



Aufgabe 1) *Stabilität, Netzwerktheorie (aus Klausur SS2009).*

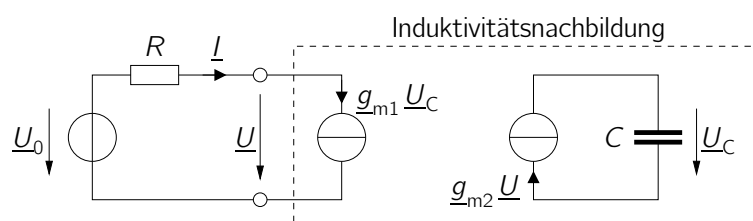


Abbildung 1: Kleinsignalersatzschaltbild einer elektronischen Induktivitätsnachbildung.

Gegeben ist in Abb. 1 eine allgemeine Spannungsquelle $\underline{U}_0(s)$ mit dem Innenwiderstand R , welche eine Schaltung ansteuert, die eine Induktivität nachbildet.

- Bestimmen Sie die Eingangsimpedanz $\frac{U}{I}$ der Nachbildung und geben Sie die Induktivität L der Nachbildung in Abhängigkeit der Schaltungselemente an.
- Analysieren Sie die Stabilität der Gesamtschaltung für

$$\underline{g}_{m1} = g_{m01} = \text{const.} \in \mathbb{R} > 0$$

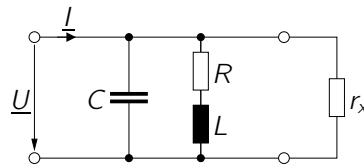
$$\underline{g}_{m2} = \frac{g_{m02}}{1 + \frac{s}{\omega_2}} \quad \text{mit} \quad \{g_{m02}, \omega_2\} \in \mathbb{R} > 0$$

anhand einer Wirkungsfunktion des Netzwerks (Lage der Pole).

- Die ansteuernde Quelle erzeugt im Zeitbereich eine Diracimpuls-förmige Anregung $u_0(t) = \delta(t)$. Geben Sie den zugehörigen Strom $i(t)$ durch die Quelle an.
Hinweis: Zur inversen Laplace-Transformation gebrochen rationaler Funktionen eignet sich der Heavisidesche Entwicklungssatz.

Aufgabe 2) 13.

[Stabilität, Netzwerktheorie]

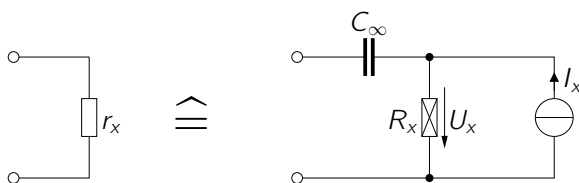
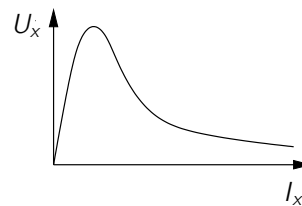
**Abb. 5a:** Zu untersuchende Schaltung.

Die in Abb. 5a gezeigte Schaltung soll als Oszillator dimensioniert werden, der eine Spannung \underline{U} bei der Frequenz ω_0 an seinem Ausgangstor erzeugt.

Für die reellwertigen Bauelemente gilt: $C > 0$, $L > 0$, $R > 0$, $-R_0 < r_x < R_0$ mit $R_0 > 0$.

- Bestimmen Sie die Ausgangsimpedanz $\underline{Z}(s) = \frac{U}{I}$ des Oszillators in Abhängigkeit von der komplexen Frequenz.
- Begründen Sie, warum die Polstellen der Ausgangsimpedanz und nicht der Ausgangsadmittanz die Schwingfrequenz des dargestellten Oszillators bestimmen.
- Bestimmen Sie die Polstellen von $\underline{Z}(s)$ aus Aufgabenteil a).
- Welche Bedingung muss der Widerstand r_x erfüllen, damit sich am Ausgangstor des Oszillators eine Schwingung mit konstanter Spannungsamplitude einstellt?
- Geben Sie die Bedingung für eine harmonische Schwingung und die Schwingfrequenz des Oszillators in Abhängigkeit von den Bauelementen an.

Um die Bedingung aus Aufgabenteil d) erfüllen zu können, wird anstelle des Widerstands r_x ein nichtlineares Bauelement R_x eingesetzt, dessen Arbeitspunktstrom durch die Stromquelle I_x eingestellt werden kann (vgl. Abb. 5b). Die Kapazität C_∞ kann für alle Betriebsfrequenzen als idealer Kurzschluss angenommen werden.

**Abb. 5b:** Schaltung mit nichtlinearem Bauelement zur Realisierung von r_x .**Abb. 5c:** Kennlinie des nichtlinearen Bauelements R_x .

In Abb. 5c ist die Kennlinie des nichtlinearen Bauelements R_x dargestellt, die sich durch die Gleichung

$$U_x = \frac{a I_x}{1 + b I_x^2} \quad \text{mit } I_x > 0, a > 0, b > 0$$

beschreiben lässt.

- Markieren Sie in Abb. 5c den Bereich der Kennlinie, in dem $r_x = \frac{dU_x}{dI_x} < 0$ gilt.

Besprechung des Blatts: 18.07.2018