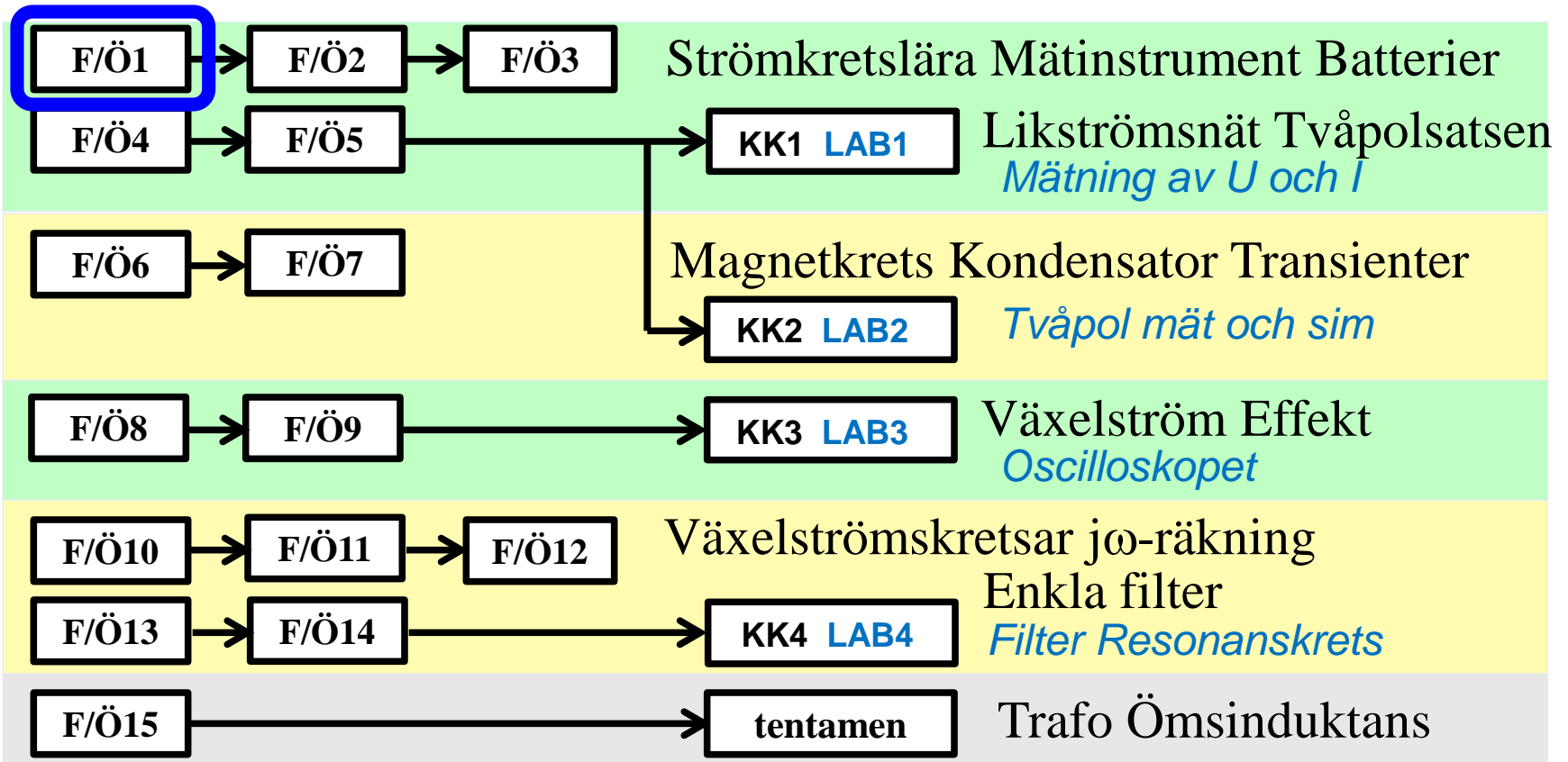
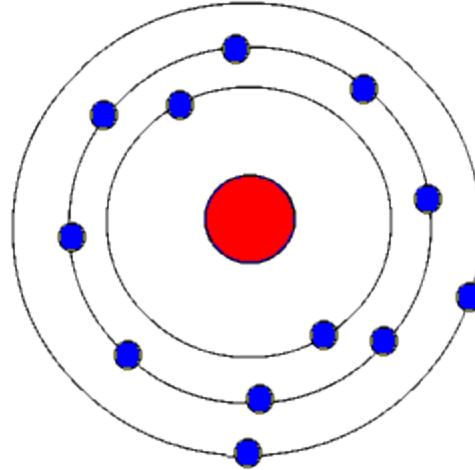


IF1330 Ellära



*Föreläsningar och övningar bygger på varandra! Ta alltid igen det Du missat!
Läs på i förväg – delta i undervisningen – arbeta igenom materialet efteråt!*

Vad är elektricitet



Exempel: Skolmodell av en Magnesiumatom.

Magnesium med atomnumret 12 har 12 protoner i kärnan som binds ihop med 12 neutroner.

I banor runt kärnan kretsar 12 elektroner. Det innersta skalet är fullt och har 2 elektroner, nästa skal är fullt och har 8 elektroner, det yttersta sk. valensskalet innehåller 2 elektroner (med plats för ytterligare 6).

Mendeljevs upptäckt

group 1 Period = 8 18

1	2	13	14	15	16	17	18	
1	H						He	
2	3	4	5	6	7	8	9	10
	Li	Be	B	C	N	O	F	Ne
3	11	12	13	14	15	16	17	18
	Na	Mg	Al	Si	P	S	Cl	Ar
	19	20	21	22	23	24	25	26

Li	Be	B
Na	Mg	Al
K	Ca	Sc

1869 studerade den ryske kemisten Mendelejev de då kända grundämnena i turordning efter atomvikt. Han fann att liknande material-egenskaper i allmänhet återkom hos ämnen med avståndet *åtta* steg i atomviktslistan. Han placerade därför grundämnena i följd i en "matris" med 8 kolumner, i stället för som en enkel atomviktslista. Detta visade sig vara lyckosamt, för många grundämnen kunde man "förutsäga" deras fysikaliska och kemiska egenskaper genom att snegla på grannarnas.

Periodiska systemet

Periodic table

group	1	2											13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg															Ar	
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac															
			6	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	
			7	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	
				Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr	

Legend:

- alkali metals
- alkaline earth metals
- transition metals
- other metals
- other nonmetals
- halogens
- noble gases
- lanthanides
- actinides

©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Elektricitet handlar om laddningar, så även grundämnenas elektriska egenskaper avgörs av valenselektronerna.

Ledare/Isolator/Halvledare

Grundämnen indelas i metaller och icke-metaller.

Mer än tre fjärdedelar av våra grundämnen är metaller (medan vår närmaste omvärld, vårt jordklot består till 75% av icke-metaller).

Periodic table

group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
period 1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac															
6																		
7																		

©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.

Metaller har bra förmåga att leda elektrisk ström, de är **ledare**. De har som mest halvfulla valensskal (1 ... 5 valenselektroner). Atomernas elektronhölje bildar ett för metallen gemensamt "elektronmoln".

Icke-metallerna är **isolatorer**, det vill säga dåliga ledare av elektrisk ström. De har fulla, eller nästan fulla, valensskal med hårt bundna elektroner.

Ledare/Isolator/Halvledare

Även ämnen med halvfylla valensskal kan vara isolatorer. Det finns kristallinska material där valenselektronerna binds hårt till närliggande atomer.

Kol i form av grafit är ett ledande material, medan kol i form av diamant är en isolator.

Periodic table

group	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	H																	He
2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
7	Fr	Ra	Ac															
6																		
7																		

©1997 Encyclopaedia Britannica, Inc.

I det periodiska systemet står metallerna till vänster och icke-metallerna till höger.

I området mellan metaller och icke-metaller finns halvmetallerna, som i elektriskt hänseende är **halvledare**. Dessa material har fått en stor betydelse för elektroniken.

Spänning, ström och resistans



En elektrisk ström består av av laddningar i rörelse. En metalltråd innehåller fria elektroner men även om de hela tiden rör sig (p.g.a. värmerörelsen), så sker detta slumpmässigt utan att därför någon *nettoström* uppkommer. Om man tillför laddning, elektroner, till metalltrådens ena ände så stör man jämvikten och en utjämningsström av elektroner flyter kortvarigt i tråden. Om man dessutom kan bortföra elektronerna från metalltrådens andra ände så fortsätter strömmen att flyta genom tråden.

Laddning Q [As, Coulomb C]

Storheten laddning betecknas Q . Enheten för laddning benämnes ampere-sekund [As], eller coulomb [C].

Hur tillför/bortför man elektroner?

I ett batteri sker elektrokemiska reaktioner som resulterar i ett överskott av elektroner vid den ena elektroden och ett underskott vid den andra (mer om detta senare).

Om metalltrådens ändrar ansluts till ett batteris elektroder så flyter det således en elektrisk ström.

Batteriet kan ses som en "laddningspump" som pumpar elektroner genom den elektriska kretsen. Batteriet har, med ett ålderdomligt ord, en elektromotorisk kraft **emk**.

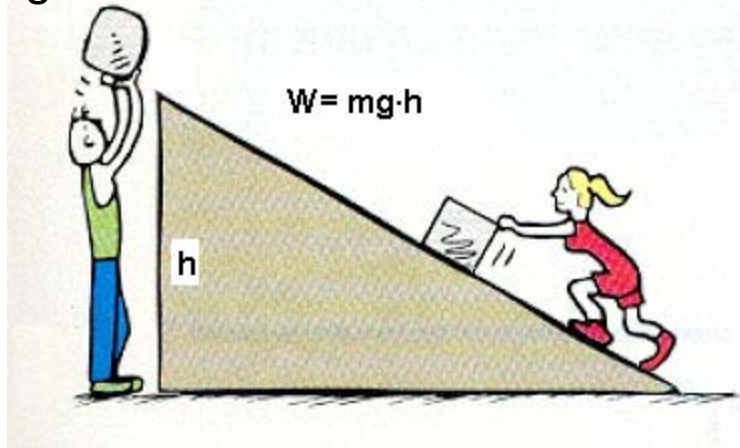
Storheten för emk betecknas med E (eller med U).

Enheten för emk är volt [V].

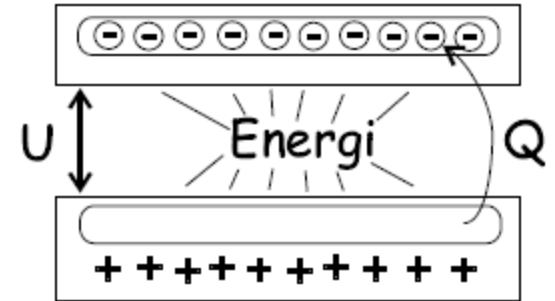
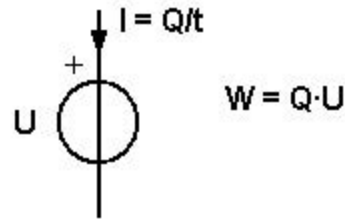
William Sandqvist william@kth.se

Energi W

Flytta en massa m höjden h i ett gravitationsfält



Flytta en laddning Q "höjden" U i ett elektriskt fält



Ur "Ellära med elektromagnetism"

Att lyfta en sten till höjden h kräver energin $W = mg \cdot h$. Energin kan sedan utvinnas när stenen faller.

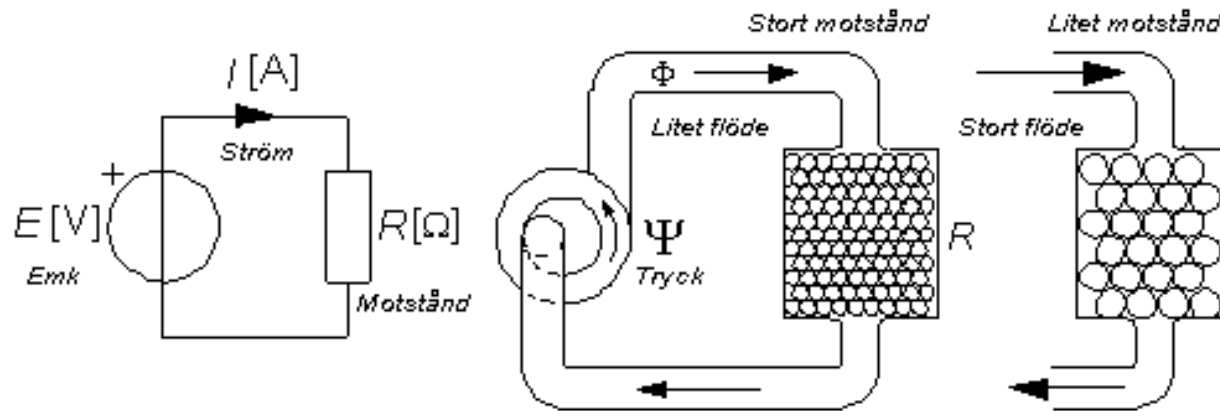
Att flytta en laddning Q in i ett 1V batteri (= ladda batteriet) kräver energin $W = Q \cdot U$. Energin kan sedan utvinnas när batteriet urladdas.

Ex. det krävs 1 Joule energi för att ladda ett 1 Volt batteri med laddningen 1 Coulomb.

William Sandqvist william@kth.se

Vätskeanalogi

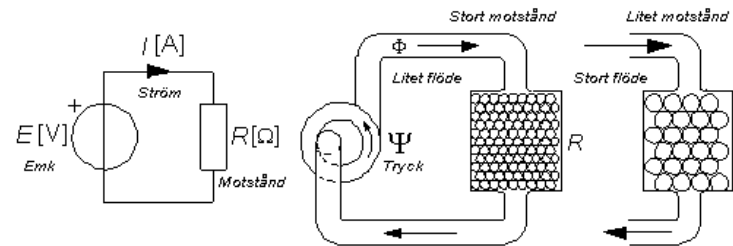
Många tycker att elektrotekniken är abstrakt. Det är därför vanligt att man jämför de abstrakta elektriska kretsarna med mer konkreta vätskeanalogier. Emken (batteriet) kan liknas vid en vattenpump. Pumpens tryckskillnad mellan inlopps- och utloppsrör Ψ motsvarar emkens spänning E .



Pumpen kan cirkulera vätska igenom tex. ett filter (eller en kylare). Vätskeflödet möter hinder eller motstånd längs vägen. Om filtret är fyllt med "sand" blir motståndet stort och pumpens tryck kommer bara räckta till att cirkulera ett litet vätskeflöde. Om filtret är fyllt med grus, räcker trycket till ett större flöde.

Vätskeanalogi

För den elektriska kretsen motsvaras vätske-flödet av strömmen av laddningar.

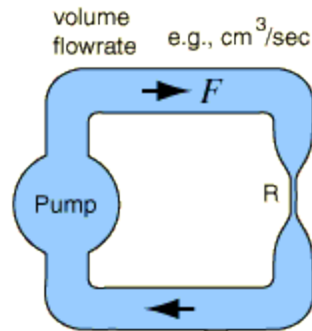


Storheten ström betecknas med I . Enheten för ström är ampere [A].

Den ström I som Emken E förmår driva genom metalltråden är materialberoende. Material med få fria elektroner har sämre ledningsförmåga, de har högre motstånd, än de med fler. När elektronerna passerar igenom materialet "krockar" de ibland med atomkärnor, det är detta som ger upphov till motståndet i materialet.

Det elektriska motståndet, resistansen, betecknas med R . Enheten för resistans är ohm [Ω].

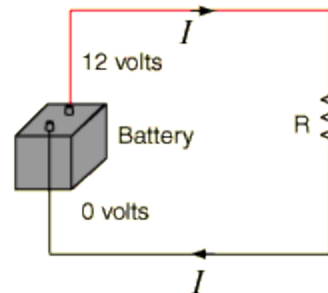
Water analogy to DC circuits



With continuous circulation around the pipe system, the volume flowrate must be the same at any cross-section of the pipe system.

Conservation of liquid

charge flowrate = current = $\frac{\text{coulombs}}{\text{second}} = \text{amperes}$



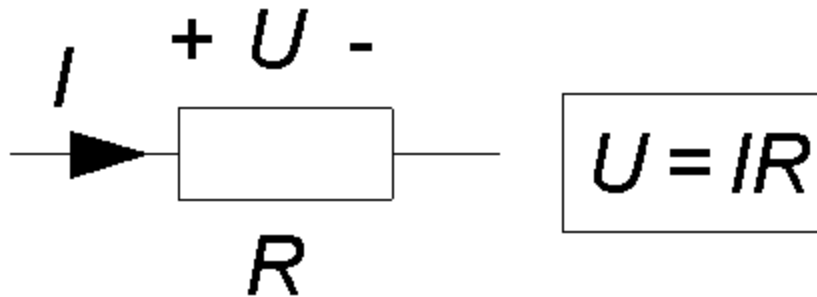
The electric current is the charge flowrate and it must be the same at any cross-section of the circuit. This is a general principle called the current law.

Conservation of charge

[hyperphysics](http://hyperphysics.com)

William Sandqvist william@kth.se

Ohm's Lag



Den tyske fysikern *Simon Ohm* uppställde år 1826 den regel som brukar kallas för **Ohms lag**. Om en ström I passerar igenom en ledare med resistansen R så faller spänningen med $U = I \times R$. Spänningsfallet blir proportionellt både mot strömmen och resistansen.

Med en vätskeanalogi kan man säga att det blir ett "tryckfall" när vätskeflödet passerar ett motstånd.

Amerikansk symbol för resistor



Förväxla inte med symbolen för spole, induktans, senare i kursen.



Plus och Minus

Man brukar rita spänningsfallets plustecken där strömmen går in i resistorn.

Detta innebär att strömmens riktning är från plus till minus - men är inte detta fel? Om strömmen består av elektroner så bör ju de dras mot resistorns positivt laddade ände?

På Ohm's tid hade man ingen kännedom om elementarpartiklarna och "gissade" helt enkelt fel - det är för sent att rätta till detta nu, så alla fortsätter på samma felaktiga sätt än idag ...

Ledningsförmåga

Werner von Siemens

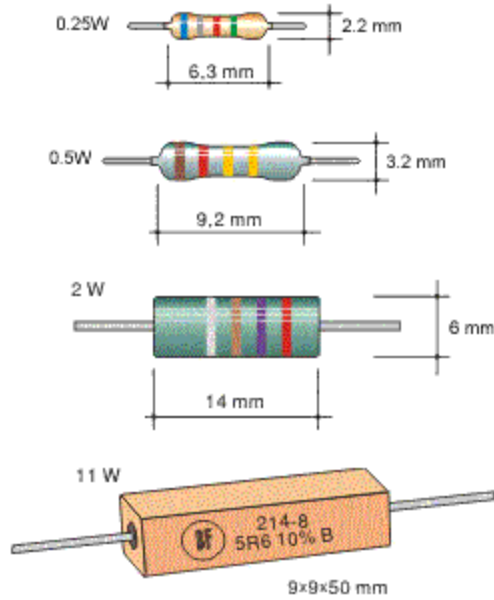
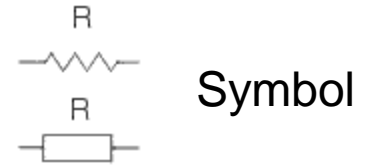


Ohm's lag kan alternativt skrivas med ledningsförmågan, konduktiviteten, G i stället för med resistansen R .

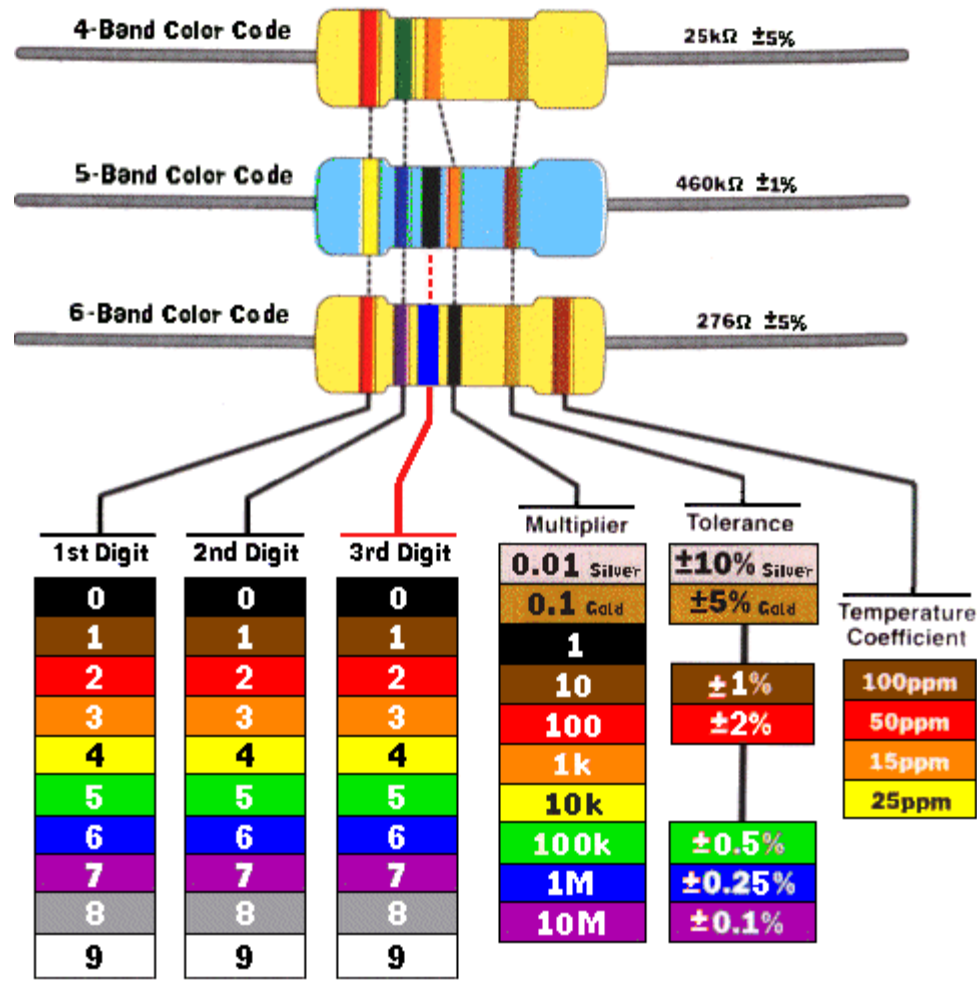
Konduktiviteten G har sorten [S] Siemens, eller lite skämtsamt "baklänges" för (Ω^{-1} , \mathcal{U}) MHO.

$$G = \frac{I}{U} \quad G = \frac{1}{R}$$

Resistorer



Resistorers Färgkod

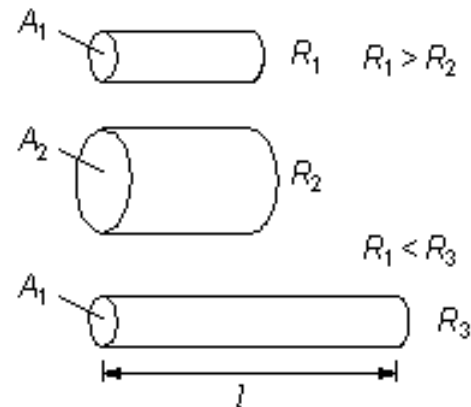


Ledningsresistans

Ledningsresistans

En ledningstråds resistans beror på hur många fria ledningselektroner som finns tillgängliga för laddningstransporten, det vill säga vilket material den är tillverkad av, men även på trådens area A . Eftersom ledningselektronerna stöter på motstånd längs tråden, så beror resistansen även på hur lång den är l . Resistansen bestäms ur formeln (det kan även vara bra att känna till sambandet mellan Area och diameter):

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad A = \pi \frac{D^2}{4}$$



Resistivitet

$$R = \rho \frac{l}{A} \quad A = \pi \frac{D^2}{4}$$

Resistivitet

Materialkonstanten ρ i resistansformeln brukar anges i sorten [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]. Detta förenklar beräkningar av kabelresistanser, eftersom det är naturligt att tala om kabellängder i m och tvärsnittsareor av storleksordningen mm^2 - den som inte känner till detta kan dock bli mycket förbryllad!

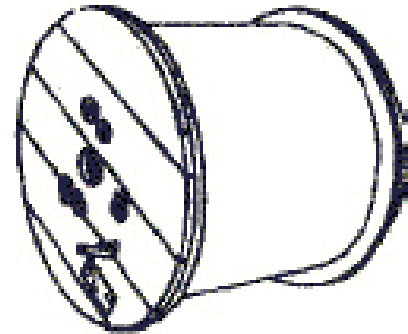
Metall	Resistivitet ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]	Legering	Resistivitet ρ [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]
Aluminium	0,027	Kanthal A	1,4
Guld	0,022	Konstantan	0,5
Järn	0,11	Manganin	0,43
Koppar	0,018	Nichrom	1,1
Nickel	0,08	Nikrotal	1,09
Silver	0,016		
Wolfram	0,06		

Exempel – hur lång är kabeln?

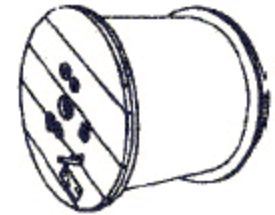
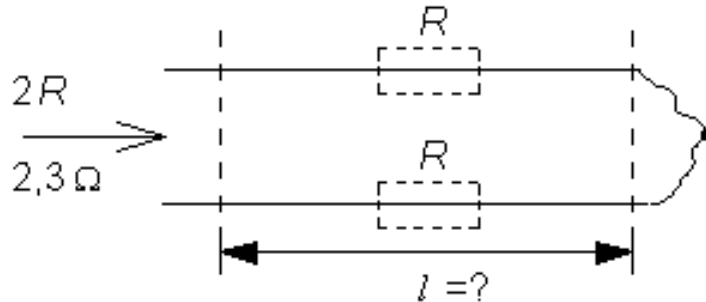
Exempel - hur lång är kabeln?

En elinstallationsfirma brukar ge sina praktikanter följande uppdrag - på lagret finns en stor och tung kabelrulle, hur lång är kabeln?

En kabel består av två ledare. En ledare och en återledare. De två ledarna i den kabelände som är inlindad längst in i rullen har avisolerats och tvinnats ihop. Den andra kabeländan är direkt åtkomlig. På kabelrullens sida står stämplat att ledarna har tvärsnittsarean $A = 2,5 \text{ mm}^2$.



Exempel – hur lång är kabeln?



En smart praktikant går och hämtar en Ω -meter och mäter resistansen mellan de två ledarna. Denna mätning ger $2R = 2,3 \Omega$.
Vardera ledaren har då resistansen $R = 1,15 \Omega$.

I tabellen står resistiviteten för koppar $\rho = 0,018$
(detta är utantill-kunskap för många inom elbranschen).

Kabelns längd l kan beräknas:

$$l = (R \times A) / \rho = 1,15 \times 2,5 / 0,018 = 159,7 \text{ m}$$

Det hade varit arbetsamt att mäta upp den längden med måttband!

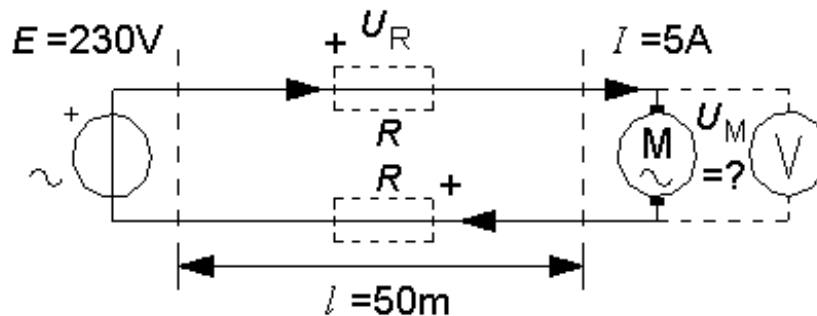
William Sandqvist william@kth.se

Exempel – Spänningsfall i kabel

Exempel - spänningsfall i kabel

Man använder en bormaskin långt bort från ett vägguttag med spänningen $E = 230\text{ V}$. Bormaskinen drar strömmen $I = 5\text{ A}$ och är ansluten med en 50 m skarvsladd vars ledare har tvärsnittsarean $A = 1,5\text{ mm}^2$.

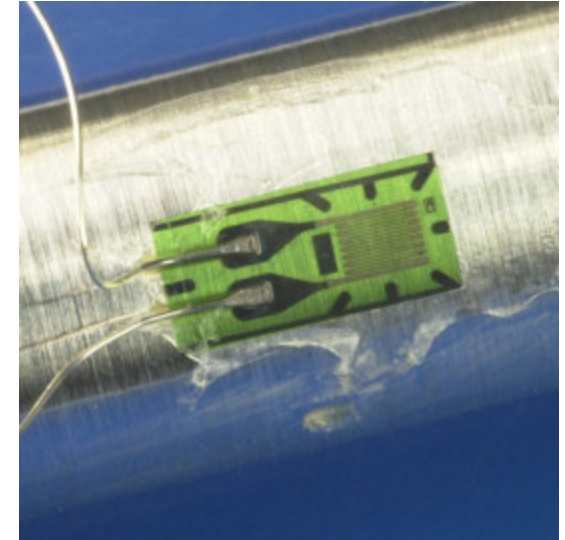
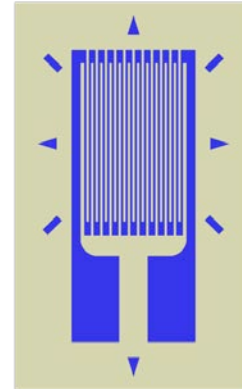
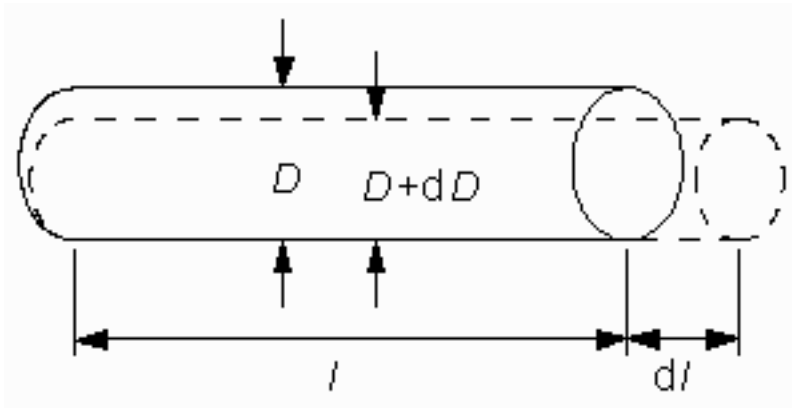
Hur hög blir spänningen U_M vid bormaskinen?



Vi börjar med att beräkna ledarnas resistans $R = (\rho \cdot l) / A = 0,018 \times 50 / 1,5 = 0,6\ \Omega$. Enligt Ohms lag ger strömmen upphov till ett spänningsfall i till-ledaren $U_R = I \times R = 5 \times 0,6 = 3\text{ V}$, och ett lika stort spänningsfall i åter-ledaren. Vi får: $E - I \times R - U_M - I \times R = 0$. $U_M = 230 - 2 \times 3 = 224\text{ V}$.

William Sandqvist william@kth.se

Exempel - trådtöjningsgivare



Töjningsmätning. En tråd är limmad på ett underlag som utsätts för krafter och därför töjs. Tråden töjs då med, och blir "längre" och "trängre" varvid resistansen ökar. ΔR blir proportionell mot töjningen ε .

De påkänningar som byggnadskonstruktioner och maskinkonstruktioner utsätts för kan mätas med hjälp av trådtöjningsgivare.

$$R = \rho \frac{l \cdot 4}{D^2 \cdot \pi} \quad \varepsilon = \frac{\Delta l}{l} \quad \Rightarrow \quad \Delta R \approx k \cdot \Delta l$$

William Sandqvist william@kth.se

Resistansens temperaturberoende

Resistansens temperaturberoende

Om man värmer en metalltråd ökar resistansen. Detta beror på att atomernas värmerörelse ökar, och då är det fler elektroner som "krockar" med atomkärnor under färden längs tråden.

Temperatureffekten är betydande. För en hel del material kan resistansen fördubblas innan man uppnår smältpunkten!

Metall	temp.koeff. α	Metall	temp.koeff. α	Legering	temp.koeff. α
Aluminium	$4,3 \cdot 10^{-3}$	Nickel	$6,7 \cdot 10^{-3}$	Kanthal A	$49 \cdot 10^{-6}$
Guld	$4 \cdot 10^{-3}$	Koppar	$3,9 \cdot 10^{-3}$	Konstantan	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$
Platina	$3,8 \cdot 10^{-3}$	Wolfram	$4,5 \cdot 10^{-3}$	Manganin	$\pm 2,5 \cdot 10^{-6}$

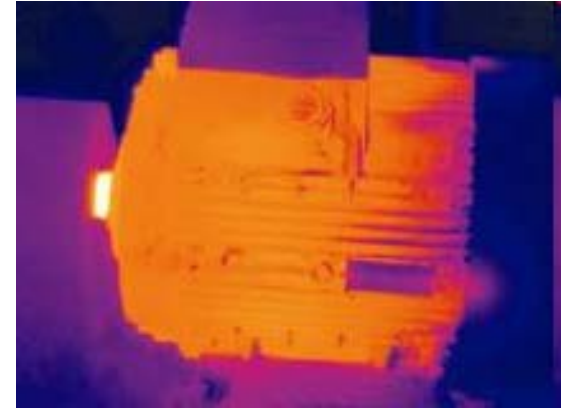
För en resistor som har resistansen R_1 vid temperaturen t_1 , och resistansen R_2 vid temperaturen t_2 gäller följande linjära samband:

$$\Delta t = t_2 - t_1 \quad R_2 = R_1 \cdot (1 + \alpha \cdot \Delta t)$$

Ex. – Vilken temperatur har motorlindningen?

Exempel - Vilken temperatur har motorlindningen

Om man belastar en elmotor för hårt, kan effektförlusten bli så hög och de elektriska lindningarna bli så uppvärmda, att isoleringsmaterialet riskerar att smälta. Motorlindningen kortsluts i så fall och motorn blir obrukbar.



IR-bild (värmebild) av en hårt belastad elmotor.

Antag att man har en elmotor med en lindning som är isolerad med ett material som tål temperaturen **110°C**. Man är osäker på om man riskerar att överbelasta motorn, så man planerar att mäta temperaturen i lindningen.

Hur placerar man en termometer inuti lindningen?

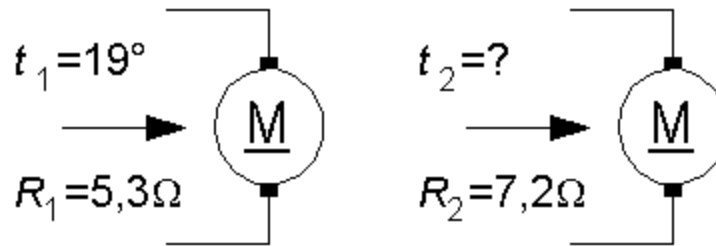
Temperaturmätning i motorlindning

Tips! Lindningen av koppartråd kan vara sin egen termometer!

När motorn vilat mäter man rumstemperaturen till 19° . Vi antar att också motorlindningen antagit denna temperatur, $t_1 = 19$. Man mäter då resistansen i motorlindningen $R_1 = 5,3 \Omega$.

Motorn körs därefter under hård belastning. Man stannar motorn och mäter lindningsresistansen igen $R_2 = 7,2 \Omega$.

Är motortemperaturen nu så hög att man är nära överbelastning? $t_2 = ?$



Lindningen är av koppartåd som har temperaturkoefficienten $\alpha = 3,9 \times 10^{-3}$.

$$\Delta t = (R_2 - R_1) / (R_1 \times \alpha) = (7,2 - 5,3) / (5,3 \times 3,9 \times 10^{-3}) = 91,9^\circ \text{C}.$$

$$t_2 = t_1 + \Delta t = 19 + 91,9 = 110,9^\circ \text{C} \quad \text{Oj! Oj!}$$

William Sandqvist william@kth.se

Resistanstermometer

Resistanstermometrar har i allmänhet resistanstråd av Platina och värdet 100Ω vid 0°C (PT-100).

Förhållandet mellan resistans och temperatur är linjärt.

Ett problem är att anslutningskabeln med ledare av koppar är *lika* temperaturkänslig som platinaresistorn!

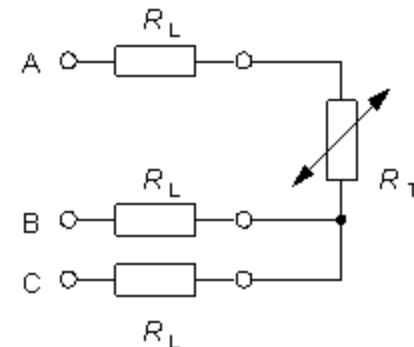
Detta brukar man lösa genom att använda en sk. tretrådarsanslutning.



$$R_T = 100 \cdot (1 + 3,85 \cdot 10^{-3} \cdot t) \quad [\Omega]$$

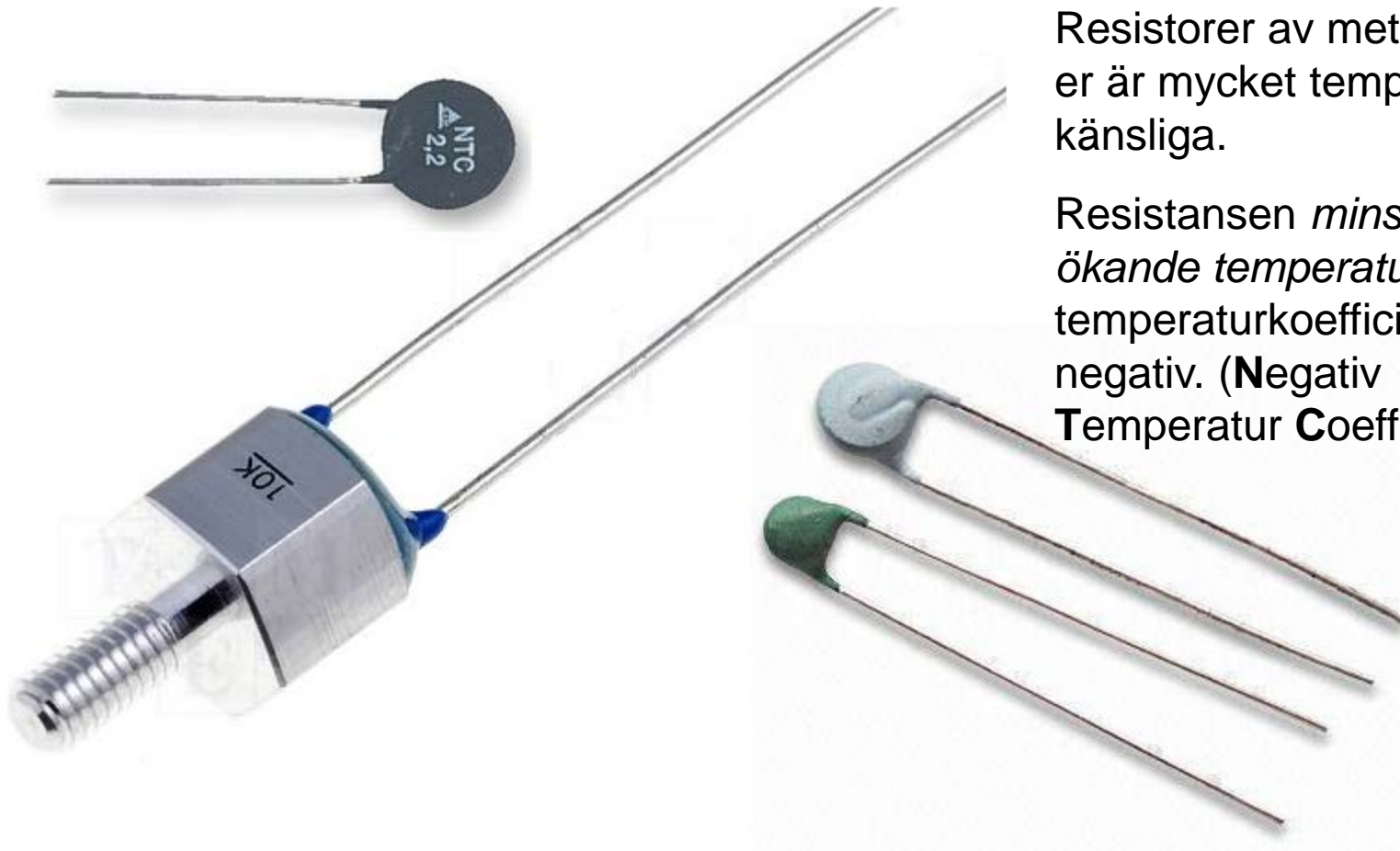
Mät R_{AB} och R_{BC} så kan Du "räkna bort" ledningarna:

$$R_T = R_{AB} - R_{BC}$$



William Sandqvist william@kth.se

NTC Termistor



Resistorer av metalloxider är mycket temperaturkänsliga.

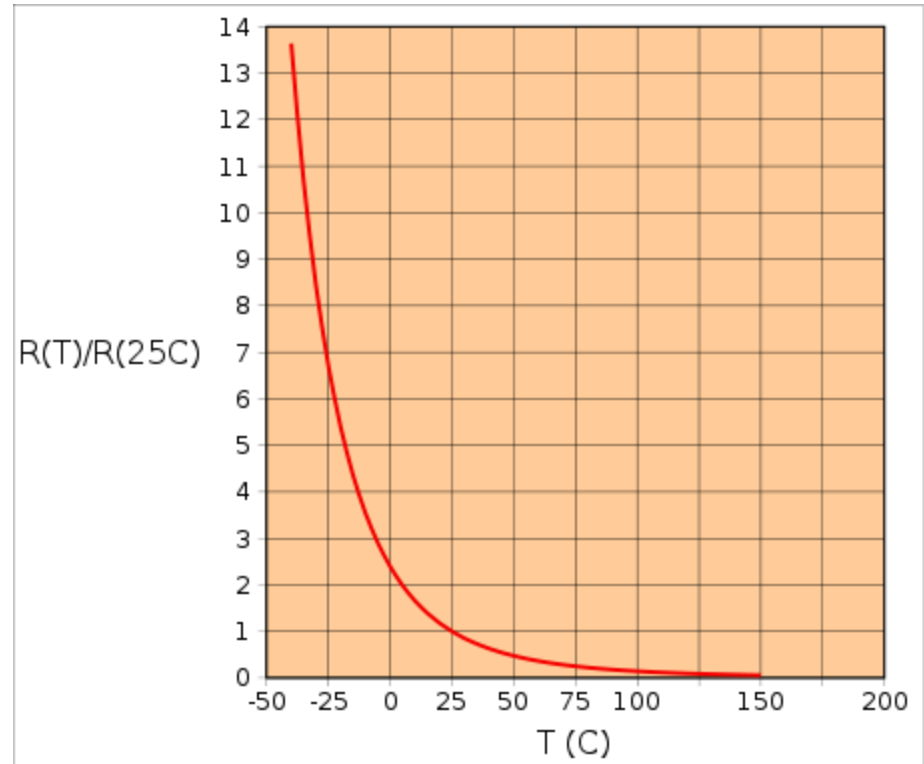
Resistansen *minskar med ökande temperatur* så temperaturkoefficienten är negativ. (**N**egativ **T**emperatur **C**oefficient)

NTC Termistor

Sambandet mellan resistans och temperatur är mycket olinjärt (=exponentiellt).

Det finns dock enkla metoder att linjärisera förhållandet, och NTC-termistorer är därför mycket vanliga som temperaturgivare.

(Jag lovar att berätta mer om linjäriseringsmetoden senare i kursen ...)



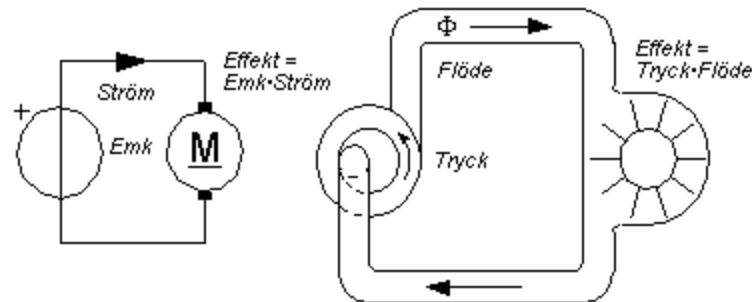
William Sandqvist william@kth.se

Elektrisk effekt

En vattenpump kan utföra arbete genom att pumpa upp vatten. Arbete är ju kraft ggr. sträcka [Nm] och effekten P är arbetsmängd per tidsenhet [Nm/s, W].

Om pumpen driver ett vattenhjul får man effekten som produkten av tryck och vätskeflöde:

$$P \text{ [Nm/s, W]} = \Psi \text{ [N/m}^2\text{]} \times \Phi \text{ [m}^3\text{/s]}.$$

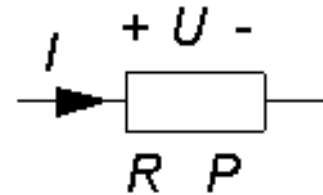
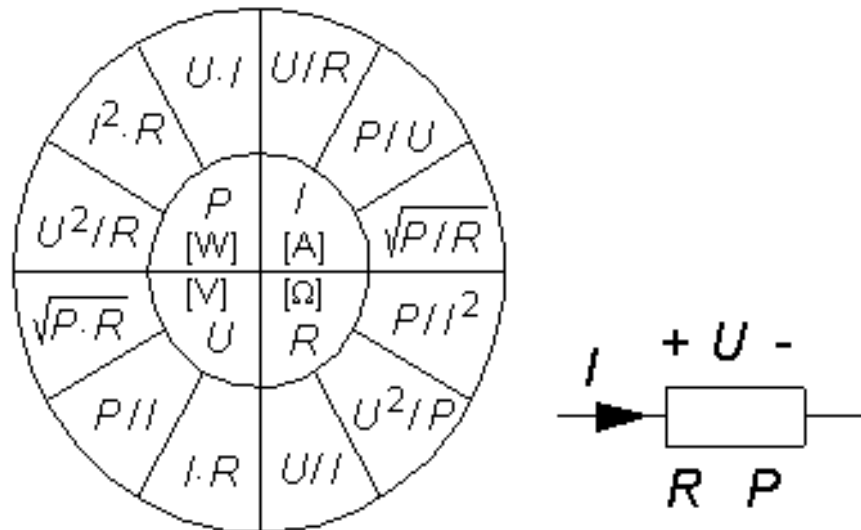


Den elektriska strömmen kan också utföra arbete. Här gäller att effekten är produkten av spänning och ström: $P = U \text{ [V]} \times I \text{ [A]}$
Effekten anges i enheten watt [W].

William Sandqvist william@kth.se

U, I, R, P

Uttrycket för den elektriska effekten kan kombineras med Ohms lag. Man får då en mängd användbara samband. Ofta presenteras dessa i form av en cirkel.

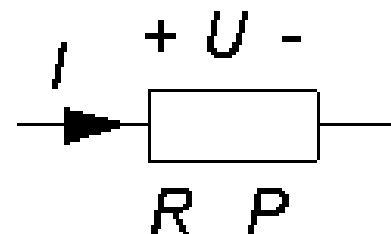


*En ström passerar i genom en resistor.
I centrum av cirkeln står UIR och P .
I de tolv cirkelsektorerna står sambanden mellan storheterna.*

Effekttålighet

$$P = I^2 \cdot R \quad P = \frac{U^2}{R}$$

En effektresistor med resistansvärdet 150Ω har effekttåligheten 3W .

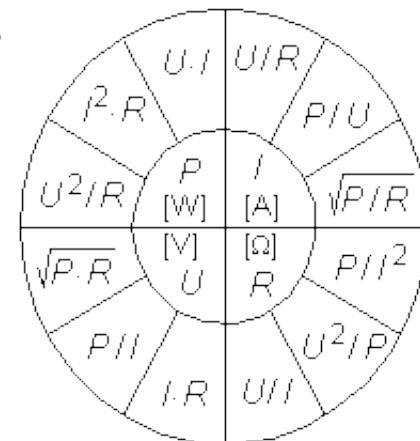


a) Hur *stor ström* kan tillåtas flyta genom resistorn?

$$P = I^2 \cdot R \Rightarrow I = \sqrt{\frac{P}{R}} = \sqrt{\frac{3}{150}} = 0,14 \text{ A}$$

b) Hur *hög spänning* kan man ansluta resistorn till?

$$P = \frac{U^2}{R} \Rightarrow U = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{3 \cdot 150} = 21 \text{ V}$$



William Sandqvist william@kth.se

Exempel – Effekt, kokplattan



För den som hellre byter en trasig kokplatta än hela spisen finns det lösa reservplattor att köpa. Kokplattorna innehåller två värmelindningar (= resistorer) med olika resistansvärden. Anslutning till värmelindningarna sker med tre stift. Spisens vred styr en omkopplare som kopplar in lindningarna på olika sätt, så att fyra jämnt fördelade effektlägen erhålls.

Effekt - kokplattan

$$P = \frac{U^2}{R}$$

En kokplatta med resistanserna 35Ω och 53Ω ansluts till 230 V nätet.

Beräkna effekterna P_{35} , P_{53} , P_{35+53} (seriekoppling),
 $P_{35//53}$ (parallellkoppling).

Rangordna effekterna i stigande ordning. Här är det lämpligt att använda effektformeln: $P = U^2/R$

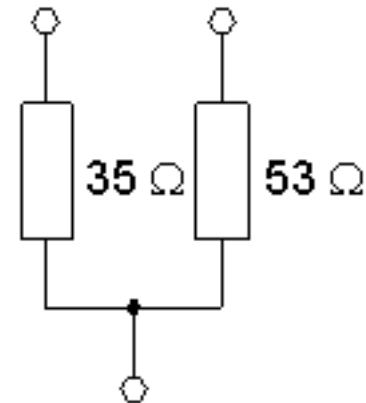
$$P_{35+53} = 230^2/(35+53) = 600 \text{ W}$$

$$P_{53} = 230^2/53 = 1000 \text{ W}$$

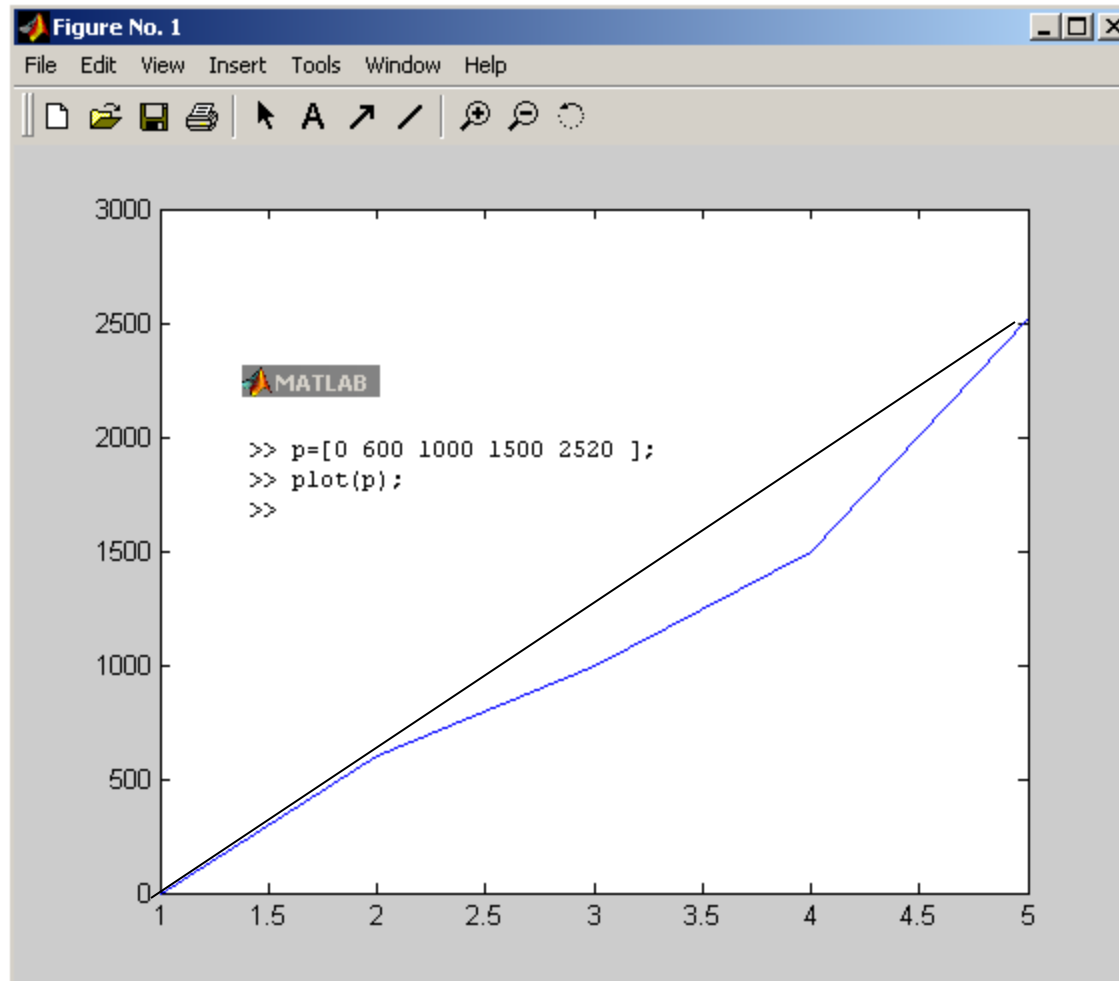
$$P_{35} = 230^2/35 = 1500 \text{ W}$$

$$35//53 = 35 \times 53 / (35 + 53) = 21$$

$$P_{35//53} = 230^2/21 = 2520 \text{ W}$$



Bli dom fyra effektlägena jämnt fördelade?



Hyfsat linjärt! Det är ju inte fråga om "Rocket Science".

William Sandqvist william@kth.se

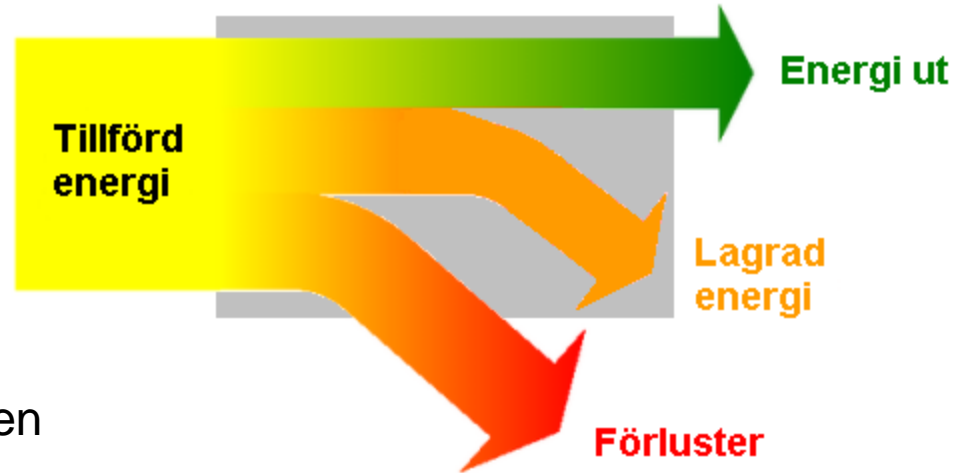
Effekt, Energi och verkningsgrad

Tillförd energi W_{IN}
Energi ut W_{OUT}
Lagrad energi W_{St}
Förluster W_L

$$W_{IN} = W_{St} + W_L + W_{OUT}$$

Eftersom $P = W \cdot t$ gäller även

$$P_{IN} = P_{St} + P_L + P_{OUT}$$



Verkningsgraden kallas för η och anges ofta i %.

$$\eta = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} = \frac{W_{OUT}}{W_{IN}}$$

Exempel - Effekt, Energi och verkningsgrad

Under 10 timmar förbrukas 18 kWh elektrisk energi.

a) Vilken är effektförbrukningen?

$$P = W/t = 18/10 = 1,8 \text{ kW}$$

Spänningen är 240 V.

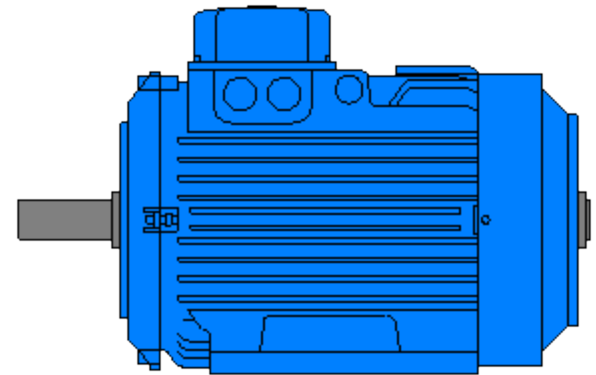
b) Hur stor är strömförbrukningen?

$$I = P/U = 1,8 \cdot 10^3 / 240 = 7,5 \text{ A}$$

Den elektriska utrustningen har verkningsgraden η 80%.

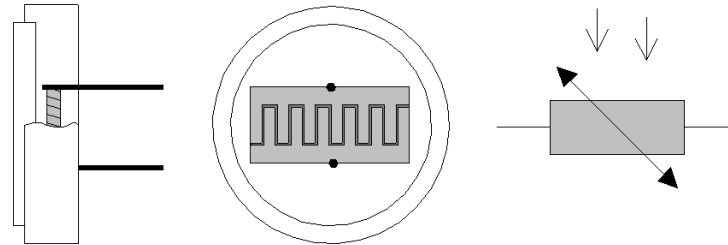
c) Hur stor energi förloras/(lagras)?

$$W_F = W_{IN}(1-\eta) = 18 \cdot 0,20 = 3,6 \text{ kWh Förlustenergi}$$



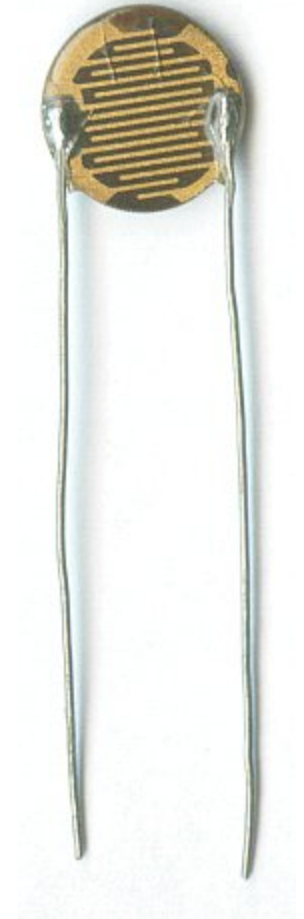
William Sandqvist william@kth.se

Ljuskänslig resistor

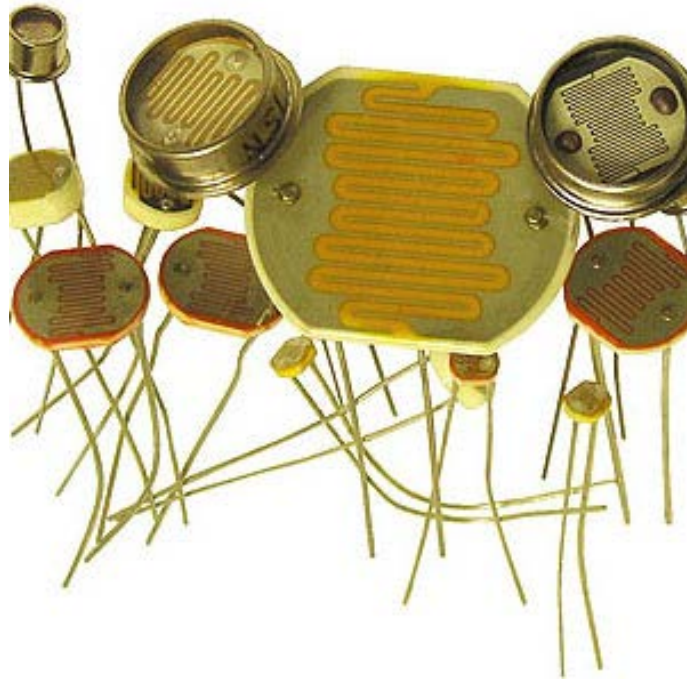


Motståndsmaterialet CaDmiumSulfid (CDS) uppvisar kraftigt ökad ledningsförmåga om det belyses.

Givaren används tex. i skymningsrelän – för att tända nattbelysningen, och i oljebrännare som ”flamvakt” – för att upptäcka om lågan slocknat.

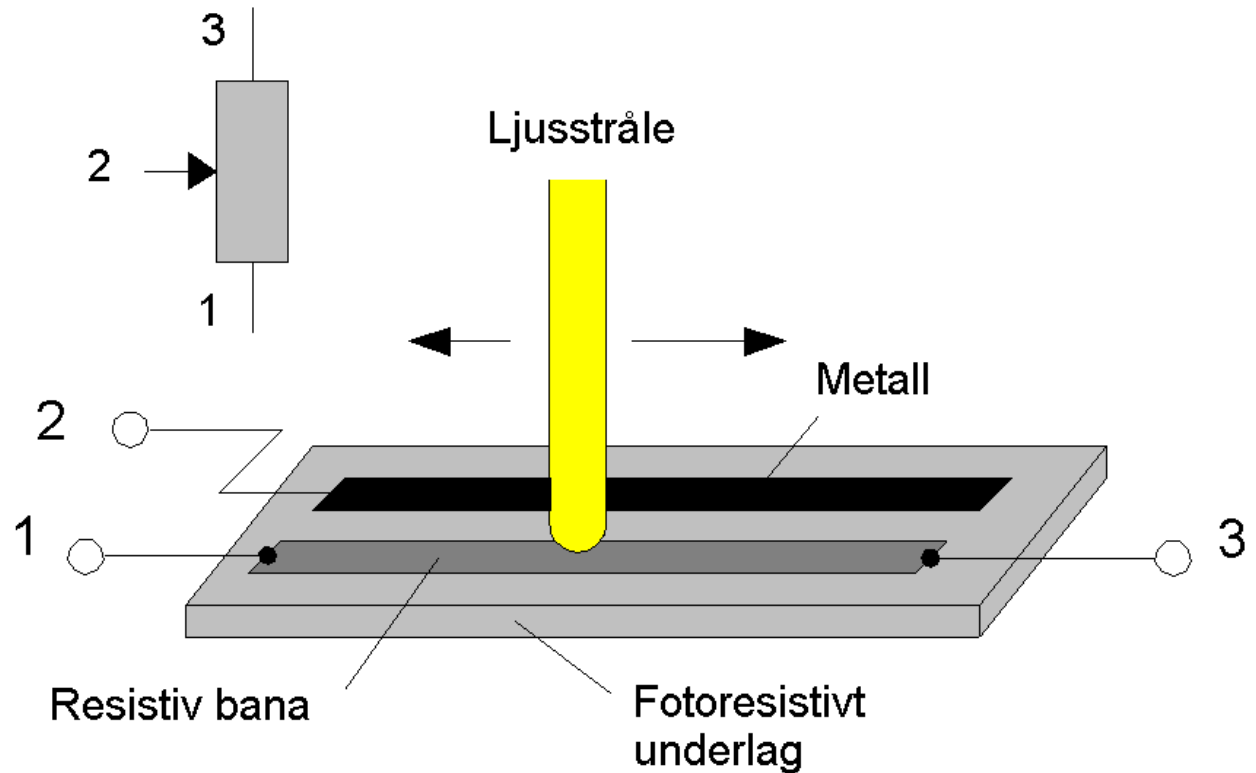


CDS



Fotopotentiometer

CDS-materialet kan användas till en "kontaktlös" potentiometer.

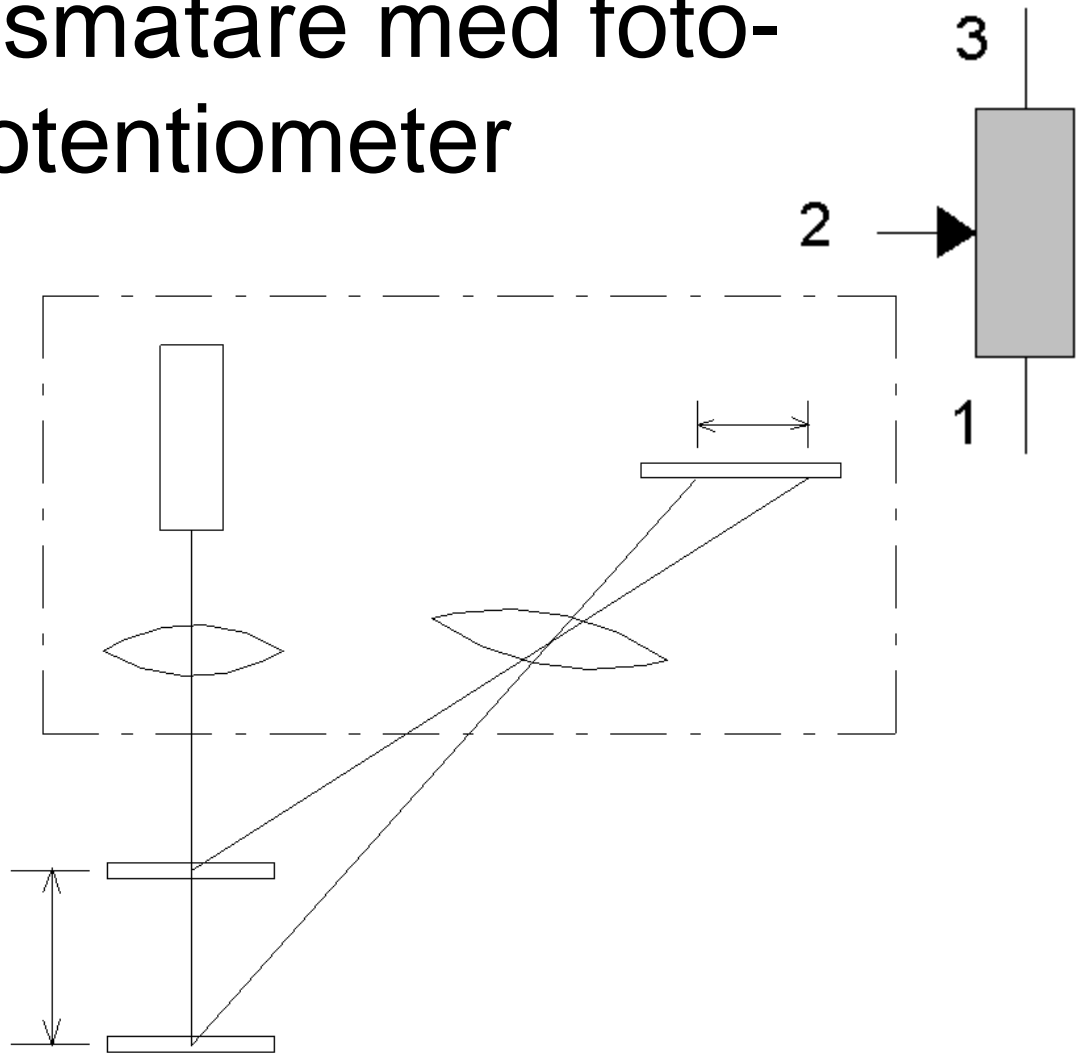


Kontaktlös potentiometer. Där ljusstrålen träffar det fotoresistiva underlaget blir resistansen liten. Där bildas det en kontaktpunkt mellan den resistiva banan (1) och metallskenan (2).

Avståndsmätare med foto- potentiometer

Beröringsfri avstånds-
mätare.

Beroende på avståndet till
mätobjektet reflekteras
ljusstrålen till olika punkter
på foto-potentiometern.



William Sandqvist william@kth.se