



Автоматика және ақпараттық технологиялар институты
Электроника, телекоммуникация және ғарыштық технологиялар кафедрасы

Бірінші реттік RC және RL сұлбалары. Өтпелі процесс

*PhD докторы ЭТжҒТ кафедрасының
қауымдастырылған профессоры
Хабай Анар
Email: a.khabay@satbayev.university*

Алматы қаласы, 2025 ж.

Дәріс №7. Бірінші реттік RC және RL сұлбалары. Өтпелі процесс

Дәрістің мақсаты:

RC сұлбасында конденсаторды разрядтау және зарядтау заңдылықтарын түсіндіру.

RL сұлбасында токтың өсуі мен азаюын талдау.

Уақыт тұрақтысының (τ) физикалық мәнін ашу және оның тізбектегі рөлін түсіндіру.

Тұрақты ток көзіне қосылғандағы стационар күй шарттарын сипаттау.

Өтпелі процестердің компьютерлік чиптердің жұмыс жылдамдығына әсерін түсіндіру.

RC СҰЛБАСЫНДАҒЫ РАЗРЯДТАУ

Процестің сипаттамасы:

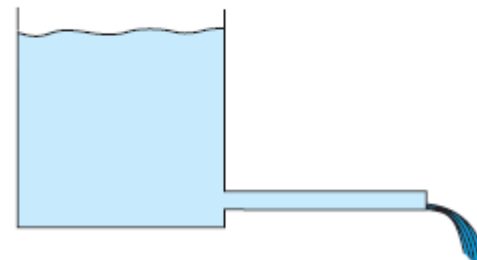
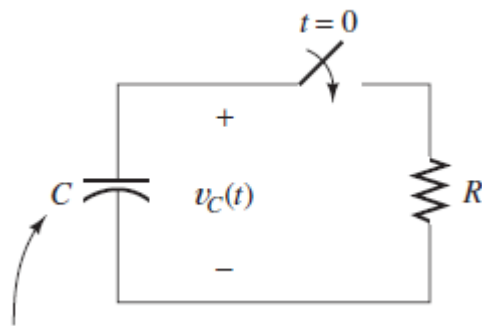
- Алдымен, конденсатор бастапқы V_0 кернеу мәніне жеткенше зарядталады.
- $t=0$ мезетінде айырып-қосқыш жабылады, және электр тогы резистор арқылы конденсатордан шығып, разрядтау процесі басталады.
- Кернеудің бірден өзгеруі үшін ток шексіз болуы керек еді, сондықтан конденсатор арқылы өтетін кернеу үзіліссіз болуы керек.
- Конденсатордың кернеуі уақыт өте келе экспоненталық түрде нөлге ұмтылады.

Уақыт тұрақтысы (τ):

- Уақыт интервалы $\tau=RC$ тізбектің уақыт тұрақтысы деп аталады.
- Бір уақыт тұрақтысы өткенде, кернеу e коэффициенті бойынша (бастапқы мәнінің 36,8%-ына дейін) азаяды.
- Бес есе уақыт тұрақтысынан кейін, кернеу бастапқы мәнімен салыстырғанда мардымсыз өзгеріске ұшырайды.

Ұқсастық:

- Бұл процесс су толтырылған ыдыстың кішкене үлкен, ал бак босағанда ағын азаяды.



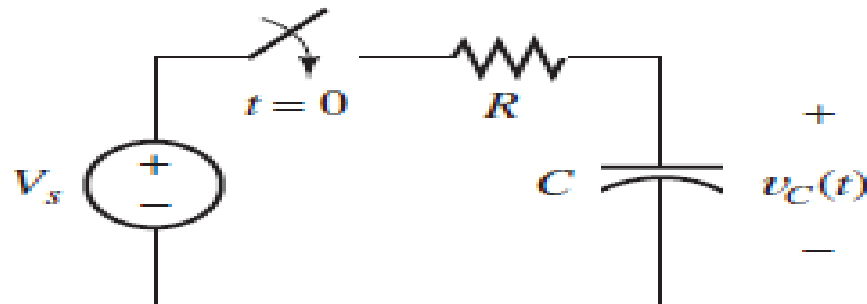
RC СҰЛБАСЫНДАҒЫ ЗАРЯДТАУ

Процестің сипаттамасы:

- 4.3-суреттегі схемада, $t=0$ мезетінде тұрақты ток көзі (dc) RC тізбегіне қосылады.
- Бұл жағдайда да сыйымдылықтың кернеуі бірден өзгере алмайды, себебі кернеулер шектеулі болғандықтан, ток шектеулі болуы қажет.
- Dc көзі тізбекте болған кезде, жалпы процесс екі бөліктен тұрады: өтпелі процесс және тұрақты күй процессі (немесе күштік процессі).
- Өтпелі процесс ақырында нөлге дейін азаяды, ал тұрақты күй процессі сақталып қалады.

Уақытша мінез-құлық:

- Кернеу (V_C) нөлден басталып, V_s соңғы мәніне қарай асимптоталық ұмтылады.
- Бір уақыт тұрақтысынан кейін, кернеу өзінің соңғы мәнінің 63,2 пайызына жетеді.
- Тізбек шамамен бес еселі уақыт тұрақтысынан кейін тұрақты күйге жетті деп айтуға болады.



RL СҰЛБАЛАРЫ ЖӘНЕ ТҰРАҚТЫ КҮЙ

RL Сұлбалары:

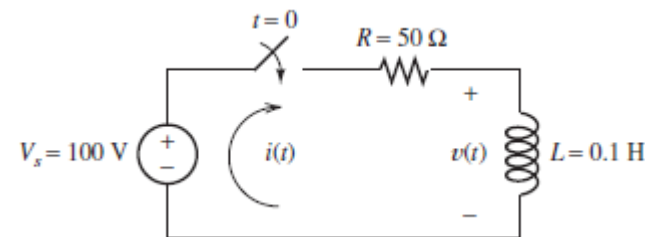
- RL сұлбаларын талдау әдістері RC тізбектерін талдау әдістеріне өте ұқсас.
- RL тізбегіндегі уақыт тұрақтысы: $\tau = L/R$.
- Индуктордағы кернеу шектеулі болса, ток үздіксіз болуы керек.

Индуктивтіліктегі өтпелі процесс:

- Ток нөлден басталып, соңғы тұрақты мәніне дейін артады.
- Стационар күйде индуктордағы кернеу нөлге тең болады.
- Ток бес есе уақыт тұрақтысынан кейін соңғы мәнінің 99 пайызына жетеді.

Тұрақты (DC) Күйдің Талдауы:

- RLC тізбектеріндегі өтпелі терминдер уақыт бойынша нөлге дейін азаяды.
- Тұрақты ток көздерімен (dc) жұмыс істегенде, стационар күйге жеткенде:
 1. Сыйымдылықтар – ашық тізбектер сияқты әрекет етеді (өйткені тұрақты кернеуде ток нөлге тең).
 2. Индукторлар – қысқа тұйықталу схемалары сияқты әрекет етеді (өйткені тұрақты токта кернеу нөлге тең).
- Бұл қадамдар күрделі RLC тізбектеріндегі тұрақты күй токтары мен кернеулерін табуды жеңілдетеді.



ПРАКТИКАЛЫҚ ҚОЛДАНЫСЫ

Компьютерлік Шектеулер:

- Бірінші реттік RC өтпелі процессі – компьютерлік чиптердің жұмыс істеу жылдамдығын шектейтін негізгі шама.
- Деректер өзгерген кезде (кернеу $+1.8\text{ В}$ немесе 0 В мәндерінен өзгергенде), кернеулер де өзгеруі керек.
- Нөлдік емес уақыт тұрақтысы әрбір тізбекте болады, сондықтан ол деректерді өңдеу жылдамдығын шектейді.

Тұрмыстағы Мысалдар:

- Инженерлер RC тізбектерінің шектеулі мүмкіндіктерін жиі қолданады.
- Мысалы, гараж есігі ашылғанда жарықты 30 секунд бойы ұстап тұратын сезгіш тізбектерді құрастыру үшін конденсатордың разрядтау уақыты пайдаланылады.

Автомобиль қолданыстары:

- Автомобильдегі фар реттегіштерді талдағанда, бірінші кезекте стационар жағдайға көңіл бөлінеді.
- Ал, оталдыру жүйесінің жұмысын талдауда, керісінше, өтпелі процесстерді ескеру қажет.

Қорытынды

- ✓ RC және RL тізбектеріндегі өтпелі процестер – бұл тізбектердің динамикалық мінез-құлқын көрсететін маңызды құбылыс. Энергияны сақтайтын элементтерге (конденсаторлар мен индукторларға) тұрақты ток көздері қосылғанда, олар бірден өзгеріссіз, жүйелі түрде жаңа күйге көшеді.
- ✓ Конденсатордағы кернеу және индуктордағы ток өзгерістері уақыт тұрақтысы деп аталатын шамаға сәйкес экспоненталық заңдылықпен сипатталады. Бұл уақыт тұрақтысы тізбектің қаншалықты тез немесе баяу жаңа күйге жететінін анықтайды. Тізбектер әдетте бастапқы мәннен соңғы мәнге бес еселік уақыт ішінде өтеді, содан кейін ғана тұрақты күй орнайды.
- ✓ Тұрақты күйге келгенде, конденсаторлар тоқты өткізбейтін ашық тізбек ретінде, ал индукторлар кедергісіз қысқа тұйықталу ретінде әрекет етеді. Бұл үрдістер электрондық жүйелердің, әсіресе жоғары жылдамдықты компьютерлік чиптердің жұмыс істеу жылдамдығын шектейтін негізгі фактор болып табылады.

Қайталау сұрақтары

1. RC сұлбасындағы өтпелі процестердің негізгі теңдеуі қандай?
2. Неліктен конденсатордағы кернеу бірден өзгермейді?
3. Уақыт тұрақтысы ($\tau = RC$) нені білдіреді және оның физикалық мағынасы қандай?
4. Конденсаторды резистор арқылы зарядтау кезіндегі кернеудің уақыт бойынша өзгеру заңы қандай?
5. RC сұлбасындағы өтпелі процесс қанша уақыт өткенде толық бітті деп есептеледі?
6. DC көздеріне қосылғанда конденсатор мен индуктор стационар күйде қалай модельденеді?
7. RL сұлбасындағы өтпелі процестердің негізгі теңдеуі қандай?
8. Неліктен индуктивтіліктегі ток бірден өзгермейді?
9. RL тізбегіндегі уақыт тұрақтысы $\tau = L/R$ нені сипаттайды?
10. RC және RL өтпелі процестерінің практикалық қолданылуына мысал келтіріңіз.

Назарларыңызға рақмет!