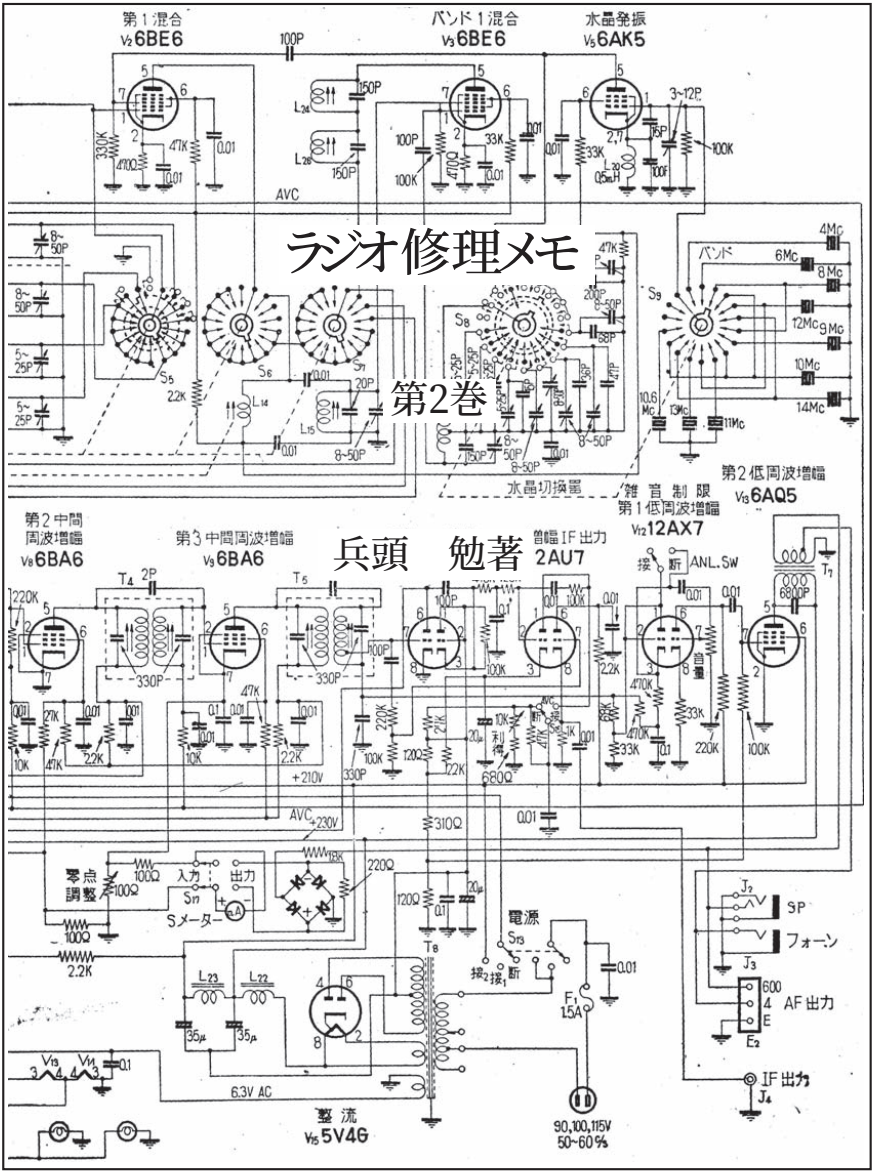
ラジオ修理メモ

第2巻

兵頭　勉著



ラジオ修理メモ

第2巻

兵頭　勉著

著　者　の　序

雑誌『電波科学』に「修理メモ」を書き始めてからもう 2 年，先般これを単行本にまとめてからまた再び第二の「修理メモ」として 1 冊になるくらいのボリュームになってしまいました。よくもこんなにタネがあるものと思うくらい，故障に関する話題はあとからあとからと尽きないものです。

故障発見には，いわゆる診査法なる一つの型によるよりも，かつて経験したこと，あるいは他から見聞したことの方が，どれほど多く役立つかわかりません。そう思ってこの「修理メモ」を綴っているのです。

「修理メモ」に選んだ内容は，特殊な故障，珍らしい故障などというよりは，よくある故障あるいはそれが一般の技術の理解に役立つようなものを特に選んで，それを徹底的に追及するよう心がけてあります。ただ筆者が浅学のため，その解釈にはあるいは誤りがないとも限りません。それゆえ誰にでも簡単に追試実験ができ検討していただけるよう，なるべく特殊な測定器を使わず，できるならテスター一つだけで判る範囲のものを取りあげてあります。

「修理メモ」執筆に当り，毎回資料の提供とそれの検討をいただいた十日会のグループの諸氏，及び雑誌掲載後いろいろと御叱正御鞭撻をいただいた読者諸氏に厚くお礼を申上げるしだいです。

昭和 25 年 11 月

目　次

著者の序 1
第 1 部　一般受信機に関して 7
1.1　単一調整の不調は 2 点同調となるか 7
1.2　連続笛音の出る並四球 9
1.3　再生コイル断線の予防 11
1.4　6ZP1 のプレート回路が切れたら 12
1.5　ハムとデカップリング・フィルター 14
1.6　並四球が鳴り出すまでのハム 18
1.7　抵抗結合にできない並四 21
1.8　迷惑な高周波二段セット 24
1.9　また並四受信機の不思議 27
1.10　幽霊放送局!? 31
1.11　高周波管が切れても鳴っているラジオ 34
1.12　レコードが鼻声の電蓄 37
第 2 部　スーパーに関するもの 41
2.1　85 の代りに 6ZDH3 は使えなかった 41
2.2　東京第二放送 950kc 受信にビートが出るスーパー 44
2.3　ハイ・インピーダンス・アンテナコイルとスーパーの自己発振 45
2.4　スーパーとハウリング 49
2.5　東京第一放送が AFRS のイメージに悩まされるスーパー 51
2.6　地元局受信にモーター・ボーティングを起す電蓄 53
2.7　950kc を聴くときビートのでる中間周波トランス

は不良か 59

2.8 放送が受からなくてもマジック・アイが閉じるスーパー 63

2.9 AVC 回路からハムを拾う 65

2.10 スーパーでは聴けない放送局がある 68

第 3 部 増幅器関係 71

3.1 出力とは反対にプレート電流が減る電力増幅 71

3.2 出力を出すとプレート電流が減る 42 シングル 73

3.3 近所のラジオに混入するマイク・アンプ 77

3.4 2A3 を続いてダメにした話 80

3.5 チョーク・インプットの悩み 85

3.6 音の酷く歪む学校用増幅器 89

3.7 LC 音質補償回路の悩み 92

3.8 出力トランスの絶縁破壊 96

3.9 初段管からのハムの原因は？ 99

3.10 ロフティン・ホワイト直接結合電蓄の音質 102

第 4 部 部分品について 109

4.1 巻線と鉄心間に高電圧の出るパワー・トランス 109

4.2 パワー・トランスのワットと鉄心断面積 111

4.3 パワー・トランスのワットと巻数との関係 115

4.4 パワー・トランスの無負荷電流 117

4.5 擬皮フリーエッジの硬化 120

4.6 パラフィンのいたずら 122

第 5 部 修理技術のいろいろ 125

5.1 電熱器とモジュレーション・ハムの問題 125

5.2 ラジオ火事 126

5.3 予言をする共聴スピーカー 128

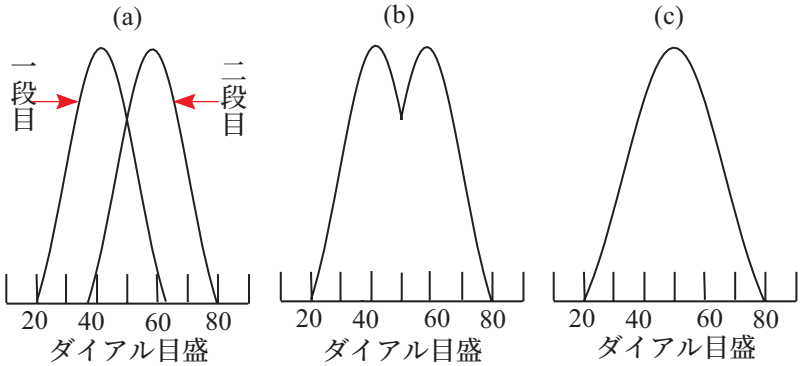
5.4 ムービング・コイルから火花が出るスピーカー 131
5.5 4.5V の乾電池で感電する?! 134
5.6 雷公御用心 136
5.7 夏場の修理は迅速に 140
5.8 モジュレーション・ハム止めコンデンサーのパンク 142
5.9 ハムはなぜ出ないか，またなぜ出るか 144
5.10 グリッド・リークが切れたら 147
5.11 直流磁化防止の出力トランス?? 151
修理メモをお読みになる皆様へ 155

第1部　一般受信機に関して

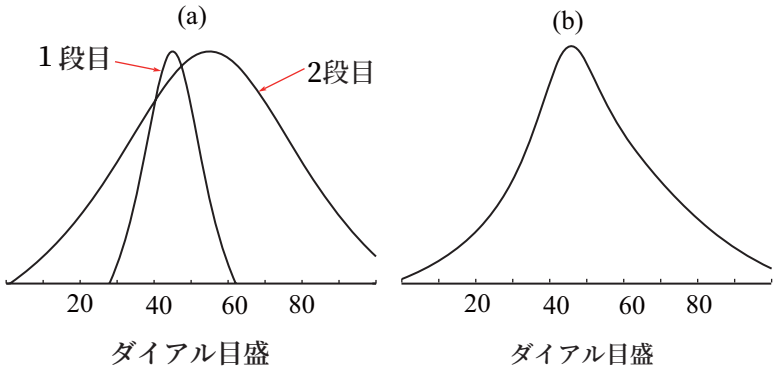
1.1 単一調整の不調は 2 点同調となるか

高周波一段受信機で，一つの放送が 2 点で受かるという現象が生じると，“それは単一調整がうまくとれていないからさ”とあっさり片づけてしまう人が少からずあるようですが，はたして事実そうなのでしょうか。

ある周波数の放送に対し，一段目と二段目の同調回路の同調点を別々に調べてみます。それには二段目のバリコンの接続をはずして非同調としておき，一段目のバリコンだけで放送を受けてみます。次には二段目を生かし，一段目のバリコンの接続をはずした状態で同調させてみます。その結果，**第 1 図**のように，一段目はダイアル目盛の 45 度，二段目は 55 度で同調したものと仮にしてみます。このように同調点が一段目と二段目とで互いに目盛り 10 度も狂っている場合，この状態で受信してみると，**第 1 図** (b) のように，45 度の点と，55 度の点



第 1 図
(a) のような各段の同調の狂いは (b) のような 2 点同調とはならず
(c) のような 1 点同調となる



第 2 図
全体の同調特性はシャープな段の同調特性に左右される

との 2 ヵ所で受かるものと一応は思えるでしょう。ところがさにあらず，たいていは同図 (c) のように，多少ブロードな単峰になって 1 点で受かるのです。これは一種のスタガー同調と考えてもよいでしょう。

国民一号型[1] のように，検波方式がグリッド検波である場合，二段目の同調回路の Q が，受信状態では非常に悪くなりますから，いわゆる分離が悪く，この部分の同調曲線は相当ブロードになります。一段目は，アンテナの状態とか同調コイルとの結合度によって多少異りますが，二段目のものよりはシャープになっているのが普通です。 **第 2 図** (a) はその一例で，両方の同調点は目盛で 20 度も差がありますが，全体としての同調曲線は同図 (B) のように単峰になり，そしてその同調点は一段目の同調点と同じ 45 度です。

以上は放送局所在都市などで地元局を受信するような場合，すなわちアンテナ端子入力が比較的大きく，従って再生も大きい入力に抑えられて効(き)かなくなるような場合です。もし電界強度の弱い場所で大きなアンテナあるいは電灯アンテナ[2] などで聴く場合は，一段目の同調

1) 戦前に設定されたラジオの規格。金属材料の不足を反映したため，構成は 12YV1—12YR1—12ZP1—24ZK2 の 4 球トランスレス・ラジオとなっている。感度は 0.1mV。低周波出力は 300mW 以上
2) 家庭用電灯線をアンテナとして使う方法。アースをアンテナ端子につなぐ

はブロードになり，それと反対に二段目は再生が効くためシャープになりますから，従って同調点は前の例とちょうど反対に二段目の同調点と同じになります。また一段目二段目の同調特性がほとんど同じでシャープであるようなときは，同調点は両者の中間へ来るか，あるいは双峰特性すなわち軽い 2 点同調を示すかも知れません。しかしスタガー同調で完全な双峰特性を得ることが言い易(やす)くして困難であると同様，単一調整の狂った高一受信機が 2 点同調を示すことは，ごく稀にしかないでしょう。

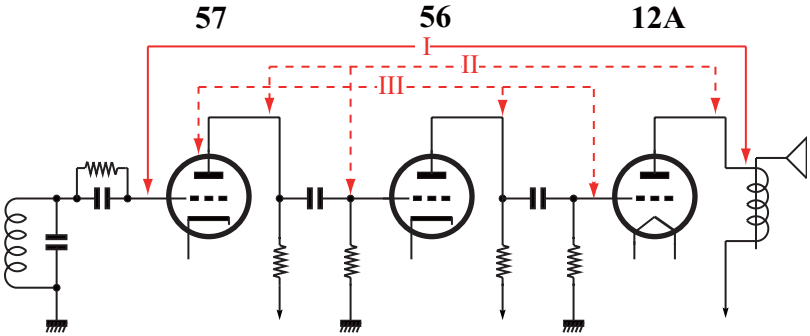
結局，“一段目と二段目とで，同調点目盛が狂っていても，特別な場合を除いては 2 点同調とはならず，やはり 1 点で受かる”というのが本当でしょう。以上の実験は，テスト・オシレーターと普通のテスターがあれば，大した困難なしにできますから，一度実験しておくとよいと思います。もし近距離局を受信するときどうしても 2 点同調になるという場合があったとしたら，それは検波管の飽和か，あるいは高周波一段として常識はずれに単一調整が狂っているものと思って差(さし)支(つか)えなく，これに関しては前編で述べてあります。

1.2 連続笛音の出る並四球

57–56–12A–12F の並四球で，連続してピーという笛音が出ています。

再生の効(き)かし過ぎかと思って豆コンを廻してみると，再生が起きるとやはり普通のように到来電波とビートを作ります。むしろ再生を効かさない時の方が笛音は強いのです。放送シグナルから同調をはずしておいて再生を起してみると，ボコッといって再生が起きると同時に連続笛音は却(かえ)って消えてしまいます。いわゆるシンギングと称する現象です。

次にシャシーをキャビネットから出して働かせてみると，シンギングは止み普通の状態で受信できることが判りました。このシンギング



第 3 図
矢印で示した間に結合が生じるとシンギングを起す

は，マグネチック・スピーカーのフレームをアースさせることによって完全に除くことができました。要するに出力回路のプレート側から前段へフィードバックして，高音部の低周波の発振を起していたのです。

こういった経験は，たいていの方は持っていると思います。それでは出力回路と前段のどの部分とが結合して低周波発振を起すのでしょうか。 **第 3 図**に矢印で示した間を，小容量のコンデンサーで結合させてみると，いずれもシンギングを起します。特に I の結合の場合には，57 のところへスピーカー・コードを近づけただけで笛音を発します。II 及び III の結合の場合では，よほど近づけない限りシンギングは起きません。

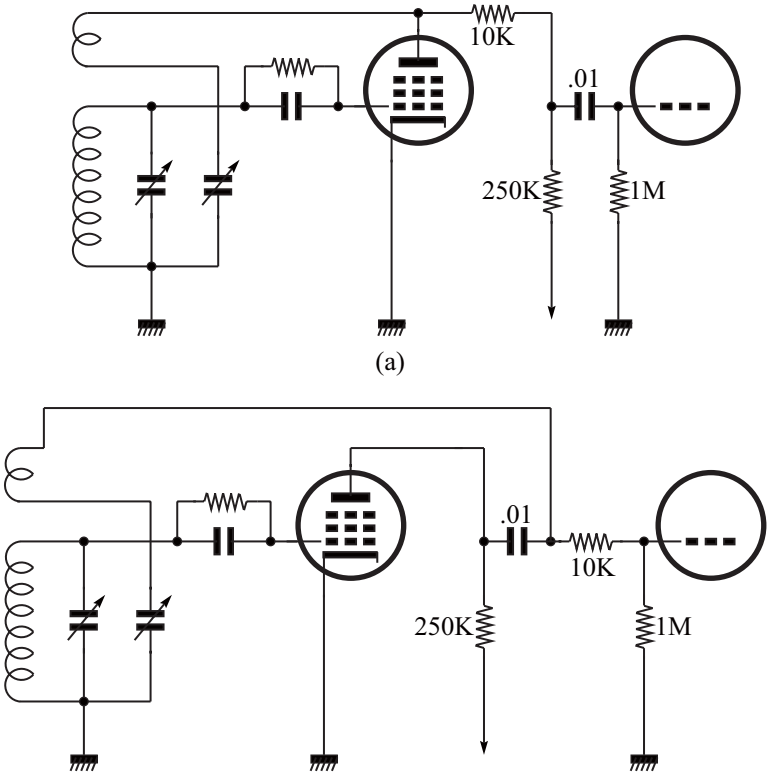
II 及び III の場合は，互いに同位相のところで結合するのですから，正饋還（せいきかん）となって発振するのは当り前です。I の場合では互いに位相は反対で，負饋還（ふきかん）となって安定するはずですが，それにもかかわらず発振するのは，特性の悪い低周波増幅部のため饋還（きかん）電圧の位相のズレが甚（はなは）だしく，かつ増幅度も高いため僅（わず）かの饋還（きかん）量でも発振してしまうものと思います。なお，再生を起すとシンギングが消えるのは，再生振動によって初段管の増幅度が下るからでしょう。

以上の並四での経験は，高級受信機ことにアンプリファイアーを組

立てる場合のよい参考になるでしょう。

1.3 再生コイル断線の予防

並四ないしは高一受信機に再生は付きものですが，再生が効(き)かなくなり，調べてみたら再生コイルが断線していた，という故障がよくあります。プラスの直流電位にある巻線はよく断線することは前にもしばしば述べましたが，再生コイルも検波管のプレート直流電圧と同電位にあるので，とかく切れ易(やす)いのでしょう。ベークライト・ボビンですら再生コイルの断線は起るのですから，まして絶縁の悪いプレスパ



第 4 図

再生コイルにはプラス電圧をかけない方がよい

ン[1] のボビンやファイバーでできているスパイダー・コイルが切れることは無理もありません。

前頁の **第4図** (a) は普通の再生式の回路ですが，これを (b) のように接続替えをすれば，もう再生コイルの断線の心配はなくなります。なぜなら，再生用コイルには直流のプラス電圧はかかっていないからです。もち論こうしても感度や再生の起きぐあい，ないしは低周波の周波数特性などには影響しません。十数年前の某メーカー製品にこのような方法を用いたものがあって，既に実証されています。

1.4 6ZP1 のプレート回路が切れたら

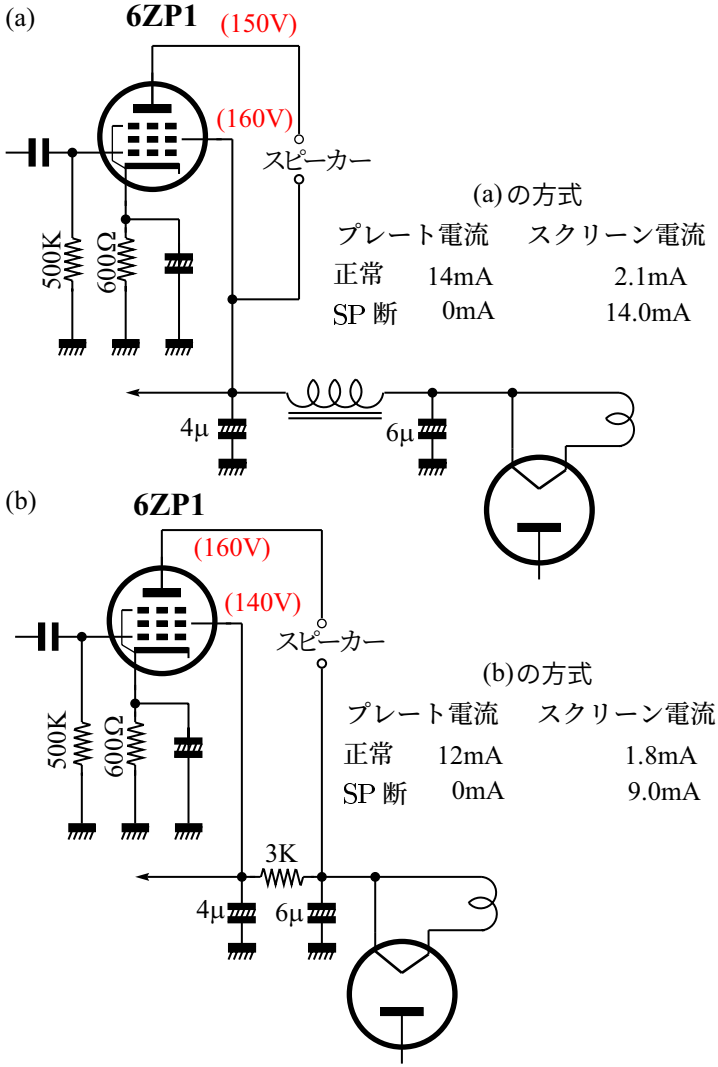
鳴らなくなった，見ると 6ZP1 のスクリーン電極が白熱している，故障はスピーカーの出力トランスが断線していた……ということはザラにあります。

故障でなくても，スピーカーをつなぎ忘れてスイッチを入れ，出力管のスクリーンが赤くなってきて気が付いた，ということなら皆さんは実験済みでしょう。

“スクリーンを過熱させると球がノビるよ”とたいていの人はいいますが，さてそれではプレート回路が切れたままスイッチを入れたら，スクリーン電流はその真空管をダメにするくらい流れるでしょうか。

高周波一段でよく見かける **第5図**（次頁）の (A) 及び (B) の二つの回路で，そのときの電流状態を調べてみると図の下に示したようになりました。ちょうどスクリーン電流がプレート電流に代ってしまうようなありさまです。もち論，真空管やその動作電圧あるいは回路などの個々の差によって，このデータ通りにはならないでしょうが大体のことはうかがえましょう。プレート電圧がかかっているときは，カソー

1) パルプを使用した絶縁紙



第 5 図
この回路でスピーカーが断れたら

ドの放射電子はプレートが吸引しているため，スクリーンの吸引する量は僅(わず)かですが，プレート回路が切れてプレートが電子を吸引しなくなると，スクリーンに集中します。そうするとスクリーン電極をプレー

トとした三極管となるわけで，試みにスクリーン回路にスピーカーを入れてみると，かなりよく鳴ります。面白がってこんな実験をしていると球をダメにするかも知れません。プレート回路が切れた状態では，スクリーン損失は許容値を遙かに超しているでしょうから真空管を不良にする可能性は充分あるわけです。以上の実験結果から，他のペントード[1] あるいはビーム出力管についても同様なことが想像できます。

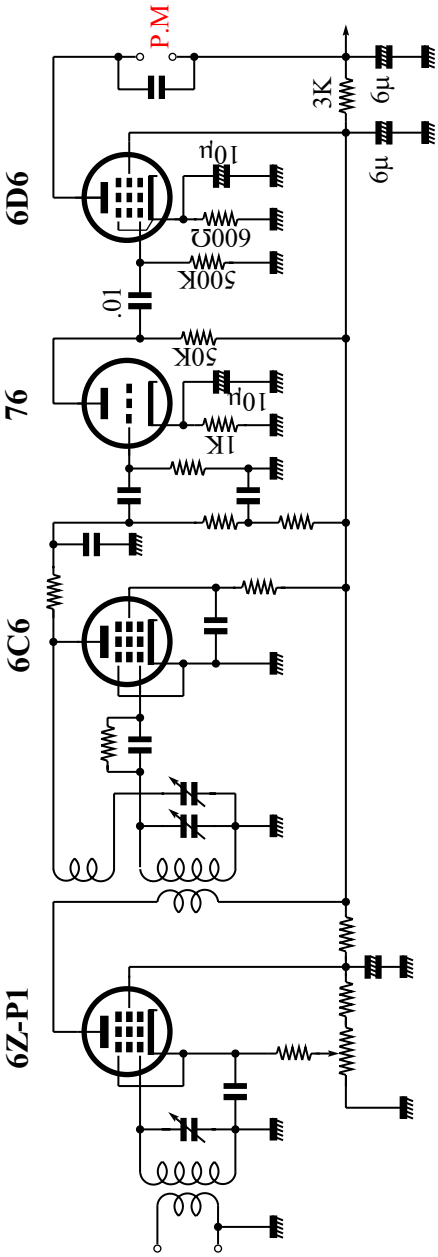
“プレート回路が切れたらスクリーンには相当な電流が流れるのは判り切ったものさ”とはいうものの，それを測ってみるという簡単な実験でさえ案外やってみる人は少いようです。

1.5 ハムとデカップリング・フィルター

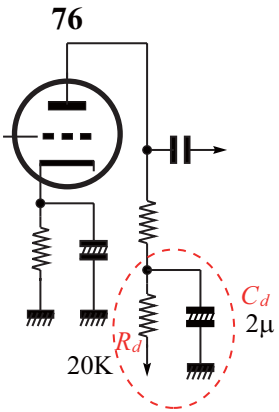
放送局より遠隔の地方で，最も経済的に実用になる受信機は**第 6 図**(次頁) のような高一低二[2] のストレート 5 球式で，感度としては 5 球スーパーに匹敵しましょう。高周波の感度不足を低周波のゲインで補うため，とかく雑音とハムが問題になります。

ところで**第 6 図**(次頁)で組み立ててみたところ，ハムが大分多いのです。診査の順序として，検波管 6C6 のグリッドとシャシー間をショートしてみました。検波コイルがパワー・トランスから電磁誘導を受けているかも知れません。あるいはグリコン[3] とリーク[4] のところで同じく静電誘導を受けている場合もあります。しかしグリッドをアースさせてもハムはほとんど変化しないので，この段は OK です。次に 76 のグリッドをアースさせてみました。しかしこの段でも余りハムは減りません。最後に 6ZP1 のグリッドをアースしてみると，ハムはピタリと止まりました。とすると 76 と 6ZP1 の間にハムの出る個所がある

1) pentode——五極管
2) 高周波一段低周波二段
3) グリッドに接続されるコンデンサー
4) グリッドリーク抵抗



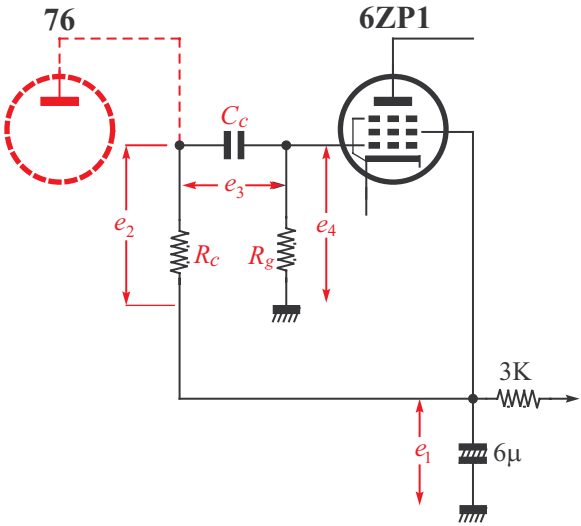
第6図　76を抜くとハムのふえる受信機の回路



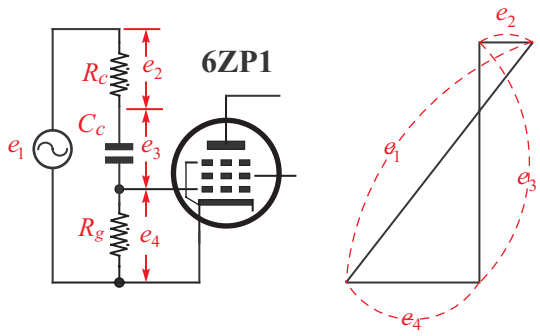
第 7 図
フィルターを入れるとハムは無くなる

わけです。

次の診査方法として 76 を抜いてみました。ところが何とハムは甚だしくふえるではありませんか。そこで再び 76 を差してみると，それが温まって動作してくるにつれてハムは減っていき，最初通りのハムの大きさになります。76 を抜いておき，0.01μF のカップリング・コンデンサーをはずしてみると，ハムは止まりました。そうするとハムは 76 の負荷の 50kΩ を通じてきているのです。結局そこに **第 7 図**のようにフィルターを入れるとよいことが判りました。このフィルターは前段との低周波結合が B 回路を通じて起るのを防ぐため，デカップリングといわれていますが，同時にハム・フィルターの役目もしているわけ



第 8 図
ハムを生ずる回路



(a)　　(b)

第 9 図
ハム電圧は分割されて 6Z-P1 のグリッドにかかる

です。

このフィルターがないとなぜハムが大きいのでしょうか。また 76 を差してあるとないとで，どうしてハムの大きさが違うのでしょうか？

76 を抜いたときの回路は**第 8 図**（前頁）のようになります。ハムを起すリップル電圧は B 回路の 3kΩ の出力側の 6μF のところに生じているものです。これを等価回路に書き直すと**第 9 図** (a) のようになり，B 回路のリップル電圧 e_1 は同図 (b) のような関係に分割されて e_4 となり，それが 6ZP1 によって増幅されて出力に現われるわけです。それゆえ

$$e_4 = e_1 \frac{R_g}{\sqrt{(R_c + R_g)^2 + X_c^2}} = \frac{1}{\sqrt{\left(1 + \dfrac{R_c}{R_g}\right)^2 + \left(\dfrac{X_c}{R_g}\right)^2}}$$

という関係になります。

今リップル電圧を仮に 5V とします。またカップリング・コンデンサー C_c のハム周波数 50 サイクルに対するリアククンスは

$$X_c = \frac{1}{2\pi f C} = \frac{1}{2 \times 3.14 \times 50 \times 0.01 \times 10^{-6}} = 320\text{k}\Omega$$

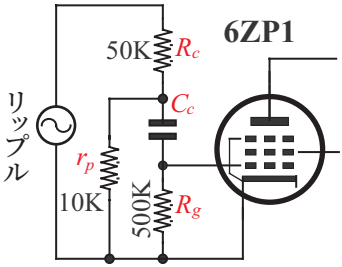
ですから，従って R_g 両端のハム電圧は

$$e_1 = 5 \times \frac{1}{\sqrt{\left(1+\frac{50}{500}\right)^2 + \left(\frac{320}{500}\right)^2}} = \frac{5}{\sqrt{1.6196}} \fallingdotseq 3.9\mathrm{V}$$

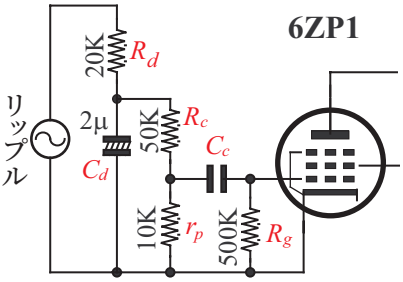
結局 6ZP1 のグリッドにかかるハム電圧は電源のリップル電圧の

$$\frac{3.9}{5} = 0.78$$

すなわち約 78%がかかり，それが増幅されてハム出力となることが判ります。ところで 76 の内部抵抗 r_p は 10kΩ 程度ですから，それの動作中の等価回路は**第 10 図**のようになり，ハムはずっと減少することが判ります。



第10図　76 が差してある場合のハムに対する等価回路

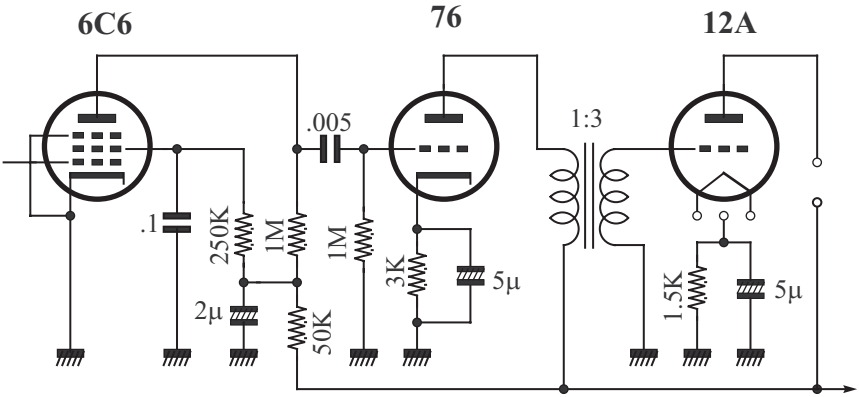


第11図　フィルターがある場合のハムに対する等価回路

この回路にフィルターを入れた場合の等価回路は**第 11 図**のようになり，極めて有効にハムが除けることが了解できましょう。

1.6 並四球が鳴り出すまでのハム

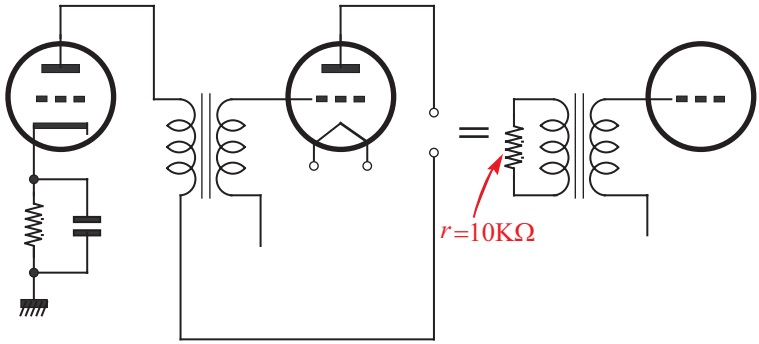
ある初歩者が，“並四球を組みたてたところ，調子はよいがどうも気になることがある。それはスイッチを入れてから鳴り出すまでの間，ハムが大きく出る。どこのせいか”と相談に来ました。セットは



第 12 図
鳴り出すまでハムの出る並 4 球

第 12 図のような 6C6–76–12A–12F で，76 と 12A の間はトランス結合になっています。近頃のこととて電解コンデンサーは充分な容量のものが使ってあり，B 電圧のリップルがハムの原因となっているとは思われません。

たしかに，鳴っているときはハムはそれほど気にならない程度です。その状態で 6C6 を抜いてみましたが，ハムは大差ありません。次に 76 を抜いたところ，ハムは大層大きくなりました。要するに，スイッチを入れてから 76 がヒートするまでの間だけ，ハムが大きく出るのでした。76 を抜いて置いた状態で 12A のグリッド・アース間をショートしてみると，ハムはピタリと止まります。またトランスの一次側 P〜B 間をショートしても止まります。インプット・トランスの位置を試みに変えてみるとハムの出かたに変化があり，それをパワー・トランスから遠ざけてみるとハムは減っていきます。結局パワー・トランスとインプット・トランスが電磁結合をしていたためのハムでした。そのトランスをパワー・トランスから一番離れた位置に，そしてその向きもハムが最少になる状態にして固定しましたが，並 4 球のシャシー上では，パワー・トランスからの誘導を完全に除ききることはできま



第 13 図
誘導されたハム電圧は 76 に消費されて減少する

せんでした。

原因は判ったのですが，“そんなら鳴り出すと，なぜハムが消えるのか”と説明を求められましたので次のように説明してやりました。

パワー・トランスからの磁力線によってインプット・トランスには 50 サイクルの電圧が誘起され，それを 12A で増幅する結果大きなハムとなっているわけなのですが，76 が動作しているときは，それを等価的にみると**第 13 図**のように，76 の内部抵抗約 10kΩ が一次側に並列に負荷されているのと同じことになります。すると誘起されたハム電圧は，76 の内部抵抗中にハム電流となって流れ，そこにハム電力の消費が起きます。パワー・トランスから受けている誘導磁力線数は極めて少くそして一定ですから，76 の内部抵抗により流れるハム電流の減磁作用のため，誘起されているハム電圧は降下して極めて僅(わず)かの値になってしまうのです。要するにパワー・トランスを一次とし，インプット・トランスを二次とした特別に変動率の大きい一個のトランスのようになるのです。こうしてハムは減るのです。しかし 76 が差してあってもそれが動作するまでは内部抵抗は断(き)れている状態なのです。ところが 12A の方は直熱型ですからスイッチを入れると直ぐに動作します。そこに 76 の動作と時間的なズレができて，その間だけは誘起

電圧は低下せず，ハムは大きく出るのです。以上が鳴り出すまでのハムの原因というわけです。

ところで古くからやっているあるラジオ屋さんに聞いたととろ，“そんなことは昔の並四にはザラにあったんだよ”とのことでした。

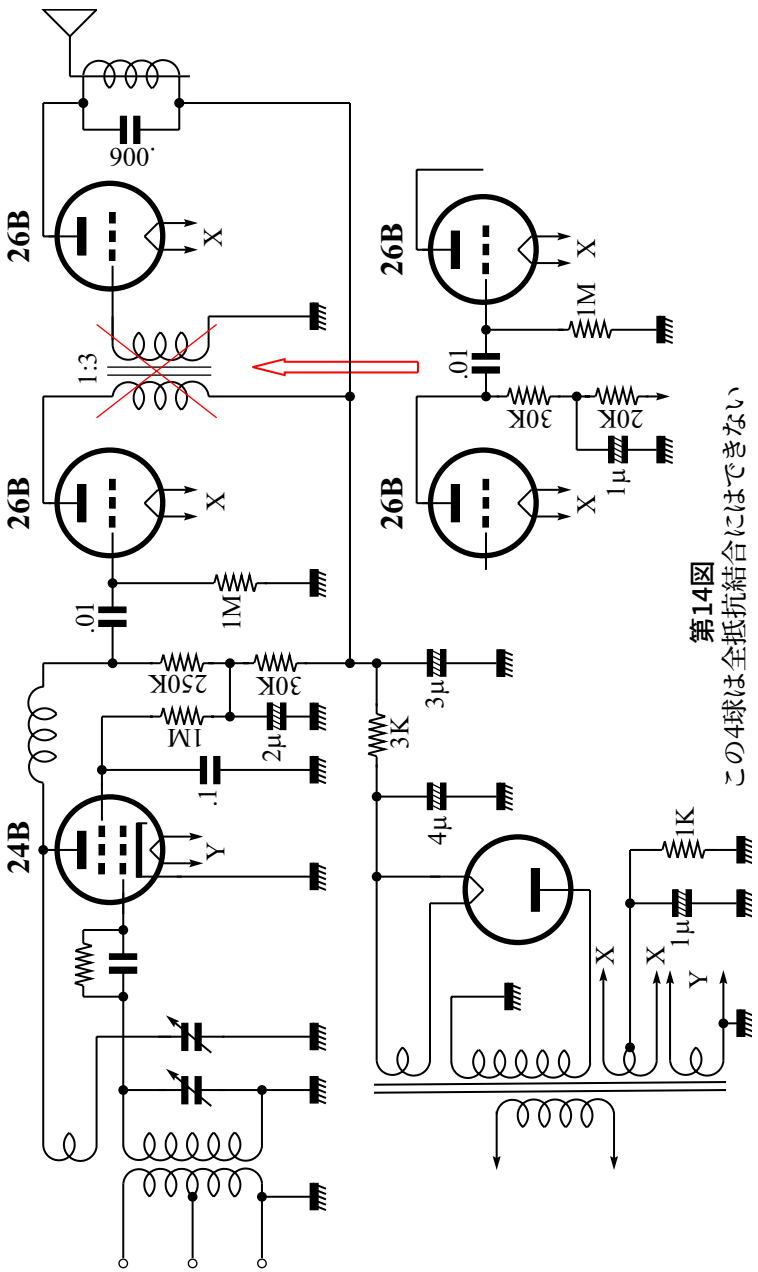
1.7 抵抗結合にできない並四

第 14 図(次頁)のような古い型の並四ですが，低周波トランスが切れたので，そこを抵抗結合にしてみました。ところがどうでしょう。ガーという連続音ばかりで，放送音声はちっとも聴こえてきません。モーターボーティングの周期の早いやつです。

そこで，デカップリング・フィルターのコンデンサーを増してやったり，カップリング・コンデンサーの容量を小さいものに取替えてみたり，電源部のフィルター・コンデンサーを付け足してみましたが，さっぱり効果はなく，どうしても発振音は止まりませんでした。バイアス抵抗のところのバイパスを増してやると，発振音は低くなりますが音声は聞こえてきません。結局元通りにトランス結合にしてみましたが，今度はそれでも同じようにガーと発振します。昔の修理の本に，そういう場合は低周波トランスの接続極性すなわち P〜B か G〜F のどちらか一方だけを反対にしてやれば止まるということが書いてあったのを思いだし，そうしてみたら発振音は止まり，元の通りに働くようになりました。ところが抵抗結合だったら，極性を反対にしろといったところで，抵抗には極性はないのだからどうにもなりません。結論として，抵抗結合にはできないことになります。

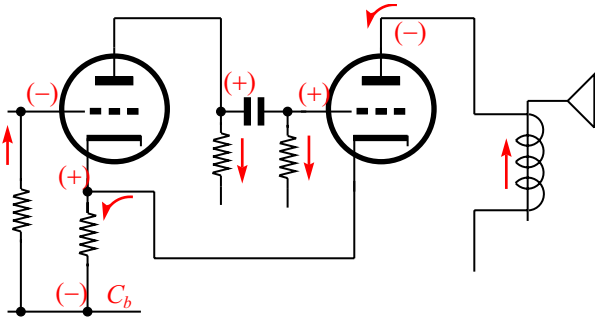
ところで，抵抗結合とするとどうして発振するのでしょうか。またトランス結合では接続極性によっては発振するのはなぜでしょうか。

これは 26B を 2 本使ってあるか，或は 26B と 12A を使ってあってもバイアス抵抗を共通にしてあるものに限り生ずる現象です。そこで



第14図 この4球は全抵抗結合にはできない

2 段の増幅回路が共通のバイアス回路で結合されるため，その位相関係がポジティブ・フィードバック(正饋還)になって発振してしまうものと考えられます。この場合の位相関係を図示してみると**第 15 図**のようになります。これを順を追って説明してみると，最初の段のグリッドが (−) になるようなシグナルがかかるとき，そのプレート電流は減ります。従って次段のグリッドは (+) の方向になり，そのプレート電流は増加します。次段の増加したプレート電流は共通のバイアス抵抗中を通り，そこに前段のグリッドがカソード（26B ではフィラメントの中点）よりも (−) になるような電圧を生じますから，結局入力シグナルで与えられたよりも一層大きく (−) になっていきます。以上の反対の場合も同様で，前段のグリッドが (+) になるシグナルがきたとすると，そのバイアス抵抗中を通る次段のプレート電流のため前段のグリッドはますます (+) になっていきます。これがすなわち正饋還ですが，共通バイアス抵抗中を通る次段のプレート電流は，前段のプレート電流に較べ非常に大きいので正饋還作用は著しく，ついに発振してしまうのです。



第 15 図
共通バイアス抵抗による正饋還

トランス結合ではその接続極性によってはネガティブ・フィードバックに反転させることもできますから，発振を止めることは容易なわけです。

ところでバイアス回路にはバイパス・コンデンサーが入っていますが，一般には 1μF 程度ですから，高い周波数以外はリアクタンスが大

きくて役に立たず，従って低い周波数で発振してしまうのです。たとえば容量を増してみても発振周波数が低くなるだけで，有効に防ぐことは困難でしょう。誰も一度はこの苦い経験を持っている筈です。

1.8 迷惑な高周波二段セット

自分の家の受信機は月並の高一で，故障や異状はない筈なのに，それが聴取中にシャーッという音がしてきて放送が聴きとれにくくなるのです。そしてその現象は第一放送だけに限り，特に浪曲とか歌謡曲のような大衆プログラムのときによく起こります。また第一放送がその雑音で聴取困難なときに第二放送を聴いてみると全くなく，連続して聴いていてもその雑音は決して這(はい)らないのです。アースだけで受信しているのですが，そのアースをアンテナ・ターミナルから外してみれば雑音は這(はい)らなくなりますが，放送ももち論受かりません。以上のようなことから，結局これは外来の障碍(しょうがい)で，近所のどこかの受信機が関係しているらしいと見当をつけてみました。

この話の受信機のある土地は放送局から相当離れていて，そろそろ近距離フェーディングの起きようとする限界のところですが，上記の雑音は近所のラジオにも同じように這(はい)ることが判りました。この障碍の発見には長い期間かかりましたが，結局近所の或る一軒でラジオをかけているとき，そのラジオが同一電灯線回路で聴いている他の受信機に妨害を与えるのだということを探り当てました。しかしそこのラジオが第二放送を聴いているときは，近所のラジオは何ともなく，また第一放送に障碍(しょうがい)を与えているときでもビートは伴わないのですから，単なる再生障碍(しょうがい)ではないらしいのです。

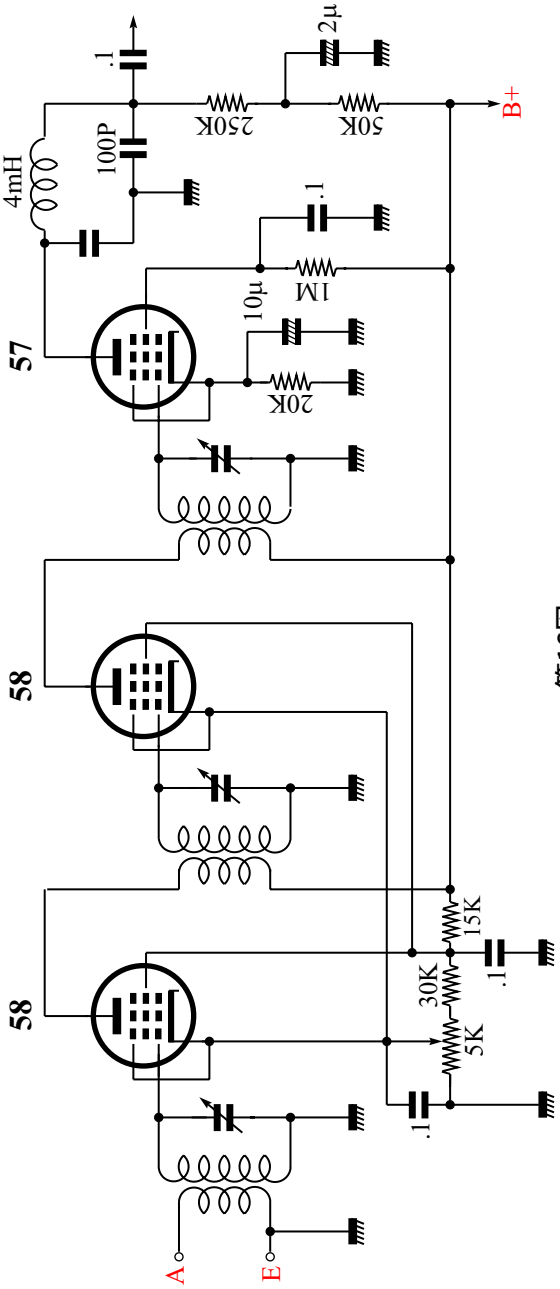
妨害発生受信機を調べてみたところ，それは誰か熟練していない者の試作品らしい高周波二段で，おまけに低周波も二段というすさまじいものですが，再生式ではありません。そして使用球は 58–58–57–56–

2A5–80 という大分以前に作られたものらしいのです。この受信機の高周波部分の回路は**第 16 図**（次頁）の通りで，第一放送を受信するときは，他に与えている妨害雑音と同じジャーッという音がして，やはり放送はろくに聴きとれません。これは同調点を少しずらしボリュームは最大にした状態で受信していたときですが，試みにボリュームを少し絞り，同調を完全に合わせてみたところ，今度は強いビートが出てまるきりダメで，その状態ではもち論近所へも強いビート妨害を与えます。

妨害発生受信機の電圧をチェックしてみたところ，2A5 のプレート電圧は，ボリュームを絞りきったときは 400V にもなっていて，そのカソード電圧は 420Ω のバイアス抵抗に対し，わずか 5V しかでていません。これは 2A5 のプレート及び SG 電流[1] の合計が 12mA 弱しか流れていないことを意味し，要するに 2A5 が大分ボケているので，その他には故障個所はありませんでした。そこで 2A5 を新品に取替えてみると，その正味のプレート電圧は 250V，カソード電圧は 18V 近く出るようになり，大体定格値に近い状態になりました。そしてボリュームを相当に絞った状態で聴いてみると低周波 2 段のおかげで実用程度に受かり，また近所への妨害も起しません。しかし或る程度以上ボリュームを上げる，即ち高周波増幅の感度を上げてやると，その受信機のスピーカーからものすごいジャーッという音を発し，近所の受信機も全く聴こえなくなってしまいます。

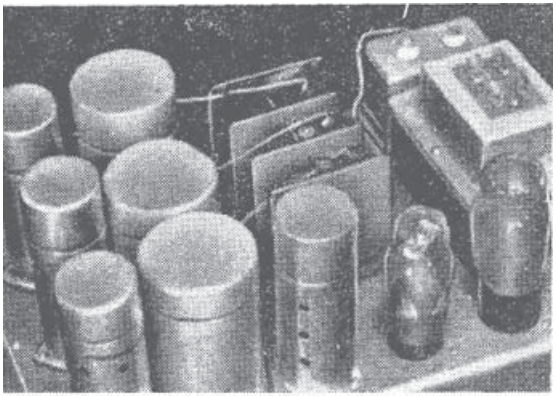
これはつまり高周波増幅回路で自己発振を起したので，従ってボリュームをある程度絞って高周波増幅管の感度を下げてやれば自己発振は停止するのです。ところが 2A5 を取換える以前は B 電圧が非常に高くなっていたので，自己発振は極端に強く，ボリュームを全部絞ってみたところで発振が停るまでにはならなかったのです。面白いこと

1) スクリーングリッド電流



第16図
高二は自己発信を起しやすい

には3連バリコンの単一調整がほとんどデタラメで，かなり同調はブロードであるらしく，従って同調点を少し位ずらしても少しは受信できるのです。そしてそのときの自己発振の周波数は到来電波と10kc近く離れるので自他ともにあまりビートは感じなかったものの，到来電波の近接周波数で強い発振出力を出しているのですから，近所の高一や並四ではそれを分離しきれず，その勢力で受信機はオーバーロードしてしまい，結局放送電波は打消されてしまうような現象になったのでしょう。それが第二放送の周波数附近になると妨害受信機の単一調整は一層狂いが大きくなり，もう自己発振は起さず，大体差支(さしつか)えなく聴えていたのでした。これは単一調整を完全にしようとすると，全バンドに亘(わた)って自己発振をするので判ったのです。



トップ・グリッドの線で結合し発振する

この妨害発生受信機の自己発振は，そもそも高周波回路の配置の不適当によるもので，即ち写真で見られるように6D6–6C6の各トップ・グリッドへいく線が並行しているため，そこでフィードバックするからです。これは組み直しでもしなければ，なんとしても救われない状態でした。ともかくも高周波2段を一人前に仕上げることは，なかなかむずかしいもののようです。

1.9 また並四受信機の不思議

並四受信機が修理にやってきました。お定まりの低周波トランス断

線なのです。交換するべくはずしかけてフト気が付いたのは，2 段目の 56 の回路に間違いがあり，**第 17 図**（次頁）のようにそのグリッドとカソードの接続が反対になっているのです。部品の様子からみると，原形は 26B であったらしく，それを 56 に替えるため，ヒーター電圧を検波の 56 から引いてきてありますが，ソケットを取替えるときにそのカソードとグリッドを取違えてしまったものらしいのです。工作の手ぎわが実に下手で，一見してシロウト仕事と判りますが，それにしてもグリッドとカソードを間違えているのですから，あまりにもひどすぎやしませんか？

「これじゃトランスが断れなくっても聴えるわけはないですよ。一体どんな人がこれをいじったんですか」

と持主に聞いてみると，

「一昨年球が無いとかで，隣りの中学生が改造してくれたんです。ラジオにかけては天才的な子供ですよ。それからは音が前より良くなり，故障なしにずっと今まで聴いていたんです」

という答です。ラジオを修理に持ってくる客にはこういう手あいが多く，さんざんいじり廻して壊したあげく，どこも手を付けてありませんと，そらとぼけるのです。

「こんな間違った配線をしてあって，鳴るわけはありませんよ，誰かが直しかけたんでしょう」

となじると，

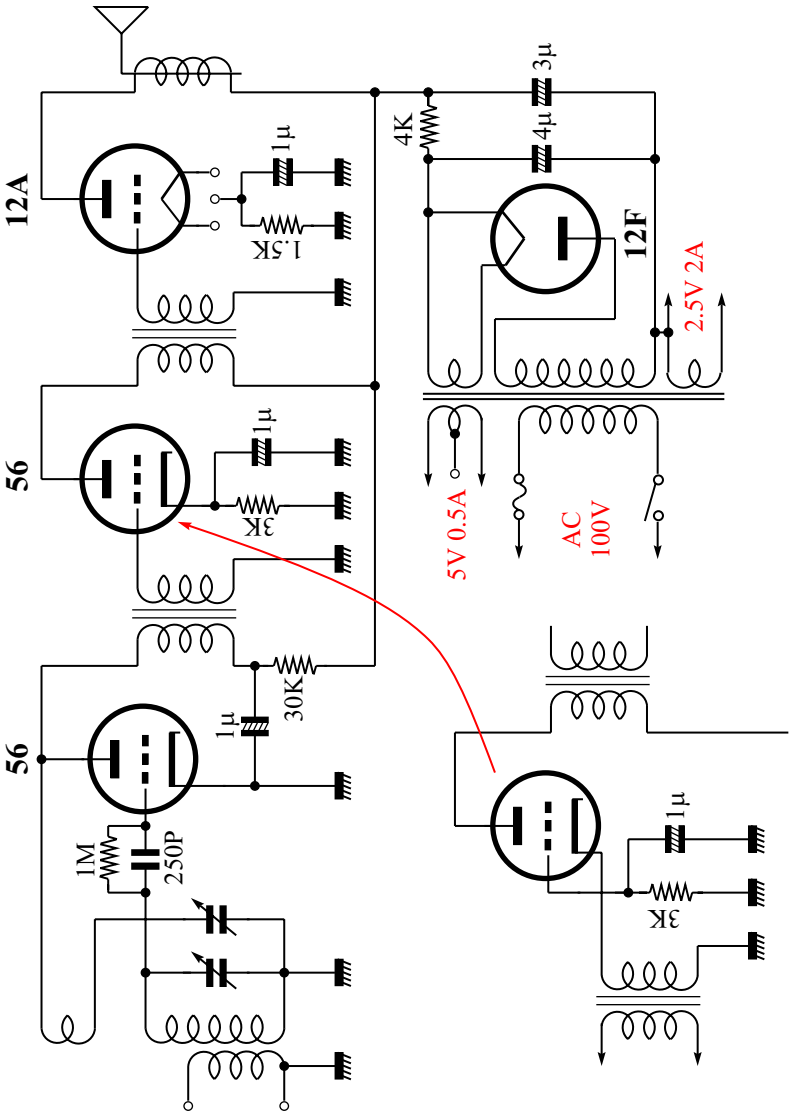
「いや絶対に。故障して直ぐこちらへ持って来たんだ」

と，客はムキになるんです。

こっちも癪にさわったので

「そんならこのままで，切れたトランスだけを新しくしてみますよ。そして，もし鳴ったらお金は頂戴しないでもよいです」

と宣言し，お客の見ている前で，誤配線のままトランスだけを取替え，



第17図　56のカソードとグリッドを取り違えたら}

「いいですか，聴いていてごらんなさい」

と，スイッチを入れると，どうでしょう，かなりの音量で鳴り出した

ではありませんか。

ハテナ？ すると 56 の球が，ベースの中で反対に接ぎ直してあるのだなと思い，

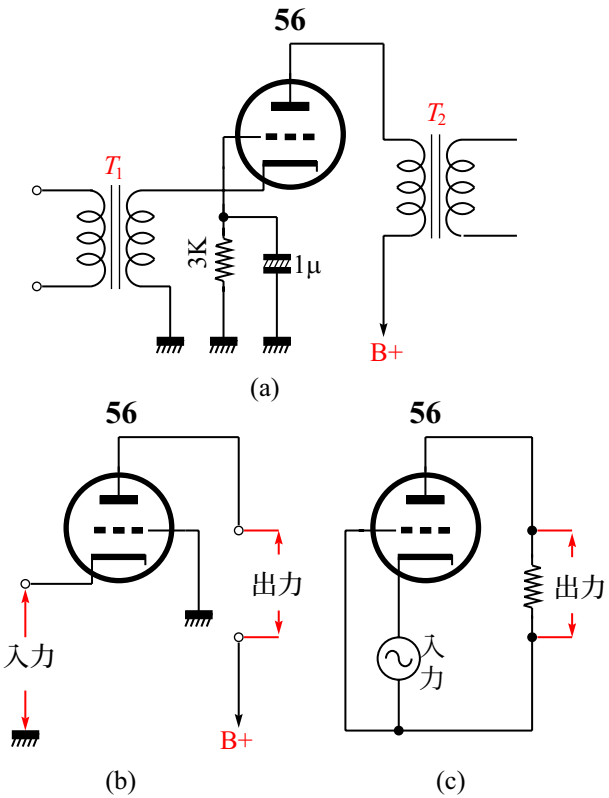
「この 56 はインチキです。球の中に仕掛けがしてあるのです。新しい球を差してみますから」

といいながら試験用の 56 を差してみると，何とまた同じくよく鳴るではありませんか。客はソラみたことかという顔つきで，笑いながら修理代は置いていってくれましたが，面目まるつぶれです。開業以来こんなにハジをかいたことは始めてです。56 なんてそんな働きをする球なんでしょうか。このわけはどうしてでしょうか？

以上は私がいつも行くあるラジオ屋さんが不思議そうに語ってくれたものです。要するにトランス結合の並四受信機で，2 段目の 56 の配線を誤り，**第 18 図** (a) (次頁) のように，カソードとグリッドを取違えて接続したところ，相変らず鳴っていた，というのでした。

これを考えてみるに，グリッド回路の 3kΩ の存在は，グリッド電流が流れない限り，問題ではないわけです。また低周波に対しても 1μF があるためインピーダンスは非常に低く，無視してもさしつかえありません。従ってこれは，同図 (b) のようにグリッドを直接にアースしたと同様です。要するにこれは同図 (c) のようなカソード・インプット方式という特殊な増幅回路となっているわけです。またこの場合，56 のカソードとアース間には，トランス T_1 の二次側が入っているので，この直流抵抗がちょうど自己バイアス抵抗の働きをします。このような條件で，けっきょく正規な増幅作用をするわけです。

カソード・インプット方式では，入力端子のインピーダンスは高くありません。そのため T_1 の二次側へ並列に抵抗を入れたように働き，検波管に対する負荷インピーダンスを低下させ増幅度は小さくなります。特に高音部では T_1 による損失が大きくなります。また，逆に出



第 18 図
カソーソとグリッドを取違えればカソード・インプット方式になる

力インピーダンスは高くなりますから，T_2 による低音部の損失が幾分大きくなります。

要するに，このように，56 のグリッドとカソードを間違えても，鳴ることに不思議はないわけです。といっても，わざわざこのような配線にするほどの利点はないでしょう。

1.10 幽霊放送局!?

私のセットは並の高周波一段再生式の 4 球です。私の家は東京都内

です。ですから東京の放送は，第一も第二も，そして進駐軍向け放送[1]も，みな調子よく受かります。しかしそのほかにもう 1 つ不思議な放送が受かるのです。

それはダイヤルの目盛の 1500kc に近い方で受かるのですが，面白いことには，その放送局では，JOAK[2] と東京 AFRS のプログラムを同時に出しています。つまり 2 つのプログラムがゴチャゴチャに混じって，同音量で聴えてくるのです。

友人の家の並四球で受けようとしてみましたが，その放送は全然受信できず，ビートすら出ません。ところが高周波一段か二段のセットなら，都内のどこの場所でも，例の放送が完全に受信できることが判りました。要するに，並四では全然ダメで高周波増幅が付いていれば聴こえ，また高周波一段付きのスーパーでは，特によく受信できるのです。

不思議な放送の周波数を正確に測ってみたら，それは 1360kc です。そしてその放送は JOAK とも，また東京 AFRS とも同じプログラムですから，それに関連があるものと思ったところ，JOAK の放送が終ってしまうと，東京 AFRS は放送中にもかかわらず，不思議な放送も JOAK と共に消えてしまいます。まるで幽霊のような放送です。受信機で再生を起してみるとその周波数のところでビートが出ますから，たしかにその放送はあるのです。この放送は毎日続けられていますから受信してみて下さい。

ところで種明かしをしてしまえばこの怪放送の正体は，高周波増幅回路で起きるクロス・モジュレーション（混変調）といわれる現象なのです。1360kc は，即ち JOAK 590kc と東京 AFRS 770kc の和の周

1) 1952 年，米国を中心とする連合国とのサンフランシスコ講和条約が締結される以前に，日本に駐留していた米軍向けの放送。NHK が担当したため，NHK「第一放送」「第二放送」にならって「第三放送」とも AFRS(American Forces Radio Service) とも呼ばれた。後の FEN である。

2) 東京第一放送のコールサイン

波数

$$590 + 770 = 1360(\mathrm{kc})$$

です。

どうしてこういう現象が起きるのでしょうか。受信機のアンテナ回路には，JOAK と東京 AFRS の 2 つの高周波電圧が同時に誘起されているはずです。これは同調回路で分離されるので，両者は別々に聴取することができるのですが，もし大きいアンテナ，あるいは電灯線アンテナ[1]即ちアース・アンテナなどの場合には，第一段目の同調回路だけでは両者を完全には分離できず，全同調範囲に渉って，幾らか混じるはずです。しかし次段の同調回路で完全に分離しきってしまいますから，混信のおそれは全く無くなるのです。

この場合，第一段目で分離しきれないことが問題なのです。たとえばバリコンを廻して 1360kc に合わせても，第一段目の真空管のグリッドには JOAK と東京 AFRS の両シグナルが少しはかかっています。そこで高周波増幅管の特性に非直線性があるときは，増幅と同時に僅(わず)かでしょうが検波をします。この頃の球のように特性の悪いものではこれは不可避です。二つのシグナルを同時に検波すると，スーパーの周波数変換と同じ理由で，プレート側には両周波数の和または差の周波数即ち中間周波を生じます。JOAK と東京 AFRS の和は 1360kc，差は 180kc ですが，このうち 1360kc は放送周波帯に入りますから，二段目の同調回路をこれに合わせれば，そこで増幅され検波管に達し，両シグナルの合成プログラムが完全に受信できることになります。

即ち初段の高周波増幅管が混合管として働き，二段目の同調回路は中間周波回路となり，丁度(ちょうど)スーパーのような原理で動作するわけなのです。ただしこのスーパーでは，局部発振は無くその役目は 2 つの放

1) 屋外に架設してある電灯線をアンテナとして使用する方法。ラジオのアンテナターミナルをアースする。「アース・アンテナ」ともいう

送電波のどちらかが引請(ひきう)けているわけです。上記と同じ現象即ちクロス・モジュレーションは，二重三重の放送のある地方で，その 2 つの放送の周波数の和が BC バンド内に入っていれば起る可能性がありましょう。

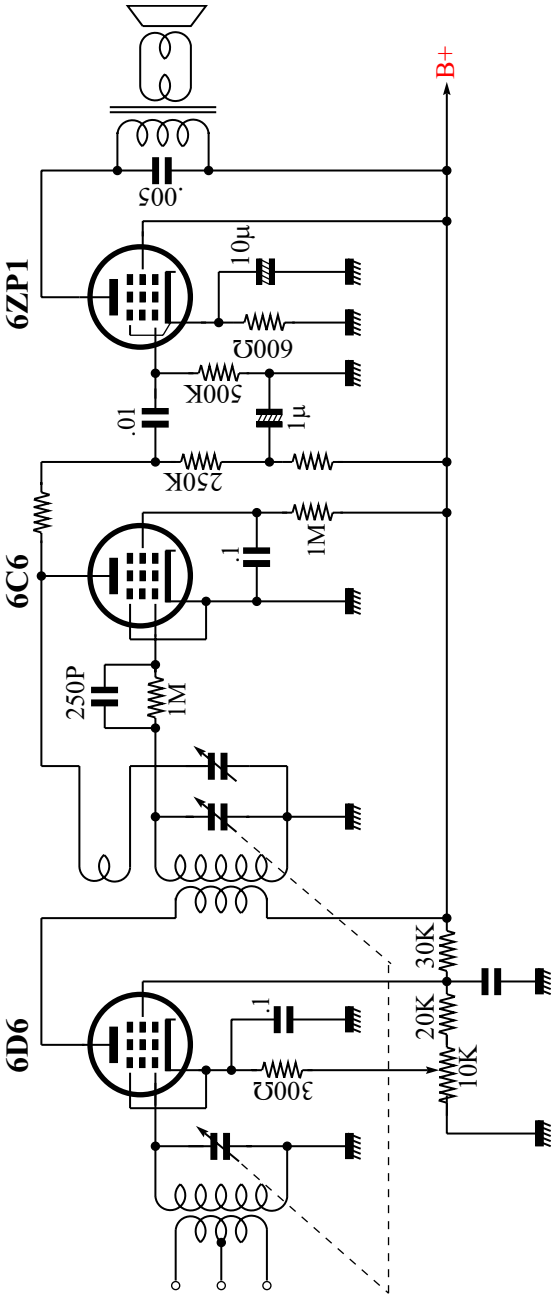
1.11 高周波管が切れても鳴っているラジオ

友人が「近頃うちのラジオは音が小さくなった。ラジオ屋へ持って行こうと思いながら，ついおっくうで。球が 1 本消えているだけらしいので，残りの球だけでまだ鳴っているんだから……」というのです。見ると高一 4 球で，消えているのは高周波増幅の 6D6 です。試しにボリュームのツマミを廻すと音量には何の変化もありません。再生作用もスムーズに効いています。なるほどあまり音量は出ませんが，それでも並 3 を室内アンテナで聴く程度の感度は，かろうじてあります。

このラジオはアマチュアの作品らしく，どうも感心できない配置です。調べる道具は何一つ持ってきてないので，電気的なことは判りませんが，回路は**第 19 図**（次頁）のような最も普通な式で誤配線や故障個所はなさそうです。6D6 が切れても鳴るとすると，まず考えられることは，強い電波が検波コイルに直接感じて鳴ることです。そこでアンテナ・ターミナルに挟んであるアース線をはずしてみたところ，感度が下ってしまい実用にはなりそうもありません。次に考えられることはシグナルが 6D6 の電極容量 C_{pg} を通じ，初段コイルから検波コイルへ感じることです。ところが 6D6 を抜いてみましたが，全く影響なく鳴っています。6D6 には SG[1] があるので C_{pg} は非常に小さいのでした。

ここで一つの冒険を考えました。6D6 のヒーターにパワー・トランスの B 電圧をかけ，切れたところを熔接してやれと，パチンとやって

1) スクリーン・グリッド



第19図
このラジオは6D6を抜いても鳴る

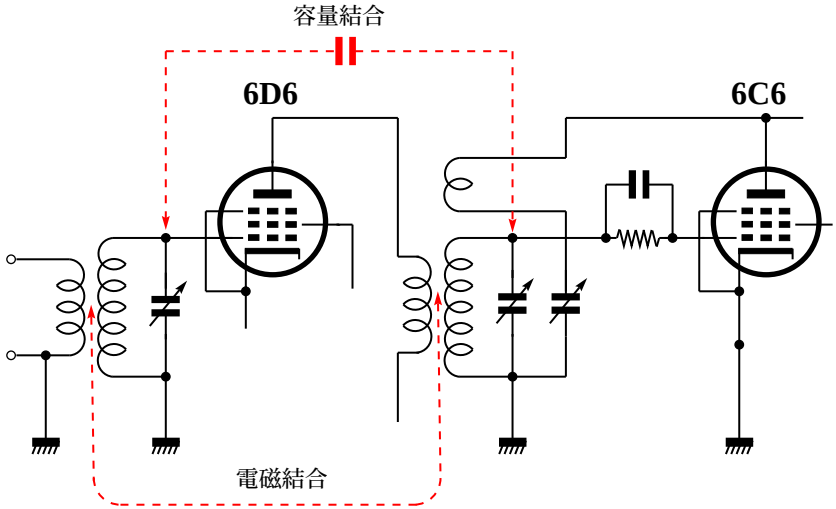
みたところ，はたして大成功です。これで完全に鳴るわいと，6D6 を差してみると，ギャーといって放送も何も聴えません。猛烈な自己発振です。ボリュームを絞っていくと，ある点から発振は止み聴えるようになりますが，このときの音量は先の 6D6 が切れていた状態のときより少しよい程度です。それにもかかわらず，友人曰く「おかげで作って貰(もら)ったときの最初の状態と同じになった」と大喜(おおよろこ)びです。ラジオとは，調節のしかたによっては変な音が出るのが当りまえだと思っているらしいのです。

友人のラジオの話しはこれでおしまいですが，さて我々にとっては，6D6 が断(き)れていてもなぜ聴こえるかという問題が残っています。

以上のように，高一 4 球が激しく発振するのでボリュームを最大にすることができず，いつも高周波のゲインコントロールを半分以下に絞って聴かなければならないというシロモノで，その高周波増幅管 6D6 を抜いておいても，かなりの音量で受信できるものはメーカー製品では見られませんが，初歩アマチュアの自作品にはよく見られます。その理由を解くことは，高周波増幅回路の配置を検討するのにぜひ必要なことです。以下それを考察してみましょう。

6D6 が無い状態でアンテナを外してみると（アース・アンテナ式受信法でしたらアースを外す）殆んど受信できなくなるのですから，電波が直接検波コイルに感じているのではないことは確(たし)かです。

そうすると可能な二つの場合を考えてみると，その一つは初段コイルと検波コイルとの間の電磁結合，次は両同調回路が容量結合されている場合で，もち論両方の原因が同時に重なることもありましょう。いずれにしてもそのような場合には，6D6 の感度を上げていけば必ず発振をします。この証明には，メーカー製品で初段のグリッド側の線を検波のグリッドに接近させてみると，問題の現象を起させることができます。コイルは初段はシャシーの上に，検波段は下へ取付け，且(か)



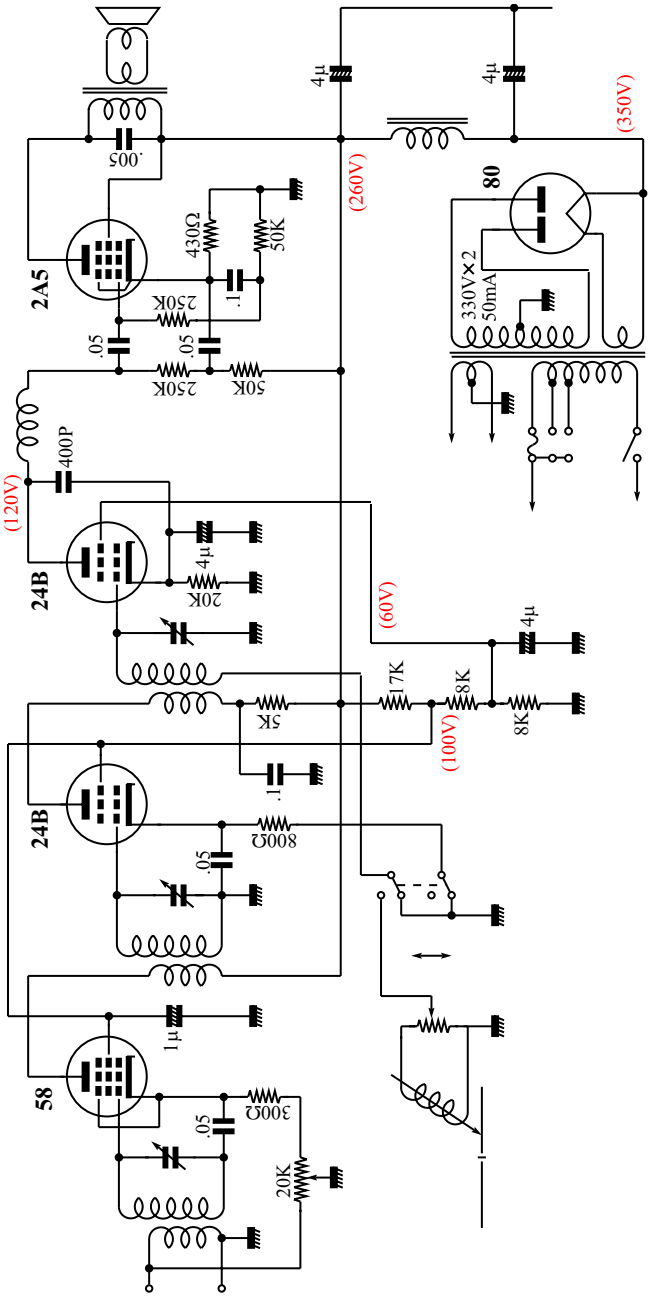
第 20 図
6D6 無しでも鳴るわけは

つ互に直角に配置するので，下手に組んでも両者の電磁結合は少いでしょう。二連バリコンの上部からコイルまたは 6D6，6C6 のトップ・グリッドへ持っていく線がクセモノで，この間の漂遊容量はバカにできません。多くはこれで失敗するので，特に高周波二段増幅などはむずかしいわけです。組上り後の調整方法の一つとして 6D6 を抜いても相当な感度で受信できる，ということのないように両段の配置を変えてみて，前段と検波段との結合を減らす必要があります。

1.12 レコードが鼻声の電蓄

第 21 図（次頁）のようなビクター JR–101 のラジオ・シャシーを利用して組立ててある電蓄[1] です。かねがね“レコードの音が悪い”と聞いていたので，それを調べてみました。ラジオの音はよいのですが，ピックアップに切替えてレコードを掛けると，なるほど鼻詰まり声です。

1) 電気蓄音機の略。ラジオとレコード・プレイヤーを同一の筐体にいれたもの。



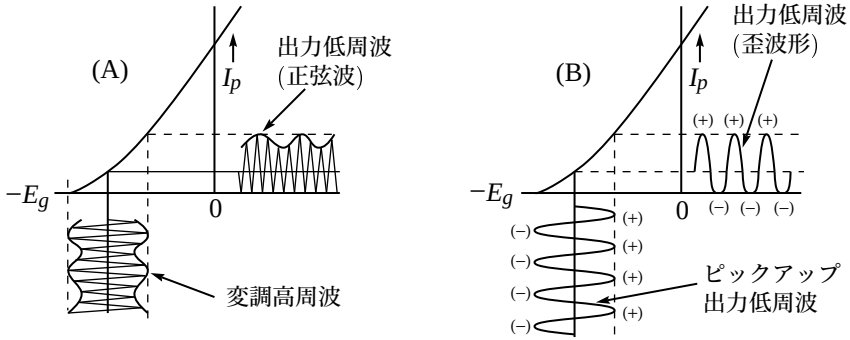
第21図
ビクターJR-101型

これはピックアップが怪しいな，と考えました。ピックアップの針を指先でこすってみると，右の方へこするときは音が出ますが，左の方へこすったのでは音は小さく，まずほとんど出ないのです。さてはアーマチュアの片寄りだな，と思ってピックアップの蓋を取って見ると心持ち片寄りしていたのでそれを修正しました。再び針を付けて指でこすってみると，なんと今度は前と反対に，左の方へ向ってこすると音が出て，反対だと出ないように変っています。やれやれもう一度か，と再び蓋を取ってアーマチュアを見ると，チャンとポールピースの中央に位置していて，指で針を押してみた感じでも片寄ってはいないことが確認できました。そこで今度は蓋を取ってあるまま針をこすってみると，なんとまたまた反対になり，最初のときと同じ状態になってしまいました。

ここで気付いたことは，アーマチュアを調べるには磁石を取はずすので偶然ですがその都度磁石の極性を反対に変えて取付けていたのでした。要するに磁石の極性によって，右にこすると音が出たり，極性を逆にすると左にこするとき音が出るようになるのです。いずれにしても片方へこすったときだけ音が出るのです。ですから，この状態でレコードをかければ音声出力波形は半分になるので，結局鼻詰まりの音しか出ないのでした。

さて以上の現象は，ピックアップの不良でしょうか。それともシャシーの方に故障があるのでしょうか。ちなみに，シャシーを調べてみたところ，図に記入のように，部品定数や電圧電流状態ともすべてビクター社で発表してある通りで異状は認められません。

ところで配線図をよく見ると，検波の 24B のカソードの抵抗値が 20kΩ になっているので，これでは増幅用としては高すぎるように思えました。そこでレコードをかけながら試みにこの 20kΩ に並列に 3kΩ の抵抗を当てがってみました。案の通り，当てがったトタンに音は良



第 22 図
検波の動作状態で増幅に使ったら

くなり，音量もややふえました。

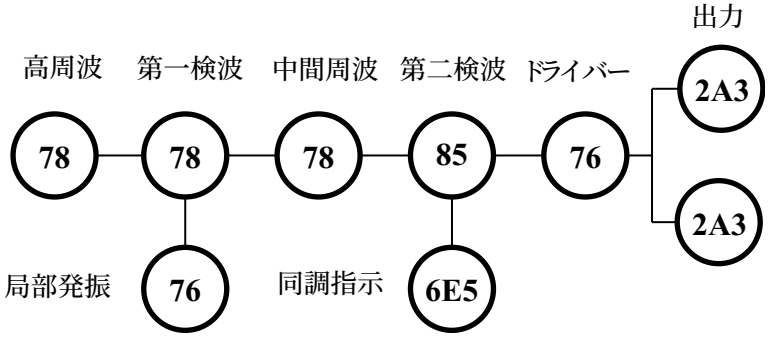
このことはビクター社で発表された通りの接続にしたのではプレート検波の状態のままピックアップに切替えられるので，従って**第 22 図**のようにピックアップの出力低周波をも検波してしまうので，24B の出力波形は半分になり，それが鼻詰り声の原因となっているのだということを物語っているわけです。

ピックアップの針を指でこする方向を，その起電力が 24B のグリッドが (+) になるようにこすればプレート電流は流れますが，グリッドが (−) になるようにこすったのではプレート電流は遮断されてしまいます。それゆえ音の出るのは片方向だけになるのです。ピックアップの磁石の極性を反対にすれば，こする方向は同じでも起電圧の極性は反対になるから上記の現象も反対になるまでで，決してピックアップの不良ではありません。この場合レコードの音を良くするには，検波管のバイアスも切替えられるようにする必要があるわけです。

第2部　スーパーに関するもの

2.1 85 の代りに 6ZDH3 は使えなかった

スーパーの第二検波用の真空管として国産品では 6ZDH3A が唯一のものであることは，保守に際して困ることが往々あります。75 の代りには 6ZDH3 を差替えるか，またはちょっと接続替をして 6ZDH3A に取替えることもよいでしょう。しかし DAVC 回路[1] のように二極プレートを別々に使ってあるものでは二極プレートが一つしかない 6ZDH3A ではどうにも間に合わず，その場合は同じ国産に 6SQ7 がありますからソケットを取替えてそれを使うより仕方(しかた)ありません。85 を使ってあるセットでも大体上記と同じようにして間に合わすこともできますが，中にはそれではダメな次のような例もあります。



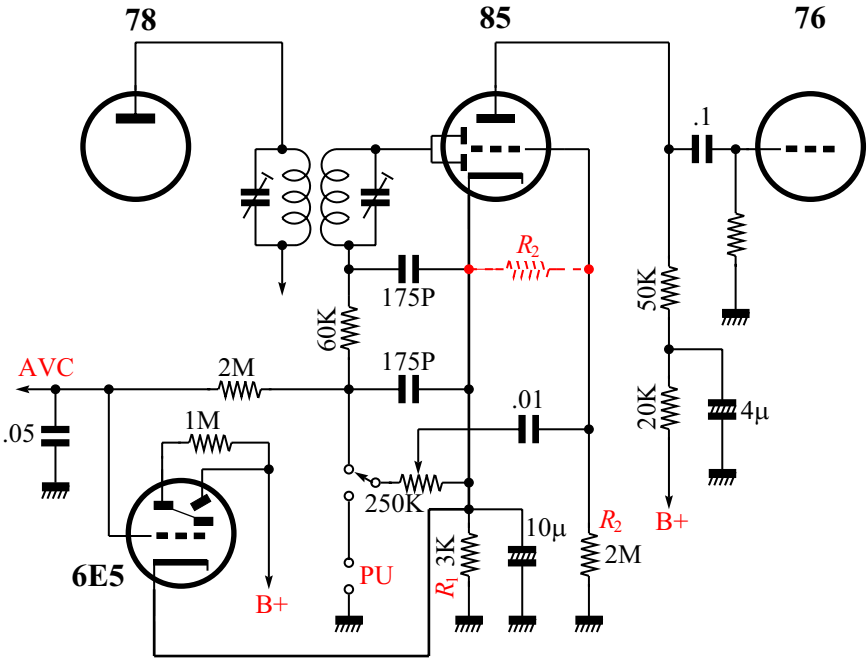
第 23 図
ビクター RE–48 型概要図

第 23 図のようなビクター RE–48 型の電蓄ですが，この第二検波は 85 で，その二極部の二つのプレートは，いっしょにつないであります。この 85 が断線したので，ソケットの接続が同じですから，6ZDH3 を代りに使おうとしました。

1) Delaed Automatic Volume Control——遅延自動音量調節。一定の検波電圧になるまでは AVC が働かないようにした AVC 回路

ところが，このセットは 85 のソケットへそのまま差しただけでは全然働いてくれません。ウンともスンともいわないのです。85 の増幅率は 8.3 で，6ZDH3 のそれは 100 ですから，増幅度は上りこそすれ全然鳴らないということは考えられませんでしたが，実際にはダメなのです。

このセットには**第 24 図**の通りマジック・アイ 6E5 が付いていますが，85 を 6ZDH3 に代えても 6E5 のシャドウは完全に同調を指示してくれるのをみると，6ZDH3 の二極部までは完全に働いていることは判ります。6ZDH3 を何本取替えてみても鳴らないことには変りありません。要するに三極部が働かないらしいのです。



第 24 図
ビクター RE–48 型の第二検波回路

それにもかかわらず，ピック・アップに切換えてレコードを演奏するには一向にさしつかえなく，よく鳴ります。回路を調べてみると，6E5 は電蓄に切替えたときにはそのヒーター回路が連動スイッチで切られ，ヒーターが消えるようになっていました。そこで試しにラジオ受信の状態で 6E5 をソケットから抜いてみると，トタンに鳴りだしたではありませんか。しかし調べたところ，6E5 は不良ではありません。

回路を詳しく調べてみたところ全然異常はなく，ただこの回路では 6ZDH3 のようなハイ・ミュー管では動作しないようにできているのでした。

その理由は次の通りです。85 のバイアス抵抗 $R_1 = 3\mathrm{k}\Omega$ には 6E5 のプレート電流が共に流れるようになっていて，両プレート電流でちょうど 85 の三極管部に適当なバイナス電圧が得られるように設計されているのです。

もし 85 を 6ZDH3 に代えると，6ZDH3 のプレート電流は小数点以下の値で，6E5 のそれは数ミリアンペアですから，従って R_1 によるバイアス電圧は殆んど 6E5 のプレート電流だけで作られてしまい，その値は 6ZDH3 にとっては全然動作不能になるくらいの高い値，即ちカットオフ・バイアスとなってしまうのです。

この場合，R_1 の $3\mathrm{k}\Omega$ をショートさせれば 6ZDH3 の三極部は動作するようにはなりますが，AVC のかかっている高周波増幅，第一検波及び中間周波増幅の各 78 のバイアスの状態が変るので，どうもおもしろくないようです。そこで R_2 の $2\mathrm{M}\Omega$ のアース端をはずして，それを赤線で示したようにカソードにつなぎ替えることにしました。これで動作は完全になりました。

この場合 6ZDH3 は，一見ノーバイアスのように思えますが，最初のシグナルによるグリッド電流のため，R_2 中に自己整流バイアスを生じ，うまく動作してくれることは近頃の一般のスーパーでみられる

ものと同様です。

2.2 東京第二放送 950kc 受信にビートが出るスーパー

東京第二放送 JOAB の周波数が 950kc に変更されてから以後，ある種のスーパー，特に自作品に多いようですが，950kc を受信するとき連続したビートが出てしまって，実に聴き苦しいものを時おり見うけます。

そのようなスーパーを調べてみると，いずれも中間周波トランスの調整が 463kc よりも周波数の多い方へ少し狂っていることがみられました。

そして中間周波トランスのトリマー・コンデンサーを僅(わず)か締めてやり，本来の 463kc に正しく調整し直してやると，ビートから脱れることができます。つまり正確に中間周波トランスを調整してある受信機では，このビートはもともと起きないのです。

ではこのビートはどうして出るかを解いてみましょう。いま中間周波の同調が 10kc 狂っていて 473kc になっていたとすると，その第二高調波は

$$473 \times 2 = 946\text{kc}$$

になりましょう。従って JOAB 950kc のシグナルを受信すると

$$950 - 946 = 4\text{kc}$$

即ち 4000 サイクルのビートを作り，連続した笛音を発します。ともかくも中間周波数が 470〜475kc の間で狂っていれば，JOAB 950kc に対しては，そのイメージとの間に 0〜10000 サイクルの間でビートを作るわけです。また 950kc の放送を受けるときビートの出るものは，中間周波が狂っているということもできます。

それでは中間周波が正しく 463kC に調整されている場合，この第二放送の受信状態はどうなるかというに，そのイメージは 950kc 同調点

から

$$950 - 463 \times 2 = 24(\mathrm{kc})$$

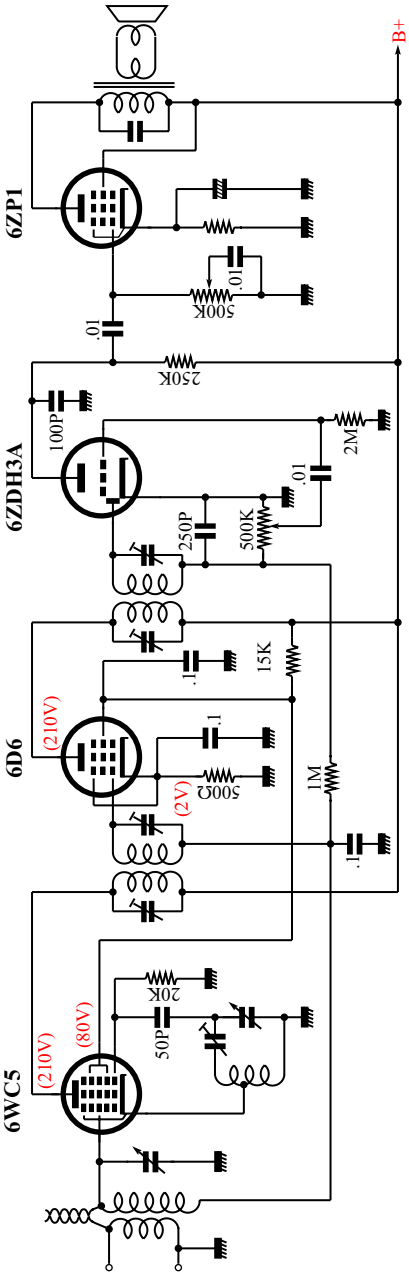
だけ離れた，即ち 974kc に出ます。本当の受信点では AVC で音量を抑えられ，イメージの方は勢力が弱いため AVC はあまりきかず，そのため実際の受信点とイメージとで 2 点同調のようになるか，場合によっては同調がブロードになったような現象になることが一般に見うけられます。

2.3 ハイ・インピーダンス・アンテナコイルとスーパーの自己発振

買って間もないスーパーだが，雑音が出るようになったから見てくれと呼ばれました。**第 25 図**（次頁）のような 5 球スーパーです。ダイアルを廻して調節をしようと思ったら急に咆音が出たので，怖くなってそのままスイッチを切って，以来ずっと聴かないでいるといいます。

スイッチを入れてみると，真空管が働きだしてきたトタンにガーと凄（すご）い咆音が出て放送も何も聴えません。ダイアルの目盛を見ると，周波数の一番低い方の端へ針が来ています。そこで放送を受けてみようとダイアルを東京第一放送の方へ廻していくと，ある点で咆音はピクリと止み，放送は何の変りもなく入ってきました。他の遠距離局も普通に受信できるところをみると，中間周波やトラッキングの調節も大体よろしいように思えます。要するにバリコンを一杯に入れたところつまり受信周波数の一番低いところにダイアルを廻したときに限って咆音を起すということが判りました。

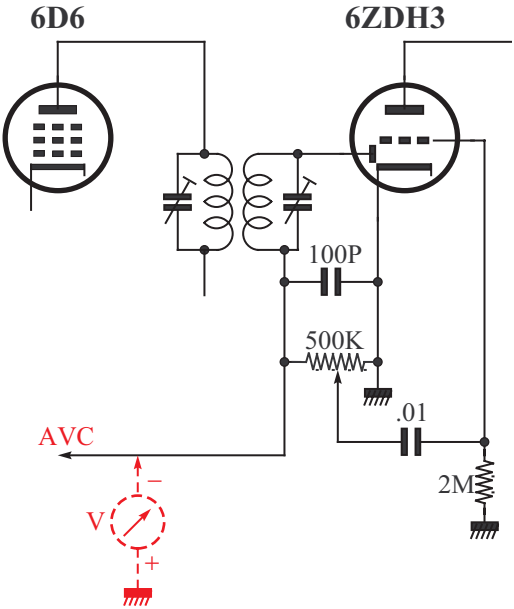
シャシーをキャビネットから出して操作してみると，バリコンを 100 度にしたときザーッと強い音は出ますが，しかし咆音にはなりません。その状態で**第 26 図**（47 頁）のように，第二検波の負荷抵抗のところへテスターを当ててみると，放送に同調させていないのにもかかわらず



第25図
中間周波発振を起しやすいスーパー

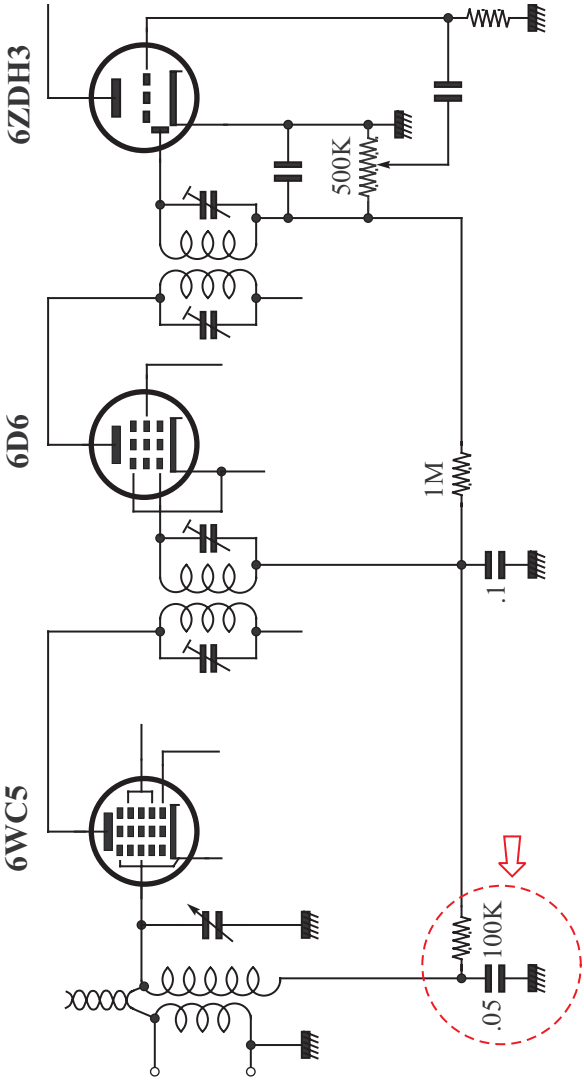
電圧が示され，つまり整流電流が認められました。

これは中間周波の自己発振にほかなりません。しかし自己発振が中間周波増幅回路だけで起きているものでないことは，ダイアルを廻すと自己発振が止まるので判ります。中間周波トランスの配置，及びその配線が不適当などで自己発振をしているなら，高周波の同調周波数には無関係のはずです。そうすると，これは中間周波勢力が同調回路へフィードバックしているものと考えられましょう。それゆえ，同調周波数を中間周波数 463kc に近いところ，つまりバリコンのハネを一杯に入れた場合の 500kc ぐらいのところに限って自己発振を起すのでしょう。



第 26 図
放送を受けないのに AVC 電圧が出るのは自己発振

そこで，その自己発振の原因を調べてみました。まず気がついたのはアンテナ・コイルがハイ・インピーダンス型のものだということです。そしてアンテナ・ターミナルからアンテナ・コイルへのリード線が，中間周波増幅管 6D6 のソケットのすぐ近くを通っていました。そのリード線を，シャシーの側面に添って遠廻しに接続するように改めてやったら，自己発振は大体止まりました。中間周波がアンテナのリード線を通じ，アンテナ・コイルへフィードバックしていたものと思えます。



第27図
AVCのフィルターは完全にするとよい

それでもまだバリコンの羽根をキッチリ一杯に入れたところでは自己発振をします。この受信機のAVC回路は中間周波管6D6と変換管6WC5に共通になっていたので，それを**第27図**のように，6WC5に対し別にフィルターを付けてやったら，完全に自己発振を止めること

ができました。

ところで先に述べたシャシーをキャビネットに入れてある場合発振を起すと咆音が出るのは，スピーカーの振動が真空管に伝わり機械的に自己変調を起させていたらしいのです。

さて結論は，このようなスーパーでは，ハイ・インピーダンスのアンテナコイルを使うとしたら，アンテナ・ターミナルまでのリード線の持っていきかたに注意をしなければならないこと，即ち中間周波増幅回路にアンテナ・リードを近づけないことです。そして AVC のフィルターは簡略にせず，やはり高周波部分，つまり変換管グリッド帰路にはフィルターを入れることです。そうしないと往々にしてこのような自己発振に悩まされることがあるようです。

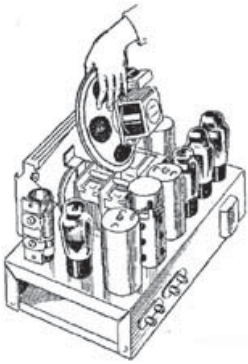
2.4 スーパーとハウリング

タマディン・コイルの永井社長が，スーパーでこんな特有な故障がある，といって次のことを語ってくれました。

「スーパー受信機で放送に同調させると，ビーンという大(たい)して強くはないが耳障(みみざわ)りなハウリングを起す受信機がよくあります。そのシャシーをキャビネットから出してしまえば，もうハウリングは起きません。その昔並四時代に，ステーターのゆるんだガタガタバリコンで同じような現象をよく経験しましたが，ちょうどあれと同じです。」

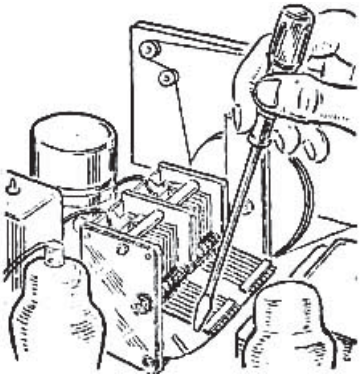
このハウリングはスーパーではよく出合う現象で，近頃のバリコンは昔のものと違い，羽根が個々にゆるんでしまうことはないような機構になっているからといって油断をするとやられます。試しにキャビネットから出したシャシーのバリコンのシャフトに，これもキャビネットから出したスピーカーのフレームを**第 28 図**(次頁)のように当てがって受信してみると，おそらく多少でもハウリングは起きるでしょう。ハウリングが起きにくいなら，そのままで**第 29 図**(次頁)のようにバリコンの

羽根をネジ廻しの先で引掻(ひっか)いてやれば，きっと起きます。要するにスピーカーから出た音波でバリコンの羽根を振動させることに原因があり，たとえ完全なバリコンでもその羽根には固有振動はありましょうから，ハネの機構はしっかりしていても音波で振動することは避けられない筈です。



第 28 図
スピーカーをバリコンに接触させるとハウリングが起きる

このハウリングを起し易(やす)いものと，起しにくいものとを統計的に調べてみて判ったことは，ハウリングを起し易(やす)いものは多少自己発振気味で非常に感度が高く，ハウリングを起しにくいものは調整の狂ったものか，あるいは良好な帯域特性を持った優秀品かに限るようです。ということは中間周波回路の同調特性が極めてシャープである場合，ハウリングが起き易(やす)い」とのことです。



第 29 図
バリコンの羽根を叩いてもハウリングを起す

ではどういう理由でハウリングとなるのでしょうか。原因はスピーカーから出る音波でバリコンの羽根を振動さすことにあるのですから次のように解釈してみましょう。

バリコンの振動は当然その容量に微少変化を与えます。たとえば 463kc の 5 球スーパーでは，入力回路の同調はブロードですから，同調が多少変化しても受信感度には大した影響はないでしょう。しかし局部発振の方はバリコンの微少振動は発振周波数に微振動的変化を与えますから，従って中

間周波数も 463kc を中心として微少変化するわけです。局部発振の周波数が音声振動によって変化をするということは，一種の周波数変調即ち FM です。従って出てくる中間周波も同じ変調を受けているわけで，要するに 463kc の FM というわけです。

しかし FM は普通の二極管検波では復調できませんから，微振動は音となって出る筈はないのですが，ところが中間周波の帯域特性が非常にシャープであれば，少しでも周波数がずれるとゲインはガタ落ちしますから，丁度(ちょうど)FM 受信機のディスクリミネーターのような働きになり，普通の検波方式で検波できるようになり，結局バリコンの微動が音となってスピーカーから出てくることになります。それがハウリングの原因となる，という次第です。要するに中間周波の帯域特性が極めてシャープであるということが第二の原因でしょう。

タマディン・コイルの社長は，

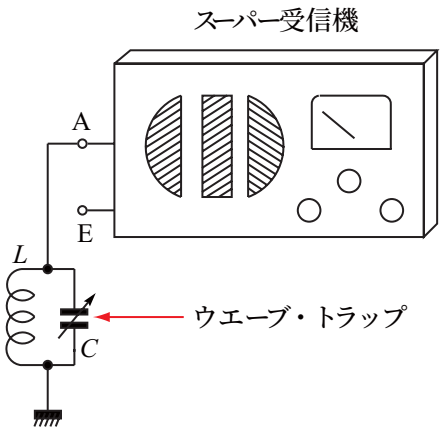
「うちの IFT は相当良好な帯域特性であるのに，やはりハウリングが起るといって時々尻が来る」

といっていました。またある受信機メーカーでは，これをバリコンのせいにしてバリコン屋をいじめているようで，知り合いのバリコン・メーカーもこぼしていました。コイル屋さんか，バリコン屋さんか，それとも受信機メーカーのいずれに罪があるのでしょうか？ このハウリングの原因は，つき詰めれば中間周波の発振気味ということにあるのですから，誰のせいかということは，なかなかむずかしい問題です。

2.5 東京第一放送が AFRS のイメージに悩まされるスーパー

東京の北部地域のある学校で，全校式として使っている拡声装置に起った問題です。JOAK 590kc を聴くとき進駐軍放送 AFRS–TOKYO が混入して相当の障碍(しょうがい)になっていました。ダイヤルを細かく調節して

みると 590kc よりも僅(わず)か低い周波数のところに合わせれば，やや分離できるようになりますが，同時に JOAK の音も小さくなるので，ボリュームを上げると再び AFRS も大きくなって障碍(しょうがい)になります。ダイヤルを僅(わず)か周波数の高い方へ廻すと，両方の音量がほとんど等しいといってよいくらいに混信するのでした。



第 30 図
ウェーブ・トラップを挿入し，イメージを生じさせている放送の基本波に同調させると，イメージは消える

もち論この拡声装置の受信部はスーパーです。中間周波は大体 463kc 前後に相当な幅を持った，どちらかといえば 1 段目と 2 段目を互に狂わせてブロードな帯域を持つように調整してありました。これを調整し直し完全に 463kc に同調させてみると，混信はほとんど消えますが，各スピーカーの音は高音部が甚(はなは)だしく減り，明瞭度が非常に悪くなってしまいます。スピーカー配線が不適当なためか，あるいは増幅器の周波数特性が良くないらしいのです。JOAK だけが完全に受信できればよいというので，試みに**第 30 図**のように，いわゆるアース・アンテナ式にして，アース線の途中にウェーブ・トラップを入れ，それを AFRS 770kc に同調させてやると混信は非常に小さくなります。しかしアース・アンテナ式受信法では教室用のスピーカーを働かすとき非常に音が歪むので，この方法は採用できませんでした。それで，おっつけ仕事ですが中間周波の中心周波数を 455kc に近く調整し直し，やはり大分ブロードに同調するよう各段を少しずらしてやって障碍(しょうがい)を除くことができました。

混信を起した AFRS–TOKYO の周波数は 770kc ですから，分離のよ

いスーパーでは混信しそうには思えませんが，これは AFRS の第二高調波イメージの混信だったのです。即ち AFRS のイメージの周波数は

$$2 \times (770 - 463) = 614$$

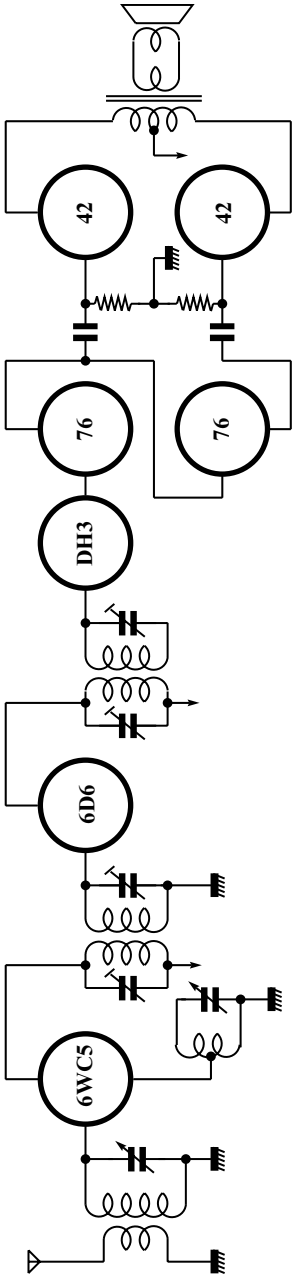
614kc で，JOAK 590kc に対して 24kc 離れた点に出るわけで，またそのレベルも低いはずですから混信は考えられませんが，中間周波が広帯域になるよう狂わせてあり，また放送所にかなり近い地区あったため相当の障碍(しょうがい)になったわけでしょう。他のストレート受信機で確(たし)かめてみたところ，AFRS の放送が他の放送よりも特に強勢に受かるので，上記のイメージ障碍(しょうがい)も大きかったものと思います。

2.6 地元局受信にモーター・ボーティングを起す電蓄

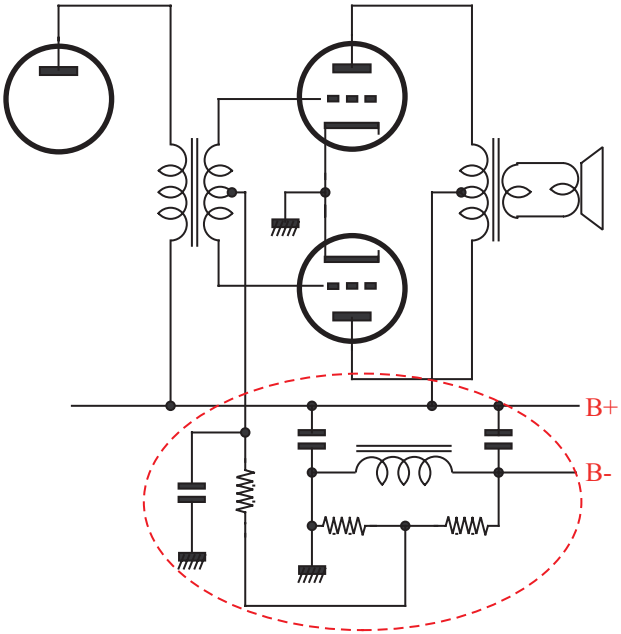
高低別々に音質調節ができるようになっている音質音量ともに相当な，たいそう豪華な電蓄でしたが，レコード演奏は誠に調子がよいのにもかかわらず，地元の強力放送を受けるときボリュームをあげてゆくと，ある程度からモーター・ボーティングを起して，スピーカーがどうにかなってしまわないかと気づかわれるような症状を起すものに出会ったことがあります。受信部は普通の方式のスーパーで，出力は 807 の抵抗結合プッシュプルでした。電圧電流状態は大体正常で，部品の異状もみられず，そして回路にも誤りはないのに，モーター・ボーティングを止めるあらゆる手段を講じてみましたがあまり効果はなく，全く手を焼いてしまった経験があります。

ところがその後たびたびこういうものに出会い，また人からもこの現象が相当あることを聞きました。その対策としては全く姑息(こそく)の手段で，幾分現象を綾和させる程度でお茶を濁したしだいでした。これとよく似た話は前編に載せてありますが，今回はあれとは別な対策について述べてみましょう。

この現象の特長として，強力シグナルを受信するときだけ強いモー



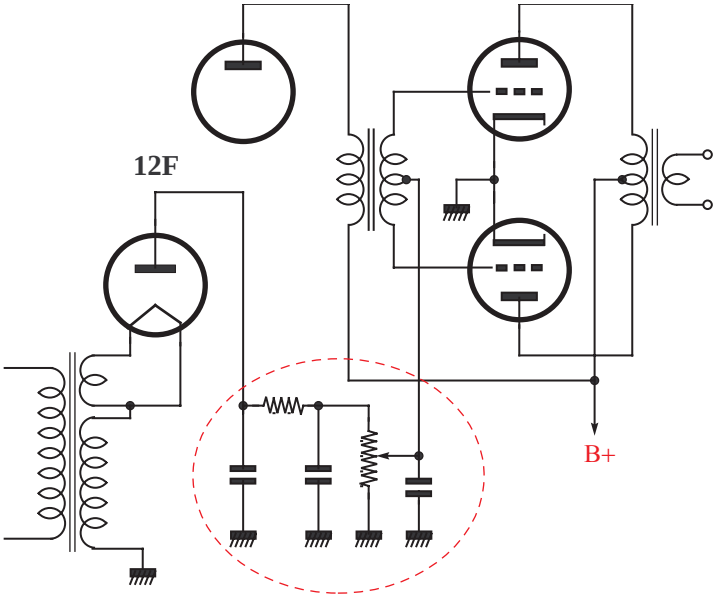
第31図
モーター・ボーティングを起し易いスーパー



第 32 図
直流抵抗も時定数も大きい半固定バイアス

ター・ボーティングを生じるので，遠距離受信には差支(さしつか)えなく，また地元局でも殆んどアンテナ無しに近い状態にして受信すればよいのです。もち論同調を少しズラせばこの現象も止まります。ボリュームを絞ってくれば，ある点以下では正常に動作するということは，一般のモーター・ボーティングと共通しています。

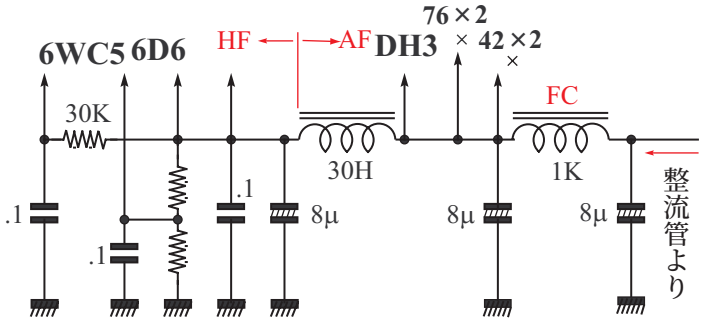
受信機を統計的にみると，この現象を起すものは，第二検波の増幅部と出力管の間に 1 段以上の電圧増幅部のあるもの，例えば**第 31 図**（前頁）の概要図で示したような低周波増幅 3 段以上のものに限るようです。特に抵抗結合に多く，トランス結合では**第 32 図**のような半固定とか，**第 33 図**（次頁）のような固定バイアスで，いずれもバイアス回路の直流抵抗の高いものにみられます。そしてスピーカーのフィールド・コイルをチョークとしているものに特に激しいようです。しかし



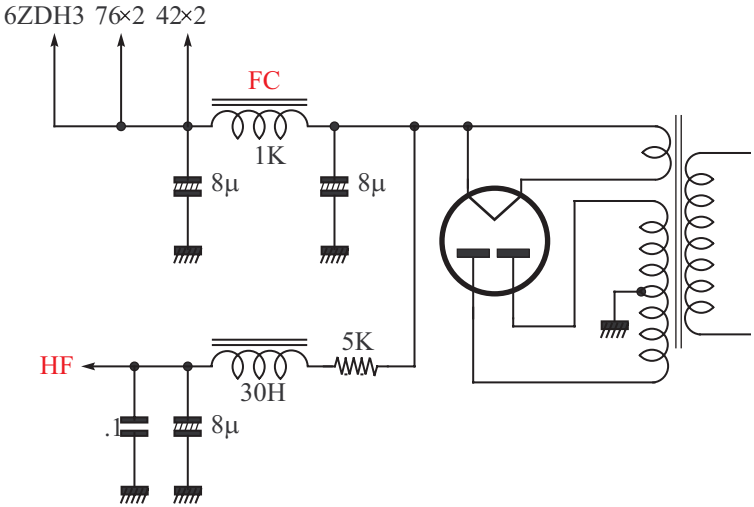
第 33 図
変動率の大きい固定バイアス

周波数変換方式や高周波増幅の有無，中間周波増幅の段数および AVC の様式など，スーパーとしての回路には関係はなさそうです。

これで考えると，原因は低周波回路の方式の如何（いかん）によるようですが，同じ低周波回路方式でもスーパーでなしに普通の高周波増幅のもので



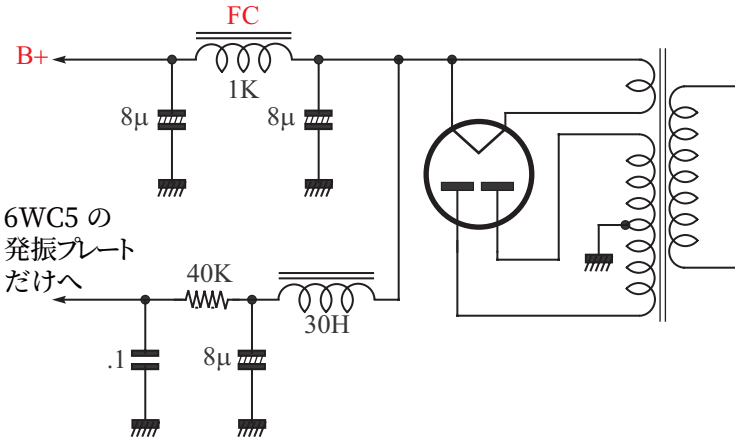
第 34 図
B 回路を隔離する



第 35 図
スーパー回路の B 供給はフィールドを通さないとよい

は，この現象はみられませんから，スーパーに関連していることは否めません。スーパーでも第二検波までの受信部分を低周波とは別の電源で切り離してあるものでは，この障碍(しょうがい)は生じないのです。従って原因は B 電源回路の結合にあることが突き止められました。

そこで**第 34 図**（前頁）のように，B 回路の低周波部の間にフィルターを入れてみました。確(たし)かにボリュームは上げられますが，まだ完全ではありません。**第 35 図**のようにしてみると一層よくなりますが，やはりボリューム最大点ではまだモーター・ボーティングは起きます。スーパーが高周波増幅と異なる点は局部発振があることです。最後の切札として，その局部発振のプレート電圧供給を，**第 36 図**（次頁）のように他の段のものと別個に独立させてやった結果，よほどの大音量にしない限り安定し，やっと目的を達しました。ただし低周波のゲインのあまり高いものはそれでも不充分でした。以上を綜合してこの現象を解釈してみると次の通りです。強力シグナルは出力管に対し許容入力



第 36 図
6WC5 の発振プレートの B 回路だけを別にする

の数倍におよぶ大きな過振幅となって与えられます。出力管のグリッド側に高抵抗があった場合，大きなグリッド電流によって出力管のグリッドは非常に高い負電位となり，それは同じグリッド回路にあるコンデンサーに充電される結果，それが放電されてしまうまでの間は，出力管はプレート電流をカット・オフされ，動作は全く停止してしまいます。それに伴い B 回路の電圧は甚(はなは)だしく動揺するでしょう。その動揺電圧は局部発振部のプレート電圧をも変化させるわけですから，局部発振の強さは動揺的変化をし，変換部で中間周波出力をも深く変調することになります。これは局部発振出力に対する AM を主因として考えたのですが，あるいは発振プレート電圧が変動するため，発振周波数が変動して FM となることも幾らか伴うかも知れません。いずれにしても動揺的変調を受けた中間周波出力が第二検波で低周波として取り出され，第二のショックとなって出力管に与えられ，同じことが次々とある一定の周期をもってくり返され，これが即ちモーター・ボーティングとなるのでしょう。これを生じるための條件として

1. 検波出力が，出力管に対しそのプレート電流を完全にカット・オ

フできるだけの過振幅入力となるような非常に高い低周波のゲインが必要なこと，つまりゲイン過大のものは特に甚(はなは)だしいというわけです。

2. カット・オフがある時間継続されるような時定数回路が出力管のグリッド側に存在すること。それは抵抗結合か，または高い直流内部抵抗と時定数回路を持つところのいわゆる半固定ないし固定バイアスとした場合などです。
3. B 電源のインピーダンス, 特に直流的な電圧変動率即ち直流抵抗が高いこと。それはスピーカーのフィールド・コイルなどをチョークとした場合特に著しいわけですが，パワー・トランスの変動率だけでも相当に問題になります。

この現象はスーパー特有なものではありますが，根本は低周波増幅, 特に電力増幅回路の設計上の問題にある点で面白いと思います。RF 屋さんだとて AF を相当に勉強しなければならないということを痛感されます。

2.7 950kc を聴くときビートのでる中間周波トランスは不良か

さる名高いコイル屋さんのところへ行ったら,

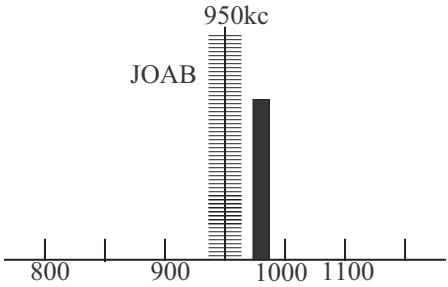
「面白い問題があるよ，君はこれをどう思う？」

といって，一通の手紙を見せられました。その手紙は東京から程遠からぬ田舎のアマチュアかラジオ屋さんとおぼしき人からそのコイル屋さんへ宛たもので，下のような文意でした。

貴社製の IFT を使って 5 球スーパーを組立てたところ，殆ど調整は不要なくらいすぐ鳴りだし，分離も感度も不足はないが，一つ気に喰わぬことがある。それは当地で東京の第二放送，JOAB 950kc を聴こうとダイアルを廻すとき，同調点附近で，まるで再生式のようにビー

トが聴こえる。完全な同調点ではビートは消えるから，聴くことの邪魔にはならないが，不愉快である。ところが IFT を別の某社製品に替えてみると上記のような現象はなくなる。貴社製品では他の型のものを使っても，これもビートが聴こえる。要するに貴社製品は全部ダメなのである。との抗議状でした。

なるほど，そういわれてみると私自身にも覚えはあります。950kc の放送を高周波増幅なしのスーパーで受信するとき，**第 37 図**のように同調点の近くで多かれ少かれビートが聴こえます。これは受信機内で，中間周波の第二高調波と到来シグナルとが作り出すところのビートです。IFT が正確に 463kc に調整されている場合は，同調点の 950kc よりも 12kc だけ多い周波数の 962kc のところをゼロビートとして，その前後にビートが聴こえる筈です。その理由は，962kc のところでは，局部発振周波数は、



第 37 図
同調点の隣りでビートが出る

$$962 + 463 = 1425\text{kc}$$

で，ここに 950kc の到来シグナルが混入すると

$$1425 - 950 = 475\text{kc}$$

の中間周波を生じ，その第二高調波

$$475 \times 2 = 950\text{kc}$$

と到来シグナル 950kc とで，ゼロビートとなる，という次第です。ただしこれは 962kc の同調点で 950kc が分離しきれないために生ずるのですから，高周波増幅を付けて選択性をよくすれば，問題はなくなるでしょう。

高周波増幅を付けない普通のスーパーでは，もし IFT の調整が狂っ

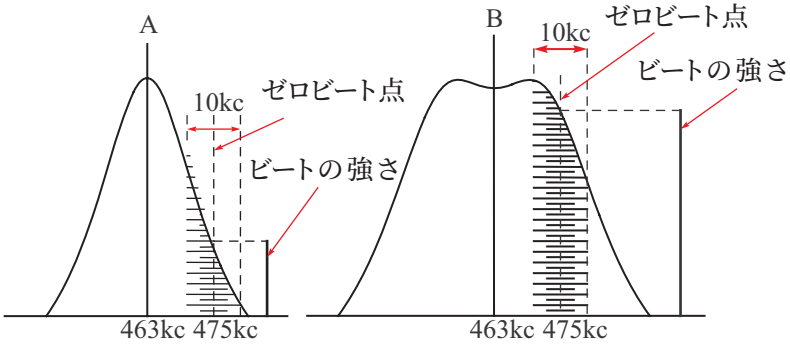
ていて，463kc よりも多い周波数であった場合，ビート発生点は 950kc の同調点にもっと近づき，そしてビートの強さも大きくなります。そして IFT の帯域幅の中にビート発生点が入っているような場合には，強いビートのため聴取障碍(しょうがい)を受けるでしょう。

以上で 950kc の同調点附近で聴こえるビートの正体はお判りと思いますが，ここで手紙の問題を考えてみましょう。某社の IFT では全くビートが出ないということはなく，たとえかすかでも聴える筈です。すると，その手紙の主は，はたして IFT を完全に再調整したのでしょうか。もし組み上ったままの状態で，その IFT は 463kc よりも多い周波数に合ってしまい，某社の IFT の方は偶然にも 463kc か或はそれ以下の周波数に合ってしまったものとすると，確(たし)かに手紙の通りのことになるでしょう。そうすると罪は IFT にあるのではなく，再調整をやらないことにあるのです。だいたい IFT というものは，組み上り後再調整をすべきものではないでしょうか。

しかしテストオシレーターを持たないでスーパーを組み立てる人も相当あることでしょうから，組み上った場合にちょうど 463kc になるような調整済みの IFT を出庫すればよく，スターコイルの富田氏に聞いてみたら，一般にはメーカーはそうしているとのことです。しかしそうしても使う人の配線の具合で漂游容量は多少違いましょうから，それを幾らにみて調整済みとするかが問題です。ここらに問題の IFT と某社の IFT との使用結果に違いがあるのかも知れません。つまり漂游容量の決めかたに僅(わず)かの差があるとしたら，それが手紙にあるような現われかたをするものと思います。そうとしても，もち論ビートの出る方の IFT の品質が悪いというのではなく，この点では他の某社の製品の方が要領がよいといえます。

次に，もしオシレーターを使って再調整をしたものと考えてみましょう。普通級のオシレーターのダイアルの目盛りの上で 463kc を正確に

読みとることは，ことによるとできないかも知れません。多くの場合，受信機を組上げた際の偶然に決定された IFT の周波数に倣(なら)って調整されがちで，それに 10kc 位の誤差ができても判(わか)らないことが間々あります。実験者やそのオシレーターを疑っては甚(はなは)だ申しわけないのですが，ビート発生を IFT のせいにするところをみると，上記のことは大体想像できます。テストオシレーターの IF バンドは，バンド・スプレッドとし，そして安定性の高いものに改造し，なるべく正確に 463kc，455kc を読みとるようにされることを提唱したいと思います。



第 38 図
IFT の帯域特性によってはビートの強さに違いがある

ひるがえってこのビートを IFT 自身の問題として考えてみると，**第 38 図**のように帯域幅の相違によって，ビートの強さに差のあることは考えられます。音質を良くしようとして広帯域幅にすると，とかくビートやイメージの問題に突き当ります。この点から問題の IFT と某社の IFT とを比較することはできますが，そうかといってその優劣はにわかに決められはしないでしょう。まして未調整のまま，ビートが聴こえるか聴こえないとかで直ちに IFT の良否を論ずることは意味はないと思います。

それよりも $463 \times 2 = 926$ke 前後 20kc ぐらいの間の放送を遠慮して

貰(もら)えば，こうしたいざこざは大分減るでしょう。

2.8 放送が受からなくてもマジック・アイが閉じるスーパー

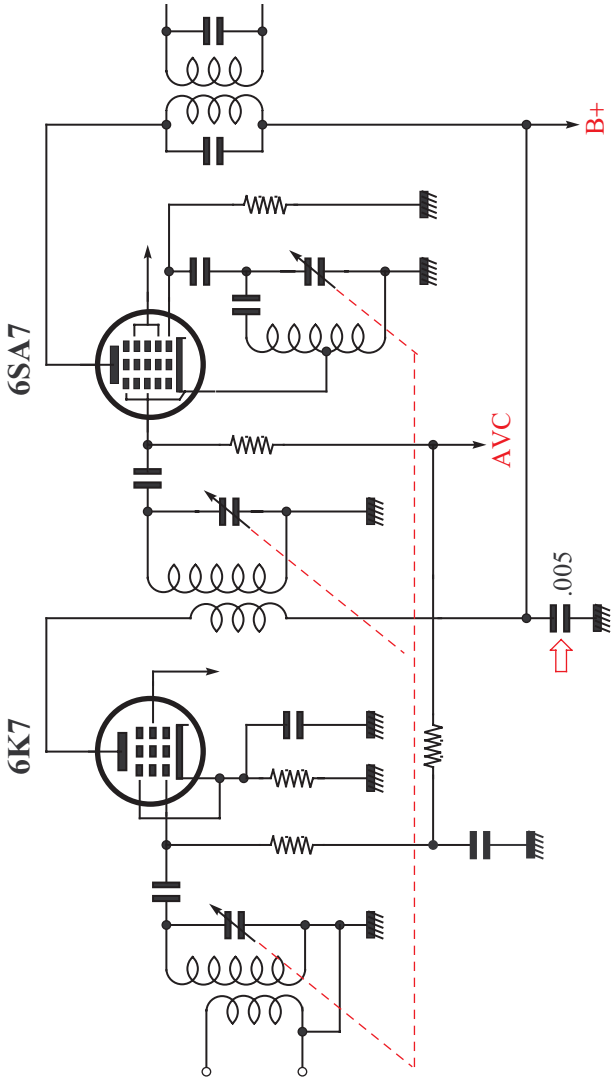
高周波 1 段付の 3 バンドのスーパーで，マジック・アイが付いています。第二のバンドだけが思わしくないのです。ダイヤルの中央ぐらいの 8 メガ附近からそれ以上高い範囲が受信不能で，そこではサーッとまるで電波が到来しているときのようなノイズが聴こえ，マジック・アイは近距離局に同調させたときのように完全に閉じてしまいます。8 メガサイクル以下及び他のバンドは割合に調子よく受信できるのです。

受信不能の状態で AVC 回路をアースとショートさせてみるとマジック・アイは開きますから，6E5 は完全なことはもち論です。そのときはザーというノイズは一層大きくなります。さては中間周波回路の発振だなと思い，中間周波増幅管 6SK7 のカソードのパスコンを取外して電流饋還(きかん)にしてみたり，その SG[1)]電極をアースとショートさせて感度を下げてやってみたりしても，相変らず受信不能ですがノイズは少さくなり，マジック・アイは少し開いてきます。

また初段のパリコンをショートしてみるか，高周波増幅の 6SK7 を抜いてみると，マジック・アイはパッと開きます。そうするとこれは中間周波回路での発振ではなく，高周波増幅回路の自己発振だということが判ります。

そこで**第 39 図**(次頁)に矢印で示したようにＢ回路にマイカ・コンデンサーを入れてみると，8 メガ附近は受かるようになりましたが，やはり少し高いところからは相変らず受信不能です。バンド切換スイッチに来ているリード線を少々位置を変更してやったところ，更に僅(わず)かばかり高いところまで受かるようにはなりましたが，それ以上の周波

1) スクリーングリッド



第39図
B回路に並列にマイカ・コンデンサーを入れる

数ではやはりダメです。6SK7を中間周波増幅のそれと交換させてみましたが同じです。万策尽きて高周波用の6SK7を取換えてみようと思いましたが替球が手元に無かったので6K7に変更してやったところ，今度は完全に受信できるようになりました。

結局これは6SK7のソケットの附近の配線のもっていきぐあいによって，そのグリッド回路とプレート回路が容量結合をしていたもののようでした。BC バンドではそれくらいの容量では発振するに到らず，また第三のバンドのところでは周波数が余り高いため高周波回路のロスでゲインが上らず，それで自己発振は起こさなかったものと思います。そして丁度(ちょうど)上記の受信不能になった周波数附近で単一調整が完全にとれてきて，その間だけが特に発振を起こしたものと思います。

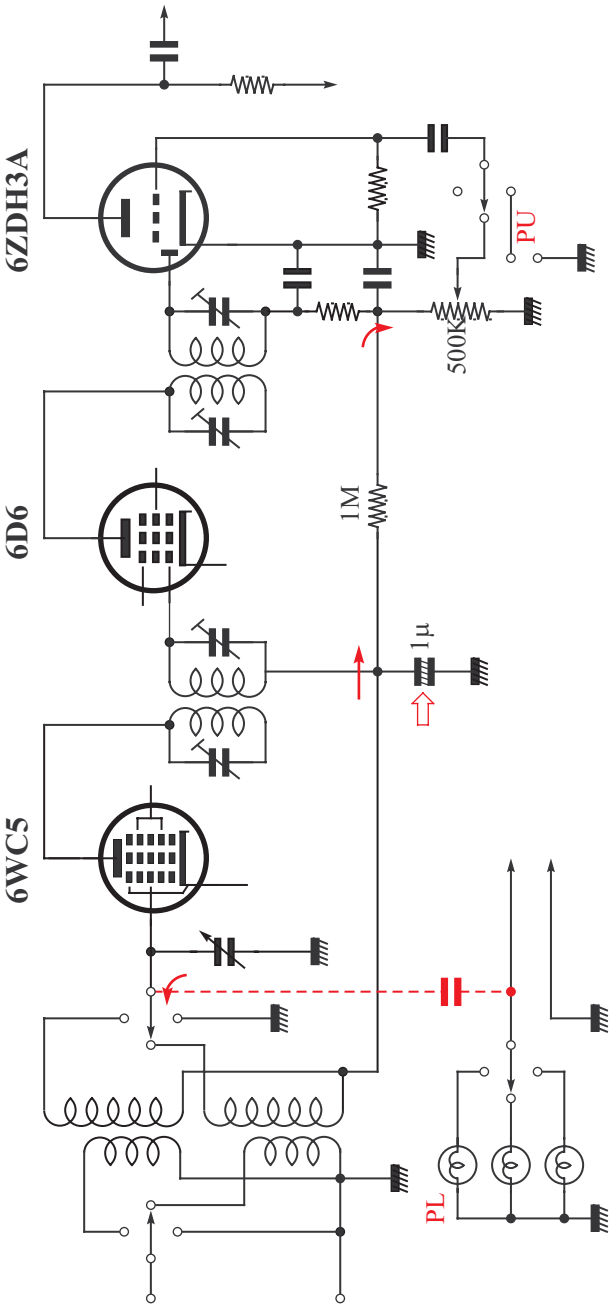
高周波回路で自己発振が起きれば，それと局部発振とで中間周波を作りだし，丁度(ちょうど)近距離局を受信したかのような状態になってキャリヤーノイズが出たり，マジック・アイが閉じたりしたのでした。この受信機はアマチュアの製品で，作った当初から 8 メガ以上ではこんな現象を起していたのだという事を後になって聞きました。

なお SW バンドで放送が受からなくとも，ある周波数帯だけマジック・アイが閉じる現象は，以上とは違った原因によって生じることもあるようです。

2.9 AVC 回路からハムを拾う

2 バンド・スーパーの 42 プッシュプル 8 球電蓄ですが，ラジオに切替えるとハムが少しばかりふえるのです。といっても大して強いハムではなく，ごく静かに耳を澄ますと気になるという程度ですが，神経質な持主はそれを完全に除いてくれというのでした。

このハムは，放送を受ける受けないには関係せずに出ていて，また BC バンドでも SW バンドでもハムの出かたは同じです。ピック・アップに切替えれば全く出ません。いろいろ調べてみたところ AVC 回路をアースすれば，ハムはピタリとなくなることが判りました。しかし AVC 回路には故障や誤接続は見当らず，その動作も完全です。真空管を他のものと差替えてみましたが同じことです。また 6WC5 と 6D6



第40図
AVC回路からハムを誘導する

を抜いてしまっても，出ているハムには変化はありません。とすればハムは AVC 回路の途中のどこからか這入(はい)りこんでくるのでしょう。

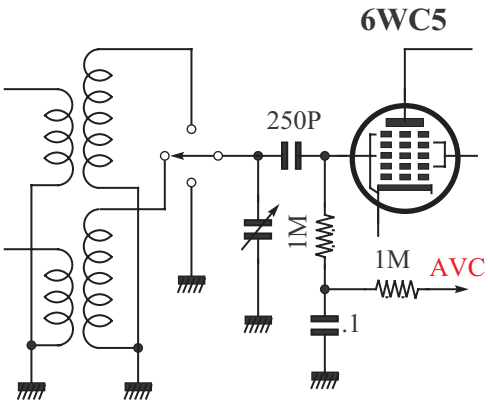
第二検波から AVC 回路をたどってみると，その末はバンド切替スイッチに入っています。この切替方式は**第 40 図**（前頁）のように，BC，SW 及び PU[1] の 3 点切替で，また同じスイッチで用途表示のダイアル・ランプも切替えるようになっています。従ってそのスイッチには 6.3V の AC 回路も来ているわけです。それゆえハム誘導の原因になりそうなところはそのダイアル・ランプの切替部分です。そこで電源から来ているランプへの線をスイッチからはずしてみると，案(あん)の定(じょう)ハムは止りました。明らかに 6.3V 回路からの誘導だということになります。

ところでそうすると多分スイッチがゴミかペーストなどで絶縁不良を起しているのだなと思い，AVC の線の来ているところと 6.3V の線の来ている端との間の絶縁を調べてみましたが，それは 50MΩ 以上もあります。それゆえハムの原因はその間のリーケージではないということになります。

スイッチのところをよく見たら，同調コイルとダイアル・ランプの各切替は，ちょうど対向する位置になっていました。そうするとハム誘導はその間の微小容量を通じて矢印に示したように流れる電流が原因だと考える他はありません。しかし AVC 回路は 0.1μF という大きな容量でアースにバイパスされています。従ってスイッチの微小容量を通じてかかる AC 電圧は大部分このコンデンサーでバイパスされますから，ハムは出そうには思えません。それにもかかわらず少々出るのですから，これは低周波のゲインがかなり高いためなのでしょう。この受信機の低周波回路は 6ZDH3A の次に 76 を置き，もう一つの 76 で位相反転をして 42PP[2] としてある全抵抗結合で，近距離放送を受ける

1) Pickup の略。レコード再生用のピックアップのこと。
2) Push-Pull の略。プッシュプル増幅回路

ときは御多聞(ごたぶん)に洩れずモーターボーティングを起します。きっとSWバンドの感度をよくするため低周波でゲインを上げているのでしょう。



第 41 図
AVC 回路をバンド切替スイッチに無関係にする

このハムを防ぐ手段として，まずAVCの0.1μF容量を1μFに替えてみたところハムはほとんど消えましたが，それではAVCの時定数が大きくなって面白くありません。それでスイッチの使いかたをダイアル・ランプの切替えとアンテナ・コイルの切替えとが対向位置になるように改めてやって，やっとハムの除去に成功したわけでした。

しかしトラッキング調整のやり直しの面倒をいとわずに，バンド切替の方式を**第 41 図**のようにすれば，切替はAVC回路には無関係になりますから，この方が無難だと思います。ハムも気にしてみれば，こんな些細なところからも出ているものです。

2.10 スーパーでは聴けない放送局がある

スーパーで受信しようとするとビートが出てしまって，明朗に聴取できないという放送局が現存しています。

この問題の放送局の周波数は930kcです。それは大阪の第二放送JOBBだったのですが，幸に周波数変更後はよくなりました。その代り現在では熊本の第一放送JOGKは，以前の大阪第二と同じような現象が生じているはずです。

たとえば，6WC5–6D6–6ZDH3–42のような，中間周波数を463kcと

した標準型 5 球スーパーで，930kc の放送を受信すると，相当強いビートが出て聴取の妨害になるというのです。もち論受信機はメーカー製品でも自作品でも同じで，製品によってビートの音色こそ違え，いずれも上記の現象のあることを確認されています。おそらく現在のスーパーでは避けられないものと思われます。

それでは何が原因で，930kc を受信する際にビートが発生するのでしょうか？ それは，中間周波 463kc の第二高調波

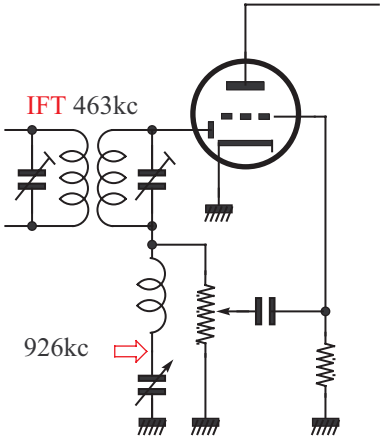
$$463 \times 2 = 926\text{kc}$$

と，到来シグナル 930kc とで生じる

$$930 - 926 = 4\text{kc}$$

のビートです。要するに，中間周波の第二高調波がその原因であるわけです。

ところでこの中間周波の第二高調波はどこで生じるのでしょうか。これは 2 個所の非直線性部分，即ち第一検波（変換管）と第二検波の部分です。第二検波での高調波発生は**第 42 図**のように，二極検波の負荷と並列に 936kc に同調する LC 直列共振フィルターを挿入することによって高調波勢力を弱めることができ，事実このフィルターによってビートの強さを幾分弱めることはできますが，決して完全には消えません。このビートは周波数変換のための第一検波という非直線性要素がある以上，スーパーでは避けることのできない問題です。従って 930kc で放送している局がある限り，463kc の中間周波数は不都合であることは決定的で



第 42 図
第二検波の負荷と並列に第二高調波に対するフィルターを挿入する

す。また中間周波数を 455kc あるいは他のどんな周波数に決めようと，その第二高調波が放送バンド中に入ると，必ずどこかの局と一個所はビートを作るということは，スーパーを理解できる者なら容易に判るでしょう。

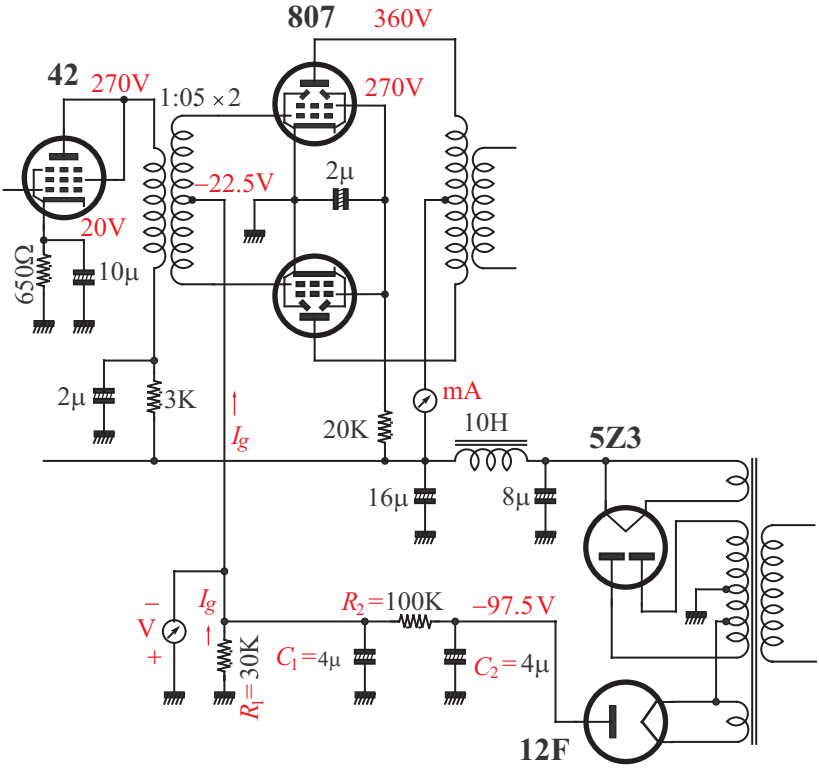
結論としては 463kc の中間周波数に対しては 930kc，455kc の中間周波数に対しては 910kc の放送を中止してもらった方が手っとり早いということになります。

第3部　増幅器関係

3.1 出力とは反対にプレート電流が減る電力増幅

AB 級または B 級増幅では，出力に比例して出力管のプレート電流は増加する……，と理論は教えています。ところがどうでしょう。実際にはそれが反対になっている増幅器を私はしばしば見ています。

その一例は**第 43 図**のような 807PP AB_2 級の場合です。固定バイアスとなっていて，そのドライバーは 42 の三極管接続です。この出力管



第 43 図
固定しない固定バイアス回路

のプレート回路に入っている電流計は静止状態では 88mA を指していますが，鳴らし始めると音声の一節ごとに指針は 50mA ぐらい，あるいはそれ以下のところまで下ります。つまり出力音量に逆比例して動いているのです。

そこで試みに，動作させながら固定バイアスの電圧を測ってみました。静止状態で -22.5V を示している指針は，音量のピークのときには -100V 近くまで上昇することが認められました。要するに，このようなバイアス電圧の上昇に原因して，プレート電流の一時的減少が生ずるのです。

不動であるべきはずの固定バイアスが，どうしてこんなにも変動するのでしょうか。これは入力振幅の増加に伴って生ずる 807 のグリッド電流のためです。グリッド電流は固定バイアス回路の分割抵抗 $R_1 = 30\mathrm{k}\Omega$ 中を，矢印で示したような方向に流れるため，そこに $I_g \times R_1$ という値の電圧を生じ，この電圧が静止状態のバイアス電圧 -22.5V にさらに加わって，その負電圧を一層高くします。そして増加した負電圧は C_1 に充電されますから，それが放電されて正常なバイアス電圧に戻るまでの間は，たとえ入力が小さくなってグリッド電流が停止しても，しばらくはバイアスは高くなったままでいてプレート電流もその間は減少しています。こうして音声の強いアクセントの次の瞬間にはプレート電流の甚(はなは)だしい減少となり，あたかも出力のピークごとにプレート電流が減るかのようにみえるのです。入力のピークのときにグリッド電流を流す状態で動作するものが即ち AB_2 級である以上，このようなバイアス回路であったら，バイアス電圧が変動するのは当然です。これでは固定バイアスとしての意味は全くなくなります。

AB_2 級に対して固定バイアスを文字通り固定たらしめるには，R_1 の値を極力小さくしてグリッド電流による電圧降下をできるだけ少く

すると同時に，R_1，C_1 との組合せの時定数を小さくするとよいのです。そのためには分割抵抗 R_1，R_2 の値は 100Ω 台にする必要があります。そうするには，バイアス電源の電流は 100mA 以上流す必要がありますから，12F などでは使いものにならないことはいうまでもありません。

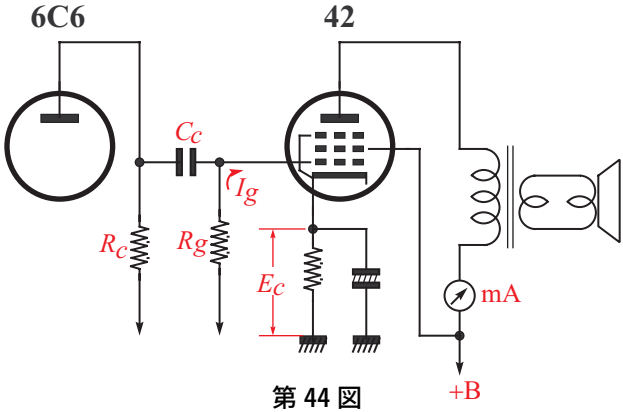
なお動作中のグリッド電流の量は，負荷抵抗が高い場合は同じ入力振幅でも多く流れますから，上記の現象は一層著しくなります。従って負荷インピーダンズのマッチングも重要です。

807PP で固定バイアスした増幅器は，各方面で相当使われていますが，私の見たもののうちの 80 パーセント以上は，上記のように音量と逆比例的にプレート電流の減るような動作をしていました。そして技術者の中には，それが当然だと考えている者もいることには驚きました。そのような固定バイアスでは，自己バイアスに較べ出力も音質もはるかに劣るでしょう。「理論と実際とは一致しないものさ」などとすましていないで，不一致の原因がどこにあるかを探究することこそ，真の技術者の態度ではないでしょうか。

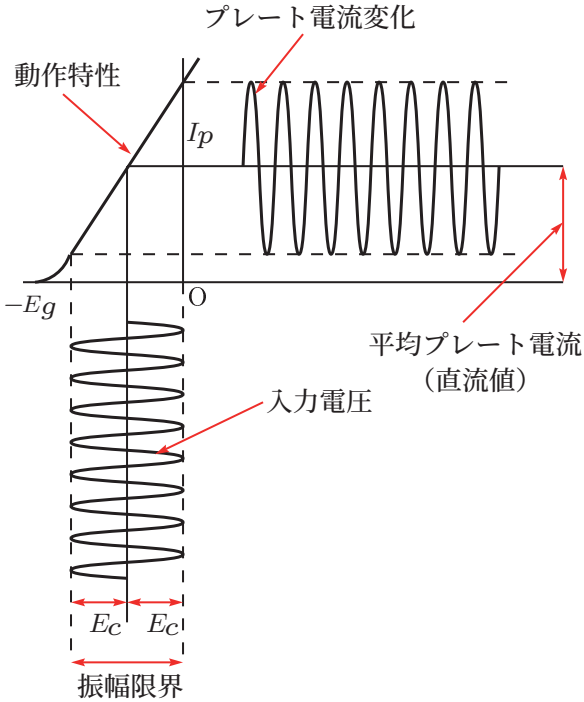
3.2 出力を出すとプレート電流が減る 42 シングル

第 44 図（次頁）のようなシングルの一般の受信機ですが，“42 のプレート電流を測ってみていると，大きな音を出すごとに，それが半分ぐらいに減るのは，どこの故障か”と，質問を受けました。“それは普通にみられる現象で，一向差支（さしつか）えないことである”と答えておいたら，“理論上 A_1 級増幅は，出力の如何（いかん）にかかわらず，プレート電流の平均値，つまり直流プレート電流は変らないはずだから，その答はおかしい”と折返して言ってきました。これはしばしば聞かれる問題です。

そこで，この理論と実際との喰い違いの問題を，ここで考えてみましょう。A 級増幅の條件として，グリッドに与える入力電圧の限界は，

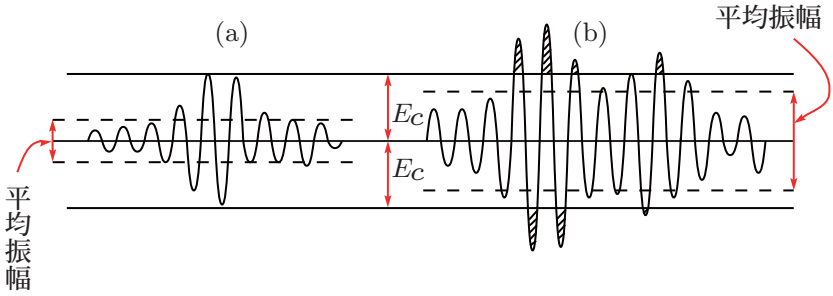


第 44 図
鳴らしながらプレート電流を測ってみたら



第 45 図
A 級増幅の入力と出力の関係

第 45 図（前頁）のように，そのピークがバイアス電圧値を超えない範囲までです。従ってその場合のプレート電流変化の平均値は，やはり最初の直流値と同じか，五極管のように特性が多少非直線的のものでは，数パーセント増加する程度です。これは実際の場合でも，低周波発振器から定振幅のシグナルを入れてやって測定してみると，必ず理論どおりになり，理論の正しいことが実証されます。

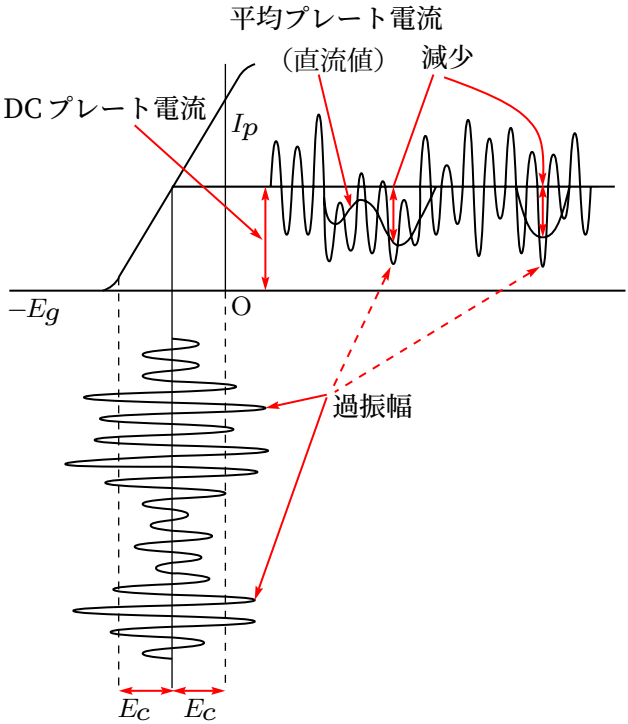


第 46 図

音声入力の振幅

ところが実際に使うときの入力は音声ですから，その振幅は一語ごとに，あるいは一リズムごとに，刻々変化しています。そういう入力で**第 46 図**の (a) の部分のようにその最大振幅のときでも，バイアスの値 E_c を超えないように制限すると，その平均音量は，まことに小さなものになるのでしょう。また (b) の部分のように，平均振幅をバイアスの範囲いっぱいにすると，音量のピークのときには当然過入力となり，グリッド電流を生じさせることになります。現にこうした動作状態で使っているのが普通で，そうでないと，使用出力管なみの音量として感じられないでしょう。もち論，その場合ピークの瞬間には出力に歪を生ずるのは当然ですが，普通級受信機では，それはほとんど問題にしていないのです。

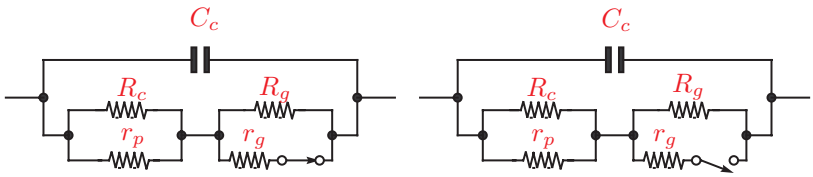
さて，上記のような実際の状態では音声のピークごとに相当のグリッド電流が流れるとすると，このグリッド電流はグリッド・リーク中に



第 47 図
音声シグナルに対する動作状態

グリッド側が負になるような電圧を生じさせます。そしてその電圧は，結合コンデンサー C_c に充電されます。そしてそれが放電されてしまうまでの間は，グリッドに高い負電圧をバイアスに加算して与えているので，その間プレート電流は減少してしまいます。このようなしだいで，大振幅入力の直後にプレート電流の減少がみられるわけなので，この状態は**第 47 図**に示しておきます。

動作状態のグリッド電流は，プレート側の負荷インピーダンスが高いほど多いので，もしあまりにも動作中にプレート電流の減少が甚(はなは)だしいときには，インピーダンス・マッチングをやり直して負荷抵抗を適当に下げてやる必要があります。



第 48 図
ブロッキングの充・放電時定数関係（r_g はグリッドが正のときの内部抵抗）

大入力直後のプレート電流の減少している時間は，結合回路の放電の時定数に比例します。つまり**第 48 図**のように結合コンデンサー C_c の容量がグリッド・リーク R_g の値，前段管の内部抵抗，結合抵抗 R_c に関係します。プレート電流が減少した場合それをなるべく速やかに回復させるためには，上記の時定数は小さいほどよいのですが，そうすることは低音部の出かたを悪くしますから，これらの点で一考を要するわけです。

以上の現象が，つまりブロッキング現象といわれるところのものなので，一般の抵抗結合の受信機をガンガン鳴らすときは，避けられない現象です。

3.3 近所のラジオに混入するマイク・アンプ

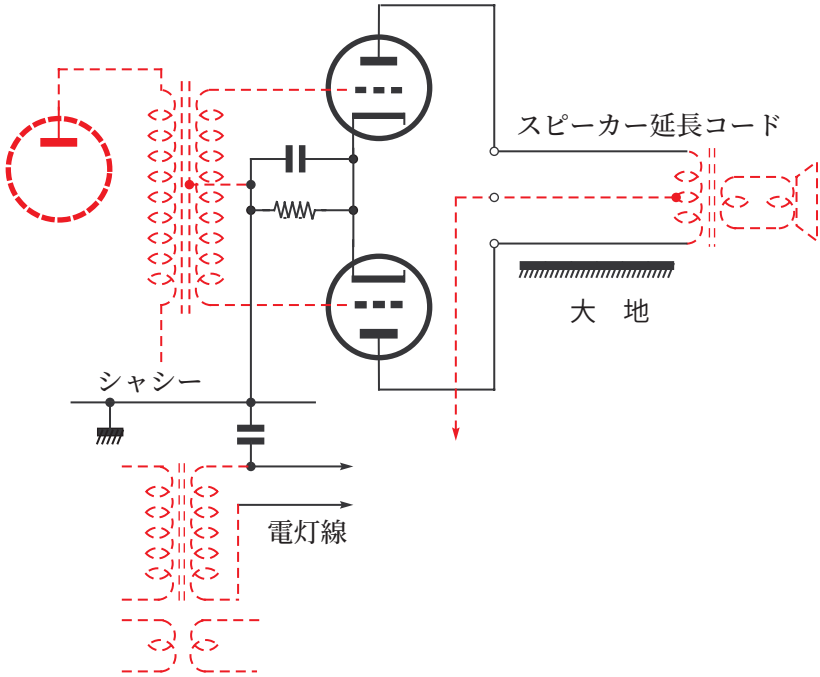
私の家の前の広場にお祭の舞台ができ，賃貸のアンプが持込まれました。スピーカーは二箇所にコードを引延ばして取付けられ，アンプの電源は近所の家の電灯線から取ったのです。

やがて舞台で素人喉自慢が始りました。するとどうでしょう。マイクに噛(かじ)りついて叫(さけ)び唄うその声が，私の家のラジオに酷(ひど)く悪い声で這入(はい)ってくるではありませんか。ラジオのプログラムも何も聴けたものではありません。第二放送にダイアルを合わせて見ると，なんとそれにも這入(はい)ってくるのです。同調をはずした状態ではアンプからの声も消えてしまいます。その声は近所の他の家のラジオにも這入(はい)っていま

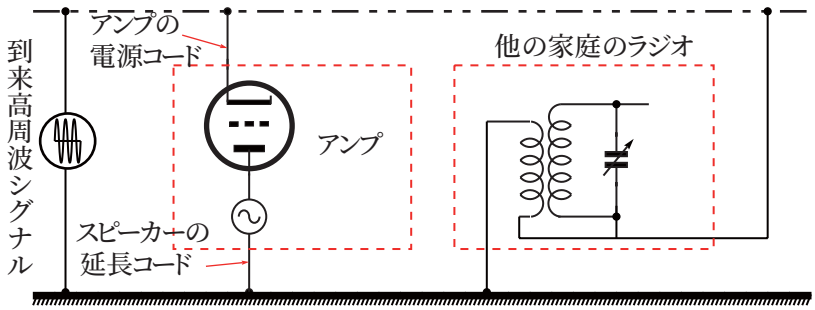
す。これは要するに，放送電波に混入する，いわゆる混変調現象なのです。仔細に聴いていると，唄い手が大声で呶鳴(どな)ったときにだけ這入(はい)るのです。アンプのスピーカーから出ている音はそんなに酷(ひど)くはありませんが混入してくる音はバリバリという形容詞がよく当てはまります。

祭が終って取片付けのとき，そのアンプを見せて貰(もら)いました。42 のプッシュプルで，そのプレート回路でスピーカー・コードを延長するようになっていました。他人のアンプなので実験してみることはできなかったので，推定でその原因を解析してみましょう。

第 49 図に，そのアンプの混変調妨害に関係すると思われる回路を実線で示してあります。引張り廻したスピーカー・コードは大地との間に相当大きな容量を持ったことは明らかで，そのため出力管のプレ



第 49 図
妨害を与える出力回路

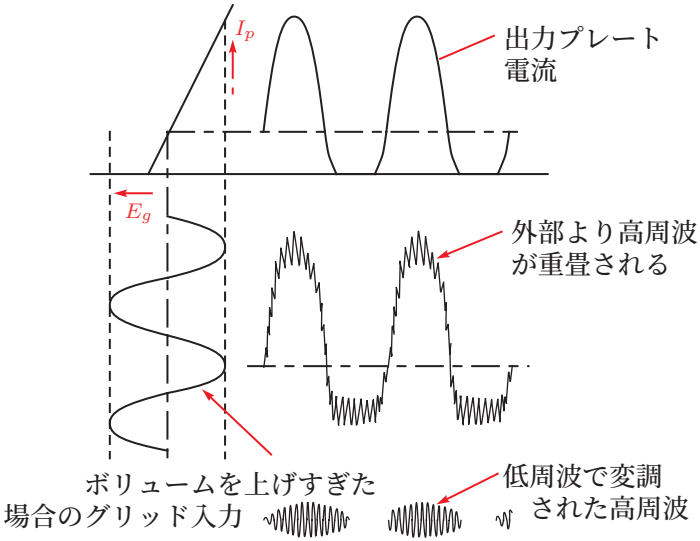


第 50 図
混変調妨害の系統図

ート回路は，高周波的には接地されたと同様な効果になりましょう。またアンプのパワー・トランスの一次側で，電灯線はアンプのシャシーと容量的に結合されています。従ってこれを**第 50 図**のような等価回路的に書き直してみると諒解し易(やす)くなります。

第 50 図では，電灯線とアース間に動作をしている出力管が挿入されている状態になっています。これは到来電波によって電灯線に誘起される高周波シグナルに並列に入っていることになります。同時にこの電灯線を使ってアンテナ無しで聴取している近所のラジオ受信機のアンテナ・アース端子に対しても，側路(バイパス)としてアンプの出力管のプレート回路が挿入されているわけです。もしこの出力管が非直線的な動作をしているならば，これで到来電波によって電灯線に誘起されている高周波電流をアンプの出力が変調し，放送シグナルにアンプの出力を混入させることが容易にできるわけです。

アンプの出力管は，A 級増幅であるなら理論上は直線的な動作をするわけですから，混変調の原因にはなりません。AB 級や B 級増幅が問題です。しかしたとえ A 級に設計されているものでも，それが歪を生ずる程度の出力で働かされる場合には，プレート電流の変化は歪波形となることは明らかですから，AB 級や B 級と大差ありません。この



第 51 図
非直線動作は変調を生じる

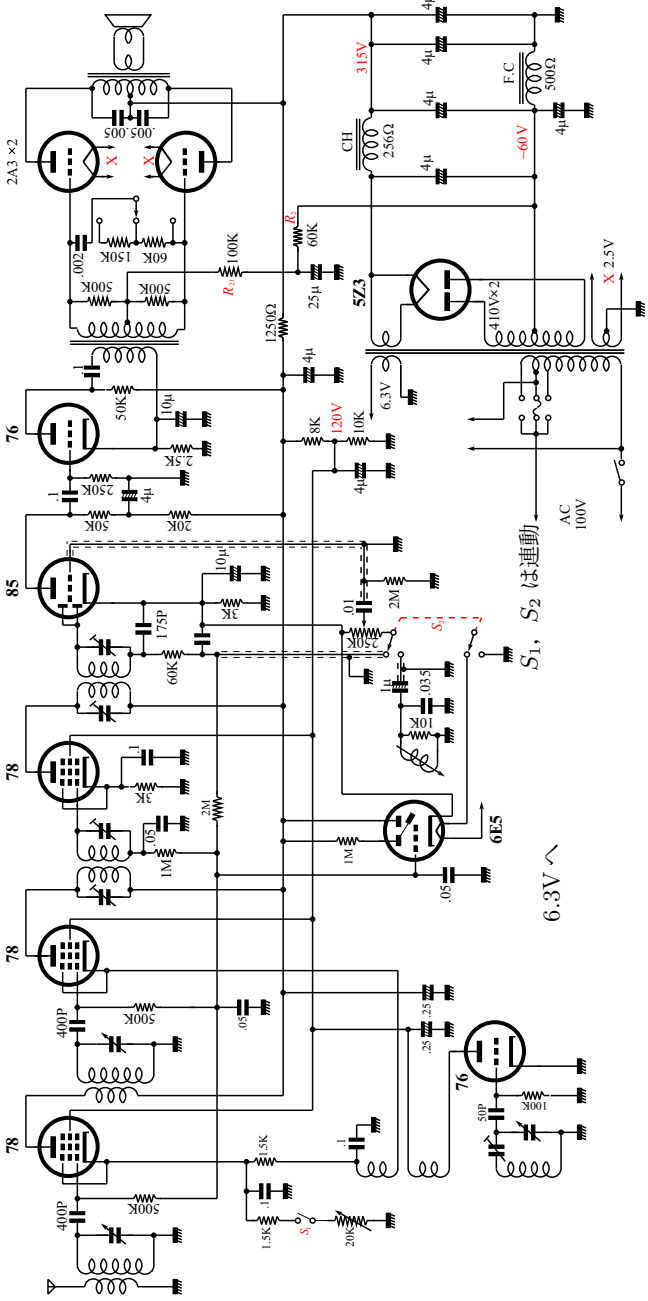
動作状態で，そのプレート回路から高周波シグナルが混入すれば，**第 51 図**のように高周波は出力低周波で変調されてしまうわけです。

アンプが大音量のときにだけラジオに混入し，そして甚(はなは)だ明瞭度が悪いということは，以上で説明がつくわけです。アンプがラジオに混変調妨害を与える実例は，しばしば報告されています。それが上記のような原因によるものだとしたらスピーカー・コードの延長はプレート回路でせずに，増幅器の方へ出力トランスを組込み，一端をシャシーに接地した二次側で延長するように改めるとよいと思います。

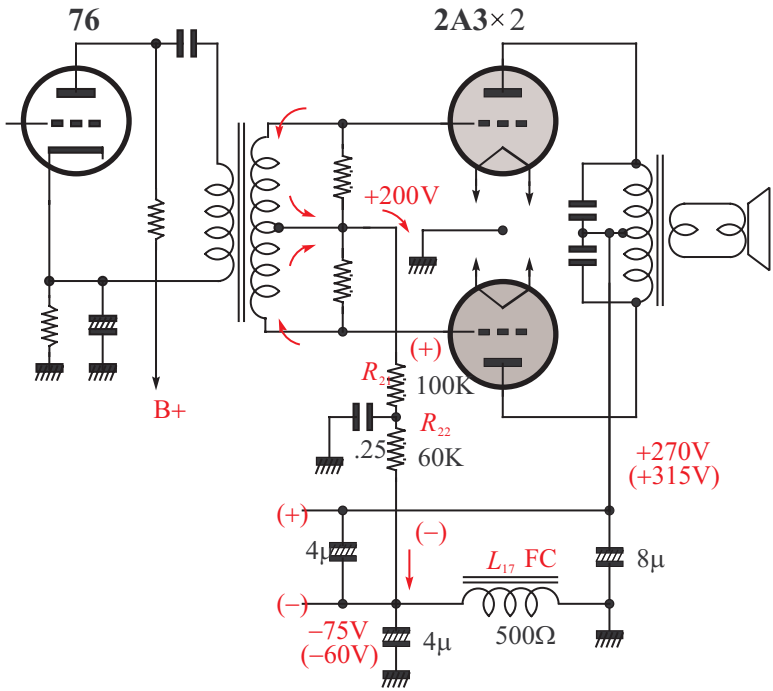
3.4 2A3 を続いてダメにした話

毎度引合いに出して恐縮ですが，**第 52 図**（次頁）のようなビクター RE–48 型電蓄が，どうも音が変になったというので調べることになりました。

スピーカーから出る音は，この電蓄にしては幾分小さく，そしてに



第52図
日本ビクターRE--48型電蓄配線図



第 53 図
ガス電流の結果グリッドはプラスになる

ごりがありました。2A3 を見ると，2 本とも電極の中がかすかに紫色に光つていました。故障は低周波回路にあると見当を付け，B 電圧を測ってみたら，**第 53 図**のように 315V あるべき筈のところが 270V でフィールド・コイルの (−) 側で −60V ある筈のものが −75V になっていました。このことは B 電流が増えていることを意味しています。

そこで 2A3 のグリッドに正味どの位のバイアス電圧が掛かっているだろうかと，アースと 2A3 のグリッド間をテスターで測ってみたら，メーターの針は逆に振れ，なんと +200V を超える電圧が掛かっていたではありませんか。本来ここにはフィールドでの電圧降下の −60V，いやこの場合なら −75V であるべきですが，それが反対に (+) になっ

ていたのです。この症状は前編の，「グリッドにプラスの高圧が出る出力管」として述べたものと同じですから，これは 2A3 の不良と断定しました。要するに 2A3 の真空度低下で，グリッド回路にガス電流が流れているわけで，案の定(じょう)2 本とも新しい真空管に取替えたら，完全に動作するようになりました。

ところが数日ならずして，また元のような状態になってしまったといってきました。調べてみると確かに前と同じ症状で，2A3 が 2 本ともダメになっているのです。用意してきた新しい 2A3 に取かえてみると，もちろん完全な音で鳴りだしました。

近頃の真空管は弱いといわれていますが，それにしても悪くなるのが余り早すぎるので，念のためもう一度確めてみようと，新しい 1 本を抜いて代りに不良になった球を差してみました。しかしダメになったものはやはりダメで，すぐ音が変になりました。そこでその不良の方の球を抜いて，新しい方の球 1 本だけで鳴らしてみると，なんとやはり音が変で，テスターで測ってみるとグリッドに (+) の電圧が出ています。錯覚で良い方の球を抜いてしまったのかなと思い，再び差してみて確かめると，やはり新しい方がダメになっているのです。そこで残りの正真正銘新しい 2A3 を差してみると，やはり音は変です。こいつはシマッタ！ と気が付いて前から差してある球を抜いたのですが，もう手おくれで，とうとう新旧合わせ 6 本の 2A3 をオシャカにしてしまったわけです。

誠に腑甲斐(ふがい)ないしだいで，ダメになった球を前に，しばらく考えてみるよりほかありません。フィールド・コイルの一端には -75V 出ているのだから，それが 2A3 のグリッドに達するまでに $+200$V に変わってしまうとすると，R_{21}，R_{22} で 275V の電圧が生じている計算になるわけです。そうするとオームの法則で約 1.2mA という電流がグリッドから流れ出ている勘定です。要するに R_{21}，R_{22} という高抵抗がグ

リッド回路に入っているから，1.2mA のグリッド逆電流で高い電圧が生ずるのだから，この高抵抗が無ければよいのじゃないかと気が付き，その二つの抵抗を針金でショートさせてみました。なんとありがたいことに良い声が出てくれました。プレート電圧，バイアス電圧も最初の通りの値に戻り，ダメと思った 6 本の 2A3 は全部完全に働いてくれるようになりました。

故障についての話はここまでですが，さて，よく考えてみなければならない問題がここに残ります。おおかたの真空管には，いわゆるグリッド電流とは反対のグリッド電流即ちガス電流が僅(わず)かながら存在しましょう。これは抵抗結合ではグリッド・リーク中を，RE–48 型では R_{21}，R_{22} 中を流れ，そこに電圧降下を生じ，それはバイアス電圧を打消すように作用し，従ってプレート電流は増加しましょう。自己バイアス式ではそのため自働的にバイアス抵抗中に電圧降下がふえ，それはグリッド回路の電圧とは反対の関係であるため，ガス電流のためのバイアスの低下を抑制するので，大きな問題はありません。

ところが一般の半固定バイアスや，この RE–48 型のような式の半固定バイアスでは名の通り半固定で，自己バイアスのようにガス電流によるバイアスの低下を抑える作用も少く，従ってプレート電流は加速度的にふえ，その結果さらにガス電流もますますふえていき，イタチゴッコ式にみるみるうちに前記のような症状におちついてしまうのでしょう。その上 RE–48 型では悪いことには R_{21}，R_{22} が両真空管に共通であるため，片方の真空管だけに上記の現象が起きても，相手の真空管をも無理心中させてしまうおそれがあるのです。私が早くこのことに気が付いていたなら，2A3 を何本もノバしてしまわずに済んだでしょう。

真空管のカタログをよく読んでごらんなさい。2A3 ではグリッドに挿入する抵抗は，自己バイアスでは 500kΩ 以下，固定バイアスでは

50kΩ 以下となっていますが，それは上記の危険から救うために違いありません。ところで半固定バイアスについては，グリッド挿入抵抗の最大限は示されていませんが，想像はできましょう。RE–48 型では 2 本の 2A3 に対し $100 + 60 = 160$kΩ ですから，1 本当りについてみるとその 2 倍の 320kΩ となるわけです。この抵抗が無かったならば，いやせめて R_{21} だけでも無かったならば，2A3 を続いてノバすという，こうした嘆(なげ)きはあるまいものをと痛感させられました。

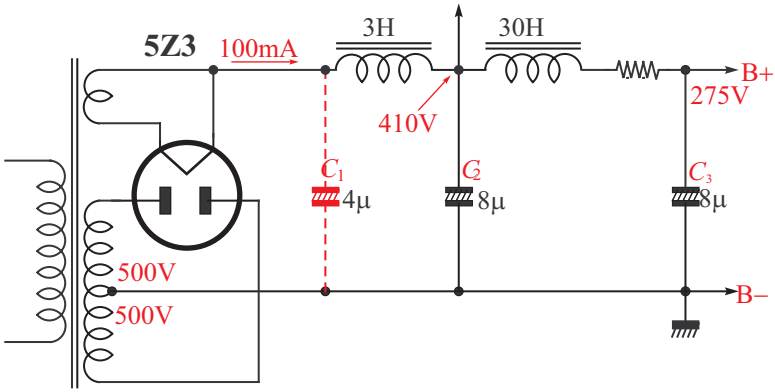
現にダメになったと思った球も，R_{21}，R_{22} をショートさせた状態で再び使うことができたのですから，考えさせられるではありませんか。

受信機メーカーとしたら，昔の球なら大丈夫だったじゃないかと，このごろの真空管のせいにしたいところでしょう。真空管メーカーとしたら，真空管のカタログをよく読んでくれたらというでしょう。これはビクターさんと球屋さんのお互の間で検討していただきたい問題でして，私自身で結論を出すことは差控(さしひか)えておきましょう。なぜなら球を続いてオシャカにした腹いせをやっているようにしかみえないでしょうから。

3.5 チョーク・インプットの悩み

あるサーカス団のために作ってやったアンプが，全国巡業を了(お)えて 1 年ぶりで帰ってきました。興行を打つ先きざきで故障続出で悩まされ通しだったから，徹底的に直してくれというのです。故障はいずれもフィルター・コンデンサーのパンクと出力管 42 の不良だったそうです。

増幅器は 42 の AB_2 級 PP です。重量と容積の関係から電解コンデンサーを使ったので，それの安全のためにもと思い，B 電源は **第 54 図**（次頁）のようなチョーク・インプット方式を採用して製作した筈でしたが，それがいつの間にか一般のようなコンデンサー・インプット・



第 54 図
C_1 を入れると入れないとで出力電圧は 100V 以上も違う

フィルターになって帰ってきたのです。つまり整流管の出力側に新たに点線で示した C_1 が付け加えられたのです。

チョーク・インプットの状態でちょうど適当な電圧が得られるように，パワー・トランスの巻線は大分高くしてありますから，それをコンデンサー・インプットに改めたので，出力 B 電圧は非常に上昇してしまい，その結果は耐圧の低い電解コンデンサーをパンクさせ，また出力管に過電圧を与えて早く消耗させてしまうようなことになったのでしょう。

電源部以外の回路はほとんど原形のままなので，整流管出力側のコンデンサー C_1 を取り去ってやっただけで，最初作ったときの通りの正しい動作状態に戻りました。

ところが甚(はなは)だ困った事態が生じました。興行者は“音が大分減ってしまった”と大そう不服なのです。42 の AB_2 級の出力はこれが限度だと説明してやっても承知しません。

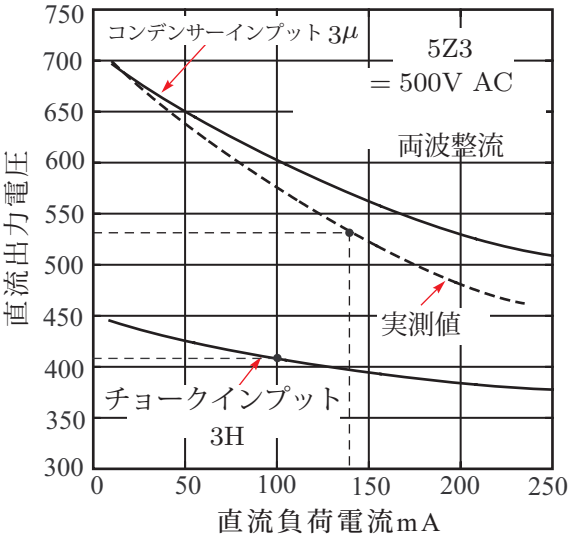
「巡業していた間はもっと大きな音だった。もっとも君に作って貰(もら)った最初は，やはりこの程度の音だったが，巡業先であるラジオ屋さんに手入れをして貰(もら)ってから，音はズンと大きく出るようになった。ラジ

オ屋は言っていた。つまり部分品が 1 個不足していたのを発見したからそれを付けたしたのだと。折角大きな音に直してくれたものを，また小さくすることはなかろう」

と，どうしても承知しません。あげくのはてに

「君の腕はダメだ」

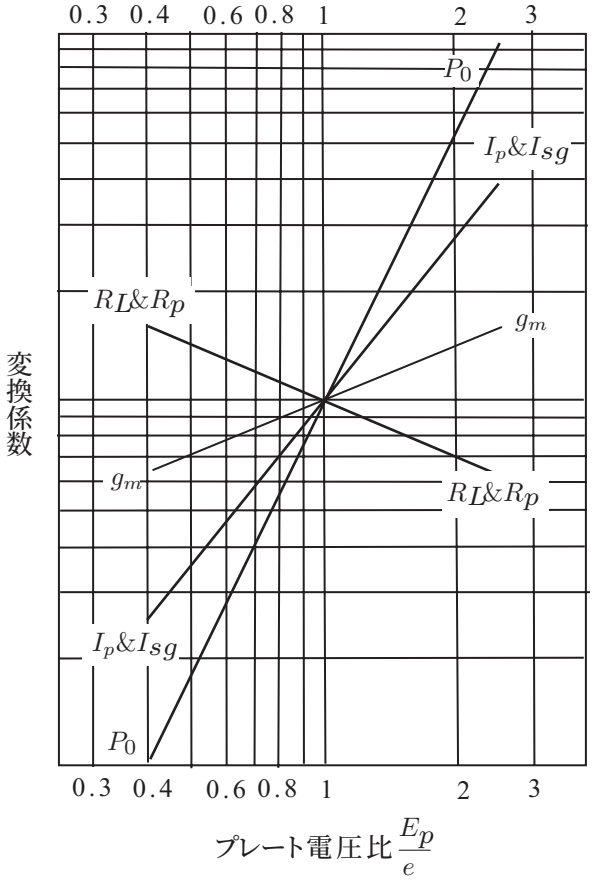
と結論を下され，こちらもとうとうシャッポを脱いでしまいました。



第 55 図
コンデンサー・インプットとチョーク・インプットの比較

第 55 図はチョーク・インプットとコンデンサー・インプットとの出力電圧の比較です。チョーク・インプットは出力電圧は低いけれど，変動率は極めてよく，AB_2 級増幅のように出力とともにプレート電流の変動するものには好適であることは御存知の通りです。それと同時に始動時の B 電圧の上昇も抑えられ，ピークによるフィルター・コンデンサーの危険が大分少くなります。42 の AB_2 級動作の最高規格のプレート電圧 375V に対する B 供給電圧約 400V を得るためには，5Z3 で

全B電流100mAのとき交流B電圧はチョーク・インプットの場合は約500Vを要します。その電圧でインプット側に4μFのコンデンサーを入れると，直流出力は600Vに昇るわけです。実測では直流出力電圧は約30%増しの500Vで，全B電流は40%増しの約140mAになりました。42のプレート電圧も規格最高値を超えること約30%の上昇です。プレート電圧の上昇だけなら高内部抵抗の42のことですから，プレート電流には大差ないわけですが，SG電圧も共に30%増すので，



第56図
出力管定数変換係数表三極管及び五極管

どちらの電流も実際には 40%も増加するのです。

この関係は **第 56 図**(前頁)の RCA カタログに出ていた出力管定数変換係数表でよく判ります。この場合プレート電圧および SG 電圧が 1.3 倍になったので，I_p，I_g の斜線からプレート電圧比の 1.3 の目盛を求めると 1.5 が得られるでしょう。実際は 1.4 なので少々誤差になっていますが，これで大体の見当は合っています。同様な方法で出力の増加割合を求めてみると，それはちょうど 2 倍になることが判りましょう。ただし同様に負荷抵抗は 0.86 倍に下げてやらなければ 2 倍の出力にはならないことも判りますが，負荷抵抗は元通りとしても出力は大体 2 倍見当にはなるはずです。

結局チョーク・インプットをコンデンサー・インプットにしたことによって，出力は 2 倍にふえることになってしまったのです。それでは確かに大きい音が出るのはもっともです。ただし 42 は直ぐ参ってしまうでしょう。

無理が通れば道理引っ込むとやら，とんだところで信用を落してしまいました。それにしても知ってか知らずか，うまく男をあげた何処(どこ)かのラジオ屋さんが怨(うら)めしいです。

3.6 音の酷く歪む学校用増幅器

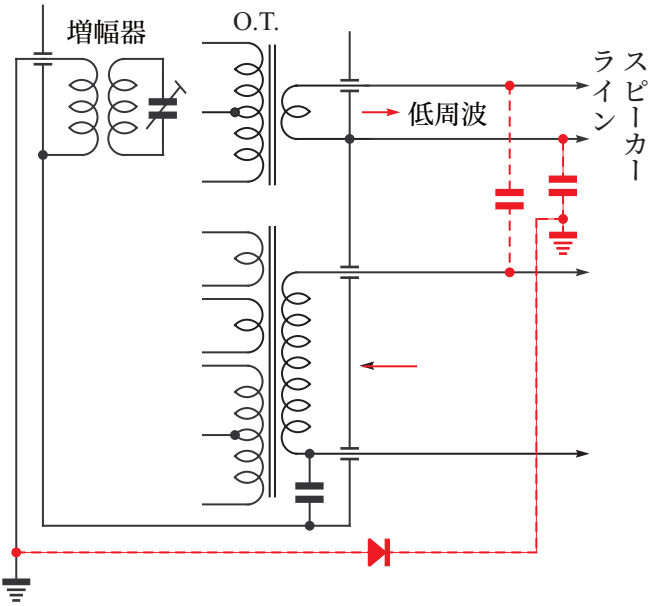
2 個の校庭用ダイナミック・スピーカーと，各教室向け 3 線式出力回路を持った学校用の増幅器を新設したところ，各教室のスピーカーを動作させるとき，音声のピークごとに酷(ひど)い歪音を発し，とても聴くに耐えない状態なのです。それがピック・アップでレコードを演奏してみると異状なく聴こえ，マイクロフォンを働かしてみても差支(さしつか)えはありません。つまりラジオを受信するときだけに不都合が生じるのです。校庭用のスピーカーを鳴らすときにも歪音は出ますが，各教室のときほど酷(ひど)くはありません。

この受信機は807のプッシュプルで，ラジオ受信回路は標準型のスーパーになっています。取付けかたをみると，正規のアンテナを用いず，アンテナ・ターミナルへアースを挿して，いわゆるアース・アンテナと称する方法にしてありました。

そこで試みにアース線を外し，テスターのリードをアンテナ端子に接続して聴いてみると，歪音はなくなる代りに音量が減るので，更にボリュームをあげてやると歪音は再び出るようになります。先のアース・アンテナ式のときでも，ボリュームをずっと絞れば歪音は減るのでした。今度はテスト・リードをアンテナにして，アースを正規のターミナルに接続してみると，歪音は完全になくなりましたが，ボリュームを最大にしても感度がやや不足気味です。要するにアース・アンテナ式だから悪いので，アンテナ及びアースを正規に接続してやればよいのだと決め，新たに標準アンテナ[1)]に近い逆L型を校舎の屋根上に張ってみました。ところが案に相違して，ボリュームをあげてみると歪音は依然として出るのです。ただしその程度はだいぶ軽くなっています。それが面白いことには，避雷スイッチを切替えてみると歪音は取れるのです。つまり避雷スイッチを取付けた軒下のところから受信機までの引込線だけがアンテナとして働いている状態ならよいわけなのです。この場合感度が不足してもいけないと思い，引込口の庭先に高さが軒先と同じで長さ4メートルばかりの申しわけのアンテナを立てて使うことにしたら，出力を桁外れに大きくしない限り歪音は出ず，完全な受信ができるようになりました。

では歪音はなぜ出たのでしょうか。増幅器から出ている線を考えてみると，**第57図**(次頁)のようにシャシーからアンテナ・コイルを通ってアースへ行く線が一つ，片線がシャシーに接続された状態の出力回

1) 高さ 8m 水平部の長さ 12m の逆 L アンテナ。使用する導線は直径 0.8mm×7 錫メッキ線。約 1m の地下に 0.3m×0.3m の銅板をアースとして使用する。アンテナ実効抵抗 $R_a = 50\Omega$，アンテナリアクタンス $X_a = -1000\Omega$，実効高 = 7m



第 57 図
低周波出力は高周波に乗ってアンテナ回路へ

路の 3 本の線が 1 組，それから電源の 100V のコードが 1 本と，合計 3 組です。出力回路の 3 線は普通の場合の 2 線と同じに考え，またダイナミック用の出力回路は無視して考えても差支（さしつか）えはないでしょう。

さて出力回路からは相当大きな低周波出力が送り出されています。この回路のインピーダンスを例えば 500Ω あるとし，ピーク出力を 20 ワットとしてみると，このラインの低周波電圧は

$$E = \sqrt{P \cdot R} = \sqrt{20 \times 500} = 100\text{V}$$

になります。

アース・アンテナ式とは電灯線アンテナにほかなりませんから，電灯線を通ってきた入力高周波シグナルを受信するわけで，この高周波電圧はどんなに大きくともミリボルト台でしょう。

出力回路のラインと，電灯ラインは校舎内で交叉または並行し，互

に容量を持っていることは当然で，従って出力ラインの出力低周波電圧は，その容量を通じて電灯ラインへ誘導することは，これまたあたりまえでしょう。たとえその誘導量はわずかでも，高周波のミリボルト台に較べれば，低周波の百ボルト台は相当問題になる値です。従って高周波と一緒になった低周波出力は，パワー・トランスとシャシー間の容量を通じ，アンテナ・コイルを通ってアースへの経路をたどるわけです。そしてその経路のどこかに多少なりとも非直線の部分があるか，あるいは非直線性のものが挿入されていたなら，高周波と低周波の間に相互変調が起るわけです。ところが低周波出力は高周波の変調成分と全く同じものなのですから上記は再変調ということになり，

出力ライン $\longrightarrow$ アンテナ回路 $\longrightarrow$ 受信回路（検波・低周波増幅・出力）$\longrightarrow$ 出力ライン $\longrightarrow$

という循環経路をとり，ここに発振を生ずる可能性ができ，低周波のピーク入力のときにそれが起って酷(ひど)い歪音となったのだと考えたらいかがでしょう。ただし出力ラインからアンテナまでの経路にある筈の非直線成分は，はたしてどこにあるか私には明らかではありません。

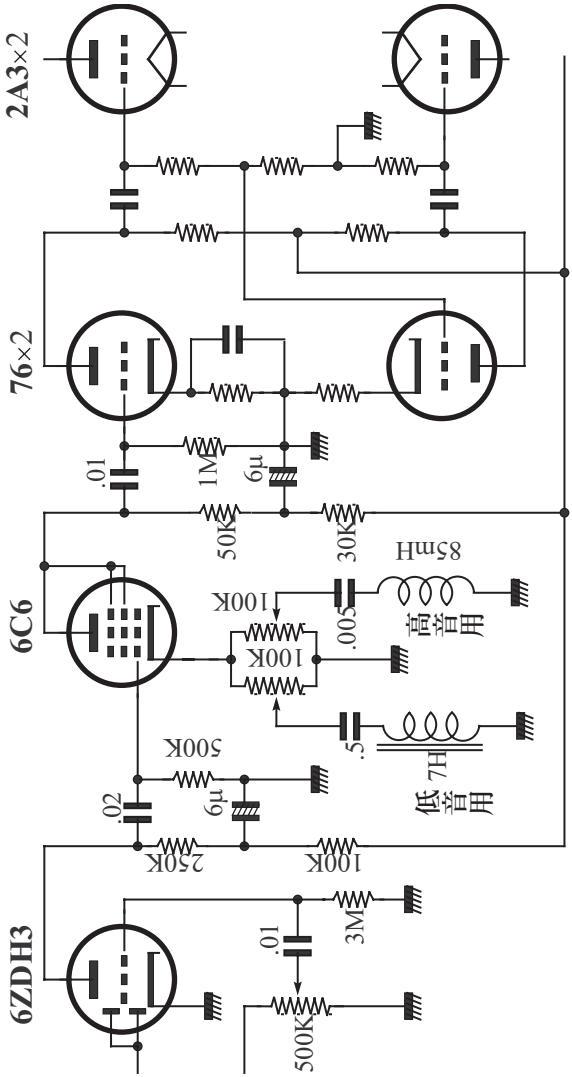
以上のように解釈すれば，屋根上のアンテナでは出力ラインとの結合が多少なりともあるため，歪音除去に余り効果はなく，むしろ校庭の隅の小さいアンテナの方が無難だった理由もわかるでしょう。

このような例は，実際にあちこちで耳にします。アンテナの状態が音質に関係すると云うと，まさかと思うでしょうが，あり得べき話です。

3.7 LC 音質補償回路の悩み

“バイタトーンを使って電蓄を拵(こし)らえてみたが，ハムが酷(ひど)くてどうも思わしくない”と **第 58 図**（次頁）のような回路のシャシーを持ちこまれ，実験する機会を得ました。

それは近ごろ流行している LC 音質補償器を使って，高音低音を別々



第58図
歪を起しやすいLC音質補償回路の応用

に増強できるようにしたものですが，何とかトーンというマークが付けられていて，バイタトーンとは似て非なるものです。バイタトーンというと，*LC* 音質補償回路の代名詞だと思っている人があるので混同するのは無理もありませんが，バイタトーンとは三田無線製の 1 個

の組立てられた音質補償装置の商品に付けられた名前です。それが好評だとなると，たちまちまがい物が続出するのは，さすが日本のラジオ界だと感心させられました。

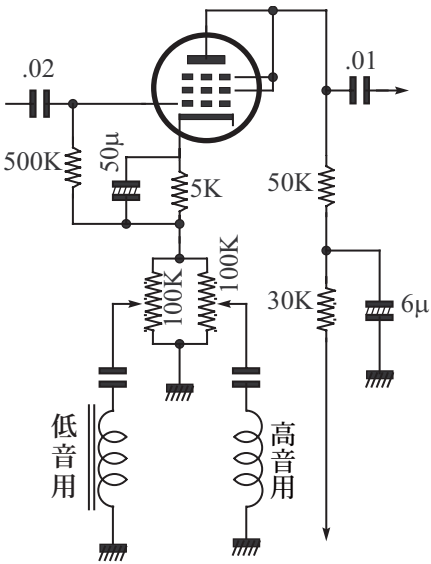
ところで，この電蓄で第一に問題になった点は，ハムがもの凄(すご)いことです。低音増強最大の点では，ハムは実用限度を遙かに超えている状態です。そこで試みに低音用の L をショートしてみると，ハムはどうやら我慢ができる程度に減ります。また L をはずしてシャシーの外に置き，クリップ・コードで接続してみると，ハムは最少ですが，それをシャシーに近づけるに従いハムはふえてきて，パワー・トランスの近くへ持ってきた場合，最大になります。明らかにパワー・トランスの漏洩(ろうえい)磁束をこの L が拾ってハムを出すのだということが判りました。シャシー上でパワー・トランスから最も離れた位置に取付けてハムを最小にしましたが，しかし完全にハム誘導を防げたわけではありません。L をもっと完全な防磁ケースにでも入れ替えない限り，とてもハムから脱れきることはできないようです。

また試みに C を換えて共振点を 70〜120 サイクルの間で移動させてみましたが，ハムのレベルは 2db とは減らず，ほとんど徒労でした。

第二の問題は音の歪ということです。高音増強を最大にすると，スピーカーのコーン紙が裂けてでもいるかのように，ビリビリと音を出すのです。低音部でも歪は出ているらしいのですが，聴いただけでは何ともいえません。

この歪は 6C6 の段で発生するものらしく，鳴らしておいて 6C6 のプレート電流を測りながらボリュームを上げていくと，最初 0.2mA ぐらいだったのが段々増加していき，0.5mA を超すと酷(ひど)い歪になります。これは高音，低音とも増強が最大のときの状態です。A 級増幅としたら，この場合プレート電流は変らない筈のところ，それが増加するのですから，明らかにプレート検波に近い動作状態であることがうかがえ

ます。6C6 のカソードに入っている抵抗は 50kΩ に相当するわけですから，これでは増幅用としてはだいぶ高いようです。そこでこの部分を **第 59 図**のように接続換えをしてやりました。これで増強度合は前と大差なく，歪の方は多少よくなったようです。とはいうものの，高忠実度とはだいぶ縁遠い音です。

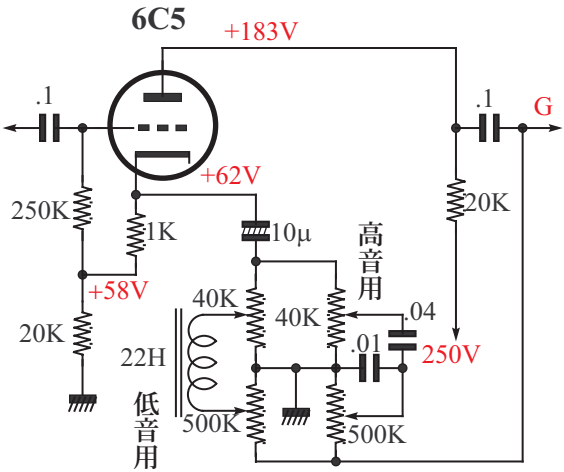


第 59 図
バイアスのかけかたで歪は減る

以上の実験によって感じたことは，カソード回路での LC 音質補償はよほど注意しないと歪を発生するのではないかということです。補償効果を 10db 以上にするためには，調節器の抵抗値は，どうしても 100kΩ に近い値のものが必要となり，その結果としてどうしてもバイアス電圧は高めになりますから，入力を大きくすると非直線歪を生ずることになるものと思います。また入力電圧の小さい前段に入れるようにすると歪は軽減されるでしょうが，ハム発生という問題にぶつかってしまいます。

結論としてこの種の LC 補償回路は，際(きわ)だった増強効果のあることは否めませんが，与えられたデータを鵜呑(うの)みにして，そのままどんな増幅回路にも適用するということは考えものだということになりましょう。音質というものは，周波数特性の補償だけで改善されるものではないのですから，**第 60 図**（次頁）の回路のように高すぎるバイアスをかけたものを大きな入力レベルのところに用いた場合の波形歪や，また共振回路を用いた回路でとかく発生し易(やす)い位相歪とそれに伴う過渡

特性の問題などについて，再検討を要するものと思います。



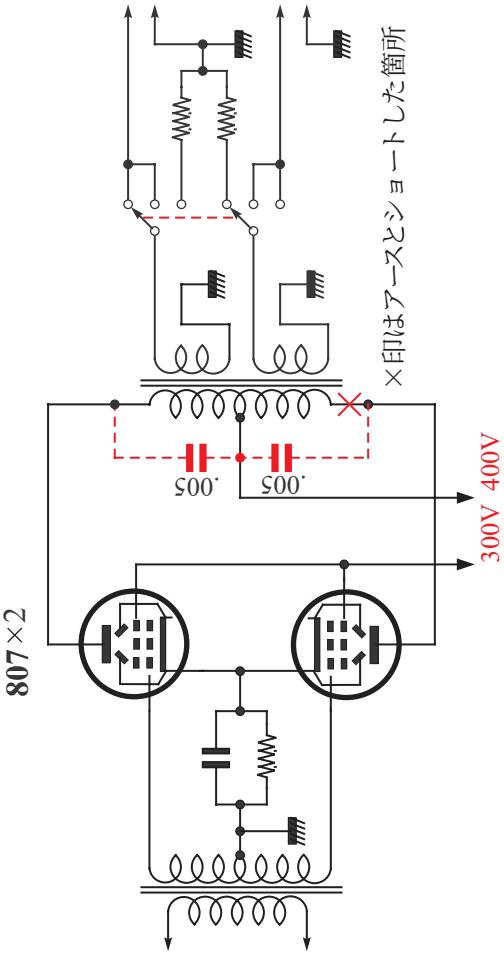
第 60 図
ソーダーソンのデュアル・トーン・コントロール

なお参考までにアメリカの広告で見たバイタトーンのようなものを **第 60 図**にお目にかけましょう。形も回路もよく似てはいますが2連のバリアブル・レジスタンスを使って増強も減衰もできるようになっているところがバイタトーンとは違っています。遙か昔 1938 年のソーダーソンの製品です。

3.8 出力トランスの絶縁破壊

学校用の拡声機で，出力トランスを何度取替えてみても一次側と鉄心の間の絶縁が破れてショートしてしまうが，もっと完全なトランスはないものかと相談を受けました。この拡声機は 807 のプッシュプルで，それをサービスしているラジオ屋さんの考えでは，絶縁破壊はたぶん出力トランス自身が悪いのだろうというのでした。

そこでとりあえずその増幅機の修理に立会ってみることにしました。出力管のプレート供給電圧は 400V，SG は 300V あり，相当な出力が出せるようになっています。それを動作させてみたところ少しも異状はありません。出力回路は **第 61 図**（次頁）のように校庭用と教室用のスピーカーを 1 個のスイッチで交互に切替えて使うようになっていて，使わない方のスピーカー回路に対しては等価抵抗が切替えて入るよう



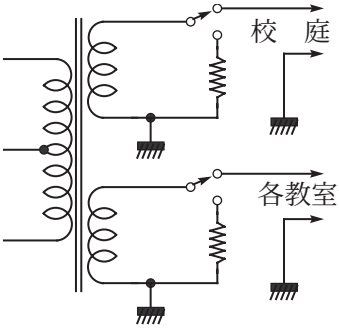
第61図
連動スイッチで負荷を切換えることは危険

になっています。従ってインピーダンス・マッチングの点は旨(うま)くいっているわけです。

ところが拡声機を扱う学校の先生は，鳴らしながらこの切替スイッチを操作してみせるのです。そうすると切替える瞬間に出力トランスの端子のところでピシッと音がしてスパークする場合があるのです。このことは出力管のプレート回路に相当な高圧ピークが発生しているに違いありません。プレート側に電圧が出るということは，動作中に出

力管が無負荷になる場合に起きるもので，要するにスイッチの切替に際しオープンになる瞬間があるわけです。807 はプレートが頭にあるから助かっているものの，もし 42 や 6L6 などのようなシングル・エンド[1] のものでは，この電圧のため真空管のステムでスパークして真空管をダメにするおそれもあり，あるいはソケットの足でスパークしてソケットを燃してしまうこともあるでしょう。

しかしながらどちらのスピーカーに切替えたところで，必ず等価抵抗が代って入り，負荷インピーダンスは適当な値に保たれているわけですから，異状電圧の発生はちょっと考えられません。それでも事実スパークが出るのですから，切替えに際し無負荷状態になる瞬間があることは確(たし)かです。この増幅機に使ってある切替スイッチは，通信機用のガッチリしたもので，接点は完全ですが，やはり切替える過程にはオープンになる瞬間があることはやむを得ないものと思います。



第 62 図
スイッチは単独に

出力管のプレート回路を詳細に調べてみると，この図に点線で示したコンデンサーが，片線だけを外したままで残っていて，その 1 個は完全にパンクしていました。多分最初はこのコンデンサーが入れてあって，それが電圧でパンクしたので，これをはずしたため次には出力トランスをショートさせることになったものと想像できます。

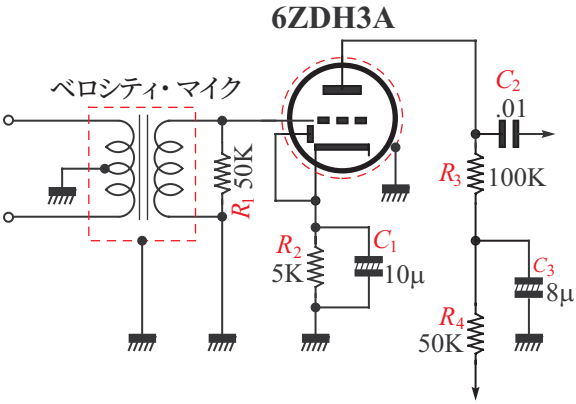
結局動作中にはスピーカーを切替えてはならないという結論になるのですが，そうはいっても取扱う人が専門家でないのですから，この注意を守ってもらうことは無理です。そこで **第 62 図**のように校庭用

1) single-ended tube——内部の電極と接続されているピンがすべて真空管の下部にある真空管

と教室用のスイッチを別々にしてやりましたが，こうすれば片方のスイッチを操作しても他方はそのままになっているわけですから，たとえ動作中に操作しても大して危険はないでしょう。確(たし)かにこのように改造してからは同じような故障を再び起すようなことはなくなったそうです。

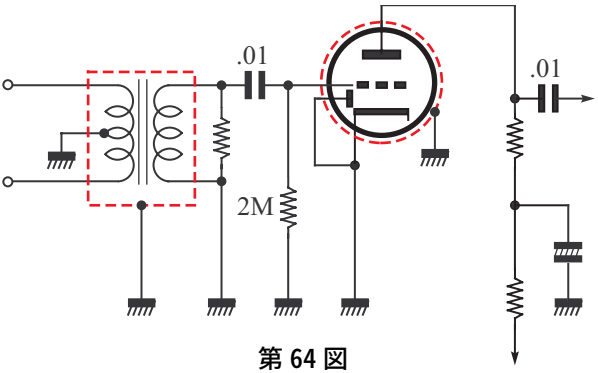
要するに出力トランスの一次側にスパークの事故が生じた場合，それを出力トランスのせいにする前に，一度負荷の状態を検討してみる必要があるわけです。

3.9 初段管からのハムの原因は？



第 63 図
ハムの出るプリアンプ

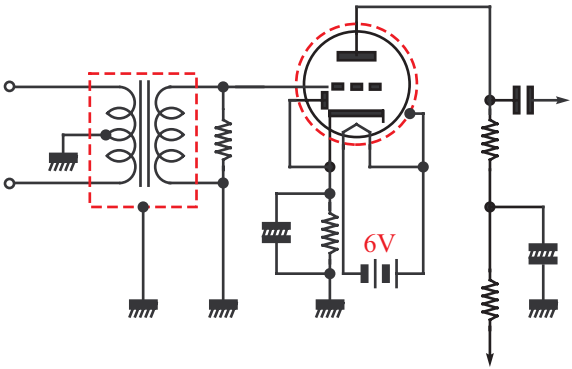
ある劇場でベロシティ・マイクを使っているのですが，ボリュームをあげると聴いていても気の毒なくらいハムがでるので，余計なおセッカイとは思いながらも修理させて貰(もら)うことにしました。マイク専用の 2A3 PP のアンプで，問屋などで売っている既製のアンプ・ケースに組立ててありました。 **第 63 図**のように初段の球は 6ZDH3A で，これがマイクのプリ・アンプになっているのです。その次段は 6C6 ですが，そのグリッド回路にボリューム・コントールが入れてあり，それを絞



第 64 図
自己整流バイアスにしてみる

るとハムは出なくなりますから，ハムは初段の 6ZDH3A のところからだということが判りました。

そこで 6ZDH3A を抜いてみると，ハムは止まります。従って 6ZDH3A のプレート回路のリップルが原因ではないことは判ります。この B 電圧にリップルがあれば球を抜けば余計にふえることはあっても止まることはないわけです。次に 6ZDH3A のグリッドをショートしてみるとハムは幾分減ります。6ZDH3A のカソードを直(じか)にアースしてみても同じくハムは幾分減ります。そうすると，ことによるとカソード・ヒーター間のエミッションに原因しているかも知れないと思い，**第 64 図**のような自己整流バイアスに改造してみましたが，ハムは前と変らず出ます。この状態でマイクのインプット・トランスの二次側をショートしてみましたが，今度は出ているハムは少しも変りません。要するにマイク・トランスが誘導を受けているのではないことも判りました。完全防磁というケースに入っているからでしょう。それではヒーターを AC で点火させているため，ここからハムが出るのかなと思い，劇場に備え付けの蓄電池につないで **第 65 図**(次頁)のようにして，DC で点火してみましたが，出ているハムは少しも減りません。6ZDH3A にはもち論シールド・ケースがかぶせてありますから真空管は何本取替



第 65 図
ヒーターを電池で点火してみる

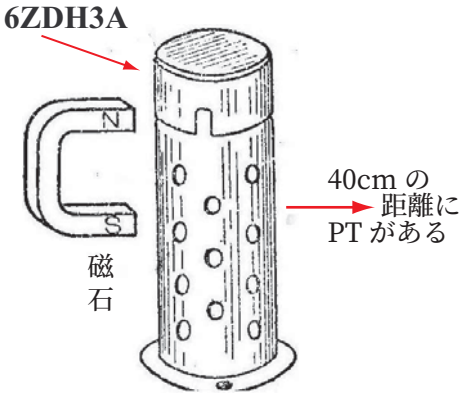
えてみても同じです。6ZDH3A はパワー・トランスから他の真空管や部品を何本も隔てた 40cm の距離にありますから静電誘導はほとんど無いことは判ります。

要するにハムの原因は

a. マイク・トランスの電磁誘導
b. プレート電圧のリップル
c. カソード回路及びグリッド回路
d. ヒーター回路
e. 真空管に対する静電誘導
f. 真空管自身の不良

等のいずれでもありません。

さてそこで奥の手というべきハム探索の手段を用いてみました。道具の一つとして用意してある強力磁石を取り出し，**第 66 図**(次頁)のようにシールド・ケースの外から 6ZDH3A に近づけてみました。ところがどうでしょう。丁度(ちょうど)パワー・トランスの正反対の位置から 6ZDH3A に磁石を近づけるとものすごいハムになることを発見し，これは，この球から約 40cm の距離にあるパワー・トランスから交番磁力線が漏洩(ろうえい)し



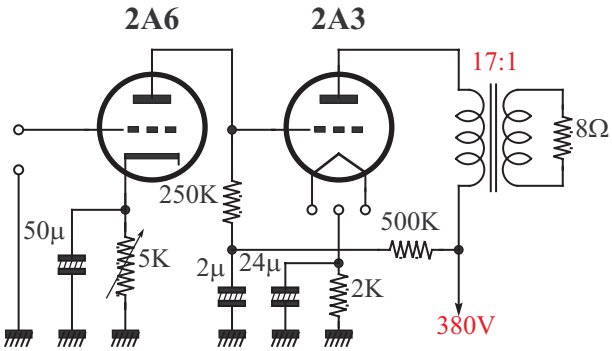
第 66 図
磁石を近づけるとハムはふえる

ていて，その一部が漂游してきて 6ZDH3A のニューム[1] のシールド・ケースを通過して，真空管内の電子流を撹乱し，その微少変化が高増幅度で増幅される結果大きなハムとなったものと考えられます。そこで薄鉄板でできている昔のシールド・ケースを探してきて 6ZDH3A にかぶせてみると，心なしか少しハムが減るように思えました。しかしシールド・ケースでは，どんな厚い材料でこしらえても頭かくして尻かくさずですから，完全防磁にはなりません。メタルチューブなら鉄の殻で覆われているため漂游磁力線は通さないから，ハムは出ない筈と思い，6ZDH3A をやめてメタル管の 6SF5 に換えてやったら，結局予想通りハムはピタリと出なくなりました。

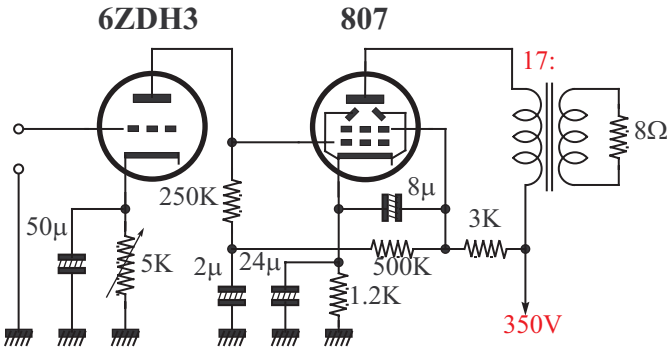
3.10 ロフティン・ホワイト直接結合電蓄の音質

ラジオ界には実に迷信が多く，特に音質に関しては，それが甚(はなは)だしいようです。たとえばダイナミックのコーン紙の色が音色を左右すると思ったり，インチキトランスでも舶来品[2] まがいのケースに入れるとトタンに音が良くなると考えている人がいるようです。この筆法でいくと，トゲ抜き地蔵[3] のおフダをコーンに張り付けるとピークがなくなり，富士山のお砂を原料としたダスト・コアでコイルを作ると，Q

1) アルミニュームの俗称
2) 外国からの輸入品。輸入品が主に船舶で輸入されたために，「船舶に乗せられて来た品」から「舶来品」と云われた
3) 東京都豊島区巣鴨にある曹洞宗の寺院高岩寺の本尊である地蔵菩薩の俗称



(a)



(b)

第 67 図

がスバラしく上ると考えるようになりましょう。これほどでなくとも送信管のシングルで 6 インチ半のフリーエッジ・ダイナミックを鳴らすのでなければ，ハイフィデリティーの電蓄[1] ではないとか，あるいは 56 や 76 よりも，27 や 37 の方が音質がよいと，大まじめに信じていて，それらの理論的根拠を知ろうとすることは，真空管の神秘性を冒涜するものだと考えているものなどもあるかも知れません。

電蓄ファンの中には，ロフティン・ホワイト直接結合方式[2] は，他

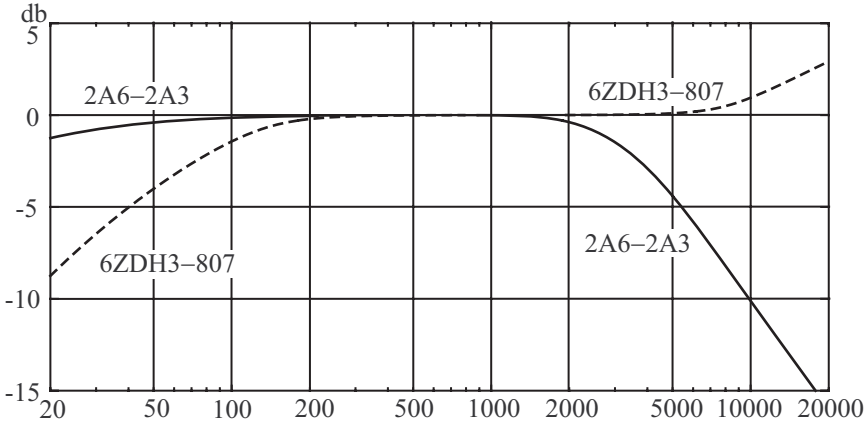
1) 電気蓄音器。レコードを再生するプレイヤーとラジオが一つの筐体に収められたもの

2) ロフティン・ホワイトとも云う。ロフティンとホワイトが発明した回路で，その

の結合方式では絶対に得られぬよい音質を持っていると信じている者もかなりいるようです。耳が悪いせいか，正直のところ私には，直接結合と抵抗結合の音質の違いが，どうも判(わか)らないのです。そこで耳に頼らず測定器にそれを聴いて貰(もら)いました。

第 67 図（前頁）のような，2A6 と 2A3 及び 6ZDH3 と 807 の 2 種の組み合せの回路です。ここに使った出力トランスは，八角ケースに入っている高級品と銘打ってある品です。その一次インダクタンスは一次側にプレート電流を 60mA 流したとき約 8 ヘンリー，一次側から見た全漏洩(ろうえい)インダクタンスは約 160 ミリヘンリーのものです。その 17 対 1 のタップの二次側に 8Ω の純抵抗をつないで測りました。その場合，一次側から見たインピーダンスは，400 サイクルのとき約 2500Ω ですから，2A3 及び 807 に対しては最適値のはずです。

第 68 図はその周波数特性ですが，これは従来しばしば発表されているような，20 から 20,000 サイクルまで，フラットな特性のカーブとは，およそ掛け離れています。この程度の特性なら，抵抗結合でも容



第 68 図
ロフティン・ホワイト増幅器の周波数特性

特徴は出力管のグリッドに前段の電圧増幅管のプレートを直結するところにある

易に得られましょう。このように低い方の出にくいのは，主として出力トランスの一次インダクタンスのためで，また電源回路のインピーダンスも多少は影響しているでしょう。高い方で下るのは，真空管の電極容量や配線の漂游容量，及び出力トランスの漏洩(ろうえい)インダクタンスの影響と思われます。出力トランスを普通のスピーカーに付いているもので較べてみると，これよりも一層低い方の特性は悪くなりますが，高い方の出かたは良くなります。要するに出力トランスの特性によって，全体の特性が大きく左右されているのです。

直接結合の特長は，0 サイクル即ち直流までも増幅できるという点にあります。その良さを充分発揮するためには，一体どれくらい優秀な出力トランスを使ったらよいでしょうか。たとえ飛切り上等なトランスを使い，低い方の特性を可聴周波外にまで延ばしてみたところで，どうしてそれが耳に聴えるでしょうか。抵抗結合でも出力トランスの特性を含まないで，16 サイクルまでは 0 デシベルというものは簡単にできるのですから，音声増幅器に関する限り，直接結合も抵抗結合も選ぶところがないといえましょう。

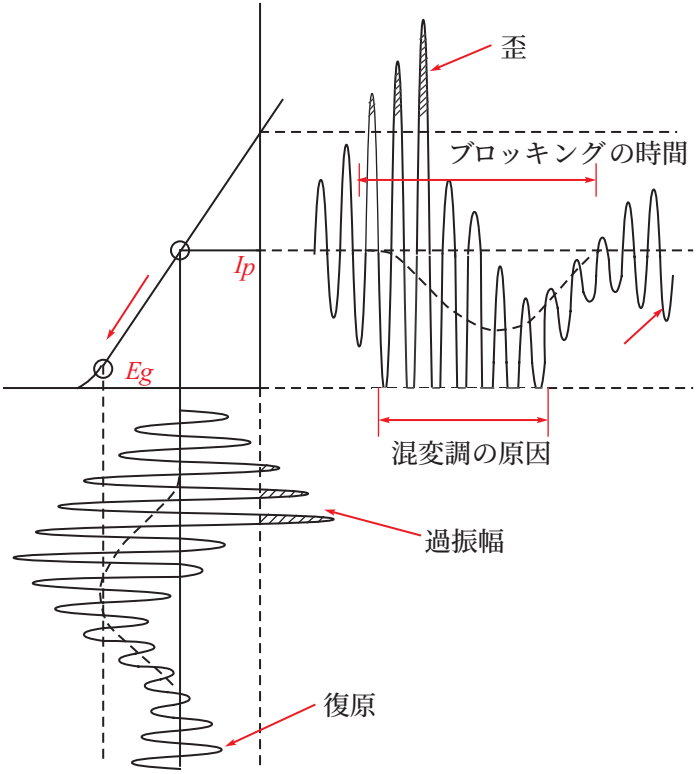
それにもかかわらず，実際に直結式と普通の抵抗結合とを並べて比較すると（もち論 SP と PU は同一品にて）明らかにその差が認められ，音の分離とか，いわゆる迫力というものが，直結式は抵抗結合より確(たし)かに優れていて，例えば低音楽器の，特に打撃音のような瞬間的な音の分離再生等は，抵抗結合では再現できないものを直結式では明らかに聴きとれ，シンフォニーなどをかけたときの音の分離や再生音に迫力があって，生き生きした音になり，その点で抵抗結合より優れているということをよく聞きます。従って直接結合と抵抗結合とでは実際には何か違った動作をするのでしょうか。また音質について聴いた感じの表現，たとえば迫力とか分離とか，ないしは生き生きした音という電蓄の試作記事専用語に何か技術的な説明が付けられないものでしょ

うか。これらについて私見を加えてみましょう。

「出力を出すとプレート電流が減る 42 シングル」でも述べましたが，実際の音声の振幅特性には非常に不同があり，それをある程度の出力音量で聴こうとする場合，最大振幅のところで出力管のグリッド・バイアスの範囲を超えて過振幅となることが見られます。そして過振幅のときは当然グリッド電流が流れ，出力波形には歪を生じます。これは結合方式の如何（いかん）にかかわらず，いずれにも起るもので，直接結合とてもそれは免れません。ところが抵抗結合では更に悪いことには，結合コンデンサーに充電が起って出力管のグリッドは一層マイナスになり，動作基点は特性曲線の下の方に移転してしまいます。移転した動作基点は結合コンデンサーの充電電圧が放電されるに従い徐々に復原します。復原に要する時間は，結合回路で低い周波数をよく出るように設計するほど長くなります。そして復原するまでの間，出力管は非直線的な増幅動作をするため，出力の瞬間的な低下と，同時に混変調とを起します。

出力の瞬間的な低下は即ちブロッキング現象で（これは **第 69 図**（次頁）を御覧下さい）混変調とはグリッドに周波数の異なる二つの入力を同時に与えた場合，出力には入力と同じ二つの周波数の他に，更に両周波数の和及び差の周波数を新たに生ずる現象です。これはスーパーの第一検波即ち周波数変換管で中間周波が作られるのと全く同じ現象ですが，低周波増幅の場合にでも，増幅管が非直線的動作をしている場合に当然生じます。このブロッキング現象に伴なう混変調現象は抵抗結合シングルの出力管に生じ易（やす）く，そして著しく音声の明瞭度を害するものです。それゆえ音質について論ずる際，これは無視することはできないでしょうが，それにもかかわらず，これについての解説は従来あまり見受けません。

以上がいわゆる迫力と音の分離という表現に対する愚考です。そう



第 69 図
過振幅のブロッキング現象

すると問題は入力の過振幅にあるので，なるほどこうした状態で抵抗結合と直接結合を較べたならば，耳のよくない私にも両者の差はよく判ります。しかし両者を A_1 級増幅としていかなる場合にもグリッド電流を流さないような正しい状態において比較していたのでは，おそらく聴き分けはできないでしょう。ところで皆さん，直接結合で「瞬間的な打撃音」の迫力のある生き生きした音の中に，いかに波形歪が含まれているか，聴き逃さないように耳を澄まして聴いてみて下さい。

直接結合について位相特性や過渡特性を問題にするものもありますが，それをいうには増幅器よりも現在のピック・アップやスピーカー

の機構の方が遙かに先決問題です。

結局，直接結合は音声増幅器としては，全く意味がないものと思いますが，いかがでしょう。

研究の課程として，一度は直接結合を試みることは必要でしょう。しかし先入観念に捉われて，理論的根拠のない結論を下すことは，よろしくないと思います。

第4部　部分品について

4.1 巻線と鉄心間に高電圧の出るパワー・トランス

部品屋の店先へ，アマチュアらしき客が，気負いこんで入ってきました。抱えてきた大型のパワー・トランスを，カウンターの上へ叩きつけるように置きながら，

「君の店は，すいぶん酷(ひど)いものを売るね。こんなパワー・トランス，使いものにならないから，引取ってくれ！」

と，大変な意気ごみです。

「いったい，どうしたということですか」

と，店員の応待も少々ぶっきら棒です。

「どうもこうもあるもんか，まるで絶縁不良で，あぶなくて使えやしない。まあ測ってみてくれ」

と客。

店員はカウンターの下からメガー[1] を取出し，パワー・トランスの巻線と鉄心の間にリードを挟み，ハンドルを勢いよく廻転させてみて，

「どうです，ごらんの通り悪くはないじゃありませんか。100 メグ[2] もあればたくさんでしょう。大体うちじや試験をして品物を仕入れるんですからね、」

と得意顔をします。

「変だな。おれに借してみてくれ」

と，今度は客自身でメガーを廻し，

「このメガーはインチキだぞ。うちでこのパワー・トランスに電気を入れてみたら，コアに漏電していて，危くて触れやしないんだ。試

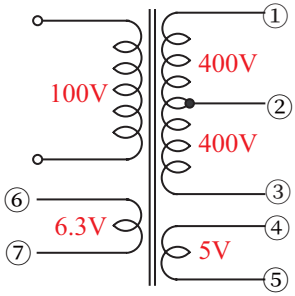
1) 数 MΩ 単位の高抵抗を測定する機器
2) 100MΩ

しにここでやってみてくれ」
と，まだ承知しません。
「100 メグもあるものが，そんなことあるもんですか」
と，店員はクリップ・コードを取出し，一次側に接いで，コンセントに差込み，
「いいですか，アッ痛え」
と，鉄心に触わろうとした手を急に引っこめ，
「変ですね。絶縁は確(たし)かに良い筈ですが。電気を入れるとショートするのかしら？」
と，店員はつぶやくようにいいます。お客は，したり顔をして，
「どうだい，ダメだろう。第一このB巻線の片方と，コアの間を，テスターの AC レンジで測ってみたまえ，500V も漏洩(ろうえい)電圧が出るんだから。ともかくもこういうトランスが多いんだ。だいたいパワー・トランスの絶縁は，メガーでは判(わか)らないものだよ。一次に電気を入れてみて，交流電圧計で測って調べればすぐ判るよ。」
と，店員相手に講義を始めだしました。

話はここまでですが，さて，どうして鉄心に触わると感電するのでしょうか。そして，どうして巻線と鉄心間に電圧が現われるのでしょうか？ 結論として，このパワー・トランスは，はたして使いものにならないでしょうか？

いま例を **第 70 図**（次頁）のようなトランスにとり，実測してみた結果は **第 1 表**（次頁）の通りになりました。ただしこのトランスの巻線鉄心間及び巻線相互間の絶縁は 100MΩ 以上のものです。使ったテスターは，感度 200μA で，AC 1000V レンジで測ったものです。

この電圧の出かたは巻線の順序によってはだいぶ違うこともありますが，いずれにしても巻線と鉄心間に電圧の全く出ないという物は，ただの 1 個もありませんでした。



第70図

第 1 表

①と鉄心間	約120V	
②	〃	〃300〃
③	〃	〃620〃
④	〃	〃380〃
⑤	〃	〃380〃
⑥	〃	〃240〃
⑦	〃	〃240〃

これは，パワー・トランスの巻線と鉄心，及び巻線相互間には必ず，ある容量が存在するからです。一次に交流電圧をかけた状態で，例えばＢ巻線の片方と鉄心の間に電圧計を入れれば，Ｂ巻線の他の端と鉄心間の容量を通じ，交流の回路ができますから，当然そこには交流電流は流れ，メーターに電圧が指示されても不思議はないでしょう。

巻線と鉄心間の容量は，ほとんど分布容量ですから，トランスの寸法や工作法によって相違があり，従って巻線と鉄心間に現われる電圧と，巻線の電圧との間に一定の関係は認められません。また分布容量は，そんなに大きな値ではありませんから，そのリアクタンスのため，測るメーターの感度またはレンジによって，かなり相違しましょう。

一次とＢ巻線の間に静電シールドをしてある良心的な製品では，その間の容量は比較的大きく，従ってシールドが鉄心に接続してある場合にはＢ巻線と鉄心間には驚くほどの高い電圧が現われ，またシールドが鉄心に接続されず別の端子で出ているものでは，鉄心には高い漂游電圧が現われていますから，不用意に鉄心に触れれば，相当痛い電撃を受けるのは当然で，むしろそれが，パワー・トランスの常態なのです。

4.2 パワー・トランスのワットと鉄心断面積

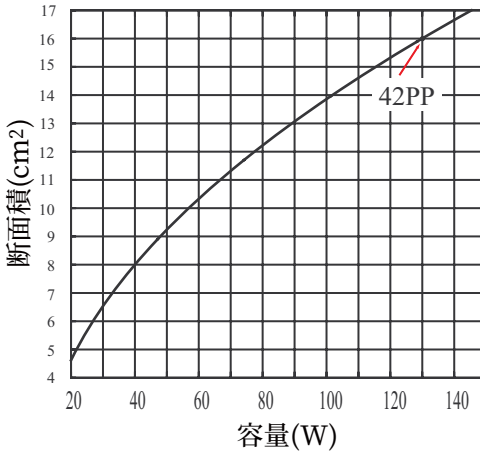
市販パワー・トランスのほとんど大部分が，使用容量（ワット）に対して鉄心断面積が不足であると，なげく人が多いようです。その根拠となるのは

$$A = 1.4\sqrt{W}$$

$$A = \text{鉄心断面積}\,\mathrm{cm}^2$$

$$W = \text{使用容量}\,\mathrm{Watt}$$

という実験式か，あるいは **第 71 図**のような容量対断面積のグラフです。いずれも使用容量即ち負荷電力と鉄心断面積とは密接な比例関係にあることを示してあります。こんなところから，鉄心が多く使ってあれば大負荷に耐えられるものと思われ，反対に小型にできているものは危険視されるのでしょう。



第 71 図
パワートランスの鉄心断面積の算出法

ところが私の調べたところでは，この計算式またはグラフに適合しない鉄心断面積になっているパワー・トランスで，優秀なものが相当あるのです。現に私の使っている 42 PP のパワー・トランスは，鉄心断面積 $9.5\mathrm{cm}^2$ で，このグラフによると $16\mathrm{cm}^2$ 必要なわけですが，もうまる 3 年間も使っていますが，いまだかつて故障にもならなければ働きが悪いということも絶対にありません。理論と実際とはこんなにも違うものでしょうか。

ちょっと待って下さい。パワー・トランスの計算理論を調べてみま

しょう。よく知られている次の式があります。

$$E = 4.44NfAB \times 10^{-8}$$

$$E = \text{一次電圧（ボルト）}$$

$$N = \text{巻数}$$

$$f = \text{使用周波数（サイクル）}$$

$$A = \text{鉄心断面積}\,(\mathrm{cm}^2)$$

$$B = \text{磁束密度（ガウス）}$$

この式を吟味してみると，パワー・トランスの使用一次電圧は 100V，周波数は 50 または 60 サイクルですから，それ等を上式の定数 4.44 と同様に扱ってみると，

$$A \propto \frac{1}{NB}$$

つまり，断面積は一次巻数と磁束密度に逆比例するという答が出ます。磁束密度は鉄心の品質が良いほど多く通せますから，上記をいい変えれば，断面積は一次巻線と鉄心の品質によってきまる，というわです。もち論この式には，負荷電力に直接の関係をもつ項はありません。

要するに，どう検討してみても，そこには何ら断面積対負荷電力の直接的関係は見出せません。容量対断面積として，このグラフに示されたものは，理論ではなく単なる統計から得たデータか，あるいは特定の形状の鉄心にだけ当てはまるデータではないでしょうか。ともかくも，これが理論上のグラフではないことは，上記の基本式からは導き出せないし，また私の使っているパワー・トランスもそれを実証しています。鉄心断面積 $9.5\mathrm{cm}^2$ というと，ちょうどシングル用程度の大きさで，これでは例としては余り突飛すぎますから，次に従来の常識の範囲内で納得いただけるデータをお目にかけましょう。

第 2 表（次頁）は，市販某社製パワー・トランスの 42 シングル用の A のデータのものを対照とし，別に同社に頼んで巻線の太さと巻数を

第 2 表

	A(規格製品)	B(試作品)
鉄心断面	28.5 × 35mm	28.5 × 29mm
一次巻数	580t	580t
一次抵抗	7.2Ω	6.9Ω
一次抵抗 (試験終了後)	9.0Ω	8.6Ω
	無負荷 → 全負荷	無負荷 → 全負荷
B 巻線電圧	380V→348V	380V→350V
ヒーター用電圧	7V→6.3V	7V→6.4V
〃	5.5V→4.9V	5.5V→5.0V
一次電流	0.08A→0.54A	0.1→0.55A
備考　負荷電流は 6.3V 巻線は約 4A，5V 巻線は約 2A B 巻線は 8μF コンデンサー入力型で DC60mA		

そのままで同じ鉄心で断面積を 17%減らした B のデータのものを試作して貰(もら)って比較してみたものです。これは実際の回路に付け替えてみた場合のものですから，回路自身の自動的な電流調節作用で両者の優劣の差は接近しています。これを見ると全く同じ鉄心で積厚の薄い，つまり断面積の小さいものでも，なんら劣らずむしろ優れている傾向すら認められます。温度上昇は一次巻線の抵抗の増加割合からみて，どちらも大差ないことが想像できます。この実例には鉄心対銅線の設計上の問題に対する示唆が含まれていましょう。

この結果について TK トランスの社長の意見を叩いてみたところ，次のようにいわれました。設計については当社として独自の見解もありますが，一般的にみて鉄心をもう少し減らしても性能に影響せずにコストを下げることができ，或は鉄心はそのままで巻数を減らして太い線を巻いた方が同じ値段でさらによいものができることは判っています。しかし鉄心使用量や甚(はなは)だしきはその積厚などで批判され，また無負荷電流の多いことを嫌う現状では，変動率のよい小じんまりとしたものを作ったところでスポイルされてしまい商売になりません。買い手が今のような基準の選び方をされる限り，やはり積厚でハッタリを

効(き)かせ，そして無負荷電流の極めて少ないものを作る方が利巧でしょう。もし電圧変動率と温度上昇をもって優劣を判定しでいただけるなら，同じ値段でモウ少し良いものができると思います。というしだいでした。

ところでラジオ界には理論でないものがもっともらしく信じられ，幅をきかしている例がたくさんあり，このパワー・トランスの鉄心対負荷電力の関係もそのよい例でしょう。RF コイルや IFT その他各部分品が，あげて小型化を望まれている今日，パワー・トランスだけは鉄心をたくさん使ったものがよいとする考えかたは時代錯誤といわねばなりません。

しかし，なにぶんにも負荷電力と鉄心断面積は密接な比例関係にあると一般に信じているところへ，パワー・トランスの良否は鉄心の断面積では判定できない，それは鉄心断面積対負荷電力の間には直接的な関係はないからである，などと“常識を無視”したことをいい出したのでは，にわかには納得いただけないでしょう。なかには“鉄心の断面積の小さいものの方がよい”と早のみこみされる方があるかも知れませんが，むろんそういう意味ではなく，“鉄心が多く使ってあるからと云っても，必ずしも優秀だとは限らない”というわけなのです。しかし鉄心の多いものは粗悪品である，などと反対なことをいっているのではありませんから，誤解なさらぬよう願います。

パワー・トランスの品質は，要するに電圧変動率や温度上昇によって決められるもので，鉄心断面積の大小をもってしては，良否の判断は決してできないことを重ねて申し添えておきます。

4.3 パワー・トランスのワットと巻数との関係

前述のパワー・トランスの負荷電力と鉄心断面積の間には，なんら直接の関係はない，ということに対し次のような意見をいって来られ

たかたがあります。

“ラジオ技術教科書下巻に，パワー・トランスの出力と一次巻数の相互関係が **第 72 図**のようなグラフとして載っている。巻数 N と鉄心断面積 A は密接な関係にあることは，トランスの基本式

$$E = 4.44NfAB \times 10^{-8}$$

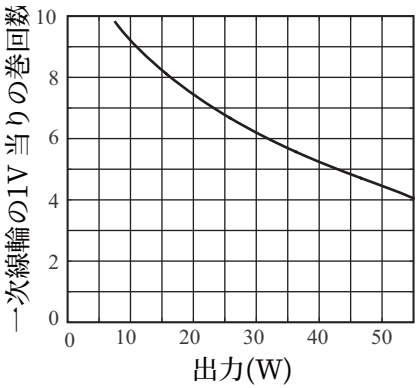
f : 周波数

A : 鉄心断面積

B : 鉄心磁束密度

に示されているから，けっきょくは容量と鉄心断面積は関係があるのではないか”というのです。

このような考えかたは一般に通用しているようです。しかし **第 72 図**の出力と一次巻数の関係は，どういう理論から導き出されたのでしょうか。上記のトランスの基本式からは得られないことはもち論で，前の容量対断面積の関係の場合と同じです。



第 72 図
巻線と容量の関係を示したもの

確認したわけではありませんが，ある人の言によると，このグラフはNHK の認定合格品について，それから得られた統計上の記録であるとのことです。ただし，このことが誤りであるなら NHK の当事者から御叱正を頂きたいと思います。

統計上のデータは参考資料としては貴重なものに違いはありませんが，それは決して理論ではありません。

従って，それを設計製作の目やすにすることは結構ですが，反対にそれに準じないでも，なんら差支(さしつか)えはないわけです。技術教科書中に

もその意味で載せてあることは，その文意からわかります。

要するに，パワー・トランスの良否は使用容量に対する鉄心断面積とか，一次巻数などによって判じることは適当ではありません。その証拠には，NHK の認定規格にも，決して使用容量に対する巻数とか断面積とかは規定されていないはずです。従って設計製作の際には，容量対断面積または一次巻数という関係にとらわれず，自由に選んでよいと思います。要は結果においてレギュレーションの良いパワー・トランスができればよいのですから。

4.4 パワー・トランスの無負荷電流

「パワー・トランスは全負荷電流に較(くら)べ無負荷電流の少いものがよく，10%以下が望ましいと聞いたが，舶来セットを調べてみたところ無負荷電流は全負荷電流の 30%強であるにかかわらず，少しも差支(さしつか)えなく働いている。そうすると上記の理論はアメリカ製品には当てはまらないのか？」

とある人から見解を求められました。

私は，無負荷電流が少いほど良いと書いてあった文献をまだ見ていないので，どういう根拠でそういっているのか判りませんから，別に実験をしてみることにしました。

まず市販品の中で，外観から信用の置けそうなトランスを，いろいろと 10 個ほどアトランダムに選んで測ってみたところ，定格電流に対する無負荷電流は大体 10%前後が普通でした。比較のため RCA のセットに付いているもの数種について調べてみたところ，それは 30%内外で，たしかに国産品に較べ多いようでした。そこで電圧変動率はどうかと調べてみたところ，国産品では 10%以上，RCA では 4〜6%で，RCA の方が遙かによいことがわかりました。これからみると，無負荷電流は多くても必ずしも変動率が大きいとは限らず，却(かえ)って無負荷

電流の少いものに変動率の大きいものが多いという結論が出てきそうです。参考までに RCA のアンプのパワー・トランスを測ったものを**第 3 表**に示しておきます。机上論だけが先走りしているわが国の製品と，充実した設備を持つアチラのメーカーの研究室からの所産のものと，皆さんはどちらが信用できると思いますか？

第 3 表　RCA M1–12202 用 P.T.

巻線	無負荷	全負荷	変動率	負荷電流	抵抗
一次 110V	(0.33A)			1.1A	3.5Ω
P〜P	700V	670V	4.3%	110mA(DC)	138Ω
整流	5.1V	4.8V	6%	3A	
増幅	6.5V	6.1V	6.2%	3.5A	
鉄心断面　38 × 38mm　無負荷電流/全負荷電流 = 30%					

では上記のような結論は，アメリカ製品だけに当てはまり国産品には適用できないのでしょうか。 **第 4 表**は国産品である某メーカーの 42 シングル用のものの旧型と，それの改良型といわれるものを比

第 4 表

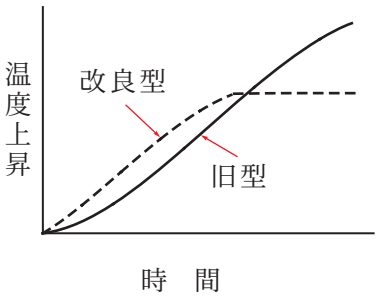
旧　型

巻線	無負荷	全負荷	変動率	負荷電流	抵抗
一次 100V	(0.06A)			0.51A	9.0Ω
B	380V×2	318V×2	8.5%	60mA(DC)	
整流	5.5V	4.9V	10.9%	2A	
増幅	7V	6.3V	10%	2A	
鉄心断面　28.5 × 35mm　一次巻数　580T 無負荷電流/全負荷電流 = 11%					

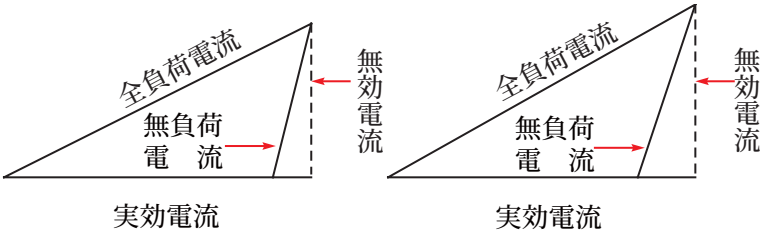
改　良　型

巻線	無負荷	全負荷	変動率	負荷電流	抵抗
一次 100V	(0.1A)			0.55A	3.8Ω
B	375V×2	350V×2	6.7%	60mA(DC)	P〜P
整流	5.5V	5.06V	8%	2A	700Ω
増幅	6.8V	6.25V	8%	2A	
鉄心断面　28.5 × 35mm　一次巻数　470T 無負荷電流/全負荷電流 = 18%					

較したものです。この両者はボルト当りの巻数と使用線番が相違するだけで，鉄心量やその品質は，いずれも同一のものです。これを見ると，変動率を少くしたものの方が無負荷電流は明らかに多くなっています。また温度上昇は，一次線の抵抗値変化から推したことですが，無負荷電流の多い方がかえって少いということが判りました。また時間的経過をとってみると，大体 **第 73 図**のようになります。これで判る通り，無負荷電流の多いことは必ずしも粗悪品であるとは限らない，ということがわかりましょう。



第 73 図
温度上昇の時間的経過



第 74 図
無負荷電流と全負荷電流の関係

ここで興味あることは，無負荷電流は多くとも全負荷電流はさほど相違しないということです。これは無負荷電流の大部分は無効電流，即ち電力を消費しない電流で，従って負荷電流との関係は **第 74 図**のようになるため，

$$\text{全負荷電流} = \text{無負荷電流} + \text{負荷電流}$$

とはならないからです。従って，無負荷電流の大半が無効電流である限り，相当多く流れても発熱つまり損失の原因とはならず，要するに心配はないわけです。

この資料を提供してくれたトランス会社の専務に会ったので，**第4表**（118頁）で見ると改良型といえど，まだまだ改良する余地があると思うから，もっと巻数を減らして，その代り太い線を使ってアメリカ製品なみの変動率にしたらどうか，といったら，

「そこが商売のつらいところで……」

と前置きして，次のように語りました。

「一般に無負荷電流の少いものがよいと信じられているので，無負荷電流比30％というようなものを作ったら誰も買ってはくれません。それに，変動率の良いものは，もし一次側にヒューズの代りに針金でも入れて使われたら，回路に事故でもあると焼かれる率が多くなるでしょう。そうなると，あのトランスはすぐ焼けるなどと宣伝されるのが落ちですから，営業政策上面白くありません。」

といっていました。

さて以上の通り，またまた読者諸氏からのお叱りをうけそうな，常識とは反対なことをいいだしましたが，誤解のないよう飛躍して結論を述べておきます。無負荷電流は多くとも粗悪品とは限りません。むしろ無負荷電流が少いものには優良品は少いともいえます。ただし質のよくない鉄心を使ってあるものでは，無負荷電流の多いことは飽和を意味することがあり，この場合はいずれにしても良くありません。要するにトランスの良否は，見掛け上の大きさや重量や，無負荷電流などで見分けずに，電圧変動率と温度上昇で判定すべきだ，ということになります。

4.5 擬皮フリーエッジの硬化

ラジオ屋仲間で，電蓄のある種の音質を“ビクターの声”というように形容しています。文字では適当に表現もできませんが，つまり戦前に作られた日本ビクターの電蓄が現在出しているような音のことな

ので，この種の音質を“電蓄らしい音”として好む人もありますが，高忠実度とは大分遠い音です。

さて，こういうとビクターの電蓄の音は酷(ひど)く悪いといっているようにとられるでしょうが，事実そうなのです。しかしちょっとお待ち下さい。これはスピーカーが故障状態にあるときの音なので，日本ビクターの電蓄の本来の音は決してそんな悪いものではありません。だからいわゆる“ビクター声”は元通りのよい音に直してやる必要がありましょう。

たとえば戦前の日本ビクター社製品の最高級品たる RE–48 型マジック・ボイス電蓄などが，数百サイクルにピークを持った音域の狭い音質で鳴っていたとするならば，直ちにそのスピーカーを調べてみる必要があります。マジック・ボイスの密閉された裏蓋を外すと，フィールド・コイルの特に大きな 10 インチのスピーカーが見えます。これをはずして点検するのですが，たぶんコーンは新品のように奇麗で故障などはどこにも見当らないでしょう。しかしそのコーンの縁を **第 75 図**のように指で軽く押してみると，かなりの手ごたえを感じ，コーンがよく動かないことを発見するでしょう。これが要するに故障症状なのです。

この型の電蓄に限らず戦前の日本ビクターの各種電蓄に使っていた 10 インチのスピーカーのコーンの縁は，いわゆるフリー・エッジ式で，その材料はレザー・クロス（擬皮）の一種で布の表面にラシャ[1] の粉を吹付けしたようなものです。このエッジが年数の経過とともに硬化してしまっていて，何か金属か木の板のよ

第 75 図
コーン紙を軽く動かしてみる

1) ポルトガル語 raxa——羊毛の一種で地が厚く密なもの

うな感じになっているのです。多分吹付けに使う糊が乾きすぎて固くなってしまったものらしいのです。このような状態ではフリー・エッジならで完全なフィックスド・エッジです。そのためコーンをエッジで押えてしまう結果，低音共振点は200〜300サイクルに移動していて，それよりも低い音はほとんど再生されず，またそれより高い音も非常に減衰されてしまうのです。だから音域の狭い感じの音になり，ビクターの電蓄独特の音として形容されるようになっているので，たとえマジック・ボイスのように独特の共鳴パイプを装置した豪華な電蓄でも，その効果は全然発揮されなくなるのです。

このような状態になったものでもコーン紙には異状はないのですが ら，そのエッジだけを張り替えてやればよいのです。それだけでこれこそビクターの電蓄の本来の良い音に帰る筈です。エッジの材料としては鹿皮が推奨されますが，あるいは薄いラシャなどもよいと思います。これを張り付けるにはセメンダインCのような接着材がよいようです。

ビクターの10インチのスピーカーを使ってある電蓄が，もしボンボン声であったならば一応スピーカーを調べてみると，このような状態になっていることに気付かれると思います。

4.6 パラフィンのいたずら

暑いにつけ，寒いにつけ思い出すのは，某有名セットの特有な症状です。この受信機はスーパーで$6\frac{1}{2}$インチのダイナミック・スピーカーが付いています。同じ社の製品で高周波2段のものも同様な症状になるのです。この会社では昔から毎年何種類か新しい型のものを発表してきていますが，ここに述べる症状を起すものは，そのうちの昭和14〜16年頃の製品に多いようです。

この症状というのは，夏になると普通に鳴るようになりますが，涼風

が立つころから来年の初夏までの間は音の調子が変になり，つまり低音も高音も出にくくなって音量も小さくなるというのです。調べたところ，冬のことでしたが，そのセット附属のダイナミック・スピーカーのコーンがまるきり動かなくなっているのです。パラフィンがムービング・コイルのギャップの中に一杯に詰まっているからなのです。コーン自体にもパラフィンがすっかり滲みこんでしまっています。

この状態では，いくら出力を送ってやっても，ムービング・コイルは動きませんから音が変になる道理です。夏まで待っていれば，気温とフィールド・コイルの発熱やキャビネット内の温度上昇でパラフィンは融け出しますから，普通に鳴るようになるのです。もちろん寒い最中でも，スピーカーを火にかざしてパラフィンをすっかり融かし出してやれば直りましょう。ところがパラフィンは，あとからあとからと，きりなく出てくるのです。

よく見たところ，このスピーカーに付いている出力トランスは，なんとコアもバンドも全部をパラフィンでスッポリと覆せてあり，またフィールド・コイルの方もパラフィンで処理してあるのです。よほど気長にあぶっていてやらないとパラフィンは全部融け出てくれません。再びムービング・コイルのギャップ内にパラフィンがたまらないようになったとしても，コーン紙に滲みこんだパラフィンのため，音質は決してすっきりとはなりませんので，コーンを張り替える必要があります。

修理に経験のある方なら，すぐにハハア例のセットかとお気付きになるでしょうが，初めてのときはテスターでは全く判(わか)らないので，ちょっと間誤(まご)つきます。スピーカーを箱から外してみて気がつくのです。

この社のスピーカーは現在でもそうですが，フィールド・コイルをファイバー製の枠に巻いてパラフィン処理をしてあるのです。元来フィールド・コイルの線はガラ巻きにしてあるのが普通ですが，この

社ではエナメル線の被覆の絶縁に信頼できないとみえて，それをパラフィンで固めてあるのです。しかし他社の製品のほとんど全部が，フィールド・コイルは同様なガラ巻きでありながら何の処理もしてないのにかかわらず，絶縁がダメになってレアー・ショート[1] するような事故は非常に少いのです。それゆえ，フィールド・コイルのパラフィン処理は層間の絶縁としては全く意味がないと思います。

それでは線と外部の絶縁のためかというに，この社のフィールド・コイルの絶縁低下は常に見られることで，決して処理をしてないものに較(くら)べ優ってはいないようで，それはフィールド・コイルがよく断線することでも判ります。つまり絶縁低下に伴って生ずる故障は，線とボビンの接触面に緑錆(ろくしょう)が出て断線することです。

フィールド・コイルを自分で巻いてみようと思うとき，そのボビンには決してファイバーを使ってはなりません。ファイバーの吸湿性のためか，或はそれ自身不純物を含んでいるためか，電線と接するところに緑錆(ろくしょう)がわいて腐蝕断線をしがちです。たとえ純良パラフィンで処理しても，上記の製品のような結果になるだけで，得るところはないと思います。ともかくも直流電圧のかかっている線に接するところへファイバーを使うことは禁物(きんもつ)です。

1) layer short「層間短絡」とも云う。トランスのコイルを多層巻きする場合，その層と層の間でショート（短絡）すること

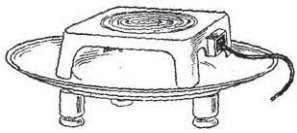
第5部　修理技術のいろいろ

5.1 電熱器とモジュレーション・ハムの問題

前編で電熱器によるモジュレーション・ハムの問題について，原因と思われる諸例をあげました。しかしその理由は未解のまま結んでおきました。この問題につき，その原因を電熱器の絶縁不良による漏洩(ろうえい)電流に帰して，その対策として電熱器の台に碍子(がいし)を置くことをすすめられている人もあるようですからこれを検討してみましょう。

一応これを是認するとし，それならば問題となる漏洩(ろうえい)電流がどの位の値か，普通のテスターでは測ることは困難なので，私は湯をふきこぼした直後の電熱器で，試みにコイルと枠の間の絶縁を測ってみたら約 0.1MΩ でした。従って極めて僅(わず)かの漏洩(ろうえい)電流の筈ですが，ふきこぼした直後ラジオから出るモジュレーション・ハムはふえ，乾燥するに従ってしだいに減り，遂(つい)にはハムは出なくなりました。そのときの絶縁抵抗は 3MΩ でした。これはちょっと考えると，確(たし)かに漏洩(ろうえい)電流に原因するということを証明しているように思えます。

そこで私は電熱器をはずし，それが絶縁不良であったときと等価の抵抗，即ち 100kΩ の抵抗を，電灯線と水道カランの間に接いで漏洩(ろうえい)電流を作ってみましたが，それでは絶対にハムは出ませんでした。とすると，漏洩(ろうえい)電流説はどうなりましょうか?



第 76 図
水をかけて絶縁を悪くした電熱器を，乾燥した皿の上にのせ，更にそれを碍子でささえたが，さてハムは？

更に今度は，電熱器の熱盤に水をブッ掛け，最も絶縁不良の状態になったものを，**第 76 図**のように大きい皿と碍子(がいし)による二重の絶縁台の上に乗せて使ってみたら，漏洩(ろうえい)電流はほとんど無い状態なのに，モジュレーション・ハ

ムは相当出るではありませんか。それも熱盤が完全に水分を蒸発して，電熱コイルが白熱してくると，ハムは止まってしまいました。

私は特に電熱器に水をかけ，普通では使用に耐えないような状態にして実験をしましたが，もしほんの僅(わず)かの漏洩(ろうえい)が問題だとしたら，他の電気器具や室内配線状態の絶縁不良も，当然モジュレーション・ハムの原因になり得るはずでしょう。

電熱器によるモジュレーション・ハムは，電熱器のスイッチを入れた直後に強く出て段々弱くなり，コイルが白熱するに及んで止(や)んでしまいます。電灯電圧が低下していて電熱コイルが赤熱状態のときは，モジュレーション・ハムは連続して出ています。そして，電熱コイルが音を発して振動している間だけハムは出るのです。これが私の実験から得た結果です。

要するに私の実験では，電灯電圧が低下している時ほど，ハムは出やすいのですが，もし漏洩(ろうえい)電流論によるなら，反対に電圧の高い時ほどハムは強く出る筈です。結局漏洩(ろうえい)電流論は誤りだということになりましょう。

5.2 ラジオ火事

“ラジオから火事を出した”となると，当然そのセットの製作者は責任を問われましょう。これについて私達は決して無関心ではいられません。家ごと丸焼けになってしまっては，ラジオのどの部分から発火したのかは，おそらく調べるによしないでしょうが，一般にはパワー・トランスの過熱によるものが多いと思われているようです。

私の見たところではパワー・トランスのコイルが黒こげに，時には絶縁紙までほとんど灰になっているのに，トランスそのものは発火に到らない場合が多いようです。その一次側のヒューズの功績でしょう。スイッチを切り忘れていて火事を引き起したというのは，多分ヒューズ

が不完全だったからでしょう。しかしこれだけがラジオ火事の主な原因とは考えられません。電源スイッチの絶縁が破れ，一次電流がシャシーにリークして，アンテナコイルを焼くことがよくあります。診査中に誤まって焼いてしまったという経験は，きっとあなた方にはありましょう。アンテナコイルが焼けてもせいぜいボビンを輪切りに焼切ってしまう程度で，他の部品へ引火することは少いようです。それまでには安全器のヒューズが飛ぶか，アンテナコイルそれ自身が切れてしまうからでしょう。いわゆるアース・アンテナ式で聴く場合に多い事故です。

私の見た“も一歩で火事に到るところだ”というものをお話ししましょう。

その一例は

その一例は，ダイアル・ランプのソケットがショートして，そのリード線を過熱し，それがダイアルのセルロイド[1]の文字盤に接していたため発火し，すぐ上のスピーカーのコーン紙に燃え移ったものです。セルロイドは御承知の通り，またコーン紙は防湿塗料のため相当引火し易(やす)いものです。ガタガタのダイアルでは，廻すたびにダイアル・ランプを動かし，チャチな豆球ソケットをショートさせるぐらいは当然です。そして，その位のショート電流では，パワー・トランス一次側のヒューズは，めったに飛びません。このような引火の実例は何度も見ています。近頃ではキャビネットは横型になり，ダイアル文字盤もガラスになっているので，幾分は安心できましょう。

第二の例

第二の例は最近のものです。実に恐るべき事故の報告を受けました。それは鉄架式の学校用のアンプに起った火事です。その原因は，マイ

1) celluloid ニトロ・セルロースに樟脳を混ぜて造った半透明のプラスチック様の物質。燃えやすいが戦後おもちゃやフィルム，文房具などに多く用いられた。ラジオのダイヤル目盛盤もこのセルロイドで造られていた

ク・スタンドをアースするのを忘れて使おうとしたため，強い低周波発振を起して出力トランスの一次側に高い発振出力電圧を発生し，プレート側と最も近いどこかのアース側との間にスパークを始めました。その火花がトランスのリードに被せてあるエンパイア・チェーブに移ったと思った瞬間，凄(すご)い勢いで火を吹き出し，各配線に被(かぶ)せてあるエンパイア・チェーブに燃え移り，みるみるうちに鉄架の下の方から上の段へ，ふんだんに使ってあった全部のエンパイア・チューブが火になってしまったのだそうです。これはホンの一瞬のできごとでバケツに 3 杯の水でやっと消し止めたそうです。

そのアンプを私が調べてみたところ，焼けたのはエンパイア・チューブだけで，部品は水浸しになったものの，特に燃え易(やす)いものを除いて殆んど助かっていました。しかし真空管は急に水をかけられたためか，全部ガラスが割れてしまっていました。恐るべき速さで，下から上に燃え上ったことが想像できます。さてエンパイア・チューブというものはそんなに火を引き易(やす)いものでしょうか。そこで，試みに新らしいものをマッチの火にかざしてみると，実によく火を吹いて燃えるではありませんか。しかし昔の品で試みたところ，それほど燃え易(やす)くはありません。近頃の製品に特に燃え易(やす)いもののあることが判りました。皆さんも一度試してごらんなさい。これではヒューズの切れる前に発火してしまうことは当然とうなずけましょう。

ところで燃え易(やす)いか否かは塗料の相違でしょうが，引火し易(やす)いエンパイア・チューブの塗料には何を使ってあるものでしょうか。絶縁材料屋に尋ねても，遂に聞き出すことはできませんでした。

5.3 予言をする共聴スピーカー

あるアパートで，気の合った同士の四世帯が一つの受信機から共同で聴取することになり，それぞれの室へパーマネント・ダイナミック・

スピーカーを取付けました。まことに調子よくいったのですが，数日経って親受信機の持主から苦情が出ました。人が皆寝静まった真夜中，その受信機に付いているスピーカーから，かすかな赤ん坊の泣き声が聞こえてくるのだそうです。“ひとりで夜泣きをするラジオなんて気味が悪い”，と調査を頼まれました。真夜中に推参することもできないので，放送終了後にすぐ出かけてみました。

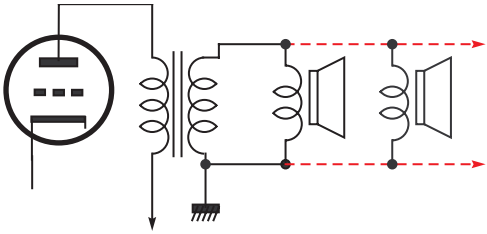
受信機やスピーカーや配線回路を調べてみても異状はありません。ところが問題のスピーカーのそばで耳を澄ますと，赤ん坊の声ならでなんと男と女の，ののしり合う声が聴こえるではありませんか。かすかではありますが，どうやら夫婦ゲンカらしく，まさかこの時刻にラジオ・ドラマでもあるまいと，受信機を見ると確(たし)かにスイッチは切ってあります。試しにスイッチを入れてみると，怪放送はスーッと消えてしまい，反対にハムが聴えるだけです。そうこうしているうち，どこかの部屋の戸があいて，ガラン・バタンと物をほうり出す音がして，廊下で本物の夫婦ゲンカの大立廻(おおたちまわ)りが始まったのです。

問題のスピーカーの持主は，夜な夜な赤ん坊の泣き声を出したり，夫婦ゲンカの予告をする魔法のスピーカーに，ますます気味悪がる始末です。

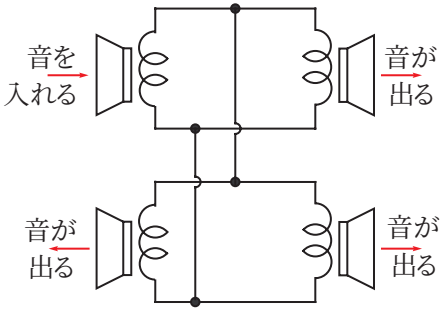
そこで受信機の診査は中止し，各室の状態を見て廻わることにしました。そして判ったことは，増設したスピーカーの一つは，赤ん坊のいる世帯へ行っていて，毎夜お母さんはスピーカーの前のところで赤ちゃんのオムツの交換をやるのだそうです。もう一つのスピーカーは子供のない夫婦もののところにあり，おやじさんが酔っぱらって遅く帰ってくると，ヒステリーの妻君と必ず大立廻(おおたちまわ)りになるのだそうです。

それぞれの部屋のスピーカーは **第 77 図**（次頁）のように四個とも全部並列につながれていました。試しに受信機のスイッチを切った状態で，スピーカーに向って大声で「本日は晴天なり」とやっておいて各

室を訪ずれ，確(たし)かにその声が聴えたという住人からの証言を得ました。今度は別の部屋のスピーカーの前で怒鳴ってみると，その声が他の室のスピーカーに聴えるのでした。これは前にも述べたように，パーマネント・ダイナミック・スピーカーはそのままマイクとなるから，知らない間に **第 78 図**のようにマイク兼スピーカーという，四世帯一組の相互通話装置ができていたのです。



第 77 図
各スピーカーは共通のラインにつながれている



第 78 図
マイク兼スピーカーで相互通話ができる

マイク兼スピーカーの相互間は増幅器は入っていないので，出てくる音はもち論大きくはありませんが，アパートの狭い部屋で真夜中に起った事件くらいは，明瞭に伝えてくれましょう。受信機が働いている間は，もち論その出力で打消され，上記の受信機では出力管 42 にネガチブ・フィードバックがかけてあったので，見掛上の内部抵抗が低く，その並列効果でスピーカーから這(はい)ってくる音を吸収するので，放送がないときでもスイッチを入れれば怪しい声は非常に小さくなるのです。以上の現象はマグネチック・スピーカーでも同様に起り得ることで，またスピーカー接続方法がたとえ直列であっても起り得ましょう。

共聴方法は相互通話には便利である代りに，下手をするとこのように各世帯の私生活の曝露になるおそれもあります。各部屋にはスイッ

チを設け，スピーカーを切ると同時に補償抵抗に切替えられるようにすべきでしょう。

5.4 ムービング・コイルから火花が出るスピーカー

スピーカーの修理屋をやっているあるアルバイト学生が，次のようなことをいっていました。

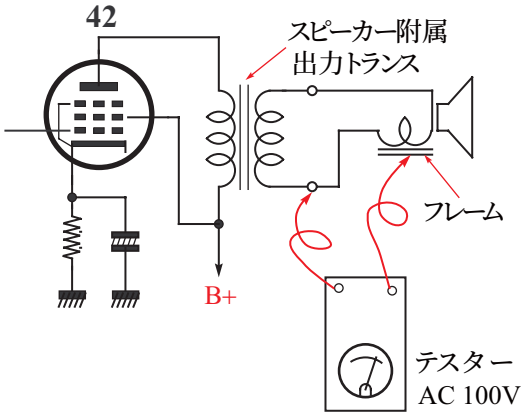
かけ出しのスピーカー屋の情けなさで，やった仕事にときどきお尻が来ます。せんだっても直したスピーカーが，“大きな音を出すとムービング・コイルのところで火花が出て，そのためラジオを受信するときはバリ・バリという雑音になって一層火花は大きくなる”とお小言が来ました。

調べてみると，コーン紙に対するムービング・コイルの取り付けかたが，わずか曲っているため，大振幅になるとムービング・コイルの一部がギャップの外側の鉄部に軽く触わるのでした。これはテスターでムービング・コイルのリード線のホルダーとフレームの間の導通を測りながらコーンを手で動かしてみると，テスターの針が動くので判りました。そして実際に鳴らしてみると，その接触する部分で割合に大きな（と云っても僅(わず)かですが）火花が出るのです。これはムービング・コイルを再修理して完全にしてやりました。

あとで考えてみましたがムービング・コイル回路とヨークの鉄部には回路はできていませんから，その間に電圧の生じている筈はなく，従って接触したところで火花が出るという理由が解りかねます。そこで試しに新しい完全なスピーカーで **第 79 図**(次頁)のようにムービング・コイルの端子とフレームの間の電圧を，スピーカーを鳴らしながら測ってみました。DC 電圧計にしたのでは電圧は示されませんが，AC 電圧計にして測ったら，なんとそこに最大のとき 100V レンジで 8V くらいまで針が動き，フレームをシャシーにアースしてみるとその電圧

は一層高く出ます。そのときの電圧計の針の動きは音声出力に比例していますから多分音声電圧だと思います。

そして試しにムービング・コイル端子とフレームの間を細い線で接触させてみると，明らかに火花が出ました。



第 79 図
フレームとムービング・コイル間に 8V の音声電圧が現れる

この新しいスピーカーのムービング・コイルとフレームの間の絶縁は非常に良好で，別のスピーカーで試してみても，やはり上記と同じような現象がみられ，要するに一般のダイナミック・スピーカーは大体こんなようになるらしいのです。

それからスピーカーのフレームとムービング・コイル端子の一端（どちら側でも同じ）をつないでおけば，接触しても火花は出なくなります。現にテレビアンのセットに付いているダイナミック・スピーカーはこのようになっています。ちなみにこの実験に使った受信機の出力管は 42 シングルです。

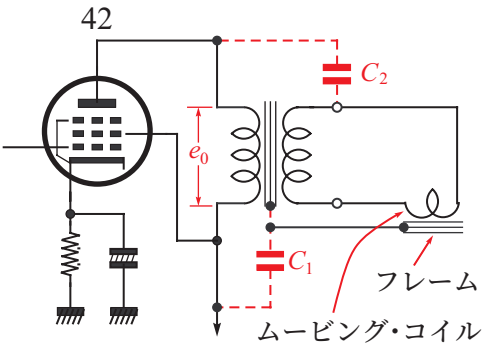
このスピーカーの修理屋をやっている若い学生の疑問は，

(1)　ムービング・コイルとフレーム間に AC 電圧（音声電圧）が出るのはどうしてでしょうか。

(2)　結論としてそのようなスピーカーは不良品でしょうか。

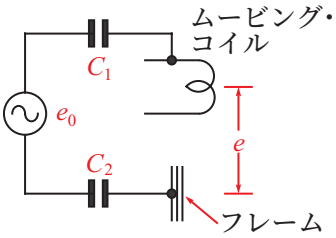
という 2 点でした。そこで私は次のような解答を与えておきました。

ムービング・コイル端子とフレーム間に示される電圧は次のような関係になっています。 **第 80 図**（次頁）で C_1 は出力トランスの一次巻



第 80 図
出力トランスの自然容量

線と鉄心間の自然にできる容量，C_2 は同じく一次巻線と二次巻線間の容量です。出力トランスは普通にはスピーカーのフレームに取り付けられ，また二次側はムービング・コイルに接続されていますから，**第 81 図**のような等価回路ができましょう。それ故ムービング・コイル端子とフレーム間には，出力電圧 e_0 と同時に e という電圧が現われます。ムービング・コイルとフレーム間は完全に絶縁されているとすると，C_1 と C_2 の容量がどれだけであろうとそのリアクタンスとは無関係に $e = e_0$ になる可能性があり，それは甚(はなは)だしく高い電圧で，迷容量の関係で $e = e_0$ にならないとしても決して 8V 位ではない筈です。例えば 42 で 7000Ω の負荷を掛け 3.22W の出力が出ている場合には



第 81 図
第 80 図の等価回路

$$e = e_0 = \sqrt{7000 \times 3.2} \fallingdotseq 150\text{V}$$

即ち 150V の電圧ですから相当の火花が出るのは当り前でしょう。e をテスターで測ると，C_1，C_2 のリアクタンスに較べ，テスターの内部抵抗は甚(はなは)だしく低いので，出力電圧は C_1 と C_2 の中で降下してしまい，僅(わず)か 8V しか振れないのです。ムービング・コイル端子とフレーム間の電圧をテスターでなく，真空管電圧計で測ったなら驚くほどの電圧が示される筈です。

結局，スピーカーは不良でもなんでもありません。ムービング・コ

イル端子の一端をフレームにつなぎ，その間の電圧をなくしておくことは賢明な策であり，スーパーのような高感度の受信機にとっては確かに良いことだと思います。

5.5 4.5V の乾電池で感電する?!

知りあいの高校生に，

「パワー・トランスの導通を測るとき，その一次側を低抵抗レンジにして抵抗値を測れば，そのトランスの品質に対する目やすの一つにもなるよ」

と教えてやりました。ところが数日後にやってきて，

「すいぶん酷(ひど)いことを教えてくれたものだ。テスターのオーム計を低抵抗レンジにして，テスト棒の先を 1 本ずつ両方の手でにぎり，パワー・トランスの一次線の両端に触(ふ)れたとたんビリッときた。正確にいえば触(ふ)れたときはそれほどでもないが, 離すときの電撃はスゴい。思わすテスト棒をほうりだしてしまった。あなたはすいぶん人が悪い」

と大ムクレです。

「僕は君をからかおうと思って測らせたわけではないよ。だいいち，テスト棒の先を握って測るなんてないだろう。ちゃんと絶縁されている柄のところを持ってやるべきだ」

というと

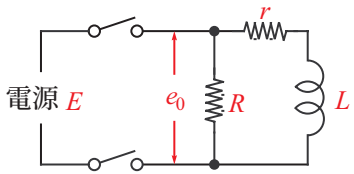
「ところがそれがダメなんです。一次線がそのまま直(じか)に出ているんで，手でしっかり押えないと接触抵抗が出てしまうんです。……ところでテスターの中には 1.5V の単 1 号乾電池が 3 個，つまり 4.5V しか入っていないのに，どうしてあんなに感電するのかしら？ しかし普通の導通計のレンジで測ったんでは何ともありませんがね。いったいどこからあんなスゴイ電圧がでるんでしょうね？」

と大いに不思議がっていました。

これと同じ話は今までもしばしば聞いています。ある人がこの電圧はどの位だろうと思って，別のもう一つのテスターを持ってきて，AC 250V のレンジにして端子にあてがっておいて，抵抗計を離すときの電圧を調べてみたら，何と 50〜60V を示したとのことです。

ところで，この現象はひと昔前のラジオ屋さんなら誰でも知っていたことなのです。まだテスターなど普及していない時代のことですから，低周波トランスやチョークなどの断線の有無を調べるにはこの現象を利用したものでした。低周波トランスの場合，二次側端子の両端を指で触わりながら一次側端子に 4.5V の C 電池[1] を接触させて，それを離すときのショックで見別けたもので，この診査方法は臆病な者にはチョットできない相談です。

ではこの高い電圧はどこから出てくるのでしょうか。これは理論的にも知られているもので，電気工学理論の過渡現象という項をみれば詳しく出ています。 **第 82 図**のような抵抗とインダクタンスを含む回路を瞬間的に開くと，その端子には



第 82 図
電源 E を切るとき e_0 が発生する

$$e_0 = \left(1 + \frac{R}{r}\right) E$$

という誘起起電力を生じる可能性があります。パワー・トランスに当てはめると，r は一次線の直流抵抗，R はその端子間の絶縁抵抗または触わっている人の指の抵抗です。そこで，もし R がない場合，即ち指で押えず，そして端子間の絶縁も完全にインフィニティーとしたら

1) 初期の電池管式真空管を使用したラジオには，繊條（ヒーター，フィラメント）用の A 電池，陽極（プレート）などの高電圧用の B 電池のほかにバイアス用の C 電池が必要であった。その後整流器が普及するにつれて家庭用電灯線電源を整流して使用するラジオが出来た。交流を整流して使用するラジオを特に「エリミネーター式」と呼んで電池式ラジオと区別した

R は無限大ですから，上式から導かれる答即ち誘起起電力 e_0 は無限大の電圧になる可能性があるわけです。

実際には回路を全く瞬間的に開くという事は不可能なことで，極めて短いながらある時間を要するわけですから，そのために e_0 は無限大にはなりません。また感電する瞬間には，人体の指の抵抗が R として入っているわけですから，e_0 は当然有限な値に下ってしまいましょう。それと同じで，別のテスターの AC ボルトのレンジで同時に測っているときは，やはりそのメーターの内部抵抗が R としてシャントに入っているわけですから，数十ボルトという比較的低い電圧が指示されるわけです。

この誘起起電力は，回路を開く直前にインダクタンス内に蓄積されたエネルギーによって生ずるので，従ってそれは回路を開く瞬間に流れていた電流とインダクタンスの大きさにも関係があるわけです。それゆえヒーター巻線のように低インダクタンス，低抵抗の回路では，当てがう電池の内部抵抗がもっと遙かに低いものでないと感電するほどの電圧にはならないでしょう。同じく B 巻線では巻線の抵抗値が高いから，もっと電圧の高いものを当てがうのでなければ誘起起電力はさほど大きくならないでしょう。

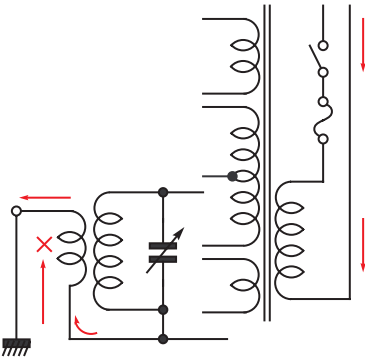
話は違いますが，パワー・トランスの無負荷電流をみるため，無負荷の状態で一次側に 100V を通しておき，それを不用意に切ると，もしその瞬間の電流が最大値のときだった場合，B 巻線をスパークさせて絶縁を破ってしまうおそれがあります。これは一次線と同じように B 巻線にも高い電圧が誘起され電圧となるからです。この失敗はときおり耳にすることですから注意を要します。

5.6 雷公御用心

雷というやつは，ピカリ・ドスンと落ちるとばかり思っていたら何

のふれこみもなしに，いつの間にか落ちていて，近所の受信機を片っぱしから壊してしまっていた，ということもあったのです。都会地のこととて，もちろんどこの家でも屋外アンテナは用いてなく，従って雷公は電灯線を伝わってきて，受信機に被害を与えたのです。

そのときのありさまを，まず私自身の体験について述べてみましょう。雷鳴が近くなると空電雑音があまりにも酷(ひど)くなってきたので，ラジオのスイッチは切ってしまいましたが，そのうち電灯会社の方でも送電を断ったらしく停電してしまいました、夕立ちは一層強くなり，近所のあちこちに落雷しだしました。そのうちに家の中のどこかで“パチッ”と，ちょうど充電されたコンデンサーをドライバーでショートさせたときのような音がし，引続き暫(しばら)くの間をおきながら同じような音が数回しました。そのときはどこでその音がしているのかは判りませんでしたが，実はラジオがやられていたのでした。

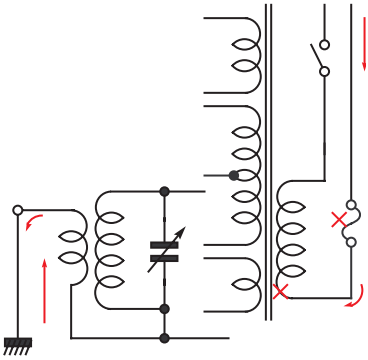


第 83 図
アンテナコイルを焼く

数刻後に雷がおさまってから送電されましたが，もうラジオはスイッチを入れても全然働かなくなっていました。みるとアンテナ・コイルの線がボビンからずり落ちていて，その線はまるで灰のような感じになっていました。しかしボビンは少々くすんでいる程度で，焼けてはいません。パワー・トランスの導通をみると，一次線が完全に断線していました。これは後で分解してみて判ったのですが，一次線の最下層で線はズタズタに切断されていました。結局雷の強い電流は **第 83 図**の矢印のような経路を破壊して通っていったのです。

隣家のラジオのようすを聞いてみたところ，どうもウナリが少し出る

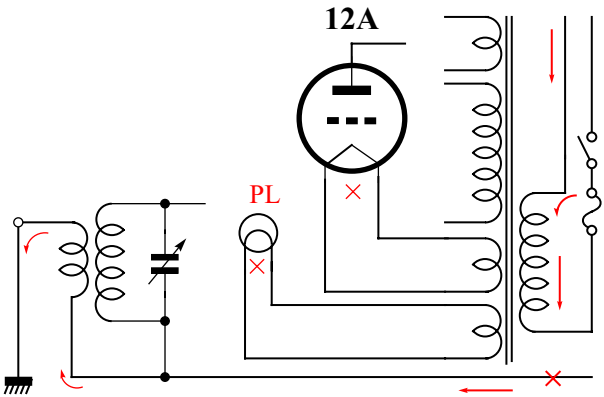
ようになったというのです。これを調べてみると，案の定一次側のヒューズが切れていました。それにもかかわらずスイッチを入れると働くので，変だなと思い導通を測ってみると，やはりパワー・トランスの一次線と鉄心がショートしていました。従って電灯線の片線とアース間の電圧で働いているわけで，アンテナ・コイルには電源の電流も共に流れるのでウナリが出るのです。この受信機ではヒューズの位置が **第 83 図**のものと反対側に入っていたので，雷の電流は **第 84 図**の矢印の経路を通り，パワー・トランスの絶縁を破壊すると同時にヒューズを切ってしまったので，単に一次線の巻初めと鉄心間をショートさせただけで済んだものと思います。



第 84 図
ヒューズを焼く

反対の隣の家では，真空管は点火するが聴こえないというのです。もちろん雷鳴中にはスイッチを切っていたそうですが，みるとやはりアンテナ・コイルが切断されて次のようになっていました。導通を測ってみると，一次側のヒューズ・ホルダーの電灯ラインに近い方の側の端子がシャシーとショートしていました。従ってヒューズは切れていません。 向い側の家では古い型の並四球でしたが，ダイアル・ランプと 12A が断線していました。そしてこれもパワー・トランスの一次側と鉄心間がショートされていました。雷の電流は **第 85 図**（次頁）の矢印のように流れたため、パワー・トランスの二次側に瞬間的に高圧が誘起されフィラメントが最も細い 12A と豆球を切ってしまったものと思います。

すじ向いの家では，鳴ることには変りはないが，スイッチを切ってもあかりは消えず，音が少し小さくなる程度で相変らず鳴っていると



第 85 図
12A のフィラメントとパイロット・ランプを切る

いうのです。雷鳴中はスイッチを入れっぱなしにしておいたとのこと。調べてみると，スイッチのところでシャシーとショートしているだけで，アンテナ・コイルは助かっていました。

裏の家では，雷鳴中に細君が台所仕事をしていたところ，“パチッ”という音とともに水道カランのところで火花が飛び散り，アース線を結んだ所が熔けて切れてしまったといいます。ラジオは点火しないというので調べてみると，一次側とシャシー間に入れたモジュレーション・ハム止めの 0.01μF のチューブラ・コンデンサーの筒の中が燃えて炭のようになっていて，また電源コードの片線がボロボロに切れていました。ここの家では室内アンテナを使っていたため，雷の強電流は電源コードからコンデンサーを通り直接アースに行ったらしく，それにコードは大分古いものなので焼切れてしまったものでしょう。

向う三軒両隣りの被害状況はかくのごとき次第（しだい）でしたが，電源コードを電灯線から外（はず）してあった家ではもち論被害は蒙らなかったようでした。

以上の各家庭の受信機は，瞬間的の落雷によって破壊されたのではなく，前後十数分にわたりパチパチと音がしている間にやられたのだ

と思います。即ち小規模の放電が雷雲と電灯線間に連続して起り，その電流は柱上変圧器のアースがよくないため各家庭へ分流されてきて，アースとの間の絶縁の最も弱い受信機を壊してしまったものと思います。電灯線や柱上変圧器には何の被害もなかったようです。

このように気づかない程度の小規模の落雷によっても受信機は破壊されるおそれがあり，また受信機のスイッチは切ってあってもなくても被害は等しく受けるものですから，雷鳴中は電源コードを電灯線から外しておく必要がありましょう。アンテナを張ってないからといって，決して安心はできないということを痛感しました。

5.7 夏場の修理は迅速に

「ラジオ屋は月曜日は忙がしい?! っていうことを知ってるかい」
と，ある知り合いのラジオ屋がいいます。

「“風が吹くと桶屋が繁盛”のくちだろう」
というと，

「まあそんなものさ」
と前おきして興味あることを語ってくれました。

「梅雨が明けてカッと照るようになると，それハイキングだ，やれ避暑だのと，一家をあげて出かけることが多くなるね。日曜を利用する者が多いことはもちろんだがね。そこでラジオは留守番というわけだが，帰ってきて，いざ聴こうとスイッチを入れてみると，もうダメなんだ。トランスかスピーカーがやられているに決ってる。だから月曜日の朝ラジオ屋へ担ぎこんでくるわけさ。これは長年の統計で確(たし)かなんだ。」
要するに，まる 1 日もラジオを聴かないでいると，その間に切れる部分は切れてしまうというわけです。

さらにそのラジオ屋さんは次のようなこぼし話もしました。

「並四[1] の低周波トランスやチョーク・コイルぐらいならスペアを入れてすぐ直してしまうがね，ダイナミック・スピーカーのフィールド・コイルやアウトプット・トランスなどは，どうもスペア・コイルでは面白くない。そこで例えばアウトプット・トランスが切れて来たときなど，それを巻替に出すと最低 1 週間はかかる。ところがその間にいつの間にかフィールド・コイルの方も切れてしまっているのだ。ところで修理の契約はトランスだけなんだから，判(わか)らず屋の客に会うと，きっといざこざが起るに決っている。そうかといって，必らず切れるものとは決っていない個所の修理代まで予定して見積るわけにはいかず，あるいは故障の予告をすればインチキをやる魂胆だろうと疑われるし，実に弱るんだ。だから夏場の故障は手っとり早く直してしまうに限る。ともかく連続して使っていれば結構切れないでいるものだ」と。要するに長い時間電気を通さないでいると，切れるおそれがあるというわけなのです。

確(たし)かに梅雨明けから秋口までの間は，コイル類で直流のかかっている部分，即ちインプット及びアウトプット・トランス，中間周波トランスなどの一次線，またはチョーク・コイルやマグネチック・スピーカーのコイルとかダイナミック・スピーカーのフィールド・コイルなどの断線が多いようです。これは夏場は湿気が多いため，部分品の絶縁が低下し，直流高圧のかかっているコイルなど絶縁物中に酸性のある場合は，直流漏洩(ろうえい)電流のためエナメル線ではピンホールのところで電気分解を起し，そのためプラスの電位にある銅線はだんだんやせてきて，ついには腐蝕によって切れてしまうわけです。

それではラジオ屋さんがいう“月曜日は忙がしい”という理由，つまり連続して電気を通している間はともかくも切れないでいて，暫(しば)らく

1) 第二次世界大戦終了後もっとも普及した再生式 4 球ストレートラジオ。構成は再生検波（57A)—低周波電圧増幅（56A）—低周波電力増幅（12A)—整流（12F）からなる。国民型 5 号でもある

休むとその間に切れてしまうというわけは，一体なんでしょうか。それは次のように考えられます。

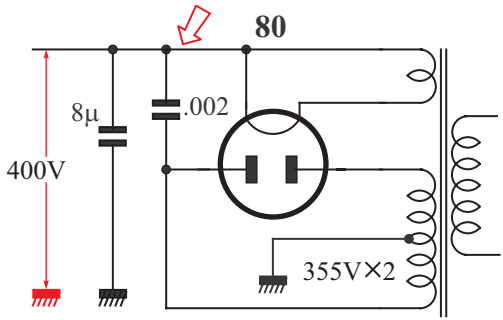
低周波トランスなり，ダイナミック・スピーカーのフィールド・コイルなり，その断線したものをほどいてみると判りますが，電線の腐蝕している箇所は決して一個所ではなく実に数十個所も切れている場合もあります。これは腐蝕が各所で同時に進行していたことを意味します。

ところでそのうちのどこか一個所が切れたとしても，電気を通すとたいていそこでスパークをして再びつながってしまいます，もし同時に二個所以上が断線すれば再びつながる機会は殆んどなくなりましょう。

断線個所を見ると必ず緑青（ろくしょう）が吹いています。これは電気分解で電線が極めて細くなった個所が錆（さ）びてしまっているのです。この錆（さ）びは，電気を通してない時でも進行するわけです。従ってその個所の銅線が全部腐蝕されてしまえば断線状態になり，使用を休止していればいるだけ同時にいくつもそのような個所ができてしまいますから，もう再び電気を通してもスパークせず，つながらなくなっでしまいます。これが使用を休むと切れやすいという理由です。

以上でお判りと思いますが，断線したものをほどいてみて，たまたまその個所を発見したので，そこをつないで使ったとしても，再び他の個所で断線する危険は迫っているわけです。また断線したものを高圧をかけてスパークさせてつなぐと，その個所がつながると同時に次の層ともつながってしまい，つまりレアーショートになる危険もあります。アウトプット・トランスなどは，使用中にも自然にスパークしてレアー・ショートし，出力が出ないようになってしまうこともよくあります。

5.8 モジュレーション・ハム止めコンデンサーのパンク

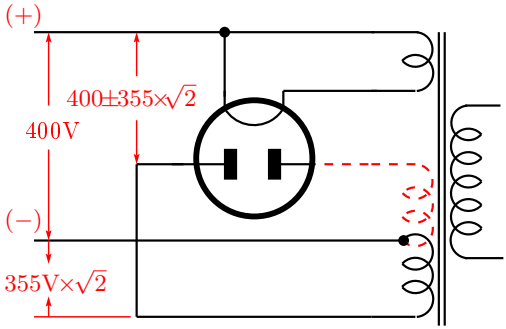


第 86 図
整流管の P〜F 間に C を入れることは危険

電源のヒューズが飛んだので，太い線を代りに入れてやったら，パワー・トランスが熱くなってきて危うく焼いてしまうところだったというのです。調べてみたら **第 86 図**のように整流管 80 の P〜F 間にマイカ・コンデンサーが入れてあり，それがパンクしているのでした。それを取除いて働かせてみたところ，ラジオは酷(ひど)いモジュレーション・ハムが出たので，一次側とシャシー間へ 0.01μF を入れて止めようとしましたがなかなか止まりません。1μF にしてみてもハムは少し残ります。きっとパワー・トランスの一次側のシールドがしてないものなのでしょう。

ところで一次側へ容量の大きいコンデンサーを入れることは，シャシーのアースをはずした状態でさわるとビリビリくるので，それを嫌って図のように入れたものと思います。このようなモジュレーション・ハム止めの方法は今までも見たことはありますが，一般に整流管の P〜F 間は最も電圧が低いところだと思われているに違いありません。ところが整流管の P〜F 間は受信機内で一番高い電圧のかかるところで，もし無負荷のときは

$$355 \times \sqrt{2} \times 2 \fallingdotseq 1000\text{V}$$



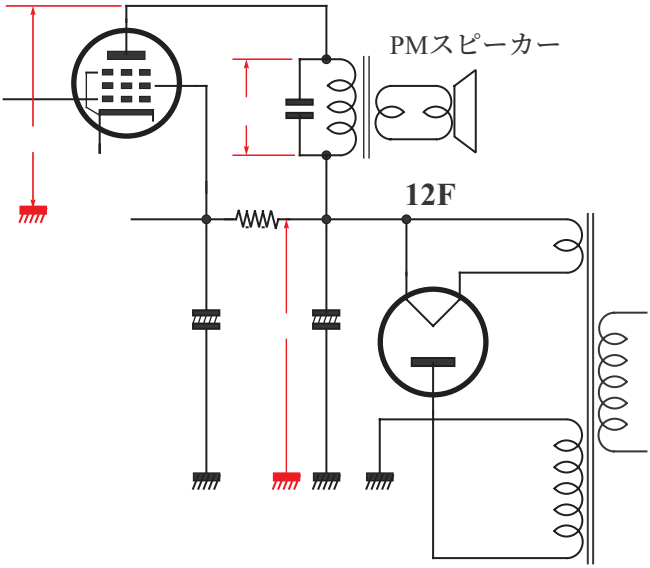
第 87 図

にも達する可能性があり，これをピーク逆電圧といいます。整流管の規格表にある最大逆耐ピーク電圧というのは，このP〜F間の電圧の許容値のことです。いま仮に整流管の出力側の直流電圧にリップルを全く含まないものとして考えると，**第 87 図**で判るように，直流出力の 400V にB巻線の交流電圧の波高値 $355 \times \sqrt{2} \fallingdotseq 500$V の合計即ち $400 \pm 500 = 900$V 及び 100V で，もち論パンクさせた電圧は 900V の方で，実際には整流管出力側には相当のリップルが含まれていますから，もう少し高い電圧になるでしょう。それゆえこのようなやりかたはモジュレーション・ハム対策としては最も危険な方法で，もちろん半波整流に対しても同じです。

5.9 ハムはなぜ出ないか，またなぜ出るか

近頃の受信機の出力管のところをみると，プレート電圧の供給を **第 88 図**(次頁)のようにB電源のフィルター・チョークを通さないで，整流出力側に比較的大容量のコンデンサーを用いて，そこから直(じ)かにとるようになっているものが多くなってきました。もち論この方式は，マグネチック・スピーカーかPMダイナミック型を使ったもので 6ZP1 や 42 その他のペントード[1] またはビーム管の場合に限っています。プ

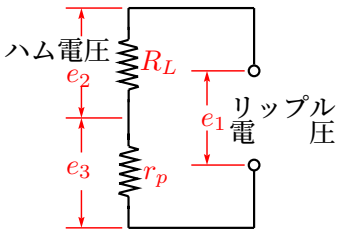
1) pentode，五極管



第 88 図
フィルター無しでもハムは出ない

レート電圧には相当のリップルが含まれているわけですが，その割りに出てくるハムは少いのです。

ところがこの方式を 12A とか 2A3 などのような三極管に試みてみると，物凄(すご)いハムで全く使いものになりません。B 電源のリップルは同じなのに，ペントードと三極管では後者の方が 10 倍以上もハムは大きいのですが，次にその理由を考えてみましょう。



第 89 図
ハムに対する等価回路

いま整流管出力側の直流出力に含まれているリップル電圧の成分を e_1 とします。ここからスピーカー及び出力管の回路を見ると，**第 89 図**の等価回路ができます。R_L は負荷抵抗即ちスピーカーで，r_p は出力管の内部抵抗です。これでみると，リップル電圧は R_L と r_p に分割

され，e_2 がスピーカーにかかるハム電圧となるわけです。従って

$$e_2 = e_1 \cdot \frac{1}{1 + \dfrac{r_p}{R_L}}$$

の関係となります。

つまり，ハム電圧の大きさは，真空管の内部抵抗と負荷抵抗の比で決められますから，次のようになります。内部抵抗が負荷抵抗に較べて極めて高い真空管では，電源のリップルによるハムは小さい。それはペントードやビーム管の場合に相当します。

例えば，2A3 シングルは $r_p = 800\Omega$，$R_L = 2500\Omega$ で

$$e_2 = e_1 \cdot \frac{1}{1 + \dfrac{800}{2500}} = e_1 \cdot \frac{1}{1.32}$$

42 では $r_p = 80\mathrm{k}\Omega$，$R_L = 7\mathrm{k}\Omega$ で

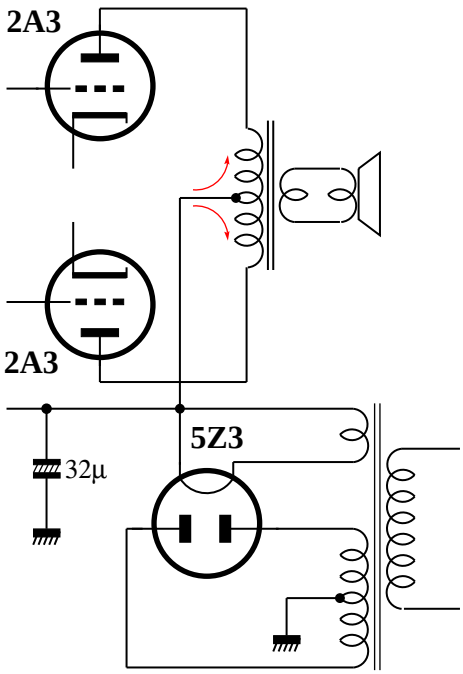
$$e_2 = e_1 \cdot \frac{1}{1 + \dfrac{80}{7}} = e_1 \cdot \frac{1}{12.4}$$

です。これを比較してみると 1.32 対 12.4 で，42 と 2A3 とではハムの出かたに約 10 倍もの相違があることが判ります。

この方式で注意を要することは，スクリー. ン・グリッドにはリップルがあってはならないことです。スクリーン対プレートの増幅作用でスクリーンのリップルは増幅されて相当なハム電圧となってプレート側にあらわれます。だからスクリーン電圧だけは充分なフィルターを通して与えるようにしなければなりません。

なおプッシュプルでは，ペントードやビーム管はもち論，三極管でも B 電源のフィルターを **第 90 図**（次頁）のように簡略しても差支(さしつか)えありません。それは出力トランスの一次側を流れるプレート電流中のリップル成分は矢印のように位相が反対になりますから，ハムは相殺されてしまい，スピーカーには出てこないからです。

B 電源のフィルターを簡略にすることの利点は，経済的にはもち論



第 90 図
プッシュプルにするとハムは消える

ですがそこの電圧降下を救い，出力管に充分なプレート電圧が与えられ，また電源のレギュレーションをよくするため，出力の増大と歪の減少に大きな効果があります。

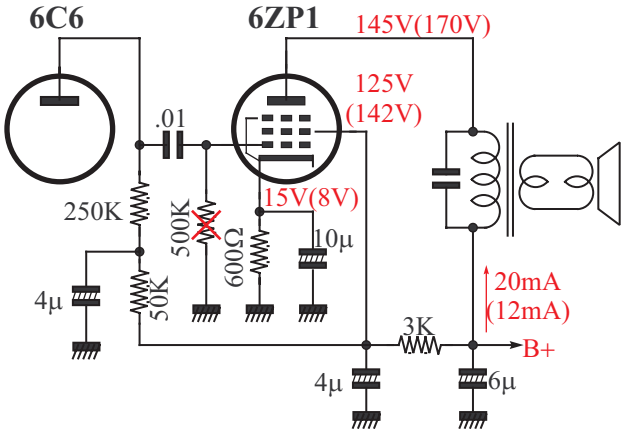
5.10 グリッド・リークが切れたら

抵抗結合回路で，グリッド・リークが切れているのを知らずに使っていたらどうなる？ というと，きっと次段の真空管をダメにしてしまうだろう，特に出力管の場合では……とは誰しも思うでしょう。また実際に出力管のグリッド・リークが切れたため，球をボカしてしまったという苦い経験を持たれるかたもあるようです。

ところが，ここに上記の状態で6ヵ月間も知らずに聴いていたにもかかわらず，何ともなかったという話があります。それは6ZP1を出力とした標準高一受信機で，実はこのセットは，始めに組立てた者が6ZP1のグリッド・リークを入れるのを忘れて配線してあったものです。音の出かたが少しおかしいのに私がたまたま気がつき，調べた結果誤りを発見したのです。そのときは既に使い始めてから6ヵ月も経っていたのですが，6ZP1や他の部分品には何の変化も認められませんでした。

ところで，この場合の症状は次の通りでした。まず音質や音量の変化ですが，普通に聴いていたのでは，正常の状態と大した変りはありません。しかしダイアルを廻して放送を受けようとすると，AVCのタイム・コンスタントを大きくとりすぎたときのように，うまく同調できません。またボリュームを一杯にあげると，大きい音が出たと思ったトタン，音が詰まってしまい，暫(しばらく)くすると再び音が出てきますが，またすぐ聴こえなくなるのです。つまりブロッキングの甚(はなは)だしい症状です。

ではこれをテスターで調べた場合，どのように指示されるでしょうか。これを正常の場合と比較して **第91図**（次頁）中に記入しておきました。すべてアース側をマイナスとして測ったものですが，括弧内が正常の状態のときの値です。もち論結合コンデンサーの絶縁の程度によってこの値は相当異るでしょう。ところでこの値は静止状態のときの値ですが，大音量で鳴らしてみると，音声のひと節ごとにカソード電圧は減少し，ときにはこの電圧がゼロになってしまうこともありますが，静止状態のときよりも増すようなことは決してありません。リークを忘れたためのプレート電流の増加は，静止状態では約50%ですが，大きいシグナルが入ってくると反対に減少し，ときにはゼロになってしまって音が出なくなることもあります。適度の音量で働かしているときは，プレート電流は正常の場合に近い値にまで減少し，その値を

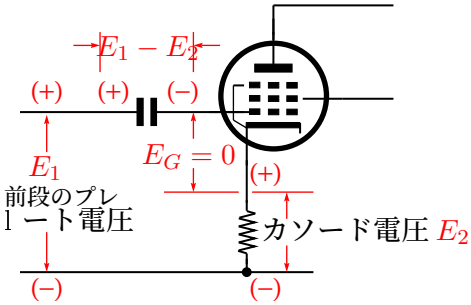


第 91 図
6ZP1 のグリッド・リークが切れたら

中心として多少増減します。

以上が即ちグリッド・リークが切れた場合の所見です。

それにしても，リークが切れればグリッドは宙に浮いてしまうのでプレート電流を制御する力はなくなり，プレート電流やスクリーン電流がジャンジャン流れてしまうだろうと考えられますが，事実はそれ程でないのはどうしたわけでしょうか。もち論電源回路の内部抵抗が高いため電圧が低下し，電流の増加を或る程度喰い止めはしますが，よく考えてみれば，グリッドにはやはり制御力はあるのです。といってもソケットや真空管ベースなどの漏洩(ろうえい)を無理に考えないでもよいのです。即ちスイッチを入れた瞬間は，グリッドの内部抵抗を通じ，結合コンデンサーに充電が行われ，やがてその充電電圧が前段管のプレート電圧とバランスされるに及んで充電は停止します。その状態では **第 92 図**（次頁）のような関係として 6ZP1 のグリッドは大体そのカソードと同電位ぐらいになり，即ち結合コンデンサーの絶縁が無限大ならゼロ・バイアス，あるいは結合コンデンサーにわずかの漏洩(ろうえい)があるものとすれば極めてわずかプラスの状態になります。



第 92 図
リークが無い場合のグリッド電位は

ところが前段から入力があると，そのプラスの半サイクルでグリッド電流が流れるため，結合コンデンサーは一層高く充電されます。その状態ではグリッドはカソードよりもマイナスになってしまいます。そのマイナス電圧はやがて漏洩（ろうえい）によって放電されようとしますが，次から次へと連続してシグナルが入ってくれば，引続きマイナスに保たれるわけです。もし入力が適度の値であるなら，グリッドのマイナス電位は，ちょうど正規のバイアスと同じに保つこともできるわけで，従って中程度の音量で聴いているときは，つまり自己整流バイアスというわけですから，正常のときと何等変らないことになります。

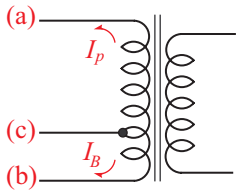
しかし実際のシグナルの値は大幅に変化し，その最大のときはグリッド電流を多量に流すほどの値になり，従ってそのため結合コンデンサーの充電電圧は一層高まるので，グリッドはあまりにもマイナスになり過ぎてプレート電流をカット・オフし，ブロッキングを起してしまいます。このことは正規のグリッド・リークが入っているものでも同じですが，グリッド・リークが切れているとブロッキングされている時間は甚だ長くなりますから，結局音がしばらく詰まって出なくなってしまうのです。

以上のように，動作中は6ZP1のプレート電流は減少しますから，危険になるということは，おそらくないと思います。それゆえグリッド・リークを忘れたまま半年間も使っていて異状がなかったとしても，決して不思議ではないでしょう。ただし家庭用受信機でこうだったからといって，この話を G_m の高い大型パワー管にそのまま当てはめるのは危険です。

以上のように，グリッド・リークが切れていても，ある程度の音量で鳴らしていたのでは素人にはおそらく気づかれないでしょう。従って，それを知らないで使っているということも実際にはかなりあるのではないでしょうか。

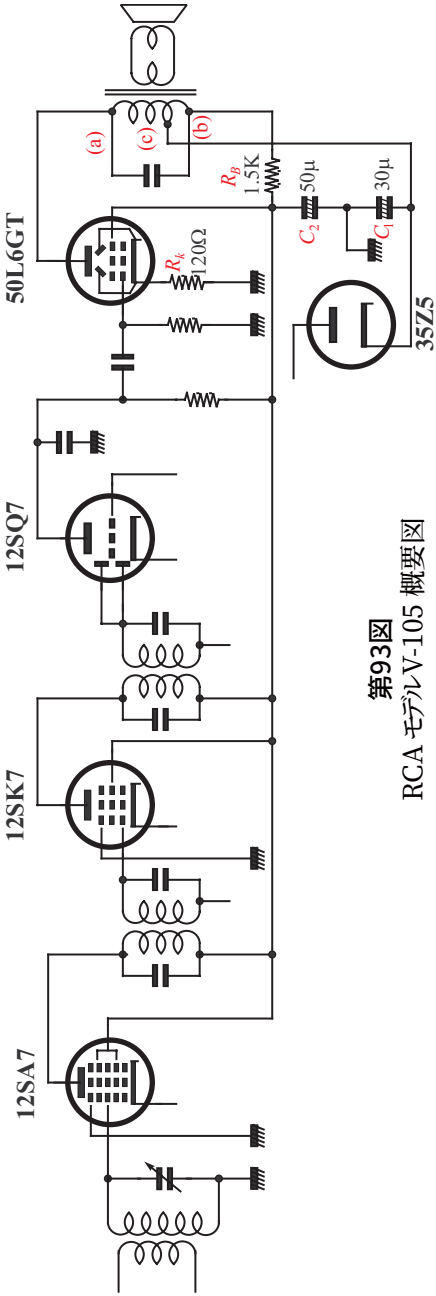
5.11 直流磁化防止の出力トランス??

第 93 図(次頁)のようなRCAのモデルV–105のトランスレス電蓄が故障を起したので，調べてみると出力トランスの断線でした。**第 94 図**の通りこの出力トランスはシングルであるのに一次側にタップが出ていて，前段のB電流はすべて一次巻線の一部をくぐっていくようになっています。出力トランスを分解してみましたが，残念なことには線の腐食が甚だしく，正確なデータは得られませんでしたが，大体において (a)〜(c) 間と (c)〜(b) 間の比は 10 対 1 以下のようでした。詳細は完全なものを調べて改めて報告しましょう。



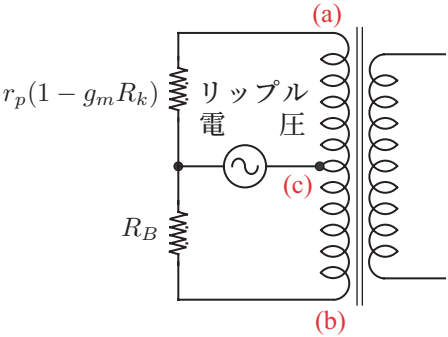
第 94 図
一次側を流れる直流電流の方向

さてこの風変りな出力トランスはどういう自的を持っているのでしょうか。鉄心の直流磁化防止か，ハム中和か，あるいは両方を兼ねているか，いずれにしても面白いアイデアです。このトランスの一次側に流れる直流電流は，出力管のプレート電流 I_P は50mAぐらい，他のB電流 I_B は20mA程度ですから，一次側タップの位置からみると，



第93図
RCA モデルV-105 概要図

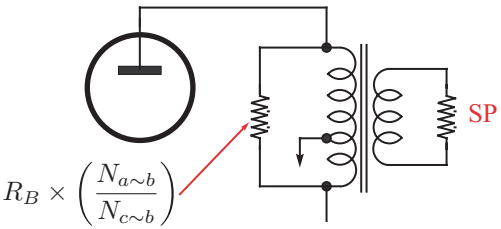
鉄心の直流磁化打消しには大して役に立つものとは思えません。



第 95 図
リップル電圧に対する等価回路

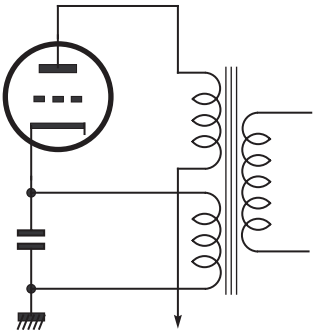
リップル電圧についてみると，**第 95 図**のような等価回路になり，この場合ハム中和には相当役立っているものと考えられます。

ところでこの配線を見るについて注意を要するところは R_B の存在で，この 1500Ω のフィルター用の抵抗に重要な鍵があるのです。この抵抗は出力管に対して負荷効果を与えるもので，当然低周波出力の一部を吸収する筈ですが，しかし実効負荷として計算してみると，上記の対比を仮に 10 対 1 と考えると，即ち 150kΩ となり，**第 96 図**のように 50L6 の負荷 2.5kΩ に対し全く無視できる大きな値になります。この抵抗 R_B を入れないで，直(じ)かにフィルター・コンデンサー C_2 を入れたら，低周波出力を殆んどそれに喰(く)われて鳴りが悪くなってしまいましょう。このことは R_B を試しにショートしてみれば諒解できるでしょう。

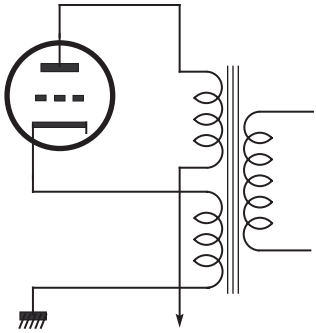


第 96 図
フィルター抵抗の負荷効果

ところでひと頃の雑誌に，出力トランスの直流磁化防止だとか，単球プッシュプルだとかという変った話題で紹介された回路がありましたが，その着想は多分このRCA のセットあたりにあるものと思われます。しかしそれ等の新案方式は，いずれもこれに似て甚(はなは)だ非なるもので，例えば **第 97 図**（次頁）の直流磁化打消し法は



第97 図
いわゆる直流磁化打消法



第98 図
いわゆる直流単球プッシュプル

同時に低周波出力短絡方式であり，また **第 98 図**の単球プッシュプルは低周波出力打消し法です。従ってそれを見て試作し，間誤(まご)ついている気の毒な人も沢山おられたようです。

そそっかしい人がこの RCA の回路を見ると，とんでもないヒントを得てしまうものです。この回路をマネをする際には必ず R_B を挿入すること，そして，センター・タップの出た普通のプッシュプル出力トランスではダメだということを，よく考えてみる必要があります。

修理メモをお読みになる皆様へ

これはラジオ技術を業とし，または趣味としている者たちの間で，いつも話題になるような故障診査に関するものを選んだものです。何ページのどの章から先にお読みになってもかまいません。各章が一つ一つ独立している短編集だからです。

ここに載せられたものは，誰もが経験され，あるいはこれからきっと経験されるだろうことばかりです。また診査用測定器としてはテスターだけしか出てきませんから，改めて実験をしたいと思う場合は，誰にも容易にできるはずです。また，その理論的解明は単に修理技術にだけでなく，試作実験など一般ラジオ技術の理解に役立つものと信じます。

著者しるす

・ 底本には、『ラジオ修理メモ　第 2 巻』（日本放送出版協会）を使用した。
・ 適宜振り仮名を追加した。
・ 理解を助けるために脚注を追加した。
・旧漢字は新漢字に、旧かな使いは新かな使いに変更した。
・ PDF 化には LaTeX 2_ε でタイプセッティングを行った。