

Denys Roussel, F 6 IWF

Ein 10 GHz-FM-ATV-Sender mit dielektrischem Resonator

Für ATV-Sender auf 10 GHz werden normalerweise Oszillatoren mit Gunn-Dioden verwendet, obwohl die damit verbundenen Nachteile wie niedriger Wirkungsgrad, geringe HF-Leistung und Frequenzdrift hinlänglich bekannt sind.

Transistorisierte Oszillatoren mit MESFETs, die mit dielektrischen Resonatoren stabilisiert werden, zeigen einen Wirkungsgrad, der bei rund 20 %, gegenüber 1 bis 2 % bei Gunn-Oszillatoren, liegt und eine um den Faktor 20 bessere Stabilität haben. Weiterhin überzeugt die respektable Ausgangsleistung von 30 bis 40 mW und die Tatsache, daß dieses Konzept einfach und sicher nachzubauen ist.

1. SCHALTUNGSBESCHREIBUNG

Das Schaltbild des Oszillators ist in Bild 1 zu sehen. Der Oszillator wurde um den dielektrischen Resonator herum angeordnet, der die Form eines Zylinders hat und als Resonanzkörper mit einer Güte von 5000 bei 10 GHz arbeitet. Die Güte ist vergleichbar mit der eines guten Quarzes bei Frequenzen unter 100 MHz.

Der Resonator wird auf einer Leiterplatte in Strip-Line-Technik in unmittelbarer Nähe der Streifenleitungen platziert, die Kopplung ist im Wesentlichen induktiv. Die Frequenzabstimmung erfolgt

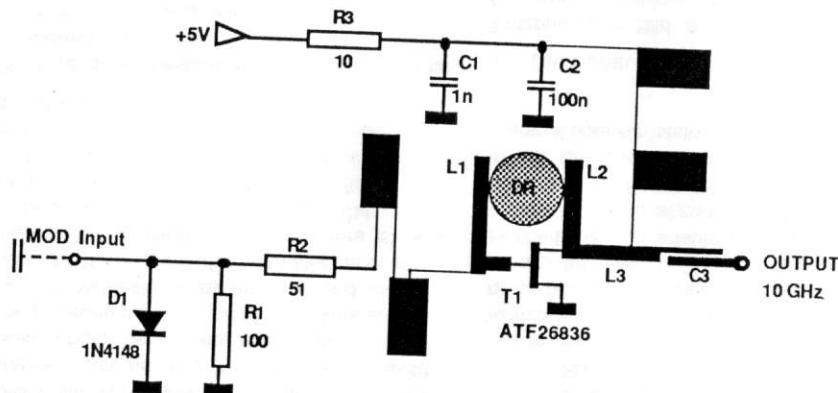


Bild 1: Oszillator-Schaltbild

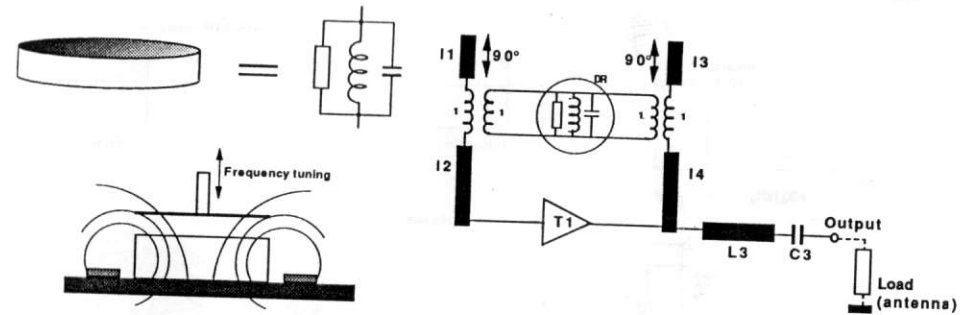


Bild 2: Ersatzschaltbild des dielektrischen Resonators und der Streifenleitungs-Induktivitäten

mittels einer Metallscheibe über dem Resonator. In Bild 2 wird das Ersatzschaltbild und die Wirkungsweise des dielektrischen Resonators gezeigt. Die zwei Streifen L1 und L2 werden in I1, I2, I3, I4 aufgeteilt und haben gegenseitige induktive Kopplung über den dielektrischen Resonator. Schwingungen entstehen nur auf der Resonanzfrequenz des dielektrischen Teils. Der Streifenleiter L3 und die Streifenleitungs-Kapazität C3 passen den Oszillatorausgang an die Antenne an.

Frequenzmodulation ist schwierig zu erzielen, speziell bei Breitband-ATV, da hier ein Hub in der Größenordnung von mindestens 8 MHz erforderlich ist. Da Varaktor-Dioden wegen ihres hohen Preises und der schlechten Verfügbarkeit

ausscheiden, ging man auf die Suche nach anderen Lösungen. Versuche mit verschiedenen Transistoren wurden gemacht; hierbei sollten die internen Kapazitätsänderungen bei Feldeffekt-Transistoren, verursacht durch Spannungsänderungen zwischen Gate und Source, getestet werden. Mehr als 20 Transistortypen von verschiedenen Herstellern wurden untersucht. Wegen seiner Modulations-Charakteristik als für besonders geeignet stellte sich schließlich der ATF26836 von AVANTEK heraus. Es handelt sich hierbei um einen MESFET im Keramikgehäuse, der für Frequenzen bis 16 GHz entwickelt wurde und in Satelliten-Konvertern Verwendung findet. Dieser MESFET ist auf dem Halbleiter-Markt verfügbar und sein Preis ist moderat.

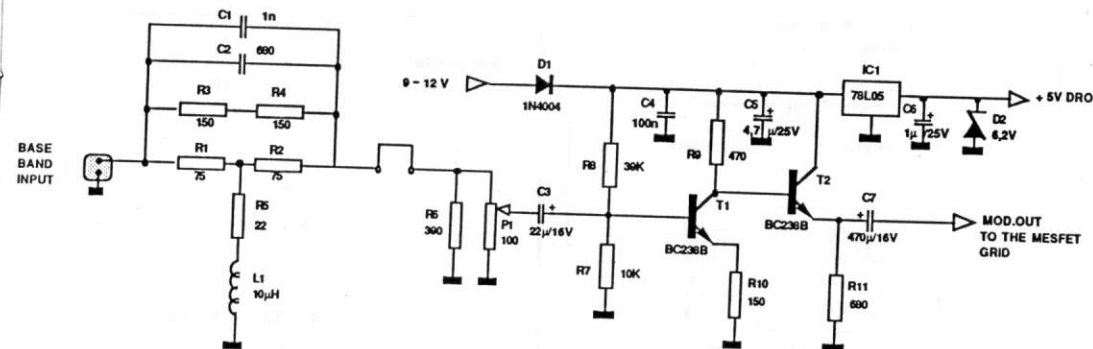


Bild 3: Schaltbild der Stabilisierung und des Modulators

Das Modulationssignal wird an das Gate des Transistors angelegt; parallel dazu liegen eine Diode 1N4148 und ein 100 Ohm Widerstand. Die Diode soll vor positiven Spannungen schützen, während der niedrige Wert von R1 parasitäre Spannungen begrenzen soll. Dadurch kann es nötig werden den Wert des Koppelkondensators für das Videosignal zu erhöhen und eine zusätzliche Verstärkerstufe in den Modulator einzufügen. Die Schaltung des Modulators ist sehr einfach (**Bild 3**): Das Basisband-Videosignal wird zuerst auf eine Preemphasis-Stufe nach CCIR 405 geführt, von wo es zu einer Inverterstufe mit T1 gelangt; eine nachfolgende Impedanzanpassung erfolgt mit T2.

Die Leiterplatte besteht aus zwei Teilen; so ist es möglich, die Platine zu teilen und die Preemphasis-Stufe wegzulassen. Dies ist dann nötig, wenn die Grundschialtung für sehr schnelle Datenübertragung verwendet werden soll.

Das Modulationssignal, das am Gate des MESFET anliegt, hat eine negative Amplitude, um die normale Richtung der Frequenzänderung zu erhalten; z.B. wird die Frequenz höher, wenn die Spannung am Modulationseingang steigt.

Die Oszillator-Schaltung wird ebenfalls von der Stabilisierungsschaltung in Bild 3 versorgt. Die Diode D1 ist eine Verpolungsschutzdiode, die Kondensatoren C4 und C5 dienen der Siebung. Mit IC 1 wird die Spannung auf +5 V stabilisiert, D2 soll aus Sicherheitsgründen die Spannung auf maximal 6,2 Volt beschränken und so den Transistor des Oszillators schützen. Um die Ausgangsleistung ein wenig zu erhöhen, kann für IC 1 auch ein Spannungsregler 78L06 und für D2 eine 6,8 V Zenerdiode eingesetzt werden. Dies ist jedoch nur ein Vorschlag und man muß äußerst umsichtig arbeiten, denn die maximale Drain-Source-Spannung des Transistors liegt bei 7 Volt.

2. AUFBAUHINWEISE

2.1. Der mechanische Aufbau

In **Bild 4** sind die verschiedenen mechanischen Teile mit Maßangaben gezeigt.

Die Schaltung selber wird mit einer Abschirmung und mit Deckel versehen, und auf ein Stück Hohlleiter gelötet. Der Hohlleiter ist an einer Seite geschlossen; an der anderen Seite wird ein WR 75-Flansch angelötet. Der WR 75-Standard wurde gewählt, da er an allen TV-Satelliten-Konvertern (Ku-Band) verwendet wird. Er arbeitet herab bis 10 GHz, was auch die untere Frequenzgrenze für diese Größe von Hohlleiter ist. Der Hohlleiterflansch erlaubt eine direkte Kopplung an das Horn und ist zudem wetterfest. Trotzdem sollte man für Portabeinsatz die ganze Einheit in ein Gehäuse aus z.B. Epoxy-Leiterplattenmaterial oder Kunststoff einbauen.

2.2. Der Hohlleiter

Entsprechend Bild 4 wird der Hohlleiter aus 0,5 mm Weißblech zugeschnitten, gebogen und die Kanten aneinander gelötet. Als nächstes wird in der Nähe der zugelöteten Seite ein Loch für den Antenne angezeichnet und gebohrt. Dabei sollte das Innere des Hohlleiters geschützt werden. Der Eingangsflansch wird ausgeschnitten, gebohrt, auf den Hohlleiter gepaßt und sauber verlötet. Der Flansch sollte zusammen mit dem Hohlleiter einen planen Abschluß ergeben. Die vier Hutmutter werden nun auf den Flansch gelötet, wobei auf Dichtigkeit zu achten ist. So wird erreicht, daß die komplette Einheit für Portabelbetrieb dicht und wetterfest verschlossen werden kann.

2.3. Der Schaltungs-Block

Die Leiterplatte (Maße 22 mm x 40 mm) kann anhand des Layouts (**Bild 5**) auf einer Teflon-Leiterplatte hergestellt werden. Die Kupferflächen werden anschließend auf beiden Seiten versilbert. Für die Masse-Anschlüsse des Transistors T1 werden 1,3 mm Löcher gebohrt. Um die gesamte Schaltung herum und für die Anschlüsse der +5 V-Versorgung und des Modulationssignals werden 0,8 mm-Löcher gebohrt.

Die Masseanschlüsse des Transistors werden mittels 1,2 mm-Silberdraht auf der Kupferseite verlötet. Auf der Leiterbahnseite werden die Masseanschlüsse des Transistors kurz abgeschnitten und auf eine Länge von 0,2 bis 0,4 mm

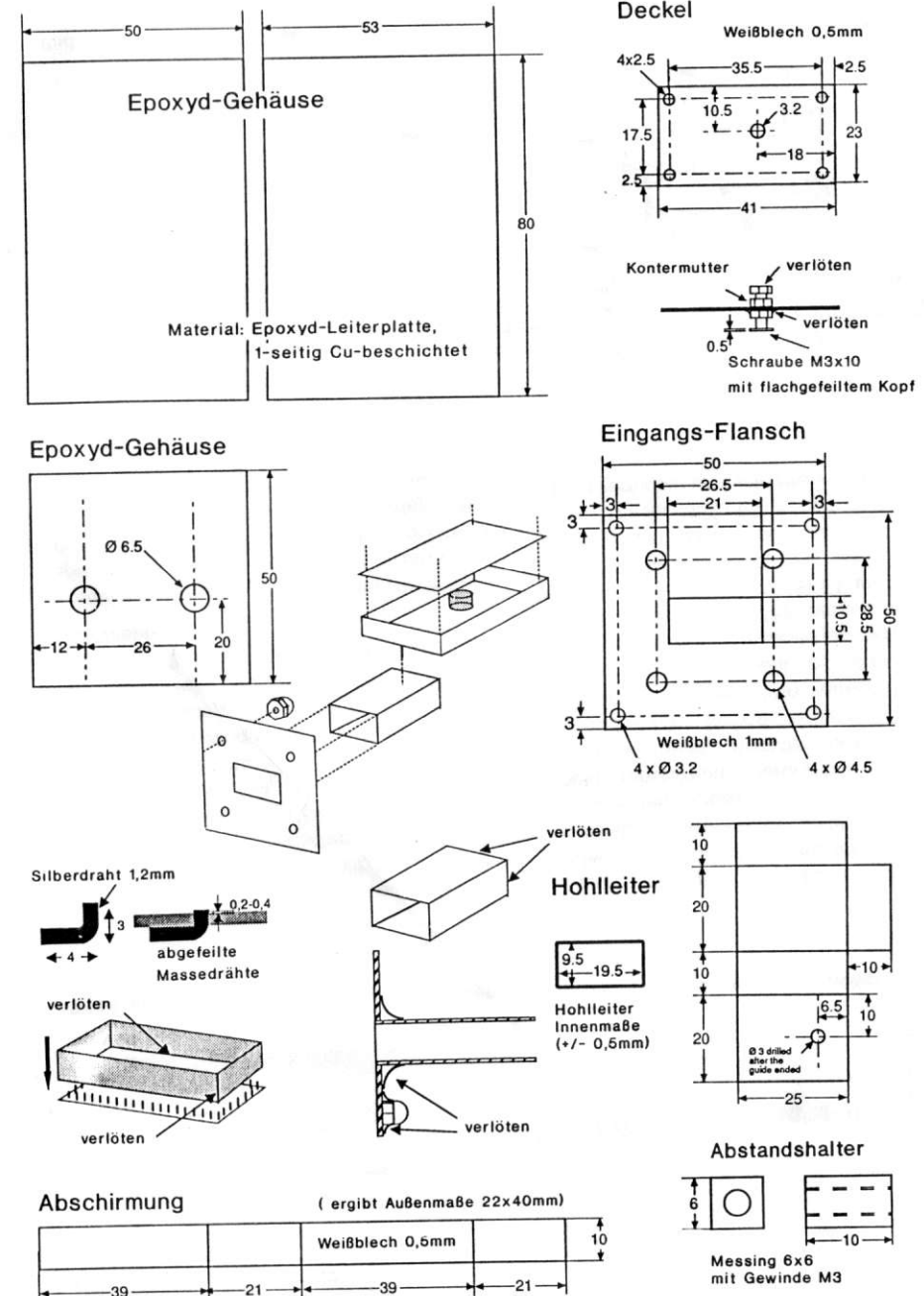


Bild 4: Mechanische Teile mit Maßangaben