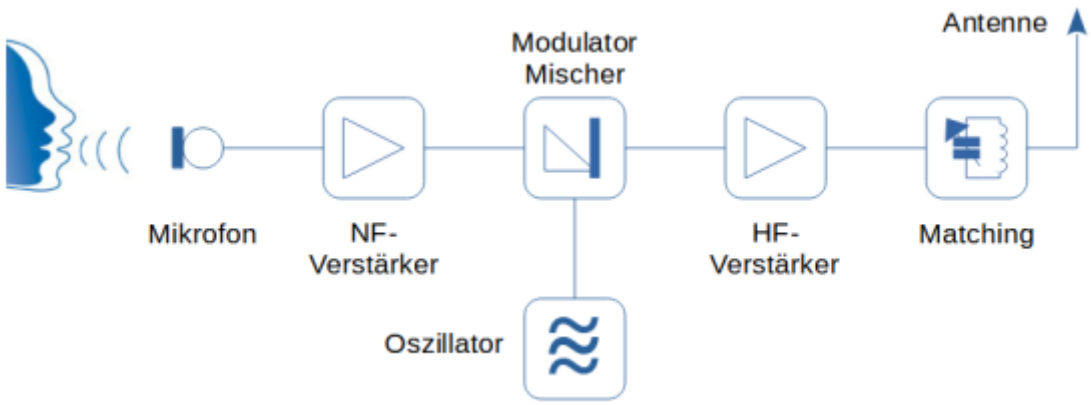
Sender, der

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

engl. Transmitter / TX

Vereinfacht gesagt: Sender sind elektrische Schaltkreise, welche elektromagnetische Schwingungen erzeugen und über eine Antenne an die Umwelt abgeben. Sender für Sprachübertragung wandeln niederfrequente Schwingungen der menschlichen Sprache in hochfrequente, sendefähige Schwingungen um. Es handelt sich hierbei um eine Analog-Übertragung. Angefangen hat alles mit Sendern zur Übermittlung von Morsezeichen. Sprach-, Text- und Bild-Übertragung erfordern immer Zusatzgeräte und Einrichtungen, zur Wandlung der Quellensignale (zum Beispiel Sprache) in elektromagnetische, niederfrequente Schwingungen (Modulatoren und Demodulatoren).

Übrigens: Eine Stimmgabel, wie sie von Musikern verwendet wird, ist ein tatsächlich nichts anderes als ein Sender für akustische Wellen! Sie vibriert in einer ganz bestimmten Tonhöhe, sobald man sie anschlägt.



Woraus besteht nun solch ein Sender im Wesentlichen? Dies betrachten wir hier nun beispielhaft anhand seiner einzelnen Komponenten. Detaillierte elektronische Schaltbilder sprengen den Rahmen und sind nur für ein Fachpublikum verständlich. Wir arbeiten daher hier mit Blockschaltbildern, einer schematischen Darstellung der Sender-Komponenten.

Mikrofon - von der Sprache zur Welle



Das Mikrofon wandelt die Schallwellen der Sprache (zwischen 30 und 3000 Hz) in eine Wechselspannung gleicher Frequenz um. Mittels einer (heutzutage normalerweise direkt am Mikrofon verbauter) Sprechtaste namens PTT (Push To Talk) wird das Mikrofon und gleichzeitig der Sender eingeschaltet. In den frühen Tagen der Funktechnik musste man dies noch separat erledigen.

Als Mikrofone können sogenannte dynamische Mikrofon (das umgekehrte Prinzip des Lautsprechers)

ebenso wie Elektret- und Kondensator-Kapseln zum Einsatz kommen. Letztere kommen überall dort zum Einsatz, wo wenig Platz herrscht - wie beispielsweise in einem Handmikrofon im Auto oder einer Hör-Sprech-Garnitur (Head-Set).

NF-Verstärker - Aus Schwach mach Stark



Die von einem Mikrofon erzeugten elektromagnetischen Wechselspannungen reichen nicht aus, um gesendet zu werden. Daher müssen diese mittels eines Niederfrequenz-Verstärkers noch spannungsmäßig erhöht werden. Bei Elektret- und Kondensator-Mikrofonen muss der Verstärker auch noch eine Betriebsspannung für das Mikrofon liefern.

Der NF-Verstärker in einem Sender sorgt dann auch gleichzeitig für eine klangliche Anpassung der aufgenommenen Schalwellen. Je nach Komplexität des Senders kann zumindest die Verstärkung selbst (Audio-Gain) als auch der Klang mittels Reglern angepasst werden. Wenn der Sender richtig teuer ist, kommen sogar komplette Equalizer zum Einsatz, welche man so z.B. auch in der HiFi-Technik finden kann.

Oszillator - Swingin' around the clock

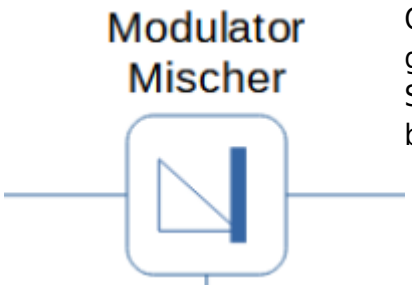


Eine aktive elektromagnetische Komponente namens Schwingkreis (eine Stimmgabel) Schwingung in unserer gewünschten Sendefrequenz. Einen Schwingkreis nennen wir in der Funktechnik einen Oszillator.

Dieser kann entweder durch Quarze (kleine Kristalle, welche beim anlegen einer Spannung in einer bestimmten Frequenz vibrieren), oder durch eine PLL (Phase Locked Loop, Phasenrückkopplung) genannte Mikroprozessorschaltung gesteuert werden. Mit Quarzen werden üblicherweise Sender für Einzelfrequenzen (Kanalgeräte) betrieben. PLLs können hingegen eine mehr oder weniger große Bandbreite an Frequenzen erzeugen (Multikanal- oder Frequenzband-Sender).

Ein Quarz-Oszillator ist deutlich stabiler und genauer als ein PLL-Oszillator. In modernen Sendern wird der Oszillator allerdings durch Software-Definiert und existiert nicht mehr als eigenständiges Bauteil.

Moduldator - Hier wird abgemischt



Im Mischer/Modulator werden die hochfrequenten Signale des Oszillators mit den niederfrequenten Signalen aus dem NF-Verstärker gemischt. Hieraus entsteht ein einziges hochfrequentes Signal. Dieses Signal ist bereits sendefähig, aber noch zu schwach um eine bedeutende Reichweite erzielen zu können.

Die Komplexität des Mischers hängt von der Modulationsart ab. Das Bauteil ist im im Grunde aber nichts anderes als ein Addierer, wie man ihn aus der Digitaltechnik kennt. In den ersten Tagen der Funktechnik wurde übrigens auf einen Mischer verzichtet und der Oszillator direkt aus ein und eingeschaltet mittels der Morsetechnik. Der Nachwelt ist dies unter dem Begriff Knallfunken-Sender überliefert.

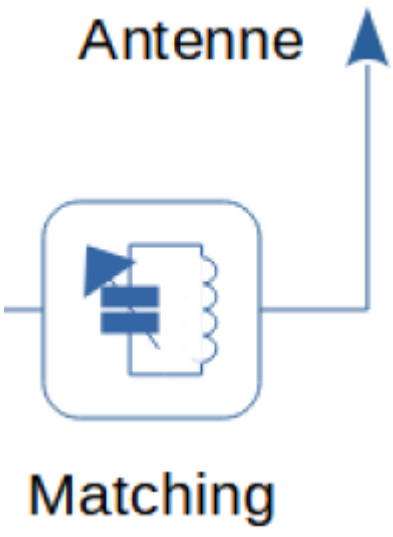
HF-Verstärker - und noch einmal größer



Wie zuvor beschrieben ist das Signal, welches dem Mischer „entkommt“ noch sehr schwach. Man könnte es zwar senden, wird damit aber keinen nennenswerten Reichweiten erzielen können. Daher wird in der Regel immer ein Sendeverstärker nachgeschaltet.

Dessen Aufgabe ist klar: Das schwache Signal möglichst verzerrungsfrei aber massiv zu verstärken und an die Antenne abzugeben. Auch heute noch verwenden Funkamateure gerne und oft externe Verstärker mit Röhren in der Schaltung - nicht, weil diese so kuschelig viel Wärme abgeben, sondern weil mit Röhren ein besonders verzerrungsarmes Signal abgestrahtl werden kann.

Matching und Antenne - raus in die Welt



Bei dem sich im Matching befindliche Schwingkreis handelt es sich erst einmal um den eigentlichen Sender. Dieser Schwingkreis „vibriert“ in der Trägerfreuenz (vom Oszillator) mit dem hinzu addiertem Nutzsignal.

Da sich dieser Schwingkreis aber in der Regel innerhalb eines Metallgehäuseses befindet, nutzt man nun die Antenne (welche elementarer Teil des Schwingkreises ist) um die elektro-magnetische Energie nach aussen abzuleiten und in den „Äther“ abzustrahlen.

Das Matching wiederum sorgt dafür, dass der Wellenwiderstand (Z, gemessen in Ohm, abhängig von der elektrischen Länge einer Antenne) von Antenne und HF-Verstärker zusammen passen. Verändert sich eine Sendefrequnz nur in geringem Maße (z.B. einem FreeNet-Handfunkgerät) kann diese Anpassung durch Bauteile mit Festwerten erfolgen.

Bei Amateurfunksendern jedoch, welche in einem Gerät über den gleichen Antennenausgang Frequenzen zwischen 0,1 und 30 MHz abgestrahlt werden, wird nun mit dem Matching eben die Antenne künstlich an den Sender angepasst.

Bei hohen Frequenzen: Skin-Effekt

Ein elektrischer Grundsatz lautet: Mit zunehmender Frequenz verlagert sich der Elektronen-Strom an die Oberfläche eines Leiters (Skin-Effekt). Dies bedeutet, das zum Beispiel im Kurzwellenbereich die Signale eines Senders im Inneren durch einen Kupferleiter fliessen.

Mit steigender Frequenz fließen die Elektronen der Funksignale jedoch zunehmend an der Oberfläche dieses Leiters. Das bedeutet, das Sender mit extrem hohen Frequenzen wesentlich komplexer aufzubauen sind. Die Leitungen, welche die hochfrequenten Ströme transportieren müssen im Gigahertz-Bereich als Hohlleiter ausgeführt werden. Lang-, Mittel- und Kurzwellensender können relativ problemlos mit herkömmlicher Kupferverdrahtung aufgebaut werden.

From:
https://notfunkwiki.de/ - **Das NOTFUNK-WIKI**

Permanent link:
https://notfunkwiki.de/doku.php?id=glossar:s:sender

Last update: **2026/03/22 19:10**