



3. CIRCUITOS TRIFÁSICOS

Exercício 3.1

Uma carga equilibrada ligada em estrela é alimentada por um sistema trifásico simétrico e equilibrado com seqüência de fases inversa. Sabendo-se que $\dot{V}_{BC} = 220|37^\circ$ V, pede-se determinar as tensões de fase e de linha na carga e desenhar o correspondente diagrama de fasores.

Resposta:

Tensões de fase: $\dot{V}_{AN} = 127| -53^\circ$ V ; $\dot{V}_{BN} = 127| 67^\circ$ V ; $\dot{V}_{CN} = 127| -173^\circ$ V;

Tensões de linha: $\dot{V}_{AB} = 220| -83^\circ$ V; $\dot{V}_{BC} = 220| 37^\circ$ V; $\dot{V}_{CA} = 220| 157^\circ$ V.

Exercício 3.2

Um alternador trifásico ligado em estrela alimenta uma carga trifásica equilibrada ligada em triângulo por meio de uma linha também equilibrada de 200 m de comprimento. Sabendo-se que:

1. o gerador opera com tensão de linha de 380 V em 60 Hz;
2. cada fio da linha possui uma impedância por metro igual a $(0,002 + j0,0005) \Omega$;
3. a carga é formada por três impedâncias de $(9 + j6) \Omega$,

pede-se:

- a) desenhar o circuito elétrico correspondente;
- b) substituindo a carga em triângulo por uma equivalente em estrela, calcular as tensões de linha e de fase na mesma;
- c) calcular as correntes de linha.

Resposta:

- b) Adotando no gerador $\dot{V}_{AB} = 380|30^\circ$ V e seqüência de fases direta:

$$\dot{V}_{A'N'} = 198,49|2,0^\circ \text{ V} ; \dot{V}_{B'N'} = 198,49| -118,0^\circ \text{ V} ; \dot{V}_{C'N'} = 198,49|122,0^\circ \text{ V} ;$$

$$\dot{V}_{A'B'} = 343,796|32,0^\circ \text{ V} ; \dot{V}_{B'C'} = 343,796| -88,0^\circ \text{ V} ; \dot{V}_{C'A'} = 343,796|152,0^\circ \text{ V} .$$

- c) $\dot{I}_A = 55,052| -31,7^\circ$ A ; $\dot{I}_B = 55,052| -151,7^\circ$ A ; $\dot{I}_C = 55,052| 88,3^\circ$ A.

Exercício 3.3

Uma carga trifásica equilibrada constituída por três impedâncias de $10|60^\circ \Omega$ (cada uma), ligadas em estrela, é alimentada por um sistema trifásico com tensão eficaz de linha igual a 380 V, 60 Hz, seqüência de fases A-B-C. Adotando-se a tensão de linha V_{CA} com fase nula, pede-se determinar:

- a) tensões de linha;
 - b) tensões de fase;
 - c) correntes de fase e de linha;
 - d) potência absorvida pela carga.
-

Resposta:

- a) $V_{AB} = 380 \angle -120^\circ \text{ V}$; $V_{BC} = 380 \angle 120^\circ \text{ V}$; $V_{CA} = 380 \angle 0^\circ \text{ V}$;
- b) $V_{AN} = 220 \angle -150^\circ \text{ V}$; $V_{BN} = 220 \angle 90^\circ \text{ V}$; $V_{CN} = 220 \angle -30^\circ \text{ V}$;
- c) $I_A = 22 \angle -210^\circ \text{ A}$; $I_B = 22 \angle 30^\circ \text{ A}$; $I_C = 22 \angle -90^\circ \text{ A}$;
- d) $P = 7260 \text{ W}$; $Q = 12575 \text{ VAr}$; $S = 14520 \text{ VA}$.

Exercício 3.4

Dada uma carga trifásica equilibrada constituída por três impedâncias iguais de $20 \angle 50^\circ \Omega$ (cada uma), alimentada por um sistema trifásico simétrico, ligação Δ , com seqüência de fases A-B-C e sabendo-se que $I_{CB} = 22 \angle 0^\circ \text{ A}$, pede-se calcular:

- a) as correntes de fase I_{AB} , I_{BC} e I_{CA} ;
- b) as correntes de linha I_A , I_B e I_C ;
- c) as tensões de linha V_{AB} , V_{BC} e V_{CA} .

Resposta:

- a) $I_{AB} = 22 \angle -60^\circ \text{ A}$; $I_{BC} = 22 \angle -180^\circ \text{ A}$; $I_{CA} = 22 \angle 60^\circ \text{ A}$;
- b) $I_A = 38 \angle -90^\circ \text{ A}$; $I_B = 38 \angle 150^\circ \text{ A}$; $I_C = 38 \angle 30^\circ \text{ A}$;
- c) $V_{AB} = 440 \angle -10^\circ \text{ V}$; $V_{BC} = 440 \angle -130^\circ \text{ V}$; $V_{CA} = 440 \angle 110^\circ \text{ V}$.

Exercício 3.5

Um gerador trifásico simétrico, com tensão de linha de 380 V, alimenta, através de uma linha, uma carga equilibrada constituída por três impedâncias de $20 \angle 30^\circ \Omega$ (cada uma) ligadas em estrela. A impedância de cada fio da linha é $2 \angle 30^\circ \Omega$. Pede-se determinar:

- a) tensões de fase e de linha no gerador;
- b) correntes de fase e de linha na carga;
- c) tensões de linha e de fase na carga;
- d) queda de tensão de fase e queda de tensão de linha;
- e) potência absorvida pela carga;
- f) potência fornecida pelo gerador;
- g) perdas na linha.

Resposta:

- a) adotando-se seqüência de fases direta e fase nula para V_{AN} :
tensões de fase: $V_{AN} = 220 \angle 0^\circ \text{ V}$; $V_{BN} = 220 \angle -120^\circ \text{ V}$; $V_{CN} = 220 \angle 120^\circ \text{ V}$;
tensões de linha: $V_{AB} = 380 \angle 30^\circ \text{ V}$; $V_{BC} = 380 \angle -90^\circ \text{ V}$; $V_{CA} = 380 \angle 150^\circ \text{ V}$;
- b) correntes de linha e de fase (ligação Y): $I_A = 10 \angle -30^\circ \text{ A}$; $I_B = 10 \angle -150^\circ \text{ A}$; $I_C = 10 \angle 90^\circ \text{ A}$;
- c) tensões de fase: $V_{A'N'} = 200 \angle 0^\circ \text{ V}$; $V_{B'N'} = 220 \angle -120^\circ \text{ V}$; $V_{C'N'} = 220 \angle 120^\circ \text{ V}$;
tensões de linha: $V_{A'B'} = 346 \angle 30^\circ \text{ V}$; $V_{B'C'} = 346 \angle -90^\circ \text{ V}$; $V_{C'A'} = 346 \angle 150^\circ \text{ V}$;
- d) fase: $V_{AA'} = 20 \angle 0^\circ \text{ V}$; $V_{BB'} = 20 \angle -120^\circ \text{ V}$; $V_{CC'} = 20 \angle 120^\circ \text{ V}$;
linha: $V_{AB} - V_{A'B'} = 34 \angle 30^\circ \text{ V}$; $V_{BC} - V_{B'C'} = 34 \angle -90^\circ \text{ V}$; $V_{CA} - V_{C'A'} = 34 \angle 150^\circ \text{ V}$;
- e) $P = 5196 \text{ W}$; $Q = 3000 \text{ VAr}$; $S = 6000 \text{ VA}$;
- f) $P = 5716 \text{ W}$; $Q = 3300 \text{ VAr}$; $S = 6600 \text{ VA}$;
- g) $P = 520 \text{ W}$; $Q = 300 \text{ VAr}$; $S = 600 \text{ VA}$.

Observação: Note que a potência aparente total gerada vale $6600 = 6000 + 600 \text{ VA}$ ($= \text{carga} + \text{perdas}$). Isto se deve unicamente a que a impedância da linha e a impedância da carga têm a mesma fase (30°). No caso geral (impedâncias com fase distintas) isto não se verifica. O balanço de potências $\text{geração} = \text{carga} + \text{perdas}$ é sempre válido apenas para as potências ativas e reativas.

Exercício 3.6

No Exercício 3.7 indicar a ligação de dois wattímetros, segundo o teorema de Blondel, para medir a potência total fornecida pelo gerador. Qual é a leitura de cada um dos wattímetros?

Resposta:

Ligação dos wattímetros conforme indicado na Figura 3.1. Os terminais “ponto” das bobinas de corrente estão do lado do gerador, e os das bobinas de tensão estão nas fases A e C.

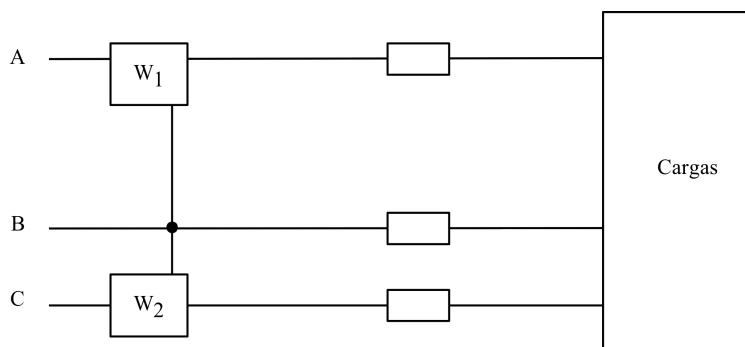


Figura 3.1 - Uma ligação possível para os wattímetros do Exercício 3.8

$$W_1 = 1618 \text{ W} ; W_2 = 14854 \text{ W} ; P_{3\phi} = W_1 + W_2 = 16472 \text{ W}.$$

Exercício 3.7

Uma carga trifásica equilibrada absorve, sob tensão de linha de 220 V , corrente de linha igual a 10 A . Sabendo-se que em cada fase a tensão de linha está adiantada de 90° em relação à respectiva corrente de linha pede-se determinar a potência absorvida pela carga.

Resposta:

Adotando-se seqüência de fases direta: $P = 1905 \text{ W} ; Q = 3300 \text{ VAR} ; S = 3810 \text{ VA}$ (ligação Δ ou Y).