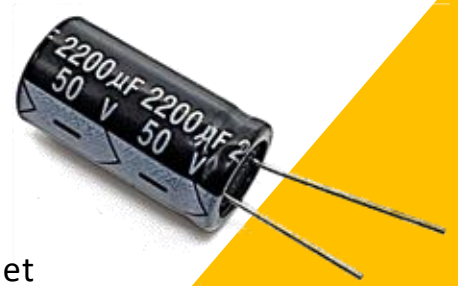
Kondensatorer och begreppet Kapacitans

En kondensator är en komponent som har förmågan att lagra laddning och därmed elektrisk energi. Kondensatorer finns i en mängd olika utföranden men den principiella funktionen är gemensam för alla.
Kapacitans betecknas C och är förmågan att ta upp laddning q per spänningsenhet U.
Enheten för kapacitans är Farad F. Den kan också uttryckas som permittiviteten ε multiplicerad med plattornas area A dividerad med avståndet d mellan dem.

Kapacitans: $C = \frac{q}{U}$ $[F]$ (Farad)



Kapacitans: $C = \varepsilon \frac{A}{d}$



Permittiviteten ε är materialets förmåga att lagra laddning.

$\varepsilon = \varepsilon_0 \varepsilon_r$ där $\varepsilon_0 = 8.85 \cdot 10^{-12}\ F/m$ och ε_r beror av materialet

I luft är $\varepsilon_r \approx 1$ och ε kan sättas lika med ε_0

Serie- respektive parallellkoppling

Ersättningskondensatorn för serie- respektive parallellkoppling beräknas enligt nedan. Observera tvärtom jämfört med resistanser.

Seriekoppling



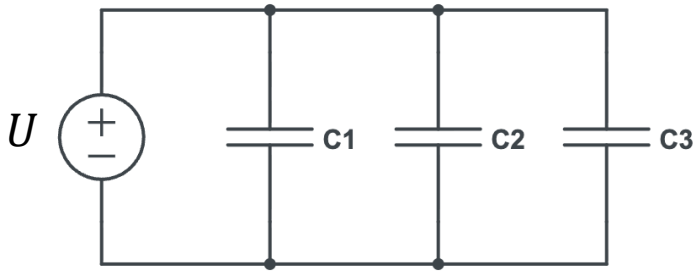
$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

Samma ström och därmed laddningen i hela kretsen ger:

$$\frac{q}{C} = \frac{q}{C_1} + \frac{q}{C_2} + \frac{q}{C_2}$$

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

Parallellkoppling



$$I = I_1 + I_2 + I_3$$

Samma spänning ger:

$$q = q_1 + q_2 + q_3$$

$$CU = C_1U + C_2U + C_3U$$

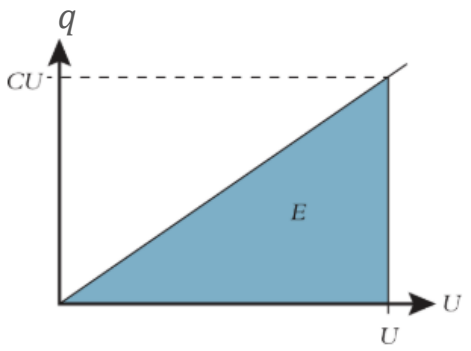
$$\boxed{C = C_1 + C_2 + C_3}$$

*) Notera att man i en verklig krets alltid bör ha ett motstånd i serie med kondensatorn.

Energi lagrad i kondensatorn

Energin som kondensatorn kan ladda upp kan tecknas enligt följande.

$$E = \frac{q \cdot U}{2}$$



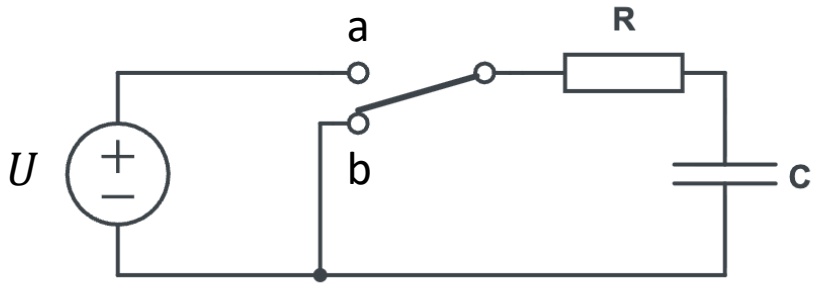
$$q = C \cdot U \Rightarrow \qquad E = \frac{C \cdot U^2}{2}$$

*) Den elektriska energin motsvarar arean i q$-U$ grafen och kan således även bestämmas med en integral.

$$E = \int dE = \int q \cdot dU = \int CU dU = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

Upp- och urladdning av en kondensator

Studera nedanstående RC-krets. Spänningen och strömmen i varje tidsögonblick kan bestämmas ur en differentialekvation.



$$U = U_R + U_C$$

$$U = R \cdot I + \frac{q}{C}$$

$$U = R \cdot q' + \frac{1}{C} \cdot q$$

$$q' + \frac{1}{RC} \cdot q = \frac{U}{R}$$

$$q = UC(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

<u>Vid uppladdning (strömbrytaren i läge a):</u>

$$U_C = \frac{q}{C} = U(1 - e^{-\frac{t}{RC}})$$

$$I = q' = \frac{U}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

<u>Vid urladdning (strömbrytaren i läge b):</u>

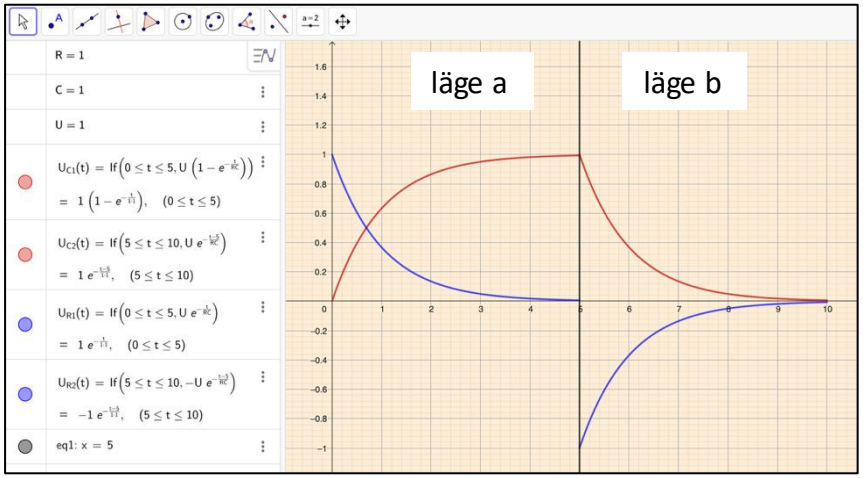
$$U_C = R \cdot I = Ue^{-\frac{t}{RC}}$$

$$I = -q' = -\frac{U}{R} e^{-\frac{t}{RC}}$$

Upp- och urladdning av en kondensator (forts.)

Om strömbrytaren står i läge a kommer kondensatorn att laddas upp till den når spänningen U, samtidigt som strömmen går mot noll. När strömbrytaren sedan slår om till läge B urladdas kondensatorn genom att strömmen börjar flyta i motsatt riktning samtidigt som spänningen går mot noll.

Spänning U_C och U_R:



Ström I :

