

DAS Departamento de Automação e Sistemas
CTC **Centro Tecnológico**
UFSC Universidade Federal de Santa Catarina

Integração do Sistema de Medição VIEW a um Banco de Dados

*Monografia submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como
requisito para a aprovação da disciplina:
DAS 5511: Projeto de Fim de Curso*

Valdemar Antonio Dallagnol Filho

Florianópolis, abril de 1999

Integração do Sistema de Medição VIEW a um Banco de Dados

Valdemar Antonio Dallagnol Filho

Esta monografia foi julgada no contexto da disciplina
DAS 5511: Projeto de Fim de Curso
e aprovada na sua forma final pelo
Curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial

Banca Examinadora:

Paulo Narciso Filho
Orientador na Empresa

Prof. Marcelo Ricardo Stemmer
Orientador do Curso

Prof. Augusto Humberto Bruciapaglia
Responsável pela disciplina e Coordenador do Curso

Prof. Jean-Marie Farines, Avaliador

Patrick Letouzé Moreira, Debatedor

Mário Andrei Cologni, Debatedor

Sumário

| | |
|---|------------|
| Lista de ilustrações..... | iii |
| Lista de tabelas | v |
| Resumo | vi |
| Abstract..... | vii |
| 1 Introdução | 1 |
| 2 O sistema de medição de lâminas..... | 3 |
| 2.1 Introdução | 3 |
| 2.2 Descrição resumida do sistema de fabricação de lâminas..... | 4 |
| 2.3 A máquina de medição VIEW..... | 6 |
| 2.3.1 A programação da máquina de medição VIEW | 6 |
| 2.4 Solução anterior utilizada | 8 |
| 2.5 Deficiências da solução anterior..... | 10 |
| 2.6 Conclusão | 11 |
| 3 A solução proposta..... | 12 |
| 3.1 Introdução | 12 |
| 3.2 Requisitos da solução desejada..... | 13 |
| 3.3 DFDs do sistema | 14 |
| 3.4 <i>Miniespecificações</i> para o DFD..... | 17 |
| 3.4.1 Requisita medição (1) | 18 |
| 3.4.2 Configura parâmetros (2) | 18 |
| 3.4.3 Verifica pedido de medição (3.1)..... | 18 |
| 3.4.4 Posiciona medidor (3.2) | 18 |
| 3.4.5 Calcula valores derivados (3.3)..... | 18 |
| 3.4.6 Compara valores (4.1)..... | 19 |
| 3.4.7 Formata relatório (4.2)..... | 19 |
| 3.4.8 Seleciona medições (5.1)..... | 19 |
| 3.4.9 Compila medições (5.2) | 19 |
| 3.4.10 Formata relatório (5.3)..... | 19 |
| 3.5 Dicionário de Dados | 19 |
| 3.6 Arquitetura do sistema proposto..... | 21 |
| 3.7 Conclusão | 24 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 4 | Projeto do banco de dados | 25 |
| 4.1 | Introdução | 25 |
| 4.2 | Especificação do banco de dados..... | 25 |
| 4.3 | Especificação das tabelas de configuração do sistema | 27 |
| 4.4 | Especificação das tabelas que armazenam resultados de medições..... | 32 |
| 4.5 | O banco de dados local..... | 35 |
| 4.6 | Conclusão | 36 |
| 5 | A comunicação com a máquina de medição VIEW..... | 38 |
| 5.1 | Introdução | 38 |
| 5.2 | Descrição do protocolo..... | 38 |
| 5.3 | Conclusão | 45 |
| 6 | Os aplicativos de gerenciamento de medições e de pesquisas..... | 46 |
| 6.1 | Introdução | 46 |
| 6.2 | O aplicativo de gerenciamento de medições | 46 |
| 6.2.1 | <i>Forms</i> do sistema..... | 47 |
| 6.2.2 | <i>Modules</i> do sistema..... | 51 |
| 6.2.3 | Class modules..... | 51 |
| 6.2.4 | Operação do sistema | 52 |
| 6.3 | O aplicativo de pesquisas..... | 65 |
| 6.4 | Conclusão | 67 |
| 7 | Conclusões e perspectivas..... | 68 |
| | Anexo 1 – Relatórios emitidos pela máquina de medição VIEW..... | 71 |
| | Anexo 2 – Perfil de algumas das lâminas medidas..... | 72 |
| | Anexo 3 – Diagrama do banco de dados | 76 |
| | Anexo 4 – Relação de chaves estrangeiras utilizadas no banco de dados | 77 |
| | Anexo 5 – Índices criados no banco de dados remoto..... | 78 |
| | Anexo 6 – Relatórios padrões do novo sistema..... | 79 |
| | Anexo 7 – Exemplo de programa da máquina de medição VIEW | 80 |
| | Referências Bibliográficas | 82 |

Lista de ilustrações

| | |
|---|----|
| Figura 1: Estampagem das lâminas de estator e de rotor..... | 5 |
| Figura 2: Ferramenta de identificação de pontos..... | 8 |
| Figura 3: Diferença entre o diâmetro medido e a soma dos raios..... | 10 |
| Figura 4: DFD do sistema - Diagrama 0..... | 15 |
| Figura 5: DFD do sistema - Diagrama 0 detalhado..... | 16 |
| Figura 6: DFD do sistema - Diagrama 3..... | 16 |
| Figura 7: DFD do sistema - Diagrama 4..... | 17 |
| Figura 8: DFD do sistema - Diagrama 5..... | 17 |
| Figura 9: Arquitetura lógica do sistema..... | 22 |
| Figura 10: Arquitetura física do sistema..... | 22 |
| Figura 11: Hierarquia de <i>forms</i> do sistema..... | 48 |
| Figura 12: Tela principal do aplicativo de medições..... | 53 |
| Figura 13: Seleção da ferramenta de corte utilizada..... | 54 |
| Figura 14: Seleção do tipo de lâmina a ser medida..... | 54 |
| Figura 15: Seleção da prensa..... | 55 |
| Figura 16: Seleção do magazine..... | 55 |
| Figura 17: Botão "Mede" para iniciar a medição..... | 56 |
| Figura 18: Janela com mensagem de posicionamento das lâminas..... | 56 |
| Figura 19: Janela com resultado sinóptico da medição..... | 58 |
| Figura 20: Ícones de aprovação e reprovação de lâmina..... | 58 |
| Figura 21: Disposição das lâminas sobre o gabarito..... | 58 |
| Figura 22: Janela de detalhes da medição de lâminas de estator..... | 59 |
| Figura 23: Raios medidos na lâmina de estator..... | 60 |
| Figura 24: Janela de detalhes da medição de lâminas de rotor..... | 61 |
| Figura 25: Raios medidos na lâmina de rotor..... | 61 |

| | |
|---|----|
| Figura 26: Janela de aprovação condicional..... | 62 |
| Figura 27: <i>Status</i> da conexão com o banco de dados remoto | 63 |
| Figura 28: Janela para impressão de relatório da última medição..... | 64 |
| Figura 29: Botões para acessar os relatórios sobre as últimas medições..... | 65 |
| Figura 30: Seleção de características da lâmina..... | 66 |
| Figura 31: Seleção de período para o relatório..... | 66 |

Lista de tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1: Tabela FERRAMENTAS | 27 |
| Tabela 2: Tabela FERRAMENTAPERFISROTOR..... | 28 |
| Tabela 3: Tabela FERRAMENTAPERFISESTATOR..... | 28 |
| Tabela 4: Tabela MATERIAIS..... | 28 |
| Tabela 5: Tabela PERFISLAMINASESTATOR..... | 29 |
| Tabela 6: Tabela PERFISLAMINASROTOR..... | 30 |
| Tabela 7: Tabela PRENSAS | 30 |
| Tabela 8: Tabela TIPOSLAMINASESTATOR..... | 31 |
| Tabela 9: Tabela TIPOSLAMINASROTOR..... | 31 |
| Tabela 10: Tabela LAMINASESTATOR..... | 32 |
| Tabela 11: Tabela LAMINASROTOR..... | 33 |
| Tabela 12: Tabela MEDICOESESTATOR | 33 |
| Tabela 13: Tabela MEDICOESROTOR | 34 |
| Tabela 14: Tabela RAIOSEXTERNOSROTOR..... | 34 |
| Tabela 15: Tabela RAIOSINTERNOSESTATOR..... | 35 |
| Tabela 16: Tabela RAIOSINTERNOSROTOR..... | 35 |
| Tabela 17: Formato dos quadros utilizados pelo protocolo de comunicação..... | 41 |
| Tabela 18: Formato do quadro de reinicialização | 42 |
| Tabela 19: Quadro de confirmação de recebimento (acknowledge)..... | 43 |
| Tabela 20: Quadro de não-confirmação de recebimento (negative acknowledge) ... | 43 |

Resumo

Essa monografia descreve a integração de um sistema de medição óptico (*View*), usado para controle dimensional de lâminas de rotor e estator, a um banco de dados Oracle. Este trabalho é fruto de uma consultoria realizada pela empresa *HarboR Informática Industrial*, de Florianópolis, para a *Empresa Brasileira de Compressores S.A. – EMBRACO* em Joinville.

Esta integração será feita de forma a: manter os dados das medições realizadas com o *View* pelo período mínimo requerido para fins de registro de qualidade; melhorar o gerenciamento das ferramentas utilizadas, possibilitando uma melhor avaliação do momento ideal para efetuar as afiações das ferramentas de corte; permitir consultas genéricas a estes dados, possibilitando análises com fins de melhorias do processo.

O funcionamento correto do sistema é de vital importância para a qualidade do produto final, uma vez que a distância entre rotor e estator (entre-ferro) deve ser a menor possível para aumentar a eficiência do motor elétrico do compressor. Porém as peças não podem se tocar, o que impediria a partida do motor. Desta forma as dimensões das lâminas de rotor e estator devem ser cuidadosamente controladas.

O sistema integrado consiste de um programa para PC, com interface Windows, de onde o usuário comandará o equipamento, sendo a comunicação entre o PC e a máquina de medição feita via portas seriais.

Abstract

This monograph describes the integration of an optical measurement system (*View*), used for dimensional control of rotor and stator laminas, to an Oracle database. This work comes from a consulting job done by *HarboR Informática Industrial*, from Florianópolis, to *Empresa Brasileira de Compressores S.A. – EMBRACO*, located in Joinville.

This integration will be done in a way that: data from measurements performed by *View* will be kept for the minimum time period required for quality records; management of the cutting tools used will be improved, making possible a better evaluation of the best moment to sharpen the tools; generic queries to this data will be allowed, making analysis for process improvement possible.

The correct operation of the system is vital to final product quality, since the distance between rotor and stator must be as small as possible, to improve the electric motor efficiency, but they can not touch each other, because it would keep the motor from starting. In that way, rotor and stator laminas dimensions must be carefully controlled.

The integrated system consists of a program running on a PC, with Windows interface, where the user will control the equipment, and the communication between PC and measurement system done via serial ports.

1 Introdução

Qualidade é um assunto que vem ganhando força nos últimos anos. Muito se tem falado sobre qualidade no processo produtivo, qualidade no produto, qualidade no trabalho ou qualidade de vida.

No processo produtivo, a garantia da qualidade muitas está ligada ao asseguramento que as dimensões físicas de certas peças estejam dentro de certos padrões.

Nesse contexto se insere esse trabalho, que é fruto de uma consultoria realizada pela empresa *HarboR Informática Industrial* - empresa de Florianópolis, onde foi desenvolvido esse projeto – para a *Empresa Brasileira de Compressores S.A. – EMBRACO* em Joinville.

Busca-se melhorar um processo de medição realizado para controle dimensional de qualidade de lâminas de estator e rotor fabricadas na Embraco, que é realizado com o uso da máquina de medição óptica *VIEW 1220 with SUI*, fabricada pela *View Engineering Inc.*

O processo utilizado antes da realização deste trabalho consistia em:

- o operador seleciona o programa de medição na máquina VIEW, de acordo com o modelo de lâmina a ser medida;
- o programa pede que o operador informe o tipo da lâmina, prensa e ferramenta em que foi fabricada, etc.
- os resultados da medição são impressos em uma impressora matricial e arquivados por um período de três meses, em um armário específico para esse fim. Ao fim desses três meses, o relatório é descartado.

No presente trabalho foi proposta a readequação do processo, integrando o sistema a um banco de dados Oracle, disponível no servidor da Embraco, acessível via rede corporativa. Essa integração foi feita de forma a:

- manter os dados das medições realizadas com o View pelo período mínimo requerido para fins de registro da qualidade;
- melhorar o gerenciamento das ferramentas utilizadas, possibilitando uma melhor avaliação do momento ideal para efetuar a afiação;

- permitir consultas genéricas a estes dados, possibilitando análises poderosas baseadas na adequada estruturação desses dados.

Para realizar essa tarefa, foram utilizadas ferramentas da Engenharia de Software que permitiram a modelagem do sistema. Também foram gerados os aplicativos necessários à operação do sistema, seguido de teste e validação do sistema em campo.

Para atingir os objetivos propostos, este trabalho está dividido em 7 capítulos, organizados da seguinte forma:

O capítulo 1 define o problema a ser abordado, mostrando a necessidade do desenvolvimento de um software para gerenciar as medições e interagir com um banco de dados.

O capítulo 2 descreve o funcionamento do sistema de medição de lâminas usando a máquina de medição View antes da implementação da solução proposta. Descreve-se a máquina de medição, seu funcionamento e sua programação.

O capítulo 3 detalha os requisitos da solução, e usa ferramentas da engenharia de *software* para auxiliar a criação da solução. Neste capítulo é proposta arquitetura lógica e física do sistema.

O capítulo 4 preocupa-se com o projeto do banco de dados necessário para acomodar de forma organizada o registro das medições efetuadas.

No capítulo 5 especifica-se um protocolo para ser usado na comunicação entre PC e máquina de medição, de forma a garantir a integridade dos dados intercambiados.

O capítulo 6 descreve a implementação dos aplicativos de gerenciamento de medições e de pesquisas padronizadas, detalhando suas partes componentes e a operação do sistema.

Por último, o capítulo 7 conclui o trabalho, evidenciando a aplicabilidade do sistema desenvolvido, ganhos da solução proposta em relação à anterior e perspectivas de trabalhos futuros.

2 O sistema de medição de lâminas

2.1 Introdução

A Empresa Brasileira de Compressores S.A. - EMBRACO foi fundada em 10 de março de 1971, em Joinville, Santa Catarina, região Sul do país. Associada ao grupo Brasmotor, é uma empresa de capital aberto especializada na fabricação de compressores herméticos para refrigeração. De um projeto destinado inicialmente a suprir a indústria brasileira de refrigeradores e *freezers*, através do fornecimento do principal componente destes produtos, o compressor hermético, a EMBRACO transformou-se num dos principais fabricantes mundiais em seu setor. Responde atualmente por 65% do mercado brasileiro e tem uma participação de 19% no mercado mundial. Com uma produção acumulada de mais de 150 milhões de compressores, vende para mais de 60 países nos cinco continentes.

Dentre as várias partes que compõem o compressor hermético, podemos destacar o motor elétrico, formado por um estator e por um rotor do tipo gaiola de esquilo.

Para a montagem dos rotores e estatores, que formam o motor elétrico do compressor, utilizam-se lâminas de metal empilhadas, para evitar as perdas de energia decorrentes das correntes elétricas de Foucault. Segundo Halliday (1996), quando o fluxo magnético através de uma amostra razoavelmente grande de material condutor varia, aparecem correntes induzidas no condutor. Estas correntes são chamadas de correntes parasitas. Elas podem produzir resultados indesejáveis, como por exemplo aumentar a energia interna (dissipação por efeito Joule) e assim podem aumentar a temperatura do material. Por essa razão, materiais sujeitos a campos magnéticos variáveis são freqüentemente laminados ou construídos com muitas placas pequenas, isoladas umas das outras. Ao invés de uma espira grande, as correntes parasitas seguem muitas espiras pequenas, aumentando assim a medida total de seu deslocamento e resistência correspondente; o aquecimento resistivo é menor e o aumento na energia interna também. O perfil de algumas das lâminas estampadas pode ser encontrado no anexo 2.

A fabricação das lâminas envolve a estampagem destas usando-se prensas rápidas, que operam 24 horas por dia, 6 dias por semana. A qualidade do

produto final é muito dependente da qualidade obtida na saída das prensas rápidas. Quanto menor for a distância entre o rotor e o estator, maior será a eficiência do motor. Por outro lado, se o rotor e o estator chegarem a se tocar, o motor não terá como dar a partida e o compressor não funcionará. Desta forma, o controle das dimensões das lâminas de rotor e estator é essencial para a qualidade final do compressor.

Um dos controles realizados sobre a qualidade das lâminas estampadas é a medição dessas lâminas utilizando-se o equipamento de medição VIEW 1220 with SUI, fabricado pela *View Engineering Inc.* Quando as lâminas demonstram estar com desvio acima da tolerância numa dada medição, a ferramenta utilizada pela prensa é substituída e a ferramenta anterior é mandada para a ferramentaria para ser afiada.

Este controle é muito importante já que, além do ponto já citado quanto à qualidade do produto final, uma troca de ferramentas da prensa não é uma operação rápida e provoca uma parada da produção num ponto crítico para o sistema de produção da Embraco como um todo.

2.2 Descrição resumida do sistema de fabricação de lâminas

As lâminas produzidas podem ser divididas inicialmente em dois grupos: lâminas de rotor e lâminas de estator. Ambas são estampadas na mesma tira metálica, pelas prensas rápidas, ou seja, para cada lâmina de rotor fabricada, será fabricada uma lâmina de estator. Isso porque as tiras vem de um rolo e passam pela ferramenta colocada na prensa rápida, com vários estágios de estampagem. Por exemplo: primeiramente são estampados os furos existentes na lâmina de rotor, depois é extraída a lâmina de rotor propriamente dita. Em seguida são estampadas as ranhuras da lâmina de estator e na seqüência é dado um acabamento ao furo interno da lâmina de estator. Finalmente a lâmina de estator propriamente dita é extraída. Isso pode ser melhor visualizado, observando-se a Figura 1.

Cada prensa é identificada por um código de 6 caracteres, iniciado pelas letras “PR” e seguido pelo número da prensa. Por exemplo, “PR0043”.

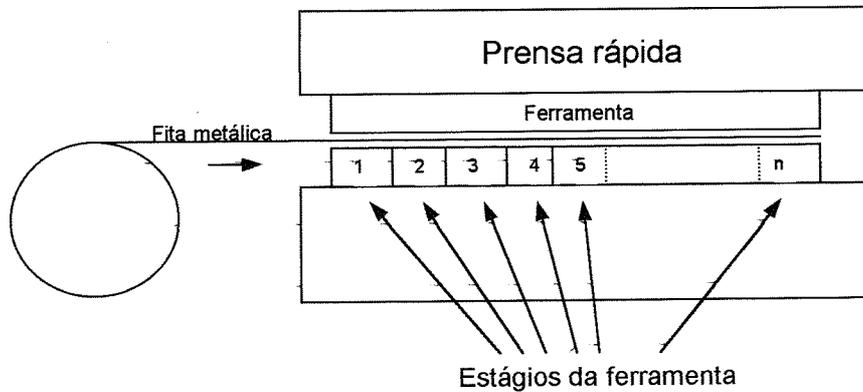


Figura 1: Estampagem das lâminas de estator e de rotor

Em uma prensa é instalada uma ferramenta, responsável pela estampagem de um dado perfil de lâminas. Uma ferramenta pode ter mais de um magazine, ou seja, usando fitas mais largas, pode cortar mais de uma lâmina por estágio. Como consequência, deve ser notado, a força necessária da prensa é maior.

As ferramentas são identificadas por um código de 5 caracteres, onde a primeira letra é “F” de “ferramenta”, a segunda letra identifica o tipo de lâmina que essa ferramenta produz, por exemplo, “C” para lâmina do tipo C, e os últimos três dígitos são o número da ferramenta. Um exemplo de código de ferramenta seria “FV101”. Convém notar que nem sempre o segundo caractere representa o tipo de lâmina que a ferramenta produz, uma vez que devido a demanda aumentada de um tipo de lâmina específica, as ferramentas podem ser convertidas para fabricar outro tipo de lâmina, sem que ocorra a alteração no seu código.

Cada tipo de lâmina tem duas características básicas: o seu perfil (ou desenho) e o material de que é fabricada. Assim, um dado código de lâmina identifica o seu perfil e o material de que é fabricada. Cada material, além disso, tem um código usado internamente para controle de estoque, de formato semelhante ao código da lâmina (9 dígitos, p. ex. “018840559”), mas é mais conhecido por outro código, por exemplo “E-185 C4”. Uma lâmina, desta forma, pode ser definida pelo seu código ou sabendo-se o seu perfil e o material de que é fabricada.

2.3 A máquina de medição VIEW

O equipamento de medição utilizado chama-se VIEW 1220 with SUI, fabricado pela *View Engineering Inc.* Equipamento bastante avançado, para sua época de fabricação, tem atualmente produção descontinuada, após a aquisição da *View Engineering Inc.* pela *General Scanning Inc* em 1996. Tal fato implica na inexistência de suporte técnico para esta máquina, estando os desenvolvedores limitados aos dados contidos na documentação do sistema.

As partes principais da máquina são:

- bancada fixa de granito, com apoios com amortecimento de vibrações;
- gabarito de medição posicionado sobre a bancada, que por ser transparente permite iluminação por baixo da peça para medir contornos;
- câmara digitalizadora com ampliação de 3,33x;
- unidade de processamento, com disco rígido e *drive* para disquetes de 3,5" (que utilizam uma formatação diferente daquela utilizada pelos micro computadores padrão PC);
- teclado;
- *joystick*;
- monitor colorido.

2.3.1 A programação da máquina de medição VIEW

A máquina de medição View é programada com o uso da MPL (*Menu Programming Language*), que é uma linguagem estruturada interna ao sistema. Usando essa linguagem, é possível ao usuário criar programas de inspeção que incluam detecção de características das peças, controle de entrada e saída de dados, manipulação interna de dados e cálculos matemáticos com eles.

A MPL permite a definição de vários tipos de dados (inteiro, real, byte, ponto, reta, círculo, strings, matrizes e nomes lógicos para dispositivos de entrada/saída de dados). As variáveis criadas são sempre globais ao programa sendo executado. É possível criar sub-rotinas no programa, sendo que a passagem de parâmetros e retorno de valores é feito via variáveis globais.

Além das funções e operadores encontradas normalmente em outras linguagens de programação, a MPL possui rotinas para movimentação da câmara,

alinhamento e definição de sistemas de coordenadas de medição, identificação de características nas peças e cálculos com elementos geométricos (como distância entre pontos, entre ponto e reta, cálculo da melhor reta por mínimos quadrados).

Um exemplo de programa da máquina pode ser visto no anexo 7.

A máquina de medição VIEW trabalha com as chamadas “ferramentas”. Elas são algoritmos usados para identificar um determinado elemento geométrico, em determinada área, em uma imagem digitalizada de uma peça. No sistema implementado, utilizou-se apenas a ferramenta que identifica pontos e a ferramenta que identifica linhas.

A ferramenta que identifica pontos funciona da seguinte forma: define-se com o uso do *joystick* uma coordenada onde será aplicada a ferramenta. Essa ferramenta possui um ângulo definido e uma orientação, como um vetor que definirá a direção e sentido em que ocorrerá a varredura em busca do elemento em questão. Esse vetor deve ter uma orientação que vá da parte clara da imagem para a parte escura da imagem (da parte onde está o fundo da imagem – claro – para a parte onde está a peça propriamente dita – escura – iluminada por trás). Desta forma, a ferramenta buscará o primeiro ponto que pertença à parte escura (para evitar que alguma sujeira no gabarito acrílico seja interpretado como parte da peça), varrendo a região da parte clara para a parte escura. Na Figura 2, temos um exemplo desta varredura. A ferramenta varrerá a área delimitada pelo retângulo no sentido do claro para o escuro, como pode ser observado pelas flechas da figura. O primeiro ponto escuro encontrado, pertencente à peça, é mostrado pelo X marcado.

A ferramenta que busca uma linha funciona de forma similar, mas busca uma linha no limiar entre o claro e o escuro.

Pelo exposto, percebe-se que um ponto pode ser encontrado em qualquer lugar na área delimitada pela ferramenta. Assim, quando se efetua a medição e se manda para o PC tanto o raio medido como o diâmetro medido, situação aparentemente redundante, já citada anteriormente, procura-se evitar que um ponto mal posicionado acabe dando um resultado diferente.

Não se pode afirmar que o ponto onde foi medido um raio, o centro calculado da “circunferência” (calculado com a aplicação do método dos mínimos quadrados com os pontos medidos) e o ponto diametralmente oposto onde foi

medido o outro raio sejam colineares. Os “diâmetros” internos medidos são então a distância entre dois pontos diametralmente opostos medidos sobre a circunferência interna, sendo que a reta formada pelos pontos não necessariamente passa pelo centro da “circunferência”.

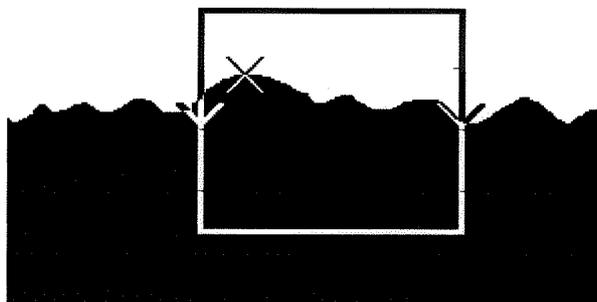


Figura 2: Ferramenta de identificação de pontos

Isso pode ser melhor entendido observando-se a rotina do operador da máquina de medição consistia em:

Figura 3. Nela se observa que os pontos são procurados sobre áreas retangulares, definidas no programa de medição. Os pontos encontrados pela máquina não necessariamente encontram-se no centro dele. No exemplo dado na figura, onde o tamanho dos retângulos foi exagerado, os pontos encontrados estão na periferia da área onde foi feita a varredura. Desta forma, o segmento de reta que une os pontos diametralmente opostos, cujo comprimento é o que convencionamos chamar de “diâmetro”, não passa pelo centro da circunferência. Tampouco o valor do “diâmetro” é igual a soma dos dois “raios”.

2.4 Solução anterior utilizada

A solução utilizada antes do desenvolvimento deste projeto envolvia a utilização direta da máquina de medição, com interface não gráfica, sendo os resultados da medição impressos em uma impressora matricial conectada ao equipamento por via serial. Uma cópia de um desses relatórios pode ser observada no anexo 1. Esses relatórios eram guardados em um armário por três meses, quando então eram descartados. Os dados contidos nesses relatórios dificilmente eram utilizados para uma análise estatística mais apurada, uma vez que para isso

seria necessário a digitação dos dados neles contidos, o que poderia inclusive inserir mais erros na análise. Além disso, o fato de os relatórios serem impressos em uma impressora matricial antiga levava a casos onde não era possível identificar com precisão o caractere impresso, devido a falhas nos pinos da impressora, o que poderia levar a uma interpretação errônea dos resultados de uma medição.

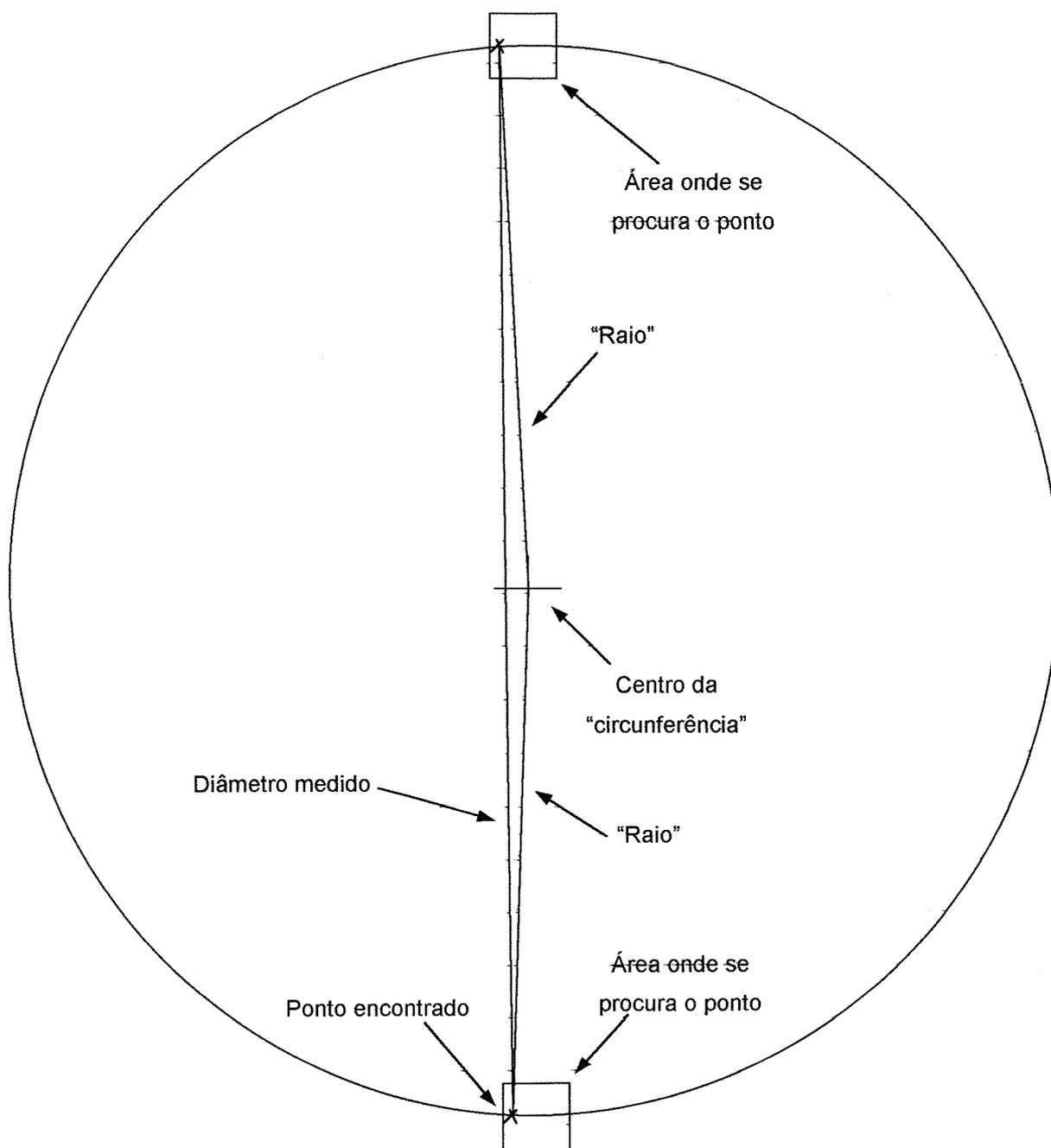


Figura 3: Diferença entre o diâmetro medido e a soma dos raios

A rotina do operador da máquina de medição consistia em:

- Pegar uma amostra de 4 lâminas por prensa em intervalos de tempo definidos pelas normas internas de qualidade da Embraco. Esta amostra consistia em lâminas do mesmo tipo.
- Colocar as lâminas no gabarito de acrílico adequado ao tipo de lâmina a ser medido.
- Selecionar o programa de medição a ser rodado (há um programa de medição para cada perfil de lâmina – sendo 4 perfis de lâminas de estator e 11 perfis de lâminas de rotor).
- Entrar no programa o código da lâmina sendo medida (9 dígitos, p. ex. “113242094”), a ferramenta utilizada para a fabricação daquela amostra de lâminas (5 caracteres, p. ex. “FC209”), o código do material das lâminas (cerca de 8 caracteres, p. ex. “E-185 C4”), a prensa de onde foi tirada a amostra (6 caracteres, p. ex. “PR0043”) e eventualmente o número do magazine de onde foi tirada a amostra de lâminas (uma ferramenta pode ter mais de um magazine, ou seja, mais de uma lâmina é fabricada por impacto da prensa).
- Após a execução da medição, que leva cerca de 6 minutos, o operador deve destacar as folhas de formulário contínuo impressas, destacar os picotes, analisar o resultado da medição e arquivar o relatório impresso.

Vale lembrar que uma análise estatística de resultados estaria sujeita aos erros de digitação dos parâmetros da medição pelo operador da medição, já que consistem de códigos não mnemônicos.

2.5 Deficiências da solução anterior

Pode-se identificar como principais problemas existentes no sistema anterior:

- Interface não amigável com o usuário
- Sub-aproveitamento do potencial das análises estatísticas sobre os relatórios emitidos
- Gastos desnecessários com impressão e armazenagem de relatórios
- Imprecisões na interpretação dos caracteres impressos devido à utilização de impressora matricial

- Dependência da impressora (se quebrar, não há como o sistema imprimir os relatórios, ou seja, as medições ficam paralisadas).

2.6 Conclusão

O sistema de medição de lâminas é de importância indiscutível para a qualidade do produto final fabricado pela Embraco. Entretanto, a solução utilizada anteriormente não era adequada, pelos motivos já citados.

Busca-se, então, um novo sistema que facilite a rotina do operador da máquina de medição, através de uma melhor ergonomia, assim como forneça aos engenheiros e técnicos da Embraco dados estatísticos organizados que permitam análises e melhorias no produto fabricado. Tudo isso deve ser feito garantindo ainda a confiabilidade e robustez do sistema.

3 A solução proposta

3.1 Introdução

Segundo Pressman (1995), a engenharia de sistemas de computador é uma atividade destinada a solucionar problemas. As funções desejadas para o sistema são desvendadas, analisadas e designadas aos elementos individuais do sistema. O engenheiro de sistemas de computador (também chamado *analista de sistemas* em certas áreas de aplicação) começa com metas e restrições definidas pelo cliente e deriva de uma representação da função, desempenho, interfaces, restrições de projeto e estrutura de informações que podem ser atribuídos a cada um dos elementos de sistema genéricos. O engenheiro de sistemas deve demarcar o sistema ao identificar o escopo de função e desempenho que são desejados.

Também cabe ao engenheiro de sistemas de computador escolher certa combinação de componentes de hardware que compreenda um elemento do sistema baseado em computador. Esta etapa do projeto de sistemas não foi executada uma vez que a especificação do hardware a ser utilizada foi imposta pelo cliente do sistema.

Ainda segundo Pressman, a engenharia de *software* compreende vários passos que devem ser dados na evolução da parte conceitual do projeto até a concretização deste.

Inicialmente existe a fase de definição. Nessa etapa, uma descrição limitada do escopo do esforço de software é desenvolvida; uma análise de riscos é realizada; os recursos exigidos para se desenvolver o software são previstos; estimativas de custo e de prazo são estabelecidas. O propósito da etapa de planejamento de software é fornecer uma indicação preliminar da viabilidade do projeto em relação às restrições de custo e de prazo que possam já ter sido estabelecidas. Um plano de projeto de software é produzido e revisado pelo gerente de projetos. Essa fase, de contato inicial com o cliente foi efetuada anteriormente por outros membros da equipe envolvida nesse projeto.

3.2 Requisitos da solução desejada

A etapa seguinte da fase de definição é a análise e definição dos requisitos de software. Exigências de desempenho ou limitações de recursos são traduzidas em características de projeto do software. A etapa de análise e definição dos requisitos de software é desenvolvida juntamente com o cliente. Uma *Especificação dos Requisitos de Software* é o documento produzido como resultado dessa etapa. Um documento com tal propósito, intitulado *Caderno de Encargos* foi produzida pelos membros da equipe e enviado à Embraco.

Como requisitos da solução desejada, busca-se a melhora do sistema de medição, com a utilização de um sistema de gerenciamento de medições que atinja os seguintes objetivos:

- Melhora na ergonomia do sistema, facilitando a seleção dos parâmetros possíveis para uma dada medição, o que tornaria mais fácil a tarefa do operador e reduziria os erros decorrentes da digitação incorreta de parâmetros
- Disponibilização dos dados em um sistema de banco de dados conectado à rede interna de Embraco, possibilitando a análise estatística dos dados, já adequadamente estruturados, de qualquer ponto da Embraco também conectado à rede interna.
- Redução de custos decorrentes da impressão e armazenagem de relatórios
- Melhora dos relatórios padrões do sistema, evitando os erros de leitura decorrentes da utilização da impressora antiga
- Robustez do sistema para funcionar mesmo que a rede da Embraco não estivesse disponível
- Permitir a configuração remota dos dados de cadastro, como a inclusão ou exclusão de uma ferramenta, prensa, etc.

São funções básicas do sistema a ser implementado:

- Comandar da execução das medições a partir de um PC conectado ao Sistema VIEW, com interface Windows, independentemente da conexão com o banco de dados remoto;
- Exibir os resultados da medição logo após sua execução na tela do PC, com opção de impressão dos mesmos em uma impressora local ou da rede;

- Permitir o armazenamento dos resultados de medição efetuados com o Sistema VIEW em um banco de dados externo ao PC;
- Armazenar os dados das medições temporariamente em uma estrutura de dados local quando o banco de dados remoto estiver inacessível, até um limite de 1000 lâminas, e enviar estes dados para o banco remoto na primeira tentativa bem sucedida de conexão com o mesmo;
- Determinar o tempo de manutenção dos dados das medições no banco;
- Eliminar automaticamente os dados de medição com idade superior ao período estipulado para fins de rastreabilidade;
- Gerar e imprimir relatórios padronizados baseados nos dados armazenados no banco a partir de um aplicativo específico para este fim;
- Permitir o cadastramento e manutenção dos seguintes dados auxiliares necessários para o funcionamento do sistema:
 - Perfis de lâminas (código, descrição, valores nominais das características controladas, tolerâncias)
 - Lâminas (código, descrição, perfil)
 - Ferramentas (código, descrição, perfil de lâmina produzida, número de magazines);
 - Prensas (código, descrição);
 - Materiais (código, descrição, fornecedor)

3.3 DFDs do sistema

Para a concepção de uma solução para o problema em questão, buscou-se auxílio na ferramenta do DFD (*Data Flow Diagram*) que permite modelar as entradas e saídas de dados de forma abstrata, sem se preocupar por enquanto com a implementação física do sistema.

Segundo Pressman (1995), a análise estruturada é uma técnica de modelagem do conteúdo e do fluxo de informação. Um sistema baseado em computador é representado como uma transformação de informação. A função global do sistema é representada como uma única transformação de informação, anotada como uma *bolha* na figura. Uma ou mais entradas, indicadas por setas rotuladas, originam-se de entidades externas, representadas como retângulos. A

entrada leva a transformação a produzir informações de saída (também representadas como setas rotuladas) que são passadas a outras entidades externas. Deve-se notar que o modelo pode ser aplicado a todo o sistema ou somente ao elemento software. A chave é representar a informação fornecida e produzida pela transformação.

Um diagrama de fluxo de dados (DFD) é uma técnica gráfica que descreve o fluxo de informação e as transformações que são aplicadas à medida que os dados se movimentam da entrada para a saída. Pode ser usado para representar um sistema ou software em qualquer nível de abstração, podendo ser divididos em partições de acordo com níveis que representem um crescente detalhamento funcional e do fluxo de informação.

Num DFD, um retângulo é usado para representar uma entidade externa e um círculo representa um processo ou transformação que é aplicado aos dados (ou ao controle) e que o modifica de alguma forma.

Segundo DeMarco (1989), *“quando um Diagrama de Fluxo de Dados está errado, isto fica evidente, demonstrável e indefensavelmente errado”*. Por isso, a aplicação da técnica de modelagem inicial do sistema via Diagrama de Fluxo de Dados foi adotada.

Da Figura 4 à Figura 8 são mostrados os vários DFDs do sistema.

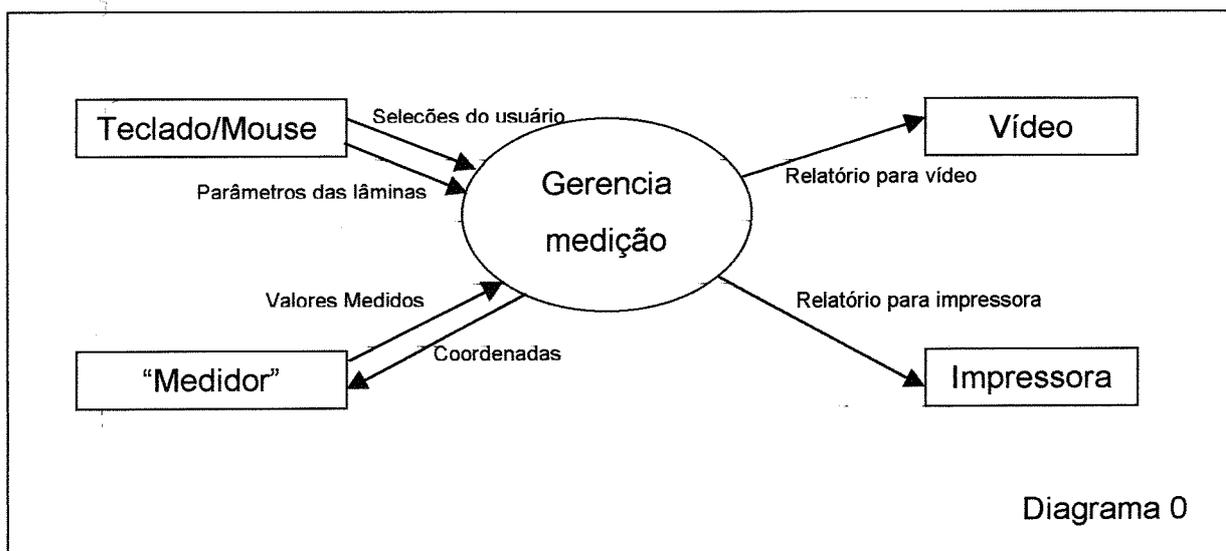


Figura 4: DFD do sistema - Diagrama 0

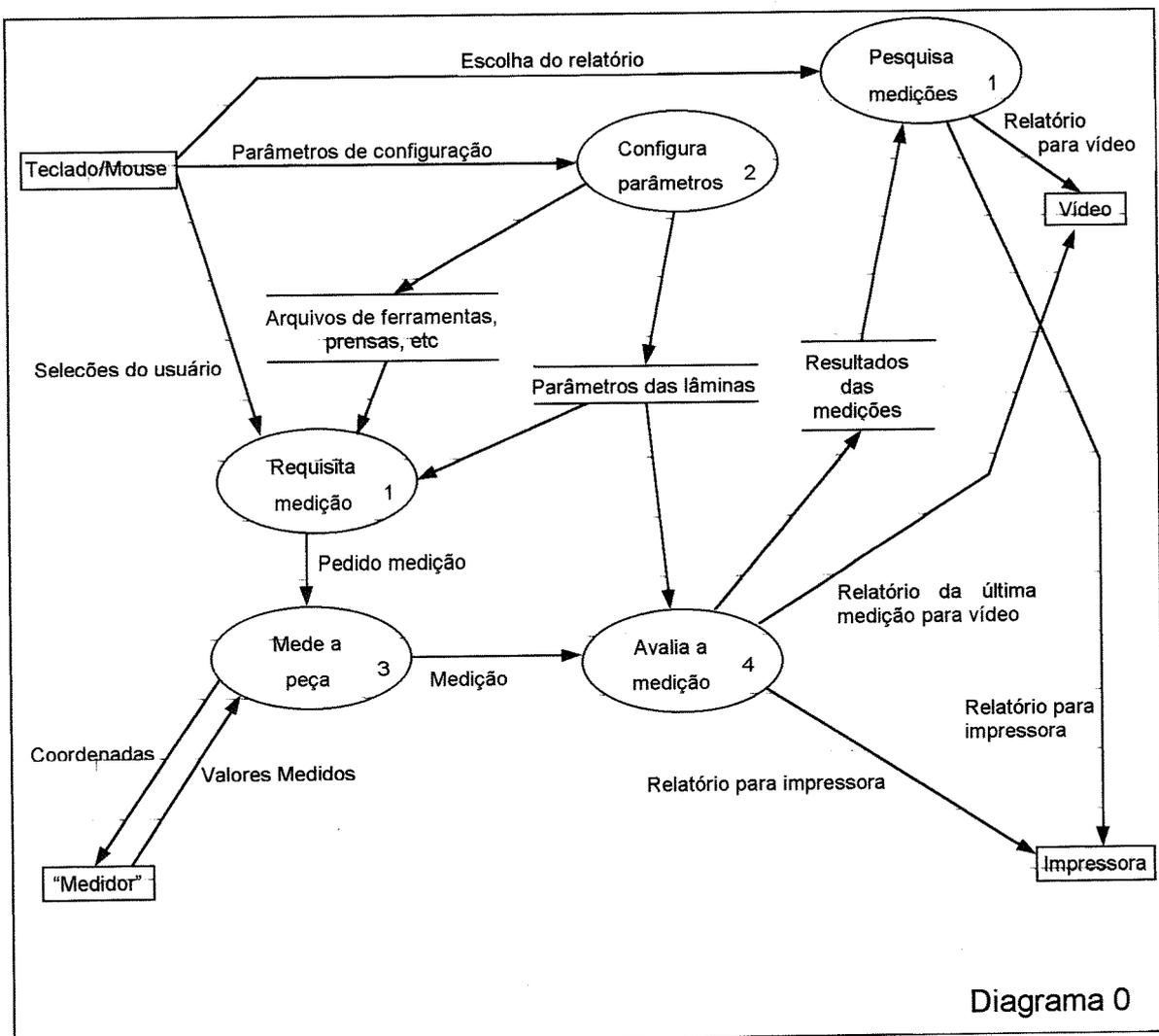


Diagrama 0

Figura 5: DFD do sistema - Diagrama 0 detalhado

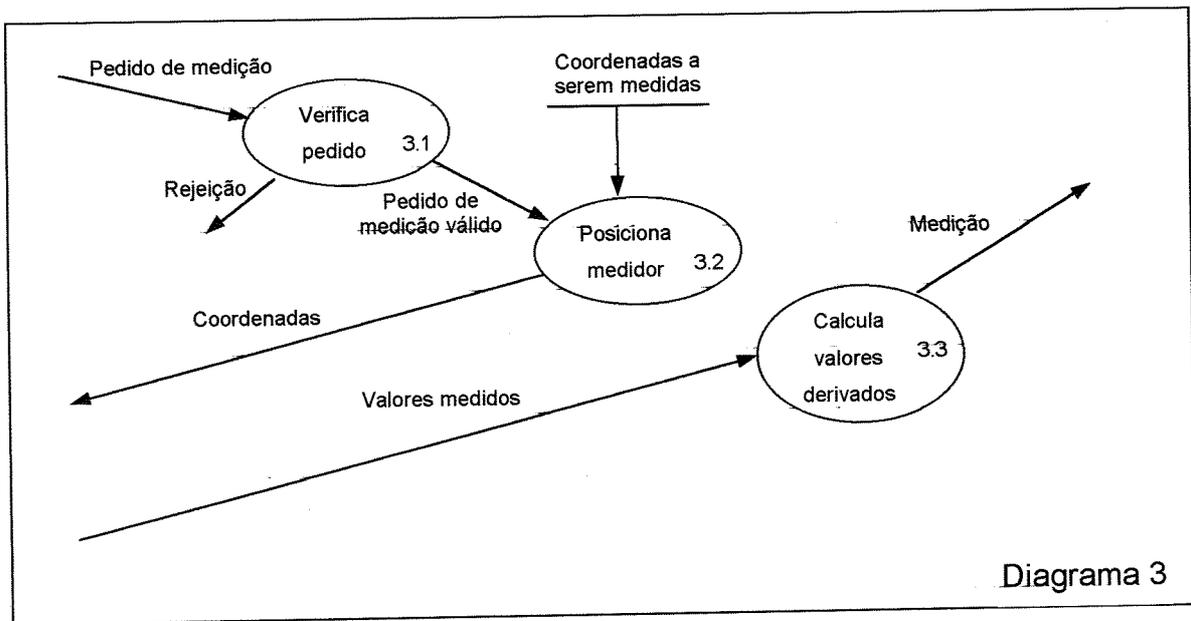


Diagrama 3

Figura 6: DFD do sistema - Diagrama 3

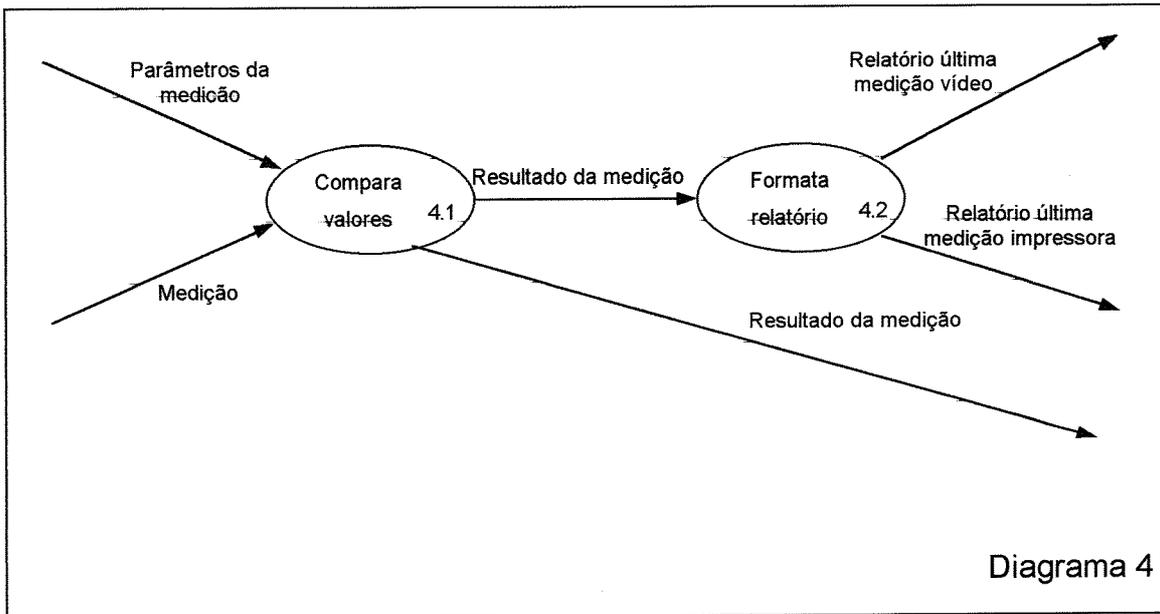


Figura 7: DFD do sistema - Diagrama 4

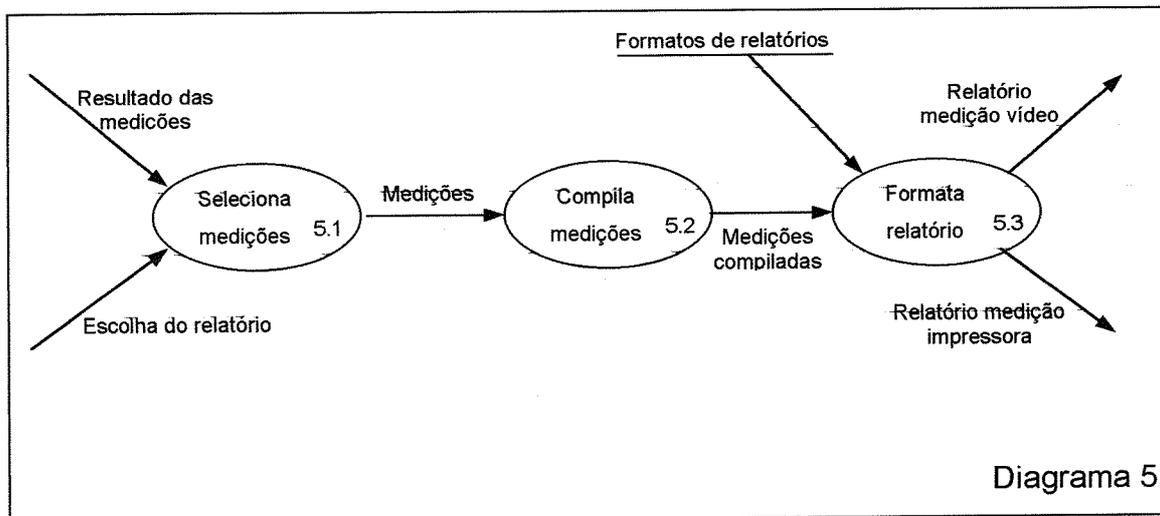


Figura 8: DFD do sistema - Diagrama 5

3.4 Miniespecificações para o DFD

Segundo DeMarco (1989), as *miniespecificações* são narrativas, descrição ou até mesmo um fluxograma das bolhas primitivas (ou seja, aquelas que não são descritas aprofundando-se o diagrama em mais um nível de detalhamento). Como regra proposta pelo autor, deve haver uma *miniespecificação* para cada bolha

DFD que não seja mais decomposta, isto é, para cada primitivo. *Miniespecificações* devem ser marcadas com o número da bolha relacionada.

A seguir listamos as *miniespecificações* das bolhas primitivas, com o número entre parêntesis significando o número da bolha no DFD.

3.4.1 Requisita medição (1)

Mostra ao usuário os tipos de lâminas cadastradas, assim como as ferramentas, materiais e prensas, permitindo que ele selecione a medição a ser feita. A partir da seleção do usuário, que especifica como será a medição, envia um pedido de medição.

3.4.2 Configura parâmetros (2)

Cadastra o código e descrição das ferramentas, prensas e materiais existentes, gravando nos arquivos apropriados. Cadastra os valores esperados e tolerâncias das características medidas nos vários tipos de lâminas.

3.4.3 Verifica pedido de medição (3.1)

Verifica se o pedido de medição é válido, ou seja, se existe um roteiro de medições para a lâmina selecionada.

3.4.4 Posiciona medidor (3.2)

A partir de um pedido de medição válido, que identifica um tipo de lâmina, instrui o medidor para quais pontos deve se deslocar e qual *feature* deve buscar identificar naquela posição.

3.4.5 Calcula valores derivados (3.3)

Recebe os valores medidos pelo medidor e calcula os valores derivados associados ao tipo de lâmina, como maior e menor diâmetro, diâmetro médio, etc.

3.4.6 Compara valores (4.1)

A partir dos parâmetros da lâmina sendo medida e das medições realizadas, compara os valores esperados com os medidos, tendo como saída o resultado da medição.

3.4.7 Formata relatório (4.2)

Formata para o vídeo ou para a impressora o relatório sobre a última medição efetuada.

3.4.8 Seleciona medições (5.1)

Dado um tipo de relatório que o usuário deseje, procura quais medições realizadas são necessárias para obter a informação desejada. Por exemplo, caso o usuário queira saber o resultado das medições efetuadas no último dia, serão buscadas no arquivo de resultados de medições todas as medições efetuadas no último dia.

3.4.9 Compila medições (5.2)

Recebe como entrada as medições necessárias para um dado relatório e fornece como saída o conjunto de dados necessários para esse relatório.

3.4.10 Formata relatório (5.3)

A partir dos dados já compilados para o relatório, formata os resultados para serem apresentados no vídeo ou na impressora.

3.5 Dicionário de Dados

Segundo DeMarco (1989), o dicionário de dados é uma parte integrante da Especificação Estruturada; sem ele, os Diagramas de Fluxo de Dados são apenas imagens bonitas que transmitem alguma idéia do que está acontecendo em um sistema. Só quando cada e qualquer elemento do DFD foi rigorosamente definido é que o conjunto todo pode constituir uma "especificação". O conjunto de definições precisas de todos os elementos do DFD está no Dicionário de Dados.

Convenções de definição:

- = significa É EQUIVALENTE A
- + significa E
- [] significa QUALQUER-OU; isto é, selecione uma das opções entre os colchetes
- {} significa ITERAÇÕES DE componente entre as chaves
- () significa que o componente entre os parênteses é opcional
- * textos entre asteriscos correspondem a textos explicando o conteúdo de um elemento do DFD

Pedido-de-medição = Código-lâmina

Coordenadas = Coordenada-X + Coordenada-Y + Feature-a-ser-identificada

Escolha-do-relatório = * tipo do relatório desejado *

Medição = [Medição-Rotor | Medição-Estator]

Medição-Rotor = Data-Medição + Ferramenta + Número-Magazine + Prensa + Material + Observações + {Lâminas-Rotor}

Lâminas-Rotor = Posição-Medição + Erro-Concentricidade + Diâmetro-Interno + Diâmetro-Externo + {Raios-Internos} + {Raios-Externos}

Raios-Internos = Posição-Raio + Valor-Raio

Raios-Externos = Posição-Raio + Valor-Raio

Medição-Estator = Data-Medição + Código-ferramenta + Número-Magazine + Código-prensa + Código-material + Observações + {Lâminas-Estator}

Lâminas-Estator = Posição-Medição + Erro-Circularidade + Erro-Concentricidade + Posição-X + Posição-Y + Maior-Diâmetro + Posição- Maior-Diâmetro + Menor-Diâmetro + Posição-Menor-Diâmetro + Diâmetro-Médio + Maior-Raio + Posição-Maior-Raio + Menor-Raio + Posição-Menor-Raio + {Raios-Internos}

Parâmetros-das-lâminas = [Parâmetros-lâminas-rotor | Parâmetros-lâminas-estator]

Parâmetros-lâminas-estator = Código-lâmina + Tolerância-positiva-Erro-Circularidade + Tolerância-negativa-Erro-Circularidade + Tolerância-positiva-

Erro-Concentricidade + Tolerância-negativa-Erro-Concentricidade + Diâmetro-Interno-Nominal + Tolerância-positiva-Diâmetro-Interno + Tolerância-negativa-Diâmetro-Interno + Tolerância-positiva-Posição-X + Tolerância-negativa-Posição-X + Tolerância-positiva-Posição-Y + Tolerância-negativa-Posição-Y + Frequência-de-medição + Número-de-Raios-Internos

Parâmetros-lâminas-rotor = Código-lâmina + Tolerância-positiva-Erro-Concentricidade + Tolerância-negativa-Erro-Concentricidade + Diâmetro-Interno-Nominal + Tolerância-positiva-Diâmetro-Interno + Tolerância-negativa-Diâmetro-Interno + Diâmetro-Externo-Nominal + Tolerância-positiva-Diâmetro-Externo + Tolerância-negativa-Diâmetro-Externo + Frequência-de-medição + Número-de-Raios-Internos + Número-de-Raios-Externos

Arquivos-de-ferramentas-prensas-materiais = [Ferramentas | Prensas | Materiais]

Ferramentas = Código-ferramenta + Descrição-Ferramenta + Data-última-afiação + Código-lâmina-rotor + Código-lâmina-estator

Prensas = Código-prensa + Descrição-prensa

Materiais = Código-material + Descrição-material + Fornecedor

Resultado-da-medição = Medição + Status

Status = [Aprovado | Rejeitado]

Medições-Compiladas = * Compilação dos dados de medições necessários para realizar um relatório específico *

3.6 Arquitetura do sistema proposto

A arquitetura proposta ao sistema está representada na Figura 9.

Com esta arquitetura, a máquina de medição VIEW passa a ser responsável unicamente pela execução das medições. A interação do usuário se dará unicamente com o PC colocado próximo à máquina, aproveitando-se todos os recursos de gráficos do PC para melhoria da ergonomia na relação com o usuário.

A arquitetura física do sistema está representada na Figura 10.

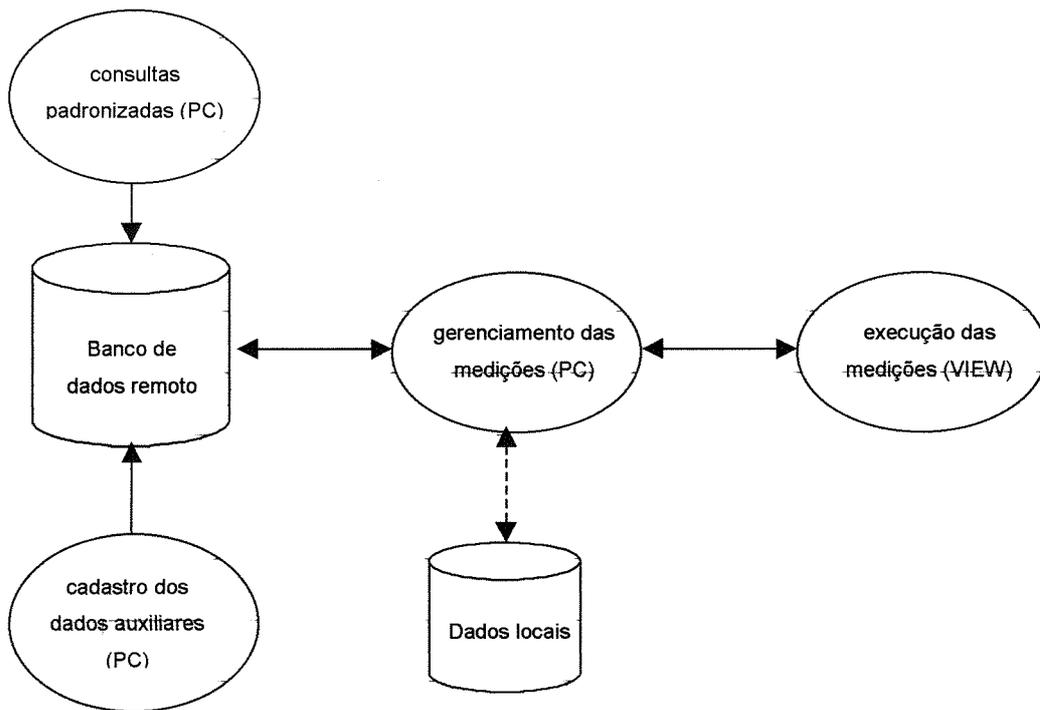


Figura 9: Arquitetura lógica do sistema

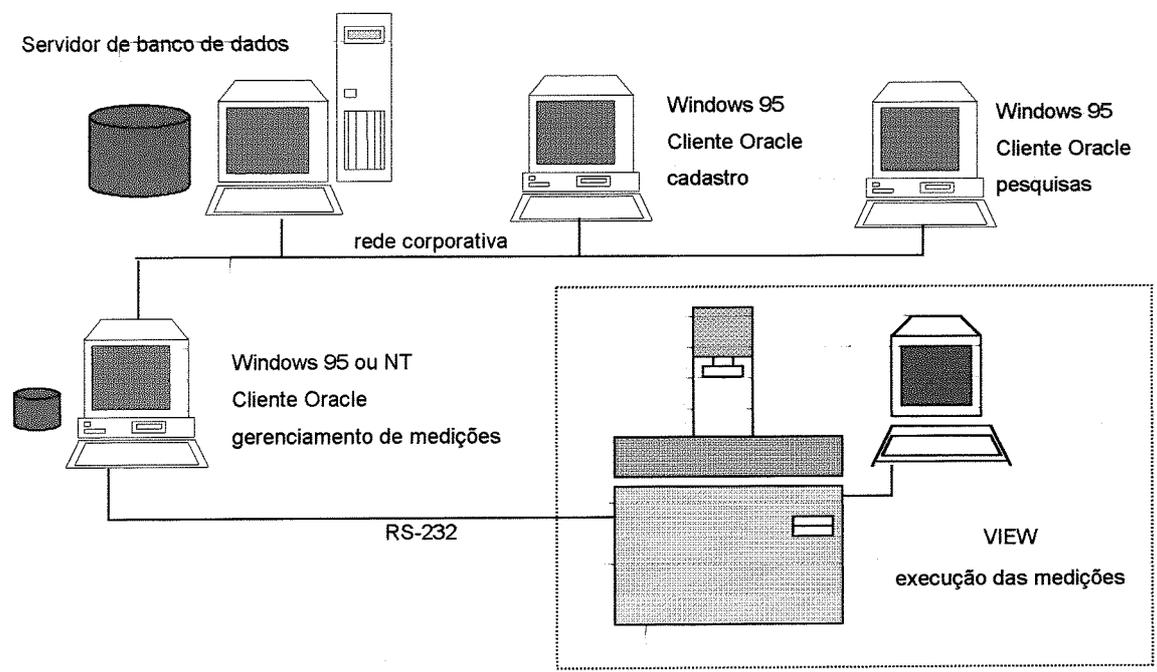


Figura 10: Arquitetura física do sistema

No servidor de banco de dados, disponível através da rede corporativa da Embraco serão armazenados todos os dados de cadastro de ferramentas, prensas, tipos de lâmina existentes assim como os resultados das medições efetuadas.

Os dados de cadastro poderão ser alterados com o uso do aplicativo de cadastro dos dados, que rodará em um PC com Windows 95. Esse aplicativo só poderá ser executado se o banco de dados estiver disponível via rede. A alteração poderá ser executada de qualquer ponto da rede da Embraco, desde que o usuário tenha a senha para alteração do banco de dados, permitindo que eventuais alterações que sejam feitas nas ferramentas, prensas, materiais, etc. sejam cadastradas e disponibilizadas imediatamente via rede.

O PC de gerenciamento de medições será capaz de acessar os dados cadastrados no banco de dados remoto, via rede corporativa, apresentando ao usuário uma interface amigável. Após a seleção dos parâmetros da medição, o aplicativo de gerenciamento de medições enviará à máquina de medições VIEW, por via de um cabo de comunicação serial, o roteiro de pontos a ser medido. Na prática, será enviado o nome do programa, previamente definido no VIEW, que contém o roteiro de pontos a serem medidos. Após a execução da medição, o aplicativo de gerenciamento de medições deverá apresentar ao usuário o resultado da medição realizada, permitindo a ele salvar essa medição no banco de dados, ou imprimi-la.

Convém notar que caso o banco de dados remoto não esteja acessível, ainda assim o sistema não pode parar. Para isso, será criada no PC que se comunica diretamente com a máquina de medição VIEW uma cópia dos dados de configuração. Da mesma forma, as medições efetuadas que não conseguirem serem salvas remotamente, deverão ser salvas num banco de dados local e posteriormente transferidas ao banco de dados remoto, tão logo a comunicação com ele seja reestabelecida.

A máquina de medição VIEW contém basicamente um programa mestre que fica esperando receber do PC o tipo de lâmina a ser medido. Recebendo essa informação, o programa mestre deve disparar o programa adequado para realizar essa medição. Para cada perfil de lâmina a ser medido, existe um programa correspondente. Após a medição, esses programas se encarregarão do envio dos dados para o PC e, em seguida, transferir o controle para o programa mestre, repetindo o ciclo. A codificação necessária na máquina de medição consiste no

programa mestre, que disparará o programa adequado para cada tipo de lâmina e na alteração nos programas já existentes, para redirecionar a saída para a porta serial, com o uso de um protocolo de comunicação definido em um capítulo por vir.

O aplicativo de pesquisas conterá pesquisas padronizadas que poderão ser feitas sobre as medições realizadas. Os dados obtidos poderão ser exportados para outro aplicativo Windows, como por exemplo, para o MS Excel para efetuar relatórios, gráficos ou quaisquer análises que o usuário julgar pertinentes. Convém notar que as medidas disponíveis para tais análises serão aquelas armazenadas no banco de dados remoto, ou seja, caso alguma medição tenha sido efetuada e armazenada no banco de dados local do PC gerenciador de medições, esta medição não estará disponível para consulta, até que ela seja transferida ao banco de dados remoto. As medições armazenadas no banco de dados remoto serão ali mantidas por um período de 3 meses, após o qual serão eliminadas. Esse período é considerado suficiente para fins de rastreabilidade.

Pelo fato que as medições efetuadas serem mantidas num banco de dados disponível via rede corporativa e estando os dados adequadamente estruturados, é possível ao usuário acessar os dados de qualquer ponto da rede corporativa, usando qualquer aplicativo que consiga acessar o banco de dados, desde que tenha a senha para isso. Isto torna possível efetuar análises personalizadas com o uso de ferramentas como o MS Query, por exemplo.

3.7 Conclusão

A criação de um sistema de *software* requer o uso de princípios de engenharia que possibilitem construí-lo de forma econômica e confiável e que funcione eficientemente em máquinas reais. Projetando o sistema com o uso de ferramentas já amplamente estudadas como o DFD, buscou-se alicerçar a implementação sobre uma base sólida, de forma a reduzir os eventuais custos de reorganização do sistema, oriundos de erros no projeto detectados tardiamente.

Buscou-se no projeto deste sistema satisfazer a todas as necessidades do usuário, tanto direto (operador da máquina) como indireto (engenheiros que utilizarão os dados das medições).

4 Projeto do banco de dados

4.1 Introdução

Segundo Pressman (1995), a engenharia de banco de dados (atividade que compreende a análise, projeto e criação de banco de dados) é uma disciplina técnica que é aplicada assim que o domínio da informação é definido. Portanto o papel do engenheiro de sistemas é definir as informações a serem contidas no banco de dados, os tipos de pesquisas (*queries*) a serem submetidos a processamento, a maneira pela qual os dados serão acessados e a capacidade do banco de dados.

4.2 Especificação do banco de dados

O banco de dados necessário ao sistema pode ser dividido basicamente em dois: uma parte de configuração do sistema, com definições sobre os parâmetros das medições, cotas nominais e tolerâncias; e a outra parte deve ser estruturada para receber os resultados das medições e salvá-los de forma organizada, numa estrutura adequada para tal fim.

O servidor de banco de dados remoto utilizado foi o Oracle 7.3, já que ele é o banco de dados disponível no servidor da Embraco. Sua escolha baseia-se muito em sua robustez, confiabilidade e desempenho.

Um diagrama do banco de dados do sistema está disponível no anexo 3. No anexo 4 está incluída uma listagem das chaves estrangeiras utilizadas e no anexo 5 estão listados os índices utilizados para melhorar a performance das pesquisas.

Na definição das tabelas, feita nos quadros a seguir, utiliza-se as seguintes convenções:

- na parte superior de cada quadro encontra-se em **negrito** o nome da tabela usado nos comandos SQL enviados ao banco;
- os tipos de dados referem-se ao sistema de banco de dados usado (Oracle 7.3);
- nomes de campos em **negrito** indicam campos pertencentes à *chave primária* da tabela;

- nomes de campos em *itálico* indicam campos que são *unique*, ou seja, que não podem ter o valor repetido na tabela.
- a coluna “Nulo” indica se o campo pode assumir o valor *NULL*.

Também foram utilizadas algumas convenções ao dar nomes às colunas das tabelas em questão. Essas convenções são padronizações adotadas na empresa *HarboR Informática Industrial* de forma a dar mais consistência e legibilidade no projeto de banco de dados. Uma das convenções adotadas é iniciar todo nome de coluna por dois caracteres que indicam o tipo de coluna seguido do caractere “sublinhado” (“_”) e o nome da coluna propriamente dita (que deve ser suficientemente descritivo). Esses prefixos são:

- ID – permite identificar unicamente uma linha, usada como chave primária da tabela, ou associar uma linha de outra tabela, sendo usada como chave estrangeira. Por exemplo: *ID_FERRAMENTA* é a chave primária da tabela *FERRAMENTAS*, ou seja, é possível encontrar na tabela *FERRAMENTAS* uma única linha com esse código. Geralmente as chaves primárias são geradas via *triggers* (subrotinas programadas pelo usuário, chamadas automaticamente pelo servidor de banco de dados – foram usadas para colocar números seqüenciais não repetidos na coluna de chave primária), para evitar que o usuário inadvertidamente provoque uma inconsistência no banco de dados.
- CD – código similar ao ID, mas entrado pelo usuário. Nem sempre é único em uma tabela, para evitar erros de inconsistência no banco. Por exemplo, quando são testados novos materiais para fabricação de lâminas, eles ainda não possuem um código interno na Embraco, sendo utilizado um código de material já existente. Desta forma, dois materiais responderiam pelo mesmo código. Entretanto, como é utilizado o identificador do material (*ID_MATERIAL*) e não o código do material (*CD_MATERIAL*), os relacionamentos feitos no banco de dados via chave estrangeira continuam válidos, sendo perfeitamente possível diferenciar qual lâmina foi fabricada por qual material. Este problema de duplicidade de código é um problema já conhecido dos engenheiros que lá trabalham, mas ainda não foi tomada nenhuma providência para corrigir tal disfunção. Desta forma, o processo teve de ser modelado tal como é atualmente. Quando este problema for corrigido, o sistema de banco de dados projetado facilmente acomodará a solução ideal, com códigos únicos na tabela.

- DE – contém a descrição de um elemento. Por exemplo, uma ferramenta de código (CD_FERRAMENTA) “FV101” poderia ter uma descrição (DE_FERRAMENTA) “Ferramenta simples – estator/rotor perfil V”.
- VL – usado para armazenar um valor numérico ou alfanumérico, que não mantém nenhuma relação especial com a estrutura do banco de dados, sendo apenas um dado a ser guardado. Por exemplo, na tabela PERFISLAMINASROTOR temos a coluna VL_DIAMETROINTNOMINAL que armazena o diâmetro interno nominal de uma lâmina de rotor de um dado tipo. Esse valor poderia ser, por exemplo: 63,020.
- DH – usado para armazenar a data e a hora de algo. Por exemplo, DH_MEDICAO, na tabela MEDICOESESTATOR, guarda a data e hora em que foi efetuada uma medicao. A data e a hora são armazenadas sem formatação específica dentro do banco de dados, podendo depois serem formatadas conforme o desejado para apresentação ao usuário. Nesses campos foram tomadas precauções para evitar problemas com o *bug* do milênio.
- IC – usado como *flag* para guardar o status de algo. Por exemplo, na tabela MEDICOESESTATOR, a coluna IC_STATUS pode conter o valor “P” se a medição foi aprovada, “F” se a medição foi reprovada e “U” se foi aprovada pelo usuário.

4.3 Especificação das tabelas de configuração do sistema

As tabelas de configuração do sistema são aquelas que definem os parâmetros das medições a serem realizadas.

A tabela FERRAMENTAS, com estrutura listada na Tabela 1, contém as ferramentas cadastradas usadas para a fabricação das lâminas.

Tabela 1: Tabela FERRAMENTAS

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_ferramenta</i> | number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente uma ferramenta. Numeração automática através de trigger. |
| <i>Cd_ferramenta</i> | varchar2 | 10 | Não | Código da ferramenta que será mostrado no combo de seleção de ferramentas. |
| <i>de_ferramenta</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição da ferramenta |
| <i>vl_numeromagazines</i> | number | 1 | Sim | Número de magazines da ferramenta. Caso ela só tenha 1 magazine, pode ser deixado em branco (nulo) |

A tabela FERRAMENTAPERFISROTOR (Tabela 2) contém os perfis de lâminas de rotor que podem ser fabricados por uma dada ferramenta. Uma ferramenta pode fabricar mais de um perfil de lâmina de rotor e um perfil de lâmina de rotor pode ser fabricado por mais de uma ferramenta.

Tabela 2: Tabela FERRAMENTAPERFISROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_ferramenta</i> | Number | - | Não | Código da ferramenta. |
| <i>id_perfillaminarotor</i> | Number | - | Não | Código do perfil de lâmina de rotor que pode ser fabricado pela ferramenta. |

A tabela FERRAMENTAPERFISESTATOR (Tabela 3) contém os perfis de lâminas de estator que podem ser fabricados por uma dada ferramenta. Uma ferramenta pode fabricar mais de um perfil de lâmina de estator e um perfil de lâmina de estator pode ser fabricado por mais de uma ferramenta.

Tabela 3: Tabela FERRAMENTAPERFISESTATOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|--------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_ferramenta</i> | Number | - | Não | Código da ferramenta. |
| <i>id_perfillaminaestator</i> | Number | - | Não | Código do perfil de lâmina de estator que pode ser fabricado pela ferramenta. |

A tabela MATERIAIS (Tabela 4) contém os materiais que são utilizados para fabricar as lâminas.

Tabela 4: Tabela MATERIAIS

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|-----------------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| <i>id_material</i> | number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente um material. Numeração automática através de trigger. |
| <i>cd_material</i> | varchar2 | 10 | Não | Código do material |
| <i>de_material</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição do material |
| <i>vl_fornecedor</i> | varchar2 | 30 | Sim | Nome do fornecedor do material |

A tabela PERFISLAMINASESTATOR (Tabela 5) mantém os perfis de lâminas de estator cadastrados. Convém aqui uma explicação entre a diferença

entre perfil de lâmina e tipo de lâmina. Um perfil de lâmina define um formato de lâmina, ou seja, suas dimensões geométricas e tolerâncias. Já um tipo de lâmina é definido por um perfil, ou seja, um formato, e um material utilizado para sua fabricação. Desta forma, mais de um tipo de lâmina pode ter o mesmo formato geométrico (o que significa que pode ser medida pelo mesmo programa), mas serem fabricadas com materiais diferentes (o que significa que o seu código de produto é diferente).

Tabela 5: Tabela PERFISLAMINASESTATOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_perfillaminaestator</i> | number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente um perfil de lâmina de estator. Numeração automática através de trigger. |
| <i>cd_perfillaminaestator</i> | varchar2 | 10 | Não | Código do perfil de lâmina de estator |
| <i>de_perfillaminaestator</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição para o perfil de lâmina de estator. |
| <i>vl_nomeprograma</i> | varchar2 | 10 | Não | Nome do programa utilizado na máquina de medição VIEW para medir esse perfil de lâmina. |
| <i>vl_tolposerrocircul</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para o erro de circularidade, ou seja, quando o erro de circularidade for: <i>erro de circularidade < vl_tolposerrocircul</i> a lâmina esta dentro dos padrões esperados |
| <i>vl_tolnegerrocircul</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para o erro de circularidade, ou seja, quando o erro de circularidade for: <i>erro de circularidade < vl_tolnegerrocircul</i> a lâmina esta dentro dos padrões esperados |
| <i>vl_tolposerroconc</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para o erro de concentricidade |
| <i>vl_tolnegerroconc</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para o erro de concentricidade |
| <i>vl_diametrointnominal</i> | Number | 6,3 | Não | Diâmetro interno nominal da lâmina |
| <i>vl_tolposdiamint</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para o diâmetro interno |
| <i>vl_tolnegdiamint</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para o diâmetro interno |
| <i>vl_tolposx</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para a coordenada X do erro de concentricidade |
| <i>vl_tolnegx</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para a coordenada X do erro de concentricidade |
| <i>vl_tolposy</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para a coordenada Y do erro de concentricidade |
| <i>vl_tolnegy</i> | Number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para a coordenada Y do erro de concentricidade |
| <i>vl_numraiosinternos</i> | Number | 2 | Não | Número de raios internos medidos por lâmina |
| <i>vl_numraiosporranhura</i> | Number | 1 | Não | Número de raios internos medidos por "ranhura" |
| <i>vl_mensagem</i> | varchar2 | 100 | Sim | Mensagem de posicionamento da lâmina que aparece antes de iniciar a medição propriamente dita |

A tabela PERFISLAMINASROTOR (Tabela 6) mantém os perfis de lâminas de estator cadastrados. Para ver a diferença entre perfil de lâmina e tipo de lâmina, consulte os comentários à tabela PERFISLAMINASESTATOR.

Tabela 6: Tabela PERFISLAMINASROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_perfillaminarotor</i> | number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente um perfil de lâmina de rotor. Numeração automática através de trigger. |
| <i>cd_perfillaminarotor</i> | varchar2 | 10 | Não | Código do perfil de lâmina de rotor |
| <i>de_perfillaminarotor</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição para o perfil de lâmina de rotor. |
| <i>vl_nomeprograma</i> | varchar2 | 10 | Não | Nome do programa utilizado na máquina de medição VIEW para medir esse perfil de lâmina. |
| <i>vl_diametrointnominal</i> | number | 6,3 | Não | Diâmetro interno nominal da lâmina |
| <i>vl_tolposdiamint</i> | number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para o diâmetro interno |
| <i>vl_tolnegdiamint</i> | number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para o diâmetro interno |
| <i>vl_diametroextnominal</i> | number | 6,3 | Não | Diâmetro externo nominal da lâmina |
| <i>vl_tolposdiamext</i> | number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para o diâmetro externo |
| <i>vl_tolnegdiamext</i> | number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para o diâmetro externo |
| <i>vl_tolposerroconc</i> | number | 6,3 | Não | Tolerância positiva para o erro de concentricidade |
| <i>vl_tolnegerroconc</i> | number | 6,3 | Não | Tolerância negativa para o erro de concentricidade |
| <i>vl_numraiosinternos</i> | number | 2 | Não | Número de raios internos medidos por lâmina |
| <i>vl_numraiosexternos</i> | number | 2 | Não | Número de raios externos medidos por lâmina |
| <i>vl_mensagem</i> | varchar2 | 100 | Sim | Mensagem de posicionamento da lâmina que aparece antes de iniciar a medição propriamente dita |

A Tabela PRENSAS (Tabela 7) contém as prensas onde as lâminas podem ser fabricadas.

Tabela 7: Tabela PRENSAS

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|----------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_prensa</i> | number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente uma prensa. Numeração automática através de trigger. |
| <i>cd_prensa</i> | varchar2 | 10 | Não | Código da prensa |
| <i>de_prensa</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição da prensa |

A tabela TIPOSLAMINASESTATOR (Tabela 8) contém os tipos de lâminas de estator fabricadas. Convém observar que a coluna *cd_tipolaminaestator*

foi deixada sem a obrigatoriedade de ser *unique* (única) devido a existência de tipos de lâminas diferentes com o mesmo código de produto.

Tabela 8: Tabela TIPOSLAMINASESTATOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_tipolaminaestator</i> | Number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente um tipo de lâmina de estator. Numeração automática através de trigger. |
| <i>cd_tipolaminaestator</i> | varchar2 | 10 | Não | Código da lâmina de estator |
| <i>de_tipolaminaestator</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição da lâmina de estator |
| <i>vl_frequenciamedicao</i> | varchar2 | 50 | Não | Frequência com que este tipo de lâmina deve ser medida |
| <i>id_material</i> | Number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela MATERIAIS. Identifica o material usado para fabricar a lâmina. |
| <i>id_perfillaminaestator</i> | Number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela PERFISLAMINASESTATOR. Identifica o perfil (formato) da lâmina. |

A tabela TIPOSLAMINASROTOR (Tabela 9) contém os tipos de lâminas de rotor fabricadas. Convém observar que a coluna *cd_tipolaminarotor* foi deixada sem a obrigatoriedade de ser *unique* devido a existência de tipos de lâminas diferentes com o mesmo código de produto.

Tabela 9: Tabela TIPOSLAMINASROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|----------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_tipolaminarotor</i> | Number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente um tipo de lâmina de rotor. Numeração automática através de trigger. |
| <i>cd_tipolaminarotor</i> | varchar2 | 10 | Não | Código da lâmina de rotor |
| <i>de_tipolaminarotor</i> | varchar2 | 30 | Não | Descrição da lâmina de rotor |
| <i>vl_frequenciamedicao</i> | varchar2 | 50 | Não | Frequência com que este tipo de lâmina deve ser medida |
| <i>id_material</i> | Number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela MATERIAIS. Identifica o material usado para fabricar a lâmina. |
| <i>id_perfillaminarotor</i> | Number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela PERFISLAMINASROTOR. Identifica o perfil (formato) da lâmina. |

4.4 Especificação das tabelas que armazenam resultados de medições

Essas tabelas conterão muito mais registros que as tabelas de configuração e deverão ser limpadas periodicamente para manter seu tamanho controlado.

A tabela LAMINASESTATOR (Tabela 10) contém os resultados das medições das lâminas de estator. Cada lâmina de estator foi medida numa medição de estator. Essas medições estão dentro da tabela MEDICOESESTATOR.

Tabela 10: Tabela LAMINASESTATOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| <i>id_laminaestator</i> | Number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente uma lâmina de estator. Numeração automática através de trigger. |
| id_medicaoestator | Number | - | Não | Chave estrangeira que identifica em qual medição uma dada lâmina foi medida. |
| id_posicaomedicao | Number | 1 | Não | Identifica a posição da lâmina na medição. |
| vl_errocircularidade | Number | 6,3 | Não | Erro de circularidade medido na lâmina |
| vl_erroconcentricidade | Number | 6,3 | Não | Erro de concentricidade medido na lâmina |
| vl_posx | Number | 6,3 | Não | Valor da coordenada X do erro de concentricidade |
| vl_posy | Number | 6,3 | Não | Valor da coordenada Y do erro de concentricidade |
| vl_maiordiametro | Number | 6,3 | Não | Valor do maior diâmetro interno medido |
| vl_posmaiordiametro | Number | 6,3 | Não | Posição na lâmina do maior diâmetro interno medido |
| vl_menordiametro | Number | 6,3 | Não | Valor do menor diâmetro interno medido |
| vl_posmenordiametro | Number | 6,3 | Não | Posição na lâmina do menor diâmetro interno medido |
| vl_diametromedio | Number | 6,3 | Não | Valor do diâmetro interno médio da lâmina |
| vl_maiorraio | Number | 6,3 | Não | Valor do maior raio interno medido |
| vl_posmaiorraio | Number | 6,3 | Não | Posição na lâmina do maior raio interno medido |
| vl_menorraio | Number | 6,3 | Não | Valor do menor raio interno medido |
| vl_posmenorraio | Number | 6,3 | Não | Posição na lâmina do menor raio interno medido |
| ic_status | Varchar2 | 1 | Não | Status da lâmina, Pode ser "P", quando ela estiver dentro dos vaores especificados ou "F", quando ela estiver fora. |

A tabela LAMINASROTOR (Tabela 11) contém os resultados das medições das lâminas de rotor. Cada lâmina de rotor foi medida numa medição de rotor. Essas medições estão dentro da tabela MEDICOESROTOR.

Tabela 11: Tabela LAMINASROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| id_laminarotor | number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente uma lâmina de rotor. Numeração automática através de trigger. |
| id_medicaorotor | Number | - | Não | Chave estrangeira que identifica em qual medição uma dada lâmina foi medida. |
| id_posicaomedicao | number | 1 | Não | Identifica a posição da lâmina na medição. |
| vl_erroconcentricidade | number | 6,3 | Não | Erro de concentricidade medido na lâmina |
| vl_diametroint | number | 6,3 | Não | Diâmetro interno medido na lâmina |
| vl_diametroext | number | 6,3 | Não | Diâmetro externo medido na lâmina |
| ic_status | varchar2 | 1 | Não | Status da lâmina, Pode ser "P", quando ela estiver dentro dos valores especificados ou "F", quando ela estiver fora. |

A tabela MEDICOESESTATOR (Tabela 12) contém os parâmetros informados pelo usuário sobre uma medição de lâminas de estator, além do tipo da lâmina medida, data e hora de medição e *status* da medição.

Tabela 12: Tabela MEDICOESESTATOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|---------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| id_medicaorestator | Number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente uma medição de estator. Numeração automática através de trigger. |
| dh_medicao | Date | - | Não | Data e hora em que foi feita a medição |
| id_tipolaminaestator | Number | - | Não | Tipo de lâmina de estator medida. Um tipo de lâmina inclui o perfil dela e o material em que foi feita. Chave estrangeira que aponta para a tabela TIPOSLAMINASESTATOR |
| id_ferramenta | Number | - | Não | Ferramenta onde foram fabricadas as lâminas. Chave estrangeira que aponta para a tabela FERRAMENTAS. |
| id_magazine | Number | 1 | Sim | Magazine da ferramenta onde foram produzidas as lâminas |
| id_prensa | number | - | Não | Prensa onde foram fabricadas as lâminas. Chave estrangeira que aponta para a tabela PRENSAS. |
| vl_observacao | varchar2 | 30 | Sim | Campo utilizado para guardar qualquer observação que o operador tenha achado necessária. |
| ic_status | varchar2 | 1 | Não | Status da medição. Pode ser "P", caso todas as lâminas estejam dentro da tolerância das cotas nominais; "U" caso ao menos uma lâmina esteja fora da tolerância, mas o usuário queira aprovar a medição ainda assim; e "F" caso as lâminas tenham sido rejeitadas por estarem fora da tolerância aceita. |

A tabela MEDICOESROTOR (Tabela 13) contém os parâmetros informados pelo usuário sobre uma medição de lâminas de rotor, além do tipo da lâmina medida, data e hora de medição e status da medição.

Tabela 13: Tabela MEDICOESROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|------------------------|-------------|-------------|-------------|---|
| id_medicaorotor | Number | - | Não | Código interno usado para identificar unicamente uma medição de rotor. Numeração automática através de trigger. |
| dh_medicao | Date | - | Não | Data e hora em que foi feita a medição |
| id_tipolaminarotor | Number | - | Não | Tipo de lâmina de estator medida. Um tipo de lâmina inclui o perfil dela e o material em que foi feita. Chave estrangeira que aponta para a tabela TIPOSLAMINASROTOR |
| id_ferramenta | Number | - | Não | Ferramenta onde foram fabricadas as lâminas. Chave estrangeira que aponta para a tabela FERRAMENTAS. |
| id_magazine | Number | 1 | Sim | Magazine da ferramenta onde foram produzidas as lâminas |
| id_prensa | number | - | Não | Prensa onde foram fabricadas as lâminas. Chave estrangeira que aponta para a tabela PRENSAS. |
| vl_observacao | varchar2 | 30 | Sim | Campo utilizado para guardar qualquer observação que o operador tenha achado necessária. |
| ic_status | varchar2 | 1 | Não | Status da medição. Pode ser "P", caso todas as lâminas estejam dentro da tolerância das cotas nominais; "U" caso ao menos uma lâmina esteja fora da tolerância, mas o usuário queira aprovar a medição ainda assim; e "F" caso as lâminas tenham sido rejeitadas por estarem fora da tolerância aceita. |

Na tabela RAIOSEXTERNOSROTOR (Tabela 14) são gravados os raios externos medidos em uma lâmina de rotor.

Tabela 14: Tabela RAIOSEXTERNOSROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| id_laminarotor | number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela LAMINASROTOR. Identifica a que lâmina medida pertence um dado raio. |
| id_posicaoraio | number | 2 | Não | Posição do raio na lâmina |
| vl_raio | number | 6,3 | Não | Valor do raio medido |

Na tabela RAIOSINTERNOSESTATOR (Tabela 15) são gravados os raios internos medidos em uma lâmina de estator.

Tabela 15: Tabela RAIOSINTERNOSESTATOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|-------------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| <i>id_laminaestator</i> | number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela LAMINASESTATOR. Identifica a que lâmina medida pertence um dado raio. |
| <i>id_posicaoraio</i> | number | 2 | Não | Posição do raio na lâmina |
| <i>vl_raio</i> | number | 6,3 | Não | Valor do raio medido |

Na tabela RAIOSINTERNOSROTOR (Tabela 16) são gravados os raios internos medidos em uma lâmina de rotor.

Tabela 16: Tabela RAIOSINTERNOSROTOR

| <i>Nome do campo</i> | <i>Tipo</i> | <i>Tam.</i> | <i>Nulo</i> | <i>Descrição</i> |
|-----------------------|-------------|-------------|-------------|--|
| <i>id_laminarotor</i> | number | - | Não | Chave estrangeira que aponta para a tabela LAMINASROTOR. Identifica a que lâmina medida pertence um dado raio. |
| <i>id_posicaoraio</i> | number | 2 | Não | Posição do raio na lâmina |
| <i>vl_raio</i> | number | 6,3 | Não | Valor do raio medido |

4.5 O banco de dados local

O software no PC trabalha com um banco de dados remoto, que utiliza Oracle e é acessado via rede corporativa, e um banco de dados local, utilizando as mesmas rotinas do software *Microsoft Access*. Quando o programa é iniciado, tenta conectar-se ao banco remoto. Caso isso seja possível, uma cópia dos dados de configuração do sistema (como prensas, ferramentas e tipos de lâminas cadastradas) é feita, gravando-se esses dados num banco de dados local (arquivo *param.mdb* no diretório default, onde foi rodado o programa). Também é criada uma cópia desse arquivo (*fparam.mdb*) cada vez que uma atualização do arquivo local que contem esses parâmetros é feita com sucesso. Essa cópia será utilizada caso o arquivo *param.mdb* venha a ser corrompido.

Caso a conexão com o banco de dados remoto não seja possível quando o aplicativo de gerenciamento de medições é iniciado, verifica-se a existência do arquivo *param.mdb*. Se ele existir (ou seja, uma cópia dos parâmetros de configuração existe), o programa passa a rodar trabalhando somente com os dados

existentes localmente. Caso contrário o programa é encerrado. Na verdade, os dados de configuração utilizados sempre serão aqueles armazenados localmente, sendo estes atualizados cada vez que: o usuário forçar uma atualização; a cada 24 horas; após uma perda de conexão com o banco de dados remoto e reconexão automática posterior. O fato de sempre se usar os dados gravados localmente é feito já que uma tentativa frustrada de conexão com o banco de dados remoto pode demorar cerca de um minuto, e por ser um sistema que roda no chão de fábrica, agilidade é um fator essencial.

O sistema é capaz de trabalhar indefinidamente sem contato com o banco de dados remoto, limitado apenas pela capacidade física de armazenamento do disco local. Vale lembrar que os dados de configuração utilizados localmente podem estar desatualizados, já que correspondem aos dados encontrados no banco de dados remoto durante a última atualização possível. Isso significa que, por exemplo, uma nova ferramenta que tenha sido cadastrada no banco de dados remoto não existirá no banco de dados local.

Enquanto o sistema estiver conectado com o banco de dados remoto, os resultados de medições serão salvos nele. Caso o sistema venha a perder a conexão com o banco de dados remoto, os resultados de medição serão gravados localmente, no arquivo *med.mdb*. É dada a oportunidade do usuário tentar reconectar com o banco de dados remoto, através do botão "Conecta", existente na janela principal do aplicativo de gerenciamento de medições, mas isso normalmente não é necessário, já que uma reconexão com o banco de dados remoto é tentada a cada 15 minutos. Uma tentativa de reconexão pode demorar cerca de um minuto.

Quando o sistema consegue reconectar com o banco de dados remoto, as medições gravadas localmente, se existirem, são enviadas ao banco remoto, com o uso de transações, ou seja, os dados de uma medição só serão gravados na íntegra – caso ocorra a queda da conexão durante o envio destes, nada será salvo no banco remoto ou apagado do banco local.

4.6 Conclusão

Este capítulo preocupou-se com a especificação do banco de dados utilizado pelo sistema, que é uma peça essencial no funcionamento global dele.

No projeto do banco de dados, utilizou-se de recursos do servidor de banco de dados Oracle que não necessariamente estão disponíveis em outros sistemas de banco de dados. Entretanto, procurou-se ao máximo manter o projeto dentro dos padrões internacionais, como o uso da DDL (*Data Definition Language*) e para a criação das tabelas, chaves primárias, chaves estrangeiras, *triggers* e índices e o uso de SQL (*Structured Query Language*) para a geração de consultas ao banco de dados. Entretanto o fator portabilidade não chega a ser crítico nesse sistema.

5 A comunicação com a máquina de medição VIEW

5.1 Introdução

A máquina de medição VIEW é uma máquina programável, mas que não possui interface ergonomicamente adequada. Desta forma optou-se por efetuar a parte de interface com o usuário em um PC rodando o ambiente Windows 95. Porém a medição propriamente dita tem que ser efetuada na máquina VIEW. Desta forma, para comunicar a máquina VIEW com o PC, a única forma disponível é através de cabo de comunicação serial, utilizando-se o padrão RS-232. Para garantir confiabilidade no sistema e integridade dos dados transmitidos, especificou-se um protocolo com checagem de erros que foi implementado tanto na máquina VIEW como no PC. Infelizmente durante a implementação notou-se algumas inconsistências no comportamento da máquina VIEW em relação à documentação, como por exemplo o não reconhecimento de certos caracteres do código ASCII, o que motivou algumas alterações na especificação inicial do protocolo. Isso, entretanto não comprometeu o resultado final do protocolo que demonstrou ser suficientemente robusto para o ambiente em que se aplicava.

O protocolo de comunicação utilizado faz uso de quadros (*frames*) e espera sempre que o receptor envie de volta um quadro de reconhecimento (*acknowledge*) ou não do último quadro recebido. Para checagem de erros de transmissão, é utilizado o método de *Cyclic Redundance Check* (CRC), com 8 bits de tamanho.

5.2 Descrição do protocolo

O protocolo especificado inspirou-se no protocolo de janela deslizante de um bit, encontrado em Tanenbaum (1996), mas foi simplificado para acomodar-se ao tamanho do problema em questão. Segundo esse autor, a essência de todos os protocolos de janelas deslizantes é que, em qualquer instante de tempo, o transmissor mantém uma lista de números de seqüência consecutivos correspondente aos quadros que lhe são permitidos enviar. Esses quadros se incluem na janela de transmissão. De modo semelhante, o receptor igualmente mantém uma janela de recepção, correspondendo aos quadros que lhe é permitido

aceitar. Uma discussão com mais detalhes sobre a especificação desse protocolo, bem como o modelo deste, utilizando Máquina Finita de Estados e Rede de Petri pode ser encontrado no livro supracitado.

Utilizou-se de dois tipos de quadros: os quadros de dados e os quadros de controle. Os quadros de dados são aqueles que portam de forma organizada os dados entre o PC e a máquina de medição VIEW e vice-versa. Os quadros de controle têm o propósito de efetuar o controle do fluxo de dados, sinalizando o recebimento ou não dos dados sem erros na transmissão.

Para checagem de erros, utilizou-se o método CRC, sigla de *Cyclic Redundance Check*. Devido a limitações na programação da máquina de medição VIEW, optou-se por utilizar um campo de verificação do quadro, com o método CRC, de tamanho igual a 1 byte.

O método CRC, segundo Alves (1991), consiste na divisão de todos os bits serializados do quadro por um valor binário constante. O quociente é desprezado e o resto desta operação será o caractere de verificação que será transmitido no final do quadro. A estação receptora recalcula o caractere usando a mesma técnica e verifica se os CRCs são iguais, o que origina a resposta de aceitação ou não do bloco de mensagem.

Segundo Tanenbaum (1996), o código CRC pode também ser chamado de código polinomial, sendo baseado no tratamento de *strings* de bits como representações de polinômios com coeficientes iguais a 0 e 1 apenas. Um quadro de k bits é considerado como a lista de coeficientes para um polinômio com k termos, variando de x^{k-1} a x^0 . De tal polinômio se diz ser de grau $k-1$. O bit de mais alta ordem (mais à esquerda) é o coeficiente de x^{k-1} ; o bit seguinte é o coeficiente de x^{k-2} e assim por diante. Por exemplo, 110001 tem 6 bits e portanto representa um polinômio de seis termos com os coeficientes 1,1,0,0,0 e 1: $x^5 + x^4 + x^0$.

A aritmética polinomial é feita em módulo 2, de acordo com as regras de teoria de campo algébrico. Não existem transportes para a adição ou empréstimos para a subtração. Tanto a adição como a subtração são idênticas ao OU EXCLUSIVO (XOR).

A divisão é feita da mesma maneira como é realizada em binário, com exceção do fato de que a subtração é de módulo 2, como anteriormente. Um divisor é dito "caber em" um dividendo se este tem tantos bits quanto o divisor.

Quando o método do código polinomial é empregado, o transmissor e o receptor devem concordar com um polinômio gerador $G(x)$, por antecipação. Tanto o bit de mais alta ordem quanto o de mais baixa ordem do gerador devem ser iguais a 1. Para computar a soma de verificação para algum quadro com m bits, correspondendo ao polinômio $M(x)$, o quadro deve ser mais longo do que o polinômio gerador. A idéia básica é acrescentar uma soma de verificação no final do quadro, de tal maneira que o polinômio representado pelo quadro com a soma de verificação seja divisível por $G(x)$. Quando o receptor recebe o quadro com a soma de verificação, ele tenta dividi-la por $G(x)$. Se houver um resto, existiu um erro de transmissão.

O algoritmo de cálculo da soma de verificação é o seguinte:

1. Faça r ser o grau de $G(x)$. Acrescente r bits zero à extremidade de mais baixa ordem do quadro, de modo que agora contenha $m + r$ bits, e corresponda ao polinômio $x^r M(x)$.
2. Divida o string de bits correspondente a $x^r M(x)$ pelo *string* de bits correspondente a $G(x)$, usando a divisão de módulo 2.
3. Subtraia o resto (que sempre tem r ou menos bits) do *string* de bits correspondente a $x^r M(x)$ usando a subtração de módulo 2. O resultado é o quadro com soma de verificação a ser transmitido. Chame o polinômio desse quadro de $T(x)$.

Deve ficar claro que $T(x)$ é divisível (em módulo 2) por $G(x)$. Em qualquer problema de divisão, se você subtrai o resto do dividendo, o que sobra é divisível pelo divisor. Por exemplo, na base 10, se você divide 210278 por 10941, o resto é 2399. Subtraindo 2399 de 210278, o que sobra é 207879, que é divisível por 10941.

Atendendo a algumas especificações já matematicamente formalizadas para a definição de $G(x)$, consegue-se com esse método detectar: erros em um bit isolado, dois erros de um bit isolados, um número ímpar de bits com erros e erros em rajadas de comprimento menor ou igual a r (no caso, r é igual a 8).

O polinômio $G(x)$ usado para detectar erros no sistema é: $x^8 + x^7 + x^1 + x^0$

Os quadros de dados utilizados pelo sistema possuem o formato descrito na Tabela 17.

Tabela 17: Formato dos quadros utilizados pelo protocolo de comunicação

| Número do byte | Conteúdo |
|---------------------|--|
| 1 | Número do quadro (0 ou 1) |
| 2 | Tamanho do campo de dados + 32 (para que o código do caractere corresponda a um caractere legível) |
| 3-225 (ou menos) | Campo de dados – aqui são transportados os dados propriamente ditos |
| Últimos 2 bytes | CRC do quadro, escrito em hexadecimal com caracteres ASCII |

O campo tamanho do campo de dados tem somado a si o valor 32 porque 32 é o menor código do caractere do código ASCII correspondendo a uma caractere legível, não um caractere de controle. Corresponde ao espaço em branco. Abaixo do código 32 temos caracteres como: avanço de linha (LF – caractere 10), *carriage return* (CR – caractere 13), etc. O uso de caracteres abaixo do código ASCII 32 levou a obtenção de resultados indeterminados durante os testes efetuados, por isso optou-se por essa normalização do valor.

O campo de dados pode ter um tamanho de zero a 223 caracteres. O fato do limite superior ser 223 caracteres ocorre pois o campo de tamanho de dados possui tamanho de 1 *byte*, ou seja, seu valor máximo é 255. Desta forma, para um quadro com 223 caracteres no campo de dados, teremos no campo de tamanho de dados o valor $255 = 223 + 32$.

O valor CRC do quadro é escrito em hexadecimal com caracteres ASCII, ou seja, para um valor de CRC igual a 17 (decimal), teríamos em hexadecimal o valor 11. O campo *CRC do quadro* possuirá então a cadeia de caracteres "11". Isso foi feito pelo mesmo motivo que levou a somar 32 ao tamanho do campo de dados, ou seja, os resultados indesejados decorrentes do uso de caracteres de controle (abaixo do código ASCII 32).

Os quadros de controle podem ser de três tipos: quadro de reinicialização (*reset*), quadro de confirmação de recebimento (*ACK – Acknowledge*) e quadro de não-confirmação de recebimento (*NAK – Negative Acknowledge*).

Um quadro de reinicialização possui o formato mostrado na Tabela 18.

Tabela 18: Formato do quadro de reinicialização

| Número do byte | Conteúdo |
|----------------|--|
| 1 | <i>RESET</i> – Caractere ASCII de código 5 |
| 2 | <i>RESET</i> – Caractere ASCII de código 5 |
| 3-4 | CRC do quadro, escrito em hexadecimal com caracteres ASCII |

O propósito desse quadro é requisitar que o receptor do quadro reinicialize o protocolo de comunicação, zerando os contadores de número do quadro a receber e de número do quadro a enviar. Isso é feito para evitar problemas de sincronia entre emissor e receptor. Um caso que poderia gerar um erro desse tipo, caso não houvesse o quadro de *RESET*, seria quando a máquina de medição *VIEW* travasse por algum motivo e tivesse que ser reinicializada manualmente. Dessa forma, a máquina de estados do protocolo de comunicação na máquina *VIEW* reiniciaria com os seus contadores zerados, enquanto a máquina de estados do protocolo no PC estaria com os valores antigos. Nesse caso, o PC poderia estar esperando o quadro 1 enquanto a máquina de medição pensa que deve mandar o quadro 0. Isso resultaria num *deadlock*, ou seja, um ponto do sistema sem saída, um impasse na comunicação.

O quadro de confirmação de recebimento (*ACK – Acknowledge*) tem o propósito de confirmar ao emissor que o quadro de dados foi recebido sem erros. Possui o formato descrito na Tabela 19.

O quadro de não-confirmação de recebimento (*NAK – Negative Acknowledge*) tem o propósito de informar ao emissor que o quadro de dados recebido continha erros, de forma que deve ser retransmitido. Possui o formato descrito na Tabela 20.

Tabela 19: Quadro de confirmação de recebimento (acknowledge)

| Número do byte | Conteúdo |
|----------------|---|
| 1 | <i>ACK</i> – Caractere ASCII de código 6 |
| 2 | <ul style="list-style-type: none">• Número do quadro (0 ou 1) recebido, no caso em que recebeu um quadro de dados ou• <i>RESET</i> (caractere ASCII de código 5), no caso em que confirma o recebimento de um quadro de <i>RESET</i> |
| 3-4 | CRC do quadro, escrito em hexadecimal com caracteres ASCII |

Tabela 20: Quadro de não-confirmação de recebimento (negative acknowledge)

| Número do byte | Conteúdo |
|----------------|---|
| 1 | <i>NAK</i> – Caractere ASCII de código 7 |
| 2 | Número do quadro (0 ou 1) esperado, que foi recebido com erro |
| 3-4 | CRC do quadro, escrito em hexadecimal com caracteres ASCII |

No PC, utiliza-se a classe *clsSerialComm* para acesso ao protocolo de comunicação serial (ver descrição da classe).

Na máquina de medição VIEW, utiliza-se os procedimentos *ENVIADADOS* e *RECEBEDADOS* para enviar ou receber um quadro, respectivamente.

A comunicação entre PC e máquina de medição VIEW ocorre da seguinte forma: inicialmente a máquina de medição VIEW está em estado de espera, esperando receber o perfil de lâmina que deve ser medido. O PC então envia um quadro de *RESET*, para zerar a comunicação e evitar problemas de sincronia. Em seguida, é enviado um quadro de dados contendo o nome do programa de medição a ser executado (ou seja, o programa adequado para medir aquele perfil de lâmina). O PC passa então a ficar em estado de espera, enquanto a máquina de medição

mede cada uma das quatro lâminas. A cada lâmina medida, caso sejam lâminas de rotor, a máquina de medição enviará ao PC os seguintes quadros:

1. Quadro contendo: número da lâmina sendo medida, diâmetro interno, diâmetro externo, erro de concentricidade
2. Quadros contendo: raio interno medido na posição 1, raio interno medido na posição 2, ...
3. Quadros contendo: raio externo medido na posição 1, raio externo medido na posição 2, ...

Devido ao tamanho máximo de 223 caracteres no campo de dados de um quadro de dados, serão enviados no máximo 15 raios por quadro. Havendo mais de 15 raios medidos, serão mandados mais quadros, com 15 raios por quadro.

Caso a medição seja de lâminas de estator, serão mandados ao PC os seguintes quadros:

1. Quadro contendo: número da lâmina sendo medida, erro de concentricidade, erro de circularidade, coordenada X do erro de concentricidade, coordenada Y do erro de circularidade.
2. Quadros contendo: raio interno medido na posição 1, raio externo medido na posição 2, ...
3. Quadros contendo: diâmetro interno medido na posição 1, diâmetro interno medido na posição 2, ...

Da mesma forma que para medições de lâminas de rotor, há um limite de 15 raios ou diâmetros por quadro medido.

Pode parecer redundante enviar os raios internos medidos e os diâmetros internos medidos, já que da geometria elementar sabe-se que o diâmetro corresponde a duas vezes o valor do raio. Porém, tal fato é válido somente para elementos medidos perfeitamente circulares, e o elemento medido não é perfeitamente circular. Além disso, não é possível ter certeza sobre a localização exata de um ponto de medição, já que a ferramenta que o mede permite apenas definir a área na qual se busca esse ponto. Uma explicação mais detalhada dessa diferença pode ser encontrada no item referente a programação da máquina de medição.

5.3 Conclusão

A especificação de um protocolo de comunicação entre PC e VIEW objetivou garantir a confiabilidade do sistema e integridade dos dados transmitidos. É uma necessidade particularmente importante, tendo em vista que o sistema está fisicamente localizado em um ambiente sujeito a ruídos eletromagnéticos e a falta de cuidados do usuário.

Essa tarefa mostrou-se particularmente difícil pela falta de informações necessárias na documentação da máquina de medição VIEW.

6 Os aplicativos de gerenciamento de medições e de pesquisas

6.1 Introdução

Segundo Pressman (1995), a fase de desenvolvimento traduz um conjunto de requisitos num elemento de sistema operacional que chamamos de *software*. Inicialmente concentra-se no projeto. O processo de projeto do software inicia-se com a descrição da arquitetura e de dados. Ou seja, uma estrutura modular é desenvolvida, interfaces são definidas e uma estrutura de dados é estabelecida. Critérios de projeto são usados para avaliar a qualidade. Essa etapa preliminar de elaboração do projeto é revisada para que possa ter completitude e correspondência com os requisitos de software.

A codificação – a geração de um programa usando-se uma linguagem de programação adequada ou uma ferramenta CASE (*Computer-Aided Software Engineering*) – ocorre depois que o projeto é concluído. A engenharia de software considera a boa codificação como uma consequência de um bom projeto. O código é revisado para que possa ter estilo e clareza, mas deve, por outro lado, ser diretamente relacionado ao projeto detalhado.

Durante a última fase do processo de engenharia de software – fase de verificação, liberação e manutenção – o engenheiro de software testa o software para descobrir o número máximo de erros antes da entrega, prepara o software para liberação e depois faz a manutenção do software ao longo de sua vida útil.

6.2 O aplicativo de gerenciamento de medições

O aplicativo de gerenciamento de medições tem por funções:

- interagir com o usuário na definição dos parâmetros de uma nova medição;
- comunicar-se com a máquina de medição VIEW, passando os parâmetros pertinentes à execução da medição;
- receber da máquina de medição VIEW os resultados da medição;
- mostrar ao usuário os resultados da medição de forma organizada, mostrando ao usuário quais coordenadas medidas estão fora do especificado pelas normas da Embraco;

- salvar os resultados no banco de dados;
- dar ao usuário a opção de impressão do resultado da última medição;
- comunicar-se com o banco de dados remoto e com o banco de dados local, encarregando-se da transferência de dados entre os dois.

O desenvolvimento deste aplicativo foi feito utilizando-se do *software* Microsoft Visual Basic 5.0, que mostrou-se muito adequado para a criação rápida de janelas e elementos visuais da interface com o usuário. Também vale ressaltar as ótimas ferramentas de depuração de código, existentes nesse *software*.

A programação no ambiente do Visual Basic se faz por eventos, ou seja, o fluxo do programa ocorre conforme os eventos (internos ou gerados pelo usuário) vão ocorrendo.

6.2.1 *Forms* do sistema

Um dos elementos básicos no ambiente do Visual Basic são os chamados *forms*, que nada mais são que janelas onde são colocados os outros elementos gráficos do sistema, como botões, elementos de texto, caixas de entrada de texto, etc.

No aplicativo de gerenciamento de medições, o fluxo de controle do programa começa pelo *form frmPrincipal*. Ele corresponde à janela principal do sistema.

A hierarquia de *forms*, ou seja, qual *form* chamará qual está mostrada na Figura 11.

A seguir, consta uma descrição resumida da função dos vários *forms* existentes no sistema, em ordem alfabética.

- ***FrmAbout*** – Janela de *about* (sobre) do programa. Acessada através do *form frmParametros*, menu *Ajuda*, item *Sobre*. Fornece informações sobre a versão do programa e informações sobre os desenvolvedores do sistema.
- ***FrmConfiguraSerial*** – Permite ao usuário configurar a porta serial que será utilizada para o PC se comunicar com a máquina de medição VIEW. Quando é chamado verifica quais são as portas disponíveis no PC e permite que o usuário selecione qual deve ser utilizada. Acessado através do *form frmParametros*,

menu *Arquivo*, item *Configurar Porta Serial*. O valor selecionado é salvo no Registro do Windows, e será utilizado nas próximas execuções do programa.

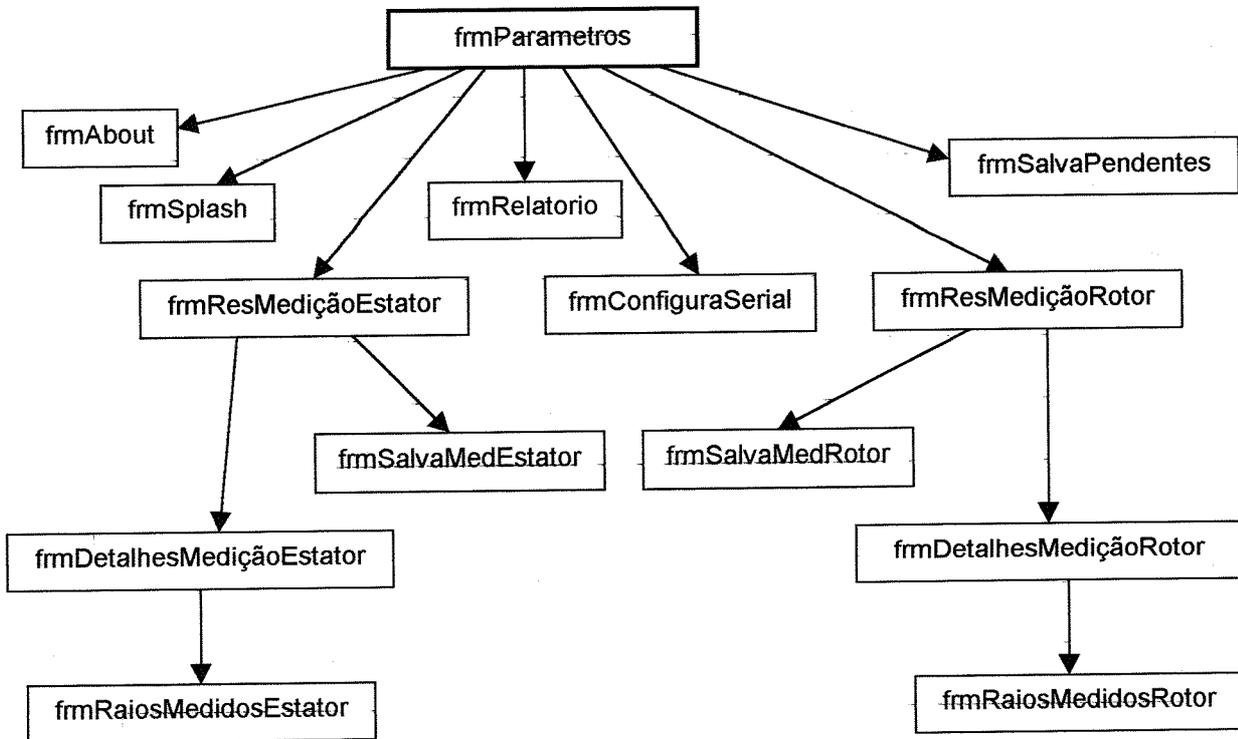


Figura 11: Hierarquia de *forms* do sistema

- ***FrmDetalhesMediçãoEstator*** – Mostra um sumário dos valores medidos em uma determinada lâmina de estator, e a conformidade ou não desses valores em relação aos valores nominais das cotas. Permite também navegar entre as quatro lâminas medidas, com o uso dos botões *cmdAnterior* e *cmdProximo*. O botão *cmdDetalhes* mostra os raios medidos da lâmina mostrada (*frmRaiosMedidosEstator*)..
- ***FrmDetalhesMediçãoRotor*** – Similar ao *form frmDetalhesMediçãoEstator*, mas mostrando o sumário das cotas medidas para a última lâmina de rotor. O botão *cmdDetalhes* chama o *form frmRaiosMedidosRotor* que mostra os raios internos e externos medidos na lâmina de rotor.
- ***FrmParametros*** – *Form* principal do programa. Promove a inicialização do sistema, atualização dos combos (caixas de seleção) de parâmetros da medição e possibilita o início de uma medição através do botão *cmdOK*. Após enviar à máquina de medição o nome do programa a ser executado, recebe os resultados

e chama o *form* adequado para mostrá-los (*frmResMediçãoEstator*, para o caso em que lâminas de estator tenham sido medidas, ou *frmResMediçãoRotor*, para lâminas de rotor). O botão *cmdSair* ao ser clicado faz com que todos os arquivos e conexões abertas sejam fechadas e finaliza o programa. Os botões de relatórios de Estatores e Rotores (*cmdEstatores* e *cmdRotores*, respectivamente) mostram o resultado da medição das últimas quatro lâminas por ferramenta e material utilizados (*frmRelatorio*). O botão *cmdConecta* permite que o usuário force uma tentativa de reconexão com o banco de dados remoto, caso a conexão tenha sido perdida, ou envie as medições pendentes no banco de dados local, caso exista alguma e o banco de dados remoto esteja disponível. Por fim, o timer *Timer1* é utilizado para tentar a cada 15 minutos reconectar com o banco de dados remoto, caso a conexão tenha sido perdida, e para atualizar os dados locais de configuração, a cada 24 horas da última atualização.

- ***FrmRaiosMedidosEstator*** – Mostra os raios internos medidos de lâminas de estator, por lâmina medida. É mostrada a posição do raio medido seguido do valor do raio e, caso o valor do raio esteja fora do valor esperado, um X indicando a não conformidade. Os botões *cmdAnterior* e *cmdPróxima* permitem navegar entre as quatro lâminas medidas.
- ***FrmRaiosMedidosRotor*** – Similar ao *form frmRaiosMedidosEstator*. Mostra os raios internos e externos medidos, por lâmina de rotor.
- ***FrmRelatorio*** – Mostra o resultado da medição das últimas quatro lâminas por ferramenta e material utilizados, de lâminas de rotor ou estator, conforme for o caso. Chamado quando são pressionados os botões *cmdEstatores*, para relatório de lâmina de estator, ou *cmdRotores*, para lâminas de rotor, no *form frmParametros*.
- ***FrmResMediçãoEstator*** – Mostra o resultado da última medição de lâminas de estator, mostrando apenas se cada uma das lâminas medidas teve todos os valores medidos dentro do esperado. A conformidade ou não de uma lâmina é mostrada por ícones e pela presença das palavras *Aprov* e *Rep*, significando respectivamente que uma lâmina está dentro das tolerâncias das cotas nominais ou não. Clicando-se nos botões *cmdDetalhes(n)* (onde $0 \leq n \leq 3$), chama-se o *form frmDetalhesMediçãoEstator*, para mostrar um sumário dos valores medidos para uma dada lâmina. O botão *cmdCancela* descarta o resultado de uma medição, voltando o controle à janela *frmParametros*. O botão *cmdOK* verifica se

todas as lâminas têm os valores medidos dentro do esperado. Caso isso não seja verdade, é perguntado ao usuário se ele deseja aprovar as quatro lâminas ainda assim (liberação condicional). Em seguida é chamado o form *frmSalvaMedEstator*, responsável pela gravação do resultado no banco de dados. Por fim, é dado ao usuário a oportunidade de imprimir o resultado da medição, o que é feito acionando-se o relatório no software Crystal Reports *rptUltimaMedEstator*.

- ***FrmResMediçãoRotor*** – Similar ao form *frmResMediçãoEstator*, mas para lâminas de rotor. Os botões *cmdDetalhes* chamam o form *frmDetalhesMediçãoRotor* para uma lâmina em específico. O botão *cmdOK* faz a checagem de conformidade e liberação condicional das lâminas, e chama o form *frmSalvaMedRotor*. Para imprimir a medição, é chamado o relatório *rptUltimaMedRotor*.
- ***FrmSalvaMedEstator*** – Responsável pela gravação do resultado da última medição de lâminas de estator. Mostra uma barra de progresso com a evolução da gravação. Se o banco de dados remoto estiver acessível, a gravação é feita no banco remoto, caso contrário (ou caso a conexão se perca durante a gravação) a gravação é feita no banco de dados local, o que é mostrado na janela através do *label* (elemento de texto) *lblLocal*.
- ***FrmSalvaMedRotor*** – Similar ao form *frmSalvaMedEstator*, mas responsável pela gravação das medições de lâminas de rotor.
- ***FrmSalvaPendentes*** – Responsável pela transferência das medições gravadas localmente para o banco de dados remoto. Transfere primeiro as medições de lâminas de estator pendentes e depois as de lâminas de rotor. Funciona com o uso de transações, ou seja, caso ocorra algum problema durante a transferência, ou a conexão com o banco de dados remoto seja perdida, não serão gravados dados incompletos. O botão *cmdCancela* permite que o usuário interrompa uma transferência, deixando-a para mais tarde.
- ***FrmSplash*** – Janela (*splash screen*) que é mostrada sobre a janela *frmPrincipal* quando o programa é iniciado, por poucos segundos, mostrando informações de versão do programa e de contato com os autores. A janela é fechada automaticamente ou ao se clicar em cima da mesma.

6.2.2 Modules do sistema

Outro elemento importante do Visual Basic são os *Modules*. Eles são elementos de código que permitem disponibilizar globalmente ao aplicativo funções e variáveis que são utilizadas por vários *forms*, ou simplesmente não tem relação direta com a finalidade do *form* onde são usadas. Nesses casos, esse código-fonte é agrupado em *Modules*. Os *modules* utilizados pelo sistema são descritos a seguir.

- **MdIBD** – Contém rotinas para acesso ao banco de dados local e remoto, por exemplo, rotinas para estabelecer a conexão com o banco de dados remoto, criar o banco de dados local, verificar se existem medições pendentes no banco de dados local, etc.
- **MdIErr** – Rotinas para mostrar eventuais erros que venham a acontecer durante a execução do programa.
- **MdIGlobal** – Contém declarações de variáveis e constantes globais ao programa.
- **MdIMisc** – Rotinas diversas: formatação de números para apresentação nos relatórios, formatação de data e hora, verificação de portas seriais disponíveis, etc.

6.2.3 Class modules

Class modules são a forma utilizada pelo Visual Basic para declarar-se classes de objetos. O Visual Basic não é uma linguagem que responde totalmente ao paradigma de orientação a objetos. Não se permite por exemplo, a utilização de hierarquias de objetos, com a herança de métodos e atributos pelas classes filhas. Entretanto, consistem numa forma de manter certos elementos de código organizados e encapsulados, com interfaces bem definidas, facilitando o projeto e manutenção do sistema e a legibilidade do código.

- **ClsMediçãoEstator** – Contém os dados referentes à última medição de lâminas de estator, e os valores nominais daquele tipo de lâmina. O método *mede* executa uma medição de lâminas de estator, encarregando-se de enviar os dados à máquina de medição VIEW e de receber os resultados dela, processando os quadros de dados (*frames*) recebidos e guardando os resultados.

- ***ClsMediçãoRotor*** – Análogo a *clsMediçãoEstator*, mas refere-se a medições de rotor.
- ***ClsPosiçãoEstator*** – Guarda os resultados da última medição de cada uma das lâminas de estator, inclusive os raios internos.
- ***ClsPosiçãoRotor*** – Análogo à *clsPosiçãoEstator*, mas para lâminas de rotor. Mantém além dos raios internos medidos, os raios externos medidos.
- ***ClsSerialComm*** – Responsável pelo protocolo de comunicação serial com o VIEW. Basicamente utiliza-se o método *inicializa*, antes de tudo, para definir uma porta de comunicação a ser utilizada. Para enviar uma cadeia de caracteres (*string*) com no máximo 223 caracteres, utiliza-se o método *envia*. Para verificar se existe ao menos um *frame* disponível, deve-se checar o valor da variável booleana *frameDisponivel*. Para receber um *frame* de dados (após verificar que existe um disponível), deve-se utilizar o método *leDados* que retorna uma cadeia de caracteres com o próximo quadro da fila de quadros recebidos. Para processar *bytes* que ainda não tenham sido lidos na porta serial, deve-se chamar o método *processa*.

6.2.4 Operação do sistema

O aplicativo de gerenciamento das medições inicia com o *form frmPrincipal*. Uma figura mostrando a janela principal é mostrada na Figura 12.

Ao iniciar o programa no PC, será testada a disponibilidade do banco de dados remoto via rede. O *status* da conexão com o banco remoto é mostrado na parte inferior da janela principal, onde se lê “Status”. Caso o programa esteja conectado (banco remoto acessível), pode-se ler “Conectado”, caso contrário, aparecerá “Desconectado”.

Uma vez estabelecida a conexão com o banco remoto, o programa no PC efetua uma cópia dos parâmetros de configuração para um banco de dados local. Essa cópia permitirá que o sistema funcione mesmo que ocorra um problema na rede ou no banco de dados remoto. Caso não tenha sido possível conectar com o banco de dados remoto e não exista uma cópia local do banco de dados de parâmetros, aparecerá uma mensagem alertando o usuário e o programa será encerrado.

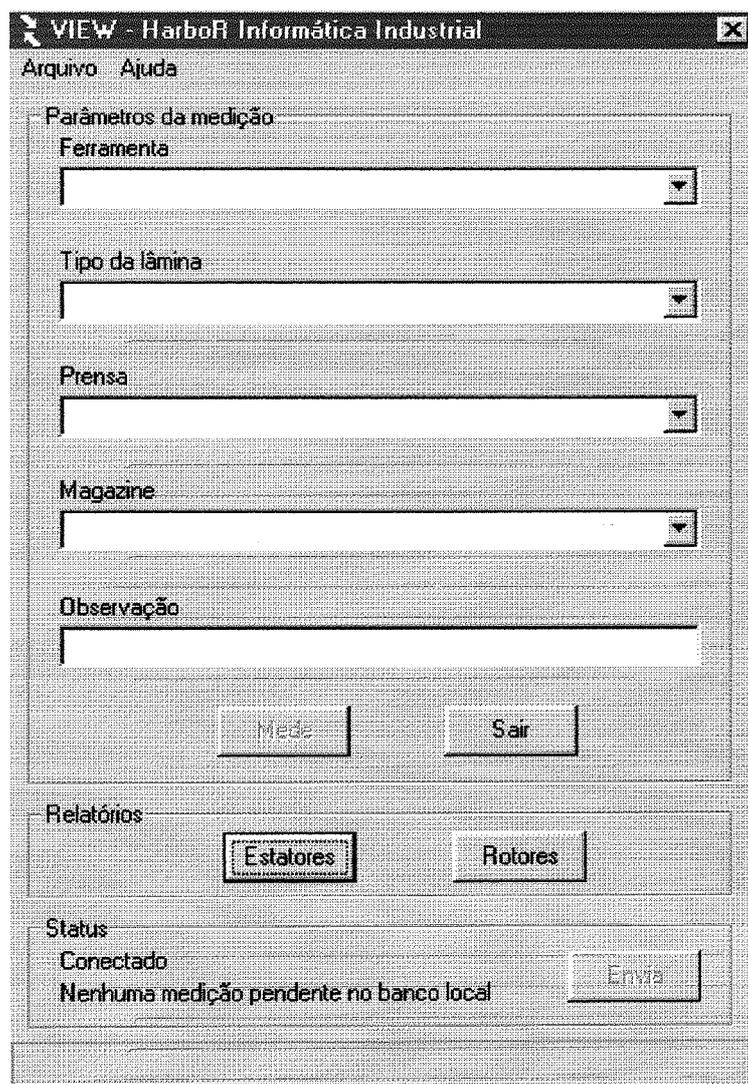


Figura 12: Tela principal do aplicativo de medições

A evolução da cópia do banco de dados remoto aparece *na barra de status* – área emoldurada na parte mais inferior da janela principal, abaixo da *moldura de status* da conexão. Enquanto o apontador do mouse for uma ampulheta (⌚), a atualização ainda está em curso. Quando esta área ficar em branco e o apontador do mouse transformar-se em uma flecha (↔), o programa está pronto para ser utilizado pelo usuário.

A atualização do banco de dados local é feita de forma que se o banco de dados remoto tornar-se inacessível durante o processo, não será feita nenhuma atualização parcial, ou seja, é como se o banco de dados remoto estivesse inacessível desde o primeiro teste.

Para efetuar uma medição, deve-se selecionar os parâmetros da medição a ser feita. Esses parâmetros são selecionados dentro da moldura “Parâmetros da medição”, no alto da janela. Primeiro seleciona-se a ferramenta com a qual foram fabricadas as lâminas, clicando com o botão esquerdo do mouse sobre a caixa de seleção abaixo da palavra “Ferramentas” (vide Figura 13).

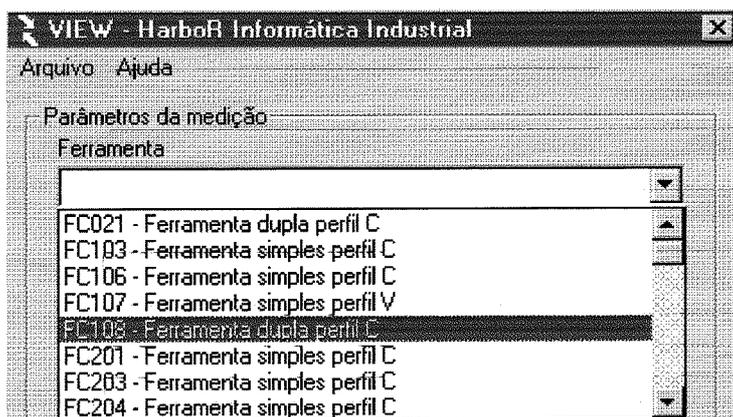


Figura 13: Seleção da ferramenta de corte utilizada

As ferramentas cadastradas são listadas em ordem alfabética de código da ferramenta.

Em seguida, seleciona-se o tipo de lâmina que será medido, ou seja, o seu perfil (Estator C, Rotor X com diâmetro interno 17,6, etc.) e o material com que ela foi fabricada. Para isso, clica-se na caixa de seleção abaixo da palavra “Tipo de lâmina”, como na Figura 14.

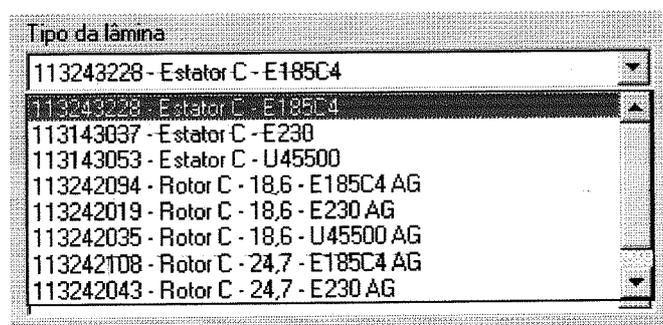


Figura 14: Seleção do tipo de lâmina a ser medida

O próximo passo é selecionar a prensa em que a lâmina foi fabricada. Para isso, utiliza-se a caixa de seleção abaixo da palavra “Prensas”, como Figura 15.

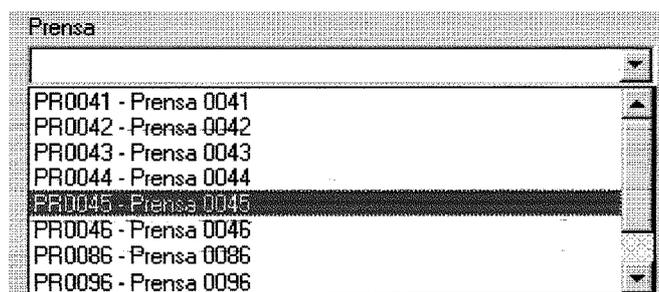


Figura 15: Seleção da prensa

As prensas são listadas em ordem alfabética de código. Para selecionar a prensa desejada, procede-se como na seleção de ferramenta e de tipo de lâmina.

Com as informações de ferramenta, tipo de lâmina e de prensa onde foram fabricadas as lâminas, o programa já é capaz de efetuar uma medição. Porém, ainda existe a possibilidade de determinar em que magazine foram fabricadas as lâminas. Isso é feito clicando-se como o botão esquerdo do mouse sobre a caixa de seleção abaixo da palavra “Magazine”, como na Figura 16.

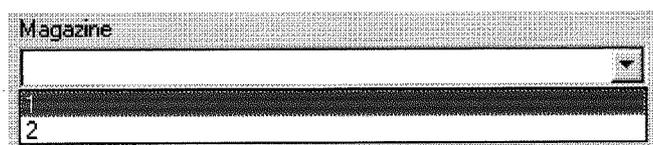


Figura 16: Seleção do magazine

Este campo não é obrigatório e pode ser deixado em branco.

Outra possibilidade dada ao usuário é gravar uma observação relativa à medição, como por exemplo, dizer que trata-se de uma medição relativa ao processo de certificação de um dado material, etc. Para isso, deve-se clicar na caixa de texto abaixo da palavra “Observação”, e digitar a observação, com no máximo 30 caracteres.

Para efetuar a medição propriamente dita, uma vez selecionados os parâmetros da medição, basta clicar no botão “Mede”, como na Figura 17.

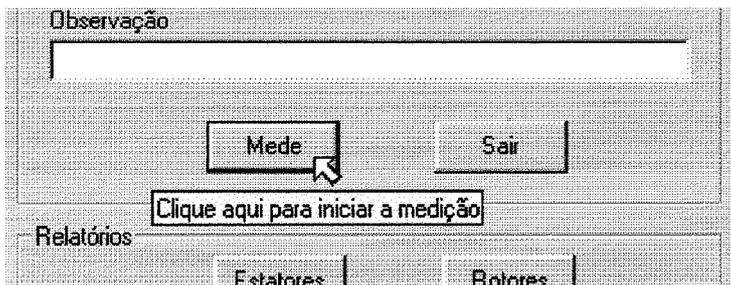


Figura 17: Botão "Mede" para iniciar a medição

Clicado o botão "Mede", aparecerá ainda uma janela com informações sobre o posicionamento das lâminas na máquina de medição, o texto que aparecerá é aquele contido na coluna VL_MENSAGEM, nas tabelas PERFISLAMINASESTATOR e PERFISLAMINASROTOR, dependendo do caso em que a medição refere-se a uma lâmina de estator ou de rotor, respectivamente. Esta janela está ilustrada na Figura 18.

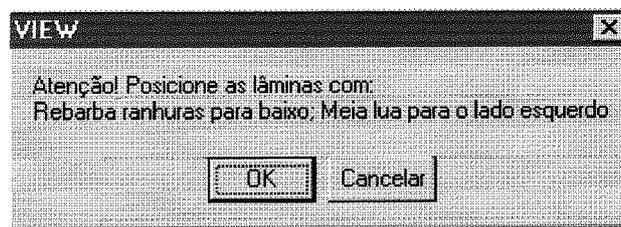


Figura 18: Janela com mensagem de posicionamento das lâminas

O usuário ainda pode cancelar a medição, bastando para isso clicar no botão "Cancelar", onde o programa retorna à janela principal. Caso queira efetuar a medição, deve clicar no botão "OK". Com isso, o programa no PC envia para a máquina de medição VIEW informações sobre qual o tipo de lâmina a ser medida e aguarda os resultados das medições. Na barra de status do programa, aparecerão as seguintes mensagens, nessa seqüência:

- Resetando conexão
- Enviando código da lâmina
- Código da lâmina enviado – aguardando resposta

A partir desse momento, a máquina de medição VIEW começa a efetuar a medição. Após cada lâmina medida, os resultados da medição são enviados ao PC, sendo esse recebimento mostrado na barra de status.

Caso o PC não receba os resultados das medições dentro de um prazo aceitável, ocorrerá um erro de *time-out*, aparecendo uma janela indicando erro na medição e ocorrendo o cancelamento da medição, voltando o sistema à janela principal.

Pode ocorrer ainda algum erro na máquina de medição VIEW, ou algum outro erro genérico, como por exemplo, o usuário ter selecionado um tipo de lâmina para ser medida e colocado outro tipo na máquina de medição. Permite-se então ao usuário cancelar uma medição em curso, bastando para isso clicar no botão "Cancela". Com isso, o PC está livre de novo para configurar os parâmetros de uma medição. Porém, devido a limitações na máquina de medição VIEW, não é possível encerrar o programa de medição sendo executado de forma remota, de forma que o programa que eventualmente estiver em execução na máquina de medição VIEW, terá que ser interrompido manualmente e o programa HARBOR (programa existente na máquina de medição VIEW), responsável pela comunicação com o PC terá que ser iniciado novamente, permitindo que o PC e a máquina de medição voltem a se comunicar adequadamente.

Após receber todos os dados, aparecerá uma janela com o resultado da medição, como na Figura 19. Nela, foi efetuada uma medição de lâminas de estator;- para lâminas de rotor, a janela é a mesma. Na medição do exemplo, as lâminas 1 e 2 foram aprovadas e as lâminas 3 e 4 foram reprovadas, ou seja, pelo menos uma das cotas das lâminas 3 e 4 estavam fora das tolerâncias programadas.

A aprovação ou reprovação de uma lâmina pode ser facilmente percebida pelos ícones mostrados na Figura 20.

Clicando em um dos botões onde se lê "Detalhes", pode-se obter mais detalhes sobre aquela lâmina. A disposição das lâminas medidas na máquina de medição, olhando-se o gabarito por cima é mostrada na Figura 21.

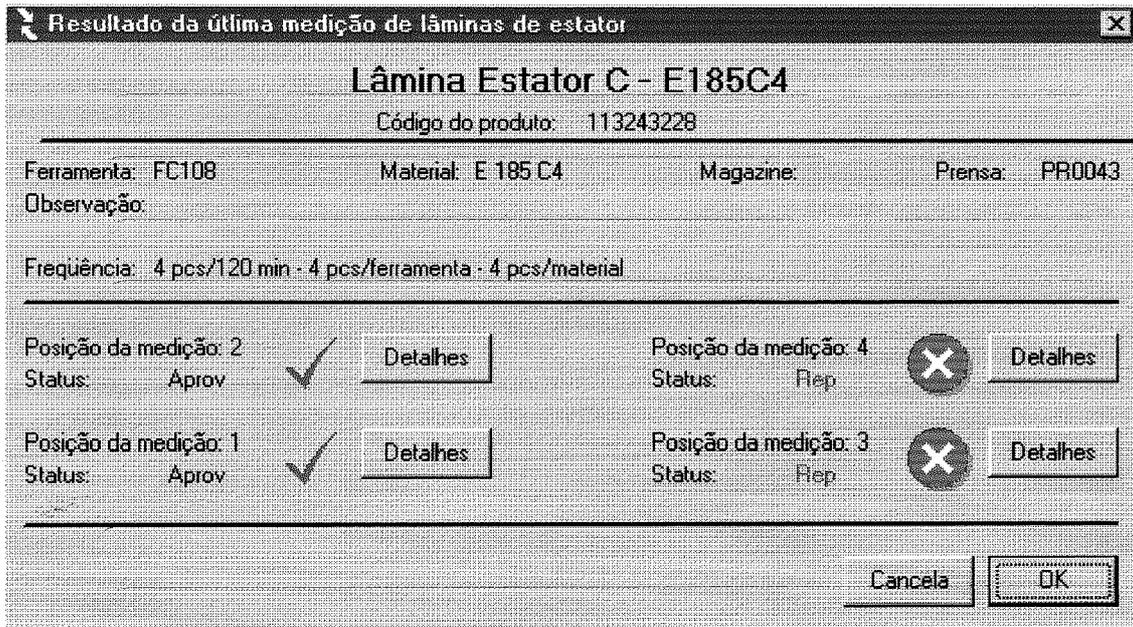


Figura 19: Janela com resultado sinóptico da medição



Lâmina aprovada



Lâmina reprovada

Figura 20: Ícones de aprovação e reprovação de lâmina

| | |
|---|---|
| 2 | 4 |
| 1 | 3 |

Figura 21: Disposição das lâminas sobre o gabarito

No caso onde se mediu uma lâmina de estator, obtêm-se a tela mostrada na Figura 22.

Nessa janela obtêm-se um relatório sumarizando os resultados da medição efetuada, para cada lâmina. É mostrado o nome da cota medida, o valor nominal da cota e as tolerâncias positivas e negativas das cotas. Se uma medição estiver dentro da faixa:

$$\text{valor nominal} - \text{tol. positiva} \leq \text{valor medido} \leq \text{valor nominal} + \text{tol. positiva}$$

a medição é considerada aprovada, sendo o status mostrado na coluna mais à direita, onde “Aprov” (em preto) representa uma medição aprovada e “Rep” (em vermelho) representa uma medição reprovada. Nesta janela temos ainda uma coluna que indica a posição onde se encontra os maiores e menores raios e diâmetros medidos, uma coluna que indica o valor medido e outra que indica o desvio da medição em relação à cota nominal (*valor medido – cota nominal*).

| Cota | Nominal | Tol + | Tol - | Posição | Medição | Desvio | Status |
|--|---------|-------|-------|---------|---------|--------|--------|
| Erro de circularidade | 0,000 | 0,045 | 0,000 | | 0,011 | 0,011 | Aprov |
| Erro de concentricidade | 0,000 | 0,100 | 0,000 | | 0,012 | 0,012 | Aprov |
| Maior diâmetro interno | 63,040 | 0,090 | 0,000 | 1 | 63,052 | 0,012 | Aprov |
| Menor diâmetro interno | 63,040 | 0,090 | 0,000 | 3 | 63,022 | -0,018 | Rep |
| Diâmetro médio interno | 63,040 | 0,090 | 0,000 | | 63,040 | 0,000 | Aprov |
| Maior raio | 31,520 | 0,045 | 0,000 | 2 | 31,567 | 0,047 | Rep |
| Menor raio | 31,520 | 0,045 | 0,000 | 4 | 31,532 | 0,012 | Aprov |
| Coordenadas X e Y da concentricidade das ranhuras - diâmetro interno | | | | | | | |
| Posição X | 0,000 | 0,050 | 0,050 | | 0,013 | 0,013 | Aprov |
| Posição Y | 0,000 | 0,050 | 0,050 | | 0,014 | 0,014 | Aprov |

Figura 22: Janela de detalhes da medição de lâminas de estator

Os botões  e  permitem que se navegue entre as várias lâminas medidas (posições de medição), sendo que o primeiro vai para a próxima lâmina e o segundo vai para a anterior.

Para fechar a janela utiliza-se o botão “OK”.

O botão onde se lê “Raios” permite que se visualize todos os raios medidos, como se observa na Figura 23, para o caso de medição de lâminas de estator.

Raios medidos na posição 3

Lâmina Estator C- E185C4
 Código do produto: 113243228

Ferramenta: FC108 Material: E 185 C4 Magazine: Prensa: PR0043
 Observação:

Posição da medição: 3 Frequência: 4 pcs/120 min - 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material

Raio Interno Nominal: 31,520
 Tolerância positiva: 0,045
 Tolerância negativa: 0,000

Raios Internos Medidos

| | | | |
|------------|------------|------------|--------------|
| 01: 31,521 | 14: 31,534 | 27: 31,547 | 40: 31,560 |
| 02: 31,522 | 15: 31,535 | 28: 31,548 | 41: 31,561 |
| 03: 31,523 | 16: 31,536 | 29: 31,549 | 42: 31,562 |
| 04: 31,524 | 17: 31,537 | 30: 31,550 | 43: 31,563 |
| 05: 31,525 | 18: 31,538 | 31: 31,551 | 44: 31,564 |
| 06: 31,526 | 19: 31,539 | 32: 31,552 | 45: 31,565 |
| 07: 31,527 | 20: 31,540 | 33: 31,553 | 46: 31,566 X |
| 08: 31,528 | 21: 31,541 | 34: 31,554 | 47: 31,567 X |
| 09: 31,529 | 22: 31,542 | 35: 31,555 | 48: 31,568 X |
| 10: 31,530 | 23: 31,543 | 36: 31,556 | |
| 11: 31,531 | 24: 31,544 | 37: 31,557 | |
| 12: 31,532 | 25: 31,545 | 38: 31,558 | |
| 13: 31,533 | 26: 31,546 | 39: 31,559 | |

< > OK

Figura 23: Raios medidos na lâmina de estator

Nesta janela (Figura 23) é mostrado o número do raio medido, seguido do valor deste raio. Caso o raio esteja fora da tolerância, ao lado deste aparecerá um X, indicando a sua não conformidade. Para navegar pelas várias lâminas utiliza-se os botões < e >. Para fechar a janela, clica-se no botão OK.

Já para uma medição de lâminas de rotor, a janela de detalhes de uma lâmina medida é mostrada na Figura 24.

Os botões respondem da mesma forma que para a janela de detalhes da medição de lâminas de estator. A janela de raios medidos do rotor é na Figura 25.

Detalhes da medição da posição 1

Lâmina Rotor C - 18.6 - E230 AG

Código do produto: 113242019

Ferramenta: FC108 Material: E 230 C0 Magazine: Prensa: PR0043

Observação:

Posição da medição: 1 Frequência: 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material - 4 pcs/diâmetro

| Cota | Nominal | Tol + | Tol - | Medição | Desvio | Status |
|-------------------------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| Diâmetro interno | 18,600 | 0,100 | 0,100 | 18,600 | 0,000 | Aprov |
| Diâmetro externo | 62,599 | 0,300 | 0,100 | 63,000 | 0,401 | Rep. |
| Erro de concentricidade | 0,000 | 0,100 | 0,000 | 0,012 | 0,012 | Aprov |

Figura 24: Janela de detalhes da medição de lâminas de rotor

Raios medidos na posição 2

Lâmina Rotor C - 18.6 - E230 AG

Código do produto: 113242019

Ferramenta: FC108 Material: E 230 C0 Magazine: Prensa: PR0043

Observação:

Posição da medição: 2 Frequência: 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material - 4 pcs/diâmetro

| | |
|-----------------------------|------------------------------|
| Raio Interno Nominal: 9,300 | Raio Externo Nominal: 31,299 |
| Tolerância positiva: 0,050 | Tolerância positiva: 0,150 |
| Tolerância negativa: 0,050 | Tolerância negativa: 0,050 |

| Raios Internos Medidos | Raios Externos Medidos |
|------------------------|------------------------|
| 01: 9,301 | 01: 31,301 |
| 02: 9,302 | 02: 31,302 |
| 03: 9,303 | 03: 31,303 |
| 04: 9,354 X | 04: 31,304 |
| 05: 9,305 | 05: 31,455 X |
| 06: 9,306 | 06: 31,306 |
| 07: 9,307 | 07: 31,307 |
| 08: 9,308 | 08: 31,308 |
| 09: 9,309 | 09: 31,309 |
| 10: 9,310 | 10: 31,310 |
| 11: 9,311 | 11: 31,311 |
| 12: 9,312 | 12: 31,312 |

Figura 25: Raios medidos na lâmina de rotor

Esta janela difere da similar do caso de lâmina de estator por mostrar tanto os raios internos medidos como os raios externos. Afora isso, tem funcionamento análogo.

Após analisada uma medição, o usuário deve se encontrar na primeira janela mostrada após a conclusão da medição, onde se lê no cabeçalho dela: *Resultado última medição de lâminas de estator* (ou de rotor, se for o caso). Nesta janela, clicando-se no botão "OK", a medição será salva no banco de dados. Clicando-se em "Cancela", descarta-se a medição, não sendo salva no banco de dados.

Caso todas as lâminas estejam dentro das tolerâncias de cada cota, nenhuma pergunta adicional é feita e o resultado da medição é gravado como uma medição aprovada. Caso ao menos uma das lâminas tenha sido reprovada, ao pedir para salvar a medição, aparecerá uma janela como a mostrada na Figura 26.

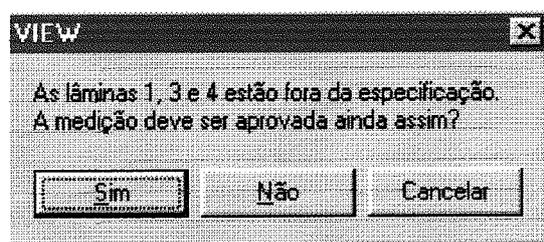


Figura 26: Janela de aprovação condicional

No caso acima, a lâmina 2 está dentro das tolerâncias, mas as lâminas 1, 3 e 4 estão fora da especificação. A janela acima permite ao usuário aprovar um grupo de lâminas, mesmo que suas cotas não estejam de acordo com a especificação. Clicando no botão "Sim", essa medição (entende-se por medição o grupo de 4 lâminas medidas) será salva como aprovada pelo usuário. Clicando-se em "Não", a medição será salva como reprovada. Clicando-se em "Cancelar", a medição ainda não é salva, voltando o controle do programa à janela com o resultado da última medição, o que dá ao usuário a oportunidade de checar se realmente deseja validar uma medição, mesmo que ela esteja fora da especificação.

No banco de dados, cada medição (grupo de 4 lâminas medidas) pode ter 3 *status* possíveis:

- Aprovada (“P”): significa que as 4 lâminas estão dentro das especificações
- Aprovada pelo usuário (“U”): significa que ao menos uma das 4 lâminas está fora das especificações, mas o usuário ainda assim quis aprovar a medição
- Reprovada (“F”): as lâminas estão fora das especificações e o usuário reprovou a medição por completo, ou seja, a ferramenta passou a produzir lâminas não conformes e deve ser substituída

Em seguida, a medição é gravada no banco de dados. Uma barra de progresso mostrando a evolução da gravação será mostrada. Caso o programa esteja conectado ao banco de dados remoto - o que pode ser visto no *status* da conexão, como já mencionado anteriormente - a medição será salva no banco de dados remoto. Caso o programa não esteja conectado, a medição será gravada localmente e o contador de medições salvas localmente será incrementado. Esse contador se localiza abaixo do indicador de conexão com o banco de dados. Na Figura 27 é mostrada a situação onde perdeu-se a conexão com o banco de dados remoto e 4 medições foram salvas no banco de dados local.

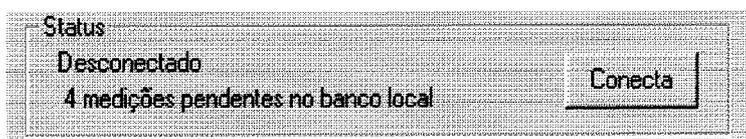


Figura 27: Status da conexão com o banco de dados remoto

O botão *Conecta* permite ao usuário forçar uma tentativa de reconexão com o banco de dados remoto. Porém, o programa tentará automaticamente reconectar com o banco de dados remoto a cada 15 minutos, se houver perda da conexão. Uma tentativa de reconexão pode chegar a demorar mais de um minuto. Algum problema, como queda da rede local, pode ocorrer durante a gravação dos resultados. Nesse caso, durante a gravação o programa levará um certo tempo até perceber a queda da conexão, acabando por gravar os resultados no banco local. Vale lembrar que os resultados das medições nunca serão gravados parcialmente. Mesmo que a conexão caia durante a gravação, uma medição só será salva na íntegra. Para isso, utiliza-se o mecanismo de transações. Esse mecanismo possibilita que várias operações somente sejam realizadas na íntegra. Um exemplo clássico de aplicação no uso de transações é aquele onde um cliente de banco quer

transferir dinheiro da sua conta para a de outra pessoa. Nesse caso, duas operações devem ser executadas: debitar a sua conta e creditar a da outra pessoa. Não se pode efetuar apenas uma das operações, por isso é usado o mecanismo de transação, ou seja, ou as duas operações são completadas, ou, caso ocorra algum problema, nenhuma das duas é completada.

Ao conseguir reconectar ao banco de dados remoto, e caso existam medições pendentes no banco de dados local, essas medições serão transferidas ao banco de dados remoto e apagadas do banco de dados local. A evolução desta transmissão será mostrada em uma barra de progresso, onde será mostrado também quantas medições estão sendo transmitidas. Um botão de "Cancelar" permite ao usuário cancelar essa transmissão, deixando-a para mais tarde, caso queira deixar as medições temporariamente no banco local, enquanto efetua outras medições.

Por fim, será dado ao usuário a oportunidade de imprimir o resultado de uma medição, através da janela mostrada na Figura 28.

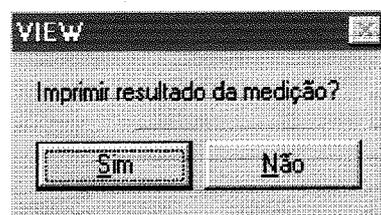


Figura 28: Janela para impressão de relatório da última medição

Clicando em "Sim", a medição será impressa em uma impressora disponível no ambiente Windows, que pode ser uma impressora conectada diretamente ao PC, ou conectada via rede ao computador utilizado. A impressora utilizada será aquela definida como padrão na pasta de impressoras do Windows.

Os dois relatórios padronizados podem ser vistos no anexo 6.

O software ainda permite ao usuário visualizar o resultado das últimas quatro lâminas medidas, agrupadas por ferramenta que a fabricou e material utilizado, facilitando o controle quanto ao momento ideal para troca de ferramenta nas prensas. Para obter esse relatório, deve-se clicar no botão "Estatores", na moldura "Relatórios", para o caso onde se deseja verificar as lâminas de estator

medidas; ou deve-se clicar no botão “Rotores”, para quando se deseja verificar as lâminas de rotor medidas. Esses botões são mostrados na Figura 29.

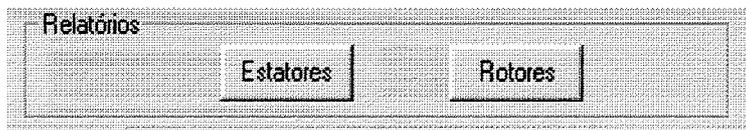


Figura 29: Botões para acessar os relatórios sobre as últimas medições

Por fim, para sair do programa, deve-se clicar no botão “Sair”, ou utilizar o menu “Arquivo”, no alto da janela e clicar no item “Sair”.

6.3 O aplicativo de pesquisas

O aplicativo de pesquisas permite ao usuário pesquisar as medições gravadas no banco de dados remoto de qualquer ponto da rede. As pesquisas são sempre feitas buscando-se as medições efetuadas sobre uma determinada ferramenta, dado um perfil de lâmina desejado (não há sentido em comparar uma lâmina de rotor com diâmetro interno 17,6 mm com outra de diâmetro interno 18,6 mm, por exemplo), listando-as em ordem cronológica inversa (a mais recente primeiro).

Seleciona-se inicialmente o tipo de ferramenta sobre a qual será feita a pesquisa, através de uma caixa de seleção. As ferramentas cadastradas são listadas em ordem alfabética de código da ferramenta. Em seguida, seleciona-se o perfil da lâmina desejado, com o uso da caixa de seleção adequada. Os perfis mostrados nesta caixa de seleção já são filtrados, sendo mostrados apenas os perfis que podem ser fabricados pela ferramenta selecionada. Como último item essencial para a realização de uma pesquisa, deve-se selecionar quais são as características das lâminas que se quer ver listadas no relatório, ou seja, pode-se escolher visualizar a prensa em que foram fabricadas, o diâmetro interno e o *status* da medição, por exemplo. Na Figura 30, o usuário selecionou as características “Status da medição” e “Diâmetro interno” para serem listadas no relatório.

Com esses três itens selecionados, já será possível efetuar uma pesquisa. Um relatório assim, porém, não faria nenhuma filtragem adicional.

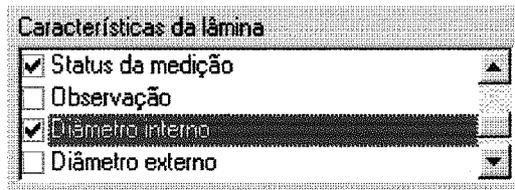


Figura 30: Seleção de características da lâmina

O programa permite que se filtre os dados mais do que isso, filtrando por material utilizado, prensa, status da medição, magazine ou período de avaliação.

Para efetuar uma filtragem de período das medições, por exemplo, utiliza-se a caixa de seleção mostrada na Figura 31.

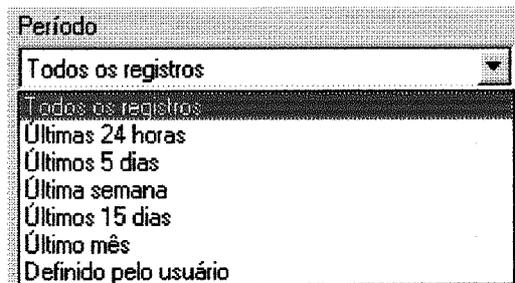


Figura 31: Seleção de período para o relatório

O usuário ainda tem a opção de pedir a listagem pura e simples dos resultados da pesquisa, ou de receber uma listagem com a média e o desvio padrão das características selecionadas, quando isso for aplicável (por exemplo, não é possível obter a média do código das prensas utilizadas, pois isso não faz sentido). Para selecionar o tipo de relatório desejado, deve-se clicar na caixa de seleção abaixo de "Tipo de relatório". As opções disponíveis são: "Lista todos", que lista todas as medições sem agrupá-las em média e desvio padrão; e "Média e desvio padrão", que toma a média e o desvio padrão das características selecionadas, onde isso é possível, colocando a média e o desvio padrão em duas colunas distintas no relatório.

O relatório apresentado na parte direita da tela é composto de colunas, onde são listadas as características selecionadas e de linhas, onde se listam cada uma das medições, ou grupo de medições (agrupadas por média e desvio padrão). Pode-se selecionar um grupo de células e copiá-las para o *clipboard* do Windows,

permitindo que esses dados sejam utilizados por outras aplicações. É possível, por exemplo, copiar esses dados para uma planilha de cálculo e efetuar gráficos com eles.

6.4 Conclusão

Com a codificação dos aplicativos de gerenciamento de medições e de pesquisas, disponibilizou-se um ambiente capaz de atingir aos requisitos do sistema citados no início do projeto, onde se ressaltam a melhora ergonômica e a disponibilização dos dados estruturados para análises estatísticas.

A codificação no PC foi enormemente facilitada pelo ambiente integrado de edição e depuração oferecido pelo MS Visual Basic 5.0, resultando num produto confiável e dentro dos rigorosos padrões de qualidade exigidos pela Embraco.

7 Conclusões e perspectivas

Este trabalho abordou a integração do sistema de medição ótico View, usado para controle dimensional de lâminas de rotor e estator, a um banco de dados Oracle.

Foram utilizados durante a realização deste trabalho os conhecimentos abordados principalmente nas seguintes disciplinas do curso de Engenharia de Controle e Automação Industrial:

- Metodologias e Técnicas de Desenvolvimento de Sistemas e Programas – utilizada para a análise estruturada do projeto e especificação do sistema, além da interpretação das redes de Petri, que modelavam os protocolos de comunicação, disponíveis na literatura.
- Informática Industrial I – fundamentos de programação, arquiteturas de computadores.
- Sistemas Distribuídos e Redes de Computadores para Automação Industrial – utilização de redes de computadores; arquitetura ISO e protocolos de comunicação.
- Fundamentos de Sistemas de Bancos de Dados – arquitetura e modelagem de bancos de dados relacionais.

Notou-se insuficiência de conhecimentos relacionados principalmente à disciplina Fundamentos de Sistemas de Bancos de Dados, no que diz respeito a conceitos de otimização de desempenho do banco de dados utilizado (Oracle), como o uso de índices, por exemplo. Além disso, notou-se haver diferença entre a simbologia utilizada na confecção dos diagramas Entidade-Relacionamento em sala de aula e a simbologia utilizada pelos manuais e aplicativos da Oracle. Entretanto o raciocínio empregado no processo foi o mesmo, bastando, portanto, a adaptação aos novos símbolos.

Antes da realização do mesmo, o processo carecia de uma interface mais amigável com o usuário, além do fato que o registro das medições feitas não era totalmente utilizado, estando preciosos dados sobre a qualidade dos produtos relegados ao esquecimento.

Com a implementação do sistema proposto, pode-se ressaltar os seguintes pontos melhorados:

- Melhoria na interface com o usuário, que ficou mais amigável;
- Disponibilização de dados organizados em um banco de dados sobre as dimensões das lâminas produzidas, possibilitando análises estatísticas mais apuradas;
- Eliminação de gastos com impressão desnecessária de relatórios e liberação de espaço físico, antes utilizado para armazenagem dos relatórios
- Melhoria dos relatórios padrões do sistema
- Eliminação dos erros de interpretação devidos a caracteres mal impressos na impressora matricial

Além disso, pôde ser identificada uma falha grave no controle de qualidade da Embraco. As lâminas produzidas possuem uma tolerância de fabricação e uma tolerância na medição. As tolerâncias de medição são mais apertadas que as tolerâncias de fabricação, pois o departamento de qualidade julga que o número de pontos medido por lâmina não é suficiente para assegurar as dimensões do produto final. Desta forma, criou-se a figura da liberação condicional. É uma prática, onde uma lâmina que esteja fora das tolerâncias ainda assim pode ser considerada aprovada pelo operador, que, sabendo dessa diferença entre as tolerâncias de medição e de fabricação, julga o lote de lâmina como adequado. Para isso foi adicionado um *status* de medição no banco de dados, que conta com três *status* possíveis: aprovada (P), reprovada (F) e aprovada pelo usuário (U).

O fato é que sem a utilização desse sistema integrado com o banco de dados, essas aprovações condicionais não eram controladas e, apesar de conhecidas, eram ignoradas pelo departamento de qualidade. Com o sistema integrado com o banco de dados e ferramentas de pesquisa facilmente aplicáveis, foi percebido que cerca de dois terços (66%) das lâminas produzidas pela Embraco eram aprovadas pelo usuário. Isso é uma aberração no sistema de controle de qualidade, já que significa que uma empresa está deliberadamente ignorando as próprias normas de qualidade que criou.

A percepção dessa disfunção deu margem a outro projeto a ser realizado, onde serão feitos novos programas na máquina de medição, que tomarão mais

pontos por lâmina. Esses programas serão executados em alguns lotes de teste, para confrontar os resultados com os programas utilizados ao término desse presente trabalho, tentando demonstrar que o número de pontos medidos atualmente é significativo. Isso possibilitará que as tolerâncias de medição sejam relaxadas e o controle dimensional seja efetuado sem a figura das liberações condicionais. Dessa forma a norma passará a ser seguida tal como existe, que é o que o senso comum indica.

O fato de ter contribuído para a detecção de um problema sério numa área crítica, como é a área da qualidade, na Embraco, demonstrou a validade da execução desse trabalho.

Anexo 1 – Relatórios emitidos pela máquina de medição VIEW

Os relatórios mostrados são cópias dos relatórios apresentados pela máquina de medição VIEW antes da implementação do sistema objeto deste trabalho.

** LAMINA ESTATOR V **
 CODIGO DO PRODUTO: 113243202

FERRAMENTA: FC107

MATERIAL: E18004

MAGAZINE:

OBSERVAÇÃO: PR0096

POSICAO No.: 3

FREQUENCIA: 4 PECAS/120 MIN.

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|---|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| ITENS DA LC: | | | | | | |
| CIRCUL. | 0.000 | 0.030 | 0.000 | 0.037 | 0.037 | FAIL |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.034 | 0.034 | PASS |
| MAIOR DIAMETRO INTERNO E ² : | 16 | | | | | |
| MAIORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.080 | 0.040 | PASS |
| MENOR DIAMETRO INTERNO E ² : | 3 | | | | | |
| MENORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.034 | -0.006 | FAIL |

OBS: CIRCULARIDADE MEDIDA NO RAIU

INFORMACOES ADICIONAIS:

DIAMETRO MEDIO (48 PUS):

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|------|
| INTERNO | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.062 | 0.022 | PASS |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|------|

MAIOR RAIU ESTA NA RANHURA 21

| | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------|
| MAIORD | 31.020 | 0.030 | 0.000 | 31.046 | 0.026 | PASS |
|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------|

MENOR RAIU ESTA NA RANHURA 2

| | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|--------|--------|------|
| MENORD | 31.020 | 0.030 | 0.000 | 31.009 | -0.011 | FAIL |
|--------|--------|-------|-------|--------|--------|------|

COORDENADAS X E Y DA CONCENTRICIDADE DAS RANHURAS X DIA. INTERNO

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| PUS X | 0.000 | 0.050 | 0.050 | -0.017 | -0.017 | PASS |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| PUS Y | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.021 | 0.021 | PASS |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|

POSICAO No.: 4

FREQUENCIA: 4 PECAS/120 MIN.

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|---|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| ITENS DA LC: | | | | | | |
| CIRCUL. | 0.000 | 0.030 | 0.000 | 0.043 | 0.043 | FAIL |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.047 | 0.047 | PASS |
| MAIOR DIAMETRO INTERNO E ² : | 16 | | | | | |
| MAIORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.077 | 0.037 | PASS |
| MENOR DIAMETRO INTERNO E ² : | 3 | | | | | |
| MENORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.023 | -0.017 | FAIL |

OBS: CIRCULARIDADE MEDIDA NO RAIU

INFORMACOES ADICIONAIS:

DIAMETRO MEDIO (48 PUS):

| | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|------|
| INTERNO | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.061 | 0.021 | PASS |
|---------|--------|-------|-------|--------|-------|------|

MAIOR RAIU ESTA NA RANHURA 20

| | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------|
| MAIORD | 31.020 | 0.030 | 0.000 | 31.042 | 0.022 | PASS |
|--------|--------|-------|-------|--------|-------|------|

MENOR RAIU ESTA NA RANHURA 2

| | | | | | | |
|--------|--------|-------|-------|--------|--------|------|
| MENORD | 31.020 | 0.030 | 0.000 | 31.000 | -0.020 | FAIL |
|--------|--------|-------|-------|--------|--------|------|

COORDENADAS X E Y DA CONCENTRICIDADE DAS RANHURAS X DIA. INTERNO

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|
| PUS X | 0.000 | 0.050 | 0.050 | -0.018 | -0.018 | PASS |
|-------|-------|-------|-------|--------|--------|------|

| | | | | | | |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| PUS Y | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.015 | 0.015 | PASS |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|

** LAMINA ESTATOR V **
 CODIGO DO PRODUTO: 113243252

FERRAMENTA: F0107 MATERIAL: E18504 MAGAZINE:
 OBSERVACAO: PR0096
 POSICAO No.: 1 FREQUENCIA: 4 PECAS/120 MIN.

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|-------------------------------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| ITENS DA LC: | | | | | | |
| CIRCUL. | 0.000 | 0.030 | 0.000 | 0.048 | 0.048 | FAIL |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.051 | 0.051 | PASS |
| MAIOR DIAMETRO INTERNO E': 16 | | | | | | |
| MAIORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.080 | 0.040 | PASS |
| MENOR DIAMETRO INTERNO E': 2 | | | | | | |
| MENORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.017 | -0.023 | FAIL |

UBS: CIRCULARIDADE MEDIDA NO RAIU

| INFORMACOES ADICIONAIS: | | | | | | |
|--|--------|-------|-------|--------|--------|------|
| DIAMETRO MEDIO (48 PIOS): | | | | | | |
| INTERNO | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.062 | 0.022 | PASS |
| MAIOR RAIU ESTA NA RANHURA 4 | | | | | | |
| MAIORD | 31.520 | 0.030 | 0.000 | 31.544 | 0.024 | PASS |
| MENOR RAIU ESTA NA RANHURA 2 | | | | | | |
| MENORD | 31.520 | 0.030 | 0.000 | 31.497 | -0.023 | FAIL |
| COORDENADAS X E Y DA CONCENTRICIDADE DAS RANHURAS X DIA. INTERNO | | | | | | |
| POS X | 0.000 | 0.050 | 0.050 | -0.020 | -0.020 | PASS |
| POS Y | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.016 | 0.016 | PASS |

POSICAO No.: 2 FREQUENCIA: 4 PECAS/120 MIN.

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|-------------------------------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| ITENS DA LC: | | | | | | |
| CIRCUL. | 0.000 | 0.030 | 0.000 | 0.027 | 0.027 | PASS |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.060 | 0.060 | PASS |
| MAIOR DIAMETRO INTERNO E': 16 | | | | | | |
| MAIORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.085 | 0.045 | PASS |
| MENOR DIAMETRO INTERNO E': 2 | | | | | | |
| MENORD | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.050 | 0.010 | PASS |

UBS: CIRCULARIDADE MEDIDA NO RAIU

| INFORMACOES ADICIONAIS: | | | | | | |
|--|--------|-------|-------|--------|--------|------|
| DIAMETRO MEDIO (48 PIOS): | | | | | | |
| INTERNO | 63.040 | 0.060 | 0.000 | 63.066 | 0.026 | PASS |
| MAIOR RAIU ESTA NA RANHURA 21 | | | | | | |
| MAIORD | 31.520 | 0.030 | 0.000 | 31.544 | 0.024 | PASS |
| MENOR RAIU ESTA NA RANHURA 23 | | | | | | |
| MENORD | 31.520 | 0.030 | 0.000 | 31.517 | -0.003 | FAIL |
| COORDENADAS X E Y DA CONCENTRICIDADE DAS RANHURAS X DIA. INTERNO | | | | | | |
| POS X | 0.000 | 0.050 | 0.050 | -0.023 | -0.023 | PASS |
| POS Y | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.019 | 0.019 | PASS |

** LAMINA ROTOR C - DIAMETRO INTERNO MENOR**
 CODIGO DO PRODUTO: 113242094

FERRAMENTA: F0302

MATERIAL: E-105 D4

MAGAZINE:

OBSERVAÇÃO: PR0043

POSICAO No. : 1

FREQUENCIA: 4 PCS/TRUCA DE FERRAMENTA
 4 PCS/TRUCA MATERIAL

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|----------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| DIA. INT | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.618 | 0.018 | PASS |
| DIA. EXT | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.246 | 0.246 | PASS |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.065 | 0.065 | PASS |

POSICAO No. : 2

FREQUENCIA: 4 PCS/TRUCA DE FERRAMENTA
 4 PCS/TRUCA MATERIAL

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|----------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| DIA. INT | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.618 | 0.018 | PASS |
| DIA. EXT | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.249 | 0.249 | PASS |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.067 | 0.067 | PASS |

POSICAO No. : 3

FREQUENCIA: 4 PCS/TRUCA DE FERRAMENTA
 4 PCS/TRUCA MATERIAL

| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|----------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| DIA. INT | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.622 | 0.022 | PASS |
| DIA. EXT | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.246 | 0.246 | PASS |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.080 | 0.080 | PASS |

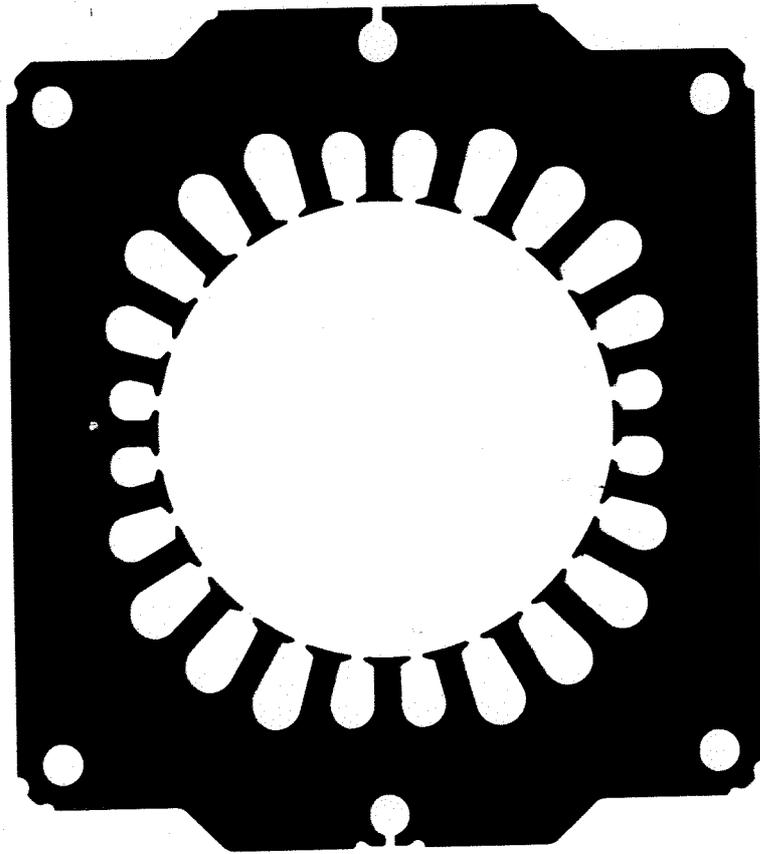
POSICAO No. : 4

FREQUENCIA: 4 PCS/TRUCA DE FERRAMENTA
 4 PCS/TRUCA MATERIAL

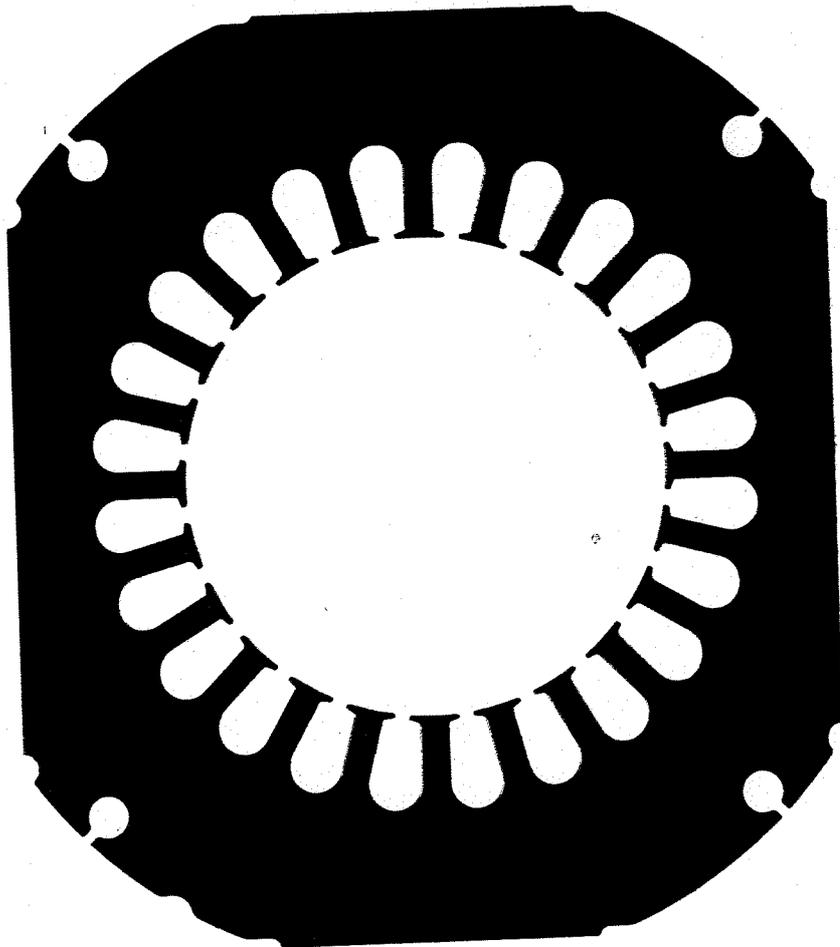
| COTA | NOMINAL | TOL+ | TOL- | MEDICAO | DESVIO | STATUS |
|----------|---------|-------|-------|---------|--------|--------|
| DIA. INT | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.619 | 0.019 | PASS |
| DIA. EXT | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.251 | 0.251 | PASS |
| CONCENT. | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.067 | 0.067 | PASS |

Anexo 2 – Perfil de algumas das lâminas medidas

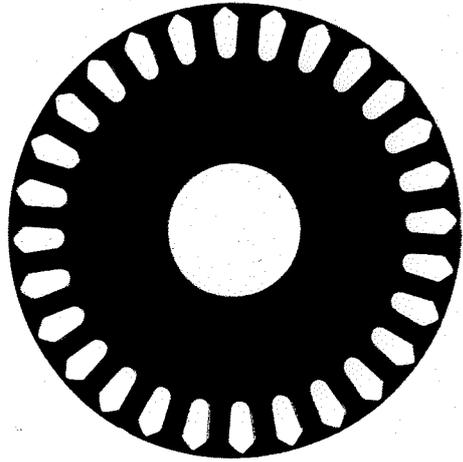
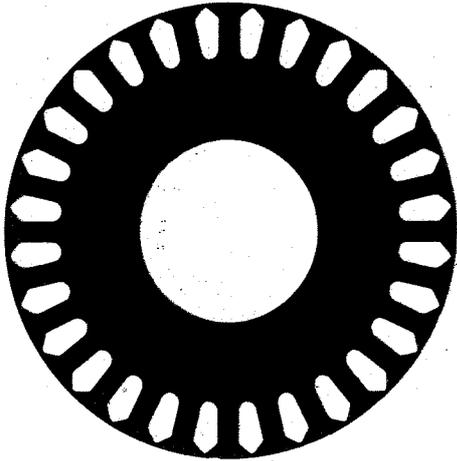
Lâmina de estator X



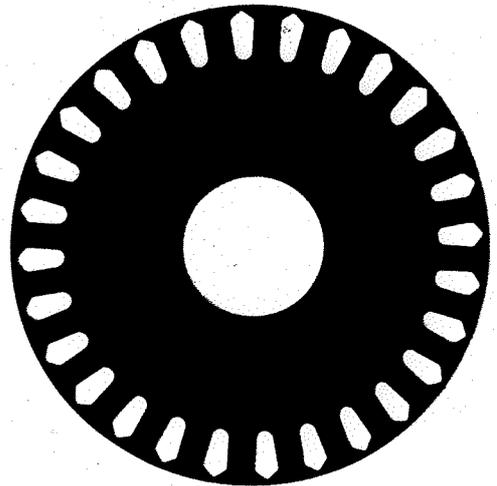
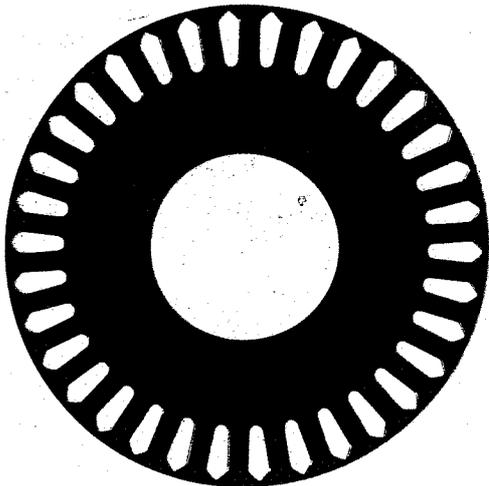
Lâmina de estator VCC



Lâminas de rotor X

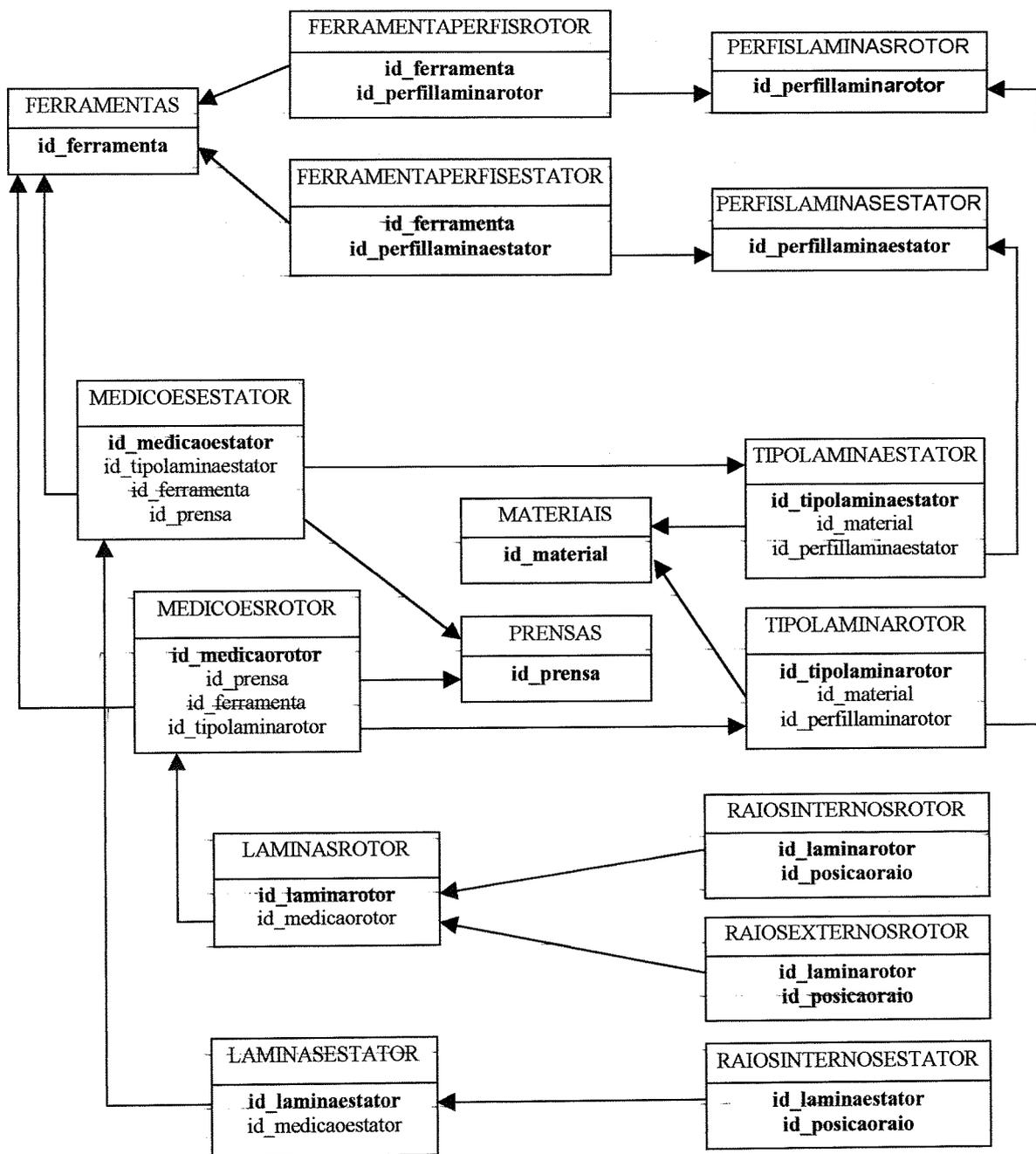


Lâminas de rotor V



Anexo 3 – Diagrama do banco de dados

No diagrama a seguir do banco de dados foram usadas as seguintes convenções: retângulos representam tabelas, com o nome das tabelas em letras maiúsculas no alto do retângulo; em **negrito** está a chave primária da tabela; as flechas apontam da chave estrangeira para a tabela referenciada. Só foram listadas as colunas das tabelas pertencentes à chave primária ou estrangeira, para simplificação do diagrama.



Anexo 4 – Relação de chaves estrangeiras utilizadas no banco de dados

Listagem de chaves estrangeiras existentes no banco de dados, ordenadas por tabela referenciada.

| Tabela referenciada | Tabela que faz referência | Nome da coluna que faz referência | Nome da chave |
|---------------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------|
| ferramentas | medicoesestator | id_ferramenta | fk_medest_id_ferramenta |
| ferramentas | medicoesrotor | id_ferramenta | fk_medrot_id_ferramenta |
| ferramentas | ferramentaperfisestator | id_ferramenta | fk_ferr_est_id_ferramenta |
| ferramentas | ferramentaperfisrotor | id_ferramenta | fk_ferr_rot_id_ferramenta |
| laminasestator | raiosinternosestator | id_laminaestator | fk_raiointest_id_lamestator |
| laminasrotor | raiosinternosrotor | id_laminarotor | fk_raiointrot_id_lamrot |
| laminasrotor | raioexternosrotor | id_laminarotor | fk_raioextrot_id_lamrot |
| materiais | tiposlaminasestator | id_material | fk_tiposlamest_id_material |
| materiais | tiposlaminasrotor | id_material | fk_tiposlamrot_id_material |
| medicoesestator | laminasestator | id_medicaoestator | fk_lamestator_id_medest |
| medicoesrotor | laminasrotor | id_medicaorotor | fk_laminarotor_id_medrot |
| prensas | medicoesestator | id_prensa | fk_medest_id_prensa |
| prensas | medicoesrotor | id_prensa | fk_medrot_id_prensa |
| perfilaminasestator | ferramentaperfisestator | id_perfillaminaestator | fk_ferr_est_id_perfillamest |
| perfilaminasestator | tiposlaminasestator | id_perfillaminaestator | fk_tipolamest_id_perfillamest |
| perfilaminasrotor | ferramentaperfisrotor | id_perfillaminarotor | fk_ferr_rot_id_perfillamrot |
| perfilaminasrotor | tiposlaminasrotor | id_perfillaminarotor | fk_tipolamrot_id_perfillamrot |
| tiposlaminasestator | medicoesestator | id_tipolaminaestator | fk_medestator_id_tipolaminaest |
| Tiposlaminasrotor | medicoesrotor | id_tipolaminarotor | fk_medrotor_id_tipolaminarotor |

Anexo 5 – Índices criados no banco de dados remoto

A seguir são listados os índices criados para melhorar a performance das pesquisas.

| Tabela | Coluna | Nome do índice |
|-----------------|----------------------|-------------------------|
| Medicoesestator | dh_medicao | in_medest_dh_medicao |
| Medicoesestator | id_tipolaminaestator | in_medest_id_tipolamina |
| Medicoesestator | id_ferramenta | in_medest_id_ferramenta |
| medicoesrotor | dh_medicao | in_medrot_dh_medicao |
| medicoesrotor | id_tipolaminarotor | in_medrot_id_tipolamina |
| medicoesrotor | id_ferramenta | in_medrot_id_ferramenta |
| laminasestator | id_medicaoestator | in_laminasest_medicao |
| laminasrotor | id_medicaorotor | in_laminasrotor_medicao |

Anexo 6 – Relatórios padrões do novo sistema

Observação:

| Posição: 1 | | | | | | |
|--|-------------------|------------------|------------------|-------------------|--------|--------|
| Frequência: 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material - 4 pcs/diâmetro | | | | | | |
| Cota | Nominal | Tolerância + | Tolerância - | Medição | Desvio | Status |
| Diâmetro interno | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.600 | 0.000 | Aprov |
| Diâmetro externo | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.000 | 0.000 | Aprov |
| Erro de concentricidade | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.012 | 0.012 | Aprov |
| Posição: 2 | | | | | | |
| Frequência: 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material - 4 pcs/diâmetro | | | | | | |
| Cota | Nominal | Tolerância + | Tolerância - | Medição | Desvio | Status |
| Diâmetro interno | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.600 | 0.000 | Aprov |
| Diâmetro externo | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.000 | 0.000 | Aprov |
| Erro de concentricidade | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.012 | 0.012 | Aprov |
| Posição: 3 | | | | | | |
| Frequência: 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material - 4 pcs/diâmetro | | | | | | |
| Cota | Nominal | Tolerância + | Tolerância - | Medição | Desvio | Status |
| Diâmetro Interno | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.600 | 0.000 | Aprov |
| Diâmetro Externo | 63.000 | 0.100 | 0.100 | 63.000 | 0.000 | Aprov |
| Erro de concentricidade | 0.000 | 0.000 | 0.000 | 0.012 | 0.012 | Aprov |
| Posição: 4 | | | | | | |
| Frequência: 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material - 4 pcs/diâmetro | | | | | | |
| Cota | Nominal | Tolerância + | Tolerância - | Medição | Desvio | Status |
| Diâmetro Interno | 18.600 | 0.100 | 0.100 | 18.600 | 0.000 | Aprov |
| Diâmetro Externo | 63.000 | 0.300 | 0.100 | 63.000 | 0.000 | Aprov |
| Erro de concentricidade | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.012 | 0.012 | Aprov |

Ferramenta: FX006

Material: E 185 C4

Magazine:

Prensa: PR0043

Observação:

| Posição: 1 | | Frequência: 4 pcs/120 min - 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material | | | | | Status |
|--|------------------|---|------------------|------------------|--------|-------|--------|
| Cota | Nominal | Tolerância + | Tolerância - | Medição | Desvio | | |
| Erro de circularidade | 0.000 | 0.029 | 0.000 | 0.011 | 0.011 | Aprov | |
| Erro de concentricidade | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.012 | 0.012 | Aprov | |
| Maior diâmetro interno é: 1 | | | | | | | |
| Maior diâmetro | 60.040 | 0.059 | 0.000 | 60.050 | 0.010 | Aprov | |
| Menor diâmetro interno é: 3 | | | | | | | |
| Menor diâmetro | 60.040 | 0.059 | 0.000 | 60.030 | -0.010 | Rep | |
| Obs: Circularidade medida no raio | | | | | | | |
| Informações adicionais | | | | | | | |
| Diâmetro interno médio | 60.040 | 0.059 | 0.000 | 60.040 | 0.000 | Aprov | |
| Maior raio está na ranhura:2 | | | | | | | |
| Maior raio | 30.020 | 0.030 | 0.000 | 30.025 | 0.005 | Aprov | |
| Menor raio está na ranhura:4 | | | | | | | |
| Menor raio | 30.020 | 0.030 | 0.000 | 30.015 | -0.005 | Rep | |
| Coordenadas X e Y da concentricidade das ranhuras x Diâmetro Interno | | | | | | | |
| Pos X | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.013 | 0.013 | Aprov | |
| Pos Y | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.014 | 0.014 | Aprov | |

| Posição: 2 | | Frequência: 4 pcs/120 min - 4 pcs/ferramenta - 4 pcs/material | | | | | Status |
|--|------------------|---|------------------|------------------|--------|-------|--------|
| Cota | Nominal | Tolerância + | Tolerância - | Medição | Desvio | | |
| Erro de circularidade | 0.000 | 0.029 | 0.000 | 0.011 | 0.011 | Aprov | |
| Erro de concentricidade | 0.000 | 0.100 | 0.000 | 0.012 | 0.012 | Aprov | |
| Maior diâmetro interno é: 1 | | | | | | | |
| Maior diâmetro | 60.040 | 0.059 | 0.000 | 60.050 | 0.010 | Aprov | |
| Menor diâmetro interno é: 3 | | | | | | | |
| Menor diâmetro | 60.040 | 0.059 | 0.000 | 60.030 | -0.010 | Rep | |
| Obs: Circularidade medida no raio | | | | | | | |
| Informações adicionais | | | | | | | |
| Diâmetro interno médio | 60.040 | 0.059 | 0.000 | 60.040 | 0.000 | Aprov | |
| Maior raio está na ranhura:2 | | | | | | | |
| Maior raio | 30.020 | 0.030 | 0.000 | 30.025 | 0.005 | Aprov | |
| Menor raio está na ranhura:4 | | | | | | | |
| Menor raio | 30.020 | 0.030 | 0.000 | 30.015 | -0.005 | Rep | |
| Coordenadas X e Y da concentricidade das ranhuras x Diâmetro Interno | | | | | | | |
| Pos X | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.013 | 0.013 | Aprov | |
| Pos Y | 0.000 | 0.050 | 0.050 | 0.014 | 0.014 | Aprov | |

Anexo 7 – Exemplo de programa da máquina de medição VIEW

Program EXEMPLO

Logical Name DISPLAY is Type I/O Device

Array RAD1 [12] is Type Point

Array RAD2 [12] is Type Point

Procedure CONSTANTS

* screen clear *

CLS := POS(1,1) + ESC + "*J"

* display live video *

LIVE_VIDEO := ESC + "PW(Z5(L0V2))" + ESC + "7"

End Proc

Is

Connect System_Terminal As DISPLAY

Use Format FORMATO_TEST For Result OutPut

Save Current Alignment in Register 5

Change Camera 1 Calibration to Millimeters

Save New Calibration To Disk: Yes

OutPut String CLS + "Programa de teste"

Repeat

Until TESTKEY

PECA := 0

PCS Step & Repeat 2 times

X Step := 155.00

Y Step := 0

Z Step := 0

Save Current Alignment in Register 4

PCS Step & Repeat 2 times

X Step := 0

Y Step := 155.00

Z Step := 0

PECA := PECA+1

Save Current Alignment in Register 3

OutPut String LIVE_VIDEO to DISPLAY

C0 := 3pt Circle(Max Tool(S2,T1), Max Tool(S8,T1),
Max Tool(S9,T1))

Set X And Y Origins to Center (C0)

Set Z Origin to Center (C0)

```

Clear BUFFER
Clear RAD1
Clear RAD2
Polar Step & Repeat 12 Times
    Step Angle := 30

    Add Max Tool(S3,T1) to RAD1
End_Step_&_Repeat
DIAMINTERNO := Regression Circle (RAD1, Outliers At 3)
C1 := 3pt Circle(Tool(S1,T2), Tool(S5,T2), Tool(S6,T2))
L1 := 2pt Line(C0,C1)
Set X Axis // To L1
I := 0
Polar Step & Repeat 8 Times
    Step Angle := 45

    Clear BUFFER
    Add All Points (S14,T1) To BUFFER
    Add All Points (S10,T1) To BUFFER
    Add All Points (S11,T1) To BUFFER
    Add All Points (S12,T1) To BUFFER
    Add Max Tool(S4,T1) To RAD2
    I := I+1
End_Step_&_Repeat
DIAMEXTERNO := Regression Circle (RAD2, Outliers At 3)
Recall Alignment From Register 3
End_Step_&_Repeat
Recall Alignment From Register 4
End_Step_&_Repeat
Recall Alignment From Register 5
End_Step_&_Repeat
Stage Only Move (S7,T1)
End_Program

```

Referências Bibliográficas

1. ALVES, Luiz. **Protocolos para redes de comunicação de dados**. 2ª. ed. São Paulo: Atlas, 1991.
2. DATA Modeling and Relational Database Design. Vol. 1 – Student Guide. 2ª. ed. Oracle Corporation, 1992.
3. DEMARCO, Tom. **Análise Estruturada e Especificação de Sistema**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.
4. HALLIDAY, D. et al. **Física 3**. 4ª. ed. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1996.
5. HALSALL, Fred. **Data Communications, Computer Networks and OSI**. 2ª. ed. Avon: Addison-Wesley, 1988.
6. KOCH, George; LONEY, Kevin. **ORACLE8: The Complete Reference**. Berkeley: Osborne/McGraw-Hill, 1997.
7. NARCISO FILHO, Paulo. **Caderno de Encargos do View**. Florianópolis, 1998.
8. ORACLE Online Documentation Library 7.3. Conjunto de arquivos formato HTML e PDF que acompanham o produto, 1996.
9. PRESSMAN, Roger. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 1995.
10. TANENBAUM, Andrew. **Computer Networks**. 3ª. ed. New Jersey: Prentice Hall, 1996.
11. VIEW Engineering Inc. **View 1220 with SUI Documentation**.