

Fragenkatalog zum Überprüfungsgespräch Elektrotechnische Grundlagen Übungen für TI 2017 - Übung 4

Alexander Halbarth

23. Juni 2017

Frage 1: Was machst Du gerade im Labor und welchen Sinn hat das?

Frage 2: Nenne die Grundgrößen der Elektrotechnik, deren Formelzeichen und Einheit.

Spannung U [Volt V], Strom I [Ampere A], Widerstand R [Ohm Ω], Leistung P [Watt W]

Frage 2: Elektrische Spannung: Nenne Definition (nicht über das Ohmsche Gesetz!), Formelzeichen und Einheit

Die potentielle Energie(=Arbeit) die durch eine Ladungstrennung gespeichert wurde.

Frage 2: Elektrischer Strom: Nenne Definition (nicht über das Ohmsche Gesetz!), Formelzeichen und Einheit

Ladung eines Elektrons $Q_e = 1,6 \cdot 10^{-19} C = 1,6 \cdot 10^{-19} A \cdot s$

$\frac{6 \cdot 10^{18} e^-}{1s} = \frac{As}{1s} \rightarrow 6 \cdot 10^{18}$ Elektronen fließen durch einen Leiter pro Sekunde bei 1A

Frage 2: Elektrischer Widerstand: Nenne Definition (nicht über das Ohmsche Gesetz!), Formelzeichen und Einheit

Ist eine Materialeigenschaft

Beispiel Kupfer $17m\Omega \cdot mm^2/m$

Frage 2: Elektrische Leistung: Nenne Definition, Formelzeichen und Einheit

Die in einer Zeitspannung umgesetzte elektrische Energie bezogen auf die Zeitspanne.

Frage 2: Wie berechnet man die elektrische Leistung in einem Gleichstromkreis?

$$U = R \cdot I \rightarrow P = U \cdot I$$

Berechne die an einem Widerstand entstehende Leistung, wenn durch ihn bei einer Spannung von 2V ein Strom von 3A fließt.

6W

Frage 2: Welcher Phasenwinkel besteht zwischen Wechselspannung und Wechselstrom an einem idealen Kondensator?

Die Spannung folgt dem Strom um $90^\circ = \pi/2$ nach. (eigentlich -90°)

Welcher Phasenwinkel besteht zwischen Wechselspannung und Wechselstrom an einer idealen Induktivität?

(Die Vorzeichen brauchen nicht explizit angegeben zu werden, müssen aber verglichen werden).

Der Strom folgt der Spannung nach um $90^\circ = \pi/2$ nach. (eigentlich $+90^\circ$)

Gehen in entgegengesetzte Richtungen!

Frage 2: Formuliere das ohmsche Gesetz.

$$U = R * I$$

Berechne den Widerstand, wenn bei einem Strom von 3A eine Spannung von 3V abfällt.

Frage 2: Berechne den Strom, wenn an einem Widerstand von 5Ω eine Spannung von 10V abfällt.

Frage 2: Berechne die Spannung, wenn durch einen Widerstand von 10Ω ein Strom von 5A fließt.

Frage 2: Formuliere die Kirchhoffschen Regeln.

Auf welchem physikalischen Grundprinzip beruhen diese?

Energieerhaltung

Maschenregel: Summe aller Spannungen muss 0 ergeben.

Knotenregel: Summe aller Ströme muss 0 ergeben.

An einem Spannungsteiler liegen 9V. Am oberen Widerstand liegen 6V an.

Berechne die Spannung am unteren Widerstand.

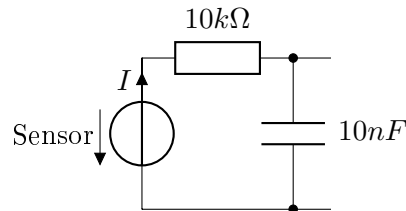
Frage 2: In einen Stromknoten mit drei Leitungen fließen aus einer Leitung 2A hinein und aus einer anderen Leitung 3A hinein. Was geschieht in der dritten Leitung?

Frage 2: Nenne die Zehnerpotenzen zu den SI - Präfixen Nano, Milli und Mikro. Nenne die SI - Präfixe zu: $10^3, 10^6, 10^9$

Präfix	Zeichen	Faktor
Piko	p	10^{-12}
Nano	n	10^{-9}
Mikro	μ	10^{-6}
Milli	m	10^{-3}
Zenti	c	10^{-2}
Dezi	d	10^{-1}
Deka	da	10^1
Hekto	h	10^2
Kilo	k	10^3
Mega	M	10^6
Giga	G	10^9
Tera	T	10^{12}

Frage 3: Ein Sensor hat einen Ausgangswiderstand von $10k\Omega$. Das Signal wird über ein $100m$ langes Koaxialkabel mit einer Kapazität von $100pF/m$ übertragen.

Das Ersatzschaltbild dafür ist ein RC Tiefpass Filter. Die Kapazität ergibt sich durch $100m \cdot 100pF/m = 10nF$



- Der Sensor liefert ein symmetrisches Rechtecksignal. Schätze die höchste Frequenz dieses Signals ab, das über diese Strecke mit akzeptabler Qualität übertragen werden kann.

$$f_G = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10} MHz = 0,0015 MHz = 1,5 kHz$$

Signale bis zu $0,15 kHz$ werden akzeptabel Übertragen.

- Das Ausgangssignal des Sensors ist ein Sprung von $0.0V$ auf $+3.16V$. Nach welcher Zeit erkennt der Empfänger den Sprung, wenn er bei einer Spannung von etwa $+2.00V$ schaltet.

$2V$ sind etwa 63% von $3,16V$ daher ist es etwa nach der Zeitkonstante $\tau = R \cdot C = 10k \cdot 100 \cdot 100p s = 100\mu s$

- Der Sensor liefert ein Sinussignal von etwa $3.3V_{PP}$. Bei welcher Frequenz kommen am Empfänger noch etwa $2.33V_{PP}$ an?

$$20 \cdot \log\left(\frac{2,33}{3,3}\right) \approx -3$$

Daraus folgt bei der Grenzfrequenz $f_G = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10} MHz = 0,0015 MHz = 1,5 kHz$

Welche Phasenverschiebung hat das Signal auf seinem Weg durch das Kabel bei dieser Frequenz? -45°

- Der Sensor liefert ein unsymmetrisches Rechtecksignal: $+10V$ für $100\mu s$, dann $-10V$ für $900\mu s$. Das Signal am Empfänger muss 99% des Sensorsignals sein. Kann dieses Signal über dieses Kabel korrekt übertragen werden?

$$\text{Frequenz des Signals } \frac{1}{100\mu s + 900\mu s} = 1 kHz$$

$$f_G = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 10 \cdot 10} MHz = 0,0015 MHz = 1,5 kHz$$

Wird nicht genau genug übertragen da größer als $\frac{1}{10}f_G$!

Frage 3: Ein Taster liefert folgendes Signal:



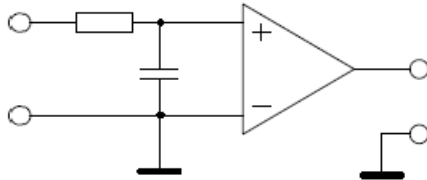
Mit welchem Filter kannst Du dieses Prellen aus dem Signal entfernen?

Tiefpass

Mit welcher Schaltung kannst Du danach die Flankensteilheit wieder erhöhen?

Schmitt-Trigger

Frage 3: Erkläre das Verhalten dieser Schaltung:

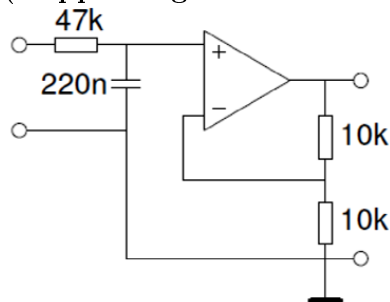


Bei hohen Frequenzen lässt lässt der Kondensator immer mehr Spannung durch. Tiefpass Filter

OPV als Komperator geschaltet. Mögliche Schaltung für Prellreduktion.

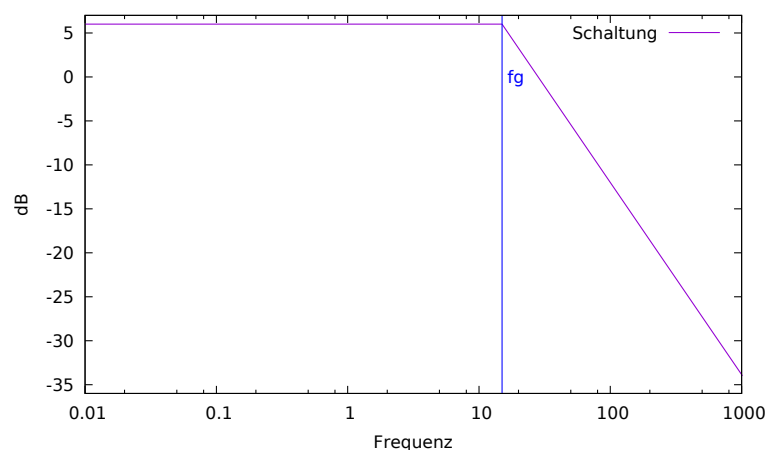
Frage 3: Skizziere die Übertragungsfunktion dieser Schaltung:

(Doppelt logarithmischer Maßstab der Achsen)



OPV Verstärkung 2-fach = $6dB$

$$f_G = \frac{1}{2\pi \cdot R \cdot C} = \frac{1}{2\pi \cdot 47 \cdot 220} MHz \approx 15Hz$$



Ab Grenzfrequenz des beschalteten OPVs Filterverhalten 2. Ordnung

Frage 4: Vergleiche das Bode-Diagramm mit einem Spektrum. Was sind die Gemeinsamkeiten?

Was wird womit beschrieben?

Beide über Frequenz dargestellt

- Bode: Übertragungsfunktion
- Spektrum: Stellt Frequenz dar aus dem Signal besteht

Frage 4: Elektrische Spannung kann unter anderem in V_{PP} , V_{RMS} und dBV_{RMS} bzw. V_{SS} , V_{EFF} und dBV_{EFF} angegeben werden. Beschreibe die Anwendungszwecke und Unterschiede zwischen diesen Arten der Quantifizierung.

- Volt Peak-Peak/Spitze-Spitze: $V_{PP} = \text{Amplitude}$
Verwendet für Bauteileigenschaften
- Root-Mean-Square/Effektivwert: $\sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T U^2(t) dt}$
Verwendet in der Energietechnik
- dBV_{RMS}/dBV_{EFF} : dB vom Effektivwert (Bezug in diesem Fall $1V_{RMS}$)
Verwendet zB in der Tontechnik

Eine sinusförmige Spannung hat einen Maximalwert von $+5V$ und einen Minimalwert von $-5V$. Berechne die Spannung in V_{PP} , V_{RMS} und dBV_{RMS} bzw. V_{SS} , V_{EFF} und dBV_{EFF}

- $V_{PP} = V_{SS} = 10V$
- $V_{RMS} = V_{EFF} = \frac{5}{\sqrt{2}} = 3,536V_{RMS}$
- $dBV_{RMS} = dBV_{EFF} = 20 \cdot \log\left(\frac{V_{RMS}}{1V_{RMS}}\right) = 20 \cdot \log(3,536) = 10,97dB$

Frage 4: Gegeben ist eine konstante Kosinusspannung der Amplitude A und der Kreisfrequenz ω_S : $U(t) = A \cos(\omega_S t)$

Stelle das kontinuierliche Fourier-Integral dazu auf.

- **Mathematik:** $F(n) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-inx} dx = \frac{A}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \cos(\omega_S t) e^{-int} dt$
- **Elektrotechnik:** $F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} f(x) e^{-j\omega x} dx = \frac{A}{2\pi} \int_{-\infty}^{+\infty} \cos(\omega_S t) e^{-j\omega t} dt$

Existiert dieses Integral überhaupt? Begründe deine Entscheidung!

Nein, da das kontinuierliche Fourier-Integral nur für **nicht** periodische Funktionen verwendet werden kann!

Frage 4: Wozu braucht man in der praktischen Fourier-Analyse Fensterfunktionen?

Um Signale in gewissen Grenzen betrachten zu können. Betrachtungszeitraum ist niemals unendlich! Z.B.: Herausschneiden einer einzelnen Periode, bestimmen der Periode

Nach welchen Kriterien wählst Du die Fensterfunktion für Deine Messaufgabe?

Anhand der Eingangsfunktion und der benötigten Parameter

- minimaler Leck-Effekt (Nadelimpulse am Beginn und Ende)
- genaue Amplitudenmessung
- scharfe Frequenzmessung

Frage 4: Was ist der Unterschied zwischen Fourier-Reihe und Fourier-Integral?

Fourier-Reihe: periodische Funktionen

Fourier-Integral: nicht periodische Funktionen

Was ist der Unterschied zwischen kontinuierlicher-, diskreter- und schneller Fourier-Transformation?

kontinuierlich: Funktion wird Integriert

diskret: Funktion nicht bekannt, Messwerte werden verwendet

schnell: Verbesserung der DFT für Computer (Anzahl Stützstellen eine Zweierpotenz)

Frage 5: Du misst eine unbekannte periodische Eingangsspannung mit einem digitalen Oszilloskop. Bei einer Horizontalablenkung $1ms/DIV$ siehst Du eine volle Periode eines schönen Sinussignals. Das Bild wandert langsam von links nach rechts. Welche Schlussfolgerung ziehst Du aus diesem Bild?

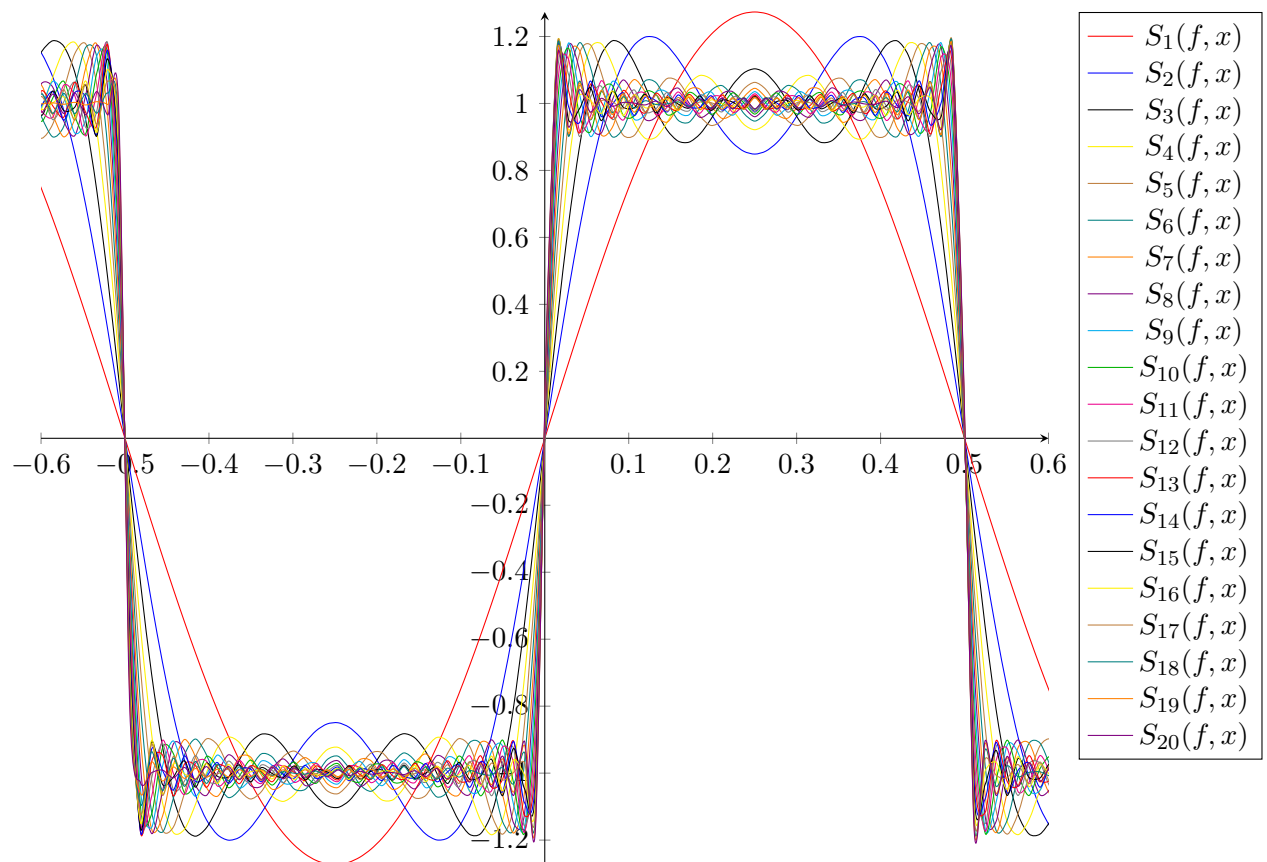
Aliasing Abtastrate ist schlecht!

Was kannst Du machen, um fatale Fehlinterpretationen zu vermeiden?

Horizontale Skalierung erhöhen! Langsam reduzieren.

Frage 5: Du sollst ein unsymmetrisches $1kHz$ Rechtecksignal $+10V$ für $100\mu s$, dann $-10V$ für $900\mu s$ effektiv digitalisieren. Wähle eine geeignete Abtastrate und begründe Deine Entscheidung.

100 Messpunkte für die kleinste „Periode“ \rightarrow 1.000 Punkte gesamt \rightarrow 1Megasample (1.000 Punkte pro Millisekunde bzw. 1.000.000 Punkte pro Sekunde)

Frage 5: Was ist das Gibbs'sche Phänomen?

Überschwingen bei Unstetigkeitsstellen bei der Fourier-Transformation. Können nie entfernt werden! Resultieren aus einer Approximation einer un stetigen Funktion durch unendlich stetige Funktionen.

Was kann man praktisch gegen die Auswirkungen dieses Phänomens tun?

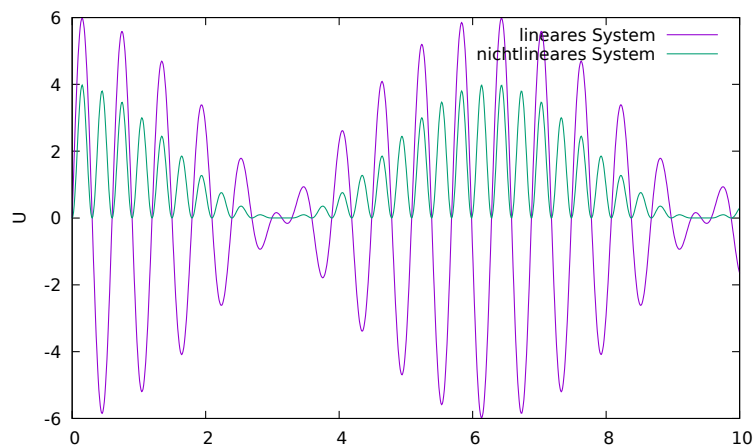
Tiefpassfilter nach Signal hinzufügen

Frage 5: Ein Sensor liefert ein Signal, bestehend aus den beiden Sinusfunktionen $\sin(10Hz \cdot t)$ und $\sin(11Hz \cdot t)$. Dein erstes Übertragungssystem ist perfekt linear mit der Übertragungsfunktion $U_a = 3 \cdot U_{in}$. Dein zweites Übertragungssystem ist nichtlinear mit der Übertragungsfunktion $U_a = (U_{in})^2$.

Hinweise: $\sin^2(x) = \frac{1}{2}(1 - \cos(2x))$

$\sin(x) \cdot \sin(y) = \frac{1}{2}(\cos(x - y) - \cos(x + y))$

Skizziere die beiden aus den Übertragungssystemen resultierenden Spektren und interpretiere dieses Ergebnis! (Hinweis: Eine komplette Berechnung ist nicht erforderlich!).



$$U_{in}(t) = \sin(10t) + \sin(11t)$$

$$Sys1(t) := 3(\sin(10t) + \sin(11t))$$

$$Sys2(t) := (\sin(10t) + \sin(11t))^2 = \sin(10t)^2 + \sin(11t)^2 + 2 \cdot \sin(10t) \cdot \sin(11t)$$

$$= \frac{1}{2}(1 - \cos(20t)) + \frac{1}{2}(1 - \cos(22t)) + \cos(1t) - \cos(21t)$$

$$= 1 - \frac{1}{2}\cos(20t) - \frac{1}{2}\cos(22t) + \cos(1t) - \cos(21t)$$

Spektrum $Sys1$: $10Hz, 11Hz$

Spektrum $Sys2$: $0Hz, 1Hz, 20Hz, 21Hz, 22Hz$

