Problema Calentamiento.

Un MI está conectado a la red por medio de una protección de tiempo dependiente, tal que el tiempo t de actuación de la misma en función de la corriente I de línea, cumple la siguiente relación:

$$t = \frac{k}{\left(1 - \frac{I}{I_a}\right)^2} \quad \text{para } I \geq I_a$$

$$t = \infty \quad \text{para } I \leq I_a$$

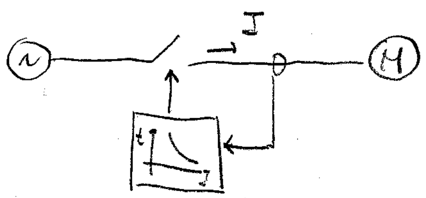
Con t en segundos e I en ampere.

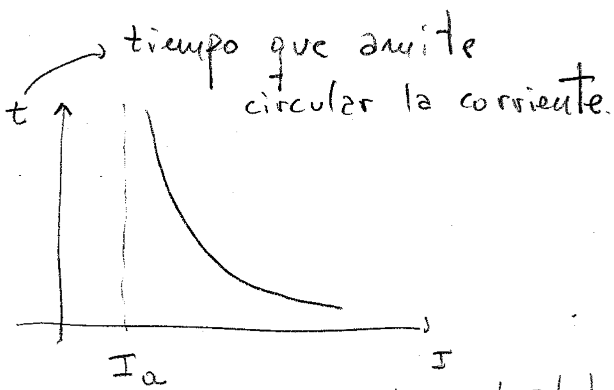
1. Si se desea que la máxima temperatura de MI, no supere los 65 °C, determinar el máximo valor de Ia (la temperatura ambiente es de 40°C).
2. Suponiendo que el motor está a una temperatura igual a la ambiente (40°C), determinar el máximo valor de k para que en caso de arranque de MI con su rotor bloqueado, MI no supere los 65°C (suponer calentamiento adiabático).
3. Si la temperatura ambiente baja 30°C, ajustando adecuadamente Ia,determinar en que porcentaje aumenta la potencia útil de MI, respecto a una temperatura ambiente de 40°C (tomar temperatura máxima de MI 65°C).

Datos: parámetros por fase modelo estrella equivalente: R1 = 0.18 Ohm, X1+X2e = 0.64 Ohm, R2e = 0.21 Ohm, Ro = 80 Ohm, Xo = 21 Ohm (rama de vacío en paralelo).

$$W_{PT} = k_1 \frac{dT}{dt} + k_2 (T - T_a)$$

Motor alimentado a 220 V, 50 Hz.
WPT = Potencia de pérdidas eléctricas totales en MI.
T = Temperatura interna de MI
Ta = Temperatura ambiente.
K1 = 10930 W.s/°C
K2 = 60 W/°C





1) En regimen: $\frac{dT}{dt} = 0 \Rightarrow$ Modelo termico: $P = K_2 \Delta T$ (perdidas totales) $T_{amb} = 40°C$

$$P = P_o + P_{2e} = \frac{U^2}{R_o} + 3(R_1 + R_{2e}) I_{2e}^2$$

Si $T_{max} = 65°C \Rightarrow \Delta T_{max} = 25°C \Rightarrow P_{max} = 60 \times 25 = 1500\,W$

P_{max} - perdidas maximas de forma tal que $T \leq 65°C$

$$\Rightarrow \frac{220^2}{R_o} + 3(R_1 + R_{2e}) I_{2e\,max}^2 = 1500\,W \Rightarrow I_{2e\,max} = \sqrt{\frac{1500 - 605}{3 \times 0{,}39}} = 27{,}66\,A$$

$$I_{2e\,max} = \frac{220/\sqrt{3}}{\sqrt{\left(0{,}18 + \frac{0{,}21}{g_{max}}\right)^2 + 0{,}64^2}} \Rightarrow g_{max} = 0{,}048$$

$$\bar{I}_{max} = \bar{I}_o + \bar{I}_{2e\,max} = \left(\frac{220}{\sqrt{3} \cdot 80} - j\frac{220}{\sqrt{3}\, 21}\right) + \frac{220/\sqrt{3}}{\left(0{,}18 + \frac{0{,}21}{0{,}048}\right) + j0{,}64} \Rightarrow |I_{max}| = 30{,}61\,A$$

Para que la maquina, en regimen, no supere $T_{max} = 65\,°C$ no puede consumir mas de 30,61 A. $\Rightarrow \underline{I_a = 30{,}61\ A}$ #

2) Maquina arranca con rotor trabado $\Rightarrow$ Hay que determinar cuanto tiempo demora en llegar a $T = 65\,°C$

Se supone transitorio con calentamiento adiabatico.

$\Rightarrow$ Modelo Termico: $K_1 \frac{dT}{dt} = P$ con $P = P_0 + 3(R_1 + R_{2e}) I_{2e}^2$

$P_0 = 605\,W$

Este transitorio es con $g = 1 \Rightarrow I_{2e} = \dfrac{220/\sqrt{3}}{\sqrt{(0{,}18+0{,}21)^2 + 0{,}64^2}}$

$\Rightarrow P = 34210\,W = 10930 \frac{dT}{dt} \Rightarrow 34210 \times \Delta t = 10930(65-40)$

$\Rightarrow \Delta t = 8$ seg $\Rightarrow$ La maquina demora 8 segundos en llegar a 65 °C si arranca y permanece con su rotor trabado.

Hay que imponer que la proteccion actue antes de 8 segundos.

$\Rightarrow$ Calculo corriente de arranque: $I_{2e\,Arr} = \sqrt{\dfrac{34210 - 605}{3 \times (0{,}18 + 0{,}21)}} = 169{,}5\ A.$

$Arg\left(\overline{I}_{2e\,Arr}\right) = -\,Arctg\left(\dfrac{0{,}64}{0{,}39}\right) = -58{,}64°$

$\overline{I}_{Arr} = \overline{I}_0 + \overline{I}_{2e\,Arr} = (1{,}59 - j6) + (88{,}21 - j144{,}74) = 175{,}5 \angle -59{,}2°$

$t_{apertura} = \dfrac{K}{\left(1 - \dfrac{175{,}5}{30{,}61}\right)^2} \leq 8 \Rightarrow \underline{K = 179}$

Impongo proteccion más rapida que tiempo de calentamiento.