

---

Univ.Prof. Dr.sc.techn. Georg Schitter  
schitter@acin.tuwien.ac.at

# **Ausgabe Rechenübung 4**

## ***Messunsicherheit, Messfehler, Zeit- und Frequenzmessung***

Messtechnik, VU 376.045 (3 SWS, 4 ECTS)  
Sommersemester 2014

# Allgemein

---

- Beispiele ab sofort im TISS verfügbar
- Musterlösung wird am Di., 3.6.2014 vorgestellt (gemeinsam mit RU3)
- Die Bearbeitung der Beispiele erfolgt auf freiwilliger Basis. Im Hinblick auf die Klausur empfehlen wir jedoch die Beispiele selbst zu lösen.

## Bsp. 1 – Auswertung von Messungen einer einzelnen Messgröße

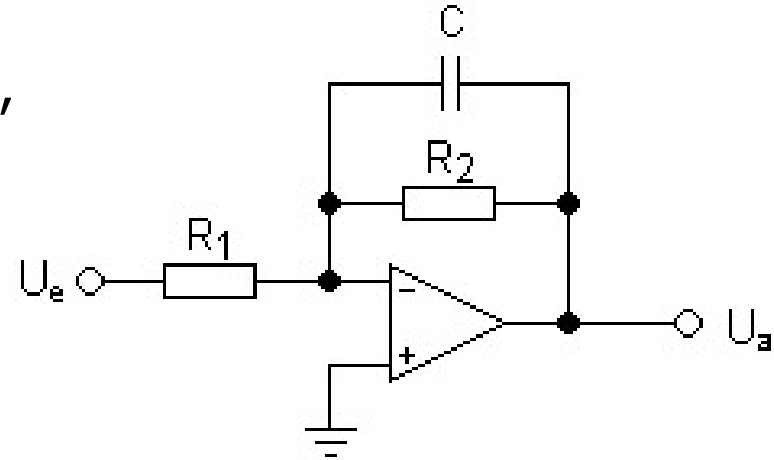
- Es soll der Wert des Wirkwiderstandes einer Impedanz bestimmt werden. Zu diesem Zweck wurden mehrere Messungen von Strom und Spannung durchgeführt:

Messung	Scheitelspannung/V	Scheitelstrom/A	Phasenwinkel/rad
1	3.250431	0.142522	0.12703
2	3.237812	0.140232	0.12654
3	3.262323	0.144513	0.12541
4	3.270122	0.145432	0.12343
5	3.234542	0.139421	0.12842

- Bestimmen Sie Mittelwert, Standardabweichung, Kovarianzen und Korrelationskoeffizienten der Messung.
- Geben sie den Wert des Wirkwiderstandes mit Messunsicherheit an.

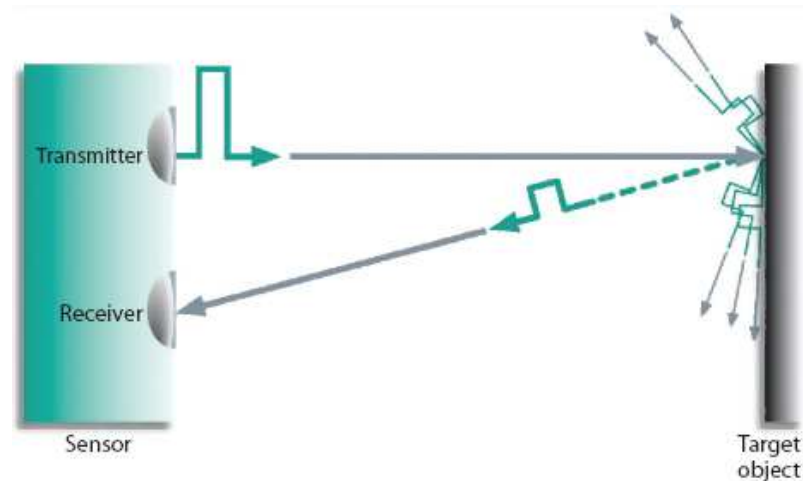
# Bsp. 2 – Rauschen eines Messverstärkers

- Ein Tiefpassfilter erster Ordnung soll auf sein Rauschverhalten hin untersucht werden.
- Gegeben:  $R_1=10\text{k}\Omega$ ,  $R_2=100\text{k}\Omega$ ,  $C=1\text{nF}$ ,  
OP27:  $V_n = 3.3 \frac{\text{nV}}{\sqrt{\text{Hz}}}$ ,  $I_n = 0.8 \frac{\text{pA}}{\sqrt{\text{Hz}}}$
- Berechnen sie:
  - Die spektrale Rauschdichte,
  - den RMS Wert des Rauschens,
  - den Peak-to-Peak Wert ( $\pm 3\sigma$ ) des Rauschens im Frequenzbereich von 10Hz-2400Hzam Ausgang
- Wie könnten sie das Rauschen dieser Schaltung reduzieren?



# Bsp. 3 – Time-of-Flight Abstandssensor

- TOF Abstandssensoren messen die Zeit, welche ein Lichtimpuls braucht um vom Sensor zu einem Objekt und wieder zurück zu gelangen.



- Welche Zeitauflösung ist nötig um eine Abstandsauflösung von 1mm zu erreichen?
- Eine Möglichkeit solch eine präzise Zeitauflösung zu erreichen ist die Zeit-zu-Amplituden Konvertierung.
- Es steht ihnen ein 16bit ADC zur Verfügung, welcher einen Eingangsspannungsbereich von  $[0...3.3V]$  hat.
  - Dimensionieren sie C der Schaltung für eine Konstantstromquelle mit 10mA Ausgang.
  - Welche maximale Distanz kann damit erfasst werden?

# Bsp. 4 – Network Analyzer

---

- Sie haben eine Reihe unbekannter Systeme, welche sie automatisiert Identifizieren wollen. Die sie interessierende Dynamik liegt im Bereich von 100Hz-10kHz. Für die Identifikation haben sie jeweils 10s Zeit.
- Ihnen stehen folgende Komponenten zur Verfügung:
  - Analog Multiplizierer mit 10MHz Bandbreite
  - Programmierbarer Frequenzgenerator mit max. 1MHz Ausgangsfrequenz
  - Tiefpassfilter erster Ordnung mit  $f_c=[1\text{Hz}\dots 100\text{kHz}]$  in 1Hz Schritten einstellbar (jedoch nicht automatisch einstellbar!)
- Skizzieren sie den Aufbau des Network Analyzers.
- Zeichnen sie das Frequenzspektrum nach jeder Stufe des Network Analyzers.
- Die Unterdrückung der hochfrequenten Komponente nach dem Mixer soll mindestens 25dB betragen. Zusätzlich sollen mindestens 10 Perioden pro Messpunkt abgewartet werden und die Einschwingzeit des Filters von min.  $5\tau$  nicht unterschritten werden.  
Wie viele Messpunkte können sie pro Sweep maximal aufzeichnen?

# Hinweise

---

- Datenblätter finden sie im Internet
- Die Musterlösung wird am Di. 3.6.2014 vorgestellt (gemeinsam mit RU3)
- Fragen zur Lösung werden am Di. 3.6.2014 beantwortet
- Versuchen Sie im Hinblick auf die Klausur die Aufgabenstellungen selbst zu lösen.

Viel Erfolg!

# Datasheets

---

- [http://www.analog.com/static/imported-files/data\\_sheets/OP27.pdf](http://www.analog.com/static/imported-files/data_sheets/OP27.pdf)