

Einführung in die Technische Informatik

WS 2010/2011

Blatt 13: Operationsverstärker und AD/DA-Wandler

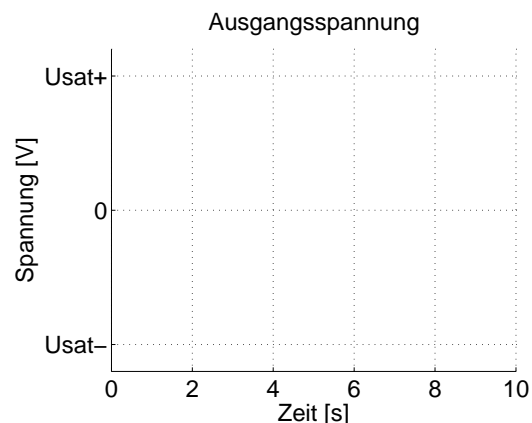
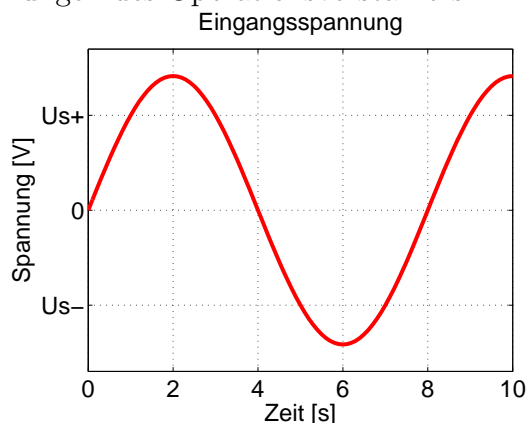
Ihre Lösung zu den mit (★) gekennzeichneten Übungen sollen Sie am **28.1.2011** in der Übung abgeben. Die Bearbeitung der Aufgaben in Lerngruppen ist sinnvoll. Bitte geben Sie nur eine Lösung pro Lerngruppe ab.

Aufgabe 1: (★) Operationsverstärker - Grundsaltungen

- Welche vereinfachenden Annahmen werden für einen idealen Operationsverstärker getroffen?
- Skizzieren Sie eine Komparatorschaltung und geben Sie die Formel für die Ausgangsspannung an.
- Geben Sie ein Beispiel (inkl. Verschaltung) für eine Operationsverstärkerschaltung in Gegenkopplung an und kennzeichnen die Gegenkopplung explizit.
- Geben Sie ein Beispiel (inkl. Verschaltung) für eine Operationsverstärkerschaltung in Mitkopplung an und kennzeichnen die Mitkopplung explizit.

Aufgabe 2: (★) Operationsverstärker - Schmitt-Trigger

- Skizzieren Sie die Verschaltung eines invertierenden Schmitt-Triggers und geben Sie den Zusammenhang für die Ausgangsspannung an.
- Gegeben sei die folgende Eingangsspannung. Skizzieren Sie die resultierende Ausgangsspannung. Die Spannungspegel U_{S+} bzw. U_{S-} sind die Schwellenspannungen der Schmitt-Trigger Schaltung und die Spannungspegel U_{Sat+} bzw. U_{Sat-} sind die Sättigungsspannungen des Operationsverstärkers.



- c) Wie muss die Schaltung verändert werden, um einen nichtinvertierenden Schmitt-Trigger zu erhalten? Skizzieren Sie die neue Schaltung und geben Sie den neuen Zusammenhang für die Ausgangsspannung an.

Aufgabe 3: (★) Digital/Analog-Wandler - R/2R-Netzwerk

- a) Skizzieren Sie den prinzipiellen Aufbau eines R/2R-Netzwerks (generell für n Bit).
- b) Skizzieren Sie ein R/2R-Netzwerk mit einem 3 Bit breiten Eingangswort.
- c) Wie groß ist die minimale und maximale Ausgangsspannung des Widerstandsnetzwerkes aus b)? Die Eingangsspannung betrage 5 V.
- d) Errechnen Sie die Ausgangsspannung des im vorhergehenden Aufgabenpunkt aufgestellten Widerstandsnetzwerkes für das Eingangswort $E = (110)_2$.
- e) Realisieren Sie die Schaltung aus Aufgabenunterpunkt b) mit nur einer Art von Widerständen. Sie haben also nur Widerstände mit dem Wert R zur Verfügung, von diesen aber beliebig viele.

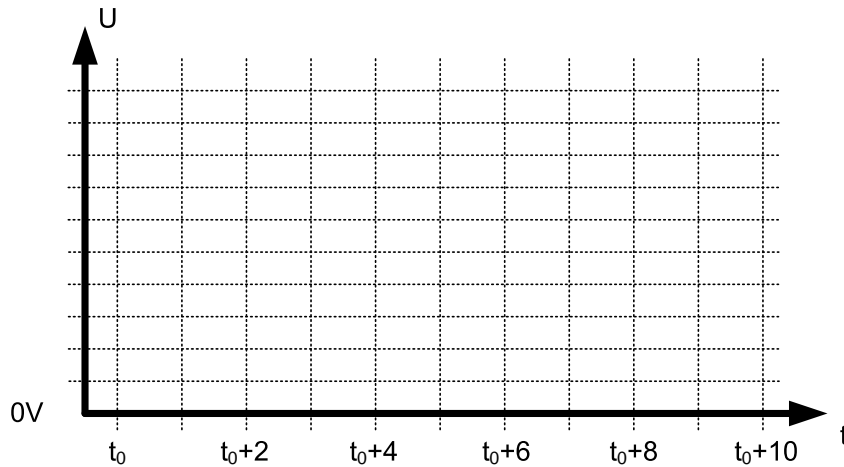
Aufgabe 4: (★) Digital/Analog-Wandler - binär gewichtetes Widerstandsnetzwerk

- a) Skizzieren Sie den prinzipiellen Aufbau eines binär gewichteten Widerstandsnetzwerkes (generell für n Bit).
- b) Skizzieren Sie ein binär gewichtetes Widerstandsnetzwerk mit einem 3 Bit breiten Eingangswort.
- c) Wie groß ist die minimale und maximale Ausgangsspannung des Widerstandsnetzwerkes aus b)? Die Eingangsspannung betrage 5 V.
- d) Errechnen Sie die Ausgangsspannung des im vorhergehenden Aufgabenpunkt aufgestellten Widerstandsnetzwerkes für das Eingangswort $E = (011)_2$.
- e) Realisieren Sie die Schaltung aus Aufgabenunterpunkt b) mit nur einer Art von Widerständen. Sie haben also nur Widerstände mit dem Wert R zur Verfügung, von diesen aber beliebig viele.

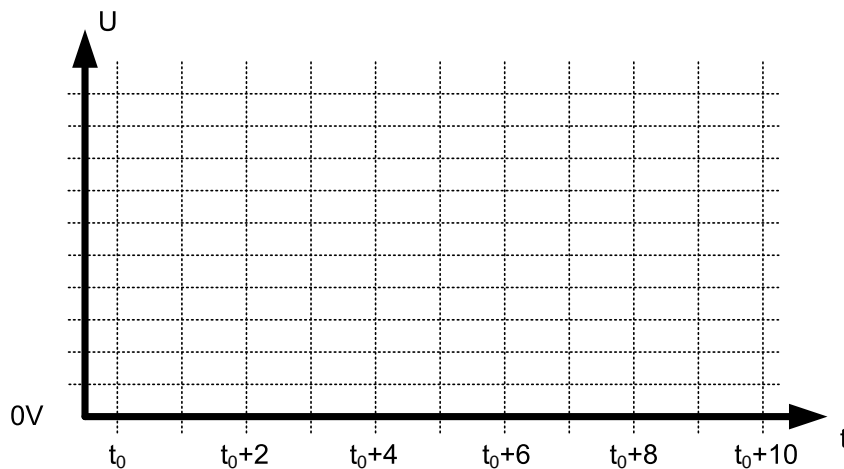
Aufgabe 5: Analog/Digital-Wandler

- a) Erläutern Sie, wie grundsätzlich eine Analog/Digital-Wandlung abläuft (ohne auf die Eigenheiten eines speziellen Verfahrens einzugehen).
- b) Erläutern Sie, wie ein Sukzessives Approximationsregister (SAR) arbeitet und skizzieren Sie grob die Verschaltung.

- c) Zeichnen Sie den Spannungsverlauf für das Beispiel des SAR für eine Wandlung einer Eingangsspannung von 4.3 V in das untenstehende Diagramm ein. Der Wandler besitzt eine Auflösung von 4 Bit und eine Versorgungsspannung von 10 V .



- d) Erläutern Sie, wie ein Tracking-Wandler (TW) arbeitet und skizzieren Sie kurz die Verschaltung.
- e) Zeichnen Sie den Spannungsverlauf am Beispiel des TW für die Wandlung einer Eingangsspannung von 4.3 V in das untenstehende Diagramm ein. Der Wandler habe eine Auflösung von 4 Bit und eine Versorgungsspannung von 10 V .



- f) Erläutern Sie kurz, was man unter dem Quantisierungsfehler versteht und geben Sie ein kurzes grafisches Beispiel dafür an.
- g) Erläutern Sie kurz, was man unter dem Offsetfehler versteht und geben Sie ein kurzes grafisches Beispiel dafür an.
- h) Wie lange darf ein einzelner Schritt einer Wandlung maximal benötigen, wenn mittels SAR ein Eingangssignal mit bis zu 44.1 kHz (Musik) und mit 16 Bit Genauigkeit (Audio-CD) digitalisiert werden soll?
- i) Wie würde sich diese Zeit verändern, wenn stattdessen ein TW genutzt würde?

- j) Sie möchten mit einer temperaturabhängigen Widerstandsschaltung die Außentemperatur messen. Das Ausgangssignal der Schaltung bei $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt 0 V und bei $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ beträgt die Ausgangsspannung 8 V . Die Versorgungsspannung Ihres Analog/Digital Wandlers beträgt 10 V und Sie möchten eine Auflösung von mindestens $0.1\text{ }^{\circ}\text{C}$ erhalten. Wie groß (Bitbreite) muss das Ausgangsdatenwort des Analog/Digital-Wandlers mindestens sein, um die gewünschte Auflösung zu erhalten?