Deemphasis mit digitalen Audio–Werkzeugen

Stefan Pudritzki
Göttingen

22. Februar 2016

Deemphasis mit dem Terzband–Equalizer des AU Lab–Programms unter Mac OS X

Mittenfrequenz [Hz]	rel. Pegel [dB]
≤ 1 000	0.00
1 250	-0.13
1 600	-0.21
2 000	-0.38
2 500	-0.46
3 150	-0.85
4 000	-1.04
5 000	-1.54
6 300	-2.00
8 000	-2.00
10 000	-2.00
12 000	-2.21
16 000	-2.21
20 000	-9.00

Bei der Einstellung der Schieberegler eines Terzband–Equalizers auf einem Computer sollten die Regler auf dem Bildschirm möglichst groß dargestellt werden, um wegen des Rasters der Bildschirmgraphik eine möglichst feine Einstellung zu erreichen. Die Einstellungen sollten mit einer Genauigkeit von Zehntel–Dezibel (0.1 dB) eingehalten werden. Die Frequenzgangabweichungen betragen maximal ±0.3 dB.

Deemphasis mit FFT–Filter von Dominic Mazzoni im Audacity–Programm

Die folgende Tabelle zeigt 11 Werte, mit denen das Deemphasis mit Hilfe des FFT–Filters von Dominic Mazzoni realisiert werden kann:

Frequenz [kHz]	rel. Pegel [dB]
1	0.0
3	-2.5
5	-4.5
7	-6.0
9	-7.1
11	-7.9
13	-8.5
15	-8.9
17	-9.2
19	-9.4
21	-9.6

Die Frequenzgangabweichung liegt im Bereich von etwa ±0.2 dB.

Falls Audacity kein Gitter im FFT–Fenster darstellt, sollte das FFT–Fenster in maximaler Größe auf dem Computer–Bildschirm dargestellt werden. Mit Hilfe der horizontalen und vertikalen Kanten anderer Fenster oder mit Hilfe eines Lineals sollten die Punkte möglichst millimetergenau gesetzt werden. Dann ist bei jeder erneuten sorgfältigen Markierung nach einem Neustart von Audacity das Deemphasis gegenüber einer früheren Einstellung mit einer Abweichung von ca. 0.1 dB reproduzierbar. Die maximalen Frequenzgangabweichungen liegen mit diesen Einstellungen bei etwa ±0.3 dB.

Koeffizientenfunktion

Anhand einer Messreihe von 16 Punkten eines mit Deemphasis aufgenommenen Test–Signals einer stereoplay–Test–CD habe ich die folgende Interpolationsformel zur Berechnung des Pegels in Abhängigkeit der Frequenz entwickelt:

$$P(f) := \left(\frac{1}{2} \left(1 + \tanh(\alpha(f - f_S))\right) \cdot \left(e^{-\beta f + a} + b\right) - d \frac{1}{\mu^2 (f - f_S)^2 + 1} \right) \mathrm{dB}$$

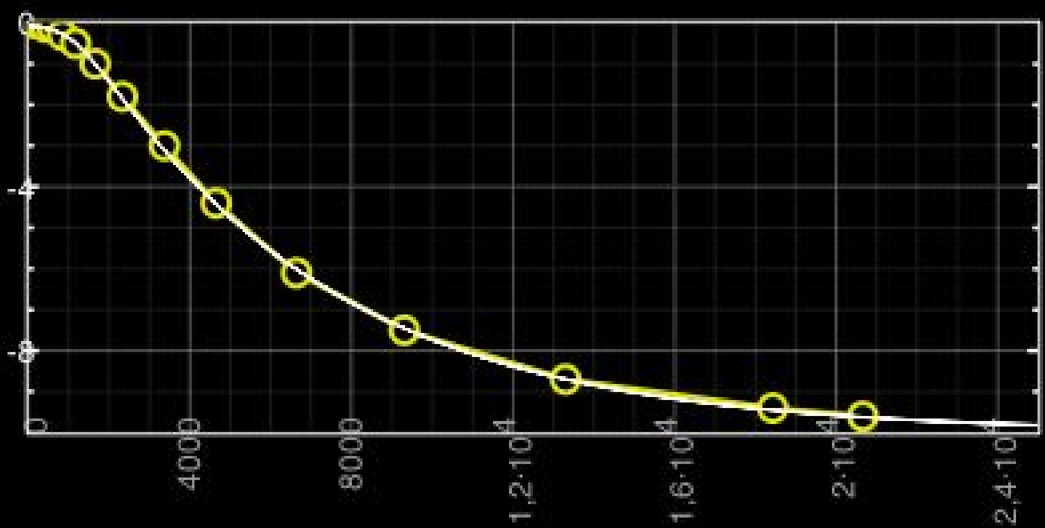
Die Parameter sind:

α	=	3.000 ms	a	=	+2.500
β	=	168 μs	b	=	-10.000
μ	=	2.000 ms	d	=	0.500
f_S	=	1.200 kHz			

Der Tangens–hyperbolicus–Term dient dazu, die Exponentialfunktion unterhalb der Einschaltfrequenz f_S zu unterdrücken und erst oberhalb von f_S die Exponentialfunktion zuzulassen. Der zweite Term senkt zusätzlich den Pegel in der Umgebung der Einschaltfrequenz f_S etwas ab.

Die entsprechende Koeffizientenfunktion zur Absenkung der Amplituden bzgl. der elektrischen Spannung ist

$$c(f) = 10^{\frac{1}{2}P(f)}$$



Die Einstellungen eines Equalizers können von der Pegelfunktion Funktion $P(f)$ abweichen, wenn sich die Frequenzbänder stark überlappen. Je geringer die Überlappung benachbarter Frequenzbänder ist, desto genauer entsprechen die Einstellungen des Equalizers der Pegelfunktion $P(f)$.