

## Mathematische Grundlagen der digitalen Klanganalyse und -synthese (WS07/08)

### Aufgabe 3

|                  |                        |
|------------------|------------------------|
| Abgabe:          | 13. November, 9:00 Uhr |
| Besprechung:     | 14. November           |
| Gesamtpunktzahl: | 7 Punkte               |

#### A - Frequenzverlauf per Sinussweep (3 Punkte)

Implementieren Sie folgendes IIR-Filter:

$$y_n := x_n - Rx_{n-2} + (2R \cos \omega)y_{n-1} - R^2y_{n-2},$$

wobei  $\omega$  und  $R$  dieselbe Bedeutung wie in der Vorlesung haben (siehe z-Ebene). Wählen Sie zunächst  $\omega = \pi/2$  und  $R = 0.99$ .

Generieren Sie als Eingangssignal einen 30-sekündigen Sinussweep mit -3dB Amplitude, der den gesamten Frequenzbereich von 0Hz bis 22050Hz abdeckt (Hinweis: unter einem Sinussweep versteht man eine Sinusschwingung, deren Frequenz kontinuierlich verändert wird). Der Frequenzverlauf des Sinussweeps soll exponentiell sein, so dass zum Durchfahren einer Oktave (Frequenzverdopplung) immer die gleiche Zeit benötigt wird. Detektieren Sie den Amplitudenverlauf des Filter-Ausgangssignals wie in der vorangegangenen Übung.

Erstellen Sie eine Grafik des Amplitudenverlaufs in Abhängigkeit der Frequenz. Wiederholen Sie den Vorgang für je mindestens einen weiteren  $\omega$ -Wert und  $R$ -Wert und tragen Sie die zusätzlichen Kurven mit in die Grafik ein. Um was für einen Filtertyp handelt es sich und welche Bedeutung haben  $\omega$  und  $R$ ?

#### B - Frequenzspektrum per Filtersweep (3 Punkte)

Erstellen als 30-sekündiges Eingangssignal das Produkt von drei Sinusschwingungen mit den Frequenzen 110Hz, 220Hz und 660Hz. Schicken Sie dieses Signal durch das Filter aus Aufgabenteil A und variieren Sie bei konstantem  $R$  die Filterfrequenz exponentiell. Lesen Sie aus dem Amplitudenverlauf des Ausgangssignals das Frequenzspektrum des Eingangssignals ab. Welchen Einfluss hat die Wahl von  $R$ ?

#### C - Multiplikation von Signalen (1 Punkt)

Wie hängen die in Aufgabenteil B gefundenen Frequenzkomponenten mit den Frequenzen der multiplizierten Sinusschwingungen zusammen? (Hinweis: Überlegen Sie sich die Antwort zunächst für das Produkt von nur zwei Sinusschwingungen mit Hilfe des Additionstheorems für Sinusschwingungen aus dem Skript.) Die Multiplikation von Signalen wird auch als Ringmodulation bezeichnet. Dieser Begriff stammt aus der Nachrichtentechnik.