

Steuerbare Allpässe: Uni-Vibe & Co.

Manfred Zollner

Angeblich waren es die Gleichlaufschwankungen der Studio-Bandmaschinen, die zu Laufzeitunterschieden und hörbaren Kammfilter-Interferenzen geführt haben. Für die einen ein Fehler, für die anderen ein Effekt, der auch auf Bühnen, d.h. ohne Maschinen, zur Verfügung stehen sollte. Und so entwickelte die Audio-Industrie kleine Geräte, die diese Kammfilter-Effekte nicht mechanisch, sondern elektronisch erzeugten: Phaser, Flanger, Chorus. Das zentrale Modul dieser Geräte ist ein steuerbarer Phasenschieber, der die Phase des Audiosignals moduliert. Addiert man das derart veränderte Signal zum unveränderten Original, entstehen Tonhöhen- und Kammfilter-Effekte. Sie werden im Folgenden ausführlich untersucht.

In der Musikelektronik nehmen Delaymodulatoren einen breiten Raum ein. Durch periodische Variation der Signalverzögerung entsteht eine Tonhöhenänderung (Vibrato), und wenn das derart veränderte Signal zum Original addiert wird, ergeben sich zeitvariante Kammfilter. Je nach gewähltem Parametersatz sind das: Phaser, Flanger, Chorus, oder weitere Kombinationseffekte. Das zentrale System für derartige Modulationen ist **der steuerbare Allpass**, also ein Filter, das nur die Signalphase, aber nicht die Signalamplitude verändert. Aus Tonbandzeiten ist bekannt, dass sich beim Erhöhen der Abspielgeschwindigkeit auch die Tonhöhe erhöht, bei allerdings entsprechender Verkürzung der Abspieldauer. Dieses Verfahren eignet sich also nicht, ein zu tief gestimmtes Instrument im Mix zu korrigieren – es wäre "zu früh fertig", das Timing wäre hinüber. Mit speziellen Verfahren lässt sich zwar auch für dieses Problem eine Behelfslösung finden, die konstante Tonhöhenänderung soll hier aber nicht das Thema sein. Es geht vielmehr um periodische Frequenzmodulationen: Die Frequenzänderung pendelt im Mittel um null, und deshalb bleibt auch die mittlere Verzögerung bei null. Beim Tonband könnte man sich vorstellen, die Abspielgeschwindigkeit periodisch um den Sollwert zu variieren, z.B. um $\pm 3\%$. Das ist nur ein kleiner Prozentsatz, aber der gesamte Frequenzhub entspricht hierbei schon einem Halbton – die Modulation wäre also sehr deutlich wahrnehmbar.

Nun sind Tonbandgeräte nicht mehr viel in Gebrauch, das moderne Äquivalent ist der digitale Speicher. Das Signal wird in einen Ringpuffer eingelesen, und mit einem nachlaufenden Lesezeiger wieder ausgelesen. Durch Veränderung des Abstandes zwischen Schreib- und Lesezeiger lässt sich ein zeitvariantes Delay erzeugen, also eine Frequenzmodulation. Mit moderner Digitaltechnik nicht schwierig, aber die gab's vor 50 Jahren noch nicht. Effektgeräte gab's aber schon – wie haben die das Problem gelöst? Analog, mit einem analogen Allpass, dessen Verzögerungszeit z.B. durch einen steuerbaren Widerstand (LDR, JFET) moduliert wurde. Ehe wir diesen Allpass genauer analysieren, lohnt ein Blick auf ein etwas einfacheres Filter: einen RC-Hochpass erster Ordnung (**Abb. 1**). Seine Grenzfrequenz ist hier zu 1 kHz gewählt, seine Grunddämpfung zu 0 dB. Bei der Grenzfrequenz (auch Eckfrequenz genannt) beträgt die Phasenverschiebung zwischen Eingangs- und Ausgangssignal genau 45° , die Dämpfung ist hierbei 3 dB. Die **Ortskurve** verbindet die Betrags- mit der Phasendarstellung. Sie wird mit steigender Frequenz vom Ursprung ausgehend im Uhrzeigersinn durchlaufen, für 1 kHz und 2 kHz sind zwei Punkte markiert. Die Länge der Strecke zwischen dem Ursprung und so einem Punkt ist der Betrag der Übertragungsfunktion bei dieser Frequenz, der Winkel zur Abszisse ist die Phase. Man erkennt, dass die Phase von 90° gegen null dreht, während der Betrag von null bis 1 ansteigt, einem Pegel von $-\infty \dots 0$ dB entsprechend.

Die restlichen Seiten sind als PDF downloadbar: www.gitec-forum.de