



Электротехника және микроэлектроника

14-дәріс

**Нөлдік сымсыз жұлдызша сұлбасы бойынша жалғанған үш фазалы тізбектегі
симметриялы емес режим.
Үш фазалы тізбектердің қуаттары. Периодтық синусоидалық емес ток тізбектері**

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university



1

Нөлдік сымсыз жұлдызша тізбек

2

Симметриялы емес жүктеме

3

Бейтарап нүктенің ығысуы

4

Фазалық кернеулер мен токтарды анықтау

5

Үш фазалы тізбектің активті қуаты

6

Реактивті және толық қуат

7

Синусоидалық емес периодтық шамалар

8

Гармоникалық құрам және әсерлік мән

Үш сымды жұлдызша тізбекте қорек көзінің N бейтарап нүктесі мен жүктеменің n бейтарап нүктесі өткізгішпен қосылмайды.

ҮШ СЫМ

А, В және С сызықтық өткізгіштері ғана қолданылады.

БЕЙТАРАП СЫМ ЖОҚ

N және n нүктелері электрлік байланыспаған.

САЛДАРЫ

Жүктеме симметриялы емес болса, n нүктесінің потенциалы өзгереді.

Симметриялы жүктемеде фазалық кернеулер тең, ал симметрия бұзылғанда олардың мәндері қайта бөлінеді.

Жүктеме фазаларының комплекстік кедергілері бірдей болмаса, үш фазалы режим симметриялы емес болады.

$$Z_A \neq Z_B \neq Z_C$$

ТОКТАР

I_A , I_B және I_C модульдері мен фазалары әртүрлі болады.

КЕРНЕУЛЕР

Жүктеме фазаларындағы кернеулер симметриялы болмайды.

БЕЙТАРАП НҮКТЕ

n нүктесі N-ге қатысты ығысады.

Нөлдік сым болмаған кезде жүктеменің n бейтарап нүктесінің потенциалы фазалық өткізгіштіктерге байланысты анықталады.

$$\bar{U}_{Nn} = (\bar{U}_{AN} \cdot Y_A + \bar{U}_{BN} \cdot Y_B + \bar{U}_{CN} \cdot Y_C) / (Y_A + Y_B + Y_C)$$

Y_A, Y_B, Y_C

Жүктеме фазаларының комплекстік өткізгіштіктері.

$\bar{U}_{Nn}$

Бейтарап нүктелер арасындағы ығысу кернеуі.

СИММЕТРИЯ

$Y_A = Y_B = Y_C$ болса, $\bar{U}_{Nn} = 0$.

Бейтарап нүкте ығысқаннан кейін әр жүктеме фазасындағы нақты кернеу қорек көзінің фазалық кернеуі мен ығысу кернеуінің векторлық айырымы арқылы табылады.

А ФАЗАСЫ

$$\begin{aligned}\bar{U}_{An} &= \bar{U}_{AN} - \bar{U}_{Nn} \\ \bar{I}_A &= \bar{U}_{An}/Z_A\end{aligned}$$

В ФАЗАСЫ

$$\begin{aligned}\bar{U}_{Bn} &= \bar{U}_{BN} - \bar{U}_{Nn} \\ \bar{I}_B &= \bar{U}_{Bn}/Z_B\end{aligned}$$

С ФАЗАСЫ

$$\begin{aligned}\bar{U}_{Cn} &= \bar{U}_{CN} - \bar{U}_{Nn} \\ \bar{I}_C &= \bar{U}_{Cn}/Z_C\end{aligned}$$

$$\text{Үш сымды жүйеде: } \bar{I}_A + \bar{I}_B + \bar{I}_C = 0$$

Жалпы активті қуат барлық фазалардың активті қуаттарының қосындысына тең.

$$P = P_A + P_B + P_C$$

ЖАЛПЫ ЖАҒДАЙ

$$P_k = U_k I_k \cos \varphi_k$$

СИММЕТРИЯЛЫ ЖҮКТЕМЕ

$$P = 3U_{\phi} I_{\phi} \cos \varphi$$

СЫЗЫҚТЫҚ ШАМАЛАР

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



РЕАКТИВТІ ҚУАТ

$$Q = Q_A + Q_B + Q_C$$

Симметриялы режимде:
 $Q = \sqrt{3}U_l I_l \sin \varphi$

ТОЛЫҚ ҚУАТ

Симметриялы режимде:
 $S = \sqrt{3}U_l I_l$

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

ҚУАТ КОЭФФИЦИЕНТІ

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

Жүктеменің энергияны пайдалану тиімділігін сипаттайды.

Симметриялы емес режимде әр фазаның комплекстік қуатын жеке есептеп, кейін қосу дұрыс тәсіл болып табылады.

Периодтық сигнал уақыт бойынша қайталанады, бірақ оның пішіні таза синусоида болмауы мүмкін. Мұндай сигналдар сызықтық емес жүктемелерде жиі пайда болады.

МЫСАЛДАР

Тікбұрышты, импульстік, ара тісті және бұрмаланған токтар.

СЕБЕПТЕР

Түзеткіштер, импульстік қорек көздері, қуат электроникасы.

ТАЛДАУ

Күрделі периодтық сигнал гармоникалар қосындысы ретінде қарастырылады.

Негізгі мақсат — сигналдың негізгі гармоникасын және жоғары ретті гармоникаларын бағалау.

Периодтық синусоидалық емес шама тұрақты құраушы мен әртүрлі жиіліктегі синусоидалық гармоникалардың қосындысы түрінде өрнектеледі.

$$x(t) = X_0 + \sum X_{km} \sin(k\omega t + \varphi_k)$$

1-ГАРМОНИКА

Негізгі жиілік f .

k-ГАРМОНИКА

Жиілігі $k \cdot f$ болатын жоғары ретті құраушы.

СПЕКТР

Әр гармониканың амплитудасы мен фазасын көрсетеді.

Өртүрлі гармоникалар өзара ортогонал болғандықтан, периодтық шаманың толық әсерлік мәні гармоникалардың әсерлік мәндерінің квадраттары арқылы анықталады.

$$X = \sqrt{X_0^2 + X_1^2 + X_2^2 + \dots}$$

НЕГІЗГІ ГАРМОНИКА

X_1 — пайдалы негізгі жиіліктегі құраушы.

ЖОҒАРЫ ГАРМОНИКАЛАР

$X_2, X_3, \dots$ сигнал пішінін бұрмалайды.

ӘСЕРІ

Қосымша қызу, шығын және электромагниттік кедергілер туғызуы мүмкін.

Есептік мысал: үш фазалы қуат



БЕРІЛГЕНІ

Симметриялы үш фазалы жүктеме:

$$U_{\text{л}} = 400 \text{ V}$$

$$I_{\text{л}} = 20 \text{ A}$$

$$\cos\varphi = 0.8$$

1) Активті қуат:

$$P = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 20 \cdot 0.8 \approx 11.09 \text{ kW}$$

2) $\sin\varphi$:

$$\sin\varphi = \sqrt{(1 - 0.8^2)} = 0.6$$

3) Реактивті және толық қуат:

$$Q = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 20 \cdot 0.6 \approx 8.31 \text{ kvar}$$

$$S = \sqrt{3} \cdot 400 \cdot 20 \approx 13.86 \text{ kVA}$$

$$\text{Тексеру: } S \approx \sqrt{(P^2 + Q^2)} \approx 13.86 \text{ kVA.}$$



1

Нөлдік сымсыз жұлдызша тізбектің ерекшелігі қандай?

2

Симметриялы емес жүктеме қандай шартпен анықталады?

3

Бейтарап нүктенің ығысуы неге пайда болады?

4

Үш сымды жүйеде фазалық токтардың векторлық қосындысы неге тең?

5

Үш фазалы активті, реактивті және толық қуат қалай есептеледі?

6

Периодтық синусоидалық емес ток дегеніміз не?

7

Гармоника дегеніміз не және жоғары гармоникалар қандай әсер туғызуы мүмкін?

Қорытынды

- ✓ Нөлдік сымсыз жұлдызша тізбекте симметриялы емес жүктеме бейтарап нүктенің ығысуына және фазалық кернеулердің қайта бөлінуіне әкеледі.
- ✓ Үш сымды жүйеде фазалық токтардың векторлық қосындысы нөлге тең.
- ✓ Үш фазалы тізбектің жалпы қуаты фазалар қуаттарының қосындысы ретінде анықталады; симметриялы режимде сызықтық шамаларға негізделген ықшам формулалар қолданылады.
- ✓ Периодтық синусоидалық емес токтар негізгі және жоғары ретті гармоникалардың қосындысы ретінде Фурье қатары арқылы талданады.
- ✓ Жоғары гармоникалар токтың әсерлік мәнін арттырып, жабдықтың қосымша қызуына, шығындарға және электромагниттік кедергілерге себеп болуы мүмкін.

Силлабус: 14-дәріс — «Нөлдік сымсыз жұлдызша сұлбасы бойынша жалғанған үш фазалы тізбектегі симметриялы емес режим. Үш фазалы тізбектердің қуаттары. Периодтық синусоидалық емес ток тізбектері».