



## **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

Dette er en samling af formler og elektriske størrelser, samt et forsøg på, at forklare dem på en "forståelig måde". Det er forsøgt gjort ved brug af analogier til andre måske mere kendte fysiske størrelser.

Hvis du finder fejl eller mener, der mangler noget, - så send venligst en mail !!

Valle Thorø

### **Den første tabel viser analogier til andre fysiske størrelser.**

| <b><u>Elektrisk størrelse</u></b>   | <b><u>Analogi</u></b>  |
|---|--|
| <b><u>Spænding</u></b> , U [V], Volt<br><b><u>Elektrontryk</u></b>  | Lufttryk, Vandtryk, Temperatur,<br>Negativ spænding ~vacuum i rør eller tank. Lufttryk i en cykelslange. Hvis der er et hul, vil der være et flow til et lavere tryk.  |
| <b><u>Spændingsforskel</u></b> , Delta U, $\Delta U$ [V]<br><br>Er der en spændingsforskel, løber der en strøm, hvis der kan ! $\Delta U$ og modstanden bestemmer størrelsen. | Trykforskel, Temperaturforskel<br><br>Der vil være et flow, hvis muligt, mod lavere tryk   |
| <b><u>Strøm</u></b> , I [A] Ampere<br>Elektronflow  | Vandflow i rør, Luftflow, Strøm i bæk,<br>Er der hul på et rør med tryk i, vil der være et flow ud mod lavere tryk.  |
| <b><u>Modstand</u></b> R, [ $\Omega$ ] Ohm,<br><br>Modstand mod elektronflow  | Modstand i vandrør mod vandflow.<br><br>Fx Indsnævring i et vandrør, Forkalkning af en blodåre<br>Er der hul på cykelslangen, er modstanden ikke uendelig !<br>Ligger der en død ko i et vandløb, er der større modstand mod vandflow. |



## **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

|  |   |  |
|--|---|--|
| <p><b>Batteri</b><br/>Ladningspumpe, pumper ladninger op på højere tryk. "Konstant tryk"</p>   | <p>Svarer til en Centrifugal Vandpumpe, der giver et konstant vandtryk.<br/>Pumper vand op på et højere tryk</p>  |  |
| <p><b>Kondensator</b><br/><br/>Kondensatorens størrelse ~ dens kapacitet<br/><br/>Det er ikke muligt, momentant at ændre spændingen over en kondensator<br/><br/>Kondensator lader af: Graf: <math>U_c=f(t)</math><br/><br/>Større kondensator<br/><br/>Større aflademodstand<br/><br/>Lækstrøm, i elektrolytkondensator</p> | <p>Vandtårn, cylindrisk<br/>Kapacitet svarer til grundfladen<br/><br/>Ladning i kondensator svarer til meter vandsøjle.<br/><br/>Det er ikke muligt, momentant at ændre niveauet i et vandtårn<br/><br/>Varm te køler af, <math>Temp = f(t)</math><br/><br/>Større mængde te<br/><br/>Bedre isolering, Tehætte<br/><br/>Luft i cykelhjul diffunderer ud</p> |  |
| <p><b>Spole</b><br/>Strøm i spole<br/><br/>Det er ikke muligt, momentant at ændre strømmen i en spole<br/><br/>Energiindholdet<br/><math>E_{\text{Magnetfelt}} = \frac{1}{2} \cdot L \cdot I^2 \text{ [oule]}</math></p>   | <p>Masse i bevægelse<br/><br/>Det er ikke muligt, momentant at ændre en masses hastighed, fx en bils hastighed.<br/><br/>Energiindholdet <math>E_{\text{Kinetisk}} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2 \text{ [oule]}</math></p>  |  |
| <p><b>Zenerdiode</b><br/><br/>En Zenerdiode leder som en alm. Diode den ene vej, men den anden vej spærrer den kun indtil et vist spændingsniveau er overskredet.</p>  | <p>Kanal med diger. Kommer vandstanden over digens kant, stiger vandet ikke længere.</p>  |  |
| <p><b>Transistor</b><br/><br/>Forholdet <math>I_{\text{basis}}</math> til <math>I_{\text{collector}}</math> beskriver transistorens strømforstærkeren, kaldet <math>\beta</math><br/><br/>En lille strøm styrer en større strøm</p>  | <p>Servomekanisme<br/><br/>I en lastbil kan en lille kraft fra rattet dreje store tunge hjul<br/><br/>En lille kraft styrer en større kraft</p>   |  |
| <p><b>Mosfettransistor</b></p>   | <p>Magnetventil</p>   |  |



## **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

|   |  |
|---|--|
| En lille spænding styrer en ( stor ) strøm                | Vha. et joystick styres en stor kraft  |
| <b>Diode</b><br><br>Der skal 0,7 volt for at dioden åbner | Kontraventil<br><br>Der skal et tryk til, før ventilen åbner. En fjederkraft skal overvindes ! |

| <u>Navn, Størrelse</u>  | <u>Formel-<br/>tegn</u><br>Symbol | <u>SI-enhed</u> | <u>Bemærkninger,</u><br>( enheder )   | <u>Formler, Equations</u>  |
|---|-----------------------------------|-----------------|---|--|
| <b>Spænding, Voltage</b><br>elektrisk potentiale<br>Electric potential<br>Spændingsforskel<br>Voltage difference<br>Potentialforskel<br>Elektron tryk<br>~ vandtryk<br>meter vandsøjle<br>Electron Pressure | U                                 | Volt [V]        | 1 V = 1 W/A<br>1 V = 1 A · Ω<br>1 V = 1 J/C   | U = I · R<br>U = E/Q   |
| <b>Spændingsdeler<br/>formel</b><br><br><b>Voltage divider<br/>equation</b>   |                                   |                 | Spændingen over en modstand i en spændingsdeler, er den påtrykte spænding gange med den modstand, man vil finde spændingen over, divideret med summen af modstandene. | $U_{Out} = \frac{U_{Påtrykt} \cdot R_x}{\Sigma R}$<br>$U_{Out} = \frac{U_{Applied} \cdot R_x}{\Sigma R}$ |
| <b>Strøm Current</b><br>Elektronflow pr sek.<br>~ vandflow, liter/sek<br>~ water flow, Liter /<br>sec   | I                                 | Ampere [A]      | 1 [A] = 1 [C/s]<br>1 [A] = 1 [V/Ω]  | I = Q/t<br>I = U / R   |
| <b>Strømdelerformelen</b><br><br><b>Current divider eq</b>  |                                   |                 | I en parallelforbindelse findes strømmen i en af modstandene som den totale strøm, gange den anden modstand, divideret med summen af modstandene.                     | $I_2 = \frac{\Sigma I \cdot R_1}{R_1 + R_2}$   |
| <b>Modstand<br/>Resistans<br/>Modstand imod flow<br/>(Død ko I bæk)</b>   | R<br>Z                            | Ohm [Ω]         | 1 Ω = 1 V/A<br>1 Ω = 1 W/A <sup>2</sup><br>1 Ω = 1 V <sup>2</sup> /W<br>1 Ω = 1/S (1/ Siemens )   | R = U / I  |
| <b>Elektricitetsmængde,</b><br>Elektrisk ladning<br>~ vand volumen<br>mængden af ladninger  | Q                                 | Coulomb<br>[C]  | 1 C = 1 As<br>1 C = 1 J/V   | Q = I · t  |



## **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

|   |                |   |  |  |
|---|----------------|---|--|--|
| <b>Specifik modstand</b><br><b>Specific resistans</b><br>Et materiales modstand mod strøm     | $\rho$<br>Rho  | Ohm-meter<br>[ $\Omega \cdot m$ ]             | 0,01725 $\mu\Omega$ for Cu leder, 1 kvadratmeter stor og 1 m lang ved normalt 20 °C.<br><br>Eller i SI-enheder 0,01725 $\mu\Omega m$<br>$\alpha_{20}$ for Cu er 0,393 %/°C | $R = (\rho \cdot s) / A$<br>$\rho_{20}$ er specifik modstand opgivet ved 20 °C<br>$\rho = \rho_0 [1 + \alpha_0(T - T_0)]$<br><br>$R = R_0 [1 + \alpha_0(T - T_0)]$                         |
| <b>Ledeevne</b><br>Konduktans<br>Et materiales evne til at lede strøm<br>Modsatte af modstand | G              | Siemens [S]                                   | 1 S = 1 A/V<br>1 S = 1/ $\Omega$<br>1 S = 1 A <sup>2</sup> /W<br>1 S = 1 $\Omega^{-1}$   | G = 1/R<br>G = I/U   |
| <b>Strømtæthed</b>  | J              | Ampere pr kvadratmeter<br>[A/m <sup>2</sup> ] |  | J = I/A  |
| <b>Elektrisk feltstyrke</b>   | E              | Volt pr. meter [V/m]                          | 1 V/m = 1 W/Am<br>1 V/m = 1 A $\Omega$ /m<br>1 V/m = 1 N/C   | Spændingsforskel pr. meter.<br>Bliver den for stor, springer en gnist. ~ ex. Et lyn.<br>Bliver spændingen over ca 30 KV pr cm, springer en gnist. Fra eb nål er spændingen ca 5,5 KV / cm. |
| <b>Elektrisk arbejde</b>  | W              | Joule [J]                                     | 1 J = 1 Nm<br>1 J = 1 Ws   | W = P · t<br>W = U · Q   |
| <b>Elektrisk Effekt</b><br>Energi pr sekund.  | P              | Watt [W]                                      | 1 W = 1 J/s<br>1 W = 1 V · A   | P = U · I<br>P = U <sup>2</sup> /R<br>P = I <sup>2</sup> · R   |
| <b>Kraft</b>  | F              | Newton [N]                                    | 1 N = 1 Ws/m<br>1 N = 1 Kg · m / s <sup>2</sup>  |  |
| <b>Længde</b>   | s              | Meter [m]                                     |  |  |
| <b>Areal</b>  | A              | Kvadratmeter [m <sup>2</sup> ]                |  |  |
| <b>Virkningsgrad</b>  | $\eta$ ( eta ) |   | Udnyttet i forhold til tilført   | $\eta = P_{nytte}/P_{tilført}$<br>$\eta = W_{nytte}/W_{tilført}$   |

### **Kondensator, Capacitor**

| <b>Navn, Størrelse</b><br>Name, Quantity  | <b>Formel-tegn</b><br>Symbol | <b>SI-enhed</b><br>SI Unit | <b>Bemærkninger</b><br>Comments ( enheder )( Units )  | <b>Formler</b><br>Equations                             |
|---|------------------------------|----------------------------|---|---|
| Ladning / Charge<br>Elektricitets-mængde<br>~opmaganiseret vand<br>Amouth of charge | Q                            | Coulomb<br>[C]             | 1 C = 1 As,<br>1 [C] ~ ladningen af<br>6,25 · 10 <sup>18</sup> elektroner<br><br>1 [C] ~ the charge of<br>6,25 · 10 <sup>18</sup> electrons | Q = I · t    [C = A · s ]<br>Q = U · C    [ C = V · F ] |
| Elementarladning<br>Charge of 1 electron  | e                            | Coulomb<br>[C]             | e=1,602EE-19 [As] or [C]  |   |

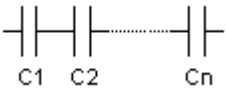
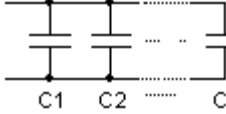
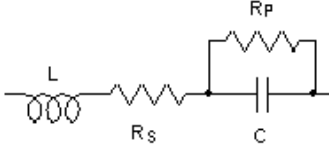


## ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

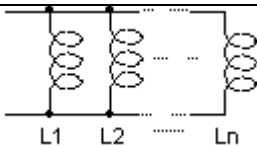
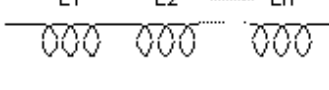
|   |                |                      |   |   |
|---|----------------|----------------------|---|---|
| Kapacitet, Capacity<br>~cylindrisk vandtårn<br>~Water tower   | C              | Farad [F]            | 1 F = 1 As/V<br>1 F = 1 C/V<br>1 [F] er den kapacitet,<br>hvorover spændingen stiger 1<br>[V] når der tilføres 1 [A] i 1<br>sekund.<br>1 [F] is that capacity, in which<br>the voltage rises 1 [V] when<br>charged up with 1 [A] in 1 [s] | $C = \frac{Q}{U}$ [F = C / V]<br><br>Ved konstant strøm:<br>By constant current:<br>$U_C = \frac{I \cdot t}{C}$ [V = As / F]                    |
| Oplagret energi<br>Stored energi  | W              | Joule [J]            |   | $W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{Q^2}{C}$   |
| Xc Kapacitiv modstand<br>( Sinus )<br>Reaktans, Reactance.  | X <sub>c</sub> | [Ω]                  |   | $X_C = \frac{1}{2 \cdot \pi \cdot f \cdot C}$   |
| Halvliv, halv op- eller<br>afladning<br>Half live, charge half<br>up, or half discharge   |                | Sekund [s]<br>Second |   | $t_{1/2-liv} = \frac{2}{3} \cdot R \cdot C$ [s]   |
| Tau   | $\tau$         | Second [s]           | 63 % opladning,<br>eller 63 % afladning   |   |
| U <sub>c</sub> afladning<br>U <sub>c</sub> Discharge  |                | Volt [V]             | Ending in zero  | $U_C = U_{start} \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$   |
| U <sub>c</sub> opladning<br>U <sub>c</sub> Charge up  |                | Volt [V]             | Charging from 0 [V]   | $U_C = U_{Final} \cdot \left(1 - e^{-\frac{t}{RC}}\right)$  |
| t afladning<br>t Discharge  |                | Sekund [s]<br>Second |   | $t = R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{start}}{U_C}\right)$   |
| t opladning til U <sub>c</sub><br>t Charge Up   |                | Sekund [s]<br>Second | U <sub>Final</sub> er den spænding, der<br>lades op imod<br><br>U <sub>c</sub> er den spænding, der<br>ønskes ladet til.  | $t = -R \cdot C \cdot \ln\left(1 - \frac{U_C}{U_{Final}}\right)$<br><br>$t = R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{U_{Final}}{U_{Final} - U_C}\right)$ |
| U <sub>c</sub> , opladning og<br>afladning med<br>startværdi<br>U <sub>c</sub> , charging up and<br>discharging with<br>Start-value |                |                      | Ved opladning er U <sub>initial</sub> = 0,<br>ved afladning: U <sub>final</sub> = 0<br>When charging up U <sub>initial</sub> = 0,<br>When discharging, U <sub>final</sub> = 0   | $U_C = U_{Final} + (U_{initial} - U_{Final}) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$   |
| I <sub>c</sub> , op & afladning<br>I <sub>c</sub> , Charging up and<br>discharging  |                |                      |   | $I = I_{Final} + (I_{initial} - I_{Final}) \cdot e^{-\frac{t}{RC}}$   |
| Opladning med<br>konstant strøm<br>Charging by constant<br>current  |                |                      |   | $Q = U \cdot C$ og $Q = I \cdot t$  |
| Ladestrøm som<br>f(spændingsændring)  |                |                      |   | $i(t) = C \frac{dU(t)}{dt}$   |



## ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

|  |  |                      |  |  |
|--|--|----------------------|--|--|
| Opladning med ikke konstant strøm                                    |  |                      |  | $U_c(t) = \frac{1}{C} \int i(t) dt + U_0$                                    |
| Serielle kondensatorer   |  |                      |   | $\Sigma C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots + \frac{1}{C_n}}$ |
| Parallele kondensatorer.   |  | Parallele vandtårne. |   | $\Sigma C = C_1 + C_2 + \dots + C_n$   |
| Ækvivalent diagram for en kondensator. Ingen kondensator er "ideel". |  |                      |  |  |

### Spole Coil

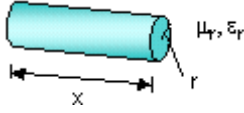
| Navn, Størrelse<br>Name, Quantity                          | Formel-<br>tegn<br>Symbol | SI-enhed<br>SI Unit | Bemærkninger / Comments<br>( enheder ) ( Units )                                     | Formler<br>Equations   |
|--|---------------------------|---------------------|--|--|
| Oplagret energi<br>Stored energi                           | W                         | Joule [J]           |  | $W = \frac{L \cdot I^2}{2}$  |
| Selvinduktions-<br>koefficient, Induktans                  | L                         | Henry [H]           | 1 H = 1 Vs/A = 1 Ohmsecond   |  |
| i ved stigende strøm<br>i at rising current                |                           | Ampere [A]<br>Amps  |  | $i = I_{Final} \left( 1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ Tau = L/R             |
| i ved aftagende strøm<br>i at decreasing current           |                           | Ampere [A]<br>Amps  |  | $i = I_{Start} \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$ Tau = L/R                          |
| X <sub>L</sub> Induktiv modstand<br>( Sinus )<br>Reactance | X <sub>L</sub>            | Ohm [Ω]             |  | $X_L = 2 \cdot \pi \cdot f \cdot L$  |
|  |                           |                     |  | $U(t) = L \frac{di(t)}{dt}$  |
|  |                           |                     |  | $(i) = \frac{1}{L} \int U(t) \cdot dt$                                       |
|  |                           |                     |   | $\Sigma L = \frac{1}{\frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + \dots + \frac{1}{L_n}}$ |
|  |                           |                     |  | $\Sigma L = L_1 + L_2 + \dots + L_n$   |

### Kabler:

Parsnoede kabler. Et kategori 5 kabel har typisk 3 til 4 snoninger pr tomme. Sammenlignet med 3 til 4 snoninger (twists ) pr foot for Category 3.



## ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

|   |  |
|---|--|
|  | $L_{(LowFreq)} = 0.002 \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot X}{r}\right) - 0.75 \right] \mu H$ $L_{(HighFreq)} = 0.002 \cdot \left[ \ln\left(\frac{2 \cdot X}{r}\right) - 1.00 \right] \mu H$ <p>X = længde, r = radius, brug samme enheder</p> |
|---|--|

Mangler:

Ækvivalent-kredsløb:

Printbaner:

Transmissionsledning:

### Andet

| Navn, Størrelse<br>Name, Quantity | Formel-<br>tegn<br>Symbol | SI-enhed   | Bemærkninger Comments<br>( enheder ) units       | Formler                                       |
|-----------------------------------|---------------------------|------------|--|---|
| Elektrisk arbejde<br>Energi       | W                         | Joule [J]  | 1 J = 1 Nm = 1 Ws                                |   |
| Elektrisk effekt<br>Power         | P                         | Watt [W]   | 1 W = 1 J/s = 1 VA                               | $P = U \cdot I = \frac{U^2}{R} = I^2 \cdot R$ |
| Energitaab i vindinger            | P                         | Watt [W]   |  | $P = I^2 \cdot R_{Winding}$                   |
| Tid<br>Time                       | t                         | Sekund [s] |  |   |
| Frekvens<br>Frequency             | f                         | Hertz [Hz] | 1/s, 1 Hz = 1 svingning / sek.                   |   |
| Periodetid<br>Period time         | T                         | Sekund [s] |  |   |
| Dutycycle                         |                           | %          | Et signals "høj-tid" i forhold til periodetiden. |   |

### Varme

| Navn, Størrelse<br>Name, Quantity | Formel-<br>tegn<br>Symbol | SI-enhed | Bemærkninger Comments<br>( enheder ) units | Formler  |
|-----------------------------------|---------------------------|----------|--|--|
| Varmeflow, fx gennem en væg       | Φ ( fi )                  | Watt [W] |  | $\Phi \left[ \frac{K \cdot A \cdot m^2}{W} \right] = \frac{\Delta T}{R_{varme}}$ |



## ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

|                   |                       |   |   |   |
|-------------------|-----------------------|---|---|---|
| Varmemodstand     | $R_{\text{varme}}$    | $\frac{\text{K} \cdot \text{m}^2}{\text{W}}$                |   | $R_{\text{varme}} = \frac{l}{\lambda(\text{Lambda})} \left[ \frac{\text{m}}{\frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}}} \right]$ <p><math>l</math> er tykkelsen i meter</p> $\Sigma R_{\text{varme}} = R_{\text{varme } 1} + R_{\text{varme } 2} + \dots$ |
| Materialekonstant | $\lambda$<br>(lambda) | $\left[ \frac{\text{W}}{\text{m} \cdot \text{K}} \right]$   | Lambda repræsenterer den mængde varme, der passerer gennem en 1 meter tyk lag af materialet, pr kvadratmeter flade, pr tidsenhed med 1 grads temperaturforskel mellem overfladerne. |   |
| U-værdi           | U                     | $\left[ \frac{\text{W}}{\text{m}^2 \cdot \text{K}} \right]$ | U = transmissionskoeffetienten<br>Siger noget om, hvor mange Watt, der forsvinder gennem en konstruktionsflade ( fx en væg ) pr $\text{m}^2$ pr grad C temperaturforskel.           |   |

| <u>Navn, Størrelse</u><br>Name, Quantity | <u>Formel-<br/>tegn</u><br>Symbol | <u>SI-enhed</u> | <u>Bemærkninger Comments</u><br>( enheder ) units | <u>Formler</u>             |
|--|-----------------------------------|-----------------|---|----------------------------|
| Lysstyrke                                |                                   | cd              | Candela,  |                            |
| Lysstrøm                                 | $\Phi$                            | lm, lumen       | Cd sr   |                            |
| Belysning                                | lx                                | lux             | Cd sr / $\text{m}^2$                              | 1 lux = 1 lm/ $\text{m}^2$ |
| Lystæthed, luminans                      | L                                 |                 | Cd/ $\text{m}^2$                                  |                            |
| Lysudbytte                               | $\eta$                            | Lm / W          |   |                            |
| Strålingsintensitet                      |                                   | W/ $\text{m}^2$ |   |                            |

### SI-enheder:

| Quantity    | Symbol | Unit    | Symbol   |
|-------------|--------|---------|----------|
| Capacitance | C      | farad   | F        |
| Charge      | Q      | coulomb | C        |
| Conductance | G      | siemens | S        |
| Current     | I      | ampere  | A        |
| Energy      | W      | joule   | J        |
| Frequency   | f      | hertz   | Hz       |
| Impedance   | Z      | ohm     | $\Omega$ |
| Inductance  | L      | henry   | H        |
| Power       | P      | watt    | W        |
| Reactance   | X      | ohm     | $\Omega$ |
| Resistance  | R      | ohm     | $\Omega$ |
| Time        | t      | second  | s        |
| Voltage     | V      | volt    | V        |





# ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

---

Præfikser:

| Navn  | Symbol | Gange med         |           | Navn  | Symbol | Gange med           |            |
|-------|--------|-------------------|-----------|-------|--------|---------------------|------------|
| Terra | T      | 1 000 000 000 000 | $10^{12}$ | deci  | d      | 1/10                | $10^{-1}$  |
| Giga  | G      | 1 000 000 000     | $10^9$    | centi | c      | 1/100               | $10^{-2}$  |
| Mega  | M      | 1 000 000         | $10^6$    | milli | m      | 1/1000              | $10^{-3}$  |
| Kilo  | k      | 1 000             | $10^3$    | mikro | $\mu$  | 1/1 000 000         | $10^{-6}$  |
| Hekto | h      | 100               | $10^2$    | nano  | n      | 1/1 000 000 000     | $10^{-9}$  |
| Deca  | da     | 10                | $10^1$    | pico  | p      | 1/1 000 000 000 000 | $10^{-12}$ |

Modstande i serie, Resistors in serie:  $\Sigma R = R_1 + R_2 + \dots$

2 parallelle modstande, 2 parallel resistors :  $\Sigma R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$ ,

n parallelle modstande / resistors :  $\Sigma R = \frac{1}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots}$

Spændingsdelerformlen: Voltage divider equation  $\Delta U_{R_x} = U_{\text{Påtrykt}} \cdot \frac{R_x}{\Sigma R}$

Strømdelerformel: Current divider eq:  $I_1 = \Sigma I \cdot \frac{R_2}{R_1 + R_2}$

Kondensatorer i Parallel: Capacitors in parallel  $\Sigma C = C_1 + C_2 + \dots$

n kondensatorer i serie, n capacitors in serie:  $\Sigma C = \frac{1}{\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \dots}$



# ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

---

## Sinusformet spænding eller strøm:

$$\text{Effektivværdi} = \text{RMS} = \frac{\text{Maksimalværdi}}{\sqrt{2}}$$

$$\text{Peak-værdi} = \text{Maksimalværdi} = \sqrt{2} \cdot \text{effektivværdi} = \frac{\pi}{2} \cdot \text{Middelværdi}$$

$$\text{Peak-peak-værdi} = 2 \cdot \text{Maksimalværdi} = 2,828 \cdot \text{effektivværdi}$$

$$\text{Middelværdi} = (2 \cdot \text{Maksimalværdi}) / \pi$$

$$\text{Øjebliksværdi } e = E_{\text{max}} \cdot \sin(\omega \cdot t), \quad \omega = 2 \cdot \pi \cdot f$$

**Resistivitet og temperaturkoefficient** for udvalgte materialer.  $\rho_{20}$  = resistivitet ved 20 °C,  $\alpha_{20}$  = temperaturkoefficient ved 20 °C.

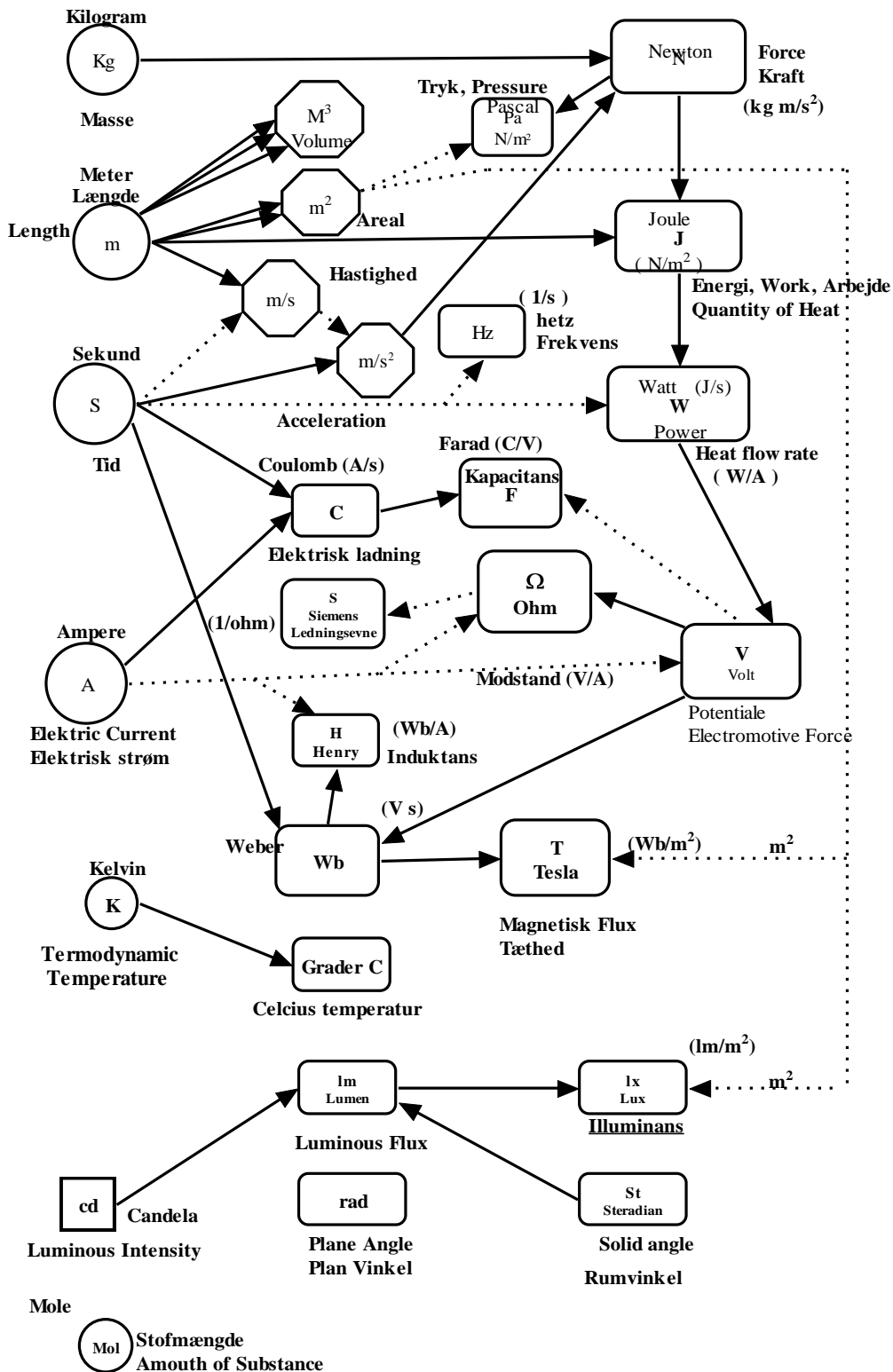
| Materiale           | $\rho_{20} \mu\Omega \text{ m}$ | $\alpha_{20} \% / ^\circ\text{C}$ |
|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| Kobber, blødt       | 0,01725                         | 0,393                             |
| Aluminium, hårdt    | 0,0284                          | 0,403                             |
| Jern                | 0,1 - 6                         | 0,3 - 0,6                         |
| Sølv, blødt         | 0,0159                          | 0,41                              |
| Konstantan          | 0,50                            | -0,004                            |
| Manganin            | 0,43                            | 0,003                             |
| Krom-nikkel         | 1,00 - 1,13                     | 0,011 - 0,015                     |
| Kanthal A           | 1,45                            |                                   |
| Molybdæn og wolfram | 0,055                           | 0,4                               |
| Kviksølv            | 0,958                           | 0,089                             |
| Kul                 | Ca. 30                          | ca. -0,1                          |



# ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

## SI Basis Enheder

## SI Afledte enheder med specielle navne

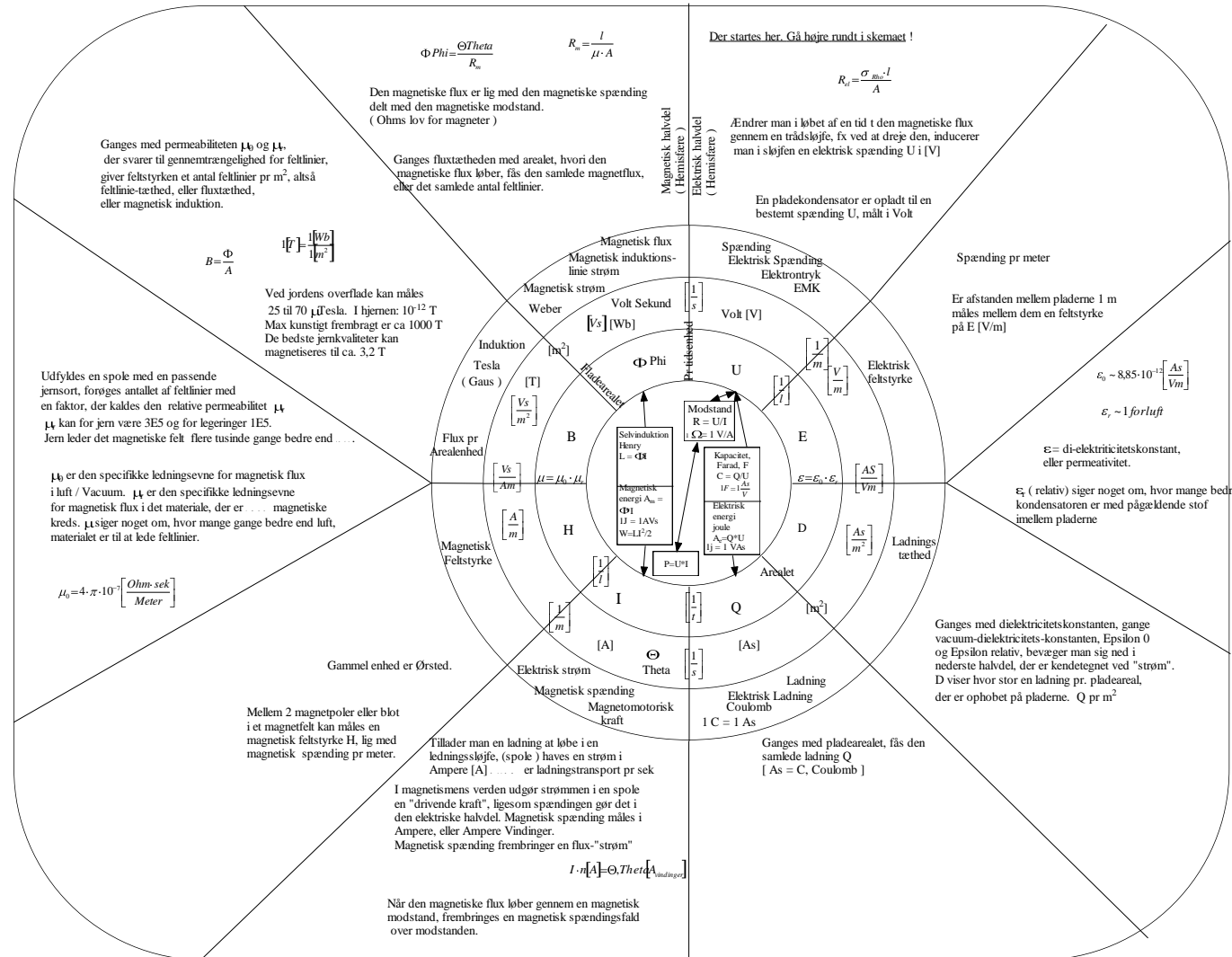


Optrukne linier indikerer multiplikation, Stiplede linier indikerer division

/Valle



# ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.





# ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

---

## ”Love:”

1. Det er ikke muligt momentant at ændre spændingen over en kondensator.
2. Det er ikke muligt momentant at ændre strømmen i en spole. Spolen vil generere en sådan spænding - med polaritet - at strømmen opretholdes.  
(Analogi: Man kan ikke momentant bringe en bil op på fx 100 km/t. - og man kan ikke momentant stoppe den.)
3. Stiger spændingen tværs over en kondensator, kaldes det opladning, falder den, er det afladning.
4. Alt er relativt.
5. Alt tager tid.
6. En operationsforstærker koblet som forstærker, vil sætte en sådan spænding på dens udgang, at forskellen mellem indgangsterminalerne  $\Delta U_{in}$  bliver  $\approx 0$  V

## Tommelfinger-regler:

$U_{TL}$  for 4093 CMOS er ca. 70 %  $U_{CC}$ ,  $L_{TL}$  er ca. 50 %.

Nandgate 4093 oscillator-frekvens er ca. :  $f = \frac{1}{R \cdot C \cdot \ln\left(\frac{7}{3}\right)}$

$$\text{Exact} = f = \frac{1}{RC \cdot \ln\left[\frac{U_{tl} \cdot U_{cc} - L_{tl}}{L_{tl} \cdot U_{cc} - U_{tl}}\right]}$$

## Tæller / oscillator 4060

Oscillatorfrekvens for tæller 4060 brugt som oneshot.

$$f_{osc} = \frac{2^X}{t \cdot 2} \quad X = 14 \text{ for udgang } Q_{14}.$$

## Dioder

En diodes, lysdiodes og Zenerdiodes funktion kan sammenlignes med en dæmning. Der skal hhv. 0,7, 1,7 og zenerdiodens påstemplede værdi til før der løber strøm.

$$\text{Formodstand for en lysdiode: } R_{Led} = \frac{U_{CC} - \Delta U_{Led}}{I_{Led}}.$$

En rød lysdiode har en diodespænding på ca. 1,6 til 2 Volt, afh. af fabrikat.



# **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

## **Det græske alfabet:**

|     |         |     |         |       |         |
|-----|---------|-----|---------|-------|---------|
| A α | Alfa    | I ι | Iota    | P ρ   | Rho     |
| B β | Beta    | K κ | Kappa   | Σ σ   | Sigma   |
| Γ γ | Gamma   | Λ λ | Lambda  | T τ   | Tau     |
| Δ δ | Delta   | M μ | My      | Υ υ   | Ypsilon |
| E ε | Epsilon | N ν | Ny      | Φ φ φ | Phi     |
| Z ζ | Zeta    | Ξ ξ | Ksi     | X χ   | Chi     |
| H η | Eta     | O ο | Omikron | Ψ ψ   | Psi     |
| Θ   | Theta   | Π π | Pi      | Ω ω   | Omega   |

## **Farvekoden for modstande:**

| Farve  | Værdi |
|--------|-------|
| Sort   | 0     |
| Brun   | 1     |
| Rød    | 2     |
| Orange | 3     |
| Gul    | 4     |
| Grøn   | 5     |
| Blå    | 6     |
| Violet | 7     |
| Grå    | 8     |
| Hvid   | 9     |

1. og 2. ring angiver de 2 første cifre i modstandsværdien.

3. ring angiver antal nuller. ( Guld = 0,1 Sølv = 0,01 )

4. ring angiver tolerancen. Sølv = 10%, Guld = 5%, Rød = 2% og Brun = 1%

1% og 2% modstande kræver så mange værdier, at der skal bruges 3 cifre i stedet for 2 til at angive værdien. Derfor har de 4 ringe til værdien, og først den 5. angiver tolerancen.

E12 rækken:

10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82.

100, 120 etc.

1000, 1200, etc.

10K, 12K, etc.

100K, 120K, etc.

## **Thevenin`s sætning**

Ethvert kredsløb – set fra to terminaler - kan erstattes af en spændingskilde i serie med en modstand.

Spændingskilden  $U_{TH}$  er lig tomgangsspændingen målt mellem de to terminaler, og seriemodstanden  $R_{TH}$  er den modstand, man ”ser ind i” mellem terminalerne når spændingskilden er kortsluttet.



# **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

---

## **Norton`s sætning**

En ækvivalent strømgenerator i parallel med en modstand.

Et kredsløb uafhængig af kompleksitet kan reduceres til en strømgenerator  $I_{Norton}$  med en parallelmodstand  $R_{Norton}$  ( eller blot  $I_N$  og  $R_N$  )

$I_N$  = udgangsterminalernes kortslutningsstrøm, og  $R_N$  = den modstand man ”ser ind i” mellem udgangsterminalerne når alle generatorer erstattes af deres indre modstande. ( Spændingsgeneratorer kortsluttes, strømgeneratorer afbrydes. )

## **Boolske regneregler:**

1. Man må bryde en bjælke, når man samtidig ændrer tegnet under det sted, der brydes, – og der samtidig sættes parentes. ( Der kan ikke sættes forskellige tegn ! )
2. Man kan samle en bjælke, når man samtidig ændrer tegnet under det sted, der samles.
3. Har man en variabel optrædende alene blandt flere led, kan man slette andre led hvori variabelen indgår.
4. Har man en variabel – OR – dens inverterede and noget mere, kan man fjerne dens inverterede.

## **Boolske udtryk:**

### **Konstanter:**

|                 |             |
|-----------------|-------------|
| $0 \cdot 0 = 0$ | $0 + 0 = 0$ |
| $0 \cdot 1 = 0$ | $0 + 1 = 1$ |
| $1 \cdot 0 = 0$ | $1 + 0 = 1$ |
| $1 \cdot 1 = 1$ | $1 + 1 = 1$ |
| $/0 = 1$        |             |
| $/1 = 0$        |             |

### **1 variabel:**

|                     |                       |
|---------------------|-----------------------|
| $A \cdot 0 = 0$     | $A \cdot A = A$       |
| $A \cdot 1 = A$     | $A \cdot \bar{A} = 0$ |
| $A + 0 = A$         | $A + \bar{A} = A$     |
| $A + 1 = 1$         | $A + \bar{A} = 1$     |
| $\bar{\bar{A}} = A$ |                       |



## **ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.**

### **2 eller flere variable.**

|      |  |  |
|------|--|--|
| 1    | $A + B = B + A$                                    |  |
| 2    | $A \cdot B = B \cdot A = AB = BA$                  | And-tegnet er underforstået.   |
| 3    | $A + B + C = A + (B + C)$                          |  |
| 4    | $A \cdot B \cdot C = (A \cdot B) \cdot C$          |  |
| 5    | $AB + AC = A(B + C)$                               | Man kan sætte en operator, der findes i flere led, uden for en parentes. Og modsat kan man gange ind !   |
| 6    | $(A + B)(A + C) = A + BC$                          | Der ganges ind, hvilket giver 4 led, og der reduceres.   |
| 7    | $A + AB = A$                                       | Når en variable optræder alene kan alle andre led, hvor pågældende variable indgår slettes.  |
| 7.1  | $AB + ABC = AB$                                    | Led, hvori andre, kortere led indgår, kan slettes  |
| 8    | $A(A + B) = AA + AB = A$                           |  |
| 9    | $\overline{A+B} = \overline{A+B}$                  |  |
| 10   | $A + \overline{AB} = A + B$                        | Når en variable optræder alene og "ores" med et andet led hvor dens inverterede optræder, kan man slette dens inverterede.   |
| 11   | $\overline{A+B} = \overline{A} \cdot \overline{B}$ | Man kan bryde en invertering hvis man samtidigt ændrer tegnet hvor man har brudt – og evt. sætter parentes.  |
| 12   | $\overline{A \cdot B} = \overline{A+B}$            | Man kan bryde en invertering, hvis man samtidigt ændrer tegnet hvor man har brudt. Her er det nødvendigt at sætte parentes, da "or-tegnet" ikke selv binder de to variable så tæt sammen som "and-tegnet" på venstre side. |
| 12,1 | $\overline{\overline{B+C}} = \overline{B+C}$       | Husk parentes !!   |
| 13   | $\overline{A \cdot B \cdot C} = \overline{A+B+C}$  | Husk parentes !!   |
| 14   | $AB + BC + C\overline{A} = AB + C\overline{A}$     | Meget speciel regel.   |





## ELEKTRISKE STØRRELSER, ENHEDER, FORMLER MM.

### Energi måles i Joule:

Denne side er ikke færdig !!!

1 Joule [J] = 1 [Nm], Newton Meter. Joule er arbejde, energi ! = [Ws]

| Begreb:          | Navn                          | Formler   |
|------------------|-------------------------------|---|
| Energi / arbejde |                               |   |
|                  |                               |   |
|                  | Potentiel energi              | $E_{pot} = m \cdot g \cdot h \left[ J = kg \cdot \frac{m}{s^2} \cdot m \right]$   |
|                  | Kinetisk energi:              | $E_{kin} = 0,5 \cdot m \cdot v^2 \left[ J = kg \cdot \frac{m^2}{s^2} \right]$   |
|                  | Kraft x vej                   | $A = F \cdot \Delta s \left[ N \cdot m \right]$   |
|                  | effekt x tid,                 | $E = P \cdot \Delta t \left[ W \cdot s = N \cdot m \right]$   |
|                  | Bevægelsesmængde,<br>Momentum | $= m \cdot v \left[ kg \cdot \frac{m}{s} \right]$ vektor  |
|                  | Impuls, vektor, Kraft x tid,  | $F \cdot t \left[ N \cdot s \right]$  |
|                  | 1 elektronvolt                | $= 1 \text{ [eV]} = 1,602 \cdot 10^{-19} \text{ [J]}$   |
|                  |                               |   |
|                  |                               |   |
| Effekt, Power:   | Power er energi pr tidsenhed  | $\frac{\text{arbejde}}{\text{tid}} \left[ W = \frac{J}{s} \right]$  |
|                  | Kraft · hastighed             | $P = F \cdot v \left[ W = N \cdot \frac{m}{s} \right]$  |
|                  |                               | $\frac{\text{energi}}{\text{tid}} = \frac{\text{arbejde}}{\text{tid}} = \frac{\text{kraft} \cdot \text{strækning}}{\text{tid}} \quad P = \frac{E}{\Delta t} = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{F \cdot s}{\Delta t} \left[ W = \frac{J}{s} = \frac{N \cdot m}{s} \right]$ |
|                  |                               |   |
|                  |                               |   |
|                  |                               |   |

Et legemes masse m relaterer til et legemes inerti, Kraft  $F = m \cdot a_{cc} \left[ N = kg \cdot \frac{m}{s^2} \right]$

Et legemes vægt w er en kraft mod jordens centrum  $w = m \cdot g \left[ N = kg \cdot \frac{m}{s^2} \right]$