



Электротехника және микроэлектроника

11-дәріс

Жұлдызша және үшбұрышша жалғанған үш фазалы тізбек. Сызықты тізбектегі өтпелі үрдістер

Оқытушы: Мамадияров Максат Муратович, PhD докторы, қауымдастырылған профессор

«Электроника, телекоммуникациялар және ғарыштық технологиялар» кафедрасы

m.mamadiyarov@satbayev.university

1

Жұлдызша (Y) жалғау

2

Үшбұрышша (Δ) жалғау

3

Фазалық және сызықтық шамалардың қатынасы

4

Y және Δ сұлбаларын салыстыру

5

Өтпелі үрдіс ұғымы

6

Коммутация заңдары

7

RC тізбегіндегі өтпелі үрдіс

8

RL тізбегіндегі өтпелі үрдіс

Жұлдызша жалғауда үш фазаның бір ұштары ортақ бейтарап N нүктесіне біріктіріледі, ал қалған ұштары А, В және С сызықтарына қосылады.

КЕРНЕУ

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

ТОК

$$I_{\text{л}} = I_{\text{ф}}$$

БЕЙТАРАП

Симметриялы жүктемеде $I_{\text{N}} = 0$.

Жұлдызша сұлбасы фазалық кернеуді сызықтық кернеуден $\sqrt{3}$ есе төмендетуге мүмкіндік береді.

Үшбұрышша жалғауда әр фазаның соңы келесі фазаның басымен қосылып, тұйық контур түзіледі. Сызықтық өткізгіштер үш түйінге жалғанады.

КЕРНЕУ

$$U_{\text{л}} = U_{\text{ф}}$$

ТОК

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

ҚОЛДАНЫЛУЫ

Үш фазалы қозғалтқыштар мен өнеркәсіптік жүктемелерде кең таралған.

Симметриялы Δ жүктемесінде сызықтық ток фазалық токтан $\sqrt{3}$ есе үлкен.

ЖҰЛДЫЗША (Ү)

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

Бейтарап нүкте болуы мүмкін.

Фазаға түсетін кернеу төмен.

Бір фазалы және үш фазалы жүктемелерді қоректендіруге ыңғайлы.

ҮШБҰРЫШША (Δ)

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

Бейтарап нүкте жоқ.

Әр фазаға толық сызықтық кернеу беріледі.

Қозғалтқыштар мен қуатты симметриялы жүктемелерде жиі қолданылады.

Симметриялы жүктеме үшін Y және Δ жалғауларында жалпы қуатты сызықтық шамалар арқылы бірдей формуламен есептеуге болады.

АКТИВТІ ҚУАТ

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

РЕАКТИВТІ ҚУАТ

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

ТОЛЫҚ ҚУАТ

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

Жалғау сұлбасы фазалық кернеу мен тоқты өзгертеді, бірақ қуат формуласының сызықтық түрі өзгермейді.

Өтпелі үрдіс — тізбек бір орныққан режимнен екінші орныққан режимге ауысқан кезде кернеулер мен токтардың уақыт бойынша өзгеру процесі.

СЕБЕПТЕР

Қосу, ажырату, қысқа тұйықталу немесе тізбек параметрінің өзгеруі.

ЭНЕРГИЯ ЖИНАҚТАУ

L магнит өрісінде, C электр өрісінде энергия жинақтайды.

ҰЗАҚТЫҚ

Уақыт тұрақтысы τ өтпелі үрдістің жылдамдығын сипаттайды.

Тек R элементінен тұратын идеал тізбекте энергия жинақталмайтындықтан, инерциялық өтпелі процесс болмайды.

Энергия жинақтаушы элементтердің күй айнымалылары коммутация сәтінде секіріп өзгермейді.

ИНДУКТИВТІК ҮШІН

$$i_L(0^+) = i_L(0^-)$$

Индуктивтіктегі ток лезде өзгермейді.

СЫЙЫМДЫЛЫҚ ҮШІН

$$u_C(0^+) = u_C(0^-)$$

Конденсатордағы кернеу лезде өзгермейді.

0^- — коммутацияға дейін, 0^+ — коммутациядан кейін

Тұрақты кернеу көзіне R арқылы қосылған конденсатор зарядталған кезде оның кернеуі экспоненциалды түрде өседі.

$$u_C(t) = U(1 - e^{-t/RC})$$

УАҚЫТ ТҰРАҚТЫСЫ

$$\tau = RC$$

$$t = \tau$$

$$u_C \approx 0.632U$$

$$t \approx 5\tau$$

Өтпелі үрдіс іс жүзінде аяқталды деп есептеледі.

Тұрақты кернеу көзіне қосылған R–L тізбегінде ток индуктивтіктің әсерінен бірден емес, экспоненциалды түрде өседі.

$$i_L(t) = (U/R)(1 - e^{(-tR/L)})$$

УАҚЫТ ТҰРАҚТЫСЫ

$$\tau = L/R$$

$$t = \tau$$

$$i_L \approx 0.632 \cdot U/R$$

$$t \approx 5\tau$$

Ток орныққан мәнге өте жақын болады.

Бірінші ретті сызықты тізбектерде күй шамасының уақыт бойынша өзгерісін әмбебап түрде жазуға болады.

$$x(t) = x(\infty) + [x(0^+) - x(\infty)]e^{-t/\tau}$$

$x(0^+)$

Коммутациядан кейінгі бастапқы мән.

$x(\infty)$

Жаңа орныққан режимдегі соңғы мән.

τ

Өтпелі үрдістің жылдамдығын анықтайды.

БЕРІЛГЕНІ

$U = 10 \text{ V}$
 $R = 10 \text{ k}\Omega$
 $C = 100 \text{ }\mu\text{F}$

Конденсатор бастапқыда
зарядталмаған.

1) Уақыт тұрақтысы:

$$\tau = RC = 10\,000 \cdot 100 \times 10^{-6} = 1 \text{ s}$$

2) $t = 1 \text{ s}$ кезіндегі кернеу:

$$u_C(1) = 10(1 - e^{-1}) \approx 6.32 \text{ V}$$

3) $t = 5 \text{ s}$:

$$u_C(5) \approx 9.93 \text{ V}$$

5т уақыттан кейін конденсатор кернеуі соңғы 10 V мәніне іс жүзінде жетеді.



1

Жұлдызша жалғауда Ул, Уф, Іл және Іф арасында қандай байланыс бар?

2

Үшбұрышша жалғауда сызықтық және фазалық токтар қалай байланысады?

3

Ү және Δ сұлбаларының негізгі айырмашылықтары қандай?

4

Өтпелі үрдіс қандай жағдайларда пайда болады?

5

Коммутацияның бірінші және екінші заңдарын жазыңыз.

6

RC тізбегінің уақыт тұрақтысы қалай анықталады?

7

RL тізбегінің уақыт тұрақтысы қалай анықталады?

Қорытынды

- ✓ Жұлдызша жалғауда $U_{л} = \sqrt{3}U_{ф}$ және $I_{л} = I_{ф}$, ал үшбұрышша жалғауда $U_{л} = U_{ф}$ және $I_{л} = \sqrt{3}I_{ф}$.
- ✓ Симметриялы үш фазалы тізбектің қуаты жалғау сұлбасына тәуелсіз түрде сызықтық шамалар арқылы есептеледі.
- ✓ Өтпелі үрдіс тізбектің бір орныққан режимнен екіншісіне ауысуы кезінде пайда болады.
- ✓ Коммутация кезінде индуктивтіктегі ток және конденсатордағы кернеу секіріп өзгермейді.
- ✓ Бірінші ретті RC және RL тізбектеріндегі өтпелі үрдістің жылдамдығын $\tau = RC$ және $\tau = L/R$ уақыт тұрақтылары анықтайды.

Силлабус: 11-дәріс — «Жұлдызша және үшбұрышша жалғанған үш фазалы тізбек. Сызықты тізбектегі өтпелі үрдістер».