

# 重点企画 IoT時代の新卒エンジニアに贈る

先輩の技  
を盗んで  
即戦力!



## LTspice×実験で高速開発! アナログ回路のシミュレーション設計術

百戦錬磨のプロはこうやって  
アンプやフィルタの性能を出している

漆谷 正義 Masayoshi Urushidani

本コーナーでは、フリーで制限もない人気の電子回路シミュレータLTspiceを利用したアナログ回路の作り方と性能アップの方法を紹介します。

アナログ回路はデジタル回路と違い、回路図どおりに組んでも、思いどおり動かなかったり、性能が出なかったりします。デジタル回路は、0Vと3.3Vの安定した2つの値で電圧で信号を伝えるので数mVのノイズが加わっても問題ありません。しかしアナログ回路は、数 $\mu$ Vの微小な電圧も意味をもつほど繊細な電子回路で、部品の特性のばらつきや、温度や湿度を始めとする周辺環境、プリント基板やリード線に潜む寄生容量やインダクタンスの影響を受けます。

アナログ回路は、一度の試作で期待通りの性能が出ることはまれです。たいてい、部品の取り外し

とはんだ付けを繰り返して定数をチューニングしたり、試作基板のプリント・パターンを切り貼りしたりする作業に追われます。1次試作で性能が十分にでない場合は、2次試作、3次試作…というふうになり、プリント基板を何度も作り直したりもします。

こんなときは、プロの間でも人気のLTspiceというフリーで無制限の回路シミュレータがおすすめですよ。

▶回路シミュレータの結果を鵜呑みにしてはいけません。シミュレータは、性能の変化の傾向を見極めたり、動作メカニズムを理解したりするときに利用する「道具」にすぎません。シミュレーションだけで設計を終わらせず、実機での動作確認を必ず行ってください。

(編集部)

### リアル実験とシミュレーションの 両刀使いが今どき

#### ● 実験の利点

実験のよい点は、電源の影響、部品のばらつき、外来ノイズなどの影響がわかることです。実際の回路では、配線相互の影響や外来ノイズを考慮してシールドを施したりします。

匂いや温度を感じることができるのも実験の利点です。バーチャルな加湿器から湯気が出てくることはありません。

#### ● シミュレーションの利点

シミュレータを利用すると次のようなことが可能になります。

- 作る前に回路図の配線や定数のミスを発見できる

- 数千Aを流したり、数万Vを加えたり、思い切り科学実験できる
- 多くの定数の組み合わせや温度条件を一瞬で変えて特性のばらつきや変化の傾向を調べることができる
- 真空管アンプなど、世界の名器(ビンテージ)を再現できる
- トラブルの原因を原理的に解析して、説得力あるレポートを作れる
- 世界中のエンジニアと回路データを交換できる

部品の定数をばらつかせるモンテカルロ解析を実行すると、量産時の不良率が一瞬で求まります。最大定格を超える電圧、逆電圧を加えることもできます。

数百万円以上もする高価な測定器がなくても、マイクロ波や超低周波の信号を発生させたり、負帰還回路のループ特性を確認することもできます。温度特性の評価も恒温槽なしで可能です。

実験では電流を測定するときに、プリント・パターンを切断して抵抗を挿入する面倒な作業をしたりしま

【セミナー案内】波形で実演! ワイヤレス通信におけるデジタル変復調の基礎 [講師] による実験実演付き] —— 基本的な無線データ伝送からOFDMまで、SPICEシミュレータで波形を確認 [講師] 石井 聡 氏, 5/27(土) 18,000円(税込) <http://seminar.cqpub.co.jp/>