

Garantia de qualidade em equipamento de alta tensão

resumo

A qualidade de serviço de uma Rede Eléctrica implica exigências de fiabilidade do equipamento cada vez mais elevadas, recaindo daí, sobre a indústria nacional do sector, a necessidade de corresponder em consonância. A garantia de qualidade do equipamento é perspectivada numa visão não limitada aos ensaios com incidência no processo de aquisição, sendo reconhecida a vantagem de manter uma elevada interacção com os ensaios de comportamento em serviço e a experiência de exploração. Conclui-se ainda pela disponibilidade de meios técnicos e humanos da EDP, para uma estreita colaboração no esforço constante de melhoria de qualidade a desenvolver pela indústria nacional do Sector Eléctrico, esforço que será ainda avolumado pelo interesse de concorrência no mercado alargado da CEE.

abstract

The quality of an electrical network implies severe requirements on equipment reliability. Such a trend foresees a better understanding on production by the Electrical Sector of the National Industry. The equipment quality guarantee is discussed far beyond acquisition process, because it is advantageous to interact with behaviour tests and exploitation experience. The author describes human potentialities and technical facilities of EDP to cooperate steadily with the national industry in order to develop actions to improve the quality of high voltage products and installations. Such an effort is important facing the broad market of European Community.

1 — Introdução

O presente artigo aborda questões associadas à Garantia de Qualidade de equipamento de Alta Tensão, no âmbito da Rede de Transporte e Interligação da EDP (abreviadamente Rede TI).

A acuidade deste tema, tendo por base o «Ano da Qualidade» que se comemorou em 1985, insere-se em várias áreas que interessa referir, nomeadamente:

- A importância da fiabilidade do equipamento de alta tensão na qualidade e custos do serviço prestado por uma Rede Eléctrica, sobre o que recaem, cada vez mais, maiores exigências;
- A necessidade de manutenção de um elevado grau de interacção entre o controlo de compor-

tamento em exploração do equipamento, a especificação e a garantia de qualidade em novas aquisições;

- A entrada em serviço do Laboratório de Alta Tensão da EDP (abreviadamente designado por LAT-EDP).

Subjacentemente, o acordo de adesão à CEE levanta algumas questões importantes para a indústria nacional do Sector Eléctrico, representando os meios laboratoriais e de especialização técnica existentes na EDP um auxílio significativo e disponível para o

(*)J. Allen Lima, Eng.º Elect. (IST), responsável pelo Dep. Normalização e Fiabilidade do Sector de Transporte e Telecomunicações (EDP).

esforço constante de melhoria da qualidade dos produtos e equipamentos fabricados, ponto fundamental num mercado aberto e concorrencial.

2 — Fiabilidade das Redes de Alta Tensão

A fiabilidade de uma Rede de Alta Tensão é avaliável pela qualidade de serviço que garante, isto é, função das potências não satisfeitas e da energia não fornecida. Embora sejam estes os indicadores mais importantes da fiabilidade da rede, a qualidade de serviço depende também doutros factores, como por exemplo, teor de «poluição» harmónica existente na rede, estabilidade da tensão de serviço ao nível da distribuição, constância de frequência, etc.

Na figura 1 apresenta-se a evolução do número total de perturbações, nos últimos 7 anos e na Rede TI (escalões de 150, 220 e 400 kV). Comparativamente, na mesma figura, apresenta-se, para igual período de tempo, a evolução do *tempo de interrupção equivalente* (para um determinado período de tempo, é calculado pela relação entre a energia não fornecida e a potência média do diagrama de consumo da rede referido à produção, não incluindo o consumo em bombagem hidroeléctrica). Este indicador global permite uma avaliação ponderada da qualidade de serviço, sendo os valores apresentados semelhantes aos de outras redes europeias.

As causas dos cortes de potência e de energia não-fornecida⁽¹⁾ podem ter justificações diversas, como por exemplo: causas naturais, falha humana, topologia e características da rede, dimensionamento ou equipamento inadequado às solicitações observadas, falha do equipamento, etc. O balanço óptimo entre a qualidade de serviço esperada e os custos de investimento e de exploração necessários envolve todos os aspectos citados e, como se depreende, é difícil de definir, sendo o progresso social e industrial do país determinantes nos incrementos de melhoria da qualidade do serviço a fornecer. Refira-se ter a EDP em curso investimentos consideráveis no sentido da implementação de um Despacho moderno, orientado para

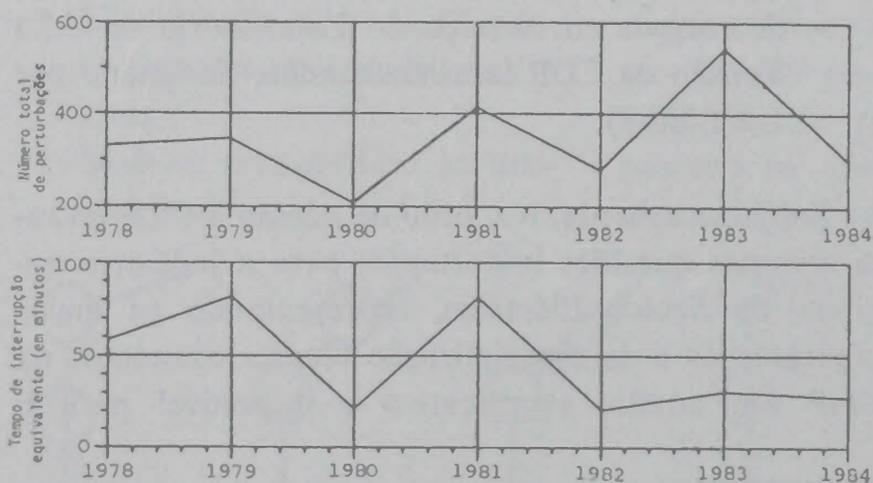


Fig. 1 — Evolução do número total de perturbações e tempo de interrupção equivalente na Rede TI

a optimização dos trânsitos de energia e, particularmente, redução dos presumíveis tempos de interrupção, quer pelo apoio na definição das condições de exploração mais adequadas, quer pelas indicações da melhor estratégia para reposição de serviço, após ocorrência de um incidente.

Na análise em curso preocupar-nos-emos fundamentalmente com as questões de perda de qualidade de serviço com origem no equipamento. Na figura 2 apresenta-se um gráfico, relativo ao ano de 1984 e à Rede TI (escalões de 150, 220 e 400 kV), organizado por causas das perturbações registadas. Assinale-se que, em anos anteriores, a distribuição por causas é semelhante.

Nesta figura constata-se que são predominantes as perturbações devidas a factores atmosféricos (38,1%) logo seguidas pelas directamente imputáveis a deficiência dos equipamentos (34,4%). Para as causas atmosféricas são contabilizados fundamentalmente os defeitos em linha, devidos a descargas atmosféricas, nevoeiro e poluição dos isoladores, vento e chuva. A existência de religação automática torna, na maioria dos casos, estas interrupções de curta duração, ficando predominante, no cômputo do «tempo de interrupção equivalente», as falhas de equipamento. A importância da fiabilidade do equipamento será ainda acrescida pela automatização, abandono de subestações e respectivo telecomando, o que implicará tempos de intervenção, em caso de avaria, superiores ao da subestação assistida (tempos de trajecto). As acções de telecomando de subestações estão em curso de implementação, sugerindo-se a referência [1] para mais detalhe sobre este assunto.

3 — Fiabilidade dos equipamentos/garantia da qualidade

A economicidade de qualquer processo industrial implica que a previsão da aptidão de um equipamento para realizar uma função pretendida durante um certo período de tempo e em condições definidas — *fiabilidade* — seja a necessária e não mais do que a necessária. Este conceito de «fiabilidade quanto baste», que todos os fabricantes conhecem e praticam, necessita de alguma reflexão, pois a barreira a transpor, como mínimo aceitável, possui aspectos mensuráveis e subjectivos, bem como um preço de custo. Se, por um lado, condições envolvendo segurança podem definir limites mínimos estáveis, por outro lado, a evolução técnica e a permanente procura da solução óptima fornecem a pressão motivadora da constante subida

⁽¹⁾ Estima-se que o custo do kWh não-fornecido seja da ordem de 100\$00.

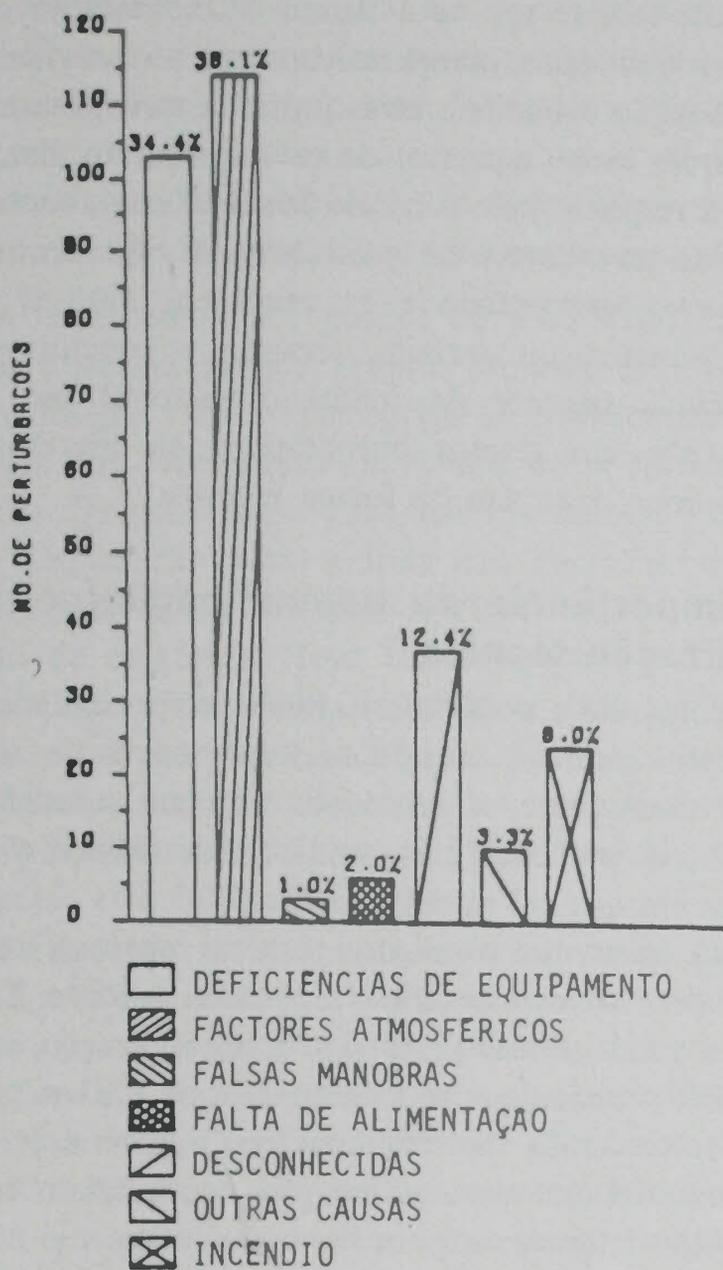


Fig. 2 — Distribuição de perturbações por causas. Ano de 1984, Rede TI.

da barreira mínima a vencer. Cite-se, como exemplo, os intervalos para manutenção da aparelhagem de corte e manobra, área onde os fabricantes conceituados têm conseguido melhorias importantes no sentido do aparelho sem manutenção, durante o período de vida útil.

O fabricante é continuamente confrontado com alterações dos níveis de exigência (e também gerador dessas alterações), havendo ainda a ininterrupta necessidade de estabelecer a confiança sobre a adequação dos seus produtos à fiabilidade pretendida. Embora o testemunho e as referências independentes sobre o comportamento em serviço constituam uma parcela importante na construção de uma boa imagem de marca é, hoje em dia, comumente reconhecido que, para essa imagem, contribui fortemente o estabelecimento de adequados programas globais de *gestão da qualidade*. Actualmente, estes aspectos encontram-se bem sistematizados, graças aos esforços de racionalização do controlo da qualidade em grandes e vultuosos empreendimentos, como é o caso da construção de centrais nucleares.

Da normalização internacional existente, em grande parte semelhante, sobre os procedimentos para estabelecer e executar um programa de garantia da qua-

lidade, haverá a destacar, como a mais completa, a normalização canadiana (Z299.1 a Z299.4). Este tipo de normas, destinadas à indústria eléctrica (e não só) do sector de energia, abarcam aspectos vários, como por exemplo: controlo de documentos; calibração de equipamento de medida e ensaio; inspecções fabris e de recepção; tratamento das não-conformidades e acções correctivas; etc. O grau de exigência é variável conforme a categoria do programa de qualidade, definida em função do grau de complexidade, experiência prévia do fabricante, aspectos de segurança e económicos, etc. (previstos 4 níveis).

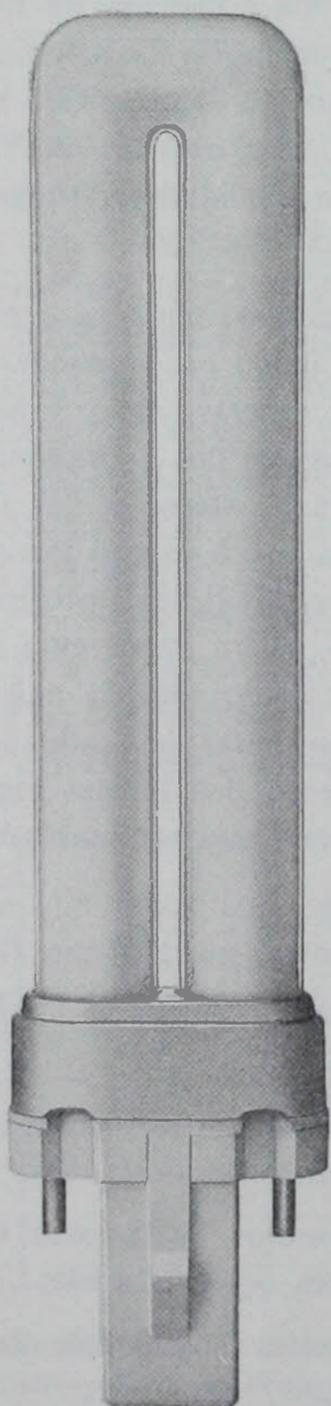
Temos conhecimento de, a nível nacional, estar em curso o processo de adopção de normalização semelhante, havendo já a registar alguns exemplos honrosos de aplicação (ou em vias de aplicação) destes conceitos. Os sectores melhor preparados, neste domínio, correspondem às áreas da indústria nacional com mais forte ligação aos mercados externos, pormenor revelador de uma das facetas mais importantes da «batalha» que qualquer fabricante terá de suportar em mercado concorrencial. Poder-se-á mesmo dizer que se criou, nos países industrializados, a «obsessão pelo controlo da qualidade», que passou a constituir uma arma poderosa, quer na conquista de novos mercados, quer na própria melhoria das condições e métodos de trabalho (instituição de prémios a nível interno da empresa e do país, com é o caso da França; instituição de «círculos da qualidade», famosos na indústria Japonesa).

Nas relações de mercado nacional e nos casos em que a EDP é cliente único ou preponderante, verificam-se, como seria de esperar, certos graus de distorção, dadas as dificuldades dos fabricantes nacionais concorrerem no mercado externo e, daí, extraírem as lições da concorrência que o exíguo mercado interno não consegue dar. Uma das lições é precisamente a da garantia da qualidade, sendo importante que o apoio que a EDP tem prestado à indústria nacional se traduza em melhorias constantes da qualidade, tendo em vista o acompanhamento dos índices europeus e as possibilidades de concorrência nos mercados externos.

A nossa intervenção, que passaremos a aprofundar nos parágrafos seguintes, no binómio fiabilidade — controlo de qualidade de equipamento para a Rede TI, tem-se circunscrito a:

- especificação/normalização técnica dos equipamentos e respectivos ensaios;
- execução dos ensaios avaliadores do grau de conformidade com o especificado;
- execução de ensaios de controlo de comportamento em serviço.

Como se chama esta nova lâmpada que acesa 8 horas por dia funciona quase dois anos?



1.52ap

Reconhece-se ser uma forma tradicional de controlo de qualidade, comparativamente ao previsto na normalização canadiana atrás indicada que, para além de abarcar estes aspectos, desce mais fundo fixando regras a respeitar pelo controlo fabril interno, consubstanciadas no *manual da qualidade*. A argumentação que temos apresentado e as vantagens mútuas que esta sistematização permite, leva-nos a concluir pela necessidade urgente da indústria nacional dar este passo (não em termos burocráticos ou meramente publicitários, mas sim de forma efectiva).

4 — Importância da especificação/normatização técnica

Retomando a noção de fiabilidade apresentada no parágrafo anterior, ressalta a importância de saber definir claramente os requisitos técnicos a satisfazer por um equipamento e as condições de serviço e ambientais em que tal se deve verificar.

Para além das condições técnicas próprias resultantes de estudos específicos aplicados à Rede TI, o suporte geral utilizado tem sido a normalização internacional, principalmente a emanada pela CEI - Comissão Electrotécnica Internacional⁽²⁾. O património técnico mundial que estas publicações representam é um contributo importante para os países, como é o nosso caso, com reduzida capacidade de liderança tecnológica e sem alternativa, dada a ausência de normalização própria equivalente, na maioria dos casos. Há contudo a salientar aspectos cautelares, relativos a esta forma simples e barata de transferência de conhecimentos e à sua aplicação acrítica, nomeadamente:

- O processo demorado e complexo que conduz à alteração/actualização de uma norma faz com que, em muitos casos, as publicações em vigor contenham, durante largo tempo, certo grau de desactualização e de não aplicabilidade, face ao avanço tecnológico entretanto ocorrido. Este facto constata-se mesmo em novas publicações.
- Uma norma resulta dum consenso alargado, entre fabricantes e utilizadores, contemplando experiências e práticas diversas, nem sempre indicadas de forma explícita. A escolha, entre as hipóteses possíveis, tem de ser não contraditória e respeitar os critérios técnicos globais da Rede TI.
- O conhecimento das cambiantes e dos aspectos mais relevantes, face aos de menor peso, é essencial para ponderar as especificações e ensaios de-

⁽²⁾ As publicações CEI têm carácter de recomendação. Será de referir que Portugal é membro da CENELEC, cuja função é a de harmonização de normalização electrotécnica entre os países europeus membros. Em muitos casos são tomadas por base as publicações CEI, conferindo força legal àquela documentação e respectivos certificados de conformidade.

terminantes, bem como os parâmetros em que são ou não irrelevantes margens de cedência mútua. Recorde-se que num laboratório de ensaio, por exemplo, nem sempre é possível dispor da totalidade de combinação de meios que permitam o respeito integral do previsto em norma.

A acrescentar aos pontos de vista referidos, há ainda a ter em conta o próprio processo evolutivo da normalização CEI, o que obriga ao conhecimento detalhado dos documentos em estudo, ou já aprovados e a aguardar publicação. Este acompanhamento é também importante para a indústria nacional, dada a necessidade de «ir à frente», pois é frequente a aplicação de exigências com base naquele tipo de documentação. Será ainda de salientar que, em muitos casos, estas áreas de estudo correspondem a assuntos em aberto, por falta de consenso, onde o recurso a normalização de outras proveniências poderá permitir colmatar essa falha.

As ilações a tirar apontam para a necessidade de manter e desenvolver a componente de estudos de engenharia e de electrotecnia aplicada, no âmbito do equipamento de alta tensão, a par da experiência em serviço e da que resulta de ensaios de campo e laboratoriais. Só assim será possível manter um nível conveniente e equilibrado entre o que se espera dos equipamentos durante a sua vida útil e o que se deverá exigir como garantias mínimas a respeitar. Pela parte da indústria nacional espera-se, igualmente, uma atitude activa, pois não será de prever padrões competitivos de qualidade se apenas conhecer superficialmente as solicitações e os requisitos técnicos a satisfazer pelo equipamento que fabrica (o que pode induzir falta de capacidade crítica sobre alternativas de materiais, de métodos de fabrico e de melhorias inovadoras).

5 — Ensaios de comprovação de qualidade

Os ensaios de comprovação de qualidade, em equipamento de alta tensão, não se têm limitado aos ensaios de verificação da conformidade com o especificado e de características do equipamento indicadas pelo fabricante, mas abarcam também os ensaios de controlo de comportamento em serviço. Enquanto os primeiros têm incidência directa no processo de aquisição, os segundos desempenham principalmente o papel de rastreio periódico ou de actuação decorrente de avaria ou suspeita de avaria.

Os ensaios com reflexo no processo de aquisição podem agrupar-se basicamente, em:

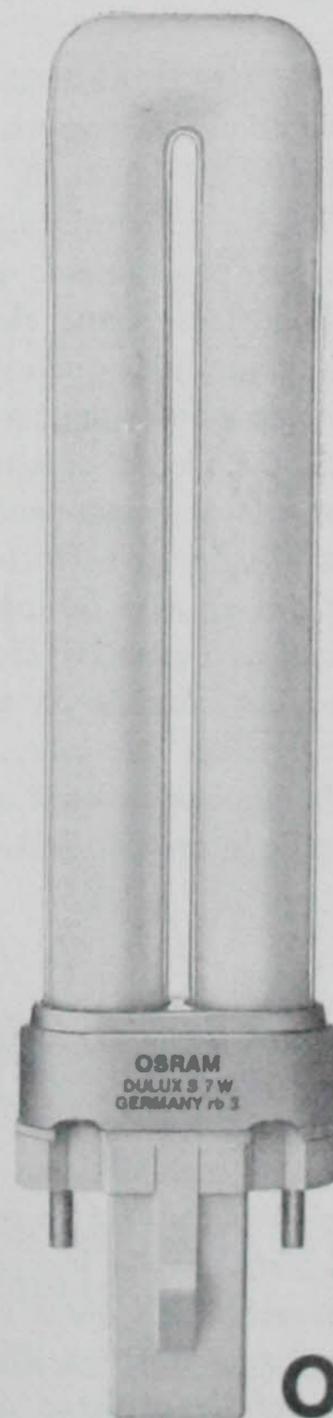
- **Ensaio individuais ou de recepção.** Têm a finalidade de revelar defeitos de material ou de fa-

DULUX® da OSRAM.

A DULUX® da OSRAM na versão S tem uma vida útil 5x superior a uma lâmpada incandescente normal. Lâmpada fluorescente de forma compacta DULUX® S, com casquilho unilateral e arrancador incorporado: Nas potências de 5 W, 7 W, 9 W, 11 W com tanta luz como lâmpadas incandescentes de 25 W, 40 W, 60 W e 75 W respectivamente.

Em relação à lâmpada incandescente: Consumo inferior até 80%, 5x mais duração, a mesma e agradável, luz de trabalho.

DULUX® S – A lâmpada de longa duração.



DULUX® S
em tamanho real

152bp

OSRAM

brico e são de aplicação individual ou sobre um número de exemplares considerados representativos;

- **Ensaio de tipo.** Têm por fim a verificação das características do equipamento e da capacidade mínima para o fabricar. Estes ensaios aplicam-se a novas séries ou a equipamentos individuais de características únicas, podendo, em certos casos, corresponder a um ensaio destrutivo (por exemplo, o ensaio do limitador de pressão dum pára-raios) ou a uma usura elevada de partes do equipamento, da ordem da esperada durante a sua vida (por exemplo, o desgaste de peças de contacto na verificação do poder de corte de um disjuntor).

Os ensaios de controlo de comportamento em serviço abrangem situações muito diversas, designadamente:

- Ensaio de campo, por exemplo na entrada em serviço de novo equipamento [2];
- Ensaio de controlo periódico de estado (por exemplo, análise cromatográfica de óleos de transformadores, medidas de $\text{tg}\delta$, etc.);
- Ensaio ligados à ocorrência ou suspeita de avaria.

A experiência adquirida por esta via, bem como a decorrente da análise de causas de avaria ou de comportamento deficiente em exploração — laboratório e juiz final de qualquer programa de qualidade —, representa um peso importante como elemento de retroacção na cadeia de garantia de qualidade.

A necessidade de manter aquela cadeia em funcionamento fechado é evidente, entendendo-se por tal a obtenção permanente da componente de informação e de experiência avalisadora e correctora, quer das especificações, quer dos ensaios comprovativos da qualidade e características esperadas nas novas aquisições. Diríamos mesmo, em extensão do conceito, como presentemente é entendido, que esta cadeia corresponde a um «círculo de qualidade», onde se pretende manter um elevado grau de interacção, entre os diversos agentes envolvidos.

6 — Entrada em serviço do LAT-EDP

A entrada em serviço do LAT-EDP vem alargar substancialmente as possibilidades de ensaio, alguns deles só possíveis realizar, até ao presente, no estrangeiro. As características de independência, relativamente aos diferentes fabricantes nacionais, e o protocolo assinado com o Instituto Electrotécnico Português, permite conferir carácter oficial, aos ensaios

efectuados neste laboratório. Este instrumento de trabalho garantirá uma melhor coordenação e esclarecimento de muitas das questões ligadas à fiabilidade/comprovação de qualidade, em equipamento de alta tensão, levantadas neste artigo. Será também um elemento importante, ao dispor da indústria nacional, como apoio nos esforços contínuos de melhoria de qualidade e de introdução de modificações inovadoras, aspecto sobre o que se espera obter a contribuição criativa das Universidades Portuguesas.

A variedade de ensaios laboratoriais, previstos em normalização CEI e que interessa realizar, não se esgota com a entrada em serviço do LAT-EDP, subsistindo em alguns casos a necessidade de recurso a laboratórios estrangeiros (ensaio de potência), que o protocolo assinado com o Centro Electrotécnico Sperimentale Italiano poderá colmatar. Entretanto, não será de perder de vista as hipóteses de expansão neste domínio e dentro do que será justificável investir, face às possibilidades da indústria nacional.

7 — Conclusões

Como conclusões mais importantes associadas à faceta de garantia de qualidade de equipamento de alta tensão, destinado à Rede TI, refere-se:

- A Rede TI tem uma qualidade de serviço a garantir, estimável pelas potências cortadas e energia não fornecida. O «tempo de interrupção equivalente» constitui um indicador global dessa qualidade.
- Consta-se que a maioria das perturbações se devem a agentes atmosféricos (ordem de 38%). A existência de religião automática minora a importância destas perturbações para o cômputo do «tempo de interrupção equivalente».
- Seguem-se em termos de percentagem, mas com maior peso na qualidade de serviço da Rede TI, as perturbações directamente imputáveis a deficiências no equipamento (ordem de 34%).
- A automatização e abandono de subestações acresce a importância da garantia de qualidade do equipamento, sector onde serão mais sensíveis, para o resultado final — qualidade de serviço —, os investimentos de melhoria de qualidade.
- A previsão da aptidão de um equipamento para a realização da função pretendida, em determinadas condições (fiabilidade), é influenciável por factores estáveis e variáveis, estes últimos ligados, principalmente, à evolução tecnológica e à constante procura da solução óptima.

- No confronto contínuo com subidas dos níveis de exigência e em condições concorrenciais de mercado, que a adesão à CEE faz antever, reconhece-se que a melhor defesa de uma boa imagem de marca, pela indústria nacional do sector, é o estabelecimento de programas próprios de gestão da qualidade, em conformidade com a normalização internacional da especialidade (normas canadianas, por exemplo).
- A normalização da CEI — Comissão Electrotécnica Internacional tem sido a base utilizada como complemento das especificações técnicas resultantes de estudos aplicados à Rede TI. A existência de aspectos desactualizados, opcionais e de assuntos em aberto ou a aguardar publicação, desaconselham a aplicação acrítica destas publicações.
- A manutenção de um nível conveniente entre o que se espera do equipamento e o que se deve exigir como garantias mínimas a respeitar, implica uma interacção equilibrada entre a componente de estudos aplicados, a experiência em serviço e a que resulta de ensaios de campo e laboratoriais, para além da necessidade dum conhecimento actualizado e crítico das publicações CEI.
- A necessidade da indústria nacional funcionar «em avanço», relativamente aos aspectos evolutivos, levanta questões semelhantes, pois não será de esperar qualidade competitiva em condições de conhecimento superficial, ou de atraso, sobre os requisitos técnicos do que se fabrica.
- A realização de ensaios de comprovação de qualidade, em equipamento de alta tensão, não se

tem limitado aos ensaios com incidência no processo de aquisição. Este tipo de acção entende-se inserida numa cadeia mais geral, englobando os ensaios de controlo do estado, ou mesmo avaria, do equipamento em serviço e os conhecimentos resultantes do comportamento em exploração, juiz final de qualquer programa de qualidade.

- Interessa prosseguir dentro do princípio de controlo em cadeia fechada — tipo «círculo de qualidade» — como forma de criação da informação correctora e avalisadora das exigências e ensaios a aplicar em novos equipamentos.
- A entrada em serviço do Laboratório de Alta Tensão da EDP vem alargar as possibilidades de ensaio, permitindo uma melhor coordenação e esclarecimento das questões levantadas. Será ainda um instrumento de trabalho importante, ao dispor da indústria nacional, no esforço constante da melhoria da qualidade dos produtos fabricados, faceta vital para a «batalha» de conquista de novos mercados que a entrada na CEE faz avizinhar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] RUI LEUSCHNER FERNANDES, *Um novo método de exploração da Rede Eléctrica Nacional*, ELECTRICIDADE n.º 200, Junho (1984), p. 232-242.
- [2] AUGUSTO VAZ, J. ALLEN LIMA, *Ensaio de campo e estudos de simulação da rede de 400 kV da EDP*, ELECTRICIDADE n.º 172/173, Fev./Março (1982), p. 50-73.

ASSINE E DIVULGUE

A REVISTA

Electricidade

a revista de maior projecção da Engenharia Portuguesa no âmbito da Energia, Electrónica, Comunicações, Automática, Computadores e Informação.

Envie cheque ou vale postal de 1 300\$00 à EDEL — R. Dona Estefânia, 48-3.º Esq.
1000 LISBOA