

FORMELSAMMLUNG



ELEKTROTECHNIK

by Marcel Laube

FORMELSAMMLUNG ELEKTROTECHNIK	4
ALLGEMEINES:.....	4
STROMSTÄRKE:	4
ELEKTRIZITÄTSMENGE (LADUNG):.....	4
STROMDICHTHE:	4
SPANNUNG:	4
POTENTIAL:	4
WIDERSTAND:	5
SPEZIFISCHER WIDERSTAND:	5
WIDERSTAND VON LEITERN:	5
LEITWERT:	5
LEITFÄHIGKEIT:.....	5
TEMPERATURABHÄNGIGKEIT DES WIDERSTANDES:	5
<i>Warmwiderstand:</i>	6
STROMKREISGESETZE:.....	6
OHMSCHES GESETZ:.....	6
SERIESCHALTUNG (REIHENSCHALTUNG) VON WIDERSTÄNDEN:	6
<i>Stromstärke:</i>	6
<i>Die Gesamtspannung:</i>	6
<i>Der Gesamtwiderstand:</i>	6
<i>Unbelasteter Spannungsteiler:</i>	7
<i>Spannungsabfall:</i>	7
PARALLELSCHALTUNG VON WIDERSTÄNDEN:.....	7
<i>Spannung:</i>	7
<i>Der Gesamtstrom:</i>	8
<i>Der Gesamtwiderstand:</i>	8
<i>Der Gesamtleitwert:</i>	8
KIRCHHOFSCHES REGELN:	9
<i>Erste Kirchhofsche Regel (Knotengesetz):</i>	9
<i>Zweite Kirchhofsche Regel (Maschenregel):</i>	9
ARBEIT UND LEISTUNG:.....	10
ELEKTRISCHE ARBEIT - ENERGIE:	10
<i>kWh:</i>	10
ELEKTRISCHE LEISTUNG:	10
<i>PS:</i>	10
UMWANDLUNG VON ELEKTRISCHER ENERGIE IN WÄRME:	11
<i>Wirkungsgrad:</i>	11
VERHALTEN VON SPANNUNGSERZEUGERN:.....	11
QUELLEN- UND KLEMMENSCHWENNUNG:.....	11
<i>Unbelasteter Spannungserzeuger (Leerlauf):</i>	11
<i>Belasteter Spannungserzeuger:</i>	12
<i>Kurzschluss:</i>	12
<i>Innerer Widerstand:</i>	12
<i>Leistungsanpassung:</i>	12
ELEKTROWÄRME:.....	13
WÄRMEMENGE:.....	13

FORMELSAMMLUNG ELEKTROTECHNIK

SPEZIFISCHE WÄRMEKAPAZITÄT C:.....	13
WÄRMENUTZUNGSGRAD:.....	13
MAGNETISMUS:.....	14
STROM IM MAGNETFELD :.....	14
<i>Stromdurchflossener Leiter (Motorprinzip):.....</i>	<i>14</i>
<i>Spannungserzeugung durch Induktion der Bewegung (Generatorprinzip):.....</i>	<i>14</i>
<i>Induktion der Ruhe (Generatorprinzip):.....</i>	<i>14</i>
ELEKTRISCHES FELD:.....	15
ELEKTRISCHE FELDESTÄRKE:.....	15
KONDENSATOR:.....	15
<i>Kapazität (Speichervermögen):.....</i>	<i>15</i>
<i>Laden und Entladen des Kondensators:.....</i>	<i>15</i>
SCHALTUNG VON KONDENSATOREN:.....	15
<i>Parallelschaltung:.....</i>	<i>15</i>
<i>Serieschaltung:.....</i>	<i>16</i>
WECHSELSTROM:.....	16
SINUSFÖRMIGE WECHSELSPANNUNG:.....	16
<i>Augenblicksspannung:.....</i>	<i>16</i>
FREQUENZ:.....	16
KREISFREQUENZ:.....	16
EFFEKTIVWERTE:.....	17
WECHSELSTROMWIDERSTÄNDE:.....	17
OHMSCHER WIDERSTAND:.....	17
SPULEN:.....	17
<i>Scheinwiderstand:.....</i>	<i>18</i>
KONDENSATOR:.....	18
<i>Kapazitiver Blindwiderstand:.....</i>	<i>18</i>
SCHALTUNGEN VON WIRKWIDERSTÄNDEN, SPULEN UND KONDENSATOREN:.....	19
<hr/>	
LEISTUNG UND ARBEIT BEI WECHSELSTROM:.....	20
LEISTUNG BEI WIRKLAST (WIDERSTAND):.....	21
LEISTUNG BEI INDUKTIVER BELASTUNG (SPULE):.....	21
LEISTUNG BEI KAPAZITIVER BELASTUNG (KONDENSATOR):.....	21
LEISTUNGSDREIECK:.....	21
<i>Scheinleistung:.....</i>	<i>21</i>
LEISTUNGSFAKTOR:.....	22
ARBEIT BEI WECHSELSTROM:.....	22
<i>Wirkarbeit:.....</i>	<i>22</i>
<i>Blindarbeit:.....</i>	<i>22</i>
DREIPHASENWECHSELSTROM – DREHSTROM:.....	23
STERNSCHALTUNG:.....	23
<i>Verkettungsfaktor:.....</i>	<i>23</i>
DREIECKSCHALTUNG:.....	24
LEISTUNG BEI DREHSTROM:.....	24
<i>Wirkleistung:.....</i>	<i>24</i>
<i>Scheinleistung:.....</i>	<i>24</i>
<i>Blindleistung:.....</i>	<i>24</i>

ELEKTRISCHE MASCHINEN:	25
TRANSFORMATOREN:	25
<i>Spannungsübersetzung:</i>	25
<i>Stromübersetzung:</i>	25
<i>Widerstandsübersetzung:</i>	25
<i>Wirkungsgrad:</i>	25
MOTOREN:	26
<i>Drehfelddrehzahl:</i>	26
<i>Polpaare / Drehzahlen</i>	26
<i>Schlupf:</i>	26
<i>Leistungsaufnahme:</i>	26

FORMELSAMMLUNG ELEKTROTECHNIK

Allgemeines:

Stromstärke:

Stromstärke = Elektrizitätsmenge / Zeit
 (Elektronenmenge / Zeit)

Formelzeichen: **I**
Einheit: **Ampere [A]**

Definition: Fließen $6.24 \cdot 10^{18}$ Elektronen pro Sekunde durch einen
 Leiterquerschnitt, so fließt ein Strom von 1 A.

Elektrizitätsmenge (Ladung):

Elektrizitätsmenge= Stromstärke I * Zeit t

Formelzeichen: **Q**
Einheit: Coulomb C oder Amperesekunde **As** (1C = 1As)

Stromdichte:

Stromdichte = Stromstärke I / Querschnitt A

Formelzeichen: **J**
Einheit: **A/mm²** oder **A/m²**

Spannung:

Formelzeichen: **U**
Einheit: **V**

Potential:

Die Differenz zwischen zwei Potentialen ergibt die Spannung.

Formelzeichen: **φ**
Einheit: **V**

Potentiale haben immer ein Vorzeichen.

Die Spannungspfeile zeigen immer vom höheren zum niedrigeren Potential.

Widerstand:

Formelzeichen: **R**

Einheit: **Ω**

Spezifischer Widerstand:

Formelzeichen: **ρ**

Einheit: **$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$**

Definition: Der Widerstand eines Leitermaterials von 1m Länge und 1mm^2 Querschnitt, bei einer Temperatur von 20°C nennt man spezifischen Widerstand.

Widerstand von Leitern:

$$R = \frac{l \cdot \rho}{q} \quad [\Omega]$$

l = Leiterlänge [m]

ρ = Spez. Widerstand [$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$]

q = Leiterquerschnitt [mm^2]

Leitwert:

Formelzeichen: **G**

Einheit: **S (Siemens) oder $1/\Omega$**

Definition: **Der Leitwert ist der Kehrwert des Widerstandes.**

Leitfähigkeit:

Formelzeichen: **κ (Kappa)**

Einheit: **$\text{m}/\Omega\text{mm}^2$**

Definition: **Die Leitfähigkeit ist der Kehrwert des spezifischen Widerstandes.**

Temperaturabhängigkeit des Widerstandes:

Definition: **Der Temperaturkoeffizient α gibt die Widerstandsänderung für einen Widerstand von 1Ω bei Erwärmung um 1K .**

$$\Delta R = R_{20} \cdot \alpha \cdot \Delta \vartheta \quad [\Omega]$$

R_{20} = Widerstand bei 20°C

α = Temperaturkoeffizient [$1/\text{K}$]

$\Delta \vartheta$ = Temperaturänderung [K]

Warmwiderstand:

$$R_W = R_{20} + R_{20} * \alpha * \Delta \vartheta \quad [\Omega]$$

oder

$$R_W = R_{20} * (1 + \alpha * \Delta \vartheta) \quad [\Omega]$$

Stromkreisgesetze:

Ohmsches Gesetz:

$$U = R * I$$

$$I = \frac{U}{R}$$

$$R = \frac{U}{I}$$

Serieschaltung (Reihenschaltung) von Widerständen:

Stromstärke:

Bei Serieschaltungen ist der **Strom an jedem Punkt gleich**.

Die Gesamtspannung:

$$U = U_1 + U_2 + U_3 \dots$$

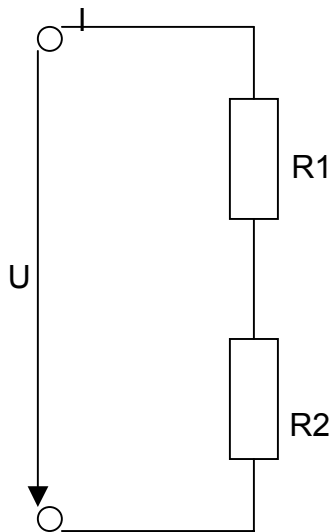
Der Gesamtwiderstand:

$$R = R_1 + R_2 + R_3 \dots$$

Zudem:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{R_1}{R_2} \text{ (etc.)}$$

Unbelasteter Spannungsteiler:



$$U_1 = U * \frac{R_1}{R_1 + R_2}$$

$$U_2 = U * \frac{R_2}{R_1 + R_2}$$

Spannungsabfall:

$$U_2 = \frac{U_1 * R_b}{2 * R_L + R_b} \text{ [V]}$$

- U_2 = Spannung beim Verbraucher
- U_1 = Spannung beim Erzeuger
- R_b = Widerstand des Verbrauchers
- R_L = Leitungswiderstand (1 Weg)

Parallelschaltung von Widerständen:

Spannung:

Die **Spannung** ist an **allen Stellen gleich gross**.

Der Gesamtstrom:

$$I = I_1 + I_2 + I_3 \dots$$

Zudem:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{R_2}{R_1} \text{ (etc.)}$$

Der Gesamtwiderstand:

- Im **grösste Widerstand** fliesst der **kleinste Strom**; Im **kleinsten Widerstand** fliesst der **grösste Strom**.
- Der **Gesamtwiderstand** ist immer **kleiner als der kleinste Einzelwiderstand**.

$$R_{Ges} = \frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$$

Der Gesamtleitwert:

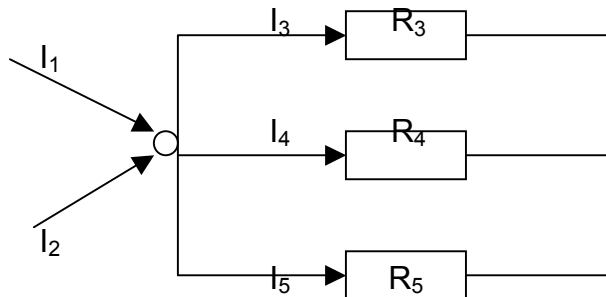
$$G_{Ges} = G_1 + G_2 + G_3 \dots$$

oder:

$$\frac{1}{R_{Ges}} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} \dots$$

Kirchhofsche Regeln:

Erste Kirchhofsche Regel (Knotengesetz):



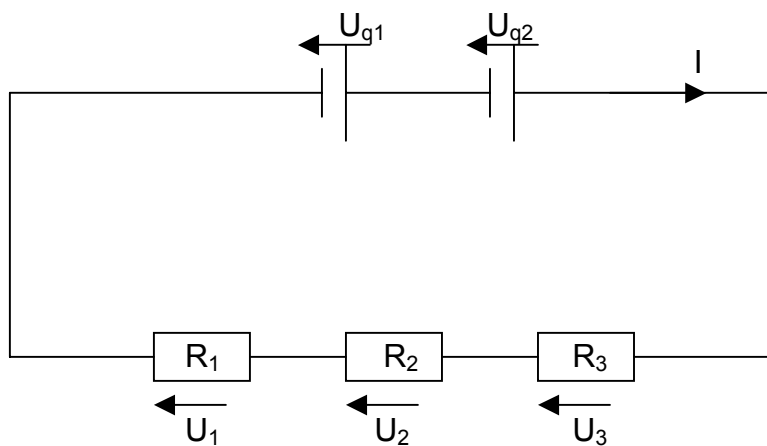
$$I_1 + I_2 = I_3 + I_4 + I_5$$

oder

$$I_1 + I_2 - I_3 - I_4 - I_5 = 0$$

Die Summe der zugeführten Ströme ist gleich der abgehenden Ströme.

Zweite Kirchhofsche Regel (Maschenregel):



$$U_{q1} + U_{q2} = U_1 + U_2 + U_3$$

oder :

$$U_{q1} + U_{q2} - U_1 - U_2 - U_3 = 0$$

Die Summe der Quellenspannungen ist gleich der Summe aller Spannungsabfälle.

Arbeit und Leistung:

Elektrische Arbeit - Energie:

Zusammenhang zwischen Arbeit und Energie:

Energie ist das Vermögen, Arbeit zu verrichten. Energie ist gespeicherte Arbeit → Gleiche Einheit.

Definition: =Arbeit, die aufgewendet werden muss, um eine Ladung Q zu verschieben.

$$W = Q * U \quad [\text{Ws}] \text{ (oder [VAs])}$$


da $Q = I * t$ ist:

$$W = U * I * t \quad [\text{Ws}]$$

durch Einsetzen des Ohmschen Gesetzes:

$$W = I^2 * R * t \quad \text{oder:} \quad W = \frac{U^2 * t}{R}$$

kWh:

 1 kWh = $3.6 * 10^6$ Ws (kWh ist eine Arbeitseinheit!)

Elektrische Leistung:

Definition: = Arbeit pro Zeiteinheit

$$P = \frac{W}{t} \quad [\text{W}] \text{ (oder [Va])}$$


durch Einsetzen von $W = U * I * t$ ergibt sich:

$$P = U * I \quad [\text{W}]$$

Durch Einsetzen des Ohmschen Gesetzes ergibt sich:

$$P = I^2 * R \quad \text{oder} \quad P = \frac{U^2}{R}$$

PS:

 1 PS = 736 W

Umwandlung von elektrischer Energie in Wärme:

Erwärmung von 1kg Wasser um 1K = Wärmemenge von 4186 J (1kcal)

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{W_{ab}}{W_{zu}} \quad [-] \quad [\%]$$

W_{ab} = abgegebene Arbeit

W_{zu} = zugeführte Arbeit

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} \quad [-] \quad [\%]$$

P_{ab} = abgegebene Leistung

P_{zu} = zugeführte Leistung

Verhalten von Spannungserzeugern:

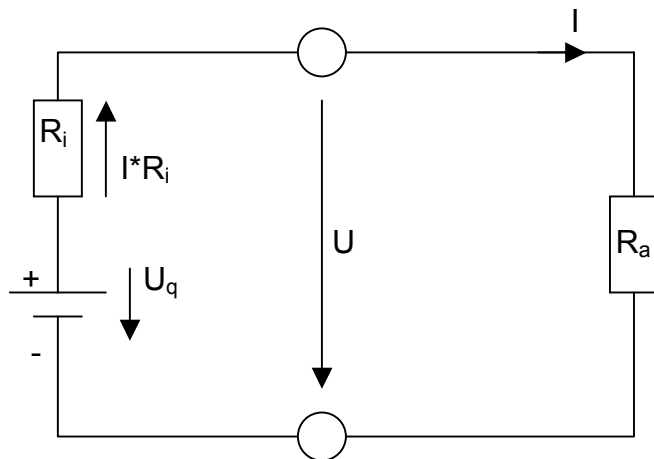
Quellen- und Klemmenspannung:

Unbelasteter Spannungserzeuger (Leerlauf):

Die Klemmenspannung ist gleich der Quellenspannung

$$U = U_q$$

Belasteter Spannungserzeuger:



Mit steigender Belastung nimmt die Klemmenspannung ab.

$$U = U_q - I * R_i$$

$$I = \frac{U_q}{R_i + R_a}$$

Kurzschluss:

Bei einem Kurzschluss zwischen den beiden Klemmen der Spannungsquelle fließt der Kurzschlussstrom I_k :

$$I_k = \frac{U_q}{R_i} \text{ [A]}$$

U_q = Quellenspannung

R_i = Innerer Widerstand

Innerer Widerstand:

$$R_i = \frac{\Delta U}{\Delta I}$$

Δ von 2 verschiedenen Betriebszuständen

Leistungsanpassung:

Die **Leistungsabgabe** eines Spannungserzeugers ist am **grössten**, wenn der **Belastungswiderstand gleich dem inneren Widerstand** ist.

$$R_a = R_i$$

Elektrowärme:

Wärmemenge:

$$Q = m * c * \Delta t \quad [\text{J}]$$

m = Masse [Kg]
c = spez. Wärmekapazität [J/kg*K]
 Δt = Temperaturänderung [K]

Spezifische Wärmekapazität c:

Stoff	c [J/kg * K]
Aluminium	921
Kupfer	385
Stahl	460
PVC	880
Wasser	4187
Luft	1006

Wärmenutzungsgrad:

$$\zeta = \frac{Q_N}{Q_S} = \frac{\Delta \vartheta * c * m}{P * t} \quad [-] \quad [\%]$$

Q_N = Nutzwärme
 Q_S = Stromwärme
 $\Delta \zeta$ = Temperaturunterschied [K]
c = spez. Wärmekapazität [J/kg*K]
m = Masse [kg]
P = Leistung
t = Zeit

+

Magnetismus:

Strom im Magnetfeld :

Stromdurchflossener Leiter (Motorprinzip):

Ein Stromdurchflossener Leiter wird in einem Polfeld (zwischen zwei Magnetpolen) abgelenkt. Und zwar mit der folgenden Kraft:

$$F = B * I * l * z \quad [\text{N}]$$

B	=	
I	=	Stromstärke [A]
l	=	Leiterlänge [m]
z	=	Anzahl Leiter

Spannungserzeugung durch Induktion der Bewegung (Generatorprinzip):

Die Bewegung einer Leiterschleife in einem Magnetfeld (quer zu den Feldlinien) bewirkt eine Ladungsverschiebung in der Leiterschleife

In der Leiterschleife wird eine Spannung induziert:

$$U_o = B * v * l * z \quad [\text{U}]$$

B	=	[Vs/m ²]
v	=	Geschw. des Leiters [m/s]
l	=	Leiterlänge [m]
z	=	Anzahl Leiter

Induktion der Ruhe (Generatorprinzip):

Eine Stromänderung bewirkt in beiden Spulen eines Transformators eine Änderung der Feldlinienzahl.

Es entstehen Ladungsverschiebungen in den Spulen; **es wird Spannung induziert.**

$$U_o = -N \frac{\Delta\phi}{\Delta t} \quad [\text{V}]$$

N	=	Windungszahl
$\Delta\phi$	=	Flussänderung
Δt	=	Zeit der Flussänderung [s]

$$\frac{N_1}{N_2} = \frac{U_1}{U_2} = \frac{I_2}{I_1}$$

Elektrisches Feld:

Elektrische Feldstärke:

$$E = \frac{U}{l} \quad [\text{V/m}] \quad l = \text{Abstand}$$

Kondensator:

Eine Anordnung von 2 leitenden Flächen zwischen denen sich ein elektrisches Feld bilden kann, nennt man **Kondensator**.

Kapazität (Speichervermögen):

$$C = \frac{Q}{U} \quad [\text{F}] \quad (\text{oder } [\text{As/V}])$$

$Q = \text{Ladung [As]}$
 $U = \text{Spannung [V]}$

Laden und Entladen des Kondensators:

Laden: Beim Laden fliesst kurzzeitig ein Strom. Anschliessend sperrt der Kondensator den Strom.

Speichern: Der Kondensator kann elektrische Ladung speichern.

Entladen: Beim Entladen fliesst kurzzeitig ein entgegengesetzter Strom.

Schaltung von Kondensatoren:

Parallelschaltung:

$$C = C_1 + C_2 + C_3$$

Serieschaltung:

Die Stromstärke ist in allen Kondensator gleich gross.

$$Q = Q_1 = Q_2 = Q_3$$

$$U * C = U_1 * C_1 = U_2 * C_2 \dots$$

$$U = U_1 + U_2 + U_3$$

$$\frac{Q}{C} = \frac{Q_1}{C_1} + \frac{Q_2}{C_2} + \frac{Q_3}{C_3}$$

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

Wechselstrom:

Sinusförmige Wechselspannung:

Augenblickspannung:

$$U = \hat{U} * \sin \alpha$$

\hat{U} = Scheitelwert [V]
 α = Drehwinkel [°]

oder Zeitabhängig:

$$U = \hat{U} * \sin(2 * \pi * f * t)$$

f = Frequenz [Hz]
t = Zeit [s]

Frequenz:

$$f = \frac{1}{T} \text{ [Hz]}$$

T = Periodendauer [s]

Kreisfrequenz:

$$\omega = 2 * \pi * f \text{ [1/s]}$$

f = Frequenz [Hz]

Effektivwerte:

$$I_{eff} = \frac{\hat{I}}{\sqrt{2}} \text{ [A]}$$

\hat{I} = Scheitelstrom [A]

$$U_{eff} = \frac{\hat{U}}{\sqrt{2}} \text{ [V]}$$

\hat{U} = Scheitelspannung [A]

Wechselstromwiderstände:

Ohmscher Widerstand:

Ohmsche Widerstände verhalten sich **im Gleich- und Wechselstromkreis gleich**.
Im Wechselstromkreis werden sie meist **Wirkwiderstand** R bezeichnet.

Spulen:

Spulen verhalten sich in Gleich- und Wechselstromkreisen verschieden.
Beim Wechselstrom kommt zu dem **Drahtwiderstand** der **induktive Blindwiderstand** X_L dazu.

Der Induktive Widerstand:

$$X_L = 2 * \pi * f * L$$

f = Frequenz [Hz]

L = Induktivität [H] (Henry)

oder

$$X_L = \omega * L$$

ω = Kreisfrequenz [1/s]

oder

$$X_L = \frac{U_L}{I_L}$$

Scheinwiderstand:

Der Gesamtwiderstand einer Spule setzt sich aus dem **Wirkwiderstandes R** und dem **induktiven Blindwiderstand X_L** nennt man **Scheinwiderstand Z** oder **Impedanz**.

$$Z = \frac{U}{I}$$

oder:

$$Z = \sqrt{R^2 + X_L^2}$$

Kondensator:

Im Wechselstrom verhält sich der Kondensator wie ein Widerstand. Diesen „Widerstand“ nennt man **kapazitiven Blindwiderstand X_C** .

Kapazitiver Blindwiderstand:

$$X_C = \frac{U_C}{I_C}$$

$$X_C = \frac{1}{2 * \pi * f * C} = \frac{1}{\omega * C}$$

f = Frequenz [Hz]

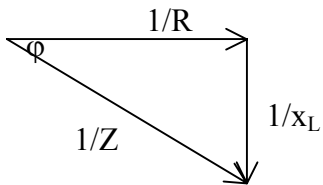
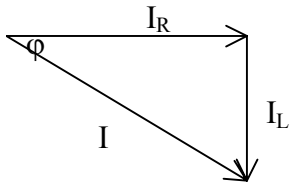
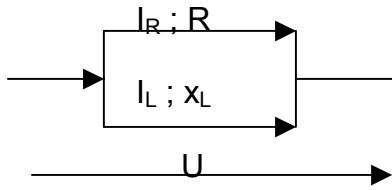
C = Kapazität [F] (Farad)

Schaltungen von Wirkwiderständen, Spulen und Kondensatoren:

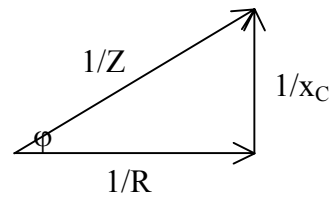
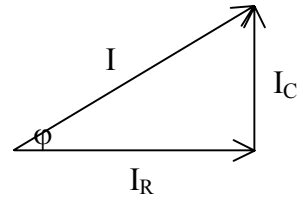
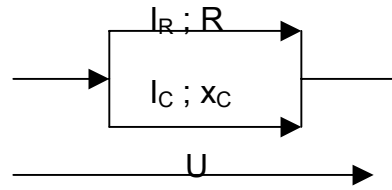
SERIESCHALTUNG	
<p>Wirkwiderstand + Spule $R; U_R$ $X_L; U_L$</p> <p style="text-align: center;">$\xrightarrow{U; I}$</p>	<p>Wirkwiderstand + Kondensator $R; U_R$ $X_C; U_C$</p> <p style="text-align: center;">$\xrightarrow{U; I}$</p>
<p>Wirkwiderstand + Spule + Kondensator $R; U_R$ $X_L; U_L$ $X_C; U_C$</p> <p style="text-align: center;">$\xrightarrow{U; I}$</p>	

PARALLELSCHALTUNG

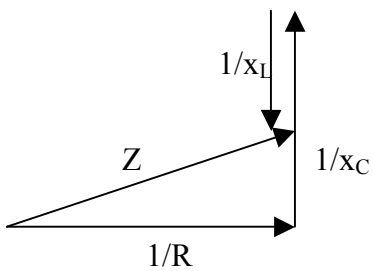
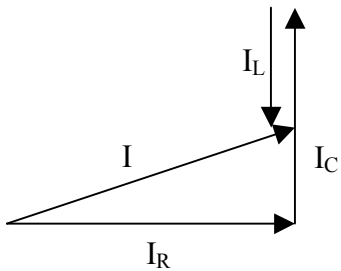
Wirkwiderstand + Spule



Wirkwiderstand + Kondensator



Wirkwiderstand + Spule + Kondensator



Leistung und Arbeit bei Wechselstrom:

Leistung bei Wirklast (Widerstand):

$$P = U * I_R \text{ [W]}$$

U = Effektivspannung [V]

I_R = Effektivstrom [A]

Leistung bei induktiver Belastung (Spule):

$$Q_L = U * I_L \text{ [Var]}$$

U = Effektivspannung an Spule [V]

I_L = Effektivstrom an Spule [A]

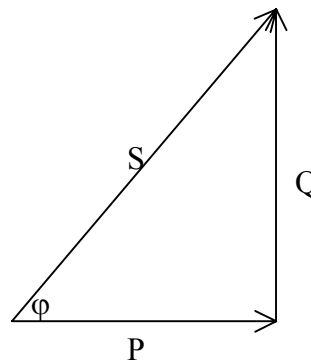
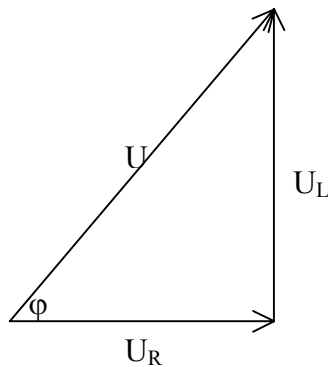
Leistung bei kapazitiver Belastung (Kondensator):

$$Q_C = U * I_C \text{ [Var]}$$

U = Effektivspannung an Kond. [V]

I_C = Effektivstrom an Kond. [A]

Leistungsdreieck:



P = Wirkleistung
Q = Blindleistung
S = Scheinleistung

Scheinleistung:

$$S = U * I \text{ [VA]}$$

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \text{ [VA]}$$

Leistungsfaktor:

Der Leistungsfaktor gibt an, wie viel Prozent der Scheinleistung S als Wirkleistung P umgesetzt werden.

$$\cos \varphi = \frac{P}{S} \quad [-] \quad [\%]$$

Arbeit bei Wechselstrom:

Wirkarbeit:

$$W_W = P * t = U * I * \cos \varphi * t \quad [\text{Ws}] \quad [\text{kWh}]$$

U	=	Effektivspannung [V]
I	=	Effektivstrom

Blindarbeit:

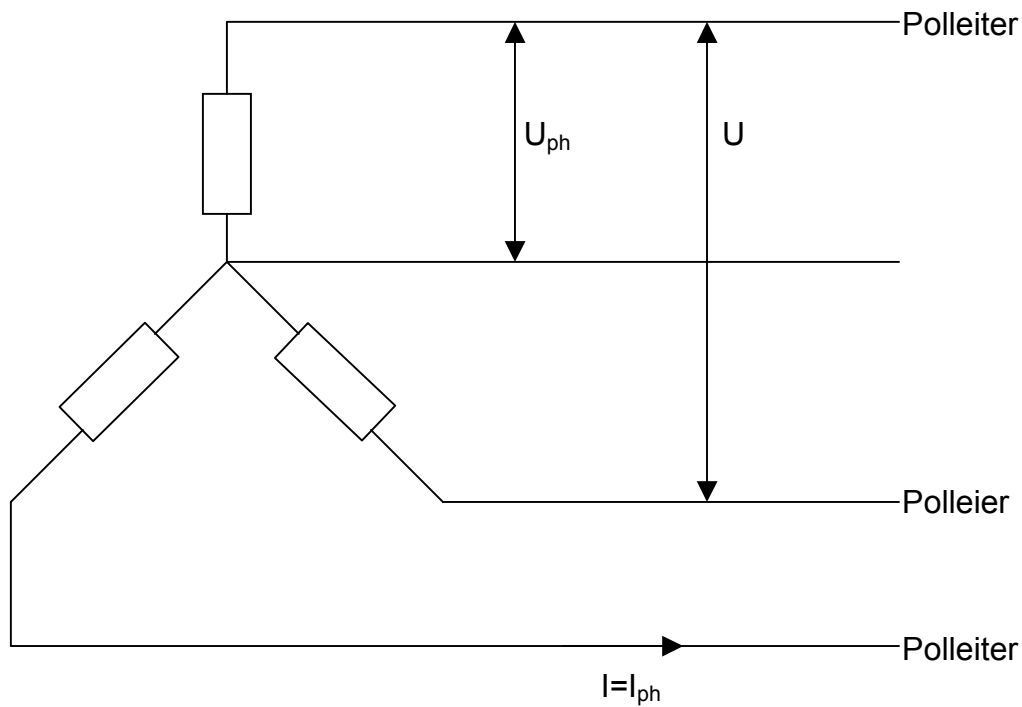
$$W_B = Q * t = U * I * \sin \varphi * t \quad [\text{vars}] \quad [\text{kvarh}]$$

U	=	Effektivspannung [V]
I	=	Effektivstrom [A]
t	=	Zeit [s]



Dreiphasenwechselstrom – Drehstrom:

Sternschaltung:



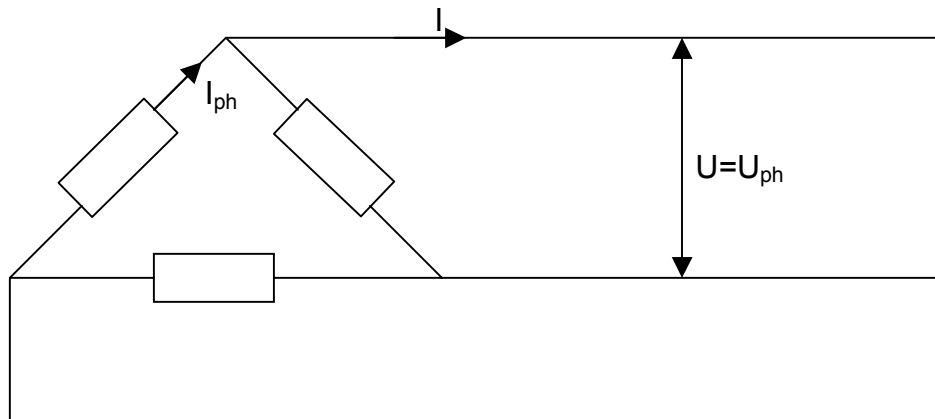
$$U = \sqrt{3} * U_{ph}$$

$$I = I_{ph}$$

Verkettungsfaktor:

$$\text{Verkettungsfaktor} = \frac{\text{Leiterspannung}}{\text{Strangspannung}} = \frac{U}{U_{st}} = \sqrt{3}$$

Dreieckschaltung:



$$U = U_{ph}$$

$$I = \sqrt{3} * I_{ph}$$

Leistung bei Drehstrom:

Wirkleistung:

$$(P = 3 * P_{st} = 3 * U_{st} * I_{st} * \cos \varphi \text{ [kW]})$$

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi \text{ [kW]}$$

U = Polleiterspannung [V]

I = Polleiterstrom [A]

(U und I sind immer die höheren Werte)

Scheinleistung:

$$S = \sqrt{3} * U * I \text{ [VA]}$$

Blindleistung:

$$Q = \sqrt{3} * U * I * \sin \varphi \text{ [Var]}$$

$$P_{\Delta} = 3 * P_{\gamma}$$

Elektrische Maschinen:

Transformatoren:

Spannungsübersetzung:

$$\frac{U_1}{U_2} = \frac{N_1}{N_2}$$

U = Spannung [V]

N = Anzahl Windungen

Stromübersetzung:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{N_2}{N_1}$$

I = Stromstärke [A]

N = Anzahl Windungen

Widerstandsübersetzung:

$$\frac{R_1}{R_2} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 = \dot{u}^2$$

R₁ = Widerstand vor Trafo

R₂ = Widerstand Sekundärseitig

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{ab} + V_{FE} + V_{CU}} \quad [-] \quad [\%]$$

P_{ab} = Abgehende Leistung

V_{FE} = Eisenverlust

V_{CU} = Kupferverlust

Motoren:

Asynchronmotor:

Drehfelddrehzahl:

☛ Der Läufer dreht etwas langsamer als das Drehfeld

$$n_s = \frac{f}{p}$$

n_s = Drehfelddrehzahl

f = Frequenz

p = Polpaarzahl

Polpaare / Drehzahlen

☛ Die Drehzahl ist in erster Linie von der Polpaarzahl abhängig

3 Wicklungen	→	1 Polpaar	→	3'000 U/min
6 Wicklungen	→	2 Polpaar	→	1'500 U/min
9 Wicklungen	→	3 Polpaar	→	1'000 U/min

Schlupf:

☛ Asynchronmotoren benötigen einen Schlupf zur Induktion des Läufers

$$s = \frac{n_s - n}{n_s} * 100 \quad [\%]$$

n_s = Drehfelddrehzahl

n = Läuferdrehzahl (auf Leistungsschild)

Leistungsaufnahme:

$$P = \sqrt{3} * U * I * \cos \varphi \quad [\text{W}]$$

U = Nennspannung [V]

I = Nennstrom [A]

$\cos \varphi$ = Phasenverschiebung [-]
(alle Angaben vom Leistungsschild)