

11-дәріс

Тақырып: Айнымалы ток

Дәріс мазмұны: 1. Айнымалы электр тогы

1. Айнымалы электр тогы

Орныққан еріксіз тербелісті сыйымдылық, индуктивтік және актив кедергісі бар тізбектен айнымалы токтың өтуі деп қарастыруға болады, ол

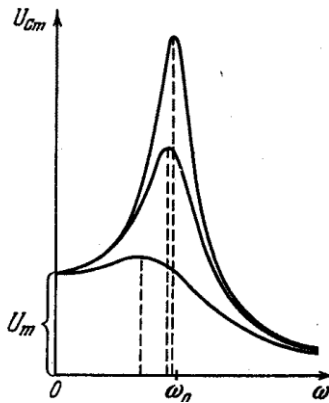
$$U = U_m \cos \omega t \quad (11.1)$$

айнымалы кернеуден пайда болды деп ескереміз. Бұл ток:

$$I = I_m \cos(\omega t - \varphi) \quad (11.2)$$

заңы бойынша өзгереді.

Ток амплитудасы I_m кернеу амплитудасымен, C , L , R , ω тізбек параметрлерімен анықталады:



11.1-сурет. Сыйымдылық кернеудің U_C резонанстық қисығы.

$$I_m = \frac{U_m}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} \quad (11.3)$$

Ток күші кернеуден фаза бойынша φ бұрышқа қалып отырады, ол тізбектің параметрлеріне және жиілікке байланысты:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{\omega L - 1/\omega C}{R} \quad (11.4)$$

$\varphi > 0$ болған жағдайда ток кернеуден озып отырады. (11.4) өрнектің бөлімі $Z = \sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}$ толық электр кедергісі немесе импеданс деп аталады. Егер тізбекте ток күші актив кедергіде ғана болса, онда Ом заңы $IR = U_m$

$\cos \omega t$ түрін қабылдайды. Бұл жерде ток кернеумен бір фазада болады, ток күшінің амплитудасы

$$I_m = U_m / R .$$

Кез-келген нақты тізбекте R,C,L болады. Кейбір жеке жағдайларда бұл параметрлердің кейбіреулерінің тоққа әсерін ескермеуге болады. Мысалы, тізбектегі R-дің мәнін нөл деп, ал C мәнін шексіздікке тең деп алуға болады. Онда (11.3), (11.4) формуладан:

$$I_m = U_m / \omega L , \quad (11.5)$$

ал $\operatorname{tg} \varphi = \infty$ екені шығады.

$$X_L = \omega L \quad (11.6)$$

шамасын *реактив индуктивтік кедергі* немесе *индуктивтік кедергі* деп атайды. Катушкада ток кернеуден $\pi/2$ -ге қалып отырады. Енді R мен L -ді нөлге тең деп алайық. Онда (11.5), (11.6) формулаларынан:

$$I_m = U_m \cdot \omega C, \quad (11.7)$$

$\operatorname{tg} \varphi = -\infty$ аламыз.

$$X_C = 1 / \omega C \quad (11.8)$$

шамасы *реактив сыйымдылық кедергі* немесе *сыйымдылық кедергі* деп аталады. Тұрақты ток үшін $X_C = \infty$, одан тұрақты ток жүрмейді. $\varphi = \pi/2$ болғандықтан конденсатор арқылы жүретін ток кернеуден $\pi/2$ -ге озып отырады. Енді R=0 десек (11.3) өрнегі

$$I_m = \frac{U_m}{|\omega L - 1 / \omega C|} \quad (11.9)$$

түрге енеді.

$$X = \omega L - 1 / \omega C = X_L - X_C \quad (11.10)$$

шамасын *реактивті кедергі* немесе *реактанс* деп атайды. (11.9), (11.10) өрнектерін

$$\operatorname{tg} \varphi = X / R, \quad Z = \sqrt{R^2 + X^2} .$$

түрінде жазуға болады. Сонымен R және X кедергілердің мәнін үшбұрыштардың катетінің бойына салсақ, гипотенуза сан мәні жағынан Z-ті береді (3.6-сурет). Айнымалы ток тізбегіндегі бөлінетін қуатты табайық. Қуаттың лездік мәні ток пен кернеудің лездік мәндерінің көбейтіндісіне тең:

$$P(t) = U(t)I(t) = U_m \cos \omega t \cdot I_m \cdot \cos(\omega t - \varphi). \quad (11.11)$$

Келесі өрнекті пайдаланып

$$\cos \alpha \cos \beta = \frac{1}{2} \cos(\alpha - \beta) + \frac{1}{2} \cos(\alpha + \beta),$$

(11.11) өрнегін мына түрде аламыз:

$$P(t) = \frac{1}{2} U_m I_m \cos \varphi + \frac{1}{2} U_m I_m \cos(2\omega t - \varphi) \quad (11.12)$$

Іс жүзінде $P(t)$ қуаттың орташа мәні ғана бар, оны P деп белгілейік. Мұндағы $(2\omega t - \varphi)$ -дің орташа мәні нөлге тең болғандықтан:

$$P = \frac{U_m I_m}{2} \cos \varphi. \quad (11.11)$$

өрнектегі қуаттың лездік мәні орташа мәнінен екі есе артық жиілікпен тербелетіндігін көреміз. (11.11) өрнегінен

$$\cos \varphi = \frac{R}{\sqrt{R^2 + (\omega L - 1/\omega C)^2}} = \frac{R}{Z}$$

бұл мәнді (11.11) өрнекке қойып және $U_m/Z = I_m$ екенін ескеріп келесі өрнекті алуға болады:

$$P = \frac{I_m^2 R}{2}. \quad (11.14)$$

Осындай қуатты

$$I = \frac{I_m}{\sqrt{2}} \quad (11.15)$$

ток күші де береді. (3.81) өрнегі *ток күшінің әсерлік мәні* деп аталады, осыған орай

$$U = \frac{U_m}{\sqrt{2}} \quad (11.16)$$

кернеудің әсерлік мәні деп аталады. Орташа қуаттың әсерлік мәндері арқылы өрнегі:

$$P = IU \cos \varphi. \quad (11.17)$$

$\cos \varphi$ – қуат коэффициенті деп аталады. Техникада $\cos \varphi$ -ді мүмкіндігінше үлкен етуге тырысады. Егер $\cos \varphi$ аз болса, онда қажетті қуатты алу үшін тізбектен үлкен ток өткізуге тура келеді, ал ол өткізгіштерден бөлінетін шығынды арттырады.

Әдебиеттер:

Нег. 2 [258-273], 8 [261-263, 267-283].

Қос. 22 [263-278], 48 [245-247, 256-259].

Бақылау сұрақтары:

1. Активтік кедергісі, электрсіымдылық және тербелмелі контурдың индуктивтілігі оның резонанстық сипаттамаларына қалай әсер етеді?
2. Айнымалы ток тізбегіндегі қуат коэффициенті қандай шамаға тәуелді?