

## Circuito equivalente

## Circuito equivalente (variables python)

### Parámetros del circuito equivalente

### Deslizamiento

Con la frecuencia:

$$f = 50 \text{ Hz}$$

Y los pares de polo se puede calcular la velocidad síncrona:

$$\Omega_1 = \frac{2\pi f}{N_{pp}} [=] \frac{r}{s}$$

La velocidad de giro del eje se puede obtener a partir de la velocidad dada en revoluciones por minuto:

$$\Omega = \frac{n \cdot 2\pi}{60} [=] \frac{r}{s}$$

Deslizamiento:

$$s = \frac{\Omega_1 - \Omega}{\Omega_1}$$

Deslizamiento porcentual:

$$s_{\%} = s \cdot 100$$

```
import numpy as np
N_pp = 2
f = 50.0
n = 1470.0
```

```
Omega_1 = 2.0*np.pi*50.0/N_pp
Omega = 2.0*np.pi*n/60.0
s = (Omega_1 - Omega) / (Omega_1)
s_porcentual = s*100.0
```

```
print('Deslizamiento porcentual: {:.2f} %'.format(s_porcentual))
```

```
Deslizamiento porcentual: 2.00 %
```

Con los parametros y el deslizamiento calculado se obtienen las impedancias del estator y el rotor:

$$\underline{Z}_s = R_s + jX_s$$

$$\underline{Z}_r = \frac{R_r}{s} + jX_r$$

La impedancia equivalente de la rama de magnetización:

$$\underline{Z}_m = \frac{R_f \cdot jX_\mu}{R_f + jX_\mu}$$

Con la impedancia rotorica y la de la rama de magnetización se puede obtener una impedancia equivalente magnetización-rotor:

$$\underline{Z}_{mr} = \frac{\underline{Z}_m \underline{Z}_r}{\underline{Z}_m + \underline{Z}_r}$$

La impedancia equivalente de todo el circuito se obtiene sumando la impedancia estatorica y la impedancia equivalente rotor-estator:

$$\underline{Z}_{eq} = \underline{Z}_s + \underline{Z}_{mr}$$

$$\underline{U}_s = \frac{400}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ \text{V}$$

$$\underline{I}_s = \frac{\underline{U}_s}{\underline{Z}_{eq}}$$

```
U_s = 400.0/np.sqrt(3.0)
```

```
I_s = U_s/Z_eq
```

```
print('La corriente = {:.23f} A'.format(np.abs(I_s)))
```

```
La corriente = 40.514 A
```

$$\underline{E} = \underline{U}_s - \underline{Z}_s \underline{I}_s$$

$$\underline{I}_r = \frac{\underline{E}}{\underline{Z}_r}$$

```
E = U_s - Z_s*I_s
```

```
I_r = E/Z_r
```

$$P_{mi} = 3R_r \frac{(1-s)}{s} |\underline{I}_r|^2$$

$$P_u = P_{mi}$$

$$T_u = \frac{P_u}{\Omega}$$

```
P_mi = 3.0*R_r*(1.0-s)/s*(np.abs(I_r)**2)
```

```
P_u = P_mi # en el caso en el que las pérdidas fueron incluidas en R_f
```

```
T_u = P_u/Omega
```

```
print('El par T_u = {:.23f} N.m'.format(par(Omega)))
```

```
El par T_u = 146.778 N.m
```

En el arranque el deslizamiento es:

$$s = 1$$

Con lo que se obtiene la siguiente impedancia rotórica:

$$\underline{Z}_r = R_r + jX_r$$

La impedancia equivalente de la rama de magnetización:

$$\underline{Z}_m = \frac{R_f \cdot jX_\mu}{R_f + jX_\mu}$$

Con la impedancia rotorica y la de la rama de magnetización se puede obtener una impedancia equivalente magnetización-rotor:

$$\underline{Z}_{mr} = \frac{\underline{Z}_m \underline{Z}_r}{\underline{Z}_m + \underline{Z}_r}$$

La impedancia equivalente de todo el circuito se obtiene sumando la impedancia estatica y la impedancia equivalente rotor-estator:

$$\underline{Z}_{eq} = \underline{Z}_s + \underline{Z}_{mr}$$

```

Z_s = R_s + 1j*X_s
Z_m = (R_f * 1j*X_mu) / (R_f + 1j*X_mu)
Z_r = R_r + 1j*X_r

Z_mr = Z_m*Z_r/(Z_m + Z_r)
Z_eq = Z_s + Z_mr

U_s = 400.0/np.sqrt(3.0)
I_s = U_s/Z_eq

print('La corriente en el arranque = {:.2.3f} A'.format(np.abs(I_s)))

La corriente en el arranque = 167.651 A

```