



Электротехника және микроэлектроника

5-дәріс

Резонанс кернеулері мен токтары. Қуат коэффициентін жоғарылату

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1

Резонанс құбылысының мәні

2

Тізбектей RLC тізбегіндегі кернеулер резонансы

3

Резонанстық жиілік

4

Резонанс кезіндегі ток және кедергі

5

Параллель тізбектегі токтар резонансы

6

Активті, реактивті және толық қуат

7

Қуат коэффициенті $\cos\varphi$

8

Қуат коэффициентін жоғарылату тәсілдері

Резонанс — индуктивті және сыйымдылық реактивті әсерлері өзара теңесетін айнымалы ток тізбегінің ерекше жұмыс режимі.

ШАРТ

$$X_L = X_C$$

ФАЗА

Резонанс кезінде тізбектің кіріс тогы мен кернеуі бір фазада болады.

НӘТИЖЕ

Тізбектің реактивті бөлігі өзара өтеледі.

Резонанс режимінің сипаты элементтердің тізбектей немесе параллель жалғануына байланысты.

$$Z = R + j(X_L - X_C)$$

РЕЗОНАНС ШАРТЫ

$$X_L = X_C$$
$$\omega L = 1/(\omega C)$$

ТОЛЫҚ КЕДЕРГІ

$$Z = R$$

$|Z|$ минимал мәнге ие.

ТОК

$$I = U/R$$

Ток максимал мәнге жетеді.

U_L және U_C модульдері тең, фазалары қарама-қарсы болғандықтан, олардың векторлық қосындысы нөлге тең.

Резонанс шарты $X_L = X_C$ теңдігінен резонанстық бұрыштық жиілік пен жиілік анықталады.

$$\omega_0 = 1/\sqrt{LC}$$

$$f_0 = 1/(2\pi\sqrt{LC})$$

L АРТСА

Резонанстық жиілік төмендейді.

C АРТСА

Резонанстық жиілік төмендейді.

ҚОЛДАНУ

Жиілікті таңдау және баптау тізбектерінде.

Тізбектей RLC тізбегінде резонанс кезінде реактивті элементтердегі кернеулер қорек кернеуінен едәуір үлкен болуы мүмкін.

РЕЗИСТОР

$U_R = I \cdot R$
Кіріс кернеуімен бір фазада.

ИНДУКТИВТІК

$U_L = I \cdot X_L$
Токтан 90° озады.

СЫЙЫМДЫЛЫҚ

$U_C = I \cdot X_C$
Токтан 90° кейін қалады.

Резонанста: $|U_L| = |U_C|$, бірақ олардың фазалары 180° -қа ерекшеленеді.

Параллель индуктивті және сыйымдылық тармақтарда резонанс кезінде реактивті токтар өзара компенсацияланады.

ТАРМАҚ ТОКТАРЫ

I_L және I_C фазалары қарама-қарсы бағытталған.

РЕЗОНАНС

Реактивті токтардың әсері өзара өтеледі.

КІРІС ТОГЫ

Қорек көзінен алынатын ток минимумға жақындайды.

Идеал параллель LC тізбегінде резонанс кезінде кіріс кедергісі өте үлкен болады.

АКТИВТІ ҚУАТ P

$P = UI \cos \varphi$
Өлшем бірлігі: W
Пайдалы жұмысқа және жылуға жұмсалады.

РЕАКТИВТІ ҚУАТ Q

$Q = UI \sin \varphi$
Өлшем бірлігі: var
L және C өрістерінде энергия алмасуын сипаттайды.

ТОЛЫҚ ҚУАТ S

$S = UI$
Өлшем бірлігі: VA
 $S^2 = P^2 + Q^2$.

$$S = P + jQ$$

Қуат коэффициенті электр энергиясының қаншалықты тиімді пайдаланылатынын сипаттайды.

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

$\cos\varphi \rightarrow 1$

Токтың үлкен бөлігі активті қуат беруге пайдаланылады.

$\cos\varphi$ ТӨМЕН

Бірдей P үшін желідегі ток артады.

САЛДАРЫ

I^2R шығындары және кернеу түсуі ұлғаяды.

Индуктивті жүктемелердің реактивті қуатын компенсациялау үшін параллель конденсаторлар немесе конденсаторлық батареялар қолданылады.

БАСТАПҚЫ РЕЖИМ

Индуктивті жүктеме реактивті қуат Q_L тұтынады.

КОМПЕНСАЦИЯ

Конденсатор Q_C реактивті қуатын береді.

НӘТИЖЕ

Желі көзінен алынатын реактивті қуат пен ток азаяды.

$$Q_{\text{comp}} = P(\tan\varphi_1 - \tan\varphi_2)$$

Қуат коэффициентін түзетудің әсері



1

Қажетті активті қуат P өзгермейді

2

Реактивті қуат Q азаяды

3

Толық қуат S азаяды

4

Желідегі ток төмендейді

5

Өткізгіштегі I^2R шығыны кемиді

6

Электр жабдығы тиімдірек пайдаланылады

БЕРІЛГЕНІ

$P = 10 \text{ kW}$
 $\cos\varphi_1 = 0.70$
 $\cos\varphi_2 = 0.95$

Қуат коэффициентін 0.70-тен 0.95-ке көтеру қажет.

1) Фазалық бұрыштардың тангенстері:

$$\tan\varphi_1 \approx 1.020$$

$$\tan\varphi_2 \approx 0.329$$

2) Қажетті компенсациялық қуат:

$$Q_{\text{comp}} = 10(1.020 - 0.329) \\ \approx 6.91 \text{ kvar}$$

Нәтиже: шамамен 6.9 kvar компенсациялық реактивті қуат қажет.

Нақты конденсаторлық батарея стандартты номиналдар мен жұмыс кернеуіне қарай таңдалады.



1

Резонанс құбылысы дегеніміз не?

2

Тізбектей RLC тізбегіндегі кернеулер резонансының шарты қандай?

3

Резонанстық жиілік қалай есептеледі?

4

Резонанс кезінде тізбектей RLC тізбегінің кедергісі мен тогы қалай өзгереді?

5

Параллель тізбектегі токтар резонансының ерекшелігі қандай?

6

P, Q және S қуаттарының физикалық мағынасы қандай?

7

Қуат коэффициентін жоғарылату не үшін қажет?

Қорытынды

- ✓ Резонанс кезінде индуктивті және сыйымдылық реактивті әсерлер өзара теңеседі.
- ✓ Тізбектей RLC тізбегінде резонанс кезінде толық кедергі минимал, ал ток максимал болады.
- ✓ Параллель тізбекте реактивті тармақ токтары өзара компенсацияланып, кіріс тогы азаяды.
- ✓ Айнымалы ток тізбегінің энергетикалық режимі активті P , реактивті Q және толық S қуаттарымен сипатталады.
- ✓ Қуат коэффициентін жоғарылату желідегі ток пен шығындарды азайтып, электр жабдықтарын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

Силлабус: 5-дәріс — «Резонанс кернеулері мен токтары. Қуат коэффициентін жоғарылату».