

ADG794 – HDTVに最適な2.5V入力信号範囲の スイッチング・ソリューション

Ferenc Barany著

はじめに

デジタル・ビデオの導入に伴い、一般消費者を対象とする民生市場はこの数年間のうちに技術の革新化が進んでいます。新しい技術の採用によって、ビデオ信号のキャプチャ、ストレージ、伝送、表示において、低価格、高品質装置の設計と製造が可能になっています。高解像度TV信号に関連する新しい規格およびインターフェースで要求される条件に従って、各ビデオ・ソースの信号数と帯域幅が増加しています。コンポジット・ビデオ (CVBS) 信号に対して要求される4~6MHzの帯域幅と比較して、HDTVで要求される帯域幅は、解像度、垂直リフレッシュ・レート、スキャンモード(プログレッシブまたはインターレース方式)に応じて、数百MHzに達することがあります。さらに、ますます増加するビデオ・ソース間の信号スイッチングを実現するためには、従来よりも規模の大きいスイッチ・アレイが必要になります。

スイッチの設計者は、高い帯域幅と非常に数多くのチャンネルが要求される条件を満たすために、スイッチ・セルのアーキテクチャを変更する手法を採用することによって、このような傾向に対応しています。このアプリケーション・ノートでは、各種の異なるスイッチング・アーキテクチャについて説明し、一般的に利用されているビデオ・スイッチの性能に関して考察します。また、ADG794 HDTVビデオ・スイッチについても簡潔に説明します。

CMOSスイッチ

従来型のアナログ・スイッチは、図1に示すように並列に接続された2個のMOSトランジスタで構成されています。

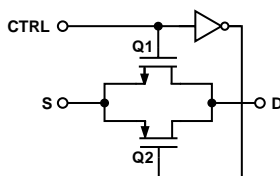


図1. CMOSスイッチの簡略回路図

CTRLピンがロジック・ハイレベルで駆動されるときに、Q1とQ2がともにオンになり、SまたはDのいずれかのピンに印加される信号がこの回路構造を通過します。CTRLピンがロジックのローレベルになると、この回路構造はOFF位置に切り替えられスイッチのように動作します。

CMOSスイッチの主要な利点は、オン抵抗特性(図2に示す ΔR_{ON})が比較的平坦であることと、レールtoレールの動作を可能にしていることです。このレールtoレールの動作によって、スイッチが図3に示すように振幅レベルが電源電圧よりも小さいか、またはこれに等しい入力信号を通過させるか、あるいはブロックできるようになります。スイッチのオン抵抗絶対値と抵抗特性の平坦性が入力信号範囲内で可能な限り低く維持されるので、信号歪みが最小限に抑えられます。

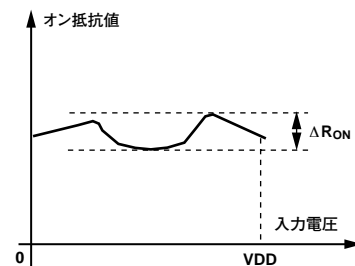


図2. CMOSスイッチのオン抵抗特性

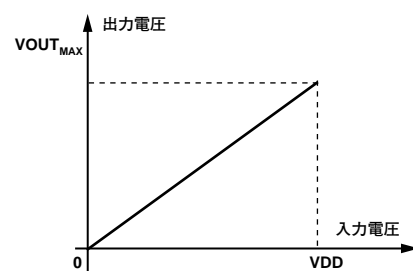


図3. CMOSスイッチの伝達関数

CMOSスイッチング・セルの主な欠点は、ソースおよびドレイン(S、D)ピン上に存在する寄生容量の増加に伴う帯域幅の低下です。CMOSスイッチの小信号等価回路を図4に示します。

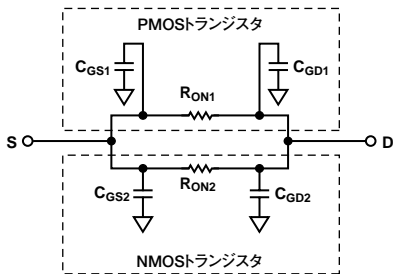


図4. 小信号等価回路

オン抵抗値とソース・ピンおよびドレイン・ピン上に存在する寄生容量を小さくすることによって、より高い帯域幅を確保することができます。

NMOSスイッチ

NMOSトランジスタはPMOSトランジスタよりも本来的に帯域幅が高いので、CMOSスイッチの帯域幅を増大させる最も簡単な方法は、PMOSトランジスタを排除し、CMOSスイッチをNMOSのみのスイッチに変更することです。この方法によって寄生容量を低下させ、スイッチ・セルの物理的なサイズを削減できるので、単位面積あたりのスイッチ実装個数が増やせます。このNMOSスイッチの代表的なオン抵抗特性と伝達関数をそれぞれ図5と図6に示します。

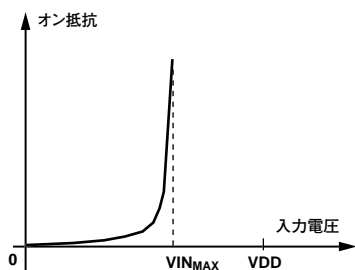


図5. NMOSスイッチのオン抵抗特性

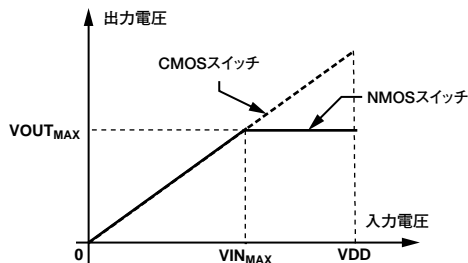


図6. NMOSスイッチの伝達関数

図6には、CMOSスイッチと比較したNMOSスイッチの入力信号範囲を図示しています。NMOSのみのスイッチを採用すると、入力信号範囲がVDDからV_IN_MAXまで狭められます。このスイッチに印加される電圧がV_IN_MAXを超えると、NMOSトランジスタはターンオフになり、図7に示すように出力電圧がV_OUT_MAXのレベルにクランプされます。

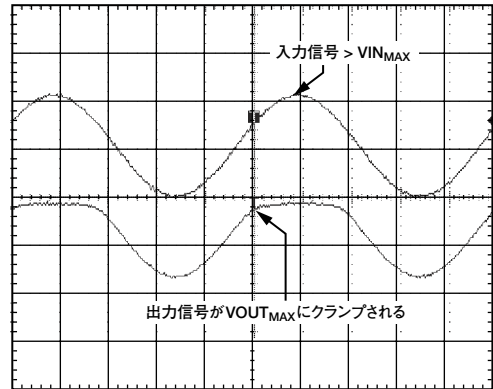


図7. 出力信号のクランピングによる影響

ビデオ信号がスイッチに印加され、そのピークtoピーク振幅がV_IN_MAXを超えると、クランピングによってルミネランスとクロミネランスの両方の成分が変化します。ルミネランス成分の場合は、表示可能なルミネランス・レベルの最大数が制限されるので、画像の解像度が低下します。クロミネランス成分の変化は色の飽和に影響を及ぼし、誤った色で表示される可能性もあります。この影響度を図8に示します。



入力ビデオ信号



クランプされた出力ビデオ信号

図8. 出力ビデオ信号に対するクランピングの影響

クランピングに起因して発生する歪みを回避するためには、スイッチの信号範囲を予測される最大の入力信号が通過できるように十分に広くすることが必要です。現在販売されているビデオ・スイッチの大部分は、入力信号範囲が0~2Vであるため、この要求条件は非常に重要です。ビデオ信号の振幅が0.7~2.5V_{p-p}の範囲で変動する可能性があることを考慮すれば、この入力信号範囲ではすべてのビデオ・ソースのニーズに応えるのに十分ではありません。ADG794は独自のアーキテクチャの採用によって、入力信号範囲を2.5Vまで拡張するとともに、HDTVアプリケーションで要求される高い帯域幅も堅持することで、このような問題を克服しています。

ADG794 – HDTVビデオ・スイッチ

アナログ・デバイスサイズのADG794ビデオ・スイッチは、コンパクトな16ピンのQSOPパッケージに4個のSPDT(単極双投)スイッチを内蔵しています。各スイッチの動作は、INと $\overline{\text{EN}}$ の各ピンから利用できる2ビットの平行・インターフェース経由で制御されます。INピンに入力されるロジック・レベルに基づき、どの入力を選択するかを制御し、 $\overline{\text{EN}}$ ピンはすべてのスイッチをイネーブルまたはディスエーブルに設定するので、複数のADG794を並列に接続して、従来よりも規模の大きいスイッチング・アレイを構成することができます。

ADG794の主要な特長は、以下のとおりです。

- 入力信号範囲：0~2.5V(5V電源動作時)
- 帯域幅：300MHz(代表値)
- オン抵抗値：5 Ω (代表値)
- オン抵抗平坦性：0.68 Ω
- 電源電圧：3Vまたは5V
- 無負荷時電源電流：1 μ A(最大値)
- オフ・アイソレーション：-65dB(代表値)
- チャンネル間クロストーク：-70dB(代表値)
- 高速スイッチング時間： $t_{\text{ON}}=7\text{ns}$ 、 $t_{\text{OFF}}=5\text{ns}$

ADG794の詳細が掲載されたデータシートは、弊社Webサイト(www.analog.com)でダウンロードできます。

高帯域幅と拡張入力電圧範囲を持つADG794は、信号振幅が最大で2.5Vまで高くなる可能性のあるビデオ・スイッチング・アプリケーションでも、クランピング歪みを起こさずに利用することが可能です。

結論

高性能ビデオ・スイッチの設計を行う際には、帯域幅、消費電力、パッケージ・サイズに加えて、ビデオ・スイッチの入力信号範囲を慎重に考慮してください。ADG794は高帯域幅、低消費電力、拡張入力信号範囲により、高性能のビデオ・スイッチとして費用効果の優れたソリューションを提供します。