

ADRET ELECTRONIQUE

MESURES AVEC FAIBLE RAPPORT SIGNAL/BRUIT

Note technique

N° 161

Page 1 / 4

### INTRODUCTION

Dans le cas de la mesure de très faibles signaux ou de celle de niveaux de bruits très bas, le bruit de l'instrument de mesure intervient et fausse les résultats.

Ce problème se pose à deux reprises dans la mesure des spécifications du 7100, tout d'abord pour la mesure du plancher de bruit (avec analyseur de spectre HP), ensuite pour la mesure du niveau de sortie à -130 dBm (ECF 190).

Le but de la présente note est de préciser la manière dont se combinent les signaux et le bruit, ou les bruits entre eux et de définir les facteurs de correction qui doivent être appliqués.

### DOMAINE D'APPLICATION

Les lois d'addition des signaux, telles qu'elles vont être montrées, ne peuvent s'appliquer qu'à des signaux non corrélés, c'est-à-dire ne présentant pas de relation de phase.

Ces lois s'appliquent donc à l'addition d'un signal cohérent et d'un bruit blanc ou de deux bruits blancs d'origine différente.

### LOI D'ADDITION DES SIGNAUX

Les signaux définis précédemment s'ajoutent quadratiquement c'est-à-dire selon la relation :

$$R = \sqrt{A^2 + B^2}$$

dans laquelle : R est le niveau résultant,

A et B sont les signaux à sommer.

### CAS D'UN MESUREUR AVEC BRUIT RESIDUEL NON NEGLIGEABLE

Soit à mesurer un signal de l'ordre de -130 dBm, avec un instrument de mesure dont le niveau de bruit résiduel est à -135 dBm.

Si M est le niveau du signal mesuré,  
B le niveau du bruit résiduel,  
X le niveau réel du signal à mesurer.

$$M = \sqrt{X^2 + B^2} \quad \text{d'où} \quad X = \sqrt{M^2 - B^2}$$

Soit en dB :

$$\begin{aligned} m &= 20 \cdot \text{Log} M \Rightarrow \text{Log} M = \frac{m}{20} \Rightarrow M = 10^{\frac{m}{20}} \Rightarrow M^2 = 10^{\frac{m}{10}} \\ b &= 20 \cdot \text{Log} B \\ x &= 10 \cdot \text{Log} (10^{m/10} - 10^{b/10}) \quad \left( x = 20 \cdot \text{Log} \sqrt{\dots} \right) \quad \dots = 20 \text{Log} \dots \end{aligned}$$

exemple : Soit un niveau mesuré m de : -129 dBm.

On a donc :

$$x = 10 \cdot \text{Log} (10^{-129/10} - 10^{-135/10}) = -130,26 \text{ dBm}$$

Ce calcul fait donc apparaître une influence du bruit résiduel du mesureur jouant sur 1,26 dBm, ce qui n'est pas négligeable.

### APPLICATION PRATIQUE

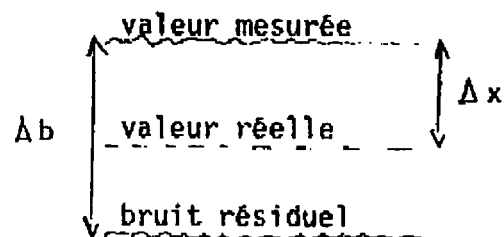
Si nous envisageons le cas pratique tel qu'il se présente, il vaut mieux calculer le correctif à apporter à une mesure m effectuée avec un instrument dont le bruit résiduel est de b (en dB), pour obtenir le niveau réel x. Dans ce cas, m est la référence, c'est-à-dire le niveau zéro.

$$\text{Si } m = 0 \quad \longrightarrow \quad \boxed{\Delta x = 10 \cdot \text{Log} (1 - 10^{b/10})}$$

Le calcul de ce correctif pour différents rapports de protection

(rapports exprimés en dB, entre le niveau mesuré et le bruit)  
 permet d'établir le tableau suivant :

$\Delta b$	$\Delta x$
1	6,8
2	4,3
3	3
4	2,2
5	1,65
6	1,26
7	0,96
8	0,75
9	0,58
10	0,45



### EXEMPLES

1er exemple : mesure d'un atténuateur.

bruit résiduel : -133 dBm

bruit mesuré : -128 dBm

$$\Delta b = -133 - (-128) = -5 \text{ dBm}$$

$$\Delta x = -1,65$$

d'où valeur réelle :  $-128 - 1,65 = -129,65 \text{ dB}$

2ème exemple : mesure du bruit plancher d'un 7100.

Cette mesure s'effectue à l'aide d'un analyseur de spectre 8558 sans perdre de vue le fait que le mélangeur d'entrée de cet instrument ne doit pas être saturé, c'est-à-dire que le niveau injecté à l'entrée ne doit pas dépasser le niveau de l'échelle rouge située en face de l'index de l'atténuateur. Sans cette précaution l'analyseur n'est plus linéaire et la mesure n'a aucune signification. Après étalonnage, il est possible d'augmenter le gain vertical sous réserve de respecter la condition précédente.

a) Déconnecter le signal d'entrée. Mesurer le niveau de bruit résiduel. ex. : -145 dB/Hz.

b) Reconnecter le signal. Soit un point du bruit large bande mesuré à : -141 dB/Hz.

$$\Delta b = -145 - (-141) = -4 \text{ dB}$$

$$\Delta x = -2,2 \text{ dB}$$

niveau du bruit réel :  $-141 - 2,2 = -143,2 \text{ dB/Hz}$ .

