

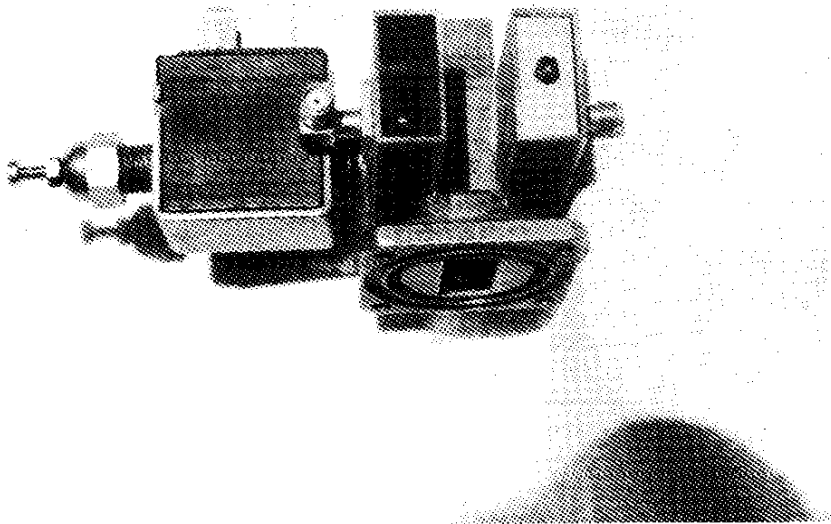
# High Performance RF-Switch for 10 GHz

A. Pisciutti\* & D. Fachin\*\*

**Abstract:** The TR-Switch is one of the most critical parts in 10 GHz transverters. For good results people often use those commercial SMS-Relays, which are expensive. We propose a home made solution in form of a waveguide switch, which is better than any relay mentioned before and at a much lower price. The design can be applied to 24 GHz also, where no commercial relays are available.

**Kurzfassung:** Das Sende/Empfangsrelais ist ein wichtiges Element in einer 10 GHz Station. Viele

benutzen kommerzielle SMA-Relais, die ziemlich teuer sind. Wir stellen hier eine Eigenbau-Lösung vor, die nicht nur billiger, sondern auch besser ist. Die Grundidee ist auch auf 24 GHz anwendbar.



Bild/Figure 1: 10 GHz Waveguide Switch

## 1. Introduction

The RF-switch which is described in the following was originally inspired by a 'quick thinking' of Gianfranco, I4BBE, at our 'Congressino Microonde' in Bologna 1989. At that special event we were discussing the poor results of many ham style relays for

10 GHz and were wondering how these marvellous commercial relays were constructed. Then the idea of a waveguide switch was born and after the implementation we found that we could measure less insertion loss, better VSWR and better isolation than with the variety of professional SMA-relays. One of the prototypes built does its job very satisfactorily in I3OPWs 3W, 10GHz transverter.

\* Armando Pisciutti, I3OPW, Vicolo Capuana 2, I-30172 Mestre

\*\* Dino Fachin, IV3FDO, Via Sottoagaro 49, I-33038 San Daniele Fr.

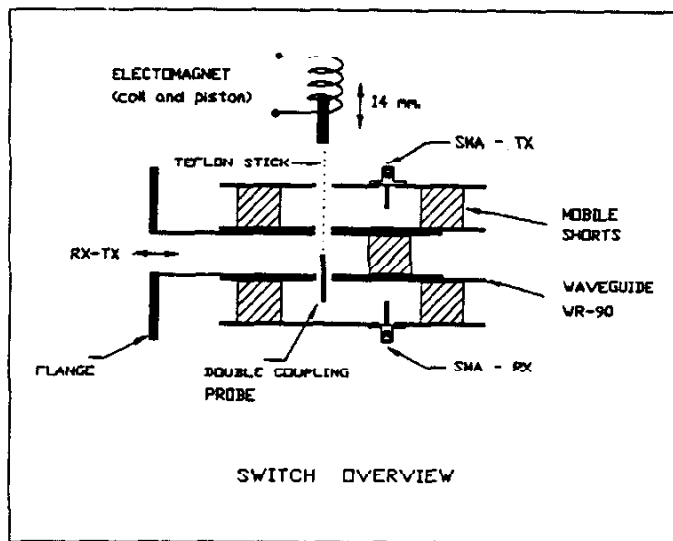
## 1. Einführung

Der vorliegende HF-Schalter für 10 GHz ist auf einen Einfall von Gianfranco, I4BBE, auf dem 'Congressino Microonde' 1989 in Bologna zurückzuführen. Bei dieser Gelegenheit diskutierten wir über die schlechten Eigenschaften von selbstgebaute Relais auf 10 GHz und darüber, wie wohl kommerzielle SMA-Relais konstruiert sind. Dabei entstand die Idee mit dem Hohlleiter-Schalter. Nach der Realisation stellten wir fest, daß dieser Schalter bessere Werte für Durchgangsdämpfung, Isolation und VSWR zeigte als die kommerziellen SMA-Relais und das zu einem Bruchteil des Preises. Einer der Prototypen arbeitet seit mehr als einem Jahr in I3OPW's 3 W, 10 GHz transverter.

## 2. Description

An overview about the mechanical construction is given in figure 2.

Three pieces of WR-90 waveguide are stacked and soldered. The central part is the common port and is fitted with a flange. The two other ports are fitted with SMA-Connectors for easy interfacing to RX and TX. Each SMA-connector is connected to a probe which serves as a coax to waveguide transition. See dimensions in figure 3. The actual switch is made by means of a double coupling probe. In either position this probe connects the common port to either the RX- or TX-waveguide. There is no mechanical contact involved what is important for reliable operation. The waveguide to coax transitions are tuned for best match with the five adjustable shorting bars.



Bild/Figure 2: RF-Switch

In comparison to a normal relay this solution has the disadvantages of:

1. Larger Size
2. More switching noise
3. Narrow Band

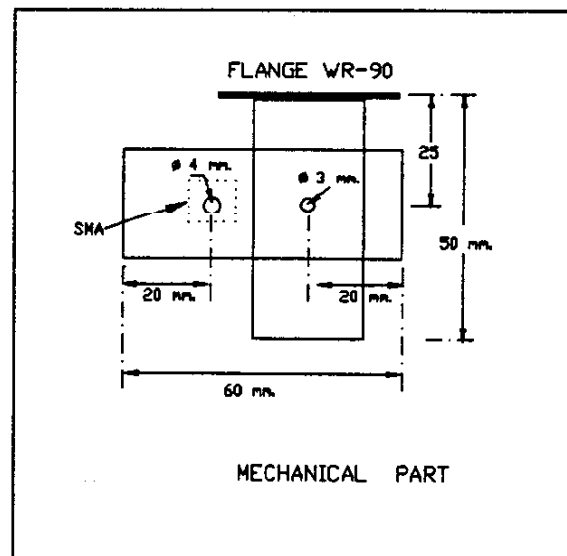
But these are not relevant for amateur use and also an extra waveguide to coax transition is saved.

The details of the assembly are shown in figures 3 and 4. One problem was the construction of the actuator mechanism for the moving probe which has to provide about 14 mm linear translation. After some experiments a coil and piston from a magnet water-valve happened to be a suitable solution. The piston was drilled to take the probe. This was manufactured from a piece of UT-141 semirigid. The inner conductor was removed except for a piece of 14 mm length (Figure 4). The piston is spring loaded to hold its normal position for the RX-position. When the coil is energized the probe moves to the TX-position which can be adjusted by an endlimit screw.

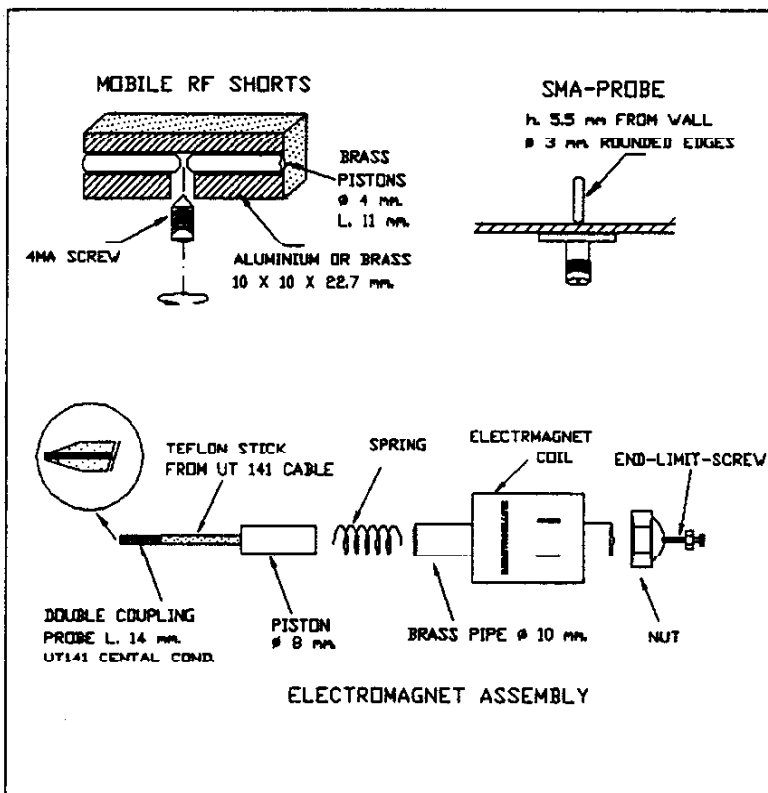
The moving shorts are made from small blocks of brass or aluminum. These are drilled with a 4 mm hole to insert small brass pistons of 4 mm diameter. A central M4 screw serves as an actuator for these rods. This simple mechanism allows for easy movement along the waveguide and secure fastening in the final position.

## 2. Beschreibung

Die Gesamtkonstruktion wird in Bild 2 gezeigt. Drei Stücke mit WR-90 Hohlleiter werden zusammengelötet und der mittlere Teil mit einem Flansch versehen. Das ist der gemeinsame Anschluß. Die beiden anderen Anschlüsse sind mit SMA-Buchsen ausgerüstet, damit man einfach den Sender und den Empfänger anschließen kann. Jede SMA-Buchse ist mit einer Probe bestückt (Bild 4), die als Koax-Hohlleiter Übergang fungiert. Der Umschaltmechanismus besteht aus einer beweglichen Probe, die entweder die Kopplung vom TX-Hohlleiter auf den gemeinsamen oder vom RX-Hohlleiter auf den gemeinsamen Hohlleiter bewirkt. Da keine mechanischen Kontakte bestehen, sondern nur Feldkopplung über den beweglichen Stift, ist der Umschalter sehr zuverlässig. Fünf einstellbare Hohlleiter-Kurzschlüsse gestatten den Abgleich für beste Anpassung.



Bild/Figure 3: Mechanical Part



Bild/Figure 4: Electromagnet Assembly

Zwar ist diese Lösung größer, lauter und schmalbandiger als ein SMA-Relais, aber dafür wesentlich billiger, besser und man spart noch den Koax-Hohlleiter-Übergang.

Die Einzelheiten der Konstruktion gehen aus den Bildern 3 und 4 hervor. Der Magnet kommt aus einem Wasser-Magnetventil. In den Stößel wird die Probe (Bild 4), die aus einem Stück UT-141 Semirigid besteht, eingebracht. Aus dem UT-141 wird der Innenleiter bis auf ein Endstück von 14 mm entfernt. Eine Feder hält die Probe auf der RX-Stellung. In der TX-Stellung begrenzt eine Schraube die Auslenkung.

Die beweglichen Kurzschlüsse werden aus kleinen Alu- oder Messingblöcken gefertigt. Ein mittiges 4 mm Loch nimmt kleine Rundbolzen aus Messing auf, die mit einer mittigen M4 Schraube bewegt werden. Damit

kann man die Blöcke einfach justieren und hinterher sichern:

### 3. Tuning

First the mechanical position of the piston is adjusted for exactly 50 percent covering of both waveguides in either position (RX/TX).

Insert the five RF-shorts. The initial distance to the probes should be about 5 mm. Connect the common port via a directional coupler to a dummy load. Connect a TX to TX-Port via a 10 dB PAD, switch to TX-position and adjust the three shorts for maximum output. This cycle should be done several times because there is a dependency between the three shorts. After adjustment the shorts should be fastened with the blocking screw.

Connect TX to RX-port, switch to RX and repeat procedure for the remaining two shorts on the RX-waveguide. Don't touch the other shorts.

### 3. Abstimmung

Zuerst wird die bewegliche Probe so justiert, daß sie jeweils mit 50 % in den zu koppelnden Hohlleiter ragt. Dann werden die Kurzschlüsse mit einem Abstand von ca. 5 mm zu den Proben eingesteckt. Über einen Richtkoppler wird eine Hohlleiter-Dummyload angeflanscht. An die TX-Buchse wird über einen 10 dB Abschwächer der Sender angeschlossen. Dann stimmt wechselweise die Position der Kurzschlüsse auf maximale Ausgangsleistung ab.

Nach Wechsel zur RX-Buchse werden die restlichen zwei Kurzschlüsse abgestimmt.

### 4. Final Results

Unfortunately we are not owner of those sophisticated network analyzers which produce those nice plots we have seen in DUBUS.

But anyway with our amateurlike instruments (bolometer, RF-Generator, directional coupler) we could measure insertion loss and isolation in comparison to a SR2-Relay from RLC. These measurements show the superior performance of our waveguide switch.

Power rating should be sufficient to operate the switch after a TWT.

### 4. Resultate

Mit Amateurmitteln wurden die Einfügungsdämpfung und Isolation im Verhältnis zu einem SR2-Relay von RLC bestimmt. Die Werte waren besser beim Selbstbau-Schalter. Die Leistungsgrenze ist schwer anzugeben, aber für ein TWT sollte es ausreichen.

### 5. Improvements

Many improvements are possible. First you can decrease the DC-Power necessary for the magnet by a permanent magnet. Some of the RF-shorts may be replaced by fixed position walls if enough experience is acquired. Silvering all parts will certainly improve insertion loss.

## 5. Verbesserungen

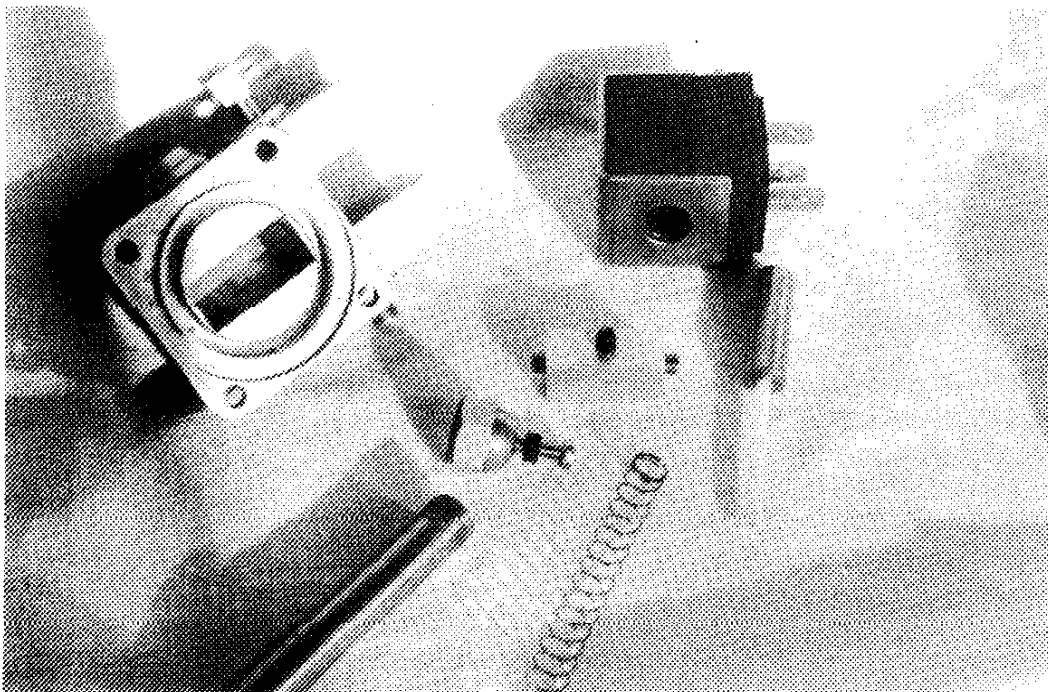
Verbesserungen sind denkbar. Man kann die Leistung auf der Spule (12V/450 mA) durch Anbringen von Permanentmagneten verringern. Teilweise könnten die HF-Kurzschlüsse durch feste Wände ersetzt werden. Versilberung des Schalters könnte auch nichts schaden.

### Remarks

We think that this device will have high performance if accurately assembled. This may be important for FME where fractions of a dB are important. Also a scaling to 24 GHz looks very promising as the probe has to move only 6 mm on 24 GHz.

### Bemerkungen

Wir meine, daß dieser Schalter sehr gute Ergebnisse zeigt, wenn er sauber zusammengebaut und justiert ist. Eine Skalierung des Designs auf 24 GHz sollte nicht zu schwer sein, da dort die nötige Bewegung des Koppelstifts nur noch 6 mm beträgt.



Bild/Figure 5: 10 GHz Waveguide/Coax RF-Switch