

dem Eingang zum Oszillator/Mischer als auch dem Ausgang sind Tiefpaßfilter vor- beziehungsweise nachgeschaltet. Das Eingangsfilter besteht aus L1, L2 und C3...C7. Das Ausgangsfilter wird von L4, L5 und C15...C19 gebildet. C8 und C20 sind Koppelkondensatoren, um unerwünschte Gleichspannungskomponenten vom Ein- oder Ausgang des ICs fernzuhalten. Die beiden Widerstände R4 und R6 sorgen für die korrekte Anpassung von Filter und IC. Aufgabe des Ausgangsfilters ist es, das obere Seitenband zu unterdrücken. Da ein symmetrischer Mischer (Ringmodulator) verwendet wird, liegen am Ausgang des Mixers die beiden Seitenbändern bereits mit *unterdrücktem* Träger an. Ganz so perfekt wird der Träger aber doch nicht unterdrückt, so daß das Ausgangsfilter auch zum Ausfiltern der Trägerreste dient. Obwohl das Eingangsfilter identisch zum Ausgangsfilter ist, hat es doch eine völlig andere Funktion. Es läßt zwar auch nur Frequenzen bis 3200 Hz durch, aber zu einem anderen Zweck: Höhere Frequenzen als 3200 Hz würden bei der nur 300 Hz höher liegenden Trägerfrequenz von 3500 Hz das gewünschte invertierte Spektrum erheblich stören, die Verständlichkeit würde später leiden. Um den IC-Eingang ordentlich auszusteuern, wurde mit T1 ein kleiner Vorverstärker vorgeschaltet. Da der Widerstand zur Basisstromeinstellung (R2) mit dem Kollektor verbunden ist, ist die Arbeitspunkteinstellung durch Gleichstromgegenkopplung stabilisiert. Wechselspannungsmäßig bildet der kleine Kondensator C2 zwischen Basis und Kollektor (parallel zu R2) eine starke Gegenkopplung für sehr hohe Frequenzen. C2 sorgt so dafür, daß T1 keine Hochfrequenz verstärken oder durch den Basis/Emitter-Übergang gleichrichten kann. Dies ist bei Verwendung des Scramblers in Verbindung mit einem Funkgerät nicht ganz unwichtig. C1 dient als Koppelkondensator, um Gleichspannungsanteile im Audiosignal von der Basis von T1 fernzuhalten.

Ohne Umschalten

Der eigentliche Scrambler besteht also aus den Bauteilen von C1 über IC2 bis inklusive C20. Diese Schaltung reicht aus, um beispielsweise einen gesprochenen Brief zu verschlüsseln. Man schließt einfach ein Mikrofon an C1 und Masse an, greift das Ausgangssignal an C20 ab und führt es zum Eingang eines Kassettenrekorders. Sinnvoll ist es dabei, die beiden Potis P1 und P3 aufzunehmen. Sie werden dann vor und hinter die beiden Kondensatoren gelötet, um einerseits IC2 (mit P1) und andererseits mit P3 am Ausgang den an-

geschlossenen Kassettenrekorder richtig auszusteuern. Beim Descramblen führt man dann das Signal vom Kassettenrekorder zum anderen Eingang (an P2) und erhält am Ausgang (C20) wieder das unverschlüsselte Sprachsignal, das man dann ohne Umschweife an den Line-Eingang eines beliebigen Vorverstärkers anschließen kann. P2 wird dann so eingestellt, daß IC2 auch hier nicht übersteuert. Will man den Scrambler nur für die Aufzeichnung und Wiedergabe seiner persönlichen Notizen einsetzen, reicht diese Minimalkonfiguration völlig aus. Der Scrambler wird in diesem Fall auch als Descrambler eingesetzt. Will hingegen der Empfänger eines gesprochenen und gescramblen Briefs diesen entschlüsseln, so benötigt er die gleiche oder zumindest eine ähnliche Schaltung.

Transceiver

Mit Hilfe der CMOS-Schalter besteht auch die Möglichkeit, die Schaltung als Scrambler/Descrambler im Gegensprechbetrieb einzusetzen, wie beispielsweise in Verbindung mit einem CB-Transceiver (Sender und Empfänger). Das Mikrofon-Signal des CB-Senders wird durch die Schaltung gescrambled und dann wie gewöhnlich frequenzmoduliert zum Empfänger gesendet. Dort ist der andere Scrambler im Empfangsbetrieb zwischen Empfänger und NF-Verstärker geschaltet und macht das Sprachsignal wieder verständlich. Im Gegensatz zu FM-Sendern funktioniert das bei SSB-Sendern weniger prächtig: Hier wird das einzelne Seitenband durch die Schaltung in das gespiegelte Seitenband umgesetzt, also USB in LSB oder LSB in USB. Mit anderen Worten: Das betreffende Seitenband rückt in seiner Frequenz nicht von der Stelle. Und da beim Empfang das gleiche passiert, kann sich jeder ausrechnen, daß ein Tastendruck am Empfänger von USB nach LSB ausreicht, um das Signal mit oder ohne Descrambler zu entschlüsseln.

Umschalten

Im Gegensprechbetrieb wird der Scrambler durch CMOS-Schalter zwischen Scramblen und Descramblen umgeschaltet. Bei gedrückter Mikrofontaste (Senden) muß die Schaltung zwischen Mikrofon und Sender liegen, beim Empfang zwischen dem NF-Ausgang des Empfängers und dem NF-Verstärker. Das bedeutet, daß der Scrambler je zwei Ein- und Ausgänge haben muß. Weiterhin sollte man die Schaltung überbrücken können, wenn man nämlich nicht (de)scramblen will. Alle diese

Funktionen werden von den acht elektronischen Schaltern ermöglicht, die in Bild 2 zu sehen sind. Sie werden mittelbar durch einen Push-to-talk-Taster (Sprechtaste des Mikros) gesteuert. Der Scrambler besitzt zwei Eingänge. An Eingang B werden niedrigpegelige Signalquellen wie das Mikrofon angeschlossen, während Eingang A weniger empfindlich und für Signale geeignet ist, die am (Empfangs-) Lautstärkepoti eines Transceivers oder am Line-Ausgang eines Audiogerätes abgegriffen werden. Daß Eingang A weniger empfindlich ist als Eingang B, liegt an der Signalabschwächung durch R5. B ist der eigentliche Scambler-Eingang an C1, natürlich nur, wenn der elektronische Schalter IC1a geschlossen ist. Eingang A kann nur aktiv werden, wenn Schalter IC1c das Signal zu R5 und C1 weiterleitet.

Nicht nur an den Ein-, sondern auch an den Ausgängen sind elektronische Schalter zu finden. Wenn IC4a geschlossen ist, ist der Scrambler-Ausgang über P3 mit Ausgang B verbunden. An diesen Ausgang soll beispielsweise der Mikrofon-Eingang eines Transceivers angeschlossen werden. An Ausgang A liegt, wenn IC4a geschlossen ist, das unabgeschwächte Signal.

Die Ein- und Ausgänge A und B können nie gleichzeitig aktiv sein. So soll zum Beispiel bei einem Transceiver, der auf Senden geschaltet ist, das Mikrosignal Eingang B zugeführt werden, über IC1a zum Scrambler gelangen und die Schaltung an P3 und IC4b wieder Richtung Sender verlassen. Genau so gehören Eingang A und Ausgang A zusammen. Der Transceiver ist auf Empfangen geschaltet. Das Signal wird vom Demodulator oder Lautstärkepoti abgegriffen, an Eingang A angeschlossen und über den Weg IC1c, R5 zum Scrambler geleitet. Das entschlüsselte Signal verläßt die Schaltung diesmal über C20 und IC4a und kann von jedem Line-Verstärker verarbeitet werden.

Wenn das Signal überhaupt nicht übertragen werden soll, verbinden die elektronischen Schalter den Scrambler weder mit den beiden Ein- noch mit den beiden Ausgängen. Es ist natürlich auch möglich, das Audiosignal durchzuschleifen, ohne es anzutasten. In diesem Fall ist Eingang A mit Ausgang A und Eingang B mit Ausgang B verbunden. Es sind die beiden Schalter IC1b und IC1d, die für diese Verbindung sorgen. Während IC1b die B-Leitung schließt und IC1d Eingang A auf Ausgang A leitet, sind die anderen vier Schalter (IC1a, IC1c, IC4a, IC4b) offen, der Scrambler übt keine Funktion mehr aus.