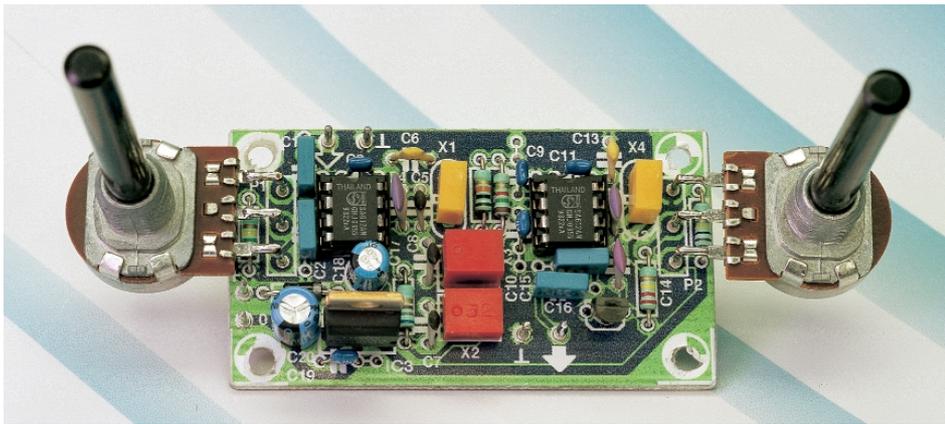


# Stimmenverfremder

## Viel Effekt mit wenig Schaltung

Entwurf: G. Baars



Effektgeräte gehören zum vertrauten Instrumentarium jedes Pop-Musikers. Immer wenn ein neuer Sound kreiert wird, sind Phaser, Clipper, digitale Filter und andere geheimnisvolle Apparaturen maßgeblich am Spiel beteiligt. Hier zeigen wir, wie man schon mit wenig Schaltungsaufwand erstaunliche Effekte erzielt.

Die Welt ist voller Ungereimtheiten und Widersprüche. Bei der Realisierung der allermeisten Audio-Projekte setzen wir (und natürlich auch andere Entwickler) alles daran, Wiedergabeverzerrungen in so engen Grenzen zu halten, wie überhaupt technisch möglich ist. Wahre Musik-Enthusiasten ruhen nicht, bevor das Equipment die nach dem Stand der Technik höchste Wiedergabequalität erreicht hat. Welcher Aufwand an Geld und Zeit dafür getrieben wird, erscheint oft höchst nebensächlich. Da ist es schon bemerkenswert, dass am anderen Ufer der Musikszene ein Völkchen existiert, das sich genau dem gegenteiligen Ziel verschrieben hat. Die nicht weniger zahlreichen Vertreter dieser Gattung setzen mit mindestens gleicher Begeisterung alles daran, die klangliche Naturtreue ad absurdum zu führen. Für sie ist die Bearbeitung und Verformung von Audio-Signalen das Mittel zur Umsetzung musikalischer Vorstel-

lungen und Ideen. Die Wege, die dabei beschritten werden, sind oft recht verschlungen und abenteuerlich, sie belegen aber auch den Ideenreichtum und die Kreativität der Akteure. Anders als in der Hifi-Welt hat der Begriff "Verzerrung" keinen unangenehmen Beigeschmack, sondern ist ein Schlüsselwort, das jeden Rock- und Pop-Musiker aufhorchen lässt. Unser Stimmenverfremder ist eine Schaltung, die sich der Kategorie der in der Pop-Szene gängigen Effektgeräte zuordnen lässt. Technisch gesehen verschiebt sie das Frequenzband des Audio-Signals, das man an ihren Eingang legt. Obwohl die Differenz nicht mehr als ca. 500 Hz nach oben und nach unten beträgt, lassen sich damit schon recht erstaunliche Effekte erzielen. Elektronisch erzeugte

Musik wird in veränderten Sound-Dimensionen hörbar, und Gesangsstimmen werden so verfremdet, dass sie kaum wiedererkennen sind. Bei einer Person mit mittlerer Stimmlage kann die Palette vom brummenden Bär bis zur hellen Kinderstimme reichen.

### Prinzip

Damit unser Verfremder möglichst unkompliziert bleibt, haben wir den Arbeits-Frequenzbereich von vornherein auf 500...6000 Hz begrenzt. In diesem Bereich liegen die meisten Signalkomponenten, die Rhythmus, Melodie und Charakter eines Musikstücks ausmachen, und die menschliche Stimme wird von dem Bereich fast vollständig erfasst. Die Schaltung arbeitet wie folgt: Ein Mischer mischt das Audio-Signal mit einem zweiten, als "Träger" bezeichneten Signal, dessen Frequenz 451,5 kHz beträgt. Beim Mischen von zwei Signalen entstehen bekanntlich zwei weitere Signale. Die Frequenzen dieser Signale sind gleich der Summe und der Differenz der Frequenzen, die die Signale am Mischereingang haben. Im vorliegenden Fall sind das die Frequenzen 451,5 kHz + 0,5...6 kHz und 451,5 kHz - 0,5...6 kHz, was gleichbedeutend mit den beiden Frequenzbändern 452...458 kHz und 451...445 kHz ist. Weil der Mischer ein sogenannter Doppelbalance-Mischer ist (auf die etwas komplizierte Theorie wollen wir hier nicht eingehen), wird der Träger unterdrückt; das Frequenzspektrum sieht daher aus wie in Bild 1a skizziert. Von den beiden durch Mischen entstandenen Seitenbändern darf nur eines weiterverarbeitet werden; welches von beiden ist im Prinzip ohne Bedeutung. In Bild 1a ist jedoch unschwer zu erkennen, dass die Mittenfrequenz des rechten Seitenbandes exakt 455 kHz beträgt. Natürlich ist das kein Zufall, denn für diese Frequenz (es ist die genormte AM-Zwischenfrequenz) bietet der Handel

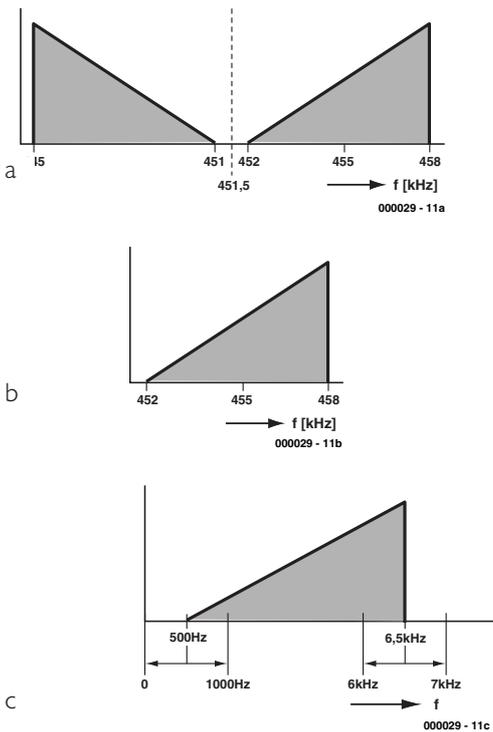


Bild 1. Durch Mischen des Audiosignals mit einem HF-Träger entstehen zwei Seitenbänder (a), von denen das eine unterdrückt (b) und das andere von einem Produktdetektor mit einstellbarem BFO weiterverarbeitet wird (c).

einen variierbaren Betrag verschoben, anschließend wird das Signal in den Audio-Bereich zurücktransformiert. Beide Aufgaben erfüllt gleichzeitig ein sogenannter Produktdetektor, der im Prinzip ebenfalls ein Mischer ist. Ihm wird das Signal aus Bild 1b und ein im Bereich 451...452 kHz einstellbares Signal zugeführt. Das Ergebnis ist ein 6 kHz breites Audio-Spektrum (Bild 1c), das sich um  $\pm 500$  Hz verschieben lässt.

## Schaltung

Die Schaltung in Bild 2 sieht auf den ersten Blick eher einer HF- als einer Audio-Schaltung ähnlich. Der Eindruck ist durchaus nicht falsch: Der NE612, der hier gleich zweimal vertreten ist, gehört tatsächlich der Gruppe der Hochfrequenz-Bauelemente an. Es handelt sich um einen Mischer, der ursprünglich für portable Transceiver und andere mobile HF-Geräte entwickelt wurde. Insidern der Hochfrequenz-Technik wird beim Stu-

dium der Schaltung ferner aufgefallen sein, dass unser Stimmenverfremder eng verwandt mit einem SSB-Exciter ist, auf den ein SSB-Produktdetektor mit einstellbarem BFO folgt.

Zuerst mischt IC1 das Audio-Signal mit dem 451,5-kHz-Signal. Dieses Signal wird von dem im NE612 integrierten Oszillator erzeugt, wobei Keramikschwinger X1 die Frequenz bestimmt. Seine nominale Frequenz beträgt zwar 455 kHz, die tatsächliche Frequenz wird jedoch mit den Kondensatoren C4, C5 und C6 auf 451,5 kHz heruntergezogen.

Das Filter, mit dem das untere Seitenband des Mischprodukts unterdrückt wird, besteht aus zwei Filterelementen mit der Bezeichnung SFD455. Das ist ein preiswerter AM-ZF-Filter mit durchschnittlichen Eigenschaften, er reicht für die hier vorgesehene Anwendung jedoch aus. Lässt sich in der Bastelkiste zufällig ein Satz steilerer Filter finden, lohnt es sich, ihn auszuprobieren; das hörbare Endresultat wird in der Regel noch etwas besser sein. Steilere Filter sind ein Stück teurer, sie sind für diesen Zweck nicht unbedingt erforderlich.

Als Frequenzband-Schieber und Umsetzer in den Audio-Bereich arbeitet eine zweite Mischstufe (IC2), die sehr ähnlich wie die erste aufgebaut ist. Der im NE612 integrierte Oszillator hat hier die Funktion des Überlagerungs-Oszillators (BFO, beat

preiswerte keramische Filter in unterschiedlichen Ausführungen an.

Wenn man das Mischprodukt aus Bild 1a durch ein solches Filter schickt, bleibt (bei idealen Filtereigenschaften) das in Bild 1b skizzierte Frequenzspektrum übrig. Danach sind noch zwei Schritte nötig: Zuerst wird, wie gefordert, die Frequenz um

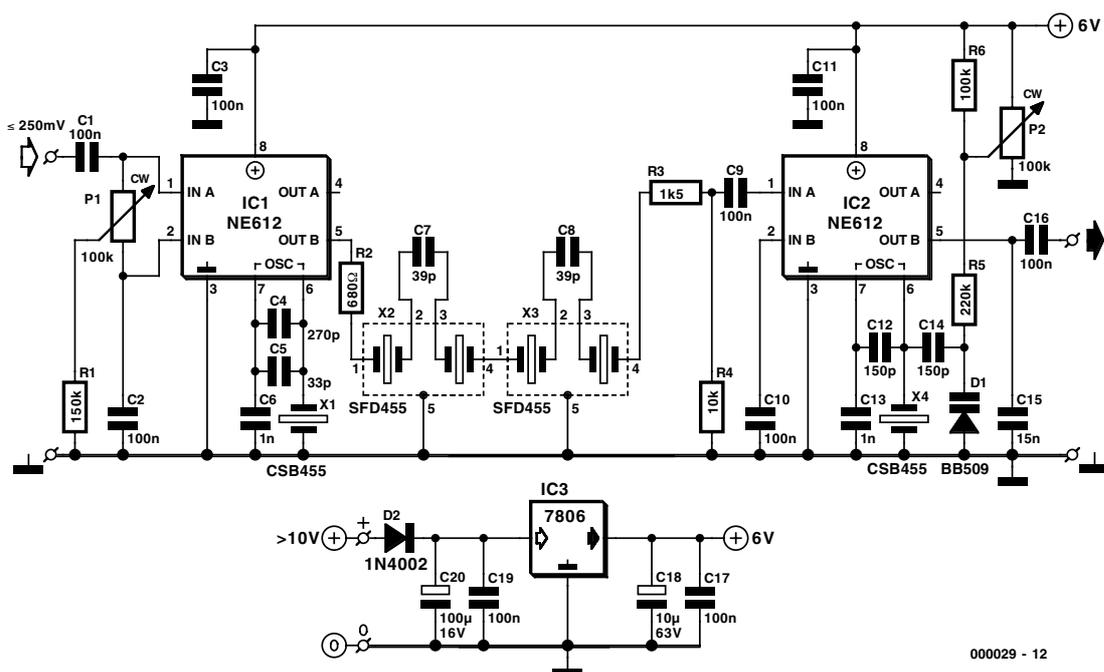


Bild 2. Die Schaltung, aufgebaut mit zwei Doppelbalance-Mischern des Typs NE612, ist wenig aufwendig, der Effekt ist um so wirkungsvoller.

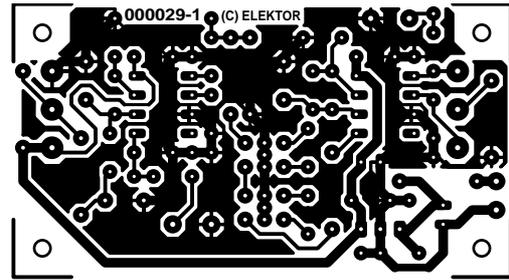
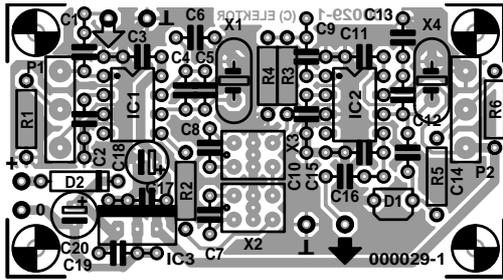


Bild 3. Auf der Platine ist die Verfremder-Schaltung schnell aufgebaut.

frequency oscillator), die Frequenz wird von Keramikschwinger X4 in Kombination mit Varicap-Diode D1 bestimmt. Mit Poti P2 ist die BFO-Frequenz ungefähr im Bereich 451...452 kHz einstellbar.

## Ätzen und Löten

Für die Schaltung wurde eine kleine Platine entworfen, deren Layout und den Bestückungsplan Bild 3 zeigt. Die Platine konnte leider nicht in den Elektor-Service aufgenommen werden, so dass sie in Eigenregie angefertigt werden muss. Die anschließende Bauteile-Montage ist unkritisch und sicher schnell erledigt.

Bei genauer Betrachtung des Platinen-Layouts ist zu erkennen, dass an den für X2 und X3 vorgesehenen Stellen auch andere (neuere) Filtertypen montierbar sind. Solche Filter unterscheiden sich äußerlich durch die Anzahl ihrer Anschlüsse von den bisher üblichen Ausführungen; sie sind mit sechs statt fünf Anschlüssen ausgestattet. Was die Platine betrifft, steht dem Experimentieren mit diesen Filtern nichts im Weg.

Für die Verbindungen, die zum Eingang und Ausgang der Schaltung führen, müs-

sen natürlich abgeschirmte Audio-Kabel verwendet werden. Als Stromversorgung ist sowohl ein Stecker-Netzteil als auch eine Batterie geeignet, denn die Stromaufnahme beträgt nur rund 10 mA. Da auf der Platine ein eigener Spannungsregler (IC3) vorhanden ist, braucht das Stecker-Netzteil keine stabilisierte Spannung zu liefern. Die Spannung muss mindestens 10 V betragen und soll 12 V nicht übersteigen, damit die Verlustleistung von IC3 in Grenzen bleibt. Auf jeden Fall muss sicher gestellt sein, dass die Arbeitsspannung von Elko C20 nicht überschritten wird.

## Einstellungen

Um die Symmetrie des ersten Mischers (IC1) optimal einstellen zu können, wurden Trimpoti P1 und Widerstand R1 hinzugefügt. Von der Symmetrie hängt unmittelbar das Maß der Trägerunterdrückung ab. Die Einstellung kann leicht nach Gehör vorgenommen werden: BFO-Poti P2 wird in eine seiner Endstellungen gebracht, so dass das Trägersignal als 500-Hz-Ton hörbar ist. Anschließend stellt man den 500-Hz-Ton mit P1 auf minimale

Lautstärke ein. Nach Verbinden des Schaltungseingangs mit einer Audio-Signalquelle ist der spannende Moment gekommen, in dem der Verfremdungseffekt zum ersten Mal hörbar wird. Der Effekt lässt sich mit BFO-Poti P2 nach Herzenslust variieren. Eine Empfehlung für die Einstellung von P2 ist kaum möglich, denn die ist natürlich eine Frage des musikalischen Empfindens oder einfach des Geschmacks. Wir empfehlen aber, die Schaltung zusammen mit den unterschiedlichsten Audio-Signalquellen zu erproben. Die Erfahrung hat gezeigt, dass sich diese Mühe lohnt.

(000029)gd

## NE612

Der NE612 bzw. SA612 ist ein bis in den VHF-Bereich arbeitender Doppelbalance-Mischer mit internem Oszillator und integriertem Spannungsregler. Haupteinsatzgebiet sind Low-Power-Kommunikationssysteme mit Signalfrequenzen bis 500 MHz und Oszillatorfrequenzen bis 200 MHz. Der Mischer arbeitet nach dem sogenannten "Gilbert Cell"-Prinzip, die Verstärkung beträgt mindestens 14 dB bei 49 MHz. Die "Gilbert Cell" besteht aus einem Differenzverstärker, der eine symmetrische Schaltstufe steuert. Der interne Oszillator kann mit einem Quarz, einem Keramikschwinger oder einem LC-Kreis beschaltet werden, er ist auch als Buffer für ein externes Oszillatorsignal verwendbar. Der niedrige Energiebedarf macht das IC besonders geeignet für mobile, batteriebetriebene Systeme wie zum Beispiel portable VHF-Transceiver, Mobilfunkgeräte und Spezialempfänger. Das IC wird im 8-Pin DIL-Gehäuse und in einer 8-Pin SMD-Ausführung hergestellt.

### Stückliste

#### Widerstände:

R1 = 150 k  
 R2 = 680 Ω  
 R3 = 1k5  
 R4 = 10 k  
 R5 = 220 k  
 R6 = 100 k  
 P1, P2 = Potentiometer 100 k lin.

#### Kondensatoren:

C1, C2, C16 = 100 n MKT  
 C3, C9, C10, C11, C17, C19 = 100 n keramisch  
 C4 = 270 p  
 C5 = 33 p  
 C6, C13 = 1n keramisch  
 C7, C8 = 39 p  
 C12, C14 = 150 p  
 C15 = 15 n MKT  
 C18 = 10 μ/63 V stehend  
 C20 = 100 μ/16 V stehend

#### Halbleiter:

D1 = BB509 (Intermetall)  
 D2 = 1N4002  
 IC1, IC2 = NE612N/SA612AN (Philips)  
 IC3 = 7806

#### Außerdem:

X1, X4 = CSB455 (Murata)  
 X2, X3 = SFD455A (Murata)