

計測器校正の勘どころ

測定編(第1回)・パワーメータの不整合不確かさ

アンリツ計測器カスタムサービス株式会社
計測標準センター
山崎 俊雄

《はじめに》

早いものでこの連載を始めてから1年が経ちました。ここまで続けられたのも読者の皆様のご支援の賜物と感謝しております。さて、今回より測定編と題して、日ごろお使いいただいている計測器の測定に係るちょっとした勘どころをご紹介していきたいと思います。昨年同様、本年もご愛顧を賜りますようよろしくお願いをいたします。

1. パワーメータで高周波電力を測る

測定編の第1回目として、パワーメータによる高周波電力測定の不整合不確かさを取り上げます。ここでは、パワーメータにパワーセンサを接続したときにパワーメータが表示する値を測定値とすることにします。

2. 測定のモデル

高周波電力測定の接続図を図1(上)に示します。このときのシグナルフローグラフは図1(下)のようになり、このとき a_2 の高周波電力 (P_i) と b_2 の高周波電力 (P_r) を求めると式(1)のようになります。ここで、 Γ_g は信号発生器の反射係数、 Γ_1 はパワーセンサの反射係数、 Z_0 は回路の特性インピーダンスを示します。

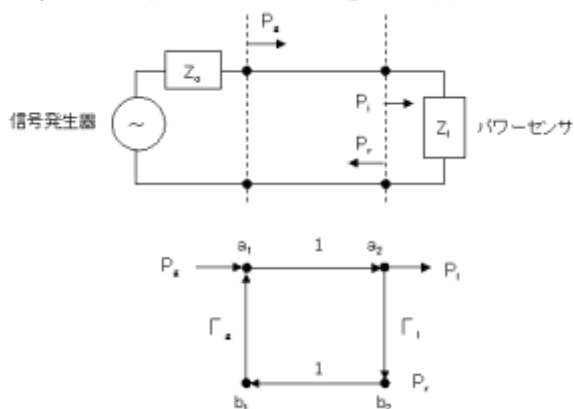


図1 高周波電力測定の接続図(上)とシグナルフローグラフ(下)

3. パワーセンサでの消費電力

パワーセンサで消費される電力 (P_c) は $P_i - P_r$ なので、式(2)のように表すことができます。実際にパワーメータに表示される高周波電力は P_i なので、式(2)を P_g に

$$\left. \begin{aligned} P_i &= \frac{|a_2|^2}{Z_0} = \frac{|a_1|^2}{Z_0} \frac{1}{|1 - \Gamma_g \Gamma_1|^2} \\ P_r &= \frac{|b_2|^2}{Z_0} = \frac{|a_1|^2}{Z_0} \frac{|\Gamma_1|^2}{|1 - \Gamma_g \Gamma_1|^2} \end{aligned} \right\} \dots (1)$$

$$P_i - P_r = \frac{|a_1|^2}{Z_0} \frac{1 - |\Gamma_1|^2}{|1 - \Gamma_g \Gamma_1|^2} = \frac{1 - |\Gamma_1|^2}{|1 - \Gamma_g \Gamma_1|^2} P_g \dots (2)$$

$$P_g = \frac{|1 - \Gamma_g \Gamma_1|^2}{1 - |\Gamma_1|^2} P_i \dots (3)$$

$$P_g = (1 \pm 2|\Gamma_g||\Gamma_1|) P_i \dots (4)$$

ついて解くと式(3)のようになります。ここで Γ_g が十分小さい場合、 $|\Gamma_g \Gamma_1|^2 = 0$ 、 $|\Gamma_1|^2 = 0$ と近似できるので、式(3)は式(4)のようになります。

4. パワーメータにおける測定の不確かさ

Γ_g と Γ_1 はベクトル量なので、式(4)の括弧内の第2項は位相回転により $-2|\Gamma_g||\Gamma_1|$ から $+2|\Gamma_g||\Gamma_1|$ までの値を取りえます。実際にパワーメータに表示されるのは P_i なので、式(4)の $\pm 2|\Gamma_g||\Gamma_1|$ だけ、 P_g とは差異が生じることになるのです。この $\pm 2|\Gamma_g||\Gamma_1|$ は、このままでは容易に補正することは出来ません。

この $\pm 2|\Gamma_g||\Gamma_1|$ は不整合不確かさと呼ばれており、パワーメータでの高周波電力の測定で考慮しなければならない事象として広く認識されています。パワーメータを取扱う際に覚えておくとう有益な情報です。

チェック!

パワーメータによる高周波電力の測定には、信号発生器とパワーセンサの反射特性を把握しておくことが必要です。 $\pm 2|\Gamma_g||\Gamma_1|$ は不整合不確かさと呼ばれています。 Γ_g が小さいと不整合不確かさが軽減されます。