

**Grundlagen der Elektrotechnik**  
**Nachklausur 2012**  
**Duale Hochschule Baden Württemberg Karlsruhe**  
**Dozent: Gerald Oberschmidt**

Hilfsmittel/ Bemerkung:

- 2 Blatt DIN A4
- Taschenrechner (Casio wie vorgeschrieben)
- Stift, (leeres) Papier, Geodreieck/ Lineal, Zirkel
- Aufgaben mit (\*) sind anspruchsvoll und ggf. nicht für jederman.

Ihr Name:

Ihre Immatrikulationsnummer:

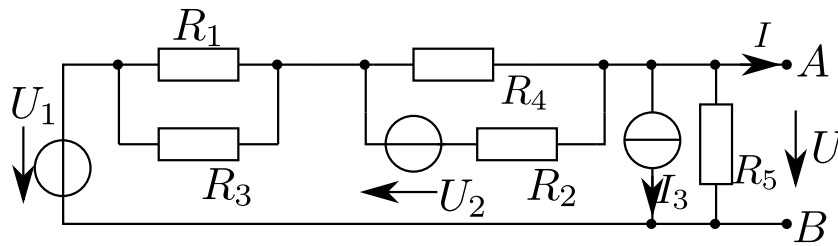
Nr.	Punkte	Ihr Ergebnis
1	11	
2	11	
3	16	
4	11	
5	14	
Ges.	63	

## 1 Temperaturabhängige Widerstände (11 Punkte)

Die Heizwendel eines elektrischen Heizlüfters habe einen elektrischen Widerstand mit Temperaturabhängigkeit von  $R_1 = R_0(1 + \alpha_1 \Delta T_1)$  mit einer Bezugstemperatur von  $T_0 = 20^\circ\text{C}$  und  $\alpha_1 = 0,005 \times 1/\text{K}$ .

- (a) Wie groß ist  $R_0$ , wenn bei  $U_0 = 230\text{ V}$  bei einer Temperatur  $T_0$  ein Strom von  $12\text{ A}$  fließen soll? (1 Punkt)
- (b) Die Wendel erhitzt sich auf  $T_1 = 800^\circ\text{C}$ , wie groß sind dann der Widerstand und die umgesetzte Leistung? (2 Punkte)
- (c) Der Heizlüfter soll optimiert werden. Wie groß darf  $\alpha$  maximal sein, wenn der Einschalt-(Kalt)Strom  $12\text{ A}$  nicht übersteigen darf, im Heizfall, bei  $T_1 = 800^\circ\text{C}$  aber  $P_H = 1\text{ kW}$  umgesetzt werden soll? (2 Punkte)
- (d) Nennen Sie zwei Varianten (mit Begründung und in jeweils vollständigen Sätzen), wie Sie dieses (oder ein geringeres)  $\alpha$  realisieren könnten! (2 Punkte)
- (e) Unter der Annahme, dass Manganin mit  $\alpha_M = 1 \cdot 10^{-5} 1/\text{K}$  für die Heizung verwendet wird, berechnen Sie den Widerstand  $R_0$  unter der Voraussetzung, dass bei  $T_1 = 800^\circ\text{C}$  eine Leistung von  $P_H = 1\text{ kW}$  umgesetzt wird! Welcher Strom fließt im kalten Zustand? (2 Punkte)
- (f) Die Heizwendel soll eine Länge von  $100\text{ m}$  haben. Wie groß ist der Durchmesser des kreisrunden Drahtes wenn Manganin mit einer Leitfähigkeit (bei  $T_0 = 20^\circ\text{C}$ ) von  $\kappa = 13,3 \cdot 10^6\text{ S/m}$  verwendet wird? (2 Punkte)

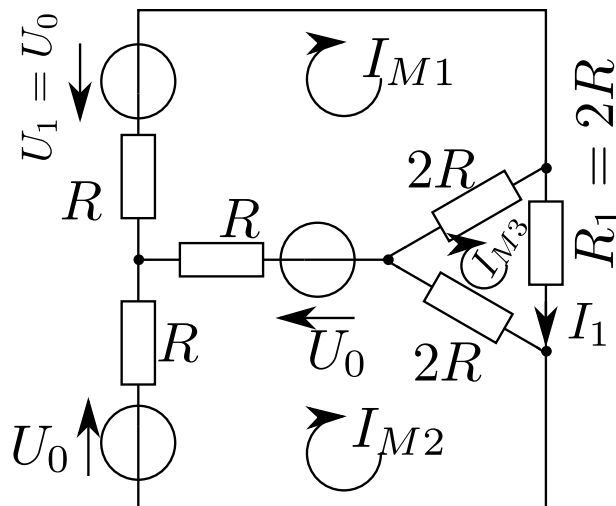
## 2 Ersatzspannungsquelle (11 Punkte)



Oben ist eine Schaltung gezeigt, deren Parameter als Ersatzstromquelle bestimmt werden sollen.

- Geben Sie Kurzschlussstrom und Innenwiderstand der Ersatzstromquelle an. Vereinfachen Sie schrittweise, das Ergebnis ist in den o.g. Parametern anzugeben! (6 Punkte)
- Berechnen Sie für die Werte  $R_1 = R_3 = 2\Omega$ ,  $R_2 = R_4 = 4\Omega$ ,  $U_1 = U_2 = 10\text{ V}$ ,  $I_3 = 10\text{ A}$ ,  $R_5 = 1\Omega$  die drei Parameter einer Ersatzquelle! (3 Punkte)
- Wie groß ist die Leerlaufspannung (mit den o.g. Zahlenwerten), wenn  $R_5$  unendlich groß wird? (2 Punkte)

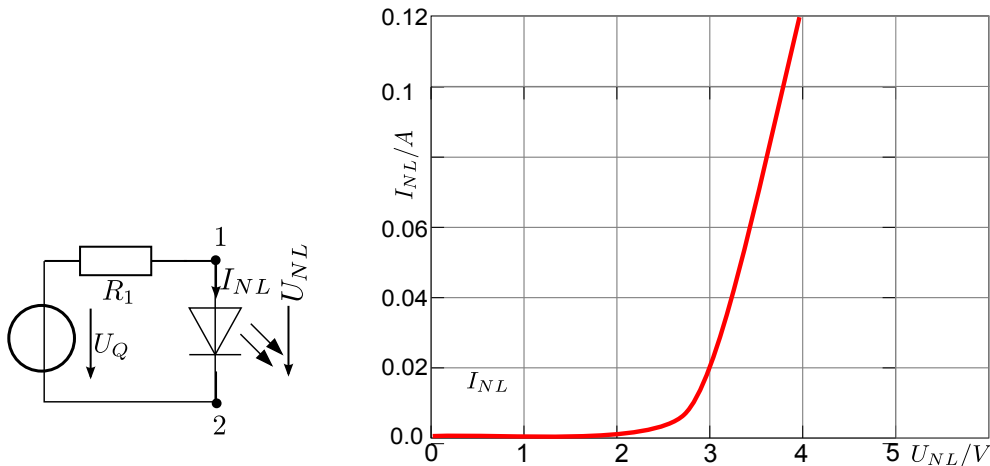
## 3 Kirchhoff'sche Regeln (16 Punkte)



- Berechnen Sie den Strom  $I_1$  durch den Widerstand  $R_1$  (wie eingezeichnet), wenn nur die Spannungsquelle  $U_1$  aktiv ist und die beiden anderen ausgeschaltet sind! (4 Punkte)
- Bestimmen Sie den Strom  $I_1$  wenn nun alle Spannungsquellen aktiv sind. Verwenden Sie den Überlagerungssatz (ggf. Stern-Dreiecksumformung) und oder präzise erläuterte Symmetrieargumente! (2 Punkte)
- Stellen Sie die Matrix für die Maschenstromanalyse auf, wandeln Sie dazu ggf. Quellen in die besser geeignete Form vorher um. Achten Sie darauf, dass  $I_{M3}$  nach Lösung des Gleichungssystems direkt zur Verfügung steht! (4 Punkte)

- (d) Berechnen Sie die Maschenströme, wenn wiederum nur  $U_1$  aktiv ist und die beiden anderen Quellen ausgeschaltet sind! (3 Punkte)
- (e) Bestimmen Sie die Ströme durch alle Widerstände unter vorgenannter Bedingung! (3 Punkte)

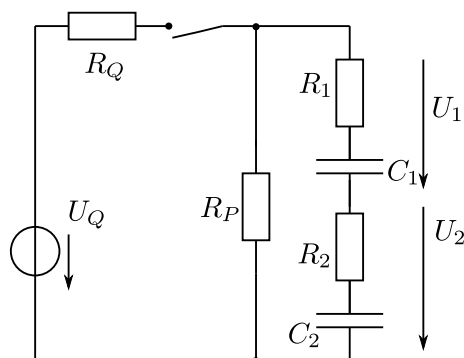
#### 4 Graphische Lösungen/ Nichtlineare Elemente (11 Punkte)



In obiger Schaltung ist generisch die Beschaltung einer Leuchtdiode (LED) bezeichnet, die hier als nichtlinearer Widerstand angesehen werden kann. Der Wirkungsgrad der reinen LED ( $P_{Licht}/P_{elektrisch} = \eta_o$ ) ist 30%.

- (a) Geben Sie den Arbeitspunkt an, der eingestellt werden muss, wenn die Diode 60 mW elektrische Leistung aufnehmen soll! Wie muss der Vorwiderstand  $R_1$  gewählt werden, damit der Wirkungsgrad (also  $P_{optisch}/P_{Quelle}$ ) maximal wird? Zeichnen Sie die Arbeitsgerade der Quelle mit  $R_1$  für diesen Fall! (4 Punkte)
- (b) Es steht nur eine Quelle mit Leerlaufspannung  $U_Q = 5\text{ V}$  zur Verfügung. Bestimmen Sie den Innenwiderstand  $R_1$  nun so, dass der unter (a) gewünschte Arbeitspunkt erreicht wird. Zeichnen Sie die AG der gesamten Quelle! (Wenn Sie (a) nicht lösen konnten, wählen Sie einfach einen AP und dokumentieren Sie dieses, ansonsten keine Folgefehler!) (2 Punkte)
- (c) Wie groß sind die Verluste im Widerstand? Wie groß sind dementsprechend elektrischer Wirkungsgrad und optischer Wirkungsgrad (also  $P_{optisch}/P_{Quelle}$ )? (3 Punkte)
- (d) Der Innenwiderstand der  $U_Q = 5\text{ V}$ -Quelle kann von  $R_1 = 50\ \Omega$  bis  $R_1 = 500\ \Omega$  variiert werden, um die Helligkeit der LED einzustellen. Zeichnen Sie die zugehörigen Arbeitsgeraden und bestimmen Sie das Verhältnis der (elektrischen) Leistungen im Hell- und Dunkelfall. Geben Sie dazu auch an, welches der jeweilige Fall ist! (4 Punkte)

## 5 Ladevorgänge, 14 Punkte



Zwei Kondensatoren (Kapazitäten mit Innenwiderständen  $C_1, R_1$  und  $C_2, R_2$ ) werden bei geschlossenen Schalter geladen. Zunächst seien die Kapazitäten ungeladen.

- Ersetzen Sie die zwei Kondensatoren aus Kapazitäten mit Innenwiderständen  $C_1, R_1$  und  $C_2, R_2$  durch einen zusammengefassten mit  $R$  und  $C$ , geben Sie die Ersatzschaltung und natürlich  $R$  und  $C$  an! (3 Punkte)
- Auf welche Spannung ist  $C$  nachdem der Schalter lange geschlossen war aufgeladen? (1 Punkt)
- Der Schalter wird nun geöffnet. Geben Sie Strom und Spannung über bzw. durch  $R_P$  an! Zeichnen Sie in ein Schaltbild die beteiligten Elemente und Spannungen und Ströme so ein, dass die Pfeilrichtung zu positiven Werten führt. Sie können die oben eingeführten Abkürzungen  $R$  und  $C$  verwenden. (3 Punkte)
- Mit  $R_1 = R_2 = 0,5 \Omega$ ,  $R_P = R_Q = 4 \Omega$ ,  $C_1 = C_2 = 2 \mu\text{F}$ ,  $U_Q = 20 \text{V}$  zeichnen Sie den Spannungsverlauf über  $R_P$  von  $1 \mu\text{s}$  vor bis  $10 \mu\text{s}$  nach öffnen des Schalters! (Keine Folgefehler! Wenn Sie obigem Ergebnis misstrauen, Rechnen Sie mit Zahlen nochmals) (3 Punkte)
- Geben Sie allgemein und formelmäßig die Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  unmittelbar nach Schließen des Schalters und nachdem der Schalter für sehr sehr lange Zeit geschlossen war an! (4 Punkte)