

~ CURS 7 ~

I.11. Circuite trifazate

Dacă sursa de producere a energiei electromagnetice este un generator care produce un sistem trifazat de trei tensiuni electromotoare alternative, linia de transmisie este alcătuită din trei conductoare având aceeași secțiune, eventual și un conductor neutru de secțiune mai mică, iar receptorul are impedanțele de fază conectate în stea sau triunghi, sistemul de producere, transmisie și distribuție a energiei electromagnetice se numește sistem trifazat.

Comparativ cu sistemul monofazat, cel trifazat prezintă o serie de avantaje:

- o transmisie de energie mai ieftină, costul liniei de transport fiind mai mic la aceeași putere tranzitată;
- posibilitatea de a dispune la consumator de două tensiuni diferite (de fază sau de linie);
- posibilitatea de a produce câmpuri magnetice învârtitoare care permit realizarea motoarelor asincrone care sunt cele mai simple și economice motoare electrice;
- producerea unui sistem trifazat de tensiuni electromotoare este principal la fel de simplă ca și aceea a unei singure tensiuni electromotoare;
- posibilitatea funcționării în regim de avarie în cazul întreruperii unei faze, chiar două.

IV.2. Sisteme de mărimi trifazate

Un ansamblu de trei mărimi sinusoidale, ordonate, de aceeași frecvență, defazate între ele se numește sistem trifazat și poate fi exprimat cu relația:

$$m_k(t) = \sqrt{2}M_k \sin(\omega t + \varphi_k), \quad k = \overline{1,3} \quad (1.93)$$

Dacă valorile efective ale mărimilor sistemului sunt egale ($M_1=M_2=M_3=M$) și defazajele între două mărimi consecutive sunt $\varphi_1 - \varphi_2 = \varphi_2 - \varphi_3 = \frac{2\pi}{3}\alpha$, sistemul se numește trifazat simetric.

→ dacă $\alpha = 1$ – succesiune directă; $\underline{M}_1, \underline{M}_2, \underline{M}_3$ - sens orar;

→ dacă $\alpha = -1$ – succesiune inversă; $\underline{M}_1, \underline{M}_2, \underline{M}_3$ - sens trigonometric;

→ dacă $\alpha = 0$ – succesiune homopolară; $\underline{M}_1, \underline{M}_2, \underline{M}_3$ - paraleli.

a. Sistem trifazat de succesiune directă

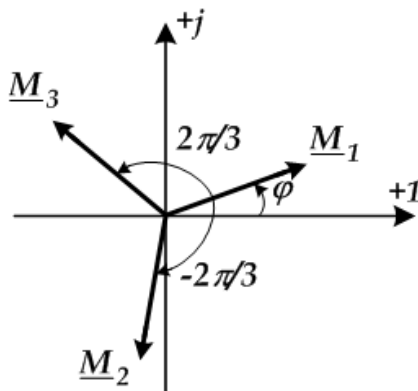


Fig. 1.48. Succesiunea directă

$$\underline{M}_1 = M \cdot e^{j\varphi} = \underline{M}$$

$$\underline{M}_2 = M \cdot e^{j(\varphi - \frac{2\pi}{3})} = \underline{M} \cdot e^{-j\frac{2\pi}{3}} = a^2 \cdot \underline{M}$$

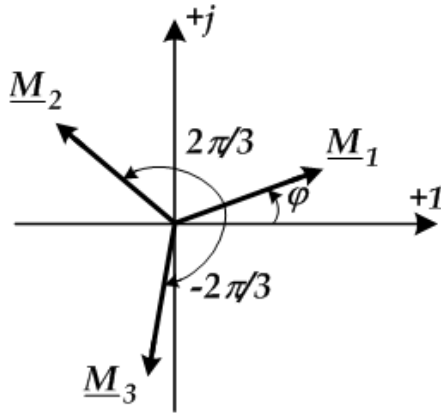
$$\underline{M}_3 = M \cdot e^{j(\varphi + \frac{2\pi}{3})} = \underline{M} \cdot e^{j\frac{2\pi}{3}} = a \cdot \underline{M}$$

$$\text{unde: } a = e^{j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$a^2 = e^{j\frac{4\pi}{3}} = e^{-j\frac{2\pi}{3}} = -\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$a^* = a^2$$

b. Sistem trifazat de succesiune inversă



$$\underline{M}_1 = M \cdot e^{j\varphi} = \underline{M}$$

$$\underline{M}_2 = M \cdot e^{j(\varphi + \frac{2\pi}{3})} = a \cdot \underline{M}$$

$$\underline{M}_3 = M \cdot e^{j(\varphi - \frac{2\pi}{3})} = a^2 \cdot \underline{M}$$

Fig. 1.49. Succesiunea inversă

Teorema 1. Suma mărimilor unui sistem trifazat simetric de succesiune directă sau inversă este nulă (atât în instantaneu, cât și în complex).

$$m_1 + m_2 + m_3 = 0 \text{ și } \underline{M}_1 + \underline{M}_2 + \underline{M}_3 = 0$$

$$\underline{M}_1 + \underline{M}_2 + \underline{M}_3 = \underline{M}(1 + a^2 + a) = 0 \quad (1.94)$$

Teorema 2. Fie un sistem trifazat simetric de succesiune directă sau inversă $\underline{M}_1, \underline{M}_2, \underline{M}_3$. Sistemul format din mărimile diferență a câte două mărimi consecutive ale acestuia este tot un sistem trifazat simetric de aceeași succesiune ca și cel inițial.

$$\underline{M}_{12} = \underline{M}_1 - \underline{M}_2 = \underline{M} - a^2 \underline{M} = \underline{M}(1 + \frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2}) = \underline{M}\sqrt{3}(\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2}) = \sqrt{3}\underline{M} \cdot e^{j\frac{\pi}{6}}$$

$$\underline{M}_{23} = \underline{M}_2 - \underline{M}_3 = \underline{M}(-\frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2} + \frac{1}{2} - j\frac{\sqrt{3}}{2}) = \underline{M}\sqrt{3}(-j) = \sqrt{3}\underline{M} \cdot e^{-j\frac{\pi}{2}}$$

$$\underline{M}_{31} = \underline{M}_3 - \underline{M}_1 = \underline{M}(-\frac{1}{2} + j\frac{\sqrt{3}}{2} - 1) = \underline{M}\sqrt{3}(-\frac{\sqrt{3}}{2} + j\frac{1}{2}) = \sqrt{3}\underline{M} \cdot e^{j\frac{5\pi}{6}}$$

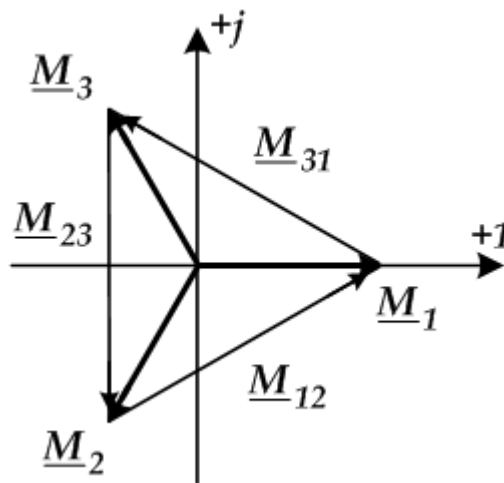


Fig. 1.50. Sistem trifazat diferență

- c. **Un sistem homopolar** este format din trei mărimi sinusoidale cu valori efective egale și în fază:

$$m_1 = m_2 = m_3 = \sqrt{2}M \sin(\omega t + \phi) \Rightarrow \underline{M}_1 = \underline{M}_2 = \underline{M}_3 = M \cdot e^{j\phi}$$

Evident, diferența dintre două mărimi consecutive este nulă, iar suma tuturor este:
 $\underline{M}_1 + \underline{M}_2 + \underline{M}_3 = 3\underline{M} = 3M \cdot e^{j\phi}$

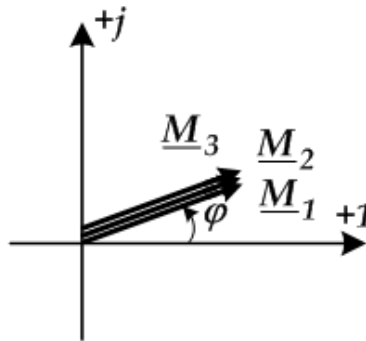


Fig. 1.51. Sistem trifazat homopolar