PROBLEMA MÁQUINA SÍNCRONA:

Un motor síncrono, de 1500 kW, 4600 V, 600 r.p.m. y 60 Hz, tiene una reactancia síncrona de 16 ohmios/fase y una resistencia de estator de 0.2 ohmios/fase. La f.e.m. con que está excitado vale 2400 V/fase y el momento de inercia del motor y de su carga vale 275 kg m2. Se desea parar el motor cortocircuitando el estator (desconectando de red), manteniéndolo fija la corriente de excitación.

Se pide:

1) La potencia que se disipa en el estator a 600 r.p.m.

2) La potencia que se disipa a 150 r.p.m.

3) La energía cinética a 600 r.p.m.

4) La energía cinética cuando la velocidad ha bajado a 150 r.p.m.

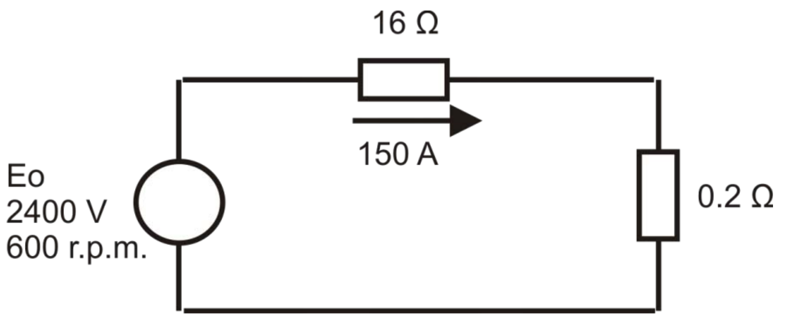
5) El tiempo que transcurre, para que la velocidad caiga de 600 a 150 r.p.m.

6) ¿Qué hubiese pasado si hubiese parado el motor conectándolo a unas resistencias?

7) ¿Cuánto tiempo tardaría en detenerse totalmente?

Solución:

1) El motor acaba de desconectarse de red y está, por tanto, trabajando como un generador en cortocircuito.



La velocidad todavía es de 600 r.p.m. y la frecuencia vale aún 60 Hz. La impedancia por fase será

$$Z = \sqrt{R^2 + X_s^2} = \sqrt{0.2^2 + 16^2} = 16\Omega$$

y la corriente, por fase:

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{2400}{16} = 150A$$

José Fco. Gómez Glez., Benjamín Glez. Díaz, María de la Peña Fabiani, Ernesto Pereda de Pablo

La potencia disipada en las tres fases valdrá:

$$P_1 = 3RI^2 = 3*0.2*150^2 = 13.5kW$$

2) Como la corriente de excitación se mantiene, la f.e.m. inducida resulta proporcional a la velocidad y al caer ésta a 150 r.p.m. la nueva E será

$$E = K*n_2$$
$$E_1 = K*n_1$$
$$E = E_1*\frac{n_2}{n_1} = 2400\frac{150}{600} = 600V$$

También la frecuencia es ahora 4 veces menor, es decir, 15 Hz y, así mismo la reactancia síncrona que pasa a ser:

$$X_s = 16\frac{150}{600} = 4\Omega$$

Tenemos por tanto

$$Z = \sqrt{R^2 + X_s^2} = \sqrt{0.2^2 + 4^2} = 4\Omega$$

$$I = \frac{E}{Z} = \frac{600}{4} = 150A$$

La potencia disipada en las 3 fases también permanece la misma

$$P_2 = 3RI^2 = 3*0.2*150^2 = 13.5kW$$

3) La energía cinética a 600 r.p.m.

$$W_1 = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}275\left(600\frac{2\pi}{60}\right)^2 = 542.8KJ$$

4) La energía cinética a 150 r.p.m.

$$W_2 = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}275\left(150\frac{2\pi}{60}\right)^2 = 33.9KJ$$

José Fco. Gómez Glez., Benjamín Glez. Díaz, María de la Peña Fabiani, Ernesto Pereda de Pablo

5) La pérdida en energía cinética ha sido la diferencia entre los dos valores anteriores, es 508.9 kJ. Dicha energía se ha disipado en forma de calor en las resistencias del estator y la energía disipada en éstas es la potencia antes calculada por el tiempo transcurrido. La corriente se mantiene constante

$$P * t = 508.9kJ$$
$$13.5kW * t = 508.9kJ$$
$$t = \frac{508.9}{13.5} = 37.7s$$

6) El motor se habría detenido más rápidamente si se hubiera conectado el estator a resistencias externas.

7)

$$X_s = 16\frac{0}{600} = 0\Omega$$
$$Z = \sqrt{R^2 + X_s^2} = \sqrt{0.2^2 + 0^2} = 0.2\Omega$$
$$I = 0A$$

La energía cinética a 0 r.p.m.

$$W_2 = \frac{1}{2}J\omega^2 = \frac{1}{2}275\left(0\frac{2\pi}{60}\right)^2 = 0KJ$$

El cambio de energía que se disipará en las resistencias es 542.8kJ

$$P * t = 542.8kJ$$
$$13.5kW * t = 542.8kJ$$
$$t = \frac{542.8}{13.5} = 40.21s$$

José Fco. Gómez Glez., Benjamín Glez. Díaz, María de la Peña Fabiani, Ernesto Pereda de Pablo