

アンテナ切替え、コントロール・ボックスの製作

2010/01/11 JA1VCW

1. はじめに

送信機、受信機などが増えると、それらをコントロールすることを考える必要があります。どの機械で送受信するか、アンテナの選択、ダミーロードの接続などです。上手に切替えないと、何がなんだか分からなくなり、送信しているはずが電波は出ない、受信機に信号が入ってこないなどの不具合が発生し、あわてます。それらをうまく切替えるべく、切替器を作ってみました。

2. うちの機械

どんな機械があるか、さしあたって現状です。

1)送信機

A. 自作送信機#1 (HMTX#1) , B. 自作送信機#2 (HMTX#2) , C. 32S-3

2)受信機

A. JRC#1 , B. JRC#2

3)トランシーバ(TRCVR)

A. TS-830

3. これらをどのように接続するか。

1)アンテナに対して送信機3台、トランシーバ)のどれかを選んで接続可能。

2)アンテナに対して受信機2台(4台まで拡張可能)、のどれかを選んで接続可能。

3)トランシーバは送信機として対応。

受信機、送信機どちらにでも接続できますが、どちらかに決めないといけません。

RXのコントロールは受信時にGNDと接続される信号で、TXのコントロールは送信時にGNDです。

トランシーバのスタンバイは送信時にGNDに接続される仕様なので、送信機として対応します。また、リニアアンプが付く場合にもトランシーバは送信機側にしたほうがよい。ただ受信時に送受アンテナ切替リレーが動作して受信になっては困るので、リレーを送信側に固定するSWを設けます。

トランシーバを使用する場合は、リレー送信固定SWをonにして、送信機切替えのセレクタをトランシーバの位置にします。

間違っこのSWをonしたままの場合は、受信機にアンテナがつながっていない状態になりますのですぐに気が付きます。

また、送信をトランシーバで行い、受信をほかの受信機を使う場合は、リレー送信固定SWをoffするだけでその状態になります。

送信を送信機で行い、受信をトランシーバにすることは不可です。これは禁止となります。

4)マイクとスピーカは切替えていませんのでそれぞれの機械に別に用意するか、差替えて使用します。これちょっと面倒。また、何か考えないといけませんが、現状はこのまま。

5)シーケンスを組み込む。

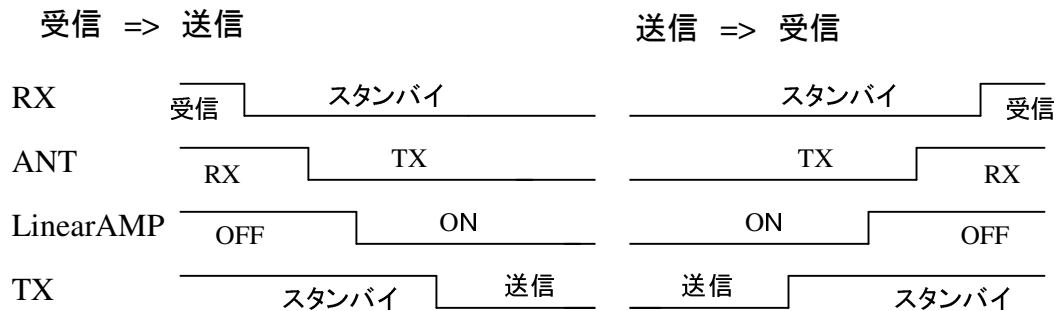
単にアンテナ切替えでしたら、スイッチのみで出来ますが、それでは面白くないので切替えをリレーとして、スタンバイのコントロールなどもシーケンスをもって動作するようにしました。 そのために若干の回路と電源が必要になりました。

・送信時シーケンス

- ①受信機をスタンバイ ②ANTに接続する機器を切替える ③リニアを動作
- ④送信機を動作

・受信時はその逆。

これをタイミング図で書くと図のようになります。



6)通常、送信と受信のアンテナ切替えは送信機にリレーがあって、それによって行われます。この切替器を使用した場合はこの中で行われるので、受信機のアンテナ端子は送信機と接続されるのではなく、この切替器に接続されます。

4. 全体の構成

全体の構成はブロック図(後出)のとおりです。

RFの信号切替SWはリレーを使用しました。(スイッチにするとリニアに使う程度の物が必要)

良い切替えスイッチが無かったのと、後でリモートコントロールが可能のためです。

どの程度のロスが発生するかわかりませんが、少なくともよく使用している3.5MHzや7MHz

あたりだったら問題ないのではないかと考えて、まず作ってしまいました。

送受信アンテナ切替にはリレーを使いました。送信機の切替リレー、受信機の切替リレーを排他的に動作させると、このリレーは不要です。しかし事故で送信機の電力が受信機に輸入される状態が発生する可能性(両方のリレーがonになる)があるので、それを機械的に防止するためです。一個のリレーの固定接点同士がショートする可能性は極めて少ないと考えてこのようにしました。

実は今のところリニアアンプから送信機へのALCの切替えがありません。

各送信機のALC回路がまちまちなのです。好き勝手な回路やコントロールを行っています。

むずかしいのでリニアアンプが付くようになってから考えます。

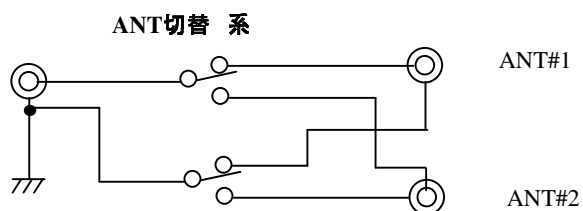
コネクタのスペースは用意してあります。

フルブレークインには使用できません。切替え時間がかかりすぎます。
もともとフルブレークインを目指すためには、送受の切替えが短い必要があり、機械自体の
適応化が必要です。少なくともうちの機械は対応してません。

アンテナ切替えは、切替えるアンテナ間で干渉が発生しないように、コネクタを絶縁して信号と
GNDを両方切替えるべきです。

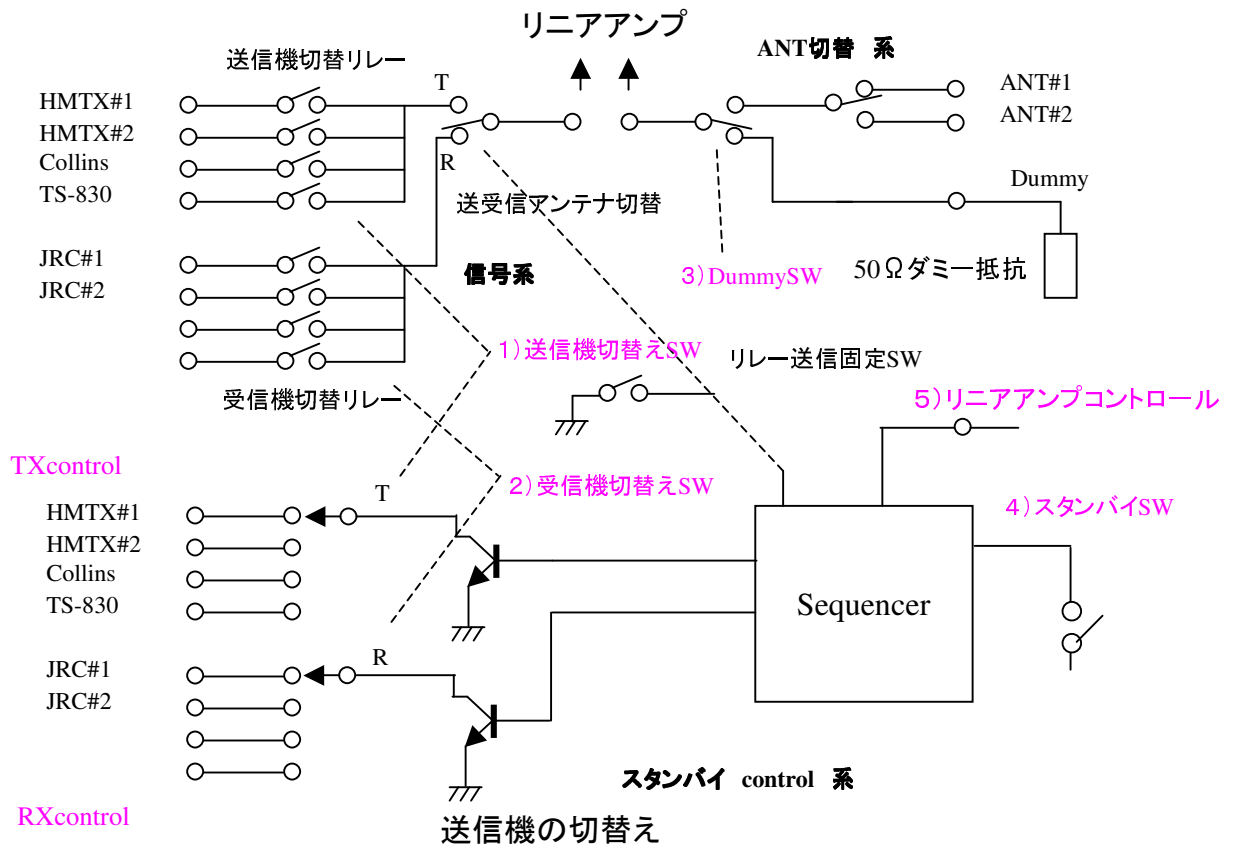
今回実際に接続されるアンテナが1つしかないので、面倒になって信号のみ切替えるよう
にしてしまいました。簡易型ということで、実際に使用して問題があったり、複数のアンテナ
を使うようになったときには、改造しようと考えます。リレーの接点は確保してあります。

正しいアンテナの切替え方



コネクタはシャーシから絶縁する

全体の構成



1) 送信機の切替えSW

送信機の切替えリレーとTXcontrolを選択します。対応するコネクタに送信機からのアンテナとコントロールを接続します。コントロールは送信時にGNDとなります。送信機の切替えリレーは選択すると同時にonになり、コントロールはシーケンスに従ってonになります。

2) 受信機の切替えSW

受信機の切替えリレーとRXcontrolを選択します。対応するコネクタに受信機からのアンテナとコントロールを接続します。コントロールは受信時にGNDとなります。受信機の切替えリレーは選択すると同時にonになり、コントロールはシーケンスに従ってonになります。

3) DummySW

SWをonすると、アンテナの接続がDummyに変更されます。

4) スタンバイSW

送受の切替えです。シーケンスをもって各部を切替えます。送受信機にスタンバイSWや機能がある場合は使用しないようにして、本機のTX,RXコントロールが優先で送受信機がコントロールされる必要があります。

5) リニアアンプコントロール

送信時にon(GND)になります。シーケンスに従います。

5. シーケンサについて

リレーを使用して抵抗コンデンサでシーケンスを組む方法がありますが、今回はロジックICを使用してみます。

シフトレジスタという機能の、ロジックICがあります。(例SN74HC164N)

機能としては入力が2端子(クロックとデータ)、出力が8端子(QA~QH)あります。

基本的な動作は

1) CLKの波形の立ち上がりでQA~QHが変化します。(以降CLKと言ったらCLKの波形の立ち上がりを意味します)

2) QAはCLK時の、Dの状態をコピーします。

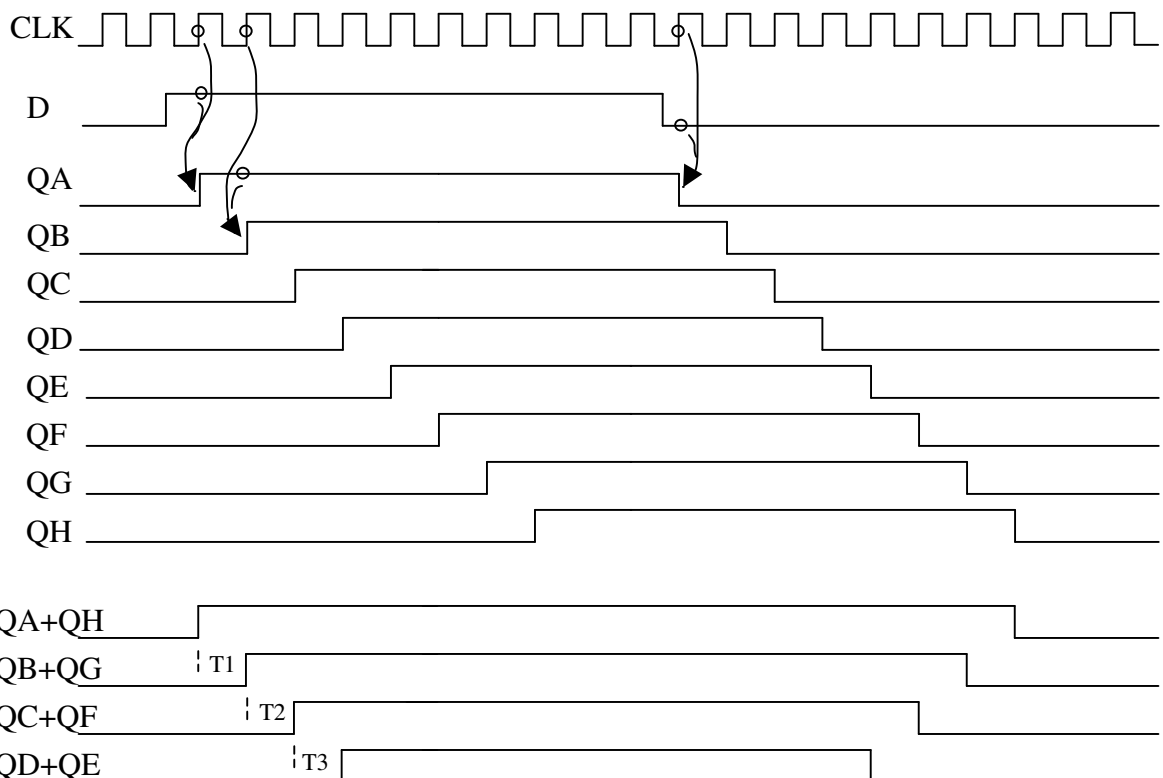
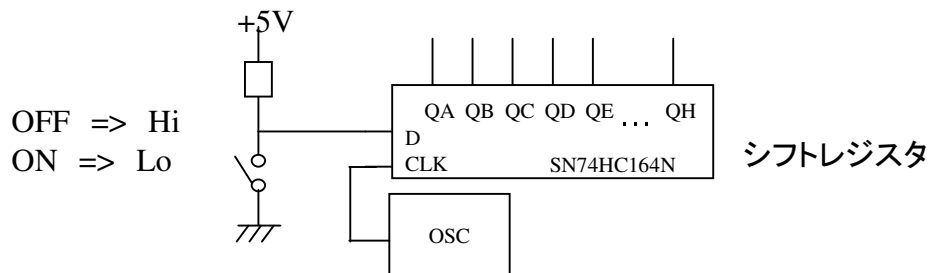
3) QA~QHはひとつ前の段(たとえばQFでしたら、QE)の出力をCLKでコピーします。

というわけで

1) D端子をON/OFFすると、下図のように、D端子の状態をCLKでQAにコピーし、さらにCLKごとに1ステップずつずれた信号が得られます。

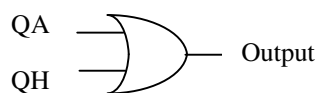
2) この信号のHiの部分をし算(論理OR)すると、必要とする“入れ子”状態の信号を作ることができます。

3) シフトレジスタの段数を多くしてタイミングを選択して設計すれば、いろいろなタイミングを作ることができます。

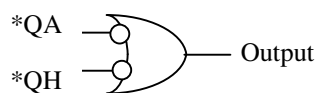


QA+QHなどは、QAとQHの論理和ですので、OR回路です。

論理記号は次の様で、2つの入力(QA,QHが)のどちらか、または一方が“1”のとき出力が“1”になります。このようなICもありますが、今回は手持ちの関係でSN74HC00がありましたので、それを使用します。HC00は入力が不論理のOR回路ですので、HC164に接続する場合は、HC164の出力が不論理でないといけません。そのためHC164の入力を不論理とします。



SN74HC32



SN74HC00

制限事項

- 1) OSCから発生するクロックによってタイミングが決まりますので、クロックの周期を変更することで、“入れ子”のタイミング(T1,T2...)を変更できます。
- 2) 各出力のタイミングはクロックの周期のとなりますので、接続機器の特性に応じたタイミング(T1,T2...)を各々別の時間を設定するという事は不可能です。
通常接続機器全体の中の最大の時間を設定します。

6. 部品

リレーの定格だけ考慮すればよいと考えました。

最大出力を仮に500Wとしたときの、50Ω時の電圧と電流は

$$I = \sqrt{(P/R)} = \sqrt{(200/50)} = 2(A)$$

$$E = \sqrt{(P*R)} = \sqrt{(200*50)} = 100(V)$$

これは実効値なので、最大値では $\sqrt{3}$ を乗じて

$$I = 3.5(A) \quad E = 173(V)$$

リレーの接点定格はAC250V・5Aなので、およそ電流で1.6倍 電圧で1.4倍の余裕があります。2回路付いていますので、2回路を並列にしてあります。(電流定格2倍??)

秋月電子で売っていた942H-2C-9DSというリレーで、5A/250VAC 5A/30VDC の定格です。

ただし、私のアンテナはハシゴフィーダー+カプラで使用しているので、カプラの同調がずれているような場合は、インピーダンスが大きく変わるので注意が必要です。
(カプラの調整時は10W程度で行います)

コネクタは受信系はBNC, それ以外はM型を使用しました。

同軸ケーブルは1.5D2Vを送受信機のセレクタの周りに、RG58/Uをアンテナ切替え系に使用しました。1.5D2Vは少し細い感じですが、ほかに手持ちが無かったので使いました。
可能であれば、テフロン同軸で同じくらいの太さのものが使用できると最上です。

7. 製作について

製作についての注意事項は特にありません。

高周波の回路を組む時の一般的な注意です。

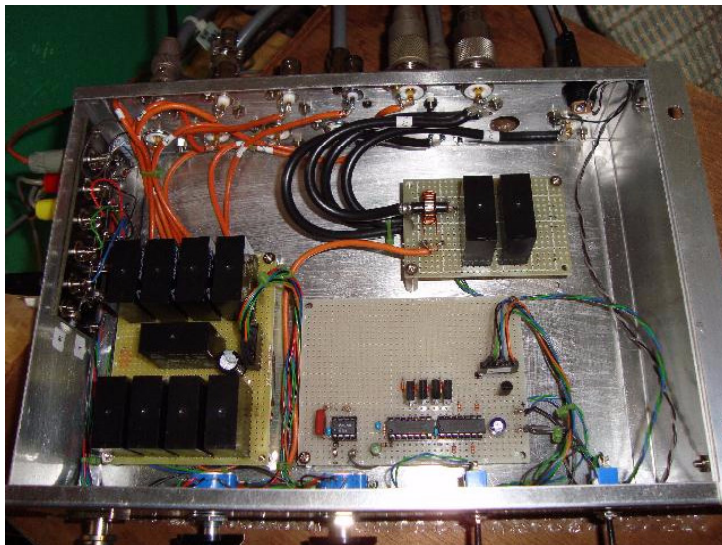
ほぼ出来上がった写真です。相変わらず何のパネル表示もありません。



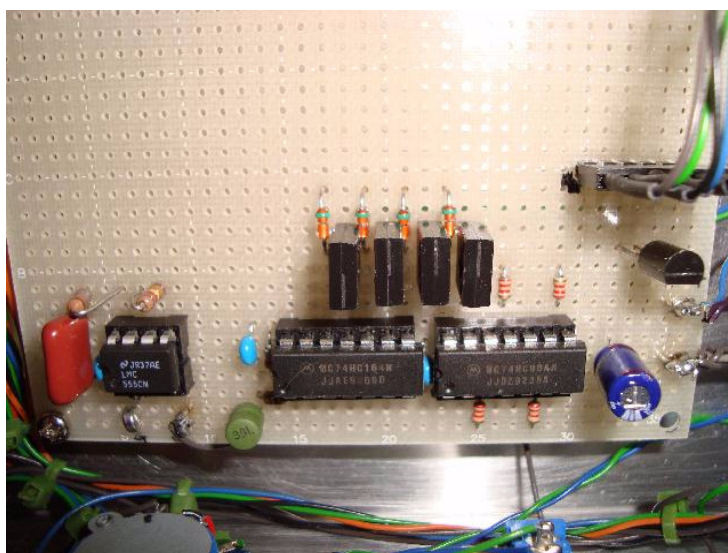
- ・木の棚の脇に引っ掛けてあります。
- ・ツマミはRX, TXの切替。
- ・下のBNCはモニタのBNC。
今は50Ωのターミネータが付いている。
- ・上のSWは、ダミー接続と
送受アンテナ切替リレーの
送信側固定用(トランシーバ使用時)。
- ・シャーシの大きさは、
250*180*60(mm)



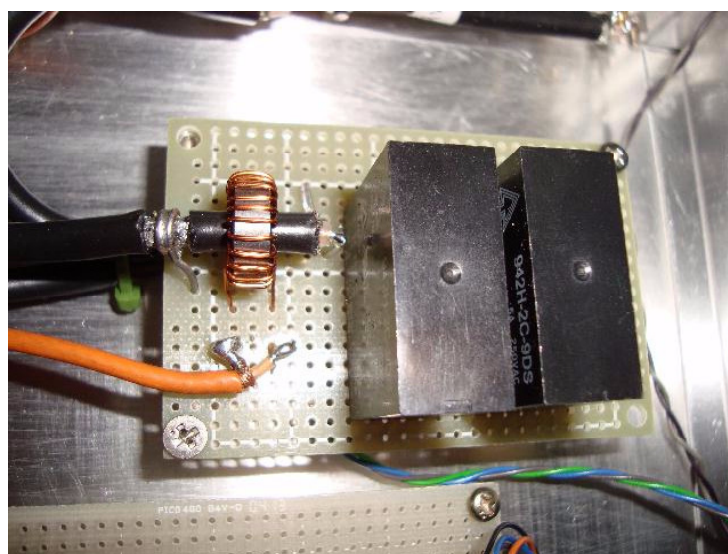
- ・コネクタがいっぱい。
- ・ケーブルにかなり引っ張られている。
ケーブルを吊り下げなくては。
- ・ケーブルにタグを付けた。
- ・一個コネクタ無し。穴だけ。
後日追加予定。



- ・内部
- ・別にどうってこと無い。



- ・シーケンス回路
- ・ひだりから
LMC555: クロック発振
SN74HC164N: シフトレジスタ
SN74HC00N: 論理OR



- ・モニタ用トランス。
FT50-43 0.5φ20回
ちょうどRG58/Uにぴったり
- ・右は、モノリス？

8. 測定データ
・通過時のロス

RX->ANT および TX->ANT (単位dB)

周波数(MHz)	A	B	C	D
2	-0.1 <	<-	<-	<-
30	-0.1	<-	<-	<-
50	-0.2	<-	<-	<-

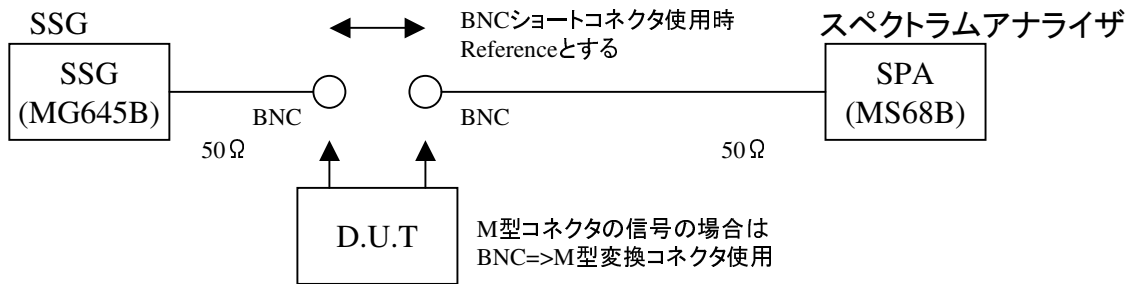
ANT入力 -> ANT1,2 (単位dB)

周波数(MHz)	ANT1	ANT2
2	-0.1	未測定
30	-0.2	未測定
50	-0.4	未測定

参考

dB	通過値	Loss(%)
-0.1	0.977	2.28
-0.2	0.955	4.50
-0.3	0.933	6.67
-0.4	0.912	8.80
-0.5	0.891	10.87
-1	0.794	20.57

測定接続

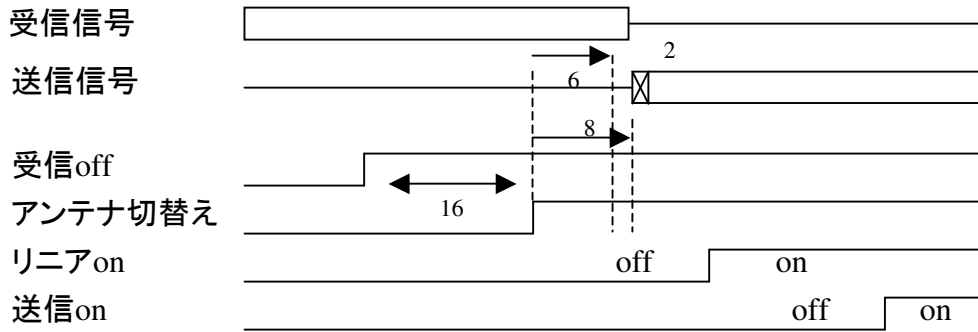


- 1) ロスがあっても、通常は修正のしようがないので測定してもムダかもしれませんが、値を知っておくことも必要と考えて測定しました。
- 2) SPAの1dB/divを使用しましたが、精度が良いとはいえません。
SPAの目盛りが2mm/0.2dBくらいになりますので、光点の上側のエッジを比較するような感じです。
- 3) 送信機とパワーメータを使用しての測定のほうが精度が上がると思われませんが、うちの送信機は真空管式でパワー変動が大きく、スタンバイするたびに値が変化し、うまく測定できませんでした。
- 4) ANT切替え回路を測定中に、2MHzでロスが急に大きくなる場合があります。
原因を調査すると、モニタ用のトランスが影響を及ぼしていました。
通常モニタのトランスは50Ωでターミネートされていますが、測定時開放のままでした。
そのため、トランスの2次側と引き出し用同軸ケーブルが共振してロスになっていたようで、約50cmの同軸ケーブルを追加したら、ロスのディップ周波数が2.1MHz=>1.34MHzと変化しました。
これを防止するためには、ターミネータをつけておくか、アッテネータを入れておけばよいということで、現在はオシロスコープ用のターミネータをいれてありますが、6dBくらいのアッテネータのほうがよいと思います。次回検討です。

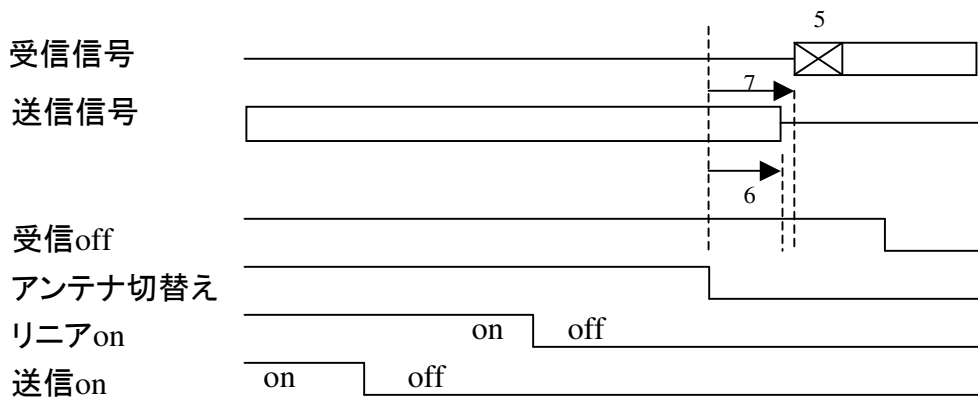
送受切替えの時間を実測してみました。

受信／送信信号切替えはリレーによっても変わるはずですが。今回の機械のみの値です。

受信 => 送信 タイミング (実測 単位:ms)



送信=>受信 タイミング (実測 単位:ms)



☒ リレーのチャタリング時間

6. 感想など

- 1) 前々から何とかならないかなと思っていたことを実行に移しました。
実用としては、そこそこの出来だと思えます。
ただトランシーバのときにSWを間違えることが何度も起きています。慣れればよいのだと思いますが、プロでしたらそれはだめで何らかの対策を講じないといけないでしょう。
今回はこのままです。アマでよかったです。
- 2) 送信機と受信機の組み合わせが変えられるというのが特徴です。
いろいろな機械を使ってみたいというのは、アマチュアの楽しみの一つではないかと思えます。単におしゃべりだけでしたらまあ機械などどうでも良いのですが、私個人としては機械を変えてQSOするのは、とても楽しみです。
- 3) 32S-3があっても接続して使うのに難があったのですが、これで使用できるようになりました。
- 4) マイクとスピーカも切替えないと、片手落ちになることはわかっていたのですが、(室内の)配線の引き回しが増えてしまうのと、コネクタがさらに増えるのがしんどいような気がして付けませんでした。
- 5) 切替えのシーケンスは私が考えたもので、恐らくあっていると思えますが、違う意見のかたはいらっしゃいますでしょうか。
- 6) じつはHMTX#2はAM10Wの機械です。(拙稿があります) AMは非力なので聞こえなくなったときに、すぐにSSBに切替えられる必要があったのです。いままではコネクタを差替えたりして、すぐに切替えということは困難でしたが、これからはマイクを差替えSWを少しまわすだけで良くなりました。ありがたい。
- 7) ロスの0.何dBと言うのは、結構バカに出来ないものです。前出の表にありますように-0.2dBが2箇所あって、-0.4dBだとそれだけで8.8%のロスになります。
100Wだと8.8Wが熱になります。昔一生懸命10Wで交信していたのに、それに近い電力が失われていると考えるとちょっとショックです。いくら元の電力が大きくなっているといっても気持ちは晴れません。
- 8) 相変わらずパネルに表示がありません。切替器ですのでちゃんと表示をしないとイケません。実際使ってみてアレッということが良くあります。机の所で機械を切替えられるのは確かに便利なのですが、考えないとどうして良いかわからなくなることもあります。
表示についてはあとで考えます。(と言って最終的にはやっぱり……)
- 9) 私の無線機は机の上においてあるのですが、ちょうど背中合わせにスチール製の棚があって、そこにも機械が乗っています。コネクタの差替えが発生するので、ケーブルが机と棚の間を縦横無尽に走っていたのですが、これらのケーブルを机の外側から回して、ずいぶんと整理ができました。
- 10) リレーにシーケンスをもたせたので、スタンバイするごとにリレーの音が微妙にずれて聞こえてきます。
- 11) シーケンスを持たせたためか、リレーの音をマイクが拾うようになってしまいました。
パワーメータがスタンバイのときにピクッと振れます。マイクを抜くとなくなりますのでそのように考えます。どうしたら良いかわかりません。実際に動作させるまで思いもありませんでした。こういうことはよくあります。配慮不足でしょうか。
- 12) 送信機から受信機へのクロストークが心配でしたが、実際に運用してみると問題はなさそうなので(ラジオがこわれなかった)良しとしました。受信機切替リレーの接点がないときに開放になっていますが、GNDとショートしたり抵抗でターミネートする方法があります。問題が出たら実験してみます。今回はこのままとします。
- 13) スタンバイSWは開局当時から足踏みSWを使用しています。とても便利です。
- 14) 送信機内にアンテナ切替リレーがあるのにそれを使わずに、受信機のアンテナ入力を切替器に接続するのは、ちょっともったいないのですが、シーケンスを作るとなるといたし方ないと思えます。

以上