

Moderna Fábrica de Transformadores de Distribuição

resumo

A Nova Fábrica de Transformadores de Distribuição da EFACEC é uma unidade de produção industrial que utiliza as mais recentes tecnologias, quer ao nível dos equipamentos de produção, que ao nível de gestão do processo produtivo. Concebida segundo os conceitos mais modernos, atinge um grau de automatização muito elevado, mas mantendo a flexibilidade necessária à execução dos transformadores especiais que o mercado solicitar. Assim, foi possível obter um alto nível de produtividade, associado a uma melhoria da qualidade e dos prazos de entrega.

Modern Factory of Distribution Transformers

summary

The EFACEC's New Factory of Distribution Transformers is a production plant equipped with the most advanced and up-dated technologies, not only in what concerns the level of the production equipments, but also for the management of the production process. Designed according to the most modern technologies, the industrial plant reaches a very important automation level while maintaining the flexibility needed for the production of special transformers required in the market. Therefore it is possible to reach a high productivity level with better quality and delivery time.

1. Introdução à Descrição Técnica da Nova Fábrica

Esta nova fábrica, inteiramente concebida por quadros da EFACEC, é uma unidade que utiliza as mais recentes tecnologias, quer a nível dos equipamentos de produção, quer a nível de gestão do processo produtivo, desenvolvida em ambiente CIM (Computer Integrated Manufacturing).

Esta Unidade atinge um grau de automatização muito importante e nela são utilizados meios técnicos que não são ainda contemplados nas suas congéneres europeias. Alguns apresentam-se como "première" a nível mundial, como é o caso do Sistema de Secagem e Enchimento com Óleo dos

Transformadores de Distribuição.

Todos os meios técnicos de fabrico, entretanto desenvolvidos ou adquiridos, são agora geridos por um Sistema de Supervisão e Gestão Informatizada (SSGI), que os interliga ao sistema de cálculo, desenho e preparação já existente. O SSGI tem como objectivo eliminar a circulação de papéis na fábrica, disponibilizando em cada posto a informação aí necessária e gerir os sistemas de transporte e armazenagem de materiais.

A nova fábrica dispõe de dois laboratórios de ensaios finais, com os mais modernos equipamentos, que permitem a aquisição automática de dados, o seu tratamento e a elaboração, por computador, do respectivo certificado de ensaios.



Fig. 1 - Sala de projecto.

Este investimento, de cerca de dois milhões de contos, subsidiado em 570 mil contos pelo Programa PEDIP, vem permitir duplicar a capacidade de produção, com diminuição de erros de fabrico de origem humana, reduzindo os tempos de fabricação e com um controlo eficaz dos prazos de entrega, alcançando-se assim os objectivos primordiais deste investimento, ou seja, aumentar a Competitividade, o nível de Qualidade e a Capacidade de produção.

De salientar que alguns meios técnicos instalados resultam da estreita colaboração entre a EFACEC e a Universidade, nomeadamente com a Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto no que diz respeito ao Sistema de Secagem, e com o Instituto Superior Técnico de Lisboa no caso dos Filoguiados.

Os Recursos Humanos mobilizados nesta nova fábrica, que ocupa uma área de 11 000 m², atinge 140 pessoas das quais 20 são engenheiros. A facturação prevista para 1993 é de 4 milhões de contos, sendo a produção destinada à exportação idêntica em volume à destinada ao mercado nacional.

É sobre este novo empreendimento industrial que a revista ELECTRICIDADE dedica a sua primeira abordagem tecnológica de 1993, exactamente a assinalar o marco histórico de consolidação da Comunidade Europeia pela construção do mercado único europeu.

2. Sistema de Transporte e Armazenamento de Materiais (STAM)

A nova fábrica de Transformadores de Distribuição apresenta um sistema integrado de armazenagem automática e movimentação autónoma para matérias-primas e semi-fabricados.

Neste sistema, a intervenção humana apenas se limita à entrega de matérias-primas ao respectivo Armazém Automático e à movimentação dos materiais dentro das células de fabrico em que a fábrica está estruturada. Todas as restantes movimentações são feitas automaticamente e autonomamente.

EFACEC: História

A EFACEC, Empresa Fabril de Máquinas Eléctricas, SA, constituída em 1948, era já resultado da evolução de uma pequena indústria eléctrica -EML Electro-Moderna, Lda - cujas origens remontam a 1917 e que nessa altura havia iniciado a fabricação de motores eléctricos no país.

Nascida em instalações modestas, na Rua de Camões, da cidade do Porto, foi transferida em 1950 para a nova fábrica da Arroteia, Leça do Bailio, Matosinhos, entretanto construída, no local que presentemente constitui a principal Unidade Industrial e a Sede desta Empresa.

Na década de 1950, desenvolveu-se a EFACEC como sociedade produtora não só de equipamentos eléctricos para fins industriais, de que são exemplos os motores, electrobombas, ventiladores, transformadores, elevadores, aparelhagem de média e alta tensão, como ainda instalações electromecânicas de grandes complexos energéticos e industriais.

Em todo o período de vida da Empresa foi constante a evolução quantitativa e qualitativa dessas produções, com forte implantação no mercado nacional, o que lhe tem permitindo afirmar-se como empresa líder no mercado português, quer no domínio dos produtos eléctricos para bens de equipamento, quer no domínio dos estudos e instalações de sistemas electromecânicos.

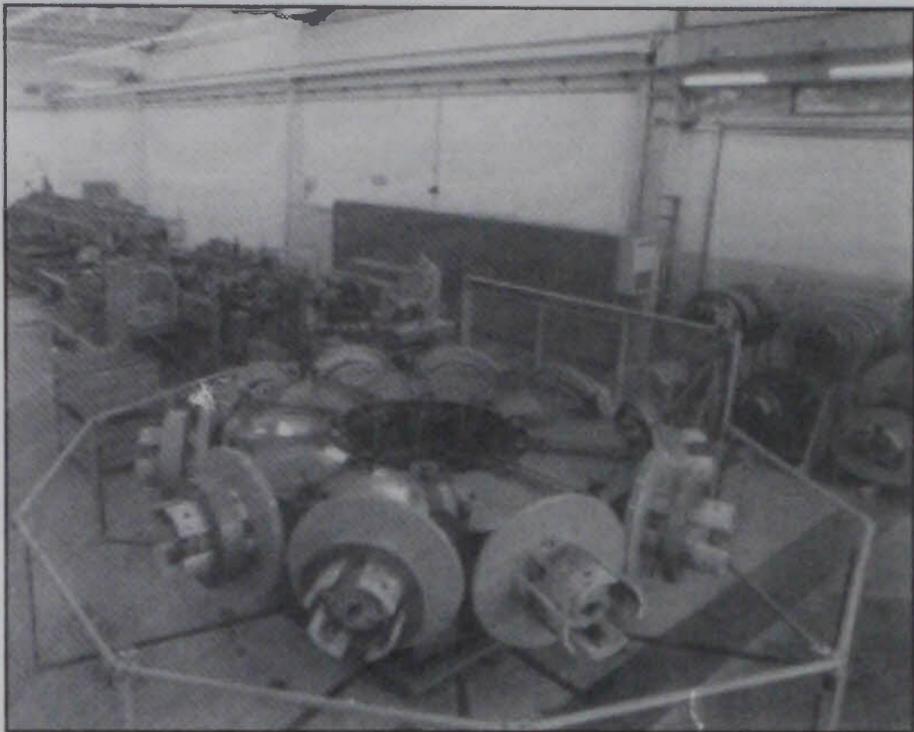


Fig. 2 - Corte do circuito magnético.

O sistema tem a seguinte constituição:

- **Armazém Automático** de matérias-primas, com capacidade para 500 paletes alojadas em estantes com 56 metros de comprimento e 7 m de altura. Um transtocador, com sistema de pesagem incorporado e capacidade de carga de 11 kN, movimenta 35 paletes por hora.
- **Armazém Automático** de semi-fabricados, com capacidade para 2400 paletes alojadas em estantes com 46 metros de comprimento e 5 m de altura. Um transtocador, com capacidade de carga de 17 kN, movimenta 35 paletes por hora.
- **Rede de Veículos Guiados Automaticamente (AGVs):** Quatro veículos asseguram o transporte entre os Armazéns Automáticos e os 120 postos de trabalho e entre estes, sem qualquer intervenção humana. Estes veículos bidireccionais, de duas rodas motoras e direccionais possuem uma capacidade de carga de 16 kN e circulam à velocidade de 1,2 m/s. A transferência de carga faz-se por vaivém bidireccional com plataforma de elevação a 0,60 m do solo. Assim, as estações de carga e descarga são passivas e de baixo custo. O seguimento e a comunicação entre os carros e o sistema de gestão faz-se por fio enterrado 0,015 m no solo. A localização dos AGVs é

indicada por etiquetas magnéticas passivas colocadas no solo e a precisão de posicionamento é de ± 5 mm.

- **Sistema Informático de Gestão** responsável pela gestão global de existências, localizações e movimentos dos Armazéns Automáticos e dos AGVs. Implementada com um sistema informático dedicado (Digital μ VAX 3100), sendo o software desenvolvido pela EFACEC Automação e Robótica, SA., com integração no sistema informático central de gestão da produção da unidade (CIM).

3. Sistema de Supervisão e Gestão Informatizada (SSGI)

A concepção da nova fábrica de transformadores de distribuição da EFACEC, com filosofia CIM (Computer Integrated Manufacturing), conduziu ao desenvolvimento de um sistema informático capaz de integrar os recursos de produção disponíveis.

A especificação do SSGI foi orientada pelos **objectivos** seguintes: eliminar a circulação de papéis, desenvolvendo uma rede de comunicações global, comando remoto das máquinas de controlo numérico, implementação de um moderno Sistema de Garantia da Qualidade e apoio à Gestão da Produção.

A **arquitectura** do sistema assenta nos seguintes princípios:

- Os **postos de trabalho** SSGI (50 unidades) são constituídos por um PC compatível (386SX-DOS) sem suporte magnético, teclado de membrana resistente a poeiras e líquidos, ecrã VGA monocromático, leitor de cartões magnéticos e placa de comunicações.
- O suporte físico para a **circulação da informação** é uma rede Ethernet, suportando o protocolo TCP/IP.
- O **Servidor Central** do SSGI é um COMPAC-0S2, que, para além da rede de PCs, está também ligado ao IBM 4381 - VM (computador central) e ao VAX 3100 - VMS (computador do Sistema de Transporte e Armazenamento de Materiais - STAM).

EFACEC: Organização Empresarial

A progressiva diversificação e complexidade das actividades operacionais da EFACEC levaram a uma profunda reorganização iniciada em 1988, no sentido do aumento da competitividade da Empresa, evoluindo em 1990 e 1991 para a condição de Grupo Empresarial através de uma operação de filialização das actividades, participadas a 100%, concentrando em cada uma delas as funções de produção, estudos, etc.

O Grupo EFACEC compreende actualmente um conjunto de 26 sociedades (afiliadas e/ou associadas) actuando nas áreas de Energia, Electrónica e Automação, Indústria e Serviços.

Daí decorrem as seguintes **funcionalidades** principais:

- A **integração** das diferentes áreas da fábrica levou à implementação de uma rede de comunicações, abrangendo o gabinete de cálculo e desenvolvimento, gabinete de projecto e sistemas de CAD, postos de trabalho da oficina, controlo numérico das máquinas existentes, aplicação de apoio à gestão de produção, laboratórios e controlo de qualidade e marketing.
- Como ferramenta de apoio ao **planeamento da produção**, o SSGI dá a possibilidade do chefe de fabrico ter informação, em tempo real, da situação da oficina a vários níveis: operários, máquinas e transformadores em curso de fabrico. Depois de tomadas as decisões, o chefe de fabrico tem a possibilidade de antecipadamente planejar a produção e de a alterar, por motivo de urgência do cliente. Em cada etapa de fabrico, os respectivos chefes de equipa podem distribuir a carga de trabalho existente, de modo a optimizarem o rendimento da equipa, de acordo com prazos de entrega, características dos operadores e das máquinas disponíveis, características dos transformadores e existências de materiais em armazém.
- Em cada posto de trabalho é possível a **visualização da informação** necessária à execução das tarefas: materiais necessários, instruções de fabrico, planos desenvolvidos em sistemas CAD e controlo da qualidade a efectuar, eliminando-se assim toda a circulação de papéis. A permissão de acesso às várias funções do sistema é definida pelo perfil que o chefe de fabrico atribui, de modo dinâmico, a cada utilizador.
- A integração com o STAM dá **acesso a informação**, para cada utilizador do SSGI e em qualquer ponto da fábrica, com as possibilidades seguintes: consultar existências de matérias-primas ou de semi-fabricados, gerar pedidos de matérias-primas ou de semi-fabricados, efectuar controlo e registo do consumo de matérias-primas e fornecer antecipadamente aos postos de trabalho todos os materiais necessários à execução das tarefas respectivas.
- Tendo em vista eliminar a circulação de disquetes e a programação local das máquinas, reduzindo significati-

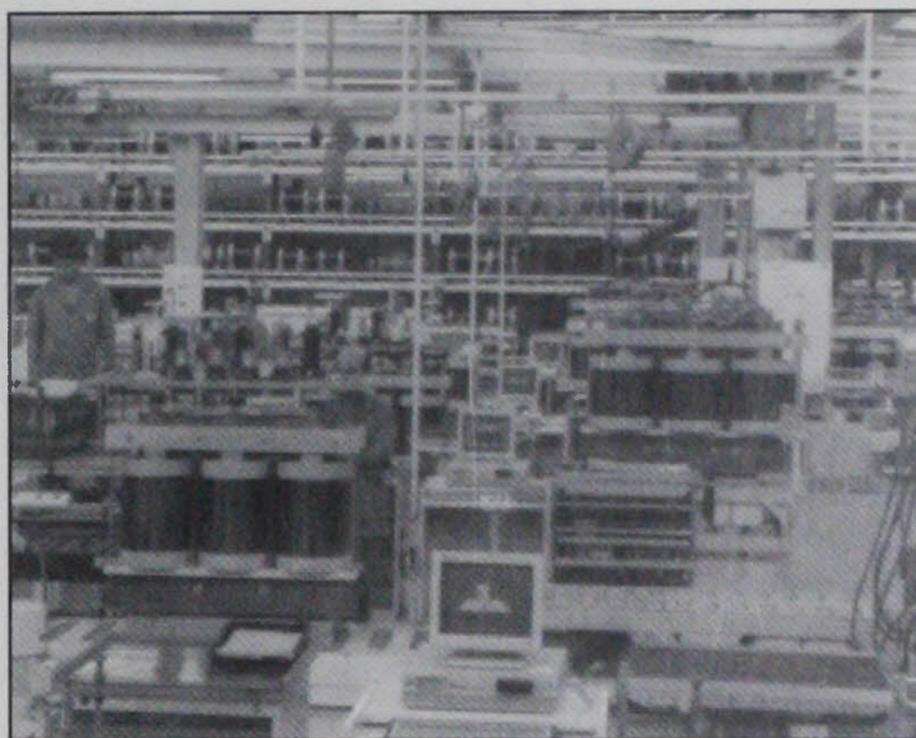


Fig. 3 - Montagem da parte activa.

vamente a ocorrência de erros humanos, a **comunicação automática dos parâmetros de controlo numérico** é efectuada para as seguintes máquinas: máquinas de bobinar AT, máquina de corte de circuitos magnéticos com tecnologia "step lap" e equipamento de secagem por injeção de corrente a baixa frequência.

- Envio de toda a informação necessária para a execução do **controlo de qualidade**, quer em curso de fabrico, quer nos ensaios laboratoriais: características dos semi-fabricados para controlos sistemáticos ao longo da cadeia de produção, características dos semi-fabricados para controlos sistemáticos ao longo da cadeia de produção, características técnicas dos transformadores, ensaios especiais ou de tipo requeridos pelo cliente, e prazo de entrega e data de eventual recepção. Todos os resultados são registados, arquivados e tratados estatisticamente, de modo a possibilitar o desenvolvimento permanente dos transformadores fabricados.
- Numa fábrica desta dimensão, é fundamental **analisar a informação** gerada no fabrico. Deste modo, o SSGI guarda no Server ou retorna para o IBM a informação seguinte: taxas de produtividade dos recursos existentes, dados contabilísticos referentes a consumo de tempo e de matérias-primas, e os desvios existentes entre os tempos

EFACEC: Exportação

A acompanhar o esforço nas áreas da produção, tem a FACEC procurado expandir os seus mercados, criando delegações e filiais no estrangeiro orientadas fundamentalmente para a comercialização em áreas estratégicas, localizadas em Espanha, França, Bélgica, Inglaterra, Angola, Moçambique, Zimbabué, Checoslováquia, Macau e Filipinas.

Ao longo destes últimos anos, a EFACEC conseguiu significativos sucessos no mercado de exportação, obtidos em áreas tradicionalmente difíceis, que testemunham bem a aceitação e a competitividade desta Empresa nestes mercados.

previstos e os tempos reais de fabrico. A análise destes dados, permite o planeamento da produção a longo prazo, e a verificação dos objectivos traçados no início de cada ano.

Este sistema de supervisão e gestão informatizada oferece diversas **vantagens tecnológicas e económicas**.

Ao integrar os desenvolvidos meios de produção existentes, o SSGI veio permitir otimizar a sua utilização: aumento da capacidade de produção, redução dos erros humanos cometidos, maior rapidez e exactidão nas decisões tomadas e redução do tempo de entrega dos transformadores de modo a satisfazer eventuais urgências dos clientes.

Atingindo a situação actual, a empresa industrial aumenta significativamente a capacidade de resposta no mercado de transformadores de distribuição e a competitividade dos produtos fabricados.

4. Novo Processo de Secagem e Enchimento de Tranformadores de Distribuição

A secagem dos Transformadores de Distribuição é normalmente efectuada mediante o aquecimento de todo o conjunto da parte activa. Este princípio aplica-se em todos os processos, a seguir mencionados:

- Secagem por circulação de ar quente
- Secagem por circulação de ar quente e vazio
- Secagem por circulação de óleo quente e vazio
- Secagem por "Hot Oil Spray"
- Secagem por "Vapour Phase"

Em todos estes sistemas, após a secagem, é necessário efectuar o vazio ao transformador para proceder ao enchimento e impregnação com óleo isolante.

Com o novo sistema, que a seguir se descreve sucintamente, é possível efectuar a secagem aquecendo apenas as bobinagens. Como num transformador médio a massa da bobinagem com isolantes representa apenas 25% a 30% do total, a energia necessária para elevar a temperatura até 100°

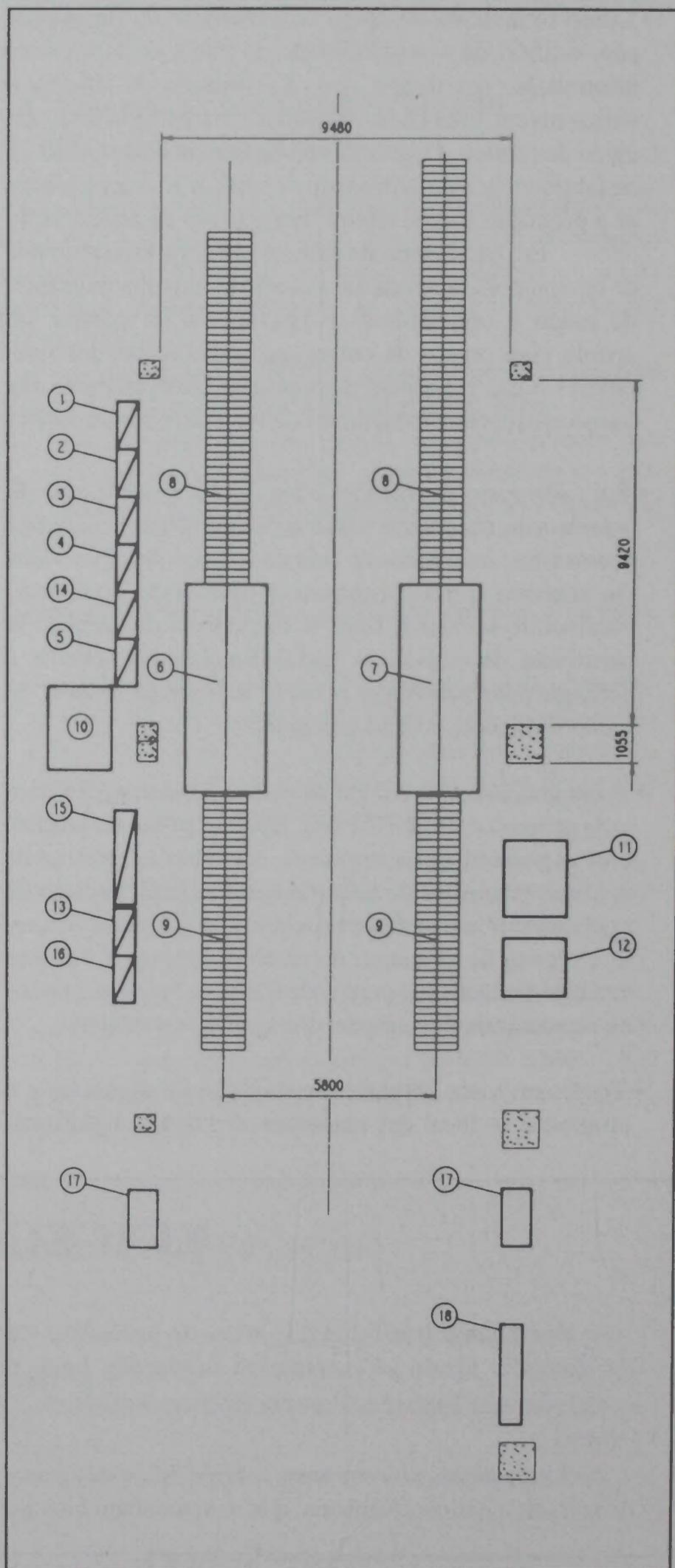
C é apenas de 30% a 40% do total.

Além disso, o novo processo permite, na sequência da secagem, o enchimento e impregnação na mesma operação.

A **descrição do sistema** faz-se pela análise dos seus vários componentes, como se indica a seguir.

Fig. 3 - Sistema de secagem e enchimento de transformadores de distribuição.

- 1 a 5 - Fontes de corrente a 5 Hz.
- 6 a 7 - Cubas de vazio e enchimento 1 e 2
- 8 - Tapetes de rolos de entrada
- 9 - Tapetes de rolos de saída
- 10 - Unidade de vazio
- 11 - Instalação de tratamento de óleo
- 12 - Instalação de tratamento de silicone
- 13 - Quadro eléctrico de comando
- 14 - Quadro eléctrico de comutação
- 15 - Quadro eléctrico de alimentação
- 16 - PC de comando remoto
- 17 - Depósito de óleo tratado
- 18 - Depósito de silicone tratado



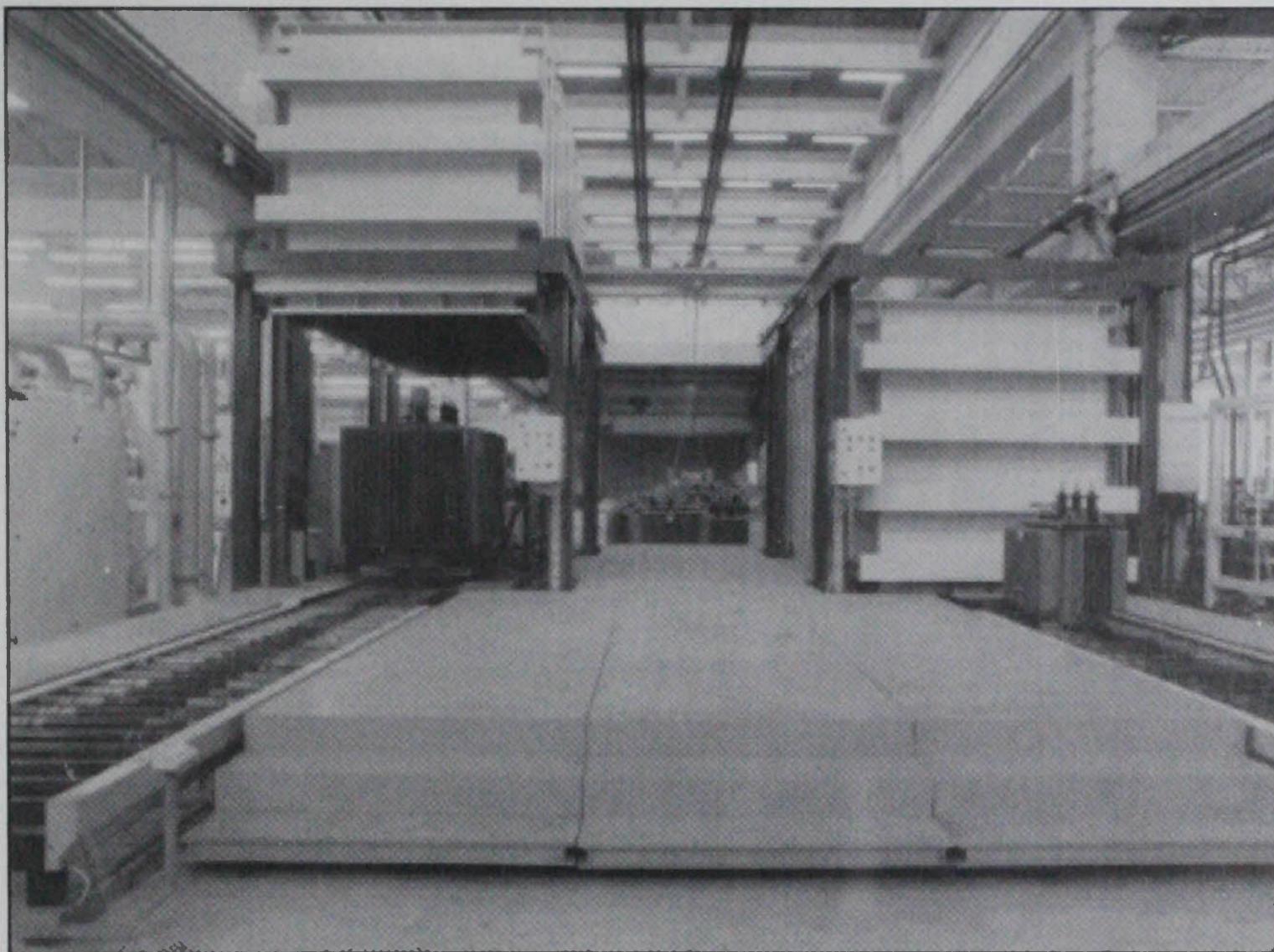


Fig. 5 - Secagem e enchimento de transformadores.

Cinco fontes de corrente a 5 Hz

Fabricadas pela EFACEC e desenvolvidas em colaboração com a Faculdade de Engenharia do Porto, estas fontes destinam-se a alimentar os transformadores a secar pela alta tensão, com a baixa tensão em curto-circuito.

Consegue-se assim, por indução electromagnética, que os dois enrolamentos sejam percorridos por corrente igualmente indexada ao valor nominal.

Cada fonte alimenta uma das cinco posições de secagem, alternadamente em cada uma das duas cubas de vazio e é controlada pelo seu próprio microprocessador, também responsável por todas as comunicações com o visualizador, teclado de comando local e interface série tipo RS 485.

Foi adoptada a frequência de 5 Hz para reduzir a tensão de curto-circuito do transformador a secar, evitando assim contornamentos sob vazio, e além disso para garantir baixas induções no circuito magnético.

A capacidade das fontes permite alimentar transformadores com tensões de 3 kV a 30 kV e potências de 50 kVA a 3150 kVA (máximo 220 A), em monofásico ou trifásico.

Cubas de vazio e enchimento

Duas cubas de vazio e enchimento foram concebidas para resistir ao vazio, com as seguintes dimensões interiores:

- Comprimento 5,20 m
- Largura 2,20 m
- Altura 2,50 m

A parte superior, tipo "cloche" está equipada com três visores iluminados e dispositivo de elevação motorizado com fins de curso, sinalização e telecomando.

A parte inferior está equipada com tapete de rolos interior e de entrada e saída, no exterior, cinco adutoras de óleo e uma de silicone com válvulas electromecânicas e contadores volumétricos, cinco travessias para injeção de corrente, tubo de esvaziamento com válvula e detector de fugas.

Unidade de vazio

A unidade de vazio é constituída por duas bombas de vácuo de anel líquido e duas bombas "roots" permitindo caudais de 3300 m³/h e vazios de 1 mbar a 0,1 mbar.

As bombas de anel líquido operam com óleo de transformador em circuito fechado.

As bombas "roots" são actuadas, por detectores de vazio, respectivamente a 50 mbar e 10 mbar após o ciclo de aquecimento dos transformadores.

Instalação de tratamento de óleo

A instalação de tratamento de óleo permite secar, filtrar e desgaseificar óleo de transformador.

A capacidade nominal desta instalação é de 5000 l/h, estando equipada com medidor de teor de gás dissolvido no óleo.

Instalação de tratamento de silicone

A instalação de tratamento de silicone permite secar, filtrar e desgaseificar silicone. A capacidade nominal é de 1000 l/h.

Tanto a instalação de tratamento de óleo como a de silicone permitem, de forma automática, alimentar as adutoras das cubas de vazio e enchimento, bem como os depósitos, respectivamente de óleo e silicone tratado, que deixam atestar e verificar a estanqueidade dos transformadores.

Quadro eléctrico de comando

Equipado com autómato Simatic S115 e "screenware", o quadro eléctrico de comando permite a comunicação com as fontes de corrente e o comando de todo o sistema através do quadro eléctrico de comutação, bem como o comando remoto por meio de um PC dedicado, ligado à rede do sistema de supervisão e gestão informatizada (SSGI).

O quadro está ainda equipado com ecrã, PC e impressora, para permitir desfrutar da utilização do "screenware".

Quadro eléctrico de comutação

O quadro eléctrico de comutação é comandado pelo quadro eléctrico de comando e a ele estão ligadas as cinco saídas a 5 Hz de cada uma das fontes e as cinco entradas de corrente de cada uma das cubas de vazio. É neste quadro que as fontes são comutadas para a cuba 1 ou 2, bem como actuadas todas as saídas de potência do sistema.

Quadro eléctrico de alimentação

Alimentado pelo quadro geral do posto de transformação, o quadro eléctrico de alimentação permite o fornecimento de energia eléctrica a todos os componentes do sistema e a compensação do factor de potência.

Este novo processo de secagem e enchimento oferece fundamentalmente as seguintes vantagens:

- **Rapidez de processamento:** Um transformador de distribuição é completamente seco e cheio com óleo, sob

vazio, num turno de 8 horas. Isto reduz o "lead time" e diminui as necessidades de espaço antes e depois da secagem e do enchimento porque estes processos são executados em sequência, numa só operação.

- **Eficiência e fiabilidade:** As fontes de corrente electrónicas são baseadas em microprocessador, que controla continuamente as várias grandezas eléctricas, nomeadamente a potência activa fornecida, e, por cálculo, a temperatura média dos enrolamentos de alta e baixa tensão, através da determinação da resistência combinada. Com o aquecimento eléctrico dos enrolamentos, a secagem é mais eficiente onde é mais necessária, ou seja, junto dos condutores onde o campo eléctrico for maior. O microprocessador assegura também a sua própria supervisão, medindo a resistência combinada (e a temperatura), quer em corrente alternada a 5 Hz, à saída do inversor, quer em corrente contínua à saída do rectificador, alarmando no caso das duas medidas divergirem além de determinado limite.
- **Poupança de energia:** Usando corrente eléctrica nos enrolamentos para secar o isolamento, sob vazio, só uma pequena parcela de energia é perdida no circuito magnético e no meio envolvente. Este processo requer menos de um terço da energia total exigida pelos outros processos.

5. Novo Laboratório de Ensaios de Transformadores de Distribuição

Para concluir a modernização da fábrica de transformadores de distribuição, instalou-se um novo laboratório de ensaios com recursos a novas tecnologias de base informática.

O novo laboratório assegurará, nomeadamente:

- uma cadência contínua e aumentada dos ensaios de rotina;
- a execução simultânea de ensaios de rotina, de tipo de especiais;
- maior precisão e fiabilidade das medidas com aquisição automática de dados;
- realização de ensaios de desenvolvimento e análise.

Estes objectivos atingem-se com uma **organização** do laboratório de ensaios criteriosamente planeada.

EFACEC: Resultados

O montante global da facturação prevista para o exercício de 1992 deverá situar-se nos 32 milhões de contos, com resultados líquidos da ordem dos 1,25 milhões de contos, o que significará um aumento de cerca de 23% em relação ao exercício anterior.

A Carteira de Encomendas no final de 1992 atingiu cerca de 33 milhões de contos, ou seja, mais 12% de que no final de 1991.

Por fim, saliente-se o comportamento bolsista das acções da EFACEC, cuja cotação média se valorizou em 32% desde o início de 1992, o que confirma a acção EFACEC como uma das melhores do mercado português.

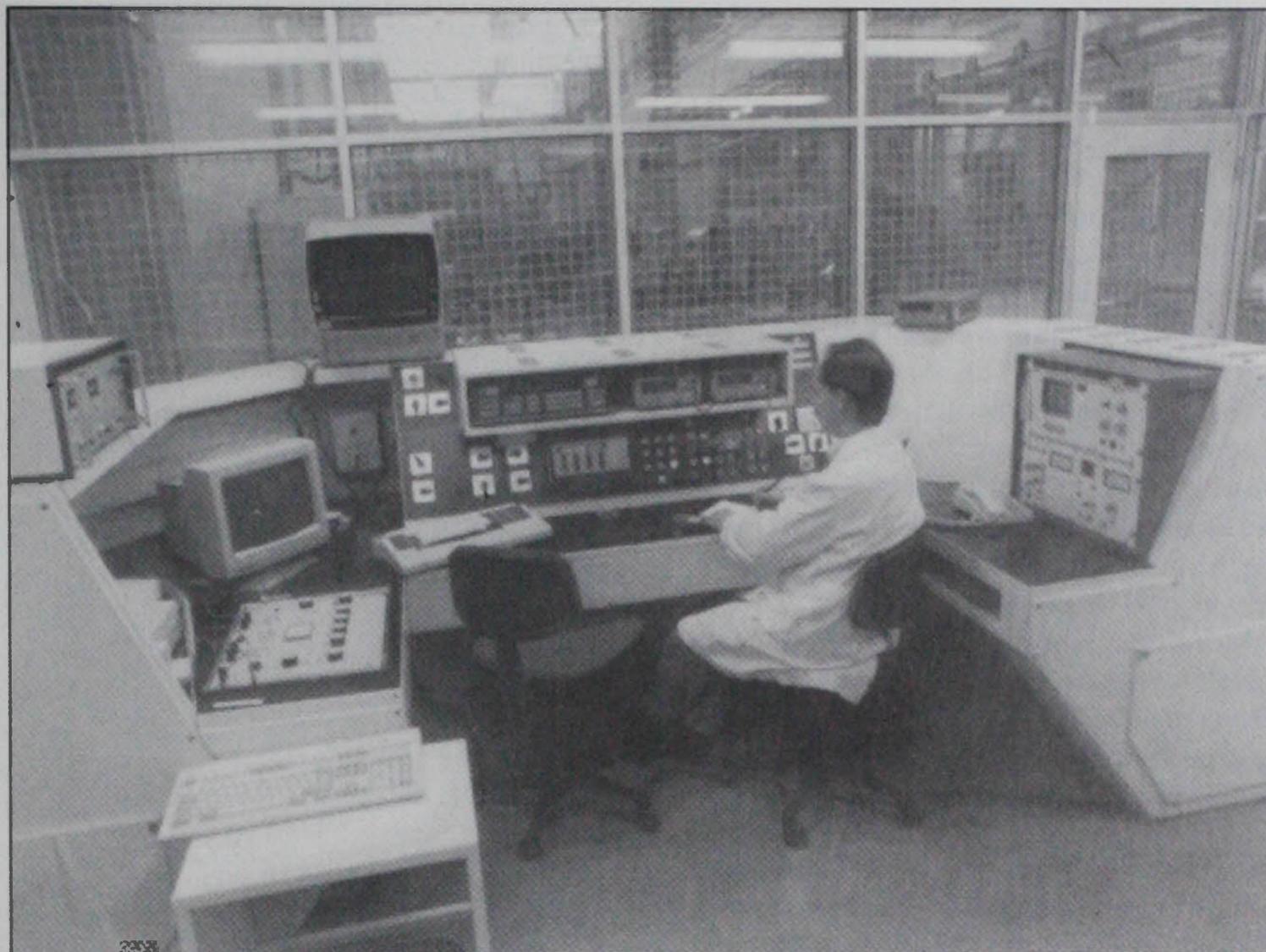


Fig. 6 - Laboratório de protótipos.

Assim, o novo laboratório é essencialmente constituído por duas áreas distintas de ensaios e uma sala de máquinas, sendo uma das áreas destinada à realização de ensaios de rotina, tipo, especiais e de desenvolvimento e análise do produto.

O laboratório constituirá uma interface do sistema de supervisão e gestão informatizada (SSGI) da nova fábrica. Equipado com aparelhagem da mais moderna tecnologia digital, permitirá a realização de ensaios com aquisição automática de dados e posterior emissão de boletins de ensaio por via também automática.

O novo laboratório, equipado com poderosos meios de ensaio e análise, permitirá assegurar uma fiabilidade acrescida dos transformadores de distribuição.

1. Área de Ensaios "Semi-Automáticos"

Na área de ensaios "semi-automáticos" executar-se-ão, com cadência elevada, os ensaios individuais de rotina de todos os transformadores trifásicos AT/BT, que são os seguintes:

- medição de resistência de isolamento
- medição da relação de transformação
- identificação do símbolo de ligação
- ensaio de funcionamento do equipamento de protecção e controlo

- ensaio de rigidez dieléctrica por tensão aplicada na AT e BT
- medida da resistência óhmica dos enrolamentos
- medida das perdas e da corrente em vazio
- ensaio de rigidez dieléctrica por tensão induzida
- medida das perdas devidas à carga
- medida da impedância e da tensão de curto-circuito

2. Área de Ensaio de Tipo "Tipo, Especiais e de Protótipos"

Na área de ensaios de tipo "tipo, especiais e de protótipos" serão executados:

- a) Todos os ensaios acabados de indicar em todos os transformadores especiais, nomeadamente:
 - transformadores monofásicos
 - transformadores de tracção
 - reactâncias para rectificadores
 - transformadores de forno
 - autotransformadores de arranque
 - etc.
- b) Ensaio de tipo:
 - ensaio com ondas de choque
 - ensaio de aquecimento

c) Ensaio especiais:

- medida da impedância homopolar
- medida do nível de descargas parciais
- medida do nível do ruído magnético
- medida dos harmônicos da corrente e da tensão em vazio

d) Ensaio de desenvolvimento e análise do produto:

- medidas de temperaturas em enrolamentos sob tensão (fibras ópticas)
- pesquisa de frequências próprias dos enrolamentos
- análise da distribuição da onda de choque
- análise harmônica.
- medida de $\tan \delta$ de produtos e materiais
- ensaios de rigidez, resistividade e $\tan \delta$ de óleos
- medida de tensão interfacial de óleos
- ensaios de matérias-primas
- medidas de espessura de revestimentos
- medida de viscosidades
- etc.

3. Sala das Máquinas

A sala das máquinas destina-se a alojar os geradores de alimentação das duas áreas de ensaio e foi instalada no exterior porque se trata de equipamentos com elevado nível de ruído.

Os equipamentos instalados na sala das máquinas são:

- grupo gerador de 300 kVA, 50-60 Hz
- grupo gerador de 100 kVA, 150 Hz
- grupo gerador de 1000 kVA, 10 Hz a 60 Hz
- grupo gerador de 200 kVA, 150 Hz

Para além da estrutura organizativa do laboratório de ensaios de transformadores de distribuição interessa fazer a **descrição dos equipamentos e metodologia dos ensaios**, conforme se sistematiza a seguir.

1. ZONA DO LABORATÓRIO SEMI-AUTOMÁTICO

A zona do laboratório semi-automático é constituída por 4 celas de ensaio, dispostas em linha e equipadas com tapetes de rolos com comando individual permitindo o avanço semi-automático dos transformadores a ensaiar.

- Na primeira das celas da cadeia serão realizados os ensaios seguintes:
 - medida da resistência de isolamento
 - medida da relação de transformação
 - identificação do símbolo de ligação
 - ensaio de funcionamento do equipamento de protecção e controlo

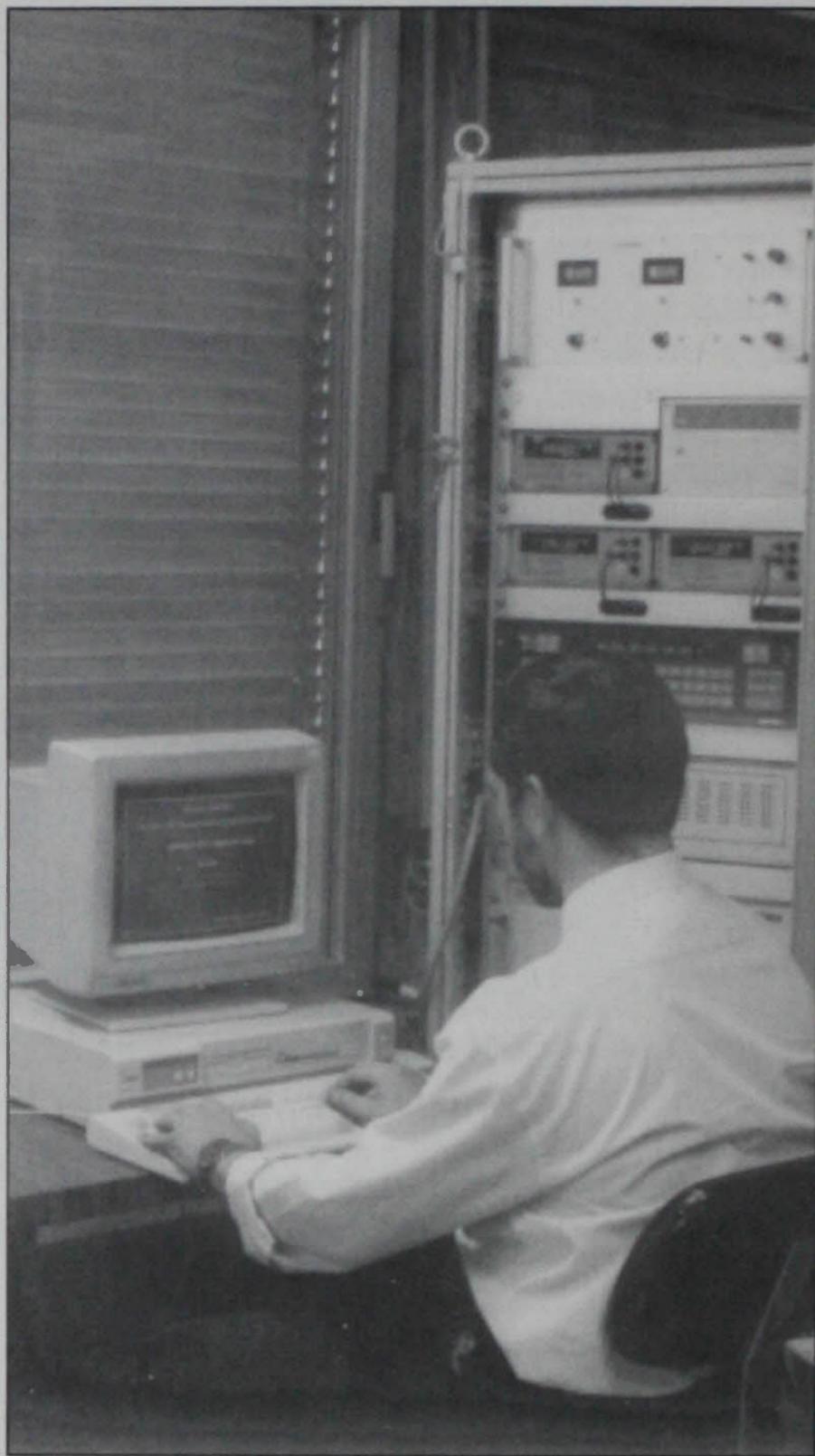


Fig. 7 - Pormenor do laboratório de fim de linha.

- Na segunda cela, serão realizados:
 - ensaio de rigidez por tensão aplicada na AT
 - ensaio de rigidez por tensão aplicada na BT

Nesta cela os ensaios processar-se-ão automaticamente, sendo o controlo feito por autómato programável.

- A terceira cela, permitirá a realização do ensaio:
 - medida da resistência dos enrolamentos
- Na quarta cela serão realizados os ensaios:
 - medida das perdas e da corrente em vazio
 - ensaio de rigidez por tensão induzida
 - medida das perdas em curto-circuito
 - medida da impedância de curto-circuito

Toda esta zona do laboratório é comandada por uma banca de controlo e medida, através de armários auxiliares, onde estão instalados um autómato e um microcomputador com GPIB e impressora, bem como bus de ligação às interfaces



Fig. 8 - Interligação do armazém de semi-acabados com AGVs.

IEEE 488 dos diversos aparelhos de medida, com vista à aquisição automática de dados.

2. ZONA DO LABORATÓRIO DE PROTOTIPOS

A zona do laboratório de protótipos está equipada com uma banca de comando, regulação de todos os ensaios normais de rotina, tipo (aquecimento) e especiais, quer em transformadores AT/BT, quer em transformadores especiais.

Os grupos geradores de 10 Hz a 60 Hz e 150 Hz que, através do armário auxiliar, alimentam esta área são os mais potentes, sendo o primeiro de frequência variável.

Nesta área foi ainda construída uma terra de choque, por forma a permitir instalar um gerador de onda de choque para a realização do respectivo ensaio de tipo.

A banca de comando e medida está equipada com a mais moderna aparelhagem de medida de tecnologia digital, com aquisição automática de dados, microcomputador com impressora e equipamento para medida de descargas parciais.

3. APARELHAGEM DE MEDIDA

Para as medidas de resistências dos enrolamentos foram instalados multímetros que permitem, através da interface GPIB 488, quer o controlo remoto por computador, quer a aquisição automática de dados.

Para as medidas de potência de perdas optou-se por analisadores de potência, que permitem medir com notável precisão correntes, tensões e potências. Trata-se de aparelhos com conversores dos sinais de entrada e equipados ainda com amplificadores diferenciais e multiplicadores de divisão do tempo. Todos os sinais são depois digitalizados e processados na unidade central, onde é calculada, nomeadamente, a potência de perdas em vazio corrigida.

O analisador de potência possui uma memória RAM em CMOS para autocalibração, podendo ainda armazenar todos os resultados de medida e cálculo e permitir, através da interface GPIB 488, quer o controlo remoto por computador, quer a aquisição automática de dados. ■

EFACEC: Actividade em Novas Tecnologias

Face às profundas transformações que se vêm produzindo por todo o mundo, a EFACEC tem procurado corresponder às novas exigências dos mercados, mantendo uma dinâmica acrescida tanto no sentido do estabelecimento de novas e modernas actividades produtivas como no campo tecnológico.

Assim, no que se refere à implantação das novas tecnologias, e em termos de produção, tem vindo a desenvolver um esforço assinalável do domínio da inovação e modernização das suas instalações produtivas, com recurso ao seu corpo técnico, constituído por equipas de engenharia de pessoal especializado com elevado nível técnico.

Nesta linha de acção, continua a investir na renovação do seu parque industrial, tendo concluído em Dezembro de 1992 a construção de uma nova fábrica de Transformadores de Distribuição fortemente automatizada e robotizada, que permitirá atingir índices de competitividade ao nível dos melhores fabricantes mundiais. Com isso mereceu do Ministro da Indústria e Energia, Eng. Mira Amaral, a consideração de "**grande relevância industrial**", no âmbito do programa de incentivos previstos pelo PEDIP.