

Klausur ELMESS, Studiengang TI/DSI, 14.2.2022

Bearbeitungszeit: 90 Minuten, Bedingungen wie vorab mitgeteilt.

Volle Punktzahl gibt es nur für korrekte Lösungen mit vollständig nachvollziehbarem Lösungsweg. Ergebnisse von Rechnungen sind so weit wie sinnvoll möglich zu vereinfachen.

Lösung handschriftlich (digital oder auf Papier und fotografiert oder gescannt), als eine PDF-Datei in die AULIS-Übungseinheit hochladen.

Name im Dateinamen und auf der ersten Lösungsseite oben angeben!

Aufgabe 1. (2+3 = 5P)

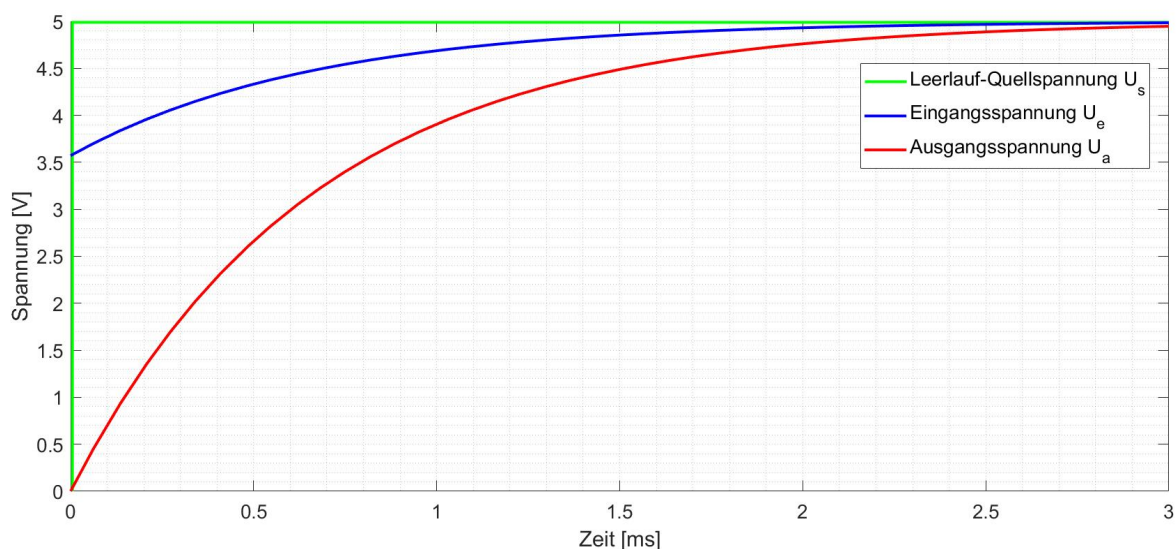
Im Fitnessstudio bringt jemand am Ergometer die mechanische Leistung $P = 175 \frac{\text{kgm}^2}{\text{s}^3}$ in die Pedale und treibt damit einen elektrischen Generator an.

- Welche elektrische Leistung (in Watt) steht am Generator zur Verfügung, wenn dessen Wirkungsgrad 80% ist?
- Wie lange muss die Person treten, wenn mit dem Generatorstrom 3 Liter Wasser um 40 K erwärmt werden sollen? Dabei wird angenommen, dass die elektrische Energie zu 100% in Wärme umgesetzt wird und während der Erwärmung keine Wärmeverluste auftreten.

Die Wärmekapazität eines Liters Wasser soll mit $c_W = 4200 \frac{\text{J}}{\text{K}}$ angenommen werden.

Aufgabe 2. (5+4+4 = 13 P)

An einem RC-Tiefpass mit dem Widerstand $R = 1 \text{ k}\Omega$ (Unsicherheit $\Delta R = 0$) liegt das Rechtecksignal eines Signalgenerators an (TTL-Pegel, Leerlaufspannung $U_s = 5\text{V}$, Unsicherheit $\Delta U_s = 0$). Dieses Signal sowie die am RC-Glied gemessene Eingangsspannung U_e und Ausgangsspannung U_a sind hier dargestellt.



Die Messung soll messtechnisch fachgerecht (Unsicherheiten, Fehlerkorrektur, Fehlerfortpflanzung) wie folgt ausgewertet werden:

- Die Anstiegszeit t_r und die Zeitkonstante $T_A = 0,455 \cdot t_r$ des Ausgangssignals bestimmen.
- Den Innenwiderstand des Signalgenerators bestimmen. Entnehmen Sie die dazu nötige Information aus dem Eingangssignalverlauf. Auch ein ESB kann nützlich sein.
- Welche Angabe lässt sich demnach für die Kapazität C bestimmen?

Aufgabe 3. (4 P)

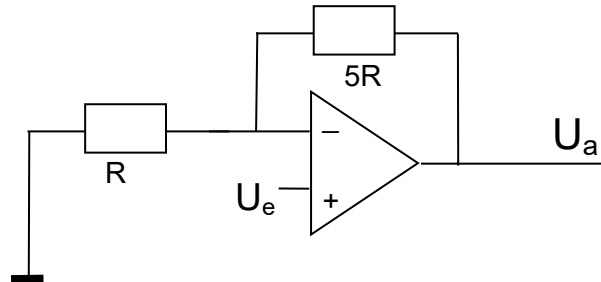
Von einem PV-Modul sind folgende Daten bekannt:

- Länge $a = 1,62 \text{ m}$ und Breite $b = 0,81 \text{ m}$ jeweils mit 3% Toleranz
- Nennleistung $P = 235 \text{ W}$ ($\pm 4\%$)

Für den Wirkungsgrad gilt dann $\eta = \frac{P}{a \cdot b \cdot 1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}} \approx 0,179 = 17,9 \%$. Bestimmen Sie die Unsicherheit dieser Wirkungsgradangabe.

Aufgabe 4. (4 P)

Leiten Sie die Verstärkung $\frac{U_a}{U_e}$ der nebenstehenden OP-Schaltung her.

**Aufgabe 5. (7+1 = 8 P)**

Das bandbegrenzte Signal

$$u(t) = 2 \text{ V} + 6 \text{ V} \cdot \sum_{n=1}^3 \frac{\cos\left((2n-1) \cdot 10\pi \frac{\text{rad}}{\text{s}} \cdot t\right)}{(2n-1)}$$

wird mit der Abtastfrequenz $f_S = 27 \text{ Hz}$ digitalisiert.

- Skizzieren Sie das DFT-Betragsspektrum der entstehenden Wertefolge $u_k = u(kT_S)$.
- Welche Frequenzen im Spektrum von $u(t)$ verursachen einen Aliaseffekt?

Aufgabe 6. (4 P)

Von einem NTC mit der Temperaturcharakteristik $R(T) = R_0 e^{B\left(\frac{1}{T} - \frac{1}{T_0}\right)}$ liege eine Messreihe von Widerstandswerten R_i bei Temperaturen T_i vor. Daraus soll die Kenngröße B bestimmt werden, wobei nicht `lsqcurvefit` sondern eine Ausgleichsgerade zum Einsatz kommen soll, z. B. eine entsprechende MATLAB-Funktion `[m,b]=ausgleichsgerade(x,y)`.

Wie sind die Werte x_i und y_i der Eingabedatenreihen `x` und `y` dieser Function aus R_i und T_i zu berechnen, damit die ausgegebene Geradensteigung `m` den optimal angepassten Wert für den Parameter B liefert?

Aufgabe 7. (4+4 = 8 P)

Gegeben ist folgende Messreihe eines Widerstandes:

Messung Nr.	1	2	3	4	5
R [Ω]	181,0	183,5	185,0	179,5	181,0

- Bestimmen Sie den Mittelwert und dessen Unsicherheit bezogen auf ein Vertrauensniveau von 95%. (Vertrauensfaktor aus ELMESS-Vorlesungsskript.)
- Das verwendete Ohmmeter hat 4 Anzeigeziffern, der Messbereich ist $999,9 \Omega$ und laut Datenblatt gilt $\Delta R = 0,5\% v.M. + 10D$. Bestimmen Sie das vollständige Messergebnis.

Hinweis: Gerätetoleranzen werden am Schluss der Rechnung berücksichtigt, wobei die Berechnung der Toleranz sich auf den Mittelwert bezieht.

Gesamtpunktzahl: 46 P.