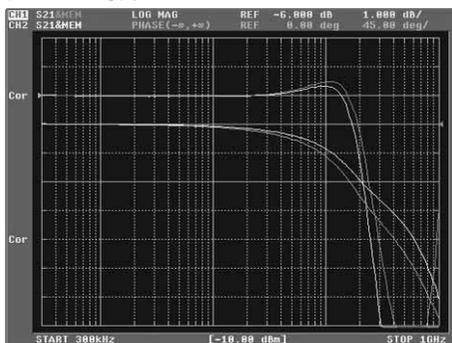


ICレビュー 実験室

15 アナログ・スイッチ IC の評価 (後編)

川田 章弘
Akihiro Kawata



今回は、前回(2005年2月号)に解説した各種アナログ・スイッチ IC の特性を評価します。

評価項目とその方法

一般的に半導体スイッチの弱点と言われている次の3項目について、実験して評価します。

- (1) インサクション・ロス
- (2) アイソレーション
- (3) ひずみ

連載中に評価したことのあるような項目ばかりですが、復習もかねて一つずつ評価方法を見ていきます。

■ 周波数特性について調べる

● インサクション・ロスとアイソレーション

評価方法を図15-1に示します。低周波用と高周波用でネットワーク・アナライザを使い分けています。これは、低周波用のアナログ・スイッチは10 Hz から周波数特性が見たかったことと、低周波用の評価に使ったR3753AHは内部にリターン・ロス・ブリッジを内蔵していないため、簡単に反射特性(|S₁₁|, |S₂₂|)を測定することができないからです。

ベクトル・ネットワーク・アナライザ R3767CG は

ブリッジが内蔵されているため、2ポート・フルキャリアプレーションをすれば、Sパラメータを簡単に測定することができます。

■ THD について調べる

低周波用のアナログ・スイッチについては、THD (Total Harmonic Distortion) を測定します。THD とは全高調波ひずみ率のことで、次式で計算できます。

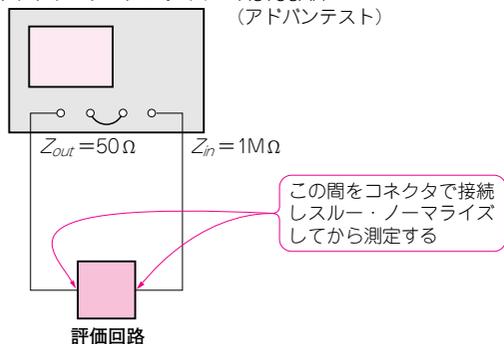
$$THD = \sqrt{\frac{V_2^2 + V_3^2 + V_4^2 + \dots}{V_1}}$$

V₁ : 基本波の実効値, V₂ : 第2次高調波の実効値, V₃ : 第3次高調波の実効値, V₄ : 第4次高調波の実効値, …

今回は図15-2に示すように、低ひずみ発振器とひずみ率計を使って測定してみました。AD725Dは、測定モードをTHD + NとTHDで選択できるようになっています。今回は雑音成分を除去したTHDを測定しています。

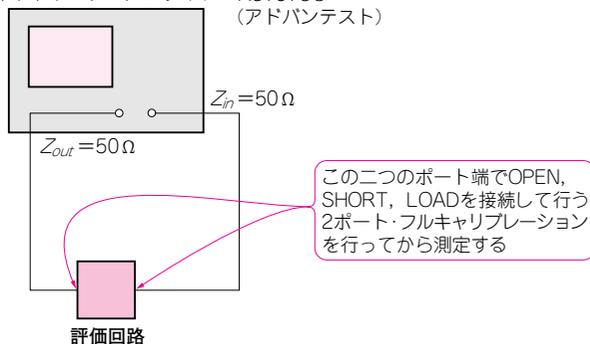
なお、低ひずみ発振器とノッチ・フィルタで構成した簡単なひずみ率計(自作することも可能)で測定できるのはTHD + Nです。高調波ひずみがどのくらい含まれているかを知るには、ノッチ・フィルタの出力を電子電圧計で測るのではなく、オシロスコープで観測

ネットワーク・アナライザ R3753AH (アドバンテスト)



(a) 低周波信号用アナログ・スイッチの評価方法

ネットワーク・アナライザ R3767CG (アドバンテスト)



(b) 高周波信号用アナログ・スイッチの評価方法(リターン・ロスの測定も可能)

図15-1 アナログ・スイッチのインサクション・ロスとアイソレーションの評価方法

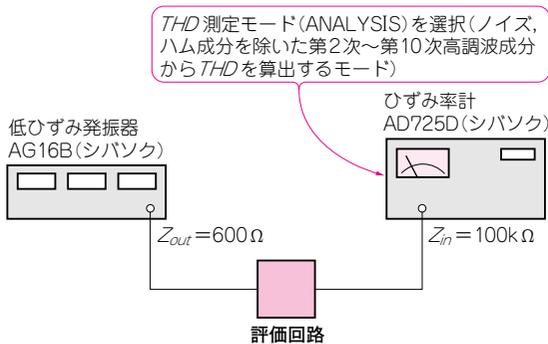


図15-2 THDの測定方法

して調べます。オシロスコープのX-Yモードを使用して、基本波とひずみ波でリサージュを表示させて判断します。

■ OIP_3 について調べる

高周波用のアナログ・スイッチではひずみ評価として OIP_3 を測定することにしました。 OIP_3 については、以前、高速OPアンプの評価実験(連載第8回、2004年8月号)のときに説明したので、今回は評価方法だけを図15-3に示します。

■ スイッチング・タイムを調べる

計測用の回路では、スイッチを切り替えてから数ms、遅くても10ms程度の短時間のうちにレベルがセトリグしなければ使いものにならない場合があります。アナログ・スイッチのデータシートを見ると、非常に速いスイッチング・タイムが書かれているので安心しそうですが、実は落とし穴があります。それは、データシートに記載されているスイッチング・タイムは多くの場合、振幅が10%-90%へ遷移するときの時間だからです。計測用の回路などでは、±0.01dBまでレベルがセトリグするのにかかる時間がどのくらいかが大切になることがあります。このような精度が要求されるスイッチング・タイムの評価方法を図

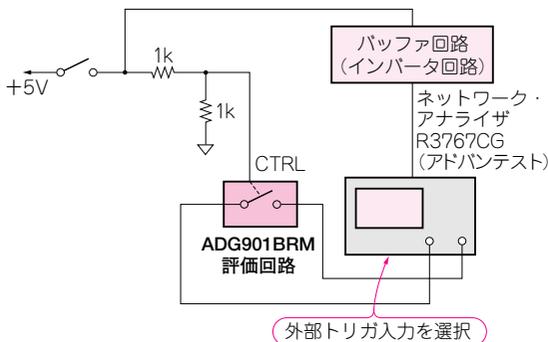


図15-4 高周波用アナログ・スイッチのスイッチング・タイムの評価方法

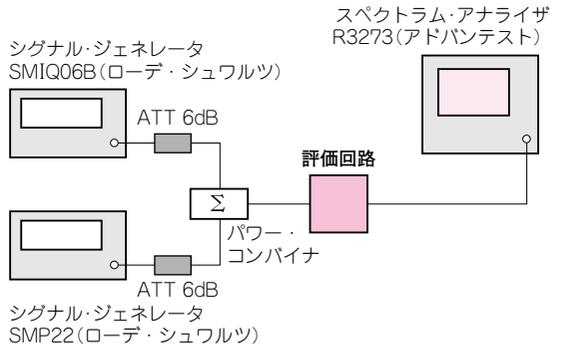


図15-3 OIP_3 の評価方法

15-4に示します。

図15-4に示したとおり、スイッチのコントロール信号を分岐させて、バッファ回路を通したあと、ネットワーク・アナライザの外部トリガ端子に入力します。測定するときは、次のような手順で行います。

- ① CENTER周波数を測定周波数に設定し、SPANを0Hzにする。
- ② スイープ・タイムを設定する。
- ③ スイッチをONにして、スルー・ノーマライズを実行する。
- ④ スイッチをOFFにして、ネットワーク・アナライザのトリガ・モードを外部トリガにする。また、スイープ・モードをシングル・スイープにする。
- ⑤ ④の状態では、再び、スイッチをONにする。

この方法を使えば、ネットワーク・アナライザでスイッチング・タイムを測定することができます。なお、ネットワーク・アナライザのスイープ・タイムはIFバンド幅によって変わるので、スイープを速くしたいとき(時間分解能を上げたいとき)は、IFバンド幅を広げる必要があります。IFバンド幅を広げるとトレース・ノイズが増えるので、正確に測定するには何回もデータ取得を繰り返し、あとで表計算ソフトなどで加算平均してやる必要があります。表計算ソフトで処理をするため、測定データはGPIBなどによってその都度パソコンに転送しておくとう便利です。

なお、加算平均の回数を N とすると、ランダム・ノイズは $1/\sqrt{N}$ とすることができます。測定結果をラフに見るだけであれば、1回の測定データに移動平均を施して変動ぶを平滑するだけでもよいでしょう。

実験結果とその評価

■ 周波数特性

- インサクション・ロスとアイソレーション
- ▶ TC74HC4066AF

図15-5(a)にインサクション・ロス特性を、図