

Musteraufgaben: Eignungstest „Elektrotechnik“ – MRBE

Hinweis

Beantworten Sie alle Fragen.

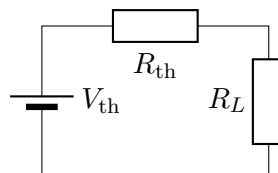
Teil A: Multiple Choice (je 2 Punkte)

1. **Aufgabe.** Welches Gesetz besagt, dass die algebraische Summe der Ströme an einem Knotenpunkt einer elektrischen Schaltung null ist?
 - (a) Das Ohmsche Gesetz
 - (b) Das Kirchhoffsche Spannungsgesetz (Maschenregel)
 - (c) Das Kirchhoffsche Stromgesetz (Knotenregel)
 - (d) Tellegens Theorem

Antwort: (c) Kirchhoffsches Stromgesetz (Knotenregel). Es gilt $\sum I_{\text{ein}} = \sum I_{\text{aus}}$, d. h. die Summe der Ströme an einem Knoten ist null.

2. **Aufgabe.** In einer Gleichstromschaltung wird die maximale Leistung an einen ohmschen Verbraucher übertragen, wenn:
 - (a) Der Lastwiderstand null ist.
 - (b) Der Lastwiderstand dem Thévenin-Ersatzwiderstand der Quelle entspricht.
 - (c) Der Lastwiderstand unendlich groß ist.
 - (d) Die Quellenspannung gleich der Lastspannung ist.

Antwort: (b) Für eine lineare Quelle mit Thévenin-Widerstand R_{th} tritt die maximale Leistungsübertragung auf, wenn $R_L = R_{\text{th}}$ (siehe Beweis unten).



- i. Der Strom durch die Last ergibt sich durch:

$$I = \frac{V_{\text{th}}}{R_{\text{th}} + R_L}.$$

ii. Die übertragene Leistung beträgt:

$$P_L = I^2 R_L = \left(\frac{V_{\text{th}}}{R_{\text{th}} + R_L} \right)^2 R_L = \frac{V_{\text{th}}^2 R_L}{(R_{\text{th}} + R_L)^2}.$$

iii. Zur Maximierung der Leistung P_L ist folgender Ausdruck nach R_L abzuleiten:

$$f(R_L) = \frac{V_{\text{th}}^2 R_L}{(R_{\text{th}} + R_L)^2}.$$

Für die erste Ableitung gilt:

$$\frac{df}{dR_L} = V_{\text{th}}^2 \cdot \frac{(R_{\text{th}} + R_L)^2 - 2R_L(R_{\text{th}} + R_L)}{(R_{\text{th}} + R_L)^4},$$

wobei sich der Zähler des Bruchs auf der rechten Seite wie folgt vereinfachen lässt:

$$(R_{\text{th}} + R_L)^2 - 2R_L(R_{\text{th}} + R_L) = (R_{\text{th}} + R_L)(R_{\text{th}} - R_L).$$

Daraus folgt:

$$\frac{df}{dR_L} \propto (R_{\text{th}} - R_L).$$

iv. Nullsetzen:

$$R_{\text{th}} - R_L = 0 \implies R_L = R_{\text{th}}.$$

v. Zweite Ableitung negativ \rightarrow Maximum.

3. **Aufgabe.** Welche der folgenden Annahmen für einen idealen Operationsverstärker ist *nicht* korrekt?

- (a) Unendlicher Eingangswiderstand
- (b) Null Ausgangswiderstand
- (c) Unendliche Bandbreite
- (d) Endliche Leerlaufverstärkung

Antwort: (d) Ein idealer OPV hat eine *unendliche* Leerlaufverstärkung, einen unendlichen Eingangswiderstand, null Ausgangswiderstand und eine unendliche Bandbreite.

4. **Aufgabe.** Bei einer rein kapazitiven linearen Schaltung ist:

- (a) der Leistungsfaktor gleich 1
- (b) der Leistungsfaktor gleich 1/2
- (c) der Strom vorauseilend
- (d) der Strom nacheilend

Antwort: (c) der Strom vorauseilend. Bei einem idealen Kondensator eilt der Strom der Spannung um 90° voraus. Der Betrag von $\cos \varphi$ ist 0.

5. **Aufgabe.** Welche der folgenden Schaltungen realisiert ein *Tiefpassfilter 1. Ordnung*? Ausgang über dem angegebenen Bauteil.

- (a) RL-Reihenschaltung, Ausgang über L .

- (b) RC-Reihenschaltung, Ausgang über C .
- (c) LC-Parallelschaltung (verlustfrei).
- (d) RC-Reihenschaltung, Ausgang über R .

Antwort: (b) Eine RC-Reihenschaltung mit Ausgang über dem Kondensator ist ein Tiefpass 1. Ordnung: Bei niedrigen Frequenzen ist $|Z_C|$ groß \rightarrow hohe Spannung über C ; bei hohen Frequenzen ist $|Z_C|$ klein \rightarrow Spannung fällt ab.

Teil B: Kurzantworten (je 3 Punkte)

6. **Aufgabe.** Erklären Sie den Unterschied zwischen *Wirkleistung*, *Blindleistung* und *Scheinleistung* in linearen Wechselstromkreisen.

Antwort: Die Wirkleistung P (Watt) ist die tatsächlich in Wärme oder Arbeit umgesetzte Leistung. In einem Einphasen-Wechselstromkreis gilt $P = VI \cos \varphi$, wobei V der Effektivwert der Spannung, I der Effektivwert des Stroms und $\cos \varphi$ der Verschiebungsfaktor zwischen Spannung und Strom ist. Die Blindleistung Q (var) ist die Leistung, die zwischen Quelle und reaktiven Elementen pendelt. Für Einphasensysteme gilt $Q = VI \sin \varphi$. Die Scheinleistung S (VA) ist das Produkt $S = VI$ und erfüllt $S^2 = P^2 + Q^2$; der Leistungsfaktor ist $P_F = \cos \varphi = P/S$.

7. **Aufgabe.** Formulieren Sie den Satz von Thévenin und beschreiben Sie seine praktische Anwendung.

Antwort:

Satz von Thévenin: Jedes lineare, bilaterale Zweipolnetzwerk kann durch eine Ersatzspannungsquelle V_{th} in Reihe mit einem Widerstand R_{th} ersetzt werden.

Anwendung: Vereinfacht die Analyse und Auslegung von Lasten, z. B. zur Bestimmung von R_L für maximale Leistungsübertragung. Vorgehen: V_{th} ist die Leerlaufspannung an den Klemmen; R_{th} wird berechnet, indem unabhängige Quellen abgeschaltet werden (Spannungsquellen kurzschließen, Stromquellen öffnen) und der Ersatzwiderstand bestimmt wird.

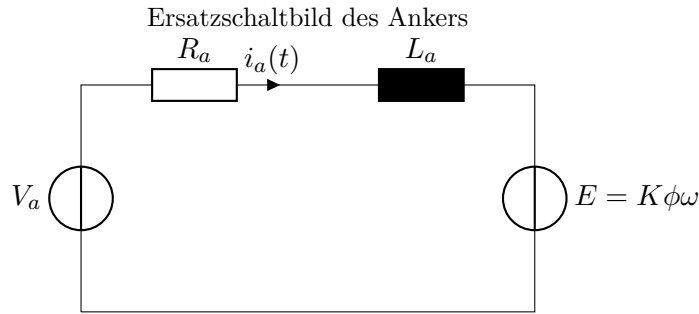
8. **Aufgabe.** Zeichnen Sie ein vereinfachtes Ersatzschaltbild einer Gleichstrommaschine ohne Erregerwicklung und beschriften Sie die Hauptkomponenten. Berechnen Sie anschließend die mittlere Leistung an der Welle im stationären Zustand unter Vernachlässigung mechanischer Verluste.

Antwort: Die Maschenregel, auf den Ankerkreis einer fremderregten Gleichstrommaschine angewandt, liefert folgenden Zusammenhang zwischen der Klemmenspannung V_a , dem Ankerwiderstand R_a , der Ankerinduktivität L_a und der induzierten Spannung $E = K\phi\omega$:

$$V_a = E + i_a R_a + L_a \frac{di_a}{dt}, \quad E = K\phi\omega,$$

Für das elektromagnetische Drehmoment gilt zudem:

$$T = K\phi i_a.$$



Für die an der Welle umgesetzte mechanische Leistung im stationären Zustand folgt:

$$P = E \cdot i_a, \quad i_a = \frac{V_a - E}{R_a} \implies P = \frac{V_a E - E^2}{R_a}.$$

9. **Aufgabe.** Definieren Sie den Gütefaktor Q einer linearen RLC-Reihenschaltung und erläutern Sie seine Bedeutung für die Filterauslegung.

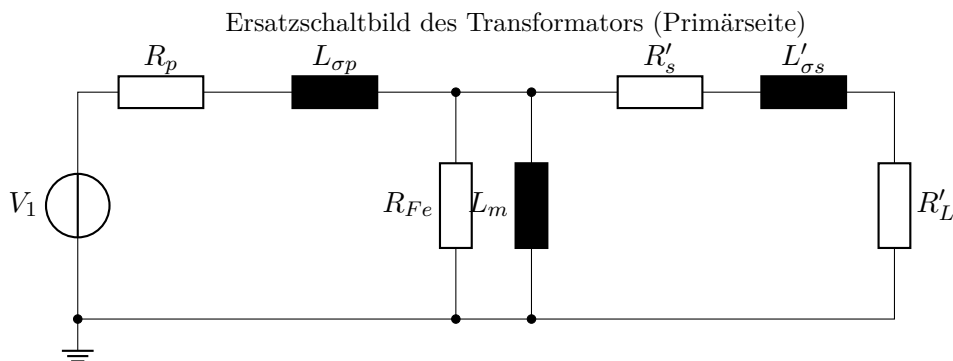
Antwort: Für eine RLC-Reihenschaltung mit Resonanzkreisfrequenz ω_0 lautet der Gütefaktor:

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R} = \frac{1}{R} \sqrt{\frac{L}{C}}.$$

Ein hoher Wert von Q bedeutet eine schärfere Resonanz, d. h. eine kleinere Bandbreite $B = \omega_0/Q$, eine höhere Selektivität und größere Spitzenströme oder -spannungen bei gegebener Anregung.

10. **Aufgabe.** Zeichnen Sie das auf die Primärseite bezogene Ersatzschaltbild eines Zweiwicklungstransformators, in dem die Magnetisierungsinduktivität, die Streuinduktivitäten, die Eisenverluste und die Wicklungswiderstände dargestellt sind. Welche Rolle spielt die *Magnetisierungsinduktivität*?

Antwort:



Die Magnetisierungsinduktivität L_m modelliert den Strom zur Erzeugung des magnetischen Flusses im Kern. Sie bestimmt den Leerlaufstrom und beeinflusst Spannungsregelung und Kernanregung. Im Ersatzschaltbild erscheint L_m als Parallelzweig (meist auf der Primärseite) zusammen mit dem Eisenverlustwiderstand R_{Fe} .

Teil C: Rechenaufgaben (je 4 Punkte)

11. **Aufgabe.** Ein Kupferdraht ist 15 m lang und hat einen Durchmesser von 1,5 mm. Berechnen Sie seinen elektrischen Widerstand bei einer spezifischen Leitfähigkeit von $\rho_{Cu} = 1,68 \cdot 10^{-8} \Omega \text{ m}$.

Antwort: Der Draht hat den Radius $r = 0,75 \text{ mm} = 7,5 \cdot 10^{-4} \text{ m}$ und den Querschnitt

$$A = \pi r^2 = \pi(7,5 \times 10^{-4})^2 = 1,767 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2.$$

Damit ergibt sich der Widerstand des Draht der Länge $l = 15 \text{ m}$ zu

$$R = \rho \frac{l}{A} = \frac{1,68 \times 10^{-8} \times 15}{1,767 \times 10^{-6}} \approx 0,143 \Omega.$$

12. **Aufgabe.** Berechnen Sie die Resonanzfrequenz f_0 einer schwingfähigen RLC-Schaltung mit $L = 0,1 \text{ H}$ und $C = 100 \mu\text{F}$.

Antwort:

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{0,1 \times 100 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{10^{-5}}} \approx 50,3 \text{ Hz}.$$

13. **Aufgabe.** Eine nichtinvertierende Verstärkerschaltung enthält den Widerstand $R_1 = 10 \text{ k}\Omega$ gegen Masse und $R_2 = 30 \text{ k}\Omega$ als Rückkopplungswiderstand. Wie groß ist die Spannungsverstärkung der Schaltung?

Antwort: Für einen nichtinvertierenden Verstärker gilt:

$$A_v = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 1 + \frac{30 \text{ k}\Omega}{10 \text{ k}\Omega} = 4.$$

14. **Aufgabe.** Die Primärspannung eines Transformators hat einen Effektivwert von 400 V . Das Windungsverhältnis beträgt $N_p : N_s = 8 : 1$. Berechnen Sie den Effektivwert der Sekundärspannung.

Antwort:

$$V_s = V_p \frac{N_s}{N_p} = 400 \text{ V} \times \frac{1}{8} = 50 \text{ V}.$$

15. **Aufgabe.** Eine Gleichstrommaschine nimmt 10 A bei 220 V auf und liefert eine mechanische Ausgangsleistung von 2 kW . Berechnen Sie den Wirkungsgrad dieser Maschine.

Antwort: Die Eingangsleistung:

$$P_{\text{in}} = VI = 220 \times 10 = 2200 \text{ W}.$$

Die Ausgangsleistung beträgt $P_{\text{out}} = 2000 \text{ W}$. Somit:

$$\eta = \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100\% = \frac{2000}{2200} \times 100\% \approx \boxed{90,9\%}.$$