

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS CURITIBA
CURSO DE ENGENHARIA INDUSTRIAL ELÉTRICA, ÊNFASE EM
AUTOMAÇÃO**

**ELISSON DACOL DE OLIVEIRA
LUIZ EDUARDO HAAG DO AMARAL
RÔMULO CUNHA DE ANDRADE**

**ANÁLISE DE ADEQUAÇÃO DE PRENSA HIDRÁULICA
DOBRADEIRA À NR-12**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**CURITIBA
2014**

**ELISSON DACOL DE OLIVEIRA
LUIZ EDUARDO HAAG DO AMARAL
RÔMULO CUNHA DE ANDRADE**

**ANÁLISE DE ADEQUAÇÃO DE PRENSA HIDRÁULICA
DOBRADEIRA À NR-12**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação, apresentado a disciplina de TCC2, do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Eletricista.

Orientador: Professor Antonio Carlos Pinho,
Dr. Eng.

**CURITIBA
2014**

Elisson Dacol de Oliveira
Luiz Eduardo Haag do Amaral
Rômulo Cunha de Andrade

Análise de adequação de prensa hidráulica dobradeira à NR-12

Este Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de Engenheiro Eletricista, do curso de Engenharia Industrial Elétrica ênfase Automação do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica (DAELT) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Curitiba, 11 de agosto de 2014.

Prof. Paulo Sérgio Walenia, Eng.
Coordenador de Curso
Engenharia Industrial Elétrica ênfase Automação

Prof. Marcelo de Oliveira Rosa, Dr.
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão de Curso
de Engenharia Industrial Elétrica ênfase Automação do DAELT

ORIENTAÇÃO

Antonio Carlos Pinho, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Orientador

BANCA EXAMINADORA

Clider Adriane de Souza Silva, Me.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Jorge Assade Leludak, Dr.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

José da Silva Maia, Me.
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

RESUMO

OLIVEIRA, Elisson D. de; AMARAL, Luiz E. H. do; ANDRADE, Rômulo Cunha de. Análise de adequação de prensa hidráulica dobradeira à NR-12. 2014. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Industrial Elétrica/Automação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

Este trabalho teve como objetivo estudar os fatores necessários para a adequação de prensas hidráulicas dobradeiras que estão obsoletas em relação à norma regulamentadora de número 12 no parque industrial brasileiro. Tendo como foco principal a zona de prensagem e os dispositivos que tem como finalidade proteger essa área contra possíveis acidentes. Para isso, foi estudado o funcionamento da máquina, os riscos associados, as exigências legais e os dispositivos optoeletrônicos disponíveis no mercado. Os tópicos abrangendo esse último assunto envolvem sua descrição do funcionamento, as particularidades de cada modelo e uma verificação de custos junto aos fornecedores. Além disso, foi descrito alguns procedimentos para a regularização e documentações que o prestador de serviço deve fornecer.

Palavras-chave: Prensa hidráulica dobradeira. Máquinas obsoletas. Dispositivo de segurança optoeletrônico. Zona de prensagem. Acidentes de trabalho. Norma de segurança brasileira.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Elisson D. de; AMARAL, Luiz E. H. do; ANDRADE, Rômulo Cunha de.

Analysis of the adequacy of the hydraulic press brake to Brazilian "NR-12" standard. 2014.

Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Engenharia Industrial Elétrica/Automação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

This work aimed to study the factors required to adapt hydraulic press brakes which are obsolete according to the Brazilian's security norm. The principal focus is the pressing zone and the security devices that protect this area. To complete this objective, some topics were studied: operation of the machine, associated risks, legal requirements and optoelectronic safety devices available in our domestic market. The last one covered some ideas about the description of the operation, the particularities which model and costs. In addition, was described some procedures for regularization.

Keywords: Hydraulic press brake. Obsolete machines. Optoelectronic safety device. Pressing zone. Accidents at work. Brazilian's security norm.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradecemos à Deus que permitiu que tudo isso acontecesse em nossas vidas, por nos ter dado saúde e força por superar as dificuldades. Não somente em nestes anos como universitários, mas em todos os momentos até hoje.

À Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pela oportunidade de fazer essa graduação.

Ao Prof. Dr. Antônio Carlos Pinho, pela orientação, empenho e dedicação na elaboração deste trabalho.

Aos representantes das empresas LT Comercial e Choice Tech, Luca Trolvi e Brunno Tortelli, respectivamente, que contribuíram com o fornecimento de informações relevantes ao trabalho.

Aos nossos pais, família e amigos por nos terem dado amor, incentivo e apoio incondicional nas horas difíceis, de desânimo e cansaço.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a nossa formação, a nossa gratidão.

“Aqueles que se sentem satisfeitos sentam-se e nada fazem. Os insatisfeitos são os únicos benfeitores do mundo.”

Walter S. Landor

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

Marthin Luther King

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - VISTA FRONTAL DE UMA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA.....	1
FIGURA 2 - VISTA TRASEIRA DE UMA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA.....	2
FIGURA 3 - VISTA FRONTAL DE UMA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA.....	8
FIGURA 4 - CILINDRO HIDRÁULICO	9
FIGURA 5 - BOMBA HIDRÁULICA.....	10
FIGURA 6 - VÁLVULAS HIDRÁULICAS	10
FIGURA 7 - RESERVATÓRIO DE FLUIDO HIDRÁULICO.....	11
FIGURA 8 - VÁLVULA DE SEGURANÇA HIDRÁULICA.....	11
FIGURA 9 - VÁLVULA DE RETENÇÃO HIDRÁULICA	12
FIGURA 10 - ZONA DE Prensagem DA MÁQUINA DOBRADEIRA	12
FIGURA 11 - PROTEÇÃO FÍSICA NA PARTE DE TRAZ DA DOBRADEIRA	13
FIGURA 12 - CORTINA DE LUZ INFRAVERMELHA.....	14
FIGURA 13 - COMANDO BIMANUAL	14
FIGURA 14 - SISTEMA DE SEGURANÇA OPTOELETRÔNICO FRONTAL.....	15
FIGURA 15 - EXEMPLO DE PAINEL ELÉTRICO DA DOBRADEIRA.....	15
FIGURA 16 - TELA DO CNC DA DOBRADEIRA	16
FIGURA 17 - VISTA LATERAL DAS FERRAMENTAS DA DOBRADEIRA	17
FIGURA 18 - PUNÇÕES, VISTA EM CORTE	18
FIGURA 19 - MATRIZ PARA DOBRADEIRA.....	18
FIGURA 20 - ETAPAS DE OPERAÇÃO, VISTA LATERAL DAS FERRAMENTAS DA DOBRADEIRA	19
FIGURA 21 - EXEMPLO DE CONFORMAÇÃO DE CHAPA.....	19
FIGURA 22 - VISTA LATERAL DA CONFORMAÇÃO DE UMA CHAPA.....	20
FIGURA 23 - CARACTERÍSTICAS DOS SENSORES FOTOELÉTRICOS	22
FIGURA 24 - RESPOSTA ESPECTRAL DOS SENSORES	23
FIGURA 25 - SENSOR LDR.....	24
FIGURA 26 - SENSOR DE FOTOCÉLULA	24
FIGURA 27 - SENSOR DE FOTODIODO	25
FIGURA 28 - SENSOR FOTO-TRANSISTOR.....	25
FIGURA 29 - FEIXE DE LUZ DO SISTEMA DE SEGURANÇA.....	27
FIGURA 30 - EXEMPLO DE SISTEMA DE SEGURANÇA MONORRAIO.....	28
FIGURA 31 - CIRCUITO DO SISTEMA DE SEGURANÇA MONORRAIO.....	28
FIGURA 32 - FIXAÇÃO DO SISTEMA DE SEGURANÇA MONORRAIO	29
FIGURA 33 - ZONA DE DETECÇÃO DO LASER DE MÚLTIPLOS FEIXES	29
FIGURA 34 - CICLO DE FUNCIONAMENTO DA MÁQUINA DOBRADEIRA.....	30
FIGURA 35 - ÁREA DE DETECÇÃO DO LASER COM A VISÃO DA FERRAMENTA	32
FIGURA 36 - DESCRIÇÃO DA ÁREA DE DETECÇÃO DO LASER.....	32
FIGURA 37 - AVALIAÇÃO DE RISCOS.....	39
FIGURA 38 - CICLO DE VIDA DA SEGURANÇA	39
FIGURA 39 - FEIXE DE LUZ DO SISTEMA DE SEGURANÇA AKAS® II.....	41
FIGURA 40 - RECEPTOR E MODO CAIXA DO SISTEMA DE SEGURANÇA AKAS® II	41
FIGURA 41 - FIXAÇÃO DO SISTEMA DE SEGURANÇA AKAS® II.....	42
FIGURA 42 - SUPORTE DO SISTEMA DE SEGURANÇA AKAS® II.....	42
FIGURA 43 - ESCORREGAMENTO DA TRAVESSA SUPERIOR UTILIZANDO O AKAS® II.....	43
FIGURA 44 - ALCANCE MÁXIMO DO LASER DO SISTEMA DE SEGURANÇA AKAS® II.....	43
FIGURA 45 - FUNCIONAMENTO DO AKAS® II.....	44
FIGURA 46 - ALGUNS RISCOS REMANESCENTES DO AKAS® II	45
FIGURA 47 - CLP DE SEGURANÇA FPSC.....	46
FIGURA 48 - SENSORES MAGNÉTICOS - AMS.....	47

FIGURA 49 - RECEPTOR - DSP LASER AP.....	48
FIGURA 50 - INSTRUMENTO DE POSICIONAMENTO - DSP LASER AP.....	49
FIGURA 51 - RISCOS RESIDUAIS - DSP LASER AP.....	52
FIGURA 52 - FEIXE DE LUZ DUPLO - LZ-003-HS.....	53
FIGURA 53 - KIT PARA INSTALAÇÃO - LZ-003-HS.....	54
FIGURA 54 - DISTÂNCIAS DO FEIXE DE LUZ - LZ-003-HS.....	55
FIGURA 55 - FUNCIONAMENTO DO SISTEMA OPTOELETRÔNICO - LZ-003-HS.....	55
FIGURA 56 - MODO CAIXA/BANDEJA - LZ-003-HS.....	56
FIGURA 57 - TABELA DE CUSTOS DOS SISTEMAS DE SEGURANÇA.....	57

LISTA DE SIGLAS

AMS	<i>Akas Muting System</i>
ART	Anotação de Responsabilidade Técnica
CLP	Controlador Lógico Programável
CREA	Conselho Regional de Engenharia e Agronomia
EN	<i>European Norm</i>
FPSC	<i>Fiessler Programmable Safety Center</i>
IHM	Interface Homem-Máquina
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
LCD	<i>Liquid Crystal Display</i>
LDR	<i>Light Dependent Resistors</i>
LED	<i>Light Emitting Diode</i>
MCS	<i>Modulo Controllo Sicurezza</i>
MD	Memorial Descritivo
OSSD	<i>Output Signal Switching Devices</i>
PD	Ponto de Descompressão
PL	<i>Performance Level</i>
PLC	<i>Programmable Logic Controller</i>
PMI	Ponto Morto Inferior
PMS	Ponto Morto Superior
PMSM	Ponto Morto Superior Máximo
PMV	Ponto de Mudança de Velocidade
RX	Receptor do sistema optoeletrônico de segurança
SIL	<i>Safety Integrity Level</i>
TX	Transmissor do sistema optoeletrônico de segurança
UTFPR	Universidade Tecnológica Federal do Paraná

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
1.1	TEMA DE PESQUISA	1
1.1.1	Delimitação do Tema	3
1.2	PROBLEMAS E PREMISSAS.....	3
1.3	OBJETIVOS	4
1.3.1	Objetivo Geral	4
1.3.2	Objetivos Específicos	4
1.4	JUSTIFICATIVA	5
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	6
1.6	ESTRUTURA DO TRABALHO.....	7
2.	DESCRIÇÃO DA MÁQUINA.....	8
2.1	DESCRIÇÃO GERAL DA PRENSA HIDRÁULICA	8
2.2	PRINCIPAIS PARTES E COMPONENTES DA MÁQUINA.....	9
2.3	FERRAMENTAS UTILIZADAS	16
2.3.1	Punção	17
2.3.2	Matriz	18
2.4	PRINCIPAL MOVIMENTO DA MÁQUINA	20
3.	DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SEGURANÇA.....	21
3.1	SISTEMA DE SEGURANÇA SEGUNDO À NR-12.....	21
3.2	SENSOR FOTOELÉTRICO	22
3.2.1	Características do sensor fotoelétrico.....	23
3.2.2	Tipos de sensor fotoelétrico	24
3.3	SISTEMA DE SEGURANÇA OPTOELETRÔNICO FRONTAL	26
3.3.1	Influência do sistema de segurança optoeletrônico frontal na máquina.....	30
3.3.2	Princípio de operação	31
4.	RISCOS ASSOCIADOS AO OBJETO DE ESTUDO	34
4.1	ABORDAGEM GERAL DE SEGURANÇA	34
4.2	ÁREA FRONTAL DA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA.....	34
4.3	ÁREA LATERAL E TRASEIRA DA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA	35
4.4	CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A SEGURANÇA DA OPERAÇÃO	35
4.5	AJUSTE E/OU SUBSTITUIÇÃO DAS FERRAMENTAS DA PRENSA	36
4.6	TREINAMENTO, INSTRUÇÃO E SUPERVISÃO	37
4.7	ANÁLISE DE RISCOS	37
5.	DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO FRONTAL DISPONÍVEIS NO MERCADO	40
5.1	FISSLER ELEKTRONIK - AKAS® II.....	40
5.1.1	Princípio de funcionamento do dispositivo no movimento de dobra.....	44
5.1.2	Riscos residuais e restrições de uso.....	45
5.1.3	FPSC - <i>Fiessler Programmable Safety Center</i>	46
5.2	NUOVA ELETTRONICA - DSP LASER AP + MCS.....	48
5.2.1	Transmissor, receptor e instrumento de posicionamento	48
5.2.2	Módulo MCS.....	49
5.2.3	Pedaleiras.....	51
5.2.4	Modos de operação.....	51
5.2.5	Riscos residuais e restrições de uso.....	52
5.3	ACE SCHMERSAL - LZS-003-HS.....	53
5.3.1	Modo caixa/bandeja	56
6.	CUSTOS, ADEQUAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA	57

6.1	COTAÇÃO DE CUSTOS.....	57
6.2	PROCEDIMENTOS PARA ADEQUAÇÃO À NR-12.....	58
6.2.1	ART – Anotação de Responsabilidade Técnica.....	59
6.2.2	MD – Memorial Descritivo.....	60
6.2.3	Proposta técnica.....	60
6.2.4	Garantia.....	61
6.2.5	Manutenção.....	61
7.	CONCLUSÃO.....	62
	REFERÊNCIAS.....	64
	ANEXO A - SISTEMA DE SEGURANÇA - LZS-003-HS.....	67
	ANEXO B - SAFRTY SYSTEM - DSP LASER AP AND MCS.....	69
	ANEXO C - PROPOSTA TÉCNICA.....	71
	ANEXO D - MEMORIAL DESCRITIVO.....	75

1 INTRODUÇÃO

1.1 TEMA DE PESQUISA

Área de estudo: Automação e segurança. Análise de adequação de prensa hidráulica dobradeira à NR-12.

A prensa hidráulica dobradeira é uma máquina utilizada no parque industrial, cuja função é realizar dobras em chapas de aço e estruturas metálicas, podendo ter diversos tamanhos de acordo com a necessidade.

A máquina possui dois pistões hidráulicos posicionados na sua parte superior, os quais devem ser acionados eletricamente pelo operador através de um pedal de segurança ou comando bimanual para que a travessa superior desça. Dessa forma, o material é prensado, atingindo a dobra desejada conforme as ferramentas utilizadas (WESS, 2013).

Para um melhor entendimento do processo, a Figura 1 representa um esquemático frontal da prensa hidráulica dobradeira, enfatizando as ferramentas utilizadas para a realização da dobra. A Figura 2 mostra a vista traseira da máquina, enfatizando a mecânica traseira, responsável pelo apoio da chapa e definição da distância da sua borda até o eixo de dobra.

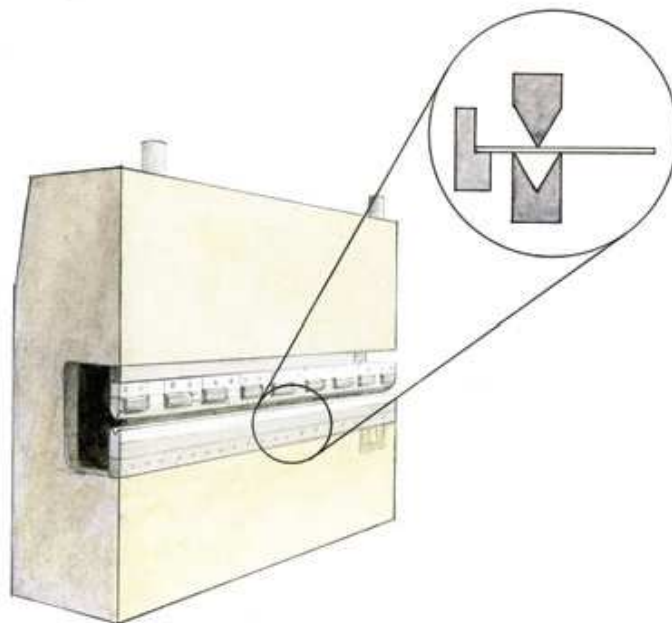


Figura 1 - Vista frontal de uma prensa hidráulica dobradeira
Fonte: IRSST (2013)

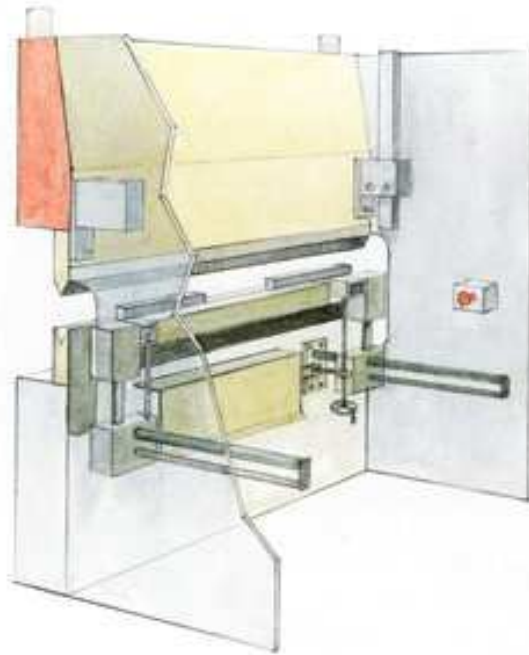


Figura 2 - Vista traseira de uma prensa hidráulica dobradeira
Fonte: IRSST (2013)

Nesse âmbito, é importante ressaltar que ao utilizar máquinas, ferramentas e aparelhos que apresentam certo risco para os trabalhadores, a segurança no trabalho é um tema importante para analisar e discutir.

A convenção 119 da Organização Internacional do Trabalho, relativa à proteção de operadores das máquinas, concluída em Genebra, em 25 de junho de 1963 e promulgada no Brasil pelo decreto 1255/94, prevê a proibição da venda, locação e utilização de máquinas desprovidas de dispositivos de proteção apropriados e que apresentam riscos aos usuários (JusBrasil, 2013).

Em uma pesquisa feita em Osasco, São Paulo, no início da década de 70, analisou mil acidentes graves e concluiu que em 85,5% dos casos, as máquinas estão envolvidas com os acidentes, sendo que 31,8% do total das ocorrências foram causados por prensas. É importante ressaltar que nesse estudo houve casos em que as máquinas foram encontradas sem dispositivos de proteção, desrespeitando o artigo 193 da CLT (VILELA, 2013).

Em 2004, o Ministério do Trabalho e Emprego, a fim de uniformizar e divulgar boas práticas em nível nacional, publicou a nota técnica NT 37/2004 que estabeleceu princípios para a proteção de prensas e máquinas similares. Em 2005, a nota técnica foi substituída pela de número NT 16/2005 (SILVA, 2008).

Essas notas técnicas informaram que há uma alta incidência de acidentes de trabalho registrados no Brasil, em que mais da metade dos acidentes com mutilação são causados por

prensas ou equipamentos similares. Além disso, segundo as notas técnicas, no parque industrial brasileiro ainda ocorre a utilização de equipamentos obsoletos que oferecem riscos de acidentes (MTE, 2013).

Além disso, a NR-12 (Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos) fornece subsídios para uma fiscalização mais coerente por parte do Ministério do Trabalho e Emprego e regulamenta que a zona de trabalho frontal da máquina dobradeira deve possuir um sistema de segurança que cubra a zona de trabalho (BRASIL, 2010).

Diante dessa situação, dispositivos de segurança optoeletrônicos são implementados em prensas hidráulicas dobradeiras a fim de se reduzir o índice de acidentes e proporcionar uma maior segurança para o trabalhador na zona de prensagem.

Os sensores de segurança de proteção frontal utilizando um sistema de feixe de luz visível são aparelhos que funcionam em conjunto com as máquinas dobradeiras, tendo o papel de fazer com que ela pare seu movimento caso o feixe de *laser* emitido pelo sensor seja interrompido em uma região de risco para o operador.

Os sensores de proteção que utilizam de *lasers* possuem normalmente um transmissor, um receptor e um sistema de controle. O campo de atuação dos sensores comerciais são geralmente constituídos de múltiplos feixes que são projetados de forma a proporcionar maior segurança para o operador. Para cada conjunto de transmissores e receptores ativados, caso o receptor não receba o feixe luminoso de infravermelho do transmissor, é gerado um sinal de falha. O sistema ainda deve utilizar relés de segurança, que fazem a atuação no sistema de controle da máquina (SILVA, 2008).

1.1.1 Delimitação do Tema

O presente trabalho tem como finalidade analisar os fatores necessários para adequar prensas hidráulicas dobradeiras antigas em funcionamento que estão presentes no parque industrial brasileiro, contemplando as exigências legais do anexo VIII da NR-12.

1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

Um dos principais problemas de uma prensa hidráulica dobradeira é o risco que ela oferece ao operador tanto na parte frontal, lateral e traseira. As três devem ser protegidas, os perigos mais comuns são na operação de movimento e corte da lâmina a ser trabalhada, o repique da lâmina e o movimento das engrenagens traseiras da máquina. Os tipos de ferimentos mais usuais são cortes, esmagamento, amputação e fraturas, podendo ocasionar a morte.

Para contribuir para a proteção da máquina, existem diversos sistemas de segurança que devem ser implementados em suas respectivas áreas de risco (frontal, lateral e traseira). Para a parte frontal, os sistemas mais comuns são a cortina de luz e o feixe de laser. Na parte lateral e traseira diversas soluções podem ser aplicadas, como materiais sensíveis a pressão, *scanners* a laser, diversos feixes individuais, e até mesmo a cortina de luz, visando o enclausuramento da área de risco.

É importante salientar que ainda existem diversas máquinas para a conformação de chapas metálicas antigas no parque industrial brasileiro que não estão de acordo com as normas de segurança, conforme o Ministério do Trabalho e Emprego.

Nesse contexto, surge a seguinte pergunta:

Como adequar uma prensa hidráulica dobradeira à NR-12, em relação à zona de prensagem, em específico?

Para responder essa pergunta, torna-se imprescindível analisar primeiramente o funcionamento a fundo da prensa hidráulica dobradeira para entender quais são os seus movimentos durante a conformação da chapa metálica que geram risco para o operador.

A zona de prensagem é a área de maior perigo e mais complexa de ser protegida devido ao movimento da máquina e os dispositivos optoeletrônicos para proteção frontal contemplam boa fatia do valor investido para a adequação de uma máquina, fator explicável pela pequena quantidade de fabricantes qualificados, além dos produtos serem importados. Dessa forma, é viável manter um foco de estudo nesse item de segurança.

Outra preocupação é em relação ao acesso à assistência técnica dos equipamentos de segurança em caso da necessidade de manutenção. Pois o mercado é restrito e os produtos são importados.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Analisar quais são os fatores necessários para a adequação de prensa hidráulica dobradeira à NR-12, em relação à zona de prensagem, em específico.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos que serão necessários para desenvolver o trabalho são descritos a seguir:

- Estudar o funcionamento da prensa hidráulica dobradeira e seus modos de operação;

- Identificar os riscos de acidentes associados à máquina envolvendo os trabalhadores;
- Conhecer os elementos que compõem o sistema de segurança geral da máquina atendendo à NR-12;
- Descrever o funcionamento dos dispositivos de segurança que devem compor a máquina e em especial os dispositivos que atendem a zona de prensagem.
- Avaliar quais opções de dispositivos existentes em nosso mercado adéquam a zona de prensagem de uma prensa hidráulica dobradeira à NR-12;
- Verificar os custos dos dispositivos de segurança optoeletrônicos frontal que atendem as exigências legais;

1.4 JUSTIFICATIVA

A segurança no trabalho é um ponto importante para se atentar quando o assunto envolve máquinas que podem apresentar certo risco aos trabalhadores. Atualmente, existe a NR-12 que regulamenta que prensas hidráulicas dobradeiras, dentre outras máquinas, devem possuir um sistema de segurança adequado. Além disso, conforme citado no item 1.1.1, o decreto 1255/94 prevê a proibição da venda, locação e utilização de máquinas desprovidas de dispositivos de proteção apropriados e que apresentam riscos ao usuário.

Esse é o principal motivo pelo qual os dispositivos destinados à zona de prensagem e as demais zonas de risco são instalados em prensas hidráulicas dobradeiras. Porém como todos os produtos no mercado hoje são importados, conseqüentemente isso torna o produto mais caro e o serviço do fabricante se torna dificultado. Além disso, para se encomendar esse tipo de equipamento, o prazo de entrega é longo, ou seja, um sistema de produção pode ser comprometido caso haja uma urgente necessidade de implementação do sistema de segurança ou se o aparelho atual da máquina apresentar defeitos.

Devido a esses motivos, torna-se necessário uma análise completa da adequação de prensas hidráulicas dobradeiras à NR-12, seguindo de um acompanhamento do equipamento com manutenções preventivas e corretivas, de forma planejada, devido à dificuldade de deslocamento de técnicos capacitados, equipamento e peças de reposição. Evitando assim, transtornos e paradas indesejadas de produção.

Outro ponto importante a ressaltar, conforme descrito no item 1.1.1, é que o Ministério do Trabalho e Emprego informou que ainda ocorre a utilização de equipamentos obsoletos no parque industrial brasileiro, um dos motivos desse ocorrido pode ser pelo alto custo desses dispositivos optoeletrônicos.

1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Para alcançar os objetivos propostos, o procedimento metodológico para a realização desse trabalho consiste em uma ampla pesquisa bibliográfica de caráter exploratório seguida de uma verificação em campo para conhecer melhor os objetos de estudo. A partir disso, será efetuado uma pesquisa dos dispositivos de segurança de proteção frontal disponíveis no mercado que contemplam as exigências do anexo VIII da norma regulamentadora de número 12. Seguido de um levantamento de custo desses produtos e da documentação necessária para adequar uma máquina.

ETAPA 1 - Revisão bibliográfica

Essa etapa tem como finalidade buscar informações relevantes para se entender o funcionamento da máquina e do dispositivo de segurança destinado para proteger a zona de prensagem. Para isso, serão utilizados livros, artigos e dissertações de trabalhos similares disponíveis no acervo da UTFPR, bem como em outros acervos online. Além de outros materiais.

ETAPA 2 - Analisar fisicamente o funcionamento da máquina e do sistema de segurança

Para ajudar na verificação do sistema de funcionamento do objeto em estudo, serão feitas algumas visitas a empresas que possuem esse maquinário com o uso de dispositivos de segurança, visando coletar informações pertinentes ao estado atual da instalação da máquina e sua conformidade ou não com a NR-12.

ETAPA 3 - Descrever o sistema de funcionamento da máquina

Essa etapa será constituída da descrição detalhada do funcionamento e dos modos de operação usuais da prensa hidráulica dobradeira. O estudo do comportamento da máquina é indispensável para a compreensão posterior de seus sistemas de segurança.

ETAPA 4 - Análise do funcionamento do sensor optoeletrônico

Nesse estágio, será estudado a fundo como é o funcionamento dos sensores optoeletrônicos com feixe único ou multifeixes de proteção frontal. Descrevendo detalhadamente esse sistema de segurança e como ele atua junto à máquina. Esse dispositivo é instalado de forma a proteger a zona de prensagem.

ETAPA 5 - Identificar os riscos apresentados pela máquina

Nessa etapa deverão ser identificados os riscos de acidentes apresentados para o trabalhador pela prensa hidráulica dobradeira.

ETAPA 6 – Descrever os equipamentos de proteção disponíveis no Brasil

Após uma análise a fundo do objeto de estudo, serão definidos quais dispositivos de proteção, acessíveis através de importadores ou fornecedores estabelecidos em território nacional, que contemplam as exigências da Norma Regulamentar número 12.

ETAPA 7 – Verificação dos custos dos dispositivos de proteção junto a fornecedores nacionais

Nessa etapa será realizada uma verificação dos custos desses dispositivos junto a fornecedores que atendam os requerimentos da NR-12.

ETAPA 8 – Verificar quais são os procedimentos para a adequação.

Será verificada de que maneira é realizada a adequação e quais os documentos que a empresa prestadora de serviço deve fornecer ao completar a instalação.

ETAPA 9 - Documentação dos dados obtidos e redação do trabalho final

É constituída do processo final do trabalho. Serão documentados os resultados obtidos e comparados com os objetivos iniciais da proposta.

1.6 ESTRUTURA DO TRABALHO

Com base nas etapas citadas no item anterior, a estrutura do trabalho será composta da seguinte forma:

Parte 1 - Capítulo introdutório.

Parte 2 - Fundamentação teórica.

Capítulo 2 e 3: Descrição da máquina e do sistema de segurança.

Capítulo 4: Riscos relacionados ao objeto de estudo.

Parte 3 - Procedimentos metodológicos.

Capítulo 5: Descrição dos dispositivos de segurança disponíveis no mercado.

Capítulo 6: Verificação do custo dos produtos e documentação necessária para a adequação.

Parte 4 - Resultados da pesquisa e conclusões.

Capítulo 7: Relato dos resultados obtidos e conclusão

2. DESCRIÇÃO DA MÁQUINA

2.1 DESCRIÇÃO GERAL DA PRENSA HIDRÁULICA

A prensa dobradeira, também conhecida como somente dobradeira ou prensa viradeira tem como finalidade conformar folhas e chapas metálicas, apesar de possuir a capacidade de dobrar outros tipos de materiais. As prensas dobradeiras mais encontradas na indústria são por acionamento hidráulico, pois possui grande capacidade de força e movimento constante durante todo o trajeto. Através da troca de ferramentas, é possível conseguir diferentes formas desejadas de peças.

A Figura 3 ilustra um exemplo de uma prensa hidráulica dobradeira formada por quatro travessas de ferro fundido em monobloco de elevada resistência, pode apresentar dimensões elevadas de acordo com a necessidade de conformação. Dois cilindros são acoplados à travessa móvel, também chamado como martelo, e realizam a transmissão do movimento a partir de um circuito hidráulico constituído de uma bomba e várias válvulas que fazem o comando de seus estágios de operação (WESS, 2013).



Figura 3 - Vista frontal de uma prensa hidráulica dobradeira
Fonte: NEWTON (2014)

O acionamento da máquina pode ser feito por pedais com comando elétrico, sendo proibido o emprego de pedais mecânicos, ou comando bimanual, com botoeiras, exigindo a utilização simultânea das duas mãos do operador (METALÚRGICA MP, 2014). Devido à necessidade de apoio e posicionamento correto da chapa pelo operador, o comando bimanual é pouco aplicado.

A travessa superior geralmente possui intermédios que conectam o punção desejado com a travessa superior, já a travessa inferior possui uma bancada de trabalho onde é fixada a matriz. As duas ferramentas são definidas pelo tipo de dobra que se deseja realizar e pelas dimensões da chapa a se utilizar.

Alguns modelos possuem comandos orientados por um controle numérico computadorizado, permitindo a máquina fazer uma sequencia de dobras diferentes na mesma peça, reduzindo o manuseio, o tempo de ciclo e conseqüentemente o tempo de fabricação (ALFA, 2014).

2.2 PRINCIPAIS PARTES E COMPONENTES DA MÁQUINA

As prensas dobradeiras hidráulicas podem ter algumas variações no seu aspecto construtivo, porém a maioria possui componentes semelhantes:

Estrutura: Pode ser confeccionada em ferro fundido, aço fundido ou em chapa de aço soldada (FIERGS, 2013).

Cilindro hidráulico: É um atuador mecânico que é utilizado para aplicar uma força através de um percurso linear, nas prensas dobradeiras é utilizado para pressionar o punção contra a matriz. A Figura 4 ilustra um cilindro hidráulico instalado na máquina dobradeira (FIERGS, 2013).

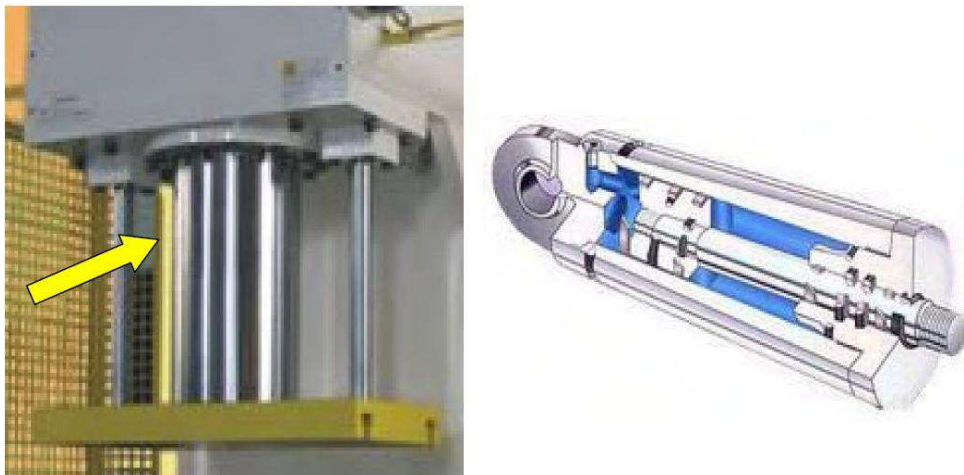


Figura 4 - Cilindro Hidráulico
Fonte: FIERGS (2014)

Bomba hidráulica: Dispositivo que fornece energia aos líquidos (óleo), tomando energia mecânica de um eixo. No caso da dobradeira a transmissão de energia é através da pressão, que é fornecida principalmente para os dois cilindros principais. A Figura 5 mostra um exemplo de bomba hidráulica, junto com o motor de indução, utilizado nas máquinas (FIERGS, 2013)



Figura 5 - Bomba hidráulica
Fonte: FIERGS (2014)

Válvulas hidráulicas: A válvula solenoide é a combinação de duas partes funcionais: O pacote eletromagnético, constituído por um solenoide com seu núcleo móvel e um corpo de válvula com os orifícios de entrada, passagem e saída. Essa combinação permite que a válvula atue obstruindo ou liberando o caminho do fluido em questão, permitindo o controle da máquina (JEFFERSON, 2014).

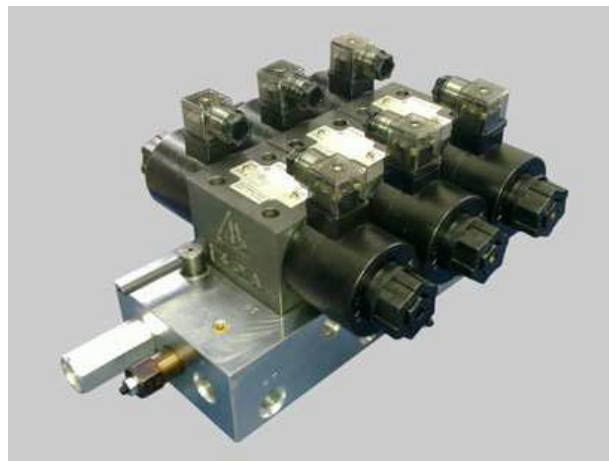


Figura 6 - Válvulas hidráulicas
Fonte: MITCHEL (2014)

A Figura 6 representa válvulas em conjunto de um bloco para a interligação, peça indispensável para efetuar a lógica desejada para a operação do circuito hidráulico.

Reservatório de óleo: É um recipiente, geralmente de aço, utilizado para o armazenamento do fluido de trabalho que também contribui para a troca de calor e decantação das partículas contaminantes (OTTO, 2014).

A Figura 7 mostra um exemplo geral de reservatório:



Figura 7 - Reservatório de fluido hidráulico
Fonte: KLEIN (2014)

Válvula de segurança: Nada mais é do que um dispositivo eletromecânico, tendo sua principal finalidade, na prensa dobradeira, o controle seguro contra acionamentos involuntários ou falhas de componentes de comando. Caso em um determinado ciclo algum dos sensores das válvulas não responder adequadamente, permanecendo ligados ou desligados (indicação de defeito), a lógica elétrica deverá interromper o trabalho da máquina e entrar em modo de emergência (FIERGS, 2014).

A Figura 8 ilustra um exemplo de válvula de segurança:



Figura 8 - Válvula de segurança hidráulica
Fonte: FIERGS (2014)

Válvula de retenção: Impede a queda do martelo em caso de falha do sistema hidráulico e garante a parada da travessa móvel na posição desejada. Esse tipo de válvula possibilita um fluido a escoar em apenas uma direção (FIERGS, 2014).

A Figura 9 representa a válvula instalada na máquina dobradeira:



Figura 9 - Válvula de retenção hidráulica
Fonte: FIERGS (2014)

Zona de prensagem: É o espaço compreendido entre as ferramentas de trabalho, punção e matriz, sendo a área em que o martelo aplica a força necessária para vencer a resistência do material e realizar a dobra. Por esse motivo, essa área possui risco de acidentes graves (FIERGS, 2014).

A Figura 10 representa uma vista frontal da prensa hidráulica dobradeira e sua zona de prensagem:



Figura 10 - Zona de prensagem da máquina dobradeira
Fonte: WORLD (2014)

Sistema de segurança: Existem diversos sistemas de segurança que são regulamentados por norma e que devem ser empregados nas prensas hidráulicas dobradeiras para proteger o operador contra diversos tipos de acidentes. Alguns exemplos; podem-se citar: cortina de luz infravermelha, proteções físicas, comando bimanual e sistema de segurança optoeletrônico frontal (FIERGS, 2014).

A Figura 11 ilustra um exemplo de proteção física instalada na parte traseira da máquina utilizando um portão para bloquear o acesso dos trabalhadores. Prática adotada para evitar acidentes graves na mecânica traseira durante seu período de funcionamento.



Figura 11 - Proteção física na parte de traz da dobradeira
Fonte: OPERATRIX (2014)

Existem alguns dispositivos que utilizam cortina de luz infravermelha podem substituir as proteções físicas citadas. A Figura 12 é uma ilustração desse sistema de segurança:



Figura 12 - Cortina de luz infravermelha
Fonte: PID INDUSTRIAL (2014)

A Figura 13 ilustra um comando bimanual, que é um dispositivo de proteção que pode ser utilizados em substituição do pedal de três posições. Sua função é simples, ocupar as mãos do operador enquanto a máquina estiver em movimento. Porém, é necessário um correto posicionamento da chapa metálica na prensa hidráulica dobradeira para se obter uma conformação precisa, tornando-se uma solução desvantajosa nesse aspecto.



Figura 13 - Comando bimanual
Fonte: MICROAR (2014)

A Figura 14 mostra um *laser* de segurança instalado na zona de prensagem, equipamento indispensável para garantir a segurança do operador principalmente contra acidentes graves como esmagamento e amputação de membros.

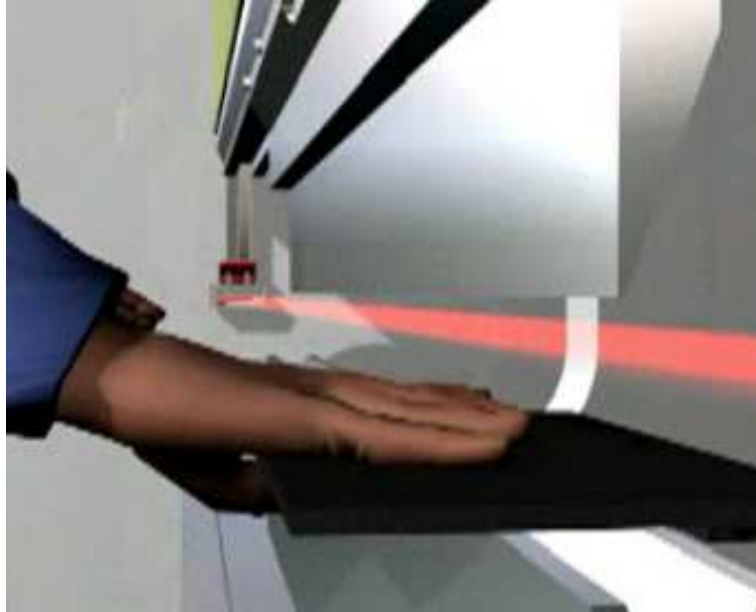


Figura 14 - Sistema de segurança optoeletrônico frontal
Fonte: SCHMERSAL (2014)

Painel elétrico de força e comando: É indispensável para o funcionamento das prensas hidráulicas, tendo a função de alimentar e comandar a atuação da prensa hidráulica, variando seu nível de complexidade conforme a necessidade e capacidade de operação da máquina. É constituído normalmente por: transformadores, fontes, régua de bornes, disjuntores, *drivers* dos servomotores e módulo do CNC.

A Figura 15 representa um exemplo de painel elétrico adotado nas máquinas:



Figura 15 - Exemplo de painel elétrico da dobradeira
Fonte: WORLD (2014)

Controle Numérico Computadorizado: É basicamente um computador que possibilita o controle da máquina, muito utilizado nas máquinas dobradeiras atualmente, possibilitando o controle simultâneo de varias variáveis através de uma lista de movimentos escrita num determinado código. O sistema realiza uma interface entre o operador ou programador com a máquina, tornando possível a conformação de chapas metálicas com elevada precisão, além de acelerar a produção de peças devido à praticidade.



Figura 16 - Tela do CNC da dobradeira
Fonte: WORLD (2014)

A Figura 16 ilustra uma tela de CNC de uma dobradeira junto com os comandos necessários para configurar e operar a máquina.

2.3 FERRAMENTAS UTILIZADAS

Em prensas dobradeiras, a chapa a ser dobrada sofre uma deformação por flexão que é obtido graças à força que o cilindro hidráulico realiza sobre a chapa para vencer a sua resistência (PALMEIRA, 2014).

As características e dimensões da chapa definem o tipo de ferramenta que será empregado para realizar a dobra desejada, além de ser necessário obedecer à carga máxima suportada definida pelo fabricante. A ferramenta superior é chamada de punção e a inferior de matriz.

Normalmente, a tecnologia empregada é chamada de dobra no ar que segue o princípio de que a chapa metálica nunca pode encostar no fundo da matriz, sendo que o grau desejado na peça é atingido de acordo com o curso da travessa superior (DOLBLES, 2014).

A Figura 17 ilustra um exemplo das ferramentas adotadas no processo de dobra:

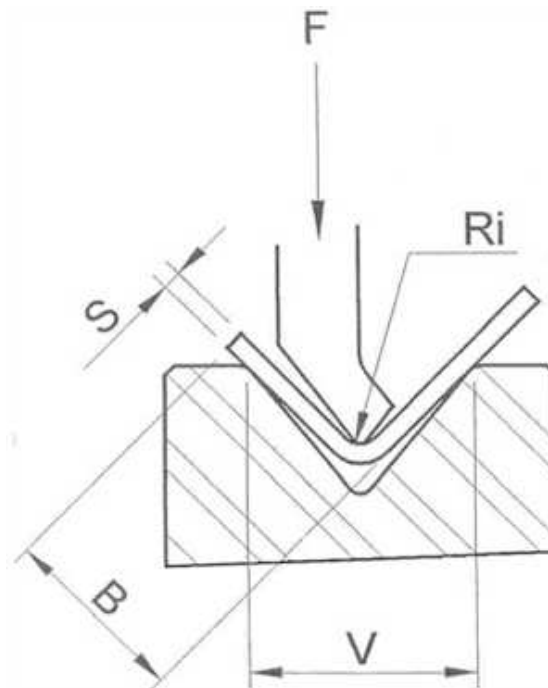


Figura 17 - Vista lateral das ferramentas da dobradeira
Fonte: DOLBLES (2014)

Lembrando que também é possível fazer dobras por esmagamento, ao se utilizar uma matriz apropriada para desempenhar essa função.

2.3.1 Punção

O punção é uma ferramenta fundamental para a correta realização da dobradeira, empregado conforme a necessidade da conformação. Todo punção para dobra, tem em seu processo de produção uma análise específica para a elaboração dos mais diversos perfis desejados. O punção deve ser selecionado de forma a obter a dobra ideal para que o operário reduza algumas operações, conseguindo assim uma redução no serviço dispensado, podendo também evitar possíveis ajustes durante o processo (INPLAF, 2014).

A Figura 18 mostra alguns tipos de punção disponíveis no mercado:



Figura 18 - Punções, vista em corte
Fonte: INPLAF (2014)

2.3.2 Matriz

A matriz, ferramenta que fica posicionada em cima da bancada na travessa inferior, serve como apoio para a dobra da chapa.

É possível visualizar alguns exemplos de matrizes disponíveis no mercado conforme a Figura 19:



Figura 19 - Matriz para dobradeira
Fonte: INPLAF (2014)

A ferramenta correta a ser utilizada deve estar de acordo com o tipo de material a dimensão e o tipo de dobra a ser executada. Cantos vivos ou raios pequenos podem provocar a ruptura durante o dobramento. Os materiais que apresentam maior ductibilidade como o alumínio, o cobre, o latão e o aço com teor de carbono baixo necessitam de ferramentas com raios menores do que materiais mais duros como aços de alto e médio teor de carbono (GOMES, 2014)

Muitas vezes para atingir a conformação desejada é necessário o emprego de diversas ferramentas como mostrado na Figura 20 abaixo:

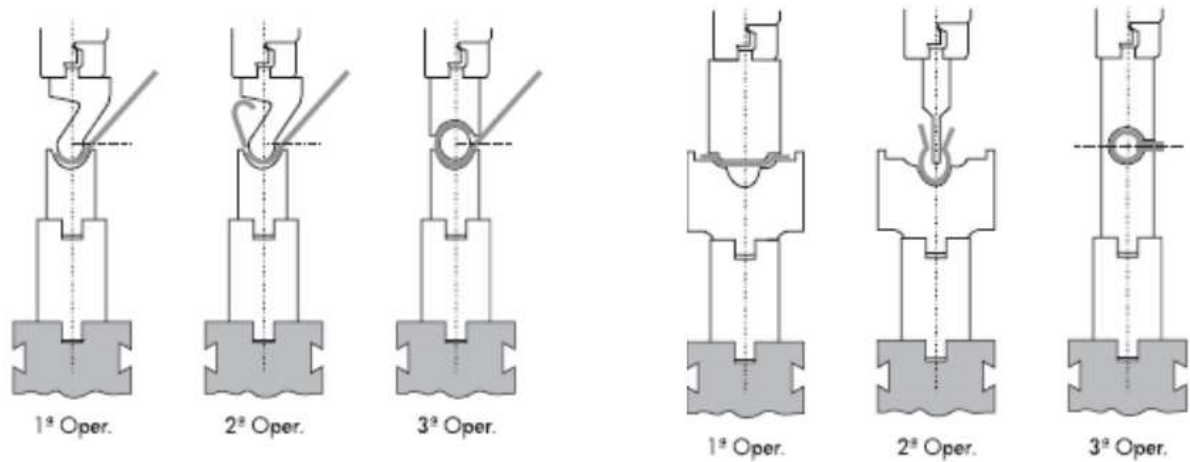


Figura 20 - Etapas de operação, vista lateral das ferramentas da dobradeira
Fonte: GOMES (2014)

O processo de dobra pode ser feito com o auxílio de apenas um estampo em uma única ou em mais fases ou, então, com mais de um estampo, até obter a forma desejada como mostra o exemplo da Figura 21 abaixo indicando a utilização de uma ou mais matrizes.

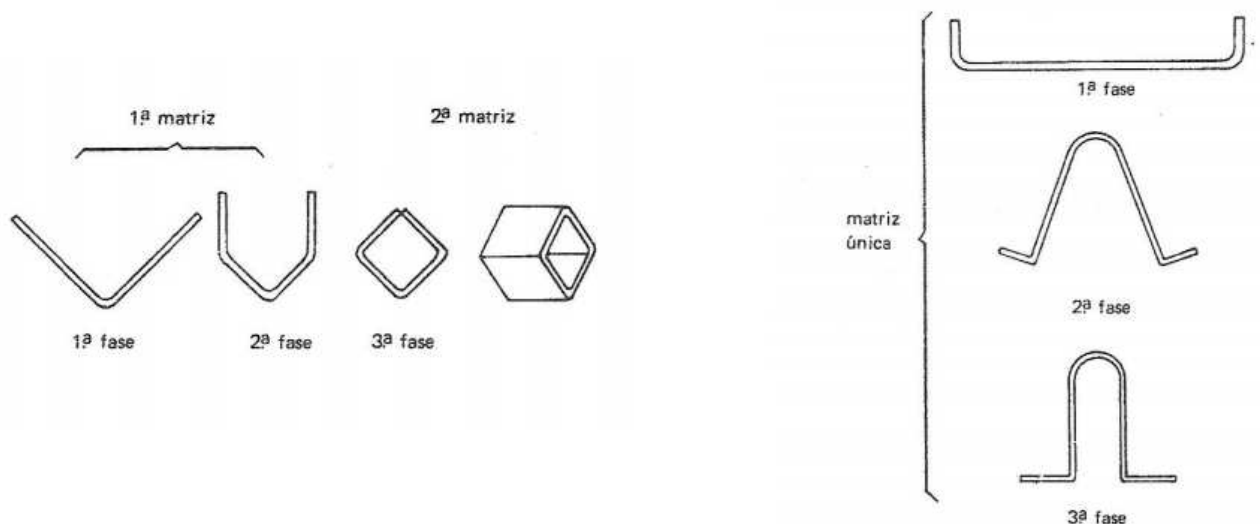


Figura 21 - Exemplo de conformação de chapa
Fonte: GOMES (2014)

2.4 PRINCIPAL MOVIMENTO DA MÁQUINA

O movimento principal da máquina dobradeira pode ser feito através de um comando bimanual ou pedal que é ligado com as válvulas eletro-hidráulicas. De acordo com o circuito hidráulico, os dois cilindros acoplados à travessa superior são acionados, transmitindo o deslocamento necessário para a realização da dobra. Nesse processo, a bomba produz o fluxo necessário de óleo para o correto funcionamento do sistema.

O movimento descendente da travessa móvel normalmente possui duas velocidades de operação, em que o ciclo de trabalho pode ser interrompido através de um comando elétrico da máquina. A maior velocidade se caracteriza pela aceleração de produção, já a de velocidade lenta é o deslocamento próximo ao ponto de dobra.

A Figura 22 ilustra o principal movimento da máquina utilizando a tecnologia de dobra no ar em que a chapa metálica fica apoiada em três pontos, o punção e as duas pontas da matriz. O punção se desloca em direção a matriz, comprimindo a chapa metálica que deve estar posicionada entre as duas ferramentas. O ângulo desejado é obtido de acordo com o deslocamento da travessa superior.

É possível observar que essa é uma área de risco de acidentes graves, podendo ocorrer principalmente o esmagamento e a amputação de membros do operador.



Figura 22 - Vista lateral da conformação de uma chapa
Fonte: SEK (2014)

3. DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE SEGURANÇA

3.1 SISTEMA DE SEGURANÇA SEGUNDO À NR-12

Segundo o anexo VIII da norma regulamentadora de número 12, que se trata das prensas hidráulicas dobradeiras, as máquinas devem cumprir os seguintes itens de segurança (BRASIL, 2010):

1. As dobradeiras devem possuir sistema de segurança que impeça o acesso dos operadores pelas laterais e pela traseira da máquina às zonas de perigo durante o período de funcionamento.

2. As dobradeiras devem possuir sistema de segurança frontal que cubra a área de trabalho, que deve ser selecionado de acordo com as características da construção da máquina e a geometria da peça a ser conformada.

2.1. As dobradeiras com freio ou embreagem pneumáticas e as dobradeiras hidráulicas podem possuir dispositivos detectores de presença optoeletrônicos para proteção frontal na zona de trabalho, desde que adequadamente selecionados e instalados.

2.2. As dobradeiras hidráulicas podem utilizar dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes para proteção da zona de trabalho em tarefas com múltiplas dobras, condicionada às características e limitações da máquina em função da disponibilidade de baixa velocidade, se inferior ou igual a 10 mm/s (dez milímetros por segundo), em altura de curso que não permita o acesso dos dedos do trabalhador, ou seja, inferior ou igual a 6 mm (seis milímetros);

2.3. Nas dobradeiras hidráulicas dotadas de dispositivo detector de presença optoeletrônico laser de múltiplos feixes, sua desativação completa - *muting*, somente deve ocorrer quando a abertura entre a ferramenta superior e a peça a ser conformada for menor ou igual a 6 mm (seis milímetros), associada à movimentação em baixa velocidade;

2.4. Os dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes devem ser instalados e testados de acordo com as recomendações do fabricante e norma técnica específica.

2.5. As dobradeiras hidráulicas que possuem dispositivos detectores de presença optoeletrônicos laser de múltiplos feixes devem ser acionadas por comando bimanual ou pedal de segurança de 3 posições.

3. As dobradeiras operadas unicamente por robôs podem ser dispensadas das exigências dos subitens anteriores, desde que possuam sistema de proteção para impedir o acesso de trabalhadores em todo o perímetro da máquina e de movimentação do robô.

Além disso, a norma brasileira faz referência à EN 954-1, informando que o sensor optoeletrônico frontal deve possuir categoria 4, ou seja (BRASIL, 2010):

- Uma falha isolada em qualquer dessas partes relacionadas à segurança não leve à perda das funções de segurança;
- A falha isolada seja detectada antes ou durante a próxima atuação sobre a função de segurança, como, por exemplo, imediatamente, ao ligar o comando, ao final do ciclo de operação da máquina. Se essa detecção não for possível, o acúmulo de defeitos não deve levar à perda das funções de segurança.

3.2 SENSOR FOTOELÉTRICO

Será estudado nesse tópico o princípio básico de funcionamento dos sensores fotoelétricos e os tipos disponíveis no mercado, obtendo-se uma melhor compreensão da sua aplicação nos dispositivos de segurança optoeletrônicos. Dessa forma, os fabricantes desses equipamentos devem escolher adequadamente o sensor a ser utilizado no projeto, visto que o tipo de sensor está intimamente ligado com a eficiência do dispositivo de segurança.

O sensor fotoelétrico tem como finalidade converter um sinal luminoso em um sinal elétrico para que possa ser processado por um circuito eletrônico. Existem diversos tipos de sensores que podem variar suas características de acordo com a aplicação como, por exemplo, a sensibilidade, a resposta espectral e a velocidade de resposta (BRAGA, 2014).

Um sensor fotoelétrico pode operar como transdutor, converte energia luminosa em energia elétrica, ou como um sensor propriamente dito, converte uma variação luminosa em uma variação de uma grandeza elétrica qualquer como corrente ou resistência (BRAGA, 2014).

A Figura 23 ilustra os dois casos citados:

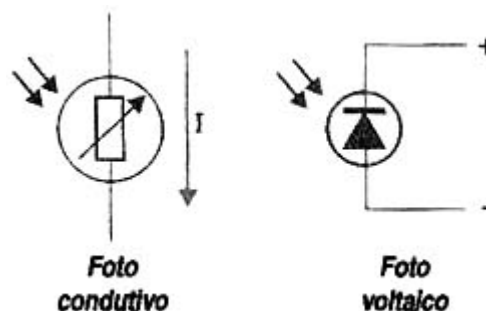


Figura 23 - Características dos sensores fotoelétricos
Fonte: BRAGA (2014)

3.2.1 Características do sensor fotoelétrico

Sensibilidade: A sensibilidade de um sensor fotoelétrico representa o modo que a grandeza associada à saída varia com relação à intensidade de luz que incide nesse sensor. De um modo geral, a maioria dos sensores, usados em aplicações eletrônicas, são extremamente sensíveis. Ou seja, o aproveitamento dessa sensibilidade vai depender do tipo de circuito associado aos sinais do sensor (BRAGA, 2014).

Resposta espectral: Alguns sensores podem receber tanto radiação infravermelha quanto ultravioleta. A Figura 24 ilustra uma comparação da resposta do olho humano com alguns tipos de sensores (BRAGA, 2014).

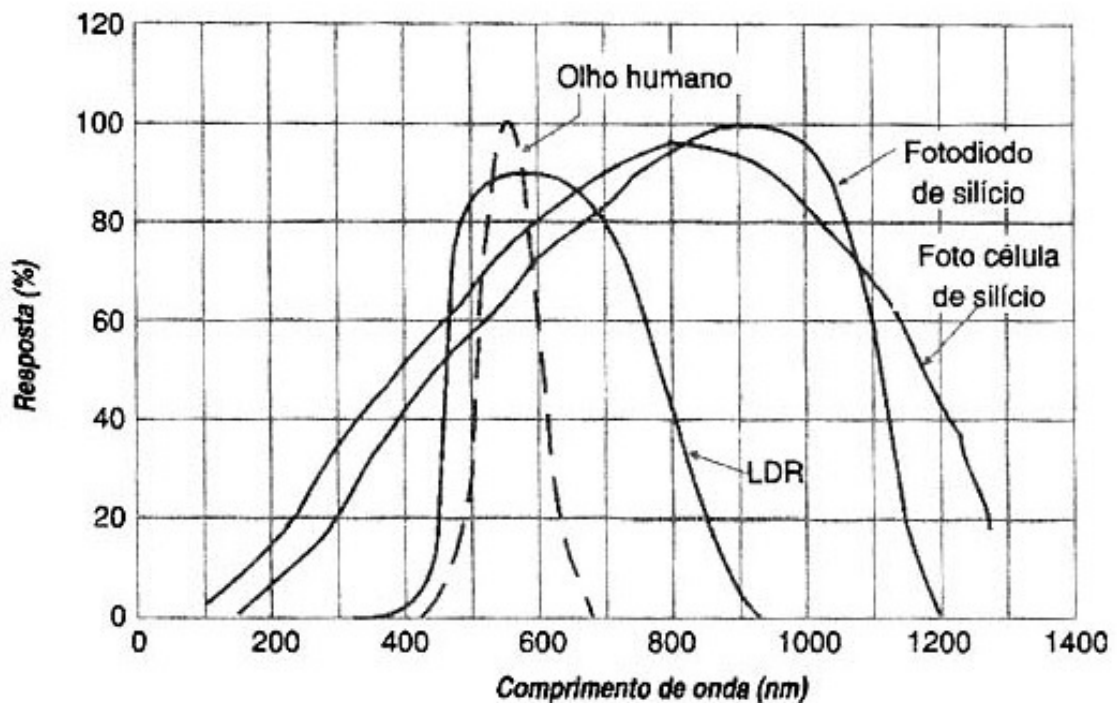


Figura 24 - Resposta espectral dos sensores
Fonte: BRAGA (2014)

Velocidade: É caracterizada pela detecção da variação luminosa dentro de um determinado período de tempo. Algumas aplicações exigem uma alta velocidade de detecção, como por exemplo: leitura de código de barras, controle de velocidade de máquinas, *encoders* ópticos e links por fibra ótica. Em contrapartida, os sensores lentos normalmente se caracterizam por possuírem uma capacidade de manuseio de correntes intensas e uma frequência de operação limitada a pouco mais de 10MHz (BRAGA, 2014).

3.2.2 Tipos de sensor fotoelétrico

LDRs: Os *Light Dependent Resistors*, também conhecidos como foto-resistores e células de sulfeto de cádmio são sensores do tipo foto-condutivo. Nesse tipo de sensor, a resistência apresentada à passagem de uma corrente elétrica depende da quantidade de luz que incide em uma superfície sensível à base de Sulfeto de Cádmio (BRAGA, 2014).

A Figura 25 ilustra o princípio de operação dos LDRs:

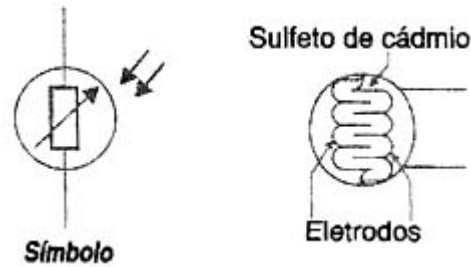


Figura 25 - Sensor LDR
Fonte: BRAGA (2014)

Embora possua uma resposta espectral ampla, esse modelo de sensor é lento, sendo usado muito mais em aplicações de automação em função da luz do que controle ou sensoriamento de variações rápidas de luz (BRAGA, 2014).

As aplicações típicas desse tipo de sensor são: Sistemas automáticos de iluminação ambiente, alarmes de passagem ou sensores de objetos.

Fotocélulas: As fotocélulas são dispositivos que geram tensão elétrica em função da quantidade de luz que incide na sua superfície, sendo que a corrente gerada é proporcional a luz de incidência. Sua composição é formada por junções de silício (BRAGA, 2014).

A Figura 26 ilustra o princípio de funcionamento das fotocélulas e seu símbolo:

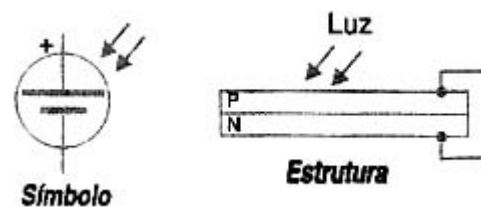


Figura 26 - Sensor de fotocélula
Fonte: BRAGA (2014)

Não são muito utilizadas como sensores, apesar de ter uma resposta de frequência muito grande, podendo operar com sinais luminosos modulados ou na detecção de variações muito rápidas de luz (BRAGA, 2014).

Fotodiodos: Os fotodiodos podem ser usados tanto no modo condutivo quanto no modo fotovoltaico. Desse modo, pode ser encontrado em chaves ópticas e acopladores ópticos como os que são utilizados em *encoders* (BRAGA, 2014).

A Figura 27 ilustra o princípio de operação dos fotodiodos e seu respectivo símbolo:

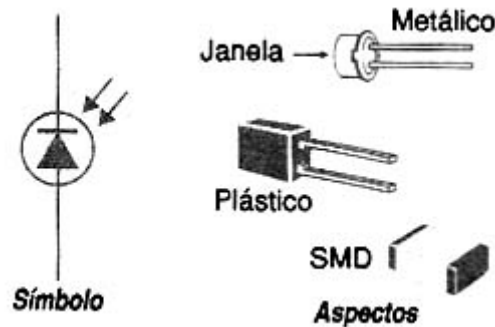


Figura 27 - Sensor de fotodiodo
Fonte: BRAGA (2014)

A curva de resposta dos fotodiodos em relação ao comprimento de onda da radiação incidente é a mesma de diversos outros dispositivos baseados em silício, ou seja, pode-se usar radiação infravermelha. Uma característica importante é o fato de sua velocidade de resposta alta que permite detectar pulsos de luz rápidos, alcançando frequências de centenas de MHz. Por esse motivo, esse modelo pode ser aplicado em *encoders*, sensores de rotação e posição, recepção de sinais de luz modulados como links de fibras ópticas (BRAGA, 2014).

Foto-transistores: Possui funcionamento similar ao fotodiodo, porém, possui uma estrutura maior, o que significa uma redução na velocidade de resposta. Apesar disso, os transistores possuem a vantagem de poderem ser utilizados de forma que a corrente gerada na liberação de cargas pela luz seja amplificada (BRAGA, 2014).

A Figura 28 ilustra o sensor foto-transistor:

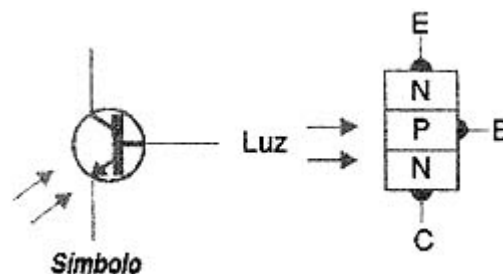


Figura 28 - Sensor foto-transistor
Fonte: BRAGA (2014)

Esse modelo de sensor é utilizado em aplicações onde é necessária alta sensibilidade e velocidade intermediária, alcançando alguns mega-hertz (BRAGA, 2014).

3.3 SISTEMA DE SEGURANÇA OPTOELETRÔNICO FRONTAL

Devido o foco de estudo ser o sistema de segurança destinado a proteger a zona de prensagem, que se situa entre o punção e a matriz, e sabendo que o dispositivo de segurança optoeletrônico frontal protege essa área, estudaremos esse dispositivo com mais detalhes. Independente de atender ou não à NR-12, esse tipo de sensor é largamente implementado na indústria, de forma que os equipamentos antigos que não atendem mais à norma devem ser substituídos. Será apresentado alguns dispositivos fora de norma a fim de se obter uma melhor compreensão didática, visto que sua construção é mais simples.

Ao coletar informações a respeito dos sistemas de segurança optoeletrônicos, foi constatado que existem modelos de diferentes formas de construção e funcionamento, em que cada fabricante adotou uma solução que julgou conveniente. Dessa forma, pode-se afirmar que uma das características que variam de acordo com o modelo é a quantidade de feixe de luz, podendo ser monorraio ou de múltiplos feixes. Sendo o primeiro, fora de norma atualmente, devido ao seu nível de segurança inferior.

Esse dispositivo protege o operador da máquina dobradeira do perigo de esmagamento entre a ferramenta superior e inferior durante o período de fechamento da prensa enquanto a travessa superior se move em alta velocidade. Evitando, principalmente, acidentes graves.

O sistema de segurança frontal pode ser formado pelos seguintes itens, porém, não necessariamente todos em um mesmo produto:

- Um transmissor, normalmente denominado de TX.
- Um receptor, normalmente denominado de RX.
- Relés de saída destinados para o acionamento dos atuadores.
- Um módulo dedicado para a lógica de programação e alimentação do sistema de segurança, podendo estar inclusos os relés de saída.
- Um controlador lógico programável que irá fazer a lógica de funcionamento do sistema de segurança.

A Figura 29 ilustra o princípio de funcionamento do sistema. Dessa forma, o transmissor TX gera a emissão de uma luz visível modulada que atinge o receptor RX, o circuito integrado ao receptor faz a leitura do sinal e comuta o estado lógico da saída conforme a situação de funcionamento do *laser*. Ou seja, se a luz do transmissor está bloqueada ou liberada (DSP LASER, 2014).



Figura 29 - Feixe de luz do sistema de segurança

Fonte: Adaptado de: DSP LASER (2014)

Com a saída lógica do circuito eletrônico do receptor em estado ativo, o dispositivo libera a máquina para operação enviando um sinal ao seu sistema de comando. Com as saídas do *laser* em estado desligado, ou seja, algum feixe de luz obstruído, o dispositivo intervém no sistema de comando da máquina fazendo com que os mecanismos de operação parem de funcionar, pois há uma provável situação de perigo (DSP LASER, 2014).

É importante destacar que a gestão do processo de parada, suspensão e reativação da máquina é feita pelo próprio sistema de controle da mesma (DSP LASER, 2014).

Dentre algumas características que podem ser encontradas nos dispositivos de segurança que atendem às normas são:

- Transmissor e receptor eletricamente conectados, garantindo que o receptor não seja ativado por outro emissor idêntico, porém, de fonte externa ao circuito eletrônico. Dessa forma, excluí-se a possibilidade de mudanças de estado indesejáveis e o sistema se torna mais confiável (DSP LASER, 2014).
- Proteção contra curto circuito no dispositivo de comutação do sinal de saída do receptor, dessa forma o sistema se torna menos suscetível a falhas (DSP LASER, 2014).
- Saídas do circuito integrado do receptor operando em redundância com igualdade e simultaneidade, para isso, são utilizados normalmente dois microcontroladores independentes que monitoram o funcionamento do sistema (DSP LASER, 2014).

Vale a pena destacar que o microcontrolador é um componente programável, construído dentro de um circuito integrado a um chip, que executa uma sequência lógica de comandos a partir de sua memória e comuta o nível lógico de suas saídas de acordo com os sinais de entrada (DECIBEL, 2014).

A Figura 30 ilustra um modelo de sistema optoeletrônico de segurança D171 com simples funcionamento que utiliza um feixe único de luz visível com classe 3R. Esse dispositivo opera junto com um relé de segurança D173 associado à interface saída, que modo redundante, comanda o circuito de controle da máquina (DECIBEL, 2014).



Figura 30 - Exemplo de sistema de segurança monorraio
Fonte: DECIBEL (2014)

A Figura 31 representa o diagrama de conexão do dispositivo optoeletrônico D171 com o relé de segurança D173 para um melhor entendimento da influência do sistema de segurança no controle da máquina dobradeira.

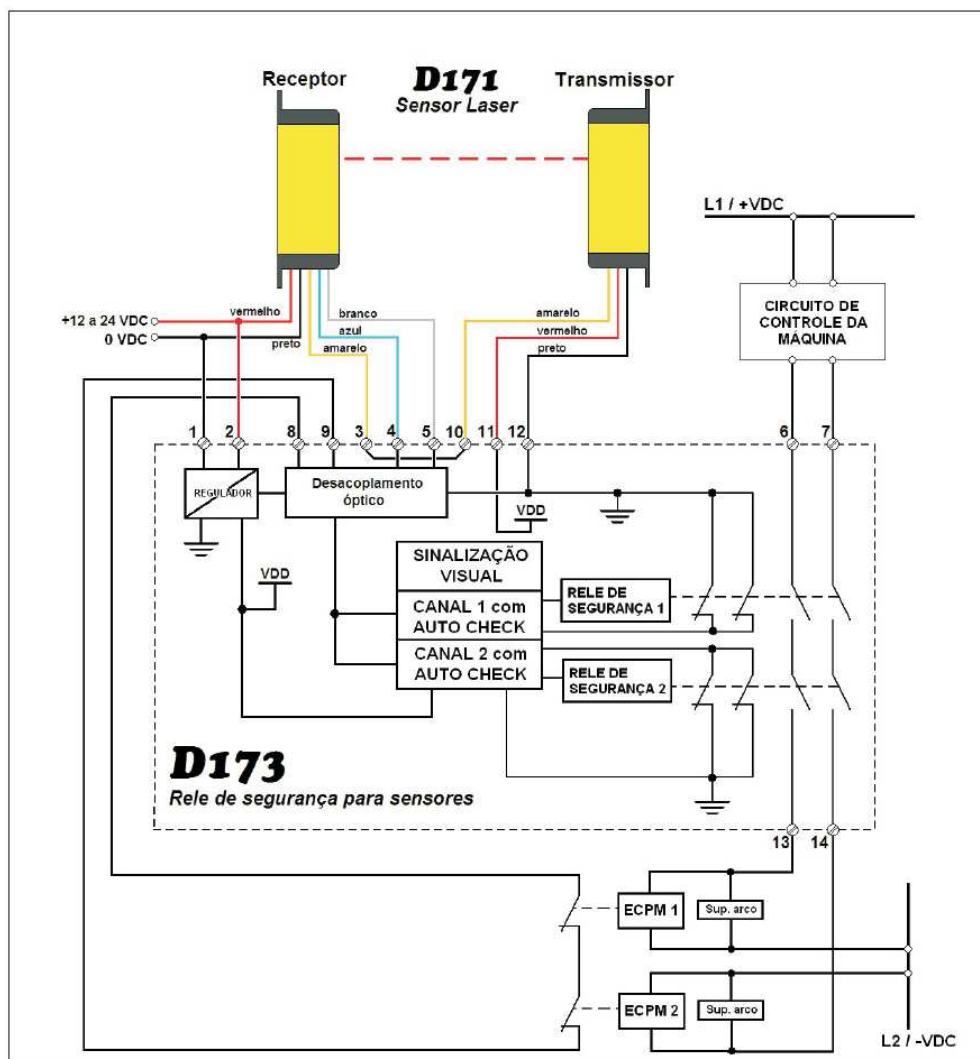


Figura 31 - Circuito do sistema de segurança monorraio
Fonte: DECIBEL (2014)

Vale ressaltar que esse modelo, apesar de atender aos requisitos da categoria 4, o dispositivo não é mais aceito pela NR-12, por diversos motivos:

- O *laser* monorraio abrange apenas a área compreendida abaixo do centro do punção, transmitindo pouca segurança na zona de prensagem.
- Seu suporte é instalado na travessa fixa da máquina, ou seja, o feixe de luz fica estagnado na linha da matriz, conforme a Figura 32.

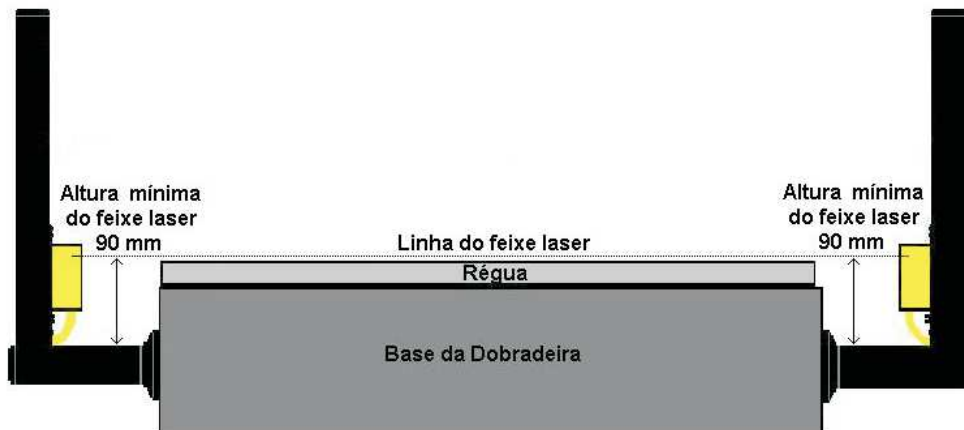


Figura 32 - Fixação do sistema de segurança monorraio
Fonte: DECIBEL (2014)

A Figura 33 ilustra um exemplo adotado pelo fabricante Nuova Elettronica, o modelo DSP LASER AP utiliza um arranjo de detecção de forma a garantir proteção contra acidentes que podem ocorrer de diferentes maneiras nas proximidades do eixo de dobra.

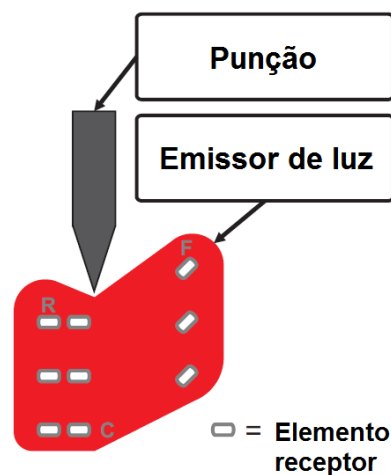


Figura 33 - Zona de detecção do laser de múltiplos feixes
Fonte: Adaptado de: NUOVA ELETTRONICA (2012)

Lembrando que existem outros arranjos de *laser* admitidos pela NR-12 que estão disponíveis no mercado.

3.3.1 Influência do sistema de segurança optoeletrônico frontal na máquina

Para compreender a influência do laser de segurança no ciclo da máquina, é citado o ciclo de funcionamento disponibilizado no manual do DSP LASER, sendo que o funcionamento dos outros modelos disponíveis no mercado seguem a mesma lógica. Visto que o diagrama da Figura 34 apresenta um ciclo de dobra padrão para a máquina dobradeira.

Estados do ciclo	Abreviação	Ciclo
Ponto Morto Superior Máximo	PMSM	
Ponto Morto Superior	PMS	
Ponto de Mudança de Velocidade	PMV	
Ponto de Descompressão	PD	
Ponto Morto Inferior	PMI	

Figura 34 - Ciclo de funcionamento da máquina dobradeira
Fonte: Adaptado de: DSP LASER (2014)

Os significados das siglas mostradas na Figura 34 podem ser compreendidos da seguinte forma (DSP LASER, 2014):

- PMSM: Ponto mais alto alcançável pela travessa móvel.
- PMS: Ponto mais alto alcançável pela travessa móvel configurado, geralmente pelo controle numérico.
- PMV: Ponto de mudança de velocidade: Ponto do curso onde ocorre a passagem de velocidade de aproximação rápida (maior que 10mm/s) e a velocidade lenta de segurança de trabalho (menor que 10 mm/s).
- PD: Ponto de descompressão da chapa: subida lenta para retirar a tensão do material.
- PMI: Ponto mais baixo do curso da travessa móvel configurado, geralmente pelo controle numérico.

Em uma operação normal, o ciclo se inicia no PMS, que não necessariamente coincide com o PMSM, aspecto útil para agilizar o processo de dobra, pois reduz o tempo de descida da travessa superior. Porém a regulagem do PMS se limita de acordo com a chapa e os tipos de dobra a se realizar na peça, pois quanto menor o valor do PMS, haverá menos espaço entre a travessa superior e inferior (DSP LASER, 2014).

O pedal comanda o movimento de descida rápida da travessa superior, maior que 10 mm/s, até o PMV, onde a velocidade é reduzida para um valor menor que 10mm/s. Essa

velocidade se mantém até finalizar o processo de dobra. Após a descompressão, automaticamente a travessa sobe até o PMS em alta velocidade (DSP LASER, 2014).

O sistema otoeletrônico de segurança frontal é conectado de tal forma que, se a zona de detecção for interceptada, com a máquina no período de descida rápida, a mecânica toda é parada. Parte do ciclo compreendido entre o PMS e o PMV. Desse modo, é possível prevenir que o operador fique sujeito a grandes riscos de acidentes durante a aproximação entre o punção e a matriz (DSP LASER, 2014).

Durante o período de dobra da chapa (velocidade inferior a 10mm/s), espaço compreendido entre o PMV e o PMI, o sistema de segurança se desativa e não protege mais o operador, esse estado do laser de segurança é comumente chamado *muting* (DSP LASER, 2014).

Dessa forma, no estado de *muting*, o sistema de segurança não protege o operador contra os seguintes riscos de acidentes (DSP LASER, 2014):

- Esmagamento entre as ferramentas: entre a peça e o punção ou entre a peça e a matriz.
- Movimento da chapa enquanto estiver dobrando: choque da peça com a mão do operador.

Além disso, ainda existem riscos residuais durante a etapa do movimento de subida rápida da máquina, sendo que o sistema não protege o operador dos seguintes itens (DSP LASER, 2014):

- Esmagamento entre a travessa móvel e a chapa ou entre as peças fixadas na máquina.
- Perigo de queda da chapa nos membros do operador no momento da descompressão.

É importante ressaltar que a máquina para imediatamente caso um feixe de luz do dispositivo seja obstruído durante o deslocamento da travessa móvel em alta velocidade. O *laser* deve ser desativado automaticamente pelo circuito de controle somente em caso de descida lenta, ou seja, uma velocidade segura, menor que 10_mm/s. Embora o laser possa ser desativado, normalmente através de uma chave seletora, em todo o ciclo de dobra com a seguinte condição: a velocidade não pode ultrapassar 10_mm/s.

3.3.2 Princípio de operação

Com o equipamento fixado na travessa superior da máquina dobradeira, o sensor cria uma área de detecção, como citado anteriormente, abaixo do punção. Essa fixação faz com que o sistema se mova junto como um todo.

Para que o objeto seja detectado é necessário que este interrompa os raios laser que iluminam pelo menos um dos sensores habilitados. A detecção do objeto determina a

intervenção do dispositivo que deve levar à parada do curso da máquina ou à ativação de uma ação prevista pelo ciclo de funcionamento, como a inibição de uma parte de sensores (DSP LASER, 2014).

A Figura 35 demonstra um exemplo das principais zonas de detecção utilizando o DSP LASER AP e como elas interferem nas proximidades das ferramentas:

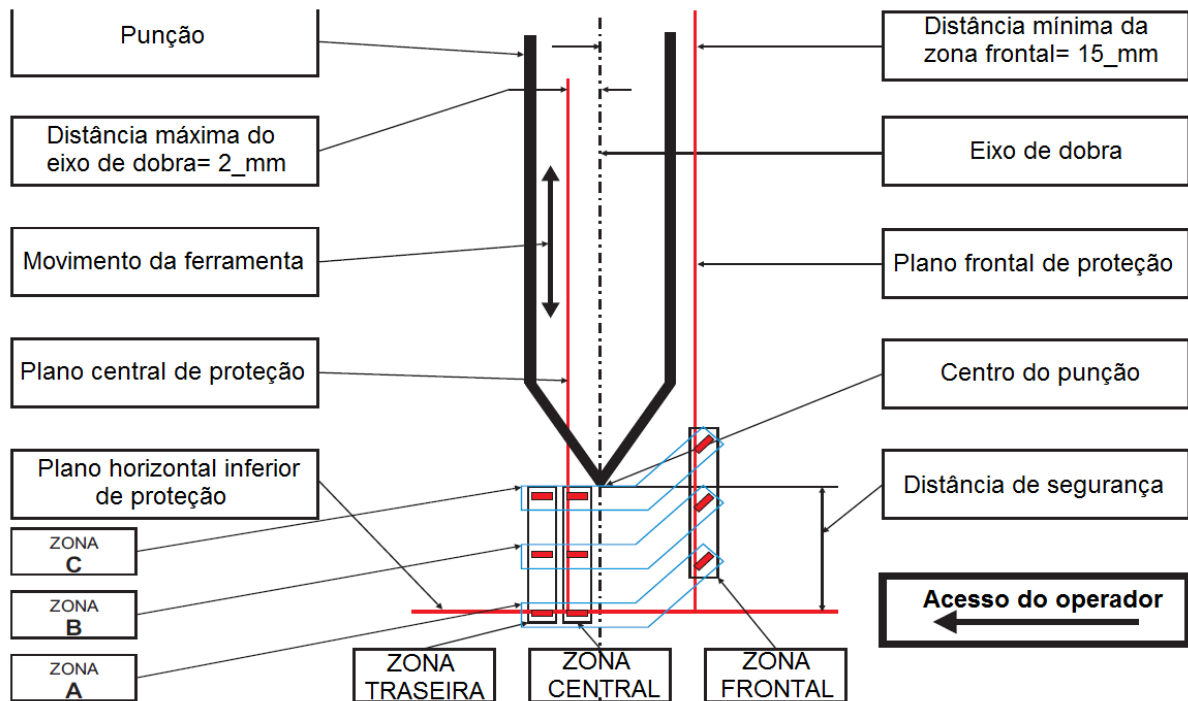


Figura 35 - Área de detecção do laser com a visão da ferramenta
Fonte: Adaptado de: NUOVA ELETTRONICA (2012)

O DSP LASER possui três zonas de detecção que podem ser descritas conforme a Figura 36 seguir:

Zona	Objetivo
frontal	Protege os dedos do operador demasiadamente próximos à zona de trabalho. Protege ainda do risco de esmagamento entre a borda da matriz e o vértice da ferramenta superior. Esta zona pode ser inibida para trabalhos especiais.
central	Protege o operador do esmagamento entre o vértice da ferramenta superior e a chapa \ matriz.
posterior	Impede o esmagamento entre o vértice da ferramenta superior e os batentes posteriores. Esta zona pode ser inibida para trabalhos especiais ou em caso de interceptação dos batentes posteriores.

Figura 36 - Descrição da área de detecção do laser
Fonte: NUOVA ELETTRONICA (2012)

Além disso, nesse modelo de sistema de segurança, o plano horizontal inferior de proteção é posicionado desde o topo da ferramenta até uma distância de segurança igual ao escorregamento da travessa superior da máquina +5_mm (DSP LASER, 2014). É importante complementar que a NR-12 tolera uma distância máxima de 6_mm para essa abertura, portanto, está de acordo com a norma.

O escorregamento da travessa móvel é caracterizado pelo seu movimento inercial, na etapa de descida rápida, devido as características construtivas da máquina. Desse modo, mesmo após o comando de parada da travessa móvel, existe certo atraso para sua parada. Além disso, o punção não pode encostar em nenhum local opaco durante esse período de tempo.

Existem algumas funções que são comumente encontradas nos dispositivos de segurança disponíveis no mercado:

- Teste de escorregamento da travessa móvel: o monitoramento é feito utilizando sensores detectores de posição na travessa em conjunto com um circuito de controle.
- Modo para confecção de caixa metálica: é utilizado um circuito eletrônico que permite alterar os modos de operação, tendo como finalidade, suprir algumas necessidades. Em casos de conformação de caixas metálicas, processo no qual o próprio material obstruí a zona de detecção, alguns feixes do *laser* devem ser desativados temporariamente, para que o controle da máquina não execute o comando de parada da travessa.

4. RISCOS ASSOCIADOS AO OBJETO DE ESTUDO

4.1 ABORDAGEM GERAL DE SEGURANÇA

A maneira melhor adaptada a proteger os usuários de prensas dobradeiras depende inicialmente da maneira como a máquina-ferramenta será utilizada pelo operador, pelo fato de se tratar de uma prensa capaz de executar diversos processos de conformação distintos, em sua maioria de lâminas metálicas, não existe uma solução de segurança definitiva (EN 693, 2014).

A maior parte dos acidentes com prensas envolve vários dedos serem amputados ou no mínimo gravemente esmagados, as mãos podem ficar presas entre as ferramentas ou entre a lâmina a ser conformada e as ferramentas. Na maior parte dos casos as máquinas não estão protegidas com dispositivos adequados, ou os dispositivos ativos estão desligados. Deve se ter em mente que estes maquinários são pesados com muita inércia e produzem grandes forças de origem hidráulica com potencial de causar ferimentos instantâneos e irremediáveis (EN 693, 2014).

O escopo deste estudo são as prensas dobradeiras hidráulicas, que por natureza já são mais seguras que as mecânicas de acionamento por engate de chaveta ou freio/embreagem. Atualmente em todas é proibido o acionamento por pedal mecânico, sendo que somente nas hidráulicas é permitido conformar peças pequenas onde se faz necessário segurar a peça a ser conformada, próximo à matriz, pois nas mecânicas não existe a possibilidade de parar o movimento entre o ponto morto superior e o inferior (EN 693, 2014).

4.2 ÁREA FRONTAL DA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA

A proteção da área frontal da prensa exige que o operador do maquinário avalie a natureza do processo fabril no qual sua atividade está inserida, visando escolher o método que melhor se aplica à proteção desta seção do equipamento. Muitas vezes pode ser necessário que as mãos do operador estejam próximas da lâmina da prensa, o acesso à área de risco frontal através da remoção de proteções fixas ou da desativação parcial dos dispositivos de detecção só deve ser feito quando é essencial ao processo de produção, e quando a prensa está configurada para operar nesta condição, ou seja, deve possuir limitada e constante velocidade de operação de descida, oferecer breves pausas entre os estágios, oferecer controle contínuo de operação através do pedal ou das botoeiras a todo instante em cada etapa. O operador deve ainda considerar as seguintes opções (EN 693, 2014):

- Comando por botoeira bi-manual. No entanto não propicia um nível de segurança satisfatório quando utilizado unicamente pois não protege nenhum terceiro além do operador, são fáceis de apresentar problema e podem ser facilmente burlados.
- Sensores de presença opto eletrônicos (Cortina de Luz, Feixe de Laser).
- Nível de treinamento e habilidade por parte do próprio operador em realizar cada tipo ação distinta com a máquina, em especial durante a etapa de prensa propriamente dita e principalmente quando o processo envolve interrupções parciais ou totais dos dispositivos de feixe a laser em determinadas etapas.
- Abertura reduzida a 6 mm. Esta opção se aplica somente a atividade de conformação de lâminas de até 2 mm de espessura, totalizando 8 mm entre o martelo e o apoio inferior, e somente quando o processo envolve uma única dobra simples. Apesar das limitações é a configuração mais segura, pois elimina o risco elementar de introduzir alguma parte do corpo na área de esmagamento. O operador deve ser capaz de inserir e retirar as lâminas após a dobra ser realizada no espaço de apenas 8mm.
- Dispositivo específico que proteja contra a queda involuntária da mesa móvel por efeito da gravidade devido a defeito como vazamento de óleo.
- Falsa sensação de segurança devido ao movimento lento entre o PMS e o PMI.

4.3 ÁREA LATERAL E TRASEIRA DA PRENSA HIDRÁULICA DOBRADEIRA

Ambas as áreas laterais e traseiras devem ser protegidas durante o período de operação, podem ser utilizadas proteções fixas, proteções móveis com sistema e intertravamento ou dispositivos detectores de presença. Preferencialmente deve ser usada uma combinação dos sistemas acima (EN 693, 2014).

Deve se salientar que dispositivos de proteção fixos e grades são muito mais baratos que equipamentos detectores de presença, e para um grande espectro de atividades possíveis de serem realizadas, podem ter a mesma eficiência (EN 693, 2014).

Também deve ser considerado o risco de queimaduras devido ao contato com partes do sistema hidráulico, o risco de vibração na bancada de trabalho, e o possível dano a audição ocasionado pelo ruído de operação da máquina (EN 693, 2014).

4.4 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A SEGURANÇA DA OPERAÇÃO

Quando o operador tem de trabalhar próximo da lâmina durante alguma etapa de produção e para isto requer que algum sensor de presença seja desativado, é necessário que exista alerta visual intermitente que chame sua atenção para a condição crítica de operação em

vigor. Os acidentes ocorrem quando os operadores não possuem controle durante todo o tempo da lâmina da prensa, independente do tipo de prensa ou do(s) dispositivo(s) de proteção, portanto devem ser conferidos antes do início da operação se o(s) pedal(ais) ou botoeiras estão funcionando perfeitamente (EN 693, 2014).

No caso de uma lâmina segmentada (muitas vezes a área utilizada da prensa é muito inferior à máxima possível) é recomendado remover todos os segmentos desnecessários visando evitar a criação de pequenas áreas de enclausuramento (EN 693, 2014).

Sempre que possível devem ser utilizados posicionadores para evitar riscos durante a conformação de peças, pois a peça pode se movimentar rapidamente da posição horizontal para até a vertical, dependendo do ângulo da ferramenta, e acertar o operador ou prensar seus dedos entre a chapa e a máquina (EN 693, 2014).

4.5 AJUSTE E/OU SUBSTITUIÇÃO DAS FERRAMENTAS DA PRENSA

A configuração de ferramenta de uma prensa é potencialmente a atividade que oferece maior risco, portanto não deve ser realizada por pessoas com pouca experiência. Essa tarefa deve ser reservada somente ao pessoal treinado e autorizado (EN 693, 2014).

A troca da lâmina e/ou da ferramenta superior da máquina somente deve ocorrer quando a prensa está desligada e seus acionamentos estejam trancados por alguma forma de cadeado que impossibilite mecanicamente seu acionamento. Deve-se ter cuidado especial caso a ferramenta superior seja muito pesada, pois pode causar ferimentos e esforços excessivos durante sua manipulação. Antes de acionar o primeiro golpe de teste com a prensa devem ser verificados se TODOS os dispositivos fixos de segurança estão posicionados de forma correta (EN 693, 2014).

Na operação de troca ou ajuste da parte inferior da prensa antes de tudo deve-se verificar se o bloco inferior está de fato solta do corpo da prensa, e que possua equipamentos de içamento adequados caso sejam aplicáveis. É importante que operações de alinhamento ou de aparafusamento sejam feitas com máquinas eletricamente isoladas e que a prensa esteja desligada e travada mecanicamente com etiqueta visível sobre o acionamento trancado. O bloco jamais deve ser manipulado diretamente pelas mãos sem a utilização de luvas. Durante toda a operação apesar da máquina estar desligada e isolada deve ser posicionado um calço de no mínimo 50 mm entre a ferramenta superior e inferior para evitar o fechamento indesejado e inadvertido da máquina (EN 693, 2014).

4.6 TREINAMENTO, INSTRUÇÃO E SUPERVISÃO

É muito comum acidentes com ferimentos graves ocorrerem durante as primeiras horas de operação da prensa por operadores sem treinamento adequado e sem estarem familiarizados com seu funcionamento. Portanto não é exagero reiterar que ninguém deve operar uma prensa sem possuir treinamento adequado. Todos os operadores devem estar cientes de todas as etapas, desde a hora de ligar a prensa até a hora de fechar e desligar, incluindo todas as sequências de controle e operação; devem demonstrar saber que devem comunicar imediatamente qualquer falha ou defeito, bem como jamais tentar corrigir uma falha por conta própria (EN 693, 2014).

A seguir, é possível verificar os passos adequados que todos os operadores devem saber o que fazer em um suposto acidente envolvendo uma pessoa que ficou presa entre as ferramentas da máquina. Esses passos tem como foco evitar maiores ferimentos à pessoa acidentada. Embora existam diferentes modelos de prensas dobradeiras, independente do modelo, existem conceitos genéricos aplicáveis a esta possível situação (EN 693, 2014):

- Mover o pedal para uma posição segura.
- Não acionar o pedal, pois isto pode completar o movimento da máquina e terminar de amputar os dedos da pessoa presa.
- Posicionar um calço entre os feixes de laser detectores de presença antes de desligar e isolar a máquina.
- Isolar a ligação elétrica da prensa antes de tentar retirar a pessoa enclausurada.
- Manter a calma independente do desespero da pessoa aprisionada pela máquina. Quando em dúvida aguardar por assistência competente.

4.7 ANÁLISE DE RISCOS

A análise de riscos é uma análise sistemática, e tem o objetivo de informar quais são os riscos que a máquina e equipamento apresentam, qual é a categoria do risco, quais as medidas de prevenção ou proteção que existem, ou deveriam existir para controlar os riscos, quais as possibilidades dos perigos serem minimizados, e quais são as partes da máquina e equipamento que estão sujeitos a causar lesões e danos. A análise de riscos está prevista no capítulo 12.39 Sistemas de Segurança no item “a” da Norma Regulamentadora NR-12. As normas oficiais vigentes para a elaboração da análise de riscos são ABNT NBR ISO 12100:2013, ISO/TR 14121-2:2012 (ABIMAQ, 2013).

A apreciação de riscos deve ser elaborada, executada por um profissional legalmente habilitado o qual realizará a análise de riscos de todo o sistema de segurança das máquinas e equipamentos, analisando todo o sistema elétrico, eletrônico, pneumático, hidráulico e mecânico. Veja a seguir os itens da NR-12 em que tratam do assunto (ABIMAQ, 2013).

12.39. Os sistemas de segurança devem ser selecionados e instalados de modo a atender aos seguintes requisitos:

- a) ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes;
- b) estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;
- c) possuir conformidade técnica com o sistema de comando a que são integrados;
- d) instalação de modo que não possam ser neutralizados ou burlados;
- e) manterem-se sob vigilância automática, ou seja, monitoramento, de acordo com a categoria de segurança requerida, exceto para dispositivos de segurança exclusivamente mecânicos; e
- f) paralisação dos movimentos perigosos e demais riscos quando ocorrerem falhas ou situações anormais de trabalho.

Segue abaixo as normas para elaboração da Análise de Riscos, sendo as normas técnicas oficiais e vigentes para a apreciação de riscos: NBR ISO 12100:2013, ISO 14121, e para a categorização do sistema de segurança a NBR 14153.

- NBR ISO 12100:2013 Segurança de máquinas — Princípios gerais de projeto — Apreciação e redução de riscos
- ISO/TR 14121-2:2012 - Safety of machinery - Risk assessment - Part 2: Practical guidance and examples of methods.
- NBR 14153:2013 - Segurança de Máquinas – Partes de sistemas de comando relacionados à segurança – Princípios gerais para o projeto (ABIMAQ, 2013).

A Figura 37 representa um fluxograma para avaliação de riscos:

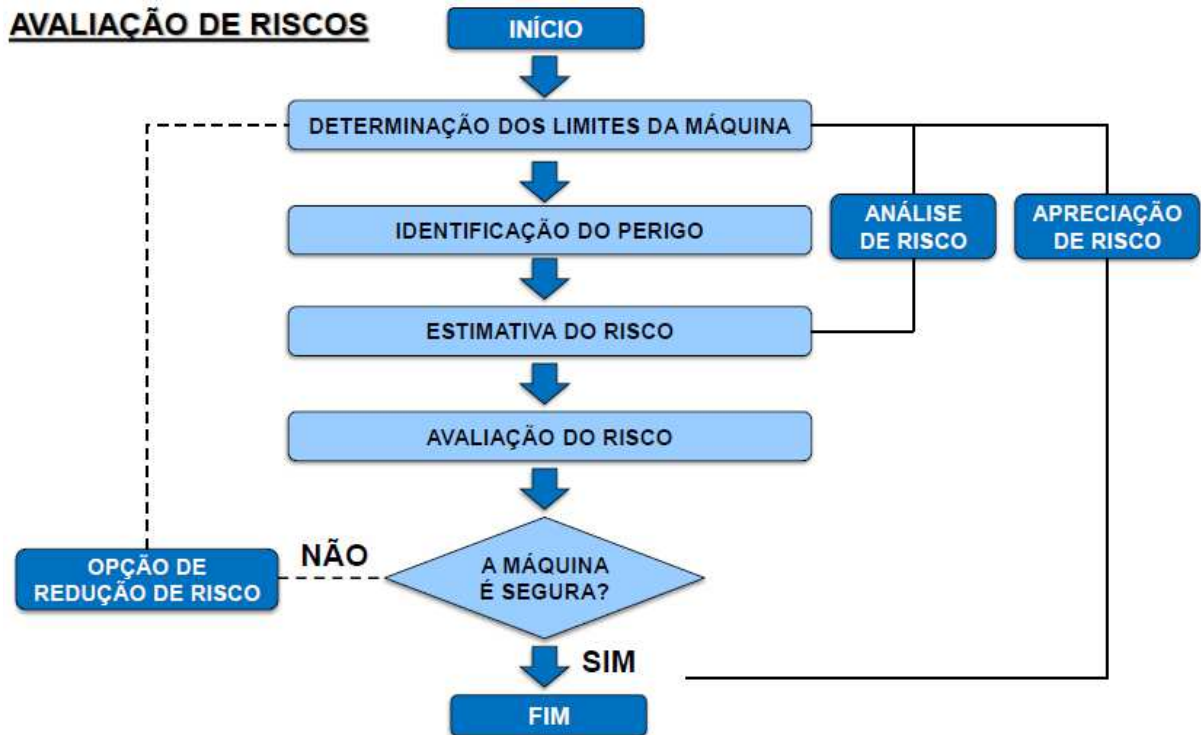


Figura 37 – Avaliação de Riscos
Fonte: ABIMAQ (2013)

A Figura 38 representa o ciclo de vida da segurança, que é composto por 5 etapas:

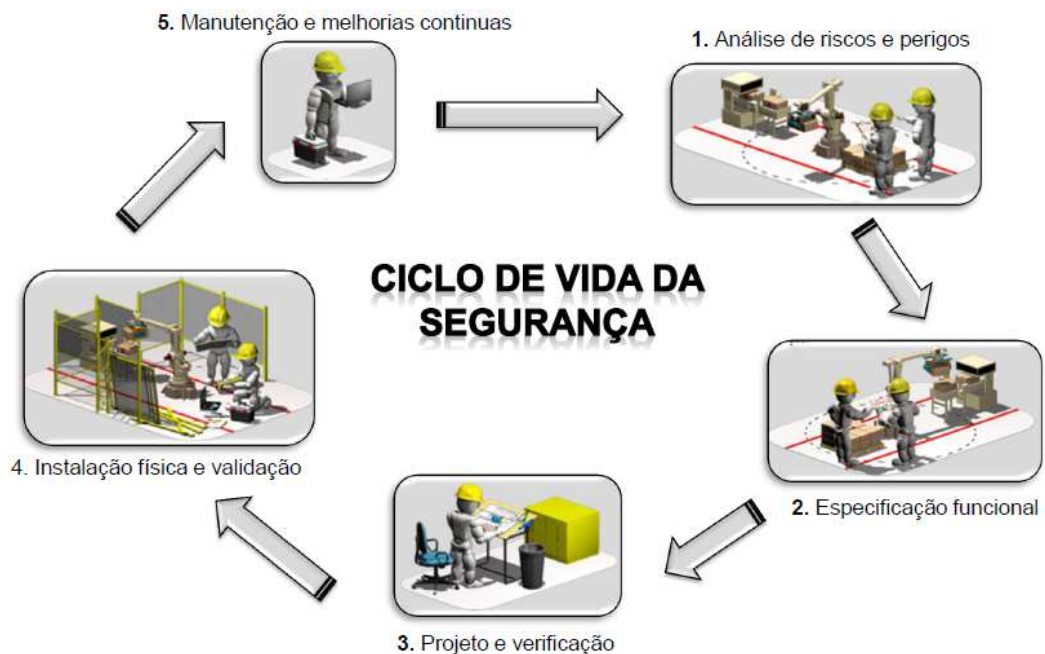


Figura 38 – Ciclo de Vida da Segurança
Fonte: ABIMAQ (2013)

Para adequação de Prensas hidráulicas dobradeiras à NR12 é sugerido seguir o ciclo de vida da segurança, para que os riscos sejam minimizados ou eliminados.

5. DISPOSITIVOS DE PROTEÇÃO FRONTAL DISPONÍVEIS NO MERCADO

5.1 FIESSLER ELEKTRONIK - AKAS® II

O AKAS® II, do fabricante Fiessler Elektronik, é um dispositivo de proteção eletrossensível, que assim como os outros dispositivos de proteção utilizados na zona de prensagem, é caracterizado pela interrupção instantânea da prensa hidráulica dobradeira caso um dos feixes de luz seja interrompido devido a um movimento perigoso do operador (FIESSLER, 2014).

Esse dispositivo de segurança para prensa hidráulica dobradeira contempla os requerimentos da categoria 4 de acordo com as normas europeias EN 954, prEN 61496 e prEN 12622, um dos requisitos necessários para obedecer à NR-12. Além disso, de acordo com as normas IEC 61508 e ISO 13849-1, o dispositivo possui nível de integração de segurança SIL 3 e nível de desempenho 'PL e', respectivamente (FIESSLER, 2014).

Dentre algumas características particulares do funcionamento do produto, pode-se citar:

- Sistema de segurança diferenciado, que possui uma proteção contra esmagamento dos dedos do operador entre a chapa e as ferramentas de dobra nas proximidades da zona de prensagem. Para isso, é utilizado um posicionamento estratégico de um feixe de luz, localizado à frente do punção, tendo como objetivo forçar o operador a deixar as mãos livres durante o processo de dobra (FIESSLER, 2014).
- Reconhecimento automático de mudança de tamanho de ferramentas, que garante uma agilidade durante a operação da máquina quando utilizado o suporte motorizado (FIESSLER, 2014).
- Aumento de produtividade devido à possível programação do AKAS® II, que se adapta de acordo com o escorregamento da travessa superior de cada prensa hidráulica dobradeira em particular (FIESSLER, 2014).

A Figura 39 ilustra uma simulação da atuação desse feixe de luz:

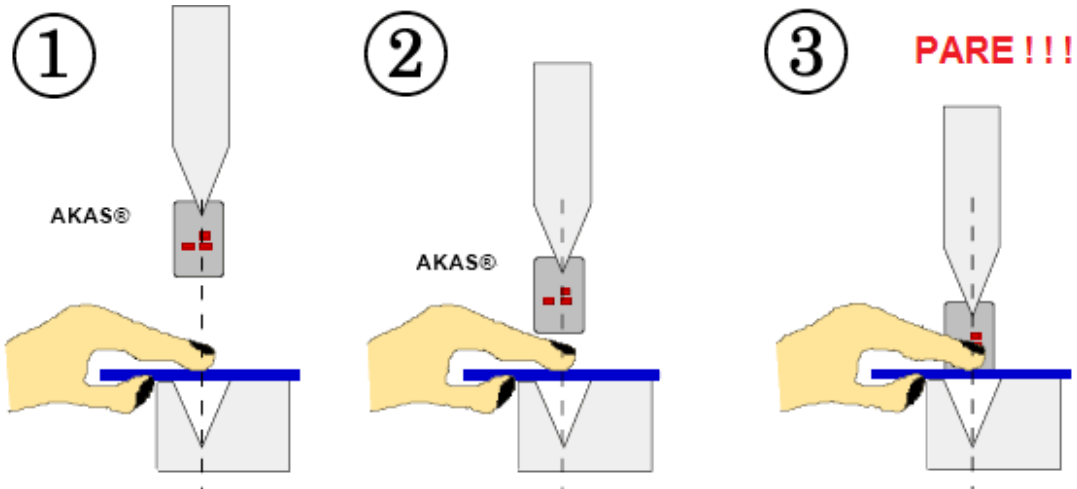


Figura 39 - Feixe de luz do sistema de segurança AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

A Fiessler Elektronik afirma que esse sistema inovador ajuda na segurança principalmente na fabricação de peças pequenas, em que o operador normalmente irá segurar a chapa metálica nas proximidades das ferramentas, ficando exposto ao risco de lesões nas mãos ou nos dedos (FIESSLER, 2014).

O dispositivo de proteção é constituído de um transmissor, um receptor e um controlador. Podendo o controlador ser um CLP de segurança, chamado pelo fabricante de Centro Programável de Segurança Fiessler (*FPSC - Fiessler Programmable Safety Center*), ou um módulo de comutação *LSUW NSR 3-1 K*. O transmissor do AKAS® II gera dois feixes de luz visíveis e modulados, e o receptor é constituído de três elementos de detecção e de uma unidade de verificação do sinal (FIESSLER, 2014).

A Figura 40 ilustra o receptor do sistema de segurança e o modo caixa disponibilizado pelo fabricante.

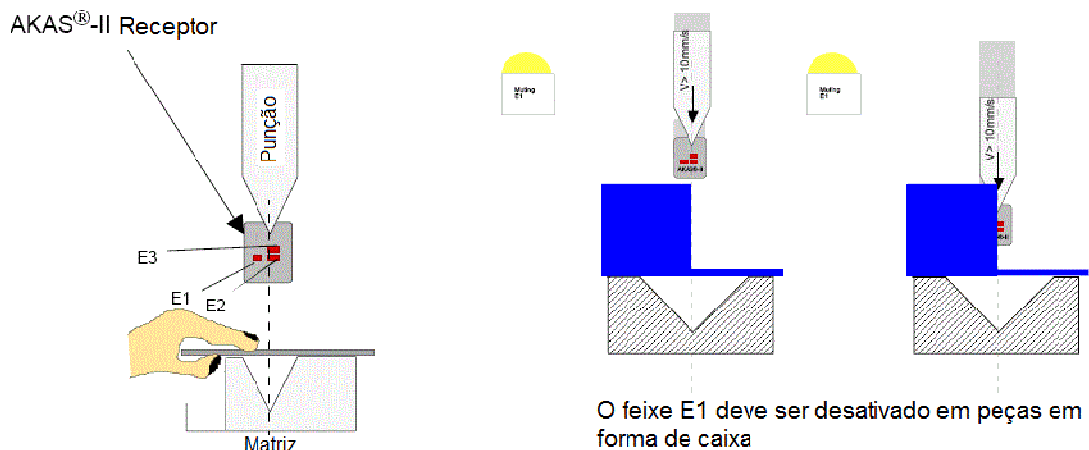


Figura 40 - Receptor e modo caixa do sistema de segurança AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

O transmissor e o receptor são fixados nas laterais da travessa superior (móvel) da prensa hidráulica dobradeira, de forma que os feixes de luz se posicionem entre a zona de prensagem (punção e matriz), conforme a Figura 41 (FIESSLER, 2014).

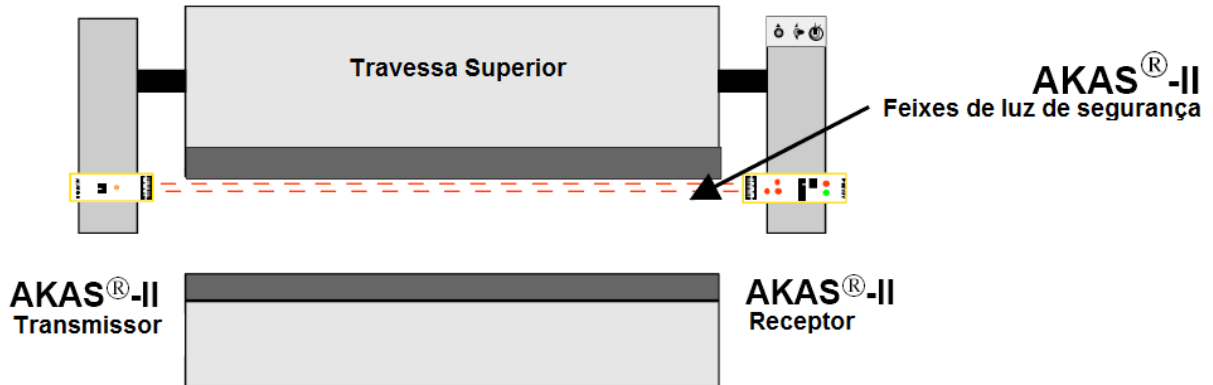


Figura 41 - Fixação do sistema de segurança AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

Como diferencial, a Fiessler Elektronik disponibiliza suportes motorizados que garantem uma praticidade e agilidade para o operador, pois esses equipamentos controlam automaticamente a correta posição do transmissor e receptor de acordo com as dimensões das ferramentas (FIESSLER, 2014).

A Figura 42 ilustra o suporte diferenciado disponibilizado pelo fabricante:

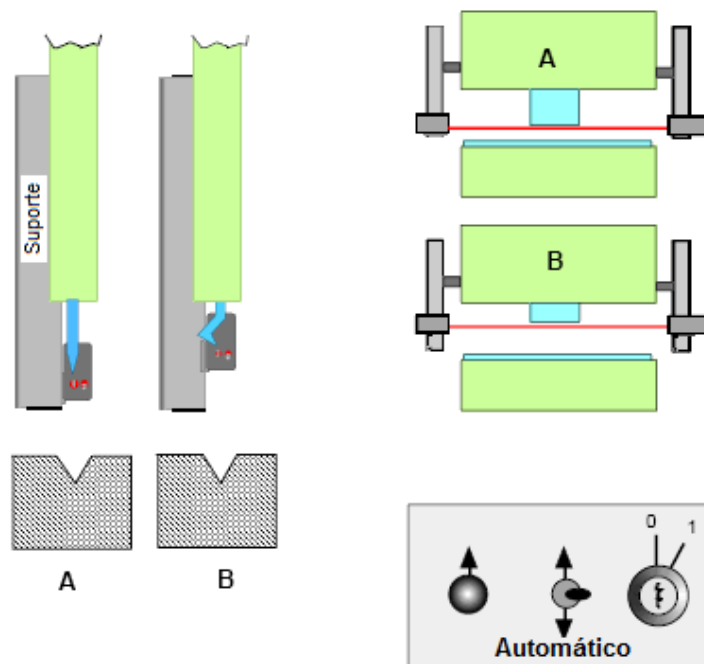


Figura 42 - Suporte do sistema de segurança AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

O AKAS® II ainda possui a possibilidade de programar o escorregamento da travessa superior da prensa hidráulica dobradeira, fator específico de cada fabricante de máquina. Dessa forma, o tempo em que a travessa superior desce em alta velocidade pode ser modificado, otimizando a produtividade. A Figura 43 mostra que essa regulagem pode ser feita atuando na variável X. Quanto menor o escorregamento, menor o valor de X e mais rápido será o ciclo de dobra (FIESSLER, 2014).

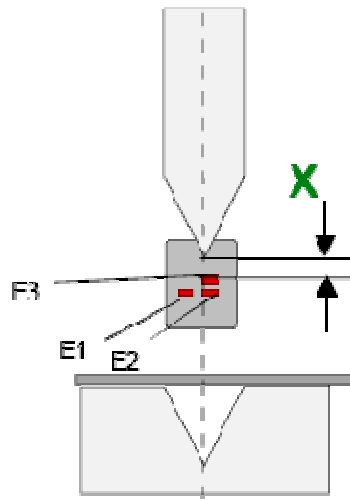


Figura 43 - Escorregamento da travessa superior utilizando o AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

Conforme a Figura 44, pode-se observar que o AKAS® II o alcance máximo pode atingir até 8_m para seus feixes de luz dependendo do modelo instalado e uma altura máxima de 200_mm utilizando o suporte motorizado (FIESSLER, 2014).

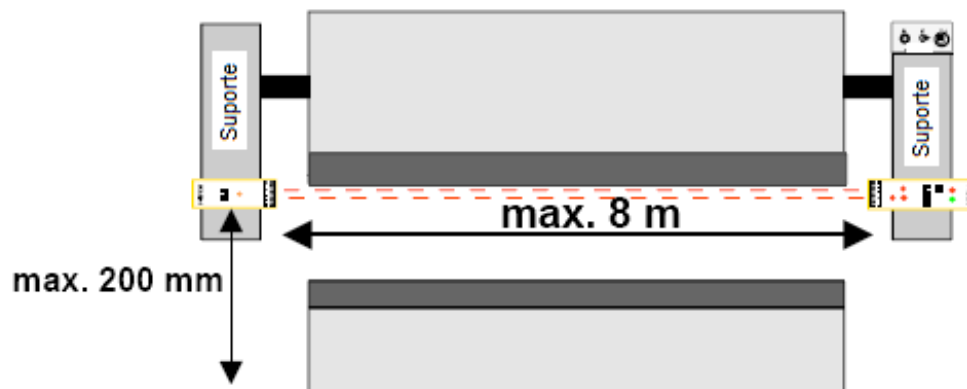


Figura 44 - Alcance máximo do laser do sistema de segurança AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

Outra característica desse dispositivo, é que a caixa do transmissor e do receptor são fabricados em alumínio e possuem um sistema de proteção IP 54 (FIESSLER, 2014). Fator importante, levando-se em conta que o dispositivo ficará exposto ao ambiente fabril.

5.1.1 Princípio de funcionamento do dispositivo no movimento de dobra

Na etapa descida rápida da travessa superior, velocidade maior que 10 mm/s, deve-se levar em conta o escorregamento da travessa superior, ajustando o valor de X (distância entre o punção e a chapa metálica) para um valor entre 13 mm à 22 mm. Conforme a Figura 45 (FIESSLER, 2014).

Na mudança de etapa para descida lenta, velocidade menor que 10 mm/s, o controle da máquina envia um sinal para o receptor do dispositivo de proteção. Fazendo com que os receptores dos feixes E1 e E2 sejam desabilitados (sinal mudo). O elemento receptor E3 se mantém ativo por 0,6 segundos, ou seja, percorrendo aproximadamente 6 mm de distância. Nesse momento, o circuito do receptor envia um sinal para desabilitar E3 (sinal mudo), completando o processo de dobra (FIESSLER, 2014).

A Figura 45 ilustra mais detalhes dos elementos receptores E1, E2 e E3:

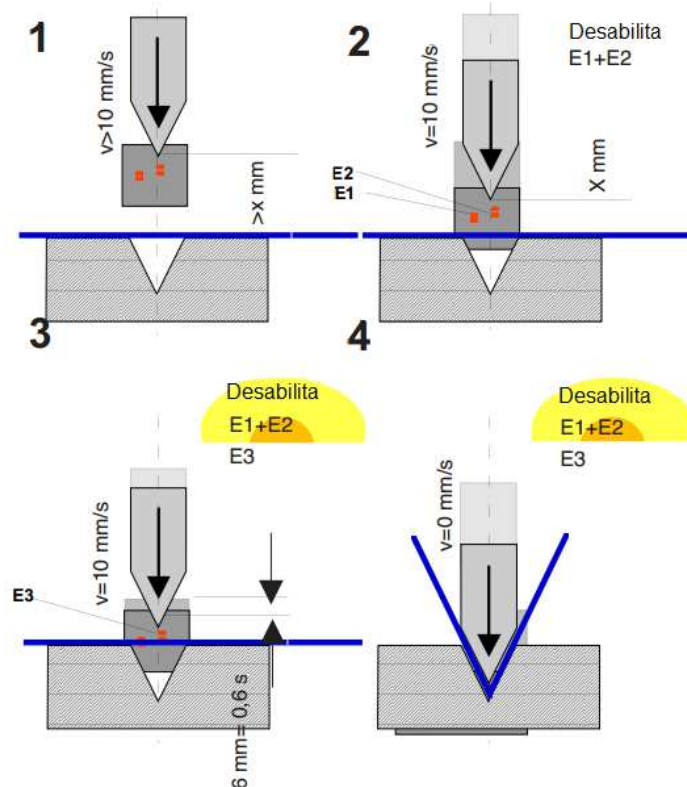


Figura 45 - Funcionamento do AKAS® II

Fonte: FIESSLER (2014)

Dessa forma, o dispositivo atende aos requisitos da categoria 4 de segurança, conforme a NR-12 e as normas europeias.

5.1.2 Riscos residuais e restrições de uso

Como todos os dispositivos de segurança utilizados na zona de prensagem da máquina dobradeira, existem alguns riscos remanescentes em que o AKAS® II não protege o operador, conforme os seguintes itens (FIESSLER, 2014):

- Quando a máquina estiver na etapa de descida lenta, ou seja, velocidade menor que 10_mm/s.
- Se o escorregamento da travessa superior (móvel) da máquina ultrapassar 14_mm.
- Se a máquina funcionar somente em uma velocidade durante todo o ciclo de dobra.
- Esmagamento das mãos entre a chapa metálica e as ferramentas ou lesões devido ao movimento da chapa durante o processo de dobra, conforme a Figura 46.
- Outros cortes ou lesões que estão fora do alcance dos feixes de luz.

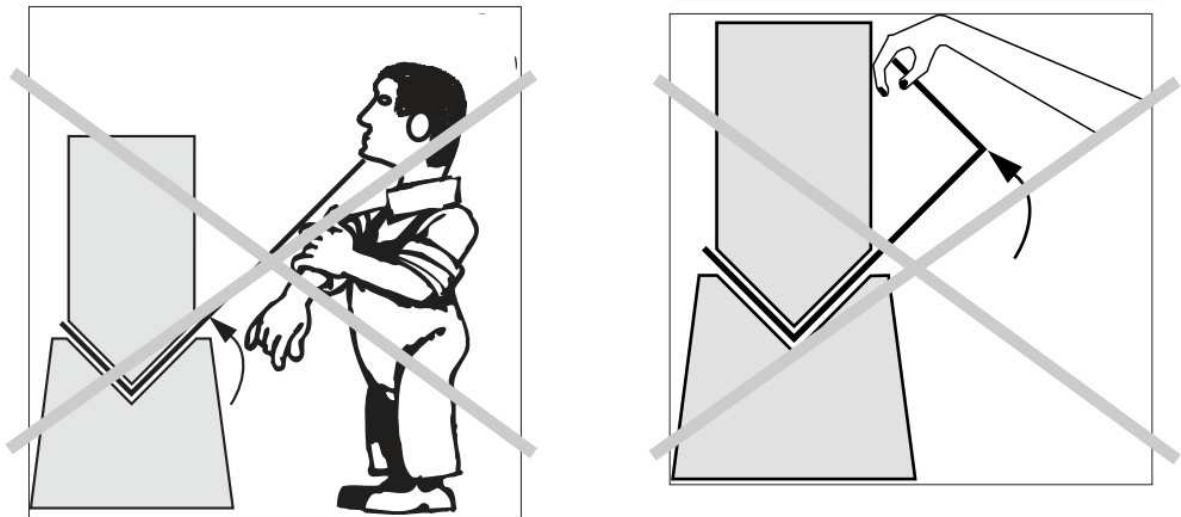


Figura 46 - Alguns riscos remanescentes do AKAS® II
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

Além disso, é importante ressaltar que esse dispositivo de segurança não pode ser instalado quando existem duas máquinas funcionando em paralelo (dobradeiras em modo *tandem*), devido ao problema de sincronismo do mesmo. A Fiessler Elektronik frisa que o dispositivo deve ser instalado em somente uma máquina, caso contrário, ele não irá proteger de maneira adequada (FIESSLER, 2014).

Para o dispositivo funcionar de maneira correta, todo o sistema de controle da máquina deve atender todos os requisitos da categoria 4, de acordo com a norma europeia EN 954 (FIESSLER, 2014).

5.1.3 FPSC - *Fiessler Programmable Safety Center*

O *Fiessler Programmable Safety Center* (FPSC), Figura 47, é um controlador lógico programável de segurança, utilizado em integração com o AKAS® II, promove segurança para o operador de máquina hidráulica dobradeira, cumprindo todos os requisitos de segurança segundo a norma europeia (FIESSLER, 2014):

- SK1 até SK4 de acordo com a EN 954-1;
- SIL1 até SIL3 de acordo com a EN IEC 61508;
- 'PL a' até 'PL e' de acordo com prEN 13849-1.



Figura 47 - CLP de segurança FPSC
Fonte: FIESSLER (2014)

O dispositivo prevê o máximo de flexibilidade em seu *hardware* e *software*. A versão FPSC-AD oferece a possibilidade para conectar os módulos I/O (entrada/saída) através de um barramento de segurança. Isso garante um sistema modular que oferece flexibilidade para a instalação (FIESSLER, 2014).

As funções do dispositivo são programáveis, de forma que as entradas estão interconectadas com as saídas através de dados intermediários armazenados na memória, que podem ser reestruturados de acordo com a necessidade e a aplicação. Além disso, a sequência lógica de operação pode ser visualizada em um computador através de um computador ligado na comunicação serial disponibilizada (FIESSLER, 2014).

5.1.4 AMS - Akas Muting System

É um dispositivo opcional disponibilizado pela Fiessler Elektronik com o objetivo de abranger soluções em caso de adaptação de prensa hidráulica dobradeira antiga à NR-12, em que a máquina não possui válvulas com monitoramento de velocidade e posição. É um sistema de medição de velocidade e direção da travessa superior nos movimentos de subida e de descida. Além disso, o dispositivo pode verificar o escorregamento da travessa toda vez em que ela está executando seu primeiro curso (FIESSLER, 2014).

O dispositivo conta com um sensor magnético que lê uma fita magnética com codificação incremental, cada conjunto desses é posicionado em um lado da travessa superior (esquerdo e direito), conforme a Figura 48 (FIESSLER, 2014).

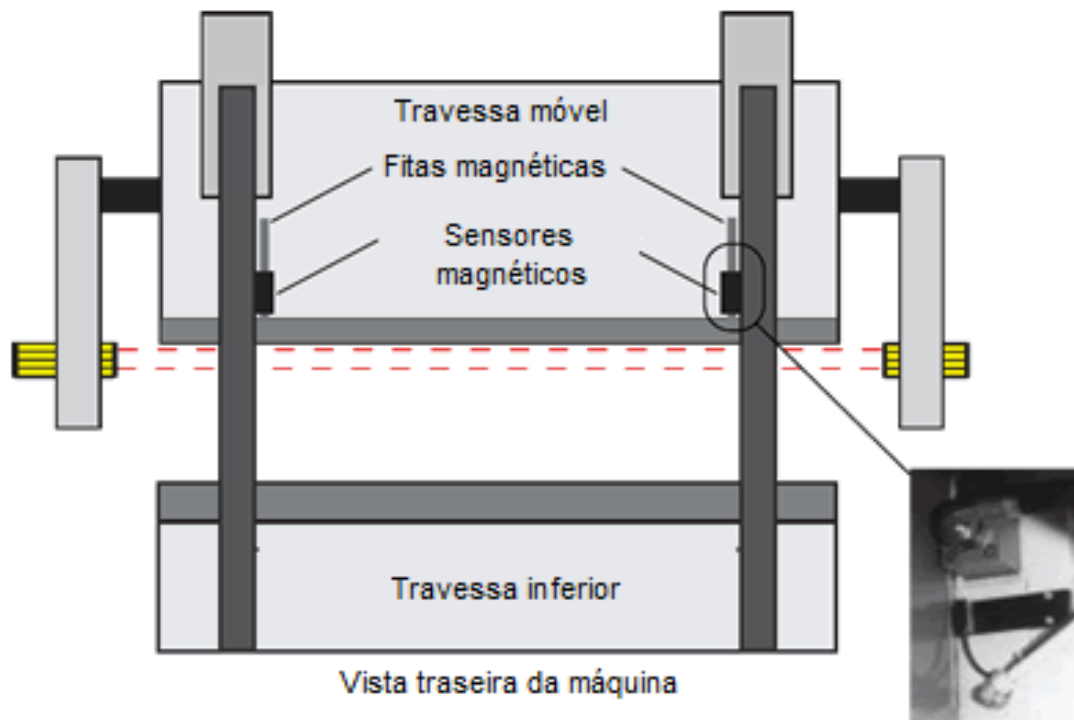


Figura 48 - Sensores magnéticos - AMS
Fonte: Adaptado de: FIESSLER (2014)

Algumas características do AMS (FIESSLER, 2014):

- Sinal mudo do feixe de luz conforme a categoria 4.
- Medição do escorregamento da travessa móvel integrado.
- Dispensa a alteração de componentes hidráulicos.

5.2 NUOVA ELETTRONICA - DSP LASER AP + MCS

O DSP LASER AP do fabricante Nuova Elettronica é uma barreira de luz visível com alta velocidade de resposta. Em conjunto com o módulo de controle de segurança MCS, responsável pelo controle eletrônico, promovem um alto grau de proteção para a máquina dobradeira contra possíveis acidentes que ocorrem na zona de prensagem (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

Segundo o fabricante, o sistema foi desenvolvido e projetado para alcançar o nível SIL3 ou 'PL e' seguindo os princípios das normas CEI EN 62061:2005 e EN ISO 13849-1:2008. É classificável como um equipamento de segurança de categoria 4 pelas normas CEI EN 61496-1:2005 e CEI CLC/TS 61496-2:2007. Além disso, o *laser* contido no DSP LASER AP está de acordo com a norma CEI EN 60825-1:2009, estando incluído na classe 1M (NUOVA ELETTRONICA, 2012). A partir dessas informações, pode-se afirmar que o dispositivo está de acordo com a NR-12.

O sistema de segurança da Nuova Elettronica é formado pelos seguintes itens (NUOVA ELETTRONICA, 2012):

- DSP LASER AP - transmissor TX
- DSP LASER AP - receptor RX
- Instrumento de teste e posicionamento
- Módulo de controle de segurança MCS

5.2.1 Transmissor, receptor e instrumento de posicionamento

O painel frontal do receptor RX, Figura 49, possui três zonas de detecção com três elementos receptores em cada. O dispositivo ainda conta com LEDs sinalizadores que ajudam a verificar seu estado de funcionamento (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

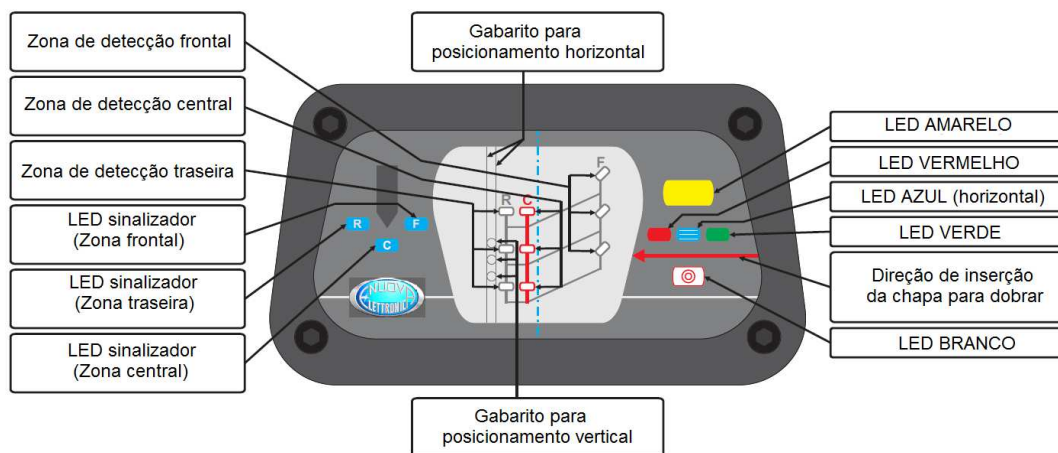


Figura 49 - Receptor - DSP LASER AP
Fonte: Adaptado de: NUOVA ELETTRONICA (2012)

O painel frontal do transmissor TX emite uma luz visível modulada de um único feixe de luz e com o *layout* necessário para atingir todos os elementos receptores (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

O alinhamento entre o transmissor e receptor é feito através do instrumento de teste e posicionamento, Figura 50, disponibilizado pelo fabricante, sendo fundamental a regulagem logo após a primeira instalação do produto (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

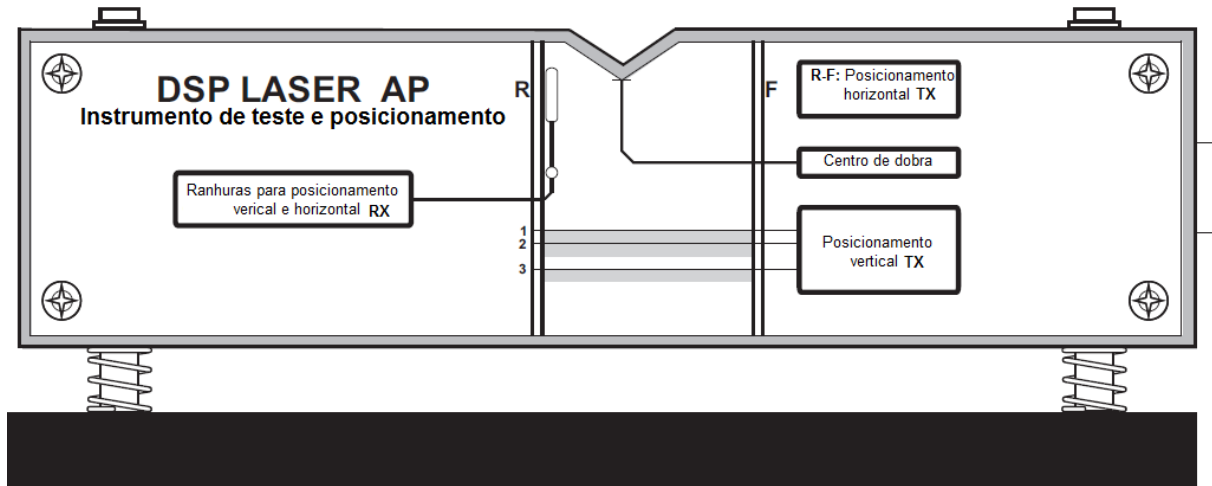


Figura 50 - Instrumento de posicionamento - DSP LASER AP
Fonte: Adaptado de: NUOVA ELETTRONICA (2012)

5.2.2 Módulo MCS

O módulo MCS foi projetado para controlar e acionar os sistemas e os componentes presentes em uma prensa hidráulica dobradeira segundo as normas de segurança para prensa hidráulica dobradeira. O equipamento ainda pode se comunicar o controle numérico (CNC) da máquina através de uma comunicação serial de modo que as funções relacionadas a segurança são todas processadas pelo MCS (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

O dispositivo é bastante flexível, permitindo uma programação específica para cada aplicação, de acordo com a necessidade do projeto. Para efetuar essa programação é necessário conhecer uma senha, informação disponibilizada somente para o comprador do produto (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

Além disso, o sistema possui duplo processador, portanto, duplo canal, garantindo uma gestão efetiva das funções de segurança e da operacionalidade da máquina. Podendo ser utilizado tanto em conjunto com o DSP LASER AP, quanto outro tipo de dispositivo optoeletrônico de segurança, de acordo com a versão do *software* instalado (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

O módulo MCS promove o DSP LASER AP como o principal componente para a proteção da máquina, dispositivo que irá proteger o operador de possíveis acidentes na zona de prensagem. Porém, ainda pode gerenciar o funcionamento de itens que são ou não responsáveis por funções de segurança na máquina, tendo como objetivo complementar o seu funcionamento (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

Alguns sistemas que o MCS pode gerenciar (NUOVA ELETTRONICA, 2012):

- Pedal de acionamento (principal e secundário).
- Seletor da quantidade de pedais em funcionamento.
- Corrente de emergência.
- Proteções laterais da máquina.
- Proteção traseira.
- Bloqueio automático de ferramentas (matriz e punção).
- Sistema de exclusão por robô.
- Controle do sinal mudo do feixe de luz.
- Modos de funcionamento do DSP.

O estado lógico das entradas, em conjunto com a programação do dispositivo, atuam sobre os estados das saídas do dispositivo. Qualquer atuador pode ser instalado em suas saídas, embora os mais usuais sejam as eletroválvulas, elementos responsáveis pelo movimento da máquina (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

É importante ressaltar que as saídas do MCS já possuem alta corrente, dispensando o uso de relés de segurança. Porém, em situações específicas em que seja necessário a utilização de contatos auxiliares, é necessário a instalação dos relés externamente ao módulo, no painel elétrico (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

O módulo de segurança pode gerenciar a abertura dos portões laterais da máquina através de sensores indutivos instalados no mesmo, quando esses estão abertos, só é possível funcionar a máquina em velocidade baixa para os movimentos de descida para a travessa móvel. Isso tem como objetivo garantir um movimento seguro da prensa (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

A abertura do portão traseiro ou a obstrução da barreira luz de segurança traseira, dependendo do sistema adotado, provoca o bloqueio do MCS, de forma que nenhum movimento é permitido. Para reestabelecer o seu funcionamento, o portão deve ser fechado ou a barreira de luz liberada e apertar o botão de *reset* (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

O MCS também possui a função de controlar a velocidade da máquina, mantendo-a sempre constante, seja em alta velocidade ou baixa velocidade. Dessa forma, se a velocidade extrapolar o valor permitido, o sistema entra em estado de emergência (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

A interface do MCS com o operador é feita através de um *display* com teclas e LEDs para a sinalização, não possuindo nenhuma forma de se conectar ao computador para verificar sua programação. Ao invés disso, o dispositivo conta com indicação de códigos de erros pré-definidos pelo fabricante, de forma que a manutenção é feita visualizando o *display* e verificando no manual qual é o erro para determinada situação (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

5.2.3 Pedaleiras

As pedaleiras utilizadas devem ser construídas de forma a ter um contato antipânico instalado no pedal de descida, o qual tem como função um botão de emergência para o operador. Ao ser acionado, envia um sinal de emergência para o controle de segurança que bloqueia a descida da máquina. Para reestabelecer o funcionamento da máquina, o operador deve pisar no pedal de subida (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

Na pedaleira, existe um botão luminoso de pedido de borda de chapa que serve para verificar o espaço de parada da travessa móvel para o correto funcionamento do *laser* de segurança. Dessa forma, toda vez em que a chapa metálica é trocada por outra de espessura diferente, o procedimento de reconhecimento deve ser efetuado (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

5.2.4 Modos de operação

O DSP LASER AP possui um circuito eletrônico capaz de selecionar os seguintes modos de operação (NUOVA ELETTRONICA, 2012):

- Zona de detecção completamente ativa: todos os receptores estão ativados, proporcionando um maior nível de segurança. Recomenda-se que esse modo de operação esteja selecionado em todos os tipos de trabalho.
- Exclusão dos feixes traseiros e frontais: modalidade que tem como objetivo proporcionar soluções de dobras como caixas metálicas ou quando é necessário a dobra de peças pequenas que podem interceptar os feixes de luz.
- Exclusão da zona traseira: essa área de detecção tem como objetivo impedir o operador de introduzir o braço entre duas estações de trabalho e colocar os dedos por

trás da ferramenta na zona de prensagem, ocorrendo o perigo de prende-los entre o punção e os batentes da mecânica traseira da máquina. Porém esse é um caso extremo, não considerado pela norma europeia EN12622. Dessa forma, o fabricante disponibilizou a possibilidade de exclusão desse feixe de luz, útil para dobras em que os batentes chegam nas proximidades do eixo de dobra, obstruindo esse feixe de luz.

É importante frisar que cada uma dessas três modalidades possui riscos residuais diferentes e o operador deve estar ciente de qual função utilizar em cada situação em específico (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

5.2.5 Riscos residuais e restrições de uso

A própria utilização de um sistema optoeletrônico de segurança pode trazer risco de acidente, visto que o *laser*, mesmo com uma potência baixa, pode cegar uma pessoa. Porém, a probabilidade disso ocorrer é muito baixa, visto que a própria reação de defesa do olho fecha as pálpebras (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

Os riscos residuais, em sua maioria, estão associados a perigos de tipo mecânico. Dessa forma, há riscos de esmagamento ou cisalhamento no momento em que a chapa está sendo dobrada, como mostrado na Figura 51 (NUOVA ELETTRONICA, 2012):

- Risco de lesões entre a borda da chapa metálica e a parte frontal do punção
- Choque mecânico envolvendo a chapa e o operador, devido à flexão do material a ser dobrado.
- Esmagamento das mãos ou dos dedos entre o punção e a matriz após o momento de mudança de velocidade (PMV), pois o *laser* é desativado nessa etapa (entra em estado de *muting*).

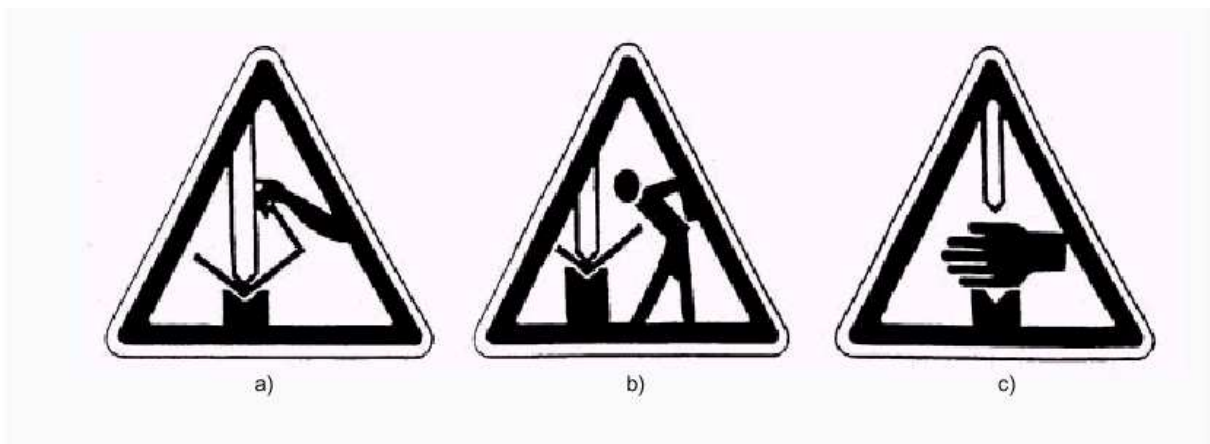


Figura 51 - Riscos residuais - DSP LASER AP
Fonte: NUOVA ELETTRONICA (2012)

A Nuova Elettronica informa que o operador deve evitar segurar as peças com as mãos enquanto a chapa estiver em processo de dobra e jamais colocar as mãos nas proximidades da zona de prensagem, podendo ocorrer esmagamento entre a chapa e as partes da máquina (NUOVA ELETTRONICA, 2012).

Além disso, o fabricante faz as seguintes recomendações para que o operador mantenha suas mãos longe da zona de prensagem (NUOVA ELETTRONICA, 2012):

- Utilização de suportes para apoiar a peça durante o processo de dobra.
- Acessórios para pegar a peça, como por exemplo, um mandril magnético.
- Utilização de máscaras por parte dos operadores.
- Batentes com altura suficiente para segurar a chapa metálica.

5.3 ACE SCHMERSAL - LZS-003-HS

O dispositivo optoeletrônico LZS-003-HS desenvolvido pela Ace Schmersal é constituído por um transmissor e um receptor de feixe duplo, Figura 52, que são gerenciados por um painel controlador. Além disso, é possível monitorar o funcionamento do sistema de segurança através de um *display* em português com IHM de LCD (SCHMERSAL NEWS, 2014).

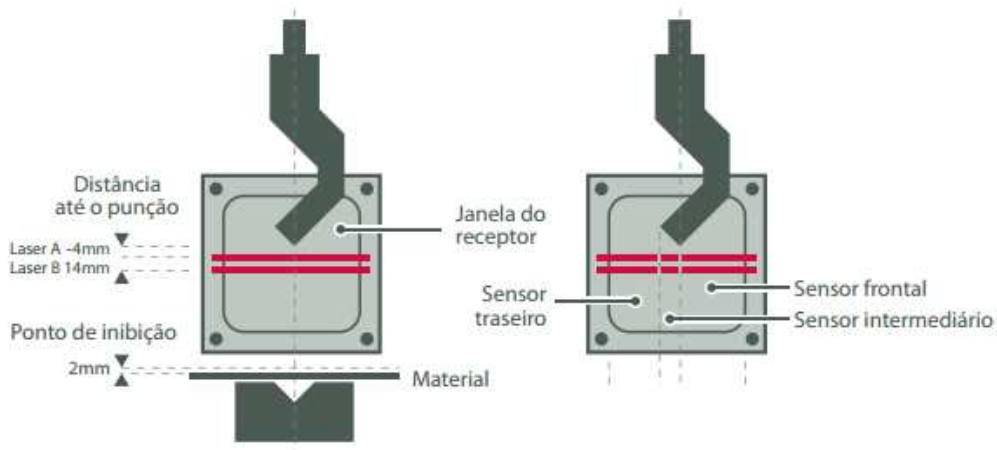


Figura 52 - Feixe de luz duplo - LZ-003-HS
Fonte: SCHMERSAL BRASIL (2014)

Segundo a Figura 53, o kit completo para instalação do sistema desse sistema de segurança contempla os seguintes itens (LZS-003-HS, 2014):

- Controlador LZS-003-HS.
- Painel operacional (*display* IHM).
- Encoder ótico.
- Transmissor e receptor.
- Suportes para a instalação.



Figura 53 - Kit para instalação - LZ-003-HS
 Fonte: SCHMERSAL BRASIL (2014)

O sistema é certificado por diversas normas de segurança nacionais e internacionais, compreendendo a categoria 4 de segurança, nível de desempenho 'PL e' e integração de segurança SIL3. Dessa forma, o produto atende às seguintes normas (SCHMERSAL BRASIL, 2014):

- Norma nacional: NR-12.
- Normas europeias: EN 12622, 954-1, 13849-1, 62061 e 61496-1.

Dentre os benefícios oferecidos por este sistema, os principais são (LZS-003-HS, 2014):

- Permite a ferramenta superior descer em alta velocidade aumentando a produtividade da máquina.
- Conformações complexas podem ser produzidas em curto espaço de tempo no modo caixa/bandeja.
- Facilidade de operação devido ao display de controle em LCD com instruções de fácil leitura.
- O sistema de controle fornece feedback contínuo em circuito fechado e monitoramento em tempo real da velocidade e do ponto de parada.
- Modificação de parâmetros como o "mute point" podem ser facilmente ajustados, permitindo detectar automaticamente e ser monitorado com segurança.
- Tempo de resposta de 12ms.
- Sistema resistente a interferência por vibrações.
- Permite uma rápida troca/substituição das ferramentas.

O transmissor e o receptor são instalados na travessa superior da máquina através dos suportes disponibilizados pelo fabricante. Protegendo, portanto, a zona de prensagem que compreende entre o punção e a matriz. O controlador monitora continuamente o espaço de parada da máquina e a velocidade de movimento do martelo, de forma que a máquina é parada caso um dos dois exceda o valor limite estipulado (LZS-003-HS, 2014).

O transmissor emite dois feixes de luz visível, classe 1, que atingem o receptor, que possui uma grande janela de recepção para evitar dificuldades de ajustes manuais precisos no momento de troca de ferramenta. A barreira óptica protege as três áreas de risco de acidentes na zona de prensagem (frontal, central e traseira) (SCHMERSAL BRASIL, 2014).

No processo de dobra, os feixes de luz são progressivamente inibidos quando chegam no ponto mudo, momento em que são desativados, programado em uma distância de 2_mm acima da espessura da chapa metálica, conforme a Figura 54 (LZS-003-HS, 2014).

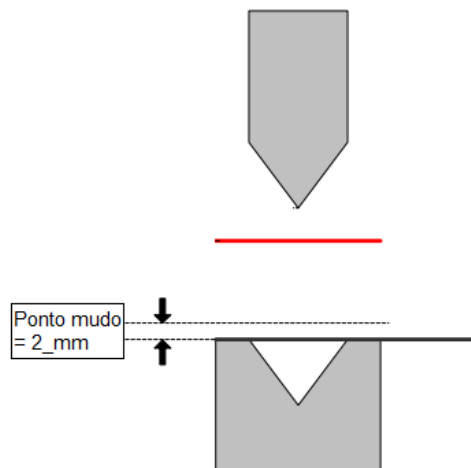


Figura 54 - Distâncias do feixe de luz - LZ-003-HS
Fonte: Adaptado de: LZS-003-HS (2014)

A Figura 55 representa o funcionamento do sensor optoeletrônico, conforme a lógica citada anteriormente (LZS-003-HS, 2014).

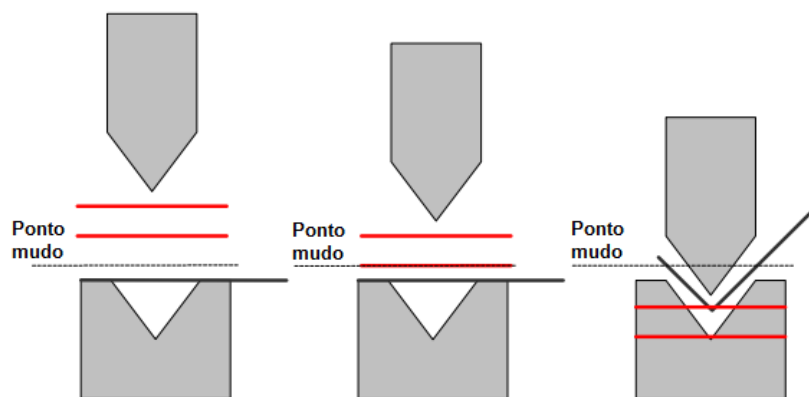


Figura 55 - Funcionamento do sistema optoeletrônico - LZ-003-HS
Fonte: Adaptado de: LZS-003-HS (2014)

5.3.1 Modo caixa/bandeja

No modo normal de operação, ao realizar o processo de dobra em uma peça que já possui uma primeira dobra, como na confecção de uma caixa ou bandeja metálica, pode ocorrer o bloqueio do *laser* pela chapa antes mesmo que o feixe de luz chegue ao ponto mudo. Dessa forma, o operador deve soltar o pé do pedal de descida e pressionar novamente, fazendo com que a travessa desça em velocidade lenta (menor que 10 mm/s). Desperdiçando tempo e perdendo produtividade (LZS-003-HS, 2014).

Com o intuito de reduzir o tempo perdido nesse tipo de processo, o fabricante desenvolveu o modo caixa/bandeja, que funciona da seguinte forma: quando a peça bloquear o feixe de luz e o operador repressionar o pedal de descida, a parte dos feixes de luz que compreendem a área frontal e traseira são desligados e a travessa móvel da máquina continua a descer em velocidade alta até atingir o ponto mudo. Uma ilustração do funcionamento é mostrado na Figura 56 (LZS-003-HS, 2014).

Após dez minutos com a máquina inativa, o sistema de controle desliga automaticamente o modo caixa/bandeja, retornando para modo de funcionamento normal (LZS-003-HS, 2014).

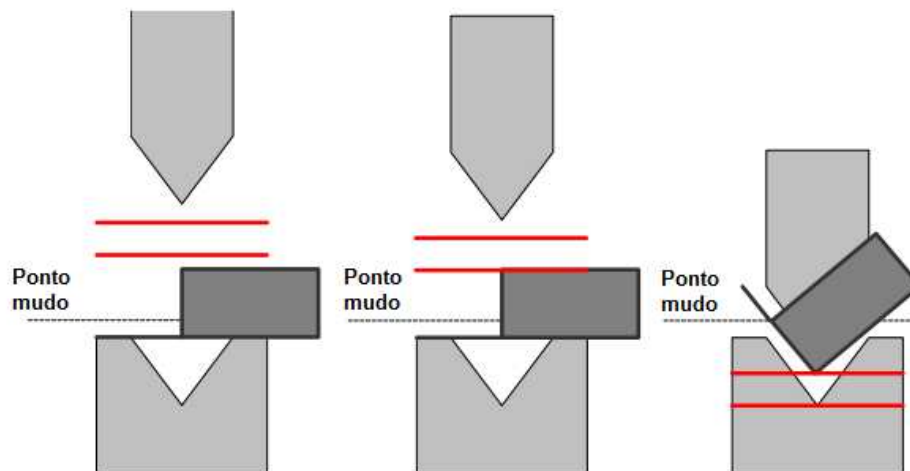


Figura 56 - Modo caixa/bandeja - LZ-003-HS
Fonte: Adaptado de: LZS-003-HS (2014)

6. CUSTOS, ADEQUAÇÃO E ASSISTÊNCIA TÉCNICA

6.1 COTAÇÃO DE CUSTOS

Conforme a consulta de valores feitas junto a fornecedores, será apresentado na Figura 57 a seguir, o custo aproximado de alguns dos equipamentos disponíveis no mercado que possuem como finalidade proteger a zona de prensagem da prensa hidráulica dobradeira.

EMPRESA	MODELO	ITEM	VALOR
CHOICE TECH	AKAS® II	TRANSMISSOR + RECEPTOR	R\$ 6.000,00
CHOICE TECH	AKAS® II	CLP DE SEGURANÇA	R\$ 6.500,00
CHOICE TECH	AKAS® II	KIT PARA ADAPTAÇÃO À NR-12	R\$ 25.000,00
LT COMERCIAL	DSP LASER AP	TRANSMISSOR + RECEPTOR + MÓDULO DE SEGURANÇA MCS	R\$ 20.000,00

Figura 57 - Tabela de custos dos sistemas de segurança

Fonte: Autoria própria

O fornecedor do dispositivo de segurança AKAS® II no Brasil, Choice Tech, desenvolveu um kit para adaptação de prensa hidráulica dobradeira à NR-12 com o intuito de obter agilidade no momento da instalação. Esse kit contempla os seguintes itens:

- Duas pedaleiras para dois operadores.
- Sensores magnéticos para os portões traseiros e laterais.
- Suporte com movimentação mecânica para o AKAS® II.
- Botões de emergência.
- Calço de segurança monitorado (item de segurança utilizado para colocar sobre a bancada da máquina no momento de troca de ferramentas).
- Painel montado, pronto para instalar na máquina.

Vale ressaltar que embora o dispositivo da Fiessler Elektronik seja importado, o fornecedor informa que possui todos os produtos a pronta entrega, pois trabalha com uma margem de estoque. Dessa forma, é possível atender a demanda com maior rapidez sem que o cliente espere a importação do dispositivo de segurança optoeletrônico. Além disso, o representante da empresa afirmou ter em média sempre 10 painéis montados.

A LT Comercial, distribuidora autorizada dos produtos da Nuova Elettronica, fornece o kit para a adequação da prensa hidráulica dobradeira à zona de prensagem utilizando o DSP LASER AP. Estando inclusos os itens: transmissor, receptor e módulo MCS. Esses produtos sempre estão a pronta entrega, ou seja, o distribuidor trabalha com uma margem de estoque para atender a demanda.

A Gasparini do Brasil S/A, fabricante e comerciante de prensa hidráulica dobradeira e guilhotina, disponibiliza técnicos para realizar a instalação dos componentes necessários para a adaptação à NR-12 nessas máquinas. Dessa forma, conforme as informações adquiridas com um dos representantes da empresa, o custo completo desse serviço junto com materiais, envolvendo todos os itens necessários para regulamentar a máquina, varia entre R\$ 50.000,00 e R\$ 100.000,00 conforme a situação. Sendo que desse valor, em torno de R\$ 10.000,00 é referente à mão de obra do técnico. Além disso, uma instalação completa demora em torno de 2 à 5 dias de trabalho conforme a complexidade do projeto.

Essa empresa também oferece garantia, porém, após o término da garantia, é cobrado um valor de R\$ 180,00 por hora trabalhada do técnico, além do deslocamento, estadia e alimentação por parte da contratante.

6.2 PROCEDIMENTOS PARA ADEQUAÇÃO À NR-12

A empresa proprietária da prensa hidráulica dobradeira obsoleta deve seguir alguns procedimentos para adequação de acordo com algumas ações prioritárias conforme os itens a seguir (ABIMAQ, 2013):

1. Verificar se a empresa fabricante da máquina esta regularizada junto ao CREA, as informações devem estar claramente explícitas no produto.
2. Identificar o responsável técnico pela empresa fornecedora.
3. Elaborar e manter o inventário da prensa hidráulica dobradeira atualizado, constando os seguintes itens:
 - Identificação e descrição da máquina;
 - Verificação da capacidade, da produtividade, do tempo de operação por dia e dos operadores envolvidos;
 - Diagnóstico com relação aos requisitos do anexo VIII da NR-12;
 - Localização em planta baixa (layout).
4. Fazer uma prévia análise de riscos da máquina de acordo com as normas vigentes, conforme Capítulo 4.7.
5. Assegurar que o serviço de adequação prestado deve estar sob a responsabilidade técnica de um profissional legalmente habilitado, ou seja, deve-se emitir a ART.

Com a apreciação de riscos finalizada, a contratada deve se responsabilizar por alguns documentos para adequar a máquina à NR-12. Os itens a seguir citam esses documentos que contemplam um plano de ação envolvendo os procedimentos necessários para que o serviço seja executado corretamente:

- Memorial Descritivo;
- Proposta técnica, podendo envolver múltiplas empresas;
- Contrato entre a(s) prestadora(s) do serviço de adequação e a contratante;
- Documentação final da adequação, essa documentação deve ser arquivada adequadamente;

Tendo finalizado o plano de ação e executado as alterações pertinentes, todos os trabalhos de adequação e implementação executados nas máquinas e equipamentos referentes as exigências da Norma NR-12, serão de grande utilidade se forem documentados tanto na forma escrita como na forma ilustrativa, informando quais os componentes e proteções que foram instalados, sejam elétrico, eletrônico, mecânico, pneumático ou hidráulico. Tudo que foi executado na máquina deve ser relatado e ilustrado com fotos de antes e depois das adequações e devem ser mantidos juntos aos documentos de projeto da máquina, análise de riscos e ART. Esses documentos são de grande importância e tem como finalidade comprovar que a adequação foi executada conforme as exigências legais.

6.2.1 ART – Anotação de Responsabilidade Técnica

O termo ART significa Anotação de Responsabilidade Técnica, é um item indispensável para identificar o responsável técnico pelas obras ou serviços prestados por profissionais ou empresas. Portanto, é um item fundamental para o processo de adequação de prensas hidráulicas dobradeiras como também para outras máquinas e equipamentos (ABIMAQ, 2013).

A Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, foi instituída pela Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977, a qual estabelece que todos os contratos referentes à execução de obras ou serviços de Engenharia, Agronomia, Geologia, Geografia ou Meteorologia deverão ser objeto de anotação no Conselho Regional de Engenharia e Agronomia - CREA (ABIMAQ, 2013).

Essa documentação é feita atualmente por meio do formulário eletrônico disponível no site do CREA. Nesse formulário, é necessário declarar as principais informações do contrato firmado entre o profissional prestador de serviço e seu cliente (ABIMAQ, 2013).

O profissional legalmente habilitado responsável pela elaboração e execução da apreciação de riscos deve recolher a ART no CREA de sua região. Dessa forma, esse processo deve estar sob seu encargo técnico, contemplando o seguinte item da NR-12:

- 12.39:
 - a) Ter categoria de segurança conforme prévia análise de riscos prevista nas normas técnicas oficiais vigentes;
 - b) Estar sob a responsabilidade técnica de profissional legalmente habilitado;

6.2.2 MD – Memorial Descritivo

O Memorial Descritivo tem o objetivo de descrever o escopo de fornecimento do serviço, apresentar o que precisa ser desenvolvido para atingir o objetivo esperado e destacar os requerimentos básicos para a formulação de uma oferta técnica/comercial, portanto deve ser considerado como ponto inicial de discussão e melhoria/otimização do plano de ação.

Esse documento pode ser dispensado na etapa de adequação à NR-12, porém é muito aconselhável a elaboração de um Memorial Descritivo devido a sua grande utilidade principalmente no que diz respeito a formalização da aquisição de produtos e serviços.

No Anexo D é apresentado um exemplo de Memorial Descritivo que foi elaborado para aquisição de serviço de adequação de máquinas à Norma Regulamentadora 12. Foi incluso somente a Capa e Sumário do MD pois o memorial completo contempla 33 páginas o que tornaria o anexo muito extenso. Observando o Sumário do MD presente no Anexo D é possível ter uma noção do conteúdo básico que um Memorial Descritivo deve possuir, no que diz respeito à aquisição de serviço para adequação à NR-12.

6.2.3 Proposta técnica

A proposta técnica, por sua vez, tem o objetivo de apresentar uma solução técnica por parte do fornecedor para adequar o equipamento desejado, no que diz respeito a adequação à NR-12, sendo diferenciada da cotação e orçamento principalmente por não apresentar valores monetários de custos de produtos e serviços.

É apresentado no Anexo C um exemplo de proposta técnica para adequação de duas dobradeiras hidráulicas. Nessa proposta é possível verificar alguns itens importantes:

- Objetivo da proposta;
- Escopo do serviço: Planejamento, Instalações Elétricas, Instalações Hidráulicas, Automação, Grades de Proteção, Documentação Técnica (diagrama elétrico e desenho esquemático da solução de segurança);
- Materiais de segurança;
- Ferramentas;
- Prazo de início;

- Prazo de execução;
- Validade da proposta;
- Considerações finais.

Além desses dados, a proposta técnica pode ter outras informações adicionais conforme a necessidade do prestador de serviço.

6.2.4 Garantia

A garantia pode ser especificada no Memorial Descritivo. Conforme informações retiradas do documento do Anexo D, é informado que existe uma garantia mínima de 03 meses a partir da aceitação final do equipamento (Entrega Técnica) e durante esse período, o fornecedor deve repor toda a peça defeituosa por conta própria, conforme a lista de peças reservas disponibilizada para a empresa contratante. Nesse documento também é exigido que a empresa contratada deva possuir uma equipe de manutenção e assistência técnica capacitada para atendimento emergencial em horário comercial, situada na região próxima à empresa contratante e o tempo de resposta deverá ser de no máximo 24 horas para visitas emergenciais. Além disso, em caso de problemas em horários alternativos, o fornecedor deve ter um contato para solução via internet ou telefone até a visita de um técnico capacitado no local.

6.2.5 Manutenção

Segundo os itens que se destinam à manutenção de máquinas e equipamentos situados na NR-12, mais especificamente no subitem 12.113, as máquinas e equipamentos devem ser submetidos à manutenção preventiva e corretiva, na forma e periodicidade determinada pelo fabricante, conforme as normas técnicas oficiais nacionais vigentes e, na falta destas, as normas técnicas internacionais. Além disso, as manutenções preventivas com potencial de causar acidentes do trabalho devem ser objeto de planejamento e gerenciamento efetuado por profissional legalmente habilitado (BRASIL, 2010).

Vale ressaltar que a manutenção, inspeção, reparos, limpeza, ajuste e outras intervenções que se fizerem necessárias devem ser executadas por profissionais capacitados, qualificados ou legalmente habilitados, formalmente autorizados pelo empregador (BRASIL, 2010).

Dessa forma, ao seguir os procedimentos recomendados pela norma, é possível reduzir futuras intervenções, no que se diz respeito a deixar a máquina inoperante devido à cuidados inadequados da máquina ou equipamentos que a compõe.

7. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do trabalho proporcionou um panorama geral do funcionamento da prensa hidráulica dobradeira e seu principal movimento para a conformação de chapas metálicas seguido dos principais riscos de acidentes associados à máquina. Além dos itens necessários para contemplar os requisitos da norma regulamentadora de número 12, em relação ao anexo VIII, em específico.

Dessa forma, para a máquina estar de acordo com as normas brasileiras, essa deve possuir vários itens de segurança que garantam um enclausuramento da área de risco, ou seja, deve garantir proteções laterais, traseira e frontal. Sendo que a zona de prensagem é a que apresenta maior perigo para o operador, portanto, deve-se ter uma maior atenção.

No decorrer do trabalho foi constatado que todos os dispositivos optoeletrônicos de proteção frontal estudados obedecem e até excedem as exigências legais nacionais, isso se deve ao fato que os produtos são importados e a norma europeia é mais rígida em relação a itens de segurança que tem como esse tipo de aplicação. Mesmo se tratando de um dispositivo de elevado nível de segurança, foi verificado que o operador ainda fica suscetível a acidentes mais leves e deve ter atenção e cuidado no momento dos movimentos de dobra da máquina. Portanto, é imprescindível o treinamento do profissional para evitar situações indesejadas.

Ao verificar os modelos disponíveis no mercado, foi possível constatar que existem poucos fabricantes e opções de modelos. Além disso, cada fabricante adota uma solução diferente em seu produto, o *layout* do feixe de luz pode assumir diversas formas de acordo com o que o inventor julgar mais conveniente. Além disso, oferecem opcionais ou diferenciais para se destacar no mercado, como por exemplo os suportes motorizados que fazem o reposicionamento automático do transmissor e do receptor de acordo com o tipo de ferramenta selecionado no CNC, promovendo um ganho de produtividade para a empresa proprietária. É válido destacar também que é impossível apontar qual é a melhor marca, visto que todos os modelos estudados contemplam as exigências da NR-12, embora cada produto tenha a sua particularidade.

Ainda que exijam um alto investimento para adquirir esses equipamentos, o custo desses produtos é de difícil comparação, pois todos os produtos são diferentes e possuem características próprias. A assistência técnica não é dificultada, devido ao fato de existir mão de obra especializada nesse setor no Brasil e os fornecedores trabalharem com uma margem de estoque a pronta entrega dos dispositivos de segurança importados.

Foi possível também, obter uma visão dos procedimentos a serem feitos para a adequação de uma prensa hidráulica dobradeira à NR-12 somado de uma documentação necessária e das responsabilidades da contratada. Itens indispensáveis para a comprovação que a máquina está regulamentada perante as exigências legais.

Finalmente, o trabalho mostrou que adequar uma prensa hidráulica dobradeira às normas de segurança vigentes não é uma tarefa fácil, visto que é necessário ter um conhecimento específico da máquina e seus modos de operação. Além disso, a disponibilidade de informação sobre o assunto no Brasil é bastante restrita, em que muitas vezes a resposta de uma questão estará no catálogo de fabricantes ou qualquer outro tipo de manual estrangeiro. Muitas vezes, o caminho mais fácil é solicitar uma empresa especializada nesse ramo de atividade para realizar o serviço, o que torna o procedimento caro, fazendo com que as empresas proprietárias das máquinas obsoletas adiem o processo.

REFERÊNCIAS

- ABIMAQ. **Manual de instruções da norma regulamentadora NR-12.** Disponível em: <<http://www.abimaq.org.br/comunicacoes/dec/Manual-de-Instrucoes-da-NR-12.pdf>>. Acesso em: 19 agosto 2013.
- ALFA. **Produtos siderúrgicos LTDA.** Disponível em: <<http://www.alfaperfilados.com.br/>>. Acesso em: 12 janeiro 2014.
- BRAGA, Newton C. **Como funcionam os sensores fotoelétricos.** Disponível em: <<http://www.newtoncbraga.com.br/index.php/como-funciona/4883-art644>>. Acesso em: 14 janeiro 2014.
- BRASIL. NR-12, Anexo VIII. **Segurança em máquinas e equipamentos.** Portaria nº 197, de 17 de dezembro de 2010.
- DECIBEL. Manual do D171 sensor laser para dobradeira. Disponível em: <<http://www.decibel.com.br>>. Acesso em: 20 de janeiro de 2014.
- DOLBLES. **Ferramentas para corte e dobra.** Disponível em: <<http://dolbles.com.br/calculos.php>>. Acesso em: 14 janeiro 2014
- DSP LASER. **Type 4 safety device with visible laser emission:** Instruction Manual. Disponível em: <http://www.garantmachinerie.com/documents/product/fiche/DSP-LASERr1_3_ING.pdf>. Acesso em: 14 janeiro 2014.
- EN 693. **Machine Tools Safety - Hydraulic Presses.** Disponível em: <<http://pt.slideshare.net/JKLoreto/en-693-prensa-hidraulica>>. Acesso em: Acesso em: 10 janeiro 2014.
- FIERGS. **Manual Básico de segurança em prensas e similares.** Disponível em: <http://www.prevenirseg.com.br/curso_nr12/apresentacoes/RQ-Manual%20Seguran%C3%A7a%20Prensas%20e%20Similares.pdf> Acesso em: 12 janeiro 2014.
- FISSLER. **AKAS® II, pressbreak safety system.** Disponível em: <<http://www.fiessler.de/e/sicherheit/akas.html>>. Acesso em: Acesso em: 01 julho 2014.
- GOMES. **Processo de conformação mecânica.** Disponível em: <<http://professormarciogomes.files.wordpress.com/2008/11/aulas-8-e-9-estampagem.pdf>>. Acesso em: 14 fevereiro 2014.
- INPLAF. **Indústria de Plainas e Ferramentas.** Disponível em: <<http://www.facasindustriaisinplaf.com.br/>>. Acesso em: 20 janeiro 2014.

IRSST. **Safeguarding of hydraulic power press brakes.** Disponível em: <<http://www.irsst.qc.ca/media/documents/pubirsst/rf-651.pdf>>. Acesso em: 11 julho 2013.

JEFFERSON. **Válvulas Solenóides Informação de Engenharia.** Disponível em: <<http://www.jeffersonvalves.com/>>. Acesso em: 12 janeiro 2014.

JusBrasil. **Decreto 1255/94 | Decreto no 1.255, de 29 de setembro de 1994.** Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br/legislacao/112848/decreto-1255-94>>. Acesso em: 11 julho 2013.

KLEIN. **Automação.** Disponível em: <<http://www.kleinautomacao.com.br/>>. Acesso em: 12 janeiro 2014.

LZS-003-HS. **LZS-003-HS operation manual.** Disponível em: <http://www.formation-machinery.com/images/LZS-003-HS_Operation_Manual_Dual_Laser_Version_1_10_EN.pdf>. Acesso em: 10 julho 2014.

METALÚRGICA MP. **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos.** Disponível em:

<http://www.periciasdotrabalho.com.br/image_adds/118_img0214247001376487250.pdf>. Acesso em: 12 janeiro 2014.

MICROAR. **Automação.** Disponível em: <<http://www.microar.com.br/bimannual.htm>>. Acesso em: 6 fevereiro 2014.

MITCHEL. **Automação.** Disponível em: <<http://www.mitchelautomacao.com.br/images/02.jpg>>. Acesso em: 12 janeiro 2014.

MTE, Ministério do Trabalho e Emprego. **Nota técnica nº 16 / DSST,** Brasília, DF, 07 março 2005. Disponível em:

<http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BCB2790012BD57EB7A16897/nt_16.pdf>. Acesso em: 11 julho 2013.

NEWTON. **Prensas Dobradeiras Hidráulicas Sincronizadas.** Disponível em: <<http://www.newton.com.brprodutos179>>. Acesso em: 11 janeiro 2014.

NUOVA ELETTRONICA. **Sistema de segurança para prensas dobradeiras com emissão laser visível:** Revisão 1.1 de 20/10/2012. Città Della Pieve, PG - Itália. 106 p.

OPERATRIX. **Máquinas Operatrizes.** Disponível em: <<http://www.operatrix.com.br/>>. Acesso em: 6 fevereiro 2014.

OTTO. **Sistemas Hidráulicos.** Disponível em: <<http://www.ottosistemas.com.br/noticias.php?ler=Mzg1>>. Acesso em: 12 janeiro 2014.

PALMEIRA, Alexandre Alvarenga. **Processos de dobramento e calandragem.** Disponível em:

<<http://www.fat.uerj.br/intranet/disciplinas/Processos%20de%20Fabricacao%20IV/Cap%207%20-%20Dobramento.pdf>>. Acesso em: 14 janeiro 2014.

PID INDUSTRIAL. **Automação Industrial.** Disponível em: <<http://www.pidindustrial.com.br/2010/?page=produtos>>. Acesso em: 14 janeiro 2014

SCHMERSAL. **Manual de Instalação Versão Laser Duplo.** Disponível em: <www.aceschmersal.com.br>. Acesso em: 12 janeiro 2014.

SCHMERSAL BRASIL. **Sistema de segurança LZS-003-HS.** Disponível em: <http://brasil.schmersal.com.br/downloads/sistema_laser_LZS-003-HS.pdf>. Acesso em: 10 julho 2014.

SCHMERSAL NEWS. **LZS-003-HS, novo sistema laser de segurança para dobradeiras hidráulicas.** Disponível em: <<http://schmersalnews.com.br>> Acesso em: 10 julho 2014.

SEK. **Indústria e comercio Ltda.** Disponível em: < <http://www.sek.ind.br/site/nossos-servicos/dobra-cnc>>. Acesso em: 16 janeiro 2014

SILVA, Kleber Pereira de Araújo e. **Identificação de riscos e prevenção de acidentes em prensas e similares.** 2008. 92 f. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Segurança no Trabalho) - Faculdade de Engenharia de Segurança no Trabalho, Faculdades Integradas de Araraquara Fia. Araraquara, 2008.

VILELA, Rodolfo Andrade Gouveia. **Cadernos de saúde do trabalhador: Acidentes do trabalho com máquinas - identificação de riscos e prevenção.** Disponível em: <<http://www.coshnetwork.org/sites/default/files/caderno5%20maquina.pdf>>. Acesso em: 11 julho 2013.

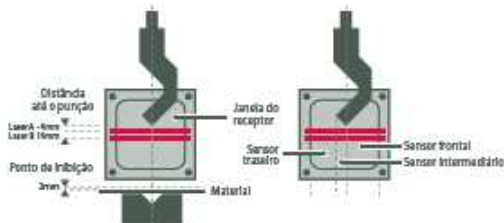
WESS. **Prensa dobradeira.** Disponível em: <<http://www.wessmaquinas.com.br/prensa-dobradeira.php>>. Acesso em: 15 julho 2013.

WORLD. **Maquinas de construção.** Disponível em: <<http://loaderchargeur.com.br/>>. Acesso em: 20 janeiro 2014.

ANEXO A - SISTEMA DE SEGURANÇA - LZS-003-HS



Sistema de Laser Duplo para Dobradeiras Hidráulicas



Solução completa certificada em Categoria 4/PLe/SIL3



Principais Benefícios

- Atende às normas NR12/ EN12622/954-1/13849-1/62061/61496-1
- Sistema completo
- Máxima segurança e alta produtividade
- Ideal para Retrofitting
- Fácil interatividade com o operador – display em Português
- Sistema independente – monitora a velocidade e posição do martelo
- Seleção de modos – bandeja/caixa
- Fácil alinhamento – permite uma rápida troca de ferramenta e setup da máquina

Características



Laser duplo

12ms

Rápido tempo de resposta



Distância de parada automonitorada



Ponto de inibição autodetectado e monitorado



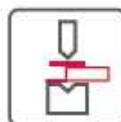
Resistente à vibração



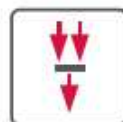
Pequeno percurso em baixa velocidade



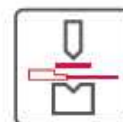
Velocidade segura automonitorada



Dobra de bandeja em alta produtividade



Parada no ponto de inibição



Elimina interferência do encosto traseiro

O completo Sistema de Segurança LZS-003-HS oferece uma solução efetiva em dobradeiras hidráulicas, tanto na proteção do operador como na sua produtividade. O sistema é categoria de segurança 4 e atende às mais exigentes normas (NR 12 - Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos) e Internacionais (EN 12622 - Segurança de ferramentas de máquinas - Dobradeiras Hidráulicas), entre outras.

Ajuste de ponto de inibição automático

Os 6mm de ajuste do ponto de inibição são automaticamente iniciados no primeiro ciclo. O laser detecta a superfície do material e a operação é solicitada para confirmar o ponto de inibição através da IHM de LCD. O LZS-003-HS automaticamente monitora a posição de inibição e detecta a troca dimensional das ferramentas e materiais.

Funções Avançadas de Monitoramento

O retorno de sinal do encoder fornece o monitoramento automático contínuo da velocidade e distância de parada (escorregamento) do ciclo da máquina.

Suportes Lineares Ajustáveis

O TX e RX podem ser rapidamente movidos e travados durante a troca de ferramenta. Além de fácil ajuste, os suportes toleram alta vibração da máquina.



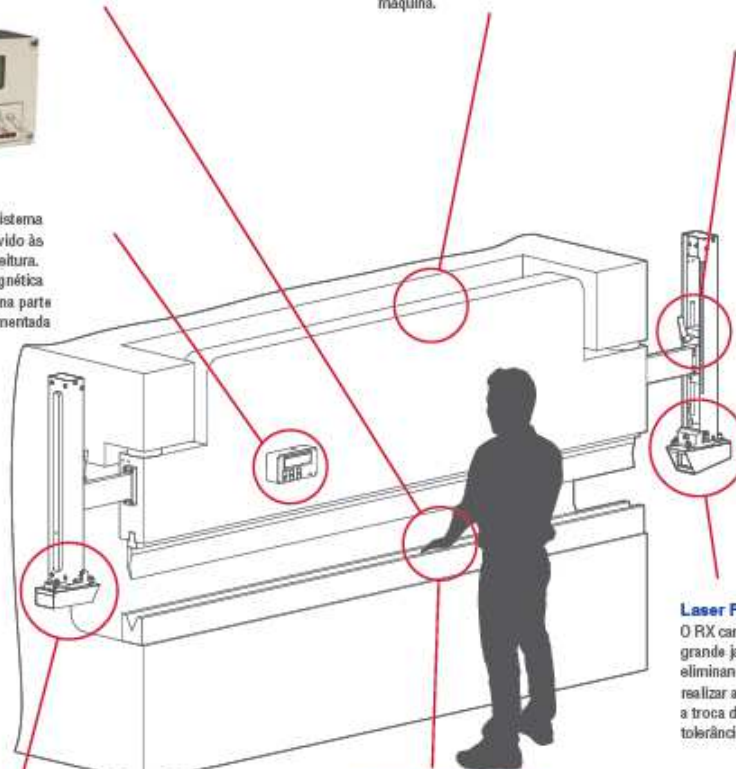
IHM de LCD

A IHM inteligente torna o sistema simples de ser operado devido às instruções na tela de fácil leitura. Com sua parte traseira magnética permite que seja colocada na parte frontal da máquina e movimentada quando desejar.



Laser Emissor (TX)

O TX emite dois feixes laser de classe 1 abaixo do punção onde ele protege a parte frontal, central e traseira. Como as ferramentas fecham em alta velocidade, os lasers são progressivamente inibidos enquanto a desaceleração e a velocidade da máquina são monitoradas. O sistema oferece proteção ótica até que a abertura da ferramenta seja de 6mm e um percurso reduzido para a velocidade de dobra. Isso permite um máximo percurso em alta velocidade, aumentando assim a produtividade.



Laser Receptor (RX)

O RX caracteriza-se por ter uma grande janela de recepção de 40mm, eliminando qualquer dificuldade de realizar ajustes manuais precisos após a troca da ferramenta, e possui alta tolerância a vibrações da máquina.

Aproximação do operador

O LZS-003-HS permite que o operador tenha total acesso à área da ferramenta. O operador pode segurar o material até 20mm da área de dobra e operar a máquina com segurança em alta velocidade. Isso aumenta a produtividade e reduz a fadiga do operador.

Para download dos manuais, folder e vídeos desse sistema, acesse: www.schmersal.com.br (clique em Safety Division e depois em "Sistema Laser LZS-003-HS" em Linha Ótica).

Solicite também mais informações sobre outros produtos de segurança que possam complementar sua máquina como Sensor, CLP e Pedaleira.



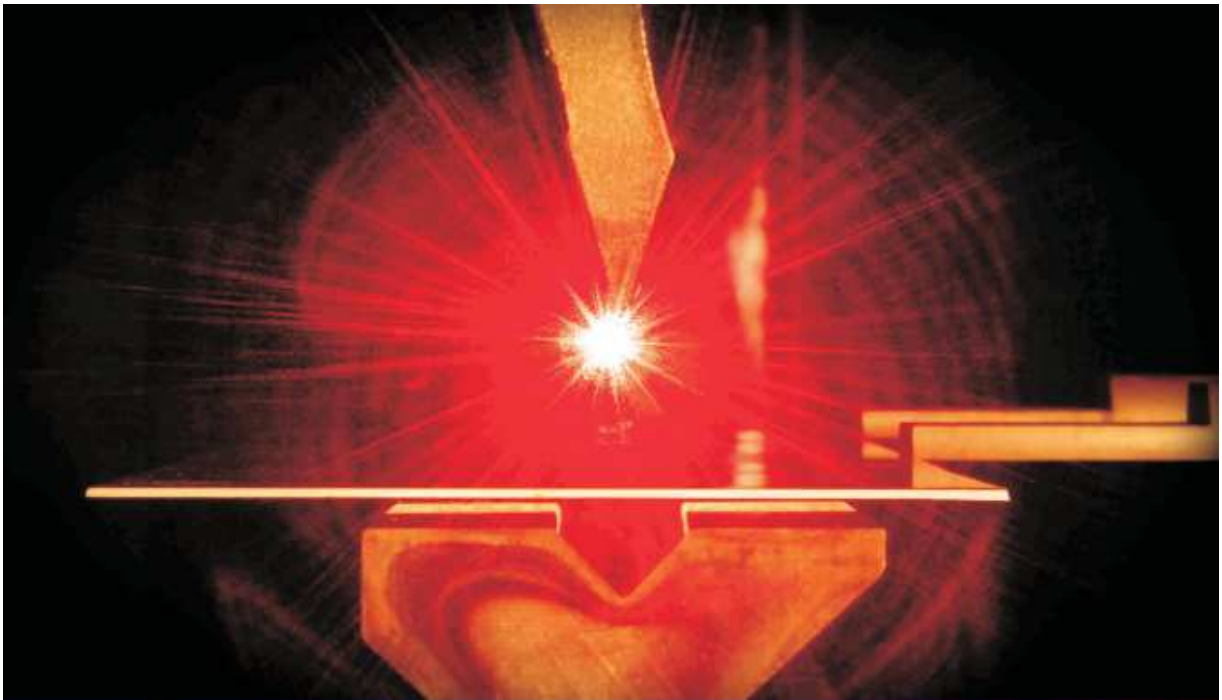
ACE SCHMERSAL Eletrônica Industrial Ltda.

Rod. Boituva - Porto Feliz, Km 12
CEP 18550-000 - Boituva/SP
Fone/Fax: +55 (15) 3263.9800

www.schmersal.com.br
vendas@schmersal.com.br

SCHMERSAL
ACE
RECEBA MAIS QUE TECNOLOGIA.

ANEXO B - SAFETY SYSTEM - DSP LASER AP AND MCS



DSP LASER AP and MCS

SAFETY SYSTEM for the PRESS BRAKES

DSP LASER AP and MCS are the result of more than thirty years of experience that NUOVA ELETTRONICA has acquired in the field of safety of machine tools and especially press brakes.

This system harmonizes: compliance with the rules in force, the practicality of installation, ease of use, the speed of the bending cycle, the sturdy build with a very high relation between quality- performance and cost.

DSP LASER AP, where AP means high performance, comes from the now well-known and tested DSP LASER.

The special optical characteristics, which also derive from the use of the laser source, and the sophisticated electronic circuitry, in full compliance with the requirements of EN61496-1/2 and EN12622, guarantee the safety of the operator, not obstructing the bending cycle.

The robust design is also required for the particular position that the device must have on board.

MCS, also in Category SIL3, manages, in addition to DSP LASER AP, the entirety of the standard devices of which the press requires for its own function.

ascent pedals, the automatic locking tool, and more, are all components controlled by MCS.

This provides also to transmit to the CNC and receive from the serial port, alarms and controls. This characteristic also allows a great possibility to personalize the man-machine interface according to your company standard. MCS is still independent, so it can work well even on machines without CNC.

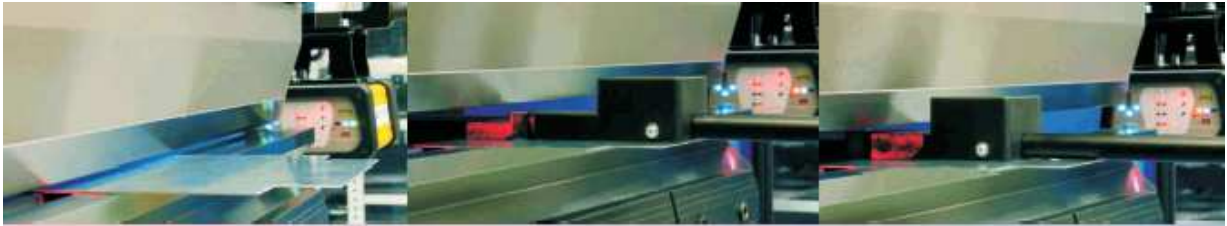


NUOVA ELETTRONICA s.n.c.

Via Parri Z.L. Moiano - 06062 Città della Pieve - PG - IT

Tel: +39 0578 298066 Fax: +39 0578 297007 web: www.nuova-elettronica.com e-mail: info@nuova-elettronica.com

AUTHORIZED DEALER:



MCS and DSP LASER AP allow the mobile part of the press to arrive in high speed very close to the sheet metal to be bent, while still making the operator work protected.

As it is visible in the first photo, the space that the movable part must go in low speed, 10 mm/s, is very short, very few millimeters. If the mechanical condition of the machine permitting, it is possible that this measure is even 2 mm. Only 2/10 of a second to arrive at the point of contact with the sheet metal and then the bend starts. In the second photo you can see the special testing instrument, built by the norm EN 12622, which caused an emergency stop with its top 10 mm, the machine stopped before the instrument thoroughly.

In the third photo it is possible to observe that the part 5 mm higher than the one that caused the stop, passes easily between the sheet metal and the upper tool, a few millimeters under the latter. According to the norm EN12622 would have been enough just passing, which means that DSP LASER AP can provide a safety margin even greater than what is required by law. A series of sheltered employment, not penalized by delays caused by the safety system, it does mean a higher economic profitability of the machine, but also discouraging the widespread tendency to avoidance of these systems.

NUOVA ELETTRONICA has over thirty year experiences on systems that guarantee the safety of the press-brake operator.

A team of experienced and cutting-edge designers, the continuous technological innovation, the great attention for the development of safety regulations and a gradual expansion into foreign markets, have allowed NUOVA ELETTRONICA become one of the biggest realities in this field of industry.

In contrast to the general trend to outsource the production, we made the courageous choice to develop and produce completely our systems inside our factory to the benefit of the quality of them.

The electronic department is equipped with modern assembly lines for both surfaces, traditional components and systems for automated test. NUOVA ELETTRONICA is extremely proud, that it has a department for mechanical processing and a department for UV printing.



MCS is: ease of installation, space saving for electromechanical or electronic components, intuitive to the use.

It is protected from power surges and short circuits, is a good choice for the new press brakes, as for the retrofit sector.

MCS is equipped with pilot circuits with high output current, over 3 amps, so as to allow direct control of any model of solenoid valve in use on press-brakes.

The direct control combined with a cycle time of MCS very short, 2.5 ms, determines a response of the machine equally short; thus reducing the stopping distance, making a machine already intrinsically more secure.

Even the reading of linear encoders, which are present on the bending synchronized machine, are read directly from MCS that has thus always available verification of speed, position and what is necessary for the total control of the movement of the machine.

Equipping a new press-brake with MCS and DSP LASER AP, means to equip the machine with a safe, reliable and advanced technology. Updating a used machine with MCS and DSP LASER AP will be certainly easier. Many compromises necessary for the integration will be deleted. Even the space, that is the weakest point in the control panel of an old design, in this situation will be increased so that they can easily integrate the device.

ANEXO C - PROPOSTA TÉCNICA



CONSTRUTORA SERRAVALLE

CURITIBA/PARANÁ

PRE 2009/13 – PROPOSTA TÉCNICA

Subsistema de Manutenção (Sistema de Manutenção)

Telefone: (41) 3337-9873

E-mail: info@manutencao.com.br

Enviado em 24 de Maio de 2013

Responsável pelo Subsistema de Manutenção:
 Engenheiro Responsável: info@manutencao.com.br

Responsável Comercial: info@manutencao.com.br
 Telefone: (41) 3337-9873
 E-mail: info@manutencao.com.br





1. INTRODUÇÃO

foi criada no ano de 1995, com o objetivo de prestar serviços especializados de manutenção em equipamentos e instalações industriais, e automação de processos. Sua equipe de colaboradores possui larga experiência profissional, todos treinados e motivados a apresentarem aos clientes sempre a melhor solução para estes segmentos.

Pensando em atender seus clientes com maior eficácia, a empresa desenvolveu o Software chamado , solução que serve como ferramenta de apoio para o gerenciamento da manutenção industrial, predial ou serviços.

Atendendo a vossa solicitação, estamos apresentando-lhe a nossa proposta para o seguinte serviço:

2. OBJETIVO DA PROPOSTA

Instalação de Componentes de Segurança em dois Equipamentos "Dobradeira Hidráulica LVD 6214 e 6215" conforme Memorial Descritivo (RM3000102475) fornecido pela Contratante.

3. ESCOPO DO SERVIÇO

3.1 Planejamento:

3.1.1	Integração da equipe junto ao setor Segurança do Trabalho;
3.1.2	Apresentação e aprovação do Projeto com as soluções de Segurança;
3.1.3	Elaboração e apresentação do Cronograma de execução;

3.2 Instalações Elétricas:

3.2.1	Montagem e instalação do Quadro de Comando com os Componentes (PLC de Segurança, Contatores, fonte, acessórios);
3.2.2	Instalação do Sistema Akas Fiessler Elektronik motorizado;
3.2.3	Instalação de sensor magnético e chave de segurança para controle de acesso no portão localizado na parte traseira do Equipamento;
3.2.4	Instalação de 02 (dois) botões de emergência em caixa metálica com sinalização em pontos a serem definidos;
3.2.5	Instalação de duas pedaleiras de Segurança Schmersal;
3.2.6	Instalação de chave de segurança para monitoramento do Calço de Segurança;
3.2.7	Instalação de dois contatores de Segurança na alimentação elétrica do Motor da Bomba Hidráulica;
3.2.8	Instalação de dois contatores de Segurança na alimentação elétrica dos Drives do Servoacionamento
3.2.7	Realizar o intertravamento elétrico entre o CNC e o PLC de segurança;



3.3 Instalações Hidráulicas:

3.3.1	Instalação do Bloco Hidráulico de Segurança para Prensa IH04M10NB-100-202-3X/G24K4 Rexroth;
-------	---

3.4 Automação:

3.5.1	Programação do PLC de Segurança Siemens ET200S;
3.5.2	Integração do Sistema de Segurança com CNC atual do Equipamento;

3.5 Grades de Proteção:

3.2.1	Confecção das proteções para impedir acesso lateral na ferramenta;
-------	--

3.6 Documentação Técnica:

3.6.2	Diagrama Elétrico;
-------	--------------------

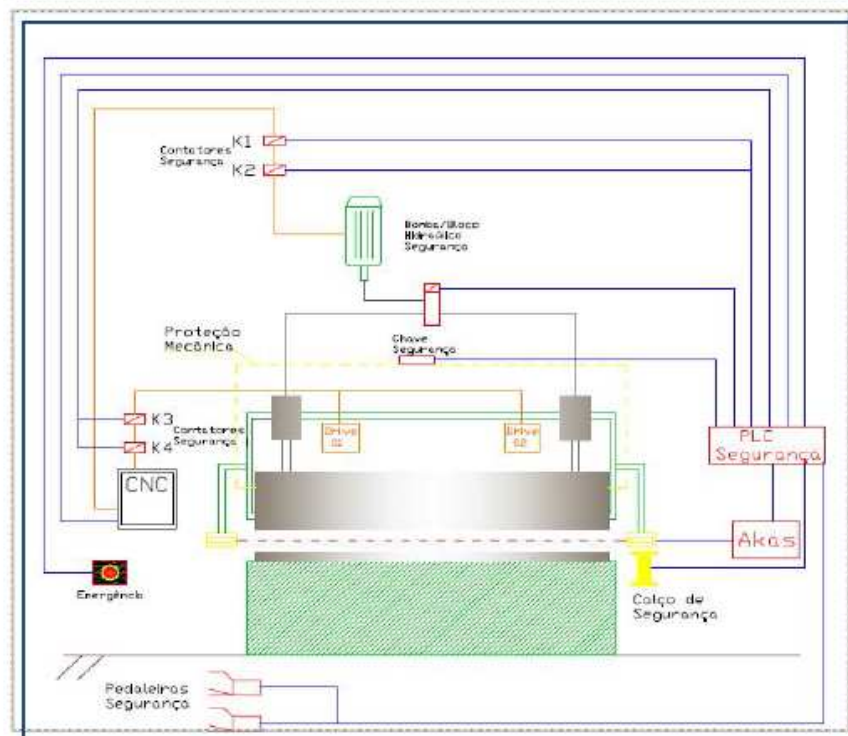


Figura 3.1 – Desenho Esquemático da Solução Segurança.



4. MATERIAIS

Os materiais serão fornecidos pela a CONTRATADA.

5. MATERIAIS DE SEGURANÇA

A CONTRATADA compromete-se a fornecer os equipamentos de proteção individual e coletiva como materiais para isolamento de área, capacete, luvas, uniformes e identificação funcional.

6. FERRAMENTAS

A CONTRATADA compromete-se em fornecer as ferramentas de uso individuais necessários para a execução dos serviços. Caso seja necessária alguma ferramenta de específico da CONTRATANTE, esta deverá ser fornecida pela mesma.

7. PRAZO DE INÍCIO

Conforme prazo de entrega dos materiais.

8. PRAZO DE EXECUÇÃO

Conforme cronograma a ser elaborado após a aprovação da Proposta junto a CONTRATANTE.

9. VALIDADE DA PROPOSTA

10 (dez) dias.

10. CONSIDERAÇÕES

- o Eventuais itens não especificados na solicitação técnica do cliente e não citados nesse orçamento são de responsabilidade do cliente ou serão orçados separadamente.
- o Confirmar este orçamento através de Ordem de Compra;
- o Caso sejam contratados os serviços, a CONTRATANTE responsabiliza-se por enviar cópia autenticada da GPS (referente à retenção para a Seguridade Social sobre o valor total dos serviços especificados nas notas fiscais).

Atenciosamente,

[Assinatura]

[Assinatura]

ANEXO D - MEMORIAL DESCRITIVO



MEMORIAL DESCRITIVO

ASSUNTO: **Aquisição de serviço de adequação de máquinas à Norma Regulamentadora 12**

LOCAL: **PLANTA CURITIBA / PARANÁ (BRASIL)**

LINHA: **TODAS**

Nr. do Memorial: **[REDACTED]**

DATA: **19-MARÇO-2014**

DATA: 29/07/2014	PAG. 1 de 46	
Alterações:	Elaborado/Checkado:	Aprovado:



SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	5
1.1	CONDIÇÕES GERAIS	5
1.2	FASES DO PROJETO.....	5
1.3	REQUISITOS	6
1.4	ESCOPO DE FORNECIMENTO	7
2	DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	8
2.1	FASE 1: PROJETO	8
2.1.1	<i>Estudos de Engenharia.....</i>	<i>9</i>
2.1.2	<i>Projeto Mecânico.....</i>	<i>9</i>
2.1.3	<i>Projeto elétrico.....</i>	<i>10</i>
2.1.4	CONDIÇÕES GERAIS.....	12
2.1.4.1	HIERARQUIA DE CONTROLE A SER UTILIZADA	12
2.1.5	DOCUMENTAÇÃO TÉCNICA.....	20
2.1.6	Notas Gerais.....	22
2.1.7	Comissionamento	35
2.1.8	World Class Manufacturing (WCM)	35
2.2	FASE 2: INSTALAÇÃO.....	35
2.2.1	Dispositivos mecânicos	35
2.2.2	Instalação no chão de fábrica.....	36
2.2.3	Utilidades.....	36
2.2.4	Responsabilidades do fornecedor	36
2.2.5	Na Parte Elétrica	37
2.2.6	Na Programação.....	37
2.2.7	Na Segurança.....	37

DATA: 29/07/2014	PAG. 3 de 46	
Alterações:	Elaborado/Checado:	Aprovado:

2.2.8	No Canteiro de Obras.....	38
3	CONDIÇÕES DE FORNECIMENTO.....	38
3.1	INTRODUÇÃO.....	38
3.1.1	Componentes.....	38
3.2	PADRÕES DE FORNECIMENTO DA FÁBRICA.....	38
3.3	ANEXOS.....	39
4	TRABALHOS NA PLANTA.....	40
4.1	ATIVIDADES.....	40
4.2	ORGANIZAÇÃO NA PLANTA.....	41
4.2.1	DOCUMENTAÇÃO ELETRICISTA NR-10.....	41
4.2.2	ACOMPANHAMENTO DA PRODUÇÃO.....	41
4.2.3	CRONOGRAMA.....	41
4.2.4	SEGURANÇA.....	42
4.3	RECURSOS HUMANOS.....	42
4.3.1	Gerente do Projeto.....	42
4.3.2	Responsável técnico.....	43
5	ENTREGA TÉCNICA DO EQUIPAMENTO.....	43
5.1	START UP ASSISTANCE.....	43
5.2	TREINAMENTO.....	43
5.3	ACOMPANHAMENTO À PRODUÇÃO.....	44
5.4	TESTE FUNCIONAL.....	44
6	ASSISTÊNCIA.....	44
6.1	GARANTIA.....	44
6.2	DISPONIBILIDADE DE PEÇAS RESERVAS.....	45
7	FORMULAÇÃO DA OFERTA.....	45

DATA: 29/07/2014	PAG. 4 de 46	
Alterações:	Elaborado/Checkado:	Aprovado: