



TECHNISCHE UNIVERSITÄT ILMENAU

Fakultät für Elektrotechnik und Informationstechnik

Hausaufgabe

im Fach

Rechnergestützte Entwurfsmethodik (EDA) für
Analog/Mixed-Signal-Schaltungen (SS2011)

Bearbeiter Mat.-nr. Emailadresse

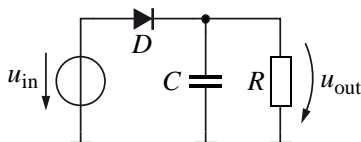
Aufgabe	erreichte Punkte	mögliche Punkte	Kommentar
1. Aufgabe			
2. Aufgabe			
3. Aufgabe			
4. Aufgabe			
Gesamt			

Hausaufgabe

Abgabetermin: Dienstag, den 05.07.2011, 18.30 Uhr (nach der Vorlesung)

Durch die freiwillige Abgabe der korrekten Lösung dieser Hausaufgabe bis zum oben genannten Termin können Sie Bonuspunkte für die Prüfung am Ende dieses Semesters verdienen.

Die unten gezeigte Schaltung fand Anwendung in den ersten Radioempfangsgeräten. Sie wird Hüllkurvendetektor genannt und diente zur Demodulation von AM-Rundfunksignalen.



$$u_{\text{in}} = U_{\text{HF}} \cdot (1 + m \sin(\omega_{\text{NF}} t)) \cdot \sin(\omega_{\text{HF}} t)$$

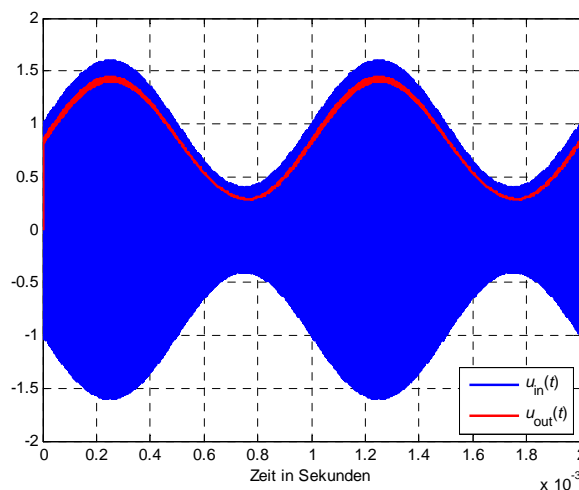
$$U_{\text{HF}} = 1 \text{ V} \quad m = 0.6$$

$$\omega_{\text{NF}} = 2\pi \cdot 1 \text{ kHz}$$

$$\omega_{\text{HF}} = 2\pi \cdot 200 \text{ kHz}$$

$$R = 10 \text{ k}\Omega \quad I_S = 3.334 \mu\text{A}$$

$$C = 15 \text{ nF} \quad n = 0.9791$$



Eine Transientsimulation der Ausgangsspannung $u_{\text{out}}(t)$ mit LTSpice ergab das oben dargestellte Signal. Die Simulatorfiles befinden sich im Archiv `eda_ha.rar`. Die Datei `eda_ha.csv` enthält die Simulationsergebnisse.

Ihre Aufgabe ist es, die oben gezeigte Schaltung mit Matlab zu simulieren und die Ergebnisse mit LTSpice zu vergleichen. Schreiben Sie dafür ein Programm, welches eine Transientanalyse des oben gezeigten dynamischen nichtlinearen Netzwerkes implementiert.

1. Leiten Sie zunächst das Newton-Raphson-Ersatzschaltbild für die Diode D über eine Taylorreihenentwicklung der Diodenkennlinie (Shockley-Gleichung) her. Verwenden Sie als Iterationsindex ein hochgestelltes i .
2. Leiten Sie den Ersatzzweipol (companion model) für die Kapazität C her. Wandeln Sie dafür die Differentialgleichung der U-I-Relation einer Kapazität mittel Trapezregel/Bilineartransformation in eine Differenzgleichung um. Verwenden Sie als Bezeichner für das Funktionsargument ein n .
3. Ersetzen Sie die dynamischen und nichtlinearen Elemente und zeichnen Sie das Ersatzschaltbild für den Hüllkurvendetektor. Stellen Sie die Differenzgleichung für $u_{\text{out}}[n]$ auf.
4. Erweitern Sie das gegebene Matlabprogramm `eda_ha.m` so, dass der Zeitverlauf des Ausgangssignals $u_{\text{out}}(t)$ im Bereich $t = 0 \dots 2 \text{ ms}$ berechnet und geplottet wird. Erzeugen Sie sich zunächst das Eingangssignal mit einer festen Schrittweite von $h = 25 \text{ ns}$. $u_{\text{out}}[0]$ soll mit 0 V angenommen werden. Als Konvergenzkriterium für das Newtonverfahren soll folgender Zusammenhang Verwendung finden:

$$|V^{(i+1)}[n] - V^{(i)}[n]| \leq \text{RELTOL} \cdot \max(|V^{(i+1)}[n]|, |V^{(i)}[n]|) + \text{VNTOL}$$

RELTOL und VNTOL sind bereits deklariert. Vergleichen Sie Ihr Ergebnis mit der LTSpice-Simulation.

Hinweis: Es ist keine Schrittweitensteuerung erforderlich. Simulieren Sie zunächst nicht die vollen 2ms - die Simulation dauert ca. 10 Sekunden bei 2.5GHz CPU-Takt. Fragen bitte an eric.schaefer@tu-ilmenau.de.

- [1] L.O. Chua, P.-M. Lin, *Computer Aided Analysis Of Electronic Circuits: Algorithms & Computational Techniques*, Prentice-Hall Inc., 1975.
- [2] K.G. Nichols, T.J. Kazmierski, M. Zvolinski, A.D. Brown, *Overview of SPICE-like circuit simulation algorithms, Circuits, Devices and Systems*, IEE Proceedings, Vol. 141, Nr. 4, Seite 242-250, August 1994.