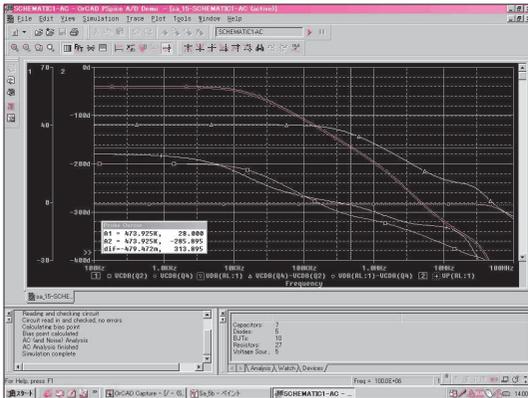


JBL社のプリメイン・アンプ SA-600に学ぶ

シミュレーションによる フィードバック技術入門

遠坂 俊昭
Toshihaki Enzaka



● はじめに

図1に示すのは、JBL社が1960年代後期に発売したプリメイン・アンプSA-600のパワー・アンプ部の回路です。

本稿では、このオーディオ用パワー・アンプを素材にして、負帰還回路の動作を検証し、正しい位相補償の方法などを学びます。古典的なオーディオ・アンプの回路なので、現在市販されているものに比べるととてもシンプルですが、できるだけ回路を細分化して理解を深めていきます。検証には、本誌で何度か取り上げたケイデンス社の回路シミュレータ PSpice ver. 9.2 (評価版)を使用します。

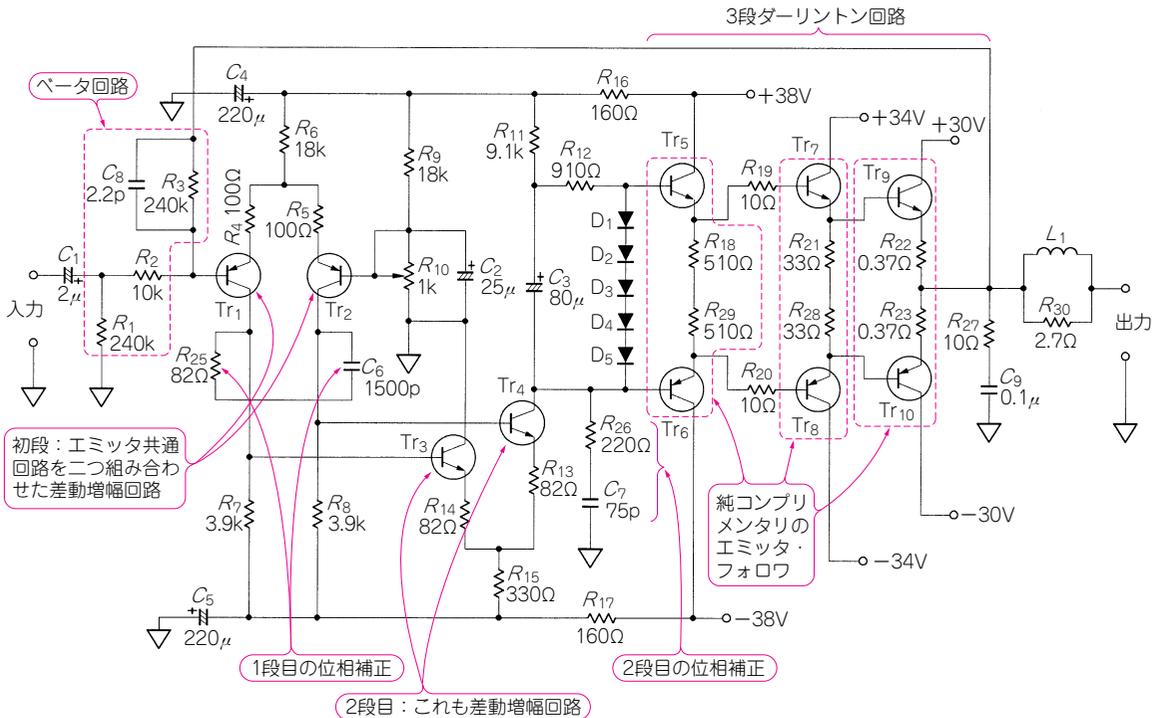
JBL社は高級スピーカのメーカーとしてオーディオ・ファンの間で広く知られていますが、残念ながらJBL社は現在ハーマンインターナショナル社に吸収され、ブランド名だけが残っています。

シミュレーション回路の概要

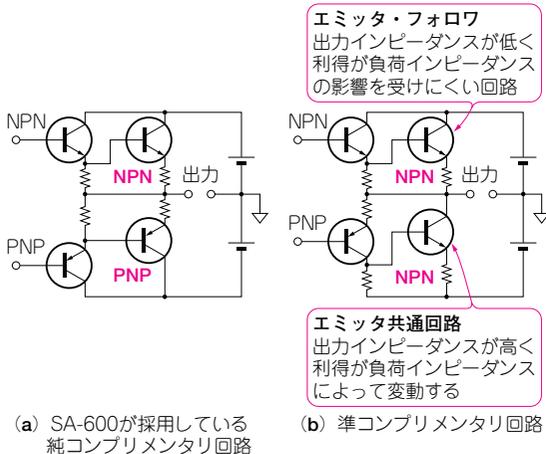
● SA-600の回路

1960年当時のパワー・アンプはPNP型のシリコン・パワー・トランジスタの製造が難しかったため、図2(b)に示すようにNPN型だけで構成した準コンプリメンタリ回路と呼ばれる出力段が一般的でした。

〈図1〉 JBL社のプリメイン・アンプ SA-600のパワー・アンプ回路



〈図2〉パワー・アンプの出力段構成



しかしこの回路は、正電源側がエミッタ・フォロワ、負電源側がエミッタ共通回路になっているため、信号の極性(正負)によって利得や出力インピーダンスが異なり、安定性と低ひずみ特性を実現する障害になっていました。

この点、SA-600のパワー・アンプの出力部は、NPN型とPNP型を使った当時としては革新的な純コンプリメンタリ回路 [図2(a)] を採用しており、この問題を解決していました。

図1に示すように、SA-600の回路は差動増幅回路2段と純コンプリメンタリのエミッタ・フォロワ3段で構成されています。

初段の差動増幅回路がPNP、次段の差動増幅回路がNPNで構成されている理由は、電源利用率が良いからです。比較的値の大きなエミッタ抵抗(R_4 , R_5)は差動増幅回路の増幅率を低下させていますが、負帰還を施す前の直流的な裸特性が安定し、周波数特性も広帯域になっています。

出力に接続されている R_{27} と C_9 は、スピーカを接続したときの高域インピーダンス補正です。 L_1 と R_{30} はスピーカ・ケーブルとのマッチングの役目を果たしています。詳しくは参考文献(2)を見てください。

● シミュレーションに使う素子

図3に示すのは、図1をベースに作成したシミュレーション回路です。

本来なら、SA-600に使われているトランジスタを使うべきですが、PSpice ver. 9.2の評価版のライブラリには入っていないので、本誌2002年5月号の付録CD-ROMに収録されているモデル・ライブラリから東芝製のトランジスタを使いました。後述のシミュレーション結果を見る限りでは、妥当な結果が得られているので問題ないようです。本稿の目的は、負帰還回路の動作を理解することなので、同一型名でなくても同程度のトランジスタで代用できます。

今回使用したトランジスタ・モデルは、 V_{CE} , I_C , P_C の絶対最大定格を越えてもシミュレーションできました。ここでは、コレクタ電圧などの最大定格を無視しているので、シミュレーションに使用したトランジスタを使って実際に回路を組んでも動作しません。

〈図3〉図1のパワー・アンプのシミュレーション回路

