

Universität Karlsruhe (TH) Institut für Biomedizinische Technik	
Prof. Dr. rer. nat. O. Dössel Kaiserstr. 12 / Geb 30.33 Tel.: 0721 / 608 - 42650	Dipl.-Ing. W. Schulze Kaiserstr. 12 / Geb. 30.33 / R. 517 Tel.: 0721 / 608 - 42751

Matlab-Aufgabe

WS 2012/13

-Deckblatt-

Lineare Elektrische Netze

Vorname:	
Nachname:	
Matrikelnummer:	
RZ-Account:	
Punkte:	

Die maximale Punktzahl dieser Aufgabe entspricht 3% der Gesamtpunktzahl
der Endnote im Fach Lineare Elektrische Netze

Informationen zur Matlab-Aufgabe:

Sie erhalten die Matlab-Aufgaben ab Montag, den 12. November 2012 als Download in ILIAS. Danach haben Sie bis Mittwoch, den 21. November 2012 15:30 Uhr Zeit zur Bearbeitung. **Später eintreffende Aufgaben werden nicht gewertet!**

Die Aufgaben können am 21.11.2012 im Anschluss an die Vorlesung/Übung beim Übungsleiter abgegeben werden. Die Dokumente müssen **geheftet** (tackern genügt) und mit Deckblatt (Seite 1, enthält **Namen, Matrikelnummer und RZ-Account**) versehen sein.

Zur Bearbeitung der Aufgaben können die Rechner im Rechenzentrum (RZ) verwendet werden. Für Studenten der Vorlesung LEN sind der A- und C-Pool im RZ montags und dienstags je von 11:30 Uhr bis 14:00 Uhr reserviert.

Zu allen anderen Zeiten können nicht besetzte Rechner im RZ ebenfalls verwendet werden. Die Matlab-Software kann, muss aber nicht auf den Rechnern in anderen Poolräumen installiert sein.

Am Mittwoch, den 14. November um 14:00 Uhr, findet im Daimler-Hörsaal eine Matlab-Übung statt. Dort wird eine grundlegende Einführung in Matlab gegeben.

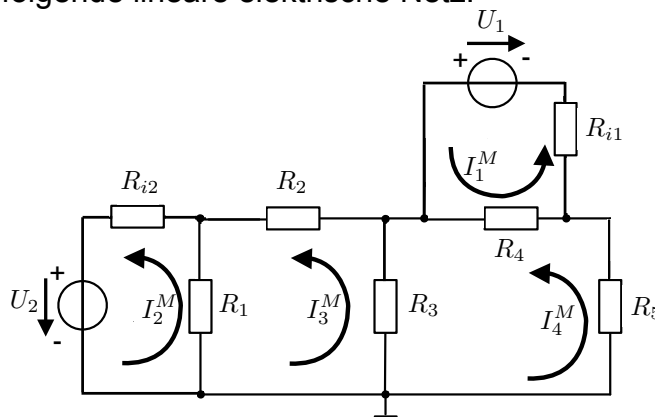
Am Montag, den 19. November 2012, sowie am Dienstag, den 20. November 2012 zwischen 11:30 Uhr und 14:00 Uhr, stehen in den Poolräumen A und C Tutoren für offene Fragen und Hilfe zur Verfügung.

Allgemeine Hinweise zur Nutzung von Matlab

- Matlab ist auf den Windows Rechner in den SCC Poolräumen A und C für Sie installiert. Natürlich können Sie sich Matlab auch auf Ihren privaten Laptop installieren, indem Sie die KIT Campus Lizenz nutzen. Details dazu erhalten Sie auf den Webseiten vom SCC: <http://www.scc.kit.edu/produkte/3841.php>
- Als kurzes Tutorial empfehlen wir die Einführung in Matlab für Studierende der Fakultät ETIT (Teil 1: Lineare Elektrische Netze), das Sie in ILIAS finden. Alternativ das Matlab-Tutorial von David Engster: www.physik3.gwdg.de/~engster/matlab_tut.pdf
- Die vollständige Dokumentation zu Matlab ist auf der Hersteller-Seite (<http://www.mathworks.com/access/helpdesk/help/techdoc/matlab.html>) sowohl direkt als auch als PDF-Download abrufbar.
- Hilfe zu einzelnen Befehlen erhalten Sie auch direkt in Matlab durch Eingabe von
`help Befehlsname;`
- Die vollständige Befehlsdokumentation inkl. Beispielen erhalten Sie über die Eingabe von
`doc Befehlsname;`

Matlab-Aufgabe

Gegeben sei das folgende lineare elektrische Netz:



a) Vervollständigen Sie für das Netz die vier Maschenstromgleichungen:

$$\begin{aligned}(R_4 + R_{i1})I_1^M - R_4I_4^M &= U_1 \\ \dots &= -U_2 \\ \dots &= 0V \\ \dots &= 0V\end{aligned}$$

Bilden Sie hieraus ein lineares Gleichungssystem der Form:

$$\begin{aligned}a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{13}x_3 + a_{14}x_4 &= b_1 \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + a_{23}x_3 + a_{24}x_4 &= b_2 \\ a_{31}x_1 + a_{32}x_2 + a_{33}x_3 + a_{34}x_4 &= b_3 \\ a_{41}x_1 + a_{42}x_2 + a_{43}x_3 + a_{44}x_4 &= b_4\end{aligned}$$

Nun gelte $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = R_5 = 240 \, \Omega$ und $R_{i1} = R_{i2} = 900 \, \text{m}\Omega$. Die anliegenden Spannungen seien $U_1 = 6 \, \text{V}$ und $U_2 = 2.2 \, \text{V}$. Die Gleichungen bilden zusammen eine Matrixgleichung der Form $Ax = b$, wobei Vektor x die unbekannten Maschenströme in der Einheit Ampère enthält, wenn A die Koeffizienten der Maschenstromgleichungen in Ω enthält und b in V gegeben ist.

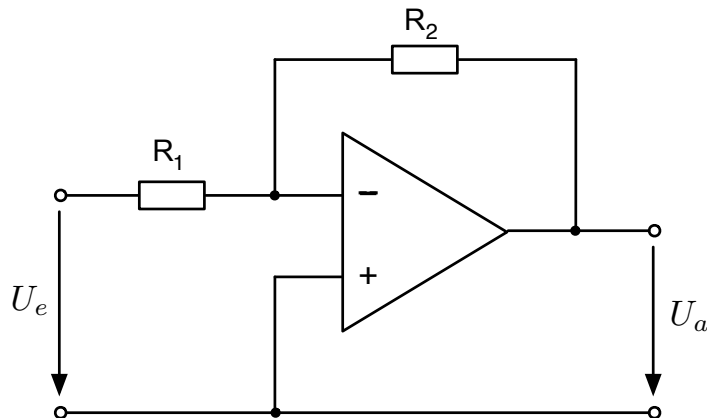
Geben Sie die Matrix A in Matlab ein. Erstellen Sie zudem einen Vektor b in Matlab.

Lösen Sie nun das lineare Gleichungssystem nach den Maschenströmen I_1^M, I_2^M, I_3^M und I_4^M . Nutzen Sie dazu die Cramersche Regel. *Hinweis:* $\det(A)$ berechnet die Determinante. $A(:, 1) = b$; belegt die erste Spalte von A mit Vektor b .

Dokumentieren Sie Ihre Zwischenschritte und Ergebnisse.

b) Überprüfen Sie Ihr Ergebnis aus a). Berechnen Sie dazu den „Gleichungsfehler“ $e = Ax - b$ und dokumentieren Sie dessen Wert als Vektor. In welcher Größenordnung bewegt sich der Gleichungsfehler im Vergleich zu den Elementen in Vektor b ? Welche Eigenschaft von Zahlen ist bei numerischen Verfahren begrenzt und führt zu solchen Gleichungsfehlern?

Gegeben sei nun das Schaltbild eines invertierenden Verstärkers:



- c) Stellen Sie die Übertragungsfunktion der gegebenen Schaltung auf (*mit Herleitung*).
- d) Schreiben Sie in Matlab eine Funktion *Uebertragungsfunktion*, die die Ausgangsspannung U_a in Abhängigkeit von U_e nach der Formel aus c) berechnet. Es gilt: $R_1=68\Omega$ und $R_2=470\Omega$. Beim Aufruf der Hilfe zur Funktion soll folgendes im Command-Window erscheinen:

```
Function Uebertragungsfunktion
Geschrieben von Ihr Name am 21.11.2012
Nutzung: Ua = Uebertragungsfunktion(Ue);
          Ue, Ua: Nx1 Zeitvektoren der Spannung.
```

Zeigen Sie in der Ausarbeitung den Source-Code der Funktion und die im Command-Window angezeigte Hilfe/Dokumentation.

- e) Schreiben Sie in Matlab ein Skript (Programm), das die Ausgangsspannung der Schaltung in Abhängigkeit der Eingangsspannung berechnet und plottet. Benennen Sie das Skript *LoesungD.m*

Es sei: $U_e = \sin(\omega \cdot t)$ [V]
 mit: $\omega = 2 \cdot \pi \cdot f$, $f = 1\text{Hz}$

t sei ein Zeitvektor zwischen $t=0$ bis $t=2$ Sekunden mit 400 Elementen. Nutzen Sie die Funktion `linspace`, um den Vektor t zu erzeugen.

Das Programm soll den Vektor t erzeugen, daraus die Eingangsspannung berechnen (Matlabfunktion `sin`) und mit Hilfe der Funktion aus 1d) daraus die Ausgangsspannung berechnen. Nutzen Sie keine for-Schleife, sondern lösen Sie das Problem mit der Matlab-Funktionalität für spaltenweise Matrixoperationen!

Danach soll das Programm U_e und U_a in einem Fenster in zwei getrennten, übereinander angeordneten Graphen plotten. Versehen Sie jeden Graphen mit einer eindeutigen Überschrift, korrekten Achsenbeschriftungen und Einheiten! Plotten Sie die Kurven mit einer Linienstärke von 3 und variieren Sie die Linienart (gepunktet, gestrichelt) zwischen den beiden Plots.

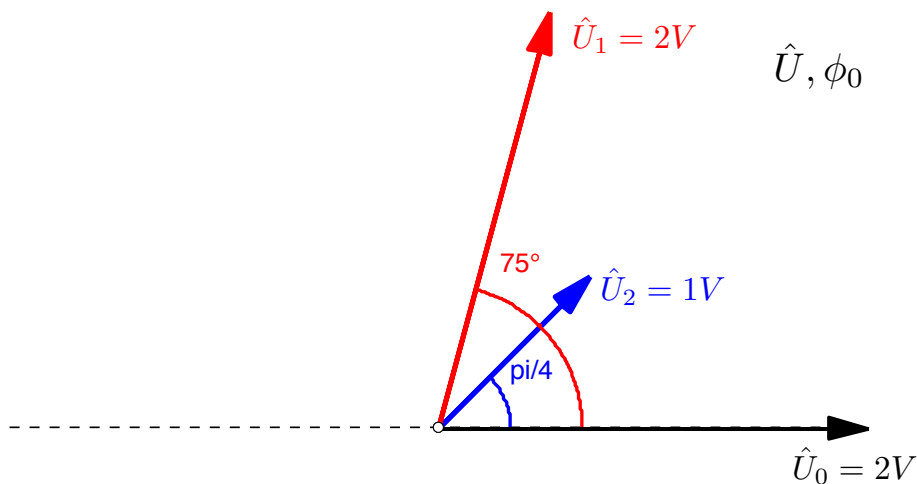
Mögliche Matlab-Funktionen: `figure`, `subplot`, `title`, `xlabel`, `ylabel`

Die Ausarbeitung muss Source-Code, die erzeugte Grafik und die Ausgabe im Command-Window enthalten.

- f) Bestimmen Sie manuell aus dem Graphen die Werte der Ausgangsspannung U_a bei $t = 0.5013$, 0.6015 und 0.7018 Sekunden. Nutzen Sie dazu drei *Data-Cursor* in Ihrer Matlab-Figure.

Die Ausarbeitung sollte die drei Wertpaare und einen Screenshot der Matlab-Figure mit allen drei Data-Cursors enthalten.

- g) Zum Abschluss seien drei Sinus-Schwingungen $u(t) = \hat{U} \sin(\omega t + \phi_0)$ anhand ihrer Amplitude und Phasenverschiebung gegeben. Plotten Sie die drei Schwingungen übereinander in dieselbe Matlab-Figure mit dem Matlab-Befehl `hold on`; Nutzen Sie den Zeitvektor zwischen $t=0$ und $t=2$ Sekunden mit 400 Elementen aus Aufgabenteil e). Die Kreisfrequenz sei $\omega = 2 * \pi * f$, $f = 1 \text{ Hz}$.



Die nullte Sinus-Schwingung $u_0(t)$ habe eine Amplitude von $\hat{U}_0 = 2V$ und eine Phasenverschiebung von null. Plotten Sie diese in schwarz. Sie dient als Referenz für die anderen Signale.

Die erste Sinus-Schwinung $u_1(t)$ habe eine Amplitude von $\hat{U}_1 = 2V$ und eine Phasenverschiebung von 75° bezüglich des Referenzsignals. Plotten Sie diese in rot.

Die zweite Sinus-Schwinung $u_2(t)$ habe eine Amplitude von $\hat{U}_2 = 1V$ und eine Phasenverschiebung von $\frac{\pi}{4}$ in Bogenmaß bezüglich der Referenz. Plotten Sie diese in blau.

Beschriften Sie Ihren Graphen abschließend mit einer sinngemäßen Überschrift, korrekten Achsenbeschriftungen und Einheiten.

Die Ausarbeitung muss hier nur den Graphen enthalten.