

REPORT



3주차 과제

과 목 명		서보기기제어
담당 교수		홍선기 교수님
학 과		시스템제어공학과
학 번		20210710
이 름		맹지우
제 출 일		2023.09.18.

동기기의 이해

맹지우_20210710

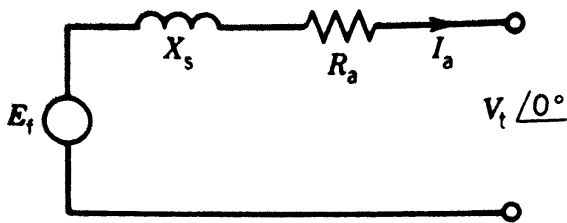
호서대학교 시스템제어공학과

(H.P: 010-9332-6526, E-mail : 20210710@vision.hoseo.edu)

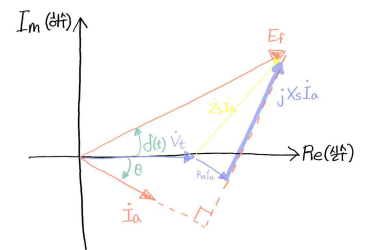
1. 원통형 동기기에서 발전기 및 전동기 페이서도를 수기로 그려보시오. 또한 페이서도에 대해 작도 방법도 설명하시오.

(1) 발전기

먼저 페이서도의 축을 살펴보면 X축은 실수, Y축은 허수라고 설정한다. 발전기에 기전력 E_f 를 인가하게 되면, 회전 운동을 통해 전압 V_t 를 생성한다. R-L 회로를 사용하므로 전류 I_a 가 lagging 되어 흐른다. 그렇게 되면 X_s 와 R_a 에 의하여 전압 강하가 생길 텐데, R_a 는 전류와 나란한 방향의 전압 강하를 일으키고 X_s 는 j 로 인하여 90도의 위상차를 보이며 전압 변화가 일어난다. 전압 V_t 와 기전력 E_f 의 사이 각은 델타(δ)로 표시하며, 기전력인 E_f 가 전압 V_t 보다 앞서 있으니 양의 부호를 가지게 된다. 전압 V_t 와 전류 I_a 의 사이 각은 세타(θ)로 표시했으며, 음의 부호를 가진다.



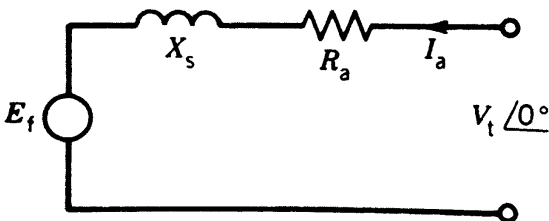
[그림 1] 발전기 등가 회로



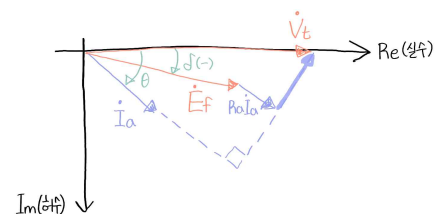
[그림 2] 발전기 페이서도

(2) 전동기

발전기와 마찬가지로 X축은 실수, Y축은 허수라고 설정한다. 발전기는 기전력 E_f 를 인가하게 되면 회전 운동을 통해 전압 V_t 를 생성하였는데, 전동기는 반대로 전압 V_t 를 인가하여 기전력 E_f 를 생성한다. 그리고 전동기 또한 R-L 회로를 사용하므로 전류 I_a 가 lagging 되어 흐른다. 그렇게 되면 X_s 와 R_a 에 의하여 전압 강하가 생길 텐데, R_a 는 전류와 나란한 방향의 전압 강하를 일으키고 X_s 는 j 로 인하여 90도의 위상차를 보이며 전압 변화가 일어난다. 전압 V_t 와 기전력 E_f 의 사이 각은 델타(δ)로 표시하며, 기전력인 E_f 가 전압 V_t 보다 뒤져 있으니 음의 부호를 가지게 된다. 전압 V_t 와 전류 I_a 의 사이 각은 세타(θ)로 표시했으며, 음의 부호를 가진다.



[그림 3] 전동기 등가 회로



[그림 4] 발전기 페이서도

2. 원통형 동기 출력식을 유도해 보시오.

상당 복소전력(피상전력) $\dot{S} = \dot{V}_t \cdot \dot{I}_a^*$ 의 식을 유도하고자 함.

$$\dot{I}_a^* = \left(\frac{\dot{E}_f - \dot{V}_t}{\dot{Z}_s} \right)^* = \frac{\dot{E}_f^*}{Z_s^*} - \frac{\dot{V}_t^*}{Z_s^*} = \frac{E_f \angle -\delta}{Z_s \angle -\theta_s} - \frac{V_t \angle 0}{Z_s \angle -\theta_s} = \frac{E_f}{Z_s} \angle (\theta_s - \delta) - \frac{V_t}{Z_s} \angle \theta_s$$

위의 \dot{I}_a^* 값을 피상전력 $\dot{S} = \dot{V}_t \cdot \dot{I}_a^*$ 에 대입하면 아래와 같이 바꿀 수 있다.

$$\therefore \dot{S} = V_t \left(\frac{E_f}{Z_s} \angle (\theta_s - \delta) - \frac{V_t}{Z_s} \angle \theta_s \right)$$

$$= \frac{V_t E_f}{Z_s} \angle (\theta_s - \delta) - \frac{V_t^2}{Z_s} \angle \theta_s$$

$$\text{or } P = \frac{V_t E_f}{Z_s} \cos(\theta_s - \delta) - \frac{V_t^2}{Z_s} \cos \theta_s$$

대부분의 발전기는 대형 모터이고, 대형 모터는 자력이 작다.

따라서 $R_a \ll X_s$ 가 성립하기 때문에 $\theta_s = 90^\circ$ 가 된다.

$$\text{이를 이용하여 3상 유효전력을 구해보면 } \therefore P_{3\phi} = 3 \frac{V_t E_f}{X_s} \cos(90^\circ - \delta) - 0 = \frac{3 V_t E_f}{X_s} \sin \delta$$

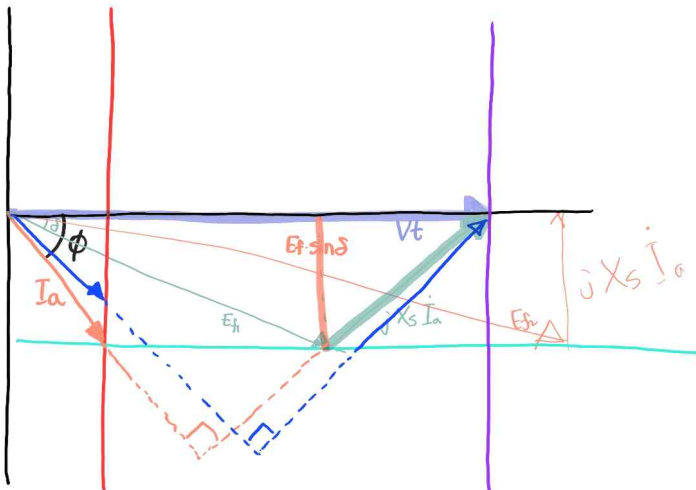
$$= P_{\max} \sin \delta [W]$$

$$\therefore Q_{3\phi} = 3 \frac{V_t E_f}{X_s} \cos(\delta) - \frac{3 V_t^2}{X_s} [VAR]$$

$$T = \frac{P_{3\phi}}{\omega_{syn}} = \frac{3 V_t E_f}{\omega_{syn} X_s} \sin \delta = T_{\max} \sin \delta$$

3. 동기기의 역률 개선 원리에 대해 페이서도를 그리고, 설명해 보시오.

먼저 전압 V_t 에서 R_a 가 X_s 보다 많이 작고, $I_a \cos \phi$ 와 $E_f \sin \delta$ 가 일정하다는 조건을 살펴봐야 한다. 이를 페이서도로 나타내면 $I_a \cos \phi$ 가 일정하다는 건 빨간색 세로 직선, $E_f \sin \delta$ 가 일정하다는 건 하늘색 가로 직선 형태로 표현할 수 있다.



계자전류 I_a 를 빨간색 선에 맞추어 바뀌게 되면, 기자력 E_f 가 하늘색 선에 맞추어 변화하게 되는 걸 확인할 수 있다. 즉 I_f 에 의해 ϕ 가 생성되고, 따라서 E_f 가 달라진다.

4. 소감 및 결론

처음에 발전기와 전동기가 자기장의 변화를 이용하고 회전 운동을 한다는 점에서 유사하다고는 많이 들었지만, 둘이 어떤 점이 다른 건지 몰랐다. 그런데 발전기와 전동기의 페이서도를 그리는 과정을 따라 하면서, 발전기는 기전력 E_f 를 인가하여 전압 V_t 를 생성하고 반대로 전동기는 전압 V_t 를 인가하여 기전력 E_f 를 생성하는 차이를 이해하게 되었다. 또, 사잇각에 대하여 델타(δ)나 세타(θ)의 부호에 대하여 처음 배웠을 때는 왜 이렇게 부호가 되는지 이해가 가지 않았는데, 페이서도 그리는 과정을 직접 해보면서 이해할 수 있었다.