

**Kap. 26**  
**Likestrømskretser**

**Målsetning:**  
Kunne analysere enkle likestrømskretser

**Punktvis:**

- Resistanser i serie og parallell
- Kirchhoffs regler
- RC-kretser

**Pensum:**

- Y&F kap. 26.1+2+4 LH&L: 21.3+22.3+22.4

## Motstander

### Fargekoder.

4-Band code: 4 7 000 ±5% 47k-Ohm ±5%

5-Band code: 5 1 0 00 ±1% 51k-Ohm ±1%

1st Digit	2nd Digit	3rd Digit	Multiplier	Tolerance
0	0	0	1	
1	1	1	10	1%
2	2	2	100	2%
3	3	3	1000	
4	4	4	10000	
5	5	5	100000	
6	6	6	1000000	
7	7	7		0.1 Gold
8	8	8		5% Gold
9	9	9		10% Silver

1/4-WATT OR 1/2-WATT OR 1-WATT OR 2-WATT

## Motstander

Serie:  $R = R_1 + R_2 + R_3$

Parallell:  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$   
 $G = G_1 + G_2 + G_3$

(fig 26.1)

**Motsatt for kondensatorer:**

Parallell:  $C = C_1 + C_2 + C_3$

Serie:  $1/C = 1/C_1 + 1/C_2 + 1/C_3$

(fig 24.9)

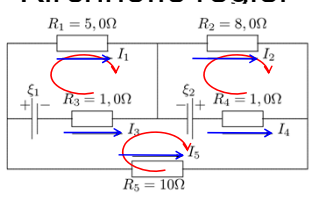

### Eks. 1 Effekt i parallell- og seriekopling

Serie

Parallell  
4 x større effekt

(fig 26.5)

### Kirchhoffs regler

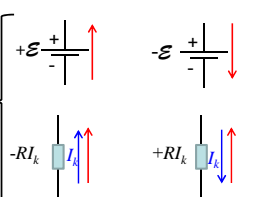



Gustav R. Kirchhoff  
(1824-87)  
tysk fysiker (elektrisitet og spektroskop)

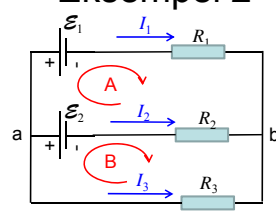
Velg greinstrømmer med retning  $I_k$

- Strømløv (knutepunktregel):  $\sum I_k = 0$
- Spenningslov (maskestrømsregel):  $\sum V_k = 0$

OBS fortegn (tenk på spenningsdiagram):



### Eksempel 2



Greinstrømmer  $I_k$

Masker og -retninger

Fritt valg av masker og av greinstrømretninger

(K2) maske A:  $-E_1 - R_1 I_1 + R_2 I_2 + E_2 = 0$  (1)

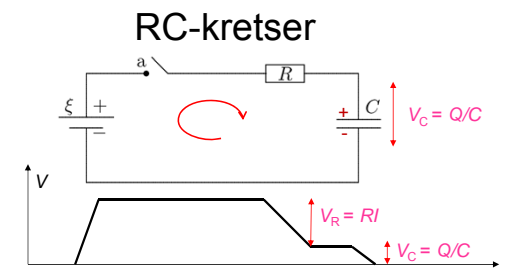
(K2) maske B:  $-E_2 - R_2 I_2 + R_3 I_3 = 0$  (2)

(K1) kn.pkt. a:  $I_1 + I_2 + I_3 = 0$  (3)

Løsning: 
$$I_1 = \frac{E_2 R_3 - E_1 (R_2 + R_3)}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

osv.: 
$$I_2 = \frac{-E_2 (R_1 + R_3) + E_1 R_3}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3} \quad I_3 = \frac{E_1 R_2 + E_2 R_1}{R_1 R_2 + R_1 R_3 + R_2 R_3}$$

### RC-kretser



Kondensatorspenning  $V_C$  inngår i Kirchhoffs spenningslov tilsvarende en ems.

**OBS:**  $Q$  tar tid å endres:  
**Ladning på kondensator**  $Q$  kan ikke endres brått.  
 => **Spennning på kondensator**  $V_C = Q/C$  kan ikke endres brått.

**Strøm til kondensator**  $I = dQ/dt$  kan endres brått.

**Spennning over motstand**  $V_R = RI$  kan endres brått.

**Strøm**  $I = V_R/R$  gjennom motstand kan endres brått.

### Kap. 26: Likestrømskretser Oppsummering

**Motstander i serie:**  $R = R_1 + R_2 + R_3$

**Motstander i parallell:**  
 Resistans  $R$ :  $1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$   
 Konduktans  $G$ :  $G = G_1 + G_2 + G_3$

**Kirchhoffs regler:**

- Strømløv (knutepunktlov):  $\sum I_k = 0$
- Spenningslov (maskestrømslov):  $\sum V_k = 0$   
 OBS fortegn, tenk på spenningsdiagram

**RC-kretser:**  
 Kondensatorspenning  $V_C$  inngår i Kirchhoffs spenningslov tilsvarende en ems.  
 $V_C$  og  $Q = CV_C$  tar tid å endres:  
 Kondensator: Spennning  $V_C = Q_C/C$  kan ikke endres brått.  
 Strøm  $I = dQ/dt$  kan endres brått.

Motstand: Spennning  $V_R = RI$  kan endres brått.  
 Strøm  $I$  kan endres brått.

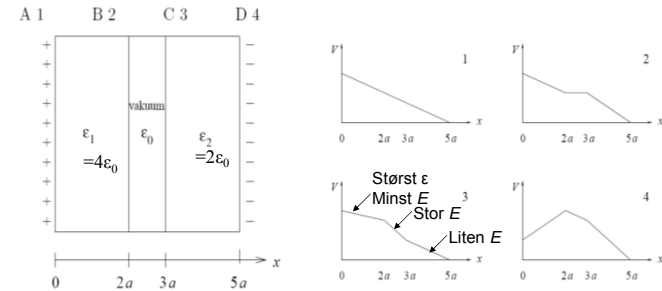
• Noen av Støvnings flervalgsoppgaver

15) Potensialet på et uendelig stort positivt ladet plan er  $-20$  V. Planet har en uniform ladningstetthet  $4 \text{ nC/m}^2$ . I hvilken avstand fra planet er da  $V = 0$ ?

- A 9 m
- B 9 cm
- C 9 mm
- D Potensialet  $V$  er her negativt overalt.

• Flervalgsoppgaver

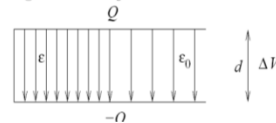
16) To tilnærmet uendelig store metallplater har ladning  $\pm\sigma$  pr flateenhet og er plassert i  $yz$ -planet, dvs i  $x = 0$  (den positive), og i  $x = 5a$  (den negative), som vist i figuren nedenfor til venstre. Rommet mellom platene er delvis fylt med to (elektrisk nøytrale) dielektriske lag, som vist i figuren til venstre. Det dielektriske laget i rommet  $0 < x < 2a$  har permittivitet  $\epsilon_1 = 4\epsilon_0$ . Det dielektriske laget i rommet  $3a < x < 5a$  har permittivitet  $\epsilon_2 = 2\epsilon_0$ . Hvilken av de fire grafene i figuren nedenfor til høyre illustrerer da potensialet  $V$  som funksjon av avstanden  $x$  fra den positivt ladete metallplata?



• Flervalgsoppgaver

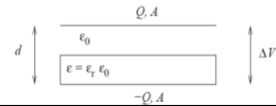
17) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand  $d$ . De to metallplatene har ladning henholdsvis  $Q$  og  $-Q$ . Et dielektrikum med permittivitet  $\epsilon > \epsilon_0$  fyller den venstre halvdel av rommet mellom kondensatorplatene, som vist i figuren. I den høyre halvdel av rommet har vi vakuum. Pilene i figuren angir da feltlinjer for

- A elektrisk forskyvning  $D$
- B elektrisk felt  $E$
- C polarisering  $P$
- D både  $D$  og  $E$



19) En parallellplatekondensator består av to parallelle metallplater i innbyrdes avstand  $d$ . De to metallplatene har areal  $A$  og ladning henholdsvis  $Q$  og  $-Q$ . Et dielektrikum med permittivitet  $\epsilon = \epsilon_r \epsilon_0 > \epsilon_0$  fyller den nederste halvdel av rommet mellom kondensatorplatene, som vist i figuren. I den øverste halvdel av rommet har vi vakuum. Hva blir kondensatorens kapasitans  $C$ , uttrykt ved  $C_0 = \epsilon_0 A/d$ , som ville ha vært kapasitansen uten dielektrikum til stede? (Tips: Dette er en seriekobling av to kondensatorer.)

- A  $C = [2\epsilon_r/(\epsilon_r + 1)] C_0$
- B  $C = [\epsilon_r/(\epsilon_r + 1)] C_0$
- C  $C = (\epsilon_r + 1) C_0$
- D  $C = [(\epsilon_r + 1)/2] C_0$



Svar Støvnings flervalgsoppgaver

- 15) D
- 16) C
- 17) A
- 19) A