

Spektren

Laborübung 4

SS 2019

Frage 1

(1 Theoriefrage zur Laborübung)

↳ Siehe Protokoll!

Sinussignal im Spektralbereich.

Rechtecksignal

Amplitudenmodulation

Brückengleichrichter

Frage 2

Spannung:

$1V = 1As$ wird mit einer Arbeit von 1 Joule bewegt

Rest:

Siehe andere Ausarbeitungen bei Frage 2 

Frage 3

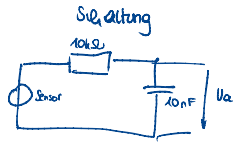
Sensor mit Ausgangs $R = 10k\Omega$

Signal über 100m Kabel mit $100pF/m$

Wie sieht das Kabel aus?



1) Symmetrisches Rechtecksignal



Tiefpass

$$100m = 100 \mu F/m =$$

$$100m = 100 \cdot 10^{-12} F/m = 10^{-8} F$$

Höchste Frequenz:

$$\rightarrow \text{Grenzfrequenz: } \frac{1}{2\pi RC} \approx 15 kHz$$

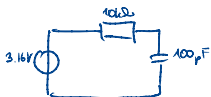
$$\frac{1.5 kHz}{10} = 150 Hz \Rightarrow \text{bis } 150 Hz \text{ kommt das Signal ungeprägt durch}$$

$$15 kHz \text{ wegen } \frac{1}{2\pi RC} \approx 15 kHz$$

$\downarrow \quad \downarrow$
 $10k\Omega \quad 100pF$

2) Sprung von 0V auf +3.16V

Schaltet bei 2V



$$\frac{2V}{3.16V} \approx 63\%$$

$$\Rightarrow T = R \cdot C = 100 \mu s$$

ist zum Zeitpunkt des Schaltens (nach 100μs) bei 63% Komplexität

3) Sinussignal von 3.3Vpp

Frequenz, wenn Empfänger 2.33 Vpp haben soll:

$$\frac{U_a}{U_0} = \frac{2.33}{3.3} \approx 63\% \rightarrow \text{Dämpfung bei } -3dB$$

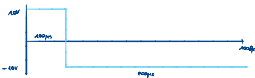
$$\downarrow$$

$$1.54 kHz$$

$$\text{Phasenlage: } -45^\circ = \varphi$$

4) asymmetrisches Rechtecksignal

$$\left. \begin{array}{l} +10V \text{ bis } 100\mu s \\ -10V \text{ für } 900\mu s \end{array} \right\} \text{Periodendauer } 100\mu s + 900\mu s = 1000\mu s = T$$



$$f = \frac{1}{T} = 1 kHz$$

Begrenzung → Grenzfrequenz bei 15kHz kommt nicht durch, da sie nicht genau genug übertragen wird.

oder: 5. Zeitkonstante

$$T = 100 \mu s$$

$$5T = 500 \mu s \rightarrow 99\% \text{ kommt nicht durch}$$

Frage 3b

Taster:



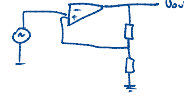
Prellen entfernen mit Tiefpass

Wird hochfrequent



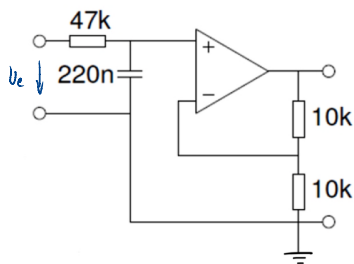
Schaltung für Flankensteilheit

Schmitt Trigger



Prellen: Wenn ein Signal prellt bedeutet das, dass es zuerst für eine kurze Zeit abwechselnd ein und aus geht, bevor es sich eingependelt hat.

Übertragungsfunktion skizzieren:

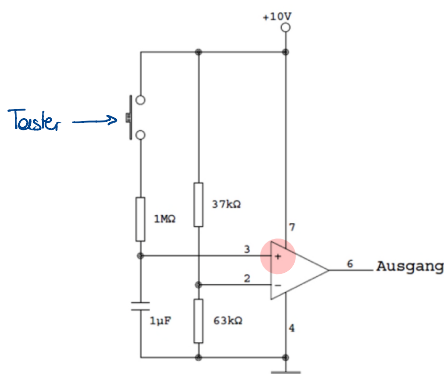
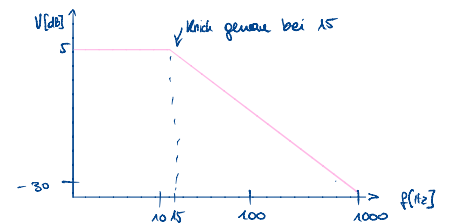


Teststellung: nicht invertierender Verstärker

$$\hookrightarrow \text{Ausgang von Tiefpass ist Grenzfrequenz } \frac{1}{2\pi RC} = \frac{1}{2\pi \cdot 47 \cdot 220} = 15 \text{ Hz}$$

$$V = \left| \frac{U_a}{U_e} \right| = 1 + \frac{R_2}{R_1} = 2 \dots \text{2-fache Verstärkung}$$

$$L = 20 \cdot \log(2) \approx 6 \text{ dB}$$



$$U_{in} = \frac{63k}{63k + 37k} \cdot 10V = \frac{63}{100} \cdot 10 = 6.3V$$

37k und 63 sind ein Spannungsteiler \rightarrow wenn 10V anliegen, sind bei

$$\frac{37k}{63k} \rightarrow 2.7V$$

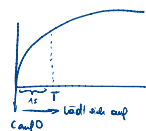
$$+ \text{ positiver Eingang: } T = RC = 1M \cdot 1\mu = 1s$$

Wenn Taster geschlossen wird, liegen nach 1s 63% von den 10V an U_{in} , an $\hat{=} 6.3V$

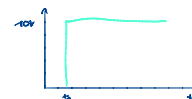
U_a ist 0V für $t < 1s$ vom Zeitpunkt des Schließens des Tasters, danach +10V



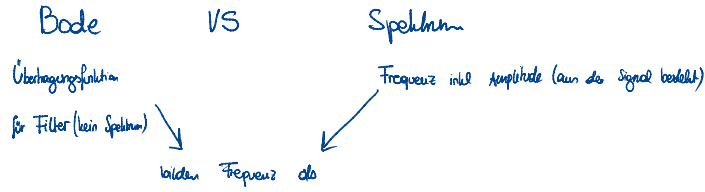
Kondensator:



$$T = RC = 1\mu F \cdot 10k\Omega = 1s$$



Frage 4



V_{pp} / V_{ss} gibt Amplitude an; für Bauteileigenschaften (Telekommunikation)
 V_{rms} / V_{eff} $\left\{ \frac{1}{T} \int_0^T U(t) dt \right\}$ Mittelwert (Energie-technik)
 dBV_{rms} / dBV_{eff} Durchschnitt von Effektivwert (Tontechnik)

Anwendungsswecke: Verschiedene Möglichkeiten zur Beschreibung von Amplituden

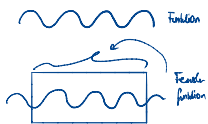
Sinusförmige Spannung
 $V_{pp} = 10V$ $\left\{ \int_{-5V}^{+5V} \right\}$ $V_{max} = +5V$ $V_{min} = -5V$
 $V_{rms} = \frac{V_{pp}}{\sqrt{2}} \approx 3.53V$
 $\hat{U} = 5V$

$dBV_{rms} = 20 \cdot \log(V_{eff})$
 $= 20 \cdot \log(3.53V) \approx 10.9 \text{ dB}$

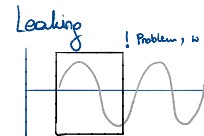
kontinuierliche Wechselspannung
 Kreisfrequenz $\omega_s : U(t) = A \cdot \cos(\omega_s t)$

kontinuierliches Fourier-Integral $F(\omega) = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} f(x) e^{-j\omega x} dx \rightarrow$ nicht existiert nicht (?)

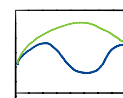
Fensterfunktion



Aussagekräftiger Ausschnitt wird betrachtet, dieser wird periodisch wiederholt.



Periode wird nicht komplett in Fensterfunktion abgebildet.



Durch Multiplikation (Signal * Rechteck) entsteht eine Parabel, der Leak wird geringer.

Kriterien zur Wahl der Fensterfunktion: Leakage

Amplitudenebene

Frequenzebene

"Effektivität des mathematischen Aufwands"

Fourier-Reihe: periodisch

Fourier-Integral: nicht periodisch

kontinuierliches FT: Integral (nur mathematisch verwendbar)

diskretes FT: Summe, FOSE von Signalpunkten

schlechte FT: Algorithmisch lösbar

$y = f(t) \rightarrow$ Fourier Transformierte (mit Fourierreihen)

$$C_k = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) e^{-j k \omega t} dt$$

$$a_n = \frac{1}{\pi} \int_0^{2\pi} f(t) \cos(n\omega t) dt \quad \text{oder} \quad \frac{\omega}{2} \sum_{n=-\infty}^{\infty} a_n \cos(n\omega t) + b_n \sin(n\omega t)$$

Frage 5

Digitaler Osz

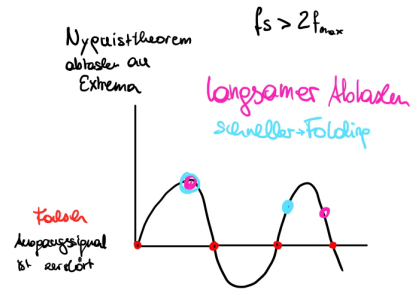
Schlussfolgerung: Aliasing, hochfrequentes Signal, große Horizontalablenkung

Abtastung mit Frequenz die kleiner ist als Frequenz die wir wollen

Wenn nicht oft genug abgetastet, sieht es aus als ob Signal andere Frequenz hat.

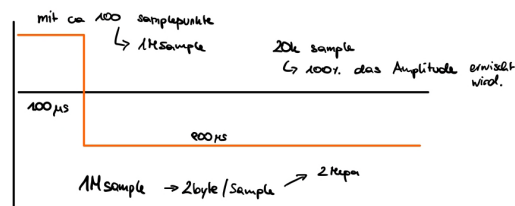
Fatale Fehlinterpretation vermeiden "richtig" abtasten

(langsamer \rightarrow mit Nyquisttheorem)

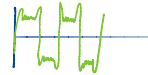


unspannbares Rechtecksignal: $+10V$ für $100\mu s$
 $-10V$ für $100\mu s$ } Periode $100\mu s$

Abtastrate: 100 Samplepunkte
mind 20



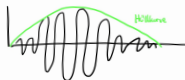
Gibbs'sches Phänomen: Fourierreihenentwicklung, Überschwingung an Unstetigkeitsstellen
was tun? Filter verwenden



Sensorsignal: $U_m = \sin(10Hzt) + \sin(1MHz)$ (ob Hz oder MHz sei egal)

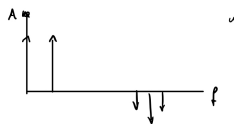
lineare Übertragungsfunktion $U_a = 3 \cdot U_m$ keine neuen Frequenzen, nur Höhenkurve (kein optisches Phänomen)

"Schwebung" = Amplituden
Lösen sie aus
verstärken sich aufs Maximum



nicht lineare Übertragungsfunktion $U_{aus} = (U_{in})^2$ originale Frequenzen überleben nicht

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



Frage 5: Ordne den Funktionen die korrekten Spektren zu:

