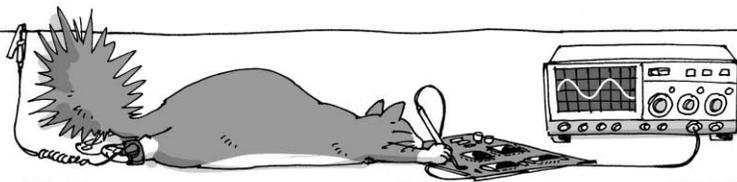


理論と実験で分かる!



高速時代の計測・プロービング入門

第3回 高周波信号の集まり「デジタル信号」の測定 正しいグラウンドで正しく測る

石井 聡 Satoru Ishii

今回から3回に分けて、デジタル回路の計測とプロービング方法を説明していきます。デジタル回路とはいえ、結局は電気信号。そのことを考えれば、デジタルでもアナログでも考え方に全く差異がないことはご理解いただけるでしょう。

ここでは、数十MHzのクロック速度のデジタル回路について主に説明します。より高速なデジタル信号伝送の計測については、連載の後半で紹介する予定です。

デジタル信号の正体

● 10 MHzのクロック信号には100 MHz近い周波数成分が含まれている

「デジタル回路はつなげば動く」といわれたのは、既に20年近く前の昔話なのかもしれません。最近ではデジタル回路が高速になり、数百MHz、場合によるとGHzの動作速度もあり得ます。

そうでなくても、デジタル信号の立ち上がりはもともと高速です。例えば10 MHzの繰り返しクロック信号であっても、信号には5~9倍(50 M~90 MHz)のとても高い周波数成分つまり「高周波信号」が含まれています。

● デジタル信号はアナログ信号として測定すべき
デジタル信号に高周波成分が含まれていることで、

信号波形は鈍り、反射や過渡変動、共振などにより振動します。実際にその信号を計測してみると、図3-1のように、とても「1/0」のデジタル信号ではなくアナログ信号であるかのように見えてきます。

“H”か“L”かを観測するだけなら、簡便に「とりあえず」プロービングしておけばよいのですが、タイミング・マージンの検証やバス衝突、不安定なロジック・レベルのデバッグなど、開発途中で直面する問題を適切に解決することはできません。

デジタル回路の計測とプロービングでもアナログ

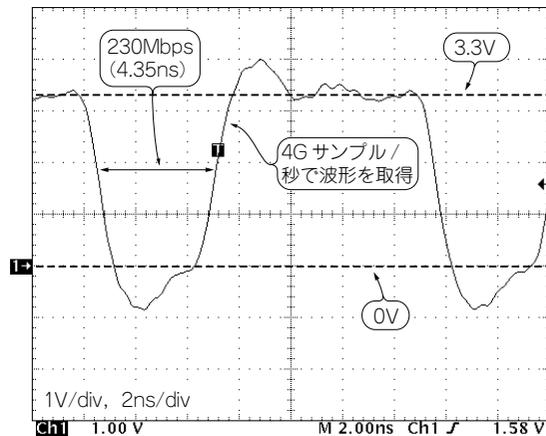


図3-1 デジタル信号は実はアナログ信号(230 Mbpsの3.3V CMOS信号)

表A 連載に登場する用語の定義

用語	意味
計測系	測定器とプローブを合わせた計測に必要なもの
測定対象	実際に計測系で計測・プロービングされる「回路側」を指す
回路	ほぼ測定対象と同じ意味で、多くの個所で文脈に合わせて用いていく
計測の確かからしさ	計測した結果が本来の物理量と比較してどれだけ正確に出ているか

表B 計測に必要な四つのポイント

物理的な要因	測定対象物 誤差要因
計測・プロービングを行うための理論的アプローチ	測定対象と計測系のモデル化 測定対象と計測系を合わせた誤差要因の解析