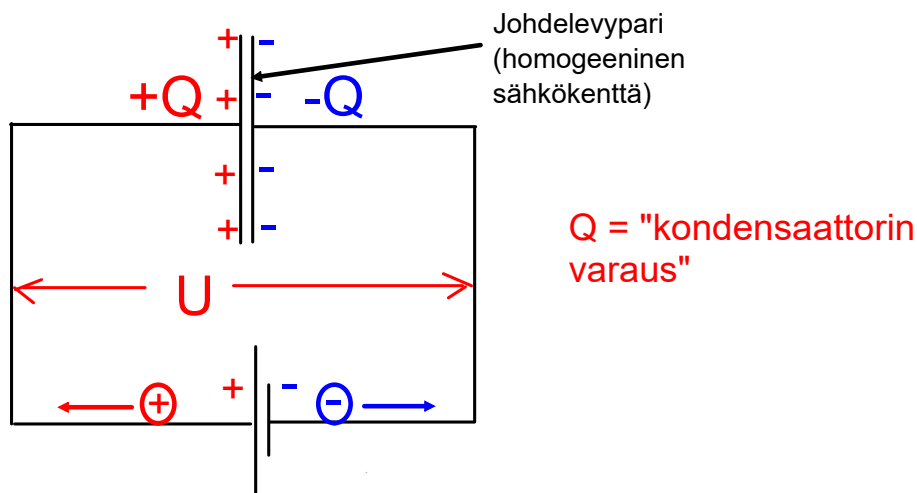


## 14 Kondensaattori

Kondensaattori on laite, johon voidaan ladata sähkövirtaa:



huhti 1-14:27

Kondensaattorin perusyhtälö:

Varaus  $Q$  riippuu latausjännitteestä  $U$

$$Q = CU$$

$C$  = kondensaattorin KAPASITANSSI

Kapasitanssin yksikkö:

$$Q = CU, \text{ jolloin } C = \frac{Q}{U} \quad \text{ja}$$

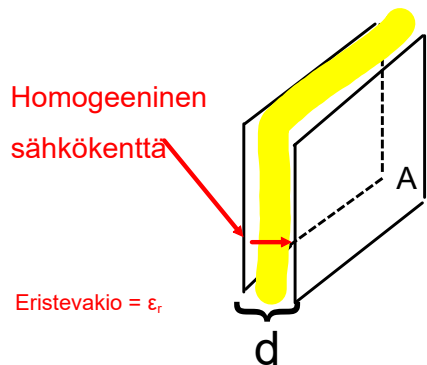
$$[C] = \frac{[Q]}{[U]} = \frac{1\text{C}}{1\text{V}} = 1 \frac{\text{C}}{\text{V}} = 1\text{F (faradi)}$$

Yleensä kapasitanssit ovat suuruusluokkaa 1pF - 1 mF.

huhti 1-14:33

## Levykondensaattori

- kaksi lähekkäistä johdepintaa
- välissä mahdollisimman hyvä ja ohut eriste



## Levykondensaattorin kapasitanssi

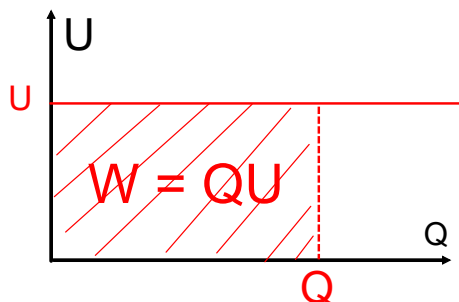
$$C = \epsilon_r \epsilon_0 \frac{A}{d}$$

MAOL s.131

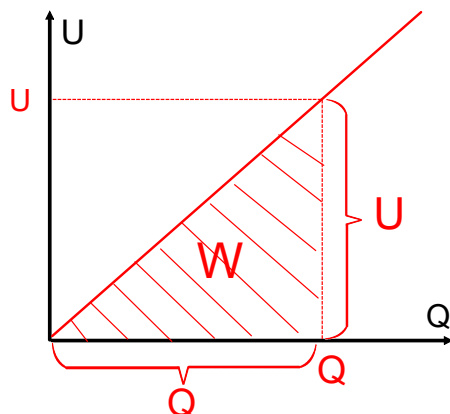
huhti 1-14:50

## Kondensaattorin energia

$$W = QU$$



Yleistys: pinta-alatulkinta:



$$Q = CU \Rightarrow U = \frac{1}{C} \cdot Q$$

$$W = \frac{1}{2} \cdot QU$$

huhti 3-8:39

Kondensaattorin energia on siis

$$E = E_c = \frac{1}{2}QU.$$

Toisaalta perusyhtälön nojalla  $Q = CU$ , joten

$$E_c = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}CU \cdot U = \underline{\frac{1}{2}CU^2}.$$

Lisäksi  $U = \frac{Q}{C}$ , joten

$$E_c = \frac{1}{2}QU = \frac{1}{2}Q \cdot \frac{Q}{C} = \frac{Q^2}{2C}$$

Siis  $E_c = \frac{1}{2}QU = \underline{\frac{1}{2}CU^2} = \frac{Q^2}{2C}$  MAOL s. 131

## KT 14.7, 14.9

huhti 3-8:49

Purkautuvan kondensaattorin jännite

1. Lataa käyttämäsi kondensaattori noin viiden voltin jännitteellä. Kytke punainen johdin jännitelähteen plus-napaan ja musta johdin miinusnapaan.
2. Kytke varattu kondensaattorisysteemi yleismittariin. Ole tarkkana plus- ja miinusnapojen kanssa, jotta ne tulisivat oikein päin.
3. Siitä hetkestä alkaen, kun molemmat johtimet on kytketty mittalaitteeseen, kondensaattorin varaus ja samalla sen jännite alkavat pienentyä. Miksi?
4. Mittaa ja kirjaa kondensaattorisysteemin jännitettä esimerkiksi kahden minuutin välein.

huhti 6-16:34

## 5. Laadi taulukkomalli:

t(min)	t(s)	U(V)	lnU
0	0	4,00	1,386
2	120	3,24	1,175
4	240	2,63	0,967
6	360	2,15	0,765
8	480	1,75	0,560
10	600	1,43	0,358
12	720	1,17	0,157
14	840	0,96	-0,041
16	960		
18	1080		
20	1200		

huhti 6-16:36

6. Piirrä kondensaattorin jännite  $U = U(t)$  ajan funktiona.

7. Kondensaattorin jännitteen lauseke on  $U = U(t) = U_0 e^{-kt}$ , missä  $U_0 = U(t = 0)$  ja  $k = \text{vakio}$ . Piirrä pistejoukko  $(t, \ln U)$  ja totea, että saat suoran yhtälön.

Käsin tehty suorasovitus:  $C \approx 58 \mu\text{F}$ .

PNS:  $C \approx 58,9 \mu\text{F}$ .

huhti 6-16:37

elok. 17-18.06

8. Koska  $U = U_0 e^{-kt}$ , saadaan luonnollista logaritmifunktiota käyttäen ehto

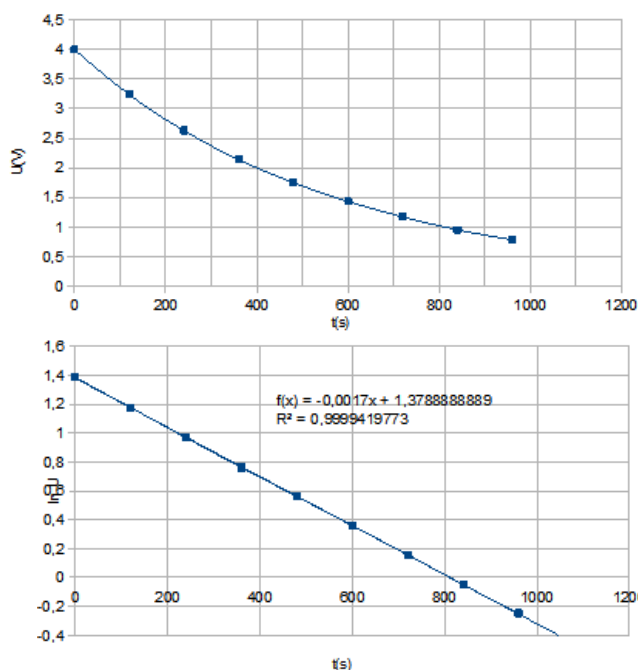
$$\ln(U) = \ln(U_0 e^{-kt}) = \ln U_0 - \underbrace{kt \cdot \ln e}_1 = \ln U_0 - kt.$$

Voidaan osoittaa, että  $k = 1/RC$ , missä  $C$  on kondensaattorin kapasitanssi ja  $R$  on jännitemittarin sisäinen resistanssi.

Määritä mittaustuloksista vakio  $k$  graafisesti (suoran kulmakertoimena) ja laske sen avulla kondensaattorin tarkka kapasitanssi, kun jännitemittarin sisäinen resistanssi  $R = 100\text{M}\Omega$ .

elok. 17-17.40

## Eräs mittaus...



Tulokset:

$$k \approx 0,0017 \text{ 1/s}$$

$$R = 10 \cdot 10^6 \text{ V/A}$$

$$C \approx 58,8 \text{ } \mu\text{F.}$$

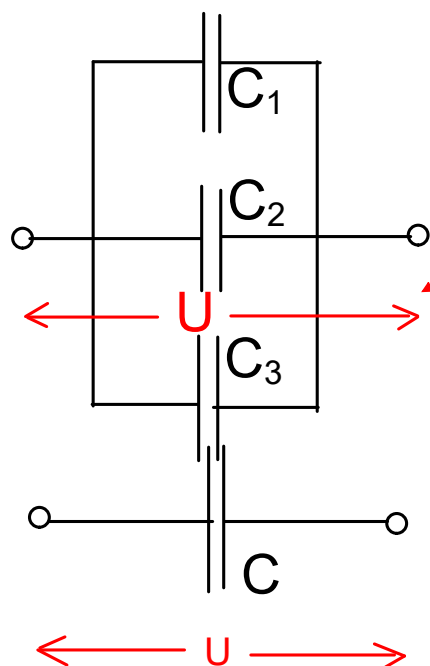
Nimellisarvo:

$$C \approx 47 \text{ } \mu\text{F.}$$

touko 23-14:16

## Kondensaattorien kytkentäsäännöt

### Rinnankytkentä



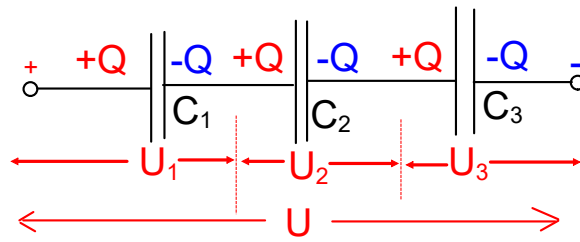
Kaikissa kondensaattoreissa on  
SAMA JÄNNITE.

Korvaava kytkentä:  
Kokonaiskapasitanssi  
saadaan summana

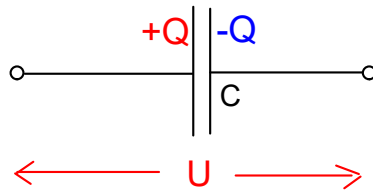
$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

huhti 3-8:54

Sarjakytkentä: Oleellista: Kaikissa kondensaattoreissa on SAMA VARAUS.



Korvaava kytkentä:



Korvaavan kytkennän kapasitanssi saadaan kaavasta

$$\frac{1}{C} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

huhti 3-9:03

helmi 9-16:00