

Elektrotechnik Formelsammlung

Cornelius Poth

23. Januar 2008

Dieses Dokument habe ich zum einen erstellt um ein wenig \LaTeX zu lernen bzw. zu üben und natürlich auch um mich mit Elektrotechnik auseinander zu setzen. Ich möchte darauf hinweisen, dass evtl. einige Dinge nicht zu 100% wissenschaftlich korrekt geschrieben oder beschrieben sind. Allerdings kann genau das ein Vorteil für Schüler oder Studenten sein um Dinge besser zu verstehen.

Das ist meine Formelzusammenstellung für die Prüfung. Einige Dinge, die andere vielleicht brauchen, fehlen - z. B. wie man Ersatzwiderstände oder -kapazitäten von in reihe oder parallel geschalteten Kondensatoren oder Widerständen berechnet.

Grundsätzlich gilt allerdings: Keine Gewähr auf Richtigkeit! Wer Fehler findet oder Verbesserungsvorschläge hat kann (und soll) mich gerne darauf hinweisen, am besten mit einer netten E-Mail an kontakt (a) cpoth.de
(Adresse nicht richtig ausgeschrieben um mich vor Spam zu schützen!)

Bitte beachten: Rechtschreibfehler sind absichtlich eingefügt und dienen der Unterhaltung des Lesers.

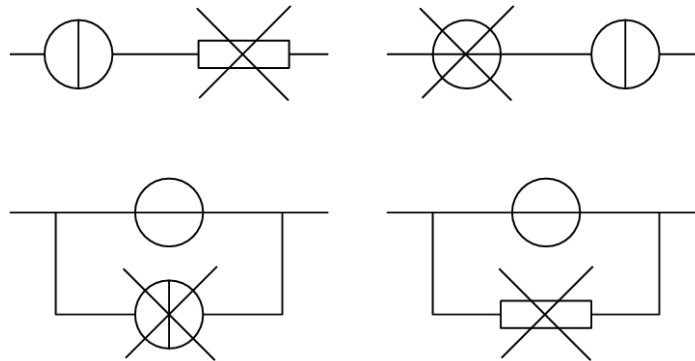
www.cpoth.de

Inhaltsverzeichnis

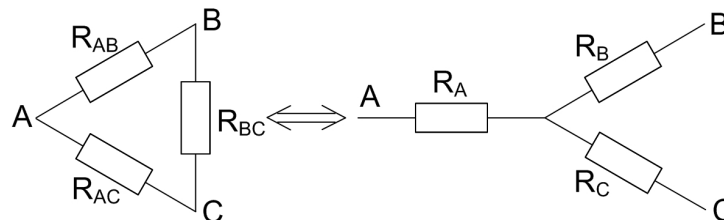
1	Knotenpotentialanalyse	3
1.1	Umwandlungsvorschriften, überflüssige Bauelemente	3
2	Stern-Dreieck Umwandlung bzw. Transformation	3
2.1	Dreieck-Stern	3
2.2	Stern-Dreieck	3
3	Widerstände	3
3.1	...temperaturabhängige	3
4	Ladung, Strom, Spannung, Leistung, Arbeit: Zusammenhänge	4
4.1	Strömungsfeld	4
4.1.1	Strom um Strömungsfeld	4
4.2	Elektrische Flussdichte	4
4.3	Leistungsanpassung	4
5	Kapazitäten, Kondensatoren	5
5.1	Zusammenhang von Ladung, Spannung, Kapazität, Oberfläche, Plattenabstand,...	5
5.2	Zylinderkondensator	5
5.3	Ladevorgang	5
5.4	Entladevorgang	5
5.5	Energie im Kondensator	5
5.6	Reihenschaltung von Kondensatoren	6
6	Elektrostatik	6
7	Flächen, Oberflächen, etc.	6

1 Knotenpotentialanalyse

1.1 Umwandlungsvorschriften, überflüssige Bauelemente



2 Stern-Dreieck Umwandlung bzw. Transformation



2.1 Dreieck-Stern

$$R_A = \frac{R_{AB} \cdot R_{AC}}{R_{AB} + R_{AC} + R_{BC}}$$

2.2 Stern-Dreieck

$$R_{AB} = R_A + R_B + \frac{R_A \cdot R_B}{R_C}$$

3 Widerstände

3.1 ...temperaturabhängige

Spezifischer Widerstand:

$$\rho = \frac{R \cdot A}{l}$$

$$\Delta\vartheta = \frac{R_{warm} - R_{kalt}}{R_{kalt} \cdot \alpha_{20}}$$

Näherung mit $\alpha = \frac{1}{K}$:

$$R_{warm} = R_{kalt} \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta)$$

Quadratische Näherung mit $\alpha = \frac{1}{K}$, $\beta = \frac{1}{K^2}$:

$$R_{warm} = R_{kalt} \cdot (1 + \alpha_{20} \cdot \Delta\vartheta + \beta_{20} \cdot \Delta\vartheta^2)$$

4 Ladung, Strom, Spannung, Leistung, Arbeit: Zusammenhänge

$$I = \frac{\Delta Q}{\Delta t} \Rightarrow \text{Strom in I} = \frac{\text{Ladung in C}}{\text{Zeit in s}}$$

$$J = \frac{I}{A} \Rightarrow \text{Stromdichte in } \frac{\text{A}}{\text{mm}^2} = \frac{\text{Strom in I}}{\text{Fläche in mm}^2}$$

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

$$P = U \cdot I$$

$$W = P \cdot t$$

4.1 Strömungsfeld

Fließt durch einen geraden Leiter mit konstantem Querschnitt ein Strom, stellt sich ein stationäres, homogenes Strömungsfeld ein.

$$I = J \cdot A = |\vec{J}| \cdot |\vec{A}| \cdot \cos \alpha$$

4.1.1 Strom um Strömungsfeld

$$J_p = q_p \cdot n_p \cdot v_p \text{ und } J_n = q_n \cdot n_n \cdot v_n$$

$$I = e \cdot (n_p v_p - n_n v_n)$$

4.2 Elektrische Flussdichte

$$D = \epsilon_r \epsilon_0 E = \sigma, \text{ in } \frac{\text{As}}{\text{m}^2} = \frac{\text{C}}{\text{m}^2} = \frac{\text{Ladung}}{\text{Fläche}}$$

$$D \cdot A = Q, I = \frac{\Delta Q}{\Delta t}$$

4.3 Leistungsanpassung

Maximale Leistung wird einer Quelle entnommen wenn $R_i = R_{Last}$.

$$P_{opt} = U_{Leerlauf} \cdot I_{Kurzschluss}$$

Füllfaktor:

$$FF = \frac{P_{Verbraucher \max}}{P_{opt}}$$

Ausnutzungsgrad:

$$\epsilon = \frac{P_{Verbraucher}}{P_{opt}}$$

Wirkungsgrad:

$$\eta = \frac{P_{ab}}{P_{zu}} = \frac{R_V}{R_i + R_V}$$

5 Kapazitäten, Kondensatoren

5.1 Zusammenhang von Ladung, Spannung, Kapazität, Oberfläche, Plattenabstand,...

$$Q = C \cdot U$$

$$C = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot \frac{A}{l} \text{ mit } \epsilon_0 = 8,8542 \cdot 10^{-12} \frac{C}{Vm} \text{ und } \epsilon_r = 1$$

Kraft auf die Kondensatorplatten:

$$F = \frac{1}{2} \epsilon_0 \epsilon_r \frac{U^2}{d^2} A = \frac{Q^2}{2 \epsilon_0 \epsilon_r A} = \frac{1}{2} Q E$$

Flächenladungsdichte:

$$\sigma = \frac{Q}{A} = \epsilon_0 \cdot \epsilon_r \cdot E$$

5.2 Zylinderkondensator

$$E(r) = \frac{1}{2\pi\epsilon_0 r} \frac{Q}{l}$$

Spannungen zwischen den Elektroden:

$$U = \frac{Q}{l} \frac{1}{2\pi\epsilon_0} \ln\left(\frac{r_a}{r_i}\right)$$

Kapazität pro Längeneinheit - Kapazitätsbelag:

$$\frac{C}{l} = \frac{\frac{Q}{l}}{U} = \frac{2\pi\epsilon_0}{\ln\left(\frac{r_a}{r_i}\right)}$$

5.3 Ladevorgang

$$\tau = R \cdot C$$

$$U(t) = U_0 \cdot (1 - e^{-\frac{t}{\tau}})$$

$$(1 - e^{-1}) \cdot U_0 \approx 63\% \hat{=} 1\tau$$

5.4 Entladevorgang

$$U(t) = U_0 \cdot e^{-\frac{t}{\tau}}$$

$$\frac{1}{e} \cdot U_0 \approx 37\% \hat{=} 1\tau$$

5.5 Energie im Kondensator

$$W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot U^2$$

$$\Delta W = \frac{1}{2} \cdot C \cdot (U_{\text{vorher}}^2 - U_{\text{nachher}}^2)$$

5.6 Reihenschaltung von Kondensatoren

Beim zusammenschalten und kurzschließen von Kondensatoren die vorgeladen sind gilt:

$$U_{i \text{ nachher}} = U_{i \text{ vorher}} - \frac{C_{\text{alle}}}{C_i} \cdot U_{\text{alle vorher}}$$

6 Elektrostatik

Coulombsches Gesetz:

$$F = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q_1 Q_2}{r^2}$$

Potential im radialsymmetrischen Feld:

$$\varphi(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r}$$

Elektrisches, radialsymmetrisches Feld:

$$E(r) = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} \frac{Q}{r^2}$$

Verschiebungsarbeit im homogenen Feld:

$$W_{12} = QE(r_2 - r_1)$$

Verschiebungsarbeit im radialsymmetrischen Feld:

$$W_{12} = \frac{1}{4\pi\epsilon_0} Q_1 Q_2 \left(\frac{1}{r_2} - \frac{1}{r_1} \right)$$

7 Flächen, Oberflächen, etc.

Mantelfläche Zylinder:

$$M = 2\pi r h$$

Kreisumfang:

$$U = 2r\pi$$

Kreisfläche:

$$A = r^2\pi$$

Kugeloberfläche:

$$A = 4\pi r^2$$

Ringoberfläche: