
**Robots et dispositifs robotiques —
Exigences de sécurité pour les robots
industriels —**

**Partie 1:
Robots**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial
robots —
Part 1. Robots*
(standards.iteh.ai)

ISO 10218-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/514dc52b-e620-4f18-bbae-b8cbccb118cd/iso-10218-1-2011>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 10218-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/514dc52b-e620-4f18-bbae-b8cbccb118cd/iso-10218-1-2011>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2011

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, 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 et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du 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
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction.....	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Identification des phénomènes dangereux et appréciation du risque	7
5 Exigences de conception et mesures de protection	7
5.1 Généralités	7
5.2 Exigences générales	7
5.3 Organes de commande.....	8
5.4 Performances du système de commande relatif à la sécurité (matériel/logiciel).....	9
5.5 Fonctions d'arrêt du robot.....	10
5.6 Commande de vitesse.....	12
5.7 Modes de fonctionnement.....	13
5.8 Commandes du pendant.....	14
5.9 Commande de mouvements simultanés.....	16
5.10 Exigences relatives au fonctionnement coopératif	17
5.11 Protection contre la singularité	18
5.12 Limitation d'axe	18
5.13 Mouvement hors puissance	20
5.14 Dispositions pour le levage	20
5.15 Connecteurs électriques.....	20
6 Vérification et validation des exigences de sécurité et des mesures de protection.....	21
6.1 Généralités	21
6.2 Méthodes de vérification et de validation	21
6.3 Vérification et validation exigées.....	21
7 Informations d'utilisation.....	22
7.1 Généralités	22
7.2 Notice d'instructions	22
7.3 Marquage.....	23
Annexe A (informative) Liste des phénomènes dangereux significatifs	25
Annexe B (normative) Méthode de mesure du temps et de la distance d'arrêt	30
Annexe C (informative) Caractéristiques fonctionnelles d'un dispositif de validation à 3 positions	32
Annexe D (informative) Caractéristiques optionnelles	33
Annexe E (informative) Méthodes de symbolisation.....	35
Annexe F (normative) Moyens de vérification des exigences et mesures de sécurité	36
Bibliographie.....	45

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 Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

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.

L'ISO 10218-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 184, *Systèmes d'automatisation et intégration*, sous-comité SC 2, *Robots et composants robotiques*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 10218-1:2006), qui a fait l'objet d'une révision technique. Elle incorpore également le Rectificatif technique ISO 10218-1:2006/Cor.1:2007.

L'ISO 10218 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Robots et dispositifs robotiques* — *Exigences de sécurité pour les robots industriels*:

- *Partie 1: Robots*
- *Partie 2: Systèmes robots et intégration*

Introduction

L'ISO 10218 a été élaborée en tenant compte des phénomènes dangereux particuliers présentés par les robots industriels et les systèmes de robots industriels.

La présente partie de l'ISO 10218 est une norme de type C comme stipulé dans l'ISO 12100.

Lorsque les dispositions de la présente norme de type C diffèrent de celles indiquées dans les normes de type A ou de type B, les dispositions de la présente norme de type C prévalent sur les dispositions des autres normes applicables aux machines conçues et construites conformément aux dispositions de la présente norme de type C.

Les machines concernées et l'étendue des phénomènes, des situations et des événements dangereux couverts sont indiquées dans le domaine d'application de la présente partie de l'ISO 10218.

Si les phénomènes dangereux associés aux robots sont bien connus, les sources de ces phénomènes dangereux sont souvent spécifiques à un système de robot donné. Le nombre et les types de phénomènes dangereux sont directement liés à la nature du procédé d'automatisation et à la complexité de l'installation. Les risques associés à ces phénomènes dangereux varient en fonction du type de robot utilisé, de son rôle et de la façon dont il est installé, programmé, utilisé et entretenu.

NOTE Les phénomènes dangereux identifiés par l'ISO 10218 ne s'appliquent pas tous à chaque robot et le niveau de risque associé à une situation dangereuse donnée varie d'un robot à l'autre. En conséquence, les exigences de sécurité ou les mesures de prévention, ou les deux, peuvent varier par rapport à celles spécifiées dans l'ISO 10218. Une appréciation du risque peut être réalisée afin de déterminer les mesures de prévention qu'il convient de prendre.

Les phénomènes dangereux liés à l'utilisation des robots industriels étant de nature variable, l'ISO 10218 est divisée en deux parties. La présente partie de l'ISO 10218 fournit des recommandations pour garantir la sécurité lors de la conception et de la construction des robots. La sécurité dans les applications robotisées étant influencée par la conception et l'application de l'intégration du système de robot considéré, l'ISO 10218-2 donne des recommandations pour la protection du personnel pendant l'intégration, l'installation, les essais de fonctionnement, la programmation, l'exploitation, la maintenance et la réparation des robots.

La présente partie de l'ISO 10218 a été actualisée en se fondant sur l'expérience acquise lors de l'élaboration des recommandations de l'ISO 10218-2 concernant les exigences relatives au système et à l'intégration, pour s'assurer qu'elle reste cohérente avec les exigences minimales d'une norme harmonisée de type C relative aux robots industriels. Les exigences techniques révisées comportent, de façon non limitative, la définition et les exigences relatives à la singularité, la protection contre les phénomènes dangereux engendrés par la transmission, les exigences en cas de perte de puissance, les performances des circuits de commande de sécurité, l'ajout d'une fonction d'arrêt de catégorie 2, les exigences relatives à la sélection du mode et à la limitation de puissance et de force, le marquage et les caractéristiques et principes de mesure actualisés pour le temps et la distance d'arrêt.

La présente partie de l'ISO 10218 ne s'applique pas aux robots fabriqués avant la date de sa publication.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 10218-1:2011

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/514dc52b-e620-4f18-bbae-b8cbccb118cd/iso-10218-1-2011>

Robots et dispositifs robotiques — Exigences de sécurité pour les robots industriels —

Partie 1: Robots

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 10218 spécifie les exigences et les recommandations pour la prévention intrinsèque, les mesures de protection et les informations pour l'utilisation des robots industriels. Elle décrit les phénomènes dangereux de base associés aux robots et fournit des exigences pour éliminer ou réduire de manière appropriée les risques associés à ces phénomènes dangereux.

La présente partie de l'ISO 10218 ne traite pas le robot comme une machine complète. L'émission sonore n'est généralement pas considérée comme un phénomène dangereux significatif du robot lui-même et par conséquent, le bruit est exclu du domaine d'application de la présente partie de l'ISO 10218.

La présente partie de l'ISO 10218 ne s'applique pas aux robots non industriels, bien que les principes de sécurité établis dans l'ISO 10218 puissent être utilisés pour ces autres robots.

NOTE 1 Des exemples d'applications robotisées non industrielles comprennent de façon non limitative: les robots sous-marins, militaires ou spatiaux, les manipulateurs commandés à distance, les prothèses et les autres aides aux personnes ayant une déficience physique, les microrobots (déplacement inférieur à 1 mm), la chirurgie ou les soins de santé, et les services ou les produits de consommation.

NOTE 2 Les exigences relatives aux systèmes de robots, à l'intégration et à l'installation sont couvertes par l'ISO 10218-2.

NOTE 3 Des phénomènes dangereux supplémentaires peuvent être générés par des applications spécifiques (par exemple soudage, découpe au laser, usinage). Ces phénomènes dangereux relatifs au système sont à prendre en compte lors de la conception du robot.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application 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).

ISO 9283:1998, *Robots manipulateurs industriels — Critères de performance et méthodes d'essai correspondantes*

ISO 10218-2, *Robots et dispositifs robotiques — Exigences de sécurité pour les robots industriels — Partie 2: Systèmes robots et intégration*

ISO 12100, *Sécurité des machines — Principes généraux de conception — Appréciation du risque et réduction du risque*

ISO 13849-1:2006, *Sécurité des machines — Parties des systèmes de commande relatives à la sécurité — Partie 1: Principes généraux de conception*

ISO 13850, *Sécurité des machines — Arrêt d'urgence — Principes de conception*

CEI 60204-1, *Sécurité des machines — Équipement électrique des machines — Partie 1: Règles générales*

CEI 62061:2005, *Sécurité des machines — Sécurité fonctionnelle des systèmes de commande électriques, électroniques et électroniques programmables relatifs à la sécurité*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 12100 ainsi que les suivants s'appliquent.

3.1

organe de commande

mécanisme mécanique à l'intérieur d'un dispositif de commande

EXEMPLE Une barre qui ouvre des contacts.

3.2

mode automatique

mode opératoire dans lequel le système de commande du robot peut fonctionner conformément au programme d'une tâche

[ISO 8373:1994, définition 5.3.8.1]

3.3

fonctionnement automatique

état dans lequel le robot exécute comme prévu le programme d'une tâche

NOTE Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 5.5.

3.4

fonctionnement coopératif

état dans lequel un robot conçu de façon spécifique travaille en coopération directe avec l'humain dans un espace de travail défini

3.5

espace de travail coopératif

espace de travail à l'intérieur de l'espace contrôlé où le robot et un humain peuvent accomplir des tâches simultanément pendant le fonctionnement en production

3.6

puissance d'entraînement

source(s) d'énergie pour les actionneurs de robot

3.7

terminal

dispositif spécifiquement conçu pour être fixé à l'interface mécanique permettant au robot d'accomplir sa tâche

EXEMPLE Préhenseur, visseuse, pince à souder, pistolet de peinture.

[ISO 8373:1994, définition 3.11]

3.8

source d'énergie

source de puissance électrique, mécanique, hydraulique, pneumatique, chimique, thermique, potentielle, cinétique ou autres sources de puissance

3.9**mouvement dangereux**

mouvement susceptible de causer une blessure physique ou de porter atteinte à la santé des personnes

3.10**robot industriel
robot**

manipulateur à commande automatique, reprogrammable, multi-applications, pouvant être programmé suivant trois axes ou plus, qui peut être fixe ou mobile, destiné à être utilisé dans les applications d'automatisation industrielle

NOTE 1 Le robot industriel inclut

- le manipulateur, y compris les actionneurs,
- le système de commande, y compris le pendant d'apprentissage et toute interface de communication (matériel et logiciel).

NOTE 2 Cela inclut tout axe supplémentaire intégré.

NOTE 3 Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10218, les dispositifs suivants sont considérés comme des robots industriels:

- les robots guidés à la main;
- les parties des robots mobiles assurant des fonctions de manipulation;
- les robots coopératifs.

NOTE 4 Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 2.6.

3.11**système de robot industriel
système de robot**

système comprenant <https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/514dc52b-e620-4f18-bbae-b8cbccb118cd/iso-10218-1-2011>

- le robot industriel,
- le(s) terminal(aux),
- toute machine, équipement, dispositif, axes auxiliaires externes ou capteur permettant au robot d'accomplir sa tâche

NOTE 1 Les exigences relatives au système de robot, y compris celles relatives au contrôle des phénomènes dangereux, sont données dans l'ISO 10218-2.

NOTE 2 Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 2.14.

3.12**dispositif de limitation**

moyen qui limite l'espace maximal en arrêtant ou en provoquant l'arrêt de tous les mouvements du robot

3.13**commande locale**

état du système ou de parties du système dans lequel le système est mis en fonctionnement uniquement à partir de l'armoire de commande ou du pendant de chaque machine individuelle

3.14**mode manuel**

état de la commande qui permet le contrôle direct par un opérateur

NOTE 1 Parfois cité comme mode apprentissage lorsque les points du programme sont établis.

NOTE 2 Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 5.3.8.2.

3.15
pendant
pendant d'apprentissage

élément tenu à la main et relié au système de commande, avec lequel un robot peut être programmé ou déplacé

[ISO 8373:1994, définition 5.8]

3.16 Programme

3.16.1
programme de commande

ensemble des instructions de commande, interne au robot, qui définit les possibilités, les actions et les réponses du robot

NOTE Ce programme est figé et n'est généralement pas modifiable par l'utilisateur.

[ISO 8373:1994, définition 5.1.2]

3.16.2
programme d'une tâche

ensemble des instructions de mouvement et fonctions auxiliaires qui définit la tâche spécifique prévue du système de robot

NOTE 1 Ce type de programme est normalement écrit par l'utilisateur.

NOTE 2 Une application est un domaine général de travail, une tâche est une partie spécifique de l'application.

[ISO 8373:1994, définition 5.1.1]

3.16.3
vérification du programme

exécution du programme d'une tâche afin de confirmer la trajectoire du robot et les performances du processus

NOTE La vérification peut comprendre l'intégralité ou un segment de la trajectoire programmée par le centre d'outil durant le programme d'une tâche. Les instructions peuvent être exécutées sous forme d'une instruction unique ou d'une séquence continue d'instructions. La vérification est utilisée dans de nouvelles applications et lors de la mise au point/l'édition d'applications existantes.

3.17
arrêt de protection

type d'interruption du fonctionnement qui permet un arrêt du mouvement pour des besoins de protection et qui conserve la logique de programme pour faciliter la remise en marche

3.18
actionneur du robot

mécanisme motorisé qui convertit l'énergie électrique, hydraulique ou pneumatique en mouvement

3.19
valeur nominale de sécurité

valeur ayant une fonction de sécurité prescrite avec des performances spécifiées relatives à la sécurité

3.19.1
vitesse nominale de sécurité contrôlée

fonction nominale de sécurité qui cause un arrêt de protection soit quand la vitesse cartésienne d'un point par rapport au plateau terminal du robot (par exemple CDO), soit quand la vitesse d'un ou plusieurs axes, dépasse une valeur limite spécifiée

3.19.2**vitesse nominale de sécurité réduite**

fonction de la vitesse nominale de sécurité qui limite la vitesse du robot à 250 mm/s ou moins

NOTE 1 La valeur limite de la vitesse nominale de sécurité réduite n'est pas nécessairement la valeur fixée dans la fonction de commande de vitesse réduite.

NOTE 2 La différence entre la vitesse nominale de sécurité contrôlée et la vitesse nominale de sécurité réduite est que la limite de vitesse nominale de sécurité contrôlée peut être établie à des vitesses supérieures à 250 mm/s.

3.19.3**butées logicielles nominales de sécurité d'espace et d'axes****butée logicielle nominale de sécurité**

limite imposée au débattement du robot par un système fondé sur un logiciel ou un microprogramme ayant des performances spécifiées relatives à la sécurité suffisantes

NOTE La butée logicielle nominale de sécurité pourrait être le point de déclenchement d'un arrêt ou pourrait garantir que le robot ne se déplace pas au-delà de la limite.

3.19.4**sortie nominale de sécurité**

signal de sortie ayant des performances de sécurité spécifiées suffisantes

3.19.5**sortie de zone nominale de sécurité**

sortie nominale de sécurité indiquant l'état de la position du robot par rapport à la butée logicielle nominale de sécurité

NOTE Par exemple, la position du robot peut se situer à l'intérieur de la zone ou à l'extérieur de la zone.

3.19.6**arrêt nominal de sécurité contrôlé**

condition dans laquelle le robot est arrêté avec sa puissance d'alimentation active, pendant qu'un système de contrôle avec des performances de sécurité spécifiées suffisantes assure que le robot ne bouge pas

3.20**mouvement simultané**

mouvement d'au moins deux robots en même temps sous le contrôle d'un seul poste de commande qui peut être coordonné ou synchronisé en utilisant une corrélation mathématique commune

NOTE 1 Un pendant d'apprentissage est un exemple de poste de commande unique.

NOTE 2 La coordination peut être du type maître/esclave.

3.21**point de commande unique**

aptitude à mettre en œuvre le robot de sorte que le déclenchement du mouvement du robot ne soit possible qu'à partir d'une seule source de commande et ne puisse pas être neutralisé depuis une autre source

3.22**singularité**

occurrence lorsque la rangée de la matrice jacobienne devient inférieure au degrés de liberté

NOTE Mathématiquement, dans une configuration singulière, la vitesse conjointe dans l'espace commun peut devenir infinie pour maintenir la vitesse cartésienne. Dans les opérations actuelles, les mouvements définis dans un espace cartésien qui s'approchent des singularités peuvent produire des vitesses d'axes élevées. Ces vitesses élevées peuvent être inattendues pour l'opérateur.

3.23

commande en vitesse réduite

commande en vitesse lente

mode de commande du mouvement du robot dans lequel la vitesse est limitée à 250 mm/s ou moins

NOTE Une vitesse réduite est destinée à donner aux personnes un temps suffisant soit pour s'éloigner des mouvements dangereux, soit pour arrêter le robot.

3.24

espace

enveloppe

volume tridimensionnel

3.24.1

espace maximal

espace qui peut être balayé par les parties en mouvement du robot, tel que défini par le fabricant, plus l'espace qui peut être balayé par le terminal et la pièce

[ISO 8373:1994, définition 4.8.1]

3.24.2

espace restreint

partie de l'espace maximal réduit par des dispositifs de limitation qui fixent des limites qui ne seront pas dépassées

NOTE Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 4.8.2.

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.24.3

espace contrôlé

espace défini par les protections périmétriques

[ISO 10218-1:2011](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/514dc52b-e620-4f18-bbae-b8cbccb118cd/iso-10218-1-2011)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/514dc52b-e620-4f18-bbae-b8cbccb118cd/iso-10218-1-2011>

3.25

apprentissage

programmation par apprentissage

programmation réalisée

- a) par conduite manuelle du terminal du robot; ou
- b) par conduite manuelle d'un dispositif mécanique de simulation; ou
- c) au moyen d'un pendant d'apprentissage en faisant effectuer au robot les actions souhaitées

NOTE Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 5.2.3.

3.26

centre d'outil

CDO

point défini pour une application donnée par rapport au système de coordonnées de l'interface mécanique

NOTE Adapté de l'ISO 8373:1994, définition 4.9.

3.27

utilisateur

entité qui utilise les robots et qui est responsable du personnel associé au fonctionnement du robot

4 Identification des phénomènes dangereux et appréciation du risque

L'Annexe A contient une liste des phénomènes dangereux qui peuvent être présents dans l'environnement du robot. Une analyse des phénomènes dangereux doit être réalisée pour identifier tout autre phénomène dangereux pouvant être présent.

Une appréciation du risque doit être réalisée pour les phénomènes dangereux identifiés lors de l'analyse des phénomènes dangereux. Cette appréciation du risque doit notamment porter sur

- a) les opérations prévues du robot, y compris l'apprentissage, la maintenance, le réglage et le nettoyage,
- b) la mise en marche inattendue,
- c) l'accès du personnel venant de toutes les directions,
- d) les mauvaises utilisations raisonnablement prévisibles du robot,
- e) l'effet des défaillances du système de commande, et
- f) si nécessaire, les phénomènes dangereux associés à l'application robotisée spécifique.

Les risques doivent être éliminés ou réduits dans un premier temps par la conception ou la substitution, puis par des mesures de protection et d'autres mesures complémentaires. Tout risque résiduel doit ensuite être réduit par d'autres mesures (par exemple des avertissements, des signaux, une formation).

Les exigences décrites dans l'Article 5 résultent du processus itératif consistant à appliquer des mesures de protection qui sont décrites dans l'ISO 12100 aux phénomènes dangereux identifiés dans l'Annexe A.

NOTE 1 L'ISO 12100 fournit des exigences et des recommandations relatives à la réalisation de l'identification des phénomènes dangereux et à la réduction du risque.

NOTE 2 Les exigences relatives à l'identification des phénomènes dangereux et à l'appréciation du risque pour les systèmes de robots, l'intégration et l'installation sont traitées dans l'ISO 10218-2.

5 Exigences de conception et mesures de protection

5.1 Généralités

Le robot doit être conçu conformément aux principes de l'ISO 12100 pour les phénomènes dangereux pertinents. Les phénomènes dangereux significatifs, tels que les arêtes vives, ne sont pas traités dans la présente partie de l'ISO 12018.

Les robots doivent être conçus et construits pour satisfaire aux exigences de 5.2 à 5.15.

5.2 Exigences générales

5.2.1 Éléments de transmission de puissance

L'exposition aux phénomènes dangereux engendrés par des composants tels que des arbres moteurs, des engrenages, des courroies d'entraînement ou des trains d'engrenages non protégés par des capots intégraux (par exemple un panneau au-dessus d'une boîte de transmission) doit être empêchée par des protecteurs fixes ou des protecteurs mobiles. Les systèmes de fixation des protecteurs fixes devant être déposés pour les opérations d'entretien courant doivent rester solidaires de la machine ou du protecteur. Les protecteurs mobiles doivent être asservis aux mouvements dangereux, de sorte que les fonctions dangereuses de la machine s'arrêtent avant qu'elles ne puissent être atteintes. La performance relative à la sécurité du système de commande associé au verrouillage doit être conforme aux exigences de 5.4.

5.2.2 Perte ou variation de puissance

La perte ou les variations de la puissance motrice ne doivent pas générer de phénomène dangereux.

Le rétablissement de la puissance motrice ne doit entraîner aucun mouvement.

Les robots doivent être conçus et construits de sorte que la perte ou la variation de la puissance électrique, hydraulique, pneumatique ou par dépression, n'entraîne pas de phénomène dangereux. Si la conception ne protège pas contre certains phénomènes dangereux, d'autres mesures de prévention doivent être prises pour assurer une protection contre ces phénomènes dangereux. Les phénomènes dangereux non protégés lors de l'utilisation prévue doivent être identifiés dans les informations pour l'utilisation.

NOTE Voir la CEI 60204-1 pour les exigences relatives à l'alimentation en énergie électrique.

5.2.3 Dysfonctionnement de composant

Les composants du robot doivent être conçus, fabriqués, fixés ou intégrés, de manière à réduire au minimum les phénomènes dangereux provoqués par la rupture, le desserrage ou la décharge d'énergie accumulée.

5.2.4 Sources d'énergie

Des moyens pour isoler le robot des sources d'énergie dangereuses doivent être fournis. Ces moyens doivent comporter une possibilité de verrouillage ou doivent garantir que la position sans énergie est sûre.

5.2.5 Énergie accumulée

Des moyens doivent être fournis pour commander la libération de l'énergie accumulée. Une étiquette doit être apposée au niveau de la source d'énergie accumulée pour identifier le phénomène dangereux.

NOTE Cette énergie peut se présenter sous forme d'accumulateurs de pression d'air et de pression hydraulique, de condensateurs, de batteries, de ressorts, de contrepoids, de volants d'entraînement, etc.

5.2.6 Compatibilité électromagnétique (CEM)

La conception et la construction du robot doivent empêcher tout mouvement ou situations dangereux dus aux effets attendus des perturbations électromagnétiques (EMI), des perturbations radioélectriques (RFI) et de la décharge électrostatique (ESD).

NOTE Voir la CEI 61000 pour des informations relatives à la conception.

5.2.7 Équipement électrique

L'équipement électrique du robot doit être conçu et construit conformément aux exigences pertinentes de la CEI 60204-1.

5.3 Organes de commande

5.3.1 Généralités

Les organes de commande qui déclenchent la puissance ou le mouvement doivent être conçus et construits de manière à répondre aux critères de performance de 5.3.2 à 5.3.5.

5.3.2 Protection contre le fonctionnement involontaire

Les organes de commande doivent être construits ou positionnés de manière à empêcher tout fonctionnement par inadvertance. Par exemple, des boutons-poussoirs correctement conçus ou des interrupteurs à clé placés de façon appropriée peuvent être utilisés.

5.3.3 Indication d'état

L'état des organes de commande doit être clairement indiqué, par exemple sous tension, défaut détecté, fonctionnement automatique.

Si un voyant lumineux est utilisé, il doit être adapté à son emplacement d'installation et ses couleurs doivent être conformes aux exigences de la CEI 60204-1.

5.3.4 Étiquetage

Les organes de commande doivent porter un étiquetage indiquant clairement leur fonction.

5.3.5 Point de commande unique

Le système de commande du robot doit être conçu et construit de telle sorte que, lorsque le robot est placé sous le contrôle local du pendant ou de tout autre dispositif de commande d'apprentissage, toute initiation d'un mouvement du robot ou toute modification de la sélection de commande locale à partir de toute autre source doit être empêchée.

5.4 Performances du système de commande relatif à la sécurité (matériel/logiciel)

5.4.1 Généralités

Les systèmes de commande relatifs à la sécurité (électriques, hydrauliques, pneumatiques et logiciels) doivent être conformes à 5.4.2, à moins que les résultats d'une appréciation du risque ne déterminent qu'un autre critère de performance tel que décrit en 5.4.3 est approprié. Les performances du système de commande relatif à la sécurité du robot et de tout équipement fourni doivent être clairement indiquées dans les informations pour l'utilisation.

NOTE 1 Les systèmes de commande relatifs à la sécurité peuvent également être appelés SRP/CS (parties relatives à la sécurité des systèmes de commande).

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 10218, les performances du système de commande relatif à la sécurité sont indiquées sous forme de

- niveaux de performance (PL) et catégories tels que décrits dans l'ISO 13849-1:2006, 4.5.1, et
- niveaux d'intégrité de sécurité (SIL) et exigences relatives à la tolérance aux pannes matérielles tels que décrits dans la CEI 62061:2005, 5.2.4.

Ces deux normes traitent de la sécurité fonctionnelle de façon similaire, mais par des méthodes différentes. Il convient d'utiliser les exigences spécifiées dans ces normes pour les systèmes de commande relatifs à la sécurité correspondants auxquels elles sont destinées. Le concepteur peut choisir d'utiliser l'une ou l'autre norme. Les données et les critères nécessaires pour déterminer les performances du système de commande relatif à la sécurité doivent être inclus dans les informations pour l'utilisation.

NOTE 2 La comparaison avec l'ISO 13849-1 et la CEI 62061 est décrite dans l'ISO/TR 23849.

D'autres normes proposant d'autres exigences de performance, tel que le terme «fiabilité des commandes», utilisé en Amérique du nord, peuvent être utilisées. Dans le cas où ces autres normes sont utilisées pour la conception des systèmes de commande relatifs à la sécurité, un niveau équivalent de réduction du risque doit être atteint.

Toute défaillance du système de commande relatif à la sécurité doit résulter en un arrêt de catégorie 0 ou 1 conformément à la CEI 60204-1.