

ILNAS

Institut luxembourgeois de la normalisation
de l'accréditation, de la sécurité et qualité
des produits et services

ILNAS-EN IEC 60034-2-1:2024

Machines électriques tournantes - Partie 2-1: Méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à partir d'essais (à

Rotating electrical machines - Part 2-1:
Standard methods for determining losses
and efficiency from tests (excluding
machines for traction vehicles)

Drehende elektrische Maschinen - Teil
2-1: Standardverfahren zur Bestimmung
der Verluste und des Wirkungsgrades aus
Prüfungen (ausgenommen Maschinen für

04/2024



Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN IEC 60034-2-1:2024 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN IEC 60034-2-1:2024.

Toute personne intéressée, membre d'une organisation basée au Luxembourg, peut participer gratuitement à l'élaboration de normes luxembourgeoises (ILNAS), européennes (CEN, CENELEC) et internationales (ISO, IEC) :

- Influencer et participer à la conception de normes
- Anticiper les développements futurs
- Participer aux réunions des comités techniques

<https://portail-qualite.public.lu/fr/normes-normalisation/participer-normalisation.html>

CETTE PUBLICATION EST PROTÉGÉE PAR LE DROIT D'AUTEUR

Aucun contenu de la présente publication ne peut être reproduit ou utilisé sous quelque forme ou par quelque procédé que ce soit - électronique, mécanique, photocopie ou par d'autres moyens sans autorisation préalable !

Version française

Machines électriques tournantes - Partie 2-1: Méthodes
normalisées pour la détermination des pertes et du rendement à
partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de
traction)
(IEC 60034-2-1:2024)

Drehende elektrische Maschinen - Teil 2-1:
Standardverfahren zur Bestimmung der Verluste und des
Wirkungsgrades aus Prüfungen (ausgenommen Maschinen
für Schienen- und Straßenfahrzeuge)
(IEC 60034-2-1:2024)

Rotating electrical machines - Part 2-1: Standard methods
for determining losses and efficiency from tests (excluding
machines for traction vehicles)
(IEC 60034-2-1:2024)

La présente Norme Européenne a été adoptée par le CENELEC le 2024-04-16. Les membres du CENELEC sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à cette Norme Européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du CEN-CENELEC Management Centre ou auprès des membres du CENELEC.

La présente Norme Européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CENELEC dans sa langue nationale, et notifiée au CEN-CENELEC Management Centre, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Autriche, Belgique, Bulgarie, Chypre, Croatie, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République de Macédoine du Nord, République de Serbie, République Tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



Comité Européen de Normalisation Electrotechnique
Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Bruxelles

Avant-propos européen

Le texte du document 2/2165/FDIS, future édition 3 de IEC 60034-2-1, préparé par le CE 2 de l'IEC, "Machines tournantes", a été soumis au vote parallèle IEC-CENELEC et approuvé par le CENELEC en tant que EN IEC 60034-2-1:2024.

Les dates suivantes sont fixées:

- date limite à laquelle ce document doit être mis en application au niveau national par publication d'une norme nationale identique ou par entérinement (dop) 2025-01-16
- date limite à laquelle les normes nationales conflictuelles doivent être annulées (dow) 2027-04-16

Ce document remplace l'EN 60034-2-1:2014 ainsi que l'ensemble de ses amendements et corrigenda (le cas échéant).

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. Le CENELEC ne saurait être tenu pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

Le présent document a été élaboré en réponse à une demande de normalisation adressée au CENELEC par la Commission européenne. Le comité permanent des États de l'AELE approuve ensuite ces demandes pour ses États membres.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information et toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve sur le site web du CENELEC.

Notice d'entérinement

Le texte de la Norme internationale IEC 60034-2-1:2024 a été approuvé par le CENELEC comme Norme Européenne sans aucune modification.

Dans la version officielle, ajouter dans la Bibliographie la note suivante pour la norme indiquée:

IEC 60034-2-2 NOTE Approuvée comme EN 60034-2-2

IEC 60034-2-3 NOTE Approuvée comme EN IEC 60034-2-3

IEC 60072-1 NOTE Approuvée comme EN IEC 60072-1

IEC 60085 NOTE Approuvée comme EN 60085

Annexe ZA (normative)

Références normatives à d'autres publications internationales avec les publications européennes correspondantes

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences du présent document. 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).

NOTE 1 Dans le cas où une publication internationale est modifiée par des modifications communes, indiqué par (mod), l'EN/le HD correspondant(e) s'applique.

NOTE 2 Les informations les plus récentes concernant les dernières versions des Normes Européennes listées dans la présente annexe sont disponibles à l'adresse suivante: www.cenelec.eu.

<u>Publication</u>	<u>Année</u>	<u>Titre</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Année</u>
IEC 60027-1	-	Symboles littéraux à utiliser en électrotechnique - Partie 1: Généralités	-	-
IEC 60034-1	2022	Machines électriques tournantes - Partie 1: EN IEC 60034-1 Caractéristiques assignées et caractéristiques de fonctionnement		— ¹
IEC 60034-4-1	2018	Machines électriques tournantes - Partie 4- EN IEC 60034-4-1 1: Méthodes pour la détermination, à partir d'essais, des grandeurs des machines synchrones à excitation électrique		2018
IEC 60034-19	-	Machines électriques tournantes - Partie 19: Méthodes spécifiques d'essai pour machines à courant continu à alimentation conventionnelle ou redressée	EN 60034-19	-
IEC 60034-29	-	Machines électriques tournantes - Partie 29: Techniques par charge équivalente et par superposition - Essais indirects pour déterminer l'échauffement	EN 60034-29	-
IEC 60034-30-1	-	Machines électriques tournantes - Partie 30-1: Classes de rendement pour les moteurs à courant alternatif alimentés par le réseau (code IE)	EN 60034-30-1	-
IEC 60051	série	Appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires	EN 60051	série
IEC 60051-1	-	Appareils de mesure électriques indicateurs analogiques à action directe et leurs accessoires - Partie 1 : Définitions et exigences générales communes a toutes les parties	EN 60051-1	-

¹ En cours d'élaboration. Stade au moment de la publication: FprEN IEC 60034-1:2021.



INTERNATIONAL STANDARD

NORME INTERNATIONALE

**Rotating electrical machines –
Part 2-1: Standard methods for determining losses and efficiency from tests
(excluding machines for traction vehicles)**

**Machines électriques tournantes –
Partie 2-1: Méthodes normalisées pour la détermination des pertes et du
rendement à partir d'essais (à l'exclusion des machines pour véhicules de
traction)**



SOMMAIRE

AVANT-PROPOS	100
1 Domaine d'application	102
2 Références normatives	102
3 Termes et définitions	103
4 Symboles et abréviations	108
4.1 Symboles	108
4.2 Indices supplémentaires	109
5 Exigences fondamentales	110
5.1 Détermination directe et indirecte du rendement	110
5.2 Incertitude	111
5.3 Méthodes préférentielles et méthodes pour essais d'acceptation spécifiques au client, essais sur le terrain ou essais individuels de série	111
5.4 Alimentation électrique	111
5.4.1 Tension	111
5.4.2 Fréquence	111
5.5 Instrumentation	111
5.5.1 Généralités	111
5.5.2 Appareils de mesure pour les grandeurs électriques	112
5.5.3 Mesure du couple	112
5.5.4 Mesure de la vitesse et de la fréquence	112
5.5.5 Mesure de la température	112
5.6 Unités	113
5.7 Résistance	113
5.7.1 Résistance d'essai	113
5.7.2 Température des enroulements	113
5.7.3 Correction par rapport à la température du fluide de refroidissement de référence	114
5.8 État de la machine en essai et catégories d'essais	114
5.9 Mesures du circuit d'excitation	115
5.10 Température ambiante pendant les essais	116
6 Méthodes d'essai pour la détermination du rendement des machines à induction	116
6.1 Méthodes d'essai préférentielles	116
6.1.1 Généralités	116
6.1.2 Méthode 2-1-1A – Mesure directe des puissances d'entrée et de sortie	117
6.1.3 Méthode 2-1-1B – Sommation des pertes, avec détermination des pertes supplémentaires en charge selon la méthode des pertes résiduelles	118
6.1.4 Méthode 2-1-1C – Sommation des pertes, avec détermination des pertes supplémentaires en charge à partir d'une tolérance assignée	126
6.2 Méthodes d'essai pour les essais sur le terrain ou les essais individuels de série	130
6.2.1 Généralités	130
6.2.2 Méthode 2-1-1D – Essai en opposition à double alimentation	131
6.2.3 Méthode 2-1-1E – Essai en opposition à simple alimentation	132
6.2.4 Méthode 2-1-1F – Sommation des pertes, avec détermination des pertes supplémentaires en charge par l'essai avec rotor retiré et l'essai de rotation inverse	134

6.2.5	Méthode 2-1-1G – Sommation des pertes, avec détermination des pertes supplémentaires en charge par la méthode Eh-star.....	137
6.2.6	Méthode 2-1-1H – Détermination du rendement par l'utilisation des paramètres du circuit équivalent	142
7	Méthodes d'essai pour la détermination du rendement des machines synchrones	148
7.1	Méthodes d'essai préférentielles	148
7.1.1	Généralités	148
7.1.2	Méthode 2-1-2A – Mesure directe des puissances d'entrée et de sortie	149
7.1.3	Méthode 2-1-2B – Sommation des pertes séparées, avec un essai de température à la charge assignée et un essai de court-circuit.....	151
7.1.4	Méthode 2-1-2C – Sommation des pertes séparées sans essai à pleine charge	158
7.2	Méthodes d'essai pour les essais sur le terrain ou les essais individuels de série	160
7.2.1	Généralités	160
7.2.2	Méthode 2-1-2D – Essai en opposition à double alimentation	160
7.2.3	Méthode 2-1-2E – Essai en opposition à simple alimentation	161
7.2.4	Méthode 2-1-2F – Essai au facteur de puissance nul avec courant d'excitation à partir du diagramme de Potier/ASA/suédois	163
7.2.5	Méthode 2-1-2G – Sommation des pertes séparées avec un essai en charge sans prise en compte des pertes supplémentaires en charge	167
8	Méthodes d'essai pour la détermination du rendement des machines à courant continu	168
8.1	Méthodes d'essai pour les essais sur le terrain ou les essais individuels de série	168
8.2	Méthode 2-1-3A – Mesure directe des puissances d'entrée et de sortie	169
8.2.1	Généralités	169
8.2.2	Procédure d'essai	170
8.2.3	Détermination du rendement.....	170
8.3	Méthode 2-1-3B – Sommation des pertes avec un essai en charge et composante continue des pertes supplémentaires en charge à partir d'un essai.....	171
8.3.1	Généralités	171
8.3.2	Procédure d'essai	172
8.4	Méthode 2-1-3C – Sommation des pertes avec un essai en charge et composante continue des pertes supplémentaires en charge à partir d'une valeur assignée.....	178
8.4.1	Généralités	178
8.4.2	Procédure d'essai	179
8.4.3	Détermination du rendement.....	180
8.5	Méthode 2-1-3D – Sommation des pertes sans essai en charge	181
8.5.1	Généralités	181
8.5.2	Procédure d'essai	182
8.5.3	Détermination du rendement.....	183
8.6	Méthode 2-1-3E – Essai en opposition à simple alimentation	184
8.6.1	Généralités	184
8.6.2	Procédure d'essai	184
8.6.3	Détermination du rendement.....	185
	Annexe A (normative) Calcul des valeurs pour la méthode Eh-star	186
	Annexe B (informative) Types de systèmes d'excitation	189
	Annexe C (informative) Mesure du glissement de la machine à induction.....	190

Annexe D (informative) Modèle de rapport d'essai pour la méthode 2-1-1B.....	192
Bibliographie.....	193
Figure 1 – Dispositifs de mesure de couple.....	112
Figure 2 – Schéma pour l'essai de mesure du couple.....	117
Figure 3 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1A	117
Figure 4 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1B	119
Figure 5 – Lissage des valeurs des pertes résiduelles	125
Figure 6 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1C	127
Figure 7 – Schéma vectoriel pour obtenir le vecteur courant à partir de l'essai à la tension réduite.....	128
Figure 8 – Tolérance assignée pour les pertes supplémentaires en charge P_{LL}	129
Figure 9 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1D	131
Figure 10 – Schéma pour l'essai en opposition à double alimentation	132
Figure 11 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1E	133
Figure 12 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1F.....	134
Figure 13 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1G	138
Figure 14 – Circuit d'essai Eh-star	139
Figure 15 – Machine à induction, modèle T avec résistance équivalente des pertes dans le fer	142
Figure 16 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-1H	143
Figure 17 – Machines à induction, modèle réduit pour le calcul.....	147
Figure 18 – Schéma pour l'essai de mesure du couple.....	150
Figure 19 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2A	150
Figure 20 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2B	152
Figure 21 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2C	159
Figure 22 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2D	160
Figure 23 – Schéma pour l'essai en opposition à double alimentation ($I_M = I_G, f_M = f_G$).....	161
Figure 24 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2E	162
Figure 25 – Essai en opposition à simple alimentation pour machines synchrones.....	162
Figure 26 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2F.....	163
Figure 27 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-2G	168
Figure 28 – Schéma pour l'essai de mesure du couple.....	169
Figure 29 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-3A	170
Figure 30 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-3B	172
Figure 31 – Schéma pour l'essai en opposition à simple alimentation pour la détermination de la composante continue des pertes supplémentaires en charge	176
Figure 32 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-3C	179
Figure 33 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-3D	182
Figure 34 – Détermination du rendement selon la méthode 2-1-3E	184
Figure 35 – Schéma pour l'essai en opposition à simple alimentation	185
Figure C.1 – Schéma fonctionnel du système de mesure du glissement.....	191
Tableau 1 – Température de référence	114

Tableau 2 – Machines à induction: méthodes d'essai préférentielles	116
Tableau 3 – Machines à induction: autres méthodes	131
Tableau 4 – Machines synchrones avec excitation électrique: méthodes d'essai préférentielles	149
Tableau 5 – Machines synchrones avec excitation à aimants permanents: méthodes d'essai préférentielles	149
Tableau 6 – Machines synchrones: autres méthodes	160
Tableau 7 – Machines à courant continu: méthodes d'essai	169
Tableau 8 – Facteurs multiplicateurs pour différents rapports de vitesses	180