



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

Сыйымдылық және конденсаторлардың қасиеттері

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

Алматы қаласы, 2025 ж.

Дәріс №5. Сыйымдылық және конденсаторлардың қасиеттері

Дәрістің мақсаты:

**Конденсатордың құрылымын және жұмыс принципін түсіндіру.
Сыйымдылықтың анықтамасын, өлшем бірлігін және негізгі
формулаларын меңгерту.**

**Конденсатордағы кернеу, ток, заряд және энергия арасындағы
байланыстарды түсіндіру.**

**Сыйымдылықтарды жүйелі және параллель жалғау ережелерін үйрету.
Конденсаторлардың практикалық түрлері мен олардың физикалық
сипаттамаларын қарастыру.**

**Жалған әсерлерді (R_s , L_s , R_p) түсіндіру және олардың схемалардағы
рөлін сипаттау.**

СЫЙЫМДЫЛЫҚТЫҢ АНЫҚТАМАСЫ

Конденсатордың Құрылымы:

- Конденсатор – екі өткізгіш пластинадан және олардың арасындағы оқшаулағыш қабаттан (диэлектриктен) тұрады.
- Өткізгіш табақшаларды бөлу арқылы құрастырылады.
- Параллель пластиналар арасындағы оқшаулағыш материал Диэлектрик деп аталады (мысалы, ауа, Mylar®, шақпақ тас).

Зарядтың Сақталуы:

- Ток конденсатор арқылы өткенде, қарсы белгілердің зарядтары тиісті пластиналарға жиналады.
- Бір пластинадағы оң заряд басқа пластинадағы тең шаманың теріс зарядымен теңестіріледі.
- Сыйымдылық (C): Мінсіз конденсаторда сақталған заряд (q) – пластиналар арасындағы кернеуге (v) пропорционал келеді.

Өлшем бірлігі:

- Пропорционалдылық тұрақтысы – сыйымдылық C, өлшембірлігі Фарадтар (F).
- Фарад (F) – вольттің кулонға қатынасына тең.
- Фарад – өте үлкен сыйымдылық. Көбіне пикофарадтардан ($1 \text{ pF} = 10^{-12} \text{ F}$) 0.01 F дейінгі ауқымдағы сыйымдылықтар қолданылады.

ТОК ЖӘНЕ КЕРНЕУ АРАСЫНДАҒЫ БАЙЛАНЫС

Кернеу жағдайындағы ток:

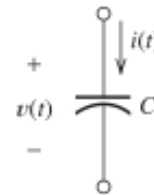
- Ток – заряд ағынының уақытқа жылдамдығы.
- Ток пен кернеу арасындағы байланыс (сыйымдылық уақыттың функциясы болмаған жағдайда):

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

- Егер анықтамалықтар пассивті конфигурацияға қарама-қарсы болса, теңдеу минус белгісіне ие болады.

Тұрақты Ток (ТТ) режимі:

- Егер кернеу тұрақты болып қалса ($v = \text{const}$), онда заряд тұрақты болады, ал кернеудің туындысы нөлге тең болады.
- Нәтижесінде: Тұрақты ТТ кернеуі үшін конденсатор ашық тізбек ретінде жұмыс істейді ($i=0$).
- Кернеу жоғарылаған кезде ток конденсатор арқылы өтеді және зарядтар жиналады. Кернеу төмендегенде, токтың бағыты қарама-қарсы болып, жиналған заряд алынып тасталады.



КЕРНЕУ ЖӘНЕ ЭНЕРГИЯ

Ток жағдайындағы кернеу:

- Егер сыйымдылық арқылы өтетін $i(t)$ тогы белгілі болса, кернеуді табу үшін токты интеграциялау қажет. t_0 уақытындағы бастапқы кернеу $v(t_0)$ белгілі болса, кез келген t уақытындағы кернеу:

$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(\tau) d\tau + v(t_0)$$

Конденсаторда Сақталған Энергия (W):

- Жеткізілген қуат (p) – ток пен кернеудің көбейтіндісі.
- Жеткізілген энергия – қуатты уақыт бойынша интеграциялау арқылы табылады.
- Конденсаторда сақталатын энергияның формуласы $w(t) = \frac{1}{2} C v^2(t)$

$$w(t) = \frac{q^2(t)}{2C}$$

- Энергия пластиналар арасындағы электрлік өрісте сақталады және тізбекке қайтарылуы мүмкін.
- Энергияны заряд арқылы да өрнектеуге болады:

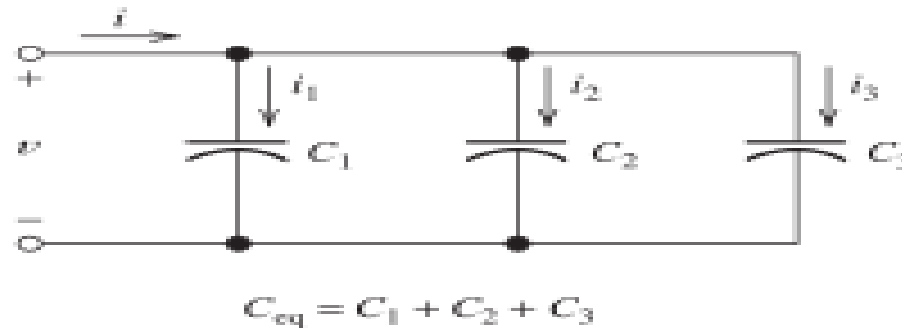
ПАРАЛЛЕЛЬ ЖӘНЕ ЖҮЙЕЛІ СЫЙЫМДЫЛЫҚТАР

Параллель қосылған сыйымдылықтар (C_{eq}):

- Параллель тізбектегі элементтердің әрқайсысында бірдей кернеу болады (v).
- КТЗ-ны қолдану арқылы (токтардың қосындысы), эквивалентті сыйымдылық табылады.
- Ереже: Эквивалентті сыйымдылықты табу үшін параллель келген сыйымдылықтарды қосамыз

$$i_{eq} = C_1 + C_2 + C_3$$

- Параллель келген сыйымдылықтар жүйелі келген кедергілер сияқты біріктіріледі.



ЖҮЙЕЛІ СЫЙЫМДЫЛЫҚТАР

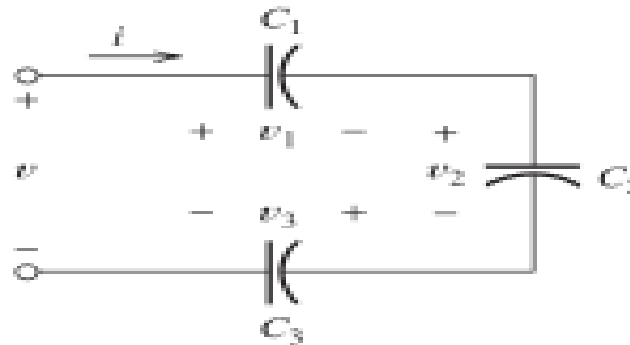
Жүйелі (Тізбектелген) қосылған сыйымдылықтар (C_{eq}):

Үш жүйелі сыйымдылықтарға арналған эквивалентті сыйымдылық кері шамалардың қосындысы арқылы табылады.

$$C_{eq} = \frac{1}{1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3}$$

Ереже: Жүйелі келген сыйымдылықтар параллель келген кедергілер сияқты біріктіріледі.

Практикалық қолданыс: Төменгі кернеу көздерінен жоғары кернеулерді алу үшін, конденсаторларды параллель зарядтап, кейін оларды жүйелі комбинацияға ауыстырады. Бұл кернеу көзін n рет арттырады (мысалы, жүрекширатқыштарда).



$$C_{eq} = \frac{1}{1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3}$$

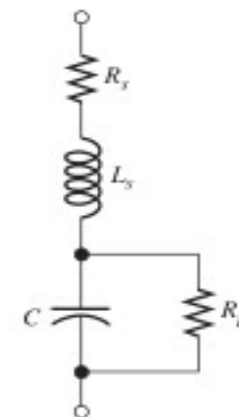
ТӘЖІРИБЕЛІК ЖӘНЕ ЖАЛҒАН ӘСЕРЛЕР

Тәжірибелік Конденсаторлар:

- Ықшам электрондық тізбектер үшін үлкен өлшемді параллель-пластиналы конденсаторлар тым үлкен.
- Кіші көлемге қол жеткізу үшін пластиналар диэлектрлік қабатпен кезектесіп ауыстырылады және ширатылады (оралады).
- Электролиттік конденсаторлар: Көлем бірлігіне жоғары сыйымдылықтың қатынасын тудырады. Оларға тек кернеудің бір өрісін (тиісті полярлығын) қолдану керек, себебі қарама-қарсы өріс диэлектрлік қабатты химиялық әсерге ұшыратады.

Жалған Әсерлер (Паразиттер):

- Нақты конденсаторлар идеалды сыйымдылық ретінде модельдене бермейді.
- Толық тізбектің моделіне жалған элементтер кіреді: 1. R_s (жүйелі кедергі): Пластина материалдарының кедергісі әсерінен. 2. L_s (жүйелі индуктивтілік): Токтың өтуі кезінде магнит құру әсерінен. 3. R_p (параллель кедергі): Диэлектр арқылы өтуді қамтамасыз ететін кедергі (ешқандай материал тамаша оқшаулағыш емес).
- Кейбір жағдайда "жетіспеген энергия" осы жалған кедергілерде (R_s) таралатын жылу энергиясы болып табылады.



Қорытынды

- ✓ Кернеу бөлгіш: Тізбектей жалғанған кедергілерде кернеуді бөлу үшін қолданылады. Кернеу үлесі кедергілердің қатынасына пропорционал.
- ✓ Ток бөлгіш: Параллель жалғанған кедергілерде токты бөлу үшін қолданылады, бірақ негізгі формула тек екі кедергі үшін жарамды.
- ✓ Түйін-кернеу әдісі: Ең жалпылама талдау әдісі. Кез келген күрделі тізбекті, оның ішінде тізбектей/параллель комбинацияға келтіру мүмкін емес тізбектерді талдауға мүмкіндік береді.
- ✓ Талдау қадамдары: Тірек түйінін таңдау, КТЗ теңдеулерін түйін кернеулері арқылы жазу, матрицалық жүйені ($GV=I$) шешу.
- ✓ Қолданысы: Уитстон көпірі сияқты құрылғылар дәлдікті өлшеуде кернеу бөлу принципін пайдаланады.

Қайталау сұрақтары

1. Конденсатор дегеніміз не және ол қандай бөліктерден тұрады?
2. Сыйымдылықтың формуласы қандай және оның өлшем бірлігі қалай анықталады?
3. Неліктен тұрақты ток үшін (ТТ) конденсатор ашық тізбек сияқты болады?
4. Конденсатордағы ток пен кернеу арасындағы байланыс қандай теңдеумен сипатталады?
5. Конденсаторда сақталатын энергияның формуласы қандай?
6. Сыйымдылықтарды параллель және жүйелі қосқанда эквивалентті сыйымдылық қалай табылады?
7. Параллель пластиналы конденсатордың сыйымдылығы қандай параметрлерге тәуелді?
8. Электролиттік конденсатордың ерекшеліктері мен шектеулері қандай?
9. Конденсатордағы жетіспейтін энергия неліктен пайда болады және ол қайда кетеді?
10. Нақты конденсаторларды сипаттайтын жалған элементтер (R_s , L_s , R_p) нені білдіреді?

Назарларыңызға рақмет!