

2. schriftlicher Test
Elektrische Netzwerke
19. Juli 2021



Name:

Vorname:

Matr.-Nr.:

Unterschrift:

Mit der Unterschrift bestätige ich meine Prüfungsfähigkeit

Bearbeitungszeit: 60 Minuten Vers. 2

- **Notieren Sie bei der Aufgabe einen Hinweis, wenn die Lösung auf einem Extrablatt fortgesetzt wird**
- **Schreiben Sie deutlich!** Doppelte, unleserliche oder mehrdeutige Lösungen können nicht gewertet werden.
- Schreiben Sie **nicht** mit Bleistift!
- Schreiben Sie nur in **blau** oder **schwarz!**

Bewertung

Aufgabe	Punkte	erreicht
1	11	
2	10	
3	12	
4	7	

1. Aufgabe (11 Punkte): Fragen zur Vorlesung

1.1. Verstärker (4 Punkte)

Benennen Sie die vier in der Vorlesung behandelten idealen Verstärkermodelle.

1.2. Laplace-Transformation (7 Punkte)

Gegeben ist das Netzwerk nach Abbildung 1, in dem die Kondensatorspannung zum Schaltzeitpunkt bekannt ist: $u_C(t = 0) = 10 \text{ V}$. Bestimmen Sie die Formel für die Kondensatorspannung $u_C(t)$ während des Entladevorgangs mit Hilfe der Laplace-Transformation. Betrachten Sie dabei nur das Netzwerk **nach dem Öffnen** des Schalters S . Geben Sie die rücktransformierte Formel für $u_C(t)$ an. Berechnen Sie abschließend den Zahlenwert mit Einheit der Kondensatorspannung für den Zeitpunkt $t = 1 \text{ ms}$.

Hinweis: Für die Laplace-Transformation werden folgende Korrespondenzen benötigt:

$$f(t) \quad \circ \text{---} \bullet \quad F(s)$$

$$\frac{df(t)}{dt} \quad \circ \text{---} \bullet \quad s \cdot F(s) - f(t=0)$$

Für die Rücktransformation werden folgende Korrespondenzen benötigt:

$$F(s) \quad \bullet \text{---} \circ \quad f(t)$$

$$\frac{1}{s+\alpha} \quad \bullet \text{---} \circ \quad e^{-\alpha t}$$

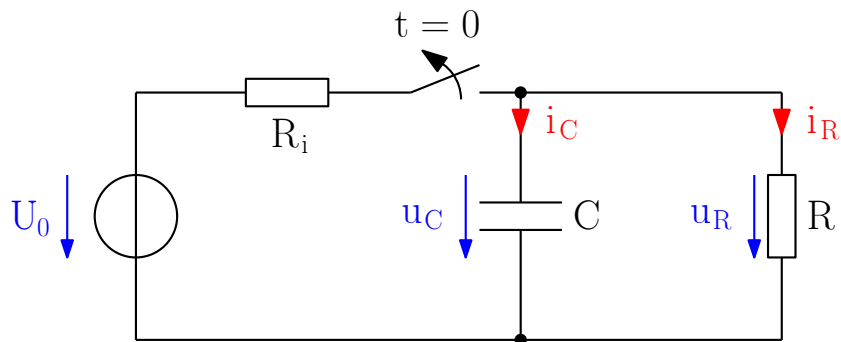


Abbildung 1: Netzwerk mit Schalter ($U_0 = 30 \text{ V}$, $u_C(t = 0) = 10 \text{ V}$, $R_i = 2 \text{ k}\Omega$, $R = 1 \text{ k}\Omega$, $C = 1 \mu\text{F}$)

2. Aufgabe (10 Punkte): Knotenpotentialverfahren

2.1. Vorbereitung der Schaltung für das Verfahren (4 Punkte)

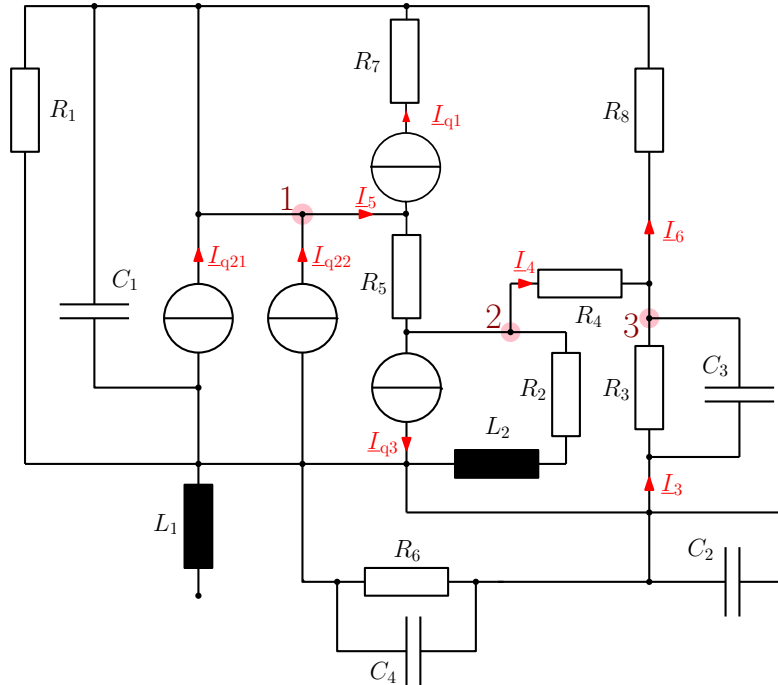


Abbildung 2: Schaltung mit Werten: $I_{q1} = 0 \text{ A}$, $I_{q21} = I_{q22} = I_{q3} = 2 \text{ A}$

Ein Schritt beim Vorbereiten einer Schaltung für das Knotenpotentialverfahren ist das Eliminieren nicht relevanter Bauteile. Betrachten Sie das Netzwerk in Abbildung 2. Geben Sie an, für welche passiven Bauteile die Spannungen oder Ströme durch Vorüberlegungen bereits bestimmt werden können, **ohne** das Knotenpotentialverfahren anzuwenden. Geben Sie für vier Bauteile den Spannungswert mit Einheit an.

2.2. Admittanzmatrix und Quellstromvektor (6 Punkte)

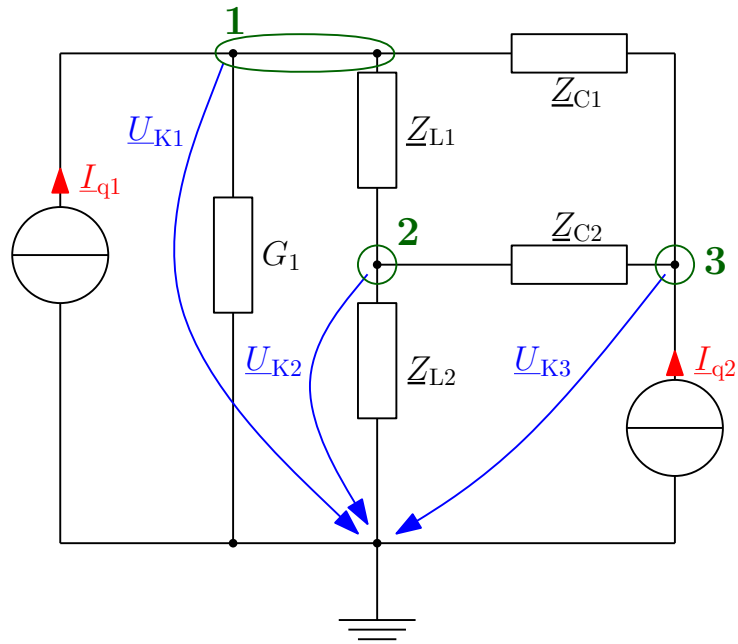


Abbildung 3: Vereinfachte Schaltung für das Knotenpotentialverfahren

Für die schon vorbereitete Schaltung in Abbildung 3 soll das Knotenpotentialverfahren angewendet werden. Stellen Sie dafür die zugehörige Admittanzmatrix und den Quellstromvektor auf. Geben Sie beides in der Gleichungsform $\underline{Y} \cdot \underline{U}_k = \underline{I}_q$ an.

3. Aufgabe (12 Punkte): Frequenzverhalten von Vierpolen

Für die folgende Aufgabe wird das Netzwerk aus Abbildung 4 vorgegeben. Die Bauteilwerte sind dabei festgelegt zu: $R_1 = 10\text{ k}\Omega$, $R_2 = 1000\ \Omega$, $C = 0,15915\ \mu\text{F}$

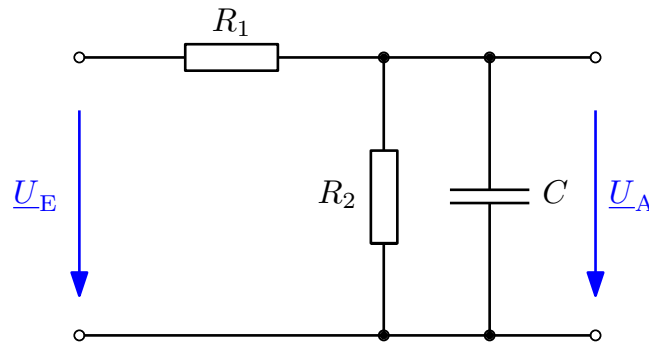


Abbildung 4: erweiterter Tiefpass

Der Übertragungsfaktor kann mit der folgenden Formel in Normalform (Zerlegung in einfache Teilfaktoren) beschrieben werden:

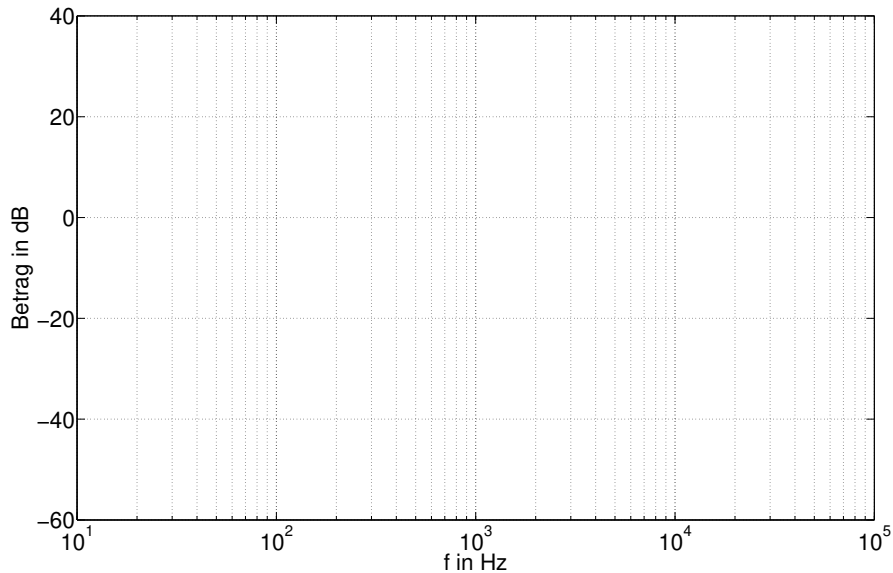
$$\underline{H}(j\omega) = \frac{\underline{U}_A}{\underline{U}_E} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot \frac{1}{1 + j\omega \frac{CR_1R_2}{R_1 + R_2}}$$

3.1. Konstante, Zeitkonstante und Grenzfrequenz (6 Punkte)

Stellen Sie die Formeln zur Berechnung der Konstanten K_{dB} und der Zeitkonstanten τ für die gegebene Teilfaktoren auf. Berechnen Sie die Werte und geben Sie diese als Zahlenwert mit Einheit an. Stellen Sie anschließend die Formel zur Berechnung der Grenzfrequenz f_g auf und geben Sie auch dafür den Wert inklusive Einheit an.

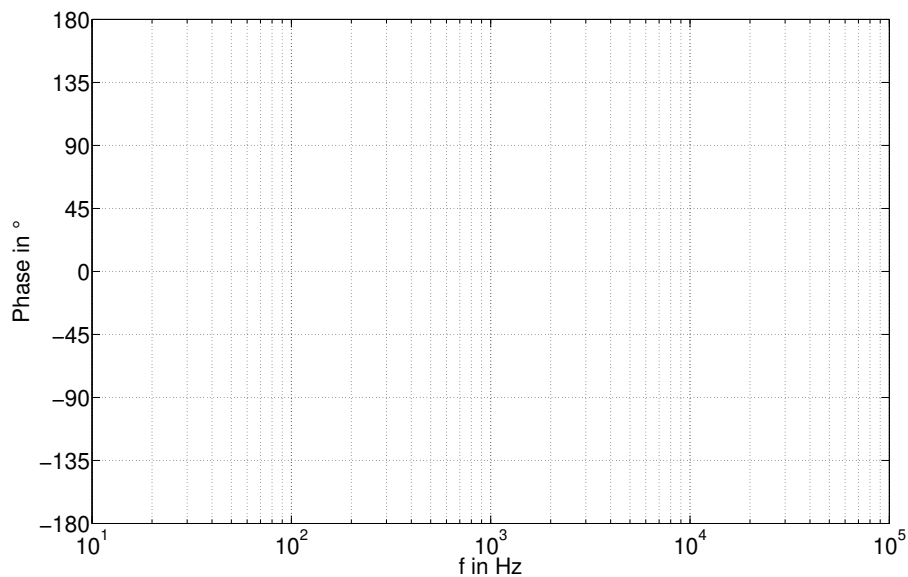
3.2. Betragsfrequenzgang (3 Punkte)

Stellen Sie den Betragsfrequenzgang $|H|_{\text{dB}}(j\omega)$ in dem unten stehenden Diagramm dar. Machen sie dabei auch den Verlauf der einzelnen Teilfaktoren kenntlich.



3.3. Phasenfrequenzgang (3 Punkte)

Stellen Sie den Phasenfrequenzgang φ_H der Übertragungsfunktion $H(j\omega)$ in dem unten stehenden Diagramm dar. Machen sie dabei auch den Verlauf der einzelnen Teilfaktoren kenntlich.



4. Aufgabe (7 Punkte): Zweitore

4.1. Bildungsvorschriften (4 Punkte)

Für das Zweitor aus Abbildung 5 sollen Teile der Reihen-Parallelmatrix \underline{H} aufgestellt werden. Geben Sie zuerst die Bildungsvorschrift für die Elemente \underline{H}_{11} und \underline{H}_{21} an. Skizzieren Sie anschließend die Schaltung inklusive der Anschlüsse an den Toren für das Matrixelement \underline{H}_{21} . Geben Sie abschließend den Wert des Elements \underline{H}_{21} an.

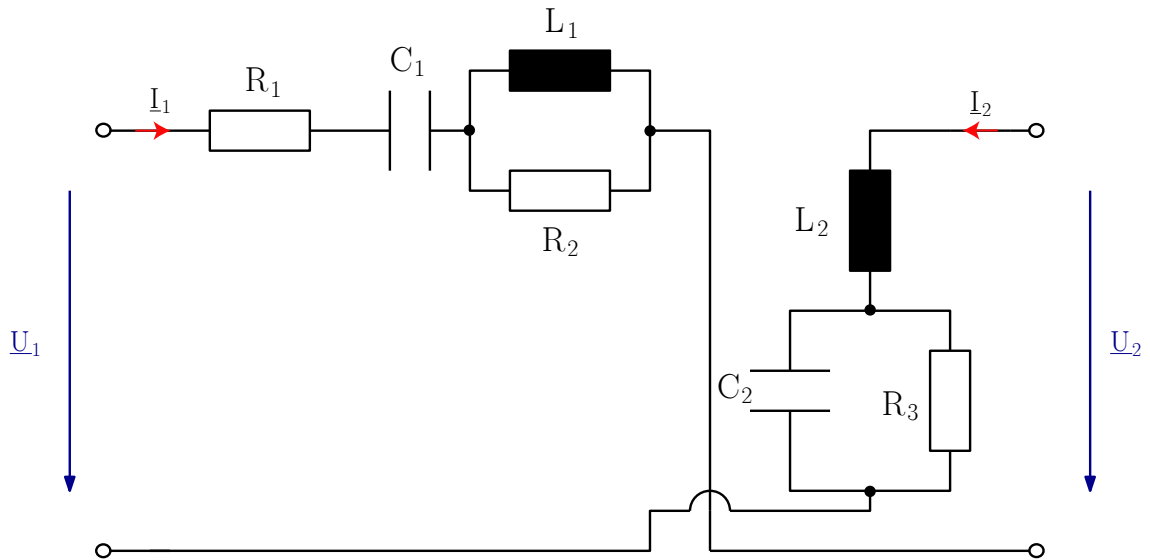


Abbildung 5: Schaltung eines Zweitores ($R_1 = R_2 = R_3 = 1\text{ k}\Omega$, $C_1 = C_2 = 3\text{ nF}$, $L_1 = L_2 = 40\text{ mH}$)

4.2. Zweitorbedingungen (3 Punkte)

Welche Bedingungen muss ein Vierpol erfüllen, um als ein Zweitor zu gelten? Skizzieren Sie eine Beispielschaltung mit vier Polen, welche die Zweitorbedingungen verletzt.

