

Beuth Hochschule für Technik Berlin ♦ FB VI	Name
Klausur MMT-Audio ♦ Informatik und Medien	Matrikel-Nr.
WS 2010/2011 ♦ 4.2.2011	Punkte: 13/20 Note: 2,7/6,0

Das Skript darf – wie vereinbart – nicht benutzt werden. Ergebnisse in die vorgesehenen Freiräume im Aufgabenblatt eintragen und begründen (Herleitung etc.), sonst keine Bewertung! Zum Bestehen sind 40% der erreichbaren Punkte erforderlich.

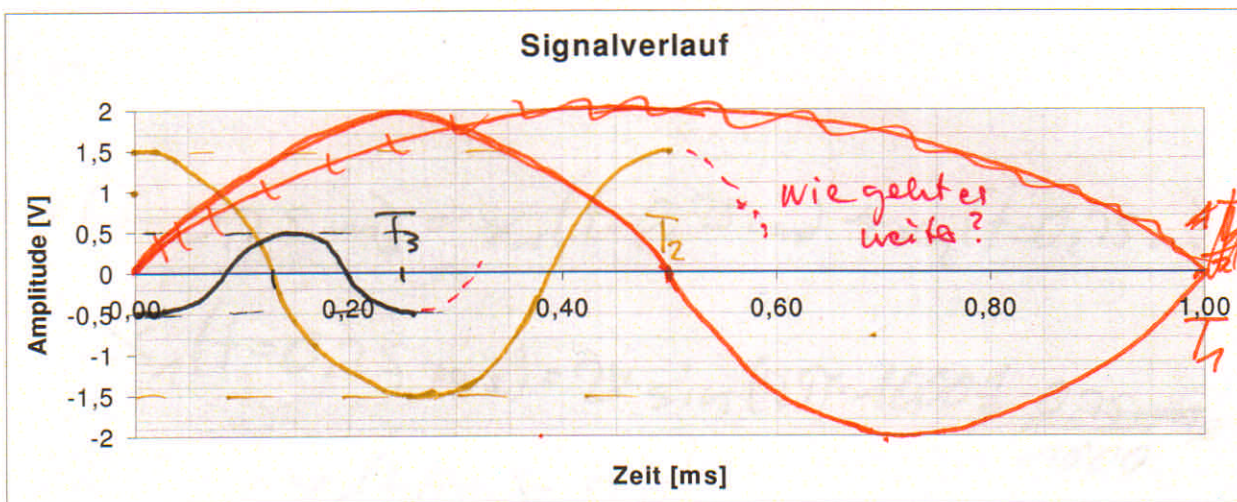
Bitte Handy abschalten!

Aufgabe 1 (4 Punkte) Schwingungslehre

1.1 Im folgenden Diagramm sollen die Teilschwingungen der Zeitfunktion $x(t)$ eingezeichnet werden:

$$x(t) = \hat{x}_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_0 \cdot t + \varphi_1) + \hat{x}_2 \cdot \sin(2\pi \cdot 2 \cdot f_0 \cdot t + \varphi_2) + \hat{x}_3 \cdot \sin(2\pi \cdot 4 \cdot f_0 \cdot t + \varphi_3)$$

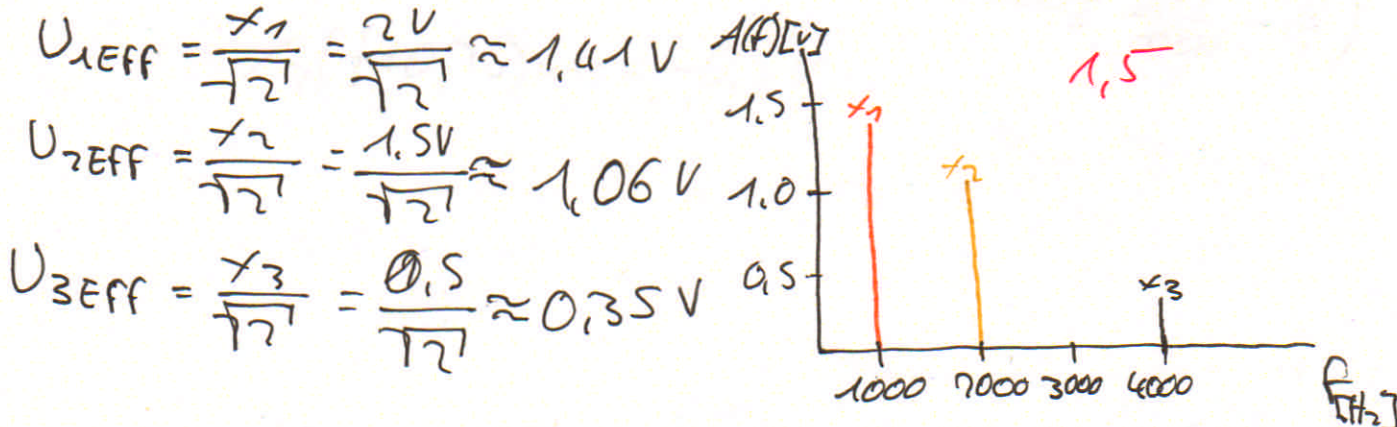
$$\hat{x}_1 = 2V \quad \hat{x}_2 = 1,5V \quad \hat{x}_3 = 0,5V \quad f_0 = 1000\text{Hz} \quad \varphi_1 = 0 \quad \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \quad \varphi_3 = -\frac{\pi}{2}$$



1.2 Berechne die Augenblickswerte der Amplitude von $x(t)$ für den Zeitpunkt $t = 0,25$ ms!

$t = 0,25$ ms	2V	+ (-1,5V)	+ (-0,5V)	= 0V
---------------	----	-----------	-----------	------

1.3 Skizziere das Amplitudenspektrum von $x(t)$. Benutze für das Amplitudenspektrum die Effektivwerte, Achsenbeschriftungen nicht vergessen!



$$f_0 = 1000 \text{ Hz}$$

aufgabe 1

$$1.1 \quad T_1 = \frac{1}{f_0} = \frac{1}{1000 \text{ Hz}} = \frac{1}{1 \text{ ms}} = 1 \text{ ms}$$

$$T_2 = \frac{1}{2 \cdot f_0} = \frac{1}{2000 \text{ Hz}} = \frac{1}{2 \text{ ms}} = 0,5 \text{ ms}$$

$$T_3 = \frac{1}{4 \cdot f_0} = \frac{1}{4000 \text{ Hz}} = \frac{1}{4 \text{ ms}} = 0,25$$

1.2

$$x(t=0,25 \text{ ms}) = x_1(t=0,25 \text{ ms}) + x_2(t=0,25 \text{ ms}) + x_3(t=0,25 \text{ ms})$$

$$x_1(t=0,25 \text{ ms}) = 2 \text{ V} \cdot \sin\left(2\pi \cdot 1000 \frac{1}{\cancel{s}} \cdot \frac{0,25 \cancel{\text{ms}}}{1000} + 0\right)$$

$$x_1(t=0,25 \text{ ms}) = 2 \text{ V}$$

$$x_2(t=0,25 \text{ ms}) = 1,5 \text{ V} \cdot \sin\left(2\pi \cdot 2 \cdot 1000 \frac{1}{\cancel{s}} \cdot \frac{0,25 \cancel{\text{ms}}}{1000} + \frac{\pi}{2}\right)$$

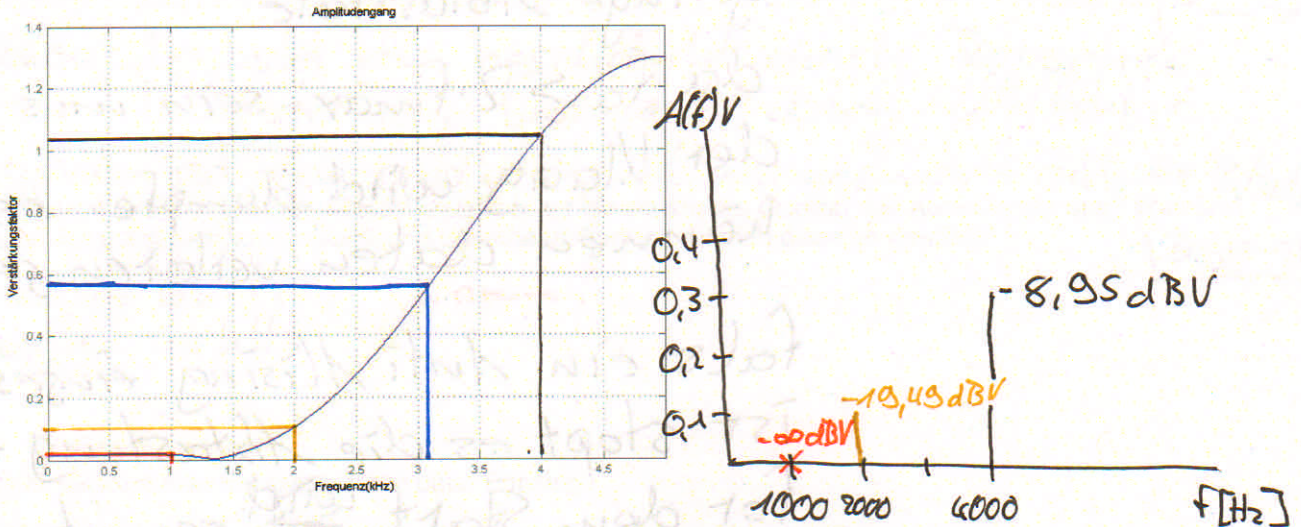
$$x_2(t=0,25 \text{ ms}) = -1,5 \text{ V}$$

$$x_3(t=0,25 \text{ ms}) = 0,5 \text{ V} \cdot \sin\left(2\pi \cdot 4 \cdot 1000 \frac{1}{\cancel{s}} \cdot \frac{0,25 \cancel{\text{ms}}}{1000} - \frac{\pi}{2}\right)$$

$$x_3(t=0,25 \text{ ms}) = -0,5 \text{ V}$$

Aufgabe 2 (4 Punkte) Filterung

2.1 Das Signal $x(t)$ aus Aufgabe 1 soll nun durch das folgende Filter (Amplitudengang) geschickt werden.



Bestimme und skizziere das Amplitudenspektrum des resultierenden Signals am Ausgang des Filters (Herleitung nicht vergessen!). Gib die Amplitudenwerte in V und in dBV an!

$V_1 \approx 0$
 $V_2 \approx 0,1$
 $V_3 \approx 1,02$

Amplitudenwerte in dBV
 $dBV = 20 \log_{10} \left(\frac{U_a}{U_0} \right)$
 $U_0 = 1V$

$dBV_1 = 20 \log_{10} \left(\frac{0}{1} \right) = -\infty$
 $dBV_2 = 20 \log_{10} \left(\frac{0,106}{1} \right) = -19,49$
 $dBV_3 = 20 \log_{10} \left(\frac{0,357}{1} \right) = -8,95$

Amplitudenwerte in V ~~Spitzenwerte~~

$U_{a1} = U_{eff} \cdot V_1 = 1,41V \cdot 0 = 0V$
 $U_{a2} = U_{2eff} \cdot V_2 = 1,06V \cdot 0,1 = 0,106V$
 $U_{a3} = U_{3eff} \cdot V_3 = 0,35V \cdot 1,02 = 0,357V$

2.2 Um was für einen Filtertyp handelt es sich und wo liegt die Grenzfrequenz (im Amplitudengang einzeichnen)?

Um ein Lowpass-Filter. Grenzfrequenz 3,1 kHz. 4 →

Aufgabe 3 (7 Punkte) Digitalisierung, Aufnahmetechnik, Klänge

3.1 $x(t)$ aus Aufgabe 1 wird a) mit der Abtastfrequenz $f_a = 4kHz$ abgetastet. Wie wirkt sich dies auf die einzelnen Frequenzen des Signals aus? b) Welche Datenrate entsteht, wenn man jeden Abtastwert mit 16 bit speichert?

$f(x_1) = 1000 \text{ Hz}$ für 1000 Hz ist 4000 Hz eine gute Abtastrate
 ~~$f(x_2) = 2000 \text{ Hz}$ es kann passieren, dass wir in diesem Fall so wenig abtastet wird abgetastet (kommt durch)~~

Datenrate = ~~4 kHz~~ $f_a \cdot N \cdot k$
 $= 4000 \text{ Hz} \cdot 16 \text{ bit} \cdot 1 = 4000 \frac{1}{s} \cdot 16 \text{ bit} \cdot 1 = 64000 \frac{\text{bit}}{s}$

$= 8000 \frac{\text{bit}}{s}$
 $= 8 \text{ kHz}_{bit}$

$f(x_2) = 2000 \text{ Hz}$ in diesem fall haben wir mit $f_a = 4000 \text{ Hz}$ eine zu geringe Abtastrate da $f_a > 2 \cdot f_{\text{max}}$ sein muss der klang wird dumpfer es können daten verloren gehen

fals ein Anti Aliasing eingeschaltet ist stopt es die abtastung ~~sofort~~ for dem start ~~ist~~ ^{wird} somit nicht ausgeführt

$f(x_3) = 4000 \text{ Hz}$ in diesem fall ist die abtastrate auf jedenfall zu gering wir verlieren daten und klangqualität

~~der~~ Anti Aliasing würde diesen vorgang stoppen (nicht durchführen lassen)

da ~~der~~ hochpass einen maximalen wert von 1,3 haben und eine lautstärkenveränderung erst bei -3 dB wahrnehmen was $\frac{1}{\sqrt{2}}$ entspricht ist die steuernfrequenz bei $0,5 \text{ s}$

3.2 Was versteht man unter der Dynamik eines Audiosystems? Wie unterscheiden sich hierbei analoge und digitale Systeme? Was ist dabei der Signal-Rausch-Abstand (SNR) und wie wird er berechnet?

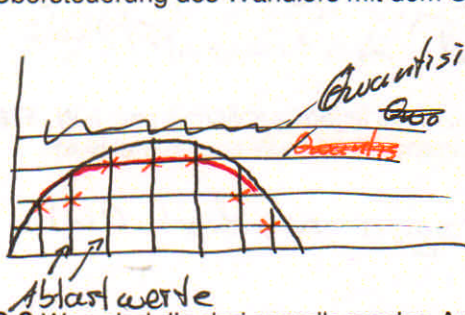
die Dynamik beschreibt die Spanne zwischen dem lautesten und dem leisesten Ton **0,5** →
 analog: leisester Ton beschränkt durch Rauschen
 lautester Ton beschränkt durch Umfaktoren

digital: ist ein Audiosignal nur nach oben durch die Bitrate
 3.3 Wie wirkt sich die gewählte Abtastfrequenz f_a auf die akustische Qualität des Audiosignals aus? Was sind typische Abtastfrequenzen für Musik und Sprache und warum wurden diese so gewählt? **Begrenzt**

Sprache 8kHz **warum?**
 Musik 44kHz

3.4 Was versteht man bei einem Mixer unter Panning?

3.5 Was ist Clipping (3. Aufgabenblatt)? Skizziere grob die Kennlinie eines A/D-Wandlers (also den Zusammenhang zwischen eingehender Audiospannung und ausgegebener Zahl) und erkläre, was bei einer Übersteuerung des Wandlers mit dem Spektrum einer anliegenden reinen Sinusschwingung passiert.



0,5
~~Bei Übersteuerung wird ein Clipping an~~
 wenn ein Geräusch übersteuert wird es sozusagen abgeschwächt bzw. gestutzt **Folge?**

3.6 Was sind die drei grundlegenden Arten von Klängen, die wir kennengelernt haben? Skizziere ihren zeitlichen Verlauf und ihr Spektrum! Welche dieser drei Arten finden sich im Klang eines Klaviers wieder (begründen)?

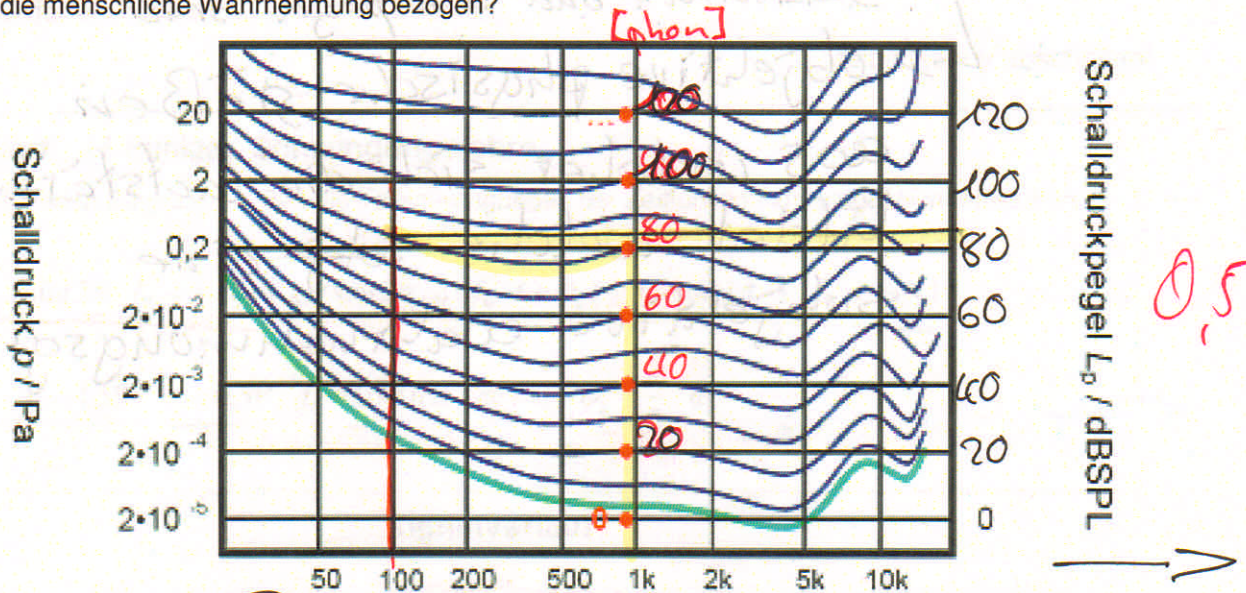
Harmonische
 Impulshafte
 Rauschhafte
Zeit- und Frequenzverlauf fehlen

0,5
 Im Klavier finden wir Impulshafte sowie Harmonische, da wir durch Tastendruck eine Seite anschlagen und diese dann einen Impuls-Klang erzeugt, der Harmonisch nachschwingt **nicht!**

3.7 Wozu nutzt man in der Audiotechnik die Modulation und welche Modulationsarten gibt es?

Aufgabe 4 (5 Punkte) Audiotechnik (Psychoakustik, Klangerzeugung):

4.1 Was ist der Zusammenhang zwischen Schalldruck/Schalldruckpegel auf der einen Seite und Lautstärke auf der anderen, und worin besteht der fundamentale Unterschied zwischen diesen Größen? Wieso nutzt man in Wahrnehmungszusammenhängen oft die Dezibel-Rechnung, und inwiefern ist die Größe dB_{SPL} auf die menschliche Wahrnehmung bezogen?



der Zusammenhang zwischen Schalldruck und Schalldruckpegel bestimmt die Hörschwelle welche uns ist, wie wir eine Lautstärke in bestimmten Bereichen wahrnehmen

4.2 Welchen Schalldruckpegel in dB_{SPL} hat ein 100 Hz-Ton der Lautstärke 80 phon (Antwort begründen)? Markiere diesen Wert im Diagramm!

wir haben ungefähr 85 dB_{SPL}

Begründung

4.3 Wieso ist die Frequenzachse im Diagramm von Aufgabe 4.1 logarithmisch dargestellt? Denke bei der Erklärung an die Funktionsweise des Innenohrs und beschreibe außerdem grob, wie die Klanganalyse dort von statten geht, d.h. die Umwandlung des Audiosignals in Nervenimpulse.

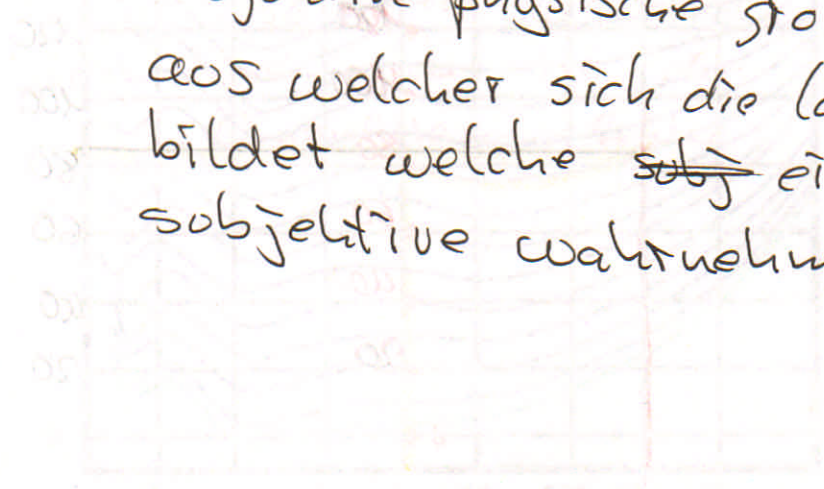
da wir eine hohe spanne haben in unserem gehör haben wir mit hören wobei wir ~~niedrige~~ hohe frequenzen geringer? wahrnehmen in der Ohimussche? ist auch im verhältnis je geringer die frequenz desto mehr platz ist dafür geschaffen (desto mehr Nervenimpulse sind vorhanden) und da

wir in den sprach bereich von ca 200-4 kHz am besten hören sind auch alle Nerven vorhanden

Zusammenhang

Schalldruck / Schalldruckpegel \rightarrow Lautstärke

~~Schall~~ } Schalldruck und Schalldruckpegel sind
↳ objektive physikalische Größen
aus welcher sich die Lautstärke
bildet welche ~~sub~~ eine
subjektive Wahrnehmungsgröße ist



(Faint, mostly illegible handwritten notes, possibly describing the relationship between sound pressure and perceived loudness.)

(Faint handwritten notes, possibly mentioning 'Lautstärke' and 'Schalldruck').

(Faint handwritten notes, possibly discussing 'Schalldruck' and 'Lautstärke').



(Faint handwritten notes at the bottom of the page.)