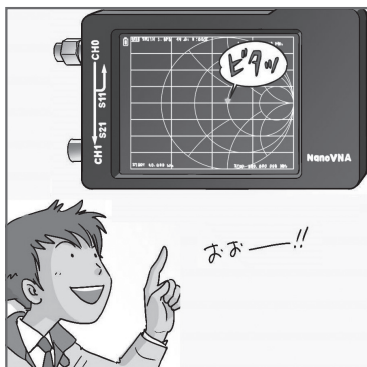


第4部 令和の神器NanoVNA系！超オススメの研究

第1章 NanoVNA時代のCOMMON SENSE… 測れるものからキャリブレーションまで

測定の前に… ネットワーク・アナライザ入門

エンジニア Engeer



NanoVNAの登場によって、一昔前は高級測定器の代表格であったネットワーク・アナライザ(ネットアナ)も、個人で入手可能になりました。低価格ネットワーク・アナライザは、ソフトウェア無線的なアプローチ、つまり大部分の処理をマイコンやFPGAが担うことによってアナログ回路を簡略化し、それがひいては低価格化につながっています。ただし、実際にさまざまな回路を評価するにあたっては、やはりネットワーク・アナライザの測定原理からきちんと理解しておく必要があります。

そこで本章では、NanoVNA時代に必要となるネットアナの基礎知識を解説します。

ネットワーク・アナライザの基礎知識

■ どんな測定器？

● ネットワーク・アナライザの用途

ネットワーク・アナライザは、回路網(ネットワーク)の特性を解析(アナライズ)するために使用される

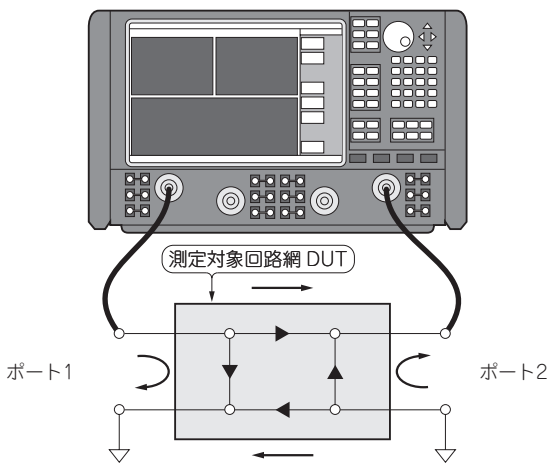


図1 ネットワーク・アナライザの信号の流れ
ポート1、ポート2それぞれから信号を入力してDUTの反射/伝送特性を測定する

測定器です。具体的には、測定対象となる回路網(DUT: Device Under Test)に対して信号を注入し、信号の反射/伝送特性を測定します(図1)。

高周波回路の分野でよく使用される測定器であるため、一般的な電子回路設計者にとってはなじみが薄いかもかもしれません。

ここで、DUTのポート数が2ポートだったとすると、ポート1から入射した信号は一定の割合でポート2へと到達するとともに、その一部は反射してポート1へと戻ってきます。そして、ポート2から信号を入射したときも同様に、ポート1へと信号が伝送しつつ一部が反射してポート2へと戻ってきます。

この各ポートから信号を入射した際の反射/伝送の程度を測定するための測定器が、ネットワーク・アナライザです。そしてネットワーク・アナライザでは、この反射/伝送の程度をSパラメータとして表します。

■ Sパラメータとは

Sパラメータも高周波回路や部品の特性を表す際によく使用されている表現方法で、ネットワーク・アナライザとセットで扱われることが多いです。電気/電子回路の分野において回路網の特性を表すパラメータとしては、Fパラメータ(ABCDパラメータ)、Zパラメータ(インピーダンス)、Yパラメータ(アドミタンス)、Hパラメータなどがあります。これらのパラメータは、いずれもブラック・ボックス化した回路網の電圧と電流の関係性を表すことができます。

一方で、Sパラメータはというと、電圧や電流といった物理量を直接扱うわけではなく、入射信号に対する反射/伝送の比率を表します(図2)。そのため、Sパラメータは電圧Vや電流Iではなく、入射波aと反射波bの関係性として表されます。

$$\begin{bmatrix} b_1 \\ b_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} S_{11} & S_{12} \\ S_{21} & S_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix}$$

2ポートのSパラメータは、4つの要素によって構成され、各要素は以下のように定義されています。