

汎用ロジックで作るPWMアンプ

オデオマニアン・ドラドラセカール

共立社のPWMのひずみデータが今ひとつだったので，サンハヤト社から発売されているPWMアンプ基板を試してみました．設計は，黒田 徹 氏の『トランジスタ技術』誌の製作記事のものです．当該記事の詳細は，CQ出版社の書籍『D級/デジタル・アンプの設計と製作』を参照してください．

9.1 回路の説明

モノラル基板(CT-741)で販売されています．回路を図9.1に示します．

ロジックICの74HCU04は，74HC04(インバータ)の一種ですが，アナログ的な使用方法が可能も

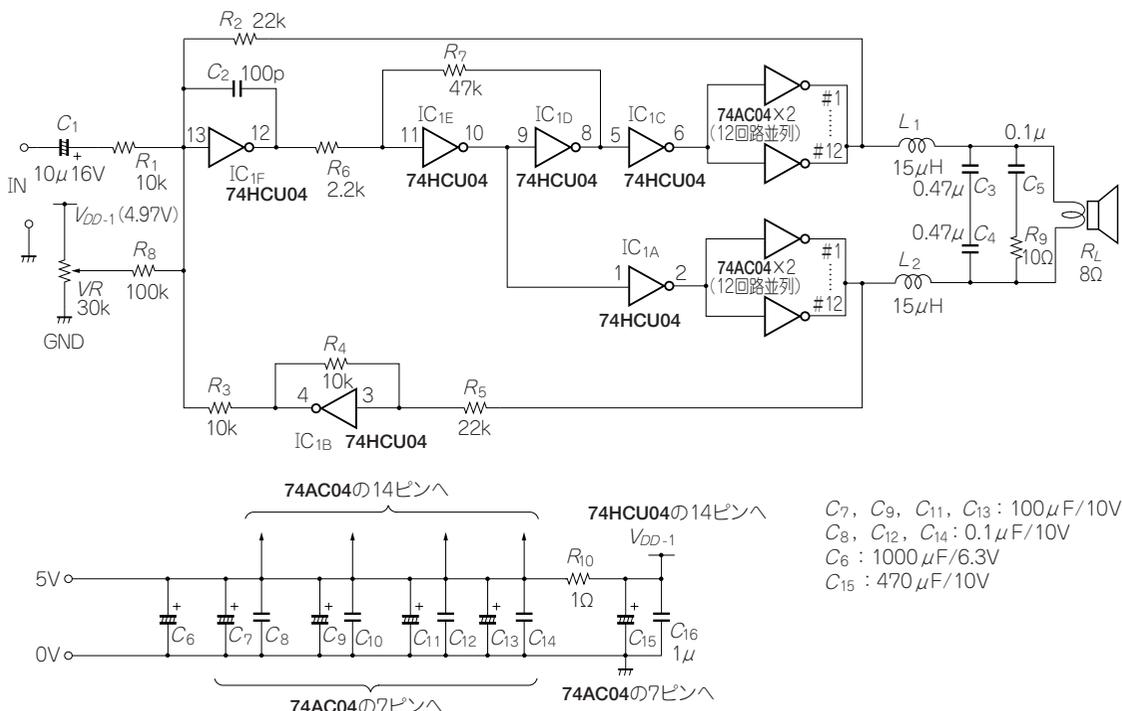


図9.1 汎用ロジックによるPWMアンプ

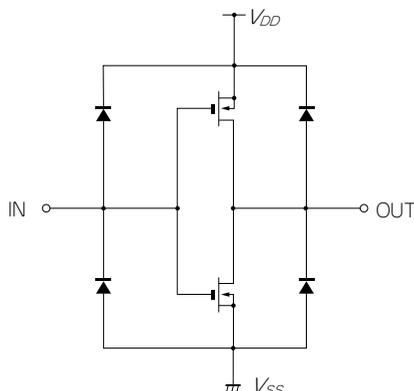


図9.2 74HCU04の内部等価回路

ので、“U”が付いているのは、Un-bufferedの意味です。すなわち、普通のHC04インバータの内部回路は、入出力にバッファを有する三段構成ですが、HCU04は1段構成です。

内部は図9.2に示すような単純なMOS FETのコンプリメンタリPP(プッシュプル)で、ダイオードは静電保護用です。一段のコンプリメンタリでドレイン出力ですから、これは一番簡単なソース接地増幅回路をPch MOS FETとNch MOS FETでそれぞれ作ったもので、ドレイン同士をつないでだけです。

当然、出力と入力を抵抗でつなげば負帰還になります。

出力段に使用している74AC04は、バッファされているタイプですが、AはAdvancedの意味で、HCタイプよりも高速で大電流出力です。これも内部はコンプリメンタリPPですが、HCUと違って入出力バッファを有する三段構成で、リニア回路への応用はできません。

一応、簡単に回路を説明すると、最初のIC_{1F}のHCU04はコンデンサで帰還をかけた積分回路です。次のIC_{1E}とIC_{1D}が直列になって、そこに抵抗で帰還をかけてありますが、これは正帰還で、ヒステリシス特性をもたせたコンパレータとして動作します(普通のOPアンプでも、正帰還をかければヒステリシス・コンパレータを構成できる)。

とくにロジック回路のそれをシュミット・トリガと言いますが、ある範囲の入力電圧に対して、出力が反応しない(変化しない)ようになります。この反応しない入力電圧範囲を不感帯といいます。その直列になったIC_{1E}から正側(非反転)の出力をとり、IC_{1D}の出力から負側(反転)出力をとっていますが、これはフル・ブリッジですから、逆位相にする必要があるからです。

出力段は74AC04を4個のICを使って、2個ずつを正側と負側に使用しています。一個のICの内部には6ユニット入っているのです。12ユニットの並列接続です。多数並列しますので、入力インピーダンスが高域で下がります(入力容量が大きくなる)。それをドライブするためのバッファとして、IC_{1A}とIC_{1C}が入れてあります。

負帰還は両方からかけてあります。非反転側からは反転するための帰還増幅(IC_{1B})が入れてあります。VRは出力の直流オフセット調整用の半固定ボリュームです。これで最大出力の偏り(波形の上側とか下側とかが先にクリップする)を防ぐことができます。直流オフセットをゼロに調整すれば(すなわち

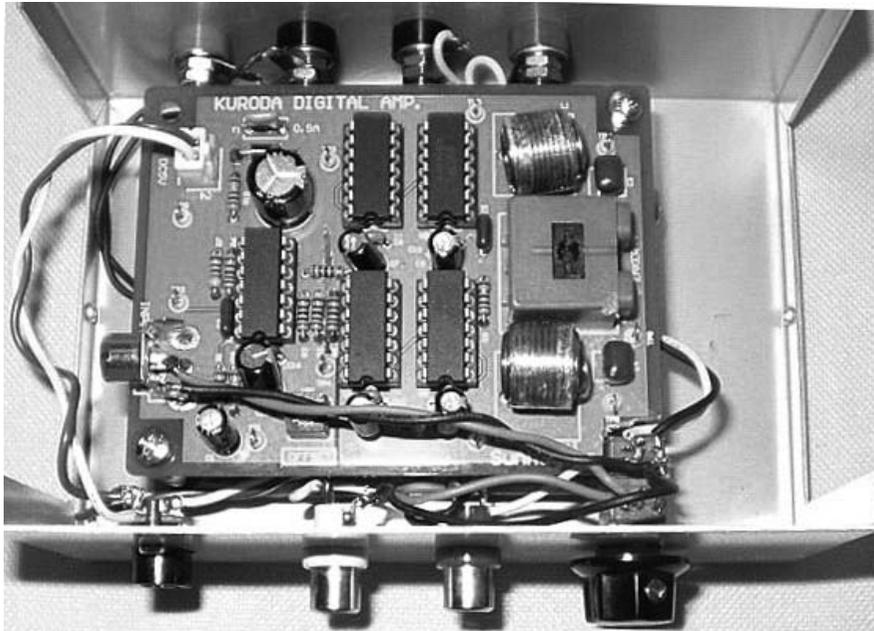


写真9.1 ケース上面から見たようす

二つの出力の直流電圧を同じにすれば), 必然的にそうなるはずですが。

ところで, この回路には, 図6.9の原理図にあった参照信号としての三角波ないしノコギリ歯状波がありません。これは, 積分回路による負帰還で自励発振しているからで, 結局帰還出力方形波を積分して三角波を得ているわけです(図6.7を参照)。

詳細な解説は前述した書籍に譲るとして, ここではなぜPWMが自励式でできるのかを「直感的に」説明します。

負帰還はLCフィルタの前からかかっています。したがって, ここの出力は1か0(V_{CC} かGND)しかありません。そこで, 現在の帰還された電圧(すなわち出力)が1なら, 次に出力は0になろうとします。シュミット回路が入っていますし出力は論理回路ですから, 負帰還によって中間の電圧で安定することはありえません。必ず帰還電圧を反転する形になろうとします。これを繰り返しますから, 自励発振することになります。そして, その時定数は入力積分器で傾き(時間的な遅れ)が決まりますから, これとシュミット回路の不感帯幅で発振周波数が定まる訳です。

なお, 実機の発振周波数は1.7MHzと高めです。

電解コンデンサと小容量のパスコンがたくさんありますが, これは基板を見ればわかると思いますがICの間近に各一つずつという意味です。パスコンの配置は重要ですから, ご自分で基板を作ろうという方は注意してください。

9.2 製作

シャーシや電源などの製作に関しては, 共立社のキットとまったく変わらないので, そちらを参考に