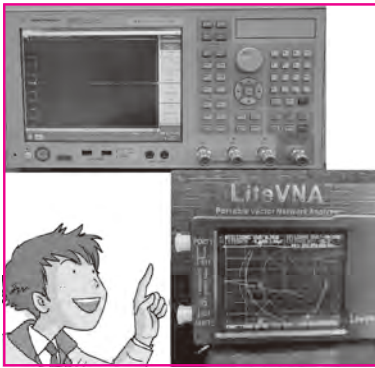




第2章

ポイントを押さえて
実用的に使いこなす

NanoVNA の測定原理と 技術的な工夫点

エンジニア Engeer

本稿では、ネットワーク・アナライザを使いこなすために必要な基礎知識を高周波回路初心者の方にもわかりやすいようにかみ砕いて解説したあとに、NanoVNAが従来のネットワーク・アナライザと比較して低コスト化することができた要因を技術的な観点から探ってみます。

そもそもSパラメータって何？

高周波の説明で必ずと言ってよいほど登場するSパラメータ(Scattering parameters)ですが、一般的な電気/電子回路にはほとんど登場しないため、なじみが薄い読者も多いはずです。まずは、Sパラメータがどのようなものなのかを紹介します。

● 回路パラメータの種類

Sパラメータのほかにも、回路の性質を表すパラメータとしてFパラメータ、Hパラメータ、Zパラメータ、Yパラメータなどが存在します。これらのパラメータは、ブラック・ボックス化された2端子対回路(4端子回路)の電圧と電流の関係を図1のように行列式で表します。

これらの回路パラメータはいずれも、ある端子から流入した電流はほかの端子から出力される、という性質をもちます。複数の回路を縦続接続して組み合わせたシステム全体の特性は、回路パラメータ同士の行列計算によって求められます。

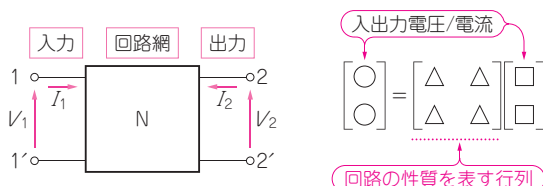


図1⁽⁸⁾ 2端子対の回路パラメータの表し方
ある回路網の入出力の電圧と電流の関係を行列式で表す

● Sパラメータ

Sパラメータは、高周波回路の特性を表す際に利用されています。ほかの回路パラメータは電圧と電流をもとに回路の特性を表しますが、Sパラメータでは図2のように入射波と反射波をもとにして、回路の性質を表します。

電圧と電流を扱わない理由は、高周波では回路の寄生成分の影響により、電圧や電流を正しく測定することが難しくなるからです。

高周波では、基準インピーダンス(50Ωがよく使われる)を基にした電力で回路の特性を表します。この入射電力と反射電力の関係性を表すのがSパラメータです。

▶ Sパラメータの概念

2端子対のSパラメータでは、一方の端子をポート1、もう一方の端子をポート2と呼び、入射波aと反射波bをもとに2×2の行列式で回路の特性を表します。2×2のSパラメータの各要素の意味は次のとおりです。

- S_{11} ：ポート1の反射係数
- S_{21} ：ポート1からポート2への伝送係数
- S_{22} ：ポート2の反射係数
- S_{12} ：ポート2からポート1への伝送係数

注意すべき点は、信号の入出力の向きと添字の関係です(図3)。直感的には入力ポート→出力ポートの順のほうがわかりやすいように思えますが、Sパラメータ

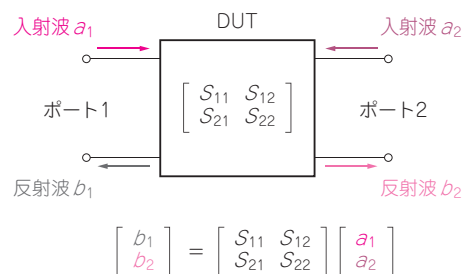


図2⁽¹⁾ Sパラメータは入射波と反射波をもとにして回路の性質を表す