

Beuth Hochschule für Technik Berlin ♦ FB VI	Name:	
Klausur MMT-Audio ♦ Informatik und Medien	Matrikel-Nr.:	
WS 2010/2011 ♦ 4.2.2011	Punkte:	15,5/20 Note: 2,0 ok

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.

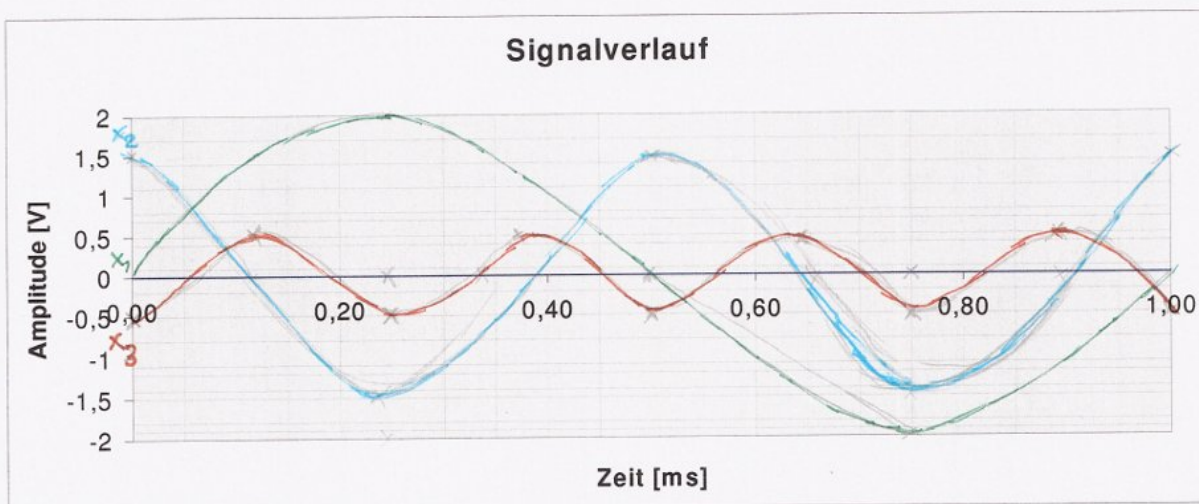
Bitte Handy abschalten!

Aufgabe 1 (4 Punkte) Schwingungslehre

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

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

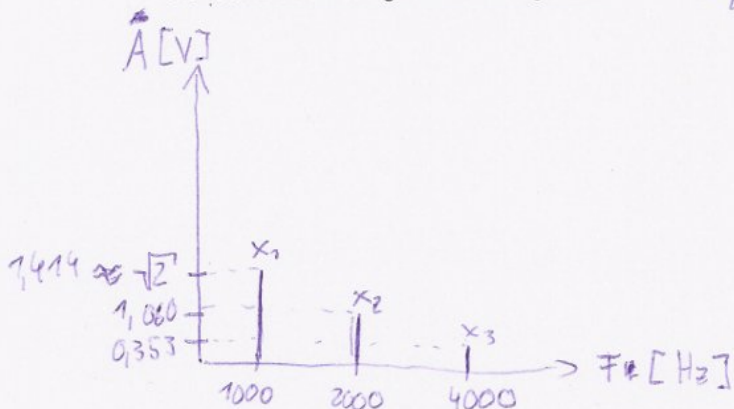
$$\hat{x}_1 = 2V \quad \hat{x}_2 = 1,5V \quad \hat{x}_3 = 0,5V \quad f_0 = 1000Hz \quad \varphi_1 = 0 \quad \varphi_2 = \frac{\pi}{2} \quad \varphi_3 = -\frac{\pi}{2}$$



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

$t = 0,25$ ms	2	+	$-\frac{3}{2}$	+	$-\frac{1}{2}$	=	0 V	1
---------------	---	---	----------------	---	----------------	---	-----	---

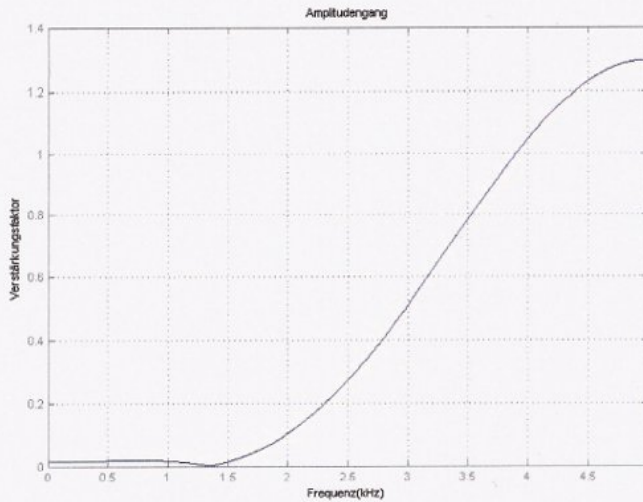
1.3 Skizziere das Amplitudenspektrum von $x(t)$. Benutze für das Amplitudenspektrum die **Effektivwerte**, Achsenbeschriftungen nicht vergessen!



Wie wird der Effektivwert berechnet?

Aufgabe 2 (4 Punkte) Filterung

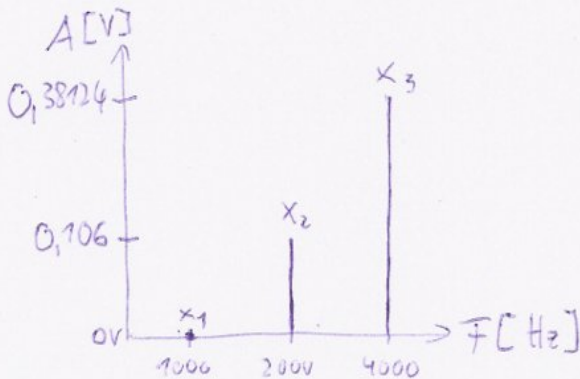
2.1 Das Signal $x(t)$ aus Aufgabe 1 soll nun durch das folgende Filter (Amplitudengang) geschickt werden.



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

$$x_1 = \sqrt{2} \cdot 0,001 \approx 0 \quad x_2 = 1,060 \cdot 0,1 = 0,106$$

$$x_3 = 0,353 \cdot 1,08 = 0,38124$$



$$x_1 \text{ in dBV} = 20 \cdot \log_{10}(x_{1\text{eff}}) = -56,98 \text{ dBV}$$

$$x_2 \quad \dots \quad = -19,49 \text{ dBV}$$

$$x_3 \quad \dots \quad = -8,37 \text{ dBV}$$

3

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

Um einen Hochpassfilter . Grenzfrequenz 1,5 kHz.

Aufgabe 3 (7 Punkte) Digitalisierung, Aufnahmetechnik, Klänge

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

a.) x_1 ist ~~ist~~ ~~un~~beeinträchtigt da das Abtasttheorem ^($f_a > 2 \cdot f_{\text{max}}$) eingehalten wurde.
 Bei x_2 kann passieren das gar kein Signal übertragen wird da $f_a = 2 \cdot f_{\text{max}}$
 Bei x_3 kommt es zum Aliasing da das Abtasttheorem verletzt wurde, ist. der Ton wird tiefer werden.

Datenrate = $4\text{kHz} \cdot 16\text{bit} \cdot 1 = 64\text{ kBit}$

↑
mono
(Anzahl Kanäle)

1,5

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 den Abstand zwischen dem leisesten und dem lautesten möglichen Ton. Analoge Systeme sind durch die physikalischen Gesetze begrenzt und sind anfälliger für Fehler. Digitale Systeme sind potentiell unbegrenzt, müssen sich jedoch bei der Wiedergabe auch der Physik beugen. 0,5

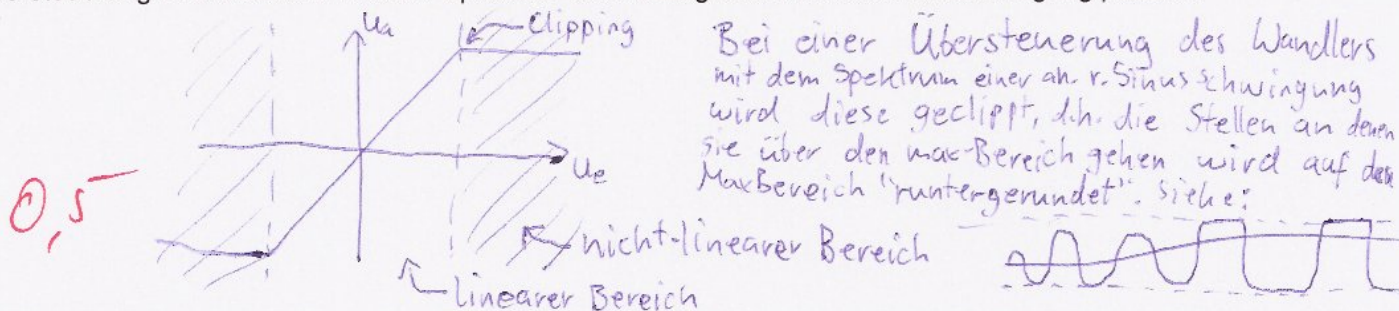
3.3 Wie wirkt sich die gewählte Abtastfrequenz f_a auf die akustische Qualität des Audiosignals aus? Was sind typische Abtastfrequenzen für Musik und Sprache und warum wurden diese so gewählt?

Die Abtastfrequenz entscheidet über die Brillanz des Sounds. Typische Sprach-Abtastfrequenz = 8 kHz , typische Musikabtastfrequenz = $16/24 \text{ kHz}$, da Sprache nicht so viele Frequenzen belegt wie unsere Musik. 0,5

3.4 Was versteht man bei einem Mixer unter Panning?

Unter Panning versteht man das Erzeugen einer Rauminformation aus einem Signal. So kann eine Spur mehr auf den linken oder mehr auf dem rechten Lautsprecher wiedergegeben werden. Die Lautstärke wird auf die Lautsprecher entsprechend verteilt. 0,5

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.



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)?

Es gibt impulshafte, harmonische und rauschhafte Klänge.



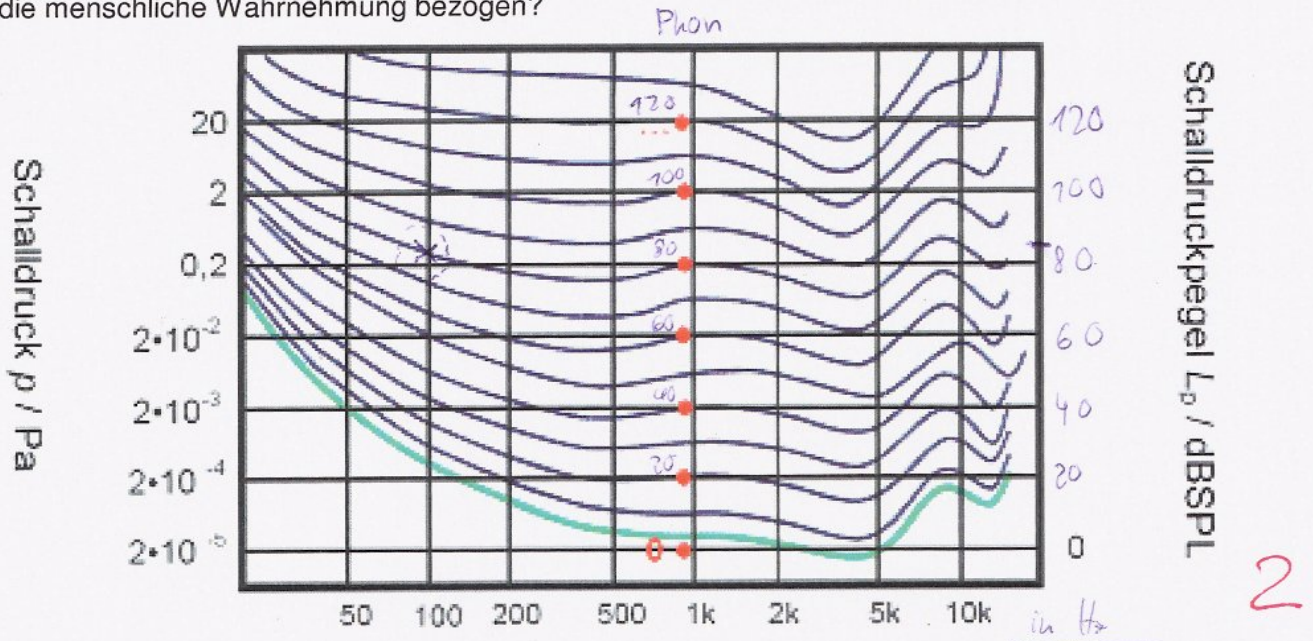
Die harmonischen beim Tastendrückhalten und die impulshaften beim Anschlagen der Klaviatur kommen in dem Klavier vor.

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

Zur Übertragung von Daten werden Modulationen genutzt. Es gibt die Frequenzmodulation (FM) und die Amplitudenmodulation (AM), FM eignet sich besser da die Amplituden unverfälschter bleiben. 0,5

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?



Schalldruck und Schalldruckpegel sind beides physikalische Größen. Die Lautstärke hingegen ist eine Wahrnehmungsgröße die von Frequenz und Schalldruck abhängt. Der Schalldruckpegel beschreibt ein Verhältnis. Man nutzt die Dezibel-Rechnung da es sich um einen riesigen Wertebereich handelt der durch den Logarithmus übersichtlicher wird. 0 dB_{SPL} beziehen sich auf die menschliche Hörschwelle.

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

Ein 100 Hz-Ton der Lautstärke 80 phon hat ungefähr 85 dB_{SPL} .

$$L_{p_{dB}} = 20 \cdot \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right) \quad p_0 = 2 \cdot 10^{-5} \text{ Pa}$$

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.

Die Frequenzachse ist logarithmisch dargestellt um diesen riesigen Bereich darstellen zu können. Das Innenohr reagiert auch nicht linear nur an einer Stelle, sondern auch logarithmisch also ganze Flächen. Im Innenohr wird das Signal von der Luftdruck (äußerer Gehörgang) in Flüssigkeitsdruck umgewandelt (die sogenannte Schnecke). In der sogenannten Schnecke sitzen Sinneshaare die durch bestimmte Frequenzen angeregt werden und einen neuronalen Impuls senden.