JCSS
Japan Calibration
Service System

JCSS

不確かさの見積もりに関するガイド

【30 dB 設定での同軸ステップ減衰器】

登録に係る区分： 電気（高周波）及び電磁界
校正手法の区分の呼称： 高周波測定器等

第 8 版
（JCG211S11-08）

改正：2026 年 4 月 1 日

独立行政法人製品評価技術基盤機構
適合性評価推進センター 認定センター

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

目 次

1. はじめに……3
2. 測定システムの概要……3
3. 被校正減衰器の減衰量……3
4. 標準減衰器……4
5. 標準減衰器に対する経年変化の補正値……4
6. 不整合損失……4
7. 漏れ信号の影響……5
8. 相関……5
9. Lp……5
10. 不確かさのバジェット……6
11. 拡張不確かさ……6
12. 報告結果……6
13. 参考文献……6

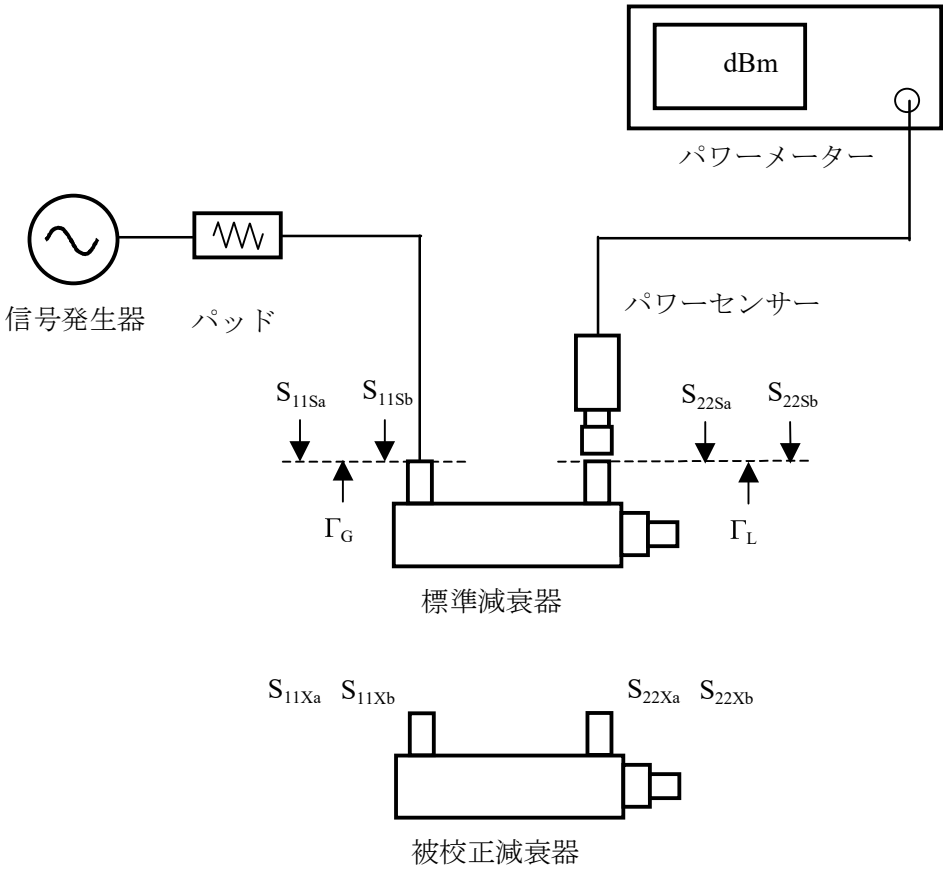
このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

JCSS
不確かさの見積りに関するガイド
【30 dB 設定での同軸ステップ減衰器の校正】

1. はじめに:

被校正減衰器は、減衰量の設定が可能な同軸ステップ減衰器とする。この被校正減衰器の 10 GHz における 30 dB の減衰量の値は、0 dB に設定した減衰量と 30 dB に設定した減衰量の差として定義される。減衰量測定システムは、標準減衰器として減衰量が校正された同軸ステップ減衰器、信号発生器、信号発生器と減衰器の不整合損を減少させるパッド及び電力を測定するパワーセンサ／パワーメータからなる。測定は標準減衰器と被校正減衰器を取り替え、標準減衰器を通過した高周波電力と被校正減衰器を通過した高周波電力の比較を行うことにより行う。

2. 測定システムの概要



3. 被校正減衰器の減衰量:

被校正減衰器の減衰量 L_X は次の関係から得られる。

$$L_X = (L_S + L_D) + L_P + L_M + L_K \qquad (1)$$

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

ここで:

L_S － 標準減衰器の減衰量

L_D － 経年変化による最終校正以来の標準減衰器の減衰量への補正値

L_M － 不整合損失

ただし、

$L_M = L_{MX} - L_{MS}$ （2）

L_{MS} － 標準減衰器が接続されている時の不整合

L_{MX} － 被校正減衰器が接続されている時の不整合

L_K － 漏れ信号の影響

L_p は次式から求められる。

$$L_p = \left|L_{pX30} - L_{pX0}\right| - \left|L_{pS30} - L_{pS0}\right| \quad (3)$$

ただし、

L_{pS0} － 標準減衰器を 0 dB に設定した時のパワーメータの指示値（dBm）

L_{pS30} － 標準減衰器を 30 dB に設定した時のパワーメータの指示値（dBm）

L_{pX0} － 被校正減衰器を 0 dB に設定した時のパワーメータの指示値（dBm）

L_{pX30} － 被校正減衰器を 30 dB に設定した時のパワーメータの指示値（dBm）

4. 標準減衰器（L_S）:

標準減衰器に対する校正証明書には、0.005 dB の拡張不確かさ（包含係数 k=2）で、30.000 dB 設定の 10 GHz における減衰量は 30.003 dB と記載されている。

5. 標準減衰器に対する経年変化の補正値（L_D）:

標準減衰器の減衰量の経年変化は、その校正履歴よりゼロであり、限界値±0.002 dB であると推定される。

6. 不整合損失（L_M）:

信号源とパワーセンサの反射係数の絶対値と標準減衰器の S パラメータの絶対値は測定されたが、位相は未知のままである。位相の情報がなければ不整合誤差の補正はできないが、整合の不完全な知識による標準不確かさ $u(L_M)$（dB で）は、文献[1]等に示される関係から推測される:

$$u(L_M) = \sqrt{u(L_{MS})^2 + u(L_{MX})^2} \quad (4)$$

$$u(L_{MS,X}) = \frac{8.686}{\sqrt{2}}\sqrt{|\Gamma_G|^2(|S_{11a}|^2 + |S_{11b}|^2) + |\Gamma_L|^2(|S_{22a}|^2 + |S_{22b}|^2) + |\Gamma_G|^2|\Gamma_L|^2(|S_{21a}|^4 + |S_{21b}|^4)} \quad (5)$$

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

但し、

$u(L_{MS})$ － 標準減衰器が接続されている時の不整合の標準不確かさ

$u(L_{MX})$ － 被校正減衰器が接続されている時の不整合の標準不確かさ

(5)式の各項の不整合の標準不確かさはU型分布と仮定して求められたが、不整合損失の標準不確かさは(4)、(5)式を用いてそれらを合成したものである。比較的大きな標準不確かさを持つものが複数存在している場合には、その分布は正規分布と仮定することができる(文献[1])。

信号源とパワーセンサ反射係数は、次のようであった。

$\Gamma_L = 0.03$、$\Gamma_G = 0.03$

標準減衰器および被校正減衰器の 10 GHz における S パラメータは、それぞれ次のようであった。

標準減衰器の 10 GHz における S パラメータ

	0 dB	30 dB
S_{11S}	0.04	0.08
S_{22S}	0.01	0.01
S_{21S}	0.96	0.031

被校正減衰器の 10 GHz における S パラメータ

	0 dB	30 dB
S_{11X}	0.05	0.09
S_{22X}	0.01	0.01
S_{21X}	0.95	0.031

$u(L_{MS})$=0.017 dB, $u(L_{MX})$=0.020 dB, $u(L_M)$=0.026 dB になった。

7. 漏れ信号の影響 (L_K):

漏れ信号は、0 dB 設定での測定より、測定信号より 100 dB 以下と推定されている。漏れ信号の影響は、このことから 30 dB 設定で±0.003 dB の範囲内と推定される。

8. 相関:

いずれの入力量も意味のあるほど相関を有するとみなされない。

9. Lp:

L_{pS0}、L_{pS30}、L_{pX0}、L_{pX30} の4回の測定から求められる。

	標準減衰器		被校正減衰器		L_p
	L_{pS0}	L_{pS30}	L_{pX0}	L_{pX30}	
1	0.001 dBm	−30.007 dBm	0.000 dBm	−30.009 dBm	0.001 dB
2	0.002 dBm	−30.004 dBm	0.001 dBm	−30.011 dBm	0.006 dB
3	0.002 dBm	−30.005 dBm	0.002 dBm	−30.008 dBm	0.003 dB
4	0.001 dBm	−30.004 dBm	0.001 dBm	−30.009 dBm	0.005 dB

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

平均 $\overline{L_{\mathrm{p}}} = 0.0038\mathrm{dB}$

実験標準偏差 $s\left(L_{\mathrm{p}}\right) = 0.0022\,\mathrm{dB}$

標準不確かさ $u\left(L_{\mathrm{p}}\right) = s\left(\overline{L_{\mathrm{p}}}\right) = \dfrac{0.0022\,\mathrm{dB}}{\sqrt{4}} = 0.0011\,\mathrm{dB}$

備考:L_{pS0} と L_{pX0} の測定、及び L_{pS30} と L_{pX30} の測定は、それぞれ同じレンジで行われるので、パワーメータのレンジの違いによる影響は無視できる。また、同じレンジ内におけるレベル変化測定の不確かさは、標準減衰器の 30 dB, 31 dB による校正から、0.001 dBm/dB 以下なので、減衰量の変化が 0.01 dB 以下の測定ではこの影響は無視できる大きさである。

10. 不確かさのバジェット (L_X):

量 X_i	推定値 x_i	標準不確かさ $u(x_i)$	確率分布	感度係数 c_i	不確かさの寄与 $u_i(y)$
L_{S}	30.003 dB	0.0025 dB	正規	1.0	0.0025 dB
L_{D}	0 dB	0.0012 dB	矩形	1.0	0.0012 dB
L_{p}	0.004 dB	0.0011 dB	t	1.0	0.0011 dB
L_{M}	0 dB	0.026 dB	正規	1.0	0.026 dB
L_{K}	0 dB	0.0017 dB	矩形	1.0	0.0017 dB
	30.007 dB				0.026 dB

11. 拡張不確かさ:

$$U = k \times u\left(L_{\mathrm{X}}\right) = 2 \times 0.026\,\mathrm{dB} = 0.052\,\mathrm{dB}$$

12. 報告結果:

10 GHz での 30 dB 設定に対するステップ減衰器の測定値は(30.007±0.052) dB である。
報告された測定の拡張不確かさは、標準不確かさに包含係数 k=2 を乗じて得られ、正規分布に対し約 95 %の包含確率に対応する。

13. 参考文献:

[1]Harris, I.A.; Warner, F.L.: Re-examination of mismatch uncertainty when measuring microwave power and attenuation. In:IEE Proc., Vol.128, Pt. H, No. 1, Febr.1981

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。

主な改正事項

・組織改編に伴う名称の変更

以上

このファイルを複写したファイルや、このファイルから印刷した紙媒体は非管理文書です。