

---

---

**Essais non destructifs —  
Appareillage pour examen par  
courants de Foucault —**

**Partie 2:  
Caractéristiques des capteurs et  
vérifications**

*Non-destructive testing — Equipment for eddy current  
examination —*

*Part 2: Probe characteristics and verification*

[ISO 15548-2:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/521620da-bb09-4112-a0c5-4bcc53de504b/iso-15548-2-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/521620da-bb09-4112-a0c5-4bcc53de504b/iso-15548-2-2013>



iTeh Standards  
(<https://standards.iteh.ai>)  
Document Preview

[ISO 15548-2:2013](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/521620da-bb09-4112-a0c5-4bcc53de504b/iso-15548-2-2013)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/521620da-bb09-4112-a0c5-4bcc53de504b/iso-15548-2-2013>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2013

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office  
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>1</b> <b>Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4</b> <b>Caractéristiques des capteurs et des éléments d'interconnexion</b> .....	<b>1</b>
4.1    Caractéristiques générales.....	1
4.2    Caractéristiques électriques.....	3
4.3    Caractéristiques fonctionnelles.....	3
<b>5</b> <b>Vérification</b> .....	<b>4</b>
5.1    Généralités.....	4
5.2    Niveaux de vérification.....	4
5.3    Mode opératoire de vérification.....	5
5.4    Actions correctives.....	5
<b>6</b> <b>Mesurage des caractéristiques électriques et fonctionnelles d'un capteur</b> .....	<b>5</b>
6.1    Caractéristiques électriques.....	5
6.2    Caractéristiques fonctionnelles.....	6
6.3    Diagramme d'impédance normé.....	25
<b>7</b> <b>Influence des éléments d'interconnexion</b> .....	<b>25</b>
<b>Annexe A</b> (informative) <b>Bloc de référence A6</b> .....	<b>26</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>28</b>

Document Preview

<https://standards.iteh.ai>

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iso/521620da-bb09-4112-a0c5-4bcc53de504b/iso-15548-2-2013>

## Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/CEI, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2 (voir [www.iso.org/directives](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou sur la liste ISO des déclarations de brevets reçus (voir [www.iso.org/brevets](http://www.iso.org/brevets)).

Les éventuelles appellations commerciales utilisées dans le présent document sont données pour information à l'intention des utilisateurs et ne constituent pas une approbation ou une recommandation.

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 135, *Essais non destructifs*, sous-comité SC 4, *Méthodes par courants de Foucault*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 15548-2:2008), dont elle constitue une révision mineure.

L'ISO 15548 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Essais non destructifs — Appareillage pour examen par courants de Foucault*:

- *Partie 1: Caractéristiques de l'appareil et vérifications*
- *Partie 2: Caractéristiques des capteurs et vérifications*
- *Partie 3: Caractéristiques du système et vérifications*

# Essais non destructifs — Appareillage pour examen par courants de Foucault —

## Partie 2: Caractéristiques des capteurs et vérifications

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15548 identifie les caractéristiques fonctionnelles d'un capteur à courants de Foucault et de ses éléments d'interconnexion et fournit des méthodes pour les mesurer et les vérifier.

L'évaluation de ces caractéristiques permet de donner une description bien définie de l'appareillage à courants de Foucault et d'assurer la comparabilité entre appareillages.

Un système d'examen par courants de Foucault, cohérent et efficace, peut être conçu en choisissant méticuleusement les caractéristiques pour une application spécifique.

Lorsque des accessoires sont mis en œuvre, il convient de les caractériser en appliquant les principes de la présente partie de l'ISO 15548.

La présente partie de l'ISO 15548 ne fournit pas l'étendue des vérifications ni des critères d'acceptation pour les caractéristiques. Ceux-ci sont définis dans les documents d'application.

### 2 Références normatives

Les documents suivants, en tout ou partie, sont référencés de manière normative dans le présent document et sont indispensables pour son application. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 12718, *Essais non destructifs — Contrôle par courants de Foucault — Vocabulaire*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 12718 s'appliquent.

### 4 Caractéristiques des capteurs et des éléments d'interconnexion

#### 4.1 Caractéristiques générales

##### 4.1.1 Application

Les capteurs et les éléments d'interconnexion sont choisis pour répondre aux spécifications de l'application concernée.

L'appareil avec lequel ils sont utilisés influence leur conception.

### 4.1.2 Type de capteurs

Le capteur est décrit par les éléments suivants:

- le type de matériau à examiner, c'est-à-dire ferromagnétique, non ferromagnétique, de conductivité élevée ou non;
- la fonction, par exemple fonctions séparées, double fonction;
- la famille, par exemple capteur axial, palpeur;
- le mode de mesurage, par exemple absolu, différentiel;
- le but de l'examen, par exemple détection de discontinuités, tri ou mesurage d'épaisseurs, etc.;
- des caractéristiques spécifiques, par exemple focalisé, à masque, etc.

### 4.1.3 Éléments d'interconnexion

Ils peuvent inclure les éléments suivants:

- des câbles et/ou des prolongateurs;
- des connecteurs;
- des contacts tournants;
- des têtes rotatives;
- des transformateurs;
- des dispositifs actifs, par exemple multiplexeur, amplificateur, etc.

### 4.1.4 Caractéristiques physiques

Les caractéristiques suivantes doivent être spécifiées:

- forme et dimension hors tout;
- poids;
- détail de montage mécanique;
- numéro de modèle et numéro de série;
- matériau constitutif du corps du capteur;
- composition et épaisseur du matériau d'interface;
- présence et but d'un noyau ou d'un masque;
- type d'éléments d'interconnexion (voir [4.1.3](#));
- index d'orientation (direction de sensibilité maximale, voir [6.2.3.3](#));
- index de position (centre électrique, voir [6.2.3.4](#)).

### 4.1.5 Sécurité

Le capteur et ses éléments d'interconnexion doivent être conformes aux règles de sécurité en vigueur, par exemple risques électriques, température de surface, risque d'explosion, etc.

Une utilisation normale du capteur ne doit pas créer de danger.

#### 4.1.6 Conditions liées à l'environnement

La température et l'humidité requises pour une utilisation normale doivent être spécifiées pour le capteur et ses éléments d'interconnexion, ainsi que les conditions de transport et de stockage.

Le capteur et ses éléments d'interconnexion doivent être conformes à la réglementation en matière de compatibilité électromagnétique (CEM).

Les matériaux utilisés pour la fabrication des capteurs doivent être résistants aux agents contaminants.

#### 4.2 Caractéristiques électriques

Les connexions électriques externes au capteur doivent être clairement identifiées ou précisées dans un document écrit.

Les caractéristiques électriques d'un capteur connecté à un câble de type et de longueur spécifiés sont les suivantes:

- gamme recommandée de courants et de tensions d'excitation pour un fonctionnement sûr;
- gamme recommandée de fréquences d'excitation;
- impédance de l'enroulement d'excitation dans l'air;
- fréquence de résonance de l'enroulement d'excitation dans l'air;
- impédance du (des) récepteur(s) dans l'air.

Les caractéristiques électriques d'un câble prolongateur doivent être clairement identifiées.

#### 4.3 Caractéristiques fonctionnelles

Les caractéristiques fonctionnelles d'un capteur doivent être déterminées pour un système donné.

Le mesurage des caractéristiques fonctionnelles d'un capteur nécessite l'utilisation de blocs d'étalonnage. Le matériau utilisé pour les blocs de référence est déterminé par l'application.

Les caractéristiques fonctionnelles d'un capteur sont les suivantes:

- l'isotropie;
- la réponse à des discontinuités élémentaires (trou, entaille);
- la longueur et la largeur d'action;
- la surface d'action;
- les dimensions minimales de discontinuités générant une réponse constante;
- les caractéristiques de pénétration;
- les effets géométriques;
- le diagramme d'impédance normé (lorsque la fréquence varie) de l'enroulement d'excitation placé sur un bloc homogène de matériau spécifique, avec un entrefer minimal.

Ces caractéristiques ne peuvent pas être utilisées seules pour établir les performances d'un capteur (par exemple la résolution, le plus petit défaut détectable, etc.) dans un système d'examen donné, pour une application donnée.

Le cas échéant, l'influence des éléments d'interconnexion sur les caractéristiques fonctionnelles du capteur doit être mesurée.

## 5 Vérification

### 5.1 Généralités

Pour qu'un examen par courants de Foucault soit cohérent et efficace, il est nécessaire de s'assurer que les performances des composants du système de contrôle par courants de Foucault restent dans des limites acceptables.

Il faut s'assurer que les paramètres physiques des blocs de référence restent dans des limites acceptables avant d'utiliser ceux-ci pour vérifier le système ou les capteurs.

L'état d'étalonnage de l'équipement de mesure utilisé pour la vérification doit être connu.

Afin de faciliter la compréhension, le mode opératoire de vérification est décrit à l'identique dans les trois parties de l'ISO 15548.

### 5.2 Niveaux de vérification

Il existe trois niveaux de vérification. Chaque niveau définit les intervalles de temps entre les vérifications ainsi que la complexité de cette vérification.

Il est entendu que des essais de type initiaux ont déjà été réalisés par le constructeur ou sous son contrôle.

#### a) Niveau 1: Contrôle global des fonctionnalités

Ce contrôle est effectué à intervalles de temps réguliers sur le système de contrôle par courants de Foucault, à l'aide de blocs de référence, pour s'assurer que les performances restent dans les limites spécifiées.

La vérification est habituellement réalisée sur le lieu d'examen.

L'intervalle de temps et les blocs de référence sont définis dans le mode opératoire de vérification.

#### b) Niveau 2: Contrôle détaillé des fonctionnalités et étalonnage

Il implique une vérification sur une période plus longue afin de garantir la stabilité de caractéristiques choisies de l'appareil à courants de Foucault, du capteur, des accessoires et des blocs de référence.

#### c) Niveau 3: Caractérisation

Il implique une vérification effectuée sur l'appareil à courants de Foucault, le capteur, les accessoires et les blocs de référence pour garantir la conformité avec les caractéristiques mentionnées par le constructeur.

L'organisme qui requiert la vérification doit préciser les caractéristiques à vérifier.

Le [Tableau 1](#) reprend les principaux aspects de la vérification.



Tableau 1 — Niveaux de vérification

Niveau	Objet	Périodicité type	Instruments	Responsable
1 Contrôle global des fonctionnalités	Stabilité de la performance du système	Fréquemment, Fréquemment, par exemple toutes les heures, tous les jours	Blocs de référence	Utilisateur
2 Contrôle détaillé des fonctionnalités et étalonnage	Stabilité des caractéristiques choisies de l'appareil, des capteurs et des accessoires	Moins fréquemment, mais au moins tous les ans et après réparation	Appareils de mesure étalonnés et blocs de référence	Utilisateur
3 Caractérisation	Toutes les caractéristiques de l'appareil, des capteurs et des accessoires	Une fois (à la livraison) et sur demande	Appareils de mesure de laboratoire étalonnés et blocs de référence	Constructeur, utilisateur

### 5.3 Mode opératoire de vérification

Les caractéristiques à vérifier dépendent de l'application. Les caractéristiques essentielles et le niveau de vérification doivent être spécifiés dans un mode opératoire de vérification.

Le mode opératoire d'examen de l'application doit se référer au mode opératoire de vérification. Cela peut restreindre le nombre de caractéristiques à vérifier pour une application déterminée.

Des données suffisantes relatives aux caractéristiques d'un appareil, d'un capteur et de blocs de référence, doivent être fournies afin de pouvoir réaliser une vérification conformément au domaine d'application de la présente partie de l'ISO 15548.

### 5.4 Actions correctives

**Niveau 1:** lorsque les performances sortent des limites spécifiées, une décision doit être prise concernant le produit examiné depuis la dernière vérification satisfaisante. Des actions correctives doivent être menées pour ramener les performances dans les limites acceptables.

**Niveau 2:** lorsque l'écart de la caractéristique dépasse les limites acceptables spécifiées par le constructeur ou le document d'application, une décision doit être prise concernant l'appareil, le capteur ou l'accessoire soumis à la vérification.

**Niveau 3:** lorsque la caractéristique sort de la fourchette acceptable spécifiée par le constructeur ou dans le document d'application, une décision doit être prise concernant l'appareil, le capteur ou l'accessoire soumis à la vérification.

## 6 Mesurage des caractéristiques électriques et fonctionnelles d'un capteur

### 6.1 Caractéristiques électriques

#### 6.1.1 Généralités

Les caractéristiques électriques ne définissent pas à elles seules les caractéristiques du capteur dans son application.

Les appareils de mesure et les méthodes indiqués de [6.1.2](#) à [6.1.5](#) le sont à titre informatif; tout autre appareil ou méthode équivalent peut être utilisé.

**6.1.2 Conditions du mesurage**

Les mesurages sont effectués au connecteur du capteur sans faire usage des éléments d'interconnexion du système d'inspection. Le capteur est placé dans l'air et éloigné de tout matériau conducteur ou magnétique.

Les mesurages sont réalisés pour chaque élément du capteur accessible au niveau du connecteur. Les autres éléments sont laissés en circuit ouvert.

Lorsque le capteur est conçu pour un usage en conditions extrêmes, par exemple de température ou de pression, tous les mesurages additionnels qui sont requis doivent être spécifiés dans le document d'application.

**6.1.3 Fréquence de résonance de l'enroulement d'excitation**

**6.1.3.1 Enroulement d'excitation à bobinage simple**

À l'aide d'un impédancemètre, mesurer la fréquence de résonance  $f_{res}$  de l'enroulement d'excitation.

**6.1.3.2 Enroulements d'excitation à bobinages multiples**

Un enroulement d'excitation à bobinages multiples donne des fréquences de résonance multiples. La fréquence la plus basse doit être rapportée/mesurée.

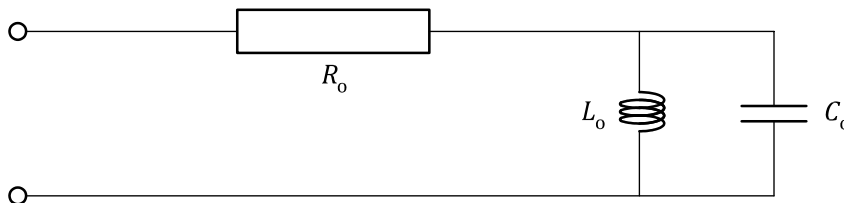
**6.1.4 Impédance de l'enroulement d'excitation**

Mesurer la résistance  $R_0$  à l'aide d'un multimètre, et l'inductance  $L_0$  à l'aide d'un impédancemètre. L'inductance est mesurée à la fréquence la plus basse de la gamme de travail recommandée pour le capteur.

Si la capacité  $C_0$  est trop basse pour être mesurée directement, il convient alors de procéder à un calcul pour obtenir un résultat plus précis:

$$C_0 = \frac{1}{4\pi^2 f_{res}^2 L_0} \tag{1}$$

Le modèle de l'impédance de l'élément d'excitation est donné à la [Figure 1](#).



**Figure 1 — Impédance de l'élément d'excitation**

**6.1.5 Impédance de l'élément (ou des éléments) récepteur(s)**

Mesurer la résistance à l'aide d'un multimètre, et l'inductance et la capacité à l'aide d'un impédancemètre. Les valeurs mesurées de l'impédance peuvent être données sous la forme d'une courbe en fonction de la fréquence.

**6.2 Caractéristiques fonctionnelles**

**6.2.1 Généralités**

La présente partie de l'ISO 15548 caractérise les types de capteurs couramment utilisés. Les capteurs conçus pour des applications particulières (inhabituelles) doivent être caractérisés conformément

à un document d'application qui respecte la méthodologie de la présente partie de l'ISO 15548. Les caractéristiques décrites dans la présente partie de l'ISO 15548 sont susceptibles de fournir des informations utiles pour de tels capteurs.

Les caractéristiques fonctionnelles sont définies pour deux catégories de capteurs: les palpeurs et les capteurs axiaux.

## 6.2.2 Conditions du mesurage

### 6.2.2.1 Généralités

Un appareil à courants de Foucault d'usage général, caractérisé conformément à l'ISO 15548-1, peut être utilisé, pour autant qu'il possède la précision requise.

De manière alternative, une instrumentation suffisante qui comprendrait un générateur de tension/courant, un amplificateur à détection synchrone et un voltmètre ou un oscilloscope, peut être utilisée.

Lorsque le capteur ne possède pas de câble de connexion, les caractéristiques du câble utilisé pour les mesurages doivent être documentées.

Les caractéristiques du capteur sont mesurées sur l'intervalle de fréquences spécifié par le constructeur du capteur et en utilisant des blocs de référence contenant des discontinuités connues telles que des entailles et des trous.

Le bloc de référence doit répondre aux spécifications du document d'application concernant le matériau, les propriétés métallurgiques et l'état de surface. Sa géométrie doit répondre aux exigences des paragraphes suivants. Les blocs réalisés en matériau ferromagnétique doivent être démagnétisés avant utilisation. Le bloc de référence peut être remplacé par tout autre élément, dont l'équivalence par rapport à la caractéristique mesurée doit être démontrée (autres blocs, circuit électrique, bobinage, bille, etc.).

La présence d'un champ électromagnétique ou de matériau ferromagnétique dans la zone d'influence du capteur peut influencer les caractéristiques fonctionnelles. Des précautions doivent être prises pour éviter de tels effets lors de la réalisation des mesurages décrits en [6.2.2.2](#) et en [6.2.2.3](#).

Les conditions du mesurage doivent être enregistrées pour chaque caractéristique, par exemple la fréquence d'excitation et la tension/le courant, les détails du bloc de référence, etc.

Les valeurs mesurées sont l'amplitude du signal et, le cas échéant, la phase du signal.

### 6.2.2.2 Mesurage de l'amplitude du signal

#### a) Mesurages absolus

L'amplitude du signal est la longueur du vecteur joignant le point d'équilibre au point correspondant à la déviation maximale du signal par rapport à ce point d'équilibre, sauf spécification contraire dans le document d'application, voir [Figure 2 a](#)).

#### b) Mesurages différentiels

L'amplitude du signal est la longueur du segment joignant les deux points extrêmes de la signature du signal, c'est-à-dire la valeur crête à crête, sauf spécification contraire du document d'application, voir [Figure 2 b](#)).

#### c) Autres mesurages

La méthode doit être spécifiée dans un document d'application.