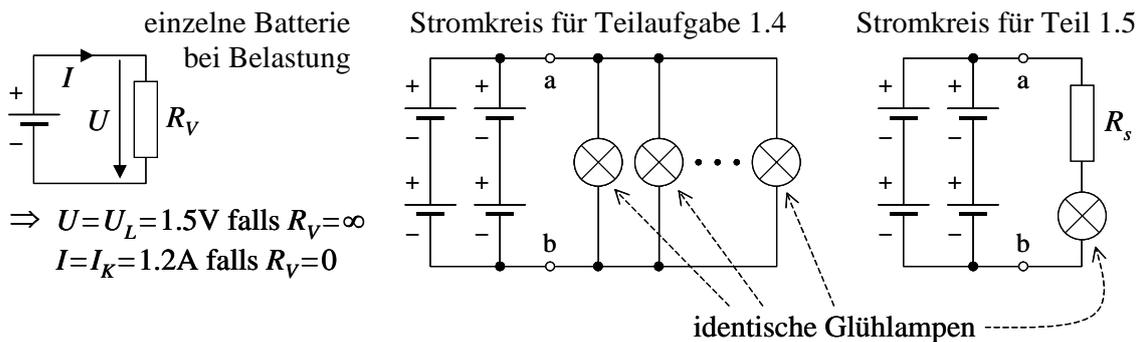


Zugelassene Hilfsmittel: beliebige eigene  
 Aufgabensteller: Buch, Geng, Göhl, Hessel,  
 Kielburger, Klein, Meyer, Tinkl  
 Arbeitszeit 90 Minuten

A	1	2	3	4	Σ	N

**Aufgabe 1** (ca. 18 Punkte)

Zur Verfügung stehen vier identische Batterien. Deren individuelle Leerlaufspannung sei jeweils  $U_L=1.5V$ . Wird eine der Batterien kurzgeschlossen, so fließt der Strom  $I_K=1.2A$  (siehe Bild links). Zur Lösung der Aufgabe darf jede Batterie als lineare Quelle betrachtet werden. Um eine gewünschte Spannung und einen gewünschten maximalen Strom zu erzielen, werden vier Batterien gemäß den skizzierten Stromkreisen verschaltet. Die Batterieanordnung speise mehrere parallel geschaltete Glühlampen (s. Teilaufgabe 1.4) bzw. eine einzelne Glühlampe mit Vorwiderstand  $R_s$  (für Teilaufgabe 1.5). Nennleistung und Nennspannung der identischen Glühlampen seien jeweils  $P_{nenn}=0.5W$  bzw.  $U_{nenn}=2.5V$ .



1.1 Wie groß ist der Innenwiderstand  $R_i$  einer einzelnen Batterie?

1.2 Für den Schaltungsteil links der Klemmen a-b werde eine Ersatzquelle definiert. Bestimmen Sie deren Ersatzleerlaufspannung  $U_{qe}$  und Innenwiderstand  $R_{ie}$ . (Ersatzwerte:  $U_{qe}=4.5V$ ,  $R_{ie}=2.5\Omega$ )

1.3 Berechnen Sie den Widerstand  $R$  einer einzelnen Glühlampe. (Ersatzwert:  $R=10\Omega$ )

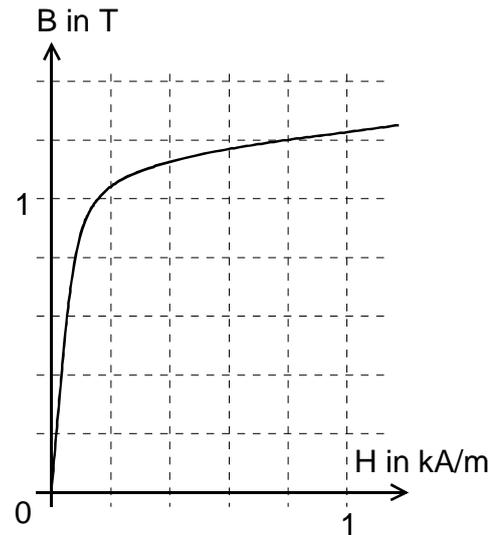
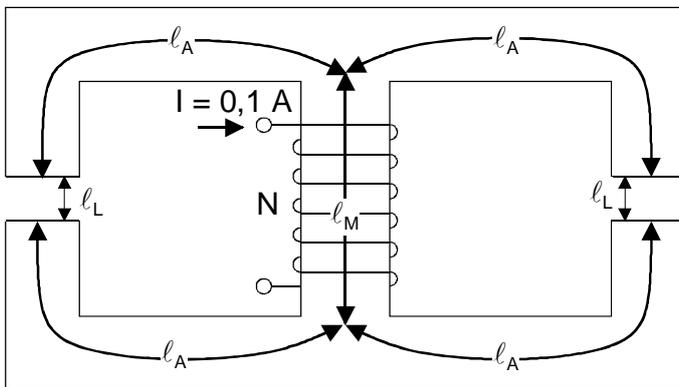
1.4 Wie viele der Glühlampen sind parallel zu schalten, damit die 4 Batterien die maximal mögliche Leistung  $P_{\max}$  abgeben? Wie groß ist diese maximale Leistung  $P_{\max}$ ? Wie groß ist für diesen Fall der elektrische Wirkungsgrad  $\eta$ ?

1.5 Nun wird an die Klemmen a-b eine einzelne Glühlampe plus Vorwiderstand  $R_s$  geschaltet (siehe Bild rechts). Wie groß ist der Vorwiderstand  $R_s$  zu wählen, damit die Glühlampe bei ihrer Nennleistung betrieben wird? Wie groß ist nun der elektrische Wirkungsgrad  $\eta$ ?

**Aufgabe 2** (ca. 19 Punkte)

Der abgebildete dreischenkige Eisenkern besitzt zwei gleiche Außenschenkel (Schenkelabschnitte  $\ell_A$ , Querschnittsfläche  $A_A$ ) mit jeweils einem schmalen Luftspalt der Länge  $\ell_L$ . Eine stromdurchflossene Spule (Windungszahl  $N$ ;  $I = 0,1$  A) auf dem Mittelschenkel (Länge  $\ell_M$ , Querschnittsfläche  $A_M$ ) versorgt beide Luftspalte mit einer magnetischen Flussdichte  $B_L = 1,2$  T. Die Magnetisierungskurve des Eisens ist daneben dargestellt.

$$A_A = A_L = 1 \text{ cm}^2; \quad \ell_A = 15 \text{ cm}; \quad \ell_L = 0,15 \text{ mm}; \quad \ell_M = 12 \text{ cm}; \quad \mu_0 = 1,25 \cdot 10^{-6} \text{ Vs/Am}$$



2.1 Skizzieren Sie einige Feldlinien in die obige Abbildung.

2.2 Zeichnen Sie das magnetische Ersatzschaltbild und tragen Sie die magnetischen Flüsse ein. Welchen Wert hat der magnetische Fluss  $\Phi_M$  im Mittelschenkel? (Ersatzwert:  $\Phi_M = 2,5 \cdot 10^{-4}$  Vs)

Die folgenden Aufgaben sollen unter der Bedingung gelöst werden, dass im gesamten Eisenkern eine gleiche magnetische Flussdichte vorhanden ist.

2.3 Welche Querschnittsfläche  $A_M$  muss damit der Mittelschenkel haben?

2.4 Tragen Sie den Betriebs-Arbeitspunkt in die Magnetisierungskurve ein.

2.5 Bestimmen Sie für den Eisenkern im Betriebs-Arbeitspunkt die magnetischen Widerstände  $R_{mM}$  des Mittelschenkels und  $R_{mA}$  eines Schenkelabschnitts (Länge  $\ell_A$ ) sowie  $R_{mL}$  eines Luftspalts.

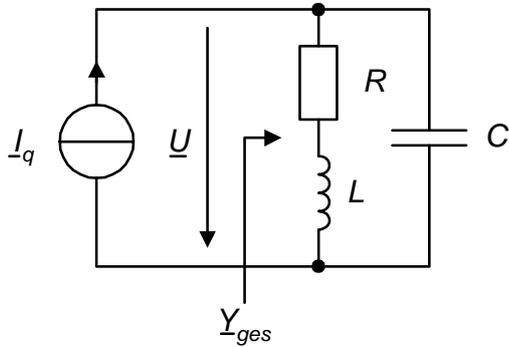
2.6 Welcher gesamte magnetische Widerstand wirkt auf die Stromspule und welche Windungszahl  $N$  ist notwendig? (Ersatzwert:  $R_{m,ges} = 1,5 \cdot 10^6 \text{ A/Vs}$ )

2.7 Mit welcher Kraft werden die Schenkelabschnitte jeweils angezogen?

**Aufgabe 3** (ca.14 Punkte)

Gegeben ist die nachstehende Schaltung, die eingangsseitig mit einer Wechselstromquelle der Frequenz  $f=159\text{Hz}$  gespeist wird.

Es gelte:  $I_q = 1\text{A}$ ,  $R = 5\ \Omega$ ,  $C = 100\ \mu\text{F}$  und  $L = 25\ \text{mH}$ .



3.1 Berechnen Sie den Gesamtleitwert  $\underline{Y}_{ges}$  zunächst allgemein in Abhängigkeit von  $R$ ,  $C$ ,  $L$  und der Kreisfrequenz  $\omega$  in Komponentenform (R-Form) und setzen Sie dann erst die Zahlenwerte ein.

(Ersatzwert:  $\underline{Y}_{ges} = (8 + j60)\text{mS}$ )

3.2 Berechnen Sie die Spannung  $\underline{U}$ . Wie groß ist die Phasenverschiebung zwischen  $\underline{U}$  und  $\underline{I}_q$ ?

3.3 Für welche Kreisfrequenz  $\omega_0$  wird der Gesamtleitwert  $\underline{Y}_{ges}$  rein reell? Wie groß ist in diesem Fall ( $\omega = \omega_0$ ) die von der Stromquelle abgegebene Wirkleistung  $P_0$ ?

**Aufgabe 4** (ca. 17 Punkte)

In einer Graastrocknungsanlage sind folgende symmetrische Verbraucher an einer symmetrischen Drehstromquelle mit Vierleitersystem (drei Phasen und Neutralleiter), mit der Phasenspannung  $U_y = 230 \text{ V}$  und der Frequenz  $f = 50 \text{ Hz}$  angeschlossen:

- ♣ Beleuchtung sternförmig:  $P_1 = 1 \text{ kW}$ ,  $\cos \varphi_1 = 0,2$  ind.
- Δ Elektromotor in Dreieckschaltung: abgegebene mech. Leistung  $P_{2\text{mech}} = 8 \text{ kW}$ , Wirkungsgrad  $\eta_2 = 0,8$ ,  $\cos \varphi_2 = 0,7$  ind.
- ♣ Elektromotor sternförmig:  $S_3 = 16 \text{ kVA}$ ,  $\cos \varphi_3 = 0,5$  ind.

4.1 Welche Wirk-, Blind- und Scheinleistung nimmt die gesamte Verbraucherschaltung auf? (Ersatzwerte:  $Q_{ges} = 24,9 \text{ kvar}$ ,  $S_{ges} = 30,3 \text{ kVA}$ )

4.2 Wie groß ist der Betrag des Stromes  $I_1$ , der in Phase 1 in die gesamte Verbraucherschaltung fließt?

Die Gesamtblindleistung wird mit drei sternförmig verdrahteten Kondensatoren auf 7 kvar reduziert.

4.3 Welche Kapazität ist für die Kondensatoren erforderlich?

4.4 Welcher Leistungsfaktor ergibt sich dabei für die gesamte Schaltung?

4.5 Wie groß ist nun der Betrag des Stromes  $I'_1$ , der in Phase 1 in die Verbraucherschaltung fließt?  
(Ersatzwert:  $I'_1 = 30,4 \text{ A}$ )

4.6 Um wie viel Prozent werden durch die Kompensation die Zuleitungsverluste gesenkt? Setzen Sie dazu einen beliebigen Leitungswiderstand ein.

----- **Viel Erfolg!** -----