Glet2 - Cheat-Sheet

Elektrische Felder

Feldstärke im Abstand r zu Q: $\vec{E} = \frac{Q}{4\pi\epsilon r^2}\cdot\frac{\vec{r}}{r}$ $[\vec{E}]=\frac{As\cdot V\cdot m}{As\cdot m^2} = \frac{V}{m}$

Kraft auf die Ladung q : $\vec{F} = q\cdot\vec{E}$ *E ist hier die Feldstärke am Ort von q*

Feldstärke im Punkt bei mehren felderzeugenden Ladungen:

1. E Vektor in P für jede Ladung errechnen
2. E Vektoren addieren, ergibt den resultierenden E Vektor in P
3. Betrag des resultierenden Vektors berechnen, falls danach gefragt

Spannung, Potential und Strom

Nützliche grundsätzliche Zusammenhänge:

$$U = \frac{P}{I} = \frac{P\cdot\Delta t}{I\cdot\Delta t} = \frac{W}{Q} \qquad \vec{E} = -grad\,\varphi$$

Spannung ist eine Potentialdifferenz : $U = \varphi_1 - \varphi_2$

Potential im Abstand r zu einer Ladung Q : $\varphi = \frac{Q}{4\pi\epsilon\cdot r}$

Bei n Ladungen : $\varphi = \sum_{i=1}^{n}\frac{Q_i}{4\pi\epsilon\cdot r_i}$

Äquipotenziallinien, Äquipotenzialflachen :

Menge aller Punkte mit gleichem Potential in einem E-Feld.

2-Dimensional : Linien 3-Dimensional: Flächen

Elektrische Flussdichte : $\vec{D} = \epsilon\cdot\vec{E}$ $[\vec{D}] = \frac{C}{m^2}$

Elektrischer Fluss : $\psi_{el} = D\cdot A\cdot\cos(\alpha)$ $[\psi_{el}] = As = C$

(α ist der Winkel zwischen den Feldlinien und A)

Gauß'scher Satz der Elektrostatik: $\psi_{el} = \sum_{i=1}^{n} Q_i$

Der Elektrische Fluss durch eine belibige Hüllenfläche ist die Summe der Ladungen in der Hülle.

Berechnung elektrischer Feldlinien : $\frac{\tan(\alpha_1)}{\tan(\alpha_2)} = \frac{\epsilon_1}{\epsilon_2}$

Kapazität und Kondensator

Kapazität : $Q = C\cdot U$ $[C] = \frac{As}{V} = F$

Energie: $W_e = \frac{1}{2}\cdot C\cdot U^2$

Plattenkondensator : $C = \frac{\epsilon_0\cdot\epsilon_r\cdot A}{d}$

Kugelkondensator : $C = \frac{4\pi\epsilon_0\epsilon_r\cdot r_i\cdot r_a}{r_a - r_i}$

Serienschaltung : $\frac{1}{C_s} = \frac{1}{C_1}+\frac{1}{C_2}+...+\frac{1}{C_n} = \sum_{i=0}^{n}\frac{1}{C_i}$

Parallelschaltung: $C_s = C_1+C_2+...+C_n = \sum_{i=0}^{n} C_i$

Strom durch einen Kondensator: $i = C\cdot\frac{du}{dt}$

Magnetfeld und Induktion:

Kraft zwischen zwei bewegten Ladungen : $F = \frac{\mu}{4}\cdot\frac{Q_1 v_1\cdot Q_2 v_2}{r^2}$

Lorentzkraft : $\vec{F} = Q\cdot(\vec{v}\times\vec{B})$ $F = Q\cdot v\cdot B\cdot\sin(\alpha)$

Kraft auf einen von Leiter im mag. Feld : $F = I \cdot l \cdot B \cdot \sin(\alpha)$ $\vec{F} = I \cdot (\vec{l} \times \vec{B})$

Feldstärke : $\vec{H} = \frac{\vec{B}}{\mu}$ $[B] = \frac{Vs}{m^2} = T$ $[H] = \frac{A}{m}$

Magnetischer Fluss : $\Phi = B \cdot A \cdot \sin(\alpha)$ $[\Phi] = \frac{Vs}{m^2} \cdot m^2 = Tm^2 = Wb$

Magnetische Feldenergie pro Volumen : $W_m = \frac{1}{2} \mu H^2 = \frac{1}{2} \cdot \frac{B^2}{\mu}$

Brechungsgesetz : $\frac{\tan(\alpha_1)}{\tan(\alpha_2)} = \frac{\mu_1}{\mu_2}$

Ersatzschaltbild des magnetischen Rahmens :

Ohmsches Gesetz des magnetischen Kreises : $\Phi = \Lambda \cdot \Theta = \frac{\mu \cdot A}{l_e} \cdot I \cdot n$

Analogien:

magnetischer Kreis:	**elektrischer Stromkreis :**
magnetischer Fluss Φ	elektrischer Strom I
magnetischer Widerstand R = 1/Λ	elektrischer Widerstand R = 1/G
Durchflutung Θ	angelegte elektrische Spannung
magnetische Spannung	elektrische Spannung

Magnetische Widerstände:

Rahmenabschnitt : $R = \frac{l}{\mu \cdot A}$

Luftspalt mit Breite δ : $R = \frac{\delta}{\mu_0 \cdot A}$

Magnetische Spannungsquelle:

Spule : $\Theta = n \cdot I$

Induktion :

Induktion in einer Leiterschleife : $U = -\frac{d\Phi}{dt}$

Spulenfluss uns induzierte Spannung : $\Psi = n \cdot \Phi$ $U = -n \cdot \frac{d\Phi}{dt} = -\frac{d\Psi}{dt}$

Induktivität: $L = \left|\frac{\Psi}{i}\right|$ $[L] = \frac{Vs}{A} = H$

Induktivität aus A_L-Wert : $L = n^2 \cdot \Lambda$ (Der A_L-Wert ist eigentlich Λ)

Induktivität brechen :

1. Bei Spule mit Kern Rahmen/Ringförmigen Kern magnetischen Widerstand berechnen.
   Danach siehe *Induktivität aus A_L-Wert.*

2. Bei zylindrischen Luftspulen gilt : $H = \frac{I \cdot n}{l}$

   B aus H errechnen.
   Aus der Querschnittfläche und B berechnet sich Φ.
   Aus Φ und der Windungszahl ergibt sich Ψ.
   Mit Ψ und I kann L berechnet werden. (*siehe Formeln oben und links von hier*)

Spannung an einer Spule : $u = L\frac{di}{dt}$

Magnetisch nicht gekoppelte Spulen in

Parallelschaltung: $\frac{1}{L_s} = \frac{1}{L_1} + \frac{1}{L_2} + ... + \frac{1}{L_n} = \sum_{i=0}^{n} \frac{1}{L_i}$

Serienschaltung: $L_s = L_1 + L_2 + ... + L_n = \sum_{i=0}^{n} L_i$

Gegeninduktivität: $M = \left|\frac{\Psi_1}{i_2}\right| = \left|\frac{\Psi_2}{i_1}\right|$ $[M] = H$

Durch Gegeninduktion induzierte Spannung : $u_2 = -\left(L_2 \frac{di_2}{dt} + M\frac{di_1}{dt}\right)$

Spule 1 wird von Strom durch flossen, in Spule 2 wird Spannnung , induziert.

Magnetisch nicht koppelte Spulen in

Serie mit gleichem Wicklungssinn

$$L_s = L_1 + L_2 + 2M$$

mit entgegengesetztem Wicklungssinn

$$L_s = L_1 + L_2 - 2M$$

Ausgleichsvorgänge in lineare Schaltungen

Kondensator

Aufladen :

$$U(t) = U_{max} \cdot (1 - e^{\frac{-t}{RC}})$$

$$I(t) = I_{max} \cdot e^{\frac{-t}{RC}}$$

Entladen :

$$U(t) = U_{max} \cdot e^{\frac{-t}{RC}}$$

$$I(t) = -I_{max} \cdot e^{\frac{-t}{RC}}$$

Spule

Einschalten :

$$I(t) = I_{max} \cdot (1 - e^{-\frac{R}{L} t})$$

$$U(t) = U_{max} \cdot e^{-\frac{R}{L} t}$$

Ausschalten:

$$I(t) = I_{max} \cdot e^{-\frac{R}{L} t}$$

$$U(t) = -U_{max} \cdot e^{-\frac{R}{L} t}$$

Transformatoren und Übertrager

Übersetzungsverhältnis : $\frac{1}{\ddot{u}} = \frac{U_2}{U_1} = -\frac{I_1}{I_2}$

Gegeninduktivität beim idealen Trafo : $M = \sqrt{L_1 \cdot L_2}$