

中波用ループアンテナ(LOOP10)の製作

JSWC-8343 堀場 啓二



写真1. ループアンテナ外観

ブキットを購入しました。ステップングモータは、一般のAC/DCモータと違い、電源を繋いだだけでは回転せず、駆動コイルに特定の信号が加わる毎に、定まった角度だけ回転するモータです。秋月のPICステップングモータドライブキットは、PICマイコン16C56で2相ユニポーラ駆動します。プッシュスイッチで正転、逆転、停止をコントロールでき、CR発振のRを可変することで、モータスピードのコントロールも可能です。ステップングモータも秋月で販売していた山洋電気製103G775-4441を使用しました。このステップングモータは、2相ユニポーラ駆動で1.8°ステップで制御可能です。エアバリコンは、以前名古屋アメ横のポントンで購入した物を使用しました。このバリコンは、1:3の変速ギヤを内蔵し、350pF×2連+26pF×3連のAM-FM用バリコンです。バリコンの羽は180°回転しますので、内蔵の変速ギヤで540°になります。これに1:6.67のポールドタイプを付けて3600°、つまり10回転を1.8°で2000ステップ刻むことになります。プログラムでは、バックラッシュ等を考慮して、1950ステップで上限、下限に多少の遊びを設けました。バリコンの軸径は、6ですが、ステップングモータは、6.35とちょっと太く、このままでは、ステアタイトカップリングに入りません。ステップングモータの軸を少し削って繋ぎました。

秋月のPICステップングモータドライブキットでは、回転角度制限が掛けられませんが、バリコンの羽は、180°でストップしますが、秋月のPICステップングモータドライブキットでは、プッシュスイッチを押す間、更に回そうとするので、モータを壊してしまう恐れがあります。タイトバリコンのようにロック機構のないものなら良いのですが、300pF以上のタイトバリコンは、なかなか出回っていませんし、あっても送信用の高価な物です。そこで、PICのプログラムを作り直すことにしました。HAM Journal No.103でPICの特集でステップングモータ制御のプログラムが載っていたので、これを参考にしました。PICマイコンは、16C56と足がコンパチな16F84Aに変更



写真2. ステッピングモータ



写真3. エアバリコン

LOOP8,9と短波用ループでしたので、久しぶりの中波ループアンテナです。今回のコンセプトは、原点回帰で、単純なLCの並列共振ループです。プリアンプは入れず、LOOP4 (<http://www.ndxc.org/jpn.html>)と同様に径で稼ぎます。LOOP4は、屋外の3mループで今回のコンセプトと同様ですが、同調に1SV149バリキャップを使用しました。このバリキャップが曲者で、ローカル局周辺では、バリキャップのVfを超えてしまうため、バリバリと音が歪んでしまいます。そこで、LOOP10では、バリキャップを止めてエアバリコンを遠隔操作で回そうという企画です。

エアバリコンをモータで駆動する企画は、20年程前にも試みたことがあります。この時は、マブチモータとタミヤのギヤボックスを用い、電源のプラス-マイナスを切り替えてバリコンを左右に回しました。マブチモータは回転時に猛烈なノイズを発生しますので、ノイズで同調を合わせることができませんでした。今回はもう少しスマートにステップングモータで回してみました。

ステップングモータ駆動バリコン

ステップングモータを回すには、ドライブ回路が必要です。

まずは手っ取り早く秋月電子のPICステップングモータドライブキットは、PICマイコン16C56で2相ユニポーラ駆動します。プッシュスイッチで正転、逆転、停止をコントロールでき、CR発振のRを可変することで、モータスピードのコントロールも可能です。ステップングモータも秋月で販売していた山洋電気製103G775-4441を使用しました。このステップングモータは、2相ユニポーラ駆動で1.8°ステップで制御可能です。エアバリコンは、以前名古屋アメ横のポントンで購入した物を使用しました。このバリコンは、1:3の変速ギヤを内蔵し、350pF×2連+26pF×3連のAM-FM用バリコンです。バリコンの羽は180°回転しますので、内蔵の変速ギヤで540°になります。これに1:6.67のポールドタイプを付けて3600°、つまり10回転を1.8°で2000ステップ刻むことになります。プログラムでは、バックラッシュ等を考慮して、1950ステップで上限、下限に多少の遊びを設けました。バリコンの軸径は、6ですが、ステップングモータは、6.35とちょっと太く、このままでは、ステアタイトカップリングに入りません。ステップングモータの軸を少し削って繋ぎました。

して、秋月のPICステップングモータドライブキットの基板はそのまま流用しました。回転角制御の方法は、色々と考えられますが、ハード構成が簡単な、PICマイコンで回転ステップをカウントさせる方法と取りました。ステップ数を0~1950までカウントさせ、それ以上、それ以下の状態になったら、プッシュスイッチの信号を無視し、モータを回転、

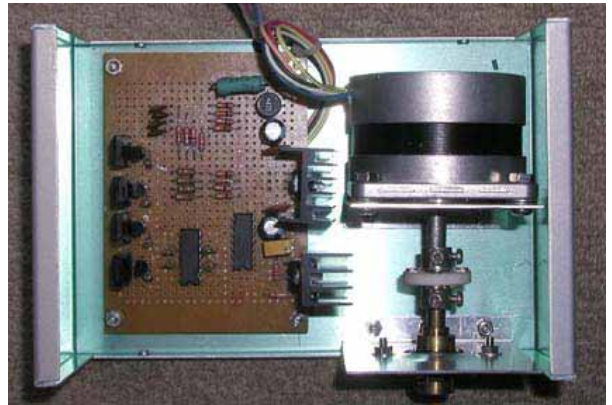


写真4. モータ駆動部

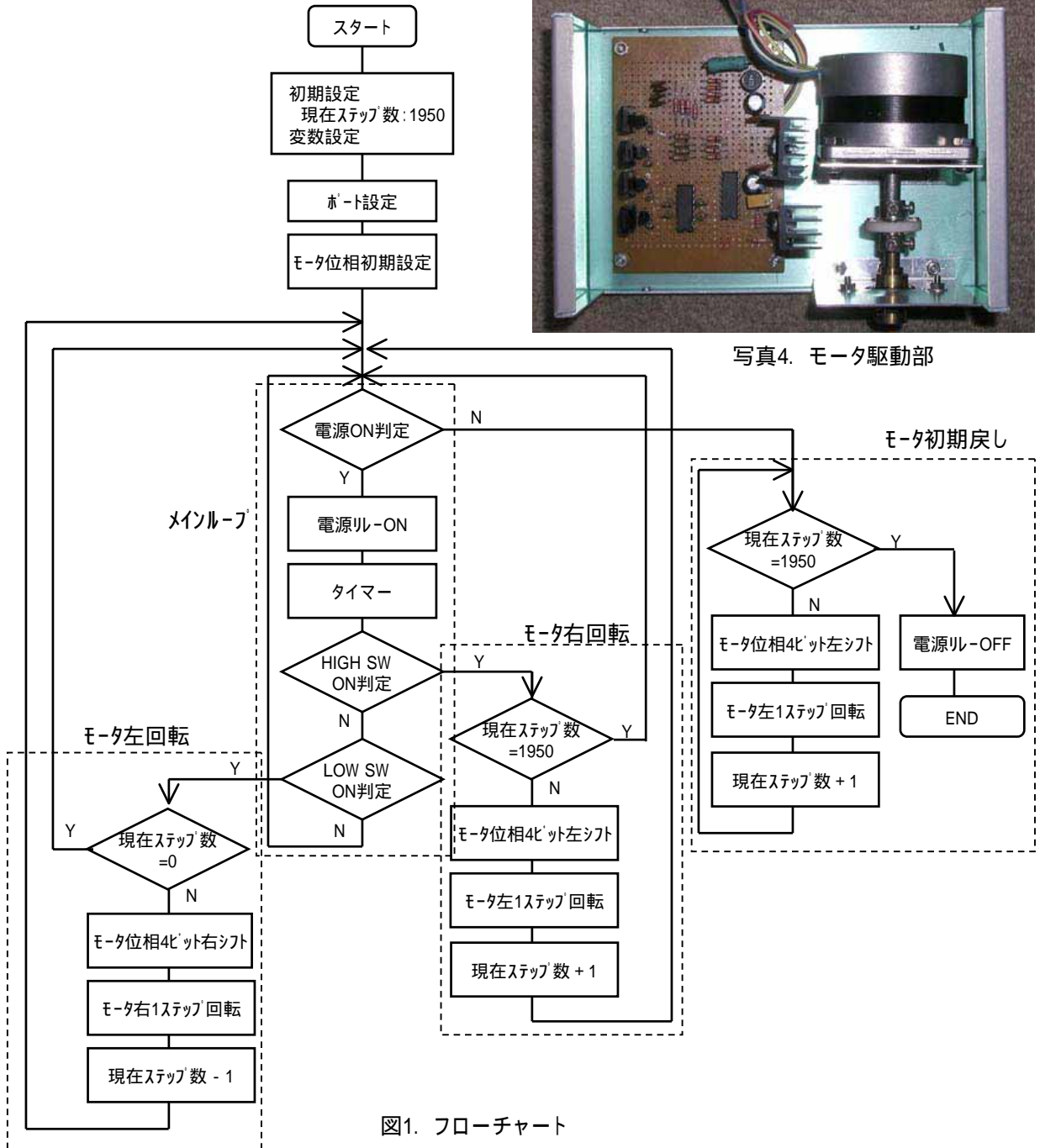


図1. フローチャート

させません。但しこの方法では電源投入時のバリコンの羽根の位置のステップ数が分かっていないとロック状態になります。そこでバリコンの羽が一杯に出た状態を変数(現在ステップ数)1950カウントとして、HIGH/LOW SWを押される度にカウンタを増減させます。カウンタが0又は1950になったらモータの回転を禁止します。そしてPIC自身に電源オン・オフを監視させ、電源オフ信号を検知したら、カウンタが1950になるまでバリコンの羽根を回し、その後で、自分自身の電源リレーをオフさせる回路としました。

秋月のPICステッピングモータドライブキットは、基板上にプッシュSWやCR発振のポリームが付いていますが、これを使用せず、ケースに固定します。電源監視用のダイオードやリレーは、秋月の基板に載りませんので、別基板に実装しました。ステッピングモータは、アンテナ直下に搭載されますので、その間のケーブルは、20mにもなります。そこでコントローラからのモータ駆動信号は、アンテナ直下でヒステリシス付コンパレータで波形整形してステッピングモータに入力しました。モータ駆動電流は、3.5Vで500mAも食います。3端子レギュレータ出力にバッファを入れて3.5Vを作っています。

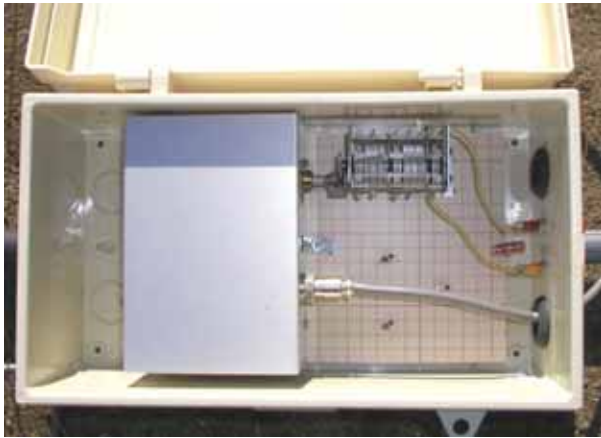


写真5. モータ駆動部



写真6. コントローラ内部

アンテナエレメント部

次にアンテナエレメント部です。クロスマウントは、パーフェクトQUAD社のアルミダイキャストの物を使用しました。キュービカルクワッド用として単品でも販売しています。ちょっと高価ですが、強度・耐久性は申し分ありません。グラスファイバーロッドは、西春日井郡豊山町の(有)イレブン名古屋で売っている物を使用しました。長さが1700、先端径は 17、根元径は 25、肉厚は、t1.5です。これをクロスマウントに組立てると、2.5mの大きさになります。

ループエレメントは、1.2のエナメル線を2cm間隔で5ターンです。エナメル線は、グラスファイバーロッドに 2の穴を開けて通しました。このループのインダクタンスは、193 μ Hで、浮遊容量が105pFもあります。エアリコンの容量を26 ~ 420pFとした時、500 ~ 1000kHzしか同調が取れませんでした。4ターンで良かったかもしれません。1500kHz辺りまで同調を取るためにエレメントの巻き数はそのまま、ループエレメントと並列に102 μ H (T80- #2 136回巻き)を入れて、バリコンの可変容量を42 ~ 815pFにしたら、650kHz ~ 1640kHz位まで同調が取れるようになりました。

ピックアップループは、5C-2Vで 1.2mのシールドループです。接続には、M-TA-JJJコネクタを使用しました。ループの1端のM-Pコネクタは、同軸の芯線も網線も外皮側にはんだ付けします。中心部分は2cm程のスリットを設け、ここでも1端は芯線と網線をショートさせます。スリット部分は、自己収縮チューブで保護します。



写真7. M-TA-JJJ

使用感

ループ径2.5mにしてもゲインは、ALA-1530に敵いません。シールドピックアップの性もあるのかもかもしれませんが、とても静かです。それでも信号はしっかり拾ってくれます。よくSメータが振れるアンテナを良いアンテナと勘違いされている方がいますが、いかに了解度良く聞こえるかがポイントです。Sメータが振れなくても今の受信機は、しっかり復調してくれます。

自宅ではALA-1530ばかり使っていたので、今まであまり気にならなかったのですが、アンテナによって音質が随分と変わります。LOOP10はパッシブな性が非常にクリアな音になります。非同調のアクティブアンテナは、過信号の電波まで持ち上げてしまうので、相互変調で全体的にノイズレベルが上がって音質悪化に繋がっているようです。当然のことながら、ALA-1530で発生する1611kHzの相互変調(1332kHz \times 2-1053kHz)は、LOOP10では発生しません。

ステップモータも回転時にマブチモータ程ではありませんが、多少ノイズを出しますので、これを目印に同調を合わせます。しかしノイズレベルが小さいので合わせ難いのが難点です。やはりRS-232Cで受信機と繋いで自動同調にしたいですね。

(2006年12月)

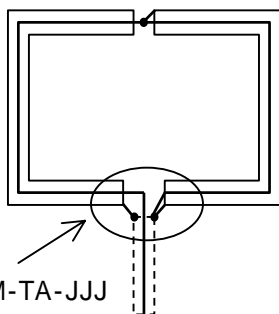
参考文献:

秋月電子 PICステップモータドライブキット説明書

秋月電子 PICプログラマキットVer.3説明書

HAM Journal No.103 2002年秋号 CQ出版社

Low Bnad Dxing ON4UN 2nd Edition 日本語訳版 (有)月刊ファイブナイン



M-TA-JJJ

図2. ピックアップループ

