# Calibration de VNA

F4IHX - Mehdi Khairy

2019-09-07

# Contents

# 1 Introduction

Un VNA est un appareil mesurant 1 (ou N) ratio entre un signal émis $a1$ et une image du signal transformé par un système linéaire $b1$. Cette mesure est une mesure complexe, ainsi elle contient une information de phase et d'amplitude (au contraire d'un analyseur scalaire qui ne mesure d'une information d'amplitude).

ICI Schéma

$$\begin{aligned}
ref &= \alpha.a1 \\
meas &= \beta.b1 \\
\frac{meas}{ref} &= \frac{\beta.b1}{\alpha.a1} \\
R &= \frac{\beta}{\alpha} \\
\frac{meas}{ref} &= R.\frac{b1}{a1}
\end{aligned}$$

Les coefficients $\alpha$ et $\beta$ sont constants (à une fréquence donnée) ils seront donc absobés dans la calibration (à justifier !)

# 2 Calibration 1 port

## 2.1 Paramètres S

Nous reprendrons un schéma proche de celui que l'on trouve chez Agilent avec un port parfait et une matrice de biais (sous forme de paramètres S).

$$
\begin{aligned}
b1 &= a1.B_{11} + a2.B_{12} \\
b2 &= a1.B_{21} + a2.B_{22}
\end{aligned}
$$

On remarquera que dans la calibration mono port $a2 = b2.\Gamma_l$. On peut ici utiliser un diagramme de flux ou simplement développer les équations précédentes.

$$
\begin{aligned}
b2 &= -\frac{(E_{21}.a1)}{E_{22}.\Gamma_l - 1} \\
b1 &= \frac{a1.(E_{11}.E_{22}.\Gamma_l - E_{12}.E_{21}.\Gamma_l - E_{11})}{E_{22}.\Gamma_l - 1} \\
\frac{b1}{a1} &= \frac{\Gamma_l.(E_{11}.E_{22} - E_{12}.E_{21}) - E_{11}}{E_{22}.\Gamma_l - 1}
\end{aligned}
$$

Dans ce cas de figure la caracterisation complete de la matrice d'erreur n'est pas importante, ce qui compte c'est de trouver des coefficients de compensation. En resolvant l'équation précédente pour $\Gamma_l$ on peut trouver les inconnues regroupables en termes. Définissons $\Gamma_m$ comme la mesure du rapport $\frac{b1}{a1}$

$$
\begin{aligned}
\Gamma_m &= \frac{\Gamma_l.(E_{11}.E_{22} - E_{12}.E_{21}) - E_{11}}{E_{22}.\Gamma_l - 1} \\
\Gamma_l &= \frac{\Gamma_m - E_{11}}{(E_{11}.E_{22} - E_{12}.E_{21}) - E_{22}.\Gamma_m}
\end{aligned}
$$

$\Gamma_l$ est donc exprimable en fonction de 3 termes:
- $E_{11}$
- $E_{22}$
- $(E_{11}.E_{22} - E_{12}.E_{21})$

Définissons donc $\Delta = (E_{11}.E_{22} - E_{12}.E_{21})$.

$$
\Gamma_m = \frac{\Gamma_l.\Delta - E_{11}}{E_{22}.\Gamma_l - 1}
$$

## 2.2 Mesures

Le système est donc maintenant dépendant de 3 variables et nous pouvons réaliser trois mesures.

### 2.3 Calibration SOL