

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Renato Luiz Salomon Monteiro

SEGURANÇA EM PRENSAS MECÂNICAS

Taubaté – SP

2010

Renato Luiz Salomon Monteiro

SEGURANÇA EM PRENSAS MECÂNICAS

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de engenharia civil e ambiental da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. João Alberto Bajerl

Taubaté – SP

2010

RENATO LUIZ SALOMON MONTEIRO
SEGURANÇA EM PRENSAS MECÂNICAS

Monografia apresentada para obtenção do certificado de especialização em engenharia de segurança do trabalho do departamento de engenharia civil e ambiental da Universidade de Taubaté.

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. João Alberto Bajerl

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Carlos Alberto Guimarães Garcez

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Oseias Narcizo Simões Sene

Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Dedico o presente trabalho a meus pais **Milton** e **Maria de Lélis**, que sempre me deram atenção e o carinho necessário para encarar todos os obstáculos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me dar a vida e me guiar nas horas mais difíceis, ao professor João Alberto Bajerl pela paciência, dedicação, confiança e excelente orientação dada durante a elaboração do trabalho, a todos os professores da pós graduação em Engenharia de Segurança do Trabalho.

RESUMO

O presente trabalho tem por finalidade, auxiliar técnicos e engenheiros de segurança do trabalho na análise de riscos existentes e as condições de segurança na operação manual de prensas mecânicas. Neste trabalho é descrito os principais componentes de uma prensa mecânica, princípio de funcionamento e riscos envolvidos na operação. Através de normas relativas à segurança em máquinas, foi possível apresentar os riscos presentes em prensas mecânicas e os componentes da máquina que envolve a segurança do trabalhador, além de apresentar uma síntese das suas características.

Palavras-chave: Prensas Mecânicas. Prensas. Segurança do Trabalho.

ABSTRACT

This study aims, assist Technicians and Engineers of Work Safety in the analysis of risks and security conditions, in manual operation of mechanical presses. This paper describes the main components of a mechanical press, working principle and risks involved in the operation. Through safety standards for machines, it was possible to present the risks present in mechanical presses and machine components involving worker safety, and presents a summary of their characteristics.

Key words: Mechanical Presses. Presses. Safety.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Requisitos para a ocorrência de defeitos de uma parte de um sistema de comando.....	19
--	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Elementos de riscos	16
Figura 2	Ponto de partida para a estimativa do risco para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando.....	17
Figura 3	Prensa mecânica.....	21
Figura 4	Freio embreagem	24
Figura 5	Prensa excêntrica por ação de joelho.	25
Figura 6	Prensa mecânica rápida.....	26
Figura 7	Área de risco de uma prensa.	27
Figura 8	Cortina de luz	31
Figura 9	Dispositivo para fechamento de ferramenta.....	32
Figura 10	Ferramentas ou matriz fechada.	33
Figura 11	Enclausuramento da área de prensagem.	34
Figura 12	Comando bi manual.	36
Figura 13	Válvula de segurança.....	37
Figura 14	Válvula em repouso.....	38
Figura 15	Válvula acionada.....	38
Figura 16	Válvula com falha.....	39
Figura 17	Calço de segurança.	40
Figura 18	Sistema de alimentação do tipo gaveta.....	41
Figura 19	Componente do sistema de alimentação tipo gaveta.....	41
Figura 20	Componente do sistema de alimentação tipo gaveta.....	42
Figura 21	Componente do sistema de alimentação do tipo bandeja rotativa.	43
Figura 22	Bandeja rotativa sem o enclausuramento da zona de prensagem.....	43
Figura 23	Sistema de alimentação por gravidade.	44
Figura 24	Sistema de alimentação por esteira.	45
Figura 25	Alimentador automático.....	47

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivo	12
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Normas.....	13
2.1.1 Norma Regulamentadora nº 12.....	13
2.1.2 Normas brasileiras	13
2.1.3 Normas europeias – EM.....	14
3 METODOLOGIA	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	16
4.1 Avaliação de risco	16
4.2 Risco residual.....	17
4.3 Controle dos riscos.....	17
4.4 Prensas	20
4.5 Componentes de segurança de prensas mecânicas.....	28
5 CONCLUSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

O trabalho discorre sobre a segurança na operação de prensas mecânicas. Na **REVISÃO BIBLIOGRÁFICA** é feita uma abordagem sobre a origem, importância, classificação das prensas e seus dispositivos de segurança. A **METODOLOGIA** descreve as fontes utilizadas para elaborar o trabalho. Em **RESULTADOS E DISCUSSÕES** são abordadas informações sobre as características das prensas mecânicas e a importância dos procedimentos de segurança na diminuição de riscos aos trabalhadores. **A CONCLUSÃO** confirma que a aplicação dos procedimentos de segurança como medida preventiva, contribui decisivamente para que as empresas alcancem resultados expressivos na eliminação e cumprimento da meta zero para acidentes de trabalho.

1.1 Objetivo

Avaliar as condições de operação com segurança de prensas mecânicas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Normas

Norma Regulamentadora nº 12

Lei nº 6514 de 22 de dezembro de 1977 do capítulo V da CLT

Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1977

A Norma Regulamentadora nº 12, cujo título é Máquinas e Equipamentos, estabelece as medidas preventivas de segurança e higiene do trabalho a serem adotadas na instalação, operação e manutenção de máquinas e equipamentos, visando a prevenção de acidentes do trabalho. A NR 12 tem a sua existência jurídica assegurada, em nível de legislação ordinária, nos artigos 184 a 186 da CLT.

Normas brasileiras

As normas técnicas brasileiras são elaboradas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. As normas de segurança em máquinas e equipamentos segundo a NBR 213-1/2000 fazem parte de uma hierarquia, dividido em diversas categorias, para evitar a repetição de tarefas e para criar uma lógica que permita um trabalho rápido, facilitando a referência cruzada entre estas. A hierarquia das normas é a seguinte:

Normas tipo A (normas fundamentais de segurança), que definem com rigor conceitos fundamentais, princípios de concepção e aspectos gerais válidos para todos os tipos de máquinas;

Normas tipo B (normas de segurança relativas a um grupo), que tratam de um aspecto ou de um tipo de dispositivo condicionador de segurança, aplicáveis a uma gama extensa de máquinas, sendo:

Normas tipo B1, sobre aspectos particulares de segurança (por exemplo, distâncias de segurança, temperatura de superfície ruído): e

Normas tipo B2, sobre dispositivos condicionadores de segurança (por exemplo, comandos bimanuais, dispositivos de intertravamento, dispositivos sensíveis à pressão, proteções);

Normas tipo C (normas de segurança por categoria de máquinas), que são prescrições detalhadas de segurança aplicáveis a uma máquina em particular ou a um grupo de máquinas.

Se não houver uma norma brasileira específica para um determinado caso, deve-se buscar referências em normas internacionais, como por exemplo, as Normas Européias.

Normas européias – EM

São normas criadas pelos dois órgãos de padronização europeus, CEN (Comitê Européen de Normalization) e CENELEC (Comitê Européen de Normalizations Électrotechnique), qual especifica condições mínimas de segurança em máquinas.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada está fundamentada em pesquisas bibliográficas, documentais, à artigos diversos divulgados na “*internet*”, normas brasileiras e internacionais, e sobretudo na experiência profissional do autor junto à área de higiene ocupacional.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Avaliação de risco

As normas de segurança em máquinas estabelecem que todos os perigos, situações e eventos perigosos associados com a máquina devem ser identificados.

Após a identificação dos perigos, a estimativa de riscos deve ser analisada para cada perigo, pela determinação dos elementos de riscos. Após a estimativa de risco, uma avaliação do risco deve ser procedida para determinar se a redução do risco é necessária, ou se a segurança foi alcançada. Se a redução do risco for necessária, medidas apropriadas de segurança devem ser selecionadas e aplicadas, e o procedimento repetido. Durante esse processo iterativo, é importante ao projetista checar se perigos adicionais são criados quando novas medidas de segurança são aplicadas. Se perigos adicionais ocorrerem, devem ser adicionados à lista de perigos identificados.

Segundo a NBR 14009/1997 – Segurança em máquinas – Princípios para apreciação de riscos, o risco é definido em função da severidade do possível dano relativo ao perigo considerado e a probabilidade de ocorrência do dano, como mostra a Figura 1.

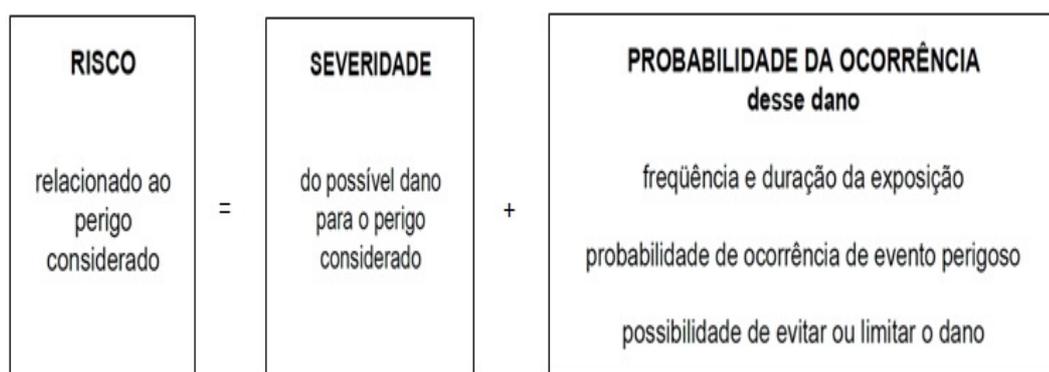


Figura 1 Elementos de riscos.
Fonte: NBR 14009/1997

4.2 Risco residual

É o risco que resta quando fatores de mitigação dos riscos foram aplicados.

4.3 Controle dos riscos

Na redução de riscos em uma máquina são utilizados “sistemas de comando relacionados à segurança”, que são componentes do sistema de comando de uma máquina que previnem a ocorrência de uma condição perigosa. O sistema pode ser integrado com o sistema de comando da máquina ou dedicado separado.

Sua complexidade varia desde um sistema simples composto por botoeira de parada de emergência ligada em série à bobina de controle do contador de alimentação, até um sistema composto, tendo dispositivos simples e complexos comunicando-se através de hardwares e softwares.

Segundo a NBR 14153/1998 – Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança – Princípios gerais para projeto, os sistemas relacionados à segurança em seu anexo B, são classificados em 5 categorias, sendo elas: B, 1, 2, 3 e 4) sendo que a seleção da categoria é feita de acordo com a Figura 2.

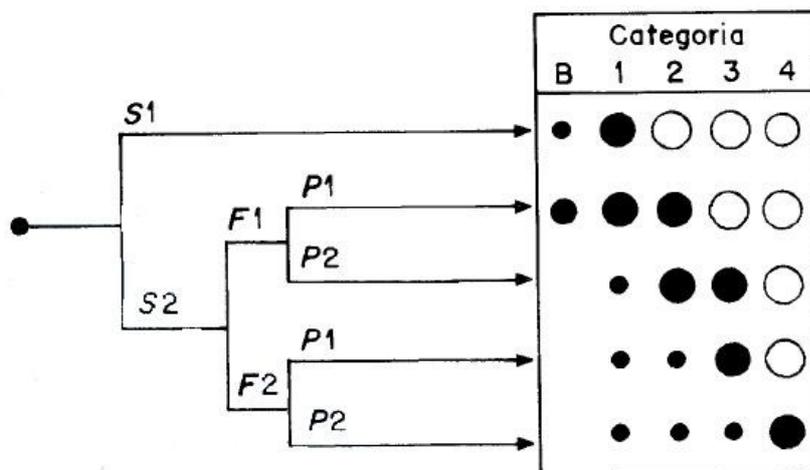


Figura 2 Ponto de partida para a estimativa do risco para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando.

Fonte: NBR 14153/1998

Onde:

S = Severidade do ferimento

S1 = Ferimento leve (normalmente reversível)

S2 = Ferimento sério (normalmente irreversível) incluindo morte

F = Frequência e/ou tempo de exposição ao perigo

F1 = Raro e relativamente freqüente e/ou baixo tempo de exposição

F2 = Freqüente a contínuo e/ou tempo de exposição longo

P = Possibilidade de evitar o perigo

P1 = Possível sob condições específicas

P2 = Quase nunca impossível

B, 1 a 4 = Categorias para partes relacionadas à segurança de sistemas de comando



Categorias preferenciais para pontos de segurança de referência



Categorias possíveis que requerem medidas adicionais



Medidas que podem ser superdimensionadas para o risco relevante

Ainda de acordo com a tabela 2 da NBR 14153/1998, o desempenho com relação à ocorrência de defeitos de uma parte de um sistema de comando relacionada à segurança deve atender os requisitos como mostra o Quadro 1.

RESUMO DOS REQUISITOS	COMPORTAMENTO DO SISTEMA	PRINCÍPIO
<p>CATEGORIA B</p> <p>- Peças relacionadas a segurança dos sistemas de comando da máquina e/ou seus equipamentos de proteção, bem como seus componentes, devem ser projetados, construídos, selecionados, montados e combinados de acordo com os padrões relevantes para que assim eles possam suportar a influencia esperada.</p>	<p>Quando uma falha ocorre ela pode levar a perda da função de segurança.</p>	<p>Pela seleção de componentes (Em direção à PREVENÇÃO de falhas).</p>
<p>CATEGORIA 1</p> <p>- Os requisitos da categoria B aplicam-se junto com o uso de componentes de segurança bem testados em termos de confiabilidade e princípios de segurança comprovados.</p>	<p>A ocorrência de um defeito pode levar à perda da função de segurança, porém a probabilidade de ocorrência é menor em relação à categoria B.</p>	
<p>CATEGORIA 2</p> <p>- Os requisitos da categoria B e o uso dos princípios de segurança comprovados se aplicam.</p> <p>- A(s) função (ões) de segurança devem ser checadas periodicamente pelo sistema de controle de máquina.</p>	<p>A perda da função de segurança é detectada pela checagem.</p> <p>A ocorrência de uma falha pode levar a perda da função de segurança entro os intervalos de checagem.</p>	<p>Pela estrutura (Em direção à DETECÇÃO de falhas)</p>
<p>CATEGORIA 3</p> <p>- Os requisitos da categoria B e o uso dos princípios de segurança bem testados se aplicam.</p> <p>- O sistema deve ser projetado de modo que uma única falha em qualquer de suas peças não leve à perda de segurança.</p>	<p>Quando uma única falha ocorre, a função de segurança é sempre acionada. Algumas, mas não todas as falhas serão detectadas.</p> <p>Um acúmulo de falhas não detectadas pode levar à perda da função de segurança.</p>	
<p>CATEGORIA 4</p> <p>- Os requisitos da categoria B e o uso dos princípios de segurança bem testados se aplicam.</p> <p>- O sistema deve ser projetado de modo que uma única falha em qualquer de suas peças não leve à perda da função de segurança.</p> <p>- A única falha é detectada antes ou na próxima exigência da função de segurança. Se esta detecção não for possível então um acúmulo de falhas não deve levar à perda da função de segurança.</p>	<p>Quando uma única falha ocorre, a função de segurança é sempre acionada.</p> <p>As falhas serão detectadas em tempo para prevenir a perda das funções de segurança.</p>	

Quadro 1 Requisitos para a ocorrência de defeitos de uma parte de um sistema de comando.

Fonte: NBR 14153/1998

4.4 Prensas

Definição

São máquinas ferramentas em que o material placa ou chapa é trabalhado sob operações de conformação ou corte e são utilizadas, principalmente na metalurgia básica e na fabricação de produtos de metal, máquinas e equipamentos. As prensas são usadas para conformar, moldar, cortar, furar, cunhar e vazar peças.

Levando em conta o princípio de funcionamento, as prensas podem ser definidas de dois tipos:

Prensas hidráulicas

São máquinas que consiste num dispositivo no qual uma força aplicada num êmbolo pequeno cria uma pressão que é transmitida através de um fluido até um embolo grande, originando uma força grande. O funcionamento de uma prensa hidráulica baseia-se no princípio de Pascal, em que a pressão aplicada em qualquer ponto de um fluido, fechado num recipiente, é transmitida igualmente em todas as direções. Neste caso vamos considerar a prensa pneumática similar à prensa hidráulica.

Prensas mecânicas

Segundo a NBR 13930/2001 – Prensas mecânicas – Requisitos de segurança, a prensa mecânica é um equipamento utilizado na conformação e corte de materiais ferrosos e não ferrosos, onde o movimento do martelo (punção) é proveniente de um movimento rotativo que é transformado em linear através de sistemas de bielas, manivelas ou fusos, como ilustra a Figura 3.



Figura 3 Prensa mecânica.
Fonte: <http://www.nei.com.br/2010>

Partes básicas de uma prensa mecânica

Área da ferramenta: Local onde ocorre o processo de prensagem (fechamento da ferramenta) e, portanto, requerendo o acesso para a alimentação e retirada de peças, intervenções no caso de uma falha no processo, manutenção de ferramentas.

Martelo: Patê da máquina que se move na estrutura para proporcionar ou realizar o trabalho de conformação sobre o material ou sobre a peça que está sendo processada.

Cabeçote: Onde se encontra o acionamento da prensa (motor elétrico, volante, sistema de freio e embreagem, eixo de acionamento, engrenagens e bielas).

Mesa: Destinada a abrigar através de ranhuras para a fixação, a matriz inferior da ferramenta.

Colunas: Estrutura de sustentação da prensa e das guias do martelo.

Prensas Mecânicas Excêntricas

Existem quatro tipos de prensas mecânicas excêntricas são elas: Prensa excêntrica de engate por chaveta e similares, de acionamento por freio embreagem, por ação de joelho e prensa excêntrica rápida.

Prensa mecânica excêntrica de engate por chaveta

Este tipo de prensa foi desenvolvido pela necessidade de precisão da descida do martelo no ponto morto inferior (PMI) foi cada vez mais exigida.

Por ser uma prensa com engate mecânico, ela não pode ser parada antes de concluir seu curso, possui um custo baixo e simplicidade de operação. Não é um equipamento confiável, pois é uma máquina submetida a grandes esforços e sujeita a fadiga, apresentando então um grande desgaste de suas peças.

Este tipo de prensa transforma o movimento rotativo do eixo excêntrico em movimento linear através de sistemas de bielas, o movimento é liberado pelo engate da chaveta que fará o eixo girar junto com o volante e, uma vez iniciado o movimento, ele completa o ciclo sem que se possa interrompê-lo.

É usada na conformação de produtos acabados tais como palhetas de turbinas e forjados de liga leve, ou semi acabados, de alta resistência mecânica, destinados a sofrer grandes esforços e solicitações em sua utilização.

Neste tipo de prensa o acionamento de descida do martelo (punção) provém de um movimento rotativo que é transformado em movimento linear e em que o eixo de transmissão descreve um movimento excêntrico em relação ao movimento rotativo do volante. O acoplamento do eixo de transmissão é operado por um sistema de engate por chaveta.

Possui um motor elétrico que movimenta o volante que está apoiado na extremidade de um eixo que gira em falso. No engate do eixo excêntrico com o

volante, encontra-se uma bucha em que está alojada uma chaveta rotativa. O eixo excêntrico está preso à biela, produzindo um movimento vertical alternado que aciona o martelo.

Na operação da prensa, ao pisar no pedal, a caixa de engate libera o pino “L” que em estado de repouso, mantém a chaveta rotativa numa posição que permite que o eixo fique desengatado, girando em falso. A chaveta rotativa se movimenta e engata no eixo, que gira e que por sua posição excêntrica, faz o martelo subir e descer, finalizando sua operação somente no ponto inicial chamado ponto morto superior.

Prensa mecânica excêntrica de acionamento por freio embreagem

Esta prensa é como a citada anteriormente, só é diferenciada pelo tipo de acionamento, que é feita através de freio embreagens pneumáticas específicas.

Este tipo de máquina pode ser desligada em qualquer ponto antes do girabrequim completar um ciclo e o martelo completar sua descida. Possui um elevado custo de instalação, exige manutenção periódica e é relativamente complexa em seus conjuntos mecânicos e de acionamento. É um equipamento altamente confiável.

Seu acionamento é pneumático. Depois de acionada a válvula de segurança, uma pequena quantidade de ar é introduzida na câmara que libera o freio e aciona a embreagem. Uma vez executado o ciclo, o ar é liberado e a prensa pára por ação do freio que é acionado por mola. Este tipo de máquina é mais segura quando comparada a de engate por chaveta, por apresentar precisão na parada dos movimentos. Máquinas mais antigas devem ser adquiridas com as proteções necessárias ou devem ser instaladas.

É utilizada em estampagem de peças metálicas para indústria automotiva, fabricação de utensílios domésticos, etc.

Possui um motor elétrico que transmite o movimento de rotação para o volante que gira em falso. O volante está sobre o eixo principal ou intermediário que, quando acionado os botões do conjunto bi manual com simultaneidade, recebe o sinal da válvula pneumática de segurança máxima, permitindo a passagem de ar acoplado o conjunto de embreagem e coloca em movimento rotativo o eixo. Por sua

vez, com o movimento de rotação do eixo, o conjunto da biela/excêntrico movimentava o martelo da prensa no sentido vertical. A Figura 4 ilustra um sistema de freio embreagem.



Figura 4 Freio embreagem.

Fonte: <http://wagner-nascimento.blogspot.com/2010>

Prensa mecânica excêntrica por ação de joelho.

É aplicada principalmente para forjamento a frio e de grandes capacidades, sendo empregado freio embreagem pneumático ou hidráulico. A Figura 5 ilustra uma prensa mecânica por ação de joelho.



Figura 5 Prensa excêntrica por ação de joelho.
Fonte: <http://www.prensasmahnke.com.br/2010>

Prensa mecânica excêntrica rápida.

É utilizada para alta produção de peças pequenas, podendo atingir 1.500 GPM (Giros Por Minuto). A Figura 6 ilustra uma prensa mecânica rápida.



Figura 6 Prensa mecânica rápida.
Fonte: O autor/2010

Áreas de risco de uma prensa mecânica excêntrica.

Segundo a NBR 13930 Prensas mecânicas – Requisitos de segurança são consideradas áreas de risco as regiões na prensa ou na periferia da prensa, que possibilitem risco de acidente do operador conforme o seguinte:

- Área/ região do ferramental entre a placa da mesa e a placa do martelo;
- Região do curso de deslocamento do martelo;
- Região de entrada ou saída de materiais, de processamento e retirada de peças;
- Região no perímetro da prensa que contiver possibilidade de deslocamento de dispositivos auxiliares no processo, alimentadores, mesas móveis, transferidores, robôs, carros trans portadores de ferramentas, alimentadores de blanks, partes móveis e rotativas da máquina.

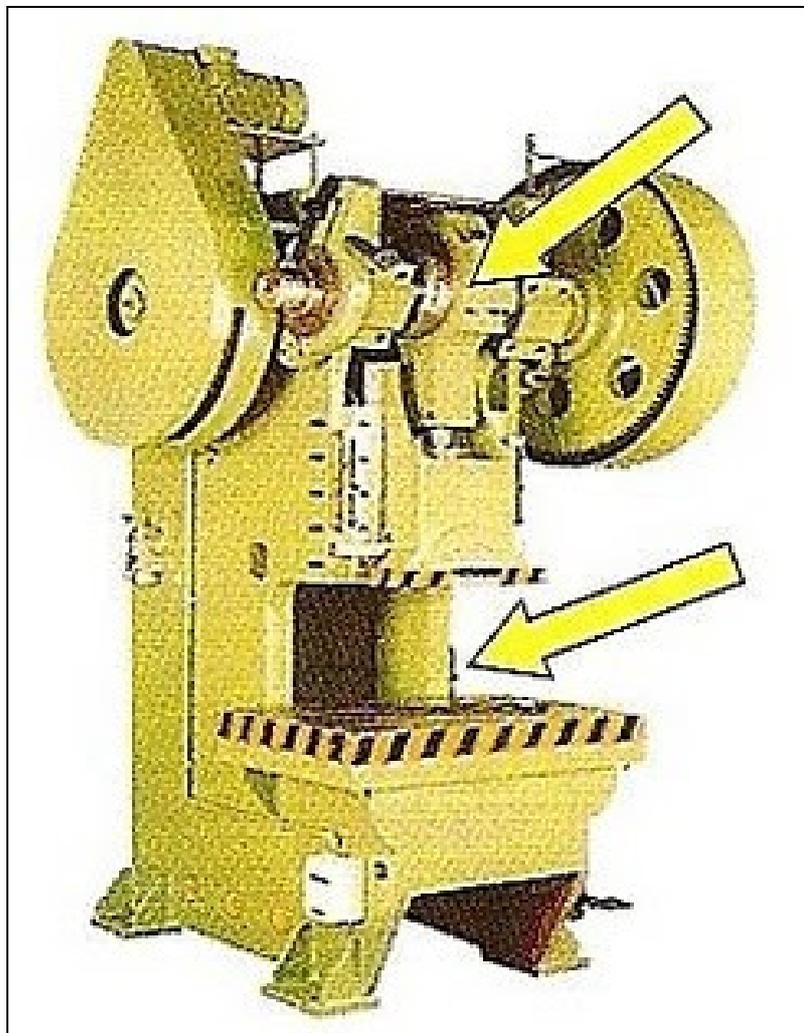


Figura 7 Área de risco de uma prensa.

Fonte: <http://wagner-nascimento.blogspot.com/2010>

Riscos de uma prensa mecânica excêntrica

Os riscos apresentados pela prensa mecânica excêntrica são acentuadas pela velocidade de descida do martelo e pelo mecanismo de chaveta rotativa. A chaveta rotativa é uma peça que, por ser sujeita à fadiga e à propagação de trincas, acentua o risco de “repique” da prensa.

Repique pode ser definido por um fenômeno exclusivo das PME-EC (Prensas Mecânicas Excêntricas de Engate por Chaveta), freqüentemente responsável por acidentes causadores de graves mutilações de dedos e mão, que se dá pela fadiga ou por outras falhas de construção ou manutenção, provocando a repetição voluntária do martelo, uma ou mais vezes.

Na operação existe o risco no rompimento do eixo excêntrico próximo à biela, quando isto acontece todo o conjunto formado pela flange da porca do eixo, a porca e o sextavado do eixo, a bucha excêntrica e um pedaço do eixo tende a cair.

4.5 Componentes de segurança de prensas mecânicas

Para garantir a segurança do trabalhador que opera prensa mecânica, foram citados a seguir os componentes de segurança das prensas que impossibilitam o trabalhador de expor ao risco que a máquina apresenta.

Cortinas de luz

É um sistema de proteção baseado em feixes e sensores ópticos que interrompe ou impede a prensagem quando a mão ou outra parte do corpo adentra à zona de prensagem. É projetada para, automaticamente parar a máquina quando o campo de sensoriamento é interrompido.

Pode ser do tipo cortina de luz, monitores de área a laser e fotocélulas de segurança, e podendo proteger pequenas ou grandes áreas.

Para que uma cortina de luz possa atender às exigências de segurança de uma prensa, a cortina de luz deve ser categoria de segurança 4.

Para a definição correta de uma cortina de luz, existe uma 'serie de pontos a serem analisados, como mostrados a seguir.

Resolução

A resolução da cortina de luz é a habilidade da mesma em detectar um objeto ou parte do corpo de uma pessoa de acordo com suas dimensões. A resolução de uma cortina de luz é dada pela fórmula:

$$D = a + df$$

Onde:

D = Resolução da cortina de luz;

a = Espaço entre os feixes de luz;

df = Diâmetro do feixe de luz.

Distância de segurança

A cortina de luz deve ser posicionada a uma distância mínima de área de perigo, de maneira que a pessoa ao interromper o feixe de luz, pare o movimento perigoso antes de alcançar a área de perigo. A distância mínima de segurança é dada pela fórmula:

$$S = (k \times t) + c$$

Onde:

S = Mínima distância em milímetros, da zona de perigo até o ponto, linha ou plano de detecção;

K = Parâmetro em milímetros por segundo, derivado dos dados de velocidade de aproximação do corpo ou partes do corpo, normalmente sendo utilizado o Valor de 1600;

t = Performance de parada de todo o sistema (tempo de resposta total) em segundos;

c = Distância adicional em milímetros, baseada na resolução, posição de montagem (inclinação) e tipo d cortina de luz.

Um ponto importante na instalação de uma cortina de luz é fechar todos os possíveis acessos ao redor da cortina.

Utilizando-se o cálculo acima, que não existe em normas brasileiras, consegue-se chegar às distâncias de instalação que muitas vezes se tornam tecnicamente inviáveis, por não haver espaço para fixação das cortinas a esta distancia da zona de perigo, no corpo das máquinas.

O dispositivo deve ter redundância e auto teste. Isto significa que há dois processadores, dois canais de avaliação do sinal óptico, acionando as duas saídas de segurança.

Só podem existir dois defeitos de menor importância. O terceiro defeito deve ser detectado pelo auto teste, bloqueando as saídas de segurança, resultando na parada da máquina. Além disso, não pode perder suas funções de segurança mesmo que as tensões internas e externas variem entre zero e os valores nominais durante período de 10 a 20 s.

O dispositivo deve continuar em operação normal, não falhando de forma a perder sua condição de segurança, mesmo quando submetida a um acréscimo de tensão 2kv de pico (alimentação de sinal).

Não pode falhar levando a uma perda de função de segurança quando submetida a um campo eletromagnético de 30V/m. Além disso, deve suportar distúrbios de radio frequência de 10 V (RMS) para linhas de sinal 1 a 10m e de 30V para linhas com mais de 10m.

Não deverá provocar uma falha que leve a uma condição de perigo mesmo quando submetida a uma descarga eletrostática de 8Kv por contato ou 15 Kv via ar. Deverá suportar uma vibração de 10 a 55hz, com uma amplitude de 0,35mm. Choque: 10g, com duração de 16ms, devendo ser repetido por 1000 vezes cada eixo (três eixos). A figura 8 ilustra um exemplo de sistema de cortina de luz.

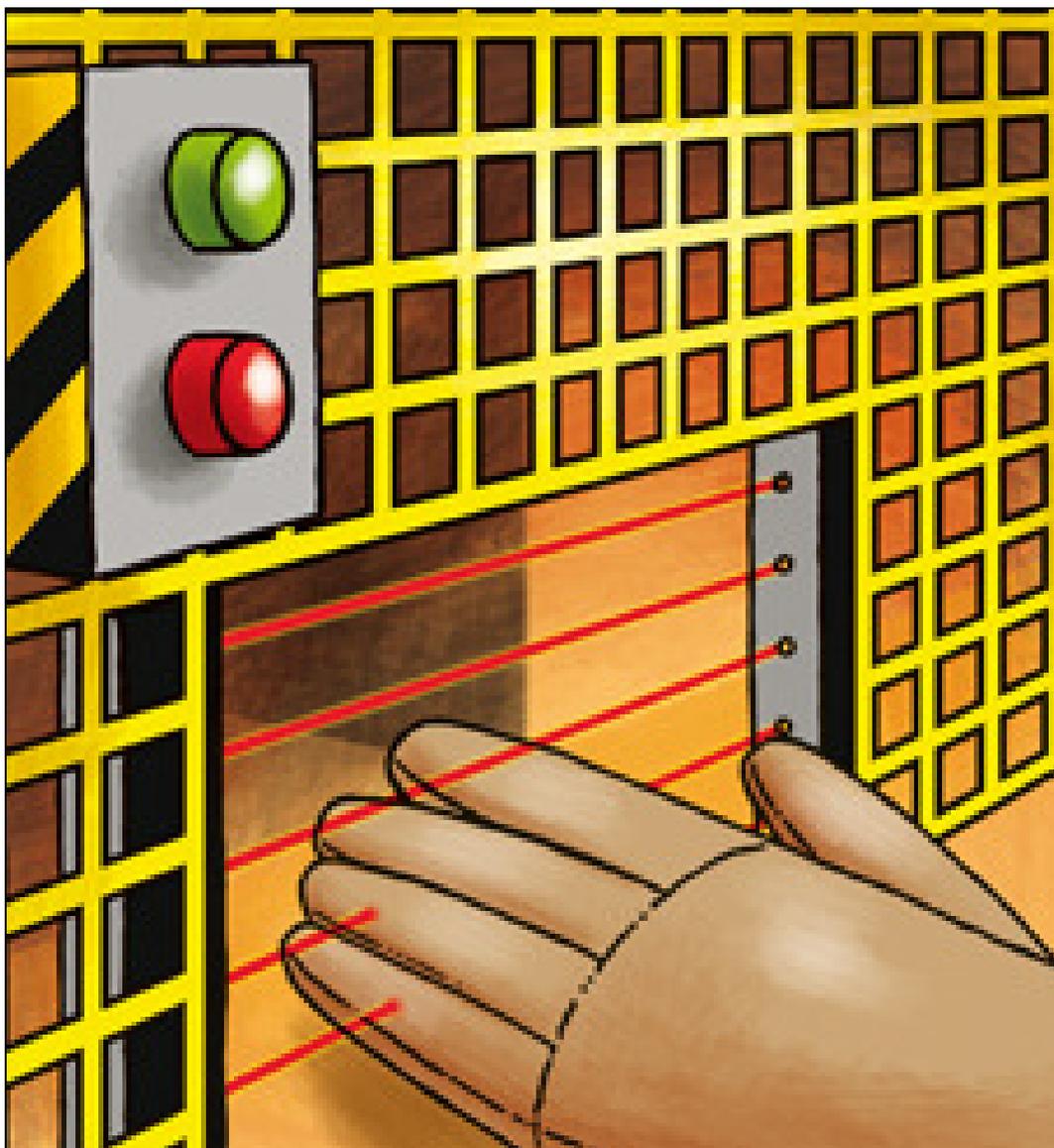


Figura 8 Cortina de luz.

Fonte: <http://www.protecao.com.br/2010>

Seu ângulo luminoso deve ter uma abertura de $\pm 2^\circ$. Essa característica assegura que reflexões indesejáveis possam eliminar a ação de proteção da cortina de luz. Uma cortina de luz instalada junto a uma superfície reflexiva poderá, caso seu ângulo de abertura seja maior que o especificado, ter sua luz fazendo um caminho alternativo em sua rota normal entre o transmissor e o receptor, não detectando uma interrupção pela mão do operador, por exemplo.

Deverá continuar operando normalmente quando submetido à interferência luminosa como de luz incandescente, luz fluorescente, luz de alta intensidade que simula a luz do dia (luminária de quartzo), luz estroboscópica, radiações de arcos de

solda, etc. Não poderá deixar de oferecer segurança quando sofrer interferência de uma outra cortina de luz de mesmas características.

Ferramenta ou matriz fechada

Trata-se de um dispositivo de proteção que pode ser usado em qualquer tipo de prensa, oferecendo proteção total. Este cuidado deve ser tomado no ato da concepção do estampo para a prensa. O estampo é fechado de tal modo que permita o ingresso apenas do material e não permita o ingresso da mão humana.

Este tipo de proteção não permite que determinados tipos de peças sejam confeccionados neste tipo de estampo.

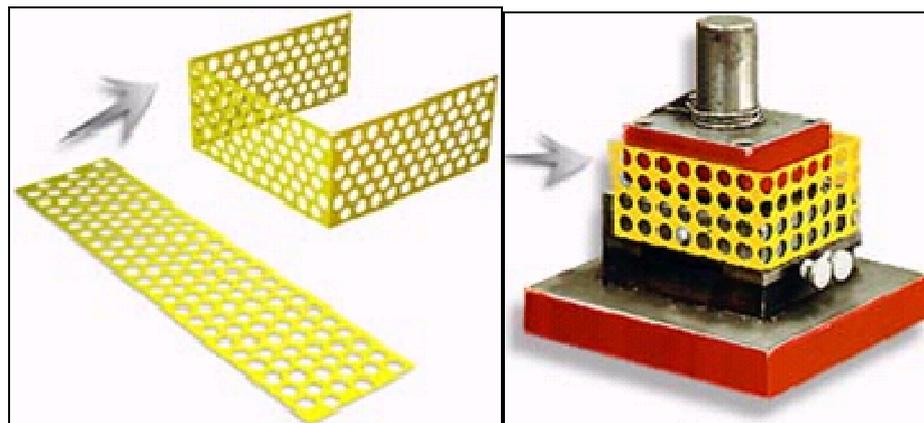


Figura 9 Dispositivo para fechamento de ferramenta.
Fonte: <http://www.google.com.br/imagens/2010>

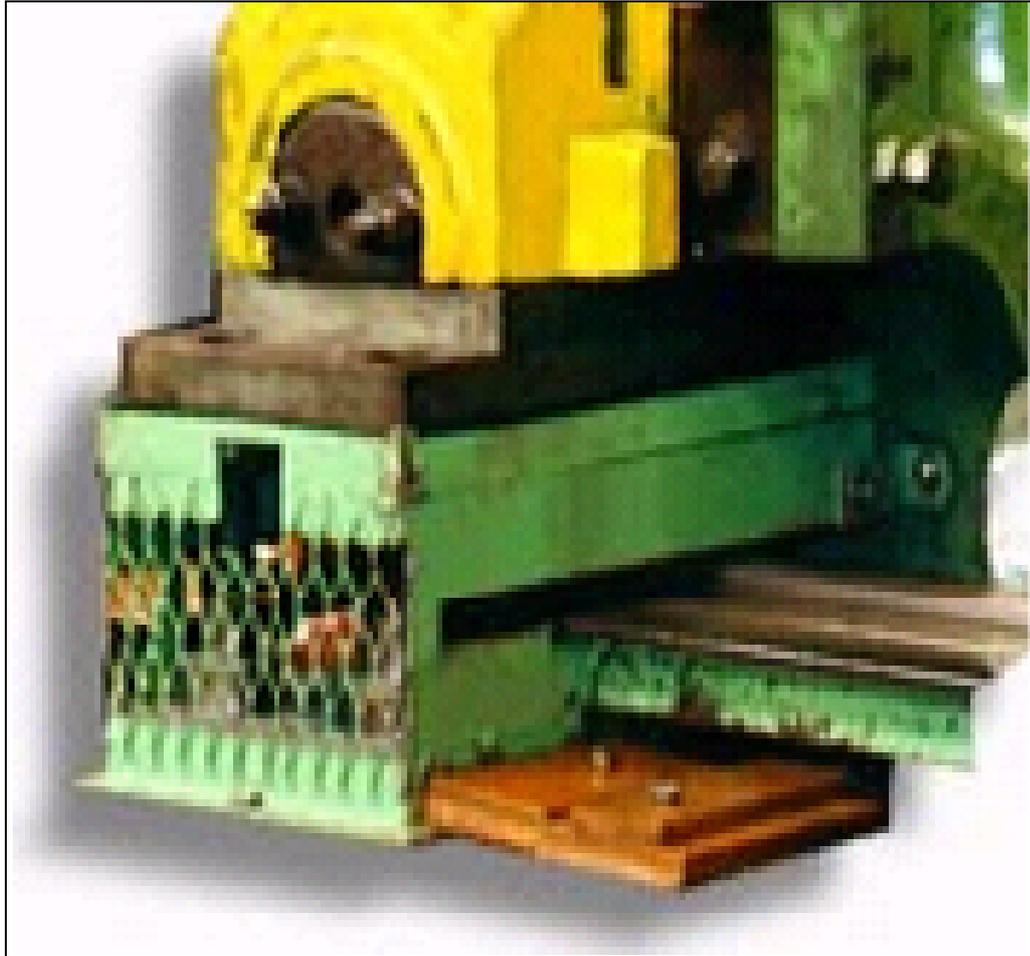


Figura 10 Ferramentas ou matriz fechada.
Fonte: <http://www.google.com.br/imagens/2010>

Enclausuramento da zona de prensagem

A proteção para enclausuramento da zona de prensagem pode ser fixa ou móvel. Esta proteção deve ser forte, robusta, fabricada em chapa, tela de aço ou policarbonato, não podendo ser facilmente removida. É projetada para passar apenas o material e não a mão e os dedos do operador. É ligada eletricamente por sensores ao comando da prensa, fazendo com que ela não funcione se for retirada. A Figura 11 ilustra o enclausuramento da área de prensagem de uma prensa mecânica.



Figura 11 Enclausuramento da área de prensagem.
Fonte: <http://www.google.com.br/imagens/2010>

Comando Bi manual com simultaneidade e auto-teste

Segundo a NBR 14152 – Segurança de Máquinas – Dispositivos de comando bi manuais - Aspectos funcionais e princípios para projeto, o comando bimanual é um dispositivo de segurança que fornece uma medida de proteção ao operador contra o alcance de zonas perigosas durante situações de perigo, pela localização dos dispositivos de atuação de comando em uma posição específica.

São descritas as características principais de um dispositivo de comando bi manual para o alcance de segurança e expõe a combinação de características funcionais de três tipos.

Dispositivo que exige ao menos a atuação simultânea pela utilização das duas mãos, com o objetivo de iniciar e manter, enquanto existir uma condição de perigo, qualquer operação da máquina, propiciando uma medida de proteção, apenas para a pessoa que o atua.

Este dispositivo apresenta-se em diferentes formas, segundo o tipo de prensa em que estiver instalado. No caso de uma prensa excêntrica com engate por chaveta, o comando bi manual deve obrigar o operador a manter-se afastado da zona de prensagem. Em prensas excêntricas com freio/embreagem, os comandos ficam perto da zona de prensagem, mas impedem que as mãos se aproximem dela.

Os dois botões de comando devem ser pressionados simultaneamente, para que a prensa funcione. Se um dos botões não estiver pressionado a máquina é impedida de continuar funcionando, isto devido ao tempo de defasagem inferior a 0,5 segundos.

O comando bi manual comutado por um temporizador, não permite que os operadores travem um dos comandos e passem a alimentar a prensa com a mão que ficou livre, resultando na garantia que o trabalhador não terá sua mão exposta a área de risco.

O comando bi manual não é um dispositivo totalmente seguro, pois ele protege apenas o operador, colocando em risco outras pessoas que transitam perto da prensa. Mesmo não sendo considerado totalmente seguro, quando usado combinando com outros dispositivos, diminui ainda mais o risco de acidente.



Figura 12 Comando bi manual.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PPRPS/2002

Válvula de segurança

São dispositivos eletromecânicos que são instalados na rede de ar-comprimido ou na rede de óleo e servem para fazer funcionar os sistemas de freio e embreagem a ar nas prensas de freio fricção (quando a válvula é a ar) e nas prensas hidráulicas (quando a prensa é hidráulica).

As válvulas de segurança máxima possuem dois conjuntos internos, com construção tipo poppet, acionados por solenóides independentes. As conexões de entrada, saída e escape são comuns para os dois conjuntos. Quando os solenóides são energizados simultaneamente, os dois conjuntos são acionados.

Quando um dos conjuntos apresenta falha, ou seja, este não abre, não fecha ou tem deslocamento lento, a entrada é bloqueada, e, devido ao sistema de fluxo cruzado, que não permite vazamentos excessivos, a pressão no freio/embreagem é praticamente zero (menor que 2% da pressão de entrada), assegurando a parada do martelo.

Após uma falha, um sistema interno de monitoramento elétrico impede qualquer atuação adicional.



Figura 13 Válvula de segurança.
Fonte: Ross South America/2010

Funcionamento da válvula de segurança

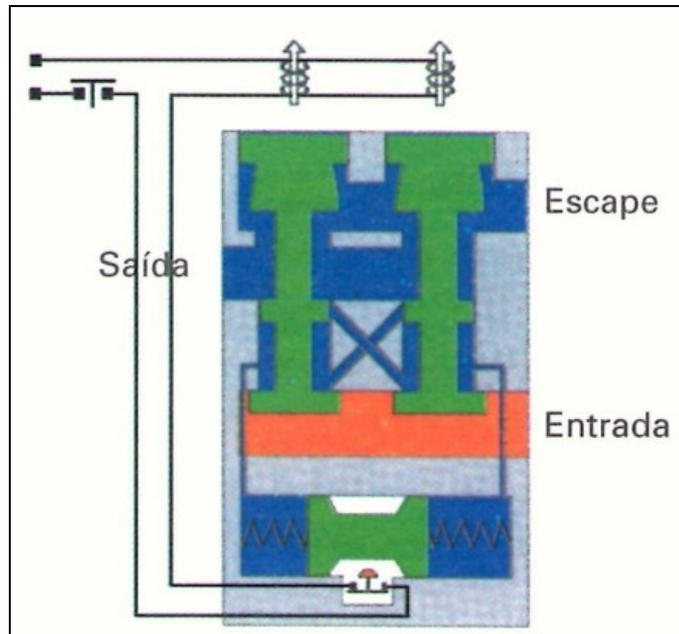


Figura 14 Válvula em repouso.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PPRPS/2002

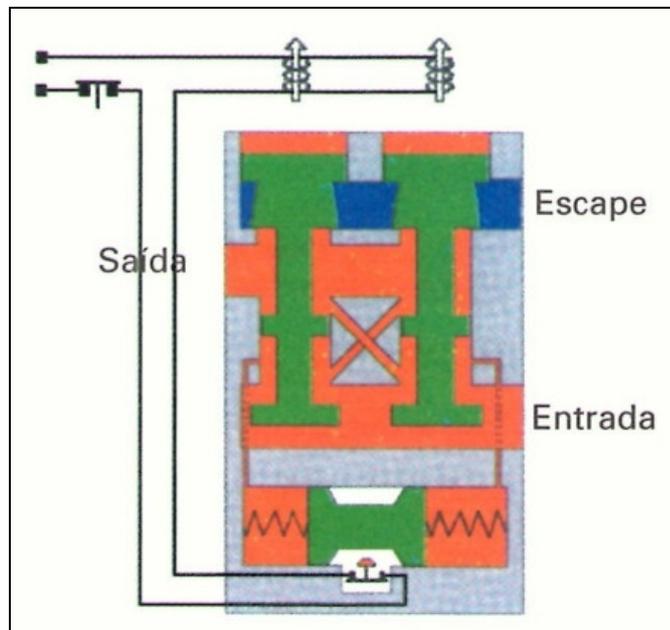


Figura 15 Válvula acionada.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PPRPS/2002

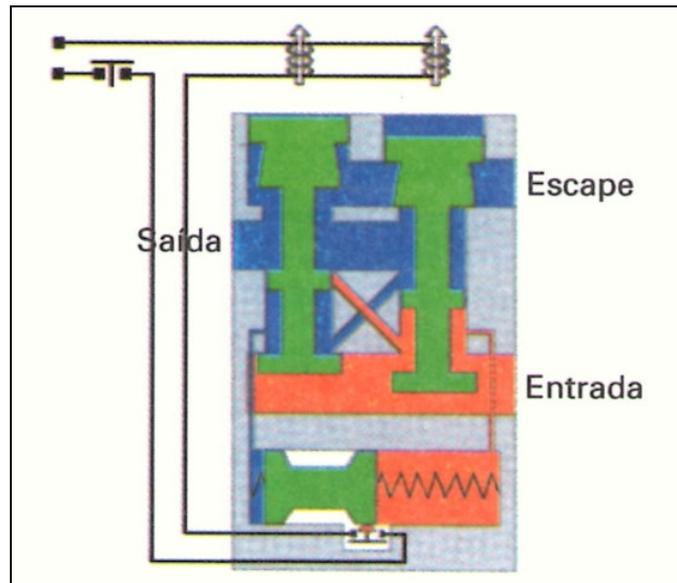


Figura 16 Válvula com falha.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PPRPS/2002

Calço de segurança

É um acessório que possui a função de travar o martelo da prensa quando da troca ou manutenção de estampos, ou manutenção da própria prensa.

A Convenção Coletiva de novembro de 2002, anexo II prevê no item 15 que todas as prensas devem possuir calços de segurança, para travar o martelo nas operações de troca das ferramentas, nos seus ajustes e manutenções, a serem adotados antes do início dos trabalhos.

O item 15.1 prevê que o Calço deve ser pintado de amarelo e dotado de interligação eletromecânica, conectado ao comando central da máquina de forma a impedir, quando removido de seu compartimento, o funcionamento da prensa. O item 15.2 prevê que nunca devem ser utilizados com prensas em funcionamento, para sustentar o peso do martelo. O item 15.3 prevê que nas situações onde não seja possível o uso do calço de proteção ou um de seus componentes, devem ser adotadas medidas alternativas, que garantam o mesmo resultado, sob orientação e responsabilidade do profissional definido no item 34. A Figura 17 ilustra um dispositivo de calço de segurança.



Figura 17 Calço de segurança.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PPRPS/2002

Sistemas de alimentação

Sistemas de alimentação/extração são meios utilizados para introduzir e retirar a matéria prima a ser conformada ou cortada na matriz.

Gaveta

Este tipo de sistema de alimentação é típico de uma prensa em que a área de prensagem é totalmente fechada por chapa e tela metálicas. A peça é colocada em uma chapa que desliza para dentro da área de prensagem e que dispõe de uma guia que a mantém na posição correta e impede que operador se exponha a uma situação de risco. As figuras a seguir, ilustram este tipo de sistema de alimentação.

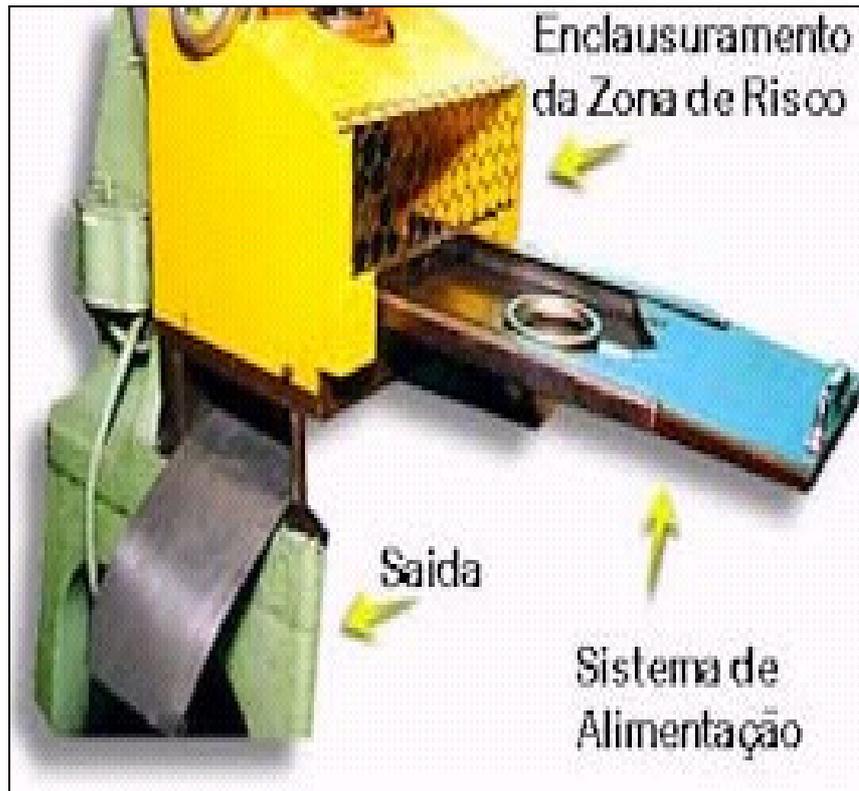


Figura 18 Sistema de alimentação do tipo gaveta.
Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PRRPS/2002



Figura 19 Componente do sistema de alimentação tipo gaveta.
Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PRRPS/2002

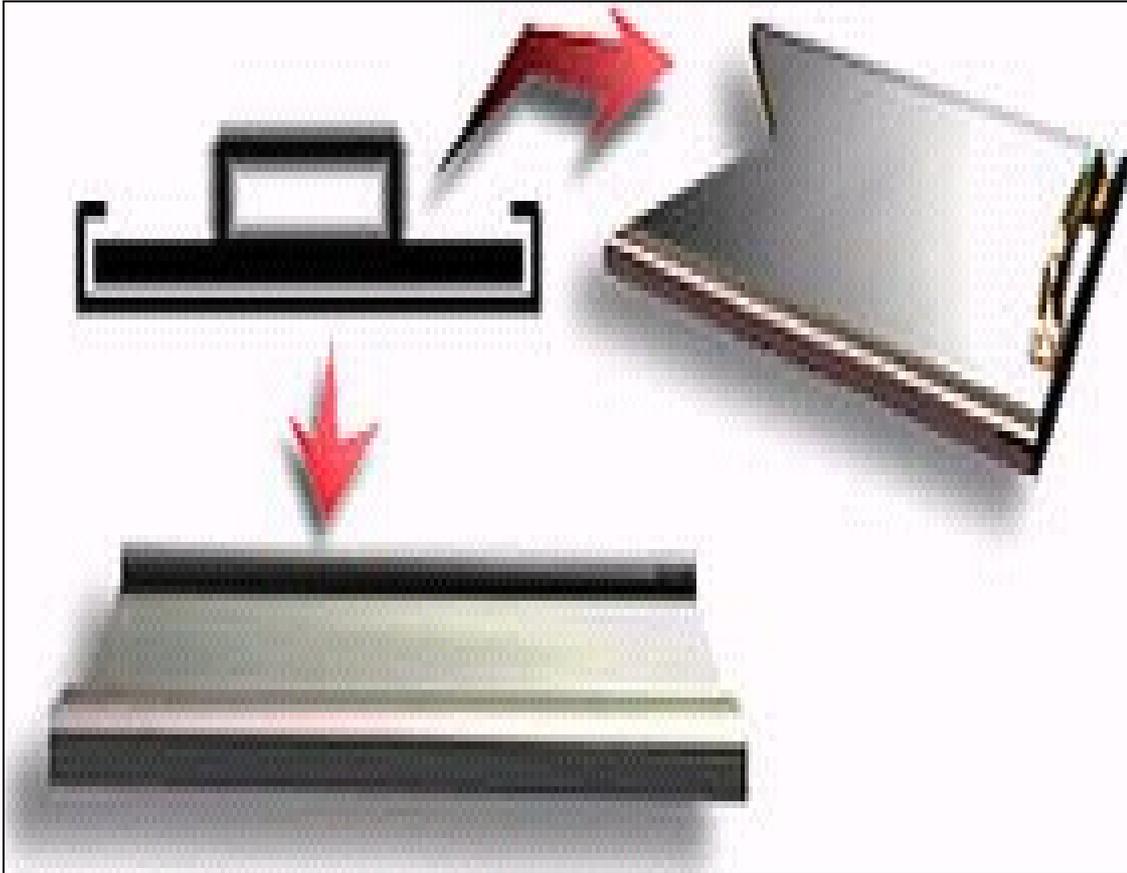


Figura 20 Componente do sistema de alimentação tipo gaveta.
Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PPRPS/2002

Bandeja rotativa ou tambor de revólver

Nessa forma de alimentação, a peça a ser conformada é inserida sempre do lado de fora da boca da prensa. O tambor ou bandeja da máquina gira até que a peça chegue à área de prensagem para ser conformada, sem que o operador tenha que colocar as mãos dentro da zona de operação.

Algumas das máquinas que utilizam esse sistema de alimentação, possuem ainda, sensores que, a qualquer irregularidade provocam o seu desligamento.

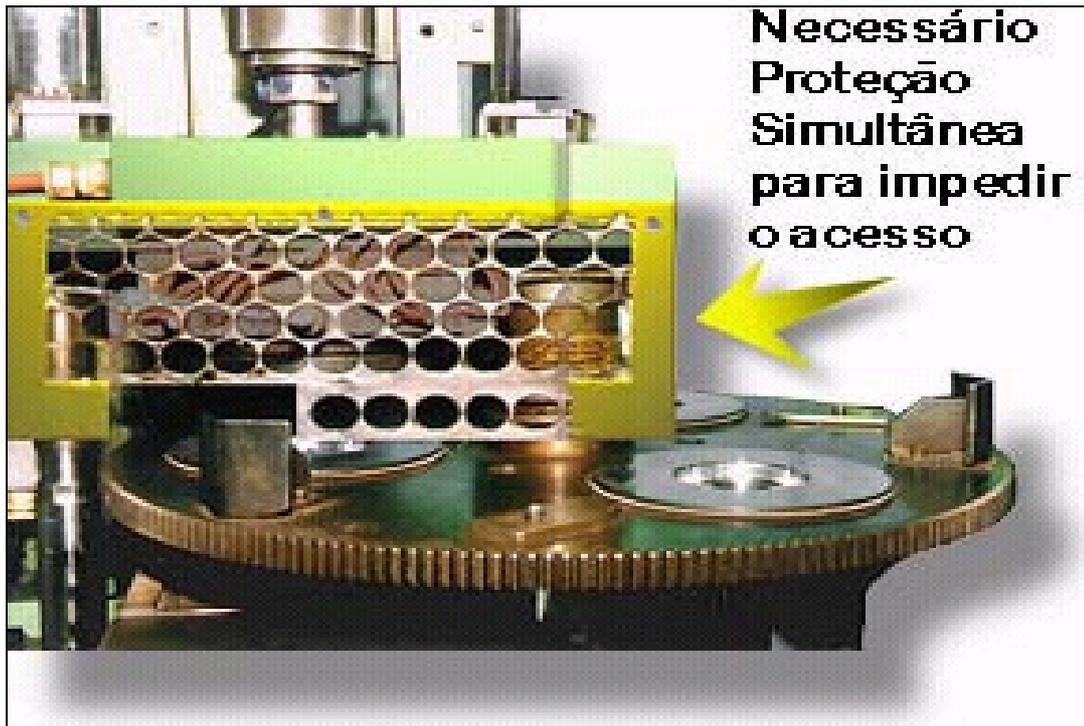


Figura 21 Componente do sistema de alimentação do tipo bandeja rotativa.
Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PRRPS/2002



Figura 22 Bandeja rotativa sem o enclausuramento da zona de prensagem.
Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PRRPS/2002

Por gravidade

Sistema de alimentação por gravidade é um dispositivo inclinado que se posiciona acima da zona de prensagem. A matéria prima é colocada no dispositivo pelo operador que, depois de posicioná-la, aciona a máquina. Por força da gravidade a peça escorrega pelo dispositivo até a zona de prensagem. Após a prensagem, um dispositivo de ar comprimido expulsa a peça conformada para uma caixa de produtos acabados, que fica ao lado da prensa.

Essas rampas podem ser confeccionadas por diferentes formas e de baixo custo, porém não oferecem segurança total ao operador, pois o mesmo pode abrir a matriz e colocar as mãos na zona de prensagem, correndo risco de sofrer um acidente. A Figura a seguir ilustra este tipo de dispositivo.

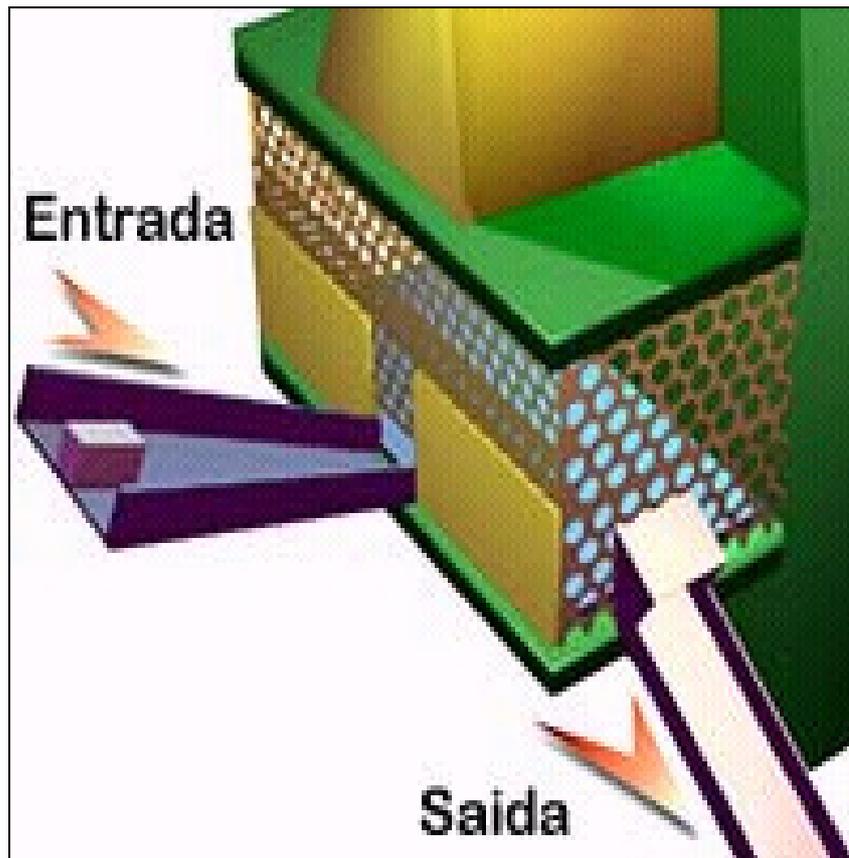


Figura 23 Sistema de alimentação por gravidade.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PRRPS/2002

Esteira

Este tipo de sistema de alimentação é composto por esteira fora da matriz com velocidade constante. O sensor registra a presença de matéria prima na entrada do estampo, que se abre. A matéria prima cai na zona de prensagem e a prensa é acionada realizando a conformação. Após conformada, a peça é soprada por jatos de ar comprimido para o depósito.

A matriz pode ser aberta pelo operador que pode colocar a mão sob a zona de prensagem. Para segurança total é necessária a instalação de cortinas de luz que interrompam a máquina em presença das mãos.

A Figura 24 ilustra este tipo de sistema de alimentação.



Figura 24 Sistema de alimentação por esteira.

Fonte: Fundamentos e Metodologia para Elaboração do PRRPS/2002

Mão mecânica

Este tipo de dispositivo pode ser robotizado, fazendo movimentos de colocação e retirada de matéria prima e produto acabado. Mesmo quando a peça é de grande porte e o uso do sistema de mão mecânica é indispensável, a prensa deverá ser dotada de outros dispositivos que impeçam o operador ou outras pessoas a sua volta adentrarem a área de risco, instalando um sistema de cortina de luz na zona de prensagem.

É importante ressaltar que pinça magnética não é mão mecânica, e sim um paliativo que não oferece a proteção necessária ao operador e deve ser evitada.

Alimentadores automáticos

São freqüentemente aplicados tanto para os trabalhos chamados "golpe por golpe", nos quais é necessário comando por parte do trabalhador, como para os realizados continuamente. Como o de característica manual, o funcionamento da máquina está associado à posição do protetor móvel. Isto significa que a máquina somente deve ser operada se o protetor se encontrar na posição devidamente fechada. Se eventualmente houver uma deficiência em seu fechamento, o movimento da prensa será interrompido somente no final do ciclo (Ponto Morto Superior - PMS). Durante este, os protetores moveis não podem ser abertos, pois se encontram bloqueados, por exemplo, por uma válvula piloto mecânica.

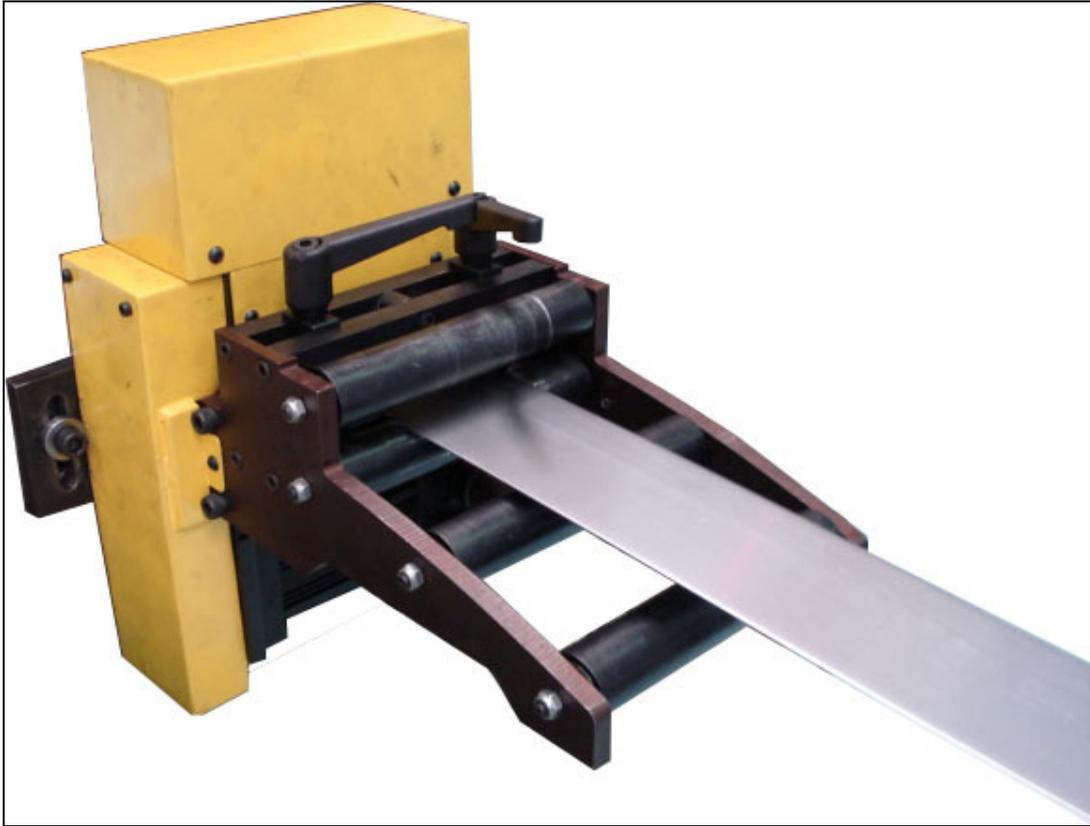


Figura 25 Alimentador automático.
Fonte: <http://www.equipaindustria.com.br/2010>

5 CONCLUSÃO

Conclui-se que a adoção de procedimentos e dispositivos de segurança, permitem a operação de prensas mecânicas com segurança.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR NM 213-1. Segurança de máquinas – Conceitos gerais de projeto. Rio de Janeiro. 2000. 23p.

NBR NM 273. Segurança de máquinas – Dispositivos de intertravamento associados a proteções – Princípios para projeto e seleção. Rio de Janeiro. 2001. 48p.

NBR 13.759. Segurança de máquinas – Equipamentos de parada de emergência – Aspectos funcionais – Princípios para projeto. Rio de Janeiro. 1996. 5p.

NBR 13.930. Prensas mecânicas – Requisitos de segurança. Rio de Janeiro. 2001. 2p.

NBR 14.009. Segurança de máquinas – Princípios para apreciação de riscos. Rio de Janeiro. 1997. 14p.

NBR 14.152. Segurança de máquinas – Dispositivos de comando bimanuais – Aspectos funcionais e princípios para projeto. Rio de Janeiro. 1998. 18p.

NBR 14.153. Segurança de máquinas – Partes de sistemas de comando relacionadas à segurança – Princípios gerais para projeto. Rio de Janeiro. 1998. 23p.

SENAI. Fundamentos e Metodologia para Elaboração do Programa de Prevenção de Riscos em Prensas e Similares – PPRPS. São Paulo. 2002. 158p.