



Escola Universitària
Politécnica de Mataró

Enginyeria Tècnica Industrial: Especialitat Electrònica Industrial

**SEGURETAT EN MÀQUINES O PROCESSOS
INDUSTRIALS**

**XAVIER VALLS GIMENEZ
ROBERT SAFONT I SISA**

TARDO 2009

Resum

L'objectiu del mercat en general, en establir la lliure circulació de productes, obliga els fabricants la necessitat indispensable d'establir unes exigències mínimes de forma que, demostrant el seu compliment, es garanteixin uns estàndards mínims obligatoris que permeti equilibrar els productes que circulin per aquests mercats.

Aquest projecte va dirigit a aquelles persones interessades en la fabricació o disseny de Seguretat en màquines, on es presenta la filosofia comunitària en relació amb la legislació tècnica en la Unió Europea, la Directiva màquina, normes harmonitzades, avaluació de riscos, dispositius de seguretat i varies normes que proporcionen requisits de seguretat i orientació sobre els principis per al disseny e integració de les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat.

Resumen

El objetivo del mercado en general, al establecer la libre circulación de productos, obliga a los fabricantes la necesidad indispensable de establecer unas exigencias mínimas de forma que, demostrando su cumplimiento, se garanticen unos estándares mínimos obligatorios que permita equilibrar los productos que circulen por estos mercados.

Este proyecto va dirigido a aquellas personas interesadas en la fabricación o diseño de Seguridad en máquinas, donde se presenta la filosofía comunitaria en relación con la legislación técnica en la Unión Europea, la Directiva máquina, normas armonizadas, evaluación de riesgos, dispositivos de seguridad y varias normas que proporcionan requisitos de seguridad y orientación sobre los principios para el diseño e integración de las partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad.

Abstract

The aim of the market in general, in establishing the free traffic of products, force the manufacturers the indispensable need to establish a few minimal requirements so that, demonstrating his fulfillment, are guaranteed a few minimal standards obligatory that allows to balance the products that circulate along these markets.

This project is addressed those persons are interested in manufacturing or design of safety in machine, which presents the community philosophy to regarding technical legislation in the European Union, Directive machine, harmonized standards, risk assessment, safety devices and various regulations that provide safety requirements and guidance on principles for the design and integration of parts of the controls relating to safety.

ÍNDIX

1	INTRODUCCIÓ.....	1
2	OBJECTIU	3
3	MARC NORMATIU	5
3.1	Directiva màquines	7
3.1.1	Declaració de conformitat per màquines no llistades l'Annex IV	10
3.1.2	Declaració de conformitat per màquines llistades l'Annex IV	12
3.2	Normes europees de Seguretat. Normes harmonitzades.....	14
3.3	Jerarquia de les normes	16
4	ESTRATÈGIA DE SEGURETAT	19
5	AVALUACIÓ DEL RISC.....	21
5.1	Determinació dels límits de màquina.....	21
5.2	Identificació dels riscos	22
5.2.1	Perills mecànics	23
5.2.2	Perills elèctrics.....	24
5.2.3	Perills fisicoquímics	24
5.3	Càlcul del risc	25
5.3.1	Gravetat de les possibles lesions	26
5.3.2	Frecuència d'exposició	27
5.3.3	Probabilitat de lesions.....	28
6	REDUCCIÓ DEL RISC	31
6.1	Proteccions mecàniques	32
6.2	Dispositius de detecció d'accés de seguretat	33
6.3	Dispositius d'entrada. Detectors de presència	34
6.3.1	Cortines de llum	35
6.3.2	Detecció de presència de dispositius d'iniciació (PDSI).....	38
6.3.3	Muting	39
6.3.4	Blanking fixa	42
6.3.5	Blanking flotant	42
6.3.6	Escàner de seguretat	43
6.3.7	Estora de seguretat.....	45

6.3.8	Vores sensibles a la pressió.....	46
6.3.9	Control a dos mans.....	48
6.3.10	Interruptors de seguretat.....	48
6.4	Dispositius de lògica.....	52
6.4.1	Relè de monitoreig de seguretat.....	52
6.4.2	Controlador programables de seguretat.....	53
6.4.3	Les xarxes de seguretat.....	55
6.5	Dispositius de sortida.....	57
6.5.1	Contactors i relès de control de seguretat.....	57
6.5.2	Unitat i servos de seguretat.....	57
7	ESTRUCTURA DEL SISTEMES DE CONTROL DE SEGURETAT.....	59
7.1	Funció de seguretat.....	59
7.1.1	Funció d’aturada relativa a la seguretat.....	60
7.1.2	Funció de rearmament manual.....	60
7.1.3	Posta en marxa i nova posta en marxa.....	61
7.1.4	Funció de comandament local.....	61
7.1.5	Funció d’inhibició.....	62
7.1.6	Temps de resposta.....	62
7.1.7	Neutralització manual de les funcions de seguretat.....	62
7.1.8	Paràmetres relatius a la seguretat.....	63
7.1.9	Variacions, pèrdues i restabliments de l’alimentació d’energia.....	63
8	DISSENY DE LES SRP/CS.....	65
8.1	Introducció UNE-EN 954-1.....	65
8.2	Determinació de l’arquitectura tipus segons UNE-EN 954-1.....	66
8.2.1	Categoria B.....	70
8.2.2	Categoria 1.....	70
8.2.3	Categoria 2.....	71
8.2.4	Categoria 3.....	71
8.2.5	Categoria 4.....	72
8.3	Introducció UNE-EN ISO 13849-1.....	74
8.4	Determinació dels PL segons UNE-EN ISO 13849-1.....	75
8.4.1	Temps mitjà fins l’error perillós de cada canal (MTTFd).....	77
8.4.2	Cobertura del diagnòstic (DC).....	83

8.4.3	Fallo de causa comú (CCF)	87
8.4.4	Procés simplificat de determinació del PL assolit.....	88
8.4.5	Taula informació relació ISO 13849 i IEC 62061.....	90
8.5	Introducció IEC/EN 62061	92
9	CAS PRÀCTIC	94
10	CONCLUSIONS	115
11	BIBLIOGRAFIA	117

ÍNDIX DE FIGURES

Figura 1: Compliment màquines antigues i noves	8
Figura 2: Marcatge CE	8
Figura 3: DC de màquina no llistada a l'Annex IV de la 2006/42/CE.....	11
Figura 4: DC de màquina llistada a l'Annex IV de la 2006/42/CE.....	13
Figura 5: Jerarquia normes harmonitzades.....	17
Figura 6: Normes tipus A i B	17
Figura 7: Normes tipus C	18
Figura 8: Exemple gravetat de lesions	26
Figura 9: Punts assignats a la gravetat	27
Figura 10: Freqüència d'exposició.....	27
Figura 11: Punts assignats a la freqüència d'exposició.	28
Figura 12: ¿Que tan probable?	28
Figura 13: Punts assignats a la probabilitat de les lesions.	29
Figura 14: Estimació inicial	29
Figura 15: Consideracions adencionals per l'estimació de riscos.....	30
Figura 16: Reacció amb els ajustos finals.....	30
Figura 17: Grfic reducció de riscos	31
Figura 18: Diagrama en bloc del sistema de seguretat.....	33
Figura 19: Punts de deteccions de presència.....	35
Figura 20: Cortina de llum de seguretat	36
Figura 21: Interconnexió d'una cortina amb un relé o PLC de seguretat.	37
Figura 22: Exemples cortina de llum	38
Figura 23: Pas 1 de PSDI de doble ruptura	39
Figura 24: Pas 2 de PSDI de doble ruptura	39
Figura 25: Pas 3 de PSDI de doble ruptura.	39
Figura 26: Aplicació muting en X.....	40
Figura 27: Aplicació muting 4 sensors en identificació de material i inhibició.....	41
Figura 28: Aplicació muting 4 sensors en identificació de l'operari i parada energia.....	41
Figura 29: Muting d'una cèl·lula de robot.....	41
Figura 30: Aplicació blanking fixa.....	42
Figura 31: Aplicació blanking flotant	43

Figura 32: Zones de l'escàner.....	44
Figura 33: Camp d'advertència configurat per ignorar els objectes estructurals.....	44
Figura 34: Estores de seguretat envoltant area de perill.....	45
Figura 35: Construcció típica estora de seguretat.....	45
Figura 36: Interconnexió d'estores de seguretat.....	46
Figura 37: Exemple de vores sensibles en taula de màquina i portes	46
Figura 38: Conducció vora de seguretat	47
Figura 39: Circuit de conducció de la vora de seguretat	47
Figura 40: Control bimanual.....	48
Figura 41: Interruptors amb enclavament de llengüeta	49
Figura 42: Interruptors de bloqueig de guarda	50
Figura 43: Interruptors d'enclavament sense contacte	50
Figura 44: Dispositius d'enclavament de posició	51
Figura 45: Dispositius d'enclavament amb atrapament de guarda	52
Figura 46: Relès de seguretat.....	53
Figura 47: PLC de seguretat	53
Figura 48: Arquitectura 1oo2D.....	54
Figura 49: Exemple de contactor de seguretat.....	57
Figura 50: Senyals de seguretat d'un servo.....	58
Figura 51. Resum de les categories	74
Figura 52: Representació d'equivalència de normes de la EN ISO 13849-1	75
Figura 53: Diagrama de flux per aconseguir PL.....	77
Figura 54: Representació aparició diferents normes	92
Figura 55: Resum camp d'aplicació IEC 62061 i ISO 13849	93

ÍNDIX DE TAULES

Taula 1: Elecció camí de les categories	69
Taula 2: Valor probabilitat mitja d'un fallo perillós per hora.....	75
Taula 3: Elecció camí PLr.....	76
Taula 4: Nivell segons resultat MTTFd.....	78
Taula 5: Mètode de les bones pràctiques de l'enginyeria.....	79
Taula 6: Nivell segons resultat DC	83
Taula 7: Valor DC dels dispositius d'entrada.....	84
Taula 8: Valor DC dels dispositius de lògica.....	85
Taula 9: Valor DC dels dispositius de sortida.....	86
Taula 10: Valor CCF.....	88
Taula 11: Taula 1 d'àrea pel mètode simplificat d'obtenció PL.....	89
Taula 12: Taula 2 d'àrea pel mètode simplificat d'obtenció PL.....	89
Taula 13: Relació ISO 13849 i IEC 62061	91
Taula 15: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 294.....	97
Taula 16: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 294.....	97
Taula 14: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 294.....	97
Taula 17: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 999.....	99

ÍNDIX DE FORMULES

Formula 1: Càlcul MTTFd a partir $B10d$	79
Formula 2: Càlcul nop	80
Formula 3: Càlcul $T10d$	80
Formula 4: $MTTFd$, $T10d$ i $B10d$	80
Formula 5: Mètode de recompte de parts.....	81
Formula 6: Càlcul MTTFd diferents canals.....	82
Formula 7: Càlcul DC_{avg}	86

1 INTRODUCCIÓ

En l'actualitat, els operaris i el personal de manteniment de maquinaria e instal·lacions, que cada dia son més complexes i tenen més funcions, estan rodejades de la tecnologia més polifacètica. Per a l'home resulta cada dia més difícil reconèixer perills potencial i, en moltes ocasions, els hi es impossible evitar la situació de perill abans de que es produeixi un accident o de que sofreixin una lesió. Per aquest motiu, la seguretat en màquines es cada més important i s'està convertint en una part essencial en la fabricació de màquines.

Endemés de la obligació moral de garantir la salut dels treballadors, el tema de la seguretat de màquines també es una qüestió de rendibilitat econòmica per als empresaris i propietaris de màquines. Tot accident laboral té com a conseqüència una pèrdua en la producció i genera costos addicionals i costos induïts.

En les diferents regions i països del mon existeixen concepcions diverses sobre seguretat de màquines i protecció laboral. Endemés de les diferències existents en quant als requeriments i a la concepció de tot lo relacionat amb la seguretat, també hi ha divergències sobre la responsabilitat i les conseqüències jurídiques.

L' investigació i detecció de la responsabilitat davant d'un accident implica a molts departaments de l'empresa, fins i tot a la Alta Direcció.

2 OBJECTIU

L'objectiu d'aquest projecte es proporcionar el coneixements pel disseny i avaluació de les prestacions de qualsevol aplicació de les parts dels sistemes de comandament de les màquines, que tinguin assignada desenvolupar funcions de seguretat i que pugui estar constituïdes de suport material (hardware) i de suport lògic (software) i puguin estar separades o ser una part del sistema de comandament de la màquina.

Es pretén que el lector d'aquest projecte obtingui l'informació per fer-se una idea de com es forma el marc normatiu i de com s'estructura les normes en l'àmbit de la seguretat de les màquines: normes de tipus A, tipus B i tipus C.

De com a partir de la Norma UNE-EN 954-1 i la norma ISO 13849-1:2006 relacionades a "Parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat", entengui i sigui capaç de classificar l'aptitud de les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat per a desenvolupar una funció de seguretat, segons les categories o els cinc nivells denominats nivells de prestacions ($PL_{requerit}$) o definits en, termes de probabilitat de fallo perillós per hora.

D'entendre i saber la definició dels diferents nivells de PL i de quin son els factor que depèn i influeix la probabilitat de fallo perillós, com ara la cobertura del diagnòstic (DC), el temps mig fins a una falla perillosa ($MTTF_d$), les falles de causa comuna (CCF).

D'avaluar partint dels factor anteriorment mencionats si el criteri de disseny utilitzat proporcionat en $PL_{assolit}$, es vàlid o no respecte el $PL_{requerit}$.

L'abast d'aquest projecte es la de proporcionar els requisits de seguretat y orientacions sobre els principis per al disseny e integració dels sistemes de comandament relatives a la seguretat (SRP/CS), així com el disseny del suport lògic, independentment de la tecnologia i el tipus d'energia utilitzada (elèctrica, hidràulica, neumàtica, mecànica, etc...).

3 MARC NORMATIU

Des del principi, uns dels objectius de la UE ha sigut un mercat interior que inclouen a tots els Estats membres. En la Cimera de Milan en 1985, el Consell de Ministres de la UE va decidir que el mercat interior (The Single European Market) començaria el 1 de Gener de 1993, i llavors s'establirien les pautes per a arribar a aquest objectiu. El mercat interior comprèn la lliure circulació de mercaderies, serveis, persones i capitals.

Les mesures que es van adoptar es van concloure en un document denominat el llibre Blanc (The White Paper). En llibre Blanc es defineixen tres barreres comercials entre els països comunitaris que obstaculitzen el mercat interior.

- Barreres físiques (controls en les fronteres interiors)
- Barreres tècniques (reglaments nacionals)
- Barreres fiscals (impostos)



La UE va elaborar directives per a superar els obstacles tècnics creats per les diferents normes nacionals, convenis de probes i certificacions, així com reglamentacions nacionals a través de lleis i disposicions. Al principi, les directives comunitàries eren molt detallades i això va provocar una gran lentitud en el treball.

El mètode d'harmonització tradicional implica, com ja mencionàvem, que les directives incloguessin una sèrie de detalls tècnics. El treball va donar mal ús degut a que els detalls tècnics perdien actualitat ràpidament, proporcionant amb això una imatge equivocada del desenvolupament tècnic.

En el Llibre Blanc, el Consell de ministres va presentar un nou mètode, denominat “ The New Approach” (El Nou Enfocament) per a racionalitzar el treball de les directives. Aquest mètode s'aplicarà, per davant de tot, per l'harmonització de requisits de seguretat.

“The New Approach”, es basa en quatre principis bàsics:

- el contingut de les directives es limita als requeriments de segureta bàsics.
- les especificacions tècniques necessàries es presenten en normes.
- l'aplicació de les normes no es obligatòria.
- es presumeix que els productes que es fabriquen de conformitat amb una norma harmonitzada compleix amb els requeriments de seguretat bàsics que s'estableixen en la directiva “ The New Approach” en lo que implica que es mantinguin els aspectes legals i tècnics. Els objectius que es determinen en les directives (la part legal) s'interpreten en normes harmonitzades.

Quant es publica una nova directiva, els Estats membres estan obligats a introduir-la en la seva legislació dintre del termini indicat en la directiva corresponent.

El desembre de 1989 el Consell de ministres de la UE va aprovar “ The Global Approach” (L'Enfocament Global. “The Global Approach” va proporcionar una visió general en el àmbit de probes, certificacions i inspeccions, ja sigui de caràcter voluntari com obligatori, i constitueix un perfeccionament de “The New Approach”. Aquesta versió global es deu interpretar tenint en compte els objectius de la UE de reduir el numero de regles obligatòries i detallades, afavorint una major llibertat d'elecció en aquest aspecte. El marcatge obligatori (marca UE) es realitza, davant de tot, quant el fabricant “ fa una declaració” de que el producte compleix amb els requisits de les directives i normes que regeixen per a aquest producte.

En alguns casos, per exemple quant el fabricant té una “màquina perillosa” segons l'Annex IV de la directiva sobre màquines el fabricant està obligat a dirigir-se al “ Organisme Notificador” (Notified Body) per a obtindre un certificat de control de tipus CE. En l'actualitat existeixen 29 directives segons el nou mètode “The New Approach”. D'aquestes, 21 son directives de productes que requereixen marcatge CE, per exemple:

- la directiva sobre màquines

- la directiva sobre equips de baixa tensió.
- la directiva EMC
- la directiva ATEX
- la directiva sobre equips de protecció individual
- la directiva sobre joguets

3.1 Directiva màquines

La Directiva màquines 98/37/CE s'ha concebut per als fabricants i per a aquells que introdueixen màquines i equips en el mercat. La Directiva defineix els objectius que deuen complir les noves màquines per a poder vendre i circular dintre dels estats membres de la Unió Europea, garantint als usuaris un elevat grau de protecció.

Les normes europees defineixen mètodes i medis per a arribar a la pràctica d'aquests objectius. La Directiva màquines està integrada en la legislació nacional i per lo tant, es legalment vinculant.

Les normes harmonitzades en l'àmbit Europeu han sigut elaborades per institucions legals privades i no son vinculants. Per altre costat, es presumeix que una màquina fabricada en conformitat a les normes harmonitzades publicades en el Diari Oficial de les Comunitats Europees satisfan els requisits essencials de la Directiva.

En resum, l'objectiu de la directiva sobre màquines es:

- millorar la seguretat en el ús de les màquines
- eliminar les barreres tècniques i crear disposicions similars dintre de la zona dels països EEE (Espai Econòmic Europeu).

La Directiva 98/37/CE va entrar en vigor el 1 de Gener de 1995 i es aplicable a màquines fabricades amb posterioritat a mencionada data. Les màquines fabricades abans de 1995 deuen complir amb “ els requisits mínims”. Simplement, els requisits mínims no son tant rigorosos en quant a la documentació tècnica com la Directiva sobre màquines però requereix que la màquina sigui segura per al usuari.

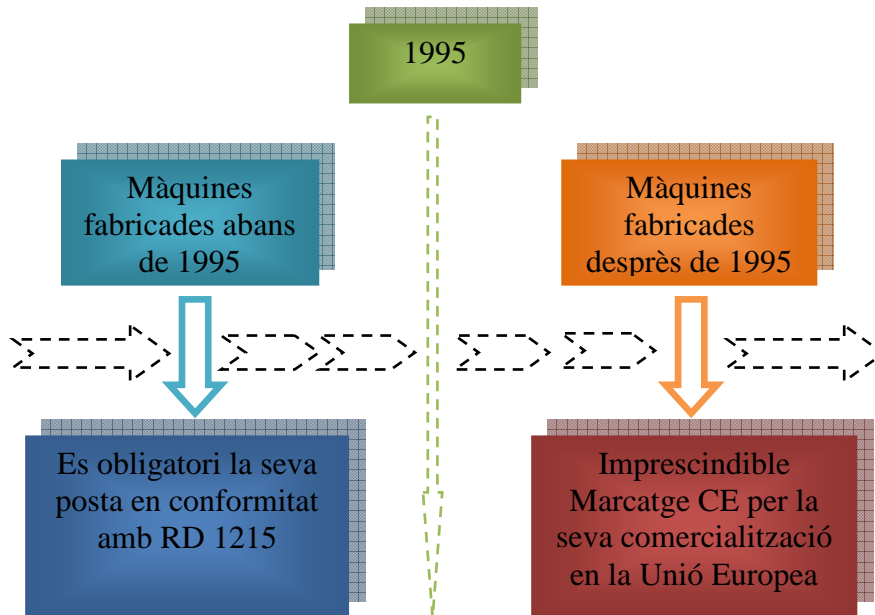


Figura 1: Compliment màquines antigues i noves

Per a poder col·locar el marcatge CE en una màquina es necessari que aquesta compleixi amb els requeriments bàsics de salut i seguretat així com de documentació, que inclogui, entre altres, la garantia CE de conformitat i un anàlisi documentat dels perills.

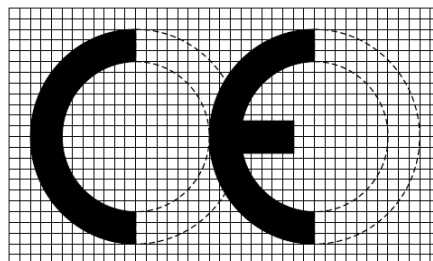


Figura 2: Marcatge CE

La majoria de les màquines sobre equips estan afectades per altres directives que deuen seguir-se, normalment les directives sobre equips de baixa tensió i CEM. El marcatge CE es aplicable solament a la seguretat, no es deu utilitzar com a concepte de qualitat o credibilitat.

Què és una màquina segons la directiva sobre màquines?

- Un conjunt de peces o òrgans units entre ells, dels quals un com a mínim haurà de ser mòbil i, si escau, d'òrgans d'accionament, circuits de comandament i de potència, etc., associats de forma solidària per a una aplicació determinada, en particular per la transformació, tractament, desplaçament i condicionament d'un material.
- Un conjunt de màquines que, per arribar a un mateix resultat, estiguin disposades i accionades per a funcionar solidàriament.
- Un equip intercanviable que modifiqui la funció d'una màquina, que es posi en el mercat a fi de que l'operador ho reculli a una màquina, a una sèrie de màquines diferents o un tractor sempre que aquest equip no sigui una peça de recanvi o una eina.

Això significa que la directiva sobre màquines afecta tant a màquines portàtils petites com a línies de màquines complexes. Algunes màquines jeuen fora de l'abast de la directiva sobre màquines, per exemple cert tipus d'ascensors i dispositius mèdics.

A partir del 29 de desembre de 2009, s'aplicarà una nova directiva sobre màquines 2006 / 42/CE.


Algunes de les modificacions més notables són:

- La màquina definida com a "màquina no autònoma", es defineix ara com a "quasi màquina", s'accentuen els requisits de documentació per a aquest tipus de màquines, per exemple s'ha de fer una anàlisi de riscos documentat .

- A l'Annex 1 han desaparegut tots els "haurien", i s'han augmentat i aclarit, en certa mesura, els requisits tècnics, per exemple els requisits d'ergonomia i sistemes de comandament són més detallats.
- Procediment de certificació modificat per a les màquines compreses en l'Annex IV.

3.1.1 Declaració de conformitat per màquines no llistades l'Annex IV

Si l'equip/component de protecció no està inclòs en la llista de l'Annex IV, el fabricant pot col·locar el marcatge «CE» de conformitat sense haver emprat a un organisme notificador. No obstant això, ha d'elaborar un expedient tècnic a presentar a les autoritats nacionals, a petició d'aquestes.



EC Declaration of Conformity

The undersigned, representing the manufacturer *and the authorised representative established within the Community*

Rockwell Automation, Inc. **Rockwell Automation European Headquarters SA/NV**
 1201 South 2nd Street Vorstlaan/Boulevard du Souverain 36 - BP 3A/B
 Milwaukee, WI 53204 B-1170 Brussels
 USA Belgium

hereby declare that the Products **Guard I/O DeviceNet Safety Modules**
Product identification (brand and catalogue number/part number): **Allen-Bradley 1791DS-IB8XOBV4 and 1791DS-IB16**


is in conformity with the provisions of the following EC Directive(s) when installed in accordance with the installation instructions contained in the product documentation:


2004/108/EC *Electromagnetic Compatibility Directive (EMCD)*

and that the standards and/or technical specifications referenced below have been applied (as indicated):

EN 61131-3:2003 *Programmable Controllers - Part 3: Equipment Requirements and Tests (Clause 8 [Zone A & B, EMCD])*
 EN 61326-1:2006 *Electrical Equipment For Measurement, Control, and Laboratory Use - Industrial EMC Requirements*
 EN 61000-6-4:2007 *Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 6-4: Generic Standards - Emission Standard for Industrial Environments (Class A)*
 EN 61000-6-2:2005 *Electromagnetic Compatibility (EMC) - Part 6-2: Generic Standards - Immunity for Industrial Environments*

Manufacturer: *Authorised Representative in the Community:*


Signature
Name: John R. Mowry
Position: Compliance Engineer
Date: 14-May-2008

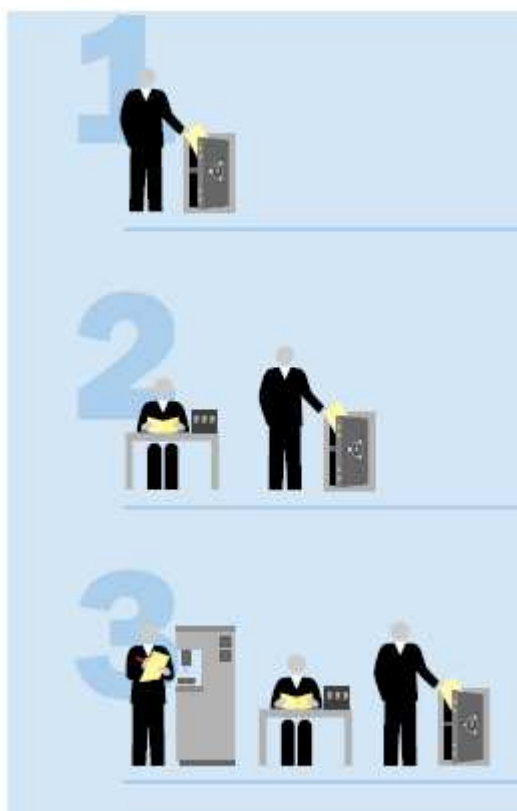

Signature
Name: Viktor Schiffer
Position: Engineering Manager
Date: 15-May-2008

Document Control Number: IOS-1397-C-EN 1 / 1

Figura 3: DC de màquina no llistada a l'Annex IV de la 2006/42/CE

3.1.2 Declaració de conformitat per màquines llistades l'Annex IV


Si hi ha normes harmonitzades per a les màquines o components de protecció, que abasten tota la gamma de requisits aplicables, la declaració de conformitat es pot aconseguir de tres maneres diferents (vegeu apartat 3.3). Si no hi ha normes harmonitzades o si la màquina o les seves parts no han estat fabricades d'acord amb la norma aplicable, la declaració de conformitat EU només es podrà aconseguir mitjançant l'examen tipus EC. En aquest cas, el fabricant ha de presentar la màquina i l'expedient tècnic a l'organisme notificat, per a la realització d'aquest examen. Aquest organisme verifica la conformitat amb les directives i emet un certificat CE de tipus que exposa els resultats de les proves i dels quals és responsable. En qualsevol cas el fabricant és el responsable directe de lliurar la declaració de conformitat del producte en qüestió. El fabricant s'obliga i per això, és responsable i ho haurà de reflectir declarant que la màquina i els dispositius de protecció han estat dissenyats i construïts de conformitat amb les normes i directives.



El fabricant envia l'expedient tècnic a un organisme notificador, el qual acusa rebut i arxiva l'expedient.

El fabricant demana l'organisme notificador que examini el seu expedient tècnic per comprovar que es compleixen les normes harmonitzades. Si es el cas, l'organisme entrega al fabricant un certificat d'adequació d'expedient.

El fabricant sol·licita un examen de tipus CE a un organisme notificador.



Declaración CE de conformidad / EC-Declaration of conformity
Directiva equipos a presión / Pressure equipment directive 97/23/CE
Directiva ATEX 100A, 94/9/CE / ATEX 100A Directive, 94/9/EC

Nombre y dirección
Name and address

TOSACA, S.A
C/ Guifré,791
08918-Badalona
(Barcelona) Spain

Tel. + 34 934 602 330
Fax +34 934 601 850
vtosaca@tosaca.com

Descripción de los equipos a presión
Description of pressure equipment

Válvulas de Seguridad
Safety valves

	Tipo / type Serie	Material	DN Nominal size Min.	DN Nominal size Max.	PN nominal	Entidad notificada Notified body No.	CE modulo B EC-type module B No.
Bridas/ Flanges EN1082	1400D	Ac. carbono /C. steel	15 x 25	65 x 100	16-25-40	0056	0056 / FB2-0010
	1400F PN16	EN-JS-1030	80 x 125	200 x 250	16 -25	0056	0056 / FB2-0029
	1400F PN40	1.0619	80 x 125	200 x 250	40	0056	0056 / FB2-0028
	1400D SS	Inox / S.S. 1.4401	15 x 25	65 x 100	16-25-40	0056	0056 / FB2-0015
	1400F SS	1.4408	80 x 125	200 x 250	16-25-40	0056	0056 / FB2-0027
	1400 PN-64	Ac. Carbono/C. steel	15 x 25	65 x 100	64	0056	0056 / FB2-0026
	1400 PN-100	Ac. Carbono/C. steel	15 x 25	65 x 100	100	0056	0056 / FB2-0031
	1400SSPN-64	Inox / S.S. 1.4401	15 x 25	65 x 100	64	0056	0056 / FB2-0030
	1400SSPN-100	Inox / S.S. 1.4401	15 x 25	65 x 100	100	0056	0056 / FB2-0032
	Bridas/ Flanges ANSI B 16.6	1415 SS	Inox / S.S. 1.4404	½ x 1"	3" x 4"	150 Lbs	0056
1415F SS		A. 351 CF 8M	4" x 6"	6" x 8"	150 Lbs	0056	0056 / FB2-0027
1430 SS		Inox / S.S. 1.4404	½ x 1"	3" x 4"	300 Lbs	0056	0056 / FB2-0015
1430F SS		A. 351 CF 8M	4" x 6"	6" x 8"	300 Lbs	0056	0056 / FB2-0027
1460 SS		Inox / S.S. 1.4404	½ x 1"	3" x 4"	600 Lbs	0056	0056 / FB2-0036
BSP/NPT		1216F	Inox / S.S.1.4401	½" x ½"	1 ¼" x 1 ¼"	40	0056

Procedimiento de evaluación de conformidad tipo Conformity assessment procedure	Ent. notificada Notified body no.	CE modulo D EC-type module D No.
Fabricación, inspección final y los ensayos de accesorios de seguridad. Quality assurance for production, final inspection and testing.	0630	152/ER/AP/12/02

Tipo de certificación P.E.D
P.E.D certification

Organismo notificado
notified body

Normas aplicadas
Applied standards

Categoría IV, Anexo III- Modulo B + D
Category IV, Annex III -Module B + D

ECA, Entidad Colaboradora de la Administración, S.A.
Número de Identificación / Identification number: 0056
Rocafort, 103-109 08205-Sabadell (Barcelona)
ECA CERT, CERTIFICACIÓN, S.A.
Número de Identificación / Identification number: 0830
Terre, 11-19 08017-Barcelona
ISO-EN-4126-1 / 7, EN-1092-1
Otras normas / others standards: AD-Merkblatt A2, DIN 3230 yand DIN 3320

Ficha de referencia Técnica ATEX ATEX Technical File Reference	Entidad Notificada que custodia el proyecto Custody Notified body	Fecha Date
LOM 05.194U / ATEXP1400DFSS	0163	7-abr-2005
LOM 05.488C / ATEXP1216F	0163	4-Oct-2005
LOM 05.095L / ATEXP1415DSS	0163	22-Feb-06

Tipo de certificación ATEX
ATEX certification

Org. Notificado de custodia
Custody notified body

Normas aplicadas
Applied standards


Grupo II de aparatos, categoría 2 y 3
Categories 2 and 3 of equipment group II

Laboratorio Oficial José María de Madariaga (LOM) Calle Alenza 1– 2
E-28003 Madrid. Número de Identificación / Identification number: 0163
EN 13463-1 / EN13463-5 / EN 1127-1

TOSACA declara, que las válvulas de seguridad de los equipos aquí reflejados cumplen en diseño, fabricación y control final, la Directiva 97/23/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, del 29 de Mayo 1997 Categoría IV, Anexo III, Modulo B-D relativa a los equipos de presión, y la directiva 100A 94/9/CE 23 de Marzo del 1994 grupo II de aparatos Categorías 2 y 3.

TOSACA confirms by this declaration, this safety relief valves are in design, manufacturing, and inspection meet the requirements of the Directive 97/23/CE of the European Parliament and of Council of 29 May 1997 Category IV, Annex III - Module B-D of pressure equipment, and ATEX 100A Directive 94/9/EC, 23 March 1994, Potentially Explosive Atmosphere Categories 2 and 3 of equipment group II to the ATEX Directive.

Firma:



Pedro Cánovas
TOSACA, S.A.

Rev. Feb-06

Figura 4: DC de màquina llistada a l'Annex IV de la 2006/42/CE

3.2 Normes europees de Seguretat. Normes harmonitzades

La Comissió de les Comunitats Europees assigna la tasca d'establir una norma al CEN (Comitè Europeu de Normalització) o al CENELEC (Comitè Europeu de Normalització Electrotècnica). Posteriorment les especificacions tècniques per a satisfer els requisits essencials de seguretat de la directiva son determinades pels comitès pertinents. Una vegada ha sigut adoptada la norma per votació, es publica en el Diari Oficial de les Comunitats Europees. Només llavors se la considerarà norma harmonitzada.

Aquesta norma serveix de referència i substitueix a totes les normes nacionals relacionades amb idèntic assumpte.

La conformitat d'un component de seguretat o d'una màquina amb una norma harmonitzada suposa la conformitat amb els requisits essencials de seguretat i salut establertes en la Directiva de Maquines 2006/42/CE.

Els països del món estan treballant per a aconseguir l'harmonització global de les normes. Això es especialment evident en el àmbit de la seguretat de la màquina. Estàndards de seguretat global per a màquines es regeixen per dos organismes: ISO i IEC. Regional i nacional, les normes segueixen existint i segueixen repenjant les necessitats locals, però en molt països ha hagut un moviment cap al ús de les normes internacionals produïdes per la ISO i la IEC.

Por exemple, la EN (Norma Europea), las normes s'utilitzen en els països del EEE (Espai Econòmic Europeu). Totes les normes EN noves estan alineades amb, i en la majoria dels casos siguin textos idèntic a les normes ISO i IEC.

IEC cobreix temes electrotècnic i ISO avarca totes les altres qüestions. La majoria dels països industrialitzats son membres de la IEC i la ISO. En la majoria dels països les normes poden ser considerades com voluntàries mentre que els reglaments son legalment obligatoris. Sin embarg, , les normes son generalment utilitzades com a l' interpretació pràctica de les normes. Per lo tant, el mon de les normes i regulacions estan estretament interrelacionades.

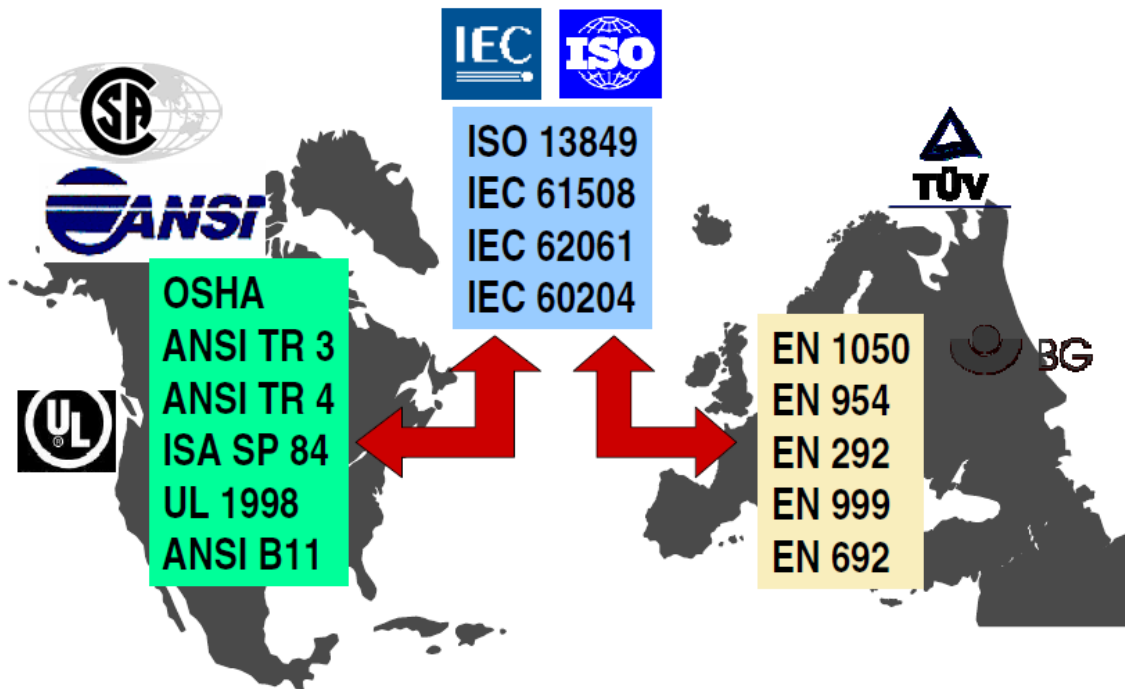
ISO (Organització Internacional de Normalització)

La ISO és una organització no governamental integrada pels organismes nacionals de normalització de la majoria del països del món (157 països). La Secretaria Central, amb la seu a Ginebra, Suïza, coordina el sistema. Genera les normes ISO per al disseny, fabricació i us de maquinària més eficient, segura i neta. Les normes també fan més fàcil el comerç entre els països.

Les normes ISO s'organitzen en la mateixa manera que les normes EN, tres nivells: Tipus A, B i C.

IEC (Comissió Electrotècnica Internacional)

La IEC prepara i publica estàndards internacionals per a les tecnologies elèctriques, electròniques i relacionades. A través dels seus membres, la IEC promouen la cooperació internacional en totes les qüestions de normalització electrònica i qüestions connexes, tals com l'avaluació de la conformitat amb les normes electròniques.



3.3 Jerarquia de les normes

El Comitè Europeu de normalització elabora les normes europees harmonitzades (normes EN), 30 països europeus participen en el treball de CEN i els Estats membres deuen adoptar les normes com normes nacionals i suprimir les que siguin contradictòries.

Les normes de seguretat es divideixen en normes bàsiques de seguretat (normes de tipus A), normes de seguretat de Grup (normes de tipus B1 i B2), així com prescripcions de seguretat, amb una descripció específica (normes de tipus C).

La norma de tipus A (normes de seguretat fonamentals), precisen nocions bàsiques, principis per al disseny i aspectes generals que poden ser aplicades a tots els tipus de màquines.

La norma de tipus B (normes de seguretat relativa a una matèria), tracten d'un o més aspectes de seguretat o d'un o més tipus de proteccions, que son vàlids per a ampliar games de màquines.

- Norma de tipus B1, tracten d'aspectes particulars de la seguretat (per exemple distàncies de seguretat, sorolls).
- Norma de tipus B2, tracten de proteccions (per exemple comandament a dos mans, dispositius d'enclavament).

La norma de tipus C (normes de seguretat de les màquines), tracten de requisits de seguretat detallats per una màquina particular o per a un grup de màquines.

Les normes de tipus C descriuen perills significatius i mesures especials per a la reducció de tals perills en cada màquina o categoria de màquina. Si existeix una norma del tipus C per al tipus de màquina en qüestió, aquesta predomina front a una norma A o B. En casos de que existeixin perills addicionals no nomenats, o bé no existeixi ninguna norma de tipus C per a la màquina que es pretén desenvolupar, la reducció del perill es regir

En la figura 5 es representa en forma de piràmide la jerarquia de les normes.

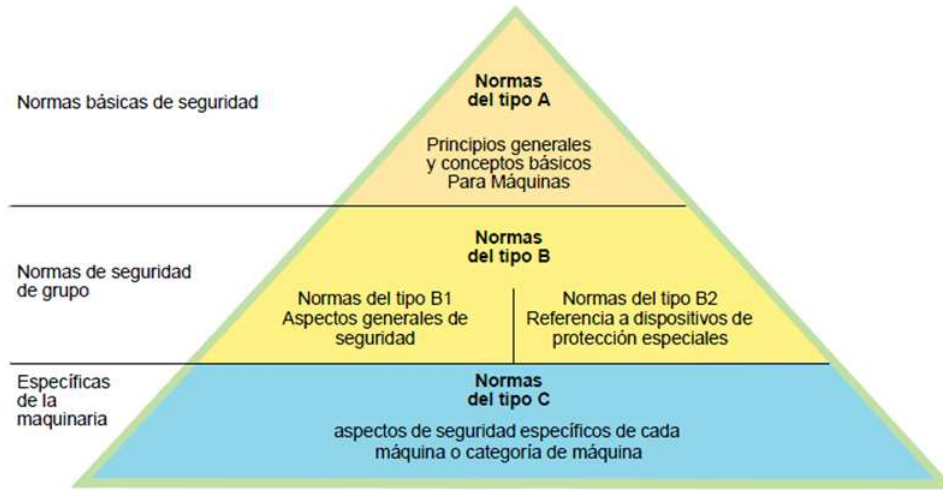


Figura 5: Jerarquia normas harmonitzades

Exemple d'algunes normes

Tipos de Normas	Número en Europa EN	Número Internacional ISO/IEC	Título
Tipo A	EN 292-1 EN 292-2	ISO 12100-1 ISO 12100-2	Seguridad de las máquinas, definiciones básicas y principios generales de diseño
	EN 1050	ISO 14121	Seguridad de las máquinas, principios de evaluación de riesgos
Tipo B	EN 61496-1	IEC 61496-1	Seguridad de las máquinas, equipos de protección electrosensibles. Parte 1: Requisitos y ensayos generales
	EN 999	ISO 13855	Seguridad de las máquinas, el posicionamiento de los equipos de protección respecto a las velocidades de aproximación de partes del cuerpo humano
	EN 294	ISO 13852	Seguridad de las máquinas, distancias de seguridad para impedir que las extremidades superiores alcancen zonas de peligro
	EN 349	ISO 13854	Seguridad de las máquinas, distancias mínimas para evitar el aplastamiento de partes del cuerpo humano
	EN 811	ISO 13853	Seguridad de las máquinas, distancias de seguridad para impedir que se alcancen zonas peligrosas con los miembros inferiores
	EN 954-1	ISO 13849-1	Partes de los sistemas de mando relativas a la seguridad Parte 1: Principios generales de diseño
	pr EN 954-2 EN 60204-1	ISO 13849-2 IEC 60204-1	Parte 2: Validación Equipo eléctrico de máquinas – Parte 1: Requisitos generales

Figura 6: Normes tipus A i B

Tipos de Normas	Número en Europa EN	Número Internacional ISO/IEC	Título
Tipo C	EN 692		Prensas mecánicas; seguridad
	EN 693		Prensas hidráulicas; seguridad
	EN 12622		Prensas plegadoras hidráulicas; seguridad
	EN 775	ISO 10218	Robots manipuladores industriales; seguridad
	EN 1010	ISO 1010	Requisitos técnicos de seguridad para el diseño y la construcción de máquinas de imprenta y transformación del papel
	EN 11111	ISO 11111	Requisitos de seguridad para maquinaria textil
	EN 81-1		Reglas de seguridad para la construcción e instalación de ascensores. Parte 1: Ascensores eléctricos
	pr EN 280		Plataformas elevadoras móviles de trabajo; cálculo de diseño; criterios de estabilidad; construcción; seguridad; pruebas y ensayos
	EN 1570		Requisitos de seguridad de las mesas elevadoras
	EN 1493		Elevadores de vehículos
	EN 1808		Requisitos de seguridad para plataformas suspendidas de nivel variable. Cálculos de diseño, criterios de estabilidad, ensayos de construcción
	EN 691		Máquinas para el trabajo de la madera – Salud y seguridad – Requisitos básicos
	pr EN 1870-1		Seguridad de las máquinas para trabajar la madera, sierras circulares. Parte 1: Sierras circulares de bancada fija (con o sin mesa móvil) y escuadradoras
	pr EN 1870-4		Seguridad de las máquinas para trabajar la madera, sierras circulares. Parte 4: Canteadoras de varias hojas de carga y/o descarga manual
	pr EN 848-1		Seguridad de las máquinas para trabajar la madera, fresadoras de una cara con herramienta rotativa. Parte 1: Tupíes de un solo eje vertical
	EN 940		Seguridad de las máquinas para trabajar la madera, máquinas – de maderaje combinadas
	EN 1218-1		Seguridad de las máquinas para trabajar la madera, máquinas espigadoras. Parte 1: Máquinas espigadoras simples con mesa móvil
EN 289		Maquinaria de plásticos y caucho; prensas de moldeo por compresión y por transferencia; prescripciones de seguridad para el diseño	

Figura 7: Normes tipus C

4 ESTRATÈGIA DE SEGURETAT

Des d'un punt de vista purament funcional d'una màquina la forma més eficient que aquesta realitzi la seva tasca de processar el material, és que la màquina sigui a de més viable també segura. De fet, la seguretat ha de ser considerada com una cosa primordial. Per tal d'elaborar una estratègia de seguretat adequada, ha d'haver dues mesures fonamentals que treballin conjuntament. La manera en que això es fa, és la base de l'estratègia de seguretat per a la màquina.

Aquestes dues mesures mencionades son:

1. **Avaluació del risc** es basa en una comprensió clara dels límits de la màquina, les funcions i les tasques que poden ser necessaris/es per dur a terme a la màquina durant tota la seva vida.
2. **Reducció del risc** es realitza si és necessari i les mesures de seguretat es seleccionen basant-se en la informació derivada de l'etapa d'avaluació de riscos.

Es té una llista de control per seguir i garantir que es consideren tots els aspectes, i que el principi fonamental no es perdi en els detalls. Tot el procés ha de ser documentat. Això no només garanteix un treball més profund, sinó també farà que els resultats siguin disponibles per al control d'altres parts.

Aquesta secció s'aplica tant als fabricants de màquines com als usuaris. El fabricant ha de garantir que la seva màquina és capaç de ser utilitzada de manera segura. L'avaluació del risc s'ha d'iniciar en la fase de disseny de la màquina i ha de tenir en compte totes les tasques previsibles que hauran de dur a terme a la màquina. Aquesta tasca és molt important ja que el seu enfocament es basa en les iteracions inicials de l'avaluació de riscos. Per exemple, es pot tindre la necessitat de regular l'ajustament de les peces mòbils d'una màquina. A la fase de disseny ha de ser possible que el dissenyador prengui les mesures, que es permeti que aquest procés es porti a terme de forma segura. Si es perd en la fase inicial pot ser difícil o impossible d'aplicar en la fase posterior. El resultat podria ser que l'ajust de les peces mòbils no es faci, o que es faci d'una manera insegura o ineficient

(o ambdues). Una màquina en la qual es te en compte totes les tasques durant l'avaluació del risc, serà una màquina més segura i una màquina més eficient.

L'usuari (o l'empresari) ha de garantir que les màquines del seu entorn de treball són segures. Fins i tot si una màquina ha estat declarada segura per el fabricant, l'usuari encara ha de realitzar una avaluació del risc per a determinar si l'equip del seu entorn és segur. Les màquines s'utilitzen sovint en circumstàncies imprevistes pel fabricant. Per exemple, una fresadora utilitzada en una escola taller tindrà consideracions addicionals a una que s'usa en un nau d'eines industrials.

Així que ara anem a considerar els passos essencials en la ruta cap a una estratègia de seguretat adequada. Lo següent es pot aplicat a una instal·lació de fàbrica ja existent o una nova màquina única.

5 AVALUACIÓ DEL RISC

És un error considerar l'avaluació del risc com una càrrega. És un procés útil que proporciona informació vital i faculta el usuari o dissenyador per prendre decisions lògiques, sobre les formes d'aconseguir la seguretat. Hi ha diverses normes que cobreixen aquest tema, la ISO 14.121: "Principis per a l'avaluació del risc" i la ISO 12.100: "Seguretat de les màquines - Principis bàsics"; aquestes contenen l'orientació més aplicada a nivell mundial.

Sigui quina sigui la tècnica utilitzada per a dur a terme una avaluació de riscos, en general, es produeix un resultat amb una major cobertura i millor equilibri al personal.

L'avaluació de riscos és un procés iteratiu, que es durà a terme en les diferents etapes del cicle de vida de la màquina. La informació disponible variarà segons l'etapa del cicle de vida. Per exemple, una avaluació del risc realitzada per un constructor de la màquina tindrà accés a tots els detalls dels mecanismes de la màquina i els materials de construcció, però probablement només una suposició aproximada del medi ambient de treball de la màquina definitiva. Una avaluació de riscos realitzada per l'usuari de la màquina no necessàriament es té accés als detalls en profunditat tècnica, però tindran accés a tots els detalls de les màquines de treball en medi ambient. L'ideal seria que la sortida d'una iteració sigui l'entrada per a la següent iteració.

5.1 Determinació dels límits de màquina

Això implica la recopilació i anàlisi d'informació relativa a les parts, els mecanismes i funcions d'una màquina. També serà necessari considerar tots els tipus d'interacció humana amb la tasca de la màquina i el medi ambient en què la màquina funciona. L'objectiu és aconseguir una comprensió clara de la màquina i el seu ús.

En cas de màquines separades i estiguin unides entre si, ja sigui mecànica o per sistemes de control, han de ser considerades com una sola màquina, a menys que estiguin "per zones", per mesures de protecció adequades.

És important tenir en compte tots els límits i les etapes de la vida d'una màquina com la instal·lació, posada en marxa, manteniment, desmantellament, correcte ús i funcionament, així com les conseqüències del mal ús raonablement previsible o mal funcionament.

5.2 Identificació dels riscos

Tots els riscos en la màquina han de ser identificats i enumerats en el punt de vista de la seva naturalesa i ubicació. Els tipus de risc inclouen la trituració, l'esquella, embolic, els gasos, radiació, substàncies tòxiques, calor, soroll, etc.

Els resultats de les anàlisis de tasques es compara amb els resultats de la identificació del perill. Això li mostrarà si hi ha una possibilitat entre un perill i una persona és a dir, una situació perillosa. Totes les situacions de risc han de ser esmentades. Pot ser possible que el mateix risc pugui produir diferents tipus de situació de perill en funció de la naturalesa de la persona o la tasca. Per exemple, la presència d'un tècnic de manteniment altament capacitat i entrenat poden tenir diferents implicacions, que la presència d'un netejador no qualificats que no té coneixement de la màquina. En aquesta situació, si cada cas és a la llista i es tracta per separat, pot ser possible justificar les diferents mesures de protecció per al tècnic de manteniment com per als de neteja. Si els casos no figuren per separat i ens atenim el pitjor dels casos, , ambdós estaran coberts per la mateixa mesura de protecció.

De vegades serà necessari dur a terme una avaluació general de riscos en una màquina existents, que ja ha instal·lat les mesures de protecció (per exemple, una màquina amb els elements mòbils perillosos protegit per una porta de protecció amb enclavament). Les parts perilloses en moviment són un perill potencial que pot convertir-se en un perill real en cas de fallada del sistema d'enclavament.

A no ser que el sistema de bloqueig ja ha estat validat (per exemple, l'avaluació del risc o el disseny a un nivell adequat), la seva presència no ha de ser presa en compte.

5.2.1 Perills mecànics

És el conjunt de factors físics que poden donar lloc a una lesió per l'acció mecànica d'elements de màquines, eines, peces a treballar o materials projectats, sòlids o fluids.

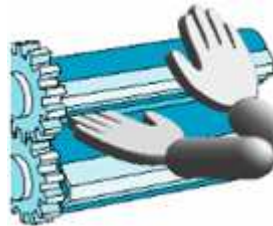
Classes de perills mecànics:

- Perill de fricció o abrasió.
- Perill de projecció de fluid a pressió.

- Perill de cisallament
- Perill de tall o seccionament
- Perill de perforació o de punxonament



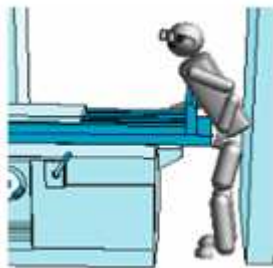
- Perill d'arrossegament o d'atrapament
- Perill d'enganxada.
- Perill d'aixafament



- Perill d'impacte



- Perill d'aixafament

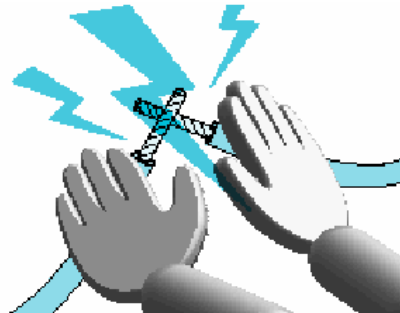


5.2.2 Perills elèctrics

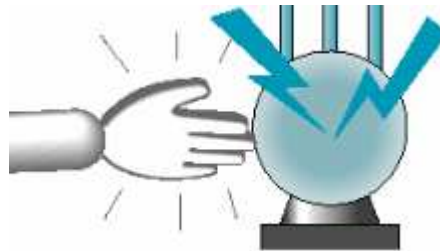
És tots aquells que poden causar lesions o la mort per xoc elèctric o cremades com a conseqüència del contacte directe de persones, tant parts actives (normalment en tensió), o com accidentalment s'han fet actives.

Classes de perills elèctrics:

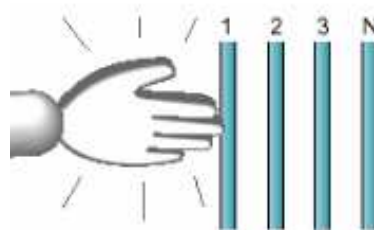
- Perill per fallada d'aïllament



- Perill per possibles fenòmens electrostàtics.



- Perill per proximitat de circuits d'alta tensió



5.2.3 Perills fisicoquímics

Són aquells que engloben a tots aquells que puguin donar lloc a cremades i escaldades o altres efectes tòxics (corrosió i / o irritació), o nocius per a la salut.

Classes de perills fisicoquímics:

- Perill per efectes químics degut al contacte directe.

- Perill per inhalacions de substàncies.
- Perill per materials despresos per les màquines.
- Perill per flames o explosions.
- Perill per materials utilitzats per construir les màquines (siguin fluids, o gasos).

- Perill per contacte directe amb objectes o materials a temperatura extrema.



- Perill per projecció de partícules foses o substància perilloses.



5.3 Càlcul del risc

Aquest és un dels aspectes més fonamentals de l'avaluació de riscos. Hi ha moltes maneres d'abordar aquest tema i les pàgines següents il·lustren els principis bàsics.

Qualsevol maquinària que té situacions potencials de risc presenta un risc d'esdeveniment perillós (és a dir, de dany). Com més gran sigui la quantitat de risc, més possibilitats de produir-se un dany, el més important és fer alguna cosa. En un perill el risc podria ser tan petit que podem tolerar i acceptar, però en un altre perill el risc podria ser tan gran que hem d'anar a mesures extremes per protegir-se contra això.

Per tant, per tal de prendre una decisió sobre "si i que fer sobre el risc ", hem de ser capaços de quantificar.

El risc se sol pensar en termes de gravetat de la lesió en un accident. Tant la gravetat del dany potencial i la probabilitat que passi cal tenir-los en compte a fi d'estimar la quantitat de risc present.

El suggeriment per a l'estimació de risc determinat en les pàgines següents no es recomana com el mètode definitiu ja que les circumstàncies individuals poden dictar un enfocament diferent. El seu únic objectiu és una pauta general d'animació a un metòdic i documentat estructurat.

El sistema de punts utilitzat no ha estat calibrat per a un determinat tipus d'aplicació, per tant, pot no ser adequat per a algunes aplicacions. La següent informació està destinada a explicar i il·lustrar la secció d'estimació de riscos de la norma vigent ISO 14.121 "Principis per a l'Avaluació de Riscos".

5.3.1 Gravetat de les possibles lesions

L'estudi acurat dels riscos revelarà la lesió més severa possible. Per a aquesta consideració estem suposant que l'accident o incident que ha passat, procedeix del resultat dels perills que es mostra a la Figura 8.

A la dreta es mostra un exemple de la lesió més greu que seria "fatal" i a l'esquerra la lesió que probablement seria "greu" amb la possibilitat d'hematomes, trencament, amputació del dit.



Figura 8: Exemple gravetat de lesions

La gravetat de la lesió ha de ser avaluada com:

- **FATAL:** Mort
- **MAJOR:** (normalment irreversible) per incapacitat permanent, la pèrdua de la vista, l'amputació d'extremitats, dany respiratori, etc.
- **SERIÓS:** (normalment reversible) Pèrdua de la consciència, cremades, trencaments, etc.
- **MENOR:** talls menors, hematomes, abrasions de la Llum, etc

Cada descripció se li assigna un valor de punts que es mostren a la Figura 9.



5.3.2 Frecuència d'exposició

La freqüència d'exposició respon a la pregunta de, quant sovint l'operari o el personal de manteniment s'exposa al perill?



La freqüència d'exposició al perill es pot classificar com:

- **FREQÜENT:** Varies vegades per dia.
- **OCASIONAL:** diari
- **ESTRANYAMENT:** setmanal o menys.

Cada descripció se li assigna un valor de punts que es mostren a la Figura 11.



Figura 11: Punts assignats a la freqüència d'exposició.

5.3.3 Probabilitat de lesions

Cal que assumixi que l'operador està exposat als moviments perillosos o de procés (Figura 12).

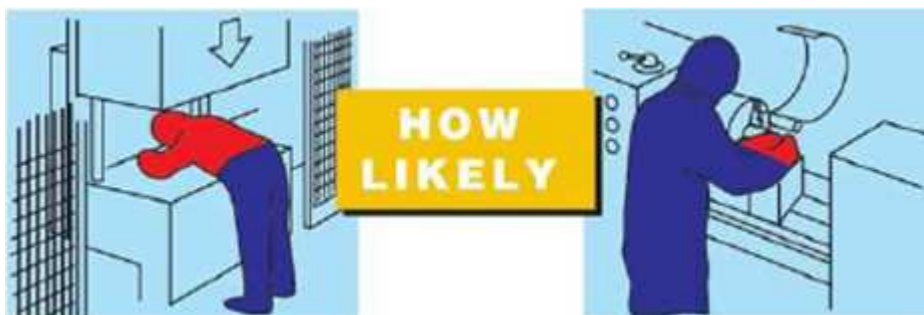


Figura 12: ¿Que tan probable?

A considerar la manera en que el operari esta involucrat amb la màquina i altres factors (velocitat de posta en marxa, per exemple), la probabilitat de lesions es pot classificar com:

- **CERTAMENT**
- **PROBABLE**
- **POSIBLE**
- **IMPROBABLE**

Cada descripció se li assigna un valor de punts que es mostren a la Figura 13.

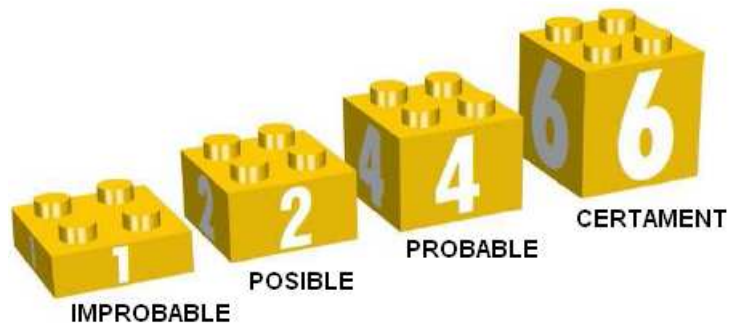


Figura 13: Punts assignats a la probabilitat de les lesions.

Tots els títols se'ls assignen un valor i ara, se sumen per donar una estimació inicial. La figura 14 mostra la suma dels tres components i suma a un valor de 13. Però hem de tenir en compte una sèrie de factors més.



Figura 14: Estimació inicial

El següent pas és ajustar l'estimació inicial considerant factors addicionals, tals com els que es mostren a la figura 15. Sovint, només poden considerar-se adequadament quan la màquina està instal·lada en la seva ubicació permanent.

Factor típic	Acció suggerida
Mes d'una persona exposa al perill	Multiplca la gravetat per el nombre de persones
Temps prolongat en la zona de perill sense l'aïllament complet de potencia	Si el temps dedicat per l'accés es més de 15 minuts, sumem 1 punt per al factor de freqüència
Operari es inexpert i no capacitat	Sumem 2 punts al total
Intervals molt llargs (per exemple 1 any) entre accessos.	Sumem punt equivalent al factor de la màxima freqüència

Figura 15: Consideracions adecionals per l'estimació de riscos.

Els resultats de tots els factors adicionals s'afegeixen al total anterior, com es mostra a la Figura 16.



Figura 16: Reacció amb els ajustos finals.

6 REDUCCIÓ DEL RISC

Quan l'avaluació del risc mostra que una màquina o procés comporta un risc de lesió, el risc ha de ser eliminat o contingut. La manera en que això s'aconsegueixi dependrà de la naturalesa de la màquina i el perill. Les salvaguardes són definides com els mètodes que, o bé impedeixen l'accés a un perill o detecten l'accés a un perill. Les salvaguardes inclouen els dispositius com les proteccions mecàniques, detecció d'accés, guardes d'enclavament, cortines, catifes de seguretat, etc.

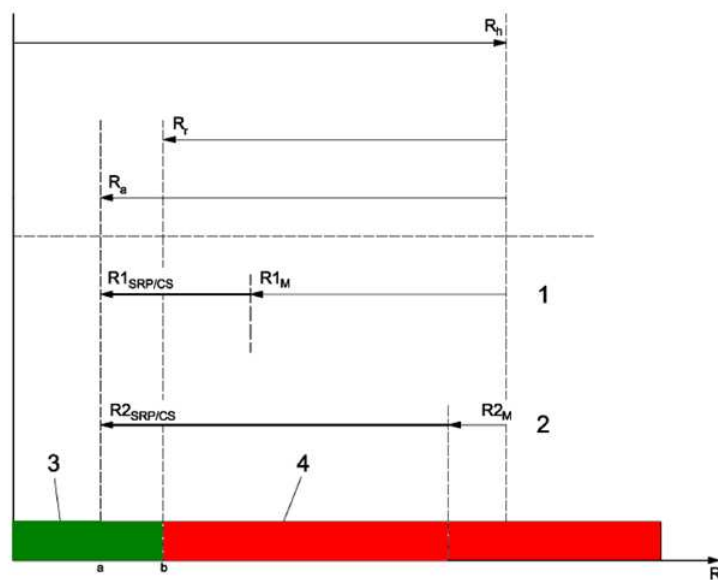


Figura 17: Grfic reducció de riscos

R_n	Per a una determinada situació perillosa, és el risc existent abans d'aplicar mesures preventives
R_r	Reducció del risc que és necessari obtenir mitjançant les mesures preventives
R_a	Reducció del risc realment aconseguida mitjançant les mesures preventives
1	Solució 1: una part important de la reducció del risc es deu a mesures preventives diferents de les SRP / CS
2	Solució 2: una part important de la reducció del risc es deu a la SRP / CS i una petita part de la reducció del risc es deu a mesures preventives diferents de la SRP / CS
3	Reducció del risc adequada
4	Reducció del risc inadequada
a	Risc residual obtingut mitjançant les solucions 1 i 2
b	Risc obtingut adequat
$R_{SRP/CS}; R_{SRP/C2}$	Reducció del risc mitjançant la funció de seguretat desenvolupada per la SRP / CS
$R_{1M}; R_{2M}$	Reducció del risc mitjançant mesures preventives diferents de les SRP / CS

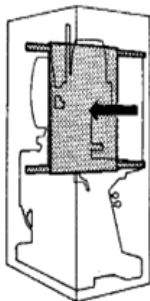
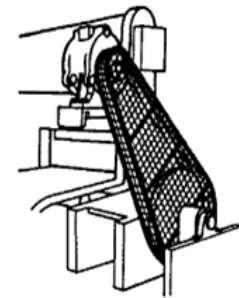
6.1 Proteccions mecàniques

Si el risc està en una part de la maquinària que no requereix d'accés, una guarda ha de ser fixada de manera permanent a la màquina. Aquests tipus de guardes requereixen d'eines per ser eliminades. Els resguards fixos han de ser capaços de:

- suportar el seu entorn operatiu,
- contenir els projectils en cas de trencament d'elements,
- no crear riscos en tenir, per exemple, les vores esmolades.

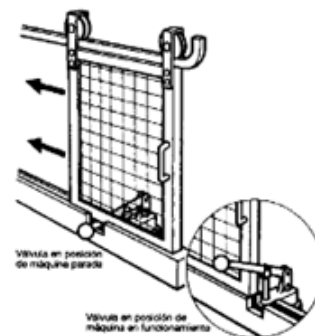
Tipus de proteccions:

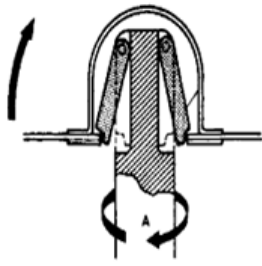
Resguard fix: Resguard que es manté en la seva posició de manera permanent (soldadura) o mitjançant elements de fixació (cargols) que impedeixin que es puguin retirar sense ajut d'eines.



Resguard mòbil: resguard generalment associat mecànicament al bastidor de la màquina o a un element fixa pròxim, mitjançant, frontisses o guies de lliscament i que es possible obrir sense ús d'eines.

Resguard amb dispositiu d'enclavament: resguard associat a un dispositiu de enclavament de manera que les funcions de seguretat de la màquina cobertes pel resguard no puguin desenvolupar fins que el resguard estigui tancat, l'obertura del resguard suposa l'ordre de parada, mentre que el seu tancat provoca la posta en marxa de la màquina.





Resguard amb dispositiu d'enclavament i boqueix: resguard associat a un dispositiu d'enclavament i a un dispositiu de boqueix mecànic. Es diferencia de l'anterior en que no es pot obrir fins que desaparegui el risc de lesió.

6.2 Dispositius de detecció d'accés de seguretat

S'utilitza per detectar l'accés a un perill. Quan la detecció és seleccionada com el mètode de reducció del risc, el dissenyador ha d'entendre que ha d'utilitzar un sistema de seguretat complet, el dispositiu de protecció, per si mateix, no preveu la reducció del risc necessari. Aquest sistema de seguretat complet en general, consta de tres blocs:

- un dispositiu d'entrada que detecta l'accés als perills,
- un dispositiu lògic que processa els senyals del dispositiu de detecció, faci el control de la situació del sistema de seguretat i encengui o apagui els dispositius de sortida,
- un dispositiu de sortida que controla l'actuador (per exemple, un motor). La figura 18 mostra el diagrama de blocs d'un sistema de seguretat simple.



Figura 18: Diagrama en bloc del sistema de seguretat.

Molts dispositius alternatius estan disponibles per detectar la presència d'una persona que entri o surti d'una àrea de risc.

Degudament els resguards mòbils seleccionats poden ser interconnectats per proporcionar protecció contra els projectils, líquids, vapors i altres tipus de perills i s'utilitzen sovint quan l'accés als perills és poc freqüent. Les guardes d'enclavament també es poden

bloquejar per impedir l'accés, mentre que l'equip aquest en la meitat del cicle de treball o quan la màquina triga molt de temps per arribar a una parada. Els dispositius de detecció de presència, com cortines, catifes i escàners, proporcionar un accés ràpid i fàcil a la zona de perill, i se seleccionen sovint quan els operadors han d'accedir a la zona de perill amb freqüència. Aquests tipus de dispositius no ofereixen protecció contra els projectils, vapors, fluids o altres tipus de perills.

La millor elecció de la mesura de protecció és un dispositiu o sistema que proporcioni la màxima protecció amb el menor obstacle possible a un funcionament normal de la màquina .

6.3 Dispositius d'entrada. Detectores de presència

L'hora de decidir com protegir una zona o sector, és important tenir una comprensió clara del que exactament necessita la funció de seguretat. En general, hi haurà com a mínim dues funcions:

1. Apagar o desactivar l'energia quan una persona entra en l'àrea de perill.
2. Prevenir l'encesa o habilitació de l'energia, quan una persona està en l'àrea de perill.

A primera vista això pot semblar una sola i mateixa cosa, però tot i que són òbviament relacionats, i sovint realitzats pel mateix equip , en realitat són dues funcions separades.

Per aconseguir el primer punt és necessari utilitzar algun tipus de dispositiu de viatge per a que detectin que una part d'una persona ha anat més enllà d'un cert punt. Si la persona és llavors capaç de continuar més enllà d'aquest punt i la seva presència ja no es detecta, a continuació passem al segon punt.

La figura 19 mostra un exemple complet d'accés del cos amb una cortina de llum muntada verticalment com de dispositiu de viatge. Les portes de protecció amb enclavament també es poden considerar com un dispositiu de viatge únic quan no hi ha res que impedeixi l'obertura de la porta.



Figura 19: Punts de deteccions de presència

6.3.1 Cortines de llum

Les cortines òptiques de seguretat es descriu simplement com a sensors de presència fotoelèctric específicament dissenyat per a protegir al personal de les lesions relacionades amb el moviment perillós de la màquina. També conegut com AOPD (Dispositius -Actius de Protecció Electrònica) o ESPE (Equips de Protecció Electrò Sensible), les cortines de llum ofereixen una seguretat òptima, però, permeten una major productivitat i són la solució més ergonòmica de so, en comparació amb els guardes mecànics. Són ideals per a aplicacions on el personal necessita tenir accés freqüent i fàcil a un punt d'operació amb risc.

Operació

Les cortines òptiques de seguretat consisteixen en un emissor i receptor que crea una barrera multi-feix de llum infraroja al davant, o al voltant d'una àrea perillosa. L'emissor està sincronitzat amb el receptor mitjançant el feix fotoelèctric. Per eliminar la susceptibilitat a falsos trets atribuïts a la llum ambiental i d'interferències (crosstalk) d'altres dispositius electrònics, els Leds d'impulsos de l'emissor, són d'un tipus específic (freqüència modulada), de manera que només un emissor pugui afectar el receptor específic associat. Un exemple del sistema de treball de cortina de llum es mostra a la figura 20.

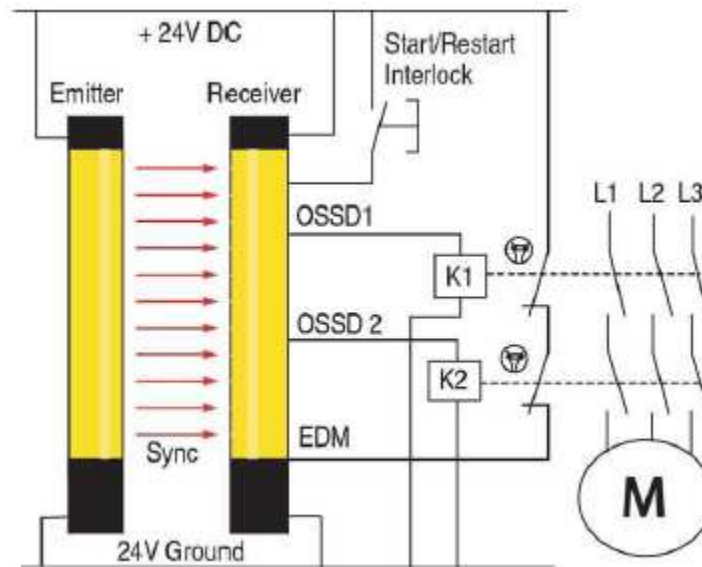


Figura 20: Cortina de llum de seguretat

Quan algun dels feixos està bloquejat per la intrusió en el camp de detecció, el circuit de control de cortina no presenta un senyal de sortida, aquest senyal de sortida ha de ser utilitzat per a eliminar el risc. La majoria de les senyals de sortida de les cortines de llum són OSSD (Senyal de sortida a aparells). El OSSDs són transistors PNP amb protecció contra curtcircuits, protecció contra sobrecàrrega i detecció crossfault (canal a canal). Es pot utilitzar per subministrar alimentació de corrent a dispositius, com contactors de seguretat o relés de control de seguretat, en general fins a 500 mA.

EDM: les cortines de llum també tenen una entrada que els permet controlar els actuadors de la màquina. Això es coneix com el seguiment de EDM (dispositiu extern). Després que la cortina de llum es desactiva, la cortina de llum decideix si un actuator extern està apagat abans de permetre el reinici.

L'emissor i el receptor també poden ser interconnectats a una unitat de control que proporciona la lògica necessària, els productes, els diagnòstics del sistema i característiques addicionals (muting, blanking, PDSI) per adaptar-se a l'aplicació. El sistema de la cortina de llum ha de ser capaç d'enviar un senyal de parada de màquina, fins i tot en cas de fallada d'un component (s). Les cortines de llum tenen dues sortides de seguiment que estan dissenyades per canviar d'estat quan es trenca el camp de detecció de la cortina de llum de seguretat. Si una de les sortides falla, l'altra sortida respon i envia un

senyal de parada de màquina controlada ja que la part del sistema de seguiment detecta que l'altra sortida no ha respost o ha canviat d'estat. La cortina de llum presenta una condició de tancament patronal, que evita que la màquina operi, fins que la fiabilitat de la cortina de llum és reparada.

Les cortines de llum són sovint integrades en el sistema de seguretat mitjançant la connexió a un relé de control de seguretat o PLC de seguretat, com es mostra a la Figura 21. En aquest cas, el relé o PLC de seguretat s'encarrega de la commutació de les càrregues, l'arrencada / reinici i el control de dispositius externs. Aquest enfocament es fa servir per a funcions de seguretat complexes i minimitza el cablejat de la cortina de llum.

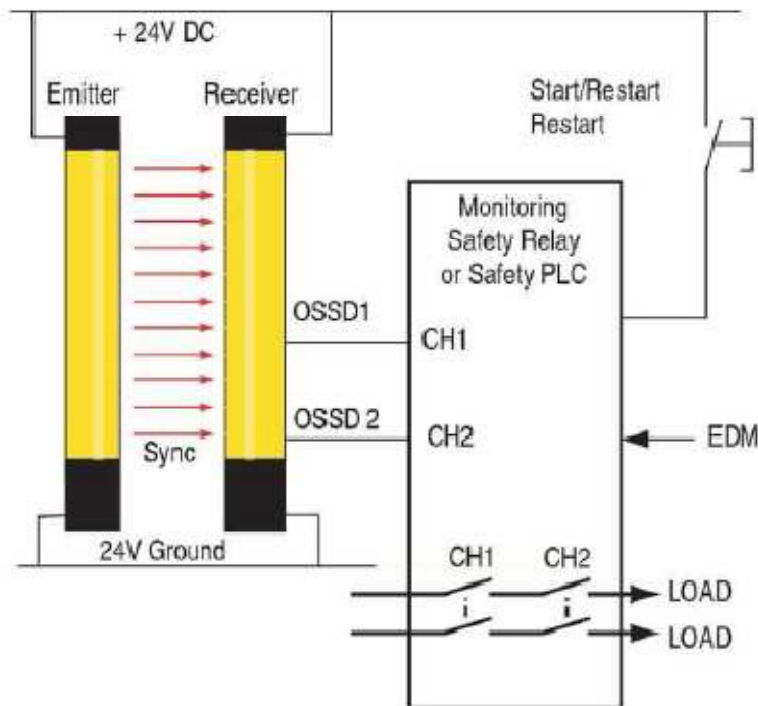


Figura 21: Interconnexió d'una cortina amb un relé o PLC de seguretat.

Resolució

Un dels criteris de selecció important per a la cortina de llum és la seva resolució. La resolució és la mida màxima teòrica entre separació de feixos. S'utilitzen amb freqüència les resolucions de 14 mm, que s'utilitza habitualment per a la detecció de dits, 30 mm, que

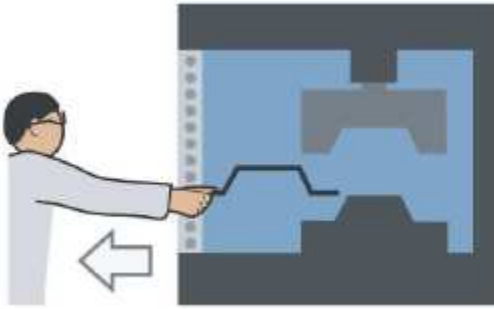
s'utilitza habitualment per a la detecció de la mà, i 50 mm, que s'utilitza habitualment per a la detecció de turmell. Els valors més alts s'utilitzen per a la detecció de cos complet.



Figura 22: Exemples cortina de llum

6.3.2 Detecció de presència de dispositius d'iniciació (PDSI)

També conegut com a única ruptura doble ruptura, o manera d'intensificació de funcionament, PSDI implica l'ús d'una cortina de llum no només com un dispositiu de seguretat, sinó com el control de l'operació de la màquina. PSDI inicia un cicle de la màquina en funció del nombre de vegades que el camp de detecció està trencat. Per exemple, com un operador arriba cap al perill per a introduir una peça de treball, els feixos s'interrompen, immediatament s'atura la màquina i impedeix la represa de la màquina fins que l'operador retira la mà i la torna a introduir a la zona, moment en què l'equip inicia cicle següent automàticament. Aquest procés pot realitzar-se mitjançant dispositius de seguretat programables de la lògica o per dispositius de supervisió dissenyat específicament per a aquesta funció.



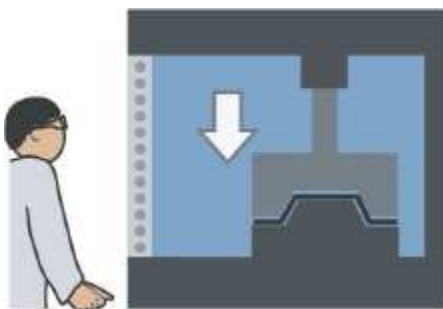
El pas 1, l'operador interromp la cortina de llum, la màquina es deté i l'operari pot retirar el material. L'operari obre la cortina de llum, fent la primera pausa.

Figura 23: Pas 1 de PSDI de doble ruptura



En el pas 2, l'operari interromp la cortina de llum per segona vegada

Figura 24: Pas 2 de PSDI de doble ruptura



En el pas 3, la màquina s'inicia automàticament després de la segona alliberació de la cortina de llum.

Figura 25: Pas 3 de PSDI de doble ruptura.

6.3.3 Muting

Muting es caracteritza com la suspensió automàtica i temporal d'una funció de seguretat. De vegades, el procés requereix que la màquina s'aturi quan el personal entre en l'àrea, però que es quedi automàticament en funcionament quan el material entra. En aquest cas, es necessària una funció de silenci. El muting es permet durant la part no perillosa del cicle de la màquina o quan no san d'exposar les persones a un perill.

Els sensors que s'utilitzen per iniciar la funció de silenci poden ser qualificats o no com de safety (seguretat). Els tipus, nombre i ubicació dels sensors de muting han de ser seleccionats per complir els requisits de seguretat determinada per l'avaluació de riscos. La figura 26 mostra una típica manipulació de transport de materials en muting acord amb dos sensors disposats en un patró de X. Algunes unitats de la lògica exigeixen un ordre específic en què es bloquegen els sensors. Quan l'ordre és important, el patró de X ha de ser asimètric. Per als blocs lògics que utilitzen les entrades de sensor com parells, el patró de X pot ser simètric. Altres tecnologies de detecció, com ara sensors inductius i finals de carrera també es poden utilitzar com a sensors de muting.

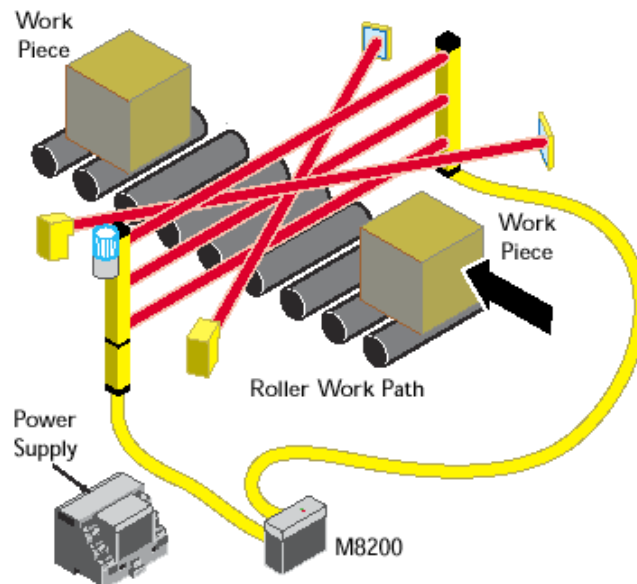


Figura 26: Aplicació muting en X.

Un altre mètode comunament aplicat és la utilització de quatre sensors, com es mostra a la figura 27 i 28. Dos sensors estan muntats a la part de risc i dos a la banda no perillosa. Els sensors han de mirar directament a través de la cinta transportadora. La forma i la posició de l'objecte és el menys important en aquest enfocament. La longitud de l'objecte és important ja que l'objecte ha de bloquejar els quatre sensors.

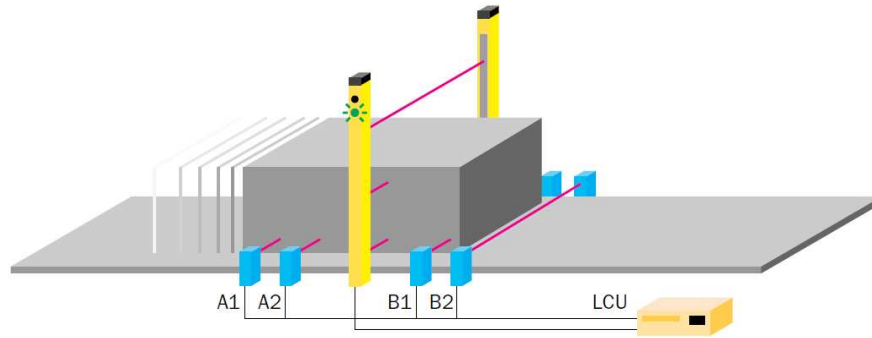


Figura 27: Aplicació muting 4 sensors en identificació de material i inhibició.

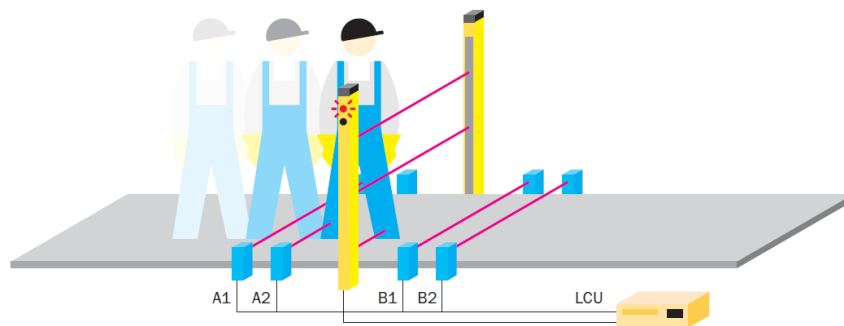


Figura 28: Aplicació muting 4 sensors en identificació de l'operari i parada energia.

L'accés a les cèl·lules de robot també pot ser realitzat per muting. Com es mostra a la Figura 29, els finals de carrera, situats a la base del robot, indiquen la posició del robot. Els dispositius de protecció (cortines i catifes de seguretat) es silencien quan el robot no està en una posició perillosa.

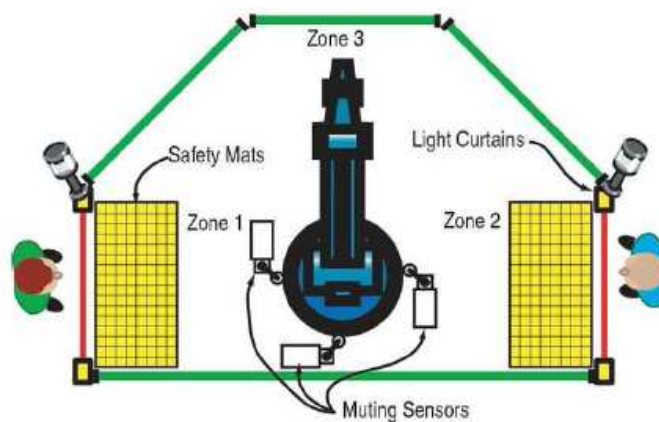


Figura 29: Muting d'una cèl·lula de robot

6.3.4 Blanking fixa

El blanking permet porcions de camp de detecció d'una cortina de llum per ser desactivada per donar cabuda als objectes que s'associen típicament amb el procés. Aquests objectes han de ser ignorats per la cortina de llum, mentre que la cortina de llum encara proporciona la detecció de l'operari.

La figura 30 mostra un exemple on es requereix que l'objecte estigui a la zona especificada en tot moment. Si algun dels feixos no programat com "cessat" és bloquejat per l'aparell o peça de treball, un senyal de parada s'envia a la màquina.

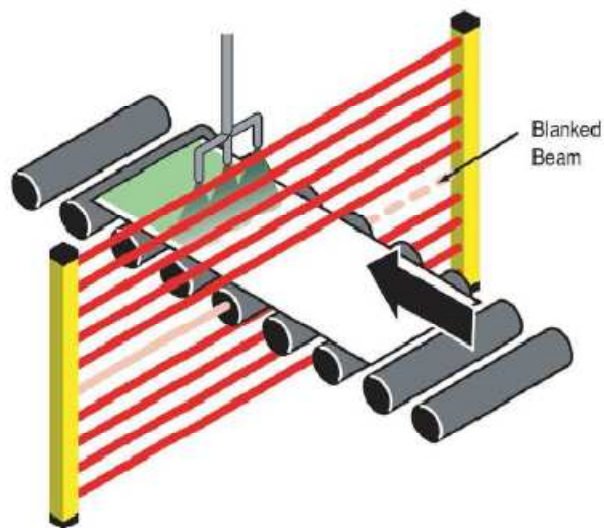


Figura 30: Aplicació blanking fixa

6.3.5 Blanking flotant

Blanking flotant permet a un objecte, penetrar en el camp de detecció en qualsevol lloc sense aturar la màquina. Això s'aconsegueix mitjançant la desactivació d'un màxim de dos feixos de llum en qualsevol lloc dins del camp de detecció. En lloc de crear una finestra fixa, els feixos "cessats" es mouen cap amunt i cap avall, segons sigui necessari. El nombre de feixos que es pot cessar depèn de la resolució. Es pot cessar dos feixos amb una resolució de 14 mm, mentre que es pot parar un de sol quan s'utilitza una resolució de 30 mm.

El fre de la premsa, que es mostra a la figura 31, proporciona un bon exemple de com la RAM que es mou cap avall, dobla la xapa i es mou a través de la cortina de llum, trencant només un o dos feixos a la vegada.

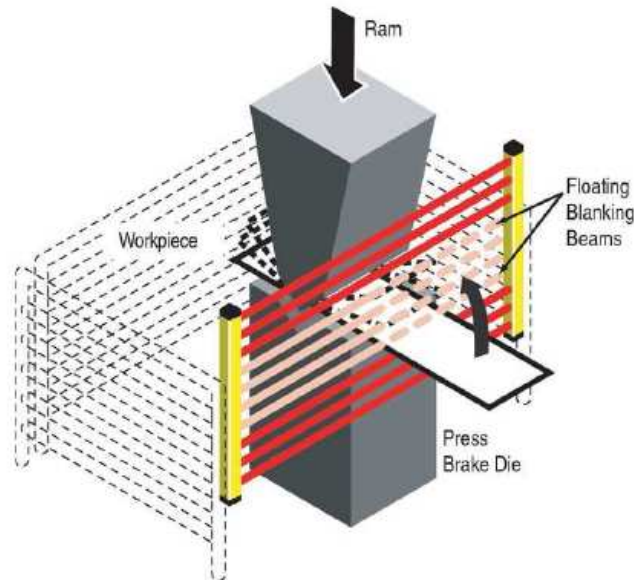


Figura 31: Aplicació blanking flotant

6.3.6 Escàner de seguretat

Escàners làser de seguretat utilitza un mirall giratori que desvia els polsos de llum en un arc, creant un plànol de la detecció. La ubicació de l'objecte està determinat per l'angle de rotació del mirall. El raig reflectit de llum invisible de l'escàner també pot detectar la distància de l'objecte que està des de l'escàner. En prendre la mida de la distància i l'ubicació de l'objecte, l'escàner de làser determina la posició exacta de l'objecte. L'escàner de làser crear dues zones:

1. una zona d'alerta
2. una zona de seguretat.

La zona d'alerta proporciona un senyal que no elimina el perill però si informa a les persones que s'estan acostant a la zona de seguretat, com es mostra a la figura 32. Els

objectes d'entrada o dins de la zona de seguretat, causa a l'escàner de làser que emeti una ordre d'aturada, les sortides OSSD s'apaguen.

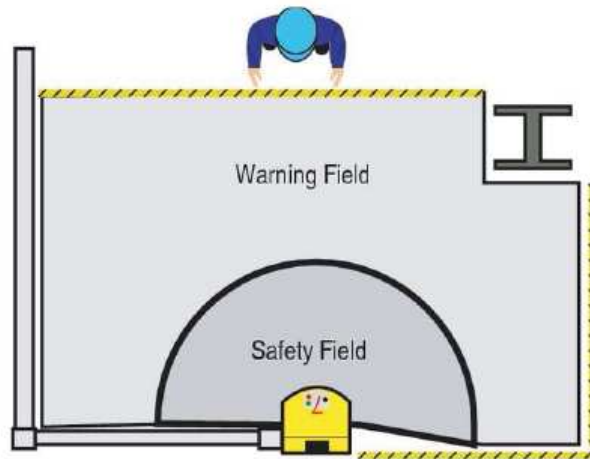


Figura 32: Zones de l'escàner

La forma i la mida de l'àrea protegida es configura per software i es descarreguen a l'escàner. El càlcul de la distància de seguretat determinarà la mida apropiat de la zona de seguretat. Un dels avantatges de l'escàner de làser davant les cortines de llum o estores, és la capacitat de tornar a configurar la zona.



Figura 33: Camp d'advertència configurat per ignorar els objectes estructurals.

6.3.7 Estora de seguretat

Aquests dispositius s'utilitzen per proporcionar la protecció d'una superfície al voltant d'una màquina, com es mostra a la figura 34. Una matriu d'estores d'interconnexió es posa al voltant de l'àrea de perill i la pressió aplicada a la lona (per exemple, passos d'un operador) farà que la unitat de control de l'estora elimini el perill.



Figura 34: Estores de seguretat envoltant area de perill

Hi ha una sèrie de tecnologies utilitzades per crear catifes de seguretat. Una de les tecnologies més popular és utilitzar dues plaques metàl·liques paral·leles, com es mostra a la figura 35. Les plaques estan separats per espaiadors. Les plaques de metall i separadors són encapsulats en un material no conductor, amb la seva superfície destinada a evitar les rrelliscades.

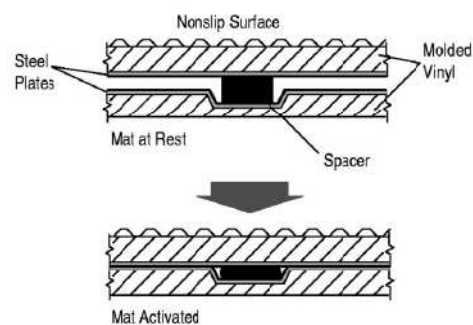


Figura 35: Construcció típica estora de seguretat

Per acomodar les plaques paral·leles en un sistema de seguretat, o bé es fan servir 2 o 4 conductors. Si s'utilitzen dos conductors, a continuació, una resistència de terminació s'utilitza per diferenciar les dues plaques. L'enfocament més popular és la utilització de quatre conductors. Dos conductors, connectat a la placa superior se'ls assigna un canal. Dos conductors connectats a la placa inferior són assignats a un segon canal. Quan una persona trepitja l'estora de les dues plaques creen un curt circuit del canal 1 al canal 2. El dispositiu de la lògica de seguretat ha d'estar dissenyat per adaptar-se a aquest circuit curt. La figura 36 mostra un exemple de com algunes estores estan connectades en sèrie per garantir que es troben disponibles per al seu ús.

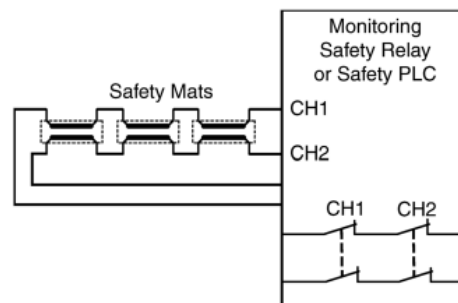


Figura 36: Interconnexió d'estores de seguretat

6.3.8 Vores sensibles a la pressió

Aquests dispositius són tires flexibles de vores que poden ser muntades a la vora d'una part mòbil, com una taula de la màquina o equips amb porta que plantegen un risc d'aixafament i cisallament, com es mostra a la figura 37.



Figura 37: Exemple de vores sensibles en taula de màquina i portes

Si la peça en moviment colpeja l'operador (o viceversa), la vora sensible flexible es comprimeix i es posa en marxa un comandament per apagar la font d'alimentació de perill. Les vores sensibles també poden ser utilitzats per protegir les màquines en què es corre el risc que l'operari es quedi atrapat. Si un operador es queda atrapat en la màquina, en posarse en contacte amb la vora sensible es talla la potència de la màquina.

Hi ha una sèrie de tecnologies utilitzades per crear vores de seguretat. Una tecnologia popular és inserir en essència el que és un interruptor de temps dins de la vora. Aquest enfocament proporciona vores rectes i, en general s'utilitza la tècnica de quatre fils.

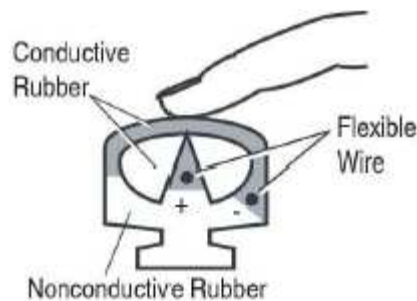


Figura 38: Conducció vora de seguretat

Atès que un canvi en la resistència ha de ser detectat, el relé de control de seguretat ha d'estar dissenyat per detectar aquest canvi. Un exemple es el disseny del cablejat de 2 filferros amb una resistència de terminació es mostrada en la figura 39. Un dels avantatges de la tecnologia de goma conductiva és que proporciona cantonades actives.

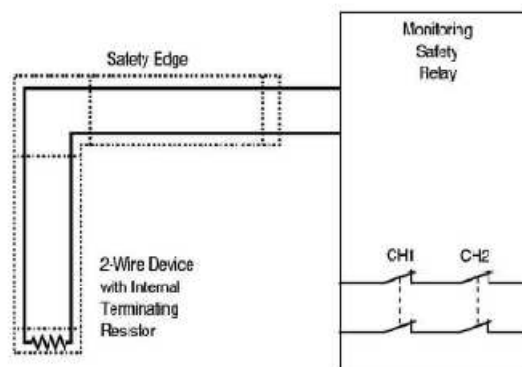


Figura 39: Circuit de conducció de la vora de seguretat

6.3.9 Control a dos mans

L'ús de comandaments a dues mans (també conegut com control bimanual) és un mètode per prevenir l'accés mentre la màquina està en un estat perillós. Dos controls han de ser operats simultàniament (a menys de 0,5 segons de cada un) per iniciar la màquina. Això s'assegura d'ambdues mans de l'operador estan ocupades en un lloc segur (és a dir, en els controls) i per tant no pot estar en l'àrea de perill. Els controls han de ser operats contínuament durant les condicions perilloses. L'operació de la màquina ha de cessar quan qualsevol dels controls es llibertat, si un s'allibera del control, l'altre control també han de ser alliberats abans per a reiniciar la màquina.



Figura 40: Control bimanual

6.3.10 Interruptors de seguretat

Quan l'accés a la màquina no és freqüent, és preferible utilitzar guardes mòbils (operables). La guarda s'enclava amb el subministrament d'energia de la peça de perill de manera que asseguri que cada vegada que la porta de la guarda no estigui tancada, es desactivarà l'alimentació elèctrica de la zona de perill. Aquest mètode requereix l'ús d'un interruptor d'enclavament acoblat a la porta de la guarda. El control de la font d'energia de la zona de perill és controlat a través de la secció de commutació de la unitat. La font d'energia és generalment elèctrica, però podria ser també pneumàtica o hidràulica. Quan es detecta moviment (obertura) de la porta de la guarda, l'interruptor d'enclavament iniciarà una comanda per aïllar el subministrament d'energia ja sigui directament, mitjançant un contactor d'alimentació elèctrica o vàlvula.

La seguretat d'un interruptor d'enclavament depèn de la seva capacitat per a resistir els intents d'engany o de derrota del mecanisme. Això s'aconsegueix fent que l'actuador de l'interruptor d'enclavament, s'accioni d'una forma especial.

Alguns interruptors d'enclavament també incorporen un dispositiu d'enclavament que s'enclava la porta de la guarda en posició tancada i no permet que s'obri fins que la màquina estigui en una condició segura. En la majoria d'aplicacions, la combinació d'una guarda movable i un interruptor d'enclavament amb o sense bloqueig de la guarda és la solució més fiable i econòmica.

Hi ha una àmplia varietat d'opcions d'interruptors de seguretat, entre ells:

Interruptors amb enclavament de llengüeta

Aquests dispositius requereixen l' inserció i la retirada d'un actuador en forma de llengüeta de l'interruptor per a la seva operació



Figura 41: Interruptors amb enclavament de llengüeta

Interruptors de bloqueig de guarda

En algunes aplicacions, es requereix el bloqueig de la guarda tancada o retardar l'obertura de la guarda. Els dispositius adequats per a aquest requisits es diuen interruptors d'enclavament amb bloqueig de guarda. Aquests dispositius són apropiats per a màquines

amb retard a l'aturada, però també poden oferir un augment significatiu del nivell de protecció per a la majoria de tipus de màquines.

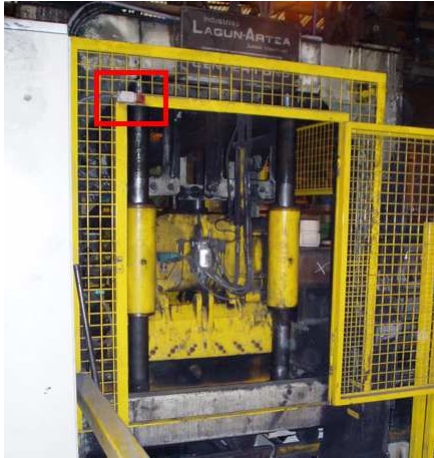


Figura 42: Interruptors de bloqueig de guarda

Interruptors d'enclavament sense contacte

Aquests dispositius no requereixen contacte físic per actuar amb algunes versions que incorporen una funció de codificació per a major resistència a les intrusions.



Figura 43: Interruptors d'enclavament sense contacte

Dispositius d'enclavament de posició (interruptor de final de cursa)

L'accionament operat per lleves generalment pren la forma d'un interruptor de final de carrera (o posició) positiu i una leva lineal o giratòria. Generalment s'usa en guardes lliscants.



Figura 44: Dispositius d'enclavament de posició

Dispositius d'enclavament amb atrapament de guarda

Les claus bloqueig mecànic seqüencial poden realitzar enclavament de control així com enclavament de l'alimentació elèctrica. Amb el "enclavament de control" un dispositiu d'enclavament inicia una ordre d'atur a un dispositiu intermedi, el qual desactiva un dispositiu subsegüent per desconnectar l'energia de l'actuador. Amb el "enclavament de l'alimentació elèctrica", l'ordre d'atur interromp directament el subministrament d'energia als actuadors de la màquina.



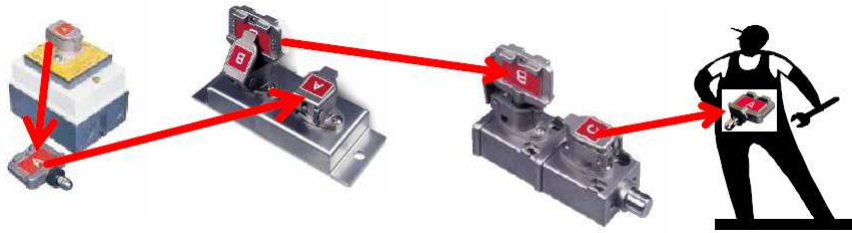


Figura 45: Dispositius d'enclavament amb atrapament de guarda

6.4 Dispositius de lògica

Els dispositius de lògica ocupen el paper central de la part relacionada amb el control del sistema de seguretat. Els dispositius de lògica realitzen el control i seguiment del sistema de seguretat i, o bé permeten a la màquina que iniciï o executi comandes per aturar la màquina. Una gamma de dispositius de lògica estan disponibles per crear una arquitectura de seguretat que compleixi la complexitat i la funcionalitat requerida per la màquina. Els cablejats de petits controladors de dispositius de seguretat són més econòmics per a les màquines més petites, on la lògica d'un dispositiu dedicat és necessària per completar la funció de seguretat. El control de dispositius de seguretat modular i configurable són preferibles quan es requereix un gran nombre i diversitat de dispositius de protecció i control de la zona mínima. Per a la màquina més gran i més complexa es prefereix i es troben els sistemes programables d'E/S.

6.4.1 Relé de monitoreig de seguretat

El relé de seguretat és un mòdul de control no programable però sí configurable, que exercir un paper clau en la majoria dels sistemes de seguretat. Aquests mòduls es componen normalment de dos o més interruptors guiats positivament amb circuits addicionals per garantir el compliment de la funció de seguretat.

El relé de seguretat realitza controls en el sistema de seguretat com després de l'encesa, que porta a terme autocontrols en els seus components interns o com l'activació dels dispositius d'entrada, en que compara els resultats de les entrades redundants.



Figura 46: Relès de seguretat

6.4.2 Controlador programables de seguretat

La necessitat d'aplicacions de seguretat flexibles i escalables va impulsar el desenvolupament dels PLC de seguretat/controladors. Els controladors de seguretat programables ofereixen als usuaris el mateix nivell de flexibilitat tan com el control d'una aplicació de seguretat com dels controladors programables estàndards, en que estan acostumats. No obstant això, hi ha diferències considerables entre els PLC estàndard i el de seguretat. El PLC de seguretat, que es mostra a la Figura 36, vénen en diverses plataformes per donar cabuda a la escalabilitat, funcional, i els requisits d'integració dels sistemes de seguretat més complexos.



Figura 47: PLC de seguretat

Hardware

Redundància de CPU, memòria, circuits de I / O, i diagnòstics interns, són millores que s'han introduït en un PLC de seguretat i que no són necessàries en un PLC estàndard. Un PLC de seguretat gasta molt més temps realitzant el diagnòstic intern de la memòria, les comunicacions, i I/O. Aquestes operacions addicionals són necessàries per assolir la

certificació de la seguretat requerida. La redundància complementària de diagnòstic és atesa en el sistema operatiu del controlador, per la qual cosa és transparent per al programador, pel que fa al programa del PLC les funcions de seguretat són molt semblants a un programa PLC estàndard.

Els microprocessadors el control d'aquests dispositius duen a terme extensos diagnòstics interns per garantir el compliment de la funció de seguretat. Tot i els controladors basats en microprocessador que difereixen lleugerament d'una família a una altra, s'apliquen els mateixos principis per aconseguir una qualificació de seguretat. S'utilitzen múltiples microprocessadors per al procés d'E / S, memòria, i les comunicacions segures.

El circuit Watchdog (gos guardià), realitza l'anàlisi de diagnòstic. Aquest tipus de construcció que es coneix com 1oo2D, perquè cap dels dos microprocessadors pot realitzar la funció de seguretat i els diagnòstics extensos, són efectuats per garantir que els microprocessadors estan funcionant en sincronització.

El circuit d'entrada és internament provat moltes vegades cada segon per a assegurar-se que està funcionant correctament. Les sortides de seguretat estan classificades com sortides d'estat sòlid i al igual que els circuits d'entrada, els circuits de sortida es posen a prova diverses vegades cada segon per a assegurar-se que pot convertir la sortida a apagada. Si algun dels tres circuits fallen, la sortida és desactivada per els altres dos, i la culpa és reportada pel circuit de control intern.

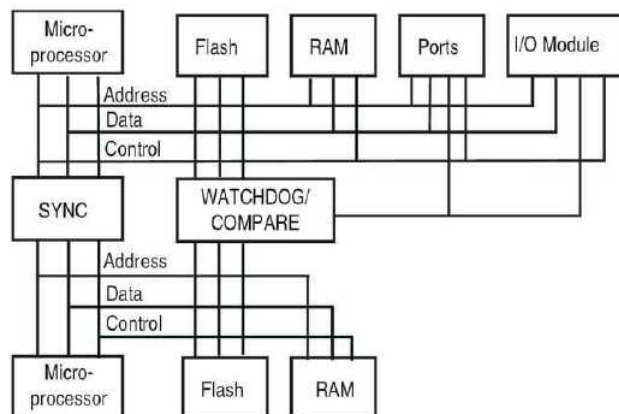


Figura 48: Arquitectura 1oo2D

Software

Un PLC de seguretat es programa molt similar a un PLC estàndard. Tots els diagnòstics i verificacions addicionals d'errors esmentats anteriorment, són realitzades pel sistema operatiu. El programador no és conscient que això està succeint. La majoria dels PLC de seguretat contenen instruccions especials que s'utilitzen per escriure el programa que tendeixen a imitar la funció dels seus homòlegs relé de seguretat. Encara que la lògica darrere de cadascuna d'aquestes instruccions és complexa, el programa de seguretat sembla relativament simple, perquè el programador simplement connecta aquests blocs junts.

Aquestes instruccions, juntament amb una altra lògica, matemàtiques, manipulació de dades, instruccions, etc són certificades per un tercer per assegurar que la seva operació s'ajusta a les normes aplicables. Els mòduls de funció són els mètodes predominants per a la programació de funcions de seguretat. A més de blocs de funció i la lògica d'escala, el PLC de seguretat també ofereix instruccions per a la sol·licitud del certificat de seguretat.

Un PLC de seguretat genera una signatura que ofereix la capacitat de rastrejar si es van fer canvis. Aquesta signatura és generalment una combinació del programa, d'entrada / sortida de la configuració, i un segell de temps. Quan el programa estigui acabat i validat, l'usuari ha de registrar aquesta firma com a part de la validació de resultats per a referència futura.

Si el programa tingués la necessitat de modificar-se, la revalidació és necessària i una nova signatura ha de ser registrada. El programa també pot ser bloquejat amb una contrasenya per evitar canvis no autoritzats.

6.4.3 Les xarxes de seguretat

Planta pis xarxes de comunicació han proporcionat tradicionalment als fabricants la capacitat per millorar la flexibilitat, augmentar els diagnòstics, incrementar la distància , reduir costos d'instal·lació i de cablejat, facilitar el manteniment, i en general millorar la productivitat de les seves operacions de fabricació. Aquestes mateixes motivacions impulsen també l'aplicació de les xarxes de seguretat industrial.

Aquestes xarxes de seguretat permeten als fabricants que distribueixen els mòduls d'E/S i dispositius de seguretat al voltant de les seves màquines amb un sol cable de xarxa, reduir els costos d'instal·lació, mentre millora els diagnòstics i permet que els sistemes de seguretat siguin de major complexitat. També permeten comunicacions segures entre el PLC de seguretat / controladors i permetre als usuaris distribuir el seu control de seguretat entre diversos sistemes intel·ligents.

Les xarxes de seguretat no impedeixen que es produeixin errors de comunicació. Les xarxes de seguretat són més capaces de detectar errors de transmissió i després permetre que els dispositius de seguretat prenguin les mesures adequades.

Al principi de les xarxes de seguretat estaven lligades a un determinat tipus de mitjans o de règim d'accés dels mitjans de comunicació, el que els fabricants estaven obligats a utilitzar cables específics, targetes d'interfície de xarxa, routers, ponts, etc.

Aquestes xarxes estan limitades en les quals només s'admetien la comunicació entre els dispositius de seguretat. Això significava que els fabricants estaven obligats a utilitzar dos o més xarxes per a la seva estratègia de control de màquines (una xarxa de control estàndard i un altre per al control de la seguretat relacionats).

Les xarxes de seguretat modernes permeten un cable de xarxa únic per comunicar-se amb dispositius de seguretat i de control estàndard. CIP (Common Industrial protocol). La seguretat és un protocol estàndard obert publicat per ODVA (Open DeviceNet Vendors Association) que permet les comunicacions de seguretat entre els dispositius de seguretat en DeviceNet, ControlNet i Ethernet/IP. Degut a que el CIP de Seguretat és una extensió del protocol CIP estàndard, els dispositius de seguretat, i tots els dispositius estàndard poden residir a la mateixa xarxa.

6.5 Dispositius de sortida

6.5.1 Contactors i relès de control de seguretat

Els contactors i relès de control es fan servir per eliminar el poder de l'actuador. Les característiques especials s'afegiran al control de relés i contactors per a proporcionar el grau de seguretat. Units mecànicament, els contactes normalment tancats s'utilitzen per alimentar de nou la situació dels contactors i els relés de control en el dispositiu de la lògica. L'ús de contactes vinculats mecànicament ajuda a garantir la funció de seguretat. Lo que garantim es que si algun contacte es soldés els altres romandran en la posició ultima. A demés l'armadura esta protegida d'accionament manual.



Figura 49: Exemple de contactor de seguretat

6.5.2 Unitat i servos de seguretat

Les unitats i els servos de seguretat es poden utilitzar per impedir que l'energia de rotació s'entregui i així aconseguir una parada de seguretat o una aturada d'emergència.

El servo aconsegueix un resultat similar a les unitats de CA. figura 50 mostra que els senyals de seguretat redundants són utilitzats per a assolir la funció de seguretat. Una senyal interromp la unitat al circuit de control de porta (transistor, IGBT, etc). Una segona senyal interromp l'alimentació a la font d'alimentació dels circuits de control de porta. Dos

relés de guia positiva s'utilitzen per eliminar els senyals i proporcionar informació a la unitat lògica de seguretat també.

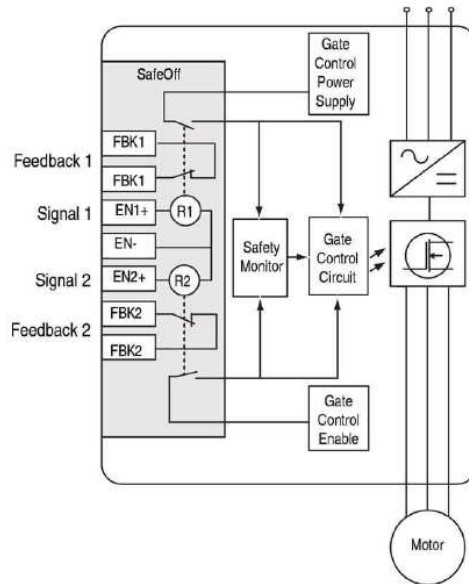


Figura 50: Senyals de seguretat d'un servo.

7 ESTRUCTURA DEL SISTEMES DE CONTROL DE SEGURETAT

Un sistema de seguretat relacionats amb el control (SRC), és la part del sistema de control de la màquina que evita que es produeixi una situació perillosa. Pot ser un sistema dedicat per separat, o pot ser integrat amb el sistema de control habitual de les màquines. La seva complexitat pot variar d'un sistema simple, com una guarda de bloqueig de porta, un interruptor d'aturada d'emergència connectat en sèrie a la bobina d'un contactor de potència, a un sistema complex compost de dispositius a la vegada simples i complexos comunicats a través de software i hardware. Els sistemes de control relacionades amb la seguretat estan dissenyats per realitzar funcions de seguretat.

7.1 Funció de seguretat

Una funció de seguretat esta implementada per les peces de seguretat del sistema de control de la màquina per aconseguir o mantenir sota control l'equip en un estat segur pel que fa a un perill específic. Un fracàs de la funció de seguretat pot resultar en un augment immediat del risc en la utilització l'equip, és a dir, en una situació perillosa.

Una màquina en general ha de tenir com a mínim un perill. Una situació perillosa es produeix quan una persona està exposada a un perill. Una condició perillosa no implica que la persona es vegi perjudicada. La persona exposada pot ser capaç de reconèixer el perill i evitar lesions. La principal tasca per al dissenyador del sistema de seguretat, és evitar les condicions perilloses i arrencades inesperats. La funció de seguretat sovint pot ser descrita amb múltiples requeriments de les peces. Per exemple, la funció de seguretat iniciat per una guarda d'enclavament té tres parts:

1. Els riscos protegits per la guarda no es poden inicialitzar fins que aquesta no estigui tancada,
2. L'obertura de la guarda farà que les operacions de risc s'aturin en el moment de la seva obertura, i

3. El risc protegit no es reinicia pel simple tancament de la guarda. Quan es planteja la funció de seguretat per a una aplicació específica, el perill de paraula ha de ser canviat pel perill específic. El perill no s'ha de confondre amb els resultats del perill: aixafada, tall, i crema. Un exemple d'un perill és un motor, la memòria RAM, ganivet, llanterna, bomba, laser, robot, electrovàlvules, vàlvules, un altre tipus d'actuador o un risc mecànic que afecta la gravetat.

En parlar dels sistemes de seguretat la frase que s'utilitza, en o abans d'una demanda de la funció de seguretat, és. Què és una demanda de la funció de seguretat? Alguns exemples de demanda a la funció de seguretat són: l'obertura d'una guarda d'enclavament, la interrupció d'una cortina de llum, la de trepitjar una estora de seguretat o la pulsació d'una Aturada d'Emergència. El que l'operador està exigint és que el perill sigui detingut o estigui lliure d'energia si ja ho està. La funció de seguretat no es realitza mitjançant un únic dispositiu, per exemple, només per la guarda. El bloqueig de la guarda envia una comanda al dispositiu de lògica, que al seu torn, desactiva un actuador. La funció de seguretat s'inicia amb la comanda i acaba amb la posada en pràctica.

El sistema de seguretat ha de ser dissenyat amb un nivell d'integritat que estigui d'acord amb els riscos de la màquina. Riscos més elevats requereixen nivells més alts d'integritat per garantir el compliment de la funció de seguretat.

7.1.1 Funció d'aturada relativa a la seguretat

Una funció d'aturada relativa a la seguretat, ha de posar la màquina en un estat de seguretat tan aviat com sigui necessari després de l'actuació del sistema. Aquest tipus d'aturada ha de tenir prioritat respecte a una parada per raons operatives.

7.1.2 Funció de rearmament manual

Després d'iniciar una ordre d'aturada per un dispositiu de protecció, s'ha de mantenir la condició d'aturada fins que s'accioni el dispositiu de rearmament manual i hi hagi

condicions segures per a una nova posada en marxa. El restabliment de la funció de seguretat per rearmament del dispositiu de protecció anul·la l'ordre d'aturada. El rearmament de la funció de seguretat s'ha de confirmar per una acció manual, diferent i voluntària.

La funció de rearmament manual:

- Ha de proporcionar-se per un dispositiu diferent, accionat manualment i lligat a les SRP / CS;
- Només s'ha d'executar si totes les funcions de seguretat i dispositius de protecció estan operatius;
- S'ha de realitzar per una acció voluntària;

L'òrgan d'accionament per al rearmament de la zona perillosa, s'ha de situar i en una posició segura, des de la que hi hagi bona visibilitat per controlar que no hi ha ningú a la zona perillosa. Quan la visibilitat de la zona perillosa no sigui completa, es requereix un procediment específic de rearmament manual.

7.1.3 Posta en marxa i nova posta en marxa

Una nova posada en marxa només s'ha de realitzar automàticament si no pot existir cap situació perillosa. Aquests requisits s'han d'aplicar també a les màquines que poden ser controlades a distància.

7.1.4 Funció de comandament local

Una màquina governada amb un comandament local, com per exemple dispositiu de comandament portàtil o mitjançant una botonera, s'ha d'aplicar els requisits següents:

- Els mitjans de selecció al comandament local han d'estar situats fora de la zona perillosa;
- No serà possible iniciar situacions perillosa des de l'exterior de la zona local;
- La commutació entre comandament local i el comandament principal, no ha de crea una situació perillosa.

7.1.5 Funció d'inhibició

La inhibició no ha de donar lloc a situacions perilloses per a les persones. Durant la inhibició, s'ha de garantir les condicions de seguretat per altres mitjans. Al finalitzar la inhibició, s'ha de restablir totes les funcions de seguretat de les parts del sistema de comandament relatives a la seguretat. La categoria o nivell de les parts relatives a la seguretat a la funció d'inhibició, no disminuirà el nivell de seguretat requerit de la funció de seguretat corresponent.

7.1.6 Temps de resposta

S'ha de determinar el temps de resposta de las SRP/CS quan l'avaluació de riscos de las SRP/CS indica que això es necessari.

7.1.7 Neutralització manual de les funcions de seguretat

Si cal neutralitzar les funcions de seguretat, per exemple, manteniment, muntatge, reparacions, s'han d'aplicar els requisits següents:

- Mitjans eficaços i segurs per impedir la neutralització manual en els modes de funcionament en què no està permesa;

- Restitució les funcions de seguretat de les SRP / CS abans de poder continuar en funcionament normal;
- Selecció de les SRP / CS encarregades de la neutralització manual de manera que es tinguin plenament en compte els principis de la norma ISO 14.121.

7.1.8 Paràmetres relatius a la seguretat

Quan els paràmetres relatius a la seguretat, com la posició, velocitat, temperatura o pressió, es desvien dels límits preestablerts, el sistema de comandament ha d'iniciar les mesures apropiades com una ordre d'aturada, un senyal d'advertència, una alarma.

7.1.9 Variacions, pèrdues i restabliments de l'alimentació d'energia

Quan els nivells de l'alimentació d'energia sobrepassa els límits previstos en el disseny, incloent la fallada de l'alimentació d'energia, les SRP / CS han de seguir proporcionant o d'iniciar una o diverses senyals de sortida que permetin que les altres parts de la màquina mantinguin un estat segur.

8 DISSENY DE LES SRP/CS

Les parts dels sistemes de comandament que desenvolupen tasques relacionades amb la seguretat són anomenades pels organismes normalitzadors com SRP/CS "Parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat". Aquestes parts poden consistir en hardware o software i ser part integral o separada del sistema de comandament de la màquina. Les peces de sistemes de comandament relacionades amb la seguretat abasten la cadena d'acció íntegra d'una funció de seguretat composta per un sensor, un sistema de comandament i un actuator. Poden estar construïdes segons diverses estructures complexes i constar, per exemple, d'un interruptor de seguretat o un relé de seguretat o bé estar construïdes com un sistema de control de seguretat programable per a tota una planta.

L'objectiu comú és desenvolupar aquestes peces de sistemes de comandament de manera que tant la seguretat de la funció de control com la resposta del sistema de comandament en cas d'avaria es corresponguin amb el grau de reducció de riscos registrat en l'avaluació de riscos. Les mesures tècniques específiques dels sistemes de comandament per evitar avaries poden utilitzar, per exemple, per a aplicacions que suposin un risc mínim, però no són suficients per a altres aplicacions que impliquin un risc més elevat. Per a aquestes aplicacions serien necessàries mesures addicionals per a la tolerància i detecció d'avaries. Per tant, com més elevada sigui la reducció de riscos gràcies a les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat, més elevat serà el grau de seguretat o el nivell de rendiment tècnic relacionat amb la seguretat de la peça del sistema de comandament exigida. Les normes incloses a continuació utilitzen diferents sistemes de classificació i definicions per a aquests graus de seguretat.

8.1 Introducció UNE-EN 954-1

La UNE-EN 954-1 "Seguretat de les màquines. Parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat", s'ha establert fins al moment com a referent del nivell tecnològic internacional en matèria de seguretat de les màquines. Regula totes les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat, independentment de la forma d'energia utilitzada (elèctrica, hidràulica, pneumàtica, mecànica, etc.) i es defineix diferents categories per a la classificació del rendiment tècnic relacionat amb la seguretat categoria B, 1, 2, 3, 4.

Una manca d'aquesta norma és que no conté requisits especials per a sistemes de control electrònic programable ni cap informació sobre la probabilitat d'avaries (mostreig probabilístic). Això va portar a l'elaboració de la EN ISO 13849-1. La EN 954-1 estaria vigent durant un període de transició decidit pel CEN per a l'ús en paral·lel amb la UNE-EN ISO 13849-1 amb finalització a finals de desembre de 2009. Conseqüentment, la norma EN 954-1 dona presumpció de conformitat de l'actual Directiva de Màquines 98/37/CE (vigent fins al 28 de desembre de 2009), però no de la nova Directiva de Màquines 2006/42/CE, la qual no empara l'harmonització de la norma EN 954-1, sinó que només queda emparada sota les normes successores EN ISO 13849-1 i EN IEC 62.061.

El juliol de 2009 el CEN va proposar oficialment a la UE la pròrroga del cessament de presumpció de conformitat amb la norma EN 954-1 fins a finals de 2012. La proposta de pròrroga es justifica en la manca de valors fiables ($MTTF_d$) per a components de seguretat disponibles en el mercat.

8.2 Determinació de l'arquitectura tipus segons UNE-EN 954-1

Aquest apartat descriu un mètode simplificat basat en la norma ISO 14121 per seleccionar l'arquitectura tipus (categoria) apropiada, com a punt de referència per al disseny de les diverses parts d'un sistema de comandament relatives a la seguretat. Les orientacions que es donen en aquest apartat s'haurien de considerar com a part de l'avaluació del risc establerta per la norma ISO 14121, però no la substitueixen. Quantificar el risc és normalment molt difícil, si no impossible, i aquest mètode només tracta de la contribució a la reducció del risc aportada per les parts del sistema de comandament relatives a la seguretat. Aquest mètode no proporciona més que una estimació de la reducció del risc, està previst per guiar el dissenyador i al que elabora normes en la selecció d'una categoria basant-se en el comportament del sistema en cas de fallida. Però aquest és només un aspecte, ja que altres factors també contribueixen quan s'avalua si s'ha obtingut la seguretat adequada. Aquests factors inclouen, per exemple, la fiabilitat dels components, la tecnologia utilitzada, l'aplicació particular i poden donar lloc a un canvi respecte a la selecció de la categoria prevista.

El mètode és el següent:

- La gravetat d'una lesió (anomenada S) és relativament fàcil d'estimar, per exemple, esquinç, amputació, mort.
- Per a la probabilitat que es produeixi, es fan servir paràmetres auxiliars per millorar l'estimació. Aquests paràmetres són:
 - la freqüència i durada de l'exposició al perill (F);
 - la possibilitat d'evitar el perill (P).

A la figura 51, la o les categories preferents s'indiquen mitjançant un cercle gran ple. En algunes aplicacions el dissenyador o el que elabora una norma de tipus C pot passar a una altra categoria indicada mitjançant un cercle petit o mitjançant un cercle gran buit. És possible utilitzar altres categories diferents a les preferents, però s'hauria de mantenir el comportament previst del sistema en cas de defecte (s). S'haurien d'exposar les raons del canvi de categoria. Les raons per seleccionar categories diferents de les preferents poden ser la utilització de tecnologies diferents, per exemple, components hidràulics o electromecànics d'eficàcia provada (categoria 1), associats a sistemes elèctrics o electrònics (categoria 3 o 4). Quan se seleccionen les categories indicades mitjançant un cercle petit a la figura 40, es poden necessitar mesures addicionals, per exemple:

- Sobredimensionament o aplicació de tècniques que condueixen a l'exclusió de defectes;
- utilització de control dinàmic.

Per exemple, una estimació del risc amb el paràmetre S1, dona a la part del sistema de comandament relativa a la seguretat la categoria 1. En algunes aplicacions el dissenyador o el que elabora la norma de tipus C pot triar la categoria B utilitzant altres mesures de protecció.

Guia de selecció dels paràmetres S, F, P

Gravetat d'una lesió S1 i S2

A l'estimar el risc que resulta d'un o diversos errors en les parts d'un sistema de comandament relatives a la seguretat, només es consideren les lesions lleugeres (normalment reversibles) i les lesions greus (normalment irreversibles, incloent la mort). Per a prendre una decisió s'haurien de tenir en compte les conseqüències habituals dels accidents i els processos de curació normals, per determinar S1 i S2, per exemple, els cardenals i/o estrips sense complicacions, es classificarien com S1 mentre que una amputació o una mort es classificarien com S2.

Freqüència i/o duració d'exposició al perill F1 i F2

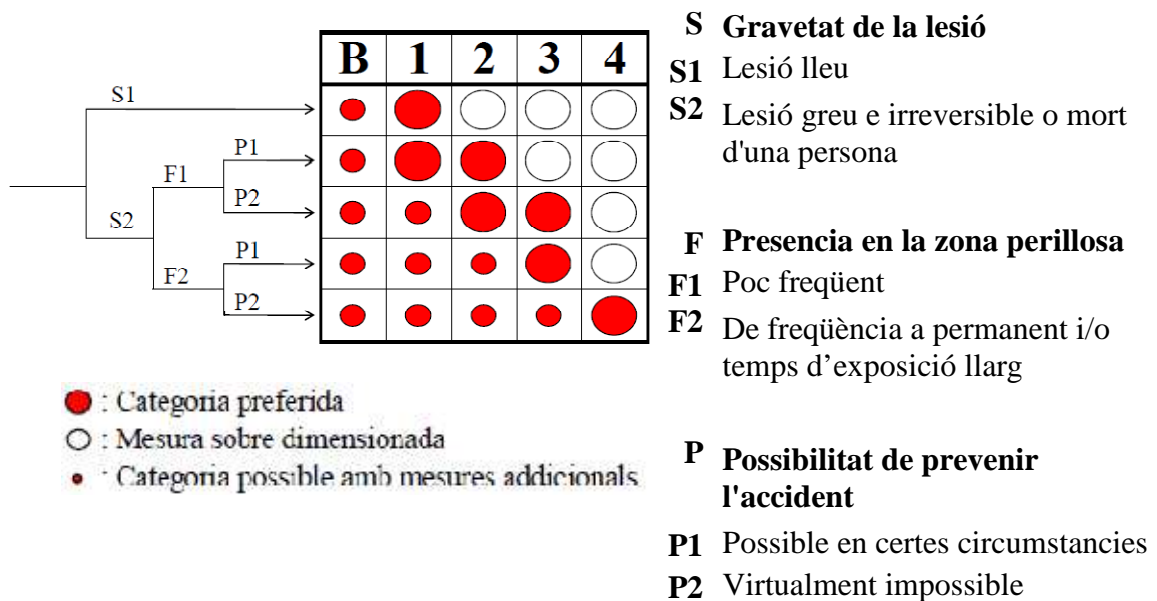
No és possible passar una durada que valgui en tots els casos, per a triar entre els paràmetres F1 o F2. No obstant això, les explicacions següents poden ajudar a prendre la decisió correcta en cas de dubte. Es hauríeu de seleccionar F2 si una persona està freqüentment o contínuament exposada al perill. És irrellevant el fet que siguin les mateixes o diferents persones les que estan exposades al perill en exposicions successives, per exemple, en la utilització d'ascensors. La durada de l'exposició al perill s'hauria d'avaluar basant-se en un valor mitjà que es pot comparar amb la durada total d'utilització de l'equip. Per exemple, si és necessari introduir regularment les mans a la zona de treball d'una màquina que funciona cicle a cicle, per carregar i descarregar les peces, es hauríeu de seleccionar F2. Si l'accés és necessari només de tant en tant, es pot seleccionar F1.

Possibilitat d'evitar el perill P

Quan hi ha un perill, és important saber si es pot reconèixer i evitar abans que provoqui un accident. Per exemple, és important saber si es pot identificar directament per les seves característiques físiques, o si només es pot reconèixer per mitjans tècnics, per exemple, indicadors. Altres aspectes importants que influeixen en la selecció del paràmetre P són, per exemple, els següents:

- funcionament amb o sense supervisió;-maneig de la màquina per personal qualificat o per no professionals,
- velocitat d'aparició del succés perillós, per exemple, ràpida o lenta;
- possibilitat d'evitar el perill, per exemple, escapant o per intervenció d'una tercera part;
- experiències pràctiques de seguretat relatives al procés.

Quan es produeix una situació perillosa, s'ha de seleccionar P1 només si hi ha una possibilitat real d'evitar un accident o de reduir significativament els seus efectes. S'hauria de seleccionar P2 si no existeix pràcticament cap possibilitat d'evitar el perill.

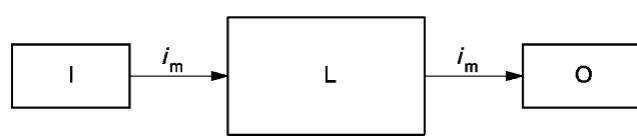


Taula 1: Elecció camí de les categories

Les parts del sistema de comandament relatives a la seguretat han de ser conformes als requisits d'una o diverses de les 5 categories. Aquestes categories no estan destinades a utilitzar-se en un ordre predeterminat o segons una jerarquia donat pel que fa als requisits de seguretat.

8.2.1 Categoria B

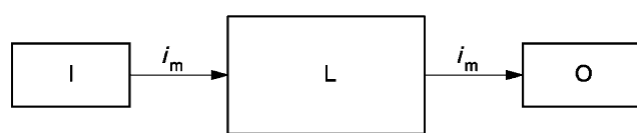
Equips dissenyats i fabricats segons principis bàsics que tracten de garantir la seva fiabilitat en condicions normals d'ús per, aplicacions en les quals en essencial la disponibilitat de la màquina. No s'apliquen mesures de seguretat i un error pot suposar la pèrdua de la funció de seguretat. En aquesta categoria, no aplicable a nivell industrial, estan englobades les màquines de molt poca potència, utilitzades en aplicacions domèstiques, incapaces de produir lesions greus.



i_m	medi d'interconnexió
I	dispositiu d'entrada
L	lògica
O	dispositiu de sortida

8.2.2 Categoria 1

Equips dissenyats i fabricats per ajuda de components i principis ja provats per permetre el seu ús en una aplicació de seguretat. La probabilitat d'error és menor que per als equips de categoria B i la pèrdua de la funció de seguretat és menys probable. En cas d'error és detectat pel sistema de seguretat.

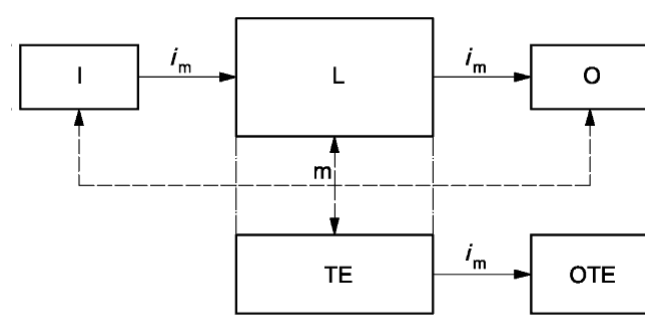


i_m	medi d'interconnexió
I	dispositiu d'entrada
L	lògica
O	dispositiu de sortida

8.2.3 Categoria 2

Equips dissenyats i fabricats de manera que un sol error no suposa la pèrdua de la funció de seguretat, quan sorgeix una situació perillosa. Una acumulació d'errors pot suposar la pèrdua de la funció de seguretat.

Les línies a traços representen la detecció de defectes raonablement practicable.

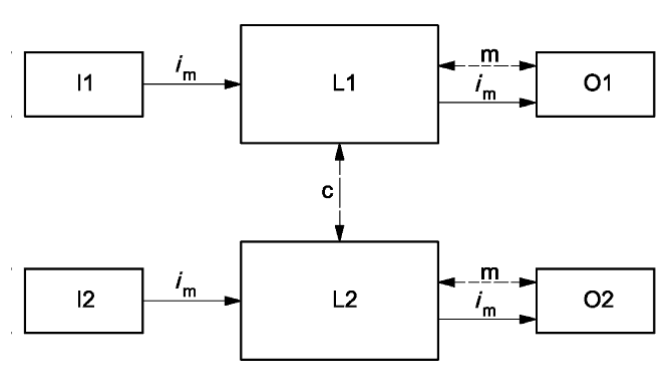


i_m	medis d'interconnexió
I	dispositiu 'entrada
L	lògica
m	control
O	dispositiu de sortida
TE	equip de comprovació
OTE	sortida de TE

8.2.4 Categoria 3

Equips dissenyats i fabricats de manera que un sol error no suposa la pèrdua de la funció de seguretat, quan sorgeix una situació perillosa. Una acumulació d'errors pot suposar la pèrdua de la funció de seguretat.

Les línies a traços representen la detecció de defectes raonablement practicable.

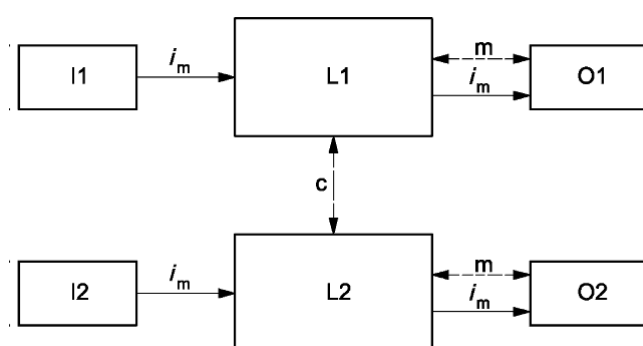


i_m	medi d'interconnexió
c	control creuat
I1, I2	dispositiu 'entrada
L1, L2	lògica
m	control
O1, O2	dispositiu de sortida

8.2.5 Categoria 4

Equips dissenyats i fabricats de manera que una única avaria o l'acumulació d'errors no suposin la pèrdua de la funció de seguretat, quan sorgeix una situació perillosa. La funció de seguretat es manté de forma permanent.

Les línies contínues per al control representa una cobertura del diagnòstic més alta que en l'arquitectura tipus per a la categoria 3.



i_m	medi d'interconnexió
c	control creat

I1, I2	dispositiu d'entrada
L1, L2	lògica
m	control
O1, O2	dispositiu de sortida

Cat.	Resum de requisits	Resposta del sistema	Principi per adquirir el nivell de seguretat
B	Les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat o dispositius de protecció, així com els seus components, tenen que estar dissenyades, fabricades, seleccionades y combinades d'acord amb les respectives normes, de manera que puguin fer front a les influències externes previsibles.	L'aparició d'un error pot portar a la pèrdua de la funció de seguretat	En la majoria dels casos ve determinada per la selecció dels components
1	Els requisits de B deuen complir-se. Es deuen utilitzar components i principis de seguretat acreditats.	L'aparició d'un error pot portar a la pèrdua de la funció de seguretat, però la probabilitat d'aparició es menor que en B	En la majoria dels casos ve determinada per la selecció dels components.
2	Els requisits de B i d'utilització de principis de seguretat acreditats deuen complir-se. La funció de seguretat deu ser inspeccionada amb una freqüència adequada a través del sistema de comandament de la màquina.	L'aparició d'un error pot portar a la pèrdua de la funció de seguretat de la màquina entre els intervals de temps de l'inspecció. La pèrdua de la funció de seguretat es detecta amb l'inspecció.	En la majoria dels casos ve determinada per l'estructura.
3	Els requisits de B i l'utilització de principis de seguretat acreditats deuen complir-se. Les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat deuen estar dissenyades de manera que: -un error aïllat en cada una d'aquestes peces no comporti la pèrdua de la funció de seguretat i -sempre que s'arribi a cap d'una forma apropiada, es pugui reconèixer l'error aïllat	Si apareix un error aïllat, la funció de seguretat es manté sempre intacta. Es detecten alguns, però no tots els errors. L'acumulació d'errors no detectats pot portar a la pèrdua de la funció de seguretat	En la majoria dels casos ve determinada per l'estructura.

4	<p>Els requisits de B i l' utilització de principis de seguretat acreditats deuen complir-se. Les parts els sistemes de comandament relatives a la seguretat deuen estar dissenyades de manera que:</p> <ul style="list-style-type: none"> -un error aïllat en cada una d'aquestes peces no comporti la pèrdua de la funció de seguretat i - es detecta l'error aïllat en el següent requeriment de la funció de seguretat o abans, o, si això no es possible, l'acumulació d'errors no deu portar a la pèrdua de la funció de seguretat. 	<p>Si apareixen errors, la funció de seguretat es manté sempre intacte. Els errors es detecten a temps per a evitar la pèrdua de la funció de seguretat</p>	<p>En la majoria dels casos ve determinada per l'estructura.</p>
---	---	---	--

Figura 51. Resum de les categories

8.3 Introducció UNE-EN ISO 13849-1

La UNE-EN ISO 13849-1 “Seguretat en màquines. Parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat part 1: Principis generals per al disseny” es va aprovar oficialment l'octubre de 2006 com a successora de la EN 954-1. Com la UNE-EN 954-1, abasta el seu camp d'aplicació a les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat (SRP/CS) i tot tipus de comandament relatives a la seguretat (SRP/CS) i tot tipus de màquines, independentment de la tecnologia i energia utilitzades (elèctrica, hidràulica, pneumàtica, mecànica, etc.). Aposta per les categories ja conegudes de la EN 954-1 i conté requisits especials per a les SRP/CS amb sistemes electrònics programables. Amb la EN ISO 13849-1 s'aconsegueix, a més de l'enfocament qualitatiu de la EN 954-1, un enfocament quantitatiu de les funcions de seguretat. Per a la classificació del diferent rendiment tècnic relacionat amb la seguretat, a la EN ISO 13849-1 es defineixen els Performance Level (PL) “nivells de prestacions” sobre la base de les categories de la norma anterior. Els cinc PL (a, b, c, d, e) representen els diferents graus mitjans de probabilitat d'aparició d'una fallada perillós per hora.

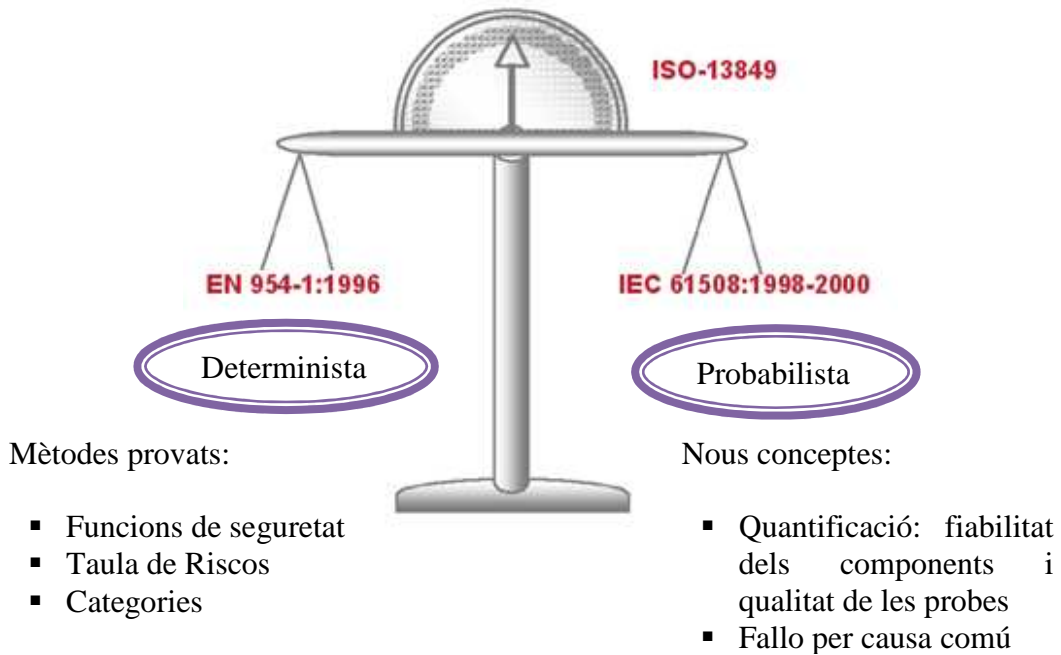


Figura 52: Representació d'equivalència de normes de la EN ISO 13849-1

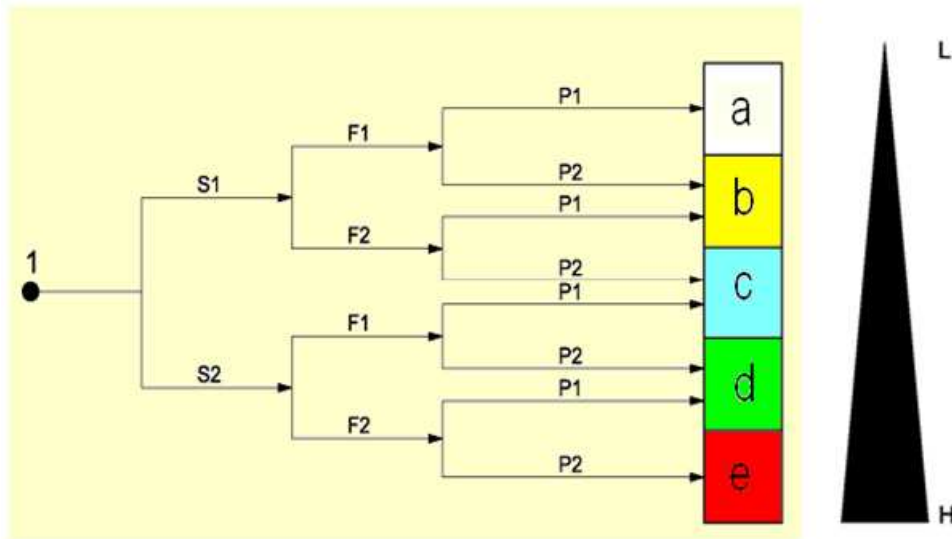
8.4 Determinació dels PL segons UNE-EN ISO 13849-1

Per als fins d'aquesta part de la Norma ISO 13.849, l'aptitud de les parts relatives a la seguretat per exercir una funció de seguretat s'expressa mitjançant la determinació del nivell de prestacions (PL). Els nivells de prestacions es defineixen en termes de probabilitat d'error perillós per hora. S'estableixen cinc nivells de prestacions (de l'a a l'e), mitjançant una gamma de probabilitats d'error perillós per hora.

PL	Probabilitat mitja d'un fallo perillós per hora 1/h
a	$\geq 10^{-5}$ a $< 10^{-4}$
b	$\geq 3 * 10^{-6}$ a $< 10^{-5}$
c	$\geq 10^{-6}$ a $< 3 * 10^{-6}$
d	$\geq 10^{-7}$ a $< 10^{-6}$
e	$\geq 10^{-8}$ a $< 10^{-7}$

Taula 2: Valor probabilitat mitja d'un fallo perillós per hora

Per a la selecció del PL s'adopta la definició del mètode simplificat basat en la norma ISO 14.121 i la guia de selecció dels paràmetres S, F, i P per a l'estimació del risc, igual que en l'apartat 7.1.1, llevat que ara hem de seguir la taula 3.



Taula 3: Elecció camí PL_r

Llegenda

1	punt de partida per l'estimació de la contribució de les funcions de seguretat a la reducció del risc.	S	Gravetat de la lesió incloent la mort)
L	contribució a la reducció del risc baix	S1	Lesió lleu (normalment reversible)
H	contribució a la reducció del risc alta	S2	Lesió greu (normalment irreversible,
PL_r	Nivell de prestacions requerit	F	Freqüència y/o duració de la exposició al perill.
		F1	Rar o bastant freqüent y/o curta duració de la exposició
		F2	Freqüent a continuu y/o llarga duració de la exposició
		P	Possibilitat d'evitar el perill de limitar el dany
		P1	Possible en determinades condicions
		P2	Rarament possible

Per a cada SRP/CS seleccionada i/o per a qualsevol combinació de SRP/CS que exerceixi una funció de seguretat s'ha de realitzar una estimació del PL.

El PL de la SRP/CS s'ha de determinar mitjançant l'estimació dels següents aspectes:

- el valor de $MTTF_d$ per a components independents
- la DC
- els CCF
- l'arquitectura tipus (categoria)

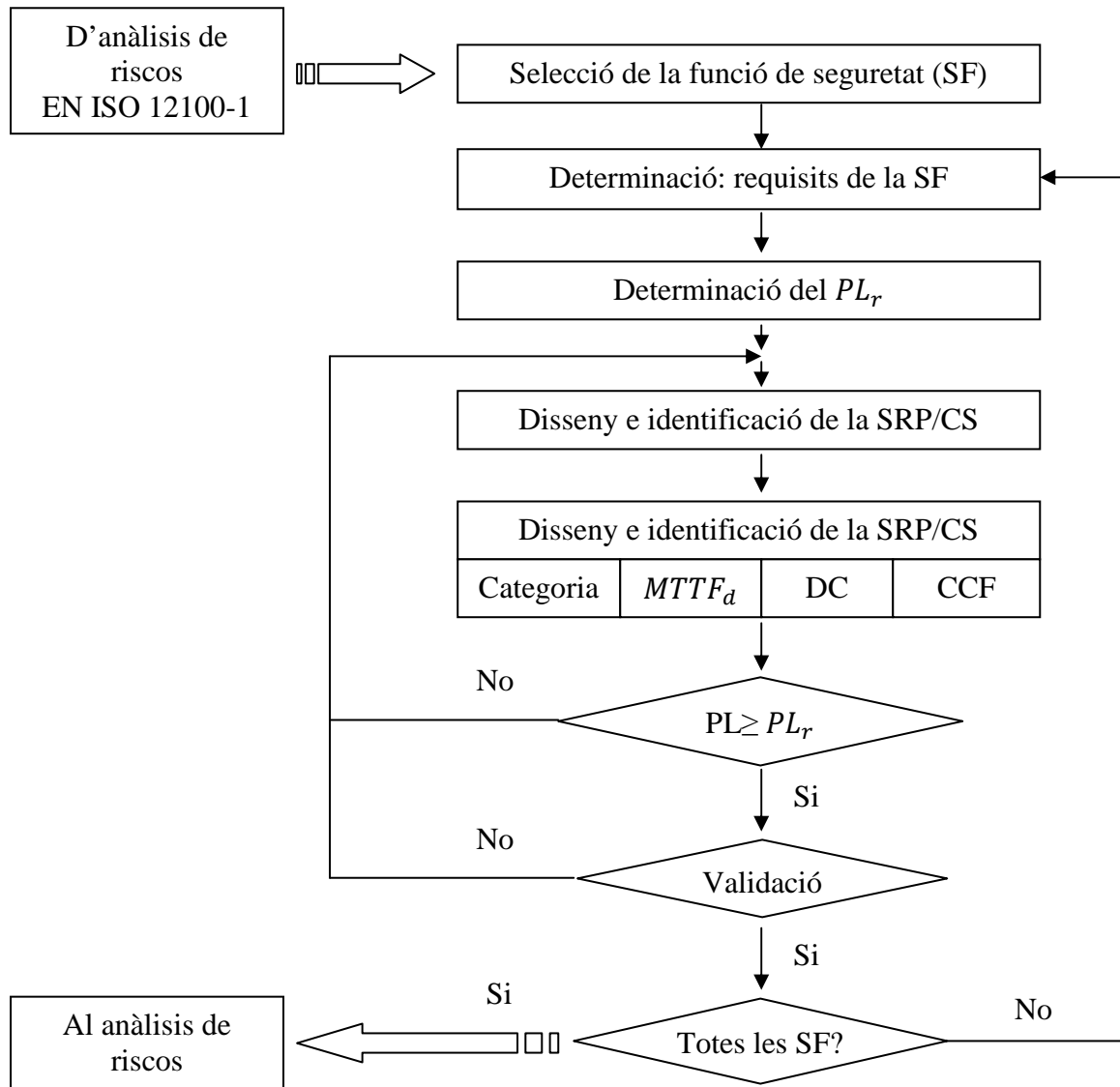


Figura 53: Diagrama de flux per aconseguir PL

8.4.1 Temps mitjà fins l'error perillós de cada canal ($MTTF_d$)

El valor del $MTTF_d$ de cada canal es classifica en tres nivells i s'ha de tenir en compte per a cada canal individualment.

D'acord amb el $MTTF_d$, es pot tenir en compte un valor màxim de 100 anys.

MTTF _d	
Índex per cada canal	Gama per cada canal
Baix 3 anys	$\leq MTTF_d < 10$ anys
Mix 10 anys	$\leq MTTF_d < 30$ anys
Alt 30 anys	$\leq MTTF_d < 100$ anys

Taula 4: Nivell segons resultat $MTTF_d$

El procediment jeràrquic per trobar les dades per a l'estimació del $MTTF$ d'un component, ha de ser la manera següent:

- a) utilitzar les dades dels fabricants,
- b) utilitzar algun dels mètodes següents:

Mètode de les bones pràctiques de l'enginyeria

Si es compleixen els criteris següents, el valor de $MTTF_d$ o B_{10d} per a un component, es pot estimar d'acord amb la taula de la taula 5.

- Els components s'han fabricat d'acord amb els principis bàsics de seguretat i d'eficàcia provada.
- El fabricant del component especifica l'aplicació apropiada i les condicions de funcionament per a l'usuari.
- El disseny de les SRP/CS compleix els principis bàsics de seguretat i d'eficàcia provada per a la implementació i el funcionament del component.

	Valors típics $MTTF_d$ (any) o B_{10d}(cicles)
Components mecànics	$MTTF_d = 150$
Components hidràulics	$MTTF_d = 150$
Components neumàtics	$B_{10d} = 20\ 000\ 000$
Relé i contactes auxiliars amb carga lleugera (carga mecànica)	$B_{10d} = 20\ 000\ 000$
Relé i contactes auxiliars amb carga màxima	$B_{10d} = 400\ 000$
Interruptors de proximitat amb carga lleugera (carga mecànica)	$B_{10d} = 20\ 000\ 000$
Interruptors de proximitat amb carga màxima	$B_{10d} = 400\ 000$
Contactors amb carga lleugera (carga mecànica)	$B_{10d} = 20\ 000\ 000$
Contactors amb carga nominal	$B_{10d} = 2\ 000\ 000$
Interruptor de posició independent de la carga	$B_{10d} = 20\ 000\ 000$
Interruptor de posició (amb accionador separat, resguard amb boqueix) independent de la carga	$B_{10d} = 2\ 000\ 000$
Dispositiu de parada d'emergència independent de la carga	$B_{10d} = 100\ 000$
Dispositiu de parada d'emergència amb exigències màximes de funcionament	$B_{10d} = 6050$
Polsador independent de la carga	$B_{10d} = 100\ 000$

Taula 5: Mètode de les bones pràctiques de l'enginyeria

Càlcul del $MTTF_d$ pera components a partir de B_{10d}

El nombre mitjà de cicles fins que el 10% dels components falla de manera perillosa (B_{10d}) hauria de ser determinat pel fabricant del component d'acord amb els mètodes d'assaig de les normes del producte pertinents

Amb B_{10d} i n_{op} , el nombre mitjà d'operacions per any, el $MTTF_d$ per a components, es pot calcular de la següent manera:

Formula 1: Càlcul $MTTF_d$ a partir B_{10d}

$$MTTF_d = \frac{B_{10d}}{0,1 * n_{op}}$$

On

Formula 2: Càlcul n_{op}

$$n_{op} = \frac{d_{op} * h_{op} * 3600s/h}{t_{ciclo}}$$

Havent fet les hipòtesis següents sobre l'aplicació del component:

- h_{op} és el nombre mitjà d'hores d'utilització per dia;
- d_{op} és el nombre mitjà de dies d'utilització per any;
- t_{cicle} és el temps entre el començament de dos cicles successius del component en segon per cicle.

La durada de l' utilització d'un component està limitada a T_{10d} , el temps mitjà fins que el 10% dels components falla de manera perillosa, en això que B_{10d} , el nombre mitjà de cicles fins que el 10% dels components falla de manera perillosa es pot convertir en T_{10d} utilitzant n_{op} , el nombre mitjà d'operacions per any:

Formula 3: Càlcul T_{10d}

$$T_{10d} = \frac{B_{10d}}{n_{op}}$$

Arribant al final de:

Formula 4: $MTTF_d$, T_{10d} i B_{10d}

$$MTTF_d = \frac{T_{10d}}{0,1} = \frac{B_{10d}}{0,1 * n_{op}}$$

EXEMPLE:

Per a un distribuïdor pneumàtic, el fabricant fixa un valor mitjà de B_{10d} de 60 milions de cicles. El distribuïdor s'utilitza en dos torns per dia i 220 dies de treball per any. El temps mitjà entre el començament de dues commutacions successives s'estima en 5 s. És a dir :

- d_{op} de 220 dies per any;
- h_{op} de 16 h per dia;
- t_{ciclo} de 5 s per cicle;
- B_{10d} de 60 milions de cicles;

Amb aquests valors d'entrada es poden calcular les quantitats següents:

$$n_{op} = \frac{220 \text{ dias/año} * 16 \text{ h/dia} * 3600 \text{ s/h}}{5 \text{ s/ciclo}} = 2,53 * 10^6 \text{ ciclos/años}$$

$$T_{10d} = \frac{60 * 10^6 \text{ ciclos}}{2,53 * 10^6 \text{ ciclos/años}} = 23,7 \text{ años}$$

$$MTTF_d = \frac{23,7 \text{ años}}{0,1} = 237 \text{ años}$$

Mètode de recompte de parts

El mètode de "recompte de parts" serveix per estimar el $MTTF_d$ de cada canal per separat. En els càlculs es fan servir els valors de $MTTF_d$ de tots els components independents que formen part del canal corresponent. La fórmula general és:

Formula 5: Mètode de recompte de parts

$$\frac{1}{MTTF_d} = \sum_{i=1}^{\tilde{N}} \frac{1}{MTTF_{di}} = \sum_{j=1}^{\tilde{N}} \frac{q_j}{MTTF_{dj}}$$

On:

$MTTF_d$ és el valor per al canal complet

$MTTF_{di}$, $MTTF_{dj}$ son els corresponents $MTTF$ de cada component que contribueix a la funció de seguretat

La primera suma s'estableix a partir de cada component pres per separat, la segona suma és

una forma equivalent simplificada en què s'han agrupat tots els components idèntics n_{op} , que tinguin el mateix $MTTF_{dj}$.

MTTF per a diferents canals, simetrització de MTTF per cada canal

Les arquitectures tipus suposen que per a diferents canals en una SRP/CS redundant, els valors de $MTTF_d$ per a cada canal són iguals.

Si els canals tenen $MTTF_d$ diferents, hi ha dues possibilitats:

1. com a hipòtesi del cas més desfavorable, s'hauria de tenir en compte el valor més baix;
2. es pot utilitzar l'equació següent com una estimació d'un valor de substitució de $MTTF_d$ per a cada canal:

Formula 6: Càlcul $MTTF_d$ diferents canals

$$MTTF_d = \frac{2}{3} \left[MTTF_{dc1} + MTTF_{dc2} - \frac{1}{\frac{1}{MTTF_{dc1}} + \frac{1}{MTTF_{dc2}}} \right]$$

EXEMPLE

Un canal té un $MTTF_{dc1} = 3$ anys i l'altre canal té un $MTTF_{dc2} = 100$ anys, amb la qual cosa resulta un $MTTF_d = 66$ anys per a cada canal.

- c) Elegir 10 anys. Seleccionat aquest valor per defecte, limita el rang de la mesura

8.4.2 Cobertura del diagnòstic (DC)

La cobertura de diagnòstic (DC) representa l'eficàcia de la supervisió d'errors d'un sistema o subsistema. DC és la relació entre la taxa de fracàs d'errors perillosos detectats i la taxa de fracàs del total d'errors perillosos.

El valor de la DC s'ha classificat en quatre nivells.

DC	
Índex	Gama
Nul·la	$DC < 60\%$
Baixa	$60\% \leq DC < 90\%$
Mixa	$90\% \leq DC < 99\%$
Alta	$99\% \leq DC$

Taula 6: Nivell segons resultat DC

Per a l'estimació de la DC, es pot utilitzar, en la majoria dels casos, l'anàlisi dels modes de fallada i els seus efectes o altres mètodes similars. En aquest cas, s'haurien de considerar tots els defectes i/o modes de fallada pertinents i verificar el PL de la combinació de les SRP/CS que exerceixen la funció de seguretat respecte al nivell de prestacions requerit (PL). Per a un enfocament simplificat d'estimació de la DC.

Estimació per a la cobertura de diagnòstic (DC) per a les funcions i els mòduls

Mesura	DC
Dispositiu d'entrada	
Estímul cíclic de comprovació mitjançant canvi dinàmic de las senyals d'entrada	90%
Prova de versemblança, per exemple, utilització de contactes normalment oberts i normalment tancats, guiats mecànicament.	99%
Control creuat de senyals d'entrada sense comprovació dinàmica	0% a 99%, depenent de la freqüència amb la que l'aplicació canvia de senyal
Control creuat de senyals d'entrada amb comprovació	90%

dinàmica, en el cas que els curtcircuits no siguin detectables (per I/O múltiples)	
Control creuat dels senyals d'entrada i dels resultats intermedis en la lògica (L) i control temporal i lògic pel suport lògic del flux del programa i detecció de defectes estàtics i de curtcircuits (per I/O múltiples)	99%
Control indirecte (per exemple, control mitjançant un pressòstat, control elèctric de la posició dels accionadors)	90% a 99%, depenent de l'aplicació
Control directe (per exemple, control elèctric de la posició dels distribuïdors de comandament, control dels dispositius electromecànics mitjançant elements de contacte units mecànicament)-	99%
Detecció de defectes mitjançant el procés	0% a 99%, depenent de 'aplicació; aquesta mesura per si sola no es suficient per un nivell requerit de prestacions "e"
Control d'algunes característiques del sensor (temps de resposta, gamma dels senyals analògiques, per exemple, resistència elèctrica, capacitat	60%

Taula 7: Valor DC dels dispositius d'entrada

Mesura	DC
Lògica	
Control indirecte (per exemple control mitjançant un pressòstat, control elèctric de les posicions dels accionadors)	90% a 99%, depenent de l'aplicació
Control directe (per exemple, control elèctric de la posició dels distribuïdors de comandament, control dels dispositius electromecànics mitjançant elements de contacte units mecànicament)	99%
Control temporal simple de la lògica (per exemple, temporitzador com a gos guardià, quan els punts de tret es troben en el programa de la lògica)	60%
Control temporal i lògic de la lògica mitjançant el gos guardià, quan l'equip de comprovació realitza proves de versemblança del comportament de la lògica	90%
Autocontrols a la posada en marxa per detectar els defectes latents en parts de la lògica (per exemple, memòries de programa i de dades, ports d'entrada / sortida, interfícies)	99% (depenent de la tècnica de comprovació)
Comprovació de la capacitat de reacció del dispositiu de control (per exemple, gos guardià) pel canal principal a la posada en marxa, o quan es demana la funció de seguretat o quan una senyal extern la sol·licita a través d'una línia d'entrada	90%

Principi dinàmic (tots els components de la lògica han de canviar d'estat ACTIVAT- DESACTIVAT- ACTIVAT quan es demana la funció de seguretat) per exemple circuit d'enclavament realitzat mitjançant relés	99%
Memòria invariable: signatura d'una paraula (8 bit)	90%
Memòria invariable: signatura de dues paraules (16 bit)	99%
Memòria variable: comprovació de la RAM utilitzant dades redundants, per exemple bits d'estat, marcadors, constants, temporitzadors i comparació creuada d'aquestes dades	60%
Memòria variable: comprovació de la llegibilitat i aptitud per a la lectura de les cèl·lules de memòria utilitzades	60%
Memòria variable: control de la RAM de un codi Hamming modificat o autocontrol de la RAM	99%
Unitat de processament: autocontrol mitjançant suport lògic	60% a 90%
Unitat de processament: processament codificat	90% a 99%
Detecció de defectes mitjançant el procés	0% a 99%, depenent de l'aplicació; aquesta mesura per si sola no es suficient per a un nivell requerit de prestacions "e"

Taula 8: Valor DC dels dispositius de lògica

Mesura	DC
Dispositiu de sortida	
Control de sortides mitjançant un canal sense comprovació dinàmica	0% a 99%, depenent de la freqüència amb la que l'aplicació canvia la senyal
Control creuat de senyals de sortida sense comprovació dinàmica	0% a 99%, depenent de la freqüència amb la que l'aplicació canvia la senyal
Control creuat de senyals de sortida amb comprovació dinàmica, sense detecció de curtcircuits (per I / O múltiples)	90%
Control creuat dels senyals de sortida i dels resultats intermedis en la lògica (L) i control temporal i lògic pel suport lògic del flux del programa i detecció de defectes estàtics i de curtcircuits (per I / O múltiples)	99%
Via de desconnexió redundat sense control de l'accionador	0
Via de desconnexió redundat amb control d'un dels accionadors, mitjançant lògica o per un equip de comprovació	90%

Via d'aturada redundant amb control dels accionadors mitjançant lògica (L) i un equip de comprovació	99%
Control indirecte (per exemple, control mitjançant un pressòstat, control elèctric de la posició dels accionadors)	90% a 99%, depenent de l'aplicació
Detecció de defectes mitjançant el procés	0% a 99%, depenent de l'aplicació; aquesta mesura per si sola no es suficient per a un nivell requerit de prestacions "e"
Control directe (per exemple, control elèctric de la posició dels distribuïdors de comandament, control dels dispositius electromecànics mitjançant elements de contacte units mecànicament)	99%

Taula 9: Valor DC dels dispositius de sortida

Estimació de la DC mitja (DC_{avg})

La DC_{avg} es pot definir com la relació entre la taxa de fallada de les fallades perillosos detectats i la taxa de fallada del total d'errors perillosos. D'acord amb aquesta definició, s'estima una cobertura del diagnòstic mitjana DC_{avg} mitjançant la fórmula següent:

Formula 7: Càlcul DC_{avg}

$$DC_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{d1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{DC_N}{MTTF_{dN}}}{\frac{1}{MTTF_{d1}} + \frac{1}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{dN}}}$$

En aquest cas, s'han de tenir en compte tots els components als quals no se'ls ha aplicat l'exclusió de defectes de la SRP/CS i s'han de sumar. Per a cada part es prenen en compte el MTTF i la DC. En aquesta fórmula, les DCs signifiquen la relació entre la taxa de fallada dels errors perillosos detectats de parts (independentment de les mesures utilitzades per detectar els errors) i la taxa de fallada del total d'errors perillosos d'aquesta part. Les DCs es refereixen, per tant, a la part comprovada i no al dispositiu de comprovació. Els components que no es comproven, tenen una $DC=0$ i només contribueixen en el denominador de DC.

8.4.3 Fallo de causa comú (CCF)

Es produeixen quan es produeixen errors múltiples resultants d'una sola causa que produeix un error perillós. Aquests són els fracassos dels diferents elements, com a resultat d'un esdeveniment únic. Els fracassos no són conseqüència dels uns als altres.

Aquest procés quantitatiu s'hauria de realitzar per al conjunt del sistema. S'hauria de tenir en compte cada component de les parts dels sistemes de comandament relatives a la seguretat.

Per a cada mesura llistada, només es pot atribuir la puntuació total o cap puntuació. Si una mesura es compleix només parcialment, el resultat per a aquesta mesura és zero.

Nº	Mesura contra els CCF	Puntuació
1	Separació / Aïllament	
	Separació física entre els camins dels senyals: - separació en el cablejat, en les canonades, - distàncies d'aïllament i línies de fuga suficients en targetes per a circuits impresos	15
2	Diversitat	
	Utilitzar diferents tecnologies / principis de disseny o principis físics, per exemple: - primer canal electrònic programable i segon canal cablejat, - tipus d'iniciació, -pressió i temperatura Mesura de la distància i de la pressió, per exemple: -digital i analògica Components de diferents fabricants	20
3	Disseny / aplicació / experiència	
3.1	Protecció contra sobretensió, sobrepressió, sobreintensitat, etc.	15
3.2	Utilització de components d'eficàcia provada	5
4	Avaluació / Anàlisi	
	En el disseny es tenen en compte els resultats d'una anàlisi dels modes de fallada i els seus efectes per evitar els errors de causa comuna?	
5	Competència / formació	5
	Han estat formats els dissenyadors i el personal de manteniment per entendre les causes i conseqüències dels errors de causa comuna?	5

6	Medi ambient	
6.1	<p>Prevenió de la contaminació i de les pertorbacions electromagnètiques (CEM) contra els CCF, de conformitat amb les normes pertinents</p> <p>Sistemes fluídics: filtració del medi a pressió, prevenió de l'absorció de impureses, drenatge de l'aire comprimit, per exemple, de conformitat amb els requisits del fabricant del component pel que fa a la puresa del medi a pressió</p> <p>Sistemes elèctrics: s'ha comprovat la immunitat electromagnètica del sistema, per exemple tal com s'especifica en les normes pertinents contra els CCF?</p> <p>Per a sistemes combinats fluídics i elèctrics, s'haurien de considerar dos aspectes</p>	25
6.2	<p>Altres influències</p> <p>S'han tingut en compte els requisits relatius a la immunitat contra totes les influències ambientals pertinents, tals com la temperatura, els xocs, les vibracions, la humitat (per exemple, tal com s'especifica en les normes pertinents)?</p>	10
	Total	[máx. assolible 100]
Puntuació total		Mesura per a evitar els CCF
65 o millor		Compleix els requisits
Menys de 65		Procés fallat

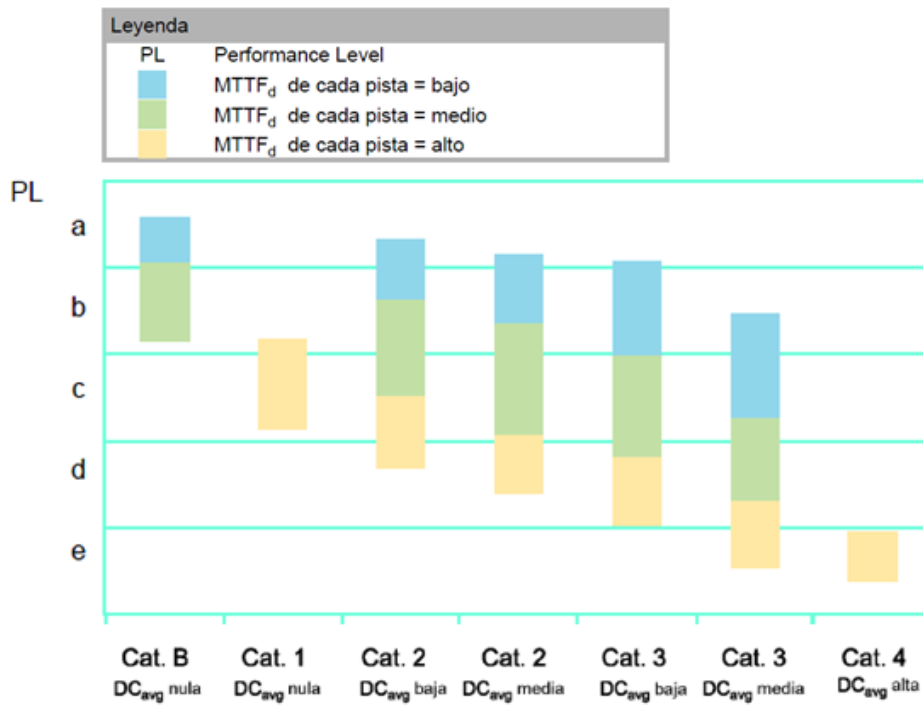
Taula 10: Valor CCF

Una puntuació d' almenys 65 han de ser assolit per la declaració de conformitat a les categories 2, 3 i 4.

8.4.4 Procés simplificat de determinació del PL assolit

A continuació presentem un procés simplificat per a determinar el PL d'un sistema de comandament relacionat amb la seguretat. La condició per utilitzar el procés simplificat és que el disseny del sistema de comandament es basi en una de les estructures tipus (Categoria) anteriorment definides i es determini a més la DC_{avg} i el $MTTF_d$ de cada canal.

Tenint en compte aquests paràmetres, es presenta un mètode gràfic per determinar el PL obtingut per la SRP/CS. La combinació d'una categoria i de la DC_{avg} determina quina columna s'ha de seleccionar. Segons el $MTTF_d$ de cada canal, s'ha de seleccionar una de les tres superfícies ombrejades de la columna pertinent. La posició vertical d'aquesta superfície determina el PL obtingut que es pot llegir en l'eix vertical.



Taula 11: Taula 1 d'àrea pel mètode simplificat d'obtenció PL

Si la superfície cobreix 2 o 3 PL possibles, el PL obtingut es don en la taula de la taula 12.

Categoria	B	1	2	2	3	3	4
DC_{avg}	nul·la	nul·la	baixa	mixa	baixa	mixa	alta
$MTTF_d$ de cada canal							
Baixa	a	No cobert	a	b	b	c	No cobert
Mixa	b	No cobert	b	c	c	d	No cobert
Alta	No cobert	c	c	d	d	d	e

Taula 12: Taula 2 d'àrea pel mètode simplificat d'obtenció PL

8.4.5 Taula informació relació ISO 13849 i IEC 62061

MTTF _a para cada canal años	Probabilidad media de un fallo peligroso por hora (L/h) y nivel de prestaciones correspondiente (PL)							
	Cat. B PL DC _{avg} = nula	Cat. 1 PL DC _{avg} = nula	Cat. 2 PL DC _{avg} = baja	Cat. 2 PL DC _{avg} = media	Cat. 3 PL DC _{avg} = baja	Cat. 3 PL DC _{avg} = media	Cat. 4 PL DC _{avg} = alta	PL
3	$3,80 \times 10^{-5}$ a		$2,58 \times 10^{-5}$ a	$1,99 \times 10^{-5}$ a	$1,26 \times 10^{-5}$ a	$6,09 \times 10^{-6}$ b		
3,3	$3,46 \times 10^{-5}$ a		$2,33 \times 10^{-5}$ a	$1,79 \times 10^{-5}$ a	$1,13 \times 10^{-5}$ a	$5,41 \times 10^{-6}$ b		
3,6	$3,17 \times 10^{-5}$ a		$2,13 \times 10^{-5}$ a	$1,62 \times 10^{-5}$ a	$1,03 \times 10^{-5}$ a	$4,86 \times 10^{-6}$ b		
3,9	$2,93 \times 10^{-5}$ a		$1,95 \times 10^{-5}$ a	$1,48 \times 10^{-5}$ a	$9,37 \times 10^{-6}$ b	$4,40 \times 10^{-6}$ b		
4,3	$2,65 \times 10^{-5}$ a		$1,76 \times 10^{-5}$ a	$1,33 \times 10^{-5}$ a	$8,39 \times 10^{-6}$ b	$3,89 \times 10^{-6}$ b		
4,7	$2,43 \times 10^{-5}$ a		$1,60 \times 10^{-5}$ a	$1,20 \times 10^{-5}$ a	$7,58 \times 10^{-6}$ b	$3,48 \times 10^{-6}$ b		
5,1	$2,24 \times 10^{-5}$ a		$1,47 \times 10^{-5}$ a	$1,10 \times 10^{-5}$ a	$6,91 \times 10^{-6}$ b	$3,15 \times 10^{-6}$ b		
5,6	$2,04 \times 10^{-5}$ a		$1,33 \times 10^{-5}$ a	$9,87 \times 10^{-6}$ b	$6,21 \times 10^{-6}$ b	$2,80 \times 10^{-6}$ c		
6,2	$1,84 \times 10^{-5}$ a		$1,19 \times 10^{-5}$ a	$8,80 \times 10^{-6}$ b	$5,53 \times 10^{-6}$ b	$2,47 \times 10^{-6}$ c		
6,8	$1,68 \times 10^{-5}$ a		$1,08 \times 10^{-5}$ a	$7,93 \times 10^{-6}$ b	$4,98 \times 10^{-6}$ b	$2,20 \times 10^{-6}$ c		
7,5	$1,52 \times 10^{-5}$ a		$9,75 \times 10^{-6}$ b	$7,10 \times 10^{-6}$ b	$4,45 \times 10^{-6}$ b	$1,95 \times 10^{-6}$ c		
8,2	$1,39 \times 10^{-5}$ a		$8,87 \times 10^{-6}$ b	$6,43 \times 10^{-6}$ b	$4,02 \times 10^{-6}$ b	$1,74 \times 10^{-6}$ c		
9,1	$1,25 \times 10^{-5}$ a		$7,94 \times 10^{-6}$ b	$5,71 \times 10^{-6}$ b	$3,57 \times 10^{-6}$ b	$1,53 \times 10^{-6}$ c		
10	$1,14 \times 10^{-5}$ a		$7,18 \times 10^{-6}$ b	$5,14 \times 10^{-6}$ b	$3,21 \times 10^{-6}$ b	$1,36 \times 10^{-6}$ c		
11	$1,04 \times 10^{-5}$ a		$6,44 \times 10^{-6}$ b	$4,53 \times 10^{-6}$ b	$2,81 \times 10^{-6}$ c	$1,18 \times 10^{-6}$ c		
12	$9,51 \times 10^{-6}$ b		$5,84 \times 10^{-6}$ b	$4,04 \times 10^{-6}$ b	$2,49 \times 10^{-6}$ c	$1,04 \times 10^{-6}$ c		
13	$8,78 \times 10^{-6}$ b		$5,33 \times 10^{-6}$ b	$3,64 \times 10^{-6}$ b	$2,23 \times 10^{-6}$ c	$9,21 \times 10^{-7}$ d		

MTTF _d para cada canal años	Probabilidad media de un fallo peligroso por hora (1/h) y nivel de prestaciones correspondiente (PL)									
	Cat. B PL DC _{avg} = nula	Cat. 1 PL DC _{avg} = nula	Cat. 2 PL DC _{avg} = baja	Cat. 2 PL DC _{avg} = media	Cat. 3 PL DC _{avg} = baja	Cat. 3 PL DC _{avg} = media	Cat. 4 PL DC _{avg} = alta	PL	PL	PL
15	7,61 × 10 ⁻⁶ b		4,53 × 10 ⁻⁶ b	3,01 × 10 ⁻⁶ b	1,82 × 10 ⁻⁶ c	7,44 × 10 ⁻⁷ d				
16	7,13 × 10 ⁻⁶ b		4,21 × 10 ⁻⁶ b	2,77 × 10 ⁻⁶ c	1,67 × 10 ⁻⁶ c	6,76 × 10 ⁻⁷ d				
18	6,34 × 10 ⁻⁶ b		3,68 × 10 ⁻⁶ b	2,37 × 10 ⁻⁶ c	1,41 × 10 ⁻⁶ c	5,67 × 10 ⁻⁷ d				
20	5,71 × 10 ⁻⁶ b		3,26 × 10 ⁻⁶ b	2,06 × 10 ⁻⁶ c	1,22 × 10 ⁻⁶ c	4,85 × 10 ⁻⁷ d				
22	5,19 × 10 ⁻⁶ b		2,93 × 10 ⁻⁶ c	1,82 × 10 ⁻⁶ c	1,07 × 10 ⁻⁶ c	4,21 × 10 ⁻⁷ d				
24	4,76 × 10 ⁻⁶ b		2,65 × 10 ⁻⁶ c	1,62 × 10 ⁻⁶ c	9,47 × 10 ⁻⁷ d	3,70 × 10 ⁻⁷ d				
27	4,23 × 10 ⁻⁶ b		2,32 × 10 ⁻⁶ c	1,39 × 10 ⁻⁶ c	8,04 × 10 ⁻⁷ d	3,10 × 10 ⁻⁷ d				
30		3,80 × 10 ⁻⁶ b	2,06 × 10 ⁻⁶ c	1,21 × 10 ⁻⁶ c	6,94 × 10 ⁻⁷ d	2,65 × 10 ⁻⁷ d	9,54 × 10 ⁻⁸ e			
33		3,46 × 10 ⁻⁶ b	1,85 × 10 ⁻⁶ c	1,06 × 10 ⁻⁶ c	5,94 × 10 ⁻⁷ d	2,30 × 10 ⁻⁷ d	8,57 × 10 ⁻⁸ e			
36		3,17 × 10 ⁻⁶ b	1,67 × 10 ⁻⁶ c	9,39 × 10 ⁻⁷ d	5,16 × 10 ⁻⁷ d	2,01 × 10 ⁻⁷ d	7,77 × 10 ⁻⁸ e			
39		2,93 × 10 ⁻⁶ c	1,53 × 10 ⁻⁶ c	8,40 × 10 ⁻⁷ d	4,53 × 10 ⁻⁷ d	1,73 × 10 ⁻⁷ d	7,11 × 10 ⁻⁸ e			
43		2,65 × 10 ⁻⁶ c	1,37 × 10 ⁻⁶ c	7,34 × 10 ⁻⁷ d	3,87 × 10 ⁻⁷ d	1,54 × 10 ⁻⁷ d	6,37 × 10 ⁻⁸ e			
47		2,43 × 10 ⁻⁶ c	1,24 × 10 ⁻⁶ c	6,49 × 10 ⁻⁷ d	3,35 × 10 ⁻⁷ d	1,34 × 10 ⁻⁷ d	5,76 × 10 ⁻⁸ e			
51		2,24 × 10 ⁻⁶ c	1,13 × 10 ⁻⁶ c	5,80 × 10 ⁻⁷ d	2,93 × 10 ⁻⁷ d	1,19 × 10 ⁻⁷ d	5,26 × 10 ⁻⁸ e			
56		2,04 × 10 ⁻⁶ c	1,02 × 10 ⁻⁶ c	5,10 × 10 ⁻⁷ d	2,52 × 10 ⁻⁷ d	1,03 × 10 ⁻⁷ d	4,73 × 10 ⁻⁸ e			
62		1,84 × 10 ⁻⁶ c	9,06 × 10 ⁻⁷ c	4,43 × 10 ⁻⁷ d	2,13 × 10 ⁻⁷ d	8,84 × 10 ⁻⁸ e	4,22 × 10 ⁻⁸ e			
68		1,68 × 10 ⁻⁶ c	8,17 × 10 ⁻⁷ c	3,90 × 10 ⁻⁷ d	1,84 × 10 ⁻⁷ d	7,63 × 10 ⁻⁸ e	3,80 × 10 ⁻⁸ e			
75		1,52 × 10 ⁻⁶ c	7,31 × 10 ⁻⁷ c	3,40 × 10 ⁻⁷ d	1,57 × 10 ⁻⁷ d	6,62 × 10 ⁻⁸ e	3,41 × 10 ⁻⁸ e			
82		1,39 × 10 ⁻⁶ c	6,61 × 10 ⁻⁷ c	3,01 × 10 ⁻⁷ d	1,35 × 10 ⁻⁷ d	5,79 × 10 ⁻⁸ e	3,08 × 10 ⁻⁸ e			
91		1,25 × 10 ⁻⁶ c	5,88 × 10 ⁻⁷ c	2,61 × 10 ⁻⁷ d	1,14 × 10 ⁻⁷ d	4,94 × 10 ⁻⁸ e	2,74 × 10 ⁻⁸ e			
100		1,14 × 10 ⁻⁶ c	5,28 × 10 ⁻⁷ c	2,29 × 10 ⁻⁷ d	1,01 × 10 ⁻⁷ d	4,29 × 10 ⁻⁸ e	2,47 × 10 ⁻⁸ e			

Taula 13: Relació ISO 13849 i IEC 62061

8.5 Introducció IEC/EN 62061

La IEC/EN 62061 “Seguretat en màquines. Seguretat funcional dels sistemes de comandament elèctrics, electrònics i electrònics programables relatius a la seguretat” conté requisits i recomanacions per al disseny, integració i validació de sistemes de control elèctrics, electrònics i electrònics programables relatius a la seguretat (SRECS) per a màquines que no es poden dur a la mà durant el treball. Al contrari que la EN ISO 13849-1, aquesta norma no estableix requisits per al rendiment d'elements de control no elèctrics (per exemple hidràulics, pneumàtics o electromecànics) per a màquines, relacionats amb la seguretat. En el seu marc complet, la EN ISO 12100-1 serveix, alternativament a la EN ISO 13849-1, per a l'especificació del rendiment tècnic relacionat amb la seguretat, necessari per a la reducció de riscos en sistemes de control elèctrics relacionats amb la seguretat. Com a norma específica d'un sector per sota de la IEC 61.508, la IEC/EN 62061 contempla en el camp d'aplicació de màquines, tot el cicle de vida dels (SRECS), des de la fase de concepció fins a la fi de la seva vida útil. El rendiment tècnic relacionat amb la seguretat es descriu mitjançant el nom Safety Integrity Level (SIL).

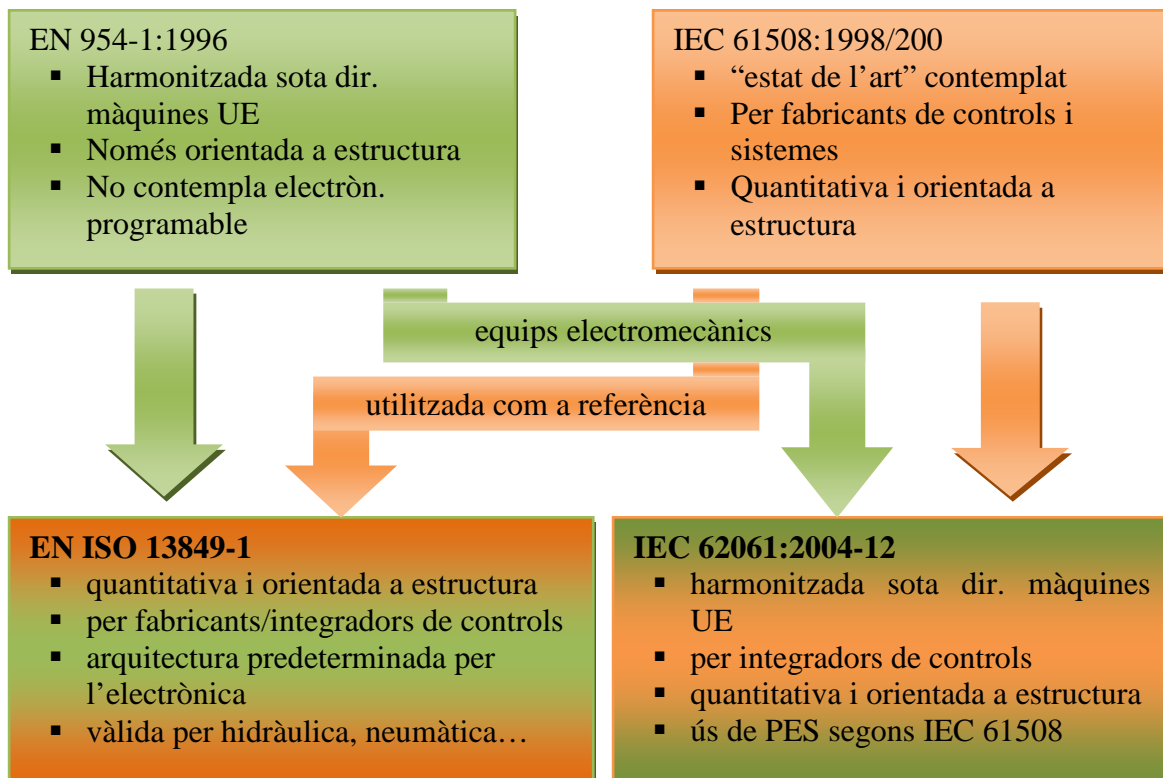


Figura 54: Representació aparició diferents normes

La Norma IEC 62061 i la Norma ISO 13849 especifiquen els requisits per al disseny i la implementació de sistemes de comandament relatives a la seguretat de les màquines. La utilització de qualsevol d'aquestes normes internacionals, d'acord amb els seus camps d'aplicació, pot donar presumpció de conformitat amb els requisits essencials de seguretat pertinents. La figura 56 resumeix els camps d'aplicació de la Norma IEC 62061 i la Norma ISO 13849.

	Realització tecnològica de les funcions de control relacionades amb la seguretat	ISO 13849-1 (1999)	IEC 62061
A	No elèctric, p. ex. hidràulic	X	No contemplat
B	Electromecànic, p. ex. Relé o electrònica no complexa	Restringit a arquitectura designades (nota 1) i fins PL=e	Totes les arquitectures i fins a SIL 3
C	Electrònica complexa, p. ex. programable	Restringit a arquitectura designades (nota 1) i fins PL=d	Totes les arquitectures i fins a SIL 3
D	A combinada amb B	Restringit a arquitectura designades (nota 1) i fins PL=e	Mira nota 3
E	C combinada amb B	Restringit a arquitectura designades (nota 1) i fins PL=d	Totes les arquitectures i fins a SIL 3
F	C combinada amb A, o C combinada amb A i B	Mirar nota 2	Mira nota 3
Nota 1: Les arquitectures designades es defineixen en l'annex B de la EN ISO 13949-1, per aportat una aproximació simplificada a la quantificació del PL			
Nota 2: Per electrònica complexa: us de l'arquitectura designada conforme a la EN ISO 13849-1 fins PL=d o qualsevol arquitectura conforme a la IEC 62061.			
Nota 3: Per parts utilitzades amb tecnologia no elèctric conforme amb la EN ISO 13849-1 com subsistemes			

Figura 55: Resum camp d'aplicació IEC 62061 i ISO 13849

9 CAS PRÀCTIC

En aquest apartat s'aplica els coneixements exposats fins al moment de manera guiada. El cas pràctic que es presenta a continuació es basa en una línia de procés d'entrada, càrrega i sortida de palets.

El primer que s'ha de fer és l'avaluació de riscos.

1) Determinació dels límits de la màquina

El procés es totalment automàtic i consta de quatre parts principalment. Existeix una línia de corròns general d'Entrada de palets els quals es van distribuïnt als tres diferents paletitzadors segons l'existència de necessitat de carregar algun d'ells. Els corròns son moguts mitjançant unes cadenes unides a uns motors.



La carrega del paliers es fa al paletitzador el qual es com un ascensor. Agrupa les caixes que provenen d'un nivell superior i les va baixant i col·locant al palet situat a un nivell inferior en files. Un cap carregat el palet es traslladat a la línia general de corròns de Sortida la qual trasllada els paliers al magatzem. Els corròns funcionen igual que els corròns d'Entrada.



Abans d'arribar al magatzem existeix un últim procés a l'enfardadora, en que els palets son embolicats juntament amb les caixes d'un fil transparent per medi d'un braç mecànic giratori. Un cop finalitzat els palets ja estan llestos per emmagatzemar-se.

Tots els operaris tenen accés a tota l'àrea de treball d'aquest procés d'Entrada, carrega i sortida dels palets.

2) Identificació dels perills.

Es detecten els següents perills mecànics:

- Perills d'enrotllament en les cadenes del corrons d'Entrada i Sortida.
- Perill d'aixafament en el moviment de baixada del paletitzador.
- Cop pel braç mecànic de l'enfardadora.

3) Estimació dels perills.

a. Enrotllament de les cadenes:

- | | | |
|-----------------|--------------|----------------|
| ▪ Gravetat: | Major | 6 punts |
| ▪ Freqüència: | Estranyament | 1 punt |
| ▪ Probabilitat: | Possible | <u>2 punts</u> |

Total: 9 punts

b. Aixafament per la baixada del paletitzador

▪ Gravetat:	Fatal	10 punts
▪ Freqüència:	Ocasional	2 punt
▪ Probabilitat:	Possible	<u>2 punts</u>

Total: 14 punts

c. Cop pel braç giratori

▪ Gravetat:	Fatal	10 punts
▪ Freqüència:	Ocasional	2 punt
▪ Probabilitat:	Possible	<u>2 punts</u>

Total: 14 punts

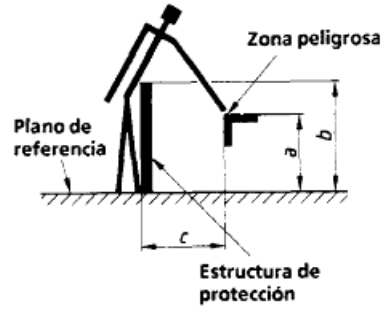
No es consideren altres puntuacions d'accions suggerides ja que normalment treballa un sol operari.

Un cop determinat i estimat els perills es passa a la reducció del riscos.

Per a això es decideix col·locar unes proteccions mecàniques (cercat/ballat) fixes que envoltin una gran area del procés dels palets amb unes parts mòbils (portes) per permetre l'accés a les zones perilloses (zona de les cadenes dels corrons, zona del moviment de baixa del paletitzador i zona del braç giratori) per motius de manteniment i accessibilitat del operaris; i així eliminar i/o reduir els riscos. Es col·loquen altres proteccions mecàniques (xapes) fixes, per eliminar el perill de les cadenes del corrons fora del perímetre del cercat.

Per a la col·locació del cercat/ballat ens basem amb la norma UNE-EN 294 (Distàncies de Seguretat per impedir que s'assoleixin zones perilloses amb els membres superiors) segons Taules 14,15 i 16.

- a Altura de les zones perilloses
- b Altura d'una estructura de protecció
- c Distancia horizontal a la zona perillosa



Taula 14: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 294

Medidas en mm

Altura de la zona peligrosa a	Altura de la estructura de protección b ¹⁾									
	1 000	1 200	1 400 ³⁾	1 600	1 800	2 000	2 200	2 400	2 500	2 700
	Distancia horizontal a la zona peligrosa c									
2 700 ²⁾	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2 600	900	800	700	600	600	500	400	300	100	-
2 400	1 100	1 000	900	800	700	600	400	300	100	-
2 200	1 300	1 200	1 000	900	800	600	400	300	-	-
2 000	1 400	1 300	1 100	900	800	600	400	-	-	-
1 800	1 500	1 400	1 100	900	800	600	-	-	-	-
1 600	1 500	1 400	1 100	900	800	500	-	-	-	-
1 400	1 500	1 400	1 100	900	800	-	-	-	-	-
1 200	1 500	1 400	1 100	900	700	-	-	-	-	-
1 000	1 500	1 400	1 000	800	-	-	-	-	-	-
800	1 500	1 300	900	600	-	-	-	-	-	-
600	1 400	1 300	800	-	-	-	-	-	-	-
400	1 400	1 200	400	-	-	-	-	-	-	-
200	1 200	900	-	-	-	-	-	-	-	-
0	1 100	500	-	-	-	-	-	-	-	-

Taula 15: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 294

Medidas en mm

Parte del cuerpo	Figura	Abertura	Distancia de seguridad sr		
			Ranura	Cuadrado	Círculo
Punta del dedo		$e \leq 4$	≥ 2	≥ 2	≥ 2
		$4 < e \leq 6$	≥ 10	≥ 5	≥ 5
Dedo hasta los nudillos o hasta la mano		$6 < e \leq 8$	≥ 20	≥ 15	≥ 5
		$8 < e \leq 10$	≥ 80	≥ 25	≥ 20
		$10 < e \leq 12$	≥ 100	≥ 80	≥ 80
		$12 < e \leq 20$	≥ 120	≥ 120	≥ 120
		$20 < e \leq 30$	$\geq 850^{1)}$	≥ 120	≥ 120
Brazo hasta la unión con el hombro		$30 < e \leq 40$	≥ 850	≥ 200	≥ 120
		$40 < e \leq 120$	≥ 850	≥ 850	≥ 850

Taula 16: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 294

L'alçada de la zona de perill del paletitzador s'estima de 0.5 a 2.2 metres, la de les cadenes en 0.5 metres i la del braç giratori de 0.5 a 1.5 metres des del pla de referència, o sigui el terra.

Amb aquestes dades es col·loca un cercat de 2 metres d'altura amb reixa quadrada de 40 mm a una distancia horitzontal de la zona del paletitzador de ≥ 600 mm, de la zona del braç mecànic ≥ 500 mm, segons Taula 15, i ≥ 200 mm de la zona de les cadenes segons Taula 16.



Es descarta col·locar interruptors d'enclavament per bloqueig, per a la detecció d'accés a través de les proteccions mecàniques mòbils (portes) a les zones perilloses, ja que l'aturada es casi immediata dels moviment de baixa del paletitzador i del gir del braç de l'enfardadora. Per aquest motiu s'instaurarà interruptors d'enclavament sense contacte.

Per a la detecció d'intrusions de persones es decideix posar muting que distingeixin pas dels palets o persones, per les diferents zones durant els llarg del procés.

Per la col·locació de les distancies i l'atura es basa en la UNE-EN 999 (Seguretat en màquines. Posicionament dels dispositius de proteccions en funció de la velocitat de aproximació de parts del cos humà).

$$S = (K \cdot T) + C$$

- S es la distancia mínima de seguretat en mm;
- K es una constant de velocitat del cos humà en mm/s (com a norma general 1600 mm/s),
- T = (t1+t2) t1: Temps de parada de la màquina en segons
t2: Temps de resposta dispositiu.
- C es la distancia suplementària en mm depenent del dispositiu de protecció.

La màquina té una parada de 80 ms., el dispositiu un temps de resposta de 60 ms. i una distancia suplementària de 850 mm.

$$S = (1600 \text{ mm/s} \cdot (80 \text{ ms} + 60 \text{ ms})) + 850 \text{ mm} = 1074 \text{ mm}$$

Per a la detecció de persones o palets es col·loquen barreres de 3 feixos segon Taula 17 ja que sa demostrat ser les més practiques en situacions reals

Medidas en milímetros

Número de haces	Alturas por encima del plano de referencia, por ejemplo, el suelo
4	300, 600, 900, 1 200
3	300, 700, 1 100
2	400, 900

Taula 17: Mostra pel cas pràctic de la norma UNE-EN 999



Per a l'instal·lació dels pulsadors es basa en la norma UNE-EN ISO 13850 (Seguretat en màquines. Parada d'emergència. Principis pel disseny) i la UNE-EN 60204-1 (Seguretat en màquines. Equip elèctric de màquines)



Com a funcions de seguretat es comprenen en aquest cas:

- Funció de parada relativa a la seguretat (paro d'emergència, obertura de portes)
- Neutralització manual de les funcions de seguretat (selector amb clau per manteniment)
- Funció d'inhibició (muting)

Un cop identificats els perills es passa a estimar, amb una de les normes explicades, la categoria per a cada perill segons **UNE-EN 954-1** per donar presumpció de conformitat a la Directiva Màquines, amb els paràmetres del camí ja elegits:

A. Per a les cadenes dels corrns

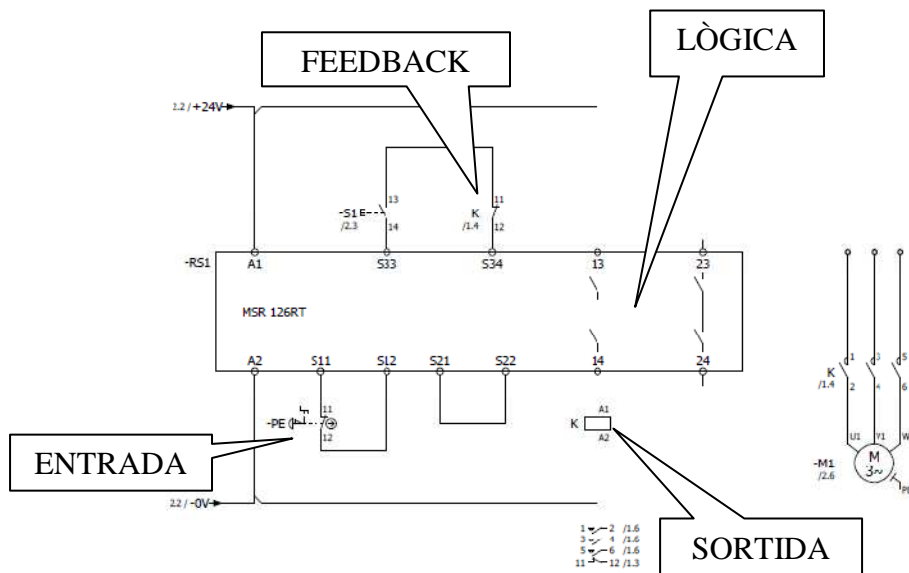
	B	1	2	3	4
S1	●	●	○	○	○
E1	●	●	●	○	○
P1	●	●	●	●	○
S2	●	●	●	●	○
P2	●	●	●	●	○
F2	●	●	●	●	○
P1	●	●	●	●	○
P2	●	●	●	●	●

S Gravetat de la lesió
S2 Lesió greu e irreversible o mort d'una persona

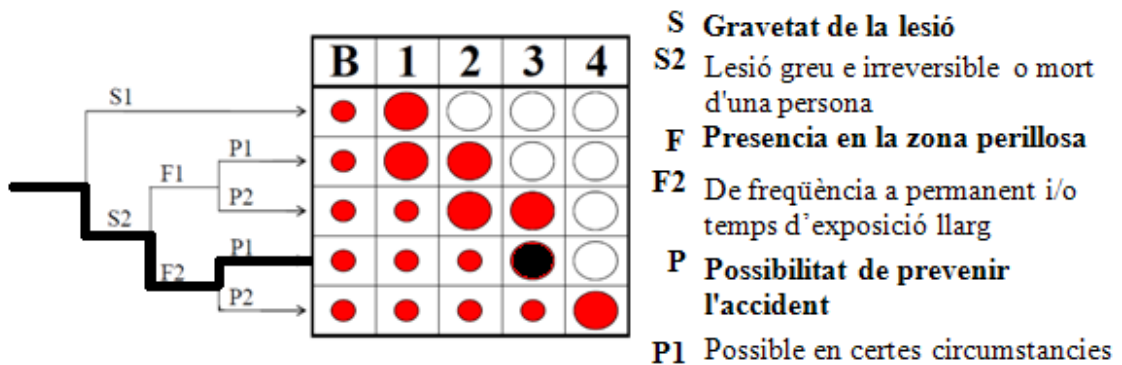
F Presencia en la zona perillosa
F1 Poc freqüent

P Possibilitat de prevenir l'accident
P1 Possible en certes circumstancies

Disseny de les SRP/CS estimades segons arquitectura tipus 1 i 2. S'elegeix categoria 2 per sobre dimensionament.

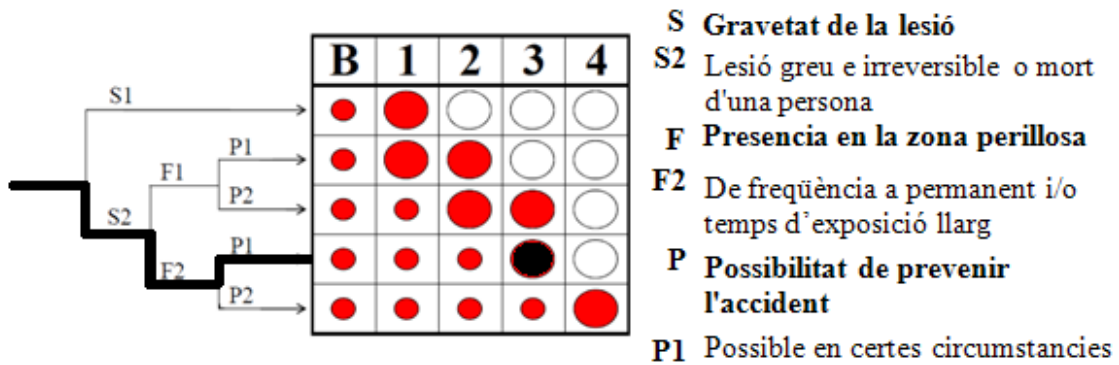


B. Moviment de baixada del paletitzador lògica

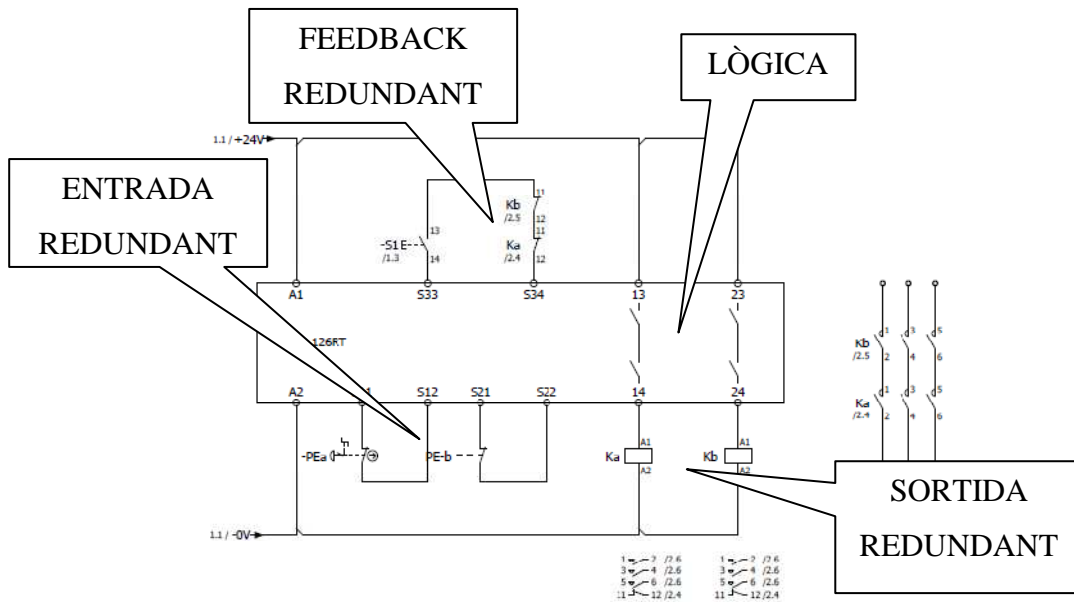


Disseny de les SRP/CS estimades segons arquitectura tipus 3

C. Gir braç mecànic

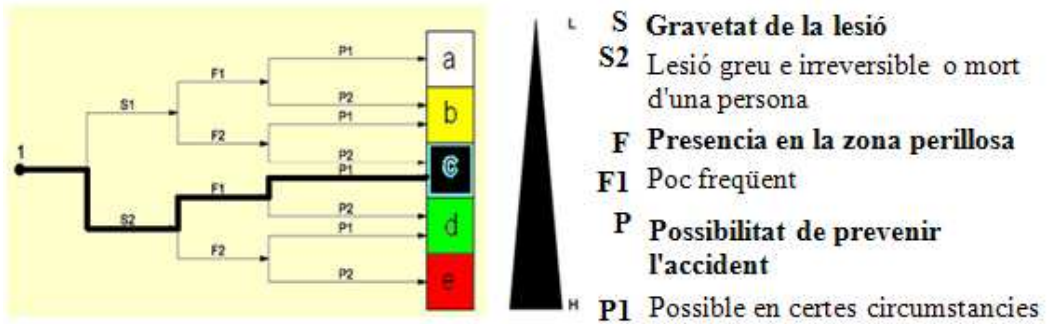


Disseny de les SRP/CS estimades segons arquitectura tipus 3



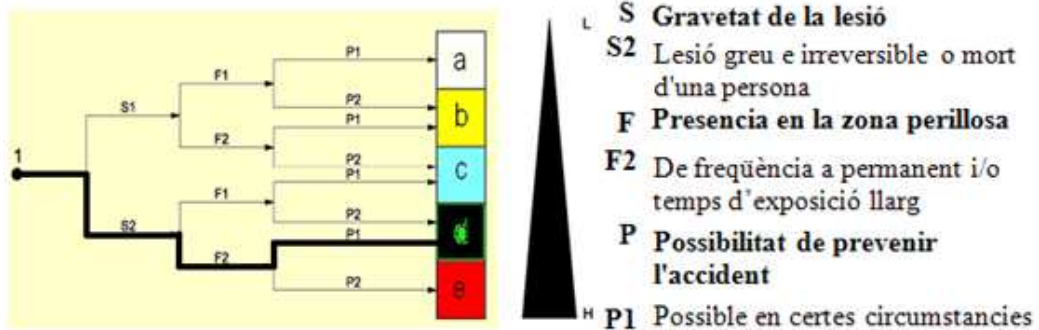
A continuació s'estima el PL_r segons la norma **UNE-EN 13849-1**, amb els mateixos paràmetres que en l'estimació de les categories, per donar també presumpció de conformitat a la Directiva Màquines.

A. Per a les cadenes dels corrons



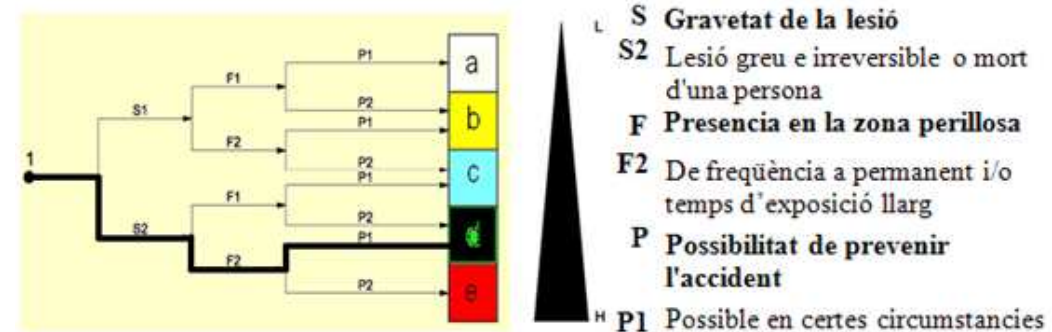
Disseny de les SRP/CS estimada en $PL_r = c$

B. Moviment de baixada del paletitzador



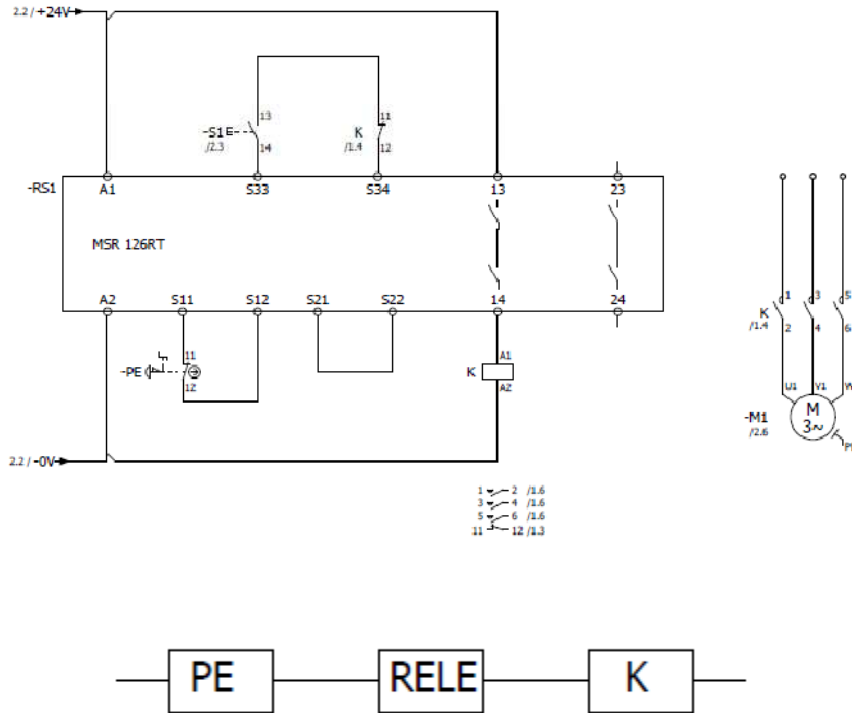
Disseny de les SRP/CS estimada en $PL_r = d$

C. Gir braç mecànic



Disseny de les SRP/CS estimada en $PL_r = d$

Es calcula els valors de $MTTF_d$ per cada canal, DC_{avg} , CCF i categoria, per avaluar si el PL_a es suficient respecte el PL_r la funció de parada relativa a la seguretat del paro d'emergència, pel perill d'enrotllament de les cadenes dels corrns,



El fabricant ens dona del relè de seguretat un $MTTF_{d,PE}=35673$ anys, de les barreres amb muting $MTTF_{d,B}=385$ anys, dels interruptors d'enclavament sense contacte un $MTTF_{d,S}=385$ anys i dels contactors un $MTTF_{d,K}=150$ anys. De la resta de dispositius no hi ha informació.

Estimació de $MTTF_d$ del canal

Al no tindre informació del polsador paro d'emergència, el $MTTF_d$ del subsistema d'entrada, el es calcular de la formula 2 i 1. Els valors de $B_{10d}=100\ 000$, es sostreu de la taula figura 58 dotzena fila. El paro d'emergència s'utilitza normalment 48 cops a l'any per manteniment preventiu cada dos setmanes. Així doncs:

$$n_{op} = \frac{d_{op} * h_{op} * 3600s/h}{t_{ciclo}} = \frac{48 * 0,5 * 3600s/h}{604800} = 142,857 * 10^{-3} \text{ cicles/any}$$

$$MTTF_d = \frac{100\ 000}{0,1 * 142,857 * 10^{-3}} = 7 * 10^6 \text{ anys}$$

Es tenen el valor del subsistema d'entrada amb un valor de $MTTF_d = 7 * 10^6$ anys, el subsistema de lògica amb un valor de $MTTF_d = 35673$ anys i del subsistema de sortida amb un valor de $MTTF_d = 150$ anys. S'aplica la formula 5 del mètode de recompte de parts on:

$$\frac{1}{MTTF_d} = \frac{1}{7 * 10^6} + \frac{1}{35673} + \frac{1}{150} = 0,0067 \text{ anys}$$

On s'obté de $MTTF_d = 149,37$ anys o "alt" conforme la Taula 4.

Estimació de DC

El circuit de comandament, les parts relatives a la seguretat son comprovades per relè de seguretat: el relè controla PE, s' auto comprova i controla K. Les DC que corresponent a cada part sotmesa a comprovació es:

$DC_{PE} = 60\%$, "baixa", degut a que el control de senyals d'entrada es realitzen sense comprovació dinàmica. (Taula 7 tercera fila)

$DC_{RELE} = 99\%$, "Alta" degut a que els components de la lògica canvien d'estat quant es sol·licita la funció de seguretat. (Taula 8 setena fila)

$DC_K = 99\%$, "Alta" degut a que els contactes normalment tancats i oberts estan mecànicament guiats. (Taula 9 desena fila)

Els valor mix de DC_{acg} es calcula de la formula 7:

$$Dc_{avg} = \frac{\frac{DC_1}{MTTF_{d1}} + \frac{DC_2}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{DC_N}{MTTF_{dN}}}{\frac{1}{MTTF_{d1}} + \frac{1}{MTTF_{d2}} + \dots + \frac{1}{MTTF_{dN}}} =$$

$$= \frac{\frac{0,6}{7 * 10^6} + \frac{0,99}{35673} + \frac{0,99}{150}}{\frac{1}{7 * 10^6} + \frac{1}{35673} + \frac{1}{150}} = \frac{6,6278 * 10^{-3}}{6,6948 * 10^{-3}} = 98,99\%$$

Dc_{avg} es per lo tant “Mixa” d’acord la taula de la Taula 6.

Estimació de CCF

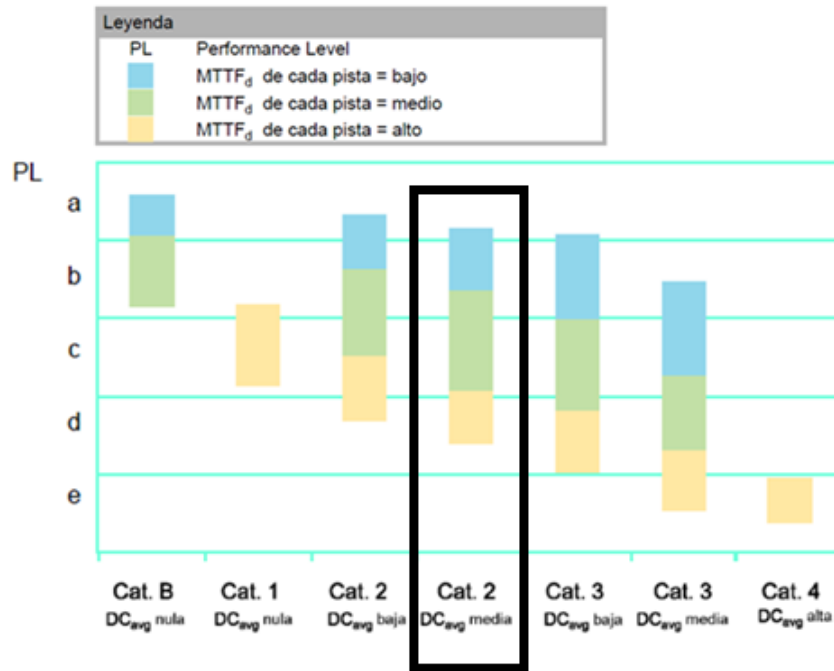
La puntuació s’obté seguint la taula de la Taula 10.

Nº	Mesura contra el marc de cooperació	Puntuació
1	Separació/Aïllament	15
2	Diversitat	20
3	Diseño/aplicació/experiència	20
4	Avaluació/Anàlisis	0
5	Competència/formació	5
6	Medi ambient	25
		85

La puntuació de 85 es suficient para satisfer els requeriments contra CCF.

Estimació del PL_d

Amb els resultats obtinguts de $MTTF_d = \text{Alt}$, $Dc_{avg} = \text{Mixa}$ i amb una arquitectura tipus de categoria 2, el Performance Level aconseguit d’acord la Taula 11 es:



Com que l'àrea del MTTF = Alt cobreix 2 possibles PL, es determina amb la Taula 12.

Categoria	B	1	2	2	3	3	4
DC_{avg}	nul·la	nul·la	baixa	mixa	baixa	mixa	alta
$MTTF_d$ de cada canal							
Baixa	a	No cobert	a	b	b	c	No cobert
Mixa	b	No cobert	b	c	c	d	No cobert
Alta	No cobert	c	c	d	d	d	e

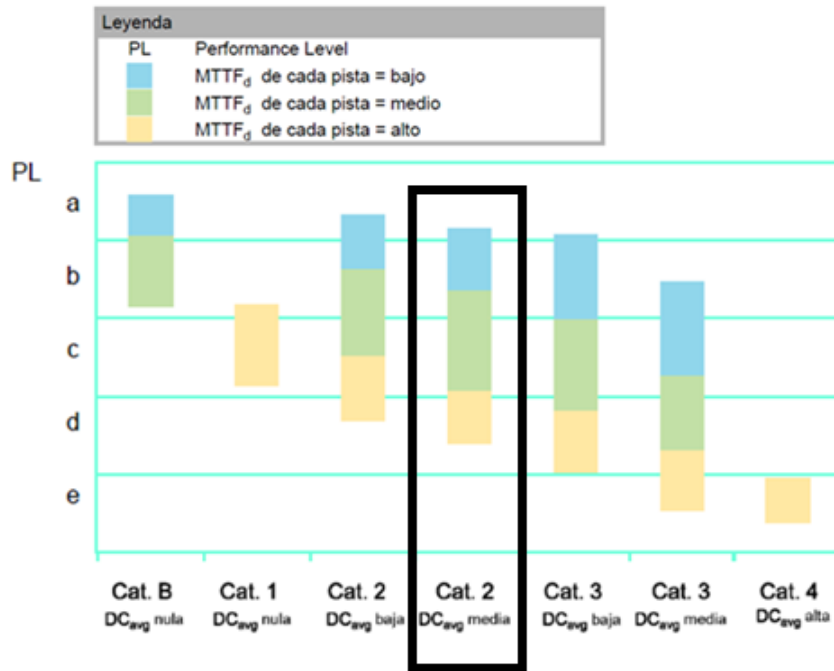
El $PL_{assolit} = d$ es igual o superior que el $PL_{requerit} = c$, en lo que el disseny dels dispositius amb l'arquitectura tipus elegida es adequada per la funció de parada relativa a la seguretat (paro d'emergència).

Els càlculs per verificar el PL_a a partir del $MTTF_d$, DC_{avg} , CCF i categoria s'ha de realitzar per cada perill i per cada funció de seguretat que determini el perill.

Per no realitzar tot el procediment dels càlculs restants que resultaria bastant laboriós, s'ha ajudat amb l'Excel.

PERILL ENROTLLAMENT CADENES DELS CORRONS				
CATEGORIA 2		Funció de parada relativa a la seguretat paro emergència	Funció de parada relativa a la seguretat interruptor d'enclavament sense contacte	Funció d'inhibició
SUBSISTEMA ENTRADA				
MTTF				
B_{10d}		100000		
d_{op}		48		
h_{op}		0,5		
t_{cicle}		604800		
	VALOR	7000000	385	385
DC				
	VALOR	60	60	90
SUBSISTEMA LÒGICA				
MTTF				
	VALOR	35673	35673	35673
DC				
	VALOR	99	99	99
SUBSISTEMA SORTIDA				
MTTF				
	VALOR	150	150	150
DC				
	VALOR	99	99	99
VALORS FINALS				
	MTTF	149,369	107,618	107,618
	DC	98,999	88,098	96,484
	CCF	85	85	85
NIVELL				
	MTTF	Alt	Alt	Alt
	DC	Mix	Mix	Mix
	CCF	Acceptable	Acceptable	Acceptable

Podem comprovar que pel perill d'enrotllament de cadenes dels corrns, els nivells de les funcions de seguretat son iguals. Per lo que seguint les Taules 11 el resultat és:



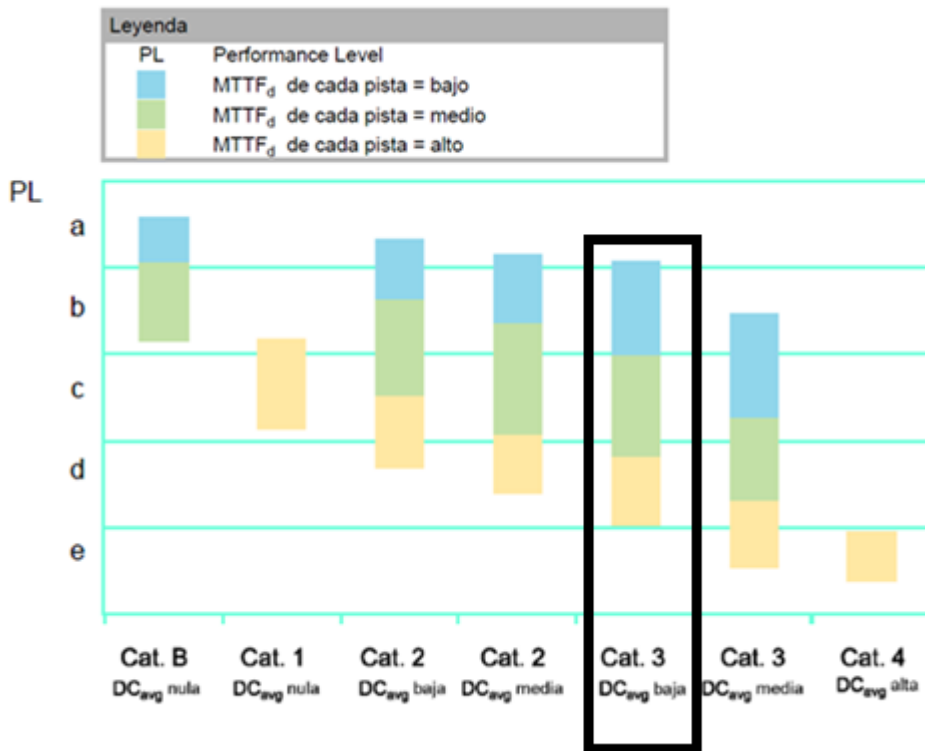
Com que l'àrea del MTTF = Alt cobreix 2 possibles PL, es determina amb la Taula 12.

Categoria	B	1	2	2	3	3	4
<i>DC_{avg}</i>	nul·la	nul·la	baixa	mixa	baixa	mixa	alta
<i>MTTF_d</i> de cada canal							
Baixa	a	No cobert	a	b	b	c	No cobert
Mixa	b	No cobert	b	c	c	d	No cobert
Alta	No cobert	c	c	d	d	d	e

El $PL_{assolit} = d$ es igual o superior que el $PL_{requerit} = c$, en lo que el disseny dels dispositius amb l'arquitectura tipus elegida es adequada per cada funció de seguretat (Funció de parada relativa a la seguretat paro emergència, Funció de parada relativa a la seguretat interruptor d'enclavament sense contacte i Funció d'inhibició)

PERILL AIXAFAMENT BAIXADA DEL PALETITZADOR						
CATEGORIA 3		Funció de parada relativa a la seguretat paro emergència	Funció de parada relativa a la seguretat interruptor d'enclavament sense contacte	Neutralització manual de les funcions de seguretat	Funció d'inhibició	
SUBSISTEMA ENTRADA						
MTTF						
B_{10d}		100000		1000000		
d_{op}		48		40		
h_{op}		0,5		1,5		
t_{cicle}		604800		86400		
	VALOR	7000000	385	4000000	385	
DC						
	VALOR	60	60	60	90	
SUBSISTEMA LòGICA						
MTTF						
	VALOR	35673	35673	35673	35673	
DC						
	VALOR	99	99	99	99	
SUBSISTEMA SORTIDA						
MTTF						
	VALOR	150	150	150	150	
DC						
	VALOR	99	99	99	99	
VALORS FINALS						
	MTTF	149,369	107,618	149,366	107,618	
	DC	98,999	88,098	98,999	96,484	
	CCF	85	85	85	85	
NIVELL						
	MTTF	Alt	Alt	Alt	Alt	
	DC	Mix	Mix	Mix	Mix	
	CCF	Acceptable	Acceptable	Acceptable	Acceptable	

Podem comprovar que pel perill d'enrotllament de cadenes dels corròns, els nivells de les funcions de seguretat son iguals. Per lo que seguint les Taules 11 el resultat és:



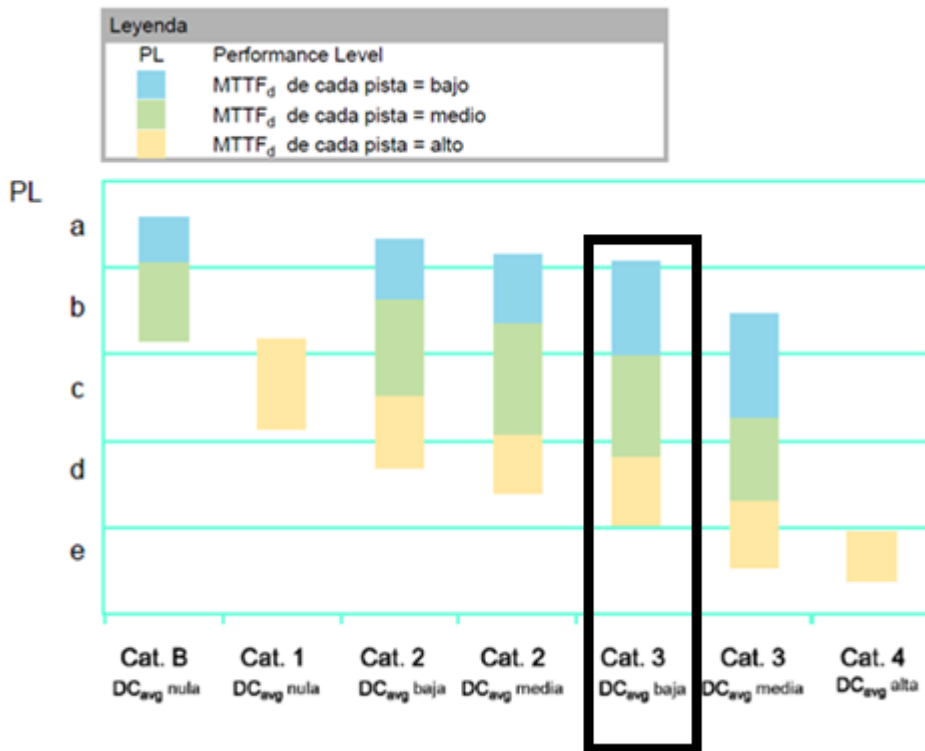
Com que l'àrea del MTTF = Alt cobreix 2 possibles PL, es determina amb la Taula 12.

Categoria	B	1	2	2	3	3	4
<i>DC_{avg}</i>	nul·la	nul·la	baixa	mixa	baixa	mixa	alta
<i>MTTF_d</i> de cada canal							
Baixa	a	No cobert	a	b	b	c	No cobert
Mixa	b	No cobert	b	c	c	d	No cobert
Alta	No cobert	c	c	d	d	d	e

El $PL_{assolit} = d$ es igual o superior que el $PL_{requerit} = d$, en lo que el disseny dels dispositius amb l'arquitectura tipus elegida es adequada per cada funció de seguretat (Funció de parada relativa a la seguretat paro emergència, Funció de parada relativa a la seguretat interruptor d'enclavament sense contacte, Neutralització manual de les funcions de seguretat i Funció d'inhibició).

PERILL COP DEL GIR BRAÇ MECÀNIC				
CATEGORIA 2		Funció de parada relativa a la seguretat paro emergència	Funció de parada relativa a la seguretat interruptor d'enclavament sense contacte	Funció d'inhibició
SUBSISTEMA ENTRADA				
MTTF				
B_{10d}		100000		
d_{op}		48		
h_{op}		0,5		
t_{cicle}		604800		
	VALOR	7000000	385	385
DC				
	VALOR	60	60	90
SUBSISTEMA LÒGICA				
MTTF				
	VALOR	35673	35673	35673
DC				
	VALOR	99	99	99
SUBSISTEMA SORTIDA				
MTTF				
	VALOR	150	150	150
DC				
	VALOR	99	99	99
VALORS FINALS				
	MTTF	149,369	107,618	107,618
	DC	98,999	88,098	96,484
	CCF	85	85	85
NIVELL				
	MTTF	Alt	Alt	Alt
	DC	Mix	Mix	Mix
	CCF	Acceptable	Acceptable	Acceptable

Podem comprovar que pel perill d'enrotllament de cadenes dels corrons, els nivells de les funcions de seguretat son iguals. Per lo que seguint les Taules 11 el resultat és:



Com que l'àrea del MTTF = Alt cobreix 2 possibles PL, es determina amb la Taula 12.

Categoria	B	1	2	2	3	3	4
<i>DC_{avg}</i>	nul·la	nul·la	baixa	mixa	baixa	mixa	alta
<i>MTTF_d</i> de cada canal							
Baixa	a	No cobert	a	b	b	c	No cobert
Mixa	b	No cobert	b	c	c	d	No cobert
Alta	No cobert	c	c	d	d	d	e

El $PL_{assolit} = d$ es igual o superior que el $PL_{requerit} = d$, en lo que el disseny dels dispositius amb l'arquitectura tipus elegida es adequada per cada funció de seguretat (Funció de parada relativa a la seguretat paro emergència, Funció de parada relativa a la seguretat interruptor d'enclavament sense contacte i Funció d'inhibició).

S'ha comprovat i verificat que per cada perill i cada funció de seguretat corresponent, que el $PL_{assolit}$ és igual o superior al $PL_{requerit}$, per lo que es pot donar per finalitzada la part de disseny sobre les parts de comandament relatives a la seguretat.

10 CONCLUSIONS

En aquest projecte s'ha proporcionat l' informació necessària per realitzar-se una idea fonamental de com es constitueix el marc normatiu. S'ha mostrat el perquè de la necessitat d'implementacions de Directives, s'ha explicat les normatives i estàndards que existeixen i que calen utilitzar segons les necessitats del mercat endemés, s'ha mostrat quina jerarquia segueixen les normes. Tot això per complir amb unes exigències i aconseguir un marcatge CE així com la declaració de conformitat per la comercialització de les màquines a arreu del món. Aquesta part a sigut la més feixuga, complicada i tediosa i ha ocupat una gran quantitat de temps addicional de que s'estimava.

S'ha presentat una guia de com avaluar, determinar els diferents perills existents i els mètodes per reduir els riscos.

S'ha llistat una gran quantitat de dispositius de seguretat d'entrada, lògica i sortida més utilitzats existents al mercat, tant com el seu funcionament i finalitat.

Endemés s'ha explicat els diferents mètodes per estimar i dissenya l'arquitectura de seguretat en que s'ha realitzat un cas pràctic per entendre una mica més la teoria exposada.

Encara que sembli que tot el procediment sobre seguretat, sembli una tasca simple i senzilla, la veritat es tot lo contrari doncs implica un ampli coneixement de les normes i implementació d'aquestes a part d'un treball laboriós i minucios subjecte a criteris concrets i ambigus.

11 BIBLIOGRAFIA

Pàgines web:

- [1] www.leuze.com/downloads/las/katalog/VK_LAS_2009_ES_8-44.pdf
- [2] www.sic-sa.com/imgs/pdf/directiva.pdf
- [3] www.ab.com/en/epub/catalogs/3377539/5866177/3378076/
- [4] www.iem.csic.es/prevencion_laboral/MAQUINAS.pdf
- [5] www.uvigo.tv/uploads/material/Video/461/Schneider_Electric.pdf

Revistes:

- [6] Safebook 3 “ Sistemas de seguridad para maquinaria industrial ” per Rockwell Automation, publicació SAFEBK-RM002A-ES-P, Febrer de 2009
- [7] EN ISO 13849-1 ” Niveles de prestación de seguridad ” per Rockwell Automation, publicació SAFETY-RM004A-ES-P, Abril 2009

Catàlegs:

- [8] Safety Products per Rockwell Automation, publicació S116-CA001A-EN-P Març 2008
- [9] Soluciones de seguridad Preventa per Telemecanique, publicació 2007