

PEREIRA, PAULO S.
 RISPOLI, LUIZ C.G.
 VIEIRA, MARIVALDO A.
 UFU - UNIVERSIDADE FEDERAL UBERLÂNDIA
 NERY, EDUARDO
 CEMIG - COMPANHIA ENERGÉTICA DE
 MINAS GERAIS (BRASIL)

RESUMO

A introdução de sistemas usando tecnologia digital e associada, em sistemas elétricos e energéticos de potência suscitou a questão do condicionamento dos recursos humanos e materiais para fazer frente à sua adequação da exploração. Os pressupostos tradicionais para o treinamento de especialistas e gerentes revelaram-se insuficientes, levando-nos a expandir substancialmente a análise. Novas dimensões mais abrangentes e com outras conotações nos permitiram reconstituir um cenário, ao qual temos que contrapor perspectivas e soluções próprias, específicas, em que há pouca transposição real significativa de experiências anteriores.

Este trabalho reúne alguns dos principais ângulos da situação, inclusive as influências ambientais que neste caso podem ser determinantes, no sentido de transmitir a estrutura de treinamento percebida, adotada pela sociedade brasileira, que se propõe, na sua dinamicidade, a fornecer (emater) ao país, a emancipação tecnológica desejada.

Particularmente é descrito um programa de uma universidade, resultado de sua interação com o usuário, cujos resultados propiciam uma primeira avaliação e alguns ajustes da estratégia em implementação.

INTRODUÇÃO

O advento de novas tecnologias e uma nova face da engenharia, identificadas genericamente como informática de processo, nos campos de aplicações em sistemas de potência, tais como, aquisição de dados em alta velocidade, gravação, registro e processamento de grandezas analógicas e eventos, controle, automatização, auto-monitoramento, proteção e outras, vem fazendo emergir algumas rupturas nas estruturas convencionais ou tradicionais das entidades relacionadas ao setor eletro-energético, representando uma mutação envolvendo tanto aspectos tecnológicos e econômicos, quanto sociais e humanos.

Um dos fatos mais importantes neste contexto, consiste no papel maior da tecnologia digital integrada: em tempo real, ela exprime a viabilidade ou a necessidade da descentralização da inteligência, compreendendo decisões, controles, supervisões, avaliações, etc, o que também contribui para uma nova conformação da cultura, sobretudo, em empresas de energia elétrica ou energéticas.

Então, enquanto as novas tecnologias provêem as soluções mais indicadas para diversos problemas dos sistemas de potência, há dificuldades reais para que modifiquemos, com um ritmo adequado, o ambiente social. A base para nosso processo de mudança se desenvolve sobre um investimento de grande

porte em absorção de tecnologia e treinamento, ou o que nós chamamos capacitação, a partir do qual nós viemos construindo novas políticas e estruturas, com coerência e compromisso.

Para caracterizar planos e programas que permitam levar avante as transformações que a tecnologia digital em sistemas de potência tem exigido, foram investigadas todas as formas de capacitação utilizadas em outras áreas e estágios tecnológicos, analisados e criticados os seus resultados, e examinadas com detalhes, as condições observadas quando da introdução dos sistemas de supervisão e controle (em despachos de carga ou centros de operação do sistema), assim como dos sistemas de comunicação (principalmente, com microondas, fibras óticas e similares). Estes sistemas que mencionamos, foram implementados no país, incorporando tecnologia digital, a partir da década de 70.

Um outro aspecto, que foi igualmente levado em conta, é o do que se passou com a tecnologia de estado sólido, que não chegou a se expandir em larga escala.

Neste e nos demais casos, considerarmos com as devidas precauções, não só as características da tecnologia, como o momento em que apareceram e foram adotadas, procurando equalizar as diversificações mais notáveis que podem distorcer, de modo significativo, o estudo e as definições estratégicas e táticas dele resultantes.

Por exemplo, a tecnologia de estado sólido é vista como uma tecnologia de evolução, desde que prevalecem sem alterações a sua filosofia, funções e aplicações em relação a outras que a precederam. Já a tecnologia digital configura-se como uma tecnologia de substituição, requerendo uma reformulação integral de nossa concepção sobre sua aplicação com repercussões em todos os sistemas diretos e subjacentes àquele em que é empregada.

Este trabalho trata das estruturas de treinamento, em particular a estabelecida para a universidade, o teor dos programas formulados para a formação sustentada de especialistas em tecnologia digital aplicada, os meios de ampliar e suportar esta nova capacitação nas universidades e, finalmente os comentários mais importantes sobre o estágio de desenvolvimento já alcançado.

Cabe ainda dizer que uma premissa fundamental, contemplada na estratégia global, admite a condição sine qua non da existência de uma indústria nacional e nos países circunvizinhos, de sistemas, equipamentos e componentes digitais, que constituem a informática de processo em suas duas manifestações, o software e o hardware. Essa indústria instala-se e expande-se na medida em que os usuários ampliam o seu domínio e aplicação

da tecnologia.

Indo além, incluída na estratégia, está a associação da informática de gestão (dos próprios processos) à de processo, numa otimização global. Assim, por exemplo, programações de manutenções de equipamentos de subestações e centrais, levando em conta os desempenhos constatados, históricos, parâmetros preestabelecidos e variáveis medidas, constituem um modelo integrado em que as informações do processo alimentam os sistemas de gestão, segundo um modelo de decisão a rede escolhido.

1.- FRAGMENTOS DA ESTRATÉGIA DE TREINAMENTO

O cenário de expansão dos sistemas elétricos de potência brasileiros, contempla até o ano 2010 um número elevado de novos projetos, dos quais há diversas novas instalações de geração e transmissão que incorporarão a tecnologia digital, em vários graus e funções, antevendo-se uma digitalização completa a partir da próxima década. No momento, nove centrais geradoras que usarão sistemas digitais estão em construção e este número deve crescer, com os investimentos já atingindo vários milhões de dólares nos próximos anos.

Um fator que torna o caso brasileiro mais complexo, consiste na assunção por empresas de computação, eminentemente de informática de gestão e algumas de informática de processos industriais, do atendimento ao mercado de sistemas digitais do setor eletro-energético. Este posicionamento que se distingue entre a maior parte de outros países, pressupõe que os usuários, as empresas de energia elétrica, se associem a fabricantes - com a participação de universidades, centros de pesquisa e consultores - levando-lhes a tecnologia específica de que são detentores, numa ação complementar à tecnologia que estes fabricantes possuem. Há, por conseguinte, uma tarefa enorme para que esta tecnologia se converta em uma realidade a nível de indústria nacional. E, para isto, a disponibilidade de profissionais de alta especialização, com formações muito estruturadas, torna-se essencial, insubstituível, e com uma demanda crescente neste período inicial. Devemos ressaltar que esta mão-de-obra, face aos projetos em execução ou previstos, será absorvida de imediato, resultando em benefícios reais e retorno para todos os segmentos da sociedade.

Por outro lado, as experiências que já estamos vivenciando e de outros países, nos apontam que provavelmente, teremos que passar a trabalhar nesta área de tecnologia digital, com equipes multidisciplinares, onde a condução, a chefia, um engenheiro de sistema de potência, tem que dominar profundamente a tecnologia que vai utilizar, para explorá-la correta e adequadamente. Para isto, tem que amadurecer na gestão de projetos, o que demanda, para sua concretização, períodos razoáveis, donde se reconhecer a necessidade de contarmos com este tipo de profissional, o quanto antes.

A estes fatos soma-se a condição com que a tecnologia digital vem se desenvolvendo de modo vertiginoso, em vários países, resultando em produtos mais baratos e com uma oferta de funções e flexibilidade muito maiores e superiores. É certo, então, que em concorrência internacionais, cada vez mais, teremos que optar por sistemas digitais para estações (centrais e subestações). Esta situação também requer e, com muito mais ri-

gor, uma antecipação de formação de especialistas de alta qualificação para especificar, comprar, projetar, ensaiar (ou testar), etc os sistemas com esta tecnologia, proveniente de outros países.

Poderíamos enunciar diversos outros argumentos que nos conduziram à elaboração da estratégia de capacitação.

A análise da demanda de capacitação de pessoal mostra que três áreas principais de empresas de energia elétrica estão sendo mais afetadas pela introdução dos sistemas digitais, quais são: projeto ou engenharia, operação e manutenção. Quanto a estas áreas há uma certa cronologia no seu envolvimento que cresce progressivamente, quando outras áreas serão inseridas neste processo. Um outro aspecto muito importante constitui a identificação de uma estratificação dos perfis profissionais a serem treinados que, numa primeira aproximação, pode ser reduzido a três grupos:

- gerentes, encarregados de estabelecer as diretrizes de utilização da tecnologia;
- supervisores ou gerentes de projeto, que respondem técnica e administrativamente pelas especificações, projetos, requisitos de treinamento e outros;
- especialistas executores, que fazem e desenvolvem as atividades que resultam na implantação dos sistemas.

O treinamento se caracteriza predominantemente como informação para o nível gerencial, agregando novos elementos até transformar-se em uma capacitação de formação para o nível dos executores.

As perspectivas temporais do compromisso de treinamento variam com a clientela a que se destinam. O que vimos observando há longos anos, em outros campos de tecnologia, no setor eletro-energético brasileiro, é que se procura uma sedimentação tecnológica, de tal modo que ela passe a fazer parte da cultura, temos que investir no longo prazo, na formação contínua e aprimorada dos executores. Em alguns anos, há uma propensão em países em desenvolvimento ainda maior, para uma migração deste grupo para o de supervisores e sucessivamente gerentes. Movimentos ascendentes de propagação somente traduzem sucesso, se a formação de base, a nível de executores, for de duração longa (um ano pelo menos, a nível equivalente de mestrado) e com ótima qualificação e mais ainda, com grande poder de atualização.

Simultaneamente, como nos deparamos com uma tecnologia de ponta, que exige mudanças, desde que se manifesta em quase todas as atividades humanas atuais, não é suficiente que concentremos nossa atenção exclusivamente em um estrato. Necessitamos de atuar na informação para obter uma convergência mínima de opiniões técnicas diversas ou, para obter consensos grupais, devemos equalizar conhecimentos e experiências, sem o que a própria viabilização da tecnologia estará comprometida.

Neste contexto, fica claro que teríamos que usar uma solução complexa que assimila todos os meios com que contamos, para promover a capacitação, de forma irrestrita, que produza resultados em curto e médio prazo, sem perder a visão de horizontes duradouros.

E mais, novos profissionais com um perfil novo começariam a se mesclar com perfis tradicionais e, lado a lado, teríamos de retreinar, readaptar grupos heterogêneos. Todo um conjunto de impactos tem que ser equacionado

quanto à sua absorção para assegurarmos que a tecnologia prossiga em sua implementação sem descontinuidade.

A questão da formação generalista ou especializada foi organizada numa idéia de prevalência da primeira, com a gradual integração da segunda, com cursos de menor duração (numa fase inicial) admitindo-se a evolução consentânea.

O projeto de capacitação em sistemas digitais para sistemas de potência em que estamos trabalhando, vem crescendo a cada dia. Sua coluna mestra se assenta sobre a criação de um ou poucos centros de excelência, habitualmente universidades, para desenvolver a programação sustentada de capacitação. Nestes centros, escolhidos após exame acurado, concentramos os investimentos em formação numa tecnologia que precisamos, o que permite o estabelecimento e a fixação das competências que constituem a essência do processo de desenvolvimento. Há também uma convergência e otimização dos materiais didático-pedagógicos, laboratórios, campos de prova e experimentação, recursos, de uma maneira geral, que podem, posteriormente, auto-sustentar sua evolução, pela realização de pesquisas contratadas pelas empresas do setor eletro-energético. Neste modo, todas elas co-participam do processo, numa conjugação de esforços, sob a coordenação da ELETROBRÁS, a empresa "holding" nacional.

Associado a este programa, subsistem várias outras modalidades de treinamento, dentre as quais podemos mencionar:

- preparação de cursos de curta duração para transmitir informações que proporcionem o conhecimento mínimo sobre uma ou algumas matérias, o que vem sendo oferecido para grupos. Tem um caráter de difusão e podem obedecer ou não ao sentido, do genérico para o particular. Sua vantagem é que podem ser volantes, isto é, podem ser lecionados em vários locais atingindo platéias maiores e mais numerosas. O nivelamento de conhecimentos é obtido em larga escala.
- conjuntos de cursos em vídeo-cassettes, voltados para gerentes, ou outros grupos, no sentido de informar o estado da arte, suas aplicações, etc, ou sejam, abordando tópicos de maior abrangência. Estes cursos servem para o esclarecimento de conflitos e a disseminação rápida da nova cultura.
- cursos de média duração que começam com ementa "ad hoc", a nível de concessionária, em que procuramos atribuir-se-lhes modularidade, flexibilidade e portabilidade no tratamento dos assuntos determinados ou específicos que permitam sua absorção e resultados logo a seguir e, o que é mais significativo, de tal maneira que possam vir a se converter em partes de cursos universitários regulares. Decorre da condição diferenciada de interesse, com audiências próprias.
- treinamentos internos em departamentos ou centros das empresas de energia, com a participação de entidades externas, promovendo transferências de tecnologia. Esta forma destina-se à capacitação de contingentes internos, nos quais a questão dos impactos da tecnologia digital é relevante.

Toda esta variedade, emerge em nossa sociedade

como consequência também, de que a tecnologia digital aplicada a sistemas de potência, ainda não foi assumida nos currículos das universidades (a expectativa é de que o conjunto de programas anteriores reverta esta situação). No entanto, cabe ressaltar que, para levarmos avante o planejamento do qual expusemos alguns pontos, utilizaremos:

- o intercâmbio com universidade estrangeira para a formação complementar de professores dos centros de excelência e de um núcleo inicial de especialistas brasileiros, seja pela ida de alguns deles ao exterior para uma permanência maior, seja pela vinda de reconhecidos professores e profissionais, num projeto de transferência e absorção da tecnologia digital, semelhante a outros que efetivamos com êxito.
- a implantação de simuladores e sistemas didáticos que estimulem a sólida transmissão de conceitos, o exame pragmático das utilizações nos universos reais, e o desenvolvimento das habilidades de inovação, criatividade e motivação nos sistemas digitais, que tanto se prestam a estes objetivos.

2.- ESTRUTURA MODULAR

A formulação da proposição do programa de capacitação de longa duração foi construída a partir de uma estrutura modular, com módulos independentes, que podem ser montados em várias configurações possíveis, mantendo sua coerência interna.

Esta concepção considera que os programas de treinamento serão aplicados coincidentemente com a decisão do uso, pelas empresas de energia, de sistemas digitais.

O segundo aspecto é a constituição de grupos ou equipes multidisciplinares para gerenciarem e conduzirem os grandes projetos e nos recordamos que a tecnologia digital como uma tecnologia de integração, fará com que projetos se componham cada vez mais.

Ocorrerão casos em que grupos de alta especialização serão os mais indicados: o requisito então é a formação estendida dedicada, a aspectos dos sistemas digitais. Em situações como esta, algumas equipes compartilham tarefas em subestruturas ou seja, a formação completa consubstancia-se de uma sinergia das diversas qualificações e competências compostas numa nova estrutura, de alta adaptabilidade, de trabalho.

O fluxograma deste treinamento observa uma estrutura irradiante em que se parte de conceitos singulares, os quais vão se somando em componentes, módulos, equipamentos ou dispositivos, subsistemas, sistemas, meta-sistemas. A complexidade aumenta progressivamente (FIGURA 1).

A idéia deste curso exige uma pré-qualificação (ou nivelamento básico que pode ser incluído ou não no seu programa), e também o pré-requisito de que o engenheiro ou especialista está inserido em um ambiente de trabalho em sistemas digitais.

A duração dos módulos ou da variedade dentro dos módulos possibilita um curso equivalente a pós-graduação, ou a utilização de inúmeros pacotes de treinamento de média duração, compatíveis entre eles.

Como um programa de capacitação, os profissionais terão que aprender fazendo, seja durante o curso na universidade, nas sessões

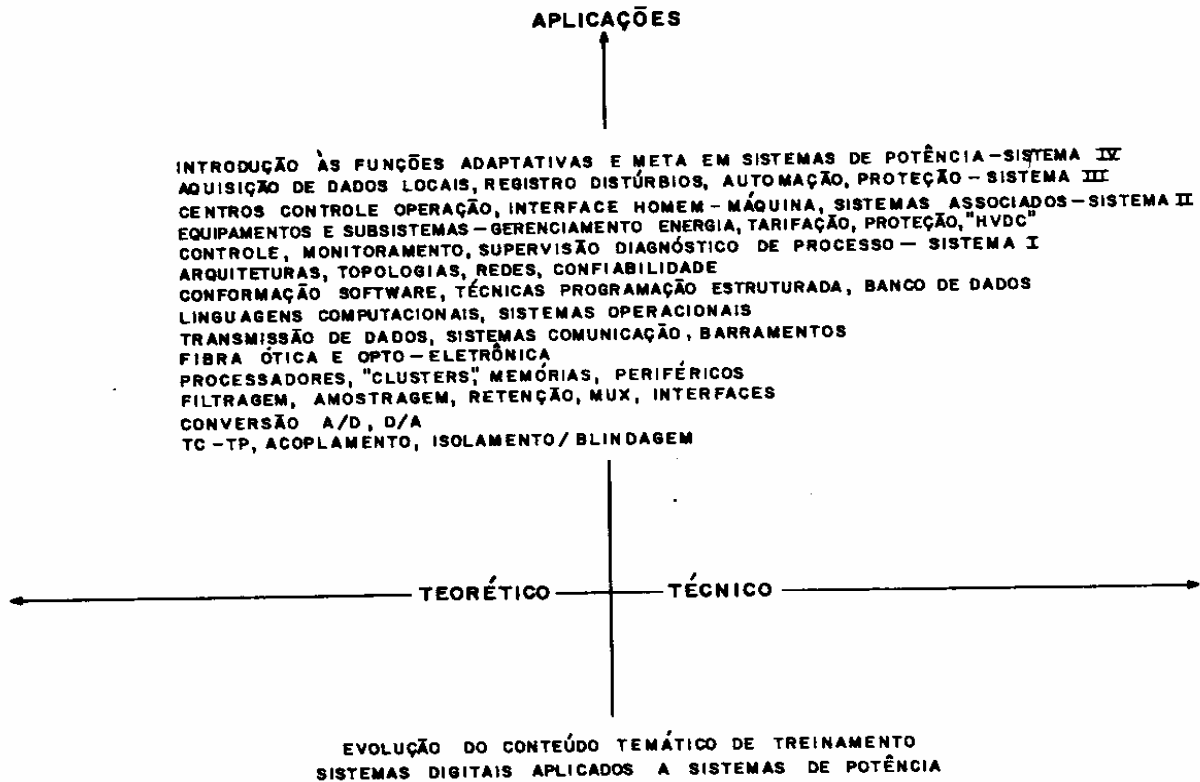


FIGURA 1

práticas, seja com um projeto de pesquisa, ou um projeto de aplicação da empresa em que trabalham. Estas e outras opções lembram que no treinamento devem participar a indústria local, consultores, num processo interativo.

3.- CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

O seu escopo básico compreende a sua modularização com os objetivos, duração, tópicos e requisitos de práticas correspondentes, descritos no Appendix 1. Está claro que a sua utilização sucessiva produzirá a perfeição que serão assimilados, tornando-o cada vez mais consistente e articulado. Novos assuntos podem vir a ser incluídos, outros retirados, preservando-se a estrutura de módulos sequenciais encaixáveis entre si.

A organização de laboratórios, simuladores e outros dispositivos, sistemas sintéticos, rede de micros para software e hardware, e demais recursos para práticas, devem observar uma complexidade crescente, integrada, de modo a assegurar as execuções de trabalhos que capitalizem aprendizado dirigido, e também os desenvolvimentos e pesquisas que subsidiarão usuários e indústrias quanto às suas necessidades reais.

Para a universidade é fundamental a compreensão da amplitude da ótica deste projeto, que transcende à própria tecnologia, na medida em que se presta a investigação sobre aspectos econômicos, sociais, comportamentais, ergonômicos, antropológicos e outros, expandindo de maneira notável os campos de atividades e as perspectivas, com uma efetiva oferta de realidades para estudos aplicados.

4.- DA PESQUISA, O TREINAMENTO OU CAPACITAÇÃO

Para satisfazer a sua necessidade de treinamento rápido e simultaneamente criar condições para que estudos e pesquisas levem a uma universidade a ter meios para se transformar no núcleo de excelência em sistemas digitais aplicados, a nossa empresa energética contratou um programa e projeto voltado para a digitalização de uma subestação real, de porte médio, em 138 kV, de interligação e distribuição (complexidade intermediária). Este programa, portanto, ao mesmo tempo em que se propõe fornecer subsídios quanto as possíveis soluções técnicas a serem adotadas para a conversão de uma subestação existente, com tecnologia convencional, para uma nova versão, usando tecnologias não convencionais - digitalizadas, tem também como objetivo, talvez o maior deles, a constituição de uma cultura em pequenos grupos de especialistas, que devem aprender e apreender os conteúdos conceituais-teóricos, complementados pelo desenvolvimento de uma aplicação em um caso-exemplo real, em que a pesquisa pode explorar de fato, tudo o que importa e tem que ser considerado na formulação de seus estudos e soluções. A subestação selecionada para referência foi a SE-1 de Uberlândia, típica de sua classe, cujo diagrama unifilar se encontra na FIGURA 2.

Para facilitar os trabalhos e contribuir com um primeiro aporte pedagógico-didático, a subestação foi reconstruída em um modelo sintético, em que todas as suas chaves e disjuntores foram representados por contadores, que reproduzem com fidelidade o comportamento elétrico da subestação quanto a manobras, bloqueios e intertravamentos, religamentos,

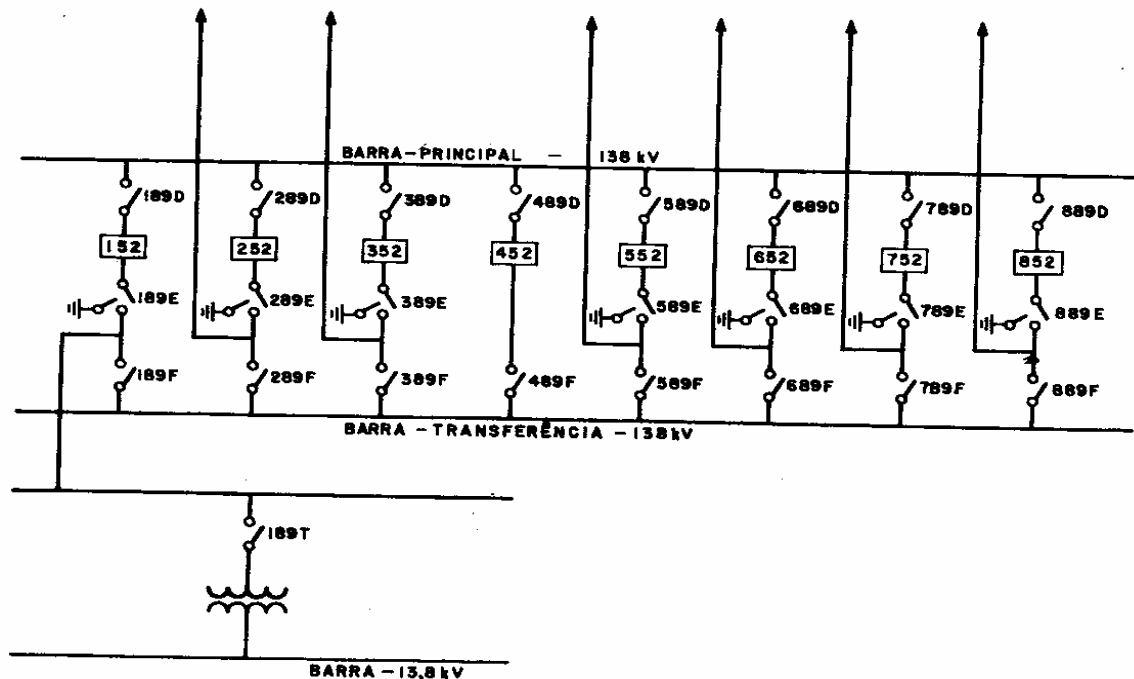


DIAGRAMA UNIFILAR SIMPLIFICADO DA SE UBERLÂNDIA "1" - (CEMIG, BRASIL)

FIGURA 2

sinalizações e alarmes, etc. Paralelamente foi desenvolvido um painel mosaico, contendo chaves, com todos os níveis e possibilidades do sistema real. A duplicação de contatos foi prevista na modelagem de modo a que se possa promover o condicionamento para o sistema microprocessado em desenvolvimento. As Figuras 3 e 4 ilustram o que expusemos.

As definições preliminares do projeto estabelecem o desenvolvimento de um sistema digital flexível, aplicável a diversos tipos de arranjos de subestações. O software vem usando e testando a última geração da linguagem Prolog. Na sua fase atual, este projeto se concentra nos aspectos de supervisão e controle locais, geração de interfaces-diálogos homem-máquina, podendo progredir para a aquisição de dados em alta velocidade em uma arquitetura distribuída, desenvolvimento de funções de controle, registro/armazenamento de dados, e talvez o exame da função proteção.

Somente como uma visão da abrangência e das fronteiras deste projeto, envolvendo ambos hardware e software, o que chamamos a atenção, em razão de sua pertinência com o treinamento, é quanto ao potencial de sua significação.

No entanto, cumpre-nos lembrar que as dificuldades a serem vencidas são grandes sobretudo, por esta proposta traduzir uma nova modalidade cultural que terá que ser experimentada, vivenciada, e se bem gerenciada, temos certeza produzirá os resultados que evidenciarão uma nova opção à sociedade.

Neste tipo de associação de risco usuário-universidade, resultados bem sucedidos expressam competências e mais, estabelecem a

credibilidade, indispensável para sedimentar uma universidade como núcleo de excelência.

Há uma sinergia enorme latente, no entorno de um programa como o que estamos caracterizando, que emergirá ou não, dependendo de alguns poucos fatores-chave que procuramos explicitar ao longo deste texto.

Um esclarecimento necessário é o de que a estratégia da empresa de energia elétrica e porque não dizer, da universidade, se baseia, para a implementação de sistemas digitais em seu ambiente, na existência dos pequenos grupos de especialistas, com alta qualificação, que conduzem os projetos, perfazendo inúmeras atividades e funções internas e externas à empresa, num circuito realimentado, que se renova, cresce, amplia sua atuação, administrando o processo de transição tecnológica e mudanças decorrentes, em um plano integrado que obedece a objetivos e metas globais e gerais.

Por outro lado um trabalho empresa-universidade com projetos específicos, permite que para cada aplicação digital, cogitada para uso em sistema de potência, nos é possível percorrer a sequência de estágios, recomendada no processo de decisão associado a estes empreendimentos, que compreende: uma fase de exploração tecnológica e técnica, o exame das diversas possibilidades, a elaboração de cenários e a escolha de um deles, como decisão. Nesta cadeia é indicado um período experimental, geralmente com um protótipo ou instalação piloto, antes de concluirmos ou não por sua utilização.

Outras iniciativas entre universidade com empresas de energia, consultores, centros de

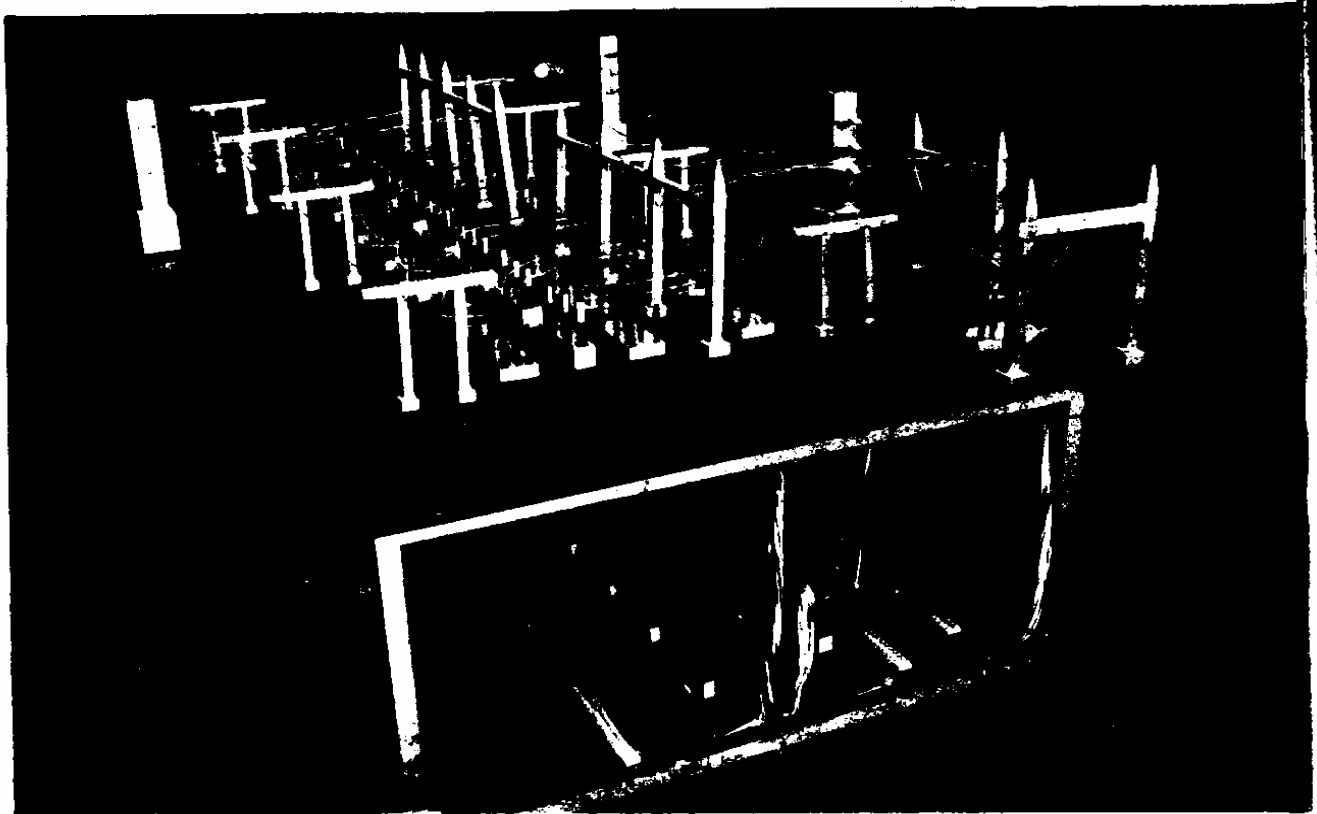


FIGURA 3

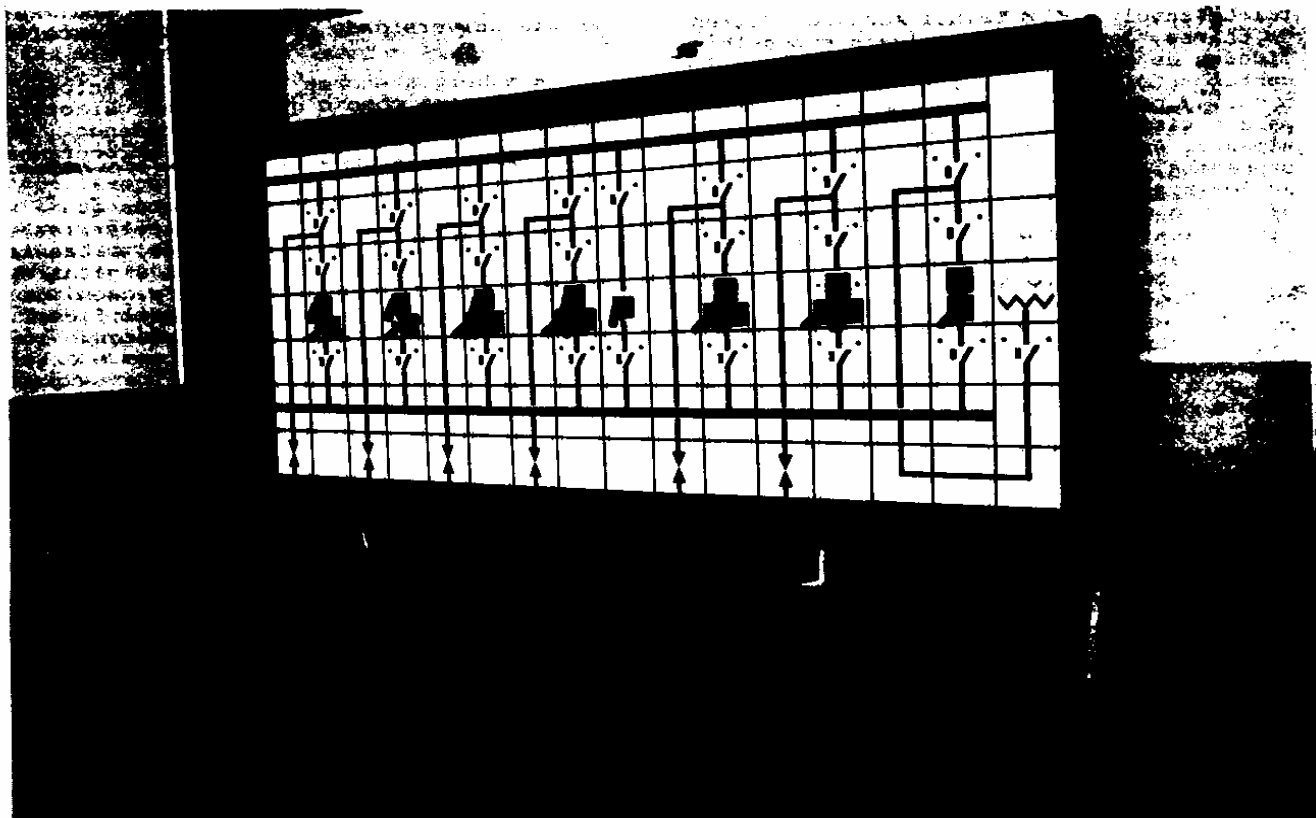


FIGURA 4

pesquisa, fabricantes estão sendo vistos, no sentido de viabilizar e aumentar o apoio ao treinamento e capacitação emanado da universidade, onde confunde-se com sua identidade.

5.- CONCLUSÕES

As grandes mutações tecnológicas requerem uma ação integrada dos diversos segmentos da sociedade para realizá-la. O ponto de partida e de chegada é e será o treinamento, a capacitação contínua que leve ao conhecimento, à compreensão maior. Para a introdução dos sistemas digitais nos sistemas de potência, provavelmente, o que a longo prazo constituirá a sua maior mudança, o treinamento antecede e permanece ininterruptamente lado a lado com o avanço da tecnologia. Em função da capacidade e velocidade inigualáveis de renovação desta tecnologia, que ainda perdurará um longo tempo neste ritmo, o acompanhamento de sua evolução, representa um desafio de como formar e manter a atuação de engenheiros e especialistas, de técnicos e gerentes. E a sucessão de gerações tecnológicas cada vez mais integradas, mais poderosas e atraentes economicamente, nos trazem maiores problemas quanto ao domínio de suas interações, quanto à convivência com diferentes gerações e muitos outros, para os quais temos que estar preparados para enfrentá-los.

O aumento da inteligência dos sistemas, digressiva, configura novas condições a que deveremos nos habituar e passar a conduzir naturalmente, com uma perspectiva adequada.

Neste cenário inusitado até praticamente esta década, apresentamos um modelo que temos utilizado para outras finalidades, mas que acreditamos, na sua idéia-concepção, deve ser igualmente bem sucedido, com uma conformação específica para o caso da tecnologia digital. Como vimos, o modelo não prescreve uma única linha de ação e sim várias, que podem concorrer no momento que quisermos. Damos ênfase ao programa de formação em longo prazo, com o desenvolvimento de universidades como núcleo de excelência, polarizando um campo científico ou tecnológico, e distribuindo especializações e competências no país. As possibilidades de mais de uma universidade são necessárias, dada a extensão do país e as quantidades de usuários a serem atendidos, a sua progressão é função do nível de recursos e da presença da demanda.

Alternativas já identificadas de treinamento em sistemas digitais revelam a multiplicidade de audiências e especificidades que têm que ser satisfeitas em curto-prazo. Para isto, há empresas do setor eletro-energético brasileiro que vem investindo muito em treinamento, na medida em que digitalizam seus sistemas de potência.

O estágio atual que prenuncia uma futura digitalização integrada de quase todas as funções de potência, fez com que, a pedido daquelas empresas, a ELETROBRÁS venha coordenando a instalação dos cursos de formação integral, de longa duração, nos núcleos de excelência.

Com base em programas independentes empresa-universidade chegou-se a um programa modular para uso nacional.

Para sustentar as competências e a atualidade da universidade, novos requisitos de treinamento devem ser solicitados (média duração, especialização, etc), pesquisas em convênio têm que ser incentivadas, e outros me-

canismos viabilizados. Esta condição faz-se imprescindível, também para garantir a questão da remuneração dos professores e a sua permanência na universidade, crítica num mercado de demanda (indústria crescendo).

Outro benefício deste modelo é o surgimento de teses de mestrado (no futuro, doutorado) em assuntos da tecnologia digital aplicada, o que enriquece o universo dos conhecimentos e a oferta de profissionais de cursos de graduação com uma orientação para a tecnologia digital. Para os especialistas que trabalham e que complementam sua formação esta é uma nova opção importante.

Em verdade, podemos descrever que toda esta diversidade de ações, planos, idéias em um número que aumenta a cada dia, introduz uma instabilidade desejável no sistema de treinamento, despertando-o de seu imobilismo. Não há então, um novo estado de equilíbrio e, dentro de certos limites, continuamos a alimentar a instabilidade que deve levar e já vem mostrando uma crescente absorção da tecnologia. Falta o aprofundamento, a incursão na sua essência, o que esperamos atingir com o programa enunciado.

A abertura para intercâmbio externos é relevante e muito temos exercitado junto à CIGRÉ, IEEE, CIER e outras organizações internacionais.

Entretanto há riscos por vezes, grandes. Os níveis de recursos são limitados, os tempos ultrapassam em muito às vezes, ao que esperávamos, com atrasos difíceis de serem recuperados, os custos se elevam. Daí termos ressaltado a importância da gerência do processo de treinamento, a união nacional para em torno dos programas maiores, a disseminação entre os vários segmentos dos programas individualizados, e assim por diante, num processo em que a comunidade tecnológica se divide e é uma, a um só tempo.

BIOGRAFIAS: Paulo Sérgio Pereira, nascido em Santos/SP-Brasil em 1951. Engenheiro Eletricista (EFEI) em 1975, Matemático (FAFI) em 1976, Mestre em Engenharia Elétrica em 1977, e PhD-Universidade de Manchester-UMIST-1980. Desde então tem ministrado aulas, realizado consultorias e coordenado pesquisas nas áreas de Proteção e Controle de Sistemas Elétricos. Atualmente está com a Universidade Federal de Uberlândia-MG Brasil.

Eduardo Márcio Teixeira Nery, nascido 1944, Belo Horizonte, Brasil, Engenheiro Eletricista, Pós-Graduado nos Estados Unidos, cursos de especialização nos USA, Europa e Japão. Atualmente Chefe de Departamento de Engenharia Operacional do SIS tema da Companhia Energética de Minas Gerais, CEMIG. Membro da CIGRÉ, IEEE (Education Society), e outras organizações técnicas e científicas brasileiras e internacionais.

APPENDIX 1 (página seguinte)

MÓDULO I

OBJETIVO: Fundamentos de Eletrônica Digital para Nivelamento Preliminar e Revisão de Conceitos Básicos Necessários para o Desenvolvimento do Curso.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e exercícios em sala de aula.

PROGRAMA:

- A Evolução da Eletrônica - Aspectos Principais
- Diodos, Transistores e Circuitos Integrados
- Famílias de Circuitos Integrados (TTL, CMOS, ECL, HTL, etc.)
- Revisão de Eletrônica Digital: Portas Lógicas, Contadores, Flip-Flop, Buffer, Decodificadores, etc.
- Álgebra de Boole, Simplificação de Expressões, Mapas de Karnaugh
- Sistemas de Numeração: Binário, BCD.

MÓDULO II

OBJETIVO: Apresentar Aspectos de Software e Hardware de Sistemas Digitais Que Utilizam Microprocessadores de 8 Bits.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e práticas de laboratório.

PROGRAMA:

- Sistemas a Microprocessadores/Computadores para o Controle de Processo Industrial - Hardware e Software (8 Bits)
- Introdução aos Microprocessadores de 8 Bits
- Estrutura dos Microprocessadores de 8 Bits (8085)
- Memória RAM e ROM - Barramentos - Comunicações
- Mapeamento de Memórias
- Noções de Interface
- Periféricos (8212 - 8205 - 8255)
- Aulas Práticas de Desenvolvimento de Programas Utilizando "Kits" Didáticos (Emprestados pela CONPROVE ENGENHARIA LTDA)
- Projeto em Sala de Aula de um Sistema Digital baseado no Micro 8085
- Configuração de Sistemas com Micros.

MÓDULO III

OBJETIVO: Apresentar Aspectos de Hardware e Software de Sistemas Digitais Que Utilizam Microprocessadores de 16 Bits.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e práticas.

PROGRAMA:

- Sistemas a Microprocessadores/Computadores para o Controle de Processo Industrial - Hardware e Software (16 Bits)
- Estrutura dos Microprocessadores de 16 Bits (8088 e 8086)
- Conjunto de Instruções do 8088/8086
- Conceitos de Barramentos de Dados e de Endereços - Comunicações
- Periféricos para os Sistemas de 16 Bits (8286 - 8282, etc.)

- Mapeamento de Memória
- Projeto em Sala de Aula de um Sistema Digital Utilizando o Micro 8086 (Hardware).

MÓDULO IV

OBJETIVO: Estudar a Estrutura dos Sistemas de Aquisição de Dados e Condicionadores de Sinais que Adaptam os Sinais Analógicos e Digitais para o Sistema Microprocessador.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e exercícios em sala de aula.

PROGRAMA:

- Introdução aos Sistemas de Aquisição de Dados
- Estrutura de Sistemas Típicos
- Aquisição de Dados Analógicos e Digitais
- Conversores A/D e D/A
- Blindagem, Circuitos de Amostragem e Retenção - Teorema da Amostragem - Filtragem
- Multiplexação de Dados Digitais e Analógicos
- Sub-rotinas para Aquisição de Dados
- Conversão de Dados Paralelo para Serial e Vice-versa

MÓDULO V

OBJETIVO: Apresentar as Potencialidades, Estágio Atual e Tendências da Automação e Controle Digital.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e práticas.

PROGRAMA:

- Estágio Atual do Brasil no Contexto do Software
- Potencialidades das Técnicas Modernas
- Sistemas Especialistas - Inteligência Artificial
- Tendências Futuras e a Pesquisa Internacional
- Projeto de Sistemas com o Auxílio do Computador
- As Necessidades Brasileiras, Atuais e Previsões
- Linguagem C, Assembler e Pascal
- Interfaces Homem-Máquina, Periféricos Convencionais e Não Convencionais.

MÓDULO VI

OBJETIVO: Estudo das Linguagens de Última Geração para Software de Automação e Controle.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e práticas.

PROGRAMA:

- Técnicas Modernas de Programação
- Introdução ao LISP e PROLOG
- Análise de Potencialidade das Linguagens para Desenvolvimento de Programas Que Envolvam Decisões Lógicas
- Principais Comandos

- Entrada e Saída de Dados
- Desenvolvimento de Programas.

AULAS PRÁTICAS: Desenvolvimento de programas utilizando as linguagens PROLOG ou LISP

MÓDULO VII

OBJETIVO: Apresentar os Aspectos da Digitalização da Supervisão, Controle, Proteção e Medição.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 80 horas com aulas expositivas, exercícios e práticas.

PROGRAMA:

- Estudo dos Principais Diagramas de uma Subestação Típica
- Vantagens e Benefícios da Digitalização
- Transformadores de Medida Não Convencionais
- Estudo dos Sistemas Integrados e Distribuídos. Tendências em Desenvolvimento. Redes e Hierarquias. Aspectos a Serem Considerados nos Projetos
- Diagrama de Blocos de um Sistema Digital para Digitalização das Funções de uma Subestação. Subestações Novas e Existentes
- Estudo das Funções a Serem Digitalizadas
- Algoritmos para Proteção Digital
- Utilização do PROLOG para Executar as Funções de Controle

AULAS PRÁTICAS: Desenvolvimento de Software de Controle e Supervisão de Estações.

MÓDULO VIII

OBJETIVO: Estudar Aspectos Teóricos para Codificação, Processamento e Transmissão de Sinais.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas com aulas expositivas e exercícios.

PROGRAMA:

- Sistemas Discretos
- Introdução ao Processamento Digital de Sinais

6.- REFERÊNCIAS

- PEREIRA, P.S., RODRIGUES, E.S., SILVA, J.V., Um Novo Equipamento para Facilitar a Aprendizagem da Tecnologia de Relés Estáticos e Digitais, VIII SNPTEE, SP/GTA/08, CESP, SP, maio de 1986.
- NERY, E., PEREIRA, P.S., SOUZA, C.E., Uma Idéia sobre Programa de Treinamento de Engenheiros Eletricistas para Fazer Frente à Tecnologia de Relés Digitais e Sistemas Integrados a Microprocessadores, VIII SNPTEE, SP/GTA/15, CESP, SP, maio de 1986.
- NERY, E., Comments about the Question of Permanent Training of Personnel in relation to Digital Techniques, CIGRE SC 34, Madrid, September 1981.

- Técnicas de Processamento Digital
- Estudo da Codificação ao Digital
- Aspectos da Transmissão de Dados - Tipos de Códigos
- Utilização de Fibras Ópticas, Inclusive em Cabos Condutores (Pára-raios)
- Comunicação, Protocolos.

MÓDULO IX

OBJETIVO: Analisar Alguns Aspectos e Aplicações de Sistemas Digitais em Sistemas Eletroenergéticos de Potência.

FORMA DE REALIZAÇÃO: Em 40 horas de conferências e exposições de especialistas convidados.

PROGRAMA:

- Sistemas de Auto-Teste, Auto-Monitoramento, Auto-Diagnóstico. Considerações sobre Manutenção, Manutenibilidade e Confiabilidade. Laboratórios e Instrumentação Específica.
- Controle de Qualidade e Vida Útil
- Constituição de Bibliotecas de Software
- Alternativas e Estratégias de Implementação da Tecnologia Digital
- Impactos nas Organizações das Empresas de Energia Elétrica - Equipes Multidisciplinares, Como Capacitar o Pessoal Existente e Os Níveis de Gerência - A Velocidade da Mudança
- Ensaios de Comissionamento ("Burn in", Plataforma, in situ)
- Interfaces com Sistemas de Supervisão e Controle
- Análises Econômicas Custo-Benefício, Perspectivas Especiais de Longo-Prazo
- Coordenação e Gerência de Projetos. Coexistência com Sistemas Convencionais. Implantações Parciais. Opções Estratégicas.
- Meta-Sistemas de Controle Envolvendo Geração - Transmissão - Distribuição.
- Perspectivas Futuras.

NOTA:

Para a realização dos módulos III, V, VI e VII será necessário um micro PCxt para cada grupo de 4 alunos que participarão do treinamento. Poderão ser micros nacionais produzidos pela ITAUTEC, PROLÓGICA, COBRA, MICROTEC, SCOPUS ou similares.

- Wilson, G.P. et alii, An Analysis of Digital Techniques in Brazilian Generation and Transmission Stations, CIGRE 34-04, Paris, 1986.
- SZCZUPAK, J., Considerações sobre a Utilização de Microprocessadores em Subestações, VIII Encontro de Engenharia Elétrica, LIGHT-ELETROBRÁS, Rio de Janeiro, maio de 1985.
- NERY, E., ALVES, J., Estratégia de Implementação de Sistemas Digitais em Uma Empresa de Energia Elétrica, Subcomitê de Planejamento e Engenharia de Sistemas Elétricos/CIER, Santiago do Chile, 1987.
- TURELI, A. et alii, A Test System for Protective Equipment and Test Methods, IEE Publication, 1985.