BAZELE ELECTROTEHNICII

~ CURS 4 ~

Ce am studiat în cursul anterior?

I. **Teoria circuitelor electrice**

…..

7. Teoremele de transfigurare a circuitelor electrice;
    A. Echivalența surselor reale de energie;
    B. Transfigurarea serie;
    C. Transfigurarea paralel;
    D. Transfigurarea stea-triunghi.
8. Metoda superpoziției (teorema suprapunerii efectelor);
9. Teoremele generatoarelor echivalente;

CUPRINS CURS

10. Metode sistematice de rezolvare a circuitelor;

II. Regim permanent sinusoidal

1. Mărimi sinusoidale;
2. Metoda analitică a reprezentării în complex.

CUPRINS CURS

11. Metode sistematice de rezolvare a circuitelor;

II. Regim permanent sinusoidal

1. Mărimi sinusoidale;
2. Metoda analitică a reprezentării în complex.

11. Metode sistematice de rezolvare a circuitelor

- Metoda potențialelor nodurilor (nodală)

Principiul acestei metode constă în determinarea potențialelor nodurilor din vârfurile arborelui complet (potențiale independente) în raport cu potențialul celui de-al N-lea nod, considerat de referință (V_0=0).

Numărul ecuațiilor este redus în acest caz la N-1.

Obs: Existența surselor ideale de tensiune reduce sistemul de rezolvare, iar curenții prin acestea sunt determinați ulterior aplicând prima teoremă a lui Kirchhoff.

Algoritmul de aplicare a metodei:

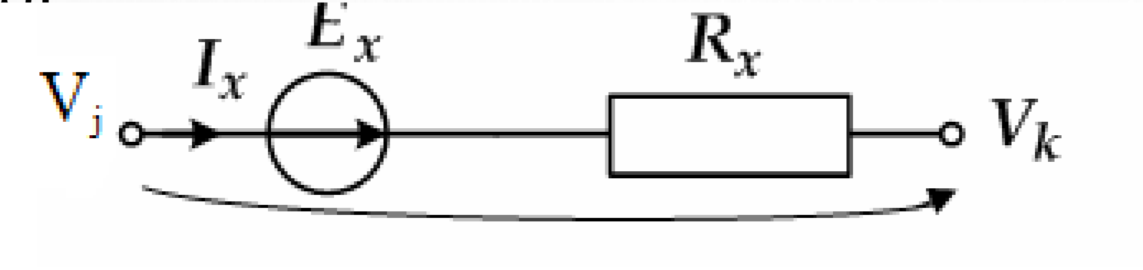
P1. Se alege nodul de referință (potențial zero);

P2. Se aleg sensurile de referință pentru curenții laturilor;

P3. Se scriu ecuațiile primei teoreme a lui Kirchhoff în cele N-1 noduri independente;

11. Metode sistematice de rezolvare a circuitelor

P4. Se exprimă curenții laturilor în funcție de potențialele extremităților (legea lui Ohm):

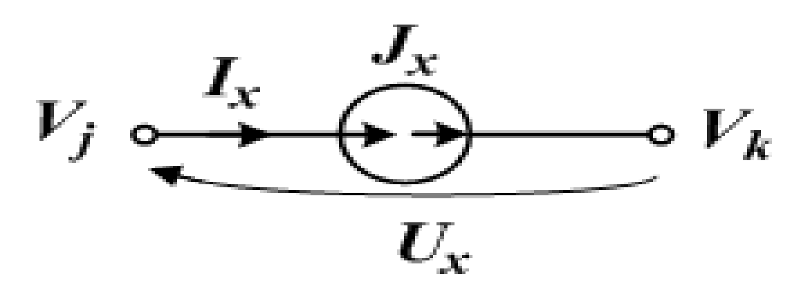


$$V_j - V_k = R_x \cdot I_x - E_x$$

$$I_x = \frac{V_j - V_k + E_x}{R_x}$$

P5. Se rezolvă sistemul de ecuații, rezultând potențialele nodurilor;

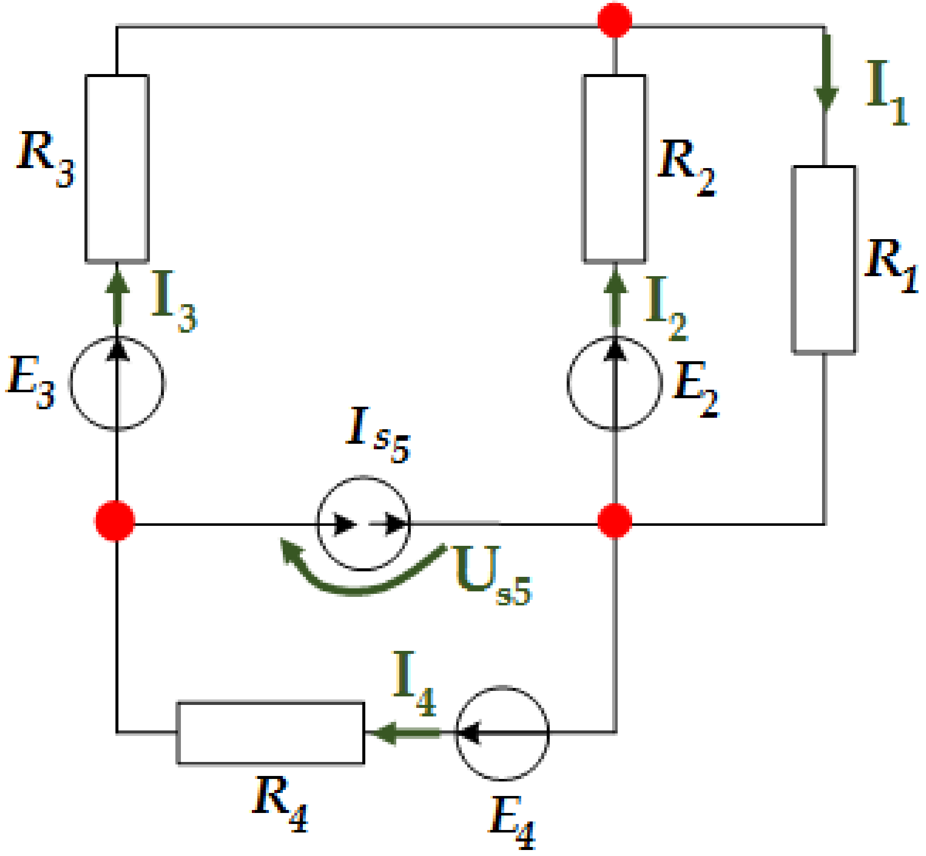
P6. Se calculează tensiunile și curenții laturilor pe baza valorilor potențialelor:



$$U_X = V_k - V_j$$

Verificarea soluției se face cu ajutorul bilanțului puterilor.

Rezolvați circuitul cu ajutorul metodei potențialelor la noduri

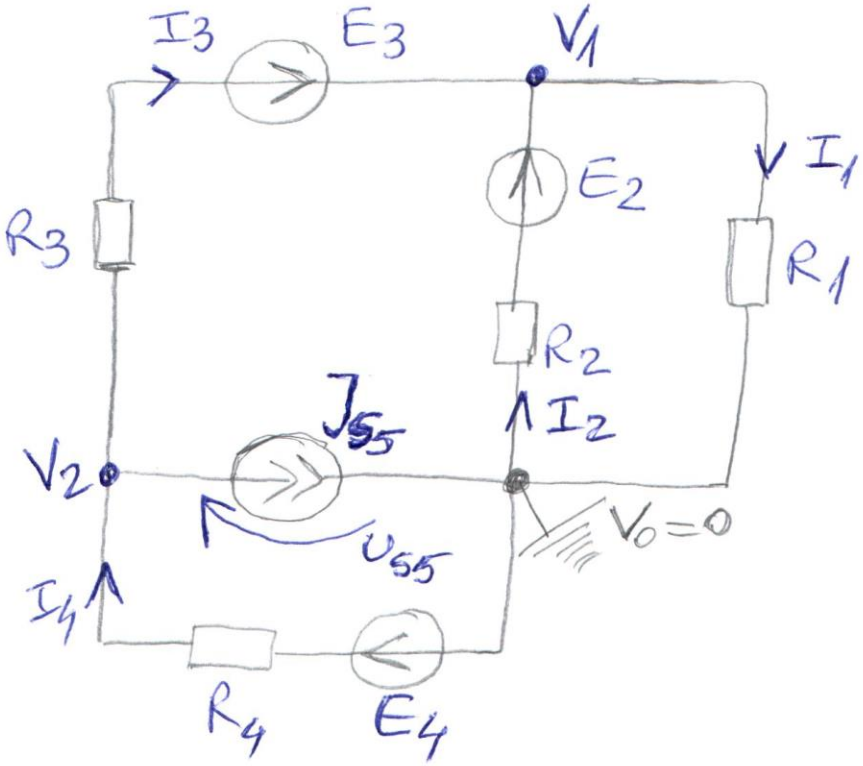


$R[\Omega]$	$I[A]$	$E[V]$
$R_1 = 2$	$I_1 =$	
$R_2 = 2$	$I_2 =$	$E_2 = 20$
$R_3 = 2$	$I_3 =$	$E_3 = 18$
$R_4 = 2$	$I_4 =$	$E_4 = 14$
	$I_{s5} = 1$	$U_{s5} =$

$$N = 3$$

$$L = 5$$

$$B = L - N + 1 = 5 - 3 + 1 = 3$$



$$(TKI)\, V_1:\ I_1 - I_2 - I_3 = 0$$

$$(TKI)\, V_2:\ I_3 + J_{55} - I_4 = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} \dfrac{V_1 - \cancel{V_0}}{R_1} - \dfrac{\cancel{V_0} - V_1 + E_2}{R_2} - \dfrac{V_2 - V_1 + E_3}{R_3} = 0 \\ \dfrac{V_2 - V_1 + E_3}{R_3} + J_{55} - \dfrac{\cancel{V_0} - V_2 + E_4}{R_4} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{V_1}{2} + \frac{V_1}{2} - \frac{20}{2} - \frac{V_2}{2} + \frac{V_1}{2} - \frac{18}{2} = 0 \\ \frac{V_2}{2} - \frac{V_1}{2} + \frac{18}{2} + 1 + \frac{V_2}{2} - \frac{14}{2} = 0 \end{cases}$$

$$\begin{cases} \frac{3}{2}V_1 - \frac{V_2}{2} = 19 \;/\cdot 2 \\ -\frac{V_1}{2} + V_2 = -3 \;/\cdot 2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} 3V_1 - V_2 = 38 \\ -V_1 + 2V_2 = -6 \;/\cdot 3 \end{cases} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \begin{cases} 3V_1 - V_2 = 38 \\ -3V_1 + 6V_2 = -18 \end{cases} \quad (+)$$

$$/ \quad 5V_2 = 20$$

$$\boxed{V_2 = 4V}$$

$$-V_1+8=-6 \Rightarrow \boxed{V_1=14V}$$

$$I_1=\frac{V_1-\cancel{V_0}}{R_1}=\frac{V_1}{R_1}=\frac{14}{2}=7 \Rightarrow I_1=7A$$

$$I_2=\frac{\cancel{V_0}-V_1+E_2}{R_2}=\frac{-V_1+E_2}{R_2}=\frac{-14+20}{2}=3A$$

$$I_3=\frac{V_2-V_1+E_3}{R_3}=\frac{4-14+18}{2}=4A$$

$$I_4=\frac{V_0-V_2+E_4}{R_4}=\frac{-V_2+E_4}{R_4}=\frac{-4+14}{2}=5A$$

$$U_{S5}=V_0-V_2=-V_2=0-4=-4V$$

$$P_C=R_1I_1^2+R_2I_2^2+R_3I_3^2+R_4I_4^2$$
$$=2(49+9+16+25)=198W$$

$$P_g=E_2I_2+E_3I_3+E_4I_4+U_{S5}J_{S5}$$
$$=20\cdot 3+18\cdot 4+14\cdot 5-4\cdot 1$$
$$=60+72+70-4=198W$$

CUPRINS CURS

11. Metode sistematice de rezolvare a circuitelor;

II. Regim permanent sinusoidal

1. Mărimi sinusoidale;

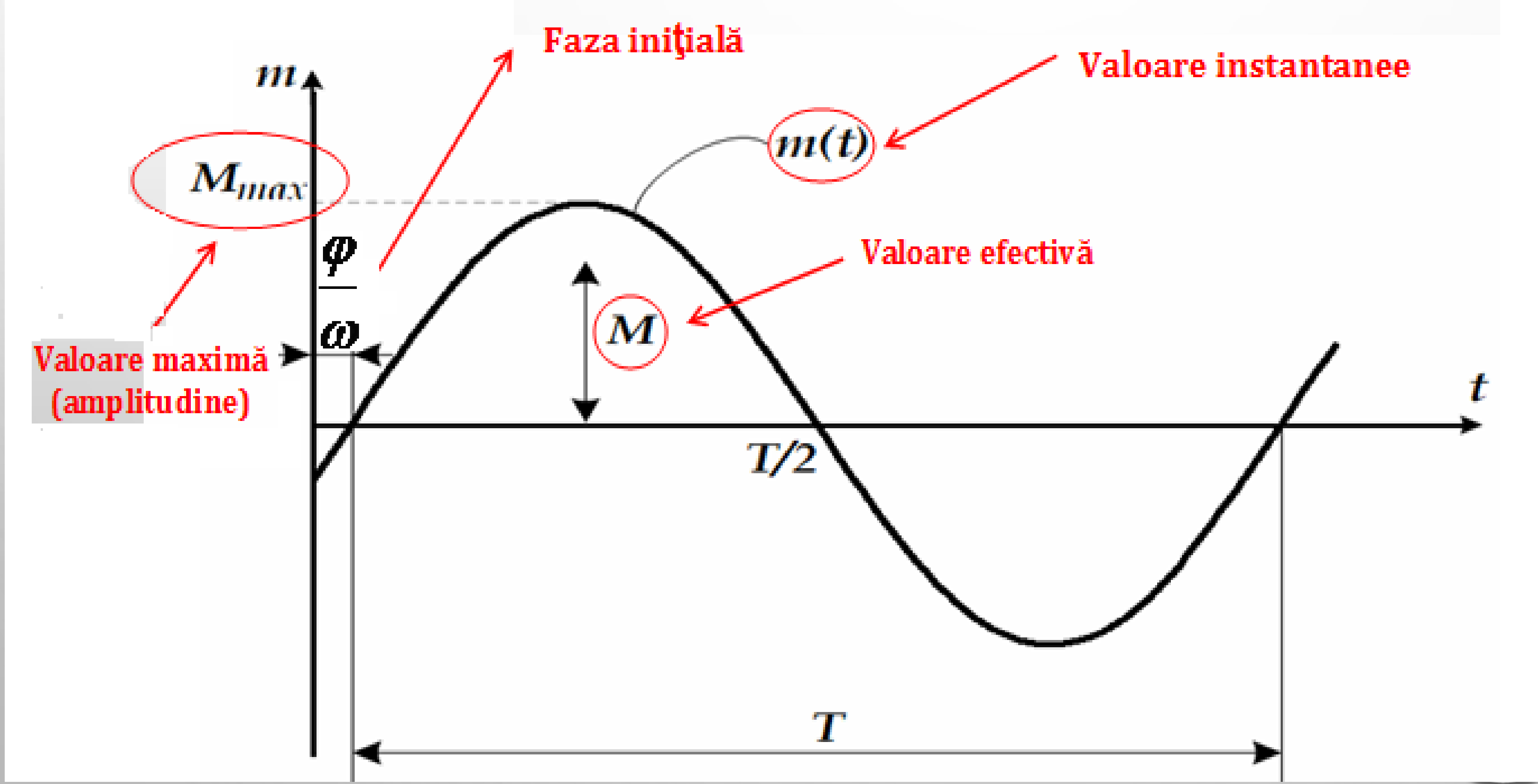
2. Metoda analitică a reprezentării în complex.

II. Circuite electrice în regim sinusoidal

Regimul permanent sinusoidal reprezintă o importanță deosebită, teoretică și practică. Acest regim intervine atât în producerea, transmisia și utilizarea energiei electrice cât și în telecomunicații, semnalizări și automatizări. Semnalele perturbatoare de informații sunt suprapuneri de semnale sinusoidale, iar transmisia la distanță a energiei electromagnetice se face pe linii parcurse de curenți alternativi.

1. Mărimi sinusoidale

$$m(t) = M\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$$



II. Circuite electrice în regim sinusoidal

1. Mărimi sinusoidale

$$m(t) = M\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$$

$$M_{\max} = M\sqrt{2} \qquad M = \frac{M_{\max}}{\sqrt{2}}$$

Pulsaţie [rad/s]

$$\boxed{\omega = 2\pi f = \frac{2\pi}{T}}$$

Frecvenţă [Hz] Perioadă [s]

CUPRINS CURS

11. Metode sistematice de rezolvare a circuitelor;

II. Regim permanent sinusoidal

1. Mărimi sinusoidale;

2. Metoda analitică a reprezentării în complex.

2. Metoda analitică a reprezentării în complex

Valoare efectiva - modul

Faza initiala

$$m(t) = M\sqrt{2}\sin(\omega t + \varphi)$$

Mărime în (domeniul) timp

$$\underline{M} = M \cdot e^{j \cdot \varphi} = M \cdot (\cos \varphi + j \cdot \sin \varphi)$$

Mărime complexă (adimensională)

Partea reală (Re)

Partea imaginară (Im)

e – număr irațional ~ 2,71.....

$$e^0 = 1$$

$$j = \sqrt{-1} \qquad j^2 = -1$$

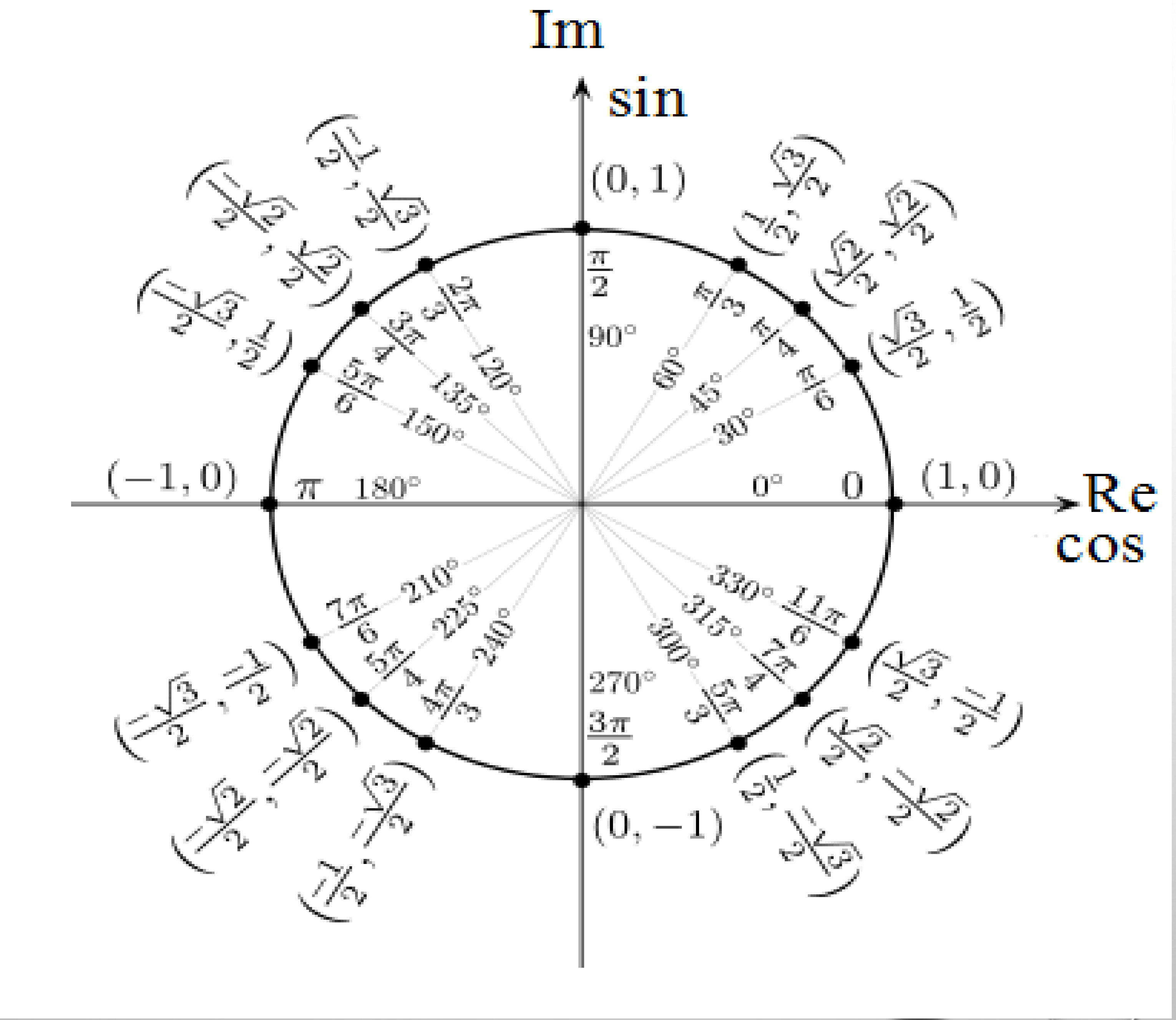
2. Metoda analitică a reprezentării în complex

MEMORATOR

φ	0	π / 4	- (π /4)	π / 2	- (π /2)	π	3 π / 4	- (3 π /4)
SIN φ	0	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	1	-1	0	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$
COS φ	1	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	$\frac{\sqrt{2}}{2}$	0	0	-1	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$	$-\frac{\sqrt{2}}{2}$

$$\underline{M} = a + jb \quad \rightarrow \quad m(t) = \sqrt{a^2+b^2}\sqrt{2}\sin(\omega t + \arctan\frac{b}{a})$$

$\sqrt{a^2+b^2}$ = valoarea efectiva (modulul unui nr. complex)


Im
sin
Re
cos
(0, 1)
(1, 0)
(−1, 0)
(0, −1)
90°
0°
180°
270°

2. Metoda analitică a reprezentării în complex

Transformari timp-complex

$$e(t) = 4\sqrt{2}\sin(\omega t + \frac{\pi}{2}) \quad \rightarrow \quad \underline{E} = ?$$

$$e(t) = 8\sin(\omega t + \frac{\pi}{4}) \quad \rightarrow \quad \underline{E} = ?$$

$$i(t) = 6\sqrt{2}\sin(\omega t + \pi) \quad \rightarrow \quad \underline{I} = ?$$

$$i(t) = 16\sin(\omega t - \frac{3\pi}{4}) \quad \rightarrow \quad \underline{I} = ?$$

$$e(t) = \sqrt{2}\sin(\omega t) \quad \rightarrow \quad \underline{E} = ?$$

Transformări complex - timp

$$\underline{I} = -2 + 2j \quad \rightarrow \quad i(t) = ?$$

$$\underline{E} = 1 + j \quad \rightarrow \quad e(t) = ?$$

$$\underline{I} = 2j \quad \rightarrow \quad i(t) = ?$$

$$\underline{E} = -4 - 4j \quad \rightarrow \quad e(t) = ?$$

$$e(t) = 4\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)\ (V)$$

$$\underline{E} = \frac{4\sqrt{2}}{\sqrt{2}} e^{j\frac{\pi}{2}} = 4\left(\cos\frac{\pi}{2} + j\sin\frac{\pi}{2}\right) = 4(0 + j\cdot 1)$$

$$= 4j$$

$$i(t) = 6\sqrt{2}\sin(\omega t + \pi)\ (A)$$

$$\underline{I} = \frac{6\sqrt{2}}{\sqrt{2}} e^{j\pi} = 6(\cos\pi + j\sin\pi) = 6(-1 + j\cdot 0)$$

$$= -6$$

$$e(t) = 8\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)(V)$$

$$\underline{E} = \frac{8}{\sqrt{2}} e^{j\frac{\pi}{4}} = \frac{8}{\sqrt{2}}\left(\cos\frac{\pi}{4} + j\sin\frac{\pi}{4}\right) =$$

$$= \frac{8}{\sqrt{2}}\left(\frac{\sqrt{2}}{2} + j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 4(1+j)$$

$$i(t) = 16\sin\left(\omega t - \frac{3\pi}{4}\right)(A)$$

$$\underline{I} = \frac{16}{\sqrt{2}} e^{j\left(-\frac{3\pi}{4}\right)} = \frac{16}{\sqrt{2}}\left(\cos\left(-\frac{3\pi}{4}\right) + j\sin\left(-\frac{3\pi}{4}\right)\right) =$$

$$= \frac{16}{\sqrt{2}}\left(-\frac{\sqrt{2}}{2} - j\frac{\sqrt{2}}{2}\right) = 8(-1-j)$$

$$e(t) = \sqrt{2}\sin(\omega t)(V)$$

$$\underline{E} = \frac{\sqrt{2}}{\sqrt{2}} e^{j0} = 1\cdot e^{0} = 1\cdot 1 = 1$$

$$\underline{I} = -2 + 2j$$

$$i(t) = \sqrt{(-2)^2 + 2^2}\,\sqrt{2}\,\sin\left(\omega t + \operatorname{arctg}\frac{2}{-2}\right)$$

$$= \sqrt{8}\cdot\sqrt{2}\,\sin\left(\omega t + \operatorname{arctg}(-1) + \pi\right)$$

$$= 4\sin\left(\omega t - \frac{\pi}{4} + \pi\right) = 4\sin\left(\omega t + \frac{3\pi}{4}\right)(A)$$

$$\underline{I} = 2j$$

$$i(t) = \sqrt{0^2 + 2^2}\,\sqrt{2}\,\sin\left(\omega t + \operatorname{arctg}\frac{2}{0}\right)$$

$$= 2\sqrt{2}\,\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{2}\right)(A)$$

$\underline{E} = 1 + j$

$e(t) = \sqrt{1^2+1^2}\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \operatorname{arctg}\frac{1}{1}\right)$

$= 2\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4}\right)(V)$

$\underline{E} = -4 - 4j$

$e(t) = \sqrt{(-4)^2+(-4)^2}\sqrt{2}\sin\left(\omega t + \operatorname{arctg}\frac{-4}{-4}\right) =$

$= 8\sin\left(\omega t + \operatorname{arctg}(1)\right)$

$= 8\sin\left(\omega t + \frac{\pi}{4} + \pi\right) =$

$= 8\sin\left(\omega t + \frac{5\pi}{4}\right)(V)$

VĂ MULȚUMESC PENTRU ATENȚIE !!