

Section Laboratoires

ATTESTATION D'ACCREDITATION**ACCREDITATION CERTIFICATE****N° 2-03 rév. 15**

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

LABORATOIRE NATIONAL DE METROLOGIE ET D'ESSAIS
N° SIREN : 313320244

Satisfait aux exigences de la norme **NF EN ISO/IEC 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 :

MAGNETISME /
MAGNETISM

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* : **14/06/2025**
Date de fin de validité / *expiry date* : **31/07/2027**

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

Le Responsable du Pôle Electricité – Rayonnements -
Technologies de l'Information,
Pole manager - Electricity-Radiation-Information Technologies,

Jérémie FREIBURGER

Pi, L'Adjointe au Directeur de Section

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° 2-03 Rév 14.
This certificate cancels and replaces the certificate N° 2-03 [Rév 14](#).

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° 2-03 rév. 15

L'accréditation concerne les prestations réalisées par :

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

Dans son unité technique :

- Pôle Métrologie Electrique (2-03)

Elle porte sur : voir pages suivantes

Portée flexible FLEX3 : Le laboratoire est reconnu compétent, dans le domaine couvert par la portée générale, pour adopter toute méthode reconnue et pour développer ou mettre en œuvre tout autre méthode dont il aura assuré la validation, sans que cela affecte ses CMC.

La liste exhaustive des méthodes proposées sous accréditation est tenue à jour par le laboratoire.

Portée générale :

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Piles Références à diodes zéners	Différence de potentiel	/	■ 1,018 V	80 nV	Méthode d'opposition	Réseau de jonctions Josephson	98M0519
			■ 1,018 V ■ 1 V ■ 10 V	150 nV 500 nV 1,5 µV		Etalon de référence	PQ/96-EM-1
Multimètres Calibrateurs Voltmètres Nanovoltmètres	Différence de potentiel	/	$U \leq 1 \text{ V}$	$7 \times 10^{-8} \times U + 10 \text{ nV}$	Méthode d'opposition	Réseau de jonctions Josephson	98M0519 PQ/96-EM-1
			0 V à 2 V 2 V à 20 V 20V à 1 kV	$9 \times 10^{-7} \times U + 100 \text{ nV}$ $9 \times 10^{-7} \times U + 100 \text{ nV}$ $1,2 \times 10^{-6} \times U$		Diviseur résistif automatisé	BF-1-01-60-01
Kilovoltmètres Sondes haute tension	Différence de potentiel	/	1 kV à 50 kV 50 kV à 250 kV	$7 \times 10^{-6} \times U$ $4 \times 10^{-5} \times U$	Mesure directe d'une tension réduite	Diviseur haute tension	PQ/96-EM-1

■ : valeurs ponctuelles

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

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Rapport de tensions

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Diviseurs Réducteurs	Rapport de tension	/	■ 0,1 ■ 0,2 ■ 0,3 ■ 0,4 ■ 0,5 ■ 0,6 ■ 0,7 ■ 0,8 ■ 0,9	$1,1 \times 10^{-8}$ $1,6 \times 10^{-8}$ $2,3 \times 10^{-8}$ $2,9 \times 10^{-8}$ $3,6 \times 10^{-8}$ $4,2 \times 10^{-8}$ $4,9 \times 10^{-8}$ $5,6 \times 10^{-8}$ $6,3 \times 10^{-8}$	Comparaison à un diviseur de référence	Boîte de résistances fixes	PQ/96-EM-2
Diviseurs Réducteurs	Rapport de tension	/	10^{-7} à 10^{-2} 10^{-2} à 4×10^{-2} 4×10^{-2} à 10^{-1} 10^{-1} à 1	6×10^{-9} $1,2 \times 10^{-7} \times K + 4,8 \times 10^{-9}$ $2,2 \times 10^{-7} \times K$ $1,7 \times 10^{-7} \times K$	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de type Kelvin Varley comparé à une boîte de résistances fixes	PQ/96-EM-2

■ : valeurs ponctuelles

K est la valeur du rapport ($K \leq 1$)

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Rapport de tensions

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Diviseurs	Rapport de tension Terme en phase a et terme en quadrature b	40 Hz à 400 Hz	■ 0,1 ■ 0,01 ■ 0,001 ■ 0,9 ■ 0,09 ■ 0,009	$4,2 \times 10^{-8}$	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de référence	PQ/96-EM-7
			■ 0,2 ■ 0,02 ■ 0,002 ■ 0,8 ■ 0,08 ■ 0,008	$7,4 \times 10^{-8}$			
			■ 0,3 ■ 0,03 ■ 0,003 ■ 0,7 ■ 0,07 ■ 0,007	$9,6 \times 10^{-8}$			
			■ 0,4 ■ 0,04 ■ 0,004 ■ 0,6 ■ 0,06 ■ 0,006 ■ 0,5 ■ 0,05 ■ 0,005	$1,2 \times 10^{-7}$			
		400 Hz à 2 kHz	■ 0,01 ■ 0,001 ■ 0,09 ■ 0,009	$2,2 \times 10^{-8}$			
			■ 0,02 ■ 0,002 ■ 0,08 ■ 0,008	$3,8 \times 10^{-8}$			
			■ 0,03 ■ 0,003 ■ 0,07 ■ 0,007	$5,0 \times 10^{-8}$			
			■ 0,04 ■ 0,004 ■ 0,06 ■ 0,006	$5,6 \times 10^{-8}$			
			■ 0,05 ■ 0,005	$5,8 \times 10^{-8}$			
		400 Hz à 1 kHz	■ 0,1 ■ 0,9	$2,2 \times 10^{-8}$			
			■ 0,2 ■ 0,8	$3,8 \times 10^{-8}$			
			■ 0,3 ■ 0,7	$5,0 \times 10^{-8}$			
			■ 0,4 ■ 0,6	$5,6 \times 10^{-8}$			
			■ 0,5	$5,8 \times 10^{-8}$			
		1 kHz à 2 kHz	■ 0,1 ■ 0,9	$2,8 \times 10^{-8}$			
			■ 0,2 ■ 0,8	$4,2 \times 10^{-8}$			
			■ 0,3 ■ 0,7	$5,2 \times 10^{-8}$			
			■ 0,4 ■ 0,6	$5,8 \times 10^{-8}$			
			■ 0,5	$6,0 \times 10^{-8}$			

■ : valeurs ponctuelles

$N = a + j \times b$, N est la valeur du rapport des tensions ($N \leq 1$)

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Rapport de tensions

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Diviseurs	Rapport de tension Terme en phase a	2 kHz à 10 kHz	■ 0,01 ■ 0,001 ■ 0,09 ■ 0,009	$6,6 \times 10^{-8}$	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de référence	PQ/96-EM-7
			■ 0,02 ■ 0,002 ■ 0,08 ■ 0,008	$9,0 \times 10^{-8}$			
			■ 0,03 ■ 0,003 ■ 0,07 ■ 0,007	$1,1 \times 10^{-7}$			
			■ 0,04 ■ 0,004 ■ 0,06 ■ 0,006 ■ 0,05 ■ 0,005	$1,3 \times 10^{-7}$			
			■ 0,1 ■ 0,9	$2,0 \times 10^{-7}$			
			■ 0,2 ■ 0,8 ■ 0,3 ■ 0,7 ■ 0,4 ■ 0,6	$2,2 \times 10^{-7}$			
			■ 0,5	$2,4 \times 10^{-7}$			
Diviseurs	Rapport de tension Terme en quadrature b	2 kHz à 10 kHz	■ 0,01 ■ 0,001 ■ 0,09 ■ 0,009	$8,4 \times 10^{-8}$	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de référence	PQ/96-EM-7
			■ 0,02 ■ 0,002 ■ 0,08 ■ 0,008	$1,1 \times 10^{-7}$			
			■ 0,03 ■ 0,003 ■ 0,07 ■ 0,007	$1,2 \times 10^{-7}$			
			■ 0,04 ■ 0,004 ■ 0,06 ■ 0,006 ■ 0,05 ■ 0,005	$1,4 \times 10^{-7}$			
			■ 0,1 ■ 0,9 ■ 0,2 ■ 0,8 ■ 0,3 ■ 0,7	$2,2 \times 10^{-7}$			
			■ 0,4 ■ 0,6 ■ 0,5	$2,4 \times 10^{-7}$			

■ : valeurs ponctuelles

$N = a + j \times b$, N est la valeur du rapport des tensions ($N \leq 1$)

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Rapport de tensions

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Diviseurs	Rapport de tension Terme en phase a	40 Hz à 100 Hz 100 Hz à 1 kHz 1 kHz à 10 kHz	10^{-1} à 1	$1,5 \times 10^{-7}$ $1,2 \times 10^{-7}$ $1,9 \times 10^{-6}$	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de référence	PQ/96-EM-7
		40 Hz à 100 Hz 100 Hz à 1 kHz 1 kHz à 2 kHz 2 kHz à 10 kHz	10^{-2} à 10^{-1}	$1,2 \times 10^{-7}$ $6,0 \times 10^{-8}$ $1,4 \times 10^{-7}$ $2,3 \times 10^{-7}$			
		40 Hz à 100 Hz 100 Hz à 2 kHz 2 kHz à 10 kHz	10^{-6} à 10^{-2}	$1,2 \times 10^{-7}$ $6,0 \times 10^{-8}$ $1,3 \times 10^{-7}$			
Diviseurs	Rapport de tension Terme en quadrature b	40 Hz à 100 Hz 100 Hz à 1 kHz 1 kHz à 10 kHz	10^{-1} à 1	$2,3 \times 10^{-7}$ $4,2 \times 10^{-7}$ $4,3 \times 10^{-6}$	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de référence	PQ/96-EM-7
		40 Hz à 100 Hz 100 Hz à 1 kHz 1 kHz à 10 kHz	10^{-2} à 10^{-1}	$1,2 \times 10^{-7}$ $7,1 \times 10^{-8}$ $4,5 \times 10^{-7}$			
		40 Hz à 100 Hz 100 Hz à 2 kHz 2 kHz à 10 kHz	10^{-6} à 10^{-2}	$1,2 \times 10^{-7}$ $7,1 \times 10^{-8}$ $1,5 \times 10^{-7}$			

$N = a + j \times b$, N est la valeur du rapport des tensions ($N \leq 1$)

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Intensité de courant électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Picoampèremètres Générateurs de faible courant	Intensité de courant électrique	/	1 fA à 100 pA	$4,7 \times 10^{-5} \times I + 0,3 \text{ fA}$	Mesure par intégration	Pont à intégration	PQ/96-EM-3
			100 pA à 1 mA	$1,3 \times 10^{-5} \times I + 30 \text{ fA}$	Mesure de la différence de potentiel aux bornes d'une résistance	Voltmètre, résistances étalons et amplificateur opérationnel	PQ/96-EM-3
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Comparateurs de courant	Intensité de courant électrique	/	1 µA à 10 µA 10 µA à 100 µA 100 µA à 1 mA 1 mA à 10 mA 10 mA à 100 mA 100 mA à 1 A 1 A à 20 A 20 A à 1 kA	$1,3 \times 10^{-6} \times I$ $1,3 \times 10^{-6} \times I$ $1,3 \times 10^{-6} \times I$ $1,3 \times 10^{-6} \times I$ $2,4 \times 10^{-6} \times I$ $4 \times 10^{-6} \times I$ $8 \times 10^{-6} \times I$ $2,1 \times 10^{-5} \times I$	Mesure de la différence de potentiel aux bornes d'une résistance	Comparateur de courant	BF-1-03-60-02 et PQ/96-EM-3
Shunts - Pincés ampèremétriques Comparateurs de courant	Intensité de courant électrique	/	1 kA à 10 kA	$5,0 \times 10^{-4} \times I$	Réduction de courant et mesure de tension aux bornes d'une résistance	Comparateur de courant	PQ/96-EM-3

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Intensité de courant électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Sources de courant	Intensité de courant électrique	10 Hz à 20 Hz	1 mA à 20 A	$1,5 \times 10^{-4}$	Méthode par transposition thermique	Shunts associés à un transfert thermique	BF-1-09-60-08
		20 Hz à 20 kHz	1 mA à 2,5 mA	$5,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 4 kHz	2,5 mA à 500 mA	$5,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	2,5 mA à 500 mA	$5,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 4 kHz	0,5 A à 2 A	$7,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	0,5 A à 2 A	$8,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 20 kHz	2 A à 5 A	$9,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	5 A à 20 A	$1,5 \times 10^{-4}$			
		40 Hz à 20 kHz	5 A à 10 A	$1,0 \times 10^{-4}$			
		40 Hz à 20 kHz	10 A à 20 A	$1,5 \times 10^{-4}$			
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Sources de courant	Intensité de courant électrique	20 Hz à 2 kHz	1 μ A à 10 μ A 10 μ A à 5 mA	$1,0 \times 10^{-4} \times I$ $7,0 \times 10^{-5} \times I$	Mesure de la différence de potentiel aux bornes d'une résistance	Voltmètre + résistance	BF-1-11-60-01
		2 kHz à 10 kHz	100 μ A à 2,5 mA	$5,5 \times 10^{-5} \times I$			
		10 kHz à 20 kHz	100 μ A à 2,5 mA	$8,5 \times 10^{-5} \times I$			
Ampèremètres Calibrateurs Multimètres Sources de courant	Intensité de courant électrique	10 Hz à 1 kHz	20 A à 100 A	$2,5 \times 10^{-4} \times I$	Mesure de la différence de potentiel aux bornes d'un shunt	Voltmètre + shunt	BF-1-09-60-10
Shunts Pincés ampèremétriques Transformateurs d'intensité Sources de courant	Intensité de courant électrique	40 Hz à 70 Hz	10 A à 7,2 kA	$8,0 \times 10^{-5} \times I$	Réduction de courant et mesure de tension aux bornes d'une résistance	Transformateur de courant	PQ/96-EM-9
Transducteurs, tores, capteurs de courant	Module du rapport de transformation	100 kHz à 150 kHz	■ 1 A	$1,3 \times 10^{-2} \times K$	Mesure de la différence de potentiel à la sortie du tore (transducteur) pour une intensité de courant étalonnée	Résistance, amplificateur, voltmètre $\times$	BF-1-09-60-04
		900 kHz à 1 MHz	■ 1 A	$2 \times 10^{-2} \times K$			

■ : valeurs ponctuelles

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

K est la valeur du rapport de transformation du transducteur.

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateurs Voltmètres Multimètres Voltmètres à transfert thermique	Différence de potentiel	■ 10 Hz	■ 10 mV	$1,3 \times 10^{-4} \times U$	Transposition thermique	Transfert thermique	BF-1-06-60-14
		■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 10 mV	$1,2 \times 10^{-4} \times U$			
		■ 40 Hz	■ 10 mV	$1,1 \times 10^{-4} \times U$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 10 mV	$1,0 \times 10^{-4} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 20 mV ■ 30 mV	$1,0 \times 10^{-4} \times U$			
		■ 20 Hz	■ 20 mV ■ 30 mV	$9,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz	■ 20 mV ■ 30 mV	$8,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 20 mV ■ 30 mV	$7,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz	■ 50 mV	$8,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 20 Hz	■ 50 mV	$7,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz ■ 50 kHz	■ 50 mV	$6,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 50 mV	$5,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 100 kHz	■ 50 mV	$6,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz	■ 100 mV	$6,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 20 Hz	■ 100 mV	$4,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz	■ 100 mV	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 100 mV	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 100 kHz	■ 100 mV	$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz	■ 200 mV	$5,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 20 Hz	■ 200 mV	$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 200 mV	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateurs Voltmètres Multimètres Voltmètres à transfert thermique	Différence de potentiel	■ 400 Hz ■ 1kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 200 mV	$2,5 \times 10^{-5} \times U$	Transposition thermique	Transfert thermique	BF-1-06-60-14
		■ 10 Hz	■ 300 mV	$4,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 20 Hz	■ 300 mV	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 300 mV	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 0,5 V ■ 1 V ■ 2 V ■ 3 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V	$2,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 30 V ■ 50 V	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 30 V ■ 50 V	$2,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 100 V	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 200 V	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 200 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 300 V ■ 500 V	$3,2 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 300 V ■ 500 V ■ 1 000 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 300 V ■ 500 V	$4,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 300 V ■ 500 V	$5,0 \times 10^{-5} \times U$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 1 000 V	$5,2 \times 10^{-5} \times U$			
Calibrateurs Voltmètres Multimètres Voltmètres à transfert thermique	Différence de potentiel	■ 10kHz ■ 20 kHz	■ 1 000 V	$4,5 \times 10^{-5} \times U$	Transposition thermique	Transfert thermique	BF-1-06-60-14
		■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 1 000 V	$7,5 \times 10^{-5} \times U$			

■ : valeurs ponctuelles

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

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Voltmètres Multimètres	Différence de potentiel	≤ 5 Hz	1 mV à 100 mV 100 mV à 700 V	$1 \times 10^{-5} \times U + 1,6 \mu\text{V}$ $1,6 \times 10^{-5} \times U$	Echantillonnage numérique	Voltmètre à échantillonnage et algorithme de calcul	BF-1-06-60-01
		5 Hz à 20 Hz	1 mV à 100 mV 100 mV à 700 V	$4 \times 10^{-5} \times U + 1,2 \mu\text{V}$ $4 \times 10^{-5} \times U$			
		20 Hz à 100 Hz	1 mV à 100 mV 100 mV à 700 V	$7 \times 10^{-5} \times U + 1,2 \mu\text{V}$ $7 \times 10^{-5} \times U$			

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

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateurs Voltmètres Multimètres Voltmètres à transfert thermique	Différence de potentiel	10 Hz à 20 Hz	10 mV à 20 mV	$3,2 \times 10^{-4} \times U$	Transposition thermique	Transfert thermique	BF-1-06-60-14
		20 Hz à 40 Hz	10 mV à 20 mV	$1,3 \times 10^{-4} \times U$			
		40 Hz à 10 kHz	10 mV à 20 mV	$1,1 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz	10 mV à 20 mV	$1,2 \times 10^{-4} \times U$			
		0,1 MHz à 1 MHz	10 mV à 30 mV	$1,0 \times 10^{-3} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	20 mV à 200 mV	$3,0 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz	20 mV à 50 mV	$1,0 \times 10^{-4} \times U$			
		40 Hz à 20 kHz	20 mV à 50 mV	$9,0 \times 10^{-5} \times U$			
		20 kHz à 100 kHz	20 mV à 50 mV	$9,5 \times 10^{-5} \times U$			
		0,1 MHz à 1 MHz	30 mV à 20 V	$3,0 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz	50 mV à 100 mV	$8,5 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 20 kHz	50 mV à 100 mV	$7,0 \times 10^{-5} \times U$			
		20 kHz à 100 kHz	50 mV à 100 mV	$7,5 \times 10^{-5} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz	100 mV à 200 mV	$6,5 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 20 kHz	100 mV à 200 mV	$5,0 \times 10^{-5} \times U$			
		20 kHz à 100 kHz	100 mV à 200 mV	$5,5 \times 10^{-5} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	200 mV à 50 V	$1,7 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz	200 mV à 0,5 V	$9,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 400 Hz	200 mV à 300 mV	$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		400 Hz à 20 kHz	200 mV à 300 mV	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		20 kHz à 100 kHz	200 mV à 300 mV	$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 50 kHz	300 mV à 0,5 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		50 kHz à 100 kHz	300 mV à 0,5 V	$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz	0,5 V à 100 V	$6,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 50 kHz	0,5 V à 5 V	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		50 kHz à 100 kHz	0,5 V à 5 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 20 kHz	5 V à 20 V	$2,5 \times 10^{-5} \times U$			
		20 kHz à 100 kHz	5 V à 20 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 100 kHz	20 V à 30 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 20 kHz	30 V à 200 V	$3,0 \times 10^{-5} \times U$			
		20 kHz à 50 kHz	30 V à 200 V	$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		50 kHz à 100 kHz	30 V à 200 V	$4,0 \times 10^{-5} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	50 V à 1 000 V	$1,6 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz	100 V à 1 000 V	$8,5 \times 10^{-5} \times U$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateurs Voltmètres Multimètres Voltmètres à transfert thermique	Différence de potentiel	40 Hz à 400 Hz 400 Hz à 10 kHz 10 kHz à 50 kHz 50 kHz à 100 kHz 400 Hz à 10 kHz 10 kHz à 20 kHz 20 Hz à 50 kHz 400 Hz à 1 kHz 1 kHz à 10 kHz 10 kHz à 20 kHz 20 kHz à 100 kHz	200 V à 1 000 V 200 V à 300 V 200 V à 300 V 200 V à 500 V 300 V à 500 V 300 V à 500 V 300 V à 500 V 500 V à 1 000 V 500 V à 1 000 V 500 V à 1 000 V 500 V à 1 000 V	$3,5 \times 10^{-5} \times U$ $3,0 \times 10^{-5} \times U$ $4,5 \times 10^{-5} \times U$ $5,5 \times 10^{-5} \times U$ $3,5 \times 10^{-5} \times U$ $4,5 \times 10^{-5} \times U$ $5,0 \times 10^{-5} \times U$ $3,5 \times 10^{-5} \times U$ $4,0 \times 10^{-5} \times U$ $7,0 \times 10^{-5} \times U$ $8,0 \times 10^{-5} \times U$	Transposition thermique	Transfert thermique	BF-1-06-60-12 & BF-1-06-60-14
Calibrateurs Voltmètres Multimètres Voltmètres à transfert thermique	Différence de potentiel	10 Hz à 40 Hz	10 µV à 10 mV	$3,0 \times 10^{-5} \times U + 4,5 \mu V$	Transposition thermique	Transfert thermique et diviseur inductif	BF-1-06-60-13 PQ/96-EM-6/B
		40 Hz à 1 kHz	10 µV à 10 mV	$2,5 \times 10^{-5} \times U + 2,0 \mu V$			
		1 kHz à 10 kHz	10 µV à 10 mV	$2,5 \times 10^{-5} \times U + 4,5 \mu V$			
		10 kHz à 100 kHz	1 mV à 10 mV	$1,4 \times 10^{-4} \times U + 2,1 \mu V$	Transposition thermique	Générateur et diviseur	BF-1-06-60-02
Kilovoltmètres Transformateurs de tension Voltmètres crête Diviseurs	Différence de potentiel	40 Hz à 60 Hz	1 kV à 100 kV 100 kV à 250 kV	$1,0 \times 10^{-4} \times U$ $2,0 \times 10^{-4} \times U$	Mesure directe d'une tension réduite	Transformateurs de tension	PQ/96-EM-6/B
Kilovoltmètres Transformateurs de tension Diviseurs	Différence de potentiel	■ 16,7 Hz	1 kV à 30 kV	$1,5 \times 10^{-3} \times U$	Mesure directe d'une tension réduite	Transformateur de tension	BF-1-06-60-05

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

■ : valeurs ponctuelles

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transferts thermiques Convertisseurs thermiques	Ecart de transposition en tension Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	■ 10 Hz ■ 20Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 10 mV	$1,1 \times 10^{-4}$	Transposition thermique	Transfert thermique	PQ/96-EM-10
		■ 40 Hz	■ 10 mV	$9,5 \times 10^{-5}$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 10 mV	$8,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 20 mV	$9,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz	■ 20 mV	$7,5 \times 10^{-5}$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 20 mV	$7,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 30 mV	$8,5 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz	■ 30 mV	$7,0 \times 10^{-5}$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 30 mV	$6,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 50 mV	$8,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz	■ 50 mV	$6,5 \times 10^{-5}$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 50 mV	$6,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 100 mV	$7,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 100 mV	$5,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz	■ 200 mV	$5,0 \times 10^{-5}$			
		■ 20 Hz	■ 200 mV	$3,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 200 mV	$2,5 \times 10^{-5}$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 200 mV	$2,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz	■ 300 mV	$3,5 \times 10^{-5}$			
		■ 20Hz	■ 300 mV	$2,5 \times 10^{-5}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transferts thermiques Convertisseurs thermiques	Ecart de transposition en tension Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 300 mV	$2,0 \times 10^{-5}$	Transposition thermique	Transfert thermique	PQ/96-EM-10
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 500 mV ■ 10 V ■ 20 V	$1,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 40 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 1 V ■ 2 V ■ 3 V ■ 5 V	$1,5 \times 10^{-5}$			
		■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 1 V ■ 2 V ■ 3 V ■ 5 V	$1,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 100 kHz	■ 30 V ■ 50 V ■ 100 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz ■ 50 kHz	■ 30 V ■ 50 V ■ 100 V	$1,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 50 kHz ■ 100 kHz	■ 200 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 200 V ■ 300 V	$1,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 300 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		■ 50 kHz	■ 300 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		■ 100 kHz	■ 300 V	$3,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 500 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 500 V ■ 1 000 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		■ 50 kHz	■ 500 V	$4,0 \times 10^{-5}$			
		■ 100 kHz	■ 500 V	$4,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 1 000 V	$5,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 1 000 V	$3,5 \times 10^{-5}$			
		■ 50 kHz	■ 1 000 V	$6,0 \times 10^{-5}$			
		■ 100 kHz	■ 1 000 V	$7,0 \times 10^{-5}$			
		■ 500 kHz	■ 10 mV	$3,3 \times 10^{-4}$			
		■ 1 MHz	■ 10 mV	$5,5 \times 10^{-4}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transferts thermiques Convertisseurs thermiques	Ecart de transposition en tension Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	■ 500 kHz	■ 20 mV	$3,0 \times 10^{-4}$	Transposition thermique	Transfert thermique	PQ/96-EM-10
		■ 1 MHz	■ 20 mV	$4,0 \times 10^{-4}$			
		■ 500 kHz	■ 30 mV ■ 50 mV ■ 100 mV	$1,4 \times 10^{-4}$			
		■ 1 MHz	■ 30 mV	$2,2 \times 10^{-4}$			
		■ 1 MHz	■ 50 mV ■ 100 mV	$2,0 \times 10^{-4}$			
		■ 500 kHz	■ 200 mV ■ 300 mV ■ 0,5 V	$1,0 \times 10^{-4}$			
		■ 1 MHz	■ 200 mV	$1,5 \times 10^{-4}$			
		■ 1 MHz	■ 300 mV ■ 0,5 V	$1,2 \times 10^{-4}$			
		■ 500 kHz ■ 1 MHz	■ 1 V ■ 2 V ■ 3 V ■ 5 V ■ 10 V ■ 20 V	$1,0 \times 10^{-4}$			

■ : valeurs ponctuelles

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transferts thermiques Convertisseurs thermiques	Ecart de transposition en tension Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	10 Hz à 40 Hz	1 mV à 10 mV	$\frac{1,4 \times 10^{-5}}{U}$	Transposition thermique	Générateur de tensions continue et alternative Diviseur inductif	PQ/96-EM-10/B
		40 Hz à 100 kHz	1 mV à 10 mV	$\frac{1,0 \times 10^{-5}}{U}$			
		10 Hz à 20 Hz	10 mV à 200 mV	$3,0 \times 10^{-4}$	Transposition thermique	Transfert thermique	PQ/96-EM-10
		20 Hz à 40 Hz	10 mV à 20 mV	$1,2 \times 10^{-4}$			
		20 kHz à 100 kHz	10 mV à 20 mV	$1,2 \times 10^{-4}$			
		40 Hz à 400 Hz	10 mV à 20 mV	$1,1 \times 10^{-4}$			
		400 Hz à 20 kHz	10 mV à 20 mV	$9,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	20 mV à 30 mV	$1,0 \times 10^{-4}$			
		20 kHz à 100 kHz	20 mV à 30 mV	$1,0 \times 10^{-4}$			
		40 Hz à 400 Hz	20 mV à 30 mV	$8,5 \times 10^{-5}$			
		400 Hz à 20 kHz	20 mV à 30 mV	$8,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	30 mV à 50 mV	$9,5 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 100 kHz	30 mV à 50 mV	$9,5 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 400 Hz	30 mV à 50 mV	$8,0 \times 10^{-5}$			
		400 Hz à 20 kHz	30 mV à 50 mV	$7,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	50 mV à 100 mV	$9,0 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 100 kHz	50 mV à 100 mV	$9,0 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 400 Hz	50 mV à 100 mV	$7,5 \times 10^{-5}$			
		400 Hz à 20 kHz	50 mV à 100 mV	$7,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	100 mV à 200 mV	$8,0 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 100 kHz	100 mV à 200 mV	$8,0 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 20 kHz	100 mV à 200 mV	$6,0 \times 10^{-5}$			
		10 Hz à 20 Hz	0,2 V à 0,5 V	$1,5 \times 10^{-4}$			
		10 Hz à 20 Hz	0,5 V à 1 000 V	$1,4 \times 10^{-4}$			
		20 Hz à 40 Hz	0,2 V à 0,5 V	$4,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	0,5 V à 50 V	$4,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	50 V à 500 V	$4,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	500 V à 1 000 V	$6,0 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 400 Hz	0,2 V à 0,3 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 400 Hz	0,3 V à 0,5 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 400 Hz	0,5 V à 300 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 400 Hz	300 V à 1 000 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		400 Hz à 4 kHz	0,2 V à 0,3 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		400 Hz à 4 kHz	0,3 V à 0,5 V	$2,0 \times 10^{-5}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transferts thermiques Convertisseurs thermiques	Ecart de transposition en tension Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	400 Hz à 4 kHz	0,5 V à 300 V	$1,5 \times 10^{-5}$	Transposition thermique	Transfert thermique	PQ/96-EM-10
		400 Hz à 4 kHz	300 V à 1 000 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	0,2 V à 0,3 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	0,3 V à 0,5 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	0,5 V à 100 V	$1,5 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	100 V à 300 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	300 V à 500 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	500 V à 1 000 V	$3,5 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	0,2 V à 0,3 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	0,3 V à 0,5 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	0,5 V à 30 V	$2,0 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	30 V à 100 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	100 V à 200 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	200 V à 300 V	$3,5 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	300 V à 500 V	$4,5 \times 10^{-5}$			
		20 kHz à 50 kHz	500 V à 1 000 V	$6,5 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	0,2 V à 0,5 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	0,5 V à 30 V	$2,5 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	30 V à 50 V	$3,0 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	50 V à 200 V	$3,5 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	200 V à 300 V	$4,5 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	300 V à 500 V	$5,0 \times 10^{-5}$			
		50 kHz à 100 kHz	500 V à 1 000 V	$7,0 \times 10^{-5}$			
		100 kHz à 500 kHz	10 mV à 20 mV	$3,5 \times 10^{-4}$			
		0,5 MHz à 1 MHz	10 mV à 20 mV	$8,0 \times 10^{-4}$			
		100 kHz à 500 kHz	20 mV à 30 mV	$3,0 \times 10^{-4}$			
		0,5 MHz à 1 MHz	20 mV à 30 mV	$7,2 \times 10^{-4}$			
		100 kHz à 500 kHz	30 mV à 100 mV	$1,8 \times 10^{-4}$			
		0,5 MHz à 1 MHz	30 mV à 50 mV	$2,2 \times 10^{-4}$			
		100 kHz à 500 kHz	100 mV à 200 mV	$1,6 \times 10^{-4}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transferts thermiques Convertisseurs thermiques	Ecart de transposition en tension	0,5 MHz à 1 MHz	50 mV à 200 mV	$2,0 \times 10^{-4}$	Transposition thermique	Transfert thermique	PQ/96-EM-10
		100 kHz à 500 kHz	200 mV à 1 V	$1,4 \times 10^{-4}$			
	Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	0,5 MHz à 1 MHz	200 mV à 0,5 V	$1,8 \times 10^{-4}$			
		0,5 MHz à 1 MHz	0,5 V à 1 V	$1,6 \times 10^{-4}$			
		100 kHz à 1 MHz	1 V à 20 V	$1,0 \times 10^{-4}$			
		0,5 MHz à 1 MHz	1 V à 20 V	$1,1 \times 10^{-4}$			

$$(U) = (U =) \times (1 + e)$$

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

e est la valeur de l'écart de transposition

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Ecart de transposition en courant

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Transferts thermiques en mode courant Shunts associés à transfert thermique	Ecart de transposition en courant Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 1 mA ■ 2 mA	$5,0 \times 10^{-5}$	Transposition thermique	Transfert thermique et shunt	PQ/96-EM-11
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 2,5 mA ■ 5 mA	$4,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 2,5 mA ■ 5 mA	$3,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 2,5 mA ■ 5 mA	$4,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 10 mA ■ 20 mA ■ 30 mA	$3,5 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 10 mA ■ 20 mA ■ 30 mA ■ 50 mA ■ 100 mA	$3,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 10 mA ■ 20 mA ■ 30 mA	$4,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 50 mA ■ 100 mA ■ 200 mA ■ 300 mA	$4,5 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 200 mA ■ 300 mA	$3,5 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 500 mA	$5,5 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 500 mA	$4,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 1 A ■ 2 A	$6,0 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 1 A ■ 2 A ■ 3 A	$5,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 Hz ■ 20 Hz	■ 3 A ■ 5 A ■ 10 A	$8,0 \times 10^{-5}$			
		■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 3 A	$6,5 \times 10^{-5}$			
		■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 5 A ■ 10 A	$6,0 \times 10^{-5}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Ecart de transposition en courant

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
		■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 5 A	$7,0 \times 10^{-5}$			
Transferts thermiques en mode courant Shunts associés à transfert thermique	Ecart de transposition en courant	■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 10 A	$8,0 \times 10^{-5}$	Transposition thermique	Transfert thermique et shunt	PQ/96-EM-11
		■ 10 Hz ■ 20 Hz ■ 10 kHz ■ 20 kHz	■ 20 A	$9,0 \times 10^{-5}$			
	Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	■ 40 Hz ■ 400 Hz ■ 1 kHz ■ 4 kHz	■ 20 A	$7,0 \times 10^{-5}$			
Transferts thermiques en mode courant Shunts associés à transfert thermique	Ecart de transposition en courant	10 Hz à 20 Hz	1 mA à 20 A	$1,4 \times 10^{-4}$	Transposition thermique	Transfert thermique et shunt	PQ/96-EM-11
		20 Hz à 20 kHz	1 mA à 2,5 mA	$5,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 40 Hz	2,5 mA à 500 mA	$4,5 \times 10^{-5}$			
	Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	40 Hz à 4 kHz	2,5 mA à 500 mA	$4,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	2,5 mA à 500 mA	$5,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 4 kHz	0,5 A à 2 A	$6,0 \times 10^{-5}$			
		4 kHz à 20 kHz	0,5 A à 2 A	$6,5 \times 10^{-5}$			
Transferts thermiques en mode courant Shunts associés à transfert thermique	Ecart de transposition en courant	20 Hz à 4 kHz	2 A à 5 A	$7,5 \times 10^{-5}$	Transposition thermique	Transfert thermique et shunt	PQ/96-EM-11
		4 kHz à 20 kHz	2 A à 5 A	$8,0 \times 10^{-5}$			
	Domaine de mesure : $0 \leq e \leq 0,01$	20 Hz à 40 Hz	5 A à 20 A	$1,2 \times 10^{-4}$			
		40 Hz à 20 kHz	5 A à 10 A	$9,0 \times 10^{-5}$			
		40 Hz à 20 kHz	10 A à 20 A	$1,0 \times 10^{-4}$			

■ : valeurs ponctuelles

$$(I) = (I_{\text{ref}}) \times (1 + e)$$

I_{ref} et I sont respectivement les valeurs des courants alternatifs et continus.

e est la valeur de l'écart de transposition

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances Ohmmètres Calibrateurs Ponts de résistance Boîtes de résistances Jauges de contrainte Simulateurs de résistance	Résistance électrique	/	1 nΩ à 100 μΩ 100 μΩ à 10 mΩ 10 mΩ à 100 mΩ 100 mΩ à 1 Ω 1 Ω à 10 Ω 10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 1 kΩ 1 kΩ à 10 kΩ	0,2 nΩ $1,7 \times 10^{-6} \times R$ $5,4 \times 10^{-7} \times R$ $3,9 \times 10^{-7} \times R$ $1,9 \times 10^{-7} \times R$ $3,1 \times 10^{-7} \times R$ $4,6 \times 10^{-7} \times R$ $6,0 \times 10^{-7} \times R$	Mesure au moyen d'un pont	Pont à comparateur de courant	PQ/96-EM-4/A
			■ 1 Ω ■ 10 Ω ■ 100 Ω ■ 1 kΩ	$1,2 \times 10^{-7} \times R$ $1,9 \times 10^{-7} \times R$ $3,1 \times 10^{-7} \times R$ $4,5 \times 10^{-7} \times R$			
			10 kΩ à 100 kΩ 100 kΩ à 1 MΩ 1 MΩ à 10 MΩ 10 MΩ à 100 MΩ	$3,6 \times 10^{-7} \times R + 1,3 \times 10^{-11} \times R^2$ $3,9 \times 10^{-7} \times R + 1,3 \times 10^{-12} \times R^2$ $4,9 \times 10^{-6} \times R + 1,2 \times 10^{-13} \times R^2$ $6,6 \times 10^{-6} \times R + 1,1 \times 10^{-14} \times R^2$		Pont à diviseur	PQ/96-EM-4/A
			■ 10 kΩ ■ 100 kΩ ■ 1 MΩ ■ 10 MΩ ■ 100 MΩ	$1,5 \times 10^{-7} \times R$ $2,0 \times 10^{-7} \times R$ $3,9 \times 10^{-7} \times R$ $6,3 \times 10^{-7} \times R$ $8,5 \times 10^{-7} \times R$			

■ : valeurs ponctuelles

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

Note : Pour les résistances étalonnées, la température peut être connue à $\pm 0,2$ °C dans l'air et $\pm 0,03$ °C dans l'huile.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances de haute valeur Téraohmmètres Mégohmmètres Boîtes de résistances	Résistance électrique de haute valeur	/	1 MΩ à 10 GΩ	$\sqrt{81 + \frac{9 \times 10^4}{U}} \times 10^{-6} \times R$	Mesure au moyen d'un pont	Pont de Wheatstone gardé	PQ/96-EM-4/A
			10 GΩ à 100 GΩ	$\sqrt{81 + \frac{9 \times 10^5}{U}} \times 10^{-6} \times R$			
			100 GΩ à 1 TΩ 1 TΩ à 10 TΩ 10 TΩ à 100 TΩ 100 TΩ à 1 PΩ	$(1 \times 10^3 + 11 \times 10^{-20}/I^2)^{1/2} \times 10^{-6} \times R$ $(4 \times 10^3 + 11 \times 10^{-20}/I^2)^{1/2} \times 10^{-6} \times R$ $(2 \times 10^5 + 11 \times 10^{-20}/I^2)^{1/2} \times 10^{-6} \times R$ $(2 \times 10^7 + 11 \times 10^{-20}/I^2)^{1/2} \times 10^{-6} \times R$		Pont à intégration	

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

I est la valeur de l'intensité de courant électrique exprimée en ampères.

U est la valeur de la tension de mesure exprimée en volts (entre 10 V et 1000 V).

Note : Pour les résistances étalonnées, la température peut être connue à $\pm 0,2$ °C dans l'air.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances Shunts	Résistance électrique Incertitude sur le terme a	20 Hz à 1 kHz	■ 0,01 Ω	$2,5 \times 10^{-5}$	Comparaison à un étalon au banc de mesureur de signaux déphasés	MSD	390B0108
		1 kHz à 5 kHz	■ 0,03 Ω	4×10^{-5}			
		5 kHz à 10 kHz	■ 0,06 Ω	6×10^{-5}			
		10 kHz à 20 kHz	■ 0,1 Ω	$1,1 \times 10^{-4}$			
		20 Hz à 1 kHz	■ 1 Ω ■ 10 Ω	$2,5 \times 10^{-5}$			
		1 kHz à 5 kHz		$3,5 \times 10^{-5}$			
		5 kHz à 10 kHz		$4,5 \times 10^{-5}$			
		10 kHz à 20 kHz		$7,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 20 kHz	■ 100 Ω à 1 k Ω <i>pas de 100 Ω</i> ■ 1 k Ω à 10 k Ω <i>pas de 1 kΩ</i> ■ 10 k Ω à 100 k Ω <i>pas de 10 kΩ</i> ■ 200 k Ω	$2,5 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 10 kHz	■ 300 k Ω	$3,0 \times 10^{-5}$			
		10 kHz à 20 kHz	■ 500 k Ω	$4,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 1 kHz	■ 1 M Ω	$3,0 \times 10^{-5}$			
		1 kHz à 5 kHz		$3,5 \times 10^{-5}$			
		5 kHz à 10 kHz		$5,0 \times 10^{-5}$			

■ valeurs ponctuelles

Ces valeurs d'incertitudes sont considérées pour un étalon dont le comportement en courant alternatif est identique au comportement en courant continu. La tension aux bornes de la résistance est d'environ 1 V.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances Shunts	Résistance électrique Incertitude sur le terme a	20 Hz à 1 kHz	0,01 Ω à 10 Ω 10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 100 k Ω 100 k Ω à 500 k Ω 500 k Ω à 1 M Ω 1 M Ω à 5 M Ω	$4,5 \times 10^{-5}$ $5,5 \times 10^{-5}$ $4 \times 0 \times 10^{-5}$ $4,5 \times 10^{-5}$ $6,5 \times 10^{-5}$ $2,1 \times 10^{-4}$	Comparaison à un étalon au banc de mesureur de signaux déphasés	MSD	390B0108
		1 kHz à 5 kHz	0,01 Ω à 10 Ω 10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 100 k Ω 100 k Ω à 500 k Ω 500 k Ω à 1 M Ω 1 M Ω à 5 M Ω	$5,5 \times 10^{-5}$ $6,0 \times 10^{-5}$ $4,0 \times 10^{-5}$ $4,5 \times 10^{-5}$ $6,5 \times 10^{-5}$ $2,2 \times 10^{-4}$			
		5 kHz à 10 kHz	0,01 Ω à 10 Ω 10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 100 k Ω 100 k Ω à 500 k Ω 500 k Ω à 1 M Ω 1 M Ω à 5 M Ω	$7,0 \times 10^{-5}$ $6,5 \times 10^{-5}$ $4,5 \times 10^{-5}$ $4,5 \times 10^{-5}$ $6,5 \times 10^{-5}$ $2,5 \times 10^{-4}$			
		10 kHz à 20 kHz	0,01 Ω à 10 Ω 10 Ω à 100 Ω 100 Ω à 100 k Ω 100 k Ω à 500 k Ω 500 k Ω à 1 M Ω	$1,1 \times 10^{-4}$ $9,0 \times 10^{-5}$ $4,5 \times 10^{-5}$ $4,5 \times 10^{-5}$ $6,6 \times 10^{-5}$			

Ces valeurs d'incertitudes sont considérées pour un étalon dont le comportement en courant alternatif est identique au comportement en courant continu. La tension aux bornes de la résistance est d'environ 1 V.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Résistance électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances Shunts	Résistance électrique Incertitude sur le terme b	20 Hz à 100 Hz	■ 0,01 Ω ■ 0,03 Ω ■ 0,06 Ω ■ 0,1 Ω	$3,5 \times 10^{-5}$	Comparaison à un étalon au banc de générateur de signaux déphasés	MSD	PQ/96-EM-8
		100 Hz à 1 kHz		$1,0 \times 10^{-4}$			
		1 kHz à 5 kHz		$3,2 \times 10^{-4}$			
		5 kHz à 10 kHz		$5,8 \times 10^{-4}$			
		10 kHz à 20 kHz		$1,1 \times 10^{-3}$			
		20 Hz à 100 Hz	■ 1 Ω	$3,0 \times 10^{-5}$			
		100 Hz à 1 kHz		$7,5 \times 10^{-5}$			
		1 kHz à 5 kHz		$1,6 \times 10^{-5}$			
		5 kHz à 10 kHz		$2,3 \times 10^{-4}$			
		10 kHz à 20 kHz		$3,7 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 100 Hz	■ 10 Ω	$3,0 \times 10^{-5}$			
		100 Hz à 1 kHz		$7,5 \times 10^{-5}$			
		1 kHz à 5 kHz		$1,4 \times 10^{-4}$			
		5 kHz à 10 kHz		$2,0 \times 10^{-4}$			
		10 kHz à 20 kHz		$3,0 \times 10^{-5}$			
		20 Hz à 100 Hz	■ 100 Ω à 1 kΩ <i>pas de 100 Ω</i> ■ 1 kΩ à 10 kΩ <i>pas de 1 kΩ</i> ■ 10 kΩ à 100 kΩ <i>pas de 10 kΩ</i> ■ 100 kΩ à 500 kΩ <i>par pas de 100 kΩ</i>	$3,0 \times 10^{-5}$			
		100 Hz à 1 kHz		$7,0 \times 10^{-5}$			
		1 kHz à 5 kHz		$1,3 \times 10^{-4}$			
		5 kHz à 10 kHz		$1,8 \times 10^{-4}$			
		10 kHz à 20 kHz		$2,6 \times 10^{-4}$			

■ valeurs ponctuelles

Ces valeurs d'incertitudes sont considérées pour un étalon dont le comportement en courant alternatif est identique au comportement en courant continu. La tension aux bornes de la résistance est d'environ 1 V.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances Shunts	Résistance électrique Incertitude sur le terme b	20 Hz à 100 Hz	0,01 Ω à 0,1 Ω	$4,5 \times 10^{-5}$	Comparaison à un étalon au banc de mesureur de signaux déphasés	MSD	390B0108
			0,1 Ω à 10 Ω	$3,5 \times 10^{-5}$			
			10 Ω à 1 M Ω	$3,0 \times 10^{-5}$			
			1 M Ω à 5 M Ω	$6,0 \times 10^{-5}$			
		100 Hz à 1 kHz	0,01 Ω à 0,1 Ω	$2,7 \times 10^{-4}$			
			0,1 Ω à 1 Ω	$1,2 \times 10^{-4}$			
			1 Ω à 100 Ω	$7,5 \times 10^{-5}$			
			100 Ω à 1 M Ω	$7,0 \times 10^{-5}$			
			1 M Ω à 5 M Ω	$1,5 \times 10^{-4}$			
		1 kHz à 5 kHz	0,01 Ω à 0,1 Ω	$1,3 \times 10^{-3}$			
			0,1 Ω à 1 Ω	$4,4 \times 10^{-4}$			
			1 Ω à 10 Ω	$1,6 \times 10^{-4}$			
			10 Ω à 100 Ω	$1,4 \times 10^{-4}$			
			100 Ω à 1 M Ω	$1,3 \times 10^{-4}$			
			1 M Ω à 5 M Ω	$2,7 \times 10^{-4}$			
		5 kHz à 10 kHz	0,01 Ω à 0,1 Ω	$2,5 \times 10^{-3}$			
			0,1 Ω à 1 Ω	$8,4 \times 10^{-4}$			
			1 Ω à 10 Ω	$2,4 \times 10^{-4}$			
			10 Ω à 100 Ω	$2,0 \times 10^{-4}$			
			100 Ω à 1 M Ω	$1,8 \times 10^{-4}$			
			1 M Ω à 5 M Ω	$3,7 \times 10^{-4}$			
		10 kHz à 20 kHz	0,01 Ω à 0,1 Ω	$5,1 \times 10^{-3}$			
			0,1 Ω à 1 Ω	$1,7 \times 10^{-3}$			
			1 Ω à 10 Ω	$4,0 \times 10^{-4}$			
			10 Ω à 100 Ω	$3,0 \times 10^{-4}$			
			100 Ω à 1 M Ω	$2,5 \times 10^{-4}$			

Ces valeurs d'incertitudes sont considérées pour un étalon dont le comportement en courant alternatif est identique au comportement en courant continu. La tension aux bornes de la résistance est d'environ 1 V.

R est la valeur de la résistance électrique exprimée en ohms.

En adoptant la représentation :

$$\tilde{R} = R_c \times (1 + a + jb)$$

Avec, $\tilde{R}$: résistance en courant alternatif

R_c : résistance en courant continu

a : écart, en valeur relative entre le module de l'impédance et la valeur de la résistance en courant continu

b : valeur de l'argument de l'impédance exprimé en radians

Les incertitudes en valeurs ponctuelles sont les mêmes que sur les domaines de valeurs en continu.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Capacité électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Capacités Ponts de capacités Ponts d'impédances	Capacité électrique	■ 1 kHz	■ 10 pF ■ 100 pF ■ 1 nF	$2,0 \times 10^{-6} \times C$	Méthode par substitution Mesure au moyen d'un pont	Capacité de référence Pont à transformateur	PQ/96-EM-12/B
		20 Hz à 100 Hz	■ 10 pF ■ 100 pF	$6,3 \times 10^{-6} \times C$			
			■ 1 nF	$2 \times 10^{-5} \times C$			
		100 Hz à 3 kHz	■ 10 pF ■ 100 pF	$4,1 \times 10^{-6} \times C$			
			■ 1 nF	$1,2 \times 10^{-5} \times C$			
		3 kHz à 5 kHz	■ 10 pF ■ 100 pF	$5,2 \times 10^{-6} \times C$			
			■ 1 nF	$9,3 \times 10^{-6} \times C$			
		5 kHz à 7 kHz	■ 10 pF ■ 100 pF	$8,8 \times 10^{-6} \times C$			
			■ 1 nF	$1,3 \times 10^{-5} \times C$			
		7 kHz à 10 kHz	■ 10 pF ■ 100 pF	$1,7 \times 10^{-5} \times C$			
			■ 1 nF	$2,1 \times 10^{-5} \times C$			
Capacités Boîtes de capacité Ponts de capacités Ponts d'impédances	Capacité électrique	■ 1 kHz	C < 1 nF 1 nF à 10 nF 10 nF à 100 nF 100 nF à 1 µF 1 µF à 10 µF 10 µF à 100 µF 100 µF à 1 mF 1 mF à 1 F	$1,3 \times 10^{-5} \times C + 0,1 \text{ fF}$ $2,9 \times 10^{-6} \times C$ $1,2 \times 10^{-5} \times C$ $1,7 \times 10^{-5} \times C$ $2,2 \times 10^{-5} \times C$ $2,4 \times 10^{-5} \times C$ $7,8 \times 10^{-5} \times C$ $1,0 \times 10^{-4} \times C$	Mesure au moyen d'un pont	Capacités de référence Pont à transformateur Pont à diviseur inductif	PQ/96-EM-12/B
		20 Hz à 100 Hz	C < 1 nF 1 nF à 10 nF 10 nF à 100 nF 100 nF à 1 µF 1 µF à 10 µF 10 µF à 100 µF 100 µF à 1 mF	$2,4 \times 10^{-5} \times C + 1,5 \text{ fF}$ $2,0 \times 10^{-5} \times C$ $2,5 \times 10^{-5} \times C$ $2,9 \times 10^{-5} \times C$ $3,2 \times 10^{-5} \times C$ $3,5 \times 10^{-5} \times C$ $8,6 \times 10^{-5} \times C$			

■ valeurs ponctuelles

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Capacité électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Capacités Boîtes de capacité Ponts de capacités Ponts d'impédances	Capacité électrique	100 Hz à 3 kHz	C < 1 nF 1 nF à 10 nF 10 nF à 100 nF 100 nF à 1 µF 1 µF à 10 µF 10 µF à 100 µF 100 µF à 1 mF	$1,8 \times 10^{-5} \times C + 0,1 \text{ fF}$ $1,2 \times 10^{-5} \times C$ $1,8 \times 10^{-5} \times C$ $2,6 \times 10^{-5} \times C$ $3,4 \times 10^{-5} \times C$ $4,1 \times 10^{-5} \times C$ $1,4 \times 10^{-4} \times C$	Mesure au moyen d'un pont	Capacités de référence Pont à transformateur Pont à diviseur inductif	PQ/96-EM-12/B
		3 kHz à 5 kHz	C < 1 nF 1 nF à 10 nF 10 nF à 100 nF 100 nF à 1 µF 1 µF à 10 µF 10 µF à 100 µF 100 µF à 1 mF	$3,3 \times 10^{-5} \times C + 0,1 \text{ fF}$ $1,4 \times 10^{-5} \times C$ $2,6 \times 10^{-5} \times C$ $3,9 \times 10^{-5} \times C$ $5,1 \times 10^{-5} \times C$ $6,2 \times 10^{-5} \times C$ $2,1 \times 10^{-4} \times C$			
		5 kHz à 7 kHz	C < 1 nF 1 nF à 10 nF 10 nF à 100 nF 100 nF à 1 µF 1 µF à 10 µF 10 µF à 100 µF 100 µF à 1 mF	$6 \times 10^{-5} \times C + 0,1 \text{ fF}$ $1,8 \times 10^{-5} \times C$ $3,3 \times 10^{-5} \times C$ $5,4 \times 10^{-5} \times C$ $7,2 \times 10^{-5} \times C$ $8,6 \times 10^{-5} \times C$ $2,8 \times 10^{-4} \times C$			
		7 kHz à 10 kHz	C < 1 nF 1 nF à 10 nF 10 nF à 100 nF 100 nF à 1 µF 1 µF à 10 µF 10 µF à 100 µF 100 µF à 1 mF	$1,2 \times 10^{-4} \times C + 0,1 \text{ fF}$ $2,4 \times 10^{-5} \times C$ $4,5 \times 10^{-5} \times C$ $8,1 \times 10^{-5} \times C$ $1,2 \times 10^{-4} \times C$ $1,3 \times 10^{-4} \times C$ $4,0 \times 10^{-4} \times C$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Capacité électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Capacités Boîtes de capacité Ponts de capacités Ponts d'impédances	Capacité électrique	20 Hz à 1 kHz	1 mF à 1 F	$1,0 \times 10^{-4} \times C$	Méthode par résonance	Impédance et circuit de quadrature	PQ/96-EM-12/B
		1 MHz	$1 \text{ pF} \leq C < 10 \text{ pF}$ $10 \text{ pF} \leq C \leq 100 \text{ pF}$ $100 \text{ pF} < C \leq 1\,000 \text{ pF}$	$1,2 \times 10^{-4} \times C$ $1,1 \times 10^{-4} \times C$ $1,6 \times 10^{-3} \times C$	Comparaison à une résistance via un réseau de quadrature	Capacité de référence Ondemètre	PQ/96-EM-12/B
Capacités Boîtes de capacité Ponts de capacités Ponts d'impédances Etalons de tangente d'angle de pertes	Facteur de dissipation ($C \leq 1 \text{ }\mu\text{F}$)	20 Hz à 1 kHz	$\tan \delta \leq 0,01$ $0,01 < \tan \delta \leq 0,1$ $0,1 < \tan \delta \leq 1$	$5,3 \times 10^{-5}$ $(5 \times \tan \delta + 0,8) \times 10^{-4}$ $(5 \times \tan \delta + 2,5) \times 10^{-4}$	Mesure au moyen d'un pont	Pont à transformateur Pont d'impédance	PQ/96-EM-12/B
	Argument de la capacité électrique ($1 \text{ }\mu\text{F} \leq C \leq 1 \text{ F}$)	20 Hz à 1 kHz	$-\pi/2 \pm 20 \text{ mrad}$	0,08 mrad	Comparaison à une résistance via un réseau de quadrature	Impédance et circuit de quadrature	PQ/96-EM-12/B

C est la valeur de la capacité exprimée en farads, δ est la valeur de l'angle de pertes et $\tan \delta$ est le facteur de dissipation.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Wattmètres Compteurs d'énergie électrique Analyseurs de réseau Générateurs de puissance fictive Calibrateurs	Puissance active	45 Hz à 65 Hz	120 V à 240 V ■ 1 A ■ 2 A ■ 5 A $0,001 \leq \cos \varphi \leq 1$	$40 \times 10^{-6} \times S$	Mesure par comparaison	Etalon de puissance	39MØ518
			30 V à 600 V 20 mA à 10 A $0,001 \leq \cos \varphi \leq 1$	$50 \times 10^{-6} \times S$			
			30 V à 600 V 10 A à 100 A $0,001 \leq \cos \varphi \leq 1$	$70 \times 10^{-6} \times S$			
			30 V à 600 V 1 mA à 20 mA $0,001 \leq \cos \varphi \leq 1$	$50 \times 10^{-5} \times S$			
	Puissance apparente	45 Hz à 65 Hz	120 V à 240 V ■ 1 A ■ 2 A ■ 5 A	$40 \times 10^{-6} \times S$	Mesure par comparaison	Etalon de puissance	39MØ518
			30 V à 600 V 20 mA à 10 A	$50 \times 10^{-6} \times S$			
			30 V à 600 V 10 A à 100 A	$70 \times 10^{-6} \times S$			
			30 V à 600 V 1 mA à 20 mA	$50 \times 10^{-5} \times S$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Wattmètres Compteurs d'énergie électrique Analyseurs de réseau Générateurs de puissance fictive Calibrateurs	Puissance réactive	45 Hz à 65 Hz	120 V à 240 V ■ 1 A ■ 2 A ■ 5 A $0,001 \leq \sin \varphi \leq 1$	$40 \times 10^{-6} \times S$	Mesure par comparaison	Etalon de puissance	39MØ518
			30 V à 600 V 20 mA à 10 A $0,001 \leq \sin \varphi \leq 1$	$50 \times 10^{-6} \times S$			
			30 V à 600 V 10 A à 100 A $0,001 \leq \sin \varphi \leq 1$	$70 \times 10^{-6} \times S$			
			30 V à 600 V 1 mA à 20 mA $0,001 \leq \sin \varphi \leq 1$	$50 \times 10^{-5} \times S$			

■ : valeurs ponctuelles

S et φ sont respectivement les valeurs de la puissance apparente et du déphasage exprimées en unités légales.

Les incertitudes d'étalonnage en énergie sont dégradées des incertitudes en mesure de puissance compte-tenu de la stabilité de la source sur la durée de comptage.

$P = U \times I$: voir différence de potentiel et intensité en courant continu

Electricité haute fréquence / 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
Lignes artificielle dissymétrique et symétrique, 75 Ω et 600 Ω	Affaiblissement d'une ligne artificielle	■ 1 kHz	■ 0 dB ■ 3 dB ■ 6 dB ■ 10 dB ■ 20 dB ■ 30 dB ■ 40 dB ■ 50 dB ■ 60 dB ■ 70 dB ■ 80 dB ■ 90 dB ■ 100 dB	Ligne dissymétrique	Ligne symétrique	Comparaison à un diviseur de référence	Diviseur de référence	BF-1-07-60-02
				5×10^{-6} dB $5,8 \times 10^{-6}$ dB $7,2 \times 10^{-6}$ dB 1×10^{-5} dB $2,7 \times 10^{-5}$ dB $7,9 \times 10^{-5}$ dB $1,3 \times 10^{-4}$ dB $7,6 \times 10^{-4}$ dB $2,4 \times 10^{-3}$ dB $7,6 \times 10^{-3}$ dB $2,4 \times 10^{-2}$ dB $7,6 \times 10^{-2}$ dB $2,4 \times 10^{-1}$ dB	1×10^{-5} dB $1,2 \times 10^{-5}$ dB $1,5 \times 10^{-5}$ dB 2×10^{-5} dB $5,4 \times 10^{-5}$ dB $1,6 \times 10^{-4}$ dB $2,6 \times 10^{-4}$ dB $1,6 \times 10^{-3}$ dB $4,8 \times 10^{-3}$ dB $1,6 \times 10^{-2}$ dB $4,8 \times 10^{-2}$ dB $1,6 \times 10^{-1}$ dB $4,8 \times 10^{-1}$ dB			

■ : valeurs ponctuelles

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Inductance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Inductances	Inductance	40 Hz à 100 Hz	■ 1 mH	$7,3 \times 10^{-5} \times L$	Comparaison à une capacité au pont de Maxwell	Pont de Maxwell	PQ/96-EM-13/B
			■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$4,4 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH ■ 200 mH ■ 500 mH ■ 1 H ■ 2 H ■ 5 H ■ 10 H	$4,7 \times 10^{-5} \times L$			
		100 Hz à 400 Hz	■ 1 mH	$7,1 \times 10^{-5} \times L$			
		400 Hz à 1 kHz	■ 1 mH	$4,1 \times 10^{-5} \times L$			
		100 Hz à 1 kHz	■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$4,0 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH ■ 200 mH ■ 500 mH ■ 1 H ■ 2 H ■ 5 H ■ 10 H	$4,2 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 1 mH	$3,9 \times 10^{-5} \times L$			
		1 kHz	■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$3,8 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH ■ 200 mH ■ 500 mH ■ 1 H ■ 2 H ■ 5 H ■ 10 H	$4,0 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 1 mH	$4,1 \times 10^{-5} \times L$			
		1 kHz à 2 kHz	■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$3,9 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH ■ 200 mH ■ 500 mH ■ 1 H ■ 2 H ■ 5 H	$4,1 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 1 mH	$4,1 \times 10^{-5} \times L$			
		2 kHz à 5 kHz	■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$4,0 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH ■ 200 mH ■ 500 mH	$4,2 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 1 H	$4,6 \times 10^{-5} \times L$			
		5 kHz à 7 kHz	■ 1 mH	$4,1 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$4,2 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH	$4,3 \times 10^{-5} \times L$			
		7 kHz à 10 kHz	■ 1 mH	$4,3 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 2 mH ■ 5 mH ■ 10 mH ■ 20 mH	$4,5 \times 10^{-5} \times L$			
			■ 50 mH ■ 100 mH	$4,6 \times 10^{-5} \times L$			

■ : valeurs ponctuelles

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Inductance							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Inductances	Inductance	1 kHz	■ 50 µH	$3,2 \times 10^{-4} \times L$	Comparaison à une capacité au pont de Maxwell	Pont de capacité et transformation étoile-triangle	PQ/96-EM-13/B
			■ 100 µH	$2,0 \times 10^{-4} \times L$			
			■ 200 µH	$1,4 \times 10^{-4} \times L$			
			■ 500 µH	$1,1 \times 10^{-4} \times L$			
			■ 1 mH	$9,2 \times 10^{-5} \times L$			
Inductances	Inductance	40 Hz à 100 Hz	1 mH à 2 mH 2 mH à 20 mH 20 mH à 5 H 5 H à 10 H	$11 \times 10^{-5} \times L$ $8,7 \times 10^{-5} \times L$ $8,8 \times 10^{-5} \times L$ $8,9 \times 10^{-5} \times L$	Mesure au moyen d'un pont	Pont d'impédance	PQ/96-EM-13/B
		100 Hz à 400 Hz	1 mH à 2 mH 2 mH à 20 mH 20 mH à 2 H 2 H à 5 H 5 H à 10 H	$11 \times 10^{-5} \times L$ $8,5 \times 10^{-5} \times L$ $8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,8 \times 10^{-5} \times L$ $9,3 \times 10^{-5} \times L$			
		400 Hz à 1 kHz	1 mH à 2 mH 2 mH à 20 mH 20 mH à 200 mH 200 mH à 500 mH 500 mH à 1 H 1 H à 2 H 2 H à 5 H 5 H à 10 H	$8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,5 \times 10^{-5} \times L$ $8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,7 \times 10^{-5} \times L$ $8,9 \times 10^{-5} \times L$ $9,7 \times 10^{-5} \times L$ $15 \times 10^{-5} \times L$ $25 \times 10^{-5} \times L$			
		1 kHz	1 mH à 2 mH 2 mH à 20 mH 20 mH à 200 mH 200 mH à 500 mH 500 mH à 1 H 1 H à 2 H 2 H à 5 H 5 H à 10 H	$8,5 \times 10^{-5} \times L$ $8,4 \times 10^{-5} \times L$ $8,5 \times 10^{-5} \times L$ $8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,8 \times 10^{-5} \times L$ $10 \times 10^{-5} \times L$ $15 \times 10^{-5} \times L$ $25 \times 10^{-5} \times L$			

■ : valeurs ponctuelles

L est la valeur de l'inductance électrique exprimée en henry.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Inductance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Inductances	Inductance	1 kHz à 3 kHz	1 mH à 2 mH 2 mH à 20 mH 20 mH à 50 mH 50 mH à 100 mH 100 mH à 500 mH 500 mH à 1 H 1 H à 2 H 2 H à 5 H 5 H à 10 H	$8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,5 \times 10^{-5} \times L$ $8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,8 \times 10^{-5} \times L$ $9,5 \times 10^{-5} \times L$ $14 \times 10^{-5} \times L$ $23 \times 10^{-5} \times L$ $42 \times 10^{-5} \times L$ $11 \times 10^{-4} \times L$	Mesure au moyen d'un pont	Pont d'impédance	PQ/96-EM-13/B
		3 kHz à 5 kHz	1 mH à 10 mH 10 mH à 20 mH 20 mH à 50 mH 50 mH à 100 mH 100 mH à 200 mH 200 mH à 500 mH 500 mH à 1 H	$8,5 \times 10^{-5} \times L$ $8,6 \times 10^{-5} \times L$ $9,1 \times 10^{-5} \times L$ $11 \times 10^{-5} \times L$ $15 \times 10^{-5} \times L$ $30 \times 10^{-5} \times L$ $58 \times 10^{-5} \times L$			
		5 kHz à 7 kHz	1 mH à 5 mH 5 mH à 10 mH 10 mH à 20 mH 20 mH à 50 mH 50 mH à 100 mH	$8,6 \times 10^{-5} \times L$ $8,7 \times 10^{-5} \times L$ $8,9 \times 10^{-5} \times L$ $11 \times 10^{-5} \times L$ $15 \times 10^{-5} \times L$			
		7 kHz à 10 kHz	1 mH à 2 mH 2 mH à 5 mH 5 mH à 10 mH 10 mH à 20 mH 20 mH à 50 mH 50 mH à 100 mH	$8,7 \times 10^{-5} \times L$ $8,8 \times 10^{-5} \times L$ $9,0 \times 10^{-5} \times L$ $9,9 \times 10^{-5} \times L$ $15 \times 10^{-5} \times L$ $25 \times 10^{-5} \times L$			

L est la valeur de l'inductance électrique exprimée en henry.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Inductance							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Inductances	Inductance	40 Hz à 400 Hz	10 µH à 1 mH	$3,6 \times 10^{-4} \times L + 12 \text{ nH}$	Méthode de transformation étoile - triangle	Pont de capacité et transformation étoile-triangle	PQ/96-EM-13/B
		400 Hz à 5 kHz		$9 \times 10^{-5} \times L + 12 \text{ nH}$			
		5 kHz à 10 kHz		$1,5 \times 10^{-4} \times L + 12 \text{ nH}$			
		40 Hz à 120 Hz	1 µH à 10 µH	$1,6 \times 10^{-3} \times L + 12 \text{ nH}$			
		120 Hz à 5 kHz		$1,7 \times 10^{-4} \times L + 12 \text{ nH}$			
		5 kHz à 10 kHz		$2,3 \times 10^{-4} \times L + 12 \text{ nH}$			
		40 Hz à 120 Hz	0,1 µH à 1µH	$1,5 \times 10^{-2} \times L + 12 \text{ nH}$			
		120 Hz à 10 kHz		$1,1 \times 10^{-3} \times L + 12 \text{ nH}$			
		40 Hz à 120 Hz	$L < 100 \text{ nH}$	$1,5 \times 10^{-1} \times L + 12 \text{ nH}$			
		120 Hz à 10 kHz		$1,0 \times 10^{-2} \times L + 12 \text{ nH}$			

L est la valeur de l'inductance électrique exprimée en henry.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Phase

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Phasemètres Générateurs de signaux déphasés Réseaux déphaseurs Analyseurs de réseau	Déphasage Rapport de tension unité	10 mV à 1 000 V	20 Hz à 20 kHz	$\sqrt{0,32 + \frac{f}{200}}$	Comparaison à un mesureur de phase étalon	Echantillonnage et conversion analogique-numérique	PQ/96-EM-15 C970 B04
Phasemètres Générateurs de signaux déphasés Réseaux déphaseurs Analyseurs de réseau	Déphasage Rapport de tension différent de l'unité	10 mV à 8,5 V	20 Hz à 1 kHz	$2 \times 10^{-3} \times f + 0,9$	Comparaison à un mesureur de phase étalon	Echantillonnage et conversion analogique-numérique	PQ/96-EM-15 C970 B04
		10 mV à 850 mV	1 kHz à 10 kHz	$\sqrt{3,4 + \frac{f}{200}}$			
		10 mV à 400 mV	10 kHz à 20 kHz	$\sqrt{3,4 + \frac{f}{200}}$			
		400 mV à 500 mV	10 kHz à 20 kHz	$\sqrt{92 + 0,36 \times \left[\left(\frac{1}{U_{Ref}} \right)^2 + \left(\frac{1}{U_{Var}} \right)^2 \right]}$			
		500 mV à 850 mV	10 kHz à 20 kHz	$\sqrt{17 + 0,36 \times \left[\left(\frac{1}{U_{Ref}} \right)^2 + \left(\frac{1}{U_{Var}} \right)^2 \right]}$			
		850 mV à 5 V	1 kHz à 20 kHz	$\sqrt{17 + 36 \times \left[\left(\frac{1}{U_{Ref}} \right)^2 + \left(\frac{1}{U_{Var}} \right)^2 \right]}$			
		5 V à 8,5 V	1 kHz à 20 kHz	$\sqrt{7,2 + 36 \times \left[\left(\frac{1}{U_{Ref}} \right)^2 + \left(\frac{1}{U_{Var}} \right)^2 \right]}$			
		8,5 V à 70 V	20 Hz à 20 kHz	$\sqrt{7,2 + 3\,600 \times \left[\left(\frac{1}{U_{Ref}} \right)^2 + \left(\frac{1}{U_{Var}} \right)^2 \right]}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Phase							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Phasemètres Générateurs de signaux déphasés Réseaux déphaseurs Analyseurs de réseau	Déphasage Rapport de tension différent de l'unité	70 V à 100 V	20 Hz à 1 kHz	$\sqrt{(2 \times 10^{-3} \times f + 0,9)^2 + 900}$	Comparaison à un mesureur de phase étalon	Echantillonnage et conversion analogique-numérique associés à des diviseurs de tension	PQ/96-EM-15 C970 B04
		70 V à 100 V	1 kHz à 20 kHz	$\sqrt{905 + \frac{f}{200}}$			
		100 V à 200 V	20 Hz à 1 kHz	$\sqrt{(2 \times 10^{-3} \times f + 0,9)^2 + 3\,600}$			
		100 V à 200 V	1 kHz à 20 kHz	$\sqrt{3605 + \frac{f}{200}}$			
		200 V à 400 V	20 Hz à 1 kHz	$\sqrt{(2 \times 10^{-3} \times f + 0,9)^2 + 2,1 \times 10^4}$			
		200 V à 400 V	1 kHz à 20 kHz	$\sqrt{2,1 \cdot 10^4 + \frac{f}{200}}$			
		400 V à 1 000 V	20 Hz à 1 kHz	$\sqrt{(2 \times 10^{-3} \times f + 0,9)^2 + 84 \times 10^3}$			
		400 V à 1 000 V	1 kHz à 20 kHz	$\sqrt{84 \times 10^3 + \frac{f}{200}}$			

Déphasage TENSION/TENSION, angle 0 à $\pm \pi$

f est la valeur de la fréquence exprimée en Hz

U_{Ref} la valeur efficace de la différence de potentiel de la voie de référence exprimée en unité légale

U_{Var} la valeur efficace de la différence de potentiel de la voie déphasée exprimée en unité légale

Les incertitudes pour les déphasages TENSION/INTENSITE et INTENSITE/INTENSITE sont déduites des incertitudes pour les déphasages TENSION/TENSION.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Charge électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Electromètres Coulombmètres Mesureurs de charges	Charge électrique	/	1 pC à 10 pC	$2,3 \times 10^{-4} \times Q$	Comparaison à une charge étalon	Charge étalon obtenue au moyen d'un condensateur	PQ/96-EM-16
	Etalonnage de mesureurs de charges électriques en coulombs		10 pC à 20 nC	$1,5 \times 10^{-4} \times Q$		Charge étalon obtenue par mesure d'une intensité de courant durant un temps	PQ/96-EM-16
	20 nC à 10 µC		$5,4 \times 10^{-4} \times Q$				
Masmètres	Charge électrique	/	0,1 mA · s à 100 mA · s	$4 \times 10^{-5} \times Q$	Comparaison à une charge étalon	Charge étalon obtenue par mesure d'une intensité de courant durant un temps	PQ/96-EM-16
	Etalonnage de mesureurs de charges électriques en A · s		100 mA · s à 200 mA · s	$2,5 \times 10^{-3} \times Q$			
	200 mA · s à 2 A · s		$1,5 \times 10^{-3} \times Q + 0,4 \text{ mA} \cdot \text{s}$				
	2 A · s à 20 A · s		$2,1 \times 10^{-3} \times Q + 4 \text{ mA} \cdot \text{s}$				
	20 A · s à 100 A · s		$2,3 \times 10^{-3} \times Q$				
Mesureurs de charges électriques	Charge électrique	10 Hz à 20 Hz	1 pC à 10 pC 10 pC à 20 nC	$4,8 \times 10^{-4} \times Q$ $4,5 \times 10^{-4} \times Q$	Comparaison à une charge étalon	Charge étalon obtenue au moyen d'un condensateur	PQ/96-EM-16
	Etalonnage de mesureurs de charges électriques en coulombs	20 Hz à 10 kHz	1 pC à 10 pC 10 pC à 20 nC	$4,0 \times 10^{-4} \times Q$ $3,6 \times 10^{-4} \times Q$			
	10 kHz à 100 kHz	1 pC à 10 pC 10 pC à 20 nC	$4,1 \times 10^{-4} \times Q$ $3,8 \times 10^{-4} \times Q$				
Amplificateurs de charges électriques	Charge électrique	10 Hz à 20 Hz	1 pC à 20 nC	$9,7 \times 10^{-4} \times Q$	Comparaison à une charge étalon	Charge étalon obtenue au moyen d'un condensateur	PQ/96-EM-16
	Etalonnage d'amplificateurs de charges électriques en coulombs	20 Hz à 10 kHz		$8,8 \times 10^{-4} \times Q$			
	10 kHz à 100 kHz	$9,3 \times 10^{-4} \times Q$					

Q est la valeur de la charge électrique exprimée en coulombs.

Electricité courant continu et basse fréquence / Signaux impulsionnels

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Systèmes de mesure de choc de foudre ou d'ondes de manœuvre × Diviseurs pour onde de chocs de foudre ou onde de manœuvre Calibrateurs	Tension de crête	Onde de choc de foudre normalisée avec le temps de front compris entre 0,8 µs et 1,6 µs	Jusqu'à 350 kV	5 mV/V	Suivant IEC 60061-1&2	Un diviseur haute tension étalon, une station d'acquisition et un logiciel de mesure	BF-1-29-60-03
		Onde de manœuvre normalisée avec le temps jusqu'à la crête compris entre 200 µs et 300 µs et entre 20 µs et 40 µs	Jusqu'à 250 kV	10 mV/V			

Magnétisme / Induction magnétique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Aimants, gaussmètres, teslamètres, bobine	Induction magnétique	/	0,1 mT à 3,5 mT	$2,8 \times 10^{-2} \times B$	Génération d'une induction magnétique dans une bobine	Bobine étalon	BF-1-24-60-03
			3,5 mT à 8 mT	$3,5 \times 10^{-2} \times B$			
			0,1 mT à 3,5 mT 3,5 mT à 50 mT	$2,8 \times 10^{-2} \times B$ $3,7 \times 10^{-2} \times B$			BF-1-24-60-02
			0,35 mT à 75 mT	$1,5 \times 10^{-2} \times B$			BF-1-24-60-04
			40 mT à 2 T	$2 \times 10^{-2} \times B + 13 \text{ mT}$	Génération d'une induction magnétique dans l'entrefer d'un électro-aimant	Gaussmètre à RMN et électro-aimant	BF-1-24-60-01
Gaussmètres teslamètres	Induction magnétique	10 Hz	0 à 3 mT	$1,5 \times 10^{-2} \times B$	Génération d'une induction magnétique dans une bobine	Bobine d'Helmholtz	BF-1-23-60-10
		50 Hz	0 à 10 mT	$1,0 \times 10^{-2} \times B$			
		100 Hz	0 à 1 mT	$1,5 \times 10^{-2} \times B$			
		400 Hz	0 à 100 μT	$1,5 \times 10^{-2} \times B$			
		1 kHz	0 à 70 μT	$1,5 \times 10^{-2} \times B$			

B est la valeur de l'induction magnétique exprimée en tesla.

Remarque : les incertitudes peuvent être dégradées en fonction de la qualité métrologique des appareils à étalonner.

Magnétisme / Flux magnétique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Aimants, gaussmètres, teslamètres, bobine, fluxmètres	Flux magnétique	/	100 μ Wb à 20 mWb	$1,2 \times 10^{-3} \times \Delta\Phi_M$	Variation de courant produite dans une inductance mutuelle	Ampèremètre + inductance mutuelle	PQ/96-EM-23

$\Delta\Phi_M$ est la variation de flux magnétique exprimée en weber.

Remarque : les incertitudes peuvent être dégradées en fonction de la qualité métrologique des appareils à étalonner.

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Température par simulation électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Indicateurs et simulateurs (calibrateurs) pour thermocouple, sonde Pt100 et thermorésistance Calibrateurs - Multimètres	Simulation électrique de température	Indicateur pour thermocouple (mode récepteur) sans compensation de soudure froide	- 8 mV à 70 mV	0,1 μ V couples K, T, J, S, R et B	Méthode d'opposition (tension)	Potentiomètre à comparateur de courant	PQ/96-EM-25
		Simulateur pour thermocouple (mode générateur) sans compensation de soudure froide		0,1 μ V couples K, T, J, S, R et B			
Indicateurs et simulateurs (calibrateurs) pour thermocouple, sonde Pt100 et thermorésistance Calibrateurs - Multimètres	Simulation électrique de température	Sonde Pt 100 Indicateur pour thermorésistance (mode récepteur)	10 Ω à 400 Ω	0,4 m Ω	Mesure au moyen d'un pont (résistance)	Résistance étalon	PQ/96-EM-25
		Sonde Pt 100 Simulateur pour thermorésistance (mode générateur)	10 m Ω à 1 M Ω	$2,2 \times 10^{-6} \times R + 0,22 \text{ m}\Omega$		Potentiomètre à comparateur de courant	

(1) Les domaines de température équivalents sont, pour chaque couple thermoélectrique ou thermorésistance, déterminés conformément aux normes en vigueur.

(*) Afin d'obtenir l'incertitude globale d'étalonnage, l'incertitude de cette colonne sera convertie en °C et combinée avec la résolution, la stabilité... propres à l'instrument. L'incertitude propre à la table de conversion utilisée devra également être prise en compte.

Note : Les calculs doivent être effectués en tension et convertis en température à la fin des calculs car la sensibilité d'un thermocouple varie avec la gamme de température.

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

Portée détaillée :

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateur, Alimentation	Différence de potentiel	/	0 V à 1 000 V	$3,5 \times 10^{-6} \times U + 0,3 \mu V$	Mesure directe	Multimètre	BF-1-01-60-07
Multimètre, Nanovoltmètre, Voltmètre, Wattmètre, Centrale d'acquisition, Indicateur de température, Pince ampéremétrique, Sonde différentielle, Sonde d'oscilloscope, Testeur de batterie	Différence de potentiel	/	0 V à 1 000 V	$3,5 \times 10^{-6} \times U + 0,3 \mu V$	Mesure directe	Calibrateur	

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateur, Alimentation	Différence de potentiel	10 Hz à 20 Hz	10 mV à 20 mV	$3,3 \times 10^{-4} \times U$	Mesure directe	Multimètre	BF-1-06-60-10
		20 Hz à 10 kHz		$1,9 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$2,5 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	20 mV à 200 mV	$2,5 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 10 kHz		$1,4 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$2,0 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	200 mV à 1 000 V	$1,5 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 10 kHz		$6,5 \times 10^{-5} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$1,5 \times 10^{-4} \times U$			
Multimètre, Voltmètre, Wattmètre, Centrale d'acquisition Analyseur de fréquence, Détecteur synchrone Pince ampéremétrique, Sonde différentielle, Sonde d'oscilloscope	Différence de potentiel	10 Hz à 20 Hz	10 mV à 20 mV	$3,3 \times 10^{-4} \times U$	Mesure directe	Calibrateur	BF-1-06-60-10
		20 Hz à 10 kHz		$1,9 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$2,5 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	20 mV à 200 mV	$2,5 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 10 kHz		$1,4 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$2,0 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	200 mV à 1 000 V	$1,5 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 10 kHz		$6,5 \times 10^{-5} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$1,5 \times 10^{-4} \times U$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Calibrateur, Multimètre	Différence de potentiel	10 Hz à 20 Hz	10 mV à 20 mV	$3,2 \times 10^{-4} \times U$	Mesures par Comparaison	Transfert Thermique	BF-1-06-60-12
		20 Hz à 40 Hz		$1,8 \times 10^{-4} \times U$			
		40 Hz à 10 kHz		$1,7 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$2,0 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	20 mV à 50 mV	$2,2 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz		$1,2 \times 10^{-4} \times U$			
		40 Hz à 10 kHz		$1,1 \times 10^{-4} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$1,6 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	50 mV à 200 mV	$1,6 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz		$1,0 \times 10^{-4} \times U$			
		40 Hz à 10 kHz		$7,5 \times 10^{-5} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$1,0 \times 10^{-4} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	200 mV à 200 V	$1,4 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz		$5,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 10 kHz		$3,5 \times 10^{-5} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$5,0 \times 10^{-5} \times U$			
		10 Hz à 20 Hz	200 V à 1 000 V	$1,4 \times 10^{-4} \times U$			
		20 Hz à 40 Hz		$5,0 \times 10^{-5} \times U$			
		40 Hz à 10 kHz		$4,5 \times 10^{-5} \times U$			
		10 kHz à 100 kHz		$7,5 \times 10^{-5} \times U$			
		0,1 MHz à 1 MHz	10 mV à 30 mV	$1,2 \times 10^{-3} \times U$			
			30 mV à 500 mV	$1,2 \times 10^{-3} \times U$			
			500 mV à 20 V	$4,0 \times 10^{-4} \times U$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Intensité de courant							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Calibrateur, Alimentation, Transconductance	Intensité de courant	/	0 A à 10 A	$3,9 \times 10^{-5} \times I + 1,2 \text{ nA}$	Mesure directe	Ampéremètre	BF-1-03-60-01
Multimètre, Ampéremètre, Wattmètre, Capteur de courant, Centrale d'acquisition, Milliohmètre, Pince ampéremétrique, Sonde de courant, Testeur de batterie	Intensité de courant	/	0 A à 220 μA	$2,9 \times 10^{-5} \times I + 1,3 \text{ nA}$	Mesure directe	Calibrateur + transconductance	
			220 μA à 2,2 mA	$2,9 \times 10^{-5} \times I + 3,1 \text{ nA}$			
			2,2 mA à 22 mA	$2,9 \times 10^{-5} \times I + 28 \text{ nA}$			
			22 mA à 220 mA	$3,1 \times 10^{-5} \times I + 0,29 \text{ } \mu\text{A}$			
			220 mA à 2,2 A	$3,8 \times 10^{-5} \times I + 4 \text{ } \mu\text{A}$			
			2,2 A à 10 A	$6,4 \times 10^{-5} \times I + 0,11 \text{ mA}$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Intensité de courant électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Calibrateur, Alimentation, Transconductance	Intensité de courant	20 Hz à 10 kHz	$I \leq 200 \mu A$	$5,4 \times 10^{-4} \times I + 22 \text{ nA}$	Mesure directe	Ampéremètre	BF-1-09-60-06
			200 μA à 2 mA	$3,2 \times 10^{-4} \times I + 22 \text{ nA}$			
			2 mA à 20 mA	$1,3 \times 10^{-4} \times I + 22 \text{ nA}$			
			20 mA à 200 mA	$1,3 \times 10^{-4} \times I + 65 \text{ nA}$			
			200 mA à 2 A	$3,4 \times 10^{-4} \times I + 0,6 \mu A$			
			2 A à 5 A	$2,9 \times 10^{-4} \times I + 5,8 \mu A$			
Multimètre, Ampéremètre, Wattmètre, Capteur de courant, Centrale d'acquisition, Milliohmètre, Pince ampéremétrique, Sonde de courant, Testeur de batterie	Intensité de courant	$f \leq 5 \text{ kHz}$	0 à 220 μA	$2,4 \times 10^{-4} \times I + 11 \text{ nA}$	Mesure directe	Calibrateur + transconductance	BF-1-09-60-06
		$f > 5 \text{ kHz}$	$I \leq 200 \mu A$	$5,9 \times 10^{-4} \times I + 0,15 \mu A$			
		$f \leq 1 \text{ kHz}$	220 μA à 2,2 mA	$0,9 \times 10^{-4} \times I + 5,8 \text{ nA}$			
		$f > 1 \text{ kHz}$	220 μA à 2,2 mA	$1,8 \times 10^{-4} \times I + 0,66 \mu A$			
		$f \leq 1 \text{ kHz}$	2,2 mA à 22 mA	$1,0 \times 10^{-4} \times I + 15 \text{ nA}$			
		$f > 1 \text{ kHz}$	2,2 mA à 22 mA	$1,7 \times 10^{-4} \times I + 1,4 \mu A$			
		20 Hz à 10 kHz	22 mA à 220 mA	$1,5 \times 10^{-4} \times I + 7,1 \mu A$			
		20 Hz à 10 kHz	220 mA à 2,2 A	$6,7 \times 10^{-4} \times I + 15 \mu A$			
		20 Hz à 10 kHz	2,2 A à 10 A	$2,6 \times 10^{-4} \times I + 0,11 \text{ mA}$			
		1 kHz	1 A, 2 A, 5 A	$2,8 \times 10^{-4} \times I$			
1 kHz, 2 kHz, 5 kHz et 10 kHz	10 A						
Tore de courant	Intensité de courant	10 kHz à 1 MHz	10 A	$2,0 \times 10^{-3} \times I$	Comparaison	Shunt étalon	BF-1-09-60-04
Calibrateur, Alimentation, Transconductance		10 Hz à 20 Hz	10 μA à 150 μA	$4,0 \times 10^{-4} \times I$			
	20 Hz à 10 kHz	$2,5 \times 10^{-4} \times I$					
	Calibrateur, Alimentation, Transconductance	Intensité de courant	10 Hz à 20 Hz	150 μA à 20 A	$2,0 \times 10^{-4} \times I$	Comparaison	Shunt étalon + Multimètre
20 Hz à 10 kHz			$1,0 \times 10^{-4} \times I$				
10 Hz à 20 Hz			10 μA à 150 μA	$4,0 \times 10^{-4} \times I$			
20 Hz à 10 kHz				$2,5 \times 10^{-4} \times I$			
Multimètre, Ampéremètre, Wattmètre, Pince ampéremétrique	Intensité de courant	10 Hz à 20 Hz	150 μA à 20 A	$2,0 \times 10^{-4} \times I$	Comparaison	Shunt étalon + Multimètre	BF-1-09-60-10
		20 Hz à 10 kHz		$1,0 \times 10^{-4} \times I$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Multimètre, Nanovoltmètre	Résistance électrique	/	1 Ω à 100 k Ω	$3 \times 10^{-6} \times R$	Comparaison	Résistance étalon	BF-1-04-60-09
			100 k Ω à 20 M Ω	$7 \times 10^{-6} \times R$			
			20 M Ω à 1 G Ω	$7 \times 10^{-5} \times R$			
Calibrateur	Résistance électrique	/	1 Ω à 100 k Ω	$3 \times 10^{-6} \times R + 4 \mu\Omega$	Comparaison	Résistance étalon et multimètre	BF-1-04-60-11
			100 k Ω à 20 M Ω	$7 \times 10^{-6} \times R$			
			20 M Ω à 1 G Ω	$7 \times 10^{-5} \times R$			
Calibrateur, Multimètre, Nanovoltmètre, Centrale d'acquisition, Indicateur de température, Mesureur de terre, Milliohmètre	Résistance électrique	/	Jusqu'à 1 Ω	$2,2 \times 10^{-5} \times R + 1 \mu\Omega$	Comparaison	Ohmmètre étalon avec résistance de transfert	BF-1-04-60-10
			1 Ω à 100 k Ω	$0,9 \times 10^{-5} \times R$			
			100 k Ω à 10 M Ω	$1,2 \times 10^{-5} \times R$			
			10 M Ω à 100 M Ω	$1,1 \times 10^{-4} \times R$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Phase							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Générateur de phase, Phasemètre, Analyseur de fréquence, Détecteur synchrone	Phase	de 20 Hz à 20 kHz	10 mV à 1 000 V	0,02 °	Mesure directe	Phasemètre	BF-1-15-60-02

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	VAC	[45 ; 65] Hz	30 V à 480 V	65 μ V/V	Comparaison directe à wattmètre étalon (étalonné au banc de puissance primaire)	Calibrateur BF ; Transconductance ; Wattmètre (ZERA COM5003)	BF-1-14-60-01
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	IAC	[45;65] Hz	[1 mA ; 20 mA] [20 mA ; 10 A] [10 A ; 100 A]	111 μ A/A 69 μ A/A 116 μ A/A	Comparaison directe à wattmètre étalon (étalonné au banc de puissance primaire)	Calibrateur BF ; Transconductance ; Wattmètre (ZERA COM5003)	BF-1-14-60-01
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	φ	[45;65] Hz	30 V à 480 V [1 mA ; 20 mA] [20 mA ; 10 A] [10 A ; 100 A] [- $\pi/2$; $\pi/2$]	0,05 ° 0,03 ° 0,03 °	Comparaison directe à wattmètre étalon (étalonné au banc de puissance primaire)	Calibrateur BF ; Transconductance ; Wattmètre (ZERA COM5003)	BF-1-14-60-01
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	S	[45;65] Hz	30 V à 480 V [1 mA ; 20 mA] [20 mA ; 10 A] [10 A ; 100 A]	505 μ VA/VA 80 μ VA/VA 97 μ VA/VA	Comparaison directe à wattmètre étalon (étalonné au banc de puissance primaire)	Calibrateur BF ; Transconductance ; Wattmètre (ZERA COM5003)	BF-1-14-60-01

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	P	[45;65] Hz	30 V à 480 V [1 mA ; 20 mA[[20 mA ; 10 A]]10 A ; 100 A] $ \cos(\varphi) : [0,01 ; 1]$	505 $\mu\text{W}/\text{VA}$ 85 $\mu\text{W}/\text{VA}$ 99 $\mu\text{W}/\text{VA}$	Comparaison directe à wattmètre étalon (étalonné au banc de puissance primaire)	Calibrateur BF ; Transconductance ; Wattmètre (ZERA COM5003)	BF-1-14-60-01
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	Q	[45;65] Hz	30 V à 480 V [1 mA ; 20 mA[[20 mA ; 10 A]]10 A ; 100 A] $ \sin(\varphi) : [0,01 ; 1]$	518 $\mu\text{VAR}/\text{VA}$ 97 $\mu\text{VAR}/\text{VA}$ 118 $\mu\text{VAR}/\text{VA}$	Comparaison directe à wattmètre étalon (étalonné au banc de puissance primaire)	Calibrateur BF ; Transconductance ; Wattmètre (ZERA COM5003)	BF-1-14-60-01
Wattmètre, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	P	[45;65] Hz	[30 V ; 480 V] [50 mA ; 10 A]]10 A ; 100 A] $ \cos(\varphi) : [0,01 ; 1]$	90 $\mu\text{W}/\text{VA}$ 110 $\mu\text{W}/\text{VA}$	Comparaison directe à un calibrateur de puissance étalon	Calibrateur de puissance (FLUKE 6100A/B)	BF-1-14-60-13
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	VAC	[45;65] Hz	30 V à 480 V	158 $\mu\text{V}/\text{V}$	Comparaison directe à un wattmètre étalon MTE PRS/PCS400.3	Calibrateur de puissance ; Transconductance ; Wattmètre (MTE PRS/PCS400.3)	BF-1-14-60-22

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	IAC	[45;65] Hz	[2 mA ; 20 mA[[20 mA ; 10 A]]10 A ; 100 A]	588 μ A/A 187 μ A/A 205 μ A/A	Comparaison directe à un wattmètre étalon MTE PRS/PCS400.3	Calibrateur de puissance ; Transconductance ; Wattmètre (MTE PRS/PCS400.3)	BF-1-14-60-22
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	FP = $\cos(\varphi)$	[45;65] Hz	30 V à 480 V [2 mA ; 100 A] $ \cos(\varphi) : [0,1 ; 1]$	0,0005	Comparaison directe à un wattmètre étalon MTE PRS/PCS400.3	Calibrateur de puissance ; Transconductance ; Wattmètre (MTE PRS/PCS400.3)	BF-1-14-60-22
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	S	[45;65] Hz	30 V à 480 V [2 mA ; 20 mA[[20 mA ; 10 A]]10 A ; 100 A]	674 μ VA/VA 206 μ VA/VA 206 μ VA/VA	Comparaison directe à un wattmètre étalon MTE PRS/PCS400.3	Calibrateur de puissance ; Transconductance ; Wattmètre (MTE PRS/PCS400.3)	BF-1-14-60-22
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	P	[45;65] Hz	30 V à 480 V [1 mA ; 20 mA[[20 mA ; 10 A]]10 A ; 100 A] $ \cos(\varphi) : [0,1 ; 1]$	738 μ W/VA 221 μ W/VA 221 μ W/VA	Comparaison directe à un wattmètre étalon MTE PRS/PCS400.3	Calibrateur de puissance ; Transconductance ; Wattmètre (MTE PRS/PCS400.3)	BF-1-14-60-22

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Wattmètre, Calibrateur BF, Alimentation AC, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	Q	[45;65] Hz	30 V à 480 V [2 mA ; 20 mA] [20 mA ; 10 A] [10 A ; 100 A] $ \sin(\varphi) : [0,1 ; 1]$	857 μ VAR/VA 238 μ VAR/VA 238 μ VAR/VA	Comparaison directe à un wattmètre étalon MTE PRS/PCS400.3	Calibrateur de puissance ; Transconductance ; Wattmètre (MTE PRS/PCS400.3)	BF-1-14-60-22
Wattmètre, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	P	[65 Hz; 10 kHz]	[30 V ; 600 V] [1 mA ; 100 A] $ \cos(\varphi) : [0,1 ; 1]$	500 μ W/VA	Comparaison au moyen des multimètres et d'un phasemètre (Génération via calibrateur de puissance FLUKE 6100A/B)	Calibrateur de puissance, Transconductance, Shunt, Multimètres, Phasemètre	BF-1-14-60-14
Wattmètre, Analyseur de puissance, Compteur d'énergie	E - AC	[45;65] Hz	[60 V ; 480 V] [5 mA ; 50 mA] [50 mA ; 100 A] $ \cos(\varphi) : [0,5 ; 1]$	68 μ Wh/VAh 35 μ Wh/VAh	Comparaison à un wattmètre étalon	Calibrateur de puissance, Transconductance, Shunt, Multimètres Energimètre, phasemètre	BF-1-14-60-09
Wattmètre, Analyseur de puissance, Analyseur de réseau secteur, Compteur d'énergie	Harmoniques en tension	Fondamentale [45; 65 Hz]	Valeur efficace [10 ; 1 000 V] Harmoniques n°2 à 50	0,002 5 %	Etalonné à l'aide d'un multimètre par échantillonnage	Calibrateur, Multimètre	BF-1-07-60-04 RAPPORT D'ETUDE Projet C391B11 (3.3.2)

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Distorsiomètre	Distorsion (D)	Fréquence de la fondamentale minimale : 20 Hz Fréquence de l'harmonique maximale : 100 KHz	0 à 100 %	$2 \times 10^{-3} \times D$	Superposition de deux signaux sinusoïdaux (Fondamental + Harmonique)	GBF, Multimètre, T50Ω	BF-1-06-60-16

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Capacité électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Mesureur et générateur de charge	Charge électrique	q	1 pC à 20 nC	$2,0 \times 10^{-3} \times q$	Mesure directe	Condensateur, calibrateur, multimètre et coulombmètre	PQ/96-EM-16

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Conditionneur Atténuateur	Rapport AC	VDC, VAC, Gain	1 mV/V à 1 000 mV/V ≤ 100 dB 10 Hz ≤ f ≤ 20 kHz	$5,0 \times 10^{-4} \times K$ à $2,0 \times 10^{-3} \times K$ 0,001 dB à 0,5 dB	Mesure directe	Multimètre	BF-1-06-60-10

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Electromètre	Courant DC	I	$1 \text{ fA} \leq I < 1 \text{ mA}$	$5,0 \times 10^{-4} \times I + 0,5 \text{ fA}$	Mesure directe	Résistances et calibrateur	BF-1-04-60-09

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Inductance

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Inductance & Boite à décade d'inductance par substitution	Inductance	L	$50 \text{ } \mu\text{H} \leq L \leq 1 \text{ H}$ $1 \text{ H} < L \leq 10 \text{ H}$	$5,0 \times 10^{-4} \times L + 20 \text{ nH}$ $1,4 \times 10^{-3} \times L$	Substitution	Inductances et Pont RLC	BF-1-13-60-01

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistances et boîte de Résistance à décade	Résistance DC	R	$0,1 \text{ m}\Omega \text{ à } 100 \text{ M}\Omega$	$5,0 \times 10^{-6} \times R + 0,5 \text{ m}\Omega \text{ à } 5,0 \times 10^{-5} \times R$	Substitution	Résistances et ohmmètre	BF-1-04-60-01

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Résistance-Capacité-Inductance							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Pont RLC	RLC	R, L, C, D, Q, f	$R \leq 10 \text{ M}\Omega$ de DC à 20 kHz $1 \mu\text{H} \leq L \leq 10 \text{ H}$ de 50 Hz à 2 kHz $1 \text{ fF} \leq C \leq 1 \text{ mF}$ de 20 Hz à 10 kHz D à 1 kHz	$\leq 2,0 \times 10^{-4} \times R$ $\leq 1,4 \times 10^{-3} \times L$ $\leq 2,0 \times 10^{-4} \times C$ $D : 0,0001$	Mesure directe	Résistances, Inductances, Condensateurs	BF-1-30-60-01

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Shunt	Résistance DC	R	$0,1 \text{ A} < I_n \leq 100 \text{ A}$	$1,0 \times 10^{-4} \times R$ à $2,0 \times 10^{-4} \times R$	Comparaison	Résistances, multimètre, transformateur	BF-1-04-60-02
Mégohmmètre	Résistance DC	VDC, R	$1 \text{ M}\Omega < R \leq 100 \text{ G}\Omega$ $100 \text{ G}\Omega < R \leq 1 \text{ T}\Omega$ $1 \text{ T}\Omega < R \leq 100 \text{ T}\Omega$ $U \leq 1000 \text{ V}$	$2,0 \times 10^{-4} \times R$ $1,0 \times 10^{-3} \times R$ $5,0 \times 10^{-3} \times R$ $U : 1,0 \times 10^{-4} \times U$	Mesure directe	Résistances et multimètre	BF-1-04-60-06

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Diviseurs résistifs à décades	Rapport	K	$U \leq 1000 \text{ V}$	$1,0 \times 10^{-7} \times K$ à $3,0 \times 10^{-7} \times K$	Comparaison	Diviseur à décades	BF-1-02-60-01

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Intensité de courant électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Mesure de courant à 16Hz2/3 (1/3*50 Hz) à 1 000 A max	Courant AC	IAC	$100 \text{ A} \leq I \leq 1\,000 \text{ A}$ $16\text{Hz}2/3 \leq f \leq 400 \text{ Hz}$	$8,0 \times 10^{-4} \times I$	Comparaison	Shunts et multimètre	BF-1-09-60-09

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Pont de résistance thermométrique	Rapport	K	$K \leq 3$	$1,0 \times 10^{-6} \times K$	Comparaison	Pont comparateur de courant et résistances	PQ/96.14.60.02

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Diviseur Fluke 750	Rapport	K	$K \leq 3$	$1,0 \times 10^{-6} \times K$ à $1,5 \times 10^{-6} \times K$	Comparaison	Diviseur	PQ/96.14.60.02

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Intensité de courant électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Capteur de courant en courant continu de 100 A à 10 000 A	Courant DC	/	$I < 10 \text{ kA}$	$5,0 \times 10^{-3} \times I$	Comparaison	Shunt et multimètre	BF-1-03-60-03

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Shunt	Résistance	/	$I_n \leq 100 \text{ A:}$ $100 \text{ A} < I_n \leq 1\,000 \text{ A}$ $100 \text{ A} < I_n \leq 4\,000 \text{ A}$ $4\,000 \text{ A} < I_n \leq 10\,000$	$1,0 \times 10^{-4} \times R$ $2,0 \times 10^{-4} \times R$ $3,0 \times 10^{-4} \times R$ $5,0 \times 10^{-4} \times R$	Comparaison	Pont de Thomson	BF-1-04-60-03

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Intensité de courant électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Capteur de courant en courant alternatif de 20 A à 7,2 kA	Courant AC	40 Hz à 70 Hz	$I < 7,2 \text{ kA}$	$5,0 \times 10^{-3} \times I$	Comparaison	Shunt, TC et multimètre	BF-1-09-60-02
Etalonnage de transformateurs de courant avec le pont TETTEX 2767	Rapport et déphasage	40 Hz à 70 Hz	$1 \text{ A} < I_n \leq 1\,000 \text{ A}$ $1\,000 \text{ A} < I_n \leq 7\,200 \text{ A}$	Rapport : $2,0 \times 10^{-4} \times I$ Déphasage : 0,2 mrad Rapport : $4,0 \times 10^{-4} \times I$ Déphasage : 0,4 mrad	Comparaison	Pont de mesure et TC	BF-1-09-60-05
Etalonnage des shunts et des transformateurs de courant associés à des shunts	R, lac, phi	40 Hz à 70 Hz	$1 \text{ A} < I_n \leq 1\,000 \text{ A}$ $1\,000 \text{ A} < I_n \leq 7\,200 \text{ A} :$	Rapport : $2,0 \times 10^{-4} \times I$ Déphasage : 0,2 mrad Rapport : $4,0 \times 10^{-4} \times I$ Déphasage : 0,4 mrad	Mesure en pont	Diviseur inductif et boîte de capacité	BF-1-09-60-07

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Capacité électrique

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Condensateur haute tension	Capacité électrique	50 Hz	< 10 nF @ 5 V	$15 \times 10^{-6} \times C$	Comparaison	Condensateur et pont de mesure	BF-1-12-60-04
	Capacité électrique	50 Hz	< 111 nF @ 5 V	$30 \times 10^{-6} \times C$			
	Capacité électrique	≤ 250 kV/50 Hz	20 pF à 50 pF	$2 \times \sqrt{(16,7)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$			
	Capacité électrique	≤ 250 kV/50 Hz ≤ 150 kV/[50 Hz-60 Hz]	50 pF à 1000 pF	$2 \times \sqrt{(12,6)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$			
	Capacité électrique	≤ 25 kV [50-60] Hz	1 nF à 10 nF	$2 \times \sqrt{(17,5)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$			
	Capacité électrique	≤ 25 kV [50-60] Hz	10 nF à 100 nF	$2 \times \sqrt{(21,6)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$			
	Capacité électrique	≤ 2 kV [50-60] Hz	100 nF à 1 μ F	$2 \times \sqrt{(25)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$			
Condensateur haute tension	Facteur de dissipation	≤ 250 kV/50 Hz ≤ 150 kV/[50 Hz-60 Hz]	-0,01 à 1	0,01 % de la valeur + 2×10^{-5}	Comparaison	Condensateur et pont de mesure	BF-1-12-60-04
Pont de mesure de capacités et de tangentes delta haute tension	Capacité électrique	$10 \text{ kV} \leq U \leq 25 \text{ kV}$	100 pF à 400 pF	$2 \times \sqrt{(13)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$	Mesure directe	Condensateur	BF-1-12-60-05
	Capacité électrique	$1 \text{ kV} \leq U \leq 25 \text{ kV}$	500 pF à 2,5 nF	$2 \times \sqrt{(29)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$	Mesure directe	Condensateur	BF-1-12-60-05
	Capacité électrique	$1 \text{ kV} \leq U \leq 2 \text{ kV}$	5 nF à 25 nF	$2 \times \sqrt{(32)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$	Mesure directe	Condensateur	BF-1-12-60-05
	Capacité électrique	$1 \text{ kV} \leq U \leq 10 \text{ kV}$	100 nF	$2 \times \sqrt{(41)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$	Mesure directe	Condensateur	BF-1-12-60-05
	Capacité électrique	$1 \text{ kV} \leq U \leq 20 \text{ kV}$	500 nF	$2 \times \sqrt{(50)^2 + (3 \cdot 10^3 \times \text{tangente})^2} \cdot 10^6 \cdot C$	Mesure directe	Condensateur	BF-1-12-60-05
	Facteur de dissipation	50 Hz et 60 Hz en HT ≤ 100 kV	-0,01 à 1	0,01 % de la valeur + 2×10^{-5}	Mesure directe	Condensateur	BF-1-12-60-05

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Diélectrimètre	Tension RMS	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 15 \text{ kV}$	0,1 % de la lecture	Comparaison à un kilovoltmètre à échantillonnage	Diviseur de tension et voltmètre à échantillonnage	BF-1-06-60-09
	Facteur de crête	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 15 \text{ kV}$	0,002			
	Tension crête	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 15 \text{ kV}$	0,1 % de la lecture			
	Distorsion	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 15 \text{ kV}$	1 % de la lecture + 0,01 %			
	Taux d'ondulation de la tension DC	DC	$U \leq 20 \text{ kV}$	0,2 % de la lecture			
	Tension moyenne	DC	$U \leq 20 \text{ kV}$	0,1 % de la lecture			
	Courant de fuite	DC 50 Hz à 60 Hz	$< 1 \text{ A}$	0,1 % de la lecture	Mesure directe avec un ampèremètre	Ampèremètre	
	Mesure de temps (Montée, transition, maintien, descente × × etc)	DC 50 Hz à 60 Hz	1 s à 450 s	0,01 s	Mesure directe avec numériseur numérique	Numériseur numérique	
	Continuité à la masse	50 Hz à 60 Hz	$1 \text{ m}\Omega < R < 10 \Omega$	0,2 % de la lecture	Mesure directe de résistance ou application de la loi d'ohm	Résistances, shunts, voltmètres	
	Résistance d'isolement	DC	100 k Ω à 1 T Ω	0,2 % de la lecture	Mesure directe à des résistances hautes valeurs	Résistances hautes valeurs	
	Fréquence	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 15 \text{ kV}$	0,01 Hz	Mesure directe avec un fréquencemètre	Fréquencemètre numériseur	

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Kilovoltmètre Haute Tension alternative sensible à la valeur efficace RMS Par similitude, tout générateur avec affichage peut être considéré comme kilovoltmètre	Tension RMS	16 Hz à 100 kHz	$U \leq 1 \text{ kV}$	$2 \times 10^{-4} \times U$	Mesure directe	Calibrateur, Voltmètre	BF-1-06-60-04
		16 Hz à 49 Hz	$U \leq 25 \text{ kV}$	$3,5 \times 10^{-4} \times U$	Comparaison à un kilovoltmtètre étalon	Diviseur étalon + voltmètre étalon sensible à la valeur RMS	
		50 Hz à 60 Hz	$U \leq 60 \text{ kV}$	$3,5 \times 10^{-4} \times U$			
		50 Hz à 60 Hz	$U < 60 \text{ kV}$ et $U \leq 150 \text{ kV}$	$5,5 \times 10^{-4} \times U$			
		50 Hz	$U \leq 300 \text{ kV}$	$9,0 \times 10^{-4} \times U$			
Kilovoltmètre Haute Tension alternative sensible à la valeur de crête et de la valeur efficace RMS Par similitude, tout générateur avec affichage peut être considéré comme kilovoltmètre	Tension RMS	50 Hz à 60 Hz	$\underline{U} \leq 100 \text{ kV}$ [50 Hz à 60] Hz $U \leq 300 \text{ kV}$ à 50 Hz	0,1 de la lecture	Comparaison à un kilovoltmtètre étalon sensible à la valeur de crête	Diviseur étalon + voltmètre étalon sensible à la valeur de crête	BF-1-06-60-08
	Tension crête			0,1 % de la lecture			
	Facteur de crête			0,002			
	Distorsion			1 % de la lecture + 0,01 %			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Kilovoltmètre Haute Tension alternative sensible à la valeur efficace RMS Par similitude, tout générateur avec affichage peut être considéré comme kilovoltmètre	Module du rapport de conversion	16 Hz à 49 Hz	$U \leq 25 \text{ kV}$	$3,5 \times 10^{-4} \times k$	Mesure simultanée de la haute tension et de la basse tension	Diviseur étalon + deux voltmètres étalons	BF-1-06-60-04
		50 Hz à 60 Hz	$U \leq 60 \text{ kV}$	$3,5 \times 10^{-4} \times k$			
		50 Hz à 60 Hz	$U \leq 100 \text{ kV}$	$5,5 \times 10^{-4} \times k$			
		50 Hz	$U \leq 300 \text{ kV}$	$9 \times 10^{-4} \times k$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Kilovoltmètre Haute Tension continue Par similitude, tout générateur avec affichage peut être considéré comme kilovoltmètre	Mesure de la valeur moyenne	/	$U \leq 50 \text{ kV}$	$7 \times 10^{-6} \times U + 6,3 \text{ mV}$	Comparaison à kilovoltmètre étalon	Diviseur étalon et voltmètre étalon	BF-1-01-60-05
			$U \leq 250 \text{ kV}$	$1,8 \times 10^{-5} \times U + 63 \text{ mV}$			
	Rapport de conversion	/	$U \leq 50 \text{ kV}$	$(2 \times 10^{-5} + 0,023/U)$ du rapport	Mesure simultanée de la haute tension et de la basse tension	Diviseur étalon et voltmètres étalons	BF-1-01-60-05
			$U \leq 250 \text{ kV}$	$(2,5 \times 10^{-5} + 0,23/U)$ du rapport			
Diviseurs pour haute tension continue	Rapport de conversion	/	$U \leq 50 \text{ kV}$	$7 \times 10^{-6} \times K$	Mesure avec pont de Wheatstone	Diviseur étalon	BF-1-01-60-06
			$U \leq 250 \text{ kV}$	$1,5 \times 10^{-5} \times K$			

Electricité courant continu et basse fréquence / 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
Transformateurs de tension inductifs, Par similitude tout diviseur de tension alternative	Erreur de rapport ou rapport	16 Hz à 60 Hz	$U \leq 25 \text{ kV}$ [16 Hz à 50] Hz $U \leq 100 \text{ kV}$ [50 Hz à 60] Hz $U \leq 300 \text{ kV}$ à 50 Hz	$4 \times 10^{-5} \times K$	Banc à échantillonnage	Transformateur de tension ou diviseur capacitif	BF-1-06-60-15
	Déphasage	16 Hz à 60 Hz	$U \leq 25 \text{ kV}$ [16 Hz à 50] Hz $U \leq 100 \text{ kV}$ [50 Hz à 60] Hz $U \leq 300 \text{ kV}$ à 50 Hz	40 μrad			
Transformateurs de tension inductifs	Erreur de rapport ou rapport	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 100 \text{ kV}$ [50 Hz à 60] Hz $U \leq 300 \text{ kV}$ à 50 Hz	$5 \times 10^{-5} \times K$	Etalonnage par un pont comparateur de courant	Condensateur et pont de mesure	BF-1-06-60-07
	Déphasage	50 Hz à 60 Hz	$U \leq 100 \text{ kV}$ [50 Hz à 60] Hz $U \leq 300 \text{ kV}$ à 50 Hz	25 μrad			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Résistance électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Résistance	Résistance électrique	1 kV à 50 kV	1 MΩ < R < 10 GΩ	$2,4 \times 10^{-5} \times R$	Comparaison	Diviseur composé de 2 résistances	BF-1-04-60-08
		1 kV à 5 kV	10 GΩ < R < 100 GΩ	$6,5 \times 10^{-5} \times R$			
		5 kV à 10 kV		$3,2 \times 10^{-5} \times R$			
		10 kV à 50 kV		$3,0 \times 10^{-5} \times R$			
		1 kV à 5 kV	100 GΩ < R < 1 TΩ	$6,1 \times 10^{-4} \times R$			
		5 kV à 10 kV		$2,2 \times 10^{-4} \times R$			
		10 kV à 50 kV		$1,9 \times 10^{-4} \times R$			
		1 kV à 5 kV	1 TΩ < R < 10 TΩ	$6,1 \times 10^{-3} \times R$			
		5 kV à 10 kV		$2,2 \times 10^{-3} \times R$			
		10 kV à 50 kV		$1,9 \times 10^{-3} \times R$			

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant continu / Charge électrique							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Champ électrostatique	Champ en courant continu	0 kV/cm ≤ U ≤ 10 kV/cm	< 50 kV	1% de la lecture	Génération champ étalon	Banc et diviseur associé à un voltmètre	BF-1-01-60-10

Electricité courant continu et basse fréquence / Signaux impulsionnels

Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Calibrateur d'impulsion	Chocs de foudre pleins	Tension crête Vc	$V_c < 2 \text{ kV}$	0,5 % de la lecture	Mesure directe au moyen d'un enregistreur numérique	Enregistreur numérique	BF-1-29-60-05
		Temps de front T1	$0,84 < T_1 < 1,56 \mu\text{s}$	2,5 % de la lecture			
		Temps de mi-valeur T2	$40 < T_2 < 60$	1 % de la lecture			
	Chocs de foudre coupés	Tension crête VC	$V_c < 2 \text{ kV}$	1,5 % de la lecture			
		Temps de front T1	$0,3 < T_1 < 1,56 \mu\text{s}$	2,5 % de la lecture			
		Temps de coupure TC	$T_c > 0,5 \mu\text{s}$	2 % de la lecture			
	Onde de manœuvre	Tension crête Vc	$V_c < 2 \text{ kV}$	1 % de la lecture			
		Temps jusqu'à la crête Tp	$200 \mu\text{s} < T_p < 300 \mu\text{s}$	5 % de la lecture			
		Temps jusqu'à la crête Tp	$20 \mu\text{s} < T_p < 40 \mu\text{s}$	$3 \times 8 \%$ de la lecture			
		Temps de mi-valeur T2	$1000 \mu\text{s} < T_2 < 4\ 000 \mu\text{s}$	2,8 % de la lecture			
		TAB (temps de montée 30%-90%)	$8 \mu\text{s} < T_{AB} < 125 \mu\text{s}$	1,3 % de la lecture			
Systèmes de mesure ou de génération de haute tension impulsionnelles	Chocs de foudre pleins	Tension crête Vc	$V_c < 350 \text{ kV}$	0,5 % de la lecture	Comparaison à un diviseur à hautes tensions impulsionnelles	Diviseur et Enregistreur numérique	BF-1-29-60-03
		Temps de front T1	$0,84 < T_1 < 1,56 \mu\text{s}$	2,5 % de la lecture			
		Temps de mi-valeur T2	$40 < T_2 < 60$	1 % de la lecture			
	Chocs de foudre coupés	Tension crête VC	$V_c < 350 \text{ kV}$	1,5 % de la lecture			
		Temps de front T1	$0,3 < T_1 < 1,56 \mu\text{s}$	2,5 % de la lecture			
		Temps de coupure TC	$T_c > 0,5 \mu\text{s}$	2 % de la lecture			
	Onde de manœuvre	Tension crête Vc	$V_c < 250 \text{ kV}$	1 % de la lecture			
		Temps jusqu'à la crête Tp	$200 \mu\text{s} < T_p < 300 \mu\text{s}$	5 % de la lecture			
		Temps jusqu'à la crête Tp	$20 \mu\text{s} < T_p < 40 \mu\text{s}$	$3 \times 8 \%$ de la lecture			
		Temps de mi-valeur T2	$1\ 000 \mu\text{s} < T_2 < 4\ 000 \mu\text{s}$	2,8 % de la lecture			

Electricité courant continu et basse fréquence / Signaux impulsionnels							
Objet	Caractéristique mesurée ou recherchée	Domaine d'application	Etendue de mesure	Incertitude élargie	Principe de la méthode	Principaux moyens utilisés	Référence de la méthode
Systèmes de mesure ou de génération de haute tension impulsionnelles	Résistance de source	/	1 Ω à 500 Ω	1,5 %	La mesure de résistance de source est effectuée en mesurant les tensions à vide et les courants délivrés sur un court-circuit. La résistance étant déduite par calcul en utilisant la loi d'Ohm	Système de mesure de choc de foudre (tension et courant)	BF-1-29-60-03

Electricité courant continu et basse fréquence / Courant alternatif / Puissance							
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 des transformateurs de haute tension	/	Sur la puissance apparente	1 VA à 400 VA	0,1 %	Mesure au moyen d'un mesureur de puissance	Mesureur de puissance	BF1-06-60-11
		Sur le module de l'impédance	1 Ω à 10 k Ω	0,1 %			
		Sur le facteur de puissance	0,1 à 1	0,001			
		Sur R	1 Ω à 10 k Ω	0,1 % + 5 m Ω			
		Sur X	1 Ω à 10 k Ω	0,1 % + 5 m Ω			

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 : **14/06/2025** Date de fin de validité : **31/07/2027**

Cette annexe technique annule et remplace l'annexe technique 2-03 Rév. 14.

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