



**Коммерциялық емес
акционерлік қоғам**

**ҒҰМАРБЕК ДӘУКЕЕВ
АТЫНДАҒЫ Алматы
ЭНЕРГЕТИКА ЖӘНЕ
БАЙЛАНЫС
УНИВЕРСИТЕТІ**

Электротехника
кафедрасы

РАДИОЭЛЕКТРОНИКАДАҒЫ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

Есептеу-сызбалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар (6В0620 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге арналған).

Алматы 2021

ҚҰРАСТЫРУШЫЛАР: З.И.Жолдыбаева, Ж.А.Айдымбаева.

Радиоэлектроникадағы электр тізбектерінің теориясы. Есептеу-сызбалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар (6В0620 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге арналған). – Алматы: АЭЖБУ, 2022. – 21 б.

№1–3 есептеу-сызбалық жұмыстарына арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар, есептеу-сызбалық жұмысын безендіру және орындау талаптарынан, тапсырмалардан, сұлбалардан және электр тізбегінің көрсеткіштерінен тұрады. Есептеу-сызбалық жұмысының әдістемелік нұсқаулары мен тапсырмалары 6В0620 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша оқитын студенттері үшін «Радиоэлектроникадағы электр тізбектерінің теориясы» жұмыс бағдарламасына сәйкес келеді.

Без. 24, кесте. 8, әдебиет – 8 атау.

Пікір беруші: т.ғ.к., ЕЖЕЖК каф. доценті

Нигматуллин Р.М.

«Ғұмарбек Дәукеев Атындағы Алматы Энергетика Және Байланыс Университеті» коммерциялық емес акционерлік қоғамының 2021 ж. басылым жоспары бойынша басылады.

© «Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті» КЕАҚ, 2021 ж.

Кіріспе

TEST2220 «Радиоэлектроникадағы электр тізбектерінің теориясы» пәні 5B071900 - Радиотехника, электроника және телекоммуникация мамандығының студенттері үшін таңдау пәні болып табылады.

Есептеу-сызбалық жұмыстарды орындаудың мақсаты - параметрлері түйінделген сызықтық электр тізбектеріндегі өтпелі кезеңдерді зерттеу. Есептеу-сызбалық жұмыстары классикалық, операторлық және спектрлік әдістермен өтпелі кезеңдерді есептеуге арналған.

Есептеу-сызбалық жұмыстардың міндеті - әртүрлі электр қондырғыларында болатын процестердің сапалық және сандық аспектілерін білу негізінде студентті радиотехниканың арнайы пәндері қойған мәселелерді табысты және сауатты шешуге дайындау.

Есептеу-сызбалық жұмыстардың шешімі мамандардың ғылыми көзқарасын қалыптастыру үшін ерекше маңызға ие және студенттерге «Телекоммуникациядағы электр тізбектерінің теориясы» курсы менгеру дәрежесін тексеруге көмектеседі, анық және қысқаша жеткізу дағдысын қалыптастырады.

«Радиоэлектроникадағы электр тізбектерінің теориясы» пәнінде үш есептеу-сызбалық жұмыстар келесі тақырыптар бойынша жүргізіледі: №1 ЕСЖ - «Сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезеңді классикалық әдіспен есептеу», №2 ЕСЖ - «Сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезеңді операторлық әдіспен есептеу» және №3 ЕСЖ - «Дюамель интегралының көмегімен сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезеңді есептеу».

Есептеу-сызбалық жұмыстарды орындау нәтижесінде студент өтпелі процестерді есептеудің келесі әдістерін менгеруі тиіс: классикалық, операторлық және Дюамель интегралының көмегімен.

1 №1 есептеу-сызбалық жұмысы. Сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезенді классикалық әдіспен есептеу.

Жұмыстың мақсаты: классикалық әдіс арқылы өтпелі кезеңдерді есептеу дағдыларын алу.

1.1 Тапсырма

U_0 тұрақты кернеу көзіне қосылған, $t=0$ уақыт мезетінде тізбекте коммутация өтіп жатыр.

1.1 Өзінің нұсқасы бойынша, электр тізбегінің сұлбасын және көрсеткіштерін алу (1.1, 1.2 кесте).

1.2 1.3 кестесінде берілген өтпелі шаманың мәнін, классикалық әдіспен есептеу.

1.1 кесте

Оқуға түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әрпі									
	ЭЮ Я	ЧШ Щ	ХФЦ	СТУ	ОПР	МН	КЛ	ЖЗ И	ГДЕ	АБВ
Жұп	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ	МН	ОП Р	СТ У	ХФ Ц	ЧШ Щ	ЭЮ Я
Сұлбаның №	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10
U_0, B	15	10	20	25	15	10	15	20	20	15

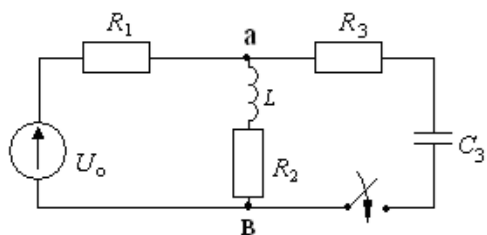
1.2 кесте

Оқуға түскен жылы	Транскрипт нөмірінің соңғы саны									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Жұп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_1, Ом$	20	15	10	30	10	25	20	15	10	25
$R_2, Ом$	30	18	12	25	20	10	15	20	16	10
$R_3, Ом$	10	30	25	15	20	25	10	15	25	30
$L, мГн$	10	12	20	12	10	15	10	15	8	25
$C, мкФ$	10	12	15	5	10	8	6	12	5	15

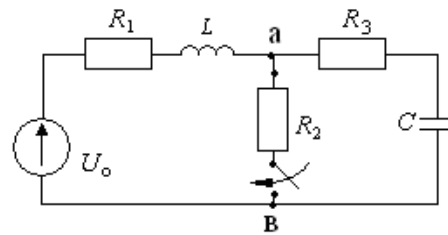
1.3 кесте

Оқуға түскен жылы	Транскрипт нөмірінің соңғы санының алдындағы саны									
	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Жұп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

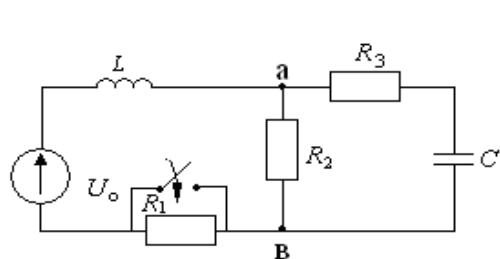
Жүп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Анықтау керек	u_L	i_c	u_c	i_L	i_c	i_{R1}	i_{R2}	i_{R3}	u_L	i_c



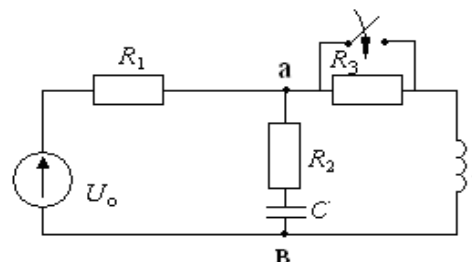
1.1 сурет



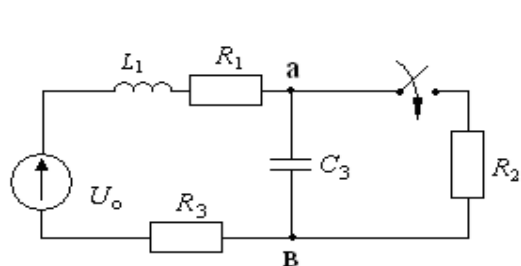
1.2 сурет



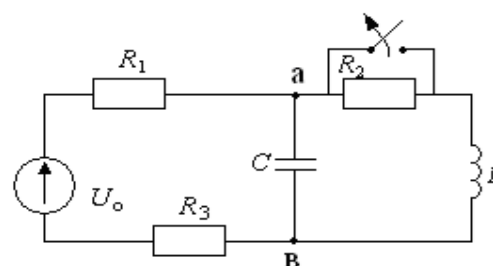
1.3 сурет



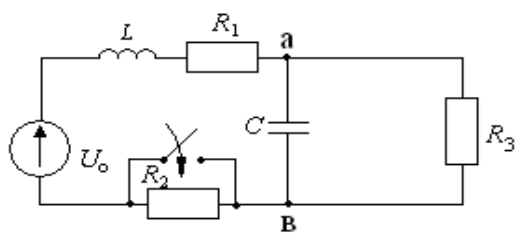
1.4 сурет



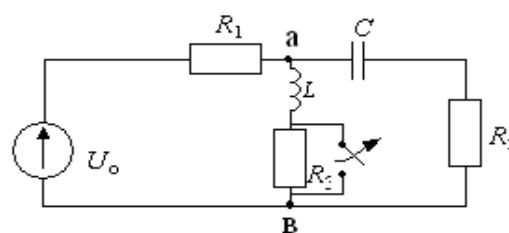
1.5 сурет



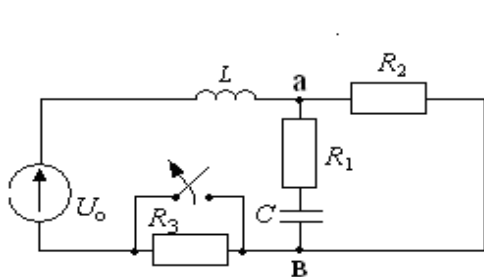
1.6 сурет



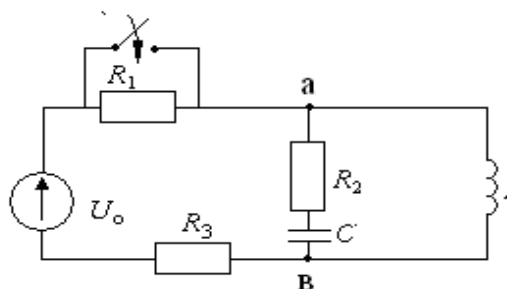
1.7 сурет



1.8 сурет



1.9 сурет



1.10 сурет

1.2 Әдістемелік нұсқаулар

Өтпелі кезеңді классикалық әдіспен есептеу методикасы келесі кезеңдерден тұрады:

1.2.1 Кирхгоф заңдарына сәйкес коммутация режимінен кейін зерттелетін тізбек үшін дифференциалдық теңдеулер жүйесін құру.

1.2.2 Анықталатын өтпелі ток немесе өтпелі кернеу өрнектерінің жазылу түрі:

$$i(t) = i_{\text{кал}} + i_{\text{ерк}}; \quad u(t) = u_{\text{кал}} + u_{\text{ерк}};$$

1.2.3 Қалыптасқан режимді есептеу.

Тізбектегі коммутациядан кейінгі қалыптасқан құраушыны анықтау барысында, тұрақты ток үшін $X_L(0) = 0$ және $X_C(0) = \infty$ теңдігін ескере отырып кез келген әдіспен есептеуге болады.

1.2.4 Еркін режимді есептеу.

Еркін құраушыны анықтау үшін сипаттамалық теңдеу құрамыз:

$$Z(p) = 0$$

$Z(p)$ операторлық кедергісін коммутациядан кейінгі тізбек бойынша алынған кез келген тармаққа қатысты $Z(j\omega)$ кешенді кедергісінен анықтаймыз және $j\omega$ -ні p -ке ауыстыру арқылы алынады. $Z(p)$ -ны анықтағанда ток көзі бар тармаққа қатысты қарастырмайды.

Еркін құраушының теңдеуін сипаттамалық теңдеудің түбіріне байланысты анықтайды.

Мысалы, екінші ретті тізбек үшін еркін құраушы $y_{\text{ерк}}(t)$ сипаттамалық теңдеудің түбірлеріне байланысты келесі түрде жазылады: егер түбірлері p_1 және p_2 нақты, әртүрлі және теріс болса:

$$y_{\text{ерк}}(t) = A_1 e^{p_1 t} + A_2 e^{p_2 t};$$

егер түбірлері нақты, әрі тең және теріс болса $p_1 = p_2 = p$:

$$y_{\text{ерк}}(t) = (A_1 + A_2 t) e^{p t};$$

егер түбірлері кешенді-түйіндес болса $p_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_{\text{св}}$ (α – өшу коэффициенті, $\omega_{\text{св}}$ – бос тербелістің жиілігі)

$$y_{\text{CB}}(t) = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega_{\text{CB}}t + \psi)$$

немесе

$$y_{\text{CB}}(t) = Ae^{-\alpha t} \sin(\omega_{\text{CB}}t + \psi)$$

мұндағы A_1, A_2, A интегралдау тұрақтылары.

1.1.5 Интегралдау тұрақтыларын анықтау.

Егер сипаттамалық теңдеудің « $n=2$ » дәрежесі болса, онда интегралдау тұрақтыларының екі мәнін анықтау қажет. Интегралдау тұрақтылар өтпелі мәннің бастапқы теңдеуінен және одан « $n-1=1$ » туындысынан тұратын екі теңдеу жүйесін шешу нәтижесінде табылды.

Бастапқы шарттар жүйенің сол жағында орналасқан. Тәуелсіз бастапқы шарттар коммутацияға дейінгі тізбектің коммутация заңдарына сәйкес анықталады.

$$i_L(0) = i_L(0-) = 0$$

$$u_C(0) = u_C(0-) = 0.$$

Тәуелді бастапқы шарттарды Кирхгоф заңдары бойынша коммутациядан кейінгі тізбек үшін құралған теңдеулерден, ал қажет болған жағдайда осы теңдеулердің туындыларынан табуға болады.

2 №2 есептеу-сызбалық жұмысы. Сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезенді операторлық әдіспен есептеу.

Жұмыстың мақсаты: операторлық әдіс арқылы өтпелі кезеңдерді есептеу дағдыларын алу.

2.1 Тапсырма

U_0 тұрақты кернеу көзіне қосылған, $t=0$ уақыт мезетінде тізбекте коммутация өтіп жатыр.

2.1.1 Өзіңнің нұсқаңа сәйкес №1 ЕСЖ тапсырмасында таңдалған белгісіз шаманы операторлық әдіспен есептеңіз.

2.1.2 2.3-кестесінде берілген өтпелі шаманың мәнін операторлық әдісімен есептеңіз, (№1 ЕСЖ- дегідей).

2.1.3 Өтпелі шаманың анықталған мәнін №1 ЕСЖ тапсырмасында анықталған мәнімен салыстырыңыз.

2.1.4 Өтпелі шаманың 0 ден $(4-5)\tau_{\max}$ дейінгі аралықта уақыттан тәуелділік сызбасын тұрғызу.

2.1 кесте

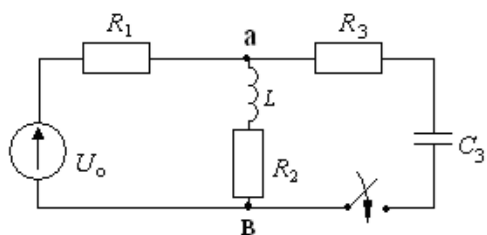
Оқуға түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әрпі									
Тақ	ЭЮ Я	ЧШ Щ	ХФЦ	СТУ	ОПР	МН	КЛ	ЖЗ И	ГДЕ	АБВ
Жұп	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ	МН	ОП Р	СТ У	ХФ Ц	ЧШ Щ	ЭЮ Я
Сұлбаның №	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	2.10
U_0, B	20	25	15	10	15	20	20	15	10	15

2.2 кесте

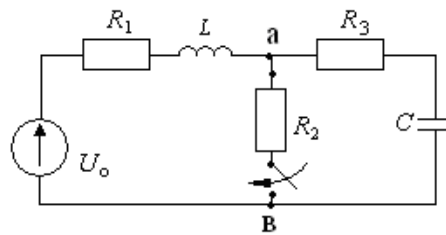
Оқуға түскен жылы	Транскрипт нөмірінің соңғы саны									
Тақ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Жұп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
$R_1, Ом$	10	25	20	15	10	25	20	15	10	30
$R_2, Ом$	12	25	20	10	15	20	30	20	16	10
$R_3, Ом$	25	10	15	25	30	10	30	25	15	20
$L, мГн$	12	10	15	10	12	20	10	15	8	25
$C, мкФ$	12	15	5	10	8	10	6	12	5	15

2.3 кесте

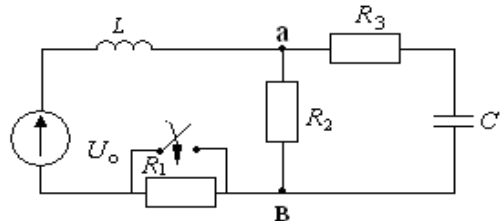
Оқуға түскен жылы	Транскрипт нөмірінің соңғы санының алдындағы саны									
Тақ	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Жұп	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Анықтау керек	u_L	i_c	u_c	i_L	i_c	i_{R1}	i_{R2}	i_{R3}	u_L	i_c



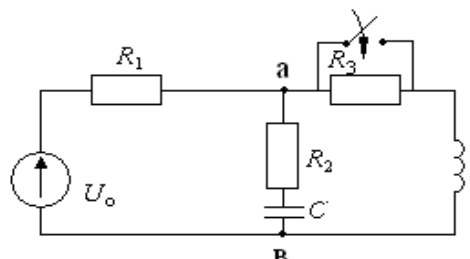
2.1 сурет



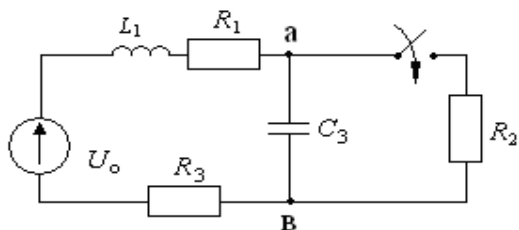
2.2 сурет



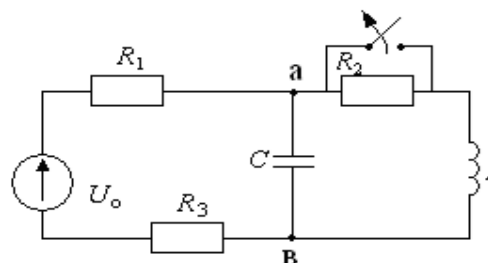
2.3 сурет



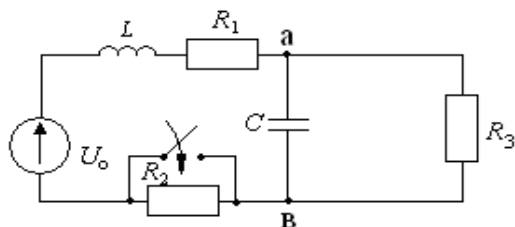
2.4 сурет



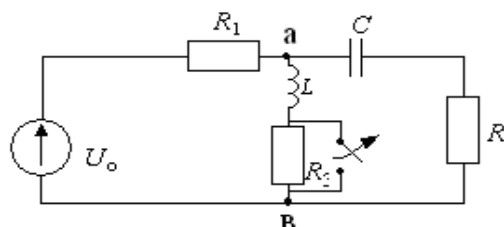
2.5 сурет



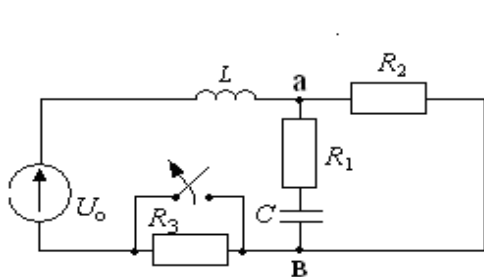
2.6 сурет



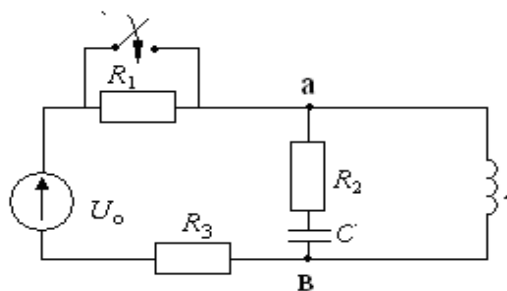
2.7 сурет



2.8 сурет



2.9 сурет



2.10 сурет

2.2 Әдістемелік нұсқаулар

Өтпелі кезеңді операторлық әдіспен есептеу келесі кезеңдерден тұрады:

2.2.1 Коммутацияға дейінгі тізбек үшін коммутация заңы бойынша тәуелсіздіктің бастапқы шарттарын анықтаймыз:

$$i_L(0_+) = i_L(0) = i_L(0_-); \quad u_C(0_+) = u_C(0) = u_C(0_-);$$

2.2.2 Бейнесіне қатысты коммутациядан кейінгі режим үшін эквивалентті операторлық сұлбасын құрамыз.

Эквивалентті операторлық сұлбаны құру барысында:

Барлық айнымалы шамаларды бейнесіне алмастырылады:

$$i(t) \rightarrow I(p);$$

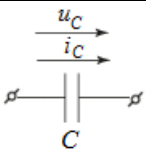
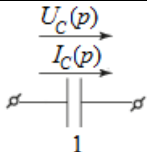
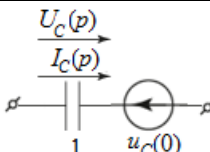
$$u(t) \rightarrow U(p);$$

$$e(t) \rightarrow E(p).$$

Сұлбаның барлық пассивті элементтерін олардың операторлық сұлбаларымен алмастырады (2.1 кесте).

2.1 кесте

Пассивті элементтердің эквивалентті операторлық сұлбалары		
Бастапқы сұлба	Нөлдік бастапқы шарттағы операторлық сұлба	Нөлдік бастапқы емес шарттағы операторлық сұлба
$u_R = Ri_R$	$U_R(p) = RI_R(p)$	$U_R(p) = RI_R(p)$
$u_L = L \frac{di_L}{dt}$	$U_L(p) = pLI_L(p)$	$U_L(p) = pLI_L(p) - Li_L(0)$

 $u_C = \frac{1}{C} \int i_C dt$	 $U_C(p) = \frac{1}{pC} I_C(p)$	 $U_C(p) = \frac{u_C(0)}{p} + \frac{1}{pC} I_C(p)$
--	---	--

2.2.3 Изделініп жатқан шаманың бейнесін кез келген әдіспен анықтаймыз.

Изделініп жатқан шаманың бейнесін оператор түрінде кез келген белгілі есептеу әдісімен табу үшін эквивалентті операторлық сұлба қолданылады (Кирхгоф заңдары, контурлық токтар әдісі, түйіндік потенциал әдісі, эквивалентті генератор әдісі және т.б.).

2.2.4 Бейнесінен түпнұсқасына өту.

Анықталған бейнесі бойынша, белгісіз шаманы (түпнұсқасын) жіктеу теоремасын қолдана анықтауға болады, егер де бейне рационалды бөлшек түрінде берілетін болса:

$$\frac{F_1(p)}{F_2(p)} = \frac{a_m p^m + a_{m-1} p^{m-1} + \dots + a_1 p + a_0}{b_n p^n + b_{n-1} p^{n-1} + \dots + b_1 p + b_0},$$

мұндағы $m < n$, a_k және b_k нақты сандар, ал $p_k - F_2(p) = 0$ - сипаттамалық теңдеудің түбірі.

Жіктеу теоремасының түрі сипаттамалық теңдеудің түбіріне байланысты анықталады. бойынша анықталады (2.2 кесте).

2.2 кесте

Жіктеу теоремасы	
Сипаттамалық теңдеуінің түбірлерінің түрі $F_2(p) = 0$, $n = 2$ үшін.	Жіктеу теоремасы
Сипаттамалық теңдеудің түбірлері $F_2(p) = 0$, p_1, p_2 - нақты және әртүрлі	$\frac{F_1(p)}{F_2(p)} \doteq f(t) = \frac{F_1(p_1)}{F_2'(p_1)} e^{p_1 t} + \frac{F_1(p_2)}{F_2'(p_2)} e^{p_2 t},$ <p>мұндағы $F_2'(p) = dF(p)/dp$.</p>
Сипаттамалық теңдеудің түбірлері $F_2(p) = 0$ кешенді түйіндес $p_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_{CB}$	$\frac{F_1(p)}{F_2(p)} \doteq f(t) = 2 \operatorname{Re} \left[\frac{F_1(p_1)}{F_2'(p_1)} e^{p_1 t} \right].$
бөлімі бір нөлдік түбірден тұрады: $pF_2(p)$, сипаттамалық теңдеудің	$\frac{F_1(p)}{pF_2(p)} \doteq f(t) = \frac{F_1(0)}{F_2(0)} + \frac{F_1(p_1)}{p_1 F_2'(p_1)} e^{p_1 t} + \frac{F_1(p_2)}{p_2 F_2'(p_2)} e^{p_2 t},$

түбірлері $F_2(p) = 0$, p_1, p_2 – нақты және әртүрлі	
бөлімі бір нөлдік түбірден тұрады: $pF_2(p)$, сипаттамалық теңдеудің түбірлері $F_2(p) = 0$ кешенді түйіндес $p_{1,2} = -\alpha \pm j\omega_{CB}$	$\frac{F_1(p)}{pF_2(p)} \doteq f(t) = \frac{F_1(0)}{F_2(0)} + 2\operatorname{Re} \left[\frac{F_1(p_1)}{p_1 F_2'(p_1)} e^{p_1 t} \right].$

№3 есептеу-сызбалық жұмысы. Дюамель интегралының көмегімен сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезеңді есептеу

Жұмыстың мақсаты: Дюамель интегралының көмегімен өтпелі кезеңдерді есептеу дағдыларын алу.

3.1 Тапсырма

Тізбектің кірісіне импульстік әсер беріледі (3.1 кесте), оның көрсеткіштері 3.2-кестесінде келтірілген. Тапсырманың нұсқасына байланысты t_1 импульсінің ұзақтығы $(2-5)\tau$ аралығында алынады (3.3 кесте), мұндағы τ -алынған сұлба бойынша өтпелі кезеңнің уақыт тұрақтысы.

3.1 Изделініп жатқан шамаға байланысты, тізбектің өтпелі сипаттамасын анықтау (3.3 кесте).

3.2 Дюамель интегралын қолданып белгісіз шаманың уақыт функциясындағы өрнегін анықтау.

3.3 Белгісіз шаманың уақыттан тәуелділік сызбасын тұрғызу.

3.1 кесте

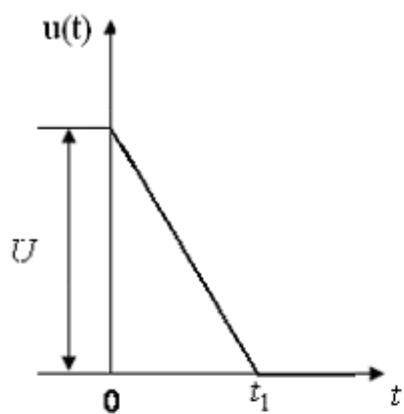
Оқуға түскен жылы	Аты-жөнінің бірінші әрпі									
	ЭЮ Я	ЧШ Щ	ХФ Ц	СТ У	ОП Р	МН	КЛ	ЖЗ И	ГД Е	АБ В
Тақ	АБ В	ГД Е	ЖЗ И	КЛ	МН	ОП Р	СТ У	ХФ Ц	ЧШ Щ	ЭЮ Я
Номер схемы	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	3.10	3.11	3.12	3.13	3.14
Анықтала тын шама	$u_L(t)$	$i_C(t)$	$u_{R2}(t)$	$i_{R3}(t)$	$u_{R3}(t)$	$u_C(t)$	$u_{R1}(t)$	$i_{R2}(t)$	$i_L(t)$	$u_{R3}(t)$

3.2 кесте

Оқуға түскен жылы	Транскрипт нөмірінің соңғы саны									
Жүп	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Тақ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Импульс түрі	3.3	3.1	3.2	3.4	3.3	3.1	3.2	3.4	3.3	3.1
U_1, B	10	0	20	15	15	0	10	10	20	0
U, B	20	10	10	0	40	30	5	0	30	20

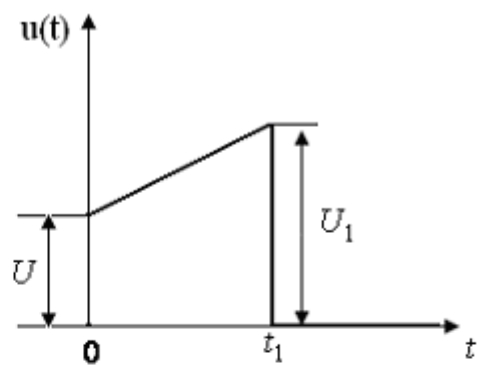
3.3 кесте

Оқуға түскен жылы	Транскрипт нөмірінің соңғы санының алдындағы саны									
Жүп	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Тақ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t_1, C	5τ	3τ	4τ	5τ	4τ	3τ	4τ	5τ	3τ	4τ



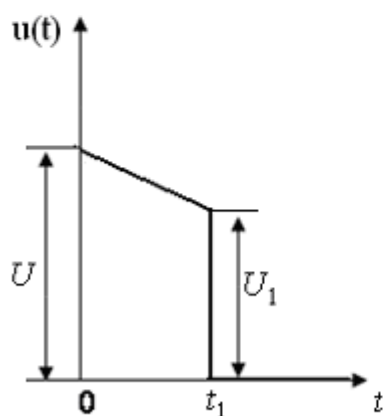
$$u(t) = U - \frac{U_1}{t_1} t$$

3.1 Cyper



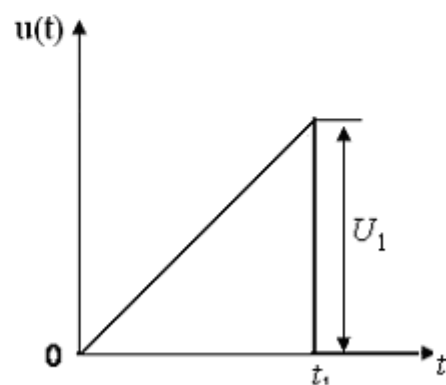
$$u(t) = U + \frac{U_1 - U}{t_1} t$$

3.2 Cyper



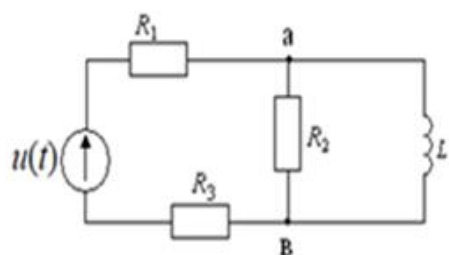
$$u(t) = U - \frac{U - U_1}{t_1} t$$

3.3 Cyper

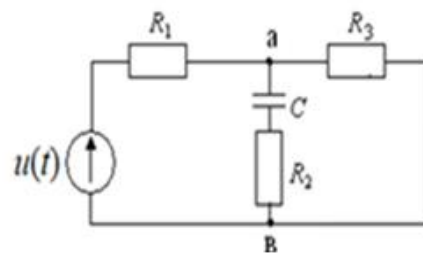


$$u(t) = \frac{U_1}{t_1} t$$

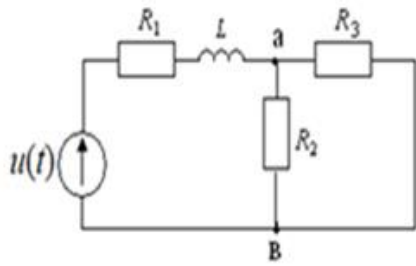
3.4 Cyper



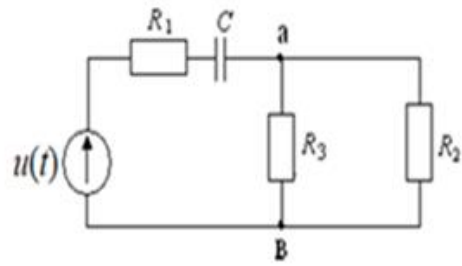
3.1 cyper



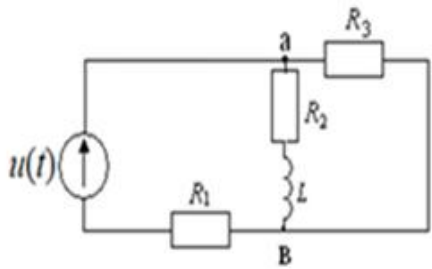
3.2 cyper



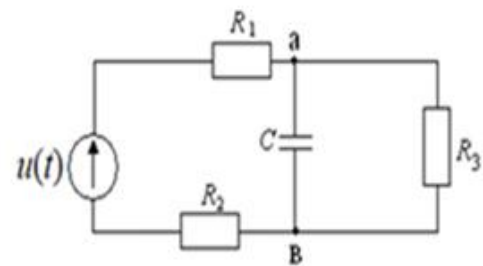
3.3 сурет



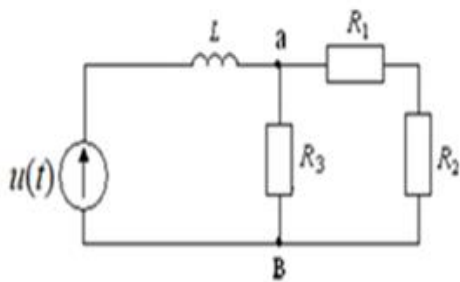
3.4 сурет



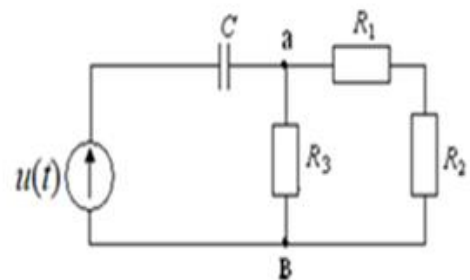
3.5 сурет



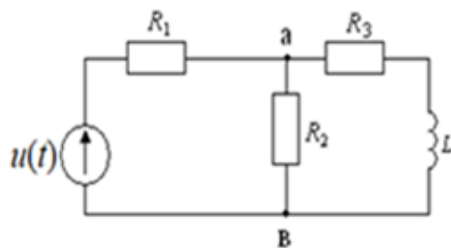
3.6 сурет



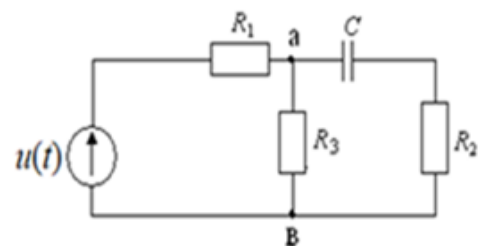
3.7 сурет



3.8 сурет



3.9 сурет



3.10 сурет

3.2 Әдістемелік нұсқаулар

Дюамель интегралының көмегімен сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезенді есептеу методикасы келесі кезеңдерден тұрады:

3.2.1 Тізбектің өтпелі функциясын анықтау: өтпелі өткізгіштігін $y(t)$ немесе кернеу бойынша беріліс функциясын $h(t)$. Өтпелі өткізгіштік

анықталатын токқа шамалас, ал кернеу бойынша өтпелі функция санды түрде, нөлдік бастапқы шарттар кезіндегі тізбектің $U=1\text{В}$ тұрақты кернеу көзіне қосылған кездегі белгісіз кернеуге тең. Тізбектің $y(t), h(t)$ өтпелі функциялары нөлдік бастапқы шарттар кезіндегі, тізбектің $t=0$ мезетіндегі бірлік кернеу көзіне қосылғандағы, өтпелі кезеңдерді классикалық немесе операторлық әдістерінің есептеу жолымен анықталады.

3.2.2 $i(t)$ тогын немесе кернеуін $u_k(t)$ Дюамель, интегралының көмегімен анықтау:

$$i(t) = u(0)y(t) + \int_0^t u'(x)y(t-x)dx; \quad u_k(t) = u(0)h(t) + \int_0^t u'(x)h(t-x)dx.$$

Кернеу көзі әртүрлі уақыт аралықтарында, әртүрлі аналитикалық өрнектерден құралатын болғандықтан, интегралдау аралығы жеке бөлімшелерге бөлінеді және де Дюамель интегралының көмегімен есептелетін ток немесе кернеу жеке уақыт аралықтары үшін жазылады.

Есептеу-сызбалық жұмысын орындау және безендіру шарттары

Есептік-сызба жұмысы (ЕСЖ), АЭЖБУ, 2014г. «Оқу-әдістемелік және оқу жұмыстары» фирмалық стандартымен сәйкес орындалып және келесі элементтерден тұруы тиіс:

- а) титульді бет (үлгі келтірілген);
- б) мазмұны;
- в) кіріспе;
- г) тапсырма;
- д) негізгі бөлім;
- е) қорытынды;
- ж) әдебиеттер тізімі;
- к) қосымшалар.

-Тапсырманың мәтінін өзінің нұсқасы бойынша барлық суретімен және сандық мәндерімен толық көшірілуі тиіс.

-Есептік-сызба жұмысының әрбір кезеңіне атау беру қажет.

-Есептік-сызба жұмысын қолмен жазуға немесе компьютермен басып шығаруға болады (Microsoft Word програмасында 14 шрифтпен, интервалы 1,0 – 1,5). Текст А4 форматты ақ қағазды беттің бір жағына жазылады. Беттің төрт жақ қабырғасынан келесі жолдар қалдырылады: сол жағы -25 мм, оң жағы -18 мм, үсті - 20 мм, асты -25 мм.

-Барлық беттері, қосымшаны қоса титульдік беттен бастап нөмерленеді. Беттің нөмері астында бұрышта нүктесіз жазылады. Беттің нөмері төменгі жақта беттің ортасында нүктесіз жазылады.

-Есептеулер толық және түсіндірулерімен жазылу керек. Есептік формулалар мен соңғы нәтижесін жаза салуға болмайды. Егер пәндік жұмысында есептеулер қысқартылып жазылса, онда қорғауға рұқсат берілмейді және толықтыруға қайтарылады.

-Суреттер, сызбалар және сұлбалар ұқыпты орындалып және нөмірленуі керек.

-Сызбаларда бейнеленген амалдардың атаулары және олардың өлшем бірліктері берілуі тиіс. Сұлбаны немесе диаграмманы дұрыс пайдалану үшін масштабты дұрыс алуы қажет.

-Егер шамалардың белгілі өлшем бірліктері болса, онда соңғы нәтижелерін тиісті өлшем бірлігімен жазады. Электр шамалардың белгіленуі ГОСТ-қа сәйкес келуі керек

-Кіріспеде өтпелі кезеңдерді және оның есептеу әдістерін оқып үйрену қажеттілігіне дәйектеме беру.

-Қорытындыда пәндік жұмысында қолданылған өтпелі кезеңнің есептеу әдістеріне анализ жасау.

-Оқу-барысының (силлабус) кестесі бойынша есептік-сызба жұмысы тексеруге уақытысында өткізілуі тиіс. Егер студент жұмысты уақытымен тапсырмаса, оған қосымша тапсырма немесе басқа нұсқа беріледі (оқытушының қалауына байланысты), сонымен қатар жұмыстың қорытынды бағасы азайтылады.

А қосымшасы (міндетті)

Есептеу - сызбалық жұмыстың титулдық парағының үлгісі

«Ғұмарбек Даукеев атындағы АЛМАТЫ ЭНЕРГЕТИКА
ЖӘНЕБАЙЛАНЫС УНИВЕРСИТЕТІ»
коммерциялық емес акционерлік қоғамы

Институт _____
Кафедра _____

ЕСЕПТЕУ – СЫЗБАЛЫҚ ЖҰМЫС №

Пән бойынша: _____

Тақырыбы: _____

Білім бағдарламасы _____

Орындаған: _____ Тобы _____
(аты-жөні)

Тексерген: _____
(ғылыми дәрежесі, атағы, аты-жөні)

_____ « _____ » _____ 202_ г.
(бағасы) (колы)

Алматы 2021_

Әдебиеттер тізімі

Негізгі әдебиет

1 Основы теорий цепей. Бакалов В.П. – М.: «Горячая линия-Телеком, 2013.- 592 с.

2 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х., Коровченко Т.И. Теория электрических цепей 1. Конспект лекций. – Алматы: АИЭС, 2007. – 79 с.

3 Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. ТЭЦ2. Примеры расчета установившихся и переходных режимов в линейных электрических цепях с сосредоточенными и распределенными параметрами: Учебное пособие. – Алматы, 2010.-80 с.

Қосымша әдебиет

4. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электрические цепи: Учебник для бакалавров / Л. А. Бессонов. – 12-е изд., исправ. и доп. – М.: Юрайт, 2016. – 704 с.

5. Бессонов Л. А. Теоретические основы электротехники. Электромагнитное поле. – М.: Юрайт, 2016. – 318 с.

6. Жолдыбаева З.И., Зуслина Е.Х. Применение MathCad в теории электрических цепей: Учебное пособие. – Алматы, 2012.-83 с.

7. Зевеке Г.В., Ионкин П.А., Нетушил А.В., Страхов С. В. Основы теории цепей. – М.: Энергоатомиздат, 1989.-528 с.

8. Шебес М.Р., Каблукова М.В. Задачник по теории линейных электрических цепей. – М.: Высшая школа, 1990.-544 с.

Мазмұны

Кіріспе	3
1 №1 есептеу-сызбалық жұмысы. Сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезенді классикалық әдіспен есептеу	4
1.1 Тапсырма	4
1.2 Әдістемелік нұсқаулар	6
2 №2 есептеу-сызбалық жұмысы. Сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезенді операторлық әдіспен есептеу	8
2.1 Тапсырма	8
2.2 Әдістемелік нұсқаулар	10
3 №3 есептеу-сызбалық жұмысы. Дюамель интегралының көмегімен сызықты электр тізбегіндегі өтпелі кезенді есептеу	12
3.1 Тапсырма	12
3.2 Әдістемелік нұсқаулар	15
Есептеу-сызбалық жұмыстарын орындауға және жобалауға қойылатын талаптар	16
А қосымшасы	18
Әдебиеттер тізімі	19

Зухра Исламовна Жолдыбаева
Жанар Абдешевна Айдымбаева

РАДИОЭЛЕКТРОНИКАДАҒЫ ЭЛЕКТР ТІЗБЕКТЕРІНІҢ ТЕОРИЯСЫ

Есептеу-сызбалық жұмыстарға арналған әдістемелік нұсқаулар мен тапсырмалар (6В0620 – Радиотехника, электроника және телекоммуникация білім беру бағдарламасы бойынша оқитын студенттерге арналған).

Редактор: Ж.И.Изтелеуова
Стандарттау бойынша маман: Ж.А. Ануарбек

Басылымға қол қойылды
Таралым 50 дана
Көлем 1,3 оқу-бас.ә.

Формат 60×84 1/16
Типографиялық қағаз №1
Тапсырыс № Бағасы 650 тг.

«Ғұмарбек Дәукеев атындағы Алматы энергетика және байланыс университеті»
коммерциялық емес акционерлік қоғамының
көшірмелі-көбейткі бюросы
050013 Алматы, Байтұрсынұлы көшесі, 126 /1