

ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕР ТЕОРИЯСЫ-1

Дәріскер:

ф.-м.ғ.к., асс.профессор Алимгазина Назгүл Шәкәрімқызы

5-дәріс. Синусоидалды ток тізбектері

Уақыт бойынша өзгередін шамаларды **айнымалы шамалар** деп атайды.

Синусоидалды заң бойынша уақыт бойынша өзгередін функцияны синусоидалды деп атайды. Кез-келген периодты синусоидалды функцияны үш сипаттамамен анықтауға болады: *лездік, орташа және әсерлік мәнімен.*

Кез-келген уақыт мезетіндегі функцияның мәнін (e, u, i) - лездік мәні деп атайды, ол үш шамамен анықталады: амплитудамен (функцияның максималды мәні), бұрыштық (циклдық) жиілікпен (бір цикл ішіндегі толық тербелістердің саны) және бастапқы фазамен (координата басына қатысты синусоиданың ығысу шамасы).

Синусоидалды токтың **лездік** мәні:

$$i = I_m \sin(\omega t + \psi_i),$$

мұндағы I_m - амплитуда, $\omega = 2\pi f$ - циклдық жиілік (рад/с), f - жиілік(1/с). Жиілік периодпен байланысты болады: $f = 1/T$. Период - бір толық тербеліске кететін уақыт (с). Синус аргументі, яғни $(\omega t + \psi_i)$ - толық фаза деп аталады, ψ_i - бастапқы фаза. Фаза осы уақыт мезетіндегі тербелістің күйін (сандық мәнін) сипаттайды.

*Синусоидалды шаманың **орташа** мәні - оң жартылай период ішіндегі модуль бойынша орташа мәніне сәйкес келетін шаманың орташа мәні.*

$$I_{\text{орп}} = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} i(t) dt = \frac{2}{T} \int_0^{T/2} I_m \sin(\omega t) dt = \frac{2I_m}{\pi},$$

яғни синусоидалды токтың орташа мәні $\frac{2}{\pi} = 0.638$ амплитудалық мәнінен құрайды.

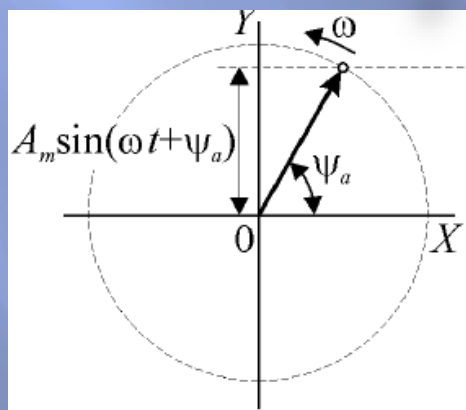
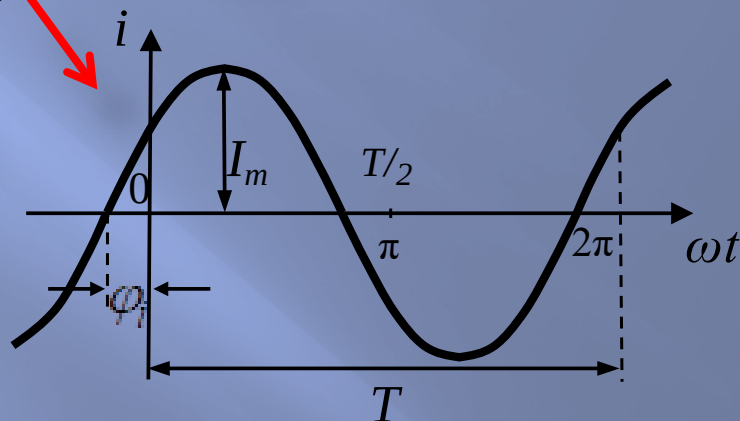
*Синусоидалды токтың **әсерлік мәні** деп синусоидалды токтың бір периодына тең уақыт мезетінде синусоидалды ток тұрақты ток секілді термодинамикалық немесе жылулық эффект жасайтын токтың мәнін айтамыз:*

$$I = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2(t) dt} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T I_m^2 \sin^2(\omega t) dt} = \frac{I_m}{\sqrt{2}} = 0.707 \cdot I_m,$$

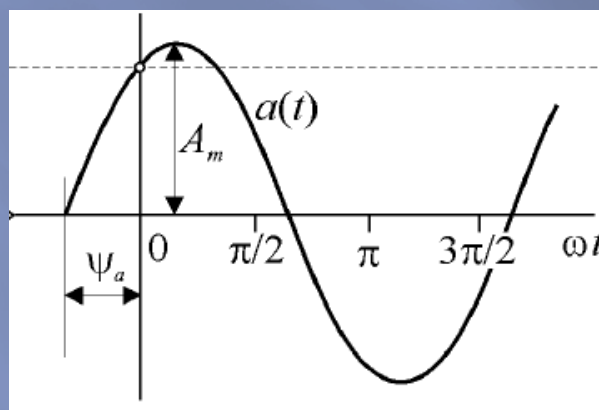
яғни синусоидалды токтың әсерлік мәні $0,707$ амплитудалық мәнінен құрайды.

Синусоидалды шамалардың көрініс түрлері

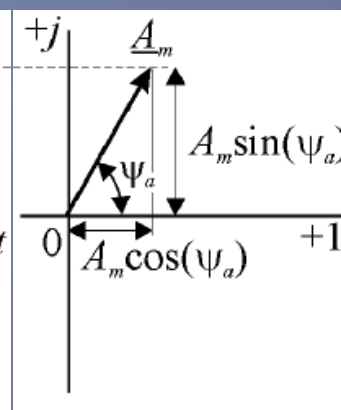
- ☐ Тригонометриялық функциялар; $\rightarrow a = A_m \sin(\omega t + \psi_a)$.
- ☐ уақыттық диаграммалар;
- ☐ айналмалы векторлар;
- ☐ комплекстік сандар.



а)



б)



в)

Комплекстік сандарды жазу үшін *алгебралық, тригонометриялық және көрсеткішті* формалары қолданылады. Әдетте комплекстік шамаларды «нүктемен» жоғарғы жағынан немесе астын сызып белгілейді.

Алгебралық жазу формасы. Комплекстік жазықтықтағы кез-келген нүкте немесе координаттар басынан осы нүктеге дейін жүргізілген вектор мына комплекстік санға сәйкес келеді:

$$\dot{A}_{\square} = p + jq,$$

мұндағы p – нақты сандар өсі бойынша, ал q – жорамал сандар өсі бойынша вектордың координатасы.

Тригонометриялық жазу формасы. Вектордың нақты мен жорамал бөліктерін оның ұзындығы мен нақты сандар өсімен бұрыш ретінде қарастырғанда мына комплекстік сан сәйкес келеді

$$\dot{A}_{\square} = A_m \cos \psi_a + j A_m \sin \psi_a.$$

Көрсеткіштік жазу формасы. $e^{j\psi_a} = \cos \psi_a + j \sin \psi_a$ Эйлер формуласын қолдана отырып тригонометриялық түрінен мына комплекстік санға ауысуға болады:

$$\dot{A}_{\square} = A_m (\cos \psi_a + j \sin \psi_a) = A_m e^{j\psi_a}.$$

$$|A| = \sqrt{p^2 + q^2}, \quad \psi_a = \arctg\left(\frac{q}{p}\right).$$

$e^{j\psi} = \cos\psi + j\sin\psi$ түріндегі көбейткішті бұрылу операторы

$$\begin{cases} 1 = e^{j0}; \\ j = e^{j\frac{\pi}{2}}; \\ -1 = e^{j\pi}; \\ -j = e^{-j\frac{\pi}{2}}. \end{cases}$$

СИНУСОИДАЛДЫ ТОК ТІЗБЕКТЕРІНДЕГІ ЭНЕРГИЯ МЕН ҚУАТ

Магнит және электр өрістерінің энергиялары

$$W_M = \frac{LI_m^2}{2};$$

$$W_\varepsilon = \frac{CU_m^2}{2},$$

Период ішіндегі резистивті элементке түскен энергияның орташа жылдамдығын сипаттайтын активті қуат

$$P = UI \cos(\varphi).$$

Егер $P > 0$ - екіполюстік энергия қабылдайды; $P < 0$ - екіполюстік тізбектің басқа бөліктеріне энергияны береді. Өлшем бірлігі [Вт].

Тізбек және энергия көзі арасындағы энергия алмасу процестерін сипаттайтын және сандық түрде тізбектегі энергия сақталудың максималды жылдамдығына тең тізбектің реактивті қуаты

$$Q = UI \sin(\varphi).$$

Егер $Q > 0$ - энергия тізбектің магнит өрісінде жинақталады; $Q < 0$ - энергия тізбектің электр өрісінде жинақталады; $Q = 0$ - тізбекте энергия көзімен энергия алмасуы жоқ. Өлшем бірлігі [ВАр].

Индуктивті және сыйымдылықты элементтердегі реактивті қуат

$$Q_L = I^2 X_L = I^2 \cdot \omega L$$

$$Q_C = I^2 X_C = I^2 \cdot \frac{1}{\omega C}$$

$$Q = Q_L - Q_C = I^2 (X_L - X_C) = I^2 \cdot x$$

***Жалпы қуат** дегеніміз $\varphi = 0$ кезіндегі активті қуаттың ең жоғары мүмкін болатын шамасы*

$$S = UI.$$

***S жалпы қуаты** деп, тізбек ұштарындағы ток пен кернеудің әсерлік мәндерінің көбейтіндісін айтамыз. Өлшем бірлігі [ВА].*

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2}.$$

$$\dot{S} = P + jQ.$$

*Комплекстік жазықтықта жалпы қуат векторымен бірге активті және реактивті құраушылар тікбұрышты үшбұрыш құрайды, ол **қуаттар үшбұрышы** деп аталады.*

Қуат коэффициенті

$$\cos(\varphi) = \frac{P}{U \cdot I} = \frac{P}{S}$$

*Айнымалы ток тізбектеріндегі шамалардың сандық және фазалық қатынастарын талдау үшін комплекстік жазықтықта электр тізбектің жұмыс режиміне сай келетін векторлар тұрғызады. Мұндай векторлар жиынтығы **векторлық диаграмма** деп аталады.*

Символикалық әдіс

Қолдану кезеңдері:

1. Тізбектің топологиялық параметрлерін анықтаймыз: түйін, тармақ, контур сандарын.
2. Тізбектің барлық шамалары мен параметрлерін комплекстік сандар түріне айналдырамыз.
3. Барлық мәліметтер комплекстік сандар түрінде көрсетілген электр тізбегінің комплекстік орын басу схемасын құрастырамыз. Тізбек тармақтарындағы токтардың оң бағытын көрсетеміз.
4. Тізбектегі белгісіз шамаларды есептеу үшін кез-келген есептеу әдісін қолданамыз.
5. Алынған комплекстік шамаларды синусоидалды уақыт функциясына айналдырамыз.