

Probeklausur ***Technische Grundlagen der Informatik***

Version B – Semester: *INF-B 1*

Datum: 20. Uranus 2030, 14:00 Uhr

Nachname: _____

Dauer: 90 min

Vorname: _____

Prüfer: Prof. Dr.-Ing. Holger Stahl

Matr.-Nr.: _____

Lösungs-

Vorschlag

- Zugelassene Hilfsmittel: *Auf DIN A4 ausgedrucktes Originalmanuskript mit handschriftlichen Ergänzungen, sowie Taschenrechner*
Mobiltelefone (auch sog. Smartphones und -watches) sind abzuschalten und wegzupacken!
- Teilaufgaben, zu deren Lösung Ergebnisse aus vorangegangenen Aufgaben nicht unbedingt erforderlich sind, wurden mit einem Stern (*) gekennzeichnet.
- Ergebnisse können nur dann gewertet werden, wenn der Rechenweg klar erkennbar ist.
- In Diagrammen müssen beide Achsen beschriftet sein.
- Ergänzen Sie unvollständige Angaben durch eigene, plausible Annahmen.
- Rotstift darf nicht verwendet werden.
- Das Öffnen der seitlichen Klammern wird als Unterschleif gewertet.
- Dieses Aufgabenheft umfasst 12 Seiten. Maximal sind 90 Punkte erreichbar.

Zusätzlich zu diesen 90 Punkten können Sie bis zu 12 Punkte Überhang einbringen:

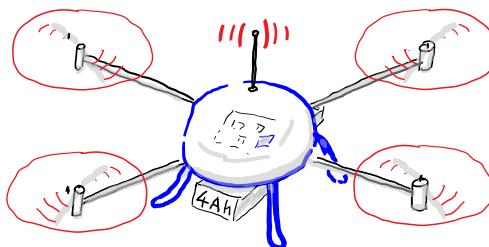
Überhangpunkte für die aktive Teilnahme an der Vorlesung: Für die Vorbereitung der Praktikumsversuche, sowie für die Durchführung der praktischen Übungen gab es insgesamt $4 \cdot 2\frac{1}{2}$ zusätzliche Bonuspunkte. Außerdem wurden zum Abschluss der Vorlesungskapitel 2 und 5 Verständnistests im *Learning Campus* angeboten, für die Sie jeweils 1 Bonuspunkt sammeln konnten. Insgesamt waren somit 12 Punkte erzielbar. Dieser zusätzliche Überhang wird Ihnen auch für eventuelle Wiederholungen oder eine spätere Teilnahme an der schriftlichen Prüfung in den Folgesemestern gutgeschrieben.

Bewertung (vom Prüfer auszufüllen):

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	Überhang Verständnistests	Σ
Erreichte Punktzahl	10	11	18	8	10	8	10	8	7	12	102

TEIL I: GRUNDLAGEN DER ELEKTROTECHNIK**1. Aufgabe: Energieversorgung eines Flugmodells** (10 Punkte)

Eine Drohne (sog. *Quadrocopter*) wird mit einem Akku betrieben, der eine Kapazität (d.h. gespeicherte Ladung) von 4 Ah aufweist, und als ideale Spannungsquelle mit 12 V betrachtet werden kann. Während des Betriebs wird folgende elektrische Leistung benötigt:



- 120 W im stationären Schwebeflug, und
- 100 W im Vorwärtsflug mit der Reisegeschwindigkeit von 40 km/h.

- a)* Wie lang kann die Drohne maximal im Schwebeflug gehalten werden?
- b)* Welche Reichweite (d.h. maximale Entfernung vom Startplatz mit Rückkehr) hat die Drohne?
- c) Um wieviele Sekunden reduziert sich die Flugzeit im stationären Schwebeflug, wenn zusätzlich eine Beleuchtung betrieben wird, welche den Akku mit 100 mA belastet?

③ a) Schwebeflug: Strom $I = \frac{P}{U} = \frac{120W}{12V} = 10A$
 $\text{Dauer } T = \frac{Q}{I} = \frac{4Ah}{10A} = 0,4h = \underline{\underline{24,0 \text{ min}}}$

③ b) Vorwärtsflug: Strom $I = \frac{P}{U} = \frac{100W}{12V} = 8,3A$
 $\text{Dauer } T = \frac{Q}{I} = \frac{4Ah}{8,3A} = 0,48h = \underline{\underline{28,8 \text{ min}}}$
 $\text{Reichweite } D = \frac{1}{2} \cdot v \cdot T = \underline{\underline{9,6 \text{ km}}}$

② c) Schwebeflug mit Licht: $T = \frac{4Ah}{10,1A} = 23,76 \text{ min}$
 $\Delta T = (24 - 23,76) \text{ min} = \underline{\underline{14,3 \text{ s}}}$

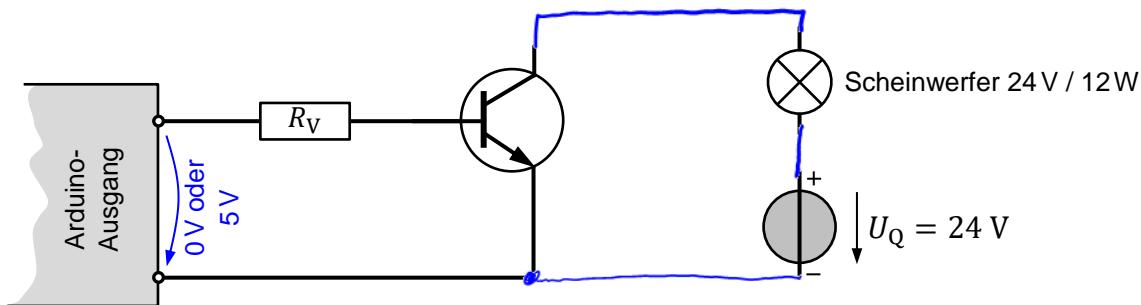
In der Praxis ist der Akku eine reale Spannungsquelle mit einem Innenwiderstand:

- d)* Erklären Sie kurz, warum der Innenwiderstand die Flugzeit reduzieren wird!

② Durch den Spannungsabfall am Innenwiderstand benötigt die Drohne einen höheren Strom bei gleicher Leistung!

2. Aufgabe: Dimensionierung einer Transistorschaltung (11 Punkte)

Mit dem Einplatinenrechner „Arduino“ soll eine Alarmanlage aufgebaut werden. Der Arduino soll einen Scheinwerfer ansteuern, der bei einer Spannung von 24 V eine Leistung von 12 W aufnimmt. Der Ausgang des Rechners liefert (je nach Schaltzustand) eine Spannung von 0 V oder 5 V, und er darf mit maximal 40 mA belastet werden. Als Schalter soll ein Silizium-Bipolartransistor verwendet werden, der eine Stromverstärkung von $\beta = 200$ aufweist. Folgendes Bild zeigt den Steuerstromkreis am Arduino; der Laststromkreis muss (Teilaufgabe c) noch vervollständigt werden:



- a)* Ist der Transistor vom Typ „npn“ oder „pnp“ (Zutreffendes einkringeln!)?
- b)* Warum macht es Sinn, für den geplanten Zweck eine Emitterschaltung zu verwenden?

- 1**) a) npn
- 2**) b) Die Emitterschaltung nutzt den Transistor als Stromverstärker und eignet sich damit sehr gut zum Schalten von Lasten.

- c)* Vervollständigen Sie den Laststromkreis so, dass der Transistor den Scheinwerfer schalten kann!
 - d)* Bestimmen Sie einen sinnvollen Wert für den Vorwiderstand R_V aus der E12-Reihe, so dass der Transistor „satt“ durchschaltet, ohne den Rechnerausgang zu überlasten.
- ⑥ d) • Strom durch die Lampe $I_L = \frac{12W}{24V} = 0,5A$
- \Rightarrow min. Basisstrom $I_B \geq \frac{I_L}{\beta} = 2,5mA$
- Max. Basisstrom = $40mA \Rightarrow$ Sinnvoller Wert $I_B = 20mA$
- Spannungsabfall am Vorwiderstand: $U_R = 5V - 0,7V = 4,3V$
- \Rightarrow min. Widerstand $R_V = \frac{U_R}{20mA} = 215\Omega$
- \Rightarrow nächster Wert aus der E12-Reihe: $R_V = 220\Omega$

3. Aufgabe: Betrieb mehrerer LEDs (18 Punkte)

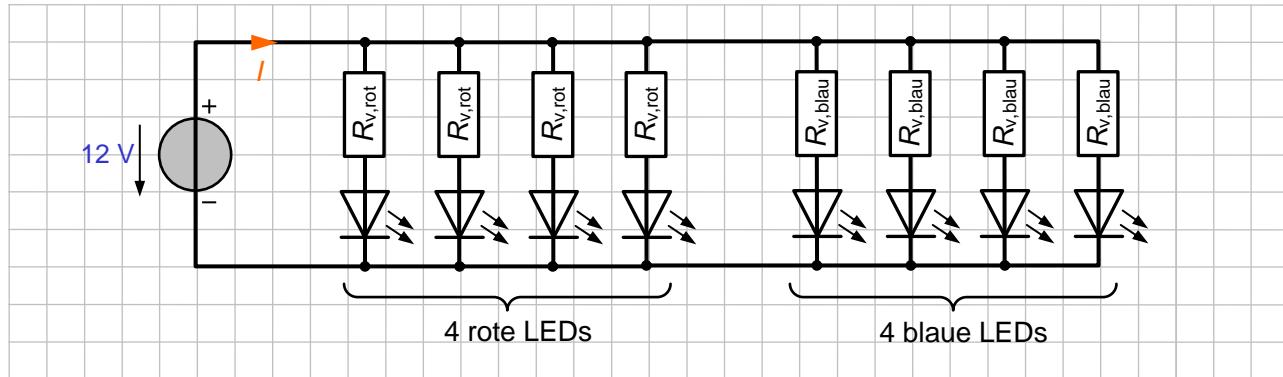
Zur Illumination eines Flugmodells sollen mehrere LEDs an einer Spannung von 12 V betrieben werden. Es kommen vier rote LEDs (Flussspannung $U_F = 2,1 \text{ V}$) und vier blaue LEDs ($U_F = 3,4 \text{ V}$) zum Einsatz. Die LEDs sollen jeweils mit einem Strom von 10 mA betrieben werden.

- a)* Erklären Sie, warum LEDs niemals direkt (d.h. ohne Vorwiderstand) an eine Spannungsquelle angeschlossen werden dürfen!

(2)

Im U/I-Diagramm steigt der Strom oberhalb U_F steil an, so dass bereits bei einer geringfügig höheren Spannung ein Strom fließt, der die Diode zerstören wird.

Die vier LEDs werden jeweils mit Vorwiderständen versehen und – zunächst – parallelgeschaltet:



- b)* Berechnen Sie die Werte der Vorwiderstände $R_{v,rot}$ und $R_{v,blau}$!

- c)* Wie groß sind der Gesamtstrom I und der elektrische Wirkungsgrad η_{el} der Schaltung?

(4)b) $R_V = \frac{12V - U_F}{10 \text{ mA}} = \begin{cases} \text{rot: } R_{v,rot} = \frac{12V - 2,1V}{10 \text{ mA}} = \underline{\underline{990 \Omega}} \\ \text{blau: } R_{v,blau} = \frac{12V - 3,4V}{10 \text{ mA}} = \underline{\underline{860 \Omega}} \end{cases}$

(4)c) $I = 8 \cdot 10 \text{ mA} = \underline{\underline{80 \text{ mA}}}$

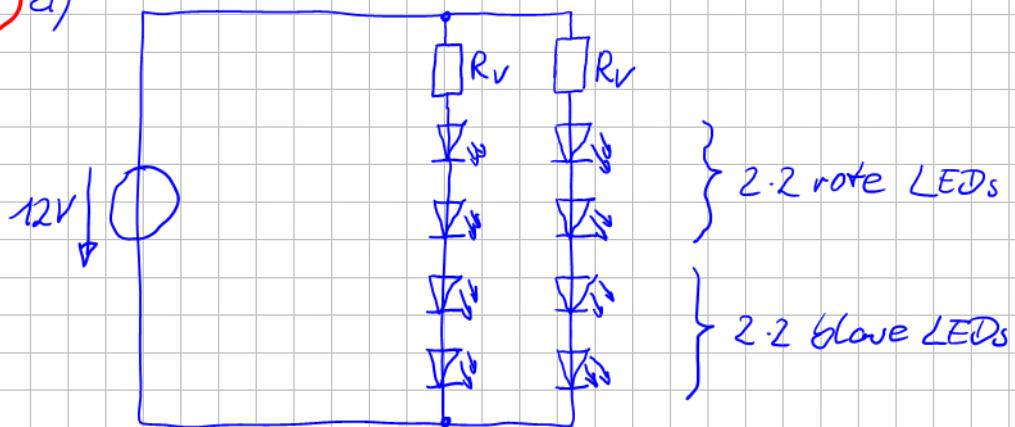
$$\eta_{el} = \frac{P_{LED}}{P_{Quelle}} = \frac{(4 \cdot 2,1V + 4 \cdot 3,4V) \cdot 10 \text{ mA}}{12V \cdot 80 \text{ mA}} = \frac{220 \text{ mW}}{960 \text{ mW}} = \underline{\underline{22,9\%}}$$

Der Gesamtstrom lässt sich signifikant reduzieren (bei gleicher Helligkeit der LEDs!), indem diese in einer Kombination aus Reihen- und Parallelschaltung betrieben werden:

d)* Skizzieren Sie diese Schaltung mit der 12V-Quelle, den 8 LEDs, sowie den Vorwiderständen und berechnen Sie den/die Widerstandswert(e)! Hinweis: Es gibt mehrere sinnvolle Lösungen!

e) Wie groß sind der Gesamtstrom und der elektrische Wirkungsgrad jetzt?

⑤ d)



$$\underline{R_V} = \frac{12V - 2 \cdot 3,4V - 2 \cdot 2,1V}{10 \text{ m}\Omega} = \frac{1V}{10 \text{ m}\Omega} = \underline{100\Omega}$$

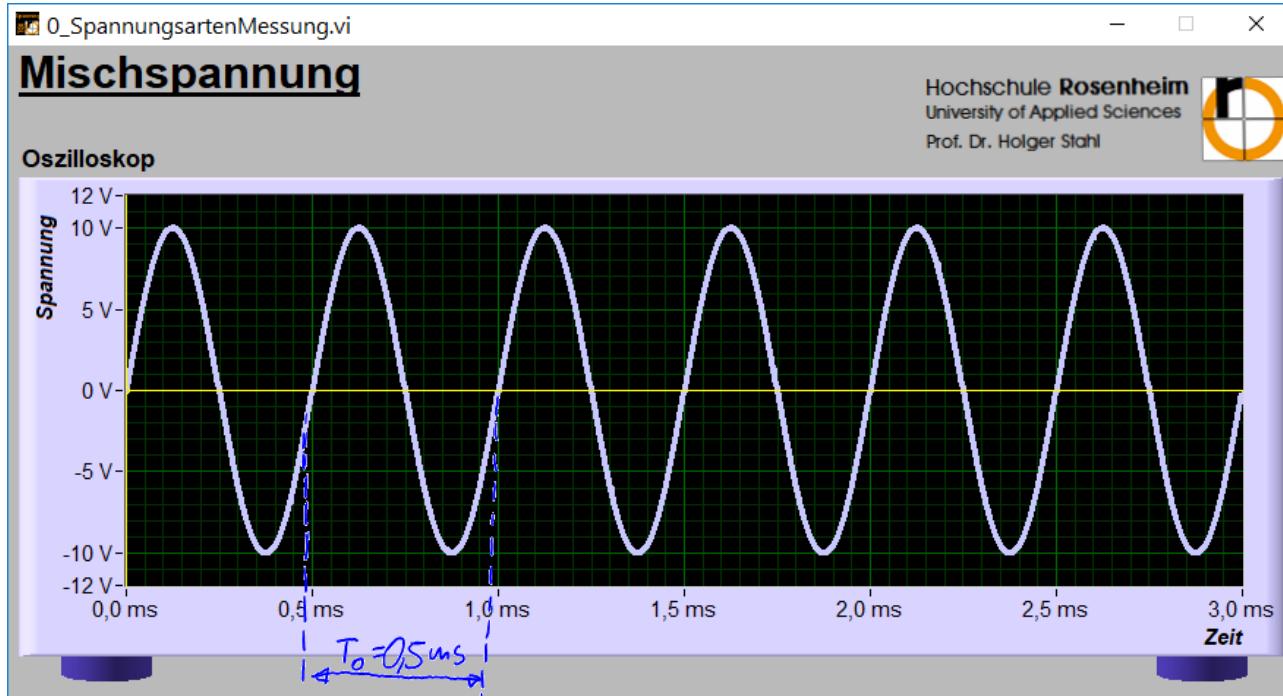
③ e) $\underline{I} = 2 \cdot 10 \text{ mA} = \underline{20 \text{ mA}}$

$$\underline{\eta_{el}} = \frac{220 \text{ mW}}{12V \cdot 20 \text{ mA}} = \underline{91,7\%}$$

Eventuell benötigter zusätzlicher Platz zur Lösung anderer Aufgaben dieser Prüfung:

4. Aufgabe: Parameter einer Mischspannung (8 Punkte)

In dem Demoprogramm **SpannungsartenMessung.exe** wird folgender Signalverlauf über der Zeit angezeigt:



a)* Ist das dargestellte Signal periodisch?

① ja

b)* Bestimmen Sie die Frequenz des Signals.

c)* Bestimmen Sie den Scheitelwert und den Gleichanteil.

d) Wie groß ist der Effektivwert?

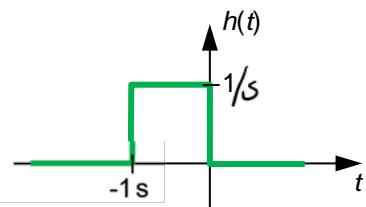
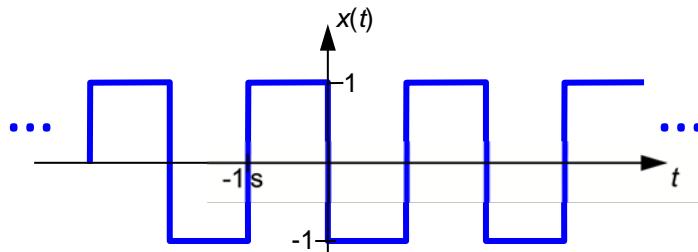
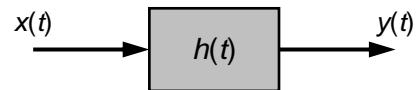
② b) $f_0 = \frac{1}{T_0} = 2 \text{ kHz}$

③ c) • Scheitelwert $\underline{U} = 10 \text{ V}$
• Gleichanteil $U_{\text{offs}} = 0 \text{ V}$

④ d) Effektivwert einer SinusSchwingung $\underline{U}_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \underline{U} = \underline{7.07 \text{ V}}$

TEIL II: SIGNALE UND SYSTEME**5. Aufgabe: Faltung (10 Punkte)**

Ein zeitkontinuierliches LTI-System (Impulsantwort $h(t)$) wird mit dem periodischen Eingangssignal $x(t)$ beaufschlagt:



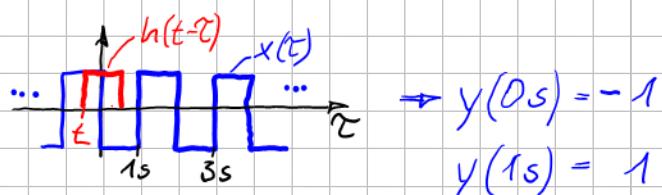
⇒ Skizzieren Sie das Ausgangssignal $y(t)$!

(10)

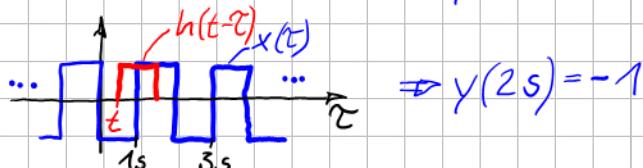
Faltung von Reduktionsfaktoren \Rightarrow $y(t)$ ist ein Gradenzug!

:

• Bereich I: $0s \leq t < 1s$

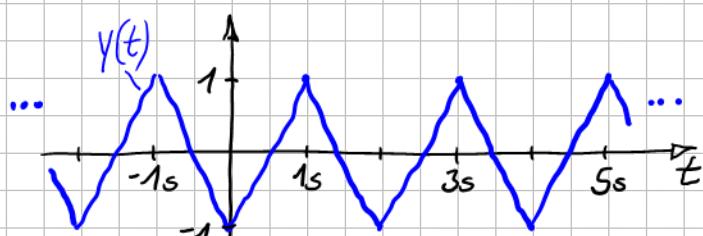


• Bereich II: $1s \leq t < 2s$



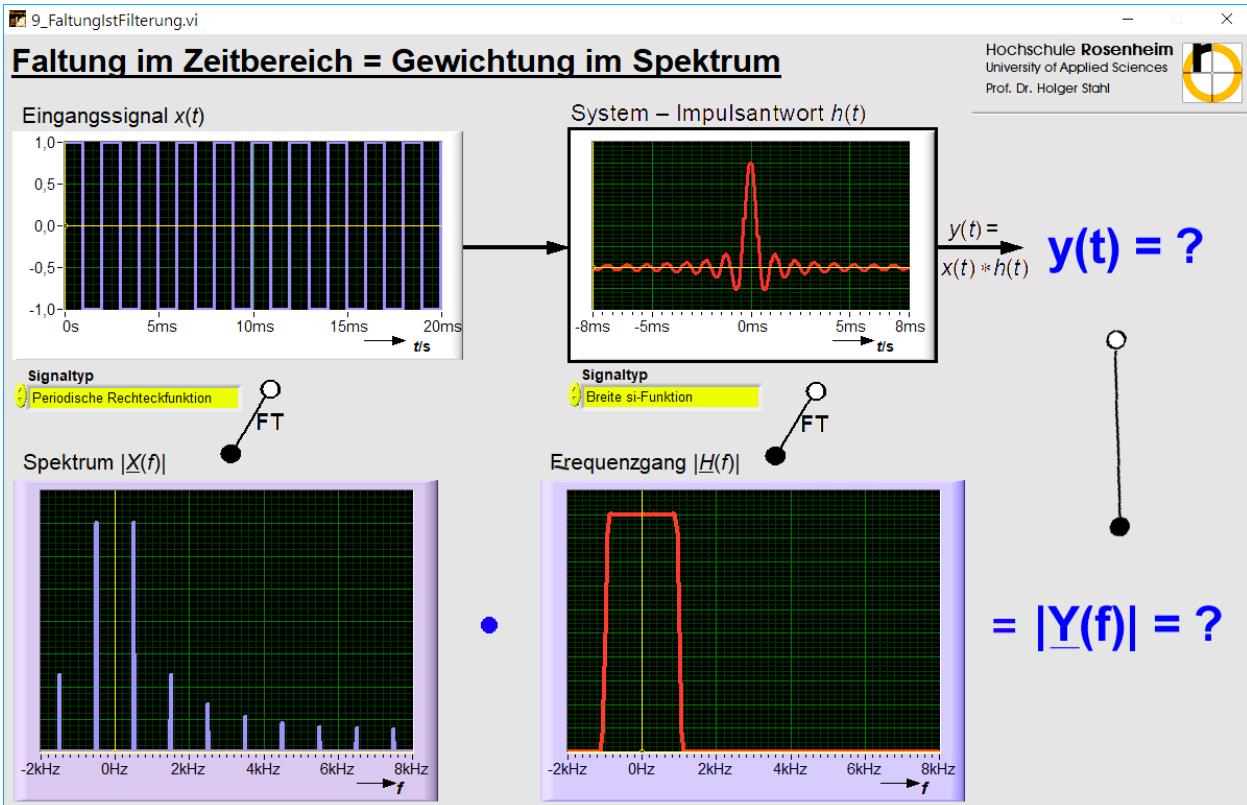
:

Periodische Wiederholung mit der Periodendauer 2s



6. Aufgabe: Filterung eines periodischen Rechtecksignals (10 Punkte)

In dem Demoprogramm **FaltungIstFilterung.exe** dient ein periodisches Rechtecksignal als Eingangssignal eines Filters (LTI-System). Links dargestellt ist das Eingangssignal $x(t)$, darunter das Amplitudenspektrum $|X(f)|$. Rechts dargestellt ist die Impulsantwort $h(t)$ des Filters, darunter dessen Amplitudenfrequenzgang $|H(f)|$:



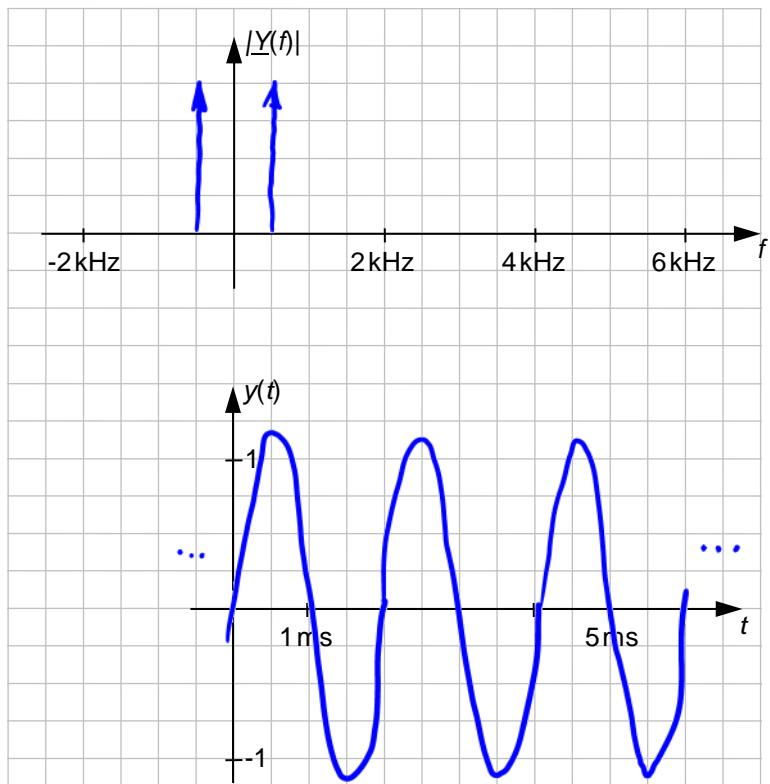
① a)* Welcher Filtertyp (Tief-, Hoch-, Bandpass, Bandsperre) liegt vor (Zutreffendes einkringeln!)?

④ b)* Skizzieren Sie das Amplitudenspektrum $|Y(f)|$ $\xrightarrow{\text{FT}}$ $y(t)$ des Ausgangssignals in das Diagramm rechts:

Hinweis: Relative Amplituden ohne Achsenkalierung genügen!

⑤ c) Skizzieren Sie das Ausgangssignal $y(t)$ in das Diagramm rechts:

Hinweis: Achten Sie hier auf eine plausible Amplitude des Signals!

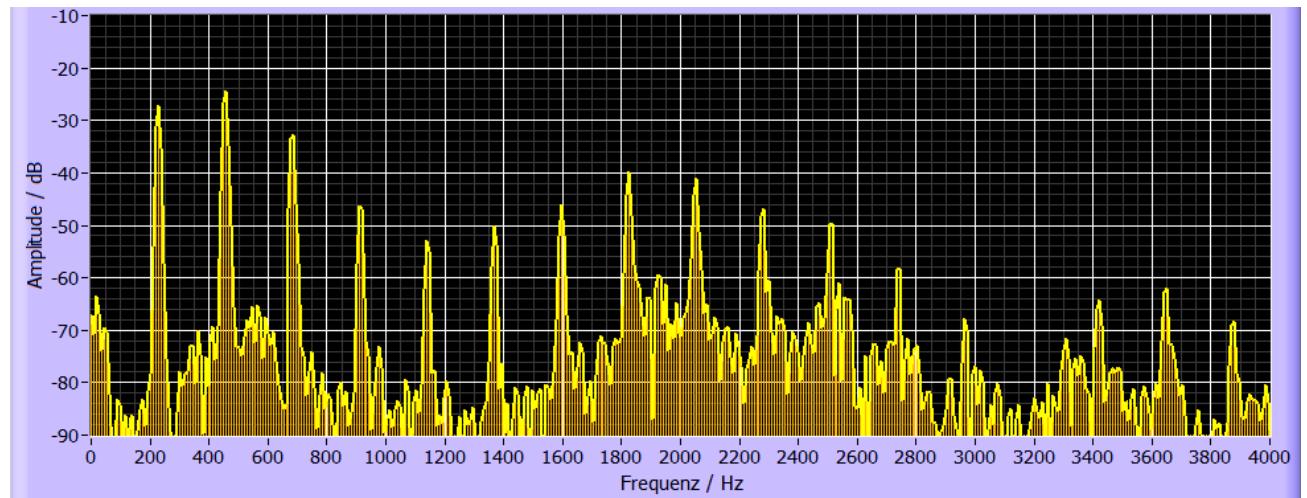


7. Aufgabe: Signale & Systeme – Verschiedenes (8 Punkte)

Kennzeichnen Sie die folgenden Aussagen mit **W** für „wahr“, mit **F** für „falsch“, oder mit **W** für „weiß ich nicht“.

Jede **korrekt** beurteilte Aussage wird mit **+1 Punkt** bewertet, jede **nicht korrekt** beurteilte Aussage wird mit **-1 Punkt** bewertet. Ansonsten erhalten Sie **0 Punkte** für die betreffende Aussage. Zu erreichen sind somit maximal 5 Punkte für Teilaufgabe a) und 3 Punkte für b). Jede Teilaufgabe wird mit mindestens 0 Punkten unabhängig von der anderen gewertet.

a)* Betrachtet wird das folgende Kurzzeitspektrum eines Sprachsignals, aufgenommen mit dem Demoprogramm **AudioSignalUndSpektrum.exe**:



(5)

- W Das Signal ist stimmhaft (es könnte z.B. ein Vokal sein).
- F Das Signal könnte der gesprochene Zischlaut ⟨s⟩ sein.
- F Die Grundfrequenz des Signals liegt bei etwa $f_0 = 460$ Hz.
- W Die erste Oberwelle des Signals liegt bei etwa $f_0 = 460$ Hz.
- W Das Signal wurde wahrscheinlich von einer Frau erzeugt, nicht von einem Mann.

b)* Quantisierung

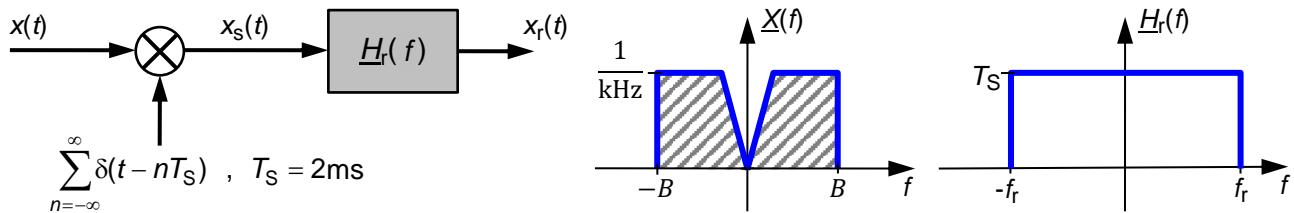
(3)

Ein Signal soll linear quantisiert werden, bevor es abgetastet wird. Es wird gefordert, dass der Dynamikumfang mindestens $D_{\max} = 75$ dB beträgt. Welche Bedingung muss dazu erfüllt sein?

- F Die Wortbreite muss mindestens $m \geq 7$ Bit betragen.
- W Die Wortbreite muss mindestens $m \geq 13$ Bit betragen. $\Rightarrow D_{\max} = (6 \cdot 13) \text{dB} = 78 \text{dB}$
- F Die geforderte Dynamik ergibt sich automatisch, wenn das Abtasttheorem erfüllt ist!

8. Aufgabe: Abtastung (8 Punkte)

Ein Signal $x(t)$ mit dem unten dargestellten Spektrum $\underline{X}(f)$ wird mit der Periode $T_S = 2 \text{ ms}$ abgetastet. Es entsteht die Impulsfolge $x_s(t)$; durch ideale Tiefpassfilterung wird daraus $x_r(t)$ rekonstruiert:



a)* Welche Bedingung muss das Signal $x(t)$ erfüllen, damit es rekonstruiert werden kann?

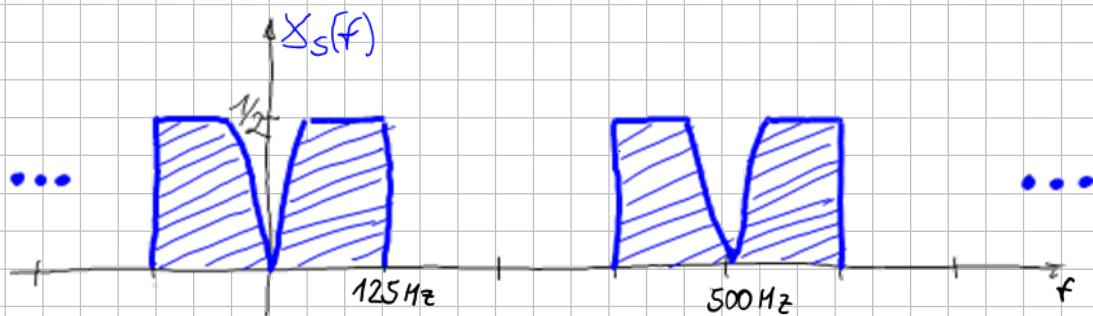
(2) $x(t)$ muss bandbegrenzt sein, auf $\beta = \frac{1}{2T_S} = 250 \text{ Hz}$

Im Folgenden gilt: $B = \frac{1}{4 \cdot T_S}$

b)* Skizzieren Sie das Fourier-Spektrum $X_s(f)$ $\xrightarrow{\text{FT}}$ $x_s(t)$.

- c) In welchem Bereich muss die Abschneidefrequenz f_r des Rekonstruktionsfilters liegen, damit gilt: $x_r(t) = x(t)$?

(4) $\beta - \frac{1}{4T_S} = \frac{1}{4 \cdot 2 \text{ ms}} = 125 \text{ Hz}$; $f_s = \frac{1}{T_S} = 500 \text{ Hz}$



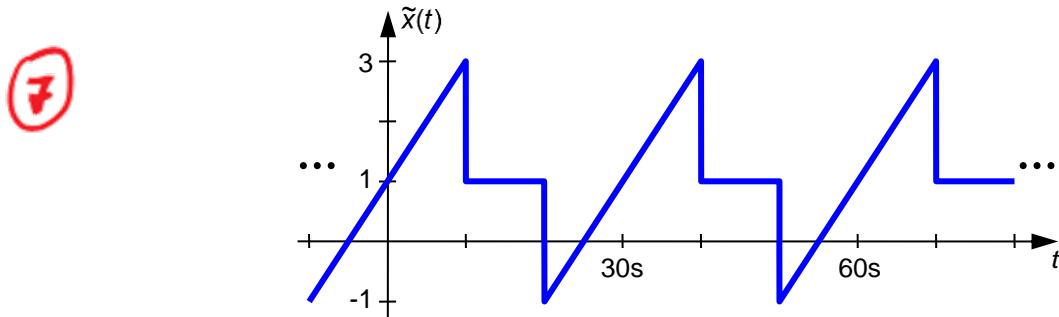
(2) $125 \text{ Hz} \leq f_r \leq 375 \text{ Hz}$ (Entfernung der periodischen Blitze im Spektrum $X_s(f)$)

9. Aufgabe: Fourierreihe (7 Punkte)

Kennzeichnen Sie die folgenden Aussagen mit für „wahr“, mit für „falsch“, oder mit für „weiß ich nicht“.

Jede **korrekt** beurteilte Aussage wird mit **+1 Punkt** bewertet, jede **nicht korrekt** beurteilte Aussage wird mit **-1 Punkt** bewertet. Ansonsten erhalten Sie **0 Punkte** für die betreffende Aussage. Die Aufgabe wird mit mindestens 0 Punkten gewertet.

- a) Betrachten Sie das unten dargestellte periodische Signal $\tilde{x}(t)$:



- Das Signal $\tilde{x}(t)$ enthält einen Gleichanteil.
- Der Koeffizient \underline{X}_0 der zugehörigen Fourierreihenentwicklung ist Null.
- Die Fourierkoeffizienten \underline{X}_k sind rein imaginär für alle $k = 1, 2, 3, \dots$
- Die Fourierkoeffizienten \underline{X}_k sind rein reell für alle $k = 1, 2, 3, \dots$
- Von Null verschiedenen sind nur Fourierkoeffizienten \underline{X}_k für ungerade $k = 1, 3, 5, \dots$
- Die Grundfrequenz ergibt sich zu $f_0 = \frac{1}{30} \text{ Hz}$
- In dem Signal gibt es geradzahlige Harmonische.

Eventuell benötigter zusätzlicher Platz zur Lösung der Aufgaben:

A large grid of squares, approximately 20 columns by 25 rows, intended for students to write their answers to the exam questions.