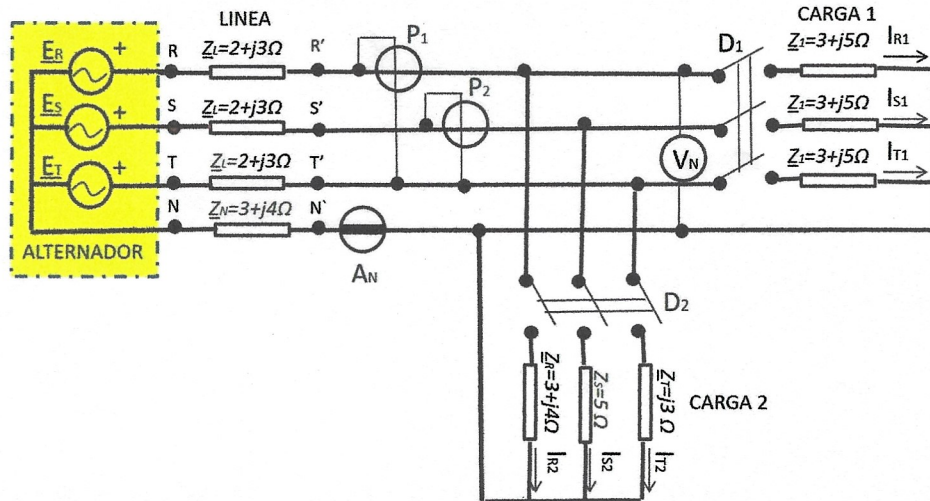


El ALTERNADOR trifásico equilibrado de secuencia directa de la figura proporciona una tensión compuesta en bornes de 400 V y suministra energía a través de una LINEA alternativamente a dos cargas trifásicas, una equilibrada CARGA 1 y otra desequilibrada CARGA 2.



Teniendo en cuenta los parámetros que aparecen en la propia figura y considerando la tensión simple U_{RN} como origen de fases, determinar:

a) Cerrando el interruptor D_1 y permaneciendo abierto el D_2 : (4 puntos/10)

1.- ¿Cuáles serían las potencias (activa y reactiva) suministradas por el alternador, perdidas en la línea y consumidas por la carga?

2.- ¿Cuáles serían las lecturas de los dos vatímetros P_1 y P_2 ? ¿La suma de las lecturas de los dos vatímetros proporcionaría la potencia activa consumida por la carga?

3.- ¿Cuáles serían las lecturas proporcionadas por el amperímetro A_N y el voltímetro V_N ?

b) Responder a los puntos anteriores si se abre el interruptor D_1 y se cierra el interruptor D_2 . (6 puntos/10)

a)

$$U_{RS} = 400 \angle +30^\circ \text{ V}$$

$$U_{ST} = 400 \angle -90^\circ \text{ V}$$

$$U_{TR} = 400 \angle 150^\circ \text{ V}$$

$$U_{RN} = \frac{400}{\sqrt{3}} \angle 0^\circ = 230,94 \angle 0^\circ \text{ V}$$

$$U_{SN} = 230,94 \angle -120^\circ \text{ V}$$

$$U_{TN} = 230,94 \angle 120^\circ \text{ V}$$

$$Z_L + Z_1 = (2+j3) + (3+j5) = 5+j8 = 9,43 \angle 57,99^\circ \Omega$$

$$I_{RN} = \frac{230,94 \angle 0^\circ}{9,43 \angle 57,99^\circ} = 24,49 \angle -57,99^\circ \text{ A}$$

$$I_{SN} = 24,49 \angle -177,99^\circ \text{ A} \quad I_{TN} = 24,49 \angle 62,01^\circ \Omega$$

$$Z_L = 2+j3 = 3,61 \angle 56,31^\circ \Omega$$

$$U_{R'N'} = 230,94 \angle 0^\circ - 3,61 \angle 56,31^\circ \cdot 24,49 \angle -57,99^\circ = 142,59 \angle 1,04^\circ \text{ V}$$

$$V_N = 142,59 \text{ V} \quad A_N = 0 \text{ A}$$

$$U_{S'N'} = 142,59 \angle -178,96^\circ \text{ V} \quad U_{T'N'} = 142,59 \angle 121,04^\circ \text{ V}$$

$$U_{R'S'} = \sqrt{3} \cdot 142,59 \angle 1,04^\circ + 30^\circ = 246,97 \angle 31,04^\circ \text{ V}$$

$$U_{S'T'} = 246,97 \angle -88,96^\circ \text{ V} \quad U_{T'R'} = 246,97 \angle 151,04^\circ \text{ V}$$

$$P_1 = \text{Re} [U_{R'T'} I_{RN}^*] = \text{Re} [246,97 \angle 151,04^\circ - 180^\circ \cdot 24,49 \angle 57,99^\circ] = \\ = \text{Re} [6048,30 \angle 29,03^\circ] = 5288,43 \text{ W}$$

$$P_2 = \text{Re} [U_{S'T'} I_{SN}^*] = \text{Re} [246,97 \angle -88,96^\circ \cdot 24,49 \angle 177,99^\circ] = \\ = \text{Re} [6048,30 \angle 89,03^\circ] = 102,39 \text{ W}$$

$$P_{\text{consumida}} = P_1 + P_2 = 5288,43 + 102,39 = 5390,82 \text{ W}$$

$$S_{C1} = 3 \cdot U_{R'N'} I_{RN}^* = 3 \cdot 142,59 \angle 1,04^\circ \cdot 24,49 \angle 57,99^\circ = 10476,09 \angle 59,03^\circ \\ = 5390,88 + j 8982,59 = P_c + j Q_c$$

$$Q_c = \sqrt{3} (P_1 - P_2) = \sqrt{3} (5288,43 - 102,39) = 8982,48 \text{ VAR}$$

$$S_L = 3 Z_L I_R^2 = 3 (2+j3) \cdot 24,49^2 = 3598,56 + j 5397,84$$

$$S_A = S_{C1} + S_L = (5390,88 + j 8982,59) + (3598,56 + j 5397,84) = \\ = 8989,44 \text{ W} + j 14380,43 = P_A + j Q_A$$

$$b) \quad U_{NN'} = \frac{U_{RN} Y_R + U_{SN} Y_S + U_{TN} Y_T}{Y_R + Y_S + Y_T + Y_N} =$$

$$U_{NN'} = \frac{\frac{230,94 \angle 0^\circ}{5+j7} + \frac{230,94 \angle -120^\circ}{7+j3} + \frac{230,94 \angle 120^\circ}{2+j6}}{\frac{1}{5+j7} + \frac{1}{7+j3} + \frac{1}{2+j6} + \frac{1}{3+j4}} = 34,60 \angle 12,65^\circ = 33,76 + j7,58$$

$$I_{R2} = (U_{RN} - U_{NN'}) Y_R = [(230,94 + j0) - (33,76 + j7,58)] \frac{1}{5+j7} =$$

$$= (197,18 - j7,58) \frac{1}{5+j7} = \frac{197,33 \angle -2,20^\circ}{8,60 \angle 54,46^\circ} = 22,95 \angle -56,66^\circ A$$

$$I_{S2} = (U_{SN} - U_{NN'}) Y_S = [(-115,47 - j200) - (33,76 + j7,58)] \frac{1}{7+j3} =$$

$$= (-149,23 - j207,58) \cdot \frac{1}{7+j3} = \frac{255,65 \angle -125,71^\circ}{7,61 \angle 23,19^\circ} = 33,59 \angle -148,90^\circ A$$

$$I_{T2} = (U_{TN} - U_{NN'}) Y_T = [(-115,47 + j200) - (33,76 + j7,58)] \frac{1}{2+j6} =$$

$$= (-149,23 + j192,42) \frac{1}{2+j6} = \frac{243,51 \angle 127,79^\circ}{6,32 \angle 71,56^\circ} = 38,53 \angle 56,23^\circ A$$

$$I_N = I_{R2} + I_{S2} + I_{T2} = (12,61 - j19,17) + (-28,76 - j17,35) + (21,41 + j32,03) =$$

$$= 5,26 - j4,49 = 6,91 \angle -40,48^\circ A \quad A_n = 6,91 A$$

$$\mathcal{L}_L I_{R2} = 3,61 \angle 56,31^\circ \cdot 22,95 \angle -56,66^\circ = 82,85 \angle -0,35^\circ = 82,85 - j0,51$$

$$\mathcal{L}_L I_{S2} = 3,61 \angle 56,31^\circ \cdot 33,59 \angle -148,90^\circ = 121,26 \angle -92,59^\circ = -5,48 - j121,14$$

$$\mathcal{L}_L I_{T2} = 3,61 \angle 56,31^\circ \cdot 38,53 \angle 56,23^\circ = 139,09 \angle 112,54^\circ = -53,32 + j128,47$$

$$U_{R'N'} = (U_{RN} - U_{NN'}) - \mathcal{L}_L I_{R2} = (197,18 - j7,58) - (82,85 - j0,51) =$$

$$= 114,33 - j7,07 = 114,55 \angle -3,54^\circ V \quad U_N = 114,55 V$$

$$U_{S'N'} = (U_{SN} - U_{NN'}) - \mathcal{L}_L I_{S2} = (-149,23 - j207,58) - (-5,48 - j121,14) =$$

$$= -143,75 - j86,44 = 167,74 \angle -148,98^\circ V$$

$$U_{T'N'} = (U_{TN} - U_{NN'}) - \mathcal{L}_L I_{T2} = (-149,23 + j192,42) - (-53,32 + j128,47) =$$

$$= -95,91 + j63,95 = 115,17 \angle -33,62^\circ V$$

$$U_{T'R'} = U_{T'N'} - U_{R'N'} = (-95,91 + j63,76) - (114,33 - j7,07) = 210,24 + j56,69$$

$$= 217,75 \angle 164,91^\circ \text{ V} \rightarrow U_{R'T'} = 217,75 \angle -15,09^\circ \text{ V}$$

$$U_{S'T'} = U_{S'N'} - U_{T'N'} = (-143,75 - j86,44) - (-95,91 + j63,76) = -47,84 - j150,2$$

$$= 157,63 \angle -107,67^\circ \text{ V}$$

$$P_1 = \text{Re}[U_{R'T'} \cdot I_{R2}^*] = \text{Re}[217,75 \angle -15,09^\circ \cdot 22,95 \angle 56,66^\circ] = 3.738,75 \text{ W}$$

$$P_2 = \text{Re}[U_{S'T'} \cdot I_{S2}^*] = \text{Re}[157,63 \angle -107,67^\circ \cdot 33,59 \angle 148,90^\circ] = 3.982,05 \text{ W}$$

$$P_1 + P_2 = 7.720,8 \neq P_{C2}$$

CARGA 2

$$S_{R2} = (3 + j4) \cdot 22,95^2 = 1.580,11 + j2.106,81$$

$$S_{S2} = 5 \cdot 33,59^2 = 5.641,44$$

$$S_{T2} = j3 \cdot 38,53^2 = +j4.453,68$$

$$S_{C2} = 7.221,55 + j6560,49 = P_{C2} + jQ_{C2}$$

LINEA

$$S_{LR} = (2 + j3) \cdot 22,95^2 = 1.053,40 + j1.580,11$$

$$S_{LS} = (2 + j3) \cdot 33,59^2 = 2.256,58 + j3.384,86$$

$$S_{LT} = (2 + j3) \cdot 38,53^2 = 2.969,12 + j4.453,68$$

$$S_{LN} = (2 + j4) \cdot 6,91^2 = 143,24 + j190,99$$

$$S_L = 6.422,34 + j9.609,64$$

ALTERNADOR

$$S_A = S_{C2} + S_L = 13.643,89 + j16.170,13 = P_A + jQ_A$$

COMPROBACION $S_A = U_{RN} \cdot I_{R2}^* + U_{SN} \cdot I_{S2}^* + U_{TN} \cdot I_{T2}^* =$

$$= 230,94 \angle 0^\circ \cdot 22,95 \angle 56,66^\circ + 230,94 \angle -120^\circ \cdot 33,59 \angle 148,90^\circ + 230,94 \angle 120^\circ \cdot 38,53 \angle -56,23^\circ =$$

$$= 5.300,07 \angle 56,66^\circ + 7.757,27 \angle 28,90^\circ + 8.898,12 \angle 63,77^\circ =$$

$$= (2.912,95 + 6.791,21 + 3.932,75) + j(4427,80 + 3.748,95 + 7.981,85) =$$

$$= 13.636,91 + j16.158,60 = P_A + jQ_A$$