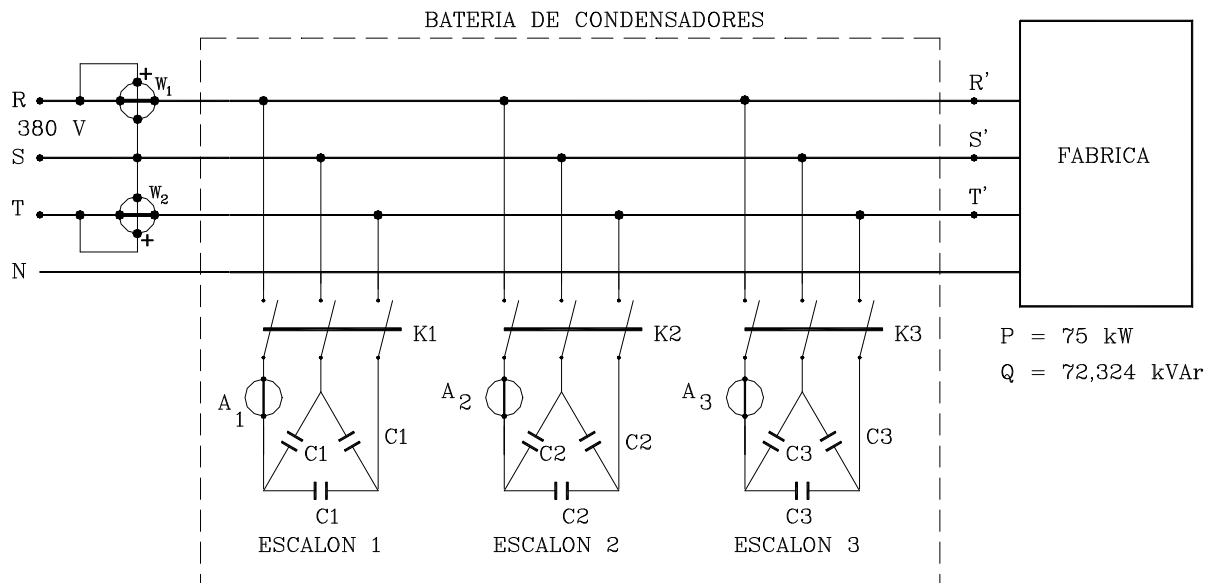


Problema:

Una Fabrica, alimentada a **380 V**, tiene todos sus receptores repartidos equilibradamente entre las fases, siendo la potencia activa que consume de la red de **75 kW** y la potencia reactiva que pone en juego de **72,324 kVAr**.



Determinar:

- 1.- Triángulo de impedancias equivalente a la fabrica.
- 2.- Potencia reactiva Total de la Batería de condensadores que corrigen su f.d.p. a 0,9.
- 3.- La batería de condensadores esta compuesta de tres escalones con la siguiente relación entre ellos:

$$C1 = C2 = C3 / 2$$

Calcular lectura de A_1 , A_2 , A_3 , W_1 , W_2 , y valores de P_T , Q_T , $\cos \phi_T$, I_{LT} , del conjunto (fabrica + batería de condensadores) en los siguientes estados:

	K_1	K_2	K_3
Estado 1	Abierto	Abierto	Abierto
Estado 2	Cerrado	Abierto	Abierto

	K_1	K_2	K_{31}
Estado 3	Cerrado	Cerrado	Abierto
Estado 4	Cerrado	Cerrado	Cerrado

Solución:

1.- La instalación eléctrica de la fabrica consume una potencia activa de $P_0 = 75 \text{ KW}$ y pone en juego una potencia reactiva de $Q_0 = 72,324 \text{ KVAr}$, por lo que la potencia aparente total de la instalación será:

$$S_0 = \sqrt{P_0^2 + Q_0^2} = 104,19 \text{ KVA}$$

de donde se obtendrá la intensidad total consumida por la instalación:

$$S_0 = \sqrt{3} U I_0 \rightarrow I_0 = 158,26 \text{ A}$$

El factor de potencia valdrá: $\cos \phi_0 = P_0 / S_0 = 0,72$ por lo que $\phi_0 = 43,96^\circ$.

Las impedancias del triangulo equilibrado equivalente a la instalación eléctrica valdrán:

$$\bar{Z}_T = 3 \text{ } \Omega \text{ } + j 2,88 \text{ } \Omega \text{ } + 4,16 \text{ } \Omega \text{ } \angle 43,96^\circ$$

obtenidos los valores de:

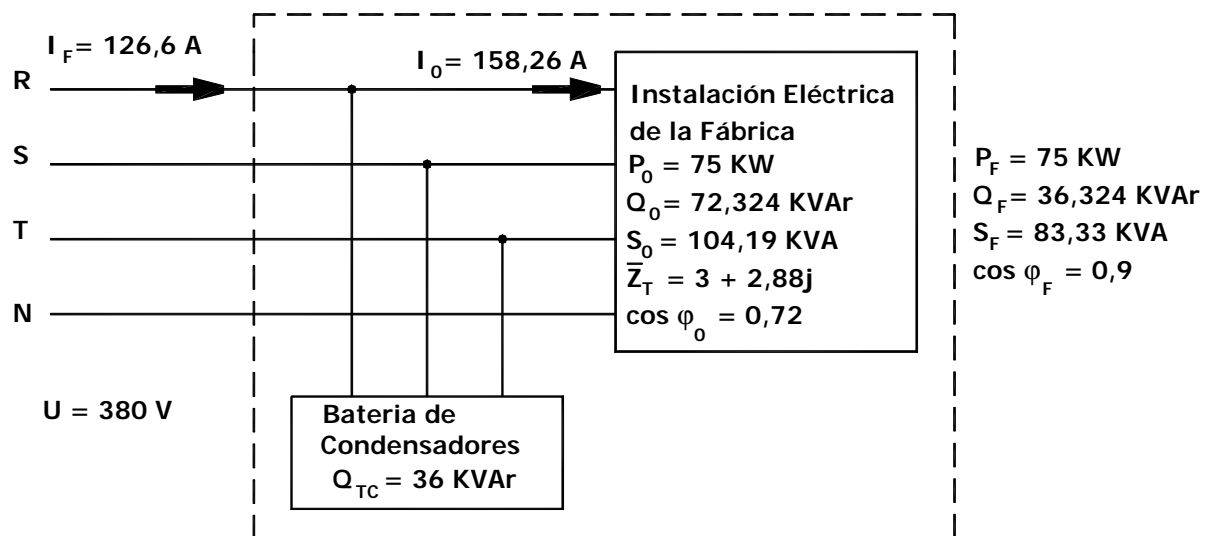
$$P_0 = 75000 = I_0^2 R_T \rightarrow R_T = 3 \text{ } \Omega$$

$$Q_0 = 72324 = I_0^2 X_T \rightarrow X_T = 2,88 \text{ } \Omega$$

$$S_0 = 104191 = I_0^2 Z_T \rightarrow Z_T = 4,16 \text{ } \Omega$$

2.- Para llegar a conseguir un factor de potencia final de 0,9 se tiene que tener una potencia reactiva final de $Q_F = P \text{ Tg } \phi_F = 36,324 \text{ KVAr}$ por lo que la potencia total a suministrar por los condensadores será de $Q_{TC} = Q_0 - Q_F = 72,324 - 36,324 = 36 \text{ KVAr}$, llegando a reducirse la intensidad total consumida al valor de:

$$I_F = \frac{P_F}{\sqrt{3} U_L \cos \phi_F} = \frac{75000}{\sqrt{3} \times 380 \times 0,9} = 126,6 \text{ A}$$



3.- La batería de condensadores esta compuesta de tres escalones en triángulo cumpliendo la capacidad de cada escalón la siguiente relación:

$$C_1 = C_2 = C_3 / 2$$

por lo que la potencia reactiva que suministra cada escalón será:

$$Q_1 = 3 U^2 C_1 T \quad ; \quad Q_2 = 3 U^2 C_2 T \quad ; \quad Q_3 = 3 U^2 C_3 T$$

$$Q_1 = Q_2 = Q_3 / 2$$

si el total de la batería es de 36 KVAR la potencia reactiva de cada escalón valdrá:

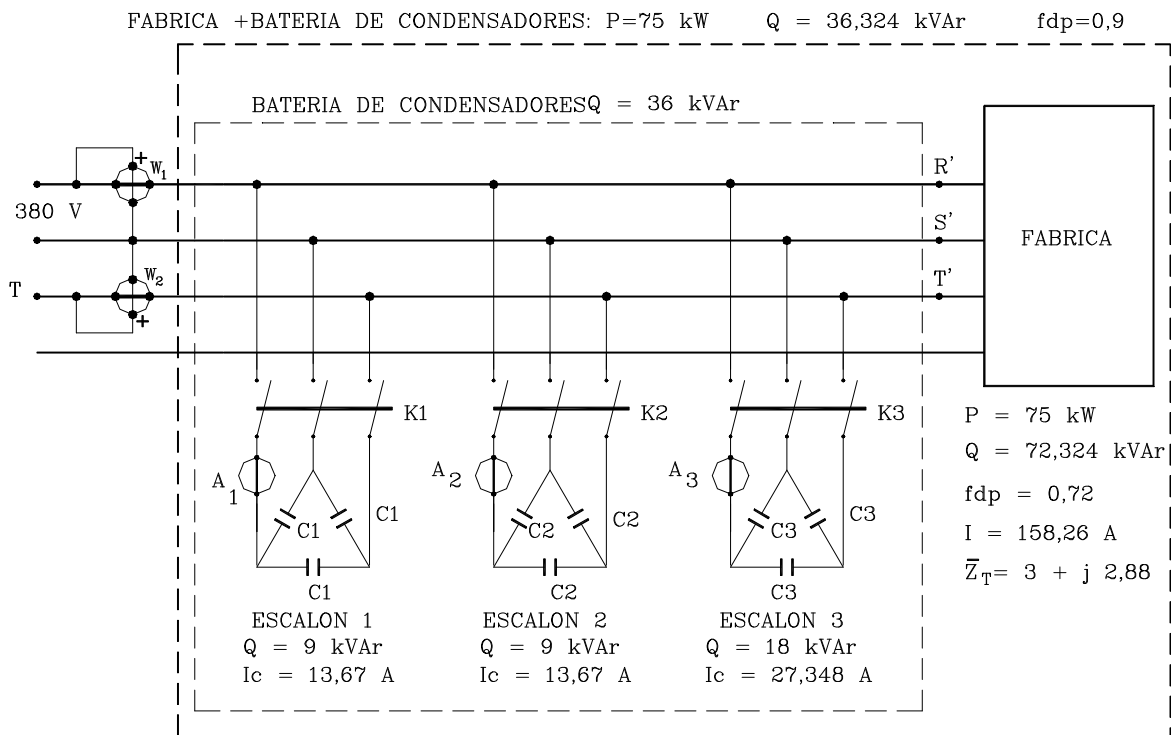
$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 \quad \rightarrow \quad 36 = Q_1 + Q_1 + 2 Q_1 = 4 Q_1 \quad \rightarrow \quad Q_1 = 9 \text{ KVAR}$$

$$Q_2 = 9 \text{ KVAR} \quad ; \quad Q_3 = 18 \text{ KVAR}$$

la intensidad que consume cada escalón tendrá un valor de:

$$I_1 \quad ; \quad I_2 \quad ; \quad \frac{Q_1}{\sqrt{3} U_L \text{ Sen } n_1} \quad ; \quad \frac{9000}{\sqrt{3} \times 380 \times 1} \quad ; \quad 13,67 \text{ A}$$

$$I_3 \quad ; \quad \frac{Q_3}{\sqrt{3} U_L \text{ Sen } n_1} \quad ; \quad \frac{18000}{\sqrt{3} \times 380 \times 1} \quad ; \quad 27,346 \text{ A}$$



Las lecturas de los vatímetros valdrán:

$$W_1 = U_{12} I_1 \cos (U_{12}, I_1) = U_L I_L \cos (120^\circ - (90^\circ - n)) = U_L I_L \cos (n + 30^\circ)$$

$$W_2 = U_{32} I_3 \cos (U_{32}, I_3) = U_L I_L \cos (180^\circ - (210^\circ - n)) = U_L I_L \cos (n - 30^\circ)$$

y por estar en conexión aron y no circular intensidad por el neutro resulta que:

$$P_{TOTAL} = W_1 + W_2 \tag{1}$$

además si restamos la lectura de W_1 a W_2 se tendrá:

$$\begin{aligned} W_2 - W_1 &= U_L I_L \cos (n - 30^\circ) - U_L I_L \cos (n + 30^\circ) = \\ &= U_L I_L \operatorname{Sen} n = Q_{TOTAL} / \sqrt{3} \end{aligned} \tag{2}$$

Si se conoce el valor de P_{TOTAL} y Q_{TOTAL} en un momento determinado en la instalación, se podrá determinar las lecturas de W_1 y W_2 a partir de las ecuaciones 1 y 2 ya que se tienen dos ecuaciones con dos incógnitas, que despejando W_1 y W_2 , se tendrá:

$$W_1, \frac{P_{TOTAL}}{2} \& \frac{Q_{TOTAL}}{2\sqrt{3}} \quad ; \quad W_2, \frac{P_{TOTAL}}{2} \% \frac{Q_{TOTAL}}{2\sqrt{3}}$$

Para dar los valores pedidos de A_1, A_2, A_3, W_1, W_2 , y valores de $P_T, Q_T, \cos n_T, I_{LT}$ en los diferentes estados se rellenara una tabla.

	A_1	A_2	A_3	Potencia Reactiva Q, en KVAR		
				Fabrica	Batería de Condesadores	Fabrica + Bateria
Estado 1	0	0	0	72,324	0	72,324
Estado 2	13,7	0	0	72,324	- 9	63,324
Estado 3	13,7	13,7	0	72,324	- 9 × 2	54,324
Estado 4	13,7	13,7	27,4	72,324	- 9 × 4	36,324

	P_T (KW)	Q_T (KVAR)	S_T (KVA)	W_1	W_2	I_{LT} (A)	$\cos n_T$	n
Estado 1	75	72,324	104,19	16,6218	58,378	158,26	0,72	43,96
Estado 2	75	63,324	98,16	19,22	55,78	149,13	0,764	40,18
Estado 3	75	54,324	98,1	21,82	53,18	140,7	0,81	35,9
Estado 4	75	36,324	83,33	27	48	126,6	0,9	25,84

(1) (2) (3) (4) (5)

$$(1) S = \sqrt{P^2 + Q^2}$$

$$(2) W_1 = \frac{P}{2} + \frac{Q}{2\sqrt{3}}$$

$$(3) W_2 = \frac{P}{2} - \frac{Q}{2\sqrt{3}}$$

$$(4) I_{LT} = \frac{S}{\sqrt{3} U_L}$$

$$(5) \cos n_T = P_T / S_T$$

$$(6) n_T = \arccos(\text{f.d.p.})$$

Como comprobacion de que los resultados son correctos se puede observar que:

- La suma de W_1 y W_2 debe dar 75.
- La diferencia entre W_2 y W_1 se hace cada vez mas pequeña conforme aumenta el f.d.p.
- En esta conexión aron, W_2 siempre es mayor que W_1 debido a que $n_T > 0$.
- Los valores de Q_T e I_T se hacen más pequeños conforme el f.d.p. aumenta.