

The Experiments Of Injection Locking

by JA 1 DGF, I. Yoneno

Verstärkung durch Injektion - Ein Experiment

E. 1.) The injection locking is the capture or synchronization of a free-running oscillator by a weak injected signal at a frequency close to the natural oscillator frequency or one of its subharmonics. In other words, a free running oscillator can be used to amplify a low level FM wave (not suitable for linear amplifiers). Amplification of FM wave is achieved by venture of the locking gain.

D. 1.) Nach dem "Injection Locking" Prinzip können freischwingende Oszillatoren gerastet oder synchronisiert werden, indem ein schwaches Injektionssignal, oder eines der Subharmonischen dieses, in dichter Nähe des freischwingenden Oszillators plaziert wird. Mit anderen Worten, ein freischwingender Oszillator kann zur Verstärkung eines schwachen FM-Signals (nicht für Linearbetrieb geeignet), benutzt werden. Die Verstärkung des FM-Signals wird durch die Leistungsdifferenz des freischwingenden Oszillators und dem Injektionsoszillator, als auch durch die "Rastverstärkung" des Circulators, bestimmt.

E. 2.) Fig.1 shows basic block diagram of injection synchronization amplifier in amateur use.

D. 2.) Fig.1 zeigt ein Blockschaltbild eines Injektions-Verstärkers für Amateurgebrauch.

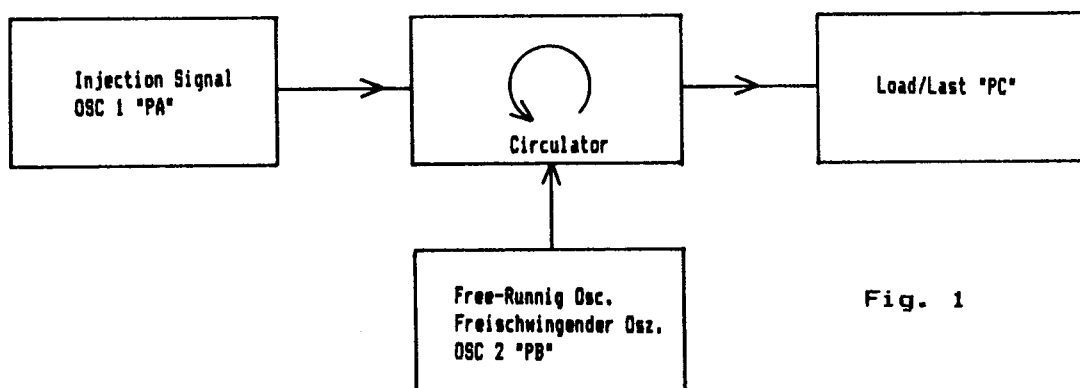


Fig. 1

When PA= Outputpower of injected Signal/Ausgangsleistung vom Injektionssignal
 PB= Outputpower of Free-Running Osc./Ausgangsleistung vom freischw. Osz.
 PC= Total output power/Gesamtausgangsleistung
 Then PC= PA+PB

E. 3.) It is necessary to obtain a circulator for this experiment. We use two V-771AA Gunn Diodes. The one is used for OSC. 1 (injected oscillator) and the other is used for the free-running oscillator, whose Gunn diode is changed to GD311B (Toshiba) producing 50 mW output power. They are assembled as shown in Fig. 2 and Fig. 3.

D. 3.) Für dieses Experiment benötigt man einen Circulator und zwei Gunn Dioden Oszillatoren (Osz. 1 mit V-771AA und Osz. 2 -freischwingender Osz. mit GD311b/Toshiba, welcher 50 mW Ausgangsleistung produziert). Die Montage ist aus den Bildern 2 und 3 ersichtlich.

第2図 10GHz注入同期増幅器 実験①

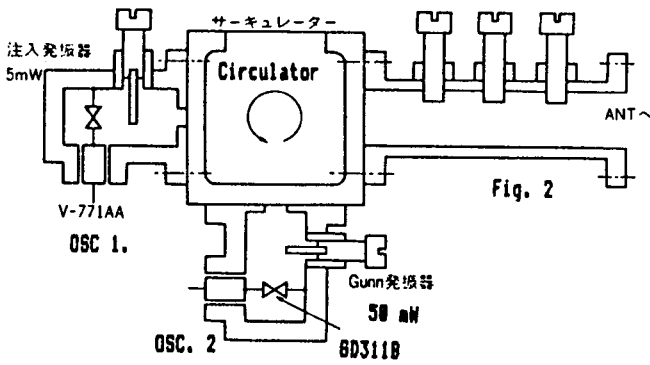


Fig. 2

第3図 10GHz注入同期増幅器 実験②

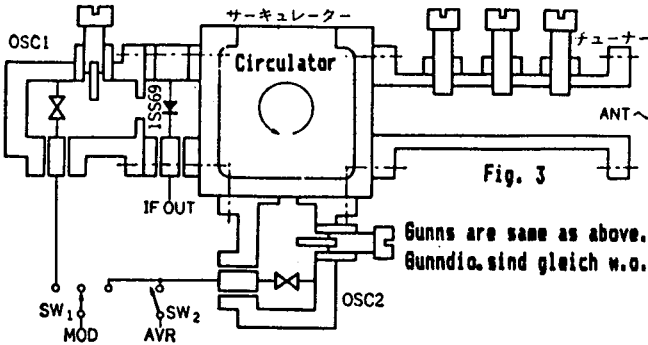


Fig. 3

E. 4.) At first only OSC 1 is operating and its frequency is measured. Next, OSC 2 is set to operation and change its frequency higher and lower to determine the bandwidth of interlocking. When using high Q type Gunn-oscillators, as in Fig 4, the bandwidth is narrow, abt. ± 10 MHz is obtained. When using low Q types (Fig. 5, it is wider, abt. ± 33 MHz is obtained. When synchronized at slightly higher frequency than the frequency of OSC 1, the output power is higher than in case of the reverse condition.

D. 4.) Zuerst ist nur der Osz. 1 in Betrieb und seine Frequenz wird gemessen. Anschließend wird der Osz. 2 in Betrieb genommen und seine Frequenz erhöht und erniedrigt, um die Bandbreite im gerastetem Zustand zu ermitteln. Wenn Gunn-Oszillatoren mit hohem Q verwendet werden beträgt die zu erwartende Bandbreite ca. ± 10 MHz (Fig. 4). Werden welche mit niedrigem Q benutzt, kann man mit einer Bandbreite von etwa ± 33 MHz rechnen. Wird der Osz. 2 auf höherer Frequenz synchronisiert, wird auch die

Ausgangsleistung höher als im umgekehrten Fall.

The construction of Gunn Oscillators / Die Konstruktion der Gunn Oszillatoren
High Q type / Hohe Güte Low Q type / Niedrige Güte

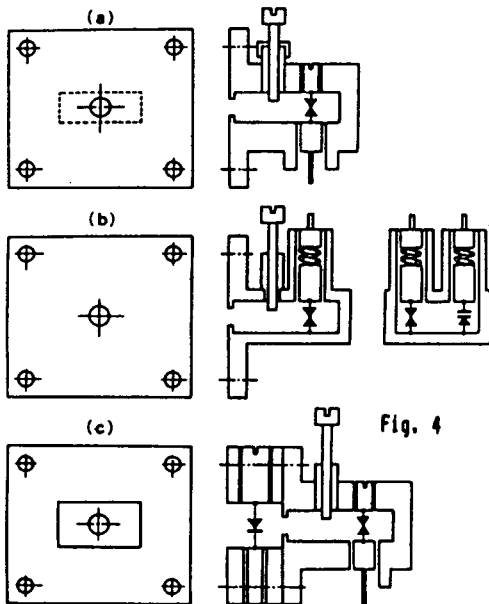


Fig. 4

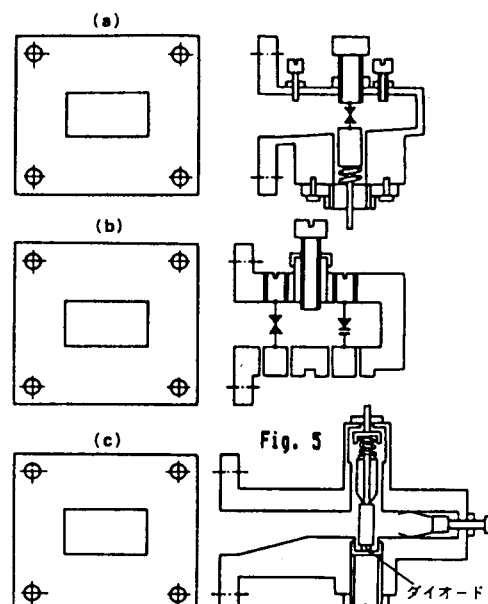
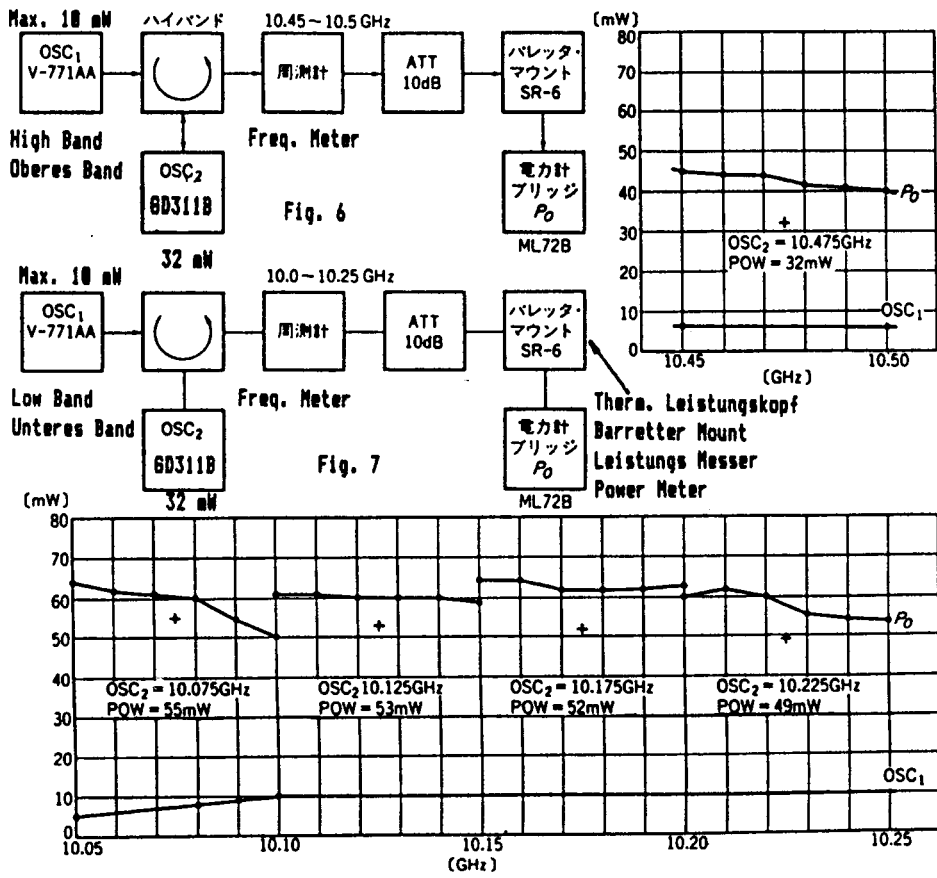


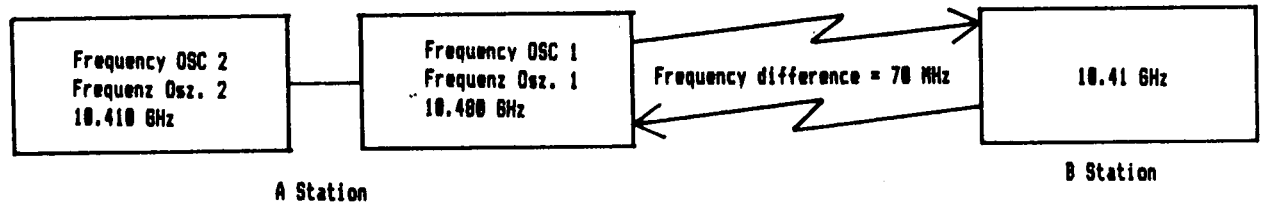
Fig. 5

E. 5.) The amplified output power is shown in Fig. 6 and Fig. 7.
 D. 5.) Die verstärkte Ausgangsleistung zeigt Fig. 6 und Fig. 7.



E. 6.) Data in Fig. 3: (a) detector current of 1SS69 (OSC 1) is 6 mA when operating OSC 1 only. (b) detector current of 1SS69 (OSC 2) is 100 μ A when operating with OSC 2. By switching SW1, Simplex and Duplex operations are successful under conditions of Fig. 7.

D. 6.) Die Betriebsdaten in Fig. 3: (a) Der Detektor Strom von 1SS69 (Osz. 1) beträgt bei Betrieb 6 mA. (b) Der Detektor Strom von 1SS69 (Osz. 2) beträgt 100 μ A wenn beide Oszillatoren arbeiten. Wenn SW 1 geschaltet ist, dann kann in Simplex- oder Duplexbetrieb erfolgreich gearbeitet werden (Fig. 7).



E. 7.) Nowadays, we can obtain several high power microwave devices; but they are very expensive. So, we use cheap Gunn Diodes and increasing power level by injection locking. REM: If no circulator is obtainable, a magic T circuit can be replaced.

D. 7.) Heutzutage sind Mikrowellenhalbleiter für hohe Leistungen zwar erhältlich, aber nur zu entsprechend hohen Preisen. Eine preiswerte Möglichkeit höhere Leistung zu erzeugen bietet sich bei der Verwendung von "Billig" - Gunn Dioden im "Injection Locking" Betrieb an.