

Tiefpass (RC-Serienschaltung als Spannungsteiler). Dazu wird ein Kanal des Generators mit einer passenden Sinus-Frequenz aktiviert und an das RC-Glied geschaltet. Ein Scope-Kanal wird an die Gesamtspannung, der zweite an die Spannung am Kondensator gelegt, und man erhält das bekannte Bild von zwei Sinuslinien mit frequenzabhängiger Dämpfung und Phasenverschiebung (Bild 3). Ändert man die Generatorfunktion auf „Rechteck“, so ergibt sich das Bild der RC-Auf- und Entladung. Dabei muss man allerdings bei der Wahl der Frequenz darauf achten, dass nicht die Hochpasseigenschaften der Soundkarte das Verhalten bestimmen; sie darf nämlich nicht zu niedrig sein (Bild 4).

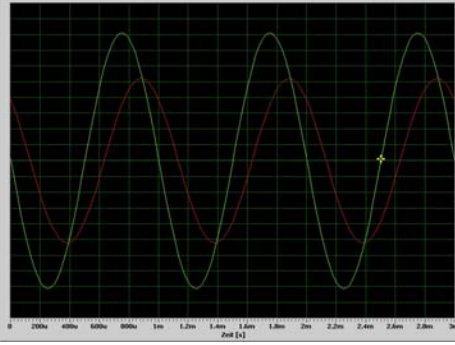


Bild 3: RC-Tiefpass, Liniendiagramm

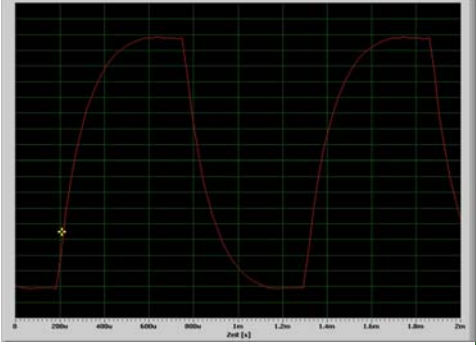


Bild 4: RC-Tiefpass, Lade- und Entladeverlauf bei Rechteck

Sehr praktisch ist die Darstellungsart „X-Y“, wozu nur der Tab „X-Y Graph“ aktiviert werden muss. Dann wird der Kanal 1 als X-Ablenkung und Kanal 2 als Y-Ablenkung geschaltet und man erhält verschiedenste Figuren. Beispielsweise kann mit dem erwähnten Tiefpass eine Ellipse gezeichnet werden. Stellt man den Generator so ein, dass die beiden Generatorkanäle den beiden Scope-Kanälen direkt zugeordnet sind und wählt Sinuslinien mit Frequenzen, die in ganz-zahligem Verhältnis stehen, ergeben sich die berühmte-berühmten Lissajous-Figuren, die in der technischen Steinzeit oft die einzige Möglichkeit der Frequenzbestimmung waren (Bild 5). Mit etwas Hardwergeschick findet man eine Schaltung, mit der man eine Diodenkennlinie darstellen kann (z.B. AA113, Bild 6). Zu beachten ist bei der Darstellung von Kennlinien, dass die Soundkarte keinen Gleichanteil übertragen kann und daher eine Verschiebung der Kennlinien zu erwarten ist.

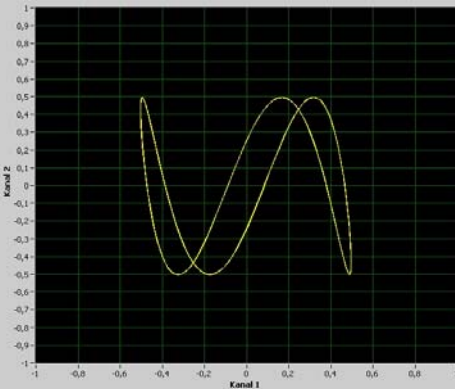


Bild 5: Lissajous-Figur 1:3, $\phi = 30^\circ$

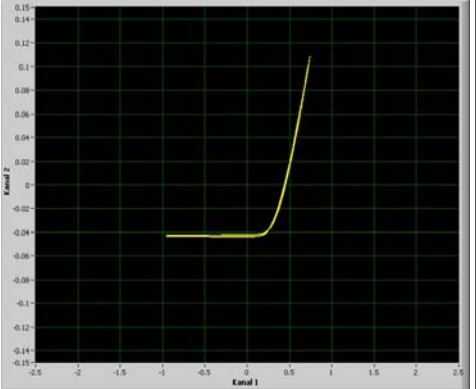


Bild 6: Diodenkennlinie AA113

Eine Darstellungsart, die viele Digitaloszilloskope nicht vorweisen können, findet sich unter dem Tab „Frequenz“. Hier steht ein Spektralanalysator zur Verfügung, der mit Fast-Fourier-Transformation (FFT) die gemessenen Zeitverläufe der beiden Kanäle in Echtzeit analysiert und als Spektrum in verschiedensten Formaten (dB, linear, logarithmisch, Wasserfall) darstellen kann. Damit kann man beispielsweise sehr schön den Oberwellengehalt der Dreieck- und Rechteckfunktionen zeigen.

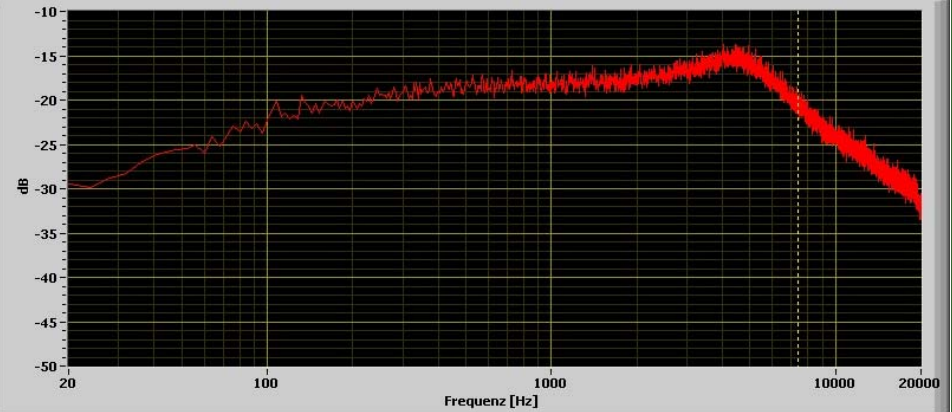


Bild 7: Filterfrequenzgang (Bandpass aus RC-Hochpass mit LC-Tiefpass), gemessen mit weißem Rauschen, ohne Pufferverstärker.

In diesem Modus kann man digitale Filter (Hoch-, Tief- und Bandpass, Steilheit = 30dB/Oktav) mit einstellbaren Grenzfrequenzen zu den einzelnen Kanälen dazuschalten. Über den Button „Filter in separatem Fenster“ kann man die Filterfunktion extra darstellen.

Zur Messung von Frequenzgängen selbst gebauter analoger Filter kann man mit der Sweep-Funktion arbeiten. Durch die Wahl der Start- und Stoppfrequenz sowie der Sweepzeit bekommt man ein entsprechendes Signal. Mit der Spektralanalyse kann man den Betragsfrequenzgang als Bodediagramm (allerdings ohne Phasengang) aufzeichnen. Um eine durchgehende Linie zu bekommen, kreuzt man das Kästchen „Pegelspitzen halten“ an. Bequemer und rascher erhält man einen Frequenzgang, wenn man als Signal weißes Rauschen einstellt. Dann ergibt sich der Frequenzgang einfach als Pegel des Rauschens über der Frequenz. Mit der Funktion „Pegelspitzen halten“ bekommt man eine einigermaßen glatte Kurve, die man nur entsprechend interpretieren muss. So kann man einfach und schnell Filtercharakteristiken vorführen (Bild 7).

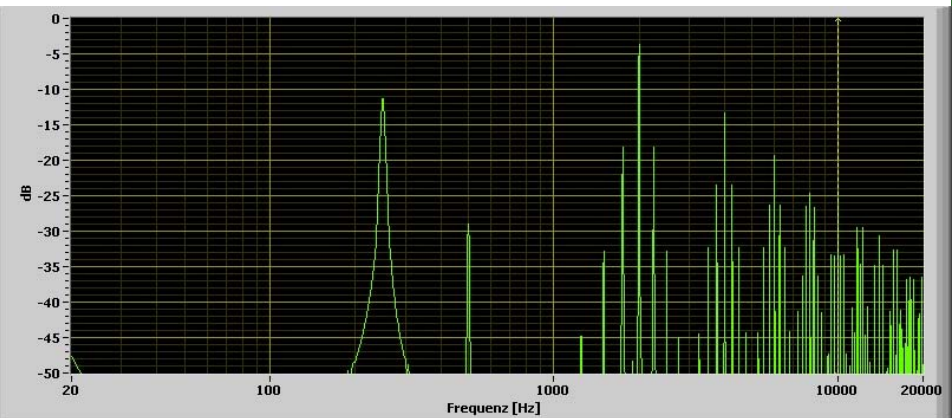


Bild 8: Mischung von 250Hz 20% mit 2kHz 100%, mit Oberwellen und Seitenbändern

Bei Filtermessungen sind allerdings die Eigenschaften der Soundkarte nachteilig, weil deren Eingangs- und Ausgangsimpedanzen die Messung erheblich beeinflussen. Baut man Pufferverstärker ein (z.B. mit dem 4-fach-OPV LMC6484), zu dessen Versorgung man bequem die +5V von einem USB-Port abzweigen kann, ist das Problem gelöst. Nebenbei kann man dann auch aktive Filter vorführen.

Wer es auf die Spitze treiben möchte, kann auch die additive Mischung über eine Diodenstrecke zeigen. Man wählt zwei weit auseinander liegende Frequenzen, führt diese über Vorwiderstände auf eine Diode (am besten Germanium) und analysiert das Ergebnis im Frequenzbereich.

So kann man einerseits die Bildung von Oberwellen, andererseits das Entstehen von Seitenbändern qualitativ vorführen, und das Wesen der Entstehung neuer Frequenzen an einer Nichtlinearität ist leicht erklärbar (Bild 8).