

СӘТБАЕВ
УНИВЕРСИТЕТІ



SATBAYEV
UNIVERSITY

Электротехника және микроэлектроника

6-дәріс

Синусоидалы ток тізбегіндегі резистивтік және индуктивтік элементтер

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

- 1 Резистивтік элементтің қасиеттері
- 2 Резистордағы ток пен кернеудің фазалық қатынасы
- 3 Резистордың қуаты
- 4 Идеал индуктивтік элемент
- 5 Индуктивтік реактивті кедергі
- 6 Катушкадағы ток пен кернеудің фазалық ығысуы
- 7 R–L тізбегінің толық кедергісі
- 8 R–L тізбегін есептеу мысалы

Идеал резистивтік элемент электр энергиясын жылуға түрлендіреді және энергияны электр немесе магнит өрісінде жинақтамайды.

ОМ ЗАҢЫ

$$u(t) = R \cdot i(t)$$

КЕДЕРГІ

$$Z_R = R$$

Реактивті бөлігі нөлге тең.

ФАЗА

$$\varphi = 0^\circ$$

Ток пен кернеу бір фазада.

Резистор үшін ток пен кернеудің нөл арқылы өту және максимум нүктелері бір уақытта орын алады.

$$u(t) = U_m \sin \omega t \rightarrow i(t) = I_m \sin \omega t$$

АМПЛИТУДА

$$I_m = U_m / R$$

ӘСЕРЛІК МӘН

$$I = U / R$$

ФАЗАЛЫҚ ЫҒЫСУ

$$\varphi_u - \varphi_i = 0^\circ$$

Фазорлық диаграммада $\vec{U}$ және $\vec{I}$ векторлары бір бағытта орналасады.

Резистор электр энергиясын қайтымсыз түрде жылуға айналдырады. Сондықтан оның орташа активті қуаты оң мәнге ие.

$$P = UI = I^2R = U^2/R$$

АКТИВТІ ҚУАТ

$P > 0$, өлшем бірлігі — ватт (W).

РЕАКТИВТІ ҚУАТ

Идеал резистор үшін $Q = 0$.

ҚУАТ КОЭФФИЦИЕНТІ

$\cos\varphi = 1$.

Индуктивтік элемент ток өзгерген кезде магнит өрісін тудырады және осы өрісте энергия жинақтайды.

$$u_L(t) = L \cdot di(t)/dt$$

L

Индуктивтік, өлшем бірлігі — генри (H).

МАГНИТ ӨРІСІ

$$W_L = L \cdot i^2 / 2$$

ИДЕАЛ ЭЛЕМЕНТ

Активті қуатты орташа есеппен тұтынбайды.

$$X_L = \omega L = 2\pi fL$$

$$Z_L = jX_L = j\omega L$$

ЖИІЛІК $f \uparrow$

X_L артады.

ИНДУКТИВТІК $L \uparrow$

X_L артады.

ТҰРАҚТЫ ТОК

$f = 0$ болғанда идеал катушка үшін
 $X_L = 0$.

Индуктивтік элемент жоғары жиілікті ток өзгерістеріне көбірек қарсы әсер етеді.

Идеал индуктивтікте кернеу токтан фаза бойынша 90° озады, немесе ток кернеуден 90° кейін қалады.

$$i(t) = I_m \sin \omega t$$

$$u_L(t) = U_m \sin(\omega t + 90^\circ)$$

ФАЗА

$$\varphi = +90^\circ$$

РЕАКТИВТІ ҚУАТ

$$Q_L = UI = I^2 X_L$$

АКТИВТІ ҚУАТ

Идеал L үшін $P = 0$.

Нақты индуктивті жүктемелерді қарапайым түрде активті R және индуктивті L элементтерінің тізбектей қосылуымен модельдеуге болады.

$$Z = R + jX_L$$

МОДУЛЬ

$$|Z| = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

ФАЗАЛЫҚ БҰРЫШ

$$\varphi = \arctan(X_L/R)$$

ТОК

$$I = U/|Z|$$

R–L тізбегінде ток қорек кернеуінен φ бұрышына кейін қалады.

R–L тізбегінің векторлық қатынастары



U_R

$U_R = I \cdot R$
Токпен бір фазада.

U_L

$U_L = I \cdot X_L$
Токтан 90° озады.

U

$U = \sqrt{U_R^2 + U_L^2}$
Қорек кернеуі.

$$\tan \varphi = U_L / U_R = X_L / R$$

Векторлық диаграммада U_R көлденең, U_L оған 90° бұрышпен орналасады.

РЕЗИСТИВТІК ЭЛЕМЕНТ

$$Z_R = R$$

$$\varphi = 0^\circ$$

$$P = UI$$

$$Q = 0$$

Энергия жылуға айналады.

Кедергі идеал жағдайда жиілікке тәуелсіз.

ИНДУКТИВТІК ЭЛЕМЕНТ

$$Z_L = j\omega L$$

$$\varphi = +90^\circ$$

$$P = 0 \text{ (идеал)}$$

$$Q_L = UI$$

Энергия магнит өрісінде уақытша жинақталады.

X_L жиілікке пропорционал.

БЕРІЛГЕНІ

$$U = 100 \text{ V}$$

$$R = 8 \, \Omega$$

$$X_L = 6 \, \Omega$$

Тізбектей R–L тізбегі.

1) Толық кедергі:

$$|Z| = \sqrt{8^2 + 6^2} = 10 \, \Omega$$

2) Ток:

$$I = U/|Z| = 100/10 = 10 \text{ A}$$

3) Фазалық бұрыш:

$$\varphi = \arctan(6/8) \approx 36.9^\circ$$

Нәтиже: $I = 10 \text{ A}$, ток кернеуден 36.9° кейін қалады.



1

Резистивтік элементте ток пен кернеудің фазалық қатынасы қандай?

2

Резистордың активті қуаты қалай есептеледі?

3

Индуктивтіктің негізгі физикалық қасиеті қандай?

4

Индуктивтік реактивті кедергі қалай анықталады?

5

Жиілік артқанда X_L қалай өзгереді?

6

Идеал индуктивтікте ток пен кернеу арасындағы фазалық ығысу қандай?

7

Тізбектей R–L тізбегінің толық кедергісі қалай есептеледі?

Қорытынды

- ✓ Резистивтік элементте ток пен кернеу бір фазада болады және электр энергиясы активті түрде тұтынылады.
- ✓ Идеал индуктивтік элемент энергияны магнит өрісінде уақытша жинақтайды және токтың өзгеруіне қарсы әсер етеді.
- ✓ Индуктивтік реактивті кедергі $X_L = \omega L$ жиілікке және индуктивтікке тура пропорционал.
- ✓ Идеал индуктивтікте кернеу токтан 90° озады, ал орташа активті қуат нөлге тең.
- ✓ Тізбектей R–L тізбегінде толық кедергі $Z = R + jX_L$, ал ток қорек кернеуінен φ бұрышына кейін қалады.

Силлабус: 6-дәріс — «Синусоидалы ток тізбегіндегі резистивтік және индуктивтік элементтер».