

Educação Sistémica e Engenharia de Controlo*

Hermínio Duarte-Ramos

Prof. Dr. Eng. Electrotécnico (DEE/FCT/UNL)

1. Actividade em Engenharia

A actividade profissional em Engenharia exerce-se na realidade concreta, actuando sobre a realidade material do mundo em que se vive. Para isso, o Engenheiro utiliza o conhecimento actual da realidade conceptual, elaborada a partir do conhecimento histórico e das retroacções de informação provenientes das transformações que a própria actividade em Engenharia exerce sobre a realidade concreta.

Este modelo sistémico da realidade mostra que a dinâmica do conhecimento ao longo do tempo oscila segundo uma integração permanente. Como sistema integral é intrinsecamente instável. A falta de equilíbrio que daí resulta tem duas consequências importantes sob o ponto de vista societal: uma educativa e outra económica.

O efeito educativo impõe uma constante actualização curricular, no sentido de formar agora para o futuro. E aqui inserem-se dois objectivos de grande significado: por um lado, o objectivo principal da educação universitária dos novos Engenheiros se centrar na aquisição de ferramentas fundamentais à dinamização da sociedade, na prática profissional, promovendo a modernização das indústrias e dos serviços; por outro lado, o objectivo paralelo de proporcionar condições eficazes de formação ao longo da vida, particularmente para os Engenheiros já ocupados no mercado de trabalho.

O efeito económico tem a ver com a própria obsolescência dos meios de produção pela evolução das tecnologias. Esta constatação manifesta-se no facto dos produtos comerciais se tornarem obsoletos em prazos relativamente curtos e na circunstância das próprias instalações fabris exigirem modificações mais ou menos significativas em processos automatizados de fabricação flexível e ágil, tendo em conta a produtividade e a qualidade, a par do uso de tecnologias limpas e seguras, considerando as incidências no ambiente e na qualidade de vida dos utilizadores humanos.

Além disso, a natureza integral da formação do conhecimento acerca da realidade pela humanidade é afectada diacronicamente por um efeito de aceleração a longo prazo, que provoca uma amplificação crescente da sua característica permanente, sobretudo por efeito das mutações tecnológicas, exigindo mudanças de actividade em intervalos de tempo cada vez mais curtos.

2. Educação Universitária

Não admira, portanto, que o processo educativo universitário seja complexo. Na verdade, envolve duas acções básicas, cada qual com especificidades difíceis de prosseguir no âmbito nacional e internacional quando os recursos disponíveis são muito limitados: a criação do conhecimento pela investigação e desenvolvimento e a transferência do conhecimento aos estudantes pelo ensino e aprendizagem.

Ambas as acções referidas (criar e transferir conhecimento) são interactivas: cria-se conhecimento por acumulação sistemática e depuração criteriosa, em consequência dos novos resultados da investigação e desenvolvimento, e transfere-se conhecimento pelas relações da docência (professores) com a discência (alunos) e a didáctica (meios práticos da educação) no processo de ensino e aprendizagem.

Neste sentido, a educação universitária configura um sistema tendo a investigação e desenvolvimento em cascata com a realidade desconhecida (tanto material como conceptual), donde resultam conhecimentos que vão activar o processo de educação na formação em Engenharia, cujos Engenheiros actuam sobre a realidade concreta acessível à construção das suas obras, transformando essa realidade material da Natureza em benefício da Sociedade.

Convém anotar que o **conceito de educação universitária** envolve duas ideias indissociáveis:

- ☐ **Ensino** daquilo que se sabe, por quem sabe, a quem se quer formar ou informar;
- ☐ **Aprendizagem** do que não se sabe, por quem quer saber, de quem já sabe.

Imediatamente se percebe a possibilidade de inserir uma quota-parte de investigação e desenvolvimento na educação universitária, pois a aprendizagem enquadra, em sentido lato, também a prática da pesquisa (mesmo no âmbito de uma licenciatura).

3. Actividade em Engenharia Electrotécnica

Nesta abordagem sistémica, o Engenheiro Electrotécnico situa-se no centro das mutações tecnológicas, em geral na fabricação, domótica, telecomunicações, transportes ou serviços, tanto nas tecnologias de produtos, como nas

(*) Intervenção no "1.º Fórum sobre a Formação e a Profissão do Engenheiro Electrotécnico", organizado pelos alunos de Engenharia Electrotécnica da FCT/UNL, em 1997 -05-27.

tecnologias de sistemas, por meio da execução de projectos, montagens, instalações, exploração operacional ou manutenção de equipamentos e redes.

Nesta perspectiva genérica, as actividades exercidas preenchem diversos níveis da **pirâmide tecnológica das estruturas industriais**:

- ❑ **Nível estratégico:** na planificação e gestão de negócios, com implementação e monitorização de planos directores e previsionais, além de comunicações internas e externas, a curta e a longa distância, inclusivamente integradas por computador.
- ❑ **Nível tático:** no planeamento e gestão empresarial, com especificação e projecto da produção assistida por computador, além do processamento de dados recolhidos nas áreas tecnológicas, comercial e financeira.
- ❑ **Nível controlador:** no comando, regulação, seguimento e supervisão, com controladores e sistemas de diagnóstico e alarme, desde sistemas retroactivos tradicionais a sistemas inteligentes.
- ❑ **Nível operacional:** no campo fabril, com sensores e actuadores, electrónica industrial e redes de campo.

Assim, a educação universitária do Engenheiro Electrotécnico moderno deve considerar a complexa interligação disciplinar de múltiplas componentes científicas e tecnológicas da Engenharia Electrotécnica, de modo a permitir que cada Engenheiro exerça a profissão vertendo inovação criadora com duas atitudes mestras: definir coerentemente os problemas a solucionar e resolver consistentemente esses problemas pelos conhecimentos científicos e tecnológicos actuais.

4. Actividade em Controlo Automático

Presentemente, uma componente básica do Engenheiro Electrotécnico situa-se na área científica e tecnológica do controlo automático. A complexidade crescente dos sistemas em operação na sociedade tecnológica que se está a construir exige mecanismos eficazes de controlo, que mantenham em funcionamento cada sistema nas melhores condições operativas, sob o ponto de vista técnico (qualidade e segurança) e quanto a aspectos económicos (produtividade e flexibilidade).

Esta tendência acentua-se no futuro, dadas as preocupações dos desenvolvimentos mais avançados se alargarem no espaço, sem descuidar o desempenho automático local.

As realizações tecnológicas de controlo vêm desde a Antiguidade grega, iniciando-se a implementação retroactiva em anel fechado com Ctesíbio (285-247 a. C.), pela construção de um sistema de controlo do enchimento de um recipiente com água, para construir uma clepsidra. Mas a maioria das construções através dos séculos baseou-se no princípio do comando em anel aberto, que ainda hoje constitui a principal aplicação do controlo nas obras de Engenharia.

No entanto, revelam-se grandes vantagens na utilização das metodologias de controlo retroactivo, pelo desempenho correcto dos processos controlados quando ocorrem perturbações externas que tendem a modificar os parâmetros óptimos desses processos. Os controladores com retroacção detectam os correspondentes desvios e geram sinais correctivos, procurando anular esses erros automaticamente.

Outra aplicação do controlo consiste em fazer seguir, com rigor e á distância, um funcionamento desejado, por exemplo, a trajectória de um corpo móvel ou a posição de uma antena. Trata-se do caso de um sistema seguidor, no qual a retroacção também evita a permanência de eventuais erros.

Com estes objectivos principais desenvolveram-se tecnologias adequadas à sua concretização. Após a era puramente mecânica veio a tecnologia electromecânica, depois a tecnologia da electrónica cablada, a seguir a microelectrónica, integrada em chipes e por fim a aplicação de computadores e microcontroladores com base em programas de controlo.

Todavia, a concentração do processamento em controladores poderosos mostrou-se inconveniente, sobretudo sob o ponto de vista da fiabilidade global dos sistemas. O controlo distribuído é cada vez mais uma estratégia de desenvolvimento em automação. Daí a preocupação de efectuar localmente a detecção da informação, o seu processamento e o respectivo controlo, integrando aspectos particulares em níveis superiores.

Hoje em dia observa-se uma tendência generalizada para implementar o controlo digital, em detrimento do tradicional controlo puramente analógico, e usar novas metodologias de controlo inteligente, com a combinação de controladores difusos, neuronais e periciais, inclusivamente na assistência a controladores adaptativos para excitação de actuadores e no controlo de potência.

Tanto quanto se consegue vislumbrar, na prática da Engenharia continuará a existir a convivência de tecnologias diferentes, mesmo a electromecânica e a pneumática em situações específicas (casos pontuais das plantas industriais ou no controlo em zonas perigosas). Contudo, a educação universitária deve assentar os seus programas no controlo automático pelas teorias de sistemas e de sinais, consolidando as metodologias fundamentais do controlo de potência, controlo de informação, telecontrolo e até controlo de acesso à comunicação.

De facto, são inúmeras as possibilidades de **aplicação do controlo automático**, entre as quais se podem referir as seguintes (sem preocupação de sistematização ou exaustão):

- **Indústrias eléctricas:** produção automática de motores, relés, disjuntores, cabos; produção de energia eléctrica em centrais hídricas, térmicas, eólicas, solares; transporte de energia eléctrica na rede nacional e na rede de interconexão europeia; telecontagem, telemedição e telecontrolo de redes eléctricas; fabricação de baterias, onduladores, tracção eléctrica.

- **Indústrias electrónicas:** montagem automática de componentes ou placas de circuitos impressos; fabrico de aparelhos de grande público; construção de controladores, reguladores de velocidade, fontes de alimentação ininterruptíveis.
- **Indústrias metalomecânicas:** fabrico em série por máquinas-ferramenta (corte, fresagem, furação, tarraxagem, prensagem); armazenamento de semi-acabados, transporte dos em-curso; montagem de peças e de produtos.
- **Outras indústrias:** siderúrgica, electromecânica, papel e pasta de papel, textil, cimenteira, vidreira, cerâmica, alimentar, tratamento de lixos, polímeros, química, petroquímica, segurança, transportes aéreos, ferroviários e rodoviários, auto-estradas, aeroportos e aeródromos, hotelaria e

turismo, edifícios públicos e comerciais, edifícios industriais, garagens automáticas, parques de estacionamento, telecomunicações, iluminação, climatização, domótica, ambiente.

- **Serviços:** gabinetes de projecto, planeamento autárquico, instituições oficiais com implementação de programas, empresas de instalações, empresas comerciais, infraestruturas de investigação e desenvolvimento.

Assim, o controlo automático promove a dinamização que os novos engenheiros naturalmente impulsionam na evolução tecnológica da Economia, através da sua aplicação em múltiplas oportunidades que a vida profissional proporciona, quer no sector industrial, no comercial ou no sector de serviços. **E**

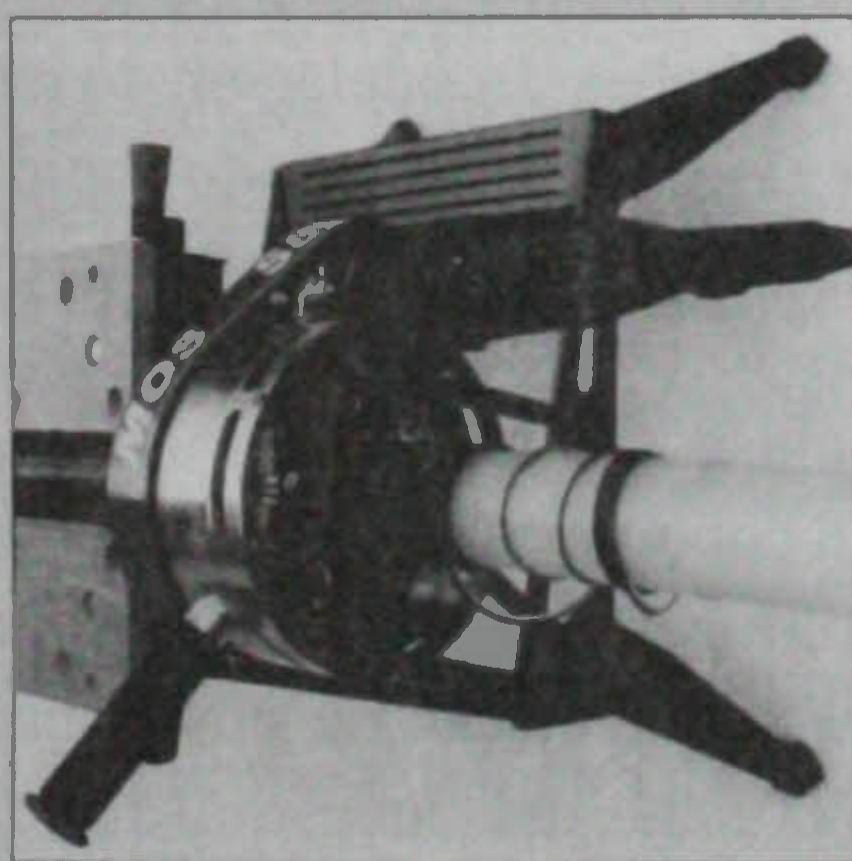
Cabos de Alta Tensão

A empresa suíça **Hivotec** acaba de apresentar no mercado europeu uma nova série de ferramentas para preparar cabos de potência em alta tensão, com tensões estipuladas entre 30 kV e 500 kV. Estas ferramentas são usadas para:

- ☐ Cortar e remover a bainha protectora
- ☐ Descarnar a blindagem semicondutiva
- ☐ Cortar, remover e chanfrar a isolação principal
- ☐ Marcar a isolação principal
- ☐ Enrolar juntas sobrepostas

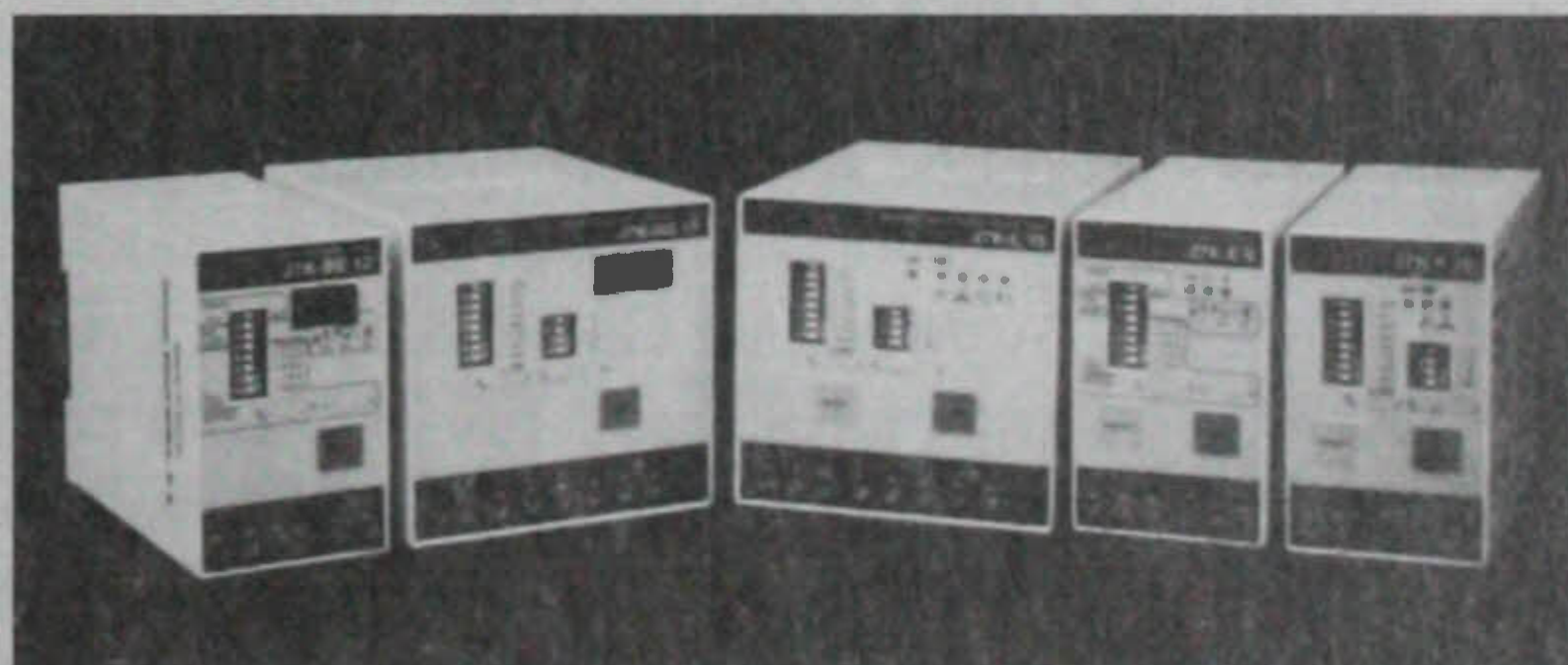
Na exposição Wire 98, em Düsseldorf, foi exibido o extraordinário desempenho das novas Peeling Machines S 50 a S 150, com as seguintes características:

- ☐ Alta velocidade de descarnar a blindagem semicondutiva até 1 m/min
 - ☐ Produção de uma superfície muito lisa da isolação principal
 - ☐ Ajuste da profundidade de corte à espessura da bainha semicondutiva (0,1 a 4 mm)
 - ☐ Adaptação fácil da máquina ao diâmetro do cabo
 - ☐ Aplicação em cabos com diâmetro até 150 mm
 - ☐ Operação sem esforço porque a máquina é auto-accionada
 - ☐ Possibilidade de descarnar cabos XLPE e EPR
 - ☐ Descarnação de cabos em qualquer posição, desde a horizontal até à vertical
 - ☐ Boa utilização na fábrica ou no campo de montagem.
- Um produto no âmbito da tecnologia de alta tensão. Informa: Hivotec, Ltd, Tel +41 61 303 90 11, Fax +41 61 302 21 91. **E**



Protecção de Motores

Obter um maior rendimento das instalações explorando ao máximo a capacidade dos motores sem sofrer avarias é um dos objectivos mais perseguidos pelos fabricantes de máquinas, que vêm que cerca de 60% dos problemas hoje apresentados pelos motores são causados por sobrecargas, falhas e envelhecimento dos isolantes. Para fazer frente a esta situação, a Omron oferece uma gama completa de relés electrónicos que, graças à protecção de motores contra sobrecarga simétrica, desequilíbrio e falta de fases, permite aumentar a rentabilidade dos processos industriais, incorporando as últimas tecnologias a um preço acessível. Estes relés electrónicos memorizam o aquecimento e o arrefecimento do motor obtendo a sua imagem térmica e garantindo uma protecção contra sobre-intensidade da corrente a partir de $1,10I_B$ (sendo I_B a intensidade ajustada no relé para uma



temperatura ambiente de 40 °C). Através de disparo instantâneo a partir de 40% de desequilíbrio entre as correntes de fase, oferecem protecção contra assimetria, e disparando a partir de $0,7I_B$ protegem contra falta de fase. A ligação a uma sonda térmica (PTC) permite a protecção contra sobre-temperatura, conseguindo-se assim, por um lado, um controlo da corrente de consumo do motor, e por outro, o controlo da temperatura interna. Salienta-se ainda que estes relés electrónicos têm uma ampla gama de ajuste de (1 a 2000 A) e capacidade de protecção de motores até 1000 V. Para além disso, têm marcação CE e cumprem a norma Europeia quanto a Compatibilidade Electromagnética. São, assim, equipamentos fiáveis e preciosos para todo o tipo de arranques ou ciclos de trabalho, resultando ideais em aplicações como bombas, compressores, ventiladores, centrifugadoras, ar condicionado, etc. **E**