

Investigação Científica na Área do C.I.M.

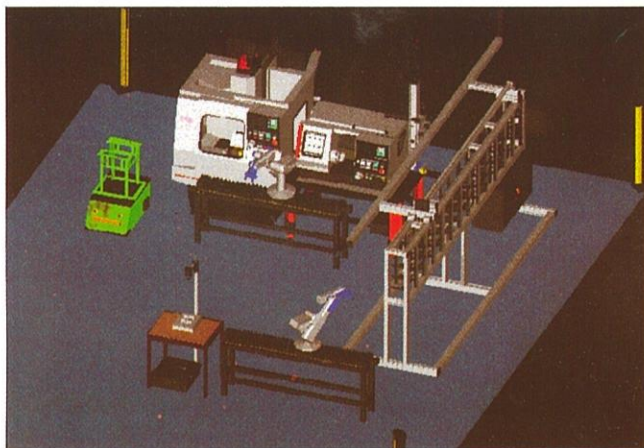
NO INSTITUTO SUPERIOR DE ENGENHARIA DO INSTITUTO POLITÉCNICO DO PORTO (ISEP/IPP)

1. Objectivos e Actividades

Apesar da actividade de Investigação Científica e Desenvolvimento (I&D) na área do CIM (Computer Integrated Manufacturing) ser recente no ISEP/IPP, têm sido alcançados resultados muito significativos, provando a possibilidade de viabilização desta actividade inserida numa escola do Ensino Superior Politécnico.

Quando, em Novembro de 1993, fui convidado a dinamizar a actividade de I&D no ISEP procurei estabelecer um plano estratégico que viabilizasse a I&D nesta Escola. Sendo originário das áreas de Robótica e Inteligência Artificial, procurei seleccionar áreas onde a I&D pudesse ter sucesso no ISEP. A área do CIM pareceu ser aquela mais adequada devido a dois factores chave: o investimento substancial que a Escola pretendia fazer nessa área através da aquisição de um Sistema Flexível de Fabrico instalado recentemente no Centro CIM do ISEP (ver secção 3) e o facto do CIM poder envolver investigadores de diversos Departamentos desta Escola (Informática, Electrotécnica e Mecânica).

Apesar de ter sido formulado um plano estratégico para a investigação em CIM no ISEP, havia a necessidade de ir demonstrando resultados a mais curto prazo, motivando as pessoas e afastando algumas desconfianças que poderiam surgir por parte daqueles que não acreditavam na viabilidade da I&D dentro de uma Escola do Ensino Superior Politécnico. Por essa



razão foram desde logo definidos dois objectivos que importava garantir a mais curto prazo: o reconhecimento internacional do grupo e a obtenção de financiamentos para projectos de I&D onde o ISEP/IPP fosse a instituição responsável ou participasse como parceiro. O objectivo já não era demonstrar que os docentes da Escola eram capazes de efectuar I&D de qualidade fora da escola, o objectivo era demonstrar que a I&D também se podia fazer dentro da Escola na área do CIM.

Em dois anos de existência deste grupo foi possível desenvolver uma actividade de investigação científica intensa como se pode ver pelos quadros que se apresentam.

Publicações	1994/95
em Conferências Internacionais	25
em Conferências Nacionais	4
em Revistas Internacionais	1
em Revistas Nacionais	2

Quadro I - Publicações Científicas

lado um dos sítios onde elementos do grupo têm efectuado publicações, revisto artigos e presidido a sessões. Este grupo foi co-responsável pela edição de um número especial da revista "IEEE Transactions on Robotics and Automation". Membros deste grupo têm participado no Comité de Organização do "IEEE International Symposium on Assembly and Task Planning" que se realizou em 1995 em Pittsburgh e será realizado

Reconhecimento do Grupo	1994/95
Revisor em Conferências Internacionais	5
Editor de n. Especial de Rev. Internacional	1
Revisor em Revistas Internacionais	2
Organizador de Conf. Internacionais	1
Membro do Comité Científico de Conf. Int.	5
Presidência de Comités Técnicos Internac.	1
Presidência Sessões Conf. Internacionais	4
Membro Conselho Editorial Rev. Nacional	1

Quadro II - Reconhecimento do Grupo

Convém realçar que foi feita uma grande aposta na qualidade. Como exemplo, pode-se citar que a "IEEE International Conference on Robotics and Automation" tem

em 1997 em Los Angeles. A edição de 1999 está prevista para o Porto. Dentro das actividades do grupo insere-se ainda a presidência de um Comité Técnico da "IEEE Robotics and Automation Society" (Assembly and Task Planning).

A política de formação do grupo assenta no conceito de formação integrada, ou seja, Mestrados e Doutoramentos cujas Teses sejam desenvolvidas no âmbito da

Projecto	1994/95
I&D financiado pela FLAD	1
I&D financiados pela JNICT	2
Linhas de Centros de Investigação JNICT	1
Rede Temática ESPRIT	1
Grupos de Trabalho ESPRIT	1
Desenvolvido com Empresas	1

Quadro III - Projectos do Grupo

Formação	
Doutores	1
Mestres	8
Licenciados	9
Bachareis	2
Doutoramentos integrados em curso	4
Mestrados integrados em curso	4
Mestrados integrados já concluídos	1

Quadro IV - Formação dos membros do Grupo

actividade de investigação do ISEP/IPP. Dado o pouco tempo de existência do grupo, só foi possível concluir de momento uma Tese integrada de Mestrado, estando prevista a conclusão de mais duas em 1996 e outras duas em 1997 na área do CIM. No entanto, a grande aposta a mais longo prazo é a conclusão de Teses integradas de Doutoramento.

2. Projectos de I&D

Uma actividade científica intensa só pode ser suportada por financiamento oriundo de Projectos de I&D. Segue-se uma breve descrição dos projectos e actividades nas quais o grupo de CIM do ISEP/IPP está envolvido. Será referido o primeiro projecto do grupo (financiado pela FLAD), dois projectos financiados pela JNICT, uma linha de investigação de

um Centro financiado pela JNICT, actividades financiadas pelo ESPRIT (uma Rede Temática e um Grupo de Trabalho) e um projecto de desenvolvimento com uma empresa (DIC).

Sistemas Flexíveis de Fabrico - SFF/443/93 - FLAD

Este projecto de 4 anos iniciou-se em Dezembro de 1993 e foi o primeiro projecto de Investigação Científica na área do CIM a decorrer no ISEP. A instituição financiadora foi a Fundação Luso-Americana para o Desenvolvimento (FLAD). O objectivo geral do projecto é o desenvolvimento de Investigação Científica na área dos Sistemas Flexíveis de Fabrico, nomeadamente na implementação de ferramentas computacionais para a Produção Integrada por Computador no seu sentido mais amplo. Outro objectivo

é a transferência, directa ou indirecta, de tecnologia para as Empresas do sector industrial. Este projecto serviu de embrião para o suporte à formação de docentes integrada na Escola, permitindo que os respectivos trabalhos associados às suas Teses de Mestrado e de Doutoramento pudessem começar a ser desenvolvidos dentro do ISEP. As áreas visadas pelo projecto SFF são:

- Ferramentas de Apoio ao Planeamento do Processo;
- Ferramentas de Apoio ao Planeamento da Produção;
- Ferramentas de Apoio ao Custeio da Produção;
- Interfaces Inteligentes;
- Geração de Configurações Industriais;
- Sistemas Holónicos (Multi-Agente) para o Escalonamento de Tarefas Industriais.

Sistema de Apoio ao Planeamento de Processos Industriais para Optimização da Produção - SAPPIOP/PBIC/C/TPR/2556/95 - JNICT

O Programa Base para a Investigação Científica da JNICT envolve várias áreas das quais se destaca a área de Tecnologias da Produção onde foram submetidos 45 Projectos. O Projecto SAPPIOP ficou classificado em 2.º lugar.

O Projecto SAPPIOP visa a implementação de um Sistema que possa ser usado pelo responsável do sector de Planeamento do Processo ("Engenheiro do Processo") e que auxilie este na definição de um conjunto de operações devidamente sequenciadas de modo a fabricar o produto pretendido. O mesmo produto pode ser fabricado de diversas maneiras, ocorrendo mesmo o problema da explosão combinacional para certos casos (como por exemplo no caso do Planeamento de Montagens com muitos componentes). Quando tal acontece, o Engenheiro da

Produção não consegue garantir que o sequenciamento de operações que escolheu corresponde de facto a uma boa solução ou à solução óptima. Em certos casos tal facto é agravado pela complexidade do próprio Sistema de Fabrico (paralelismo entre recursos idênticos, células ou linhas de produção, necessidade de mudar de ferramentas na mesma máquina levando a tempos de activação, etc...).

O Projecto SAPPIOP visa o desenvolvimento de uma "ferramenta" computacional que seja capaz de modelizar o Sistema de Fabrico, auxiliar na especificação das operações do produto, identificar quantos planos podem aparecer numa dada situação e gerar a pedido todos os planos ou os melhores planos. O SAPPIOP irá fornecer a descrição do comportamento temporal das diversas operações associadas ao produto de modo a que um Sistema de Planeamento Operacional da Produção possa efectuar a optimização global quando várias ordens de fabrico aparecem. O sistema SAPPIOP permitirá que o produto possa ser fabricado com a maior taxa de produção possível. Outro aspecto que importa considerar e que será tratado no âmbito deste projecto será a conversão automática do plano gerado em código de controlo dos diversos recursos do sistema de fabrico. Claro está que a natureza extremamente heterogénea dos sistemas industriais impede que se obtenha uma solução global para este problema, mas serão feitos desenvolvimentos sobre um Sistema Flexível de Fabrico (FMS) adquirido pelo ISEP. Outro aspecto que se pretende estudar no final deste projecto será a viabilidade de uma abordagem diferente, ou seja, partir do princípio que o Sistema de Fabrico ainda não existe e escolher os recursos e a configuração do sistema de modo a que se chegue ao

melhor compromisso para o Sistema de Fabrico (compromisso entre taxa de produção e custo do sistema e de exploração, tendo sempre em conta a previsão de encomendas).

Sistema de Apoio à Decisão para Planeamento da Produção considerando Prazos de Entrega - SAD-3PE/PBIC/C/TPR/2551/95 - JNICT

Este Projecto também foi submetido à área de Tecnologias da Produção do Programa Base para a Investigação Científica da JNICT, tendo ficado em 7.º lugar entre os 45 candidatos.

O Projecto SAD-3PE visa implementar um Sistema de Apoio à Decisão para o Planeamento da Produção, considerando essencialmente a questão das restrições temporais impostas pelos prazos de entrega. O sistema centrar-se-á no Planeamento Operacional da Produção com especial enfoque para a questão do Escalonamento em tempo real e sujeito a "deadlines".

O Projecto SAD-3PE visa criar uma "ferramenta" de Planeamento Operacional da Produção que seja capaz de gerar soluções possíveis para o escalonamento de ordens de fabrico sujeitas a prazos de entrega, mas que sobretudo permita ao Engenheiro da Produção interagir de um modo amigável com a solução de modo a alterá-la e refiná-la (por exemplo, incluir uma nova ordem de fabrico, alterar o prazo de entrega de uma ordem já escalonada, eliminar uma ordem de fabrico, alterar a dimensão de um lote, passar uma ordem para a frente das outras, etc...) sem que o sistema tenha que recomençar o trabalho desde o princípio. Note-se que os algoritmos de escalonamento podem até ser capazes de efectuar optimizações seguindo vários critérios, mas sensíveis a todo um conhecimento heurístico e à definição que um

responsável pelo sector da Produção possa deter. Para além da facilidade de alteração, pretende-se que a interface com o utilizador do programa permita o acesso a toda a informação útil sobre o escalonamento, recursos, ordens de fabrico, etc...

Geralmente, os sistemas de produção envolvem várias células, linhas ou máquinas alternativas. Quando, por exemplo, se colocar o problema de decidir se uma dada operação de uma ordem de fabrico deverá ser feita no recurso A, B ou C, deverá ser feita a escolha com base numa negociação entre as diversas entidades envolvidas. A nossa ideia é adaptar o protocolo "Contract Net" da Inteligência Artificial Distribuída para auxiliar o processo de negociação. A arquitectura que definiremos considerará três tipos de Agentes: um Gestor de Tarefas, um Agente para cada Ordem de Fabrico e um Agente para cada Recurso. Desse modo poderemos ter um sistema verdadeiramente distribuído, pois a negociação poderá dar-se ao mesmo tempo para várias ordens de fabrico.

Adicionalmente, o sistema desenvolvido será testado em várias situações. Por um lado, deverá ser testado em casos concretos e reais de diversas empresas do sector produtivo, o que irá permitir refinar o sistema e verificar a viabilidade do seu uso em ambiente não laboratorial. Por outro lado, este sistema será integrado num Sistema Flexível de Fabrico (FMS) para verificar o funcionamento em tempo real da abordagem proposta.

Linha de CIM do Centro de Investigação em Engenharia Aplicada - CIEA- JNICT

Em 1994 surgiu o Centro de Investigação em Engenharia Aplicada (CIEA) apoiado pelo financiamento plurianual da JNICT. Este Centro envolve 4 linhas de investigação, sendo uma delas vocacionada para a área do CIM.

Network of Excellence in Intelligent Control and Integrated Manufacturing Systems - ICIMS/9251 - ESPRIT

A finalidade desta Rede Temática europeia é juntar recursos humanos e materiais de diversas instituições que trabalhem nestas áreas. Esta rede começou em 1994 com 24 nós académicos e 13 industriais, envolvendo actualmente 50 nós académicos e 55 industriais. No âmbito desta rede temos participado nos encontros anuais que se têm realizado (Advanced Summer Institutes) e colaborado activamente num dos Comitês Técnicos do ICIMS (Intelligent Manufacturing Systems).

Working Group on Intelligent Manufacturing Systems - WG-IMS - ESPRIT

Este grupo de trabalho europeu irá iniciar as suas actividades durante o ano de 1996. Envolve 20 parceiros, sendo 13 académicos e 7 industriais. A finalidade do grupo de trabalho é o desenvolvimento de fortes ligações de cooperação e o início de trocas sistemáticas de informação entre equipas que desenvolvam actividades de investigação a longo prazo na área dos Sistemas Inteligentes de Fabrico. O grupo não se pretende reduzir à Europa, estando previstas iniciativas mais globais com outros grupos de blocos económicos diferentes (EUA, Japão, Canadá, Austrália).

Extended Computer Aided Management - Xcam - DIC

Durante o final de 1995 e início de 1996 foram mantidos contactos e feitas reuniões com a DIC (Desenvolvimento Informático e Consultadoria Lda) com a finalidade de desenvolver uma solução informática que constitua um sistema de gestão global e integrado para uso em empresas industriais. Este Projecto, designado *Xcam* (Extended Computer Aided Manage-

ment), será desenvolvido em conjunto pela DIC e pelo ISEP e visa o mercado nacional das Pequenas e Médias Empresas. O *Xcam* deverá funcionar como um Sistema Executivo de Informação acrescido de todos os componentes de um Sistema de Gestão da Produção.

Durante o ano de 1996 iremos avançar com o trabalho relativo a este projecto que de momento se encontra em fase de especificação e análise, seguindo-se, a partir de Junho, a fase de implementação. Note-se que a DIC já dispõe de diversas empresas interessadas no uso do sistema *Xcam*.

3. O Centro C.I.M. do ISEP

O Centro CIM do ISEP surgiu de um esforço conjunto de 3 Departamentos (Electrotécnica, Mecânica e Informática) no sentido de dotar a Escola de condições que potenciassem um melhor ensino e melhores condições para o desenvolvimento da Investigação Científica em áreas ligadas ao sector produtivo. Foi criada uma comissão constituída pelos Eng.ºs Adriano Lhamas, Vitor Santos e Ismael Cavaco que especificou e seleccionou o equipamento a englobar no Centro CIM do ISEP, o qual foi instalado em Dezembro de 1995. O investimento rondou cerca de cem milhões de escudos, interessando obter a partir desse investimento a melhor rentabilidade científica possível. Segue-se uma breve descrição do equipamento existente no Centro CIM do ISEP.

Relação do equipamento existente no Centro Cim do ISEP

Estação de Maquinagem

- Um Robot Scorbot-ER VII com "Gripper" pneumático e "Teach Pendant"
- Um controlador para o Robot
- Uma Base Linear para o Robot
- Um Torno CNC FANUC serie OT-C

- Uma Frezadora CNC FANUC série OM

- Uma estação para o AGV

Estação de Controlo de Qualidade e Identificação de Peças / Sistema de Visão

- Um Robot Scrobot-ER VII com "Gripper" pneumático e "Teach Pendant"

- Um controlador para o Robot

- Uma Base Linear para o Robot

- Um Sistema de Visão "ROBOTVISIONpro" com:

- Câmara e monitor

- Computador e *software* de Controlo

- Uma estação para o AGV

Sistema de armazenamento (ASRS)

- Armazém Rectangular com 39 células

- 39 paletas para o Armazém/AGV

- Sistema de Código de Barras - Escrita/Leitura

- Uma estação para o AGV

Sistema de Transporte

- AGV com percurso orientado por fita branca

- Três estações para controlo

Sistema de Controlo

- Rede de Comunicações RS232



Figura 1 - Aspecto geral do Centro CIM do ISEP



Figura 2 - Parte da Estação de Maquinagem (robot e torno)

- Dois módulos de interface I/O para controlo das células

- Três computadores para controlo das Células

- Um computador para o HOST - *software* CIM (Denford)

Software

- *Software* de CAD Autocad12+Genius 12

- *Software* para CNC - PAMS

- *Software* Gestão da Produção baseado em Informix

- *Software* de Programa-

ção de *robots off-line* e simulação Workspace3

- *Software* de simulação de sistemas Automod.

4. Conclusão

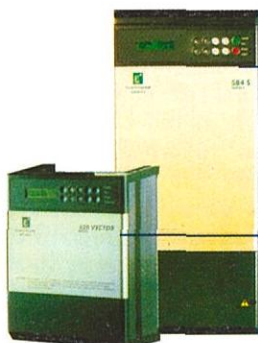
A I&D na área de CIM no ISEP/IPP é uma realidade. Poucas serão as Escolas do Ensino Superior que disponham de tantas condições ao nível do equipamento como aquelas que agora estão disponíveis no Centro CIM do ISEP. O reconhecimento internacional e os projectos de I&D que os investigadores deste grupo têm obtido permite concluir que os dois anos de existência deste grupo foram extremamente rentáveis do ponto de vista científico. Pode-se dizer que esse tempo correspondeu à fase de afirmação da equipa. Importa agora passar à fase seguinte, onde a formação integrada desempenhará um papel primordial, nomeadamente ao nível dos Doutoramentos. Deverá ser feito o salto para projectos de I&D mais ambiciosos e visada uma maior ligação com as empresas industriais.

* Professor Coordenador do Departamento de Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do Instituto Politécnico do Porto (ISEP/IPP)

EPASEL

ENGENHARIA PORTUGUESA DE ACCIONAMENTOS E SISTEMAS ELECTRÓNICOS, LDA.
Rua D. Antão de Almada, 308 Tel. (02) 972 29 42 Fax (02) 972 29 17 4435 RIO TINTO

VARIADORES DE FREQUÊNCIA



584 S

MÁXIMA PERFORMANCE EM CONVERSORES PWM PARA MOTORES TRIFÁSICOS

620 VECTOR

TECNOLOGIA DE CONTROLO VECTORIAL PARA APLICAÇÕES DINÂMICAS EXIGENTES