

第4章 高性能アンプの部屋

バーチャル・スタジオ 14

アンプが一番熱くなるのは出力最大するときじゃない

付録CD-ROM 関連記事 No.1-004

● 例題回路

図1に示すのは、 8Ω の負荷抵抗 R_L に10Wの電力を供給できるパワー・アンプです。

トランジスタは、LTspiceに標準で登録されているFZT849(Diodes Incorporated)とD45H11(フェアチャイルドセミコンダクター)です。電源は $\pm 13.5V$ 、無信号時のアイドル電流は50mAです。OPアンプは、ゲイン100dB(1e5)の電圧制御電圧源(E)です。

構成部品のうち電力消費が一番大きく発熱しやすいのは、パワー・トランジスタ Q_1 と Q_2 です。 Q_1 と Q_2 は相補的に動き、 Q_1 は負荷に電流を流し込み、 Q_2 は電流を引き込みます。正弦波で負荷を駆動しているときは、正電力分を Q_1 が、負電力分を Q_2 が供給するので、両トランジスタの消費電力は同じです。

● バーチャル実験! 100%出力のときより25%出力のときのほうが Q_1 と Q_2 の消費電力が大きい

▶ 実験の準備

最大の10Wを出力しているときと、その1/4の2.5Wを出力しているときの、 Q_1 と Q_2 の消費電力を比べます。

負荷抵抗 $R_L = 8\Omega$ に、出力 $P = 10W$ を供給すると

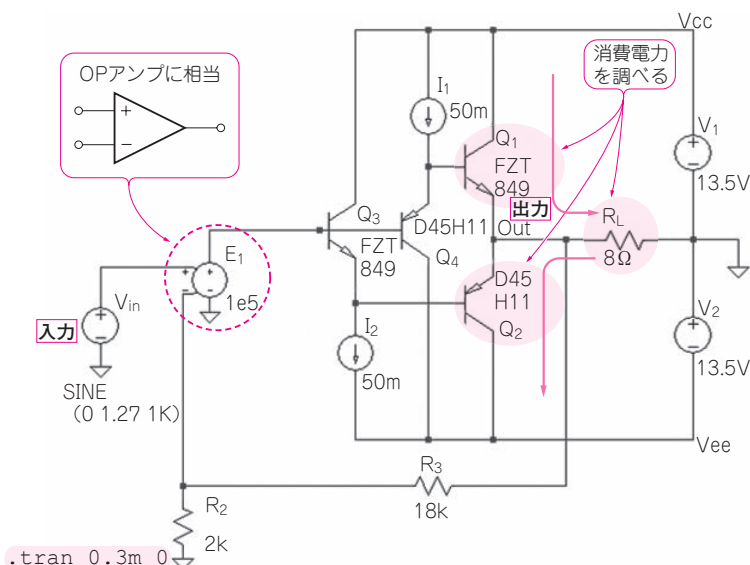


図1 例題回路…パワー・アンプの消費電力が一番大きくなるのは最大出力のときではないことを証明する

きのアンプの出力電圧は次のとおりです。

$$V_{out} = \sqrt{PR_L} \approx 8.94 V_{RMS} \approx 12.7 V_{peak} \dots (1)$$

アンプの仕上がりゲインは10倍(=1 + R_3/R_2)なので、図1のアンプに1.27V_{peak}の正弦波(1kHz)を入力します。すると図2のように、 R_L の消費電力(平均値)は10.075Wになります。

図2の波形は次のようにして表示させます。波形ビューワのウィンドウをクリックしてアクティブにし、[Plot Setting]-[add trace] またはCtrl + Aをクリックします。表示されたウィンドウのExpression(s) to addフィールドで、V(out)を選び、*(アスタリスク)を入力します。I(R1)をクリックして[OK] ボタンを押します。ここで表示されるのは瞬時電力です。平均電力(Average)は、Ctrlキーを押しながら、V(out)*I(R1)という表示部分をクリックします。

▶ 10W出力時の Q_1 と Q_2 の消費電力は3.6W

Q_1 の消費電力を調べます。

Q_1 のコレクタ-エミッタ間電圧(V_{CE})とコレクタ電流の乗算値、つまり次の計算結果を波形ビューワで表示します。

$$\{V(vcc) - V(out)\} * I_c(Q1)$$

図3に結果を示します。V(out)が最大になっているとき、 Q_1 の消費電力は減少しています。

図4に示すのは、 Q_1 と Q_2 の消費電力を加えた結果です。計算式は次のとおりです。

$$\{V(vcc) - V(out)\} * I_c(Q1) + \{V(vee) - V(out)\} * I_c(Q2)$$

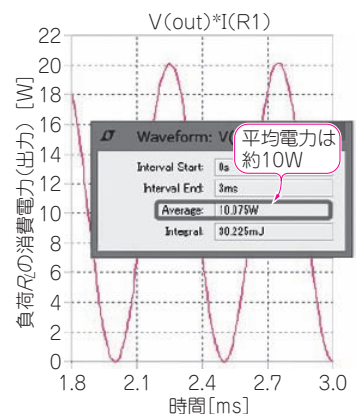


図2 図1のパワー・アンプの出力を10W(負荷抵抗は 8Ω)に設定する② 8Ω の消費電力が10Wになっていることを確認