

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION**ACCREDITATION CERTIFICATE****N° 2-41 rév. 7**

Le Comité Français d'Accréditation (Cofrac) atteste que :
The French Committee for Accreditation (Cofrac) certifies that :

LNE

N° SIREN : 313320244

Satisfait aux exigences de la norme **NF EN ISO/CEI 17025 : 2017**
Fulfils the requirements of the standard

et aux règles d'application du Cofrac pour les activités d'analyses/essais/étalonnages en :
and Cofrac rules of application for the activities of testing/calibration in :

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE /
HIGH FREQUENCY ELECTRICITY

ELECTRICITE COURANT CONTINU ET BASSE FREQUENCE / COURANT CONTINU - COURANT ALTERNATIF
DIRECT CURRENT AND LOW FREQUENCY ELECTRICITY / DIRECT CURRENT - ALTERNATIVE CURRENT

réalisées par / *performed by :*

LNE - Laboratoires de Trappes
29, rue Roger Hennequin
78197 TRAPPES Cedex

et précisément décrites dans l'annexe technique jointe
and precisely described in the attached technical appendix

L'accréditation suivant la norme internationale homologuée NF EN ISO/IEC 17025 est la preuve de la compétence technique du laboratoire dans un domaine d'activités clairement défini et du bon fonctionnement dans ce laboratoire d'un système de management adapté (cf. communiqué conjoint ISO-ILAC-IAF en vigueur disponible sur le site internet du Cofrac www.cofrac.fr)

Accreditation in accordance with the recognised international standard NF EN ISO/IEC 17025 demonstrates the technical competence of the laboratory for a defined scope and the proper operation in this laboratory of an appropriate management system (see current Joint ISO-ILAC-IAF Communiqué available on Cofrac web site www.cofrac.fr).

Le Cofrac est signataire de l'accord multilatéral d'EA pour l'accréditation, pour les activités objets de la présente attestation.

Cofrac is signatory of the European co-operation for Accreditation (EA) Multilateral Agreement for accreditation for the activities covered by this certificate.

Date de prise d'effet / *granting date* : **26/03/2019**

Date de fin de validité / *expiry date* : **31/08/2022**

Pour le Directeur Général et par délégation
On behalf of the General Director

Le Responsable du Pôle Bâtiment-Electricité,
Pole manager - Building-Electricity,

Kerno MOUTARD

La présente attestation n'est valide qu'accompagnée de l'annexe technique.

This certificate is only valid if associated with the technical appendix.

L'accréditation peut être suspendue, modifiée ou retirée à tout moment. Pour une utilisation appropriée, la portée de l'accréditation et sa validité doivent être vérifiées sur le site internet du Cofrac (www.cofrac.fr).

The accreditation can be suspended, modified or withdrawn at any time. For a proper use, the scope of accreditation and its validity should be checked on the Cofrac website (www.cofrac.fr).

Cette attestation annule et remplace l'attestation N° 2-41 Rév 6.

This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-41 [Rév 6](#).

Seul le texte en français peut engager la responsabilité du Cofrac.

The Cofrac's liability applies only to the french text.

Comité Français d'Accréditation - 52, rue Jacques Hillairet 75012 PARIS

Tél. : +33 (0)1 44 68 82 20 – Fax : 33 (0)1 44 68 82 21

Siret : 397 879 487 00031

www.cofrac.fr



Section Laboratoires

ANNEXE TECHNIQUE

à l'attestation N° 2-41 rév. 7

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

LNE - Laboratoires de Trappes
29, rue Roger Hennequin
78197 TRAPPES Cedex

Dans son unité :

- Pôle Métrologie Electricité (2-41)

Elle porte sur :

voir pages suivantes

Unité technique : Pôle Métrologie Electricité (2-41)

L'accréditation porte sur :

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Courant alternatif / Ecart de transposition en tension							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Convertisseurs thermiques, Transferts thermiques, calibrateurs	Ecart de transposition Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	500 kHz ■ 1 MHz ■ 2 MHz ■	0,5 V ■	$2,2 \cdot 10^{-4}$	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
			1 V ■	$2,2 \cdot 10^{-4}$			
			2,5 V ■	$1,6 \cdot 10^{-4}$			
		5 MHz ■	5 V ■	$1,6 \cdot 10^{-4}$			
			10 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$			
			20 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$			
			50 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$			
			100 V ■	$3,2 \cdot 10^{-4}$			
			200 V ■	$4,4 \cdot 10^{-4}$			
10 MHz ■	0,5 V ■	$3,2 \cdot 10^{-4}$					
	1 V ■	$2,2 \cdot 10^{-4}$					
	2,5 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$					
	5 V ■	$1,6 \cdot 10^{-4}$					
	10 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$					
	20 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$					
	50 V ■	$3,1 \cdot 10^{-4}$					
	100 V ■	$3,9 \cdot 10^{-4}$					
	200 V ■	$4,9 \cdot 10^{-4}$					
10 MHz ■	0,5 V ■	$3,2 \cdot 10^{-4}$					
	1 V ■	$3,2 \cdot 10^{-4}$					
	2,5 V ■	$3,2 \cdot 10^{-4}$					
	5 V ■	$2,1 \cdot 10^{-4}$					
	10 V ■	$3,1 \cdot 10^{-4}$					
	20 V ■	$3,3 \cdot 10^{-4}$					
	50 V ■	$4,1 \cdot 10^{-4}$					
	100 V ■	$4,8 \cdot 10^{-4}$					
	200 V ■	$6,3 \cdot 10^{-4}$					

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Ecart de transposition en tension (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Convertisseurs thermiques, Transferts thermiques, calibrateurs	Ecart de transposition Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	20 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$6,1 \cdot 10^{-4}$ $4,1 \cdot 10^{-4}$ $4,7 \cdot 10^{-4}$ $3,3 \cdot 10^{-4}$ $5,2 \cdot 10^{-4}$ $5,3 \cdot 10^{-4}$ $6,9 \cdot 10^{-4}$ $2,0 \cdot 10^{-3}$ $2,4 \cdot 10^{-3}$	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		30 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$7,7 \cdot 10^{-4}$ $6,8 \cdot 10^{-4}$ $7,3 \cdot 10^{-4}$ $6,5 \cdot 10^{-4}$ $6,9 \cdot 10^{-4}$ $8,4 \cdot 10^{-4}$ $1,2 \cdot 10^{-3}$ $2,3 \cdot 10^{-3}$ $3,8 \cdot 10^{-3}$			
		50 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■	$2,6 \cdot 10^{-3}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$ $2,3 \cdot 10^{-3}$ $2,1 \cdot 10^{-3}$ $2,2 \cdot 10^{-3}$ $2,1 \cdot 10^{-3}$ $2,9 \cdot 10^{-3}$ $4,0 \cdot 10^{-3}$			

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Ecart de transposition en tension (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Convertisseurs thermiques, Transferts thermiques, calibrateurs	Ecart de transposition Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	250 mV à 500 mV	2,5.10 ⁻⁴ 3,6.10 ⁻⁴ 4,3.10 ⁻⁴ 8,4.10 ⁻⁴ 9,6.10 ⁻⁴ 2,8.10 ⁻³	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	500 mV à 1 V	2,3.10 ⁻⁴ 2,5.10 ⁻⁴ 3,5.10 ⁻⁴ 5,0.10 ⁻⁴ 7,6.10 ⁻⁴ 2,8.10 ⁻³			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	1 V à 2,5 V	1,6.10 ⁻⁴ 2,2.10 ⁻⁴ 3,2.10 ⁻⁴ 5,2.10 ⁻⁴ 9,0.10 ⁻⁴ 2,9.10 ⁻³			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	2,5 V à 5 V	1,6.10 ⁻⁴ 1,6.10 ⁻⁴ 2,3.10 ⁻⁴ 5,7.10 ⁻⁴ 1,1.10 ⁻³ 3,2.10 ⁻³			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	5 V à 10 V	2,3.10 ⁻⁴ 2,9.10 ⁻⁴ 3,8.10 ⁻⁴ 7,1.10 ⁻⁴ 1,2.10 ⁻³ 4,0.10 ⁻³			

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Ecart de transposition en tension (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Convertisseurs thermiques, Transferts thermiques, calibrateurs	Ecart de transposition Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	10 V à 20 V	$2,3 \cdot 10^{-4}$ $2,3 \cdot 10^{-4}$ $5,1 \cdot 10^{-4}$ $8,4 \cdot 10^{-4}$ $1,3 \cdot 10^{-3}$ $3,5 \cdot 10^{-3}$	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	20 V à 50 V	$2,1 \cdot 10^{-4}$ $3,1 \cdot 10^{-4}$ $4,1 \cdot 10^{-4}$ $7,0 \cdot 10^{-4}$ $1,3 \cdot 10^{-3}$ $3,5 \cdot 10^{-3}$			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	50 V à 100 V	$3,2 \cdot 10^{-4}$ $4,3 \cdot 10^{-4}$ $6,6 \cdot 10^{-4}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$ $2,6 \cdot 10^{-3}$ $4,9 \cdot 10^{-3}$			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz	100 V à 200 V	$3,2 \cdot 10^{-4}$ $3,6 \cdot 10^{-4}$ $7,4 \cdot 10^{-4}$ $3,4 \cdot 10^{-3}$ $4,8 \cdot 10^{-3}$			

$$(U\sim) = (U=) \cdot (1 + e)$$

$U\sim$ et $U=$ sont respectivement les valeurs des tensions alternatives et continues.

e est la valeur de l'écart de transposition

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	9 kHz à 20 MHz	25 µV à 32 µV 32 µV à 100 µV 100 µV à 320 µV 320 µV à 1 mV 1 mV à 3,2 mV	8 µV $7,1 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $4,7 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $1,8 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $1,2 \cdot 10^{-2} \cdot U$	Transposition thermique à l'aide d'un banc de mesure faible tension	Banc de mesures de faibles tensions	PQ/92-EM-21
		9 kHz à 5 MHz	3,2 mV à 10 mV 10 mV à 0,1 V 0,1 V à 0,25 V	$7,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $5,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		5 MHz à 20 MHz	3,2 mV à 10 mV 10 mV à 32 mV 32 mV à 0,25 V	$9,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $7,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $5,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		0,1 MHz ■ 0,5 MHz ■ 1 MHz ■ 2 MHz ■ 5 MHz ■ 10 MHz ■ 20 MHz ■	0,1 V à 0,25 V	$3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$			

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	500 kHz ■ 1 MHz ■ 2 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$3,7 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,7 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,1 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,5 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,5 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		5 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$4,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,7 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,5 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		10 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$4,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $4,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $7,0 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $7,4 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$			

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	20 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$7,6 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $5,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $5,7 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $8,1 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $9,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $2,6 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		30 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■ 200 V ■	$1,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $7,6 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $7,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $2,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,9 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		50 MHz ■	0,5 V ■ 1 V ■ 2,5 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V ■ 50 V ■ 100 V ■	$4,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $4,5 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $2,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $2,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $2,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $2,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-3} \cdot U$			

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	250 mV à 500 mV	$3,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $5,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $5,6 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,9 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $5,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	500 mV à 1 V	$3,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $4,7 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $7,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,8 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $5,4 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	1 V à 2,5 V	$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,2 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,9 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $5,7 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $9,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $2,9 \cdot 10^{-3} \cdot U$			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	2,5 V à 5 V	$2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $2,8 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $3,3 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $6,1 \cdot 10^{-4} \cdot U$ $1,2 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $3,3 \cdot 10^{-3} \cdot U$			

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Différence de potentiel (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	5 V à 10 V	3,1.10 ⁻⁴ .U 3,2.10 ⁻⁴ .U 4,0.10 ⁻⁴ .U 6,4.10 ⁻⁴ .U 1,0.10 ⁻³ .U 2,8.10 ⁻³ .U	Transposition thermique à l'aide de convertisseurs thermiques	Convertisseurs thermiques	PQ/92-EM-21
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	10 V à 20 V	6,5.10 ⁻⁴ .U 6,5.10 ⁻⁴ .U 7,0.10 ⁻⁴ .U 8,6.10 ⁻⁴ .U 1,2.10 ⁻³ .U 3,0.10 ⁻³ .U			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	20 V à 50 V	6,5.10 ⁻⁴ .U 6,9.10 ⁻⁴ .U 7,4.10 ⁻⁴ .U 9,3.10 ⁻⁴ .U 1,4.10 ⁻³ .U 3,0.10 ⁻³ .U			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz 30 MHz à 50 MHz	50 V à 100 V	1,3.10 ⁻³ .U 1,3.10 ⁻³ .U 1,4.10 ⁻³ .U 2,9.10 ⁻³ .U 3,0.10 ⁻³ .U 4,7.10 ⁻³ .U			
		100 kHz à 2 MHz 2 MHz à 5 MHz 5 MHz à 10 MHz 10 MHz à 20 MHz 20 MHz à 30 MHz	100 V à 200 V	1,3.10 ⁻³ .U 1,4.10 ⁻³ .U 1,5.10 ⁻³ .U 3,5.10 ⁻³ .U 4,8.10 ⁻³ .U			

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	50 MHz ■ 100 MHz ■ 300 MHz ■ 500 MHz ■ 700 MHz ■ 1 GHz ■	10 µV à 220 µV 0,22 mV à 7 mV 7 mV à 70 mV 70 mV à 0,7 V 0,7 V à 7 V 7 V à 10 V	$2,4 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $2,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $1,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $9,1 \cdot 10^{-3} \cdot U$ $1,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $2,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$	Comparaison à une mesure de puissance haute fréquence	Montures bolométriques et transferts de puissance	PQ/92-EM-21
		1,5 GHz ■ 2 GHz ■	10 µV à 220 µV 220 µV à 7 mV 7 mV à 70 mV 70 mV à 0,7 V 0,7 V à 7 V 7 V à 10 V	$3,3 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $2,5 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $3,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$			
Millivoltmètres HF, Transferts thermiques, calibrateurs	Différence de potentiel	50 MHz à 1 GHz	10 µV à 220 µV 0,22 mV à 7 mV 7 mV à 70 mV 70 mV à 0,7 V 0,7 V à 7 V 7 V à 10 V	$4,3 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $3,7 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $3,6 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $3,7 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $4,0 \cdot 10^{-2} \cdot U$	Comparaison à une mesure de puissance haute fréquence	Montures bolométriques et transferts de puissance	PQ/92-EM-21
		1 GHz à 2 GHz	10 µV à 220 µV 220 µV à 7 mV 7 mV à 70 mV 70 mV à 0,7 V 0,7 V à 7 V 7 V à 10 V	$6,5 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $6,4 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $6,2 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $6,2 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $6,2 \cdot 10^{-2} \cdot U$ $6,4 \cdot 10^{-2} \cdot U$			

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en volts

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Courant alternatif / Facteur d'étalonnage

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Montures bolométriques, transferts de puissance, milliwattmètres sur ligne coaxiale 50 Ω	Facteur d'étalonnage (puissance)	0,5 MHz à 500 MHz	1 nW	$[2,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$	Comparaison à une monture bolométrique étalon	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-2
			10 nW	$[1,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			0,1 μW	$[1,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			1 μW	$[1,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			10 μW	$[1,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			100 μW	$[3,5 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
		500 MHz à 8,2 GHz	100 μW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			300 μW	$[1,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			1 mW	$[8,4 \cdot 10^{-5} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			3 mW	$[8,1 \cdot 10^{-5} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			10 mW	$[8,0 \cdot 10^{-5} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
			100 mW	$[3,5 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$			
500 MHz à 8,2 GHz	1 nW	$[2,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	10 nW	$[2,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	0,1 μW	$[1,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	1 μW	$[1,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	10 μW	$[1,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	100 μW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
500 MHz à 8,2 GHz	100 μW	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	300 μW	$[1,5 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	1 mW	$[1,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	3 mW	$[1,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
500 MHz à 8,2 GHz	10 mW	$[1,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	100 mW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	1 W	$[1,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	10 W	$[1,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
500 MHz à 8,2 GHz	100 W	$[1,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					
	100 W	$[1,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^{2/12}] \cdot Kx$					

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Facteur d'étalonnage (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Montures bolométriques, transferts de puissance, milliwattmètres sur ligne coaxiale 50 Ω	Facteur d'étalonnage (puissance)	8,2 GHz à 18 GHz	1 nW	$[2,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$	Comparaison à une monture bolométrique étalon	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-2
			10 nW	$[2,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			0,1 μW	$[1,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			1 μW	$[1,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			10 μW	$[1,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			100 μW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$			
		100 μW	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$				
		300 μW	$[1,5 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$				
		1 mW	$[1,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$				
		3 mW	$[1,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$				
		10 mW	$[1,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$				
		100 mW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$				
1 W	$[1,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
10 W	$[1,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
100 W	$[1,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
18 GHz à 26,5 GHz	1 nW	$[4,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$					
	10 nW	$[4,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$					
	0,1 μW	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$					
	1 μW	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$					
	10 μW	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$					
	100 μW	$[5,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$					
100 μW	$[5,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
300 μW	$[3,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
1 mW	$[3,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
3 mW	$[3,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
10 mW	$[3,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
100 mW	$[5,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
1 W	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
10 W	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						
100 W	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma X^2]^{1/2} \cdot Kx$						

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Facteur d'étalonnage (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Montures bolométriques, transferts de puissance, milliwattmètres sur ligne coaxiale 50 Ω	Facteur d'étalonnage (puissance)	26,5 GHz à 40 GHz	1 nW	$[4,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$	Comparaison à une monture bolométrique étalon	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-2
			10 nW	$[4,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			0,1 μW	$[4,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			1 μW	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			10 μW	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			100 μW	$[6,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			100 μW	$[6,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			300 μW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			1 mW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			3 mW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			10 mW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
			100 mW	$[6,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$			
1 W	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$						
10 W	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^{2/1/2}] \cdot K_x$						

K_x est le facteur d'étalonnage des wattmètres.

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$).

Les incertitudes calculées correspondent à une ligne de transmission sur guide d'ondes.

Pour des mesures sur ligne coaxiale, les incertitudes sont dégradées en conséquence.

Les incertitudes sont calculées pour des points particuliers répartis dans l'étendue de mesure en puissance.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Facteur d'étalonnage (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Montures bolométriques, transferts de puissance, milliwattmètres, sur guide d'ondes	Facteur d'étalonnage (puissance)	8,2 GHz à 18 GHz	1 nW	$[2,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$	Comparaison à une monture bolométrique étalon	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-2
			10 nW	$[2,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			0,1 μW	$[1,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			1 μW	$[1,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			10 μW	$[1,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			100 μW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			100 μW	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			300 μW	$[1,5 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			1 mW	$[1,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			3 mW	$[1,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			10 mW	$[1,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
			100 mW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$			
1 W	$[1,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$						
10 W	$[1,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$						
100 W	$[1,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^2]^{1/2} \cdot Kx$						

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Facteur d'étalonnage (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Montures bolométriques, transferts de puissance, milliwattmètres, sur guide d'ondes	Facteur d'étalonnage (puissance)	18 GHz à 26,5 GHz	1 nW	$[4,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$	Comparaison à une monture bolométrique étalon	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-2
			10 nW	$[4,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$			
			0,1 µW	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$			
			1 µW	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$			
			10 µW	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$			
			100 µW	$[5,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$			
		100 µW	$[5,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$				
		300 µW	$[3,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$				
		1 mW	$[3,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$				
		3 mW	$[3,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$				
		10 mW	$[3,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$				
		100 mW	$[5,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$				
1 W	$[3,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$						
10 W	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$						
100 W	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$						
26,5 GHz à 40 GHz	1 nW	$[4,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	10 nW	$[4,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	0,1 µW	$[4,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	1 µW	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	10 µW	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	100 µW	$[6,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	100 µW	$[6,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	300 µW	$[3,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	1 mW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	3 mW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	10 mW	$[3,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
	100 mW	$[6,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$					
1 W	$[3,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$						
10 W	$[4,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma x^{2/12}] \cdot Kx$						

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / **Courant alternatif** / Facteur d'étalonnage (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Montures bolométriques, transferts de puissance, milliwattmètres, sur guide d'ondes	Facteur d'étalonnage (puissance)	42 GHz à 48 GHz	100 µW	$[7,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$	Comparaison à une monture bolométrique étalon	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-2
			300 µW	$[5,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			1 mW	$[4,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			3 mW	$[4,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
		60 GHz à 64 GHz	5 mW	$[4,7 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			100 µW	$[7,4 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			300 µW	$[5,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			1 mW	$[4,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
		93,5 GHz à 95 GHz	3 mW	$[4,9 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			5 mW	$[4,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			1 nW	$[8,8 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
			10 nW	$[8,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$			
0,1 µW	$[8,3 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
1 µW	$[8,2 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
10 µW	$[8,1 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
100 µW	$[1,1 \cdot 10^{-3} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
300 µW	$[8,0 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
1 mW	$[7,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
3 mW	$[7,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
10 mW	$[7,6 \cdot 10^{-4} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						
100 mW	$[1,1 \cdot 10^{-3} + 2,0 \cdot 10^{-2} \cdot \Gamma_x^2]^{1/2} \cdot K_x$						

Kx est le facteur d'étalonnage des wattmètres.

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$).

Les incertitudes calculées correspondent à une ligne de transmission sur guide d'ondes.

Pour des mesures sur ligne coaxiale, les incertitudes sont dégradées en conséquence.

Les incertitudes sont calculées pour des points particuliers répartis dans l'étendue de mesure en puissance.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Puissance RF

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Générateurs, synthétiseurs, analyseurs de spectre, récepteur de mesure CEM, amplificateurs, préamplificateurs	Puissance sur ligne coaxiale	50 MHz ■	1 mW ■	$(0,36 + 2,4 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$	Comparaison à une monture bolométrique étalon éventuellement associée à des coupleurs ou affaiblisseurs	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-1
		500 kHz à 10 MHz	100 µW à 10 mW	$(0,4 + 23 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		10 MHz à 1 GHz	10 µW à 100 µW	$(0,5 + 43 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			100 µW à 10 mW	$(0,4 + 23 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			10 mW à 1 W	$(3 + 11 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		1 GHz à 12 GHz	1 W à 50 W	$(3 + 5 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			10 µW à 100 µW	$(0,5 + 43 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			100 µW à 10 mW	$(0,4 + 23 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		12 GHz à 18 GHz	10 mW à 1 W	$(3 + 11 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			1 W à 50 W	$(7 + 5 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			10 µW à 100 µW	$(0,5 + 43 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			100 µW à 10 mW	$(0,4 + 23 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		18 GHz à 26,5 GHz	10 mW à 1 W	$(6 + 5 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			1 W à 50 W	$(7 + 5 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			10 µW à 10 mW	$(4 + 43 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		26,5 GHz à 40 GHz	10 mW à 10 W	$(5 + 7 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
10 µW à 10 mW	$(3 + 55 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$						
		10 mW à 10 W	$(8 + 18 \cdot \Gamma x) \cdot 10^{-2} \cdot P$				

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Puissance RF (suite)							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Générateurs, synthétiseurs, analyseurs de spectre, récepteur de mesure CEM, amplificateurs, préamplificateurs	Puissance sur guide d'onde	8,2 GHz à 18 GHz	10 µW à 100 µW	$(1,3 + 40 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$	Comparaison à une monture bolométrique étalon éventuellement associée à des coupleurs ou affaiblisseurs	Montures bolométriques éventuellement associées à des coupleurs ou affaiblisseurs	PQ/92-EM-18-1
			100 µW à 10 mW	$(0,4 + 40 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			10 mW à 100 W	$(5 + 2 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		18 GHz à 26,5 GHz	10 µW à 10 mW	$(0,9 + 30 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
			10 mW à 100 W	$(5,5 + 2 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
		26,5 GHz à 40 GHz	10 µW à 10 mW	$(0,6 + 38 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$			
10 mW à 100 W	$(8 + 2 \cdot \Gamma_x) \cdot 10^{-2} \cdot P$						

P est la puissance électrique exprimée en unités légales

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$)

- Les appareils peuvent être équipés de différents types de connecteurs 50 Ω ou 75 Ω. Les incertitudes pourront être dégradées en fonction du type de connecteur utilisé.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur d'antenne							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Antennes magnétiques (cadre, boucle)	Facteur d'antenne	9 kHz à 30 MHz	-45 dBS/m à 35 dBS/m	1,5 dBS/m	Comparaison à une antenne étalon	Antenne étalon	390H0122

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Champ électromagnétique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Mesureurs de champ, sondes isotropiques	Champ électromagnétique	100 kHz à 500 MHz	0,5 V/m à 1 V/m	0,20.E	Etalonnage par substitution	Sonde de mesure de champ étalon et cellule GTEM	390H0122
			1 V/m à 100 V/m	0,14.E			
	Mesure de champ E	500 MHz à 1 GHz	0,5 V/m à 1 V/m	0,20.E			
			1 V/m à 100 V/m	0,18.E			
Mesureur de champ électromagnétique	Champ électromagnétique	1 GHz à 18 GHz	0,5 V/m à 200 V/m	$7,0 \cdot 10^{-2} \cdot E$	Production d'un champ avec une antenne de gain connu en chambre anéchoïque.	Antenne de gain connu en chambre anéchoïque	390H0122
		18 GHz à 26,5 GHz	0,5 V/m à 60 V/m	$7,0 \cdot 10^{-2} \cdot E$			
		26,5 GHz à 40 GHz	0,5 V/m à 40 V/m	$7,0 \cdot 10^{-2} \cdot E$			

E est la valeur du champ électrique exprimé en V/m

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Puissance surfacique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Mesureurs de champ électromagnétique et de densité de puissance surfacique	Puissance surfacique	100 kHz à 500 MHz	6,63.10 ⁻⁴ W/m ² à 2,65.10 ⁻³ W/m ²	40.10 ⁻² .Ps	Etalonnage par substitution	Sonde de mesure de champ étalon et cellule GTEM	390H0122 HF-1-22-60-1
			2,65.10 ⁻³ W/m ² à 27 W/m ²	28.10 ⁻² .Ps			
		500 MHz à 1 GHz	6,63.10 ⁻⁴ W/m ² à 2,65.10 ⁻³ W/m ²	40.10 ⁻² .Ps			
			2,65.10 ⁻³ W/m ² à 27 W/m ²	36.10 ⁻² .Ps			
Mesureur de champ électromagnétique et de densité de puissance surfacique	Puissance surfacique	1 GHz à 18 GHz	6,6.10 ⁻⁴ W/m ² à 100 W/m ²	14.10 ⁻² . P _s	Production d'un champ avec une antenne de gain connu en chambre anéchoïque.	Antenne de gain connu en chambre anéchoïque	390H0122
		18 GHz à 26,5 GHz	6,6.10 ⁻⁴ W/m ² à 10 W/m ²	14.10 ⁻² . P _s			
		26,5 GHz à 40 GHz	6,6.10 ⁻⁴ W/m ² à 4 W/m ²	14.10 ⁻² . P _s			

P_s est la valeur de la puissance surfacique exprimée en W/m²

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Gain d'antenne							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Antennes cornets, log périodiques	Gain d'antenne	1 GHz à 40 GHz	8 dB à 30 dB	0,30 dB	Réciprocité, comparaison à une antenne étalon en chambre anéchoïque	Antenne cornets en chambre anéchoïque	390H0122

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur de réflexion

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie		Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Charges	Facteur de réflexion	1 MHz à 100 MHz	0,01 à 0,5	0,01	0,004	Mesure directe à l'analyseur de réseau vectoriel	Analyseur de réseau vectoriel	HF-1-17-60-05
				0,01 à 0,5	0,010			
Charges	Facteur de réflexion	100 MHz à 18 GHz	0,001 à 0,5	0,001	+ 0,0012 - 0,001	Rapport de puissance mesuré à partir d'un réflectomètre compensé	Réflectomètre compensé sur ligne coaxiale	PQ/92-EM-17
				0,003	0,0012			
				0,01	0,0013			
				0,03	0,0021			
				0,1	0,0061			
				0,3	0,018			
				0,5	0,031			
Charges	Facteur de réflexion	8,2 GHz à 18 GHz	0,001 à 0,5	0,001	0,00071	Rapport de puissance mesuré à partir d'un réflectomètre compensé	Réflectomètre compensé sur guide d'onde	PQ/92-EM-17
				0,003	0,00065			
				0,01	0,00083			
				0,03	0,0019			
				0,1	0,0061			
				0,3	0,019			
				0,5	0,031			
		18 GHz à 26,5 GHz	0,001 à 0,5	0,001	0,00055			
				0,003	0,00063			
				0,01	0,00086			
				0,03	0,0034			
				0,1	0,0065			
				0,3	0,020			
				0,5	0,032			

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Facteur de réflexion (suite)								
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie		Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Charges	Facteur de réflexion	26,5 GHz à 40 GHz	0,001 à 0,5	0,001	0,00055	Rapport de puissance mesuré à partir d'un réflectomètre compensé	Réflectomètre compensé sur guide d'onde	PQ/92-EM-17
				0,003	0,0008			
				0,01	0,00096			
				0,03	0,0034			
				0,1	0,0065			
				0,3	0,020			
				0,5	0,032			
		93,5 GHz à 95 GHz	0,001 à 0,5	0,001	+ 0,0030 - 0,001			
				0,003	0,003			
				0,01	0,0031			
				0,03	0,0046			
				0,1	0,0079			
				0,3	0,022			
				0,5	0,037			

Les incertitudes sont calculées pour des points particuliers répartis dans l'étendue de mesure

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Affaiblisseurs à onde évanescente, à piston, mesureurs d'affaiblissement	Affaiblissement	30 MHz ■	0 dB	0,005 dB	Comparaison à un affaiblisseur étalon	Montures bolométriques	PQ/92-EM-19
			3 dB	0,005 dB			
			6 dB	0,006 dB			
			10 dB	0,006 dB			
			20 dB	0,007 dB			
		30 MHz ■	30 dB	0,010 dB		Affaiblisseur de référence	
			40 dB	0,016 dB			
			50 dB	0,023 dB			
			60 dB	0,047 dB			
			70 dB	0,051 dB			
			80 dB	0,056 dB			
			90 dB	0,062 dB			
			100 dB	0,072 dB			

■ Valeurs ponctuelles

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Affaiblisseurs à plots, générateurs, synthétiseurs, analyseurs de spectre, récepteurs de mesure CEM	Affaiblissement	500 kHz à 26,5 GHz	0 dB	0,006 dB	Variation de puissance, substitution directe en HF, substitution à fréquence intermédiaire 30 MHz	Montures bolométriques	PQ/92-EM-19
			3 dB	(0,006 + 0,15. Γ_x) dB			
			6 dB	(0,006 + 0,15. Γ_x) dB			
			10 dB	(0,006 + 0,15. Γ_x) dB			
			20 dB	(0,006 + 0,15. Γ_x) dB			
		500 kHz à 5 MHz	30 dB	(0,03 + 1,0. Γ_x) dB			
			40 dB	(0,03 + 1,02. Γ_x) dB			
			50 dB	(0,03 + 1,15. Γ_x) dB			
			60 dB	(0,14 + 0,88. Γ_x) dB			
		5 MHz à 26,5 GHz	30 dB	(0,06 + 0,4. Γ_x) dB			
			40 dB	(0,06 + 0,4. Γ_x) dB			
			50 dB	(0,06 + 0,4. Γ_x) dB			
			60 dB	(0,06 + 0,4. Γ_x) dB			
			70 dB	(0,045+ 0,6. Γ_x) dB			
			80 dB	(0,053+ 0,6. Γ_x) dB			
			90 dB	(0,064+ 0,6. Γ_x) dB			
			100 dB	(0,074+ 0,6. Γ_x) dB			
					Affaiblisseurs		

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$)

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Affaiblisseurs à lame tournante sur guide d'ondes	Affaiblissement	8,2 GHz à 40 GHz et 93,5 GHz à 95 GHz	0 dB	0,013 dB	Variation de puissance, substitution directe en HF, substitution à fréquence intermédiaire 30 MHz	Montures bolométriques	PQ/92-EM-19
			3 dB	0,013 dB			
			6 dB	0,013 dB			
			10 dB	0,014 dB			
			20 dB	0,015 dB			
		8,2 GHz à 26,5 GHz	30 dB	0,03 dB		Affaiblisseurs	
			40 dB	0,05 dB			
			50 dB	0,08 dB			
			60 dB	0,11 dB			
			70 dB	0,12 dB			
		26,5 GHz à 40 GHz et 93,5 GHz à 95 GHz	30 dB	0,05 dB			
			40 dB	0,06 dB			
			50 dB	0,12 dB			
			60 dB	0,13 dB			

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Affaiblisseurs fixes sur ligne coaxiale 50 Ω, coupleurs, générateurs, synthétiseurs, analyseurs de spectre, récepteur de mesure CEM	Affaiblissement	500 kHz à 18 GHz	0 dB	0,005 dB	Variation de puissance, substitution directe en HF, substitution à fréquence intermédiaire 30 MHz	Montures bolométriques	PQ/92-EM-19
			3 dB	$(0,005 + 0,08 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			6 dB	$(0,005 + 0,08 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			10 dB	$(0,005 + 0,08 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			20 dB	$(0,005 + 0,08 \cdot \Gamma_x)$ dB			
		500 kHz à 5 MHz	30 dB	$(0,03 + 0,65 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			40 dB	$(0,03 + 0,65 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			50 dB	$(0,03 + 0,65 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			60 dB	$(0,03 + 0,65 \cdot \Gamma_x)$ dB			
		5 MHz à 18 GHz	30 dB	$(0,04 + 0,4 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			40 dB	$(0,04 + 0,4 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			50 dB	$(0,04 + 0,4 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			60 dB	$(0,04 + 0,4 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			70 dB	$(0,06 + 0,75 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			80 dB	$(0,06 + 0,75 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			90 dB	$(0,07 + 0,8 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			100 dB	$(0,07 + 0,8 \cdot \Gamma_x)$ dB			
					Affaiblisseurs		

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$)

Les incertitudes calculées pour les fréquences supérieures à 18 GHz correspondent à une ligne de transmission sur guide d'ondes. Pour des mesures sur ligne coaxiale, les incertitudes sont dégradées en conséquence.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Affaiblisseurs fixes sur ligne coaxiale 50 Ω, coupleurs, générateurs, synthétiseurs, analyseurs de spectre, récepteur de mesure CEM	Affaiblissement	18 GHz à 26,5 GHz	0 dB	0,005 dB	Variation de puissance, substitution directe en HF, substitution à fréquence intermédiaire 30 MHz	Montures bolométriques	PQ/92-EM-19
			3 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			6 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			10 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			20 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			30 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			40 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			50 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			60 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			70 dB	$(0,09 + 0,10 \cdot \Gamma_x)$ dB			
		80 dB	$(0,10 + 0,10 \cdot \Gamma_x)$ dB				
		90 dB	$(0,11 + 0,11 \cdot \Gamma_x)$ dB				
		100 dB	$(0,11 + 0,11 \cdot \Gamma_x)$ dB				
		26,5 GHz à 40 GHz	0 dB	0,005 dB		Montures bolométriques	
			3 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			6 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			10 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			20 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			30 dB	$(0,08 + 0,14 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			40 dB	$(0,10 + 0,11 \cdot \Gamma_x)$ dB			
50 dB	$(0,12 + 0,05 \cdot \Gamma_x)$ dB						
60 dB	$(0,14 + 0,05 \cdot \Gamma_x)$ dB						
Affaiblisseurs							

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$)

Les incertitudes calculées pour les fréquences supérieures à 18 GHz correspondent à une ligne de transmission sur guide d'ondes. Pour des mesures sur ligne coaxiale, les incertitudes sont dégradées en conséquence.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Affaiblissement

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Affaiblisseurs fixes et coupleurs sur guide d'ondes	Affaiblissement	8,2 GHz à 40 GHz et 93,5 GHz à 95 GHz	0 dB	0,005 dB	Variation de puissance, substitution directe en HF, substitution à fréquence intermédiaire 30 MHz	Montures bolométriques	PQ/92-EM-19
			3 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			6 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			10 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			20 dB	$(0,005 + 0,075 \cdot \Gamma_x)$ dB			
		8,2 GHz à 26,5 GHz	30 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			40 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			50 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			60 dB	$(0,035 + 0,35 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			70 dB	$(0,09 + 0,10 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			80 dB	$(0,10 + 0,10 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			90 dB	$(0,11 + 0,11 \cdot \Gamma_x)$ dB			
		26,5 GHz à 40 GHz et 93,5 GHz à 95 GHz	100 dB	$(0,11 + 0,11 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			30 dB	$(0,08 + 0,14 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			40 dB	$(0,10 + 0,11 \cdot \Gamma_x)$ dB			
			50 dB	$(0,12 + 0,05 \cdot \Gamma_x)$ dB			
				60 dB		$(0,14 + 0,05 \cdot \Gamma_x)$ dB	

Γ_x est le module du facteur de réflexion de l'appareil à étalonner ($\Gamma_x < 0,2$)

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Courant continu / Différence de potentiel							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Oscilloscopes	Différence de potentiel	Courant continu	6 mV à 120 V	0,5 %.U	Génération d'une tension étalon	Calibrateur d'oscilloscope	HF-1-28-60-01

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en unités légales

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Courant alternatif / Différence de potentiel							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Oscilloscopes	Différence de potentiel	1 kHz ■ (signal rectangulaire)	6 mV à 120 V	0,6 %.U	Génération d'un signal étalon	Calibrateur d'oscilloscope	HF-1-28-60-01

■ Valeurs ponctuelles

U est la valeur de la différence de potentiel exprimée en unités légales

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S								
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Réflexion S11 et S22	Type N / PC7	10 MHz à 2 GHz	0,001 à 0,3	0,003	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseau vectoriel	39M0514
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,016			
			2 GHz à 10 GHz	0,001 à 0,3	0,004			
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,016			
			10 GHz à 18 GHz	0,001 à 0,3	0,007			
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,016			

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)								
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Réflexion S11 et S22	3,5 mm	10 MHz à 2 GHz	0,001 à 0,3	0,004	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,018			
			2 GHz à 10 GHz	0,001 à 0,3	0,004			
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,018			
			10 GHz à 18 GHz	0,001 à 0,3	0,007			
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,018			
			18 GHz à 26,5 GHz	0,001 à 0,3	0,008			
				0,3 à 0,5	0,012			
				0,5 à 1	0,018			

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Réflexion S11 et S22	K / 2,92 mm / 2,4 mm	10 MHz à 2 GHz	0,001 à 0,3	0,004	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,02			
			2 GHz à 10 GHz	0,001 à 0,3	0,004			
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,02			
			10 GHz à 18 GHz	0,001 à 0,3	0,007			
				0,3 à 0,5	0,011			
				0,5 à 1	0,02			
			18 GHz à 26,5 GHz	0,001 à 0,3	0,008			
				0,3 à 0,5	0,012			
				0,5 à 1	0,02			
Au delà de 26 GHz*	0,001 à 0,3	0,008						
	0,3 à 0,5	0,012						
	0,5 à 1	0,02						

*Jusqu'à 40 GHz pour les connecteurs K/2,92 mm, jusqu'à 50 GHz pour les connecteurs 2,4 mm.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Transmission S21 et S12	Type N / PC7		10 MHz à 2 GHz	1 (0 dB)	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
					0,708 (3 dB)			
					0,5 (6 dB)			
					0,316 (10 dB)			
					0,1 (20 dB)			
					0,03 (30 dB)			
					0,01 (40 dB)			
					0,003 (50 dB)			
					0,001 (60 dB)			
					0,0003 (70 dB)			
				2 GHz à 10 GHz	1 (0 dB)			
					0,708 (3 dB)			
					0,5 (6 dB)			
					0,316 (10 dB)			
					0,1 (20 dB)			
					0,03 (30 dB)			
					0,01 (40 dB)			
					0,003 (50 dB)			
					0,001 (60 dB)			
					0,0003 (70 dB)			
				10 GHz à 18 GHz	1 (0 dB)			
					0,708 (3 dB)			
					0,5 (6 dB)			
					0,316 (10 dB)			
					0,1 (20 dB)			
					0,03 (30 dB)			
					0,01 (40 dB)			
0,003 (50 dB)								
0,001 (60 dB)								
0,0003 (70 dB)								

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Transmission S21 et S12	3,5 mm	10 MHz à 2 GHz	1 (0 dB)	0,0012 (0,01 dB)	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
				0,708 (3 dB)	0,00082 (0,01 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,00058 (0,01 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,00073 (0,02 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00046 (0,04 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00021 (0,06 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00010 (0,09 dB)			
				0,003 (50 dB)	0,000062 (0,18 dB)			
				0,001 (60 dB)	0,000058 (0,5 dB)			
				0,0003 (70 dB)	0,000054 (1,55 dB)			
			2 GHz à 10 GHz	1 (0 dB)	0,0012 (0,01 dB)			
				0,708 (3 dB)	0,00082 (0,01 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,00058 (0,01 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,00073 (0,02 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00046 (0,04 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00021 (0,06 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00010 (0,09 dB)			
				0,003 (50 dB)	0,000062 (0,18 dB)			
			10 GHz à 18 GHz	0,001 (60 dB)	0,000058 (0,5 dB)			
				0,0003 (70 dB)	0,000054 (1,57 dB)			
				1 (0 dB)	0,0023 (0,02 dB)			
				0,708 (3 dB)	0,0016 (0,02 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,0012 (0,02 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,0011 (0,03 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00058 (0,05 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00024 (0,07 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00013 (0,011 dB)			
0,003 (50 dB)	0,000069 (0,2 dB)							
0,001 (60 dB)	0,000060 (0,52 dB)							
0,0003 (70 dB)	0,000055 (1,6 dB)							

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Transmission S21 et S12	3,5 mm	18 GHz à 26,5 GHz	1 (0 dB)	0,00046 (0,04dB)	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
				0,708 (3 dB)	0,0033 (0,04 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,0023 (0,04 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,00018 (0,05 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00069 (0,06 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00028 (0,08 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00015 (0,13 dB)			
				0,003 (50 dB)	0,00086 (0,25 dB)			
				0,001 (60 dB)	0,00069 (0,6 dB)			
0,0003 (70 dB)	0,000062 (1,8 dB)							

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Transmission S21 et S12	K / 2,92 mm / 2,4 mm	10 MHz à 2 GHz	1 (0 dB)	0,0012 (0,01 dB)	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
				0,708 (3 dB)	0,00082 (0,01 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,00058 (0,01 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,00073 (0,02 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00046 (0,04 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00021 (0,06 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00010 (0,09 dB)			
				0,003 (50 dB)	0,000062 (0,18 dB)			
				0,001 (60 dB)	0,000058 (0,5 dB)			
				0,0003 (70 dB)	0,000054 (1,55 dB)			
			2 GHz à 10 GHz	1 (0 dB)	0,0023 (0,02 dB)			
				0,708 (3 dB)	0,0016 (0,02 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,0012 (0,02 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,0011 (0,03 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00046(0,04 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00021 (0,06 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00010 (0,09 dB)			
				0,003 (50 dB)	0,000066 (0,19 dB)			
			10 GHz à 18 GHz	0,001 (60 dB)	0,000060 (0,52 dB)			
				0,0003 (70 dB)	0,000054 (1,57 dB)			
				1 (0 dB)	0,0023 (0,02 dB)			
				0,708 (3 dB)	0,0016 (0,02 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,0017 (0,03 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,0011 (0,03 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00058 (0,05 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00024 (0,07 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00013 (0,11 dB)			
0,003 (50 dB)	0,000073 (0,21 dB)							
0,001 (60 dB)	0,000063 (0,55 dB)							
0,0003 (70 dB)	0,000058 (1,68 dB)							

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Paramètre S (suite)

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application		Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Kits de calibrage ou de vérification pour analyseurs de réseaux, charges, affaiblisseurs, filtres, câbles	Paramètres S Transmission S21 et S12	K / 2,92 mm / 2,4 mm	18 GHz à 26,5 GHz	1 (0 dB)	0,0046 (0,04dB)	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseaux vectoriel	39M0514
				0,708 (3 dB)	0,0033 (0,04 dB)			
				0,5 (6 dB)	0,0029 (0,05 dB)			
				0,316 (10 dB)	0,0022 (0,06 dB)			
				0,1 (20 dB)	0,00081 (0,07 dB)			
				0,03 (30 dB)	0,00035 (0,1 dB)			
				0,01 (40 dB)	0,00017 (0,15 dB)			
				0,003 (50 dB)	0,000093 (0,27 dB)			
				0,001 (60 dB)	0,000073 (0,63 dB)			
				0,0003 (70 dB)	0,000064 (1,85 dB)			
		Au-delà de 26,5 GHz*	1 (0 dB)	0,0069 (0,06 dB)				
			0,708 (3 dB)	0,0049 (0,06 dB)				
			0,5 (6 dB)	0,0035 (0,06 dB)				
			0,316 (10 dB)	0,0029 (0,08 dB)				
			0,1 (20 dB)	0,0010 (0,09 dB)				
			0,03 (30 dB)	0,00045 (0,13 dB)				
			0,01 (40 dB)	0,00022 (0,19 dB)				
			0,003 (50 dB)	0,000097 (0,28 dB)				
			0,001 (60 dB)	0,000078 (0,68 dB)				
			0,0003 (70 dB)	0,000073 (2,1 dB)				

* jusqu'à 40 GHz pour les connecteurs K/2,92 mm, jusqu'à 50 GHz pour les connecteurs 2,4 mm.

- Les incertitudes ont été calculées pour chacun des connecteurs appropriés. Les incertitudes sur le module et la phase seront déduites des incertitudes sur les parties réelles et imaginaires.

ELECTRICITE HAUTE FREQUENCE / Courant alternatif / Impédance										
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode			
Réseaux de stabilisation de ligne, réseau de couplage découplage, impédances hautes fréquences	Impédances RSIL module	3 kHz à 20 kHz	2 Ω à 9 Ω	0,3 Ω	Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseau vectoriel	HF-1-26-60-02-A			
		20 kHz à 50 kHz	6 Ω à 18 Ω	1,6 Ω						
		50 kHz à 1 MHz	11 Ω à 60 Ω	1,6 Ω						
		1 MHz à 10 MHz	de 40 à 60 Ω	2,0 Ω						
		10 MHz à 30 MHz	de 40 à 60 Ω	1,5 Ω						
		10 MHz à 1 GHz	de 40 à 60 Ω	0,5 Ω						
	Impédances RSIL phase	3 kHz à 20 kHz	de + 15° à + 60°	0,5°						
		20 kHz à 50 kHz	de + 30° à + 70°	5,0°						
		50 kHz à 1 MHz	de - 3° à + 70°	3,0°						
		1 MHz à 10 MHz	de - 11° à + 25°	2,0°						
		10 MHz à 30 MHz	de - 12° à + 12°	2,0°						
		10 MHz à 1 GHz	de - 12° à + 12°	2,0°						
	Impédances RCD module	9 kHz à 10 MHz	130 Ω à 170 Ω	5,7 Ω				Mesures directe au moyen d'un analyseur de réseau	Analyseur de réseau vectoriel	HF-1-26-60-03
		10 MHz à 400 MHz	130 Ω à 170 Ω	5,7 Ω						
		10 MHz à 400 MHz	100 Ω à 210 Ω	3 Ω à 12 Ω						
80 MHz à 230 MHz		90 Ω à 210 Ω	1 Ω à 12 Ω							
Impédances RCD phase	9 kHz à 10 MHz	90 Ω à 210 Ω	1,5°							
	10 MHz à 400 MHz	90 Ω à 210 Ω	1,5°							

IMPEDANCES AUTRES

Les incertitudes se déduisent de celles des paramètres S de la présente portée.
Elles sont fonction de la valeur du module de l'impédance dans le domaine fréquentiel ainsi que de la valeur de la phase.

Portée flexible FLEX3 : Le laboratoire peut employer, adapter ou développer d'autres méthodes dès lors que les compétences qu'elles impliquent sont présentes dans sa portée d'accréditation et ce pour la même grandeur sans toutefois que les incertitudes mentionnées ne soient inférieures aux possibilités en matière de mesures et d'étalonnages ("CMCs") répertoriées dans la base de données du BIPM ("KCDB", base de données des comparaisons clés), liées à la mise en place de l'accord de reconnaissance du CIPM.
La portée détaillée mentionnée dans les tableaux ci-après est tenue à jour par le laboratoire.

Les incertitudes élargies correspondent aux aptitudes en matière de mesures et d'étalonnages (CMC) du laboratoire pour une probabilité de couverture de 95%.

Accréditation rendue obligatoire dans le cadre réglementaire français précisé par le texte cité en référence dans le document Cofrac LAB INF 99 disponible sur www.cofrac.fr

Date de prise d'effet : **26/03/2019** Date de fin de validité : **31/08/2022**

Le Responsable d'accréditation
The Accreditation Manager

Mathieu CHUST

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-41 Rév. 6.

Comité Français d'Accréditation - 52, rue Jacques Hillairet 75012 PARIS

Tél. : +33 (0)1 44 68 82 20 – Fax : 33 (0)1 44 68 82 21 Siret : 397 879 487 00031

www.cofrac.fr