

Gedächtnisprotokoll GLEMT/MT1

Modul: Grundlagen der elektronischen Messtechnik

Professor: Clemens Gühmann

Semester: WiSe 19/20

Klausurdauer: 120 min.

Datum: 2020-03-02

Typ: Schriftliche Prüfung (einzige Prüfungsleistung)

Vorgaben

(Einige Sinus-Cosinus-Umformungsregeln waren hier noch vorgegeben)

Vertrauensintervalle

%	80%	85%	90%	96%	99%
$t\sigma$	$1,28\sigma$	$1,44\sigma$	$1,65\sigma$	$1,96\sigma$	$2,58\sigma$

Aufgabe 1: Messunsicherheit 10p

Folgende Messwerte wurden aufgenommen:

N	1	2	3	4	5
$U_{N,eff}$	232,3V	232,7V	232,2V	232,1V	233,4V

Aufgabe 1.1 3p

Berechnen Sie den empirischen Mittelwert, die empirische Standardabweichung und die empirische Standardabweichung vom empirischen Mittelwert.

Aufgabe 1.2 3p

1. Berechnen Sie die einfache Messunsicherheit.
2. Berechnen Sie das vollständige Messergebnis für ein Vertrauensintervall von 90%.

Aufgabe 1.3 4p

1. Bestimmen sie das folgende Verteilungsdichte-Integral:

$$\int_{-\infty}^{\infty} f_X(x) dx$$

2. Sei die Verteilungsdichte-Funktion

$$f_X(x) = \begin{cases} 0,25x & ; 0 \leq x < 2 \\ -0,25x + 1 & ; 2 \leq x \leq 4 \\ 0 & ; \text{sonst} \end{cases}$$

a) Skizzieren Sie die Verteilungsdichte

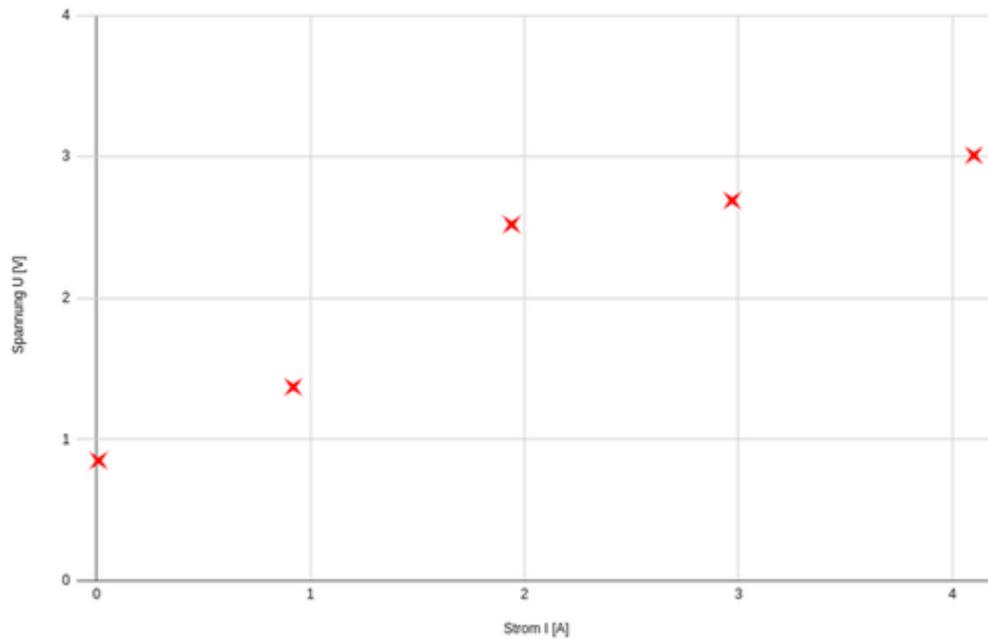
b) Ermitteln Sie den Erwartungswert

c) Geben Sie die Wahrscheinlichkeit an, dass für einen Messwert $x > 3$ gilt.

Aufgabe 2: Regression & Interpolation 10p

Von einem Strom-Spannungswandler wurden folgende Messpunkte aufgenommen:

k	1	2	3	4	5
I	0,01A	0,92A	1,94A	2,97A	4,10A
U	0,85V	1,37V	2,52V	2,69V	3,01V



Aufgabe 2.1 3p

1. Zeichne qualitativ die lineare Regression und die kubische Spline-Interpolation in Abbildung 1 ein.
2. Zeichne nun die Fehler bei der Methode der kleinsten Fehlerquadrate ein.

Aufgabe 2.2 3p

Berechnen sie die Spannung bei $I = 1,7A$ mit linearer Interpolation

Aufgabe 2.3 2p

1. Geben Sie die allgemeine Form der kubischen Spline-Interpolation an.
2. Wie viele Parameter müssen für eine kubische Spline-Interpolation für die o.g. Messreihe bestimmt werden?
3. Welche Bedingungen gelten für die Punkte mit den Indizes $k = 1, 5$ der Messreihe?

Aufgabe 2.4 2p

Gegeben seien die folgenden Messwerte eines Temperatursensors:

i	1	2	3	4	5
Θ_i [°C]	0	20	40	60	120
R_i [Ω]	1,7	1,1	0,75	0,5	0,2

Geben Sie den Verlustwinkel und den Verlustfaktor von C_x an. Bedenken Sie das Ersatzschaltbild des Kondensators.

Aufgabe 3.3 3p

Führen Sie die Maxwell'sche Unsicherheitsfortpflanzung mit $k = 1$ durch:

R_2	R_2	R_4	L_2
98Ω	775Ω	225Ω	14,6mH
±3Ω	±3Ω	±3Ω	±2,5mH

$$R_x = \frac{R_2 R_3}{R_4}, \quad L_x = \frac{L_2 R_3}{R_x}$$

Geben Sie das Vollständige Messergebnis für L_x an.

Aufgabe 4: Digitale Messkette 10p

Aufgabe 4.1 1p

Zeichne die Kennlinie eines ADU mit einer Auflösung von 2 Bit und einem Messbereich von 0 bis 3V. Denken Sie an die Achsenbeschriftungen.

Aufgabe 4.2 3p

Sie haben einen Temperatursensor der auf seinem Messbereich von 0 bis 150 °C eine Spannung von 0 bis 1,5V ausgibt. Es soll der vollständige Bereich mit einer Auflösung von mindestens 1 °C digital gemessen werden.

1. Was wäre ein sinnvoller Eingangsspannungsbereich für Ihren ADU?
2. Was ist die minimale Auflösung des ADU in Bit?

Aufgabe 4.3 6p

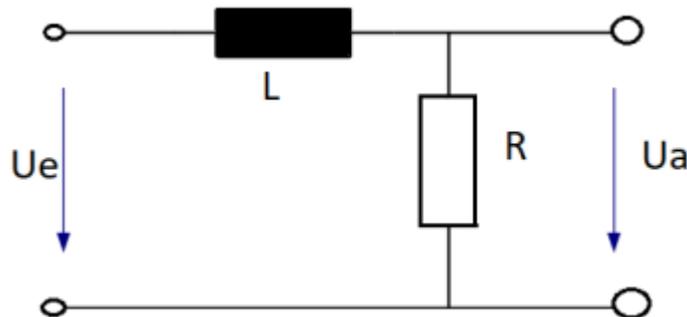
Gehen Sie von einem Signal U_{in} im Bereich 0 bis 6V aus.

1. Das Signal soll eine maximale Frequenz von 800Hz haben. Was wäre die minimale Abtastrate?
2. Sie verwenden nun als Abtastrate 16kHz. Als Filter verwenden Sie einen Tiefpass 3. Ordnung mit der Grenzfrequenz 3kHz. Was ist die maximale Auflösung eines ADU wenn kein Aliasing auftreten soll?

Aufgabe 5: Messsysteme 10p

Aufgabe 5.1 7p

Gegeben ist folgendes Filter:



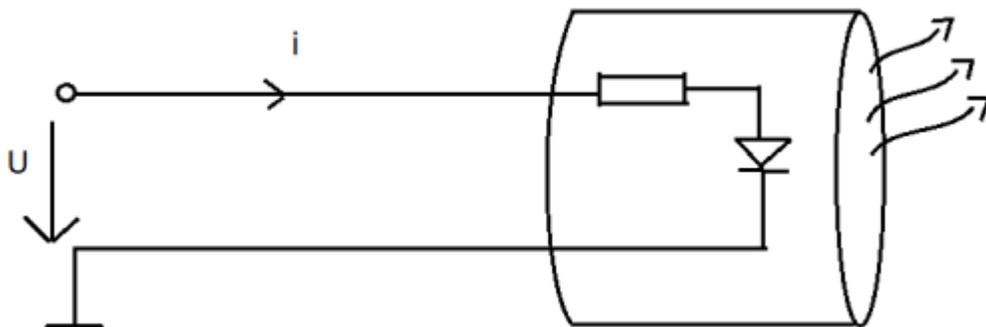
1. Leite die Übertragungsfunktion aus der Differentialgleichung die aus der Maschengleichung entsteht her. Tipp: $u_L(t) = L \frac{di_L(t)}{dt}$
2. Sei $R = 1.6k\Omega$ und $L = 100mH$. Berechnen Sie den Beträgsfrequenzgang und die Grenzfrequenz

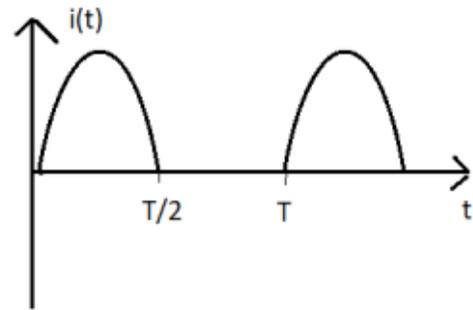
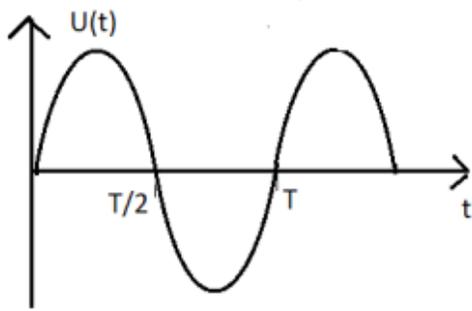
Aufgabe 5.2 3p

Sie möchten den Amplituden- und Phasengang einer Schaltung mit einem Frequenzgenerator und einem Oszilloskop messen. Am Oszilloskop sind sowohl der Ausgang des Frequenzgenerators als auch der Ausgang der Schaltung angeschlossen. Der Frequenzgenerator ist an den Eingang der Schaltung angeschlossen. Zeichnen sie die Anzeige des Oszilloskops inklusive der aufgezeichneten Signalverläufe und markieren Sie darin die Größen, die sie messen/ablesen und wie sie diese verwenden.

Aufgabe 6: Leistungsmessung 10p

Gegeben sind folgende Werte einer Leistungsmessung an einer Leuchtdiode:





$$u(t) = \hat{u} \sin(\omega t), \quad i(t) = \begin{cases} \hat{i} \sin(\omega t) & ; 0 \leq t < \frac{T}{2} \\ 0 & ; \frac{T}{2} \leq t < T \end{cases}$$

Größe	Wert
$U_{in,eff}$	230V
I_{eff}	12,0mA
λ	0,71

Aufgabe 6.1 2p

Berechnen Sie die Scheinleistung S und die Wirkleistung P.

Aufgabe 6.2 2p

Warum kann hier die Blindleistung nicht über eine Dreiphasenmessung (mit den Netzeitern L_2 und L_3) durchgeführt werden? Was würde damit gemessen werden?

Aufgabe 6.3 6p

Leiten Sie den Leistungsfaktor her.