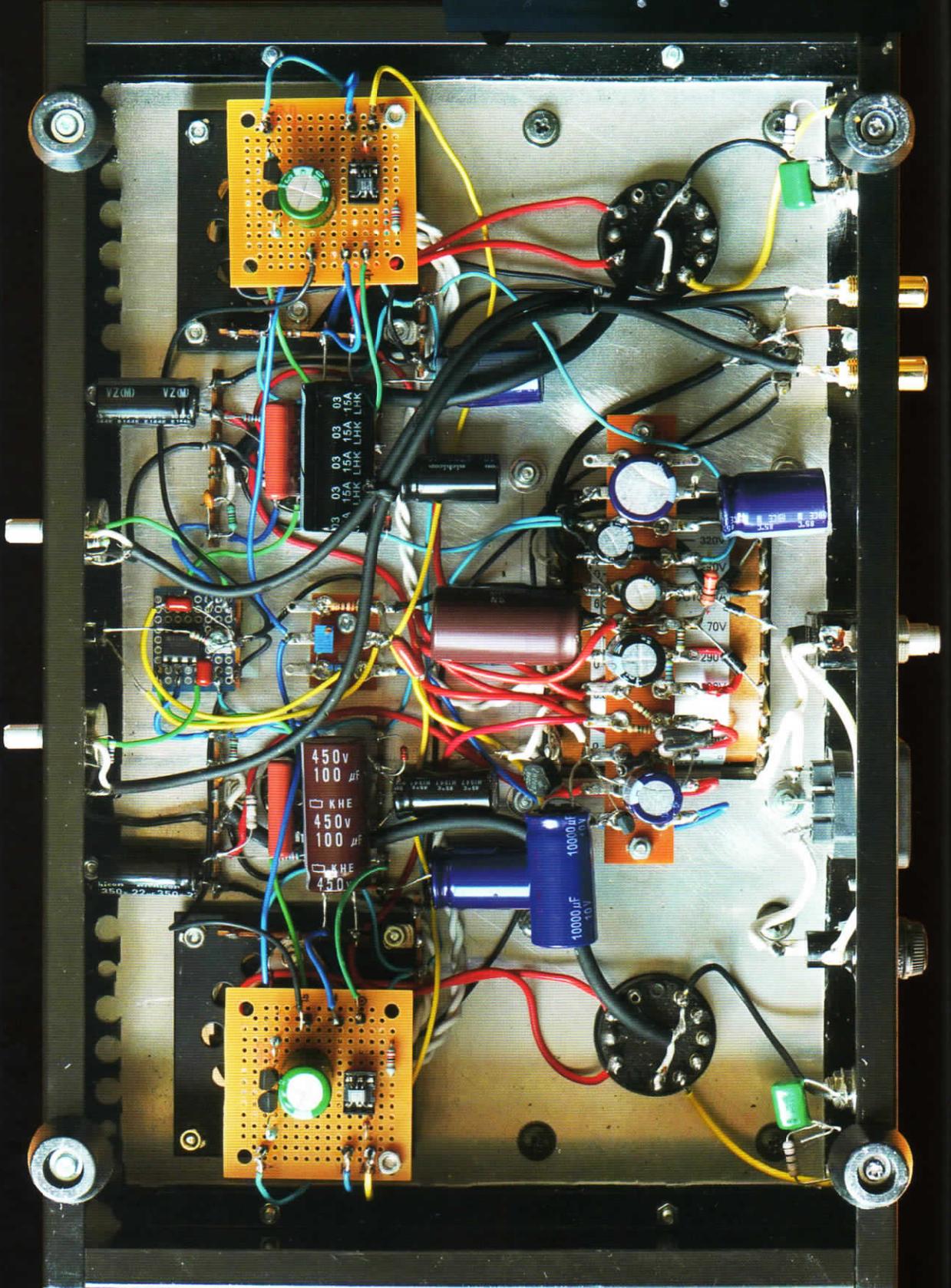


自動バイアス調整回路採用 KT66/EL34/KT88 三結シングルアンプ の実験

製作★塩田春樹



◆先月号で行った差し替え実験で二番大変なのが、個々のプレート電流が揃うまで繰り返しバイアス調整だ。本機ではバイアス自動調整回路を組み込み、球の差し替えやばらつきだけでなく、商用電源の電圧変動にも対応する。その効果は大きく、最大出力時のひずみ率が大幅に低減した。



自動バイアス調整回路を組み込んだ

KT-66, EL-34, KT-88 (3結)

シングル・アンプの実験



■ 塩田 春樹 ■

圧そのものを所望の電圧に自動的に調整・設定するのではなく、あくまでも所望の電流値になるようにバイアス電圧を自動的に動かす(調整する)回路のことですから、おまちがえのなきよう。

自動バイアス調整回路には
どんなものがあるか

タマの個体差により、同じ管種であっても特定の電流値に対するバイアス電圧がときに大きく異なるのは、読者諸兄もすでに経験されているところでしょうが、同時に、なんらかの理由によってバイアス電圧が変動すると、せっかく調整したアイドリング電流が変動して動作点がズレてしまうことも経験されていることと思います。特に、バイアス用負電源を電源トランスの60Vとか80Vとかのタップを整流して作っている場合はしばしば経験します。

たとえば商業電源が100V時の整流後負電圧が-90Vだとすると、その100Vが95Vに下がると、負電圧は約-85Vに上昇します。つまり、このままではバイアスが浅くなつて、所望以上の電流が流れることになります。

このような場合の対策として、筆者は負電源を定電圧化して電流変動を防止しています。すなわち、自動バイアス調整回路には、単に管種の

●自動バイアス調整回路のご利益は大

面倒くさい(?) バイアス調整

先月号ではKT66, KT88, EL34, EL37などを3極管接続にして、それらの直線性を評価する実験を行いました。その実験の当否・成否は別にして、筆者のように気の短いものにとっては、出力管を差し替え、そのたびごとにバイアス調整を行う手間——アイドリング電流(プレート電流)があるレベルに落ち着くまでのバイアス調整作業の繰り返しとその時間の長さ——にはほとんど手を焼きました。

そんなことから、先月号では「簡便なバイアス自動調整回路を搭載すべく検討を進めたい」と述懐しています。そこで、今回は、その「簡便なバイアス自動調整回路」なるものを検討した結果とそれを搭載した改

造機について報告したいと思います。

なお当然のことながら、ここでいう「バイアス自動調整回路」とは、あくまで固定バイアス方式が前提で、「出力管の動作点(動作中心)を特定するために、無信号時のプレート電流=アイドリング電流を所望の値にすべく、バイアス電圧を自動的に調整する回路」をいいます。すなわち、タマを差し替えてもかならず所望のアイドリング電流値になるように自動的にバイアス電圧が変化する回路、ということになります。

いい換えれば、この回路を使えば、ピン配列が同じなら管種のいかなを問わず、どんな出力管でも所望のアイドリング電流に設定が可能になる、ということでもあります。

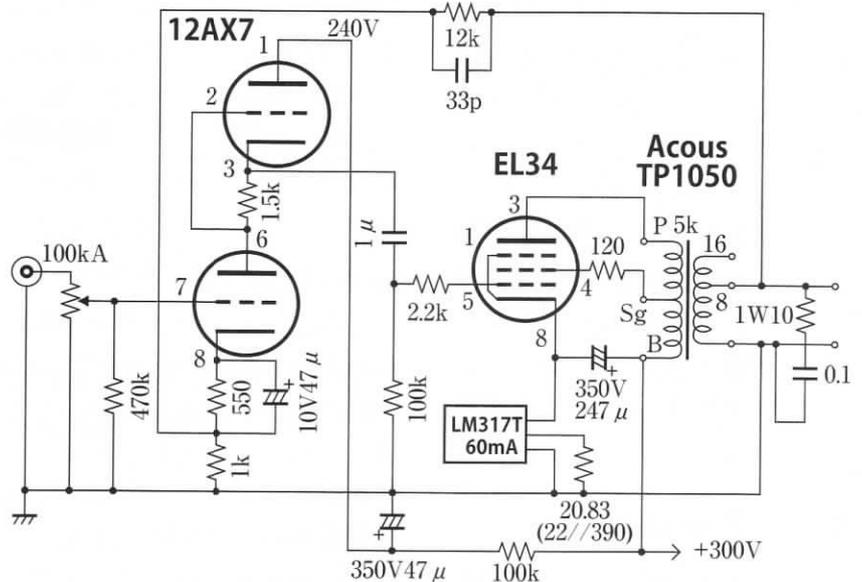
くどいようですが、「バイアス自動調整回路」といっても、バイアス電

違いや同管種間のバラツキ・個体差を補正するだけではなく、商業電源電圧の変動に対してもつねに所望の電流値が維持される機能が要求されます。

以上の観点から、いちばん簡単で手っ取り早い方法は、2016年4月号に報告した第1図のEL-34シングル・アンプにおけるカソード定電流方式です。カソードを定電流で縛るのですから、确实極まりありません。しかし、電流値に対応するバイアス電圧分だけカソード電位が上がるので、プレート電圧を当該分だけ嵩上げしないと、所定の動作条件になりません。

異管種はもちろんのこと、同管種でも個体差が大きい場合は、同じ電流に対するバイアス電圧が大きく異なりますから、厳密には嵩上げ量もタマに合わせて変える必要があります。特に、出力管の管種を差し替えて楽しもうという場合、差し替え対象の管種が最初から決まっていれば、いちばん深いバイアス電圧となるタマを前提にプレート電圧を設定しておくことで対応可能ですが、この前提となる以外のタマに動作条件はかならずしも最適とはならず、妥協の結果を受け入れることとなります。

しかも、カソードに定電流回路を



《第1図》2016年4月号発表のEL34シングルで採用したカソード定電流式アンプ

挟むので、信号の経路が絶たれますから、大容量コンデンサで別に信号経路を作ってやる必要も生じます。

翻って、市販のアンプにおもしろい回路はないかと探しますと、エレキットの「アクティブ・オートバイアス回路」というのが見つかりました。同社の説明文には「この回路はカソード抵抗(55Ω)の両端に現れる電圧を検出し、基準電圧との差分をゼロにするためグリッド電圧を自動調整するというエレキット独自の回路です」とあります。

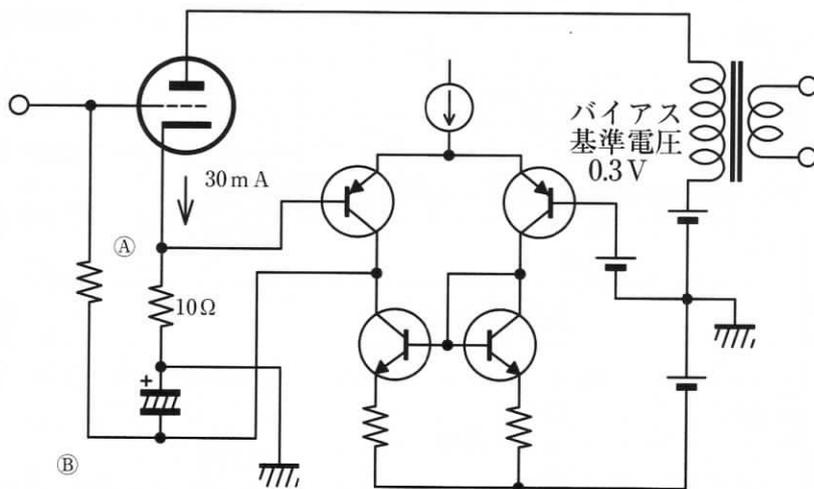
どんなデバイスを使っているか説明はありませんが、この文章からみると、いずれにしるICかトランジ

スタかによるコンパレータ回路を使っているのだらうと思われます。ということであれば、これは原理的にはエレキット独自の回路とはいえないでしょう。というのは、この考えかたの回路は、某音響機器メーカーのエンジニアで、ハンドル・ネームがARITO@伊吹南麓氏のWEBサイト「ありとな世界」に、いまを去ること11年も前の2010年2月付けの製作例が掲載されているからです。http://www.za.ztv.ne.jp/kygbncjy/tubeamp/6LU8/6LU8_CSPP.htm

ずいぶん以前のことになりましたが、同氏から「使うと便利だよ」との推奨もあって、同記事に使われている2SA1240というトランジスタを20個も分けていただくという、ご厚意に与りました。

こんな経緯から、同氏の回路の一部だけを借用して、PPアンプの出力段のDCバランス調整を自動的に行う回路を2016年11月号に初めて報告しています。ごく最近では、本年3月号の6R-A8CSPPアンプにも使っています。

本来、同氏の回路は、出力管のアイドル電流を自動的に所望の電流値とすべくバイアス電圧を調整す



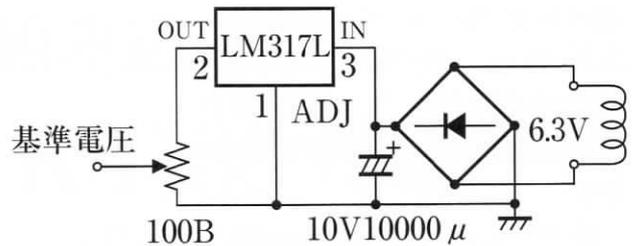
《第2図》ARITO氏の自動バイアス調整回路の原理図。①の電位が基準電圧より低くなると②点が上昇、高くなると②点電位は下降、その結果、カソード電流はつねに一定

るものですが、筆者には真空管回路以上にトランジスタ回路に対する知識が乏しく、やっとDCバランス機能の部分だけを使うことにしたのが、2016年の記事なのです。そこで、今回は“簡便な”という定義にもよりますが、他に目を惹く回路も見つからないこともあり、“簡便な”=“たいへん使い勝手がよい”と考えられるARITO氏考案の回路に挑戦することにした次第です。

本機で採用した回路

同氏が説明用に作られた原理回路図を第2図に示します ([http://www.someyadenshi.co.jp/HP/sites/default/](http://www.someyadenshi.co.jp/HP/sites/default/files/tmp/25e5.pdf)

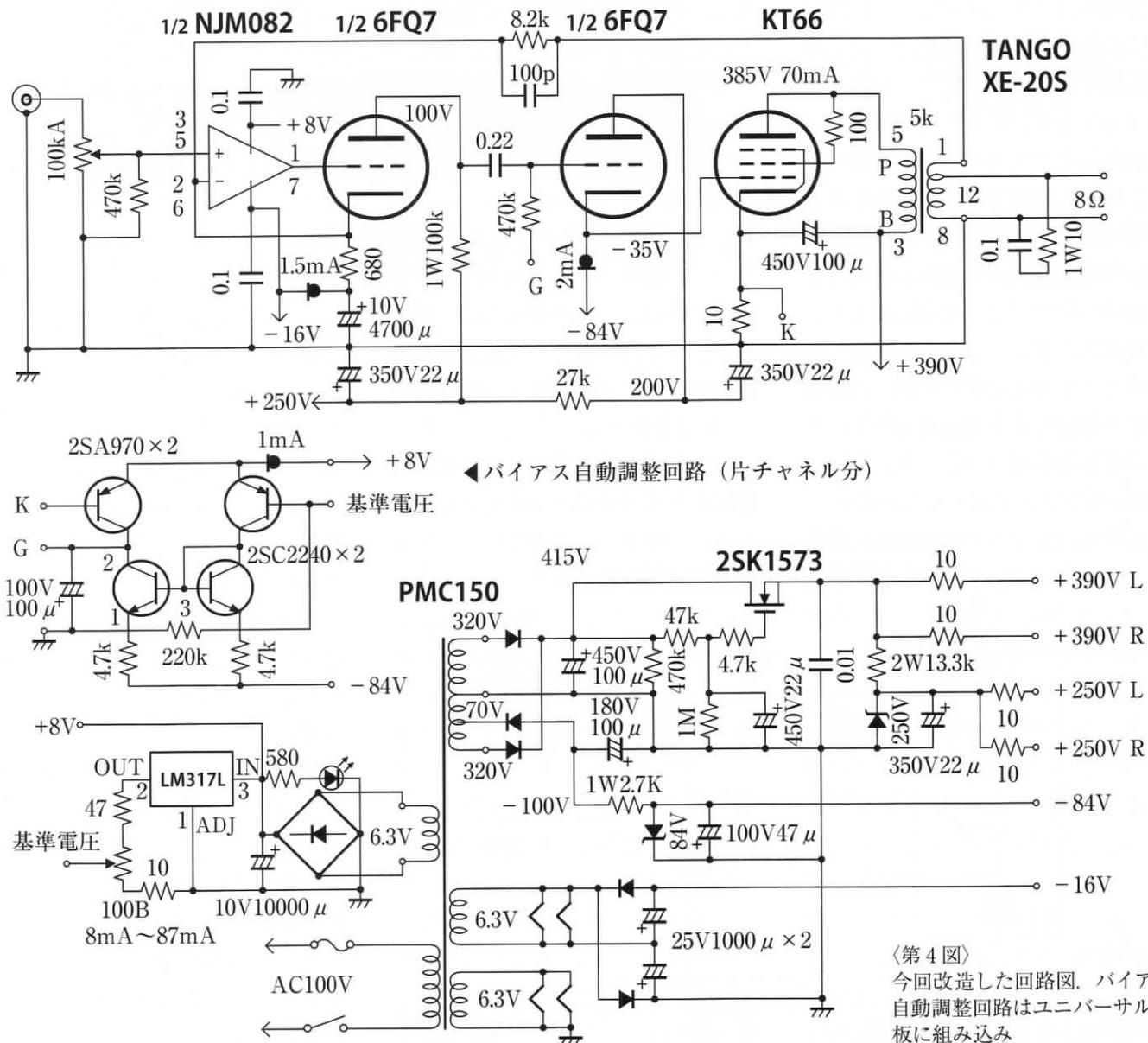
〈第3図〉
バイアス基準
電圧の作りかた



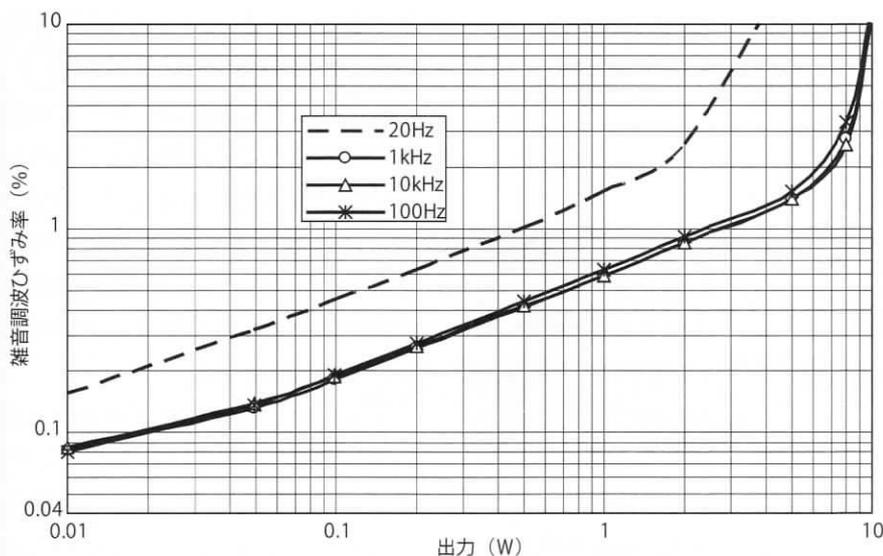
files/tmp/25e5.pdf).

この図では、アイドリング電流を30mAとした場合を示しています。上側のペアのPNP型トランジスタはコンパレータ回路となっていて、基準電圧とカソードに入れた10Ωの両端の電圧を比較しています。基準電圧が0.3Vですから、10Ωの抵抗の両端電圧が0.3V(すなわち電流は30mA)になるように、下側のペアの

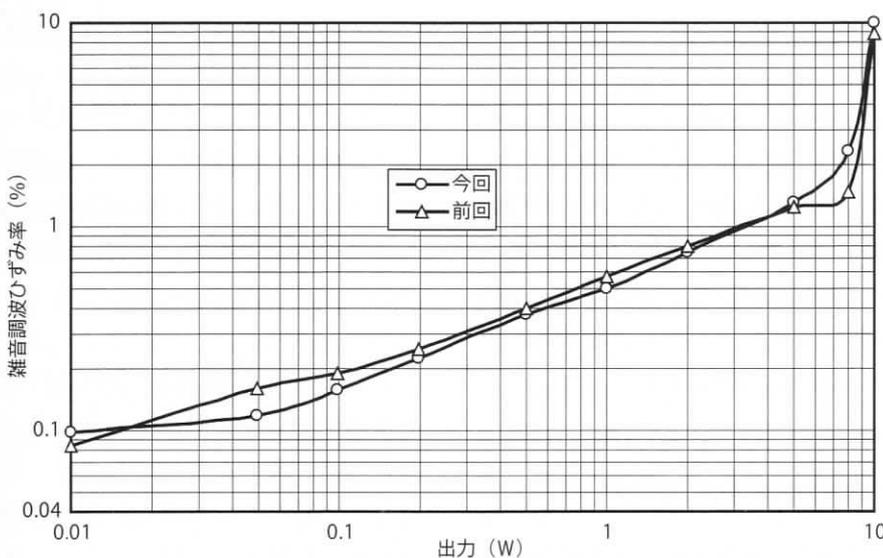
NPN型トランジスタが、これに接続されたバイアス用負電源(C電源)電圧を調整して出力管のグリッドに印加するわけです。実装のいかんは別にして、たいへん単純な原理です。これが自動調整回路としてはすべてなのですが、同氏のアイデアで優れた点はもう1つあります。それは、バイアス基準電圧の作りかたです。同氏の回路図もありますが、当該



〈第4図〉
今回改造した回路図。バイアス
自動調整回路はユニバーサル基
板に組み込み



〈第10図〉改造したKT88アンプの各周波数ごとのひずみ率



〈第11図〉KT88アンプの改造前後の1kHzでのひずみ率の違い

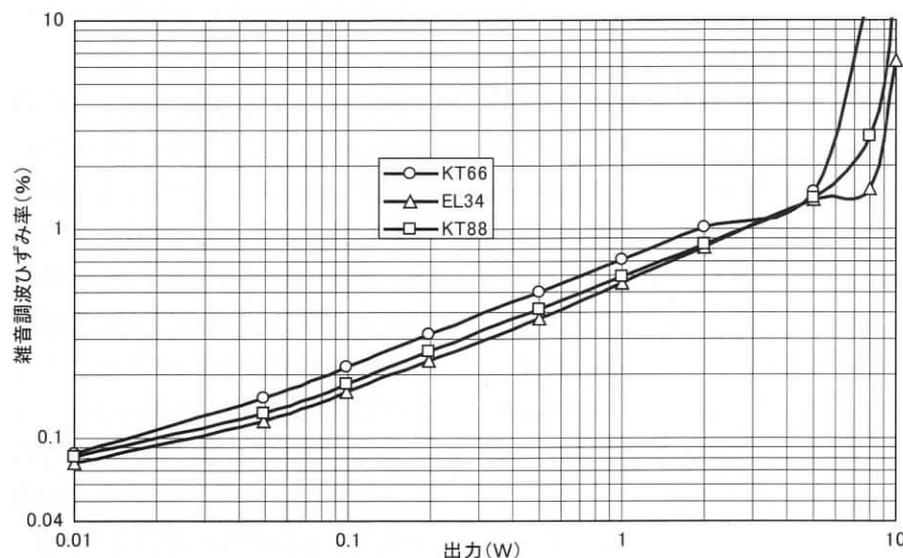
に500mV付近を示しますので、半固定抵抗を動かして基準電圧を700mVにすると、実にスムーズに両カソード電圧がピッタリと700mVを示します。スライダックで商業電源電圧を95V~105Vと動かしてもアイドル電流はまったく変動せず、気持ちのよいこと、このうえもありません。これで調整は完了です。

電気特性はほとんど変わらず

基本的には従来となら変化はないはずですが、アイドル電流が安定したことで若干の変化があるかもしれないと思い、念のため周波数特性、入出力特性および調波ひずみ

率のみ確認しました。

(1) 周波数特性 (第5図)



〈第12図〉KT66, EL34, KT88アンプのひずみ率の比較

当然ですが、KT66は従来とまったく変化がありません。EL34も同様です。KT66よりわずかに利得が大きいのも従来とおりです。

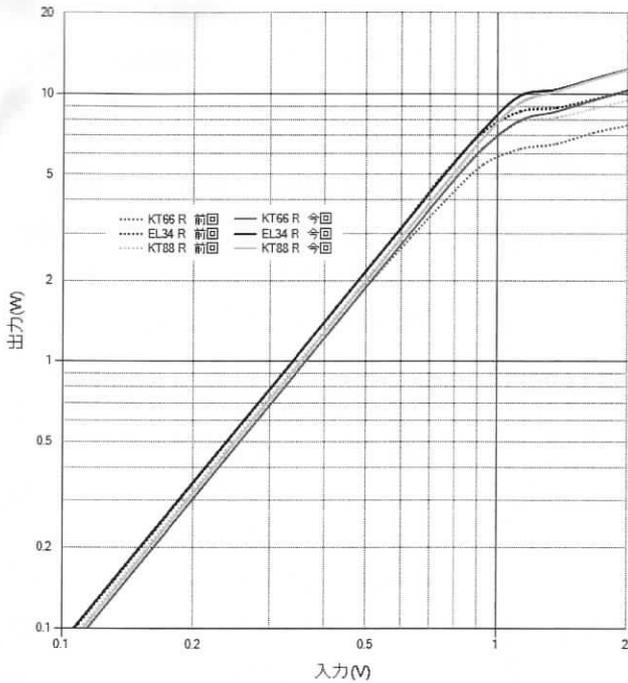
(2) 全調波ひずみ率と最大出力

(第6, 7, 8, 9, 10, 11, 12図)

左右のチャンネルでほとんど違いはないので、グラフはすべて左チャンネルを示します。

第6, 7図はKT66の今回の各周波数ごとのひずみ率と、前月号と今回の1kHzにおけるひずみ率の比較です。同様に第8, 9図はEL34の、第10, 11図はKT88のグラフです。そして第12図はこれら3管種のひずみ率比較です。KT66は前回とほとんど変化がありませんが、EL34とKT88は、わずかかですが今回の方が低ひずみ率です。特にEL34は、前は10W時のひずみ率が20%を超えたのですが、今回は6.4%に収まっています。これはやはり動作点が動かないことのご利益でしょう。それぞれ20Hzのひずみ率も併記しましたが、いずれも大同小異です。XE-20Sといえども10dB程度のNFBでは2W時5%というのが精いっぱいなのです。

先月号でも申し上げましたが、初段のカソード抵抗を半分にするれば利



〈第13図〉
KT66, EL34, KT88
アンプの入出力特性

合せます。また、カソフォロ・カソードの $-84V$ を $-90V$ にしておけばKT88ではさらなる出力増大になったでしょう。

(3) 入出力特性 (第13図)

すでにひずみ率グラフを示しています

から、あまり意味がないかもしれませんが、最大出力付近を拡大して、前回(点線)と今回(実線)の直線性の違いが明確になるようにしてみました。動作点が揺れないことで、一様に前回よりも今回の方が改善されていることがわかります。

試聴—— 意外な変化にびっくり

今回は、増幅回路の基本部分には何らの変更も行わなかったのに、試聴しても意味がないと思いつつも、念のためと一とおりに聴いてみたら、顕著な違いがすぐにわかり、驚きました。

もちろん基本的には前回と変わる場所がないのは当然ですが、音の安定性といつていいのか、音の据わりが断然よくなったのです。その結果、前回の試聴ではKT66が最も好ましく聴こえたのですが、今回は好みからいえばKT88が堂々としていて最善、と聴こえました。

また、前は高域に硬さがあったEL34が、シャープではあっても突き刺さるような感じが消えており、音の印象という点では最も変化が大

きくなっています。これも捨てがたい音といえます。

以上のような変化は、動作点が動かないということと無関係ではないのでは(?)と思わせますが、確信するにはもっと多くの事例が必要です。この「バイアス自動調整」は調整の利便性を大きく改善するだけではないかもしれません。

一方、かくも優れた「バイアス自動調整回路」であるにもかかわらず、前述のとおり ARITO氏がWEB上に公表されて10年以上も経った現在でも、数多あるアマチュア・アンプ・ビルダーのWEBサイトに同回路を搭載した作例を、残念ながら筆者は目にすることがありません。たいへん優れた回路ですから、自家用であれば、どんどん同回路を使われんことを推奨します。是非、前述の同氏のサイトにアクセスしてみてください。

ところで、今回は同一動作条件で各種の出力管を気軽に差し替えることに重点を置いた製作でしたが、やはり出力管ごとに最適な動作条件があるのも事実です。少なくとも、プレート電圧とアイドリング電流は同じでも、負荷インピーダンスを変えると大きく性能が変わってきますから、OPTがXE20Sというユニバーサル型であることを活かして、タマごとに負荷を変えることは是非やってみるべきでしょう。

また、本機で使った定電流負荷カソード・フォロワ回路の簡便性と優秀性もわかったことから、300Bなどのバイアスの深い古典管への対応も検討したい——本機の $-84V$ では出力管に片ピーク値が $42V_p$ 以上の入力があると、A級動作を逸脱するばかりか、クリップしてひずみが急増する——と思っています。

得は倍増しますから、増加分をNFBに回せばNFBは16dBになりますので、全体のひずみ率も約半分に改善され、20Hzの通りも改善されますので、お試しください。

最大出力に関しては、本アンプがKT66を前提にしたものですから、かならずしも他の出力管にとって最適な動作条件になってはいけませんので、あくまで第4図のまま真空管を差し替えただけ、という前提であることをご承知おきください。

さて、最大出力はシングル・アンプではひずみ5%時の出力とする例が多いようですから、そのデンでいけばKT66が6.5W、EL34が9.5W、KT88が9Wとなります。いずれも本回路での設計最大出力(8Ω端子での最大出力が、KT66は3.4W、EL34は5W、KT88は4.5W)に比べて望外な出力アップです。

本来の目的ではないのですが、ほとんどはカソード・フォロワを介してのドライブの結果です。特EL34は、前回にも報告しましたようにグリッドを $+10V$ も振っていますから、たいへんグリッド電流が流れ難い、優れた設計の出力管であると思