

## Bewertete Hausaufgabe 3

Erstellt: Thanassis Lykartsis, 28.06.2012 aktualisiert: Roman Gebhardt 13.07.2017

In dieser Aufgabe geht es darum, die Schallabstrahlungsmuster einer Quelle zu visualisieren, den Frequenzgang eines Lautsprechers zu linearisieren und zu modellieren. Dafür sind .mat wie auch .spk Dateien gegeben, die die entsprechenden Informationen beinhalten.

**A)** Lesen Sie die Datei *Pegel\_Cello.mat* (in ISIS bei **3. Hausaufgabe**) in Matlab ein. Der Datensatz besteht aus Schalldruckpegelwerten gemessen in 1m Abstand und in Schritten von  $2^\circ$  für die Elevation  $\theta$  und den Azimutwinkel  $\phi$  in 21 Terzbändern (100 - 10000 Hz) für eine Schallquelle (Cello). Schreiben Sie eine Funktion oder ein Skript, die aus den .mat Daten sogenannte *Balloonplots* (3D Abstrahlcharakteristik-Diagramme) erzeugt. Dazu sollte ein Raster erstellt werden (Funktionen *meshgrid* und *sph2cart*), danach die Daten für eine bestimmte Frequenz ausgewählt und mit einer entsprechenden Farbkodierung auf dem Raster platziert werden (Funktion *surf*). Für eine anschauliche Darstellung sollten die Werte normiert werden, wobei der niedrigste Werte auf 20 dB gesetzt werden sollte. Es sollen Balloonplots in Oktavabstand von 125 bis 8000 Hz erstellt werden (unterschiedliche Grafiken). Welche Änderungen beobachten Sie mit steigender Frequenz? (**5 Punkte**)

**B)** Lesen Sie die Datei *A7.SPK* mit dem Frequenzgangsdaten eines Adam A7 Lautsprechers mithilfe der *read\_spk.m* Funktion in Matlab ein. *read\_spk.m* benötigt zum Funktionieren die *itafread.m* Funktion in dem aktuellen Ordner (in ISIS bei **3. Hausaufgabe**). Aus den Daten soll der Betragsfrequenzgang (beide Achsen logarithmiert und normiert auf den Wert für 1000 Hz) geplottet werden. Kommentieren Sie diesen Frequenzgang im Bezug auf den theoretisch abgeleiteten Frequenzgang eines elektrodynamischen Lautsprechers. Um den Lautsprecher zu entzerren, sollen die Bereiche identifiziert werden, wo der Frequenzgang über einen größeren Bereich nicht linear verläuft (bspw. eine Absenkung zu merken ist) und danach parametrische EQ Filter so gesetzt werden, dass diese Ungleichmäßigkeiten behoben werden. Nutzen Sie die Funktion *peq.m* um parametrische Filter mit geeigneter Mittenfrequenz, Verstärkung und Bandbreite zu entwerfen. Wenden Sie die von *peq.m* generierten IIR-Filterkoeffizienten  $b_i$  und  $a_i$  mittels Matlab's Funktion *filter.m* auf die Impulsantwort der A7 an und plotten Sie das Resultat. Die Impulsantwort müssen Sie dazu zuvor auf geeignete Weise aus dem komplexen Spektrum der A7 erzeugen. (**5 Punkte**)

**C)** Für den Monacor SPH-450TC 18"Treiber ist das Datenblatt gegeben (in ISIS bei **3. Hausaufgabe**) und es soll der bei Einsatz in einem geschlossenen Gehäuse resultierende Frequenzgang modelliert werden. Der komplexe Amplitudenfrequenzgang nach [1] ist:

$$G(\omega) = \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2}{\left(\frac{\omega}{\omega_c}\right)^2 - j\frac{1}{Q_{tc}}\frac{\omega}{\omega_c} - 1} \quad (1)$$

Hierbei ist  $\omega_c$  die Resonanzfrequenz des Gesamtsystems mit Gehäuse und  $Q_{tc}$  die Güte des Gesamtsystems mit Gehäuse.

$$\omega_c = \frac{Q_{tc}}{Q_{ts}} \cdot \omega_s \quad (2)$$

mit  $\omega_s$  als Resonanzkreisfrequenz des Treibers und  $Q_{ts}$  als Gesamtgüte des Treibers.

Das benötigte Gehäusevolumen  $V_b$  berechnet sich aus dem Äquivalentvolumen des Treibers  $V_{as}$  und den Resonanzfrequenzen:

$$V_b = \frac{V_{as}}{\left(\frac{\omega_c}{\omega_s}\right)^2 - 1} \quad (3)$$

Modellieren Sie zunächst den Frequenzgang mit  $Q_{tc} = \frac{1}{\sqrt{2}}$  und berechnen das benötigte Gehäusevolumen. Tasten Sie sich iterativ an das Volumen  $V_{b,3}$  und  $V_{b,1}$  heran, bei dem sich eine maximale Überhöhung des Betragsfrequenzgangs von 3 dB bzw. 1 dB einstellt bestimmen Sie jeweils die Gesamtgüte  $Q_{tc}$ . Kennzeichnen Sie in den Grafiken jeweils noch die Resonanzfrequenz  $f_c$  und die -3 dB Cutoff-Frequenz. Diskutieren Sie die Unterschiede, die Vor- und Nachteile aus praktischer, nachrichtentechnischer und verkaufpsychologischer Sicht.

Entnehmen Sie die benötigten Thiele-Small-Parameter aus dem Datenblatt des Treibers. **(5 Punkte)**

#### **Abgegeben werden muss:**

1) Ein schriftliches Protokoll mit einer kurzen Beschreibung der Aufgabenstellung und dem eigenen Lösungsweg.

Insbesondere ist auf die Einhaltung gängiger Formalitäten zu achten (Inhaltsverzeichnis, Abbildungsverzeichnis, Literaturverzeichnis). Jede Aufgabe soll mindestens mit einem Abschnitt im Protokoll enthalten und bearbeitet sein. Informationen zu den raumakustischen Parametern und der zu berechnenden Größen können der beigefügten Literatur entnommen werden.

2) Der geschriebene Code, sowie die verwendeten und generierten Grafiken.

Der MATLAB Code muss dokumentiert werden, so dass die Rechenschritte nachvollziehbar sind. Außerdem soll die Ausführbarkeit der Skripte sichergestellt werden (Ein nicht ausführbares Skript bekommt Punktabzug).

**Gesamtpunktzahl: 15**

Der Abgabetermin ist **Montag, 14. August (23:59 Uhr)**. Die generierten .m Dateien (Skripte oder Funktionen) sowie der schriftliche Teil als .pdf Datei müssen in eine .zip Archivdatei mit der Namenskonvention *Gruppe\_ Gruppennummer\_ Hausaufgabe\_ 3.zip* komprimiert werden und bei ISIS hochgeladen werden. **Nach 23:59 Uhr schließt die Uploadoption**, verspätete Abgaben können nicht berücksichtigt werden.

Die benötigten MATLAB-Funktionen sind: *plot()*, *surf()*, *meshgrid()*, *sph2cart()*, *length()*, *text()*, *num2str()*, *semilogx()*, *abs()*, *log10()*, *peq()*, *read\_spk()*, *itafread()*, *filter()*, *smooth()*, *butter()*

## Literatur

- [1] R.H. Small (1972): *Closed-box loudspeaker systems. Part I: Analysis*, J. Audio Eng. Soc., 20(10):798-808.
- [2] R.H. Small (1973): *Closed-box loudspeaker systems. Part II: Synthesis*, J. Audio Eng. Soc., 21(1):11-18.