



Segurança Homem-Máquina

Alpha[®]
ENGENHARIA

ALPHA ENGENHARIA - Equipamentos e Soluções Industriais
Tel. 220 136 963 | Tlm: 933 694 486
info@alphaengenharia.pt | www.alphaengenharia.pt

Introdução



segurança das pessoas é um aspecto fundamental na nossa sociedade.

Todos os dias, há milhares de pessoas que operam máquinas na sua actividade profissional.

É nossa obrigação, enquanto sociedade, garantir que todos exerçam as suas funções da forma mais segura possível.

Em 2006, a União Europeia elaborou uma Directiva, que define diversos requisitos obrigatórios e que deverão ser aplicados, aquando da construção de novas máquinas ou alteração de máquinas existentes.

Esta Directiva é denominada de 2006/42/CE.

Decretos de lei



No que respeita à segurança, os decretos de lei abaixo indicados, transpõem para a legislação portuguesa as seguintes normas europeias:

Decreto-Lei n.º 50/2005 de 25 de Fevereiro

Transpõe para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 89/655/CEE, do Conselho, de 30 de Novembro, alterada pela Directiva n.º 95/63/CE, do Conselho, de 5 de Dezembro, e pela Directiva n.º 2001/45/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 27 de Junho, relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde para a utilização pelos trabalhadores de equipamentos de trabalho.

Decreto-Lei n.º 103/2008 de 24 de Junho

Estabelece as regras a que deve obedecer a colocação no mercado e a entrada em serviço das máquinas bem como a colocação no mercado das quase-máquinas, transpondo para a ordem jurídica interna a Directiva n.º 2006/42/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 17 de Maio, relativa às máquinas e que altera a Directiva n.º 95/16/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 29 de Junho, relativa à aproximação das legislações dos Estados membros respeitantes aos ascensores.



Directiva Máquina 2006/42/CE

As máquinas têm uma elevada importância na indústria mecânica sendo um dos impulsionadores da economia.

De modo a garantir a segurança de todos aqueles que diariamente estão em contacto permanente com máquinas, a União Europeia definiu uma directiva que estipula determinados requisitos para a integração da segurança, aquando da concepção e fabrico de máquinas, bem como, na sua instalação e manutenção.

Assim, em Maio de 2006, surgiu a Directiva Máquina 2006/42/CE.

Esta directiva visou reduzir o elevado número de acidentes provocados directamente pela utilização de máquinas.

Objectivo

A Directiva de Máquinas 2006/42/CE, que entrou em vigor a partir de 29 de Dezembro de 2009, aplicou-se a todas as máquinas feitas e disponíveis no mercado, na altura em 27 países da Comunidade Europeia, além da Suíça e Turquia.

Esta nova directiva teve como objectivo aumentar a eficácia da anterior directiva (98/37/CE), bem como, esclarecer eventuais dúvidas de interpretação da norma, sem alterar substancialmente as especificações.

A nova directiva incluiu a aplicação do risco e todos os critérios essenciais de segurança a serem cumpridos.

Todos os fabricantes de máquinas têm que cumprir com um conjunto mínimo de requisitos antes de uma máquina poder ser colocada no mercado.

As máquinas têm de cumprir os Requisitos de Saúde e Segurança, indicados no anexo I da directiva, estabelecendo, assim, um nível mínimo comum de protecção em todo o Espaço Económico Europeu.

Os Fabricantes de máquinas, ou os seus representantes autorizados na União Europeia, devem assegurar que a máquina está de acordo com a directiva, tendo que disponibilizar às autoridades competentes quando requerido, um documento técnico. As máquinas têm também de possuir uma marcação CE e uma Declaração de Conformidade.

Por sua vez, os utilizadores das máquinas precisam de garantir que as máquinas adquiridas têm a marcação CE, e que possuem uma declaração de conformidade com a Directiva Máquinas. Todas as máquinas devem ser utilizadas de acordo com as instruções do fabricante.

As Máquinas existentes antes da entrada em vigor da Directiva de Máquinas, não necessitam de cumprir os requisitos exigidos, excepto os estipulados nos Requisitos de Saúde e Segurança, bem como garantirem segurança na sua utilização.

No entanto, modificações efectuadas a essas máquinas podem ser consideradas como sendo o fabrico de uma nova máquina, mesmo que a máquina seja destinada a utilização interna numa empresa. Nestes casos é obrigatório emitir uma declaração de conformidade e efectuar a marcação CE.



Tipos de normas existentes



Para a avaliar os riscos das máquinas e para a concepção de sistemas de segurança para protegerem o operador dos riscos de operação das mesmas, os Comitês Europeus de Normalização CEN e CENELEC, publicaram normas que definem em termos técnicos, os requisitos indicados na directiva.

Estas normas são publicadas no Jornal Oficial da União Europeia e são harmonizadas. O fabricante de máquinas ao aplicar estas normas para certificar as suas máquinas, está em conformidade com a directiva estipulada.

No que respeita às normas de segurança a aplicar, a Directiva de Máquinas 2006/42/CE define três tipos de normas.



São normas que definem conceitos básicos, princípios para a concepção e aspectos gerais que podem ser aplicados às máquinas.

Estas normas são as:

- **EN ISO 12100-1 e -2:2010 (substitui EN 292-1 e EN 292-2):** Conceitos básicos, princípios gerais para o projeto.
- **EN 61508:** Segurança funcional dos dispositivos eléctricos, sistemas electrónicos programáveis.
- **EN ISO 14121:2007:** Princípios da avaliação de risco.



São normas que focam aspectos particulares respeitantes à segurança, estando divididas em duas categorias:

Categoria B1

Normas sobre alguns aspectos de segurança, como por exemplo, distâncias de segurança, temperaturas, ruído, etc..

Estas normas são as:

- **EN 62061:2005:** Funções de segurança relacionadas com a funcionalidade eléctrica e sistemas de controlo electrónico.
- **EN ISO 13849-1:2006 e -2:2003:** Segurança de sistemas de controlo.

Categoria B2

Normas relativas aos dispositivos de segurança, por exemplo, comandos bimanuais, bloqueio de dispositivos, etc.. Estas normas são as:

- **EN 574:2008:** Dispositivos de controlo de duas mãos.
- **EN 13580:2006 (substitui o EN 418:1992):** Paragem de emergência
- **EN 1088:2008 e ISO 14119:** Dispositivos bloqueio com barreiras.
- **EN 60204-1:2006:** Equipamento eléctrico das máquinas
- **EN 60947-5-1:2009:** Dispositivos de controlo electromecânicos.



São normas que especificam requisitos de segurança detalhados para determinadas máquinas ou grupos de máquinas, como por exemplo, prensas hidráulicas, máquinas de injeção, etc..

Estas normas são as:

- EN 201:2007:** Máquinas para borracha e material plástico, Máquinas de injeção
- EN 415-1 .. -7:2009:** Segurança de máquinas de embalagem
- EN 692:2009:** Prensas mecânicas
- EN 693:2009:** Prensas hidráulicas
- EN 848-1:2010:** Segurança de máquinas de trabalho com madeira

Análise de riscos

Quando se constrói uma máquina, é necessário identificar todos os riscos possíveis a que os utilizadores estão expostos, de modo a torná-la segura na sua utilização.

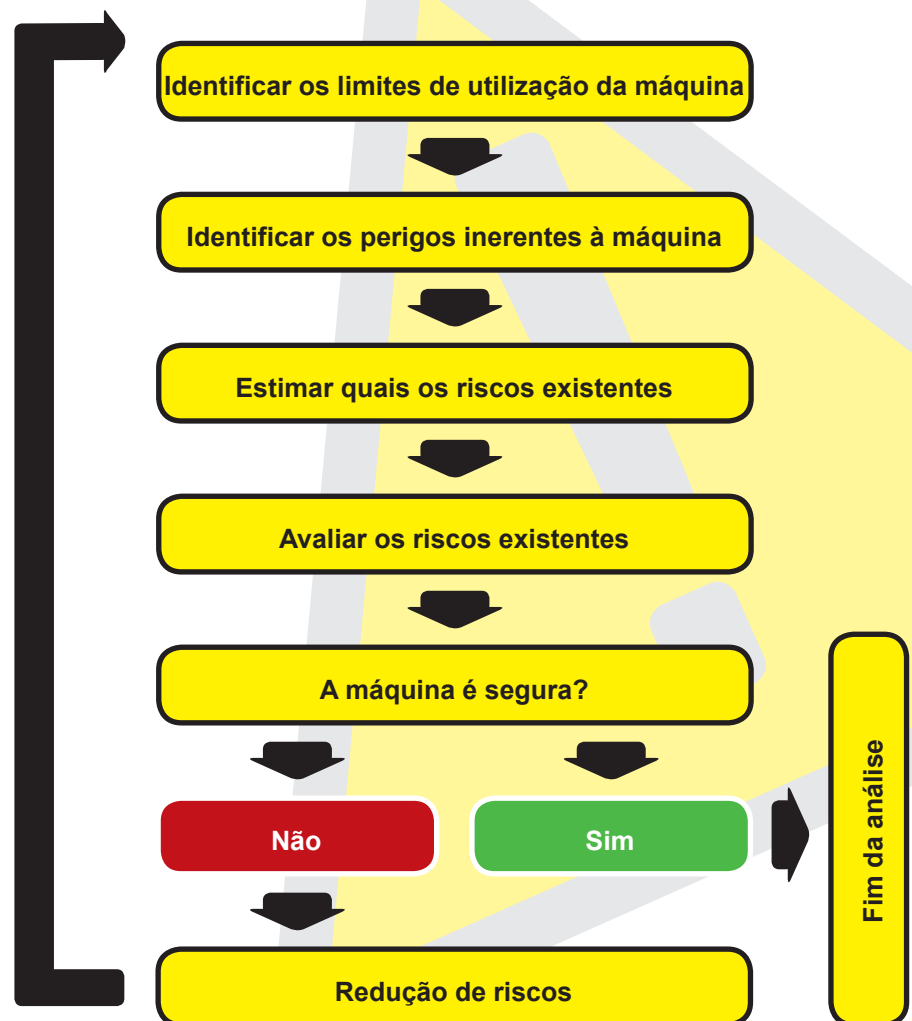
A identificação e classificação dos respectivos riscos, permitem avaliar os perigos existentes e quais os tipos de ferimentos possíveis. As normas EN ISO 12100 e EN 14201, definem a metodologia de análise, avaliação e procedimentos para a redução de riscos.

A redução do risco é definido em termos de eliminação de risco, dado que o objectivo é a de reduzir os riscos de utilização durante o tempo de vida útil da máquina, incluindo as fases de transporte, montagem, desmontagem, colocação em serviço e operação da mesma.

Estas normas definem um modelo de análise cíclico, que perante a fixação de metas iniciais, permite a análise dos riscos existentes e possíveis soluções para reduzir dos mesmos, sendo que, esta avaliação é efectuada várias vezes até que as metas definidas estejam satisfeitas. Em geral, aquando desta análise, se um risco pode ser reduzido, este tem de ser reduzido.

O modelo introduzido por estas duas normas, pretende reduzir/eliminar os riscos existentes através de um processo de análise que é efectuado da seguinte forma:

- 1) eliminação dos riscos na origem, através da estrutura do sistema e a utilização de princípios de concepção intrinsecamente seguros;
- 2) redução de riscos através da salvaguarda e sistemas de controlo;
- 3) prevenção de riscos residuais, informando os utilizadores.



Segurança funcional



Nos últimos anos, foram publicadas diversas normas que focam a segurança funcional. Algumas dessas normas são a IEC 61508, IEC 62061, IEC 61511, ISO 13849-1, e IEC 61800-5-2. O conceito de segurança funcional vem substituir as antigas categorias de comportamento de caso de falha, definidas na anterior norma, a EN 954-1.

A norma EN 954-1, definia através de um gráfico de risco, a segurança relacionada com os circuitos de controlo eléctrico. Nesta norma o utilizador avalia a frequência dos riscos, as gravidade das lesões inerentes, e as possibilidades de fuga, no caso de uma ocorrência.

Esta norma identificava as seguintes categorias de comportamento em caso de falha:

- **Categoria B:** Os circuitos de controlo são básicos e podem levar a uma perda da função de segurança, devido a uma falha.
- **Categoria 1:** Os circuitos de controlo também pode levar a uma perda da função de segurança, mas com menos probabilidades do que ocorre na categoria B.
- **Categoria 2:** São efectuados de teste periódicos com intervalos adequados aos circuitos de controlo. No entanto podem ocorrer falhas nas funções de segurança entre testes.
- **Categoria 3:** Os circuitos de controlo asseguram as função de segurança, na presença de uma única falha, mas perante diversas falhas podem ser perdidas as funções de segurança.
- **Categoria 4:** Os circuitos de controlo asseguram que as funções de segurança estão sempre disponíveis, no caso de ocorrerem uma ou mais falhas.

Actualmente, a norma EN 954-1 foi substituída pelas normas IEC 60261 e EN ISO 13849-1, estando ambas em vigor.

Nestas normas, o desempenho de cada função de segurança é especificado através de um nível, sendo que, em ambos os casos os circuitos de controlo asseguram as funções de segurança.

Norma IEC 60261

A norma IEC 60216 considera cada função de segurança em detalhe, tendo que ser elaborados requisitos de segurança específicos. Nestes requisitos incluem-se:

- Especificação funcional: o que cada função faz em pormenor
- Especificação de integridade de segurança: define a probabilidade de que o exigido à função será realizado sob as condições especificadas.

A especificação de integridade de segurança, considera falhas de hardware e falhas de sistema. As falhas de sistema são aquelas que estão relacionadas com causas específicas e apenas podem ser evitada pela remoção da respectiva causa, geralmente através de uma modificação do desenho. Em geral estas falhas resultam de especificações incorretas.

Na norma EN 62061, é estabelecido um requisito de integridade de segurança, através de um valor que indica a probabilidade de falhas perigosas por hora, para cada função de segurança relacionada.

Este valor (SIL) é calculado, através do nível de segurança de cada componente ou de cada sub-sistema, sendo assim atribuído um valor conforme indicado na tabela abaixo:

Nível de integridade de segurança (SIL)	Probabilidade de falhas perigosas por hora - PFH _p
3	$>10^{-8}$ a $<10^{-7}$
2	$>10^{-7}$ a $<10^{-6}$
1	$>10^{-6}$ a $<10^{-5}$

Norma EN ISO 13849-1

A norma EN ISO 13849, elaborada pelo CEN - Comité Europeu de Normalização, sob a égide da ISO, define um nível de desempenho de segurança denominado de PL (Performance Level) traduzido pela atribuição das letras A, B, C, D ou E. Tal como a norma EN60261, também estabelece este valor a partir da probabilidade de falhas. No entanto considera três variáveis:



• **MTTF (Mean Time to Failure):** tempo estimado até ocorrer uma falha perigosa. É estabelecido através do seguinte quadro:

Nível	Valores de MTTF
Baixo	> 3 anos a < 10 anos
Médio	> 10 anos a < 30 anos
Elevado	> 30 anos a < 100 anos

• **DC (Diagnostic Coverage):** é uma medida que indica quantas falhas perigosas o sistema de diagnóstico irá detectar. É estabelecido através do seguinte quadro:

Nível	DC (Diagnostic Coverage)
Nulo	60%
Baixo	> 60% a < 90%
Médio	> 90% a < 99%
Elevado	> 99%

• **Categoria:** são as mesmas que estão estabelecidas no anexo 2 da norma EN 945-1.

Na tabela abaixo, apresenta um método simplificado de determinação do nível de PL, conforme a Tabela 7 da norma ISO 13849-1:

Categoria	B	1	2	2	3	3	4
DC médio	Nulo	Nulo	Baixo	Médio	Baixo	Médio	Elevado
MTTF_d de cada canal							
Baixo	a	Não coberto	a	b	b	c	Não coberto
Médio	b	Não coberto	b	c	c	d	Não coberto
Elevado	Não coberto	c	c	d	d	d	e
Nível de desempenho PL (Performance Level) - a, b, c, d ou e							



Conclusão

As normas EN 62061 e EN 13849 sobrepõem-se na sua aplicação. Estas são semelhantes em diversos aspectos, havendo uma relação precisa entre ambas.

A escolha da norma a utilizar depende de fabricante de acordo com a tecnologia adoptada. No entanto, a norma EN 13849, poderá ser mais fácil de aplicar, dado o tipo de abordagem, bem como, pelo facto de reutilizar conceitos já conhecidos no mercado.

A recomendação sobre as duas normas no âmbito da aplicação está estabelecido na norma tabela 1 da norma EN 13849 da tabela 1, conforme indicado na tabela abaixo:

Tipo de função de controlo de segurança segundo o tipo de tecnologia	EN ISO 13849-1	IEC 62061
A Não eléctrica. Ex: sistemas hidráulicos	X	Not abrangido
B Electromecânicos. Ex: relés ou electrónicos não complexos	Restrito às arquitecturas designadas ⁽¹⁾ e com valor de PL de até PL=e	Todas as arquitecturas e com valor de SIL de até SIL 3
C Electrónica complexa. Ex: autómatos programáveis	Restrito às arquitecturas designadas ⁽¹⁾ e com valor de PL de até PL=d	Todas as arquitecturas e com valor de SIL de até SIL 3
D A combinado com B	Restrito às arquitecturas designadas ⁽¹⁾ e com valor de PL de até PL=e	X ⁽³⁾
E C combinado com B	Restrito às arquitecturas designadas (1) (ver note) e com valor de PL de até PL=d	Todas as arquitecturas e com valor de SIL de até SIL 3
F C combinado com A ou C combinado com A e B	X ⁽²⁾	X ⁽³⁾

X indica que este item é tratado pela Norma Internacional indicada no cabeçalho da coluna.

(1) As arquitecturas designadas são definidas no ponto 6.2 da norma EN 13849-1, a fim de dar uma abordagem simplificada para a quantificação do nível de desempenho.

(2) Para sistema electrónicos complexos: utilizar arquitecturas designadas de acordo com a ISO 13849-1 até PL = d, ou, qualquer arquitectura de acordo com a norma IEC 62061.

(3) Para tecnologias não eléctricas, utilizar elementos de acordo com esta parte da ISO 13849-1, como subsistemas.