




Beuth-Hochschule für Technik, Berlin - FB VI - Medien-Informatik																									
Klausur Multimediatechnik/Audio - MTA32, WS2012 / Lohr / 27.3.2013																									
[Redacted]	Erreichte Note																								
[Redacted]	Unterschrift Dozent 																								
<p>Tragen Sie kurze, präzise und leserliche Antworten bitte in die vorgesehenen Freiräume im Aufgabenblatt ein. Nutzen Sie zusätzliches Papier nur in Absprache. Sie haben für die Beantwortung 90 min Zeit. Es sind die Vorlesungspräsentationen der Dozenten als Hilfsmittel erlaubt und Taschenrechner zugelassen.</p> <p>Letzter Versuch <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein</p> <p>Ich bin einverstanden, dass meine Noten mit der Matrikelnr. über eine Tabelle im FTP-Ordner  verteilt wird.</p> <p> Unterschrift</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>%</th> <th>Note</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>über 95%</td> <td>1,0</td> </tr> <tr> <td>über 90%</td> <td>1,3</td> </tr> <tr> <td>über 85%</td> <td>1,7</td> </tr> <tr> <td>über 80%</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>über 75%</td> <td>2,3</td> </tr> <tr> <td>über 70%</td> <td>2,7</td> </tr> <tr> <td>über 65%</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>über 60%</td> <td>3,3</td> </tr> <tr> <td>über 55%</td> <td>3,7</td> </tr> <tr> <td>über 50%</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>unter 50%</td> <td>5</td> </tr> </tbody> </table>	%	Note	über 95%	1,0	über 90%	1,3	über 85%	1,7	über 80%	2	über 75%	2,3	über 70%	2,7	über 65%	3	über 60%	3,3	über 55%	3,7	über 50%	4	unter 50%	5
	%	Note																							
	über 95%	1,0																							
	über 90%	1,3																							
	über 85%	1,7																							
	über 80%	2																							
	über 75%	2,3																							
	über 70%	2,7																							
	über 65%	3																							
	über 60%	3,3																							
über 55%	3,7																								
über 50%	4																								
unter 50%	5																								

Punkte
20
18

1 Aufgabe: Einführung
Beschreiben Sie die folgenden medientechnischen Eigenschaften von Audio ? (Begriffe nennen!)
Format 24 Bit: 96 kHz

Waveform	Darstellung der akustischen Signale als Wellenform (Schwingung) <i>Zeit + Spannung</i>
24 Bit:	Wortlänge: 24-Bit je Kanal
96 kHz	Frequenz (Schwingungen pro Sekunde) hier: Abtastfrequenz von 96.000 Hertz
Audio-Kanäle	2 Kanäle für Stereo, 1 Kanal für Mono C oder 7 für Dolby usw.
R128	Maßstab der Lautheit (Loudness Level)
MIDI	Music Instrument Digital Interface Internationaler Standard für Kommunikation zwischen elektronischen Musikinstrumenten
Klangerzeuger	technische Einheiten, die den Klang erzeugen (Oscillator, ADSR Envelope) verschiedene Klangerzeugungsverfahren: FM- oder Wavetable-Synthese
Datenrate	Informationsgehalt in einer bestimmten Zeiteinheit üblicherweise in Kbit/s angegeben Bestimmt die Größe der Audio-datei (je größer Datenrate, desto größer wird die Datei werden)
Container	Behälterformat für Audio-daten und Codec, enthält auch einen Header
Codec	Redundanz Kompression der Audio-daten, um Datenrate zu reduzieren. Weglassen redundanter Daten (bei Encodierung wieder ergänzen)

Punkte
20
5
5
5
2
3

1 Aufgabe **Schwingungslehre und Pegel**

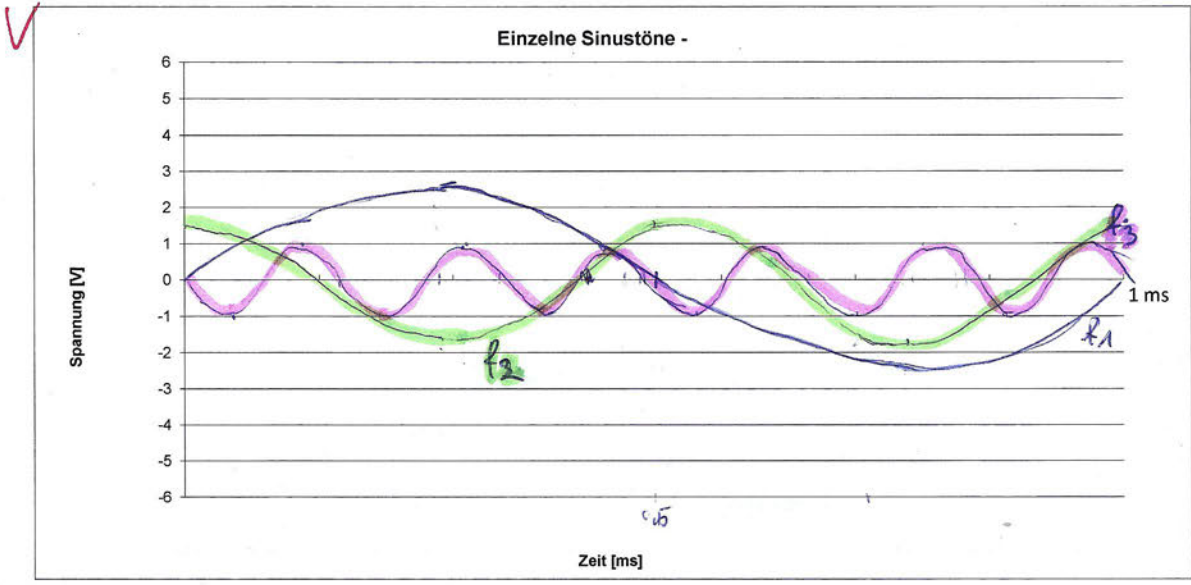
Es ist folgenden der Schwingungsfunktion mit Teilschwingungen der Zeitfunktion $x(t)$ gegeben: \wedge

$$x(t) = x_1 \cdot \sin(2\pi \cdot f_1 \cdot t + \varphi_1) + x_2 \cdot \sin(2\pi \cdot f_2 \cdot t + \varphi_2) + x_3 \cdot \sin(2\pi \cdot f_3 \cdot t + \varphi_3)$$

Teilfrequenz	f1	f2	f3
X: Ampl / V	2,5	1,5	1
f: FREQ/ Hz	1000	2000	6000
φ : Phase	0	1,570796327	-3,141592654

a. Im folgenden Diagramm sollen die Teilschwingungen der Zeitfunktion $x(t)$ eingezeichnet werden.
 b. Berechne die Augenblickswerte der Amplitude von $x(t)$ für den Zeitpunkt (ms) $t = 0,7$
 c. Skizziere das Amplitudenspektrum von $x(t)$. Rechne dafür die Amplitudenwerte in dBu um!
 d. Was ist Vollausteerung und Headroom bei analogen Signalen?
 e. Wird die Vollausteerung beim dem analogen Signal für den Gesamtpegel zum Zeitpunkt $x(t) = 0,7$ ms erreicht oder der Übersteuerungsbereich (Headroom) überschritten? Begründen.

zu a.



zu b.

t	F1	F2	F3	Gesamt
t = 0,7 ms	-2,378 V	-1,21 V	-0,95 V	-4,538 V

$$F1: 2,5 \text{ V} \cdot (2\pi \cdot 1000 \text{ Hz} \cdot 0,0007 \text{ s} + 0) = -2,378 \text{ V}$$

$$F2: 1,5 \text{ V} \cdot (2\pi \cdot 2000 \text{ Hz} \cdot 0,0007 \text{ s} + \frac{\pi}{2}) = -1,21 \text{ V}$$

$$F3: 1 \text{ V} \cdot (2\pi \cdot 6000 \text{ Hz} \cdot 0,0007 \text{ s} - \pi) = -0,95 \text{ V}$$

$$x(0,7 \text{ ms}) = -2,378 \text{ V} - 1,21 \text{ V} - 0,95 \text{ V} = -4,538 \text{ V}$$

c)

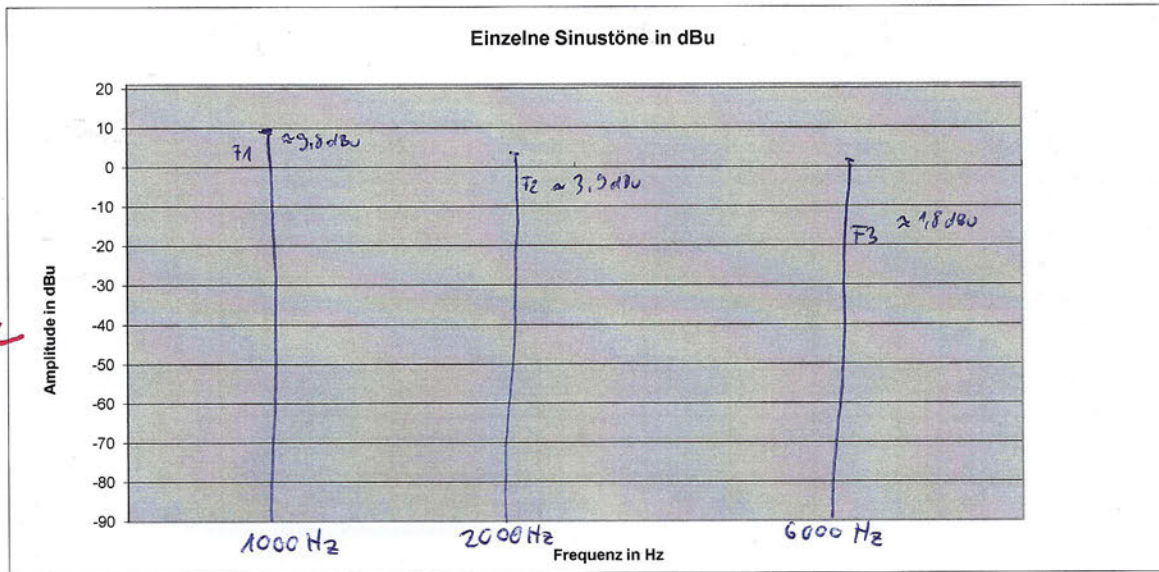
$$F1: U_p = 20 \lg \frac{U}{U_0} = 20 \lg \frac{2,378 \text{ V}}{0,775 \text{ V}} = 9,788 \text{ dBu}$$

$$F2: U = 20 \lg \frac{1,21 \text{ V}}{0,775 \text{ V}} = 3,867 \text{ dBu}$$

$$F3: U = 20 \lg \frac{0,95 \text{ V}}{0,775 \text{ V}} = 1,768 \text{ dBu}$$

$$\text{Gesamt: } U = 20 \lg \frac{4,538 \text{ V}}{0,775 \text{ V}} = 15,35 \text{ dBu}$$

zu c.



zu d

Der Vollaussteuerungspegel sollte bei Aufnahmen (\rightarrow Norm Studio Pegel) nicht überschritten werden. Er liegt bei -9 dBFS (bzw. $+6$ dBu).

Durch Übersteuerung oder Spitzen in der Lautstärke kann es jedoch dazu kommen, dass er überschritten wird. Um ein frühzeitiges Clipping und somit Verzerrungen zu vermeiden, gibt es den sogenannten Headroom als "Übersteuerungs-Reservebereich". Er liegt im analogen Bereich zwischen 6 dBu und 22 dBu (in Deutschland 15 dBu), bzw. zwischen -9 dBFS und 0 dBFS.

zu e

Schon die Teilfrequenz F1 überschreitet die Vollaussteuerung ($9,738$ dBu > 6 dBu), aber nicht die Grenze des Headrooms. Die Teilfrequenzen F2 und F3 bleiben jeweils auch unter dem Vollaussteuerungspegel.

Die Gesamtschwingung bleibt ebenfalls unter 22 dBu (mit $15,35$ dBu) und somit innerhalb des Headrooms (aber über der Vollaussteuerung).

Punkte
20
18
5
1
3
9

3 Aufgabe Digitalisierung

Berechnen Sie die absolute Amplitude in Volt, relativen Amplitudenwerte in dBu bei 8 Quantisierungsstufen und die Impulsfolge aus der Datenübertragung, dabei sind die Impulse binäre Zustände. Gegeben sind folgende Eigenschaften:

Teilfrequenz	f1	f2	f3	Abtastfrequenz fa= 10000 Hz
X: Ampl / V	2	2,5	1,3	
f: FREQ/ Hz	500	2500	6000	
φ: Phase	0	1,570796327	3,141592654	

a. Berechnen Sie die gesamte Amplitude x(t) in Volt und dBu für die Samples:
 b. Wird die Vollausteuering beim dem digitalen Signal für den Gesamtpegel zum Zeitpunkt x(t) erreicht oder der Übersteuerungsbereich (Headroom) überschritten? Begründen. Augenblickswerte der Amplitude von x(t) für den Zeitpunkt (ms) t= 0,8
 c. x(t) wird mit der oben beschriebenden Abtastfrequenz fa abgetastet. Wie wirkt sich dies auf die einzelnen Frequenzen des Signals aus?
 d. Stellen Sie den Binärcode-Wort bei 8 Quantisierungsstufen und die Impulsfolge dar.

Zu a

T in ms	F1 in V	F2 in V	F3 in V	Gesamt in V	Gesamt in dBu	
0		0,00	2,50	0,00	2,5	10,17
0,1		0,62	0,00	0,76	1,38	5,01
0,2		1,18	-2,50	-1,24	-2,56	10,17 10,4
0,3		1,62	0,00	1,24	2,86	11,34
0,4		1,90	2,50	-0,76	3,64	13,44
0,5		2,00	0,00	0,00	2	8,23
0,6		1,90	-2,50	0,76	0,16	-13,7
0,7		1,62	0,00	-1,24	0,38	-6,19
0,8		1,18	2,50	1,24	4,92	16,05
0,9		0,62	0,00	-0,76	-0,14	-14,86
1		0,00	-2,50	0,00	-2,5	10,17

Zu b

Mit 16,05 dBu ist die Vollausteuering erreicht (6 dBu).
 Der Headroom mit 22 dBu wird nicht überschritten, es wird also nicht geschnitten. f

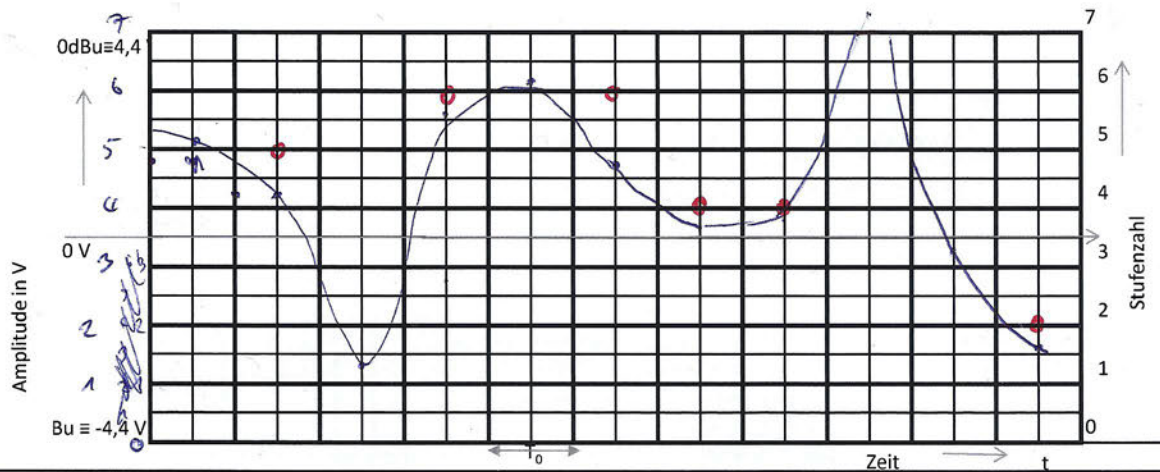
Zu c

Die Abtastfrequenz ist mit 10000 Hz zu niedrig, da sie doppelt so groß sein sollte, wie die höchste auftretende Frequenz (F3 mit 6000 Hz). Die Teilfrequenzen F1 und F2 (< 5000 Hz) werden natürlich wiedergegeben in Gegensatz zu F3.

Zu d

Analysieren Sie bei der letzten

Amlituden Graph



(4)

Amplitudenwert (dezimal)

5	4	1	5	6	4	3	3	7	3	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

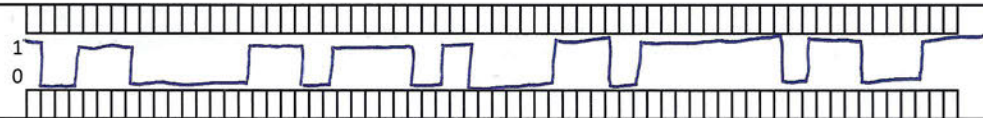
✓

Binäres Code-Wort $2^2, 2^1, 2^0$

1	0	1	1	0	0	1	1	0	1	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	0	1
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

✓

Impulsfolge
Binäre Zustände



✓

Taktfrequenz



f_0 = Abtastfrequenz

T_0 = Abtastperiode

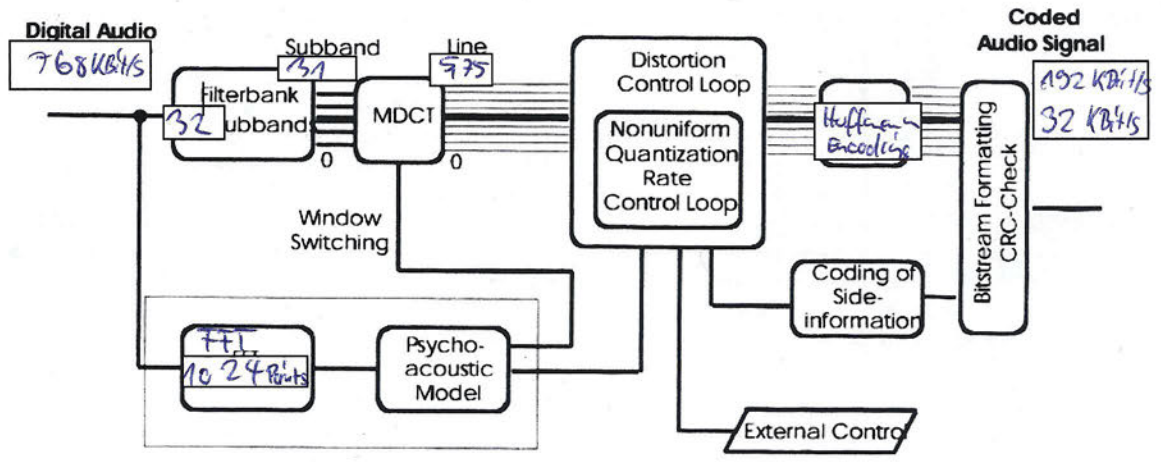
15

7
5
2
15

4 Aufgabe Kodierung, Datenformate

a. Vervollständigen Sie den Aufbau des MP3-Coders
 b. Erkläre Sie dessen Funktionsweise (10 Komponenten u.a. Subband und Wahrnehmungsmodell).

Zu a.



Zu b.

Subband	Bandpass Filter (für Wandlung von Zeit in Frequenz)	?
Wahrnehmungsmodell	Maskierung von Störfrequenzen, psychoakustische Analyse	!
FFT	Fast Fourier-Transformation (diensteil der Maskierung)	!
MDCT	modifizierte diskrete ^{Kosinus} Transformation ? wo	!
Huffman-Encodig	Entfernung redundanter Informationen	!
Side-Information	Information zur Dekodierung des Hauptdaten	!
Bitstream Formatting	Zusammenführung aller Teile des Coder (Head, Side Info...)	!
Filterbank	erster Schritt zur Wandlung des Audio von Zeit in den Frequenzbereich	!
CRC Check	- Prüfsummenabgleich	v
Quantisierung	Reduzierung der Informationsmenge	!

Punkte
 18
 20
 10
 8
 2

5. Aufgabe: Distribution Formate

Ein Kunde möchte als betrieblichen Audio-Beitrag ein Interview mit Moderation und einen Audio-Trailer erstellen lassen. Die professionelle Produktion findet mit Mikrofonen, einem Synthesizer und einem Aufzeichnungssystemen im Studio statt. Das Audiomaterial soll für die Distribution auf ein PC/MAC-kompatibles MPEG4-Format transcodiert werden.

a. Beschreiben Sie mit Begriffen und Werten die medientechnischen Eigenschaften das o.g. Beispiel für die folgenden professionellen Prozesse: Produktion, Postproduktion, der Archivierung und Distribution?

b. Berechnen Sie die Datenmenge für die Produktion und Distribution bei einer Dauer von 1 Stunde

c. Wie lautet die Komprimierungsrate?

Zu a

medientechnischen Eigenschaften	Produktion	Postproduktion	Archivierung	Distribution
Audio-Kanäle	4	4	4	2
kHz	192	192	192	48
Bit	24	24	24	16
R-128	nein	nein	Ja	ja
MIDI-Track	2	2	0	0
Klangerzeuger	ja	ja	nein	nein
Datenrate in Mbit/s	18,43	18,43	18,43	0,16
Container	Wav	WAV	Wav	MPEG4
Codec	PCM	PCM	PCM	AAC
Metadaten	Doc	XML	XML	Webseite

Zu b

Datenmenge	$192000 \text{ Hz} \cdot 24 \text{ Bit} \cdot 4 = 18432000 \text{ Bit/s}$ $\rightarrow 18432000 \cdot 3600 \text{ s} = 6,63552 \cdot 10^{10} \text{ Bit} = 8,2944 \text{ GByte h}$ <i>1 Stunde Audio</i>
Datenmenge	$0,16 \text{ MBit/s} \cdot 3600 \text{ s} = 576 \text{ MBit} = 72 \text{ MByte h}$ <i>1 Stunde Audio</i>

Zu c

Komprimierungsrate	$\frac{82944}{72} = 1152 \rightarrow 1:1152$
--------------------	--

Punkte

6. Zusatzaufgabe: Produktion

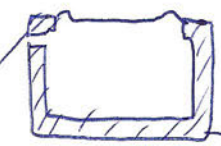
10 10

a. Beschreiben Sie den Aufbau eines **Druckempfänger** und stellen die Besonderheiten gegenüber einem Druckgradientenempfänger dar.

J 5
F 5

b. Eine Stimme soll eine geringe Dynamik erhalten. Welchen Audio-Effekt würden Sie einsetzen? (Bitte ankreuzen)

Zu a

<p>Aufbau</p> <p>Druck- empfänger</p>	<p>↓ Schall</p>  <p>geschlossene Kapsel- röhre</p>
<p>Druckempfänger</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Schalldruck nur von einer Seite - frequenzunabhängig - das spricht weniger an Richtcharakteristik: Kugel
<p>Druckgradienten- empfänger</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Schalldruck von beiden Seiten - frequenzabhängig - spekt hellere Anreicherung Richtcharakteristik: Niere, Acht usw.
<p>- Überbetonung der Tieftöne (Nahbesprechungseffekt)</p>	

Zu b

<input type="radio"/>	Hall : Nachhallzeit 2s
<input checked="" type="radio"/>	Kompressor: threshold -40 dB, mit Ratio 2:1
<input checked="" type="checkbox"/>	Filter: Frequenz zwischen 1000 kHz und 6000 kHz