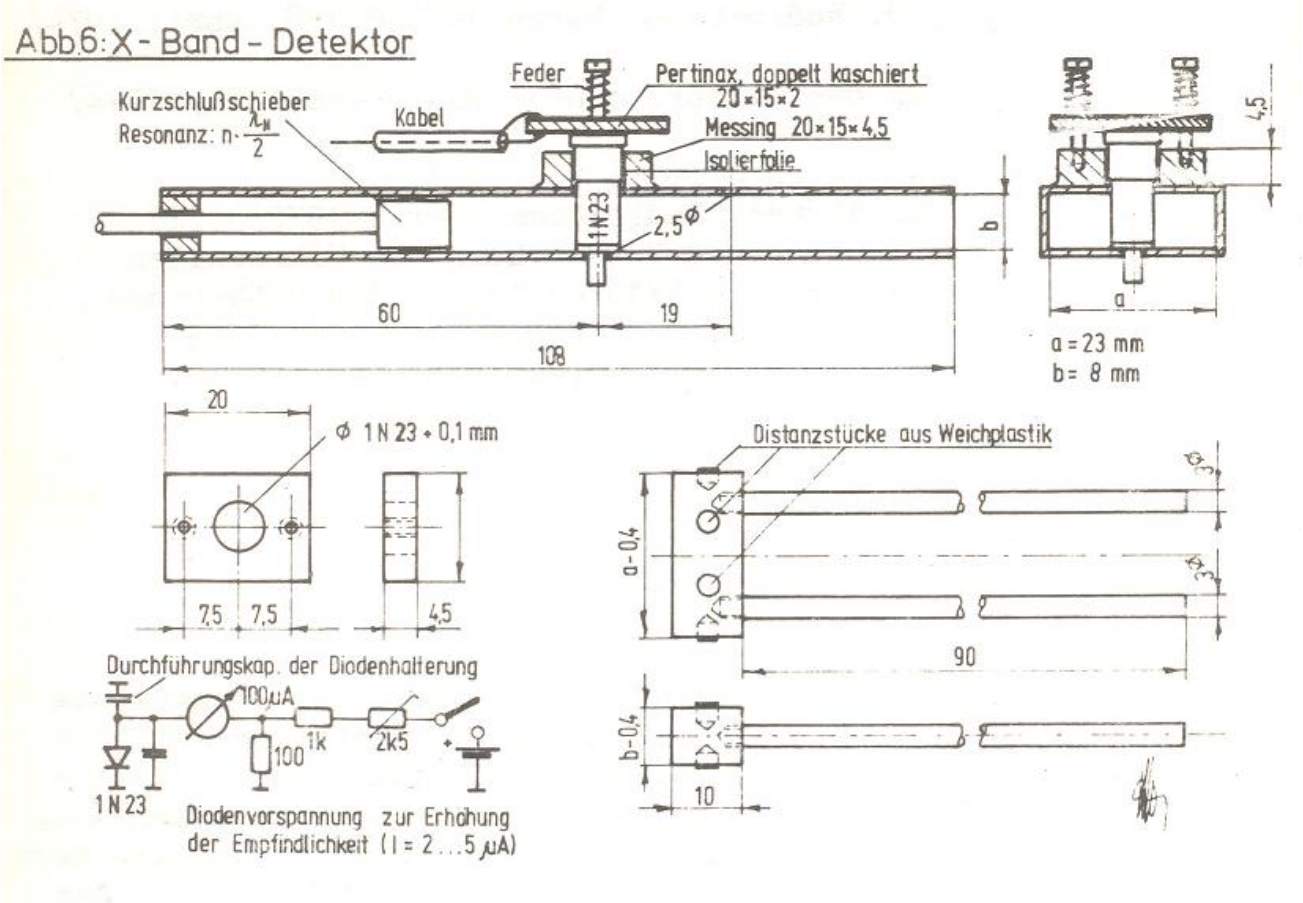
Inhaltsverzeichnis

1. Datei:X band detector.JPG 2
2. Benutzer:OE3WOG 3
3. GUNN-Plexer 4

Datei:X band detector.JPG

- Datei
- Dateiversionen
- Dateiverwendung

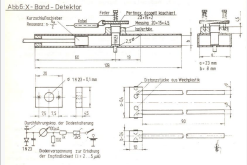


Größe dieser Vorschau: 800 × 559 Pixel. Weitere Auflösungen: 320 × 224 Pixel | 826 × 577 Pixel.

Originaldatei (826 × 577 Pixel, Dateigröße: 62 KB, MIME-Typ: image/jpeg)

Dateiversionen

Klicken Sie auf einen Zeitpunkt, um diese Version zu laden.

	Version vom	Vorschaubild	Maße	Benutzer	Kommentar
aktuell	13:55, 15. Okt. 2009		826 × 577 (62 KB)	DK8WOG (Diskussion | Beiträge)	

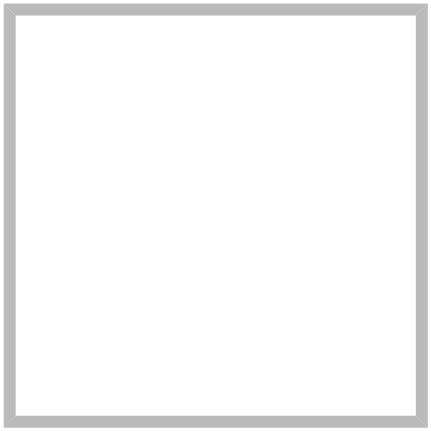
Sie können diese Datei nicht überschreiben.

Dateiverwendung

Die folgende Seite verwendet diese Datei:

- GUNN-Plexer

Wolfgang, OE4WOG



Anrede	Herr
Name	Wolfgang, OE4WOG

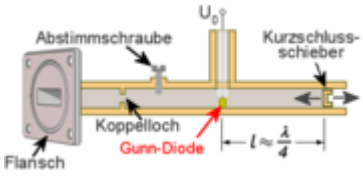
Wolfgang, OE4WOG

Anrede	Herr
Name	Wolfgang, OE4WOG

GUNN-Plexer

• „ Das GUNN Element „ die zweite Gerätegeneration für 10GHz (3cm Band)

Das GUNN Element ist ein Halbleiter mit nur zwei Anschlüssen und ähnelt im mechanischen Aufbau einer Diode, da die Anschlüsse des Elements als Anode und Kathode bezeichnet werden spricht man oft fälschlicherweise von einer GUNN Diode. Das GUNN Element trägt den Namen seines Entdeckers, John B. Gunn. (1963)



Der Aufbau des GUNN Elements besteht aus hintereinander geschalteten unterschiedlich dotierten Materialen, wie Galliumnitrid bzw. Indiumphosphid. Diese Materialien stellen eine Elektronenfalle dar, es entsteht eine Art negativer Widerstand, die Elektronen werden gestaut und wandern in Schüben durch das Element.

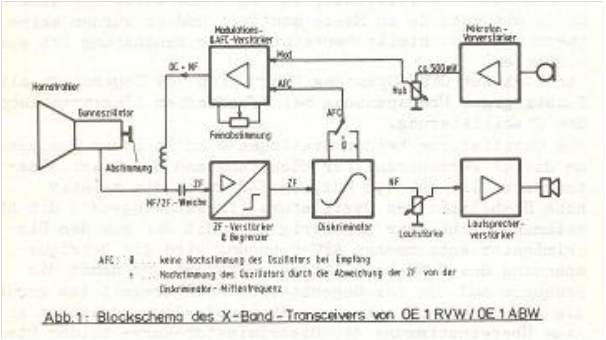
Mit GUNN Elemente können Frequenzen von 2 bis 150 GHz erzeugt und Ausgangsleistungen bis zu 1 Watt erreicht werden. Der Wirkungsgrad (DC Eingangsleistung zu HF Ausgangsleistung) ist dabei durchaus akzeptabel. Wird das Element in einem Resonator betrieben, bestimmen dessen Innenabmessungen die Arbeitsfrequenz.

Gegenüber dem Klystron hatte das GUNN Element den Vorteil, ein sehr kleines aber doch leistungsfähiges Bauteil zu sein, das mit weit geringerem Stromversorgungs-Aufwand betrieben werden konnte, am Markt verfügbar und vom Preis erschwinglich war. Mit dem Einsatz von GUNN Elemente begann das „Goldene Zeitalter des 3cm Bandes“.

Das GUNN Element löste das Klystron als HF Herzstück in 3cm Anlagen ab, das Übertragungsprinzip "Durchblasemischer" und WBFM blieb zwar erhalten, jedoch konnte im Bezug auf Frequenzabstimmung, Automatic Frequency Conrol(AFC) und Modulationseigenschaften ein Quantensprung an Verbesserungen erreicht werden. Weiters war man endlich in der Lage, handliche 3cm Transceiver für den portabel Betrieb herstellen zu können.

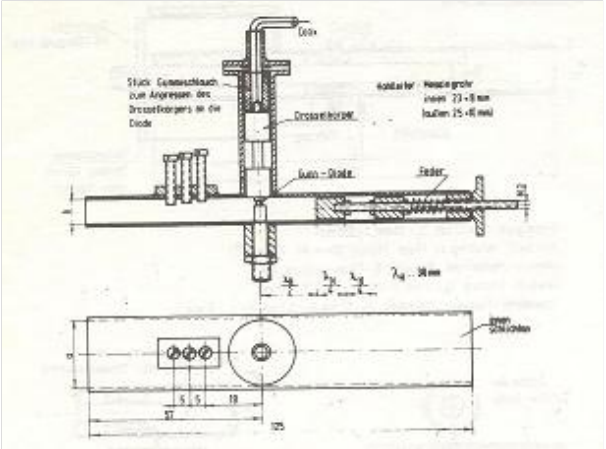
• die 3cm GUNN-Plexer Anwendungen...

In OE begann der Amateurfunkmäßige Einstieg auf dem 3cm Band mit der Verfügbarkeit der GUNN Elemente. Als Pioneer der ersten Stunde ist OM Richard Vondra, OE1RVW zu nennen.



OE1RVW 3cm Gunn Blockschaltbild

Richard baute in den 70er Jahren des 19ten Jahrhunderts die ersten 3cm GUNN Transceiver, mechanische Absorptionswellenmesser, 30 MHz Testloop Einrichtungen und Eichmarkengeber für die Optimierung Seiner selbstgebauten 3cm Geräte. OE1RVW und OE1ABW führten das Erst QSO auf dem 3cm Band in OE über eine Entfernung von 1,5km durch.

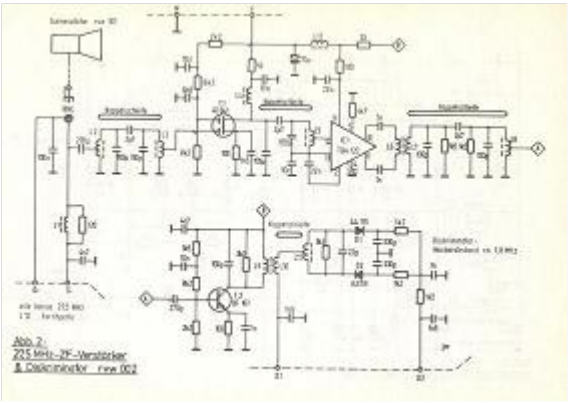


OE1RVW GUNN Mechanik

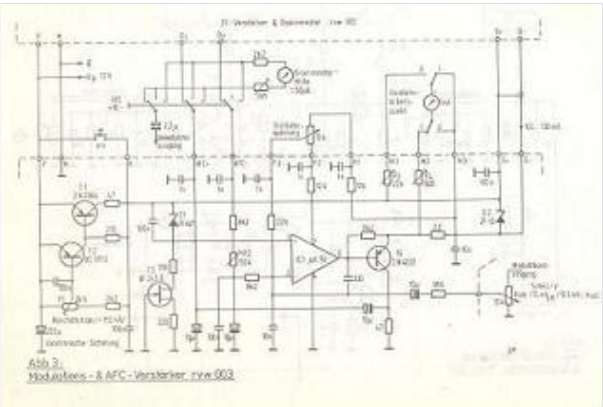
Der TX/RX Teil dieser von OE1RVW gebauten ersten Transverter-Generation aus dem Jahre 1976 bestand nur aus dem GUNN Element selbst, das gleichzeitig zur Erzeugung der Ausgangsfrequenz, als Sender und als Empfangsmischer verwendet und in einem Hohlleiter Resonator eingebaut wurde.

Die Versorgungsspannung des GUNN Elements wurde zur Erzeugung der Moulation mit der NF Spannung beaufschlagt was in der Praxis eine Mischung von FM und AM Modulation ergab. Gleichzeitig konnte mit geringer Änderung der GUNN Versorgungsspannung eine gewisse Feinabstimmung der Endfrequenz erreicht werden.

Als Resonator wurde ein Messing Vierkantrohr mit den Innenmaßen von 23x8mm aus der Möbelfertigung verwendet. Diese Abmessungen kamen dem Industriellen Hohleitertyp WR90 (8 bis 12 GHz) am nächsten.



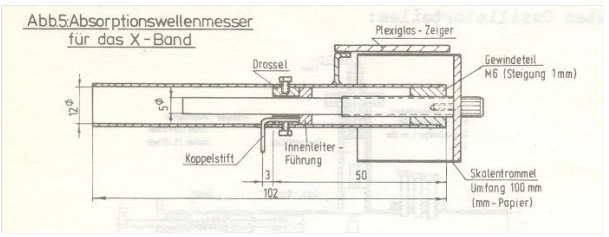
27MHz FM ZF Stufe mit Demodulator



AFC und Modulator

Dem
GUNN Element nachgeschaltet war ein breitbandiger 27MHz ZF-Verstärker mit einem Diskriminator Höckerabstand von 1,8 MHz. Diese große Bandbreite war notwendig um einerseits die hohen Frequenzhübe von ca. 500KHz zu bewältigen und andererseits der von beiden Stationen erzeugten Frequenzunstabilität einigermaßen entgegenzu wirken.

Die vom Diskriminator abgegriffene DC Spannung wurde zur Erzeugung einer AFC (Automatic Frequency Control) Spannung verwendet um die Frequenzdrift der eigenen bzw. der Gegenstation ausgleichen zu können. Dabei genügte, dass nur eine Funkstation die AFC eingeschaltet hatte. Das de-modulierte Audiosignal wurde in einer NF Stufe verstärkt, die Wiedergabe erfolgte über Kopfhörer damit keine Audiorückkopplung über das Mikrophon (wegen des Duplexbetriebes war man ja immer auf Sendung) auftreten konnte.

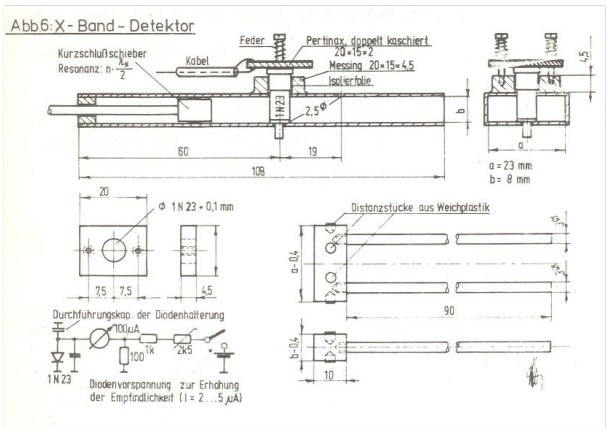


X Band Wellenmesser

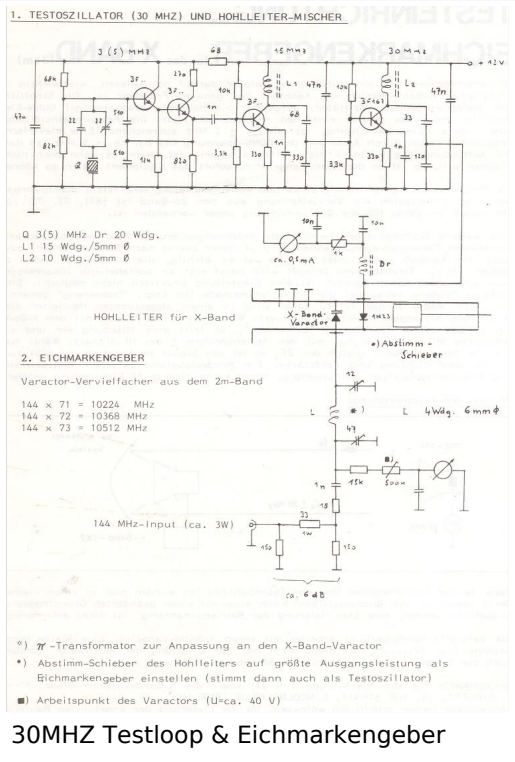
Nachfolgend sind die von OE1RVW gebauten Hilfsmittel zur Optimierung und Frequenzmessung von 3cm GUNN Transceivern dargestellt. Diese Zusatzgeräte wurden in den Jahren von 1976 bis 1980 entwickelt und wurden auch in der QSP veröffentlicht.

Um die Endfrequenz auf dem 3cm Band zu prüfen mußte man sich einen Wellenmesser selbst anfertigen. Frequenzzähler für den Frequenzbereich über 10GHz standen den Funkamateuren damals nicht zur Verfügung. Der Wellenmeser bestand üblicherweise aus 2 Teilen: a) dem Absorptionskreis (Bild links) und b) dem X Band Detektor (Bild rechts). Der Detektor koppelte über eine Sonde in den Hohlraumresonator des Wellenmesers ein. Wurde ein 10GHz Signal in den Absorptionskreis eingespeist, so konnte mit der Kurzschlußschieberspindel auf maxima und minima Pegelanzeige abgestimmt werden. Am Wellenmesser war eine in kalibrierte Trommelskala befestigt an der man die Zwischenabstände der Dips in mm ablesen konnte. Das Längenergebnis wurde dann auf die Frequenz umgerechnet.

Diese Methode war natürlich nicht sehr präzise aber man konnte in der Praxis eine Frequenzablesegenauigkeit von ca. +/-50MHz, abhängig von der mechanischen Präzision der Kurschlußschieberspindel, erreichen. Immerhin wußte man ob man (noch) im zugewiesenen Frequenzband war.



X Band Detector

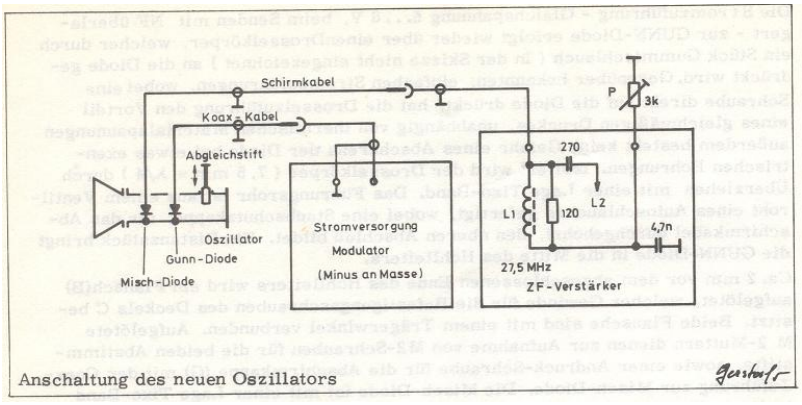


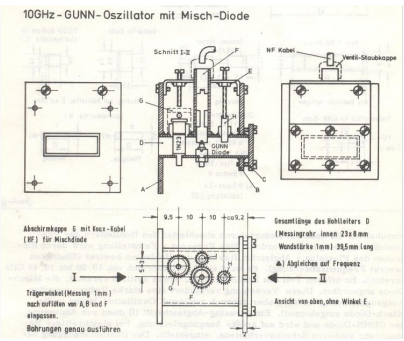
30MHZ Testloop & Eichmarkengeber

Eine
weiteres Hilfsmittel war die 30MHz Testloop Einrichtung, die auch in der kommerziellen Richtfunktechnik, jedoch für eine ZF von 70MHz verwendet wurde. Damit konnte man ohne Gegenstation das ausgesendetes HF Signal wieder rück-empfangen und damit vor allem die Modulationseigenschaften überprüfen.

Dazu wurde ein 30MHz HF Signal auf eine im Hohlleiter montierte Mischdiode gelegt. Wurde ein 3cm HF Signal von einem GUNN Oszillator in den Hohlleiter eingekoppelt dann mischte die Diode das Eingangssignal mit dem 30MHz Signal und es entstanden als Mischprodukte im 3cm Band zwei Seitenbänder im Abstand von je 30MHz. Damit konnte das eigene ausgesendete Signal wieder rück-empfangen und beurteilt werden, sofern die eigene ZF bei 30MHz lag.

Mit der Installation einer Varaktordiode im Hohlleiter der Testloop Einrichtung konnte man die 72. te Oberwelle eines 2m Signal (144 MHz)auf 10.368 MHz erzeugen und hatte damit eine einigermaßen stabile HF Signalquelle (HF Generator) zur Überprüfung des eigen 3cm Empfangsteils zur Verfügung. Man sieht schon, auch damals waren wir nicht auf beiden Augen blind.



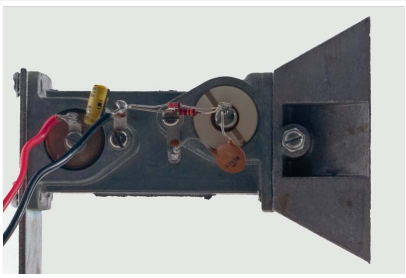


OE1RVW GUNN mit Mischdiode; Konstruktion

Mit dem GUNN Element als Selbstschwingende Mischstufe war die RX Empfindlichkeit jedoch nicht besonders hoch und die erzielten Reichweiten waren eher bescheiden. Das GUNN Element wurde generell nicht als Empfangsmischer konzipiert und besitzt weder gute Rausch noch Mischereigenschaften.

Um die RX Empfangseigenschaften zu verbessern wurde eine separate Mischerdiode (Typ 1N23 o. ä.) eingesetzt. Das GUNN Element wurde nur mehr zum Senden und als LO verwendet. Das brachte eine Verringerung der Rauschzahl von mehr als 6db, was eine Verdoppelung der Reichweite bedeutet. Richard, OE1RVW hat diese Version ebenfalls in der QSP beschrieben, das Bild links zeigt das Blockschaltbid des Gunn Oszillators erweitert um die Mischdiode, das Bild rechts zeigt die mechanischen Konstruktion des GUNN Oszillators, angelehnt an die Baubeschreibungen aus der RSGB.

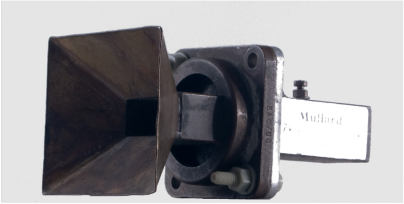
Das Photo links zeigt einen Nachbau nach OE1RVW durchgeführt von OE3JS und OE3WOG aus dem Jahre 1977. Als Hohlleiter wurde ebenfalls Messing Möbelprofil verwendet, anstelle des Fahrradventils zur Kontaktierung der Mischerdiode wurde bereits eine SMB Koax Verbindung verwendet.



9GHz Modul von Solfan

Die mechanische (grobe) Frequenzzabstimmung erfolgte über einen Plexiglasstab der über ein Spindel angetrieben in den Hohleiterresonator eintauchte. Diese Gunn-Plexer Version war noch nicht für eine separate Varaktordiode ausgelegt und war nur mit dem Gunn Element und einer Mischdiode ausgerüstet. Die Feinabstimmung der Arbeitsfrequenz wurde durch geringfügige Veränderungen der GUNN Versorgungsspannung durchgeführt.

Das GUNN Element war im hinteren Teil des Resonatorraums untergebracht während die Mischdiode weiter vorn am Hohlleitereingang positioniert wurde. Ein Teil des vom GUNN Element erzeugten HF Signals wurde in davor angeordnete Mischerdiode eingekopplet. Dies führte zu der Bezeichnung "Durchblasemischer" da ein Teil der vom GUNN Element erzeugten HF Energie für die Mischdiode als LO Signal abgezweigt wurde. Die Antenne wurde an der offenen Seite des Resonators angeflanscht.



9GHz Bewegungsmelder von Mullard

Die fallweise als Surplus Material erhältlichen Bewegungsmelder und Radardetektoren ließen sich in gleicher Weise modifizieren und als 3cm WBFM transceiver einsetzen. siehe Bilder: Solfan & Mullard

In Folge kamen immer bessere GUNN Module auf dem Markt. Diese Geräte, grundsätzlich auch für den Einsatz als Bewegungsmelder konzipiert, wurden von den Mikrowellen Amateuren sofort für deren Zwecke adaptiert und als 3cm WBFM GUNNPlexer eingesetzt. Der Vorteil dieser Geräte war der Umstand dass diese als funktionsfähiges "Package" meist bereits mit einer Antenne (Rechteckhorn) angeboten wurden und daher der Einsatz als 3cm WBFM Transceiver technisch nicht besonders anspruchsvoll war. Es entfiel damit die etwas mühsame mechanische Anfertigungund das Gerät musste nur mehr auf die Amateurfunkfrequenz von 10.500 MHz abgestimmt werden.

Der GUNN-Plexer von AEI

Bedingt durch die Verfügbarkeit von "fertigen" GUNN-Plexern stieg die Akzeptanz und das Interesse für das 3cm Band in Amateurkreisen schlagartig an. In den späten 70er und Anfang der 80er wurden viele Baubeschreibungen in DL, UK und USA veröffentlicht wobei sich das Hauptaugenmerk dann nur mehr auf die ZF Schaltung, dem Modulator, der AFC und der Antenne richtete.

Die typischen Kenndaten einer 3cm GUNN-Plexer Station aus damaliger Zeit sind:

```
Frequenzbereich:       10.000 bis 10.500MHz
Ausgangsleistung:        10 bis 20mWatt (+10 bis +13dbm)
Frequenzhub:                100 bis 250KHz
RX Rauschzahl:                12db
ZF Frequenz:                30MHz (fester Duplexabstand)
ZF Bandbreite:                300 bis 500KHz
RX Sensitivity:        4microVolt (-95dbm)bei 12dbS/N
Antennengewinn:        17db (Hornantenne)
```

Der „System gain“ einer solchen Einrichtung (bei 12dbS/N)beträgt daher 10+95 = 105db. Das „Link Budget“ für 12dbS/N beträgt somit 2*17+10+95 = 139db. Zwei gleich ausgestattete Stationen konnten somit bei ca. 12db Signal-Rauschabstand (S/N) eine Funkstrecke von ca. 50km überbrücken. Voraussetzung ist natürlich ein „line of sight“ Pfad (LOS), erweitert um eine freie Fresnelzone.

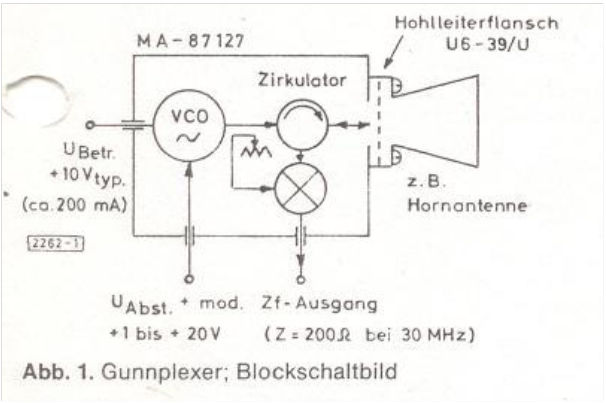
Es dauerte nicht lange bis die Rechteck–Hornantennen durch Parabolantennen und die zum Teil unempfindlichen Original Mischerdioden durch besser Dioden vom Typ 1N23E ersetzt wurden. Mit dieser Mischdiode konnte die System-NF auf unter 10db gedrückt werden. Parabolantennen mit ca. 48cm Durchmesser (z.B. Procom) haben einen Gewinn von ca. 30db, das bedeutet gegenüber der Hornantenne eine Steigerung der Strahlungsleistung (ERP) von mehr als das dem 20fachen. (+13db)

Allerdings kam nun ein weiterer Aspekt hinzu, die Erhöhung der Strahlungsleistung wurde mit einem kleineren Öffnungswinkel der Antenne (im Azimut als auch in der Elevation) erkauft. Hatte das 17db Horn noch einen 3db Öffnungswinkel von ± 22°, so verengte sich der 3db Öffnungswinkel beim 48cm Parabol im 3cm Band auf ± 4,8°. Damit wurde die Antennenausrichtung zur Gegenstation eine weitere Herausforderung an die Operatoren und ist es bis heute auch geblieben.

Das „Link Budget“ wird jedoch bei beidseitiger Verwendung von 48cm Parabolantennen auf 2*30+10+95 = 165db gesteigert. Damit könnte theoretisch eine Entfernung von ca. 700km überbrückt werden, allerdings ein "line of sight" (LOS) Pfad wegen der Erdkrümmung terrestrisch nicht möglich.

Der GUNN-Plexer MA-87127

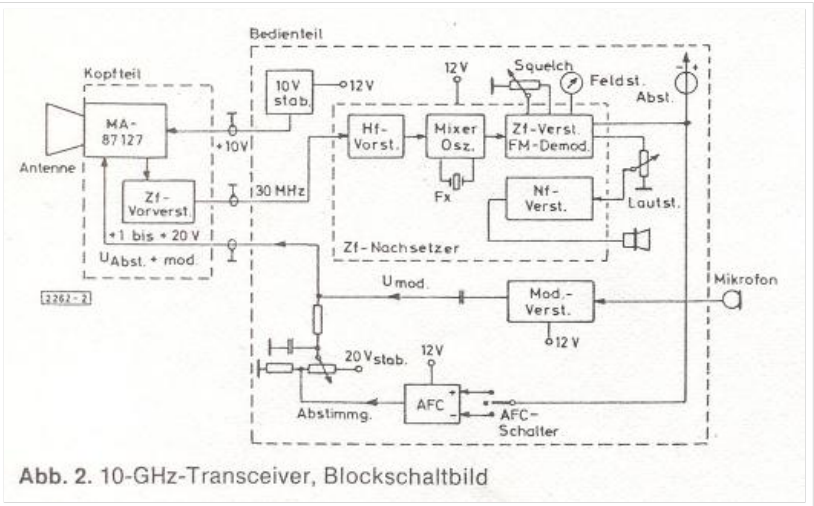
Dieses Modul der Firma Microwave Associates Inc. war der Renner unter den kommerziell erhältlichen GUNN-Plexer.



Blockschaltbild MA87127

Das Modul wurde anschlussfertig und mit einem 17db Rechteckhorn geliefert, damit entfielen die Mechanischen und Messtechnischen Anforderungen und man konnte ohne spezielle Kenntnisse der Mikrowellentechnik auf dem 3cm Band QRV werden.

Der Aufbau des MA 87127 bestand aus einem Hohlleiterresonator mit den Innenmaßen eines WR90 Hohlleiters, dem eingebauten GUNN Element, einer mechanischen Grob-

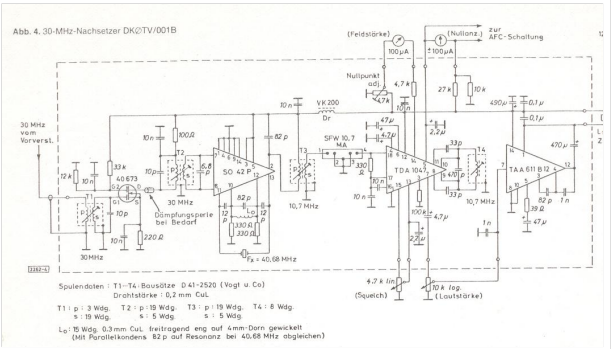


Blockschaltbild 3cm WBFM Transceiver mit MA87127

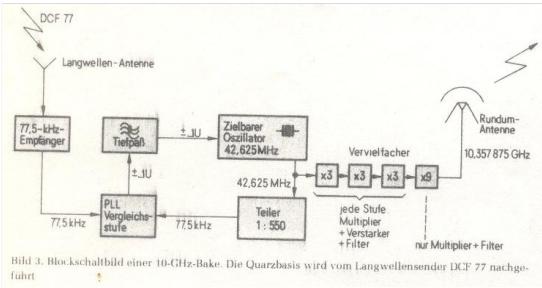
Frequenzeinstellung (Schraube),
einem Zirkulator zur Entkopplung des Sende und Empfangspfades, einer Mischdiode und einer Varaktordiode welche für die Frequenz-Feinabstimmung und für die Modulation verwendet wurde. Für die richtige Entkopplung zwischen Mischdiode und dem Gunn Element sorgte ein eingebauter Ferrit Isolator, weiters war der hinten liegende Resonatorrraum mit einer im Hohlleiter angeordneten Iris (Lochblende) zusätzlich entkoppelt was die Frequenzstabilität des freischwingenden GUNN Oszillators um einiges verbesserte.

Als ZF Frequenznorm hat sich nach langen Hin und Her eine ZF-Frequenz von 30 MHz durchgesetzt. Der Frequenzhub wurde auf 75 bis 100KHz Spitzenhub zurückgenommen, damit konnte im Empfänger eine 2.te ZF von 10,7MHz mit „schmalen“ Keramikfilter aus UKW Rundfunkgeräten, eingesetzt werden.

Nachteilig war, dass diese Systeme nur in FM moduliert werden konnten und Schmalbandbetrieb auf Grund der auf 10 GHz freischwingenden Oszillatoren nicht möglich war. Der MA 87127 wurde mit einer relativen Frequenzstabilität von 3,5 * 10¯5 /°C angegeben. Das bedeutet in der Praxis eine Frequenzdrift von ca. 350 KHz für eine Temperaturänderung um 1°C. Der Einbau einer AFC



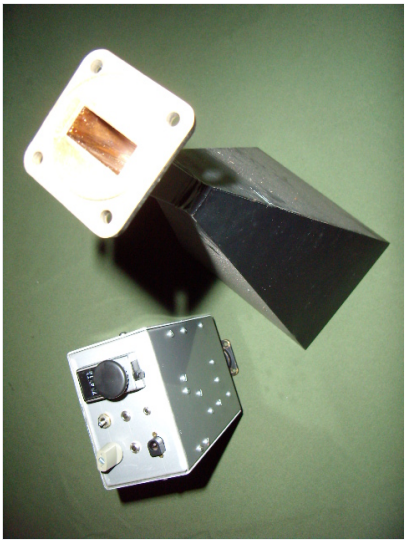
30MHz ZFStufe



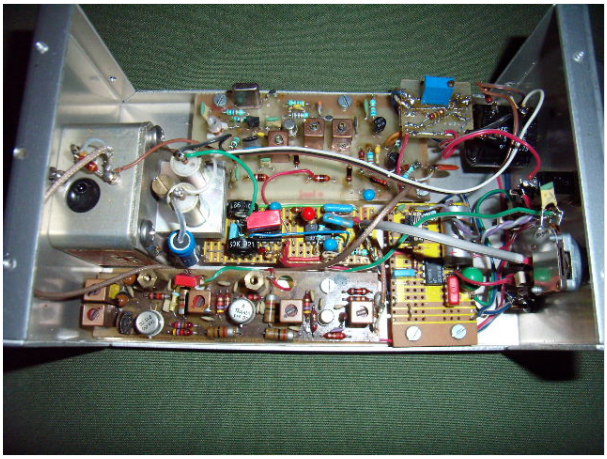
Anbindung an eine DCF77 Referenz

war daher unumgänglich. Die AFC konnte zwar das Problem der absoluten Frequenzunstabilität nicht verhindern, jedoch erlaubte es die Anbindung der einen Station an die Gegenstation. Damit wurde das Auseinanderdriften vermieden. Trotzdem war es erstmals mühsam das Signal der Gegenstelle überhaupt zu finden. Man überlegte diverse Konzepte um die freilaufenden GUNN Oszillatoren an eine Referenz anzubinden. In DL wurden Anbindungen von 3cm Frequenzbaken an die DCF77 Referenzfrequenz durchgeführt. Damit die AFC einwandfrei funktionierte (Fangbereich) brauchte man ein Nutzsignal dass im Empfänger einen Signal/Rauschabstand von ca. 20db S/N lieferte. Die AFC durfte natürlich nicht auf den hohen Hub der Frequenzmodulation ansprechen.

Das Bild links zeigt Front und Rückseite der beiden 3cm Gunnplexer von OE3WRA. Die Antennen sind mit Kunststofffolie gegen Wind und Feuchtigkeit geschützt. Die Antenne ist direkt mit dem MA87127 Gunnplexer verschraubt. Hier wurden bereits Normflansche passend für WR90 vorgesehen was diverse Messungen mit kommerziellen Meßgeräten wesentlich erleichterte. Die Steuerung des Transceivers, ZF Stufe und Modulator befinden sich im unten angebrachten Blechgehäuse. Auf der Frontplatte befinden sich die Anschlüsse für Mikrophon, Kopfhöhrer, etc. Mit dem 10Gang Poti wurde die Abstimmspannung für die Varaktordiode eingestellt und wurde auf einem der drei an der Frontplatte befindlichen Instrumente angezeigt. Einmal kalibriert, diente diese dann als grobe Frequenzanzeige. Auf Grund der relativ großen Öffnungswinkel der 17db Rechteckhörner war die Einstellung der Antennnerichtung (Azimut & Elevation) nicht besonders kritisch und man konnte ohne Antennendreheinrichtungen im Portabel Betrieb auskommen.



Das Bild links zeigt einen 3cm WBFM MA87127 Gunnplexer von OE3WOG, anstelle des Instruments wurde am 10 Gang



Potentiometer ein 3stelliges mechanisches Zählwerk angeordnet. Für die Einstellung der Frequenz war eine Tabelle notwendig. Das Rechteckhorn ist aus Weißblech angfertigt und sollte rechnerisch ca. 27db Gewinn aufweisen. Das Bild rechts zeigt den Innenaufbau des Gunn Transceiers mit dem MA87127 und der Umsetzung von 30 MHz ZF auf eine 10,7MHz ZF Stufe. Ganz links befindet sich der GUNN-Plexer, auf der Bodenplatte sind der 30 MHz Konverter, die 10 MHz ZF, der Modulator und die NF Stufe angeordnet.

Die nächste (Transverter) Generation

Im Jahre 1977 stellte Claus Neie, DL7QY im Dubus Magazin einen Selbstbau Schmalband Transverter für das 3cm Band vor. Dieser Transverter war in der Herstellung eine hohe technische Herausforderung. Als Nachsetzer wurde eine ZF von 1.296MHz (23cm Band) gewählt, nachdem in dieser Zeit keine 23cm Allmmodegeräte verfügbar waren musste auch in der ZF

Ebene ein Transverter eingesetzt werden um Schmalbandbetrieb in SSB/CW/NBFM durchführen zu können. Als Endstufe wurde noch eine Wanderfeldröhre verwendet. Sämtliche anderen Funktionsstufen waren bereits mit Transistoren bestückt. Dieser Transverter "Urahn" war auf Grund seiner Komplexität zwar für den Serienbau nicht geeignet, zeigte jedoch das mögliche Potential. Gegenüber den WBFM Systemen war nun eine Leistungssteigerung von ca. 30db möglich. Weitere Transverter mit Halbleiterbestückung wurden durch einzelne Funkamateure und von Firmen (SSB-Electronic, Kuhne electronic, G3WDG, DEMI, etc.) in DL, UK und in den USA entwickelt und in diversen Radio Magazine (Dubus, UKW-Berichte, QST, etc.) vorgestellt. Diese Konzepte läuteten das Ende der GUNN-Plexer Ära ein.

Text von OE3WOG

weiter >>

zurück zu Das Reflexklystron

zurück zu Die Entwicklung der Mikrowelle im Amateurfunk