

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ELETROTÉCNICA  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

EDUARDO LUIZ BLEY  
FREDERICO FERRARINI NETO  
RAPHAEL LANGARO

***RETROFITTING EM UMA MÁQUINA ROLETADORA***

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

CURITIBA  
2013

EDUARDO LUIZ BLEY  
FREDERICO FERRARINI NETO  
RAPHAEL LANGARO

## ***RETROFITTING EM UMA MÁQUINA ROLETADORA***

Trabalho de Conclusão de curso de Graduação, apresentado à disciplina de Trabalho de Diplomação, do Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial do Departamento Acadêmico de Eletrotécnica – DAELT – da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlos Cardozo da Silva

CURITIBA  
2013

EDUARDO LUIZ BLEY  
FREDERICO FERRARINI NETO  
RAPHAEL LANGARO

## ***RETROFITTING EM UMA MÁQUINA ROLETADORA***

Este Trabalho de Diplomação foi julgado e aprovado como requisito parcial para a obtenção do Título de **Tecnólogo em Automação Industrial**, do **Curso Superior de Tecnologia em Automação Industrial**, da **Universidade Tecnológica Federal do Paraná**.

Curitiba, 18 de dezembro de 2013

---

Prof. José da Silva Maia, M.Eng.  
Coordenador de Curso  
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

---

Prof. Rafael Fontes Souto, M.Sc.  
Responsável pelo Trabalho de Diplomação da Tecnologia  
Departamento Acadêmico de Eletrotécnica

### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Rafael Fontes Souto.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Jean Carlos Cardozo Da Silva  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Orientador

---

Prof. Glauber Gomes De Oliveira Brante.  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

---

Prof. Jean Carlos Cardozo Da Silva  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

A Folha de Aprovação assinada encontra-se na Coordenação do Curso.

## RESUMO

BLEY, Eduardo Luiz; NETO, Frederico Ferrarini; LANGARO, Raphael. ***Retrofitting em uma Máquina Roletadora***. 45f. Trabalho de Conclusão – Tecnologia em Automação Industrial, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

O aumento significativo da concorrência no segmento de automação, aliado a um contexto atual de altas taxas de importação referente a moedas estrangeiras, faz com que cada vez mais empresas busquem a modernização e evitem a troca de seus equipamentos. A solução é encontrada na expressão “*retrofitting*”, que nada mais é do que a modernização de uma máquina ou processo.

O presente trabalho tem por objetivo descrever a atualização realizada na máquina de roletagem, a qual estava ineficiente para os padrões e exigências atuais. Sua queda na qualidade e pequena produção eram geradas por falhas freqüentes e paradas por quebras, haja vista que a operação reutilizava itens obsoletos e extintos do mercado atual. O *retrofitting* da máquina roletadora do virabrequim é apresentado a partir de dados avaliados antes e depois da modificação, em termos percentuais a eficiência aumentou em 29%, evidenciando melhorias nos sistemas de comunicação e controle. Detalhes do projeto são demonstrados para que possam servir de base para futuras adaptações em equipamentos com situação precária.

### Palavras Chave:

- *Retrofitting*
- Máquina Roletadora
- Compressão Física
- Resistência dos Materiais

## ABSTRACT

BLEY, Eduardo Luiz; NETO, Frederico Ferrarini; LANGARO, Raphael. ***Retrofitting a Machine Roletadora***. 45f. Trabalho de Conclusão – Tecnologia em Automação Industrial, UTFPR – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2013.

The significant increase in competition in the automation segment, together with a current context of high import taxes related to foreign currencies, as it makes more and more companies seek to modernize and prevent the exchange of their equipment. The solution is found in the expression "*Retrofitting*", which is nothing more than the modernization of a machine or process. This paper aims to describe the update performed on machine roletagem, which was inefficient to current standards and requirements. His drop in quality and small production were generated by frequent crashes and stops for breaks, given that the operation reused items obsolete and extinct current market. The *Retrofitting* machine roletadora the crankshaft is made from data measured before and after the modification, in percentage terms the efficiency increased by 29 %, reflecting improvements in communication systems and control. Details of the project are presented so that they can serve as a basis for future adaptations in equipment with precarious situation.

### Keywords:

- *Retrofitting*
- Roletadora Machine
- Physics Compression
- Strength of Materials

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Virabrequim automotivo com identificação de mancais e pinos.....	15
Figura 2 - Força de laminação a ser exercida .....	16
Figura 3 - Rolete inferior.....	16
Figura 4 - Rolete superior.....	17
Figura 5 - Posicionamento do virabrequim.....	19
Figura 6 - Posição de laminação .....	20
Figura 7 - Fluxograma de funcionamento.....	21
Figura 8 - Painel de controle (antes e depois).....	22
Figura 9 - Fluxograma da decisão.....	23
Figura 10 - Estrutura de comando da máquina de laminação.....	25
Figura 11 - Contador Multifuncional .....	28
Figura 12 - Medidor da força de laminação.....	30
Figura 13 - Diagrama funcional do circuito regulador de força e pressão .....	31
Figura 14 – Gráfico comparativo .....	38

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sinais compartilhados .....	32
Tabela 2- Sinais enviados da máquina para o carregador .....	33
Tabela 4 – Dados de produção .....	37
Tabela 5 – Cálculo das eficiências em 2012 e 2013 .....	37

## LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1 – Tempo médio entre quebras (MTBF) .....	35
Equação 2 – Tempo médio de reparo (MTTR).....	35
Equação 3 - Tempo médio entre quebras (MTBF) 2012 .....	35
Equação 4 - Tempo médio entre quebras (MTBF) 2013 .....	36
Equação 5 - Tempo médio de reparo (MTTR) 2012.....	36
Equação 6 - Tempo médio de reparo (MTTR) 2013.....	36
Equação 7 – Equação da qualidade.....	36
Equação 8 – Equação da performance .....	36
Equação 9 – Equação da disponibilidade .....	36
Equação 10 – Equação da eficiência .....	36
Equação 11 - Equação da capacidade horária.....	37



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
1.1	TEMA.....	10
1.1.1	DELIMITAÇÃO DO TEMA .....	11
1.2	PROBLEMAS E PREMISSAS .....	11
1.3	OBJETIVOS .....	12
1.3.1	OBJETIVO GERAL.....	12
1.3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	13
1.4	JUSTIFICATIVA .....	13
1.5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
1.6	REFERENCIAL TEÓRICO .....	15
1.7	ESTRUTURA DO TRABALHO .....	18
2	SITUAÇÃO ANTERIOR .....	19
2.1	PROBLEMAS RELACIONADOS.....	21
3	INTERVENÇÃO DA ENGENHARIA.....	23
4	ALTERAÇÃO DA MÁQUINA.....	28
4.1	MONITORAMENTO DE QUEBRA DOS ROLETES.....	28
4.2	VERIFICAÇÃO E AJUSTE DA FORÇA DE LAMINAÇÃO.....	30
4.3	COMUNICAÇÃO ENTRE CARREGADOR E MÁQUINA.....	31
5	COMPARATIVO ENTRE OS DADOS.....	34
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	39
	REFERÊNCIAS.....	40
	APÊNDICE A.....	41
	APÊNDICE B.....	42
	APÊNDICE C .....	44
	GLOSSÁRIO .....	45

## 1 INTRODUÇÃO

Os veículos automotores da atualidade utilizam em sua maioria os motores a combustão para gerarem a energia necessária para se locomoverem. Esses motores são formados, entre outras peças, por um bloco, pelo cárter, pelo cabeçote, vela de ignição, pistões, bielas e pelo virabrequim ou árvore de manivelas.

A árvore ou eixo de manivelas, que também se chama cambota ou árvore do motor, tem a função de transformar o movimento alternado do pistão num movimento rotativo (LUCCHESI; DOMENICO, 1986 p.48)

A máquina roletadora atua nas paredes frágeis dos pinos e mancais do virabrequim, aplicando uma compressão física. Esta compressão é realizada com o objetivo de elevar a resistência à fadiga do virabrequim e também corrigir empenamentos oriundos da operação de roletamento e usinagem. Devido à geometria complexa do virabrequim, ao se aplicar uma determinada força as deformações resultantes não apresentam uma direção preferencial, pois o centro do virabrequim não coincide com o centro dos pinos e mancais. Sendo de grande importância identificar a relação entre variáveis deste processo em conjunto com o sistema de controle e comunicação.

O *retrofitting* é um dos recursos mais atuais utilizados em processos defasados, com a incorporação de melhorias tecnológicas e utilização de novos materiais, temos o fim de equipamentos obsoletos com um custo mais acessível para o consumidor final. Técnica de atualização da máquina que requer estudos de parâmetros específicos, tais como modelos de controle e impactos no processo produtivo.

A origem do termo *retrofitting* teve seu início na indústria aeronáutica e aos poucos, outros ramos passaram a adaptar seus conceitos em suas realidades. Neste trabalho é apresentada a modernização do equipamento na indústria automobilística com o propósito de atualização, focando principalmente na automação

envolvida e objetivando o prolongamento da vida útil do mesmo. Temos até hoje, somente observações extraídas do campo e estudos de casos para comprovar a viabilidade ou não pela execução do *retrofitting*. O *retrofitting* ideal visa à redução de custos e tempo gasto com manutenção assim como o aumento da eficiência e confiabilidade do equipamento.

## 1.1 TEMA

O surgimento de novas necessidades do mercado consumidor em curto espaço de tempo faz com que o conjunto de manufatura seja condicionado a grandes alterações. Exige-se grande flexibilidade de uma linha e testes em sua adaptação, sendo comum sofrer alterações em sua estrutura para atender as necessidades atuais. A busca por produtos sustentáveis e mais eficientes impulsionam o mercado a procurar soluções e minimizar impactos ambientais, exigência de um consumo mais consciente.

Em busca de um mercado em pleno crescimento é possível identificar grandes multinacionais fabricantes de produtos destinados a indústrias, adaptando-se ao segmento do *retrofitting*, fornecendo soluções a um custo mais baixo em relação a um equipamento novo. A nacionalização de equipamentos e redução do tempo de implantação é um dos fatores decisivos na opção do projeto. Vantagens como o domínio da tecnologia com a própria empresa e gestão do próprio projeto, fazem com que a opção seja pela modernização. Junto às mudanças de atualização do equipamento, vem acompanhado um pacote de benefícios no ambiente de trabalho, reduzindo riscos operacionais e simplificando as operações na linha de produção, tudo isso devido a um sistema de controle mais eficiente e estável.

### 1.1.1 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Trata-se de um equipamento de uma indústria automobilística, situada na região metropolitana de Curitiba, a qual o projeto realizou um estudo de caso da máquina de roletagem do virabrequim apresentando informações técnicas relacionadas às mudanças e comportamento do equipamento no decorrer de sua modificação. O equipamento encontrava-se com registro inferior ao ano de 2003, ao longo do tempo, este não teve alterações em sua estrutura física, elétrica e de controle. Tem-se no escopo do projeto informações sobre o modo de funcionamento, alterações realizadas e dados comparativos do equipamento antes e depois da sua modificação.

Dentro do campo das alterações buscamos avaliar quais os benefícios obtidos com a troca dos componentes elétricos, e como as mudanças no sistema de controle e automação têm influenciado no ciclo de usinagem da máquina em relação ao seu estado anterior de funcionamento.

### 1.2 PROBLEMAS E PREMISSAS

A melhoria realizada na máquina roletadora é resposta a um problema acumulado durante vários anos sem modernização tecnológica, deixando-a em situação crítica de funcionamento. Como não houve modernização e o equipamento trabalha com os mesmos componentes por mais de 10 anos, existe grande dificuldade em localizar peças de reposição.

Diante disto criou-se um obstáculo no momento de resolver as “paradas de manutenção”, sendo que estas paradas não significam uma simples substituição de peças com defeito, mas sim uma parada em toda a linha de produção. Outro fator que contribuiu para o desgaste de todo o conjunto foi a adaptação de um novo virabrequim, que é composto por ferro fundido. Esta adaptação deve-se a uma nova

tecnologia de abastecimento com combustíveis diferentes. Tecnologia que requer um virabrequim com maior resistência mecânica, o que em contrapartida exige mais da máquina em sua usinagem, ocorrendo maior desgaste.

Posteriormente foi efetuada uma análise para a aquisição de uma máquina nova, porém o prazo de importação e substituição teria um grande impacto no fator tempo, pois a parada na linha de produção e o prazo para instalação de uma nova máquina aumentariam o prejuízo da fábrica. Com esse problema, três variáveis menores foram visualizadas, como consequência do problema principal; sendo elas: Confiabilidade; Retomada rápida de produção; e os Custos.

A confiabilidade, em relação à máquina, era baixa devido ao desgaste natural causado nos equipamentos ao longo do tempo, gerando preocupações, pois a qualquer momento poderia ocorrer uma parada de graves proporções. Em casos de falha, a rápida retomada da produção era preocupante, porque em muitos casos, era necessário efetuar o conserto de um elemento com defeito para a retomada do ciclo de usinagem. Os efeitos dos dois primeiros itens refletem diretamente nos custos com o equipamento, tanto durante o tempo de parada quanto com os recursos necessários para efetuar o conserto das peças.

### 1.3 OBJETIVOS

#### 1.3.1 OBJETIVO GERAL

Executar um serviço de *retrofitting* na máquina roletadora, atualizando o seu sistema e eliminando os problemas identificados. Como consequência, reduzir o número de quebras e peças com inconformidade buscando novas tecnologias na área de automação.

### 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Atualizar os equipamentos eliminando itens obsoletos de sua construção;
- Melhorar o sistema de comunicação da máquina;
- Readequar os equipamentos eletrônicos da máquina para um novo produto a ser trabalhado;
- Realizar a comunicação em rede com outras máquinas para melhorar o sistema de abastecimento e descarga automatizado;
- Diminuir o tempo de parada da máquina para manutenção;
- Aumentar a confiabilidade do equipamento;
- Criar uma análise de comparação de paradas por quebras atuais e anteriores à atualização.

### 1.4 JUSTIFICATIVA

Muitas máquinas instaladas nas empresas passam um tempo muito grande sem qualquer atualização ou melhoria. Em geral não são realizados projetos em longo prazo que possibilitem a renovação do equipamento. Há casos em que a máquina já é ultrapassada e não tem nem mesmo um estudo que possa atrelar os recentes resultados ruins à falta de atualização do equipamento.

O *retrofitting* de uma máquina busca recuperar os índices de produção e confiabilidade através de um baixo custo em relação à compra de um novo equipamento, mantendo as mesmas características da máquina antiga. Desta forma, sua eficiência e rendimento contribuem diretamente para minimizar riscos, garantindo um retorno rápido do investimento. A grande vantagem de se manter as mesmas características da máquina antiga é a flexibilidade para adaptação às exigências do mercado.

O estudo de um *retrofitting* pode ser utilizado como ferramenta de análise para a criação de projetos que identifiquem as condições e períodos necessários para o desenvolvimento da melhoria em outros maquinários presentes nas fábricas, o que permite viabilizar ainda mais o custo nas execuções seguintes.

## 1.5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A natureza da pesquisa baseou-se quantitativamente, evidenciando comparações e indicadores de antes e depois do *retrofitting* do equipamento, sendo que a pesquisa foi realizada com o registro histórico e bibliográfico. Em sua forma histórica foi verificado os registros de falha pertencentes à máquina. Já em sua forma bibliográfica contamos com a literatura reservada nas áreas de mecânica, eletrônica e manual do próprio fabricante do equipamento.

Realizou-se uma revisão bibliográfica com a finalidade de fundamentar teoricamente a pesquisa e elaborar metodologias de estudo. Procedeu-se para a coleta das informações da seguinte forma: foram coletados dados a partir de índices no histórico documental da máquina identificando os períodos por quebras e paradas do equipamento. Dentro do estudo acima é identificado mudanças conforme os tópicos a seguir:

- Alteração de drivers dos motores;
- Substituição do CLP (Controlador Lógico Programável);
- Alteração do computador industrial;
- Alteração da rede de comunicação de Fipway para Profibus;
- Readequação do servo-motor;
- Alteração da IHM (Interface Homem Máquina).

## 1.6 REFERENCIAL TEÓRICO

Este trabalho abordará as principais etapas pela qual o virabrequim passa em seu processo de roletagem. Em seu estado inicial o virabrequim é transportado até o interior da máquina por um braço automatizado, com o auxílio de dispositivos de orientação, o virabrequim é centralizado em sua posição inicial para que ocorra o processo de laminação. Em seu processo de laminação a máquina roletadora irá atuar em seus mancais e pinos de forma a exercer uma força de compressão conforme a figura 1.

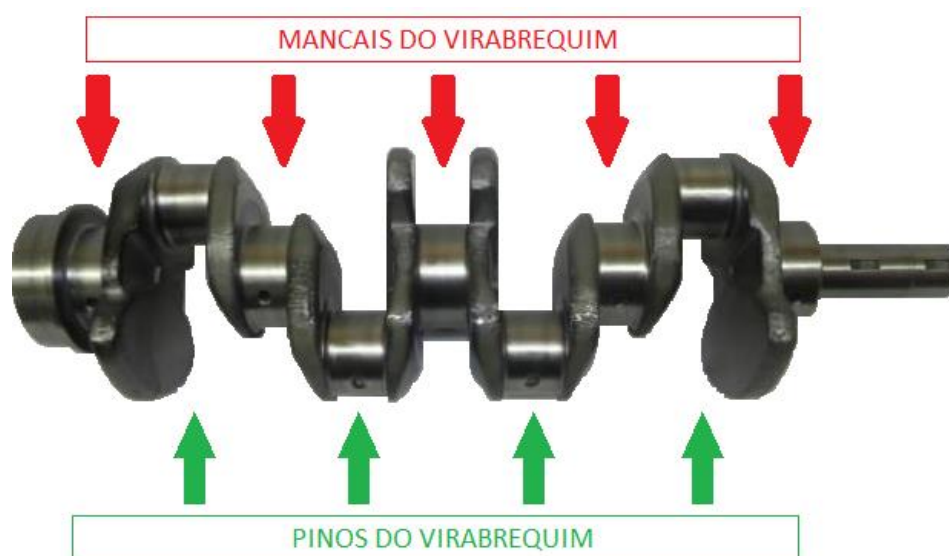


Figura 1 - Virabrequim automotivo com identificação de mancais e pinos

Essa compressão aumenta a resistência da peça nos pontos em que há uma maior chance de quebra durante o funcionamento de um motor de um carro. Os dados de pressão de laminação e fixação são parametrizados através de um instrumento de calibração, fazendo com que o equipamento imprima a força necessária sem danificar a peça.

O esforço realizado pelas ferramentas da máquina roletadora, para a laminação da peça, é focalizado nas paredes internas dos mancais e dos pinos do virabrequim conforme identificado na figura 2.



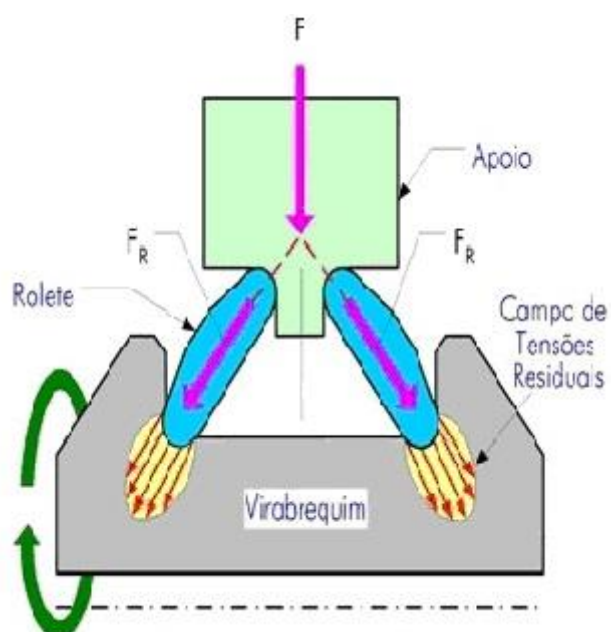


Figura 2 - Força de laminação a ser exercida

Os braços do equipamento são pressionados sobre a peça e a máquina inicia o processo de rolagem, durante o qual a ferramenta pressiona os cantos em conjunto com a rotação do virabrequim, realizando um esforço de compressão física. As ferramentas são vistas nas figuras 3 e 4.



Figura 3 - Rolete inferior



Figura 4 - Rolete superior

Em seu sistema de monitoramento de quebras por falhas, podemos verificar através de um sensor indutivo localizado na ferramenta, o qual emite pulsos a cada volta sendo transmitido ao contador multifuncional. Este por sua vez programado para operar como contador faz a leitura dos pulsos. De acordo com a quantidade de pulsos gerados em relação ao tempo transcorrido, temos a informação através de LEDs na IHM do sucesso da operação ou da falha na laminação. Nesta operação de roletamento é identificada algumas falhas citadas abaixo e que serão abordadas no trabalho:

- Lentidão na comunicação gerando valores imprecisos;
- Sensores operando com falha;
- Computador industrial com processamento de dados ultrapassados.

Dentre as situações acima, a confiabilidade da máquina passa a ser reduzida. Diante de todos esses fatos, e com a inviabilidade da compra de um maquinário novo, fica evidenciada a necessidade de ser realizado um *retrofitting*.

## 1.7 ESTRUTURA DO TRABALHO

A estrutura do trabalho está definida em capítulos, de forma em que a seqüência das informações proporcione o bom entendimento do trabalho.

O Capítulo 1 trata a introdução do tema pesquisado, problemas relacionados, objetivos, justificativa, procedimento metodológico e referencial teórico.

No Capítulo 2 é descrita a máquina de roletagem em sua forma antiga, citando seus componentes e seu modo de funcionamento. No trabalho é relatado os principais problemas que ocorriam na mesma.

No Capítulo 3 é apresentada a solução proposta pela engenharia, comprovando as análises da opção pelo *retrofitting*, indicando os componentes alterados em relação ao equipamento antigo, focado na eletrônica e automação.

No Capítulo 4 é citada a intervenção realizada pelo acadêmico no equipamento, desde a parametrização até a inicialização da máquina.

O Capítulo 5 contém os indicadores de quebra, tempo de parada, tempo médio entre falhas e é realizado um comparativo dos dados antes de depois do *retrofitting*.

No Capítulo 6 são feitas as considerações finais sobre os resultados obtidos.

Capítulo 7, Referências Bibliográficas.

## 2 SITUAÇÃO ANTERIOR

O equipamento atende um virabrequim de 4 cilindros e o tratamento da peça ocorre em uma única fase em conjunto com um portal de carregamento da mesma. Em toda sua fase o processo é automatizado. Conforme a figura 5, o posicionamento do virabrequim funciona da seguinte maneira. O virabrequim é carregado à posição de carregamento (A) e transportado por guias lineares (1) até a posição de operação (B). Após acionado o eixo de ligação (2) o virabrequim é montado em duas guias esféricas e apertado hidráulicamente pelo prisma (4) e pelo prisma fixo (3).

A orientação estacionária, radial e axial do virabrequim é alocada hidráulicamente (5) garantindo alocação correta. E por final a posição (6) verifica se o virabrequim está preparado para seu curso correto.

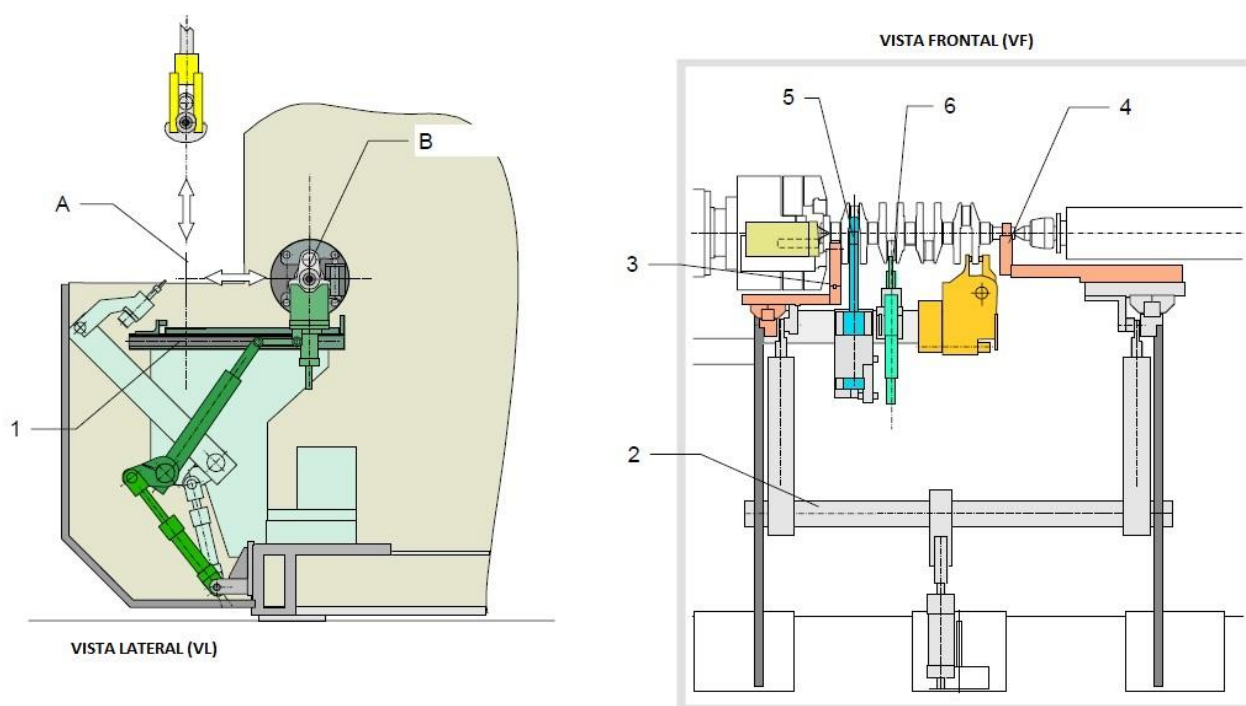


Figura 5 - Posicionamento do virabrequim

Em sua operação de posicionamento no ponto (B) temos as ferramentas de laminação conforme a figura 6.

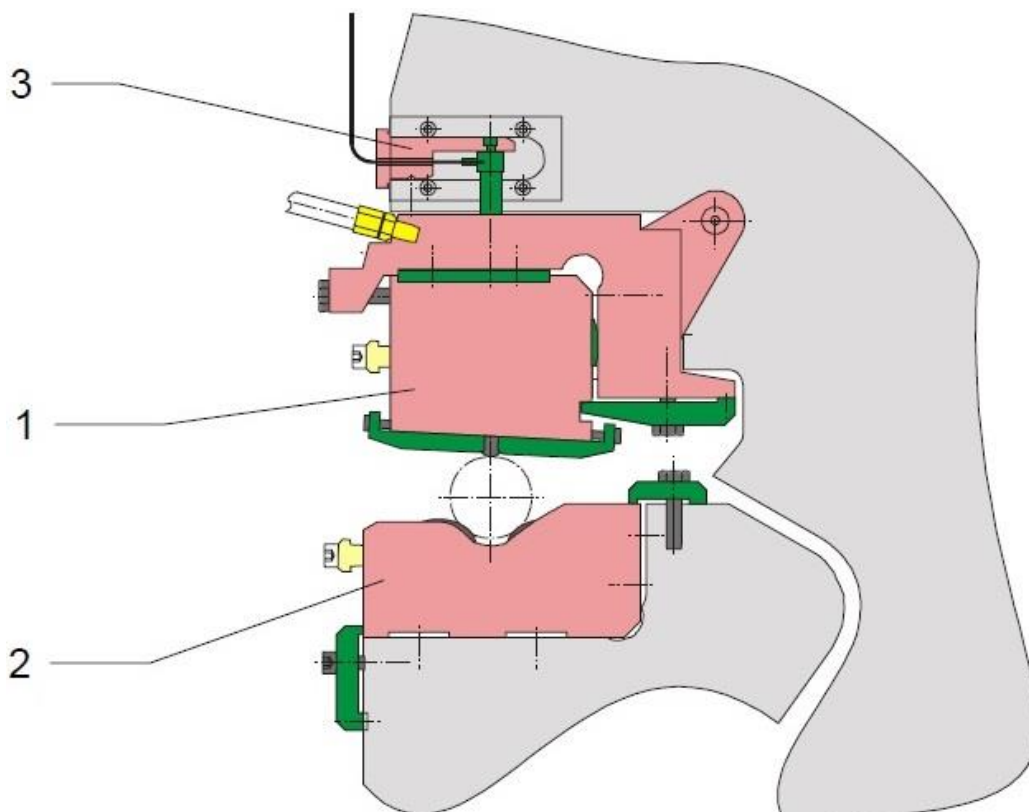


Figura 6 - Posição de laminação

No ponto (1) temos as ferramentas da cabeça para laminação de fixação de roletes e na (2) temos a cabeça para suporte de roletes. Suas cabeças de laminação estão equipadas com módulos controladores nas quais se combinam as funções de aproximação, avaliação de uniformidade e rotação. Em sua seqüência de operação observamos o fluxograma de funcionamento, conforme a figura 7.

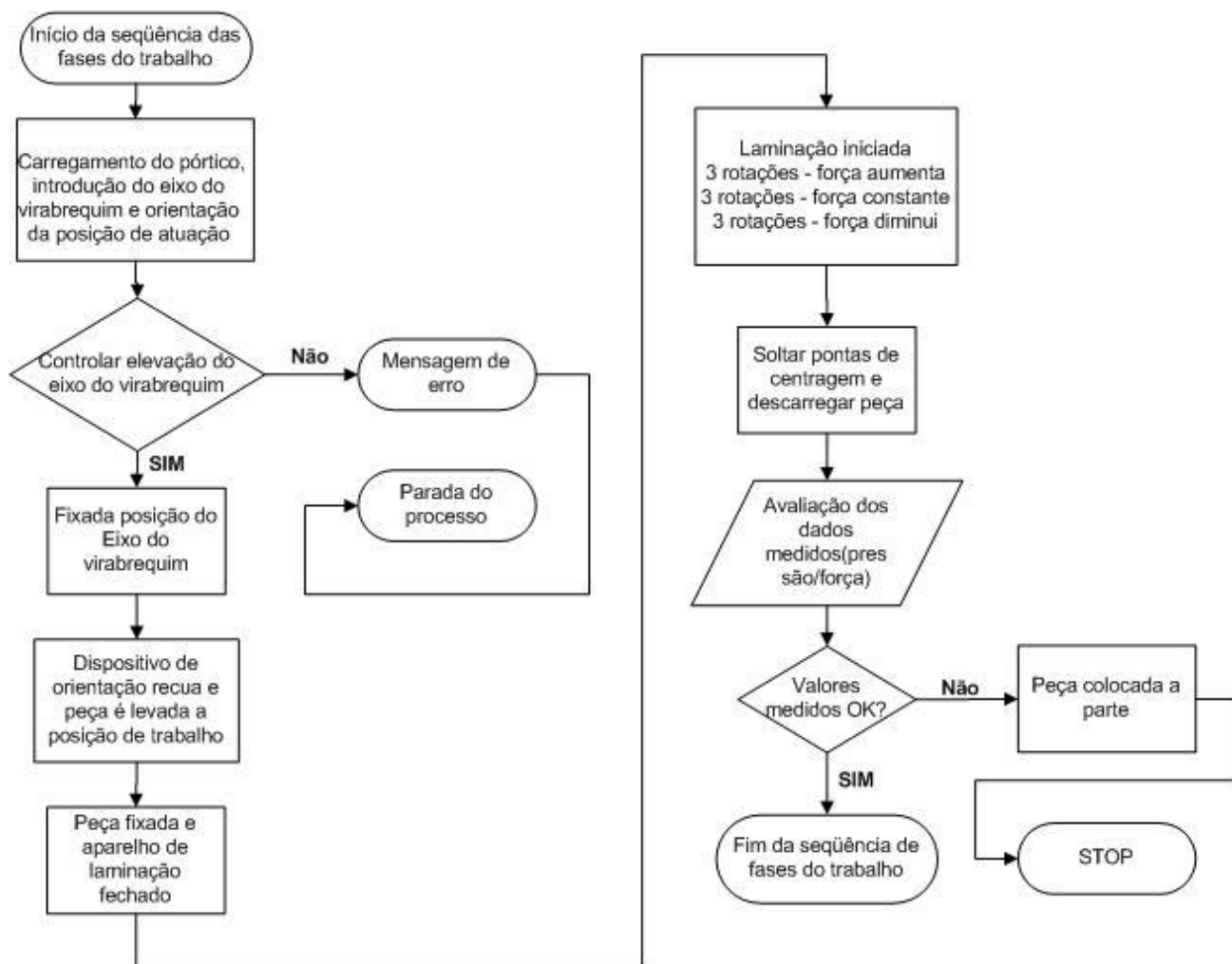


Figura 7 - Fluxograma de funcionamento

## 2.1 PROBLEMAS RELACIONADOS

Em sua estrutura antiga a máquina apresentava diversas falhas, entre os casos mais comuns em que a manutenção atuava eram:

- Problemas de comunicação;
- Quebra de ferramenta e componentes mecânicos;
- Queima de componentes elétricos, drives, motores, sensores, células de carga.



Conforme será apresentado no Capítulo 5, toda quebra ou interferência que a máquina sofre é adicionado um registro em seu histórico. Com base nestes dados chegou se aos índices de quebra da máquina antes do *retrofitting*.

Em sua maioria, as paradas ocorriam em 60% devido a falhas elétricas e 40% em falhas mecânicas. Falhas mecânicas estas em que seu problema causador inicial, em sua maioria, se dava devido aos componentes eletrônicos.

Abaixo, na figura 8, segue a imagem do painel de controle que demonstra o antes e depois da alteração, a qual será descrita nos Capítulos 3 e 4.



Figura 8 - Painel de controle (antes e depois)

### 3 INTERVENÇÃO DA ENGENHARIA

Após comprovar que a máquina não apresentava mais condições para produzir, duas hipóteses foram levadas em consideração. Comprar uma máquina nova, ou realizar um *retrofitting* com todas as alterações necessárias. Abaixo temos um fluxograma das ações realizadas.

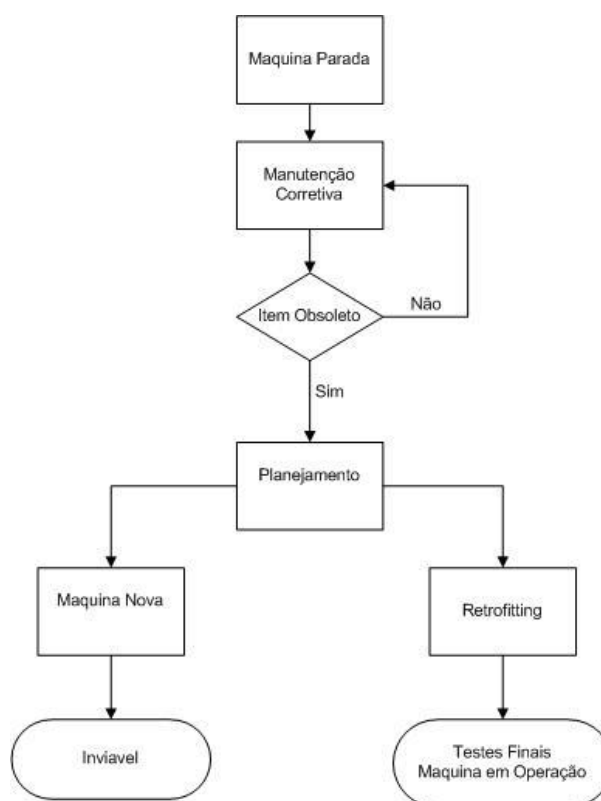


Figura 9 - Fluxograma da decisão

As discussões sobre a solução a ser implantada tinha como objetivo retomar a produção real da operação bem como sua modernização. Após análises e entrar em contato com a fabricante (Hegenscheidt), a empresa optou por fazer o *retrofitting*. Comprar uma máquina nova traria muitos empecilhos e atrasaria todo o planejamento. O tempo de importação seria elevado e inserir o equipamento novo na linha de produção seria mais complicado do que modificar o existente, pois com a modernização que a reforma traria, as características do processo de roletagem e operação se manteriam iguais.



Para a concepção do novo projeto foi necessário fazer um estoque de 30.000 peças, pois ao iniciar as alterações, a linha manteria a produção, não afetando a demanda diária. Em seu projeto antigo a máquina foi projetada para trabalhar com peças que não exigiam aplicação de grande intensidade de força no mancal. Além do mais, foi desenvolvida há mais de 10 anos e para aquela época a tecnologia instalada era suficiente para atender sua produção.

Para atender o mercado e a evolução do produto, a partir de 2010 foi necessária a alteração da matéria prima. A composição do virabrequim foi alterada, oferecendo maior dureza, ocasionando maior deterioração da máquina. Com as mudanças dos componentes críticos da máquina foi preciso ainda estudar melhorias específicas, como melhorar o controle da força aplicada nos mancais, velocidade de comunicação de toda a máquina com seus equipamentos de carga e descarga da matéria prima. Já no início da mudança do fundido um dos primeiros problemas encontrados era o controle da força do mancal, o qual exigia uma força maior. Para isto é utilizado um componente eletrônico chamado EWS que realiza todo esse controle.

O EWS é um computador industrial destinado ao levantamento de medidas e usinagem do virabrequim. A usinagem é feita através da excitação das ferramentas laminadoras. Este computador industrial trata da apuração dos valores de força teóricos em função da respectiva posição angular e da avaliação do dispositivo medidor de batimento. Além disso, troca informações em paralelo com o CLP que executa demais funções como controle dos diferentes eixos de posicionamento e do próprio giro da peça a trabalhar (figura 10).

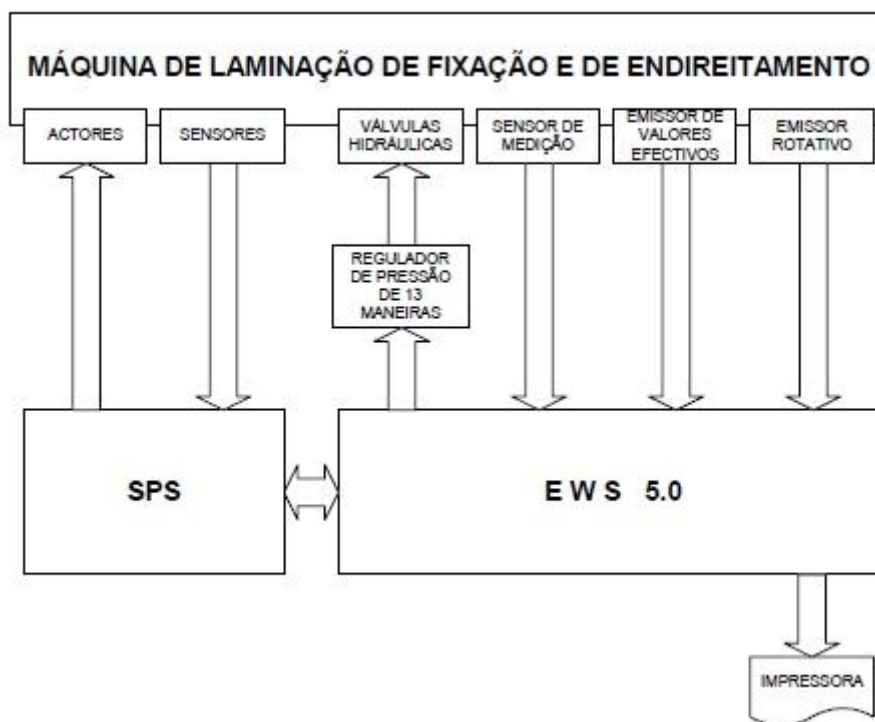


Figura 10 - Estrutura de comando da máquina de laminação

O EWS até então utilizado possuía um processador ultrapassado, modelo 486 DX4/100, com software instalado versão 5.0. Outra característica que precisava de mudanças era o sistema de comunicação da máquina, onde o projeto original utilizava a rede FIPWAY. Este possuía uma velocidade de transmissão de 1Mb/s, porém já não era mais suficiente, a rede estava sobrecarregada e ocasionava lentidão na troca de informações, até mesmo interrupção da comunicação, o qual ocasionava parada na máquina inteira.

Para a instalação de um novo comando eletrônico, foram especificados os equipamentos do fabricante Siemens, muito utilizado no mercado Brasileiro, devido a possuir assistência técnica nacional e rápida reposição de peças. Além disso, a planta já possuía três máquinas com o comando Siemens, tornando o equipamento comum na planta.

Com essa especificação, seria mais fácil para a reparação de problemas tanto pela engenharia quanto pela área técnica, seus componentes e características já seriam conhecidos não precisando assim de um novo treinamento para aquela máquina. Mais uma vantagem da migração para a Siemens é que alguns componentes seriam comuns em outras máquinas, permitindo a diminuição de

peças de reposição no estoque, diminuindo espaço e principalmente o custo. Com relação à parte mecânica, não houveram muitas mudanças no projeto da máquina, mesmo assim foi desmontado e realizado a troca de todo o conjunto como rolamentos, pinos, braços, mancais e válvulas hidráulicas, totalizando duas semanas de intervenção.

O novo PLC utilizado foi o modelo S7-300 Siemens. O modelo conta com maior possibilidade e variedade de cartões analógicos e digitais, tanto de entrada quanto de saída. Pode ainda trabalhar com módulos de interface remotos, ou seja, pode ser instalado em um local próximo aos sensores e atuadores, e estes sinais chegam a CPU do CLP através de um único cabo de comunicação, diminuindo a quantidade de cabos instalados na máquina. Pois antes cada sinal de cada sensor deveria chegar através de cabos até o cartão de entrada ou saída digital localizado no painel elétrico, fazendo grandes volumes de cabos.

A nova rede instalada, que faz as ligações entre esses módulos remotos, foi a Profibus da própria Siemens. Esta conta com maior taxa de transmissão de velocidade 1,5 Mb/s, isso resolveria o problema da lentidão da troca de dados e também a interrupção da comunicação da máquina com seus periféricos. Temos ainda a possibilidade de incorporar a máquina mais atuadores e sensores, isto porque a rede Profibus conta com maior possibilidade de expansão de módulos remotos que podem ser utilizados com atuadores e sensores.

Outra novidade é a readequação do servo-motor que realiza o giro do virabrequim. Como já foi citado, o novo fundido possui uma dureza maior, em consequência disso estava ocorrendo uma sobrecarga no servo além de aumentar o tempo de ciclo da máquina. Agora conta com um servo-motor Siemens (modelo 1PH7133-2NF03-0BJ0), de maior torque para o controle de velocidade e posição.

Para controlar o servo-motor foi substituído também o drive Indramat (Rack 3) pelo drive Siemens (Simodrive), com o objetivo de equiparar as potências e instalar um componente da atualidade. Com o novo sistema Siemens, foi instalada nova IHM facilitando as navegações de tela. A interface Homem-Máquina conta ainda com teclado alfanumérico, tornando mais simples e rápido as alterações de parâmetros. A solução para os problemas que ocorriam com o EWS foi a substituição de todo o conjunto (computador industrial completo), mas também alterado as características da CPU e versão do software (agora com a versão 6.2), trazendo para o que há de mais novo no mercado.

Em sua atualização de comunicação, inicialmente era utilizada o padrão de CLP Schneider e comunicação de rede Fipway, mas com a inserção de novos equipamentos foi necessário algumas alterações, como já foi citado, agora a roletadora trabalha com sistema de comunicação Profibus da Siemens, mas o sistema de carregamento automático ainda trabalha com a antiga rede Fipway.

O capítulo seguinte trará informações sobre as alterações realizadas nos equipamentos, bem como sua parametrização, desde os dispositivos detectores de falha até ajustes necessários para adaptar a nova máquina a linha de produção.

## 4 ALTERAÇÃO DA MÁQUINA

Após a formação de todo o estoque, e chegar todas as peças a serem trocadas na máquina, deu-se início ao trabalho. A fabricante Hegenscheidt desmontou todo o equipamento retirando todos os componentes mecânicos e eletrônicos que seriam trocados.

Ao finalizar toda a montagem e instalação dos componentes, a empresa pediu para a fabricante, que seus próprios técnicos fizessem a parametrização e o start-up da máquina. Isto para que o domínio da tecnologia ficasse na empresa e ao mesmo tempo treinasse os técnicos sobre o novo equipamento. Entre as atividades desempenhadas pela equipe de execução da empresa podemos citar os tópicos abordados abaixo.

### 4.1 MONITORAMENTO DE QUEBRA DOS ROLETES

Para cada ferramenta é usado um contador multifuncional modelo “tico732” (figura 11), o qual se verifica a parametrização do sistema de monitoramento de quebra dos roletes.



Figura 11 - Contador Multifuncional

Através de um sensor indutivo localizado em cada ferramenta, os pulsos são captados a cada volta do rolete e transmitido ao contador multifuncional. Este por sua vez programado para operar como contador faz a leitura dos pulsos.

O equipamento trabalha com dois níveis de alarme, e na máquina foi parametrizado da seguinte forma:

Com a máquina em modo manual foi fixado à peça e feito o ciclo de usinagem. Verificando no contador a quantidade mínima de pulsos gerados após o ciclo.

- Aproximadamente 1 segundo para o alarme 1;
- Aproximadamente 3,5 segundos para alarme 2.

Introduzido o valor da quantidade mínima de pulsos lidos após aproximadamente 1 segundo menos 2 pulsos para o alarme 1. Introduzido o valor da quantidade mínima de pulsos lidos após aproximadamente 3,5 segundos menos 20 pulsos, para o alarme 2.

No modo automático com o ciclo de usinagem em operação, o funcionamento do contador se mostra da seguinte forma:

- LED (amarelo) – luz contínua, não há nenhum erro;
- LED (amarelo) – desligado, o número de pulsos para o alarme 1 não foi atingido. Existe um erro, que ocorreu por mais de três vezes durante o processo de trabalho. A usinagem é finalizada no fim do ciclo e gera uma mensagem de erro;
- LED (vermelho) – luz contínua, não há nenhuma quebra de rolete;
- LED (vermelho) – desligado, o número de pulsos para o alarme 2 não foi atingido. Há uma quebra de rolete. A usinagem é interrompida imediatamente e gera uma mensagem de erro.

Com este equipamento tem-se a certeza que todas as peças que passaram pela máquina foram roletadas de forma correta.

## 4.2 VERIFICAÇÃO E AJUSTE DA FORÇA DE LAMINAÇÃO

Por meio de um instrumento manual de medição (figura 12), foi averiguado e ajustado a força da laminação de fixação.

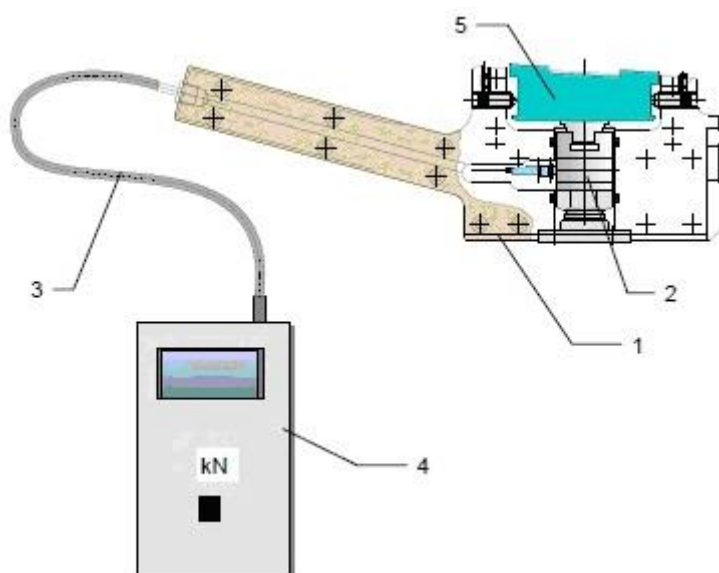


Figura 12 - Medidor da força de laminação

O instrumento manual de medição-força do ferramental é composto de um instrumento manual carcaça (1), com transdutor de força embutido (2), com cabo (3), um amplificador de carga (4) e uma peça de pressão pendular (5). Para verificar a força o aparelho é inserido no lugar da ferramenta de laminação correspondente ao braço a ser medido. Como a máquina possui dez braços, são necessárias 10 medições.

Ao fechar o dispositivo, a cabeça de laminação encosta na peça de pressão pendular transmitindo a força do dispositivo ao transdutor. A força medida produz a leitura no amplificador de carga. O valor a ser encontrado deve ser próximo a 11 kN, valor este definido pela engenharia de processo. Para ter uma precisão maior sobre a força aplicada repete-se o procedimento por 4 vezes e calcula-se a média entre os valores. Durante o processo de liberação do equipamento foi realizado ajuste em todos os braços de laminação.

Através de um parâmetro de ajuste do RTC é alterado o valor da pressão nominal e comparado com o medidor manual, até que o valor de força encontrado

no medidor esteja dentro do especificado. No equipamento o circuito regulador de força e monitoramento da pressão se comporta conforme a figura 13.

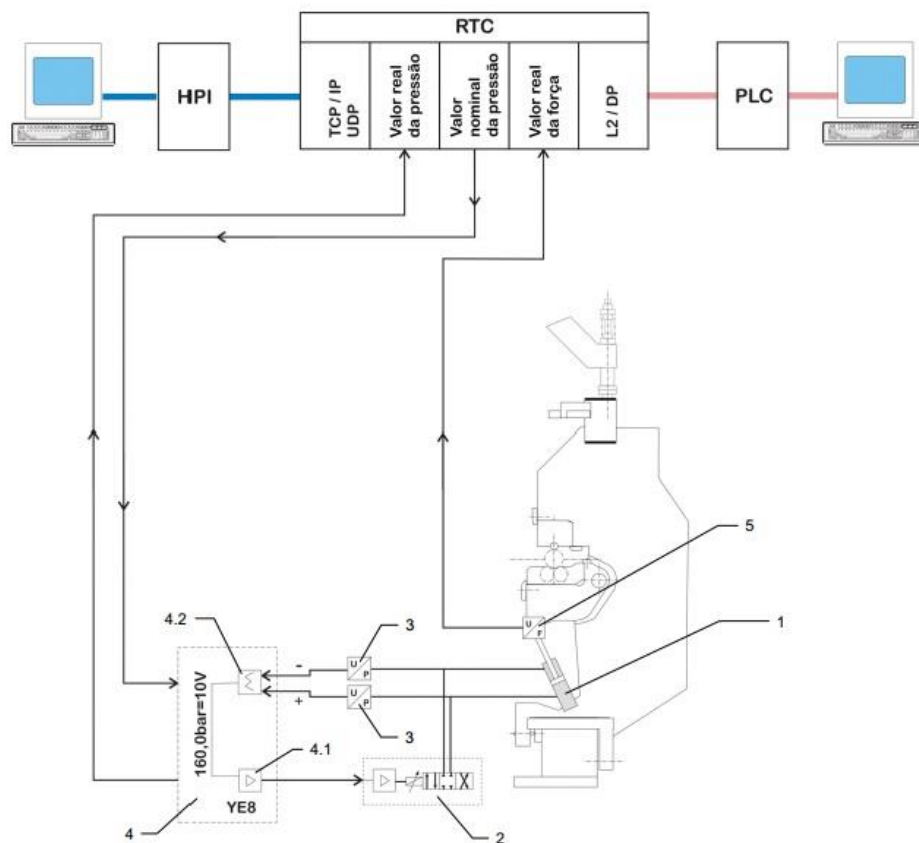


Figura 13 - Diagrama funcional do circuito regulador de força e pressão

- 1 - Cilindro hidráulico;
- 2 - Válvula proporcional com amplificador integrado;
- 3 - Célula de medição de pressão;
- 4 - Placa reguladora de pressão (YE8);
  - 4.1-Regulador PI;
  - 4.2- Formação da diferença;
- 5 - Célula de medição de força.

### 4.3 COMUNICAÇÃO ENTRE CARREGADOR E MÁQUINA

Para ocorrer a comunicação e melhorar a automação existente entre o carregador e máquina roletadora, foi instalado um módulo de comunicação Profibus



no CLP do carregador automático. Foi necessário levantar quais os sinais a serem trocados para ocorrer o correto funcionamento e sincronização de ambos.

Em conjunto com a fabricante foram estabelecidos os sinais para a comunicação entre ambos os equipamentos, sinais estes imprescindíveis para o funcionamento entre ambos, bem como a melhoria e modernização do processo.

Na Tabela 1, são visualizados todos os sinais compartilhados entre os PLC's.

<b>COMENTÁRIO</b>
<b>Sinais enviados da máquina para o carregador</b>
Máquina em ciclo automático
Máquina pronta para carga
Máquina pronta para descarga
Máquina vazia
Esvaziar máquina
Emergência máquina ok
Portal da máquina fechado
Antecipação de carregamento
Solicitação de abertura da porta
Peça presente
Máquina em modo manual
Previsão de troca de ferramenta
Máquina fora de ciclo
<b>Sinais enviados do carregador para a máquina</b>
Carregador em ciclo automático
Carregador carrega a máquina
Carregador descarrega a máquina
Carregador livre
Emergência carregador ok
Portal carregador fechado
Chave principal ligada

Tabela 1 - Sinais compartilhados

Através das configurações do PLC foi definida uma tabela compartilhada e nela configurada as memórias em comum, onde ambos os PLC's conseguem ler e escrever. Estas memórias são do tipo Word (16 bits). Para os sinais enviados da máquina para o carregador foi utilizado à memória 900, e para os sinais enviados do

carregador para a máquina a memória utilizada foi a 901. Assim a tabela compartilhada ficou da seguinte forma:

<b>ENDEREÇO</b>	<b>COMENTÁRIO</b>
<b>%MW900</b>	<b>Sinais enviados da máquina para o carregador</b>
%MW900:X0	Máquina em ciclo automático
%MW900:X1	Máquina pronta para carga
%MW900:X2	Máquina pronta para descarga
%MW900:X3	Máquina vazia
%MW900:X4	Esvaziar máquina
%MW900:X5	Emergência máquina ok
%MW900:X6	Portal da máquina fechado
%MW900:X7	Antecipação de carregamento
%MW900:X8	Solicitação de abertura da porta
%MW900:X9	Peça presente
%MW900:X10	Máquina em modo manual
%MW900:X11	Previsão de troca de ferramenta
%MW900:X12	Máquina fora de ciclo
<b>%MW901</b>	<b>Sinais enviados do carregador para a máquina</b>
%MW901:X0	Carregador em ciclo automático
%MW901:X1	Carregador carrega a máquina
%MW901:X2	Carregador descarrega a máquina
%MW901:X3	Carregador livre
%MW901:X4	Emergência carregador ok
%MW901:X5	Portal carregador fechado
%MW901:X6	Chave principal ligada

Tabela 2- Sinais enviados da máquina para o carregador

Através destas memórias os equipamentos conseguem trabalhar de forma automática, e são capazes, através de sinais alertar o operador que a máquina esta parada por falha ou que a vida útil da ferramenta está acabando, assim como a equipe de manutenção pode-se utilizar destes sinais para averiguar uma possível falha no processo.

## 5 COMPARATIVO ENTRE OS DADOS

Para a comprovação da eficiência do *retrofitting*, foi feito um levantamento de notas de parada de máquina apontadas no SAP. Qualquer intervenção realizada pela manutenção, seja de natureza mecânica ou eletrônica, é registrada em uma nota o motivo e a solução feita para colocar a máquina em operação novamente.

Analisando as notas do ano de 2011, foram 40 horas de máquina parada para reparação de problemas. Comparando o número e o tempo das paradas de 2011 e 2012, é visto que quase dobrou o tempo de reparação durante o turno produtivo. Em 2012 foram quase 75 horas em que o equipamento deixou de produzir para realizar as correções. E isto que não foi avaliado as intervenções fora do turno produtivo (não consta na lista de notas) que aumenta ainda mais a mão-de-obra da equipe de manutenção e engenharia. Analisando esses dados, ficou comprovada a necessidade de mudanças na roletadora, uma vez que a tendência era aumentar ainda mais os problemas de parada.

Em 2013, a máquina melhorou muito em desempenho e em qualidade das peças. Agora o equipamento consegue atender a demanda de produção da linha e diminuiu significativamente o número de refugos. O mais importante é que a modernização tornou a operação muito mais confiável, tendo assim uma previsão de produção mais exata. Os apêndices A, B e C mostram o número de quebras e o número de horas em que a máquina parou por falha nos anos de 2011, 2012 e 2013 respectivamente.

No ano de 2013 foram aproximadamente 10 horas de parada e 12 notas apontadas por quebra. Assim ficou comprovado o sucesso do *retrofitting*. O investimento que a empresa necessita fazer em uma máquina antiga para realizar as alterações pode às vezes parecer alto, porém os benefícios que ela trará serão muitos e nem sempre será visto, mas a linha de produção e suas áreas de apoio sentem a diferença e a facilidade pela familiarização com o equipamento para solucionar um problema. Outra maneira de atestar a melhoria é calculando o tempo médio entre falhas e o tempo médio entre quebras. Para este cálculo, utilizam-se as seguintes equações:

$$MTBF = \frac{TEMPO DE OPERAÇÃO - TEMPO DE REPARAÇÃO}{n'FALHAS}$$

Equação 1 – Tempo médio entre quebras (MTBF)

$$MTTR = \frac{TEMPO TOTAL DA INTERVENÇÃO CORETIVA}{n'FALHAS}$$

Equação 2 – Tempo médio de reparo (MTTR)

Com os dados dos apêndices B e C, foi possível fazer um comparativo dos anos de 2012 e 2013. Desta maneira, foram calculados e encontrados os seguintes valores:

- Total de horas paradas em 2012 = 74,59 horas;
- Total de quebras em 2012 = 46 quebras;
- Total de horas paradas em 2013 = 9,72 horas;
- Total de quebras em 2013 = 12 quebras.

O tempo de operação da máquina foi calculado com base nos dois turnos:

- Tempo de operação 1º turno = 8,8 horas;
- Tempo de operação 3º turno = 8 horas;
- Somando os dois turnos são 16,8 horas de produção;
- Multiplicando por 5 dias da semana e por 4 semanas = 336 horas p/ mês de produção;
- Multiplicando o valor encontrado por 12 meses = 4032 horas de produção.

Desta maneira, foram calculados e encontrados os seguintes valores:

$$MTBF_{2012} = \frac{4032 - 74,59}{46} = 86,03$$

Equação 3 - Tempo médio entre quebras (MTBF) 2012

$$MTBF_{2013} = \frac{4032 - 9,72}{12} = 335,19$$

Equação 4 - Tempo médio entre quebras (MTBF) 2013

$$MTTR_{2012} = \frac{74,59}{46} = 1,62$$

Equação 5 - Tempo médio de reparo (MTTR) 2012

$$MTTR_{2013} = \frac{9,72}{12} = 0,81$$

Equação 6 - Tempo médio de reparo (MTTR) 2013

Ou seja, em 2012 o tempo médio entre falhas foi de 86 horas e o tempo médio de reparo foi de 1 hora e 37 minutos. Após o *retrofitting* da máquina, o tempo médio entre falhas aumentou para 335 horas e 11 minutos e o tempo médio de reparo reduziu para 48 minutos.

Outra característica que se destacou foi a elevação da eficiência do equipamento. Para se chegar até esse índice necessita-se de três variáveis: qualidade, performance e disponibilidade. O produto destas três variáveis leva ao valor do OEE, que é a eficiência propriamente dita. Abaixo segue tabela com as fórmulas utilizadas para se chegar ao valor do OEE.

$$Q = \frac{n' PEÇAS OK}{n' PEÇAS OK + (RETRABALHOS + REFUGOS)}$$

Equação 7 – Equação da qualidade

$$P = \frac{n' PRODUZIDO \times TEMPO CICLO}{TEMPO PRODUÇÃO + TEMPO MICRO PARADAS}$$

Equação 8 – Equação da performance

$$D = \frac{T. PROG. PROD. - T. PARADAS NÃO PROGRAM. - T. AUSENCIA - T. BLOQUEIO}{T. PROG. PRODUÇÃO - T. AUSENCIA - T. BLOQUEIO}$$

Equação 9 – Equação da disponibilidade

$$OEE = QUALIDADE \times PERFORMANCE \times DISPONIBILIDADE$$

Equação 10 – Equação da eficiência

$$CAP.HOR. = OEE \times \frac{3600 s}{T.CICLO}$$

Equação 11 - Equação da capacidade horária

Com a obtenção em campo dos dados da máquina e produção, foi possível calcular a eficiência do equipamento.

Dados de Produção	Ano	
	2012	2013
Número de peças OK (pçs)	129600	278600
Número de retrabalhos e refugos (pçs)	5400	1400
Tempo de ciclo máquina (seg)	42	35
Tempo de produção (hrs)	4032	4032
Tempo total micro-paradas (hrs)	448	179
Tempo paradas não programadas (hrs)	74,59	9,72
Tempo de ausência e bloqueio (hrs)	133	224

Tabela 3 – Dados de produção

Diante dos dados aplicados com a tabela acima podemos através dos cálculos, demonstrar o aumento da eficiência do equipamento no decorrer do ano de 2012 para o ano de 2013.

2012	2013
$Q_{2012} = \frac{129600}{129600 + 5400} = 0,96$	$Q_{2013} = \frac{278600}{278600 + 1400} = 0,99$
$P_{2012} = \frac{135000 \times 0,0116}{4032 + 448} = 0,35$	$P_{2013} = \frac{280000 \times 0,0097}{4032 + 179} = 0,64$
$D_{2012} = \frac{4032 - 74,59 - 133}{4032 - 133} = 0,98$	$D_{2013} = \frac{4032 - 9,72 - 224}{4032 - 224} = 0,99$
$CAP.HOR._{2012} = 0,33 \frac{3600}{42} = 28,28$	$CAP.HOR._{2013} = 0,62 \frac{3600}{35} = 63,77$
$OEE_{2012} = 0,96 \times 0,35 \times 0,98 = 0,33 = 33\%$	$OEE_{2013} = 0,99 \times 0,64 \times 0,99 = 0,62 = 62\%$

Tabela 4 – Cálculo das eficiências em 2012 e 2013

A principal variável que ocasionava a redução do OEE era a performance, ligada diretamente ao tempo de ciclo excedido e alto número de micro-paradas. Observa-se também que a capacidade de produção por hora do equipamento mais que dobrou com a redução do tempo de ciclo e aumento da eficiência. Na figura 14 observam-se os indicadores de evolução do equipamento.

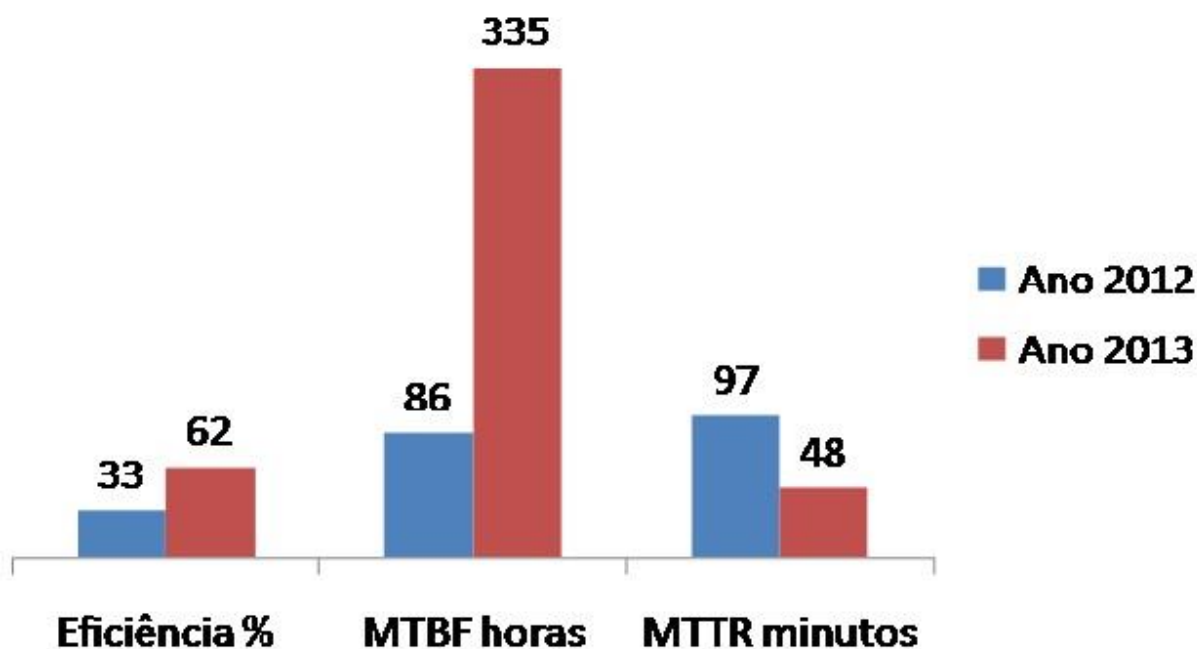


Figura 14 – Gráfico comparativo

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho teve como objetivo ressaltar a importância da restauração de um equipamento ultrapassado, bem como comparar o aumento de sua eficiência e confiabilidade. Através de estudos e análises dentro da própria empresa foi tomada a decisão da realização de *retrofitting* da roletadora ao invés da compra de uma máquina nova.

Foi com a participação ativa dos técnicos que contribuíram para o sucesso das mudanças, uma vez que a máquina não trabalhava isolada e sim em conjunto com outros equipamentos, necessitava fazer o levantamento de outras variáveis fundamentais para o correto funcionamento, como a integração com o carregador e descarregador de peças, dentre outras. Com tudo isso, é possível afirmar que o curso de Tecnologia em Automação Industrial foi à grande base para a coleta e tratamento de informações, levantamento de dados, especificação técnica, além da interpretação de diagramas elétricos e manuais de equipamentos, conhecimento base para a interpretação de funcionamento e esquemas de ligação entre conjuntos eletrônicos.

Com o levantamento dos principais componentes críticos que necessitavam de substituição, a máquina retornou em condições de suprir a linha de usinagem aumentando a confiabilidade e eficiência que antes era imprevisível.

O estudo demonstra também que a solução mais viável nem sempre é a compra de um equipamento novo, mas a readequação do sistema à tecnologia atual para colocá-lo em condições de produção com qualidade e suprir a demanda.

Este estudo de caso pode ser usado como referência em outras aplicações tornando como base a idéia de recuperação de uma máquina ou equipamento, recuperando os índices de produção e aumentando a confiabilidade através de um baixo custo.



## REFERÊNCIAS

LUCCHESI, Domenico. **O automóvel**: Curso técnico. 1.ed. Tradução de Mario B. Nogueira. Lisboa: Editorial Presença LTDA, 1989. 2 v., v. 1.

Hegenscheidt-MFD, **Máquina de laminação profunda e desempenho de virabrequins**, Erkelenz, Germany: Hegenscheidt-MFD GmbH & Co. KG, 2002. 219p.

Maluf, Omar. **Influência do Roleteamento no Comportamento em Fadiga de um Ferro Fundido Nodular Perlítico**. USP, São Carlos, 2002. 116p., Dissertação (Mestrado em Ciência e Engenharia de Materiais), Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos, 2002.

TAVARES, Lourival Augusto. **Excelência na Manutenção - Estratégias, Otimização e Gerenciamento**. Salvador: Casa da Qualidade Editora Ltda.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6023**: informação e documentação: referências: elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

## APÊNDICE A

Nota	Descrição (falhas em 2011)	Início Avaria	Hora Início	Fim Avaria	Hora fim	Duração parada
100038095	PEÇA TRAVOU NO MEIO DO CICLO	9/1	14:40	9/1	15:07	0,45
100038529	PEÇA TRAVADA DENTRO DA MÁQUINA	21/1	2:10	21/1	4:00	1,83
100038572	INSERTO DO MORDENTE QUEBRADO	21/1	11:30	21/1	13:45	2,25
100039572	FALHA NO FECHAMENTO DO BRAÇO	6/2	0:00	6/2	0:30	0,50
100040324	FALHA POSICIONAMENTO MANCAL 10	16/2	0:10	16/2	0:30	0,33
100042817	PEÇA TRAVADA DURANTE USINAGEM	18/2	1:16	18/2	1:27	0,18
100041569	PONTA PLACA NÃO RETORNA	6/3	23:30	7/3	4:00	4,50
100041853	FALHA NO AVANÇO DO CONTRAPONTO	9/3	9:50	9/3	12:00	2,17
100042932	FERRAMENTA QUEBRADA	29/3	11:00	29/3	11:45	0,75
100043277	MÁQUINA PAROU FORA DE POSIÇÃO	3/4	14:24	3/4	15:13	0,82
100043344	PEÇA NÃO RETORNA PARA HOME	5/4	8:45	5/4	9:55	1,17
100043508	PÇ TRAVADA NOS ROLETES	5/4	13:00	5/4	13:50	0,83
100043481	FALHA DE POSIÇÃO MANCAL 04	9/4	1:30	9/4	2:23	0,88
100043482	FALHA DE POSIÇÃO MANCAL 04	9/4	4:32	9/4	5:25	0,88
100003547	FERRAMENTA QUEBRADA	9/4	7:02	9/4	7:47	0,75
100003744	QUEBRA FERRAMENTA	13/4	14:40	13/4	15:10	0,50
100003745	MÁQUINA NÃO ABRE BRAÇOS	13/4	10:45	13/4	11:10	0,42
100003958	QUEBRA FERRAMENTA	16/4	15:30	16/4	15:56	0,43
100003932	FALHA APARELHO 2 SOLTO	17/4	0:06	17/4	0:20	0,23
100004090	BRAÇOS FORA DE POSIÇÃO	18/4	9:47	18/4	10:31	0,73
100006850	MÁQUINA NÃO LIGA	10/6	23:20	11/6	1:30	2,17
100007330	FERRAMENTA QUEBRADA	19/6	23:51	20/6	0:23	0,53
100007425	CARREGADOR NÃO ABASTECE A MÁQUINA	22/6	5:00	22/6	5:30	0,50
100007532	FALHA NA COMPENSAÇÃO TEMPERATURA	25/6	5:49	25/6	6:06	0,28
100007576	QUEBRA DE PINO DE RUPTURA	26/6	0:45	26/6	2:30	1,75
100008309	QUEBRA DE FERRAMENTA	9/7	4:35	9/7	5:10	0,58
100009148	MÁQUINA NÃO ENTRA EM POSIÇÃO	23/7	0:20	23/7	2:00	1,67
100009241	FALHA MODULO REGULADOR	23/7	6:50	23/7	7:17	0,45
100010857	SUBSTITUIR CILINDRO DA TRAVA	16/8	0:50	16/8	1:35	0,75
100011178	FALHA RETORNO MARCADOR	21/8	16:30	21/8	17:00	0,50
100011906	NÃO RETORNA PARA POSIÇÃO DE HOME	1/9	9:40	1/9	11:15	1,58
100012144	TEMPO DE CICLO EXCEDIDO	5/9	3:40	5/9	4:10	0,50
100013297	FALHA FECHAMENTO BRAÇO 07	5/9	4:10	5/9	4:45	0,58
100013298	TEMPO DE CICLO EXCEDIDO	5/9	4:45	5/9	7:10	2,42
100013013	MÁQ NÃO ASSUME POSIÇÃO HOME	17/9	23:30	18/9	2:30	3,00
100014134	CILINDRO PINO 2 HASTE QUEBRADA	19/9	11:00	19/9	12:00	1,00
100014967	FALHA MOTOR RECIRCULANTE UH	3/10	16:15	3/10	16:30	0,25
100017016	FALHA AO FECHAR BRAÇO 03	3/12	5:40	3/12	5:55	0,25
100017474	MÁQUINA NÃO VAI PARA HOME	11/12	23:50	12/12	0:30	0,67
					<b>TEMPO TOTAL:</b>	<b>40,03HS</b>

## APÊNDICE B

Nota	Descrição (falhas em 2012)	InícioAvar	Hora Início	Fim Avar	Hora fim	Duraç.parada
100018547	FALHA DE VIDA EWS	26/1	8:10	26/1	9:40	1,50
100018721	QUEBRA DO PINO FUSIVEL	29/1	14:15	29/1	15:15	1,00
100019272	SOBRECORRENTE NO SERVOMOTOR	8/2	9:25	8/2	9:45	0,33
100019798	FALHA DE FORÇA NO MANCAL 3	16/2	14:10	16/2	15:10	1,00
100019799	FALHA EWS NO MANCAL 6	17/2	9:10	17/2	9:30	0,33
100020300	FALHA ESFORÇO MANCAL 7	24/2	12:45	24/2	13:30	0,75
100020474	QUEBRA FERRAMENTA MANCAL 9	28/2	13:40	28/2	16:30	2,83
100020729	FALHA DE FORÇA MANCAL	4/3	8:30	4/3	9:20	0,83
100021031	FALHA DE FORÇA MANCAL	10/3	15:30	10/3	17:05	1,58
100021790	FALHA BRAÇO M8 NÃO DESTRAVADO	27/3	23:15	28/3	1:00	1,75
100021854	FALHA BRAÇO M4 NÃO ABERTO	29/3	11:45	29/3	13:35	1,83
100022901	FALHA CARRO NAO RETORNA	15/4	16:00	15/4	17:20	1,33
100023191	FALHA DE FORÇA MANCAL 06	28/4	7:39	28/4	8:35	0,93
100023360	NÃO RETORNA A POSIÇÃO INICIAL	2/5	14:40	2/5	15:40	1,00
100024486	PEÇA TRAVOU ENTRE OS ROLETES	25/5	4:50	25/5	6:05	1,25
100024513	VIRABREQUIM PRESO NA PLACA	25/5	13:00	25/5	13:30	0,50
100024863	FALHA RETORNO DO MANCAL 9	1/6	9:45	1/6	13:15	3,50
100024913	FALHA DE FIXAÇÃO NO MANCAL	2/6	13:15	2/6	14:51	1,60
100025289	FALHA DE FORÇA NO MANCAL	7/6	17:10	7/6	17:48	0,63
100025690	FALHA DE FORÇA NO MANCAL 1	16/6	23:35	17/6	0:05	0,50
100025878	FALHA DE CONTROLE DE FORÇA	20/6	4:55	20/6	5:30	0,58
100026220	FALHA DE FORÇA NO MANCAL	27/6	9:40	27/6	10:30	0,83
100026376	FALHA SINAL EWS NAO RETORNA	30/6	7:00	30/6	7:35	0,58
100026938	FIXAR SUPORTE DO CABO DO SENSOR	11/7	16:20	11/7	16:40	0,33
100026982	FALHA PEÇA FORA DE POSIÇÃO	12/7	1:00	12/7	6:00	5,00
100027034	FALHA QUEBRA DE FERRAMENTA	13/7	2:20	13/7	4:50	2,50
100027038	FALHA NA CÉLULA DE CARGA	13/7	8:40	13/7	11:00	2,33
100027577	FALHA DE COMUNICAÇÃO	22/7	8:15	22/7	10:10	1,91
100027897	FALHA QUEBRA DE FERRAMENTA	27/7	6:30	27/7	7:20	0,83
100028133	FALHA AO DESTRAVAR MANCAL 8	1/8	9:00	1/8	9:40	0,67
100028532	FALHA FERRAMENTA MANCAL 6	8/8	1:10	8/8	2:00	0,83
100028786	MANCAL 9 FECHND FORA DE POSIÇÃO	11/8	1:10	11/8	4:05	2,92
100029324	QUEBRA DO ROLETE	17/8	14:45	17/8	15:45	1,00
100029958	FALHA NO BRAÇO DO MANCAL 8	26/8	16:15	26/8	17:48	1,55
100030218	FALHA NA ABERTURA DOS BRAÇOS	30/8	8:35	30/8	8:55	0,33
100030749	MÁQUINA NÃO ENTRA EM POSIÇÃO	8/9	8:30	8/9	8:45	0,25
100031945	CURTO CIRCUITO PARA O TERRA	25/9	23:30	26/9	7:00	7,50
100032007	FALHA MANCAL 8 NÃO FECHADO	27/9	23:38	27/9	23:49	0,18
100032356	FALHA DE FERRAMENTA QUEBRADA	4/10	23:50	5/10	0:50	1,00
100032425	FALHA QUEBRA FERRAMENTA	5/10	23:55	6/10	0:50	0,92

100033820	MAQ NAO RETORNA NA POSIÇÃO	28/10	6:15	28/10	8:30	2,25
100033824	FALHA BRAÇO MANCAL 06	28/10	8:00	28/10	9:30	1,50
100034896	FALHA FECHNTO BRAÇO MANCAL 1	14/11	1:30	14/11	4:00	2,50
100035886	FALHA BRACO 9 FECHA SOZINHO	28/11	4:00	28/11	8:00	4,00
100036615	SOBRE CORRENTE NO SERVO	10/12	6:00	10/12	12:00	6,00
100036588	FALHA NO RETORNO DA PEÇA	12/12	5:00	12/12	6:20	1,33
<b>TEMPO TOTAL:</b>						<b>74,59 Hs</b>

## APÊNDICE C

Nota	Descrição (falhas em 2013)	InícioAva r	Início Avar.	Fim avaria	Hora fim	Duraç.para da
200246560	FALHA MÓDULO DO FUSO	21/2	0:10	21/2	0:50	0,67
200250980	MAQUINA NÃO ROLETA	1/4	17:00	1/4	18:00	1,00
200251562	FALHA DO FILTRO RECIRCULANTE	8/4	0:10	8/4	0:20	0,17
200252994	FALHA FIXAÇÃO PEÇA PLACA	24/4	7:40	24/4	9:30	1,83
200254097	MÁQ NÃO RETORNA EM HOME	9/5	4:30	9/5	6:00	1,50
200254673	MAQ. NÃO VAI P HOME	13/5	23:15	13/5	23:59	0,73
200256025	SUBSTITUIR PINO FUSIVEL	27/5	9:40	27/5	10:15	0,58
200256752	MAQUINA NÃO ROLETA	3/6	3:30	3/6	4:20	0,83
200258264	MÁQ NÃO INICIA ROLETAGEM	21/6	4:30	21/6	5:40	1,17
200258590	FALHA ROLETAGEM MANCAL 9	27/9	1:20	27/9	1:55	0,58
200260293	FALHA DE FERRAMENTA QUEBRADA	25/11	11:05	25/11	11:30	0,41
200261013	MÁQ NÃO CARREGA PEÇA	18/12	16:15	25/11	16:30	0,25
					<b>TEMPO TOTAL:</b>	<b>9,72</b>

## GLOSSÁRIO

- Cambota: Conhecida também por virabrequim;
- EWS: Computador industrial utilizado para a aplicação do sistema;
- Fipway: A rede Fipway é um sistema de gestão de mensagens, que envia mensagens sob pedido em modo ponto-a-ponto ou em difusão. Isto é muito útil para configuração, ajuste, diagnóstico e manutenção de sensores e atuadores inteligentes, assim como para as funções de supervisão e Interface Homem/Máquina;
- IHM: Trata-se de uma interface homem máquina com o objetivo de criar um canal de comunicação entre o homem e o computador;
- Profibus: O Profibus é um padrão de rede de campo aberto e independente de fornecedores, onde a interface entre eles permite uma ampla aplicação em processos, manufatura e automação predial;
- PLC's: Controlador Programável, conhecido também por suas siglas CLP é um computador especializado, baseado em um microprocessador que desempenha funções de controle através de softwares desenvolvidos pelo usuário;
- *Retrofitting*: É um termo utilizado principalmente em engenharia para designar o processo de modernização de algum equipamento já considerado ultrapassado ou fora de norma;
- SAP: Sistema de gerenciamento utilizado para controlar dados;
- OEE: índice de medida da produtividade industrial levando em consideração características de Disponibilidade, Desempenho e Qualidade.

