



Электротехника және микроэлектроника

10-дәріс

Үш фазалы тізбектер. Фазалық және сызықтық кернеулер

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university



1

Үш фазалы жүйе ұғымы

2

Үш фазалы ЭҚК-тің алынуы

3

Фазалардың 120° ығысуы

4

Фазалық және сызықтық шамалар

5

Жұлдызша жалғаудағы кернеулер

6

Симметриялы үш фазалы жүктеме

7

Үш фазалы жүйенің қуаты

8

Есептік мысал

Үш фазалы жүйе — жиілігі мен амплитудасы бірдей, бірақ фазалары бір-біріне қатысты 120° -қа ығысқан үш синусоидал ЭҚК немесе кернеу жүйесі.

А ФАЗАСЫ

$$e_A = E_m \sin \omega t$$

В ФАЗАСЫ

$$e_B = E_m \sin(\omega t - 120^\circ)$$

С ФАЗАСЫ

$$e_C = E_m \sin(\omega t - 240^\circ)$$

Симметриялы үш фазалы жүйеде фазалық шамалардың векторлық қосындысы нөлге тең.

Үш фазалы ЭҚК-ті алу принципі



Үш фазалы генераторда статордың үш орамасы кеңістікте бір-біріне қатысты 120 электрлік градусқа ығысып орналасады.

МАГНИТ ӨРІСІ

Ротор айналғанда магнит ағыны үш ораманы кезекпен қиып өтеді.

ИНДУКЦИЯ

Әр орамада синусоидал ЭҚК индукцияланады.

ФАЗАЛЫҚ ЫҒЫСУ

Орамалардың кеңістіктік ығысуы ЭҚК-тердің 120° фазалық ығысуын тудырады.

$$e_A + e_B + e_C = 0 \text{ (симметриялы жүйе)}$$

Фазалық реттілік және 120° ығысу



Фазалық реттілік — фазалық кернеулердің максимум мәндеріне жету реті. Қалыпты реттілік ретінде $A \rightarrow B \rightarrow C$ қолданылады.

$A \rightarrow B \rightarrow C$

Тура фазалық реттілік.

$A \rightarrow C \rightarrow B$

Кері фазалық реттілік.

МАҢЫЗЫ

Реттілік үш фазалы қозғалтқыштың айналу бағытына әсер етеді.

Кез келген екі фазаның фазалық бұрыштарының айырмасы 120° .

ФАЗАЛЫҚ КЕРНЕУ U_ϕ

Фаза өткізгіші мен бейтарап нүкте арасындағы кернеу.

Мысалы: U_{AN} , U_{BN} , U_{CN} .

СЫЗЫҚТЫҚ КЕРНЕУ U_l

Екі сызықтық өткізгіш арасындағы кернеу.

Мысалы: U_{AB} , U_{BC} , U_{CA} .

$$\bar{U}_{AB} = \bar{U}_{AN} - \bar{U}_{BN}$$

Сызықтық кернеу екі фазалық кернеудің векторлық айырымы болып табылады.

Симметриялы жұлдызша (Y) жалғауда сызықтық кернеу фазалық кернеуден $\sqrt{3}$ есе үлкен.

$$U_{\text{л}} = \sqrt{3} \cdot U_{\text{ф}}$$

МОДУЛЬ

$$U_{\text{л}}/U_{\text{ф}} = \sqrt{3} \approx 1.732$$

ФАЗА

Сызықтық кернеу сәйкес фазалық кернеуден 30° озады.

ТОК

Жұлдызшада $I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$.

Кең таралған кернеу деңгейінің мысалы



Үш фазалы төмен кернеулі жүйеде фазалық және сызықтық кернеулер арасындағы $\sqrt{3}$ қатынас практикалық өлшеулерде де қолданылады.

ФАЗАЛЫҚ КЕРНЕУ

$U_{\text{ф}} \approx 230 \text{ V}$

Фаза мен бейтарап өткізгіш арасында.

СЫЗЫҚТЫҚ КЕРНЕУ

$U_{\text{л}} \approx 400 \text{ V}$

Екі фазалық өткізгіш арасында.

$$400/230 \approx 1.74 \approx \sqrt{3}$$

Егер үш фазаның кедергілері бірдей болса, жүктеме симметриялы деп аталады: $Z_A = Z_B = Z_C$.

ФАЗАЛЫҚ ТОКТАР

Модульдері тең және 120° -қа ығысқан.

БЕЙТАРАП ТОК

Симметриялы режимде $I_N = 0$.

АРТЫҚШЫЛЫҚ

Қуат уақыт бойынша бірқалыпты беріледі.

Симметриялы режим үш фазалы жүйелерді есептеуді айтарлықтай жеңілдетеді.

Симметриялы үш фазалы жүктеме үшін жалпы қуат бір фазаның қуатын үшке көбейту арқылы табылады.

АКТИВТІ ҚУАТ

$$P = 3U\phi I\phi \cos\varphi$$
$$P = \sqrt{3} U_{л\text{л}} I_{\text{л}} \cos\varphi$$

РЕАКТИВТІ ҚУАТ

$$Q = 3U\phi I\phi \sin\varphi$$
$$Q = \sqrt{3} U_{л\text{л}} I_{\text{л}} \sin\varphi$$

ТОЛЫҚ ҚУАТ

$$S = 3U\phi I\phi$$
$$S = \sqrt{3} U_{л\text{л}} I_{\text{л}}$$

P, Q және S формулалары симметриялы үш фазалы режим үшін қолданылады.

Үш фазалы жүйенің артықшылықтары



1

Бірдей қуатты беру кезінде өткізгіш материалын тиімді пайдалануға мүмкіндік береді.

2

Үш фазалы қозғалтқыштарда табиғи айналмалы магнит өрісін қалыптастырады.

3

Симметриялы жүктемеде берілетін жалпы қуат бірқалыпты болады.

4

Бір жүйеден үш фазалы және бір фазалы жүктемелерді қоректендіруге болады.

5

Өнеркәсіптік электрмен жабдықтау жүйелерінде кеңінен қолданылады.

БЕРІЛГЕНІ

Симметриялы жұлдызша жалғанған жүйе:

$U_{\text{л}} = 400 \text{ V}$
 $Z_{\text{ф}} = 20 \ \Omega$
 $\cos\varphi = 0.8$

1) Фазалық кернеу:

$$U_{\text{ф}} = U_{\text{л}}/\sqrt{3} = 400/1.732 \approx 231 \text{ V}$$

2) Фазалық және сызықтық ток:

$$I_{\text{ф}} = 231/20 \approx 11.55 \text{ A}; \quad I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$$

3) Активті қуат:

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 11.55 \cdot 0.8 \approx 6.40 \text{ kW}$$

Нәтиже: $U_{\text{ф}} \approx 231 \text{ V}$, $I_{\text{л}} \approx 11.55 \text{ A}$, $P \approx 6.40 \text{ kW}$.

1

Үш фазалы симметриялы жүйе дегеніміз не?

2

Үш фазалы ЭҚК қалай алынады?

3

Фазалық кернеулер бір-біріне қатысты неше градусқа ығысқан?

4

Фазалық және сызықтық кернеулердің айырмашылығы қандай?

5

Жұлдызша жалғауда Ул және Уф арасында қандай байланыс бар?

6

Симметриялы жүктеме дегеніміз не?

7

Симметриялы үш фазалы тізбектің активті қуаты қалай есептеледі?

Қорытынды

- ✓ Үш фазалы жүйе амплитудасы мен жиілігі бірдей, фазалары 120° -қа ығысқан үш синусоидал шамадан тұрады.
- ✓ Үш фазалы генератордың орамалары кеңістікте 120 электрлік градусқа ығысқан.
- ✓ Фазалық кернеу фаза мен бейтарап нүкте арасында, ал сызықтық кернеу екі сызықтық өткізгіш арасында өлшенеді.
- ✓ Симметриялы жұлдызша жалғауда $U_l = \sqrt{3}U_f$ және $I_l = I_f$.
- ✓ Үш фазалы жүйелер электр энергиясын өндіруде, таратуда және өнеркәсіптік электр жетектерінде кең қолданылады.

Силлабус: 10-дәріс — «Үш фазалы тізбектер. Фазалық және сызықтық кернеулер».