



Электротехника және микроэлектроника

9-дәріс

R, L, C элементтерінің параллельді қосылуы. Тізбекті талдау

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1 Параллель RLC тізбегінің құрылымы

2 Тармақ токтарын анықтау

3 Комплекстік өткізгіштік әдісі

4 Жалпы ток пен фазалық бұрыш

5 Эквивалентті кедергіні анықтау

6 Жиіліктің тізбек режиміне әсері

7 Тізбекті қуат бойынша талдау

8 Толық есептік мысал

Параллель тізбекте R, L және C тармақтарына бірдей кернеу беріледі. Талдаудың негізгі мақсаты — тармақ токтарын, жалпы токты, фазалық ығысуды және эквивалентті параметрлерді анықтау.

1. ТАРМАҚТАР

I_R , I_L және I_C жеке есептеледі.

2. ВЕКТОРЛЫҚ ҚОСУ

Токтар фазаларын ескере отырып қосылады.

3. НӘТИЖЕ

I , φ , Y , Z және қуаттар анықталады.

Параллель тізбектер үшін өткізгіштік әдісі есептеуді ықшамдайды.

R ТАРМАҒЫ

$$I_R = U/R$$

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

L ТАРМАҒЫ

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

Ток кернеуден 90° кейін қалады.

C ТАРМАҒЫ

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

Ток кернеуден 90° озады.

$$\text{Жалпы ток: } \bar{I} = \bar{I}_R + \bar{I}_L + \bar{I}_C$$

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

G

$G = 1/R$ — активті өткізгіштік.

B

$B = B_C - B_L$ — реактивті өткізгіштік.

МОДУЛЬ

$$|Y| = \sqrt{G^2 + B^2}$$

Жалпы токтың комплекстік мәні: $\vec{I} = \vec{U} \cdot Y$

$$I = U \cdot |Y|$$

$$\varphi = -\arg(Y)$$

$$B < 0$$

Индуктивті режим: ток кернеуден кейін қалады.

$$B = 0$$

Резонанс: ток пен кернеу бір фазада.

$$B > 0$$

Сыйымдылық режим: ток кернеуден озады.

$$\text{Токтар арқылы: } \tan \varphi = (I_L - I_C) / I_R.$$

Параллель тізбектің кіріс жағынан көрінетін эквивалентті кедергісі толық өткізгіштікке кері шама болып табылады.

$$Z_{eq} = 1/Y$$

МОДУЛЬ

$$|Z_{eq}| = 1/|Y|$$

ФАЗА

$$\arg(Z_{eq}) = -\arg(Y)$$

ТЕКСЕРУ

$$I = U/|Z_{eq}|$$

Резонансқа жақындағанда реактивті өткізгіштік азайып, эквивалентті кедергі артады.

ТӨМЕН ЖИІЛІК

$B_L = 1/(\omega L)$ үлкен.

Индуктивті тармақтың әсері басым болуы мүмкін.

РЕЗОНАНСТЫҚ ЖИІЛІК

$B_L = B_C$

$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$
Реактивті құраушылар өтеледі.

ЖОҒАРЫ ЖИІЛІК

$B_C = \omega C$ үлкен.

Сыйымдылық тармақтың әсері күшейеді.

Жиілікті өзгерту арқылы параллель RLC тізбегінің индуктивті, резонанстық немесе сыйымдылық режимін алуға болады.

Идеал параллель RLC тізбегінде резонанс кезінде индуктивті және сыйымдылық токтар модульдері бойынша тең және фазалары қарама-қарсы.

$$I_L = I_C \rightarrow B = 0$$

ЖАЛПЫ ТОК

$I = I_R$ — минимал мәнге жақындайды.

КЕДЕРГІ

Кіріс кедергісі максимал мәнге жетеді.

ФАЗА

$\varphi = 0^\circ, \cos\varphi = 1.$

АКТИВТІ ҚУАТ

$$P = U^2/R$$

Активті тармақта тұтынылады.

РЕАКТИВТІ ҚУАТ

$$Q = U^2(1/X_L - 1/X_C)$$

$Q > 0$ — индуктивті,
 $Q < 0$ — сыйымдылық.

ТОЛЫҚ ҚУАТ

$$S = UI$$

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

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

Тізбекті талдау алгоритмі



1

U, f, R, L және C бастапқы деректерін жазу

2

ω , X_L және X_C есептеу

3

I_R , I_L және I_C тармақ токтарын анықтау

4

$Y = G + jB$ толық өткізгіштігін табу

5

I, φ және Z_{eq} есептеу

6

P, Q, S және $\cos\varphi$ бойынша режимді тексеру

БЕРІЛГЕНІ

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

R, L, C параллель жалғанған.

1) Тармақ токтары:

$$I_R = 4 \text{ A}; \quad I_L = 6 \text{ A}; \quad I_C = 3 \text{ A}$$

2) Жалпы ток:

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

3) Эквивалентті кедергі:

$$|Z_{eq}| = U/I = 120/5 = 24 \, \Omega$$

4) Қуат коэффициенті:

$$\cos\varphi = I_R/I = 4/5 = 0.80$$

$I_L > I_C \rightarrow$ тізбек индуктивті; $\varphi \approx 36.9^\circ$, ток кернеуден кейін қалады.



1

Параллель RLC тізбегін талдаудың негізгі кезеңдері қандай?

2

Тармақ токтары қандай формулалармен анықталады?

3

Комплекстік өткізгіштік Y қалай жазылады?

4

Жалпы ток пен фазалық бұрыш қалай анықталады?

5

Эквивалентті кедергі мен толық өткізгіштік арасындағы байланыс қандай?

6

Жиілік артқанда V_L және V_C қалай өзгереді?

7

Токтар резонансы кезінде I , φ және $\cos\varphi$ қалай өзгереді?

Қорытынды

- ✓ Параллель RLC тізбегін талдау тармақ токтарын жеке анықтаудан және оларды фазалық түрде қосудан басталады.
- ✓ Комплекстік өткізгіштік $Y = G + jB$ параллель тізбектің жалпы қасиеттерін ықшам түрде сипаттайды.
- ✓ Жалпы ток, фазалық бұрыш және эквивалентті кедергі толық өткізгіштік арқылы анықталады.
- ✓ Жиілік өзгергенде индуктивті және сыйымдылық өткізгіштіктердің арақатынасы өзгеріп, тізбек режимі ауысады.
- ✓ Токтар резонансында реактивті токтар өтеледі, $\varphi = 0$ және қуат коэффициенті бірге тең болады.

Силлабус: 9-дәріс — «R, L, C элементтерінің параллельді қосылуы. Тізбекті талдау».