



Электротехника және микроэлектроника

8-дәріс

Активті кедергі, идеал индуктивті және сыйымдылық элементтері параллель жалғанған тізбек

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

- 1 Параллель айнымалы ток тізбегінің ерекшелігі
- 2 R, L және C тармақтарындағы токтар
- 3 Өткізгіштік және толық өткізгіштік
- 4 Токтардың векторлық диаграммасы
- 5 Параллель тізбектің үш жұмыс режимі
- 6 Токтар резонансы
- 7 Параллель тізбектегі қуаттар
- 8 Есептеу алгоритмі және мысал

Параллель жалғанған тізбекте барлық тармақтардың кернеуі бірдей, ал қорек көзінің тогы тармақ токтарының векторлық қосындысына тең.

КЕРНЕУ

$$U = U_R = U_L = U_C$$

ТОК

$$\vec{I} = \vec{I}_R + \vec{I}_L + \vec{I}_C$$

ЕРЕКШЕЛІК

Тармақ токтарының фазалары бір-бірінен өзгеше.

Параллель тізбекті талдауда кедергілермен қатар өткізгіштіктерді пайдалану өте ыңғайлы.

РЕЗИСТИВТІК ТАРМАҚ

$$I_R = U/R$$

I_R кернеумен бір фазада.
 $\varphi_R = 0^\circ$

ИНДУКТИВТІК ТАРМАҚ

$$I_L = U/X_L$$
$$X_L = \omega L$$

I_L кернеуден 90° кейін қалады.

СЫЙЫМДЫЛЫҚ ТАРМАҚ

$$I_C = U/X_C$$
$$X_C = 1/(\omega C)$$

I_C кернеуден 90° озады.

Жалпы токты анықтағанда тармақ токтарының фазалық бағыттары міндетті түрде ескеріледі.

Параллель тізбектер үшін токтарды кернеу арқылы өрнектеу мақсатында комплекстік өткізгіштік Y қолданылады.

$$Y = 1/Z = G + jB$$

G

Активті өткізгіштік.
Резистор үшін $G = 1/R$.

B

Реактивті өткізгіштік — susceptance.

ӨЛШЕМ БІРЛІГІ

Сименс (S).

Жалпы ток: $\vec{I} = \vec{U} \cdot Y$.

$$Y = 1/R + 1/(j\omega L) + j\omega C = G + j(B_C - B_L)$$

АКТИВТІ БӨЛІК

$$G = 1/R$$

ИНДУКТИВТІ БӨЛІК

$$B_L = 1/(\omega L)$$

СЫЙЫМДЫЛЫҚ БӨЛІК

$$B_C = \omega C$$

$$|Y| = \sqrt{G^2 + (B_C - B_L)^2}$$

Токтардың векторлық диаграммасы



Кернеу фазалық санақтың бастапқы бағыты ретінде алынады. Тармақ токтары осы кернеуге қатысты орналасады.

I_R

Кернеумен бағыттас: 0° .

I_L

Кернеуден 90° кейін: -90° .

I_C

Кернеуден 90° озады: $+90^\circ$.

$$I = \sqrt{I_R^2 + (I_C - I_L)^2}$$

$$\tan \varphi = (I_L - I_C) / I_R$$

ИНДУКТИВТІ РЕЖИМ

$$I_L > I_C$$

Жалпы ток кернеуден кейін қалады.
 $\varphi > 0$.

РЕЗОНАНС

$$I_L = I_C$$

Реактивті токтар өтеледі.
 $\varphi = 0$.

СЫЙЫМДЫЛЫҚ РЕЖИМ

$$I_C > I_L$$

Жалпы ток кернеуден озады.
 $\varphi < 0$.

Режимді реактивті тармақ токтарының немесе B_C және B_L өткізгіштіктерінің арақатынасы анықтайды.

Параллель RLC тізбегінде токтар резонансы индуктивті және сыйымдылық тармақтардың реактивті токтары өзара тең болғанда орын алады.

$$I_L = I_C \quad \text{немесе} \quad V_L = V_C$$

ЖАЛПЫ ТОК

Реактивті құраушы нөлге тең, $I \approx I_R$.

ҚУАТ КОЭФФИЦИЕНТІ

$$\cos \varphi = 1.$$

КІРІС КЕДЕРГІСІ

Идеал жағдайда максимал мәнге жетеді.

Идеал L және C үшін $\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$.

АКТИВТІ ҚУАТ

$$P = U \cdot I_R = U^2/R$$

Резистивтік тармақта тұтынылады.

РЕАКТИВТІ ҚУАТ

$$Q = Q_L + Q_C$$

$$Q_L > 0, Q_C < 0.$$

ТОЛЫҚ ҚУАТ

$$S = UI$$

$$S^2 = P^2 + Q^2.$$

$$\cos\varphi = P/S$$

1

Барлық тармақтардағы U кернеуін белгілеу

2

X_L және X_C мәндерін есептеу

3

I_R , I_L және I_C тармақ токтарын табу

4

Реактивті токтардың айырымын анықтау

5

Жалпы ток I және φ бұрышын есептеу

6

P , Q , S және $\cos\varphi$ мәндерін анықтау

БЕРІЛГЕНІ

$U = 120 \text{ V}$
 $R = 30 \, \Omega$
 $X_L = 20 \, \Omega$
 $X_C = 40 \, \Omega$

R, L, C параллель жалғанған.

1) Тармақ токтары:

$$I_R = 120/30 = 4 \text{ A}$$

$$I_L = 120/20 = 6 \text{ A}$$

$$I_C = 120/40 = 3 \text{ A}$$

2) Жалпы ток:

$$I = \sqrt{4^2 + (3 - 6)^2} = 5 \text{ A}$$

3) Фазалық бұрыш:

$$\varphi = \arctan[(6 - 3)/4] \approx 36.9^\circ$$

Нәтиже: $I_L > I_C$, сондықтан тізбек индуктивті сипатта; жалпы ток кернеуден кейін қалады.

1

Параллель тізбекте барлық тармақтар үшін қандай шама бірдей?

2

R, L және C тармақ токтарының фазалары қалай орналасады?

3

Комплекстік өткізгіштік Y дегеніміз не?

4

Параллель RLC тізбегінің толық өткізгіштігі қалай жазылады?

5

Жалпы токтың модулі қалай есептеледі?

6

Токтар резонансының шарты қандай?

7

$I_L > I_C$ және $I_C > I_L$ жағдайларында тізбектің сипаты қандай?

Қорытынды

- ✓ Параллель RLC тізбегінде барлық тармақтардың кернеуі бірдей, ал жалпы ток тармақ токтарының векторлық қосындысына тең.
- ✓ Резистивтік ток кернеумен бір фазада, индуктивтік ток 90° кейін қалады, ал сыйымдылық ток 90° озады.
- ✓ Параллель тізбектерді есептеуде комплекстік өткізгіштік $Y = G + jB$ қолдану ыңғайлы.
- ✓ Тізбектің индуктивті немесе сыйымдылық сипаты I_L және I_C реактивті токтарының арақатынасына байланысты.
- ✓ Токтар резонансында $I_L = I_C$, реактивті құраушылар өтеліп, қорек көзінен алынатын ток минимал мәнге жақындайды.

Силлабус: 8-дәріс — «Активті кедергі, идеал индуктивті және сыйымдылық элементтері параллель жалғанған тізбек».