

ILNAS

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

ILNAS-EN 50402:2017

Matériel électrique pour la détection et la mesure des gaz ou vapeurs combustibles ou toxiques ou de l'oxygène - Exigences relatives à la

Electrical apparatus for the detection
and measurement of combustible or
toxic gases or vapours or of oxygen -
Requirements on the functional safety of

Elektrische Geräte für die Detektion und
Messung von brennbaren oder toxischen
Gasen und Dämpfen oder Sauerstoff -
Anforderungen an die funktionale

03/2017



Avant-propos national

Cette Norme Européenne EN 50402:2017 a été adoptée comme Norme Luxembourgeoise ILNAS-EN 50402:2017.

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

Matériel électrique pour la détection et la mesure des gaz ou vapeurs combustibles ou toxiques ou de l'oxygène – Exigences relatives à la sécurité fonctionnelle des systèmes de détection de gaz

Elektrische Geräte für die Detektion und Messung von brennbaren oder toxischen Gasen und Dämpfen oder Sauerstoff - Anforderungen an die funktionale Sicherheit von Gaswarnsystemen

Electrical apparatus for the detection and measurement of combustible or toxic gases or vapours or of oxygen – Requirements on the functional safety of gas detection systems

La présente Norme européenne a été approuvée par le CENELEC le 2017-02-04. 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 la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du centre de gestion du CEN-CENELEC 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 centre de gestion du CEN-CENELEC, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CENELEC sont les comités électrotechniques nationaux des pays suivants: Allemagne, Ancienne République yougoslave de Macédoine, 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 tchèque, Roumanie, Royaume-Uni, Serbie, Slovaquie, Slovénie, Suède, Suisse et Turquie.



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

Centre de gestion du CEN-CENELEC: Avenue Marnix 17, B-1000 Bruxelles

Sommaire

Page

Avant-propos européen	7
Introduction.....	8
1 Domaine d'application	10
2 Références normatives.....	11
3 Termes et définitions	12
4 Exigences générales.....	17
4.1 Spécification des fonctions de sécurité.....	17
4.2 Détermination de la fonction de sécurité.....	25
4.3 Caractéristiques de sécurité fonctionnelle.....	27
5 Modules et éléments fonctionnels - Caractérisation et exigences	28
5.1 Généralités	28
5.1.1 Structure des modules fonctionnels	28
5.1.2 Exigences générales	35
5.2 Échantillonnage de gaz.....	36
5.2.1 Aspiration de gaz.....	36
5.2.2 Conditionnement du gaz mesuré.....	36
5.2.3 Multiplexeur de gaz	37
5.2.4 Échantillonnage de gaz par mode diffusion	37
5.2.5 Étalonnage et ajustement automatiques	38
5.3 Capteur	38
5.4 Transmission de signaux	40
5.4.1 Exigences générales.....	40
5.4.2 Transmission de signaux entre des modules séparés dans l'espace.....	40
5.4.3 Transmission de signaux entre des modules non séparés dans l'espace	41
5.5 Entrées du traitement des signaux.....	42
5.5.1 Généralités	42
5.5.2 Interface du signal mesuré.....	42
5.5.3 Entrée du système de communication.....	42
5.5.4 Interface utilisateur	43
5.5.5 Entrée de l'entité périphérique.....	43
5.5.6 Alimentation.....	43
5.6 Traitement des signaux	44
5.6.1 Généralités	44
5.6.2 Calcul des valeurs mesurées	45
5.6.3 État spécial.....	46
5.6.4 Évaluation des signaux.....	47
5.6.5 Moyens de diagnostic au sein d'une unité de commande.....	47
5.6.6 Mode de fonctionnement réduit.....	50
5.6.7 Commande d'aspiration.....	50
5.6.8 Commande du multiplexeur de gaz.....	51
5.6.9 Commande de l'étalonnage automatique	51
5.6.10 Commande de l'ajustement automatique	52
5.7 Sortie de la commande	52
5.7.1 Indication visuelle	52
5.7.2 Sortie de commutation.....	53
5.7.3 Sortie du système de communication.....	54
5.7.4 Sortie vers l'entité périphérique.....	55
5.7.5 Archives de données informatiques	55
6 Logiciels	56
6.1 Exigences générales.....	56
6.2 Contexte de la norme de logiciel	56
6.3 Exigences issues de l'EN 61508-3.....	57

6.4	Liste des articles substitués ou non pertinents de l'EN 61508-3:2010.....	57
6.5	Liste des modifications apportées aux articles de l'EN 61508-3.....	59
6.6	Niveaux de rigueur définis dans l'EN 50402.....	62
6.7	Tableaux des techniques et mesures définies à l'Annexe A de l'EN 61508-3:2010.....	62
6.7.1	Explication des termes.....	62
6.7.2	Conventions de rédaction des tableaux de techniques et de mesures.....	63
6.7.3	Spécification des exigences relatives au logiciel.....	63
6.7.4	Conception de l'architecture du logiciel.....	66
6.7.5	Conception et développement du logiciel – Outils de support et langage de programmation.....	70
6.7.6	Conception détaillée du logiciel.....	71
6.7.7	Essai et intégration des modules logiciels.....	74
6.7.8	Intégration de l'électronique programmable (matériel et logiciel).....	75
6.7.9	Validation du logiciel.....	76
6.7.10	Modification.....	77
6.7.11	Vérification du logiciel.....	79
7	Combinaison des modules fonctionnels en fonctions de sécurité.....	81
7.1	Capacité de SIL.....	81
7.2	Détermination des capacités de SIL pour une fonction de sécurité.....	81
7.2.1	Généralités.....	81
7.2.2	Regroupement des chaînes simples.....	83
7.2.3	Regroupement des chaînes parallèles.....	83
8	Détermination des taux de défaillance matérielle pour chaque fonction de sécurité.....	84
9	Détection de gaz comme partie intégrante d'une fonction de sécurité globale.....	86
10	Exigences en termes d'information.....	86
11	Validation.....	87
12	Gestion de la sécurité fonctionnelle.....	88
13	Évaluation de la sécurité fonctionnelle.....	88
14	Documentation.....	88
	Annexe A (normative) Transformation des capacités de SIL des systèmes de détection de gaz.....	89
A.1	Introduction.....	89
A.2	Transformation des capacités de SIL des systèmes de détection de gaz en niveaux d'intégrité de sécurité définis dans l'EN 61508 (toutes les parties).....	89
	Annexe B (normative) Transformation des exigences de normes génériques en modules.....	90
B.1	Généralités.....	90
B.2	Capacité de SIL 1.....	90
B.3	Capacité de SIL 2.....	90
B.4	Capacité de SIL 3.....	91
	Annexe C (informative) Détermination de la capacité de SIL d'une fonction de sécurité du système de détection de gaz.....	92
C.1	Généralités.....	92
C.2	Procédure de détermination de la capacité de SIL.....	92
C.3	Exemple: Détermination de la capacité de SIL d'un système de détection de gaz.....	99
C.3.1	Généralités.....	99
C.3.2	Exemple: Caractérisation des sorties relais des unités de commande A et B.....	100
C.3.3	Exemple: Caractérisation de la sortie relais d'une alarme commune.....	102
	Annexe D (informative) Modes de défaillance pour principes de mesure spécifiques.....	107

D.1	Introduction.....	107
D.2	Modes de défaillance applicables à la plupart ou à tous les types de principes de mesure et les types d'éléments sensibles.....	107
D.2.1	Modes de défaillance génériques	107
D.2.2	Modes de défaillance identifiés dans les normes métrologiques.....	107
D.3	Éléments sensibles catalytiques	108
D.4	Éléments sensibles à conductivité thermique	108
D.5	Éléments sensibles infrarouges	108
D.5.1	Détecteurs ponctuels	108
D.5.2	Détecteurs à chemin ouvert	109
D.5.3	TDLAS (par exemple, pour l'oxygène)	109
D.6	Éléments sensibles semiconducteurs	109
D.7	Éléments sensibles électrochimiques	110
D.7.1	Capteurs galvaniques — Oxygène au plomb	110
D.7.2	Capteurs ampérométriques avec électrolyte organique ou aqueux.....	110
D.8	Éléments sensibles FID	110
D.9	Éléments sensibles FTA	111
D.10	Éléments sensibles paramagnétiques	111
D.10.1	Généralités	111
D.10.2	Principe dit principe d'haltère.....	111
D.10.3	Principe de mesure à débit faible	112
D.10.4	Mesurage de la susceptibilité magnétique	112
D.10.5	Effet thermique paramagnétique	112
D.11	Éléments sensibles PID	113
Figures		
Figure 1	— Définitions de point de mesure, groupe de mesure et emplacement de mesure	15
Figure 2a	— Système de détection de gaz plus actionneur pour la fonction de sécurité	19
Figure 2b	— Système de détection de gaz plus actionneur pour la fonction de sécurité.....	20
Figure 2c	— Détecteur de gaz avec sortie relais plus actionneur pour la fonction de sécurité	21
Figure 2d	— Système de détection de gaz plus actionneur pour la fonction de sécurité.....	22
Figure 2e	— Système de détection de gaz plus actionneur pour la fonction de sécurité	23
Figure 2f	— Système de détection de gaz plus actionneur pour la fonction de sécurité.....	24
Figure 2	— Exemples de fonction de sécurité globale des systèmes de détection de gaz	25
Figure 3	— Présentation générale d'un système relatif à la sécurité	29
Figure 4	— Modules d'un système de détection de gaz	34
Figure 5	— Architectures pour la communication des données.....	41
Figure 6	— Chaînes simples et parallèles	82
Figure 7	— Traitement de modules complexes dans une structure redondante	84
Figure C.1	— Étape 1 – Liaison des modules.....	92
Figure C.2	— Étape 2 – Identification des modules nécessaires pour la fonction de sécurité.....	93

Figure C.3 — Étape 3 – Élimination des modules et des liaisons sans influence sur la fonction de sécurité	93
Figure C.4 — Étape 4 (1 ^{ère} boucle) – Regroupement des chaînes simples	94
Figure C.5 — Étape 5 (1 ^{ère} boucle) – Regroupement des chaînes parallèles	94
Figure C.6 — Étape 6 (1 ^{ère} boucle) – Adaptation de la structure des diagrammes	96
Figure C.7 — Étape 4 (2 ^{ème} boucle) – Regroupement des chaînes simples	97
Figure C.8 — Étape 5 (2 ^{ème} boucle) – Regroupement des chaînes parallèles.....	97
Figure C.9 — Étape 6 (2 ^{ème} boucle) – Adaptation de la structure des diagrammes – <i>Aucune action exigée</i>	97
Figure C.10 — Étape 4 (3 ^{ème} boucle) – Regroupement des chaînes simples	98
Figure C.11 — Étape 5 (3 ^{ème} boucle) – Regroupement des chaînes parallèles.....	98
Figure C.12 — Étape 6 (3 ^{ème} boucle) – Adaptation de la structure des diagrammes – <i>Aucune action exigée</i>	98
Figure C.13 — Étape 4 (4 ^{ème} boucle) – Regroupement des chaînes simples – <i>Fin de la procédure</i>	99
Figure C.14 — Étape 1 – Liaisons entre les modules pour l'exemple décrit.....	100
Figure C.15 — Étape 2 – Identification des modules ayant une influence sur la fonction de sécurité	101
Figure C.16 — Étape 3 – Élimination des modules et des liaisons sans influence sur la fonction de sécurité.....	102
Figure C.17 — Étape 4 – Regroupement des chaînes simples.....	102
Figure C.18 — Étape 5 – Regroupement des chaînes parallèles – <i>Fin de la procédure</i>	102
Figure C.19 — Étape 2 – Identification des modules ayant une influence sur la fonction de sécurité	103
Figure C.20 — Étape 3 – Élimination des modules et des liaisons sans influence sur la fonction de sécurité.....	104
Figure C.21 — Étape 4 (1 ^{ère} boucle) – Regroupement des chaînes simples	105
Figure C.22 — Étape 5 (1 ^{ère} boucle) – Regroupement des chaînes parallèles	105
Figure C.23 — Étape 6 (1 ^{ère} boucle) – Adaptation de la structure des diagrammes – <i>Aucune action exigée</i>	106
Figure C.24 - Étape 4 (2 ^{ème} boucle) - Regroupement des chaînes simples – <i>Fin de la procédure</i>	106
Tableaux	
Tableau 1 — Tolérance aux anomalies pour les modules simples conformément au Tableau 2 de l'EN 61508–2:2010	27
Tableau 2 – Tolérance aux anomalies pour les modules complexes conformément au Tableau 3 de l'EN 61508–2:2010	27
Tableau 3 — Mesures de diagnostic pour la surveillance de la séquence du programme et l'horloge définies dans l'EN 61508-2	48
Tableau 4 — Mesures de diagnostic applicables à la mémoire et mentionnées dans l'EN 61508-2	49
Tableau 5 — Liste des articles substitués ou non pertinents de l'EN 61508-3:2010	57
Tableau 6 — Liste des modifications apportées aux articles de l'EN 61508-3:2010	59
Tableau 7 — Niveaux de rigueur définis dans l'EN 50402.....	62
Tableau 8 - Spécification des exigences relatives au logiciel EN 50402 (du Tableau A.1 de l'EN 61508-3:2010)	63

Tableau 9 — Méthodes semi-formelles et méthodes formelles (du Tableau B.7 de l'EN 61508-3:2010) appliquées au Tableau A.1	65
Tableau 10 — Conception de l'architecture du logiciel EN 50402 (du Tableau A.2 de l'EN 61508-3:2010)	67
Tableau 11 — Conception du logiciel EN 50402 (du Tableau A.3 de l'EN 61508-3:2010)	70
Tableau 12 - Conception de l'architecture du logiciel EN 50402 (du Tableau A.4 de l'EN 61508-3:2010,)	71
Tableau 13 - Méthodes semi-formelles (du Tableau B.7 de l'EN 61508-3:2010) appliquées au Tableau A.4	72
Tableau 14 - Essai et intégration des modules logiciels EN 50402 (du Tableau A.5 de l'EN 61508-3:2010)	74
Tableau 15 - Intégration de l'électronique programmable (matériel et logiciel) EN 50402 (du Tableau A.6 de l'EN 61508-3:2010)	75
Tableau 16 — Validation du logiciel EN 50402 (du Tableau A.7 de l'EN 61508-3:2010)	76
Tableau 17 — Modification de l'EN 50402 (du Tableau A.8 de l'EN 61508-3:2010).....	77
Tableau 18 — Vérification du logiciel EN 50402 (du Tableau A.9 de l'EN 61508-3:2010).....	79
Tableau 19 — Pour un mode de fonctionnement à faible sollicitation (voir Tableau 2 du 7.6.2.9 de l'EN 61508-1:2010)	85
Tableau 20 — Pour un mode de fonctionnement à sollicitation élevée ou un mode de fonctionnement continu (voir Tableau 3 du 7.6.2.9 de l'EN 61508-1:2010)	85
Tableau A.1 — Transformation des capacités de SIL définies dans l'EN 50402 en niveaux SIL définis dans l'EN 61508 (toutes les parties)	89
Tableau C.1 — Détermination de la capacité de SIL pour un bloc de chaînes parallèles (applicable uniquement au matériel).....	96

Avant-propos européen

Le présent document (EN 50402:2017) a été préparé par le CLC/SC 31-9 "Appareils électriques de détection et de mesure des gaz combustibles destinés à être utilisés dans des atmosphères explosibles pour des applications industrielles et commerciales" du CLC/TC 31 "Matériel électrique pour atmosphères potentiellement explosibles" ainsi que le CLC/TC 216 "DéTECTEURS de gaz".

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) 2018-02-04
- date limite à laquelle les normes nationales en contradiction avec le présent document doivent être annulées (dow) 2020-02-04

Le présent document remplace l'EN 50402:2005.

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

L'EN 50402:2017 contient les modifications techniques majeures suivantes par rapport à l'EN 50402:2005:

- La norme est généralement mise à jour afin de prendre en compte les modifications de la deuxième édition de l'EN 61508 pour les matériels et les logiciels. Le parcours 2 de la deuxième édition de l'EN 61508 n'est pas admis pour le matériel de détection de gaz.
- La norme est mise à jour pour assurer la conformité des exigences de niveau SIL 1 à la deuxième édition de l'EN 50271 avec spécification des exigences minimales concernant la sécurité fonctionnelle des détecteurs de gaz, matériels de détection de gaz et systèmes de détection de gaz complets dont les performances sont approuvées.
- Il a été tenu compte des dernières révisions des normes métrologiques.
- Le niveau SIL 4 a été supprimé du fait de son caractère inapproprié à la détection de gaz.
- Les Articles 4 et 5 ont été mis à jour pour une spécification plus détaillée.
- L'Article 6 dédié aux logiciels est nouveau.
- Les Articles 7 à 11 font l'objet d'une restructuration pour la clarification des exigences et la relation avec l'EN 61508.
- L'Article 10 spécifie davantage de détails pour l'information du client.
- L'ancienne Annexe D normative constitue désormais l'Article 12.
- L'ancienne Annexe A informative a été supprimée. Le texte correspondant a été intégré aux Articles 7 à 9.
- La nouvelle Annexe D informative fournit des informations sur les modes de défaillance des éléments sensibles.