

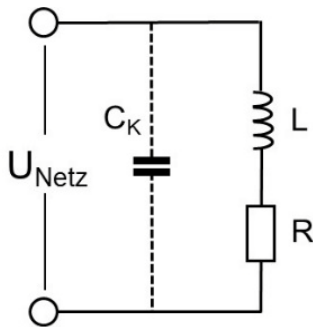
Abgabe am **25. Juni** vor Beginn der Vorlesung

AUFGABE 1 – Magnetische Hystereseis

Skizzieren Sie eine Hysteresisschleife (inkl. detailliert beschrifteter Achsen) und beantworten Sie in wenigen Sätzen die Frage, nach der Ursache (auf atomarer Ebene) der magnetischen Hysterese. Die Aspekte der „Sättigung“ sowie „Remanenz / Gedächtnisfunktion“ sollen hierbei angesprochen werden. (3 Pkt)

AUFGABE 2 – Wirk- und Blindleistung

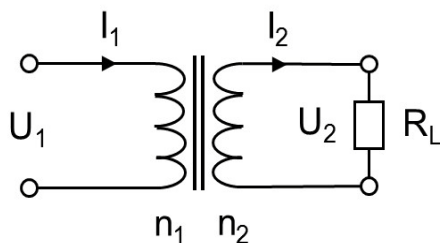
Ein elektrischer Verbraucher (z.B. ein Elektromotor) mit einer Induktivität L von 1 H und einem ohmschen Widerstand R von 50Ω wird an eine Berliner Steckdose angeschlossen ($U_{\text{Netz}}^{\text{eff}} = 220 \text{ V}, 50 \text{ Hz}$).



a) Die Situation ist durch das gezeigte Schaltbild beschrieben, jedoch ohne C_K . Skizzieren Sie ein Zeigerdiagramm dazu und berechnen Sie - mit Begründung bzw. Herleitung - die Werte von Blind- und Wirkleistung. (3 Pkt)

b) Die Blindleistung ist potentiell problematisch für die Funktion des Stromnetzes. Daher soll nun eine Blindleistungskompensation durch Parallelschaltung von C_K vorgenommen werden. Wie groß muss C_K sein, damit die Blindleistung minimal wird (mit Begründung bzw. Herleitung)? (3 Pkt)

AUFGABE 3 – Transformator



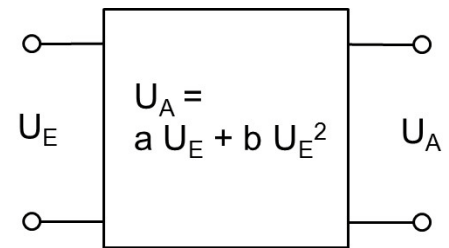
Wir betrachten einen idealen Transformator (keine Kopplungsverluste, keine ohmschen Verluste in den Spulen) mit n_1 Windungen auf der Primärseite und n_2 Windungen auf der Sekundärseite. The Primärspannung sei die Berliner Netzspannung ($U_1^{\text{eff}} = 220 \text{ V}, 50 \text{ Hz}$). Der Effektivwert der Sekundärspannung sei 20 V ($U_2^{\text{eff}} = 20 \text{ V}$).

Wie hoch ist der Strom I_1 in der Primärspule für einen Lastwiderstand R_L von 200Ω ? (ohne Herleitung der verwendeten Beziehungen) (2 Pkt)

AUFGABE 4. Frequenzmischung, Modulation und Frequenzvervielfachung

Gegeben sei ein Element (elektronische Baugruppe) mit der folgenden *nichtlinearen* Kennlinie (a und b sind reelle Zahlen und frequenzunabhängig):

$$U_A = a U_E + b U_E^2 \quad (\text{Glg. 1})$$



Das Eingangssignal ergebe sich als Addition zweier sinusförmiger Signale:

$$U_E = U_1 \cos \omega_1 t + U_2 \cos \omega_2 t \quad (\text{Glg. 2})$$

a) Zeigen Sie, dass in $U_A(t)$ sinusförmige Signale mit sechs Frequenzen auftreten, nämlich ω_1 , ω_2 , $2\omega_1$, $2\omega_2$, $\omega_2 - \omega_1$, $\omega_2 + \omega_1$, sowie ein Gleichspannungspegel ($\omega=0$). (4 Pkt)

b) Wir nehmen nun an, dass ω_1 eine Tonfrequenz ($f_{NF} = 15 \text{ Hz} - 18 \text{ kHz}$) sei und ω_2 eine Radiofrequenz (z.B. $f_{RF} = 1 \text{ MHz}$). Diskutieren Sie anhand des Ergebnisses von a), dass die nichtlineare Kennlinie (unter anderem) eine Amplitudenmodulation erzeugt. Angenommen es sollen Tonsignale mit einer Frequenz von bis zu 18 kHz übertragen werden. Was wäre dann der minimale Abstand der Sendefrequenzen zweier Radiosender (Antwort mit kurzer Begründung und einer Skizze)? (3 Pkt)

c) Das Eingangssignal habe nun nur eine Frequenzkomponente ($U_E = U_0 \cos \omega t$); die nichtlineare Kennlinie nach Glg. 1 bewirkt eine Frequenzverdopplung (2ω). Welche Frequenzen treten nun bei der ‚Serienschaltung‘ zweier nichtlinearer Kennlinien (siehe Abbildung) auf? (2 Pkt)

Ergänzende Anmerkung (ohne Konsequenzen für den Lösungsweg): Die Aufgabe 4 bezieht sich *nicht alleine* auf den Radiofrequenzbereich. Frequenzmischung und Frequenzvervielfachung durch nichtlineare Effekte sind auch zentral in der Lasertechnik bzw. in der nichtlinearen Optik generell.