석이 발생시킬 때 자기장은, 코일은

electromagnetic force

$$F_m = \frac{\partial W_m}{\partial x} \left[\begin{array}{c} \text{에너지를 변위로} \\ \text{나눈 단위} \end{array} \right] = - \frac{\partial W_f}{\partial x}$$

기계의 에너지는 자기에너지에 반대방향으로 흐름.

$$W_f = \frac{1}{2} \lambda^2 \left(\frac{1}{L(x)} \right)^2 \quad F_m = - \frac{1}{2} \frac{\partial \lambda^2}{\partial x} \left(\frac{1}{L(x)} \right)^2 \Big|_{\lambda = \text{constant}}$$

$$F_m = \frac{1}{2} \frac{\partial \left(\frac{\lambda^2}{L(x)^2} \right)}{\partial x} = - \frac{1}{2} \lambda^2 \frac{\partial \left(\frac{1}{L(x)^2} \right)}{\partial x}$$

$$= \frac{1}{2} \lambda^2 \frac{1}{L(x)^3} \frac{\partial L(x)}{\partial x} = \frac{1}{2} \lambda^2 \frac{\partial L(x)}{\partial x}$$

힘은 자기 인력 코일이 증가하는 방향으로 작용.

→ 코일이 증가하는 방향으로 작용 → 코일이 증가하는 방향으로 작용

$$W_f = \int_0^\theta i d\lambda = \int_0^\theta i d\phi = \int_0^\theta \frac{R}{2} \phi d\phi = \frac{R}{2} \phi^2$$

$$F_m = - \frac{\partial W_f(i, x)}{\partial x} = - \frac{\partial}{\partial x} \left\{ \frac{R(x)}{2} \phi^2 \right\} \Big|_{\phi = \text{constant}} = - \frac{\phi^2}{2} \frac{\partial R(x)}{\partial x}$$

힘은 자기 저항이 감소하는 방향으로 작용.

회전기계 = Torque를 사용.

$$T_m = \frac{\partial W_m}{\partial \theta}$$

θ : [rad] [-] 단위

$$Torque [N \cdot m] = \frac{\partial W_m}{\partial \theta} \quad \begin{array}{l} [N \cdot m] \\ = [J] \end{array}$$

$$T_m = \frac{1}{2} I_s^2 \frac{dL(\theta)}{d\theta} = -\frac{1}{2} \psi^2 \frac{d\mathcal{R}(\theta)}{d\theta}$$

궤적토크 토크, 궤적토크 토크도!

$$i_s = I_m \cos(\omega_s t)$$

$$T_m(t) = \frac{1}{2} \{I_m \cos(\omega_m t)\}^2 \frac{dL(\theta)}{d\theta}$$

$$L(\theta) = L_0 + L_2 \cos 2\theta \rightarrow T_m = -I_m^2 I_s \sin 2\theta \cos^2 \omega_s t$$

$$T_m = A_{max} \{ \text{궤적토크} \} \text{의 평균값} \rightarrow \text{평균 Torque} = 0$$

$$\omega_m = \pm \omega_s \quad \omega_m : \text{물체 각속도} \quad \omega_s : \text{전류 각속도}$$

$$\rightarrow \text{평균 torque} = 0$$

$\Rightarrow$ 회전자(ω_m)는 고정자 전류의 각속도(ω_s)를 회전을 해
torque가 지속적으로 발생.

이중영양가기 (double fed motor)

$$T_m = \text{궤적토크 토크} + \text{전자기토크 토크}$$

궤적토크 토크를 0으로 만들기 위해 슬립률 극조
궤전자, 고정자 사중

$$T_m(t) = \frac{1}{2} \{ \sin[\{\omega_m \pm (\omega_s \pm \omega_r)\}t + \pm \alpha \pm \delta] \} \text{의 평균값}$$

$$\text{정리됨} \quad \omega_m = |\omega_s + \omega_r| \text{ 이면 평균 토크가 0이아님}$$

$$\text{① 극궤 전동기} \quad \omega_s = 0 \rightarrow \omega_m = \omega_r$$

$$\text{② 동기 전동기} \quad \omega_r = 0 \rightarrow \omega_m = \omega_s$$

③ 유도 운동 $W_m = W_s - W_r$

회전 시스템

$$F = ma$$

$$\tau = J\alpha$$

$$P = F \cdot V = \tau \omega = V_i [\text{W}]$$

$$\tau_{\text{net}} = \tau_h - \tau_l = J \frac{d\omega}{dt}$$

회전 관성 모멘트 $[\text{kg} \cdot \text{m}^2]$