

BBD (バケツ・ブリゲード・デバイス) を使った

頭切れのないVOXの



製

作

JA1AYO 丹羽一夫

BBD で音声を遅らせる

最近ではカラオケがブームで、どこに行ってもカラオケ装置にお目にかかる昨今です。そして、このカラオケ装置につきものなのが、マイクについているエコーです。

このエコーは、電氣的にやるには音声信号を遅らせてやり、これをもとの音声信号と合成します。

そこで、電氣的に音声信号を遅らせるのに使われているのが、BBD という IC です。

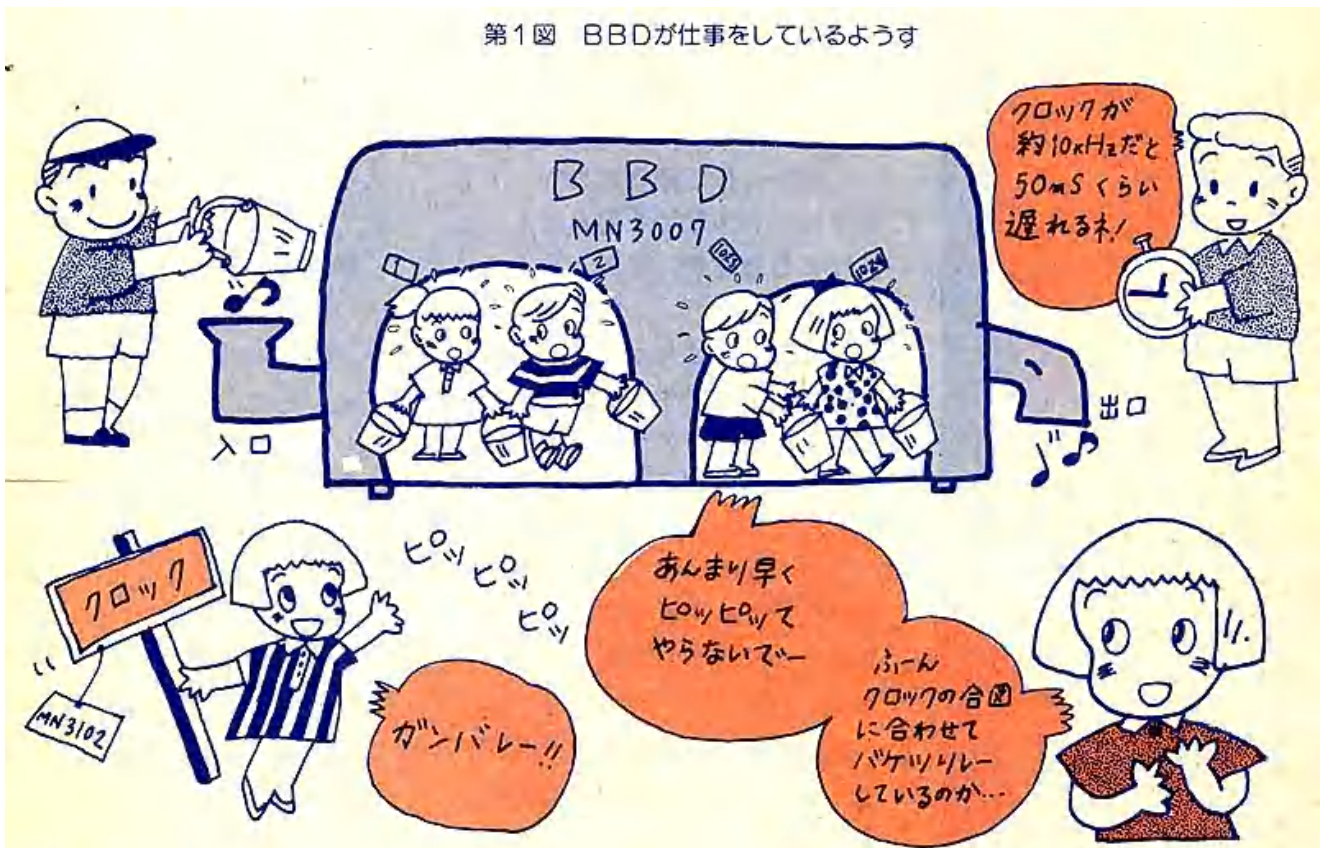
BBD というのはバケツ・ブリゲード・デバイスのことで、BBD の中では人間が水を運ぶときにやるバケツ・リレーのようなやり方で音声信号を伝えていくようになっています。そこで、何回バケツ・リレーをやるかによって、128 段

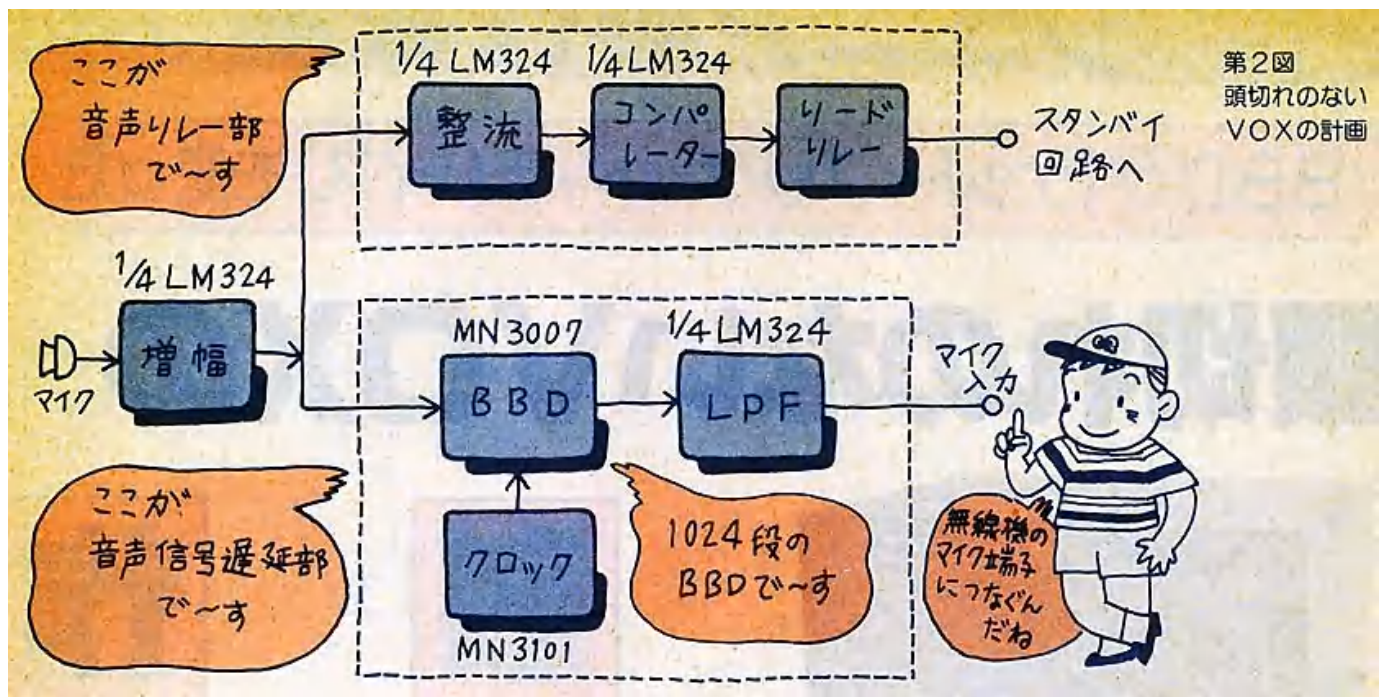
とか 256 段、1024 段といったような BBD が用意されています。

BBD の中では、このようなことが行われているのですが、今回使用する 1024 段の MN3007 であれば第 1 図のようなこととなります。

これでわかるように、BBP の中で行われるバケツ・リレーは、クロックの周波数に合わせて行われます。ですから、クロックの周

第 1 図 BBD が仕事をしているようす





第2図
頭切れのない
VOXの計画

波数を低くすればバケツ・リレーはゆっくりになり、したがって遅延時間は長くなります。

しかし、クロックの周波数には

限度があり、MN3007では約10～100kHzとなっています。そこで遅延時間のもっとも長くなる10kHzのときをみると、1024段のMN3007では51.2msとなります。

さて、VOXでは普通のやり方だと、頭切れの問題がついてまわります。これは、音声がいってからVOXが働くのですから、ある程度はしかたのないことです。

そこで、VOXの頭切れを完全になくす方法として、VOXが働いて送信機が動作するまでの間だけ、音声信号を遅らせることが考えられます。

これから作る頭切れのないVOXでは、音声信号を遅らせるところにBBDを使ってみようというわけです。

第2図が、これから作るVOXのブロック図です。これでわかるよう、VOXそのものの音声リレー部と、音声信号を遅らせる音声信号遅延部からできています。

音声リレーのほうは、音声信号を整流したあと、コンパレータを使ってリード・リレーを働かせます。

音声信号遅延部はBBDを使いますが、ここではBBDのあとにLPFが必要になります。

VOXの作り方

第3図が、これから作る「頭切れのないVOX」の回路です。

まず、IC₁₋₁のOPアンプが、音声リレー部と音声信号遅延部に共通の増幅器です。

この増幅器は非反転増幅器で、ゲインはほぼR_{f1}とR_{f2}の比で決まります。R_{f1}を100kΩとしたとき、R_{f2}が330Ωだと約300倍、220Ωだと約450倍、100Ωだと約1000倍(60dB)になります。

本器ではR_{f2}は220Ωにしましたが、ゲインが不足するようでしたら100Ωにします。あまりゲインを大きくすると動作が不安定になりますが、1000倍くらいまではうまく働きます。

つづいて、IC₁₋₂とIC₁₋₃が音声リレー部です。IC₁₋₂が整流でIC₁₋₃がコンパレータとなっています。VR₁は、コンパレータの基準電圧を設定するためのものです。

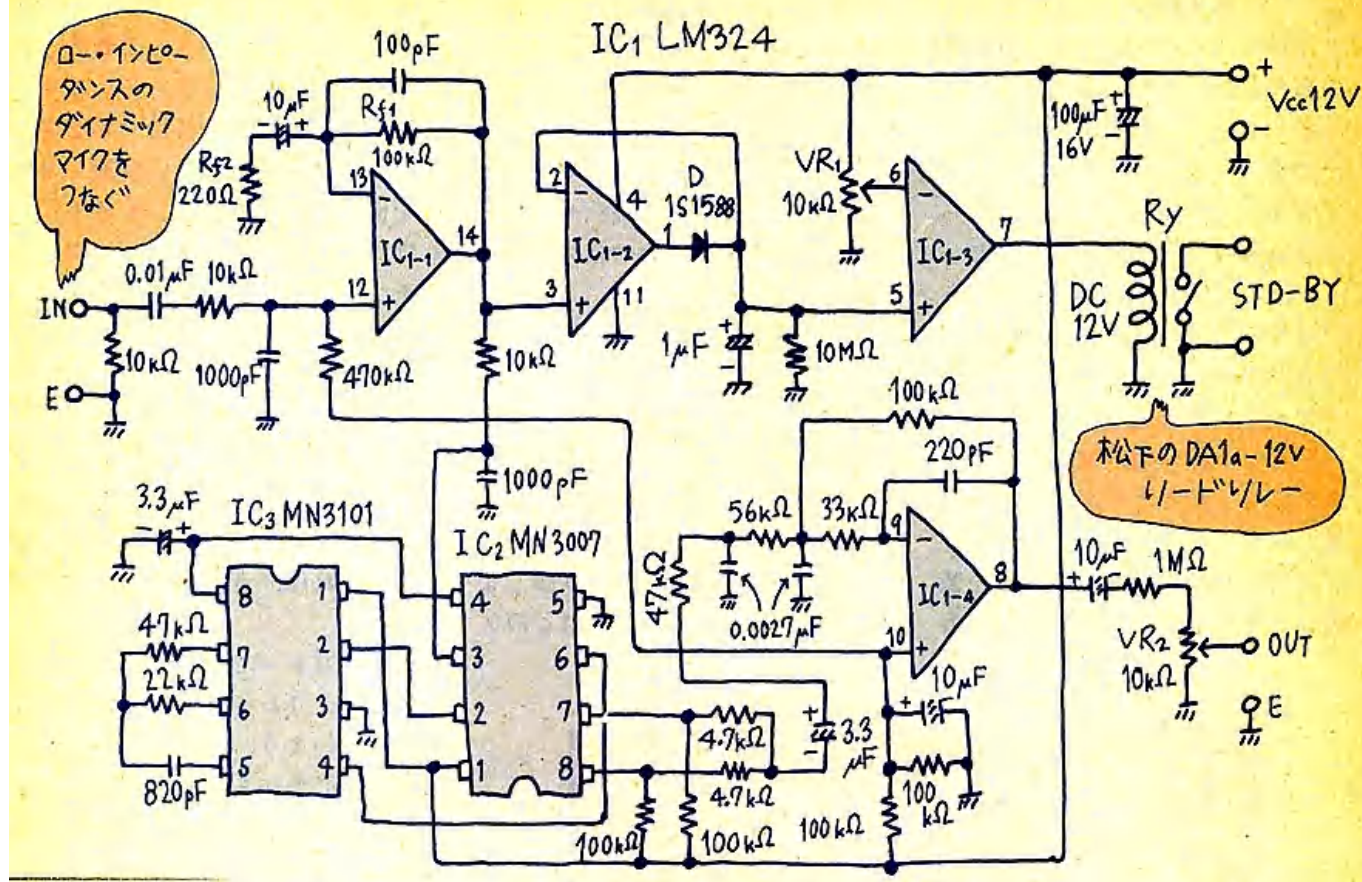
LM324の最大出力電流は、15～20mAといったところです。ですから、10mAくらいで働くリード・リレーなら直接働かせることができます。

つぎに、音声信号遅延部にいきましよう。IC₂のMN3007がBBD、

第1表 プリント板の組み立てに必要な部品

部品名	種類・規格	数量
半導体部品	IC…LM324	1
	MN3007	1
	MN3101	1
	D…1S1588	1
	ICソケット(8ピン)	2
コンデンサー	セラミック…100pF	1
	220pF	1
	820pF	1
	1000pF	2
	マイラー…0.0027μF	2
	0.01μF	1
	電解…1μF	1
3.3μF	2	
10μF	3	
100μF 16V	1	
抵抗器	固定…220Ω	1
	(1/4W) 4.7kΩ	2
	10kΩ	3
	22kΩ	1
	33kΩ	1
	47kΩ	2
	56kΩ	1
	100kΩ	6
	470kΩ	1
	1MΩ	1
10MΩ	1	
半固定…10kΩ	2	
リレー	リードリレー(DC12V)	1
その他	プリント板(65×75mm)	1

第3図 頭切れないVOXの回路



IC₃のMN3101がクロック発振器です。

BBDのほうは、MN3007とまったく同じピン接続となっていて差し替えて使えるものに、MN3006 (128段、遅延時間は最大6.4ms) やMN3009 (256段、遅延時間は最大12.8ms) があります。BBDは段数が増えるととたんに高価になり、MN3006やMN3009が1000円以下なのに対して、MN3007は1500円くらいします。もっとも、やはり

それだけの働きはしてくれるわけですが…。

最後に、IC₁₋₄のOPアンプがLPFです。これはアクティブ・ローパス・フィルターで、カット・オフ周波数はほぼ3kHzです。

では、第3図に示した部分をそっくりプリント板の上に作ることにして、部品を集めましょう。

第1表が、プリント板の組み立てに必要な部品の一覧です。

MN3007とMN3101はMOS型だ

ということもありますし、MN3007は、あとでMN3006やMN3009に差し替えてみたいということもありますので、ソケットを使うことにします。

ダイオードの1S1588は、シリコン・ダイオードならばなんでもOKです。

リード・リレーは、プリント板に取り付けやすいように、DIPタイプのもの(第4図参照)を使用しました。その他にはむずかしい

入門HAM・シリーズ②

国家試験に出る 無線工学・法規の要点

本書1冊で入門クラスの電話級アマチュア無線技士、電信級アマチュア無線技士、上級クラスの第2級アマチュア無線技士の国家試験受験準備が完璧にできる、国家試験受験用の無線工学、電波法規の解説書、過去10年間の国家試験既出問題を徹底分析、今後出題が予想される問題の範囲までを含めて、すべて合格答案が書けるよう、全頁2色刷で無線工学と電波法規を系統的に解説、合格答案の書き方も詳しく解説してありますので、本書の学習で国家試験の合格が楽々達成できます。

〒170 東京都豊島区巣鴨1-14-2 **CQ出版社** ☎03-947-6311 振替 東京0-10665

CQ ham radio 編集部 編
B5判 240頁 カラー17頁
定価 1,400円 送料 300円

部品はありません。

では、プリント板の加工をしましょう。第4図が、プリント板のプリント・パターンです。回路図のわりには、小形にまとまっているでしょう。これは、ICのおかげです。

プリント板の加工が終わったら、部品を取り付けて組み立てましょう。IC₂とIC₃は、最初にソケットだけを取り付けておき、全体の組み立てが終わったところでICをソケットに差し込みます。

プリント板の組み立てが終わったら、ちょっとテストをしておきましょう。

実は、BBDを使ったエコー装置などをみると、BBDの前とあとに

LPF（ローパス・フィルター）がはいっています。そこで、本器をみると第2図でわかるようにあとのほうには、LPFがはいっていますが、前のほうにははいっていません。

そこで、増幅のところではなくLPFの特性を持たせることにしたのですが、その結果が第5図です。

まず、IC₁₋₁の増幅器の周波数特性ですが、ここでは60dB近いゲインを稼いでいるせいで、なにもなくても高域はどんどん落ちて、自然にローパス・フィルターの形になっています。高域の落ち方はR₂が330Ωの場合にはもう少しよくなり、100Ωにして60dBほど

のゲインを稼ぐともっと悪くなります。

IC₁₋₄のところのLPFは、ちゃんとしたアクティブ・ローパス・フィルターですから、ご覧のようにみごとな特性になっています。

では、入力の端子にマイクをつなぎ、音声を入れない状態でVR₁を回してみましょ。すると、ほぼ中央あたりでリレーがカチンカチンとON/OFFするところがあるはず。そこで、リレーがOFFになったすぐのところに、VR₁をセットします。

準備ができたなら、マイクに向かってしゃべってみましょ。このとき、リレーがカチンと働いてONになれば、音声リレーは成功です。

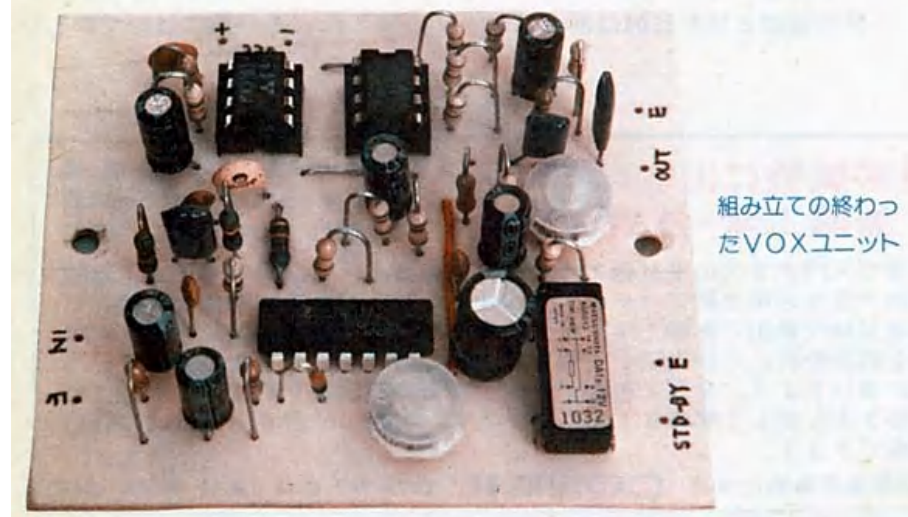
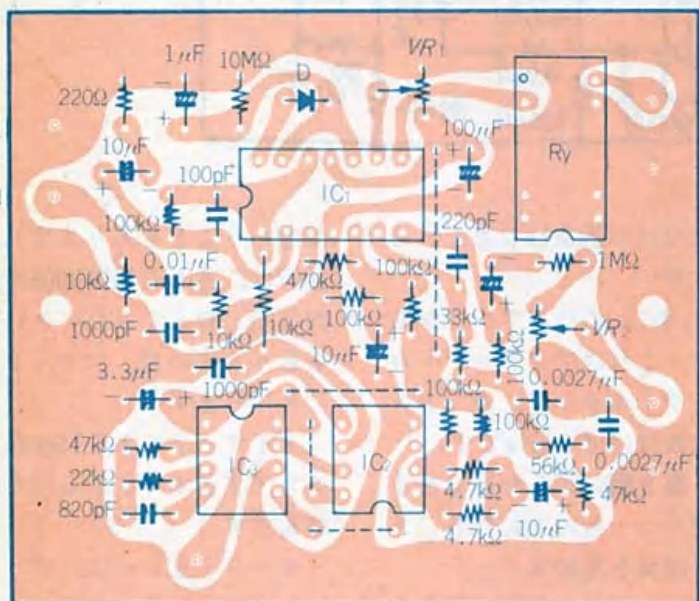
音声リレーでは、音声がなくなったあとリレーがすぐにOFFにならないよう、ディレイ・タイムをとる必要があります。このディレイ・タイムの長さを決めるのが、IC₁₋₃の+端子（ピン5）につながっている1μFのコンデンサーと10MΩの抵抗器で、これらの値を大きくするとディレイ・タイムが長くなり、逆に値を小さくするとディレイ・タイムが短くなります。

ディレイ・タイムの長さがもし気に入らなければ、これらの値をいじってみてください。

音声リレー部がOKでしたら、つぎは音声信号遅延部のテストです。OUTの端子に1Wくらいの出力が出るオーディオ・アンプをつなぎ、ヘッドフォンをかけてマイクから音を入れてみます。ちょっとパチンと指を鳴らしてみてください。このとき、直接聞こえてくる音と、少し遅れてヘッドフォンから聞こえてくる音の二つがはっきりわかるでしょう。

しゃべった音声では、あまりはっきりしませんが、でも注意して聞けばヘッドフォンからの音が遅れて聞こえてくるのがわかります。

第4図 プリント・パターン



音質のほうはLPFを通ってきますから、高域のカットされた有線電話なみの音です。

音声信号遅延部のほうもうまく働いたら、ケースに納めることにしましょう。

第6図が、ケースに納める場合の全体のつなぎ方です。ご覧のように、マイクは無線機のものを使うのではなく、別なダイナミック・マイクを使うようにしてあります。もし、無線機のマイクを使ってスイッチをOFFにしたとき、スルーになるようにしたいときには、7月号で紹介したマイク・リモート・コントローラーを参考にしてください。

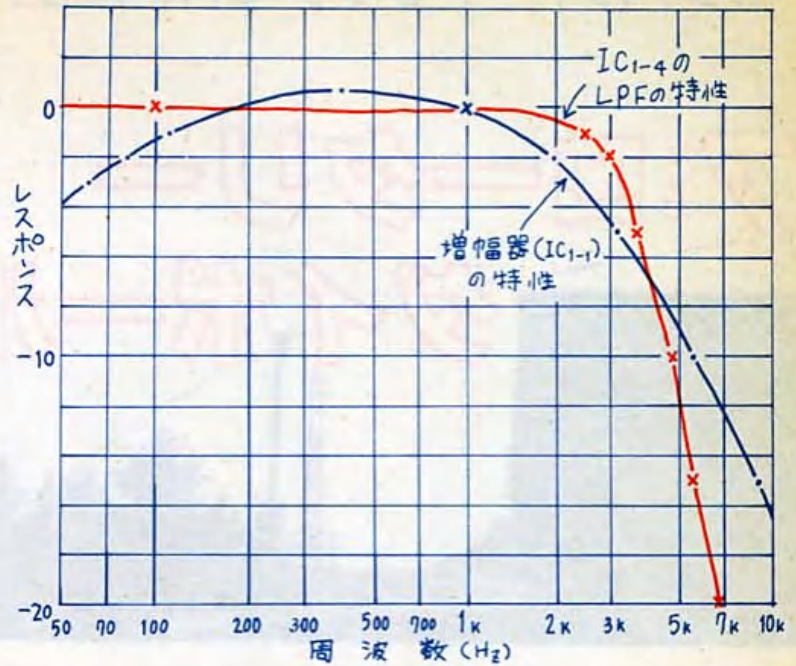
なお、無線機につなぐマイク・コネクタは、自分の無線機に合わせて用意しなければなりません。第6図は、私の現用中のTS-820用で、完成したところで早速つないで使ってみました。TS-820にはモニターの機能がありますから、モニターしながらALCメーターを監視し、出力調整用のVR₂を調整しました。

さて、その結果ですが、やはりMN3006やMN3009では、ほとんど効果はなく、MN3007でやっと効果がわかる程度でした。そのようなわけで、完全に頭切れなしと切り切るものを作るには、2048段のMN3008(最大遅延時間102.4ms)や4096段のMN3005(最大遅延時間204.8ms)を使う必要があるようです。ただし、この二つのICはMN3007とは形が違うので、ソケットに差し替えてテストをするというわけにはいかないのが残念です。

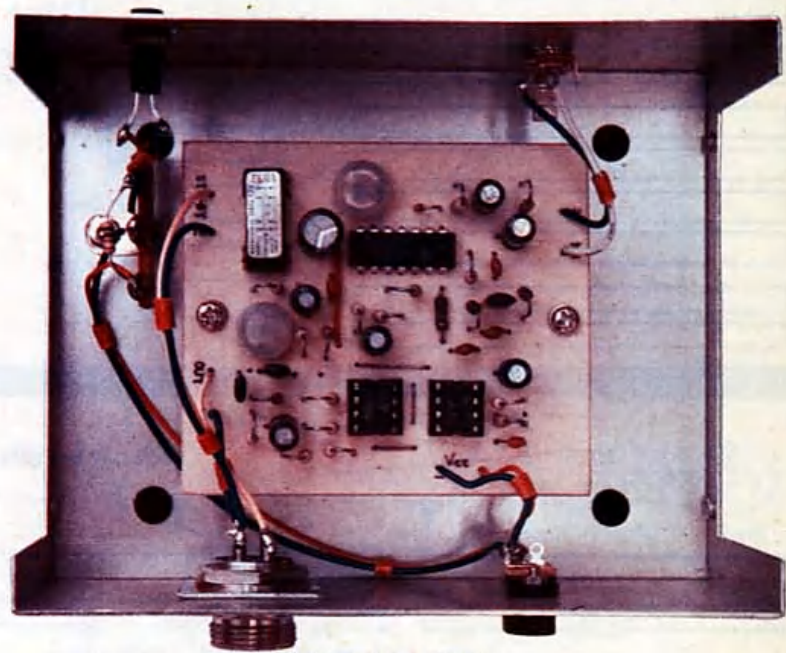
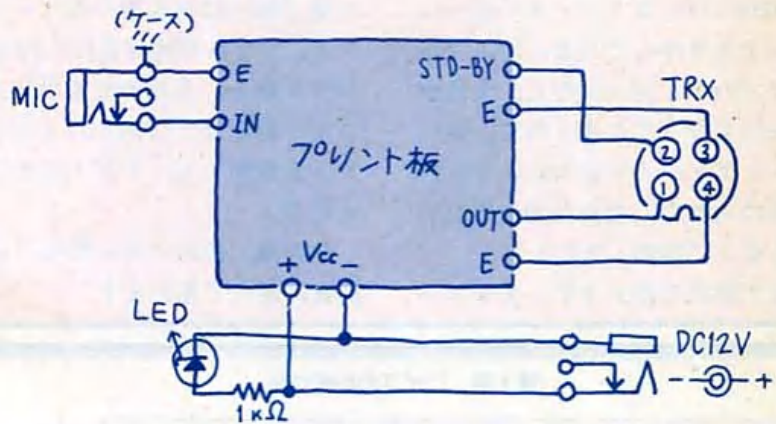
なお、このVOXはテープ・レコーダーのオート・スタート用にも使えます。実験してみました、うまく働いてくれました。



第5図 ローパス・フィルターの特性



第6図 ケースに入れるときのつなぎ方 (ケースはリードのPS-2)



製作したVOXの内部