

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE ENGENHARIA
Departamento de Engenharia Mecânica

Prof. Doutor Alexandre Kourbatov

Produção Integrada por Computador

MAPUTO - 2007

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	3
1. Noções gerais	3
2. Descrição breve dos sistemas informáticos.....	10
2.1. Sistemas CAD, CAM, CAE, CAPP e PDM	10
Sistemas integrados CAD/CAM	10
Sistemas CAD	11
Sistemas CAPP.....	12
Sistemas CAM.....	13
Sistemas CAE.....	13
Sistemas PDM.....	14
Interface dos produtos CAD/CAM	15
2.2. Sistemas MRP II, ERP, CSRP	36
Sistemas MRP II, ERP e CSRP.....	Error! Bookmark not defined.
2.3. Componentes dos sistemas de produção automatizada.....	40
Equipamento de oficinas	40
Sistemas SCADA e DCS.....	44
Sistemas MES	46
Redes, Internet e Intranet	47
3. Princípios da escolha e implementação dos sistemas informáticos	48
3.1. Elaboração do plano e nomeação da equipa.....	48
3.2. Identificação dos sistemas informáticos e vendedores potenciais	49
3.3. Avaliação detalhada dos sistemas informáticos e vendedores potenciais.....	51
3.4. Selecção final dos sistemas e vendedores	53
3.5. Implementação dos sistemas informáticos.....	54
Perguntas da disciplina.....	55

INTRODUÇÃO

Este manual destina-se aos estudantes que assistam a disciplina “Produção Integrada por Computador” que se lecciona do Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Engenharia da Universidade Eduardo Mondlane no 9º semestre para ramo de Construção Mecânica e pode ser útil para os outros estudantes e engenheiros que querem abordar os assuntos ligados com informatização das etapas do ciclo de vida dum produto.

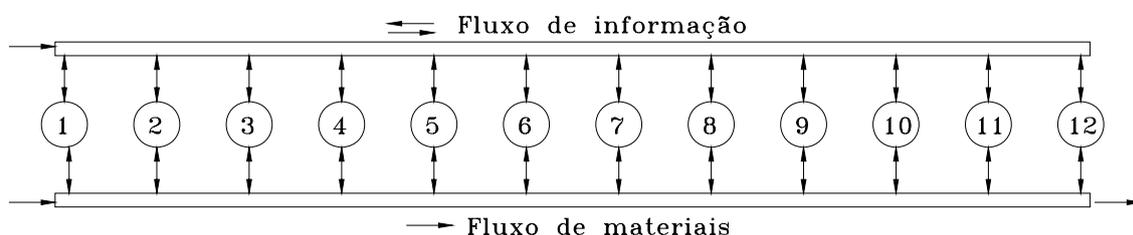
Os objectivos desta disciplina são:

- compreender a interacção entre o sistema de gestão, do projecto assistido por computador, da produção assistida por computador, os sistemas flexíveis de produção e outros sistemas que acompanham o ciclo de vida do produto;
- compreender os requisitos de meios e os conhecimentos necessários para a implementação do sistema de produção integrada por computador;
- identificar as tecnologias associadas com a produção automatizada, equipamento CNC (Computer Numerical Control, controle numérico por computador), robôs e outros componentes de células e linhas de produção automatizada.

1. NOÇÕES GERAIS

Sobre a produção integrada por computador (CIM – Computer Integrated Manufacturing, produção integrada por computador) compreende-se uma produção em que todos os processos, todas as actividades ligados com um produto realizam-se por meio de uso activo de computadores, por meio de uso dos sistemas informatizados e automatizados que acompanham todos os processos de toda a vida dum produto. Nos últimos tempos alem desta noção destacam-se também as noções mais contemporâneas de sistemas de gestão do ciclo da vida dum produto (ISO 9004-1), sistemas PLM (Product Lifecycle Management) e sistemas de suporte informático contínuo do ciclo de vida dum produto, sistemas CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support) que tem o sentido parecido. Em alguns fontes indicam que sistemas PLM se usam para produtos civis e sistemas CALS para produtos militares, outros indicam que existe também a diferença no tipo de integração dos subsistemas.

Durante a sua vida um produto qualquer percorre as seguintes etapas:



1. Estudo do mercado, definição do produto, planeamento estratégico de vendas, produção e desenvolvimento da empresa.

Definam-se os parâmetros dum produto que tem uma certa necessidade na sociedade. Definam-se parâmetros funcionais (para que alguém precisa um produto, que utilidade ele tem), parâmetros técnicos (por exemplo, capacidade, potência, velocidade, qualidade, peso, volume, etc.), parâmetros ergonómicos (de comodidade de uso deste produto), parâmetros

estéticos (que determinam a beleza, o atractivo do produto), parâmetros económicos (quem precisa este produto, em que região, quais são exigências de diferentes utilizadores deste produto, que modificações pode tem o produto, que preço é acessível para diferentes utilizadores, que quantidade de diferentes modificações do produto é necessária, os programas de venda e de produção, quantidade que se pretende vender e produzir nos sítios diversos, etc.). Escolha-se um produto existente, modifica-se um produto existente para melhorar seus parâmetros ou elabora-se um produto novo para organizar sua fabricação. Definem-se também as modificações e quantidades dos produtos a fabricar; tipos e locais dos clientes a satisfazer; estrutura da empresa; métodos, processos de produção e gestão; tipos de equipamento (incluindo os sistemas de informática); materiais a trabalhar; métodos de controlo de qualidade, etc.

2. Preparação construtiva de produção dum produto existente, novo ou modificado.

Faz-se elaboração do aspecto geral do produto, de esquemas funcionais, cinemáticos, eléctricos, hidráulicos, projecção do produto com cálculos térmicos, de teoria de máquinas, de resistência dos materiais, de dimensionamento, faz-se elaboração dos desenhos de vista geral, de montagem, de conjuntos, de todas as suas peças, descrição da construção, do funcionamento ou método de aplicação do produto, da lista de materiais e componentes necessárias, etc.

3. Preparação tecnológica de produção dum produto existente, novo ou modificado.

Faz-se elaboração da rota (sequência) e das fases (operações) de tratamento de todas as peças do produto, da sua montagem, do controlo da qualidade, faz-se escolha do equipamento necessário, das máquinas ferramentas, ferramentas, dos dispositivos, medidores, regimes de tratamento, elaboração dos programas para máquinas CNC, projecção do equipamento especial, criam-se documentos tecnológicos (cartões, listas, esquemas), etc.

4. Requisição, compra, transporte, armazenagem, controle dos estoques de materiais, componentes a comprar, equipamento necessário para fabricação do produto.
5. Produção do equipamento especial, preparação de pessoal, postos de trabalho para fabricação que inclui a instalação de equipamento, ferramentas e dispositivos nas máquinas e seu ajustamento.
6. Gestão e realização de produção (fabricação) das peças brutas, peças acabadas, de montagem, controlo de execução dos processos de fabricação, controlo da qualidade, ensaio dos produtos, abastecimento dos postos de trabalho, empacotamento, embalagem, transporte, armazenamento dos produtos semiacabados e acabados, processamento de resíduos de produção, protecção do meio ambiente, da segurança na instituição, etc.
7. Gestão e realização de manutenção e reparação das instalações e do equipamento da empresa com elaboração dos planos de manutenção e reparação, controle da sua execução, requisição, compra e armazenagem de sobresselentes, materiais, equipamento necessário para manutenção e reparação, controle dos estoques.
8. Gestão de pessoal com contratação, nomeação, promoção, ensino e treinamento, processamento de férias, reformas, acções funerárias, ordenamento, distribuição de trabalho, gestão e realização das acções sociais que garantem a saúde, produtividade do pessoal, relaxamento, recriação, vida digna, moradia, transporte, realização de festas, convivência do pessoal, etc.
9. Gestão de finanças, contabilidade, salários, análise e diminuição dos custos de produção, pagamentos de compras, taxas, rendas, seguros, controlo de receitas, custos, lucros, processamento de contractos, encomendas, processamentos jurídicos, etc.

10. Gestão e realização de vendas com organização de publicidade, requisição, distribuição, transporte, armazenamento, preparação dos produtos, controle dos preços, facturação, pagamentos, controlo e correcção dos programas de venda, de produção e de distribuição.
11. Gestão e realização da instalação dos produtos vendidos, treino dos utilizadores, assistência técnica, reparação dos produtos, controlo e investigação do seu funcionamento, recolha e tratamento de reclamações, elaboração das propostas de desenvolvimento, melhoramento e modernização do produto.
12. Processamento de resíduos de produtos, seus componentes estragados, danificados, envelhecidos, inúteis, protecção do meio ambiente.

Pode-se destacar as seguintes etapas históricas de informatização da produção.

1. **Nos anos 70 e 80** criou-se uma grande variedade dos programas, pacotes de programas, aplicações para resolução dos problemas particulares diversos: diferentes cálculos de engenharia (de teoria de máquinas, de resistência, cálculos térmicos, de dimensionamento do produto, etc., cálculos tecnológicos de materiais, regimes de tratamento, de precisão de tratamento, de elaboração dos programas para máquinas CNC, etc.); foram projectadas e construídas diferentes máquinas de comando programado, controladores programáveis (PLC – Programmed Logical Controller), robôs, sistemas de transporte e armazenamento; foram elaborados diversos programas de planeamento, gestão e cálculos económicos (de contabilidade, salário, de prestação de contas, criação dos documentos textuais diversos, de relatórios, requisição, facturação, esquemas, desenhos, listas de componentes do produto, de gestão de estoques, das vendas, de armazenamento, organização de produção, manutenção, etc.).

Nesta etapa foram elaborados os programas e sistemas dos seguintes tipos:

- programas de cálculo de engenharia (CAE - Computer Aided Engineering, engenharia assistida por computador);
- programas de processamento dos textos;
- programas de criação dos esquemas, desenhos planos 2D (CAD – Computer Aided Design, desenho assistido por computador);
- programas de preparação tecnológica de produção, criação dos documentos tecnológicos (CAPP - Computer Aided Process Planning, planeamento dos processos de fabricação assistido por computador);
- diversas máquinas ferramentas de comando programado CNC, centros de tratamento equipados com armazéns de ferramentas, robôs, meios de transporte, etc.;
- sistemas de elaboração dos programas de controle automático das máquinas CNC e simulação dos processos de tratamento (CAM - Computer Aided Manufacturing, produção assistida por computador);
- base de sistemas flexíveis de produção FMS (Flexible Manufacturing System) que representam o conjunto do equipamento controlado por meio dos computadores, contidos de diferentes módulos flexíveis de produção ou das células flexíveis da produção com máquinas, robôs, meios de transporte e de armazenamento, etc., com controladores de programação lógica PLC (Programmed Logic Controller), sistema de preparação tecnológico automatizado e sistema de funcionamento que permite o reajustamento rápido e automatizado do equipamento quando varia o produto;
- base de sistemas de controle operativo dos processos tecnológicos, sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition), que recolham dados dos sensores e

- controladores PLC do equipamento tecnológico e com base desta informação permitem controlar os processos tecnológicos;
- base de sistemas de gestão e controle operativo de execução dos processos de produção nas oficinas, sistemas MES (Manufacturing Execution Systems), que trabalham com base da informação actual corrente dos processos tecnológicos, do equipamento e pessoal;
 - programas de elaboração dos planos de venda e de produção SOP (Sales and Operation Planning);
 - programas de planeamento dos processos de montagem em conformidade com especificação do produto BOM (Bill Of Materials);
 - programas de gestão dos fluxos de materiais MRP (Material Requirement Planning, planeamento de necessidades de materiais);
 - programas de planeamento da capacidade necessária para produção programada CRP (Capacity Requirement Planning);
 - programas de planeamento dos recursos financeiros FP (Financial Planning), de criação dos documentos contabilísticos;
 - bases de sistemas de produção integrada por computador, sistema CIM (Computer Integrated Manufacturing), onde pretendia-se realizar todos os processos através de tecnologias de informática, etc.

Os programas desta época tiveram pequena integração, interligação entre si, cada uma usava-se separadamente e muitas das vezes precisava a introdução manual de dados iniciais, os programas tiveram diferente interface, formatos de apresentação de dados, etc.

Neste período em diferentes países foram criados cerca de 20 empresas com sistemas CIM dum certo nível de integração, deles 8 empresas para produção das máquinas ferramentas, 4 – na indústria aeroespacial e outros 8 para produção dos computadores e máquinas eléctricas.

2. **Nos anos 80 e 90** forem criados e bastante largamente implementados os pacotes, sistemas mais integrados e automatizados que forem constituídos dos alguns módulos dedicados a resolução dos problemas diferentes dum certo género. Cada sistema integrado tinha um único interface, os módulos posteriores recebiam os dados iniciais dos módulos anteriores automaticamente mas não houve a comunicação reactiva. Cada um destes sistemas tiveram sua base de dados, os sistemas de tipos e produtores diferentes muitas das vezes não foram ligados entre si e foram incompatíveis. Apareceram projectos de criação PLM e CALS.

Nesta etapa foram elaborados os seguintes tipos dos sistemas integrados:

- sistemas integrados CAD/CAM de modelação 2D e 3D - ferramentas dos engenheiros projectistas, tecnólogos, usados para preparação construtiva e tecnológica de produção;
- sistemas flexíveis de produção FMS que foram constituídos de máquinas ferramentas CNC comuns, de centros de tratamento com armazéns de ferramentas, robôs, meios de transporte e armazenamento automatizado através dos computadores;
- sistemas integrados de controle operativo e automatizado dos processos de produção, sistemas SCADA - ferramentas dos operadores dos processos e do equipamento;
- sistemas de gestão e controle operativo e automatizado de execução dos processos de produção, gestão do pessoal, de manutenção do equipamento das oficinas MES - ferramentas dos dirigentes e funcionários das oficinas;

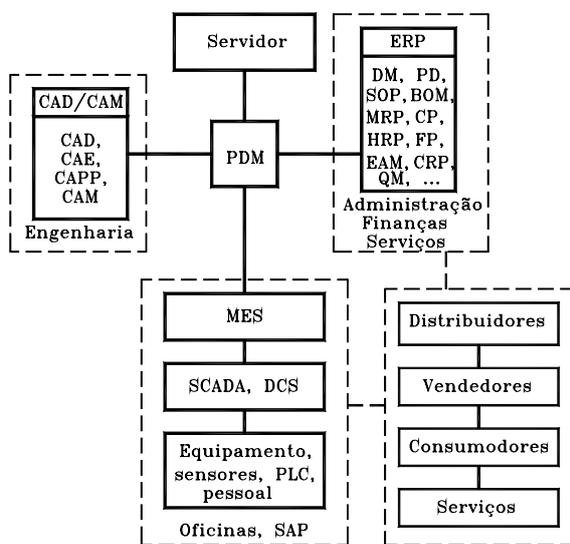
- sistemas integrados de planeamento e gestão automatizado dos recursos da empresa (MRP II – Manufacturing Resource Planning, planeamento dos recursos de produção), sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), sistemas BI (Business Intelligence) - ferramentas dos dirigentes, funcionários da administração da instituição, das finanças e do serviço.

Os sistemas integrados desta época foram muito caros, foram elaborados e aplicados principalmente nas grandes empresas de produção dos aviões, aparelhos cósmicos, motores, automóveis, aparelhos electrónicos, etc.

3. **Nos anos 2000** continua aumentar o grau de integração, informatização e automação dos sistemas diversas, começaram aparecer os sistemas CIM de integração mais completa, sistemas que incluem a informatização de todas as actividades de todas as empresas que acompanham o ciclo de vida dum produto (empresas virtuais), desde aparecimento da ideia da sua fabricação até a utilização dos seus restos, sistemas PLM ou CALS. Neste período aparecem os sistemas CSRP (Customer Synchronized Resource Planning) de planeamento e gestão dos recursos duma empresa baseados na melhor satisfação dos clientes, na organização de produção duma diversidade dos produtos que querem os diferentes grupos dos clientes, planeamento e gestão de produção em conformidade com as encomendas correntes dos clientes e a demanda.

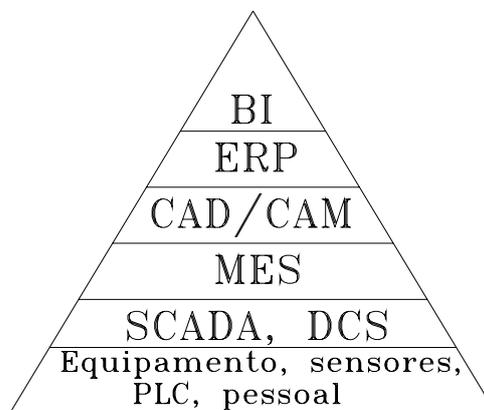
Nesta etapa começaram realizar a união dos sistemas integrados de engenharia CAD/CAM; com sistemas integrados ERP ou CSRP de planeamento e gestão de todos os recursos duma empresa virtual (conjunto das empresas que acompanham todo o ciclo de vida dum produto); com sistemas integrados SCADA de controle operativo dos processos de produção e do equipamento, com sistemas integrados MES de gestão e controle operativo de execução dos processos de produção, do equipamento e pessoal das oficinas; com sistemas flexíveis de produção FMS, através de único sistema de gestão dos dados de diferente tipo do produto PDM (Product Data Management) ou da instituição EDM (Enterprise Data Management), utilizando uma tecnologia de OPC (OLE for Process Control), de trabalho paralelo de grupos remotos, gestão e controle remoto, etc.

Alem dos sistemas integrados acessíveis só para empresas grandes, corporações, nesta época aparecem os sistemas integrados mais baratos, mais simples para empresas médias e pequenas.



Estrutura contemporânea do sistema informático integrado - CIM

A estrutura contemporânea dum sistema CIM pode-se apresentar através das figuras seguintes.



Os princípios contemporâneos de criação dos sistemas CIM são seguintes:

1. Há de informatizar a realização de todos os processos do ciclo de vida dos produtos;
2. Criar o ambiente, o interface único, parecido para funcionamento de todos os módulos, sistemas informáticos (ERP, CAD, CAE, CAPP, CAM, PDM, MES, SCADA, etc.);
3. Criar a única base de dados PDM da informação sobre os produtos (numérica, textual, gráfica, audiovisual, etc., para todos os módulos e sistemas);
4. Criar a possibilidade de interligação automática e bilateral entre os módulos e sistemas diferentes (com alteração automática dos dados em todos os módulos associados no caso de alteração dos dados num deles);
5. Realizar a descrição electrónica dos produtos próprios (da sua vista geral, dos desenhos de montagem, dos conjuntos e subconjuntos, das peças, dos esquemas funcionais, cinemáticos, eléctricos, electrónicos, hidráulicos, descrição da sua construção, do funcionamento, da exploração, manutenção, reparação, etc.);
6. Realizar a descrição electrónica de todos os processos que acompanham a vida dos produtos (dos processos de marketing, de projecção, de compra dos materiais e componentes, de produção das peças, de montagem dos conjuntos e subconjuntos, de todo o produto, de controlo de qualidade, de ensaios de funcionamento, processos financeiros, judiciais, de venda, instruções de produção, exploração, manutenção, reparação, utilização dos resíduos, etc.);
7. Realizar a descrição electrónica de todos os recursos de instituição (de instalações, áreas de produção e auxiliares; do equipamento tecnológico, de controlo e medição, equipamento auxiliar, a disposição do equipamento e instalações; descrição de transporte, de materiais, componentes, peças brutas, peças acabadas, conjuntos, produtos acabados; do pessoal; dos recursos financeiros, etc.);
8. Utilizar as tecnologias modernas do processamento dos produtos, da informática, do equipamento tecnológico, auxiliar e da informática;
9. Utilizar as normas internacionais ISO e dos países desenvolvidos para criar os sistemas informáticos integrados e compatíveis que acompanham todo ciclo da vida dum produto;
10. Utilizar um sistema único ou sistemas compatíveis em todas as empresas remotos que acompanham o ciclo de vida do produto (empresa virtual), fiquem espalhadas em diferentes sítios, países, que trabalham em conformidade com leis, normas jurídicas diferentes, com moedas, línguas, fusos horários diferentes;
11. Garantir o funcionamento efectivo e seguro de todos os participantes do ciclo de vida do produto dispostos nos sítios, países diferentes, garantir a possibilidade de sua interligação confidencial, o acesso restrito e seguro através da Internet e Intranet;
12. Garantir a eficácia económica de uso do sistema informático integrado para todos os participantes do ciclo de vida do produto.

Existem normas internacionais e nacionais (dos países mais desenvolvidos nesta área) que regulamentam os processos de criação dos sistemas informáticos CIM/PLM/CALS.

As normas principais de criação dos sistemas CIM/PLM/CALS são seguintes:

- - ISO 10303 (STEP – Standard for Exchange of Product data) – série de normas de apresentação dos dados construtivos e tecnológicos dos produtos diversos e da troca da informação entre diferentes sistemas informáticos (neste momento existe 44 normas);

- ISO 8879 (SGML – Standard Generalized Markup Language) – língua da descrição textual geral do produto;
- ISO 15531 (MANDAT) – normas de apresentação dos dados de produção;
- ISO 9735 (EDIFACT) – normas de transferência dos dados de gestão;
- ISO 13584 (PLIB) – normas de transferência dos dados de componentes do produto;
- ISO 10179 – normas de apresentação dos dados textuais, seus formatos;
- normas dos EUA (MIL, FIPS, ATA), da União Europeu (AECMA), Rússia (GOST), etc.

Os objectivos principais da informatização de todos os processos da vida dum produto e da descrição electrónica do produto e dos recursos de produção são seguintes:

- 1) aumento da eficácia de funcionamento da empresa;
- 2) aumento da qualidade de funcionamento da empresa e do produto;
- 3) aumento da eficácia da gestão da empresa, do uso dos seus recursos materiais, pessoais, financeiros, etc.;
- 4) melhor satisfação dos clientes (utentes do produto);
- 5) aumento da produtividade de produção;
- 6) aumento da flexibilidade de produção, da possibilidade de alteração, modificação do produto;
- 7) diminuição do tempo de preparação construtivo-tecnológica de fabricação dum produto novo e do ciclo de produção;
- 8) diminuição dos custos de produção;
- 9) automatização dos processos de produção, diminuição dos trabalhos pesados e de rotina;
- 10) diminuição do pessoal da empresa.

As indústrias principais onde neste momento utilizam-se mais os sistemas CIM são:

1. Indústrias de produção do equipamento informático (IBM, Apple, Toshiba, etc.);
2. Indústrias de produção de aparelhos aeroespaciais (Boing, Lockheed Marins, Airbus, Sukhoi, Tupolev, Antonov, etc.);
3. Indústrias automobilísticas (Ford, General Motors, Toyota, PAZ, etc.);
4. Indústria energética, de extracção e processamento dos minerais (petróleo, gás, etc.);
5. Indústrias de produção do equipamento electrodoméstico;
6. Indústrias de produção das máquinas ferramentas (Krasnii Proletarii, etc.);
7. Indústrias de produção dos navios (Newport News Shipbuilding, etc.).

Os sistemas informáticos integrados específicos de serviço estão largamente usados em bancos, comércio, sistemas de abastecimento da electricidade, água, etc. Espera-se que nos próximos anos os sistemas CIM serão largamente aplicados nas indústrias de produção de roupa, calçado, produtos de alimentação, de construção civil, transporte, educação, medicina, seguros, etc.

2. DESCRIÇÃO BREVE DOS SISTEMAS INFORMÁTICOS

2.1. *Sistemas CAD, CAM, CAE, CAPP e PDM*

No início há de destacar que existem os sistemas CAD, CAM, CAE e CAPP integrados que geralmente se designam CAD/CAM e sistemas não integrados. Os sistemas CAD/CAM integrados contem os blocos de CAD, CAM, CAE e CAPP com único interface, onde os dados diversos podem ser transmitidos automaticamente dum bloco para outro. As funções, possibilidades, o interface, o tipo, as exigências ao computador e sistema operativo, os formatos de apresentação de dados de diferentes sistemas são diferentes. Algumas funções do sistema CAPP as vezes entram no sistema CAM.

Cada um dos sistemas CAD, CAM, CAE e CAPP não integrados serve para fins específicos, tem interface específico e nem sempre é possível transmitir automaticamente os dados dum sistema para outro pois eles podem ser apresentados em diferentes formatos. A melhor maneira de transmissão dos dados do sistema CAD para outros sistemas é através de apresentação da peça em 3D (apresentação tridimensional em forma de arame, superfícies ou volumes sólidos) e quando os dados de configuração da peça do sistema CAD podem ser apresentados em formatos que compreendem os sistemas CAM, CAE ou CAPP. Mas na maioria dos casos a geometria da peça pode ser apresentada no plano 2D (peças planas, de revolução, etc.) e sistemas CAM, CAE ou CAPP podem trabalha-la.

Sistemas integrados CAD/CAM

Os sistemas integrados CAD/CAM geralmente são muito complexos, precisam os computadores potentes e geralmente são bastante caros. Por esta razão eles utilizam-se principalmente em empresas grandes, corporações, grupos de empresas, empresas multinacionais. Os sistemas integrados permitem elaborar os modelos 3D dos produtos constituídos de varias peças, conjuntos e subconjuntos, permitem fazer cálculos necessários de engenharia (dinâmicos, térmicos, de resistência, dimensionamento, etc.), permitem fazer os desenhos das peças, dos conjuntos, do equipamento necessário, elaborar os processos de tratamento das peças e de montagem, os programas de controle de máquinas CNC, etc.

Os sistemas integrados estão constituídos de diferentes blocos unidos para realizar diferentes funções. Pode-se escolher um jogo específico dos blocos em conformidade com a necessidade do cliente. Pode-se corrigir os blocos existentes e elaborar os blocos adicionais para fins específicos dum cliente.

Os sistemas integrados CAD/CAM pode-se dividir em dois grupos: sistemas de nível alto, que têm maiores possibilidades e custam mais de 10000 USD e sistemas de nível médio, têm possibilidades médias e custam de 3000 a 8000 USD.

Os sistemas CAD/CAM integrados mais usados de alto nível são:

1. **Unigraphics NX4** da Unigraphics Corp.;
2. **CATIA V5** da Dassault Systemes;
3. **Pro/Engineer Wildfire** da Parametric Technology Corp..

Outros sistemas deste tipo são: CADD5, I-DEAS e Euclid. Os sistemas CADD5 e I-DEAS forem comprados com firmas PTC e UGS respectivamente, forem aplicados nos seus produtos básicos e parece que não vão ter o desenvolvimento futuro, assim como o Euclid.

Dos sistemas integrados de nível médio pode-se indicar seguintes:

1. **SolidWorks** da Dassault Systemes;
2. **UGS Velocity Series** da Unigraphics Corp.;
3. **CREDO** da НИИ ACK);
4. **T-Flex** da Top Systems, etc.

Os primeiros dois sistemas são mais usados no mundo. Os sistemas CREDO e T-Flex utilizam-se largamente na Rússia que pretende continuar desenvolvê-los. Há grande variedade dos outros sistemas CAD/CAM integrados de nível médio: ADEM, Cimatron, EPD, VISI Series, OpenMind, BobCAD-CAM, etc.

Nos sistemas CAD/CAM integrados a apresentação das superfícies, dos volumes elementares das peças (sólidos) geralmente é paramétrica, quer dizer, as superfícies, os volumes elementares da peça introduzem-se através de indicação dos parâmetros do seu tamanho e da disposição. Neste caso através de alteração dos parâmetros das superfícies, dos volumes elementares pode-se facilmente alterar suas dimensões e disposição, alterar a configuração da peça.

Em todos os sistemas CAD/CAM integrados as peças apresentam-se em forma 3D mas podem ter diferente núcleo geométrico. Os núcleos geométricos mais usados são: **Parasolid** da firma UGS ou **ACIS** da firma Spatial Technology Inc., que agora pertence a firma Dassault Systemes. Estes núcleos geométricos utilizam-se também na maioria dos sistemas CAD, CAM, CAE simples, não integrados. É difícil dizer que núcleo geométrico é melhor mas maior número dos sistemas CAD tem o núcleo Parasolid e em algumas fontes indica-se que ele é melhor. Embora a firma Autodesk, os produtos CAD de que são mais usados, utiliza o núcleo ACIS e não pensa alterá-lo.

Sistemas CAD

Os sistemas CAD não integrados, assim como os blocos CAD dos sistemas integrados, servem para modelação geométrica das peças e dos conjuntos. Existem os sistemas CAD não integrados onde as peças apresentam-se só em forma 2D (em forma das linhas no plano) e os sistemas onde as peças podem ser apresentadas em forma 3D e as vezes de maneira paramétrica. Maioria dos sistemas CAD tem elementos de CAE. Os sistemas CAD não integrados pode-se dividir em dois grupos: sistemas de nível médio, que servem para produtos de complexidade média ou alta e custam de 3000 a 6000 USD, e sistemas de nível baixo, que servem para produtos de complexidade baixa ou média, geralmente para fazer desenhos 2D das peças e dos conjuntos e custam de 100 ÷ 3000 USD. Há grande variedade dos sistemas CAD de nível médio e baixo.

Os principais sistemas CAD do nível médio são seguintes:

1. **Autodesk Inventor** da Autodesk;
2. **MicroStation/J** da Bentley Systems Inc.;
3. **Euclid Prelude** da Matra Datavision, etc.

Dos sistemas CAD de baixo nível pode-se destacar:

1. **AutoCAD** da Autodesk;
2. **ICAD** da Fujitsu;
3. **Pro/Desktop** da Parametric Technology Corp.;

4. **PEPS Solid Cut** da Camtek;
5. **Sprut** da Sprut Technology, etc.

As funções principais dos sistemas CAD não integrados e dos módulos CAD dos sistemas integrados são seguintes:

- modelação 3D das peças, dos conjuntos e subconjuntos e do produto inteiro em forma de linhas de arame, de superfícies, de volumes elementares, por meio de extrusão, revolução dos contornos fechados, adição, união, subtracção, sobreposição, etc.;
- realização de diferentes modificações da forma, das dimensões e da disposição dos objectos, as vezes paramétrica;
- apresentação automatizada de diferentes vistas, cortes, secções do desenho 2D;
- realização automatizada de cotagem, indicação da precisão das dimensões, da forma e disposição, da rugosidade, das exigências técnicas, apresentação de especificações;
- utilização repetitiva e modificação dos elementos uma vez feitos, normalizados e unificados nos projectos novos;
- transferência de dados através da intranet e internet, dum sistema para outro, em diferentes formatos, realização dos projectos por grupos remotos, dispostos nos sítios distantes;
- controlo de alterações, verificações, aprovações, acesso, etc.

Alias, as últimas duas funções agora pertencem a maioria dos sistemas de informática contemporâneos só que ainda existe uma certa variedade dos formatos de dados que se usam, o que dificulta a integração dos sistemas. De preferência os sistemas CAD contemporâneos têm que apresentar os dados em formato STEP AP224 ou AP203.

Sistemas CAPP

Os sistemas CAPP servem para automatização da elaboração dos processos tecnológicos de fabricação dos produtos, incluindo os processos de fabricação das peças brutas (fundição, forjadura, estampagem a quente, soldadura, etc.), de estampagem a frio, de usinagem, tratamento térmico, cobertura e de montagem dos conjuntos. Como os dados iniciais para sistemas CAPP há de utilizar os dados geométricos do produto obtidos dos sistemas CAD. Os dados iniciais assim como os resultados dos sistemas CAPP podem ser apresentados em diferentes formatos o que dificulta a integração dos sistemas diferentes. De preferência os sistemas CAPP contemporâneos têm que apresentar os resultados em formato STEP AP213.

Os sistemas CAPP, em geral, podem ter seguintes funções:

- análise tecnológica do produto;
- escolha do tipo de produção e da peça bruta;
- definição do conteúdo das fases (operações) de tratamento, da sequência da execução das fases (rota de tratamento);
- escolha do tipo e determinação das quantidades do equipamento necessário (máquinas, dispositivos, ferramentas cortantes, medidores, etc.);
- cálculo das sobressessuras e cotas intermediárias, regimes, precisão e tempo de tratamento;
- projecção do equipamento especial (dispositivos, ferramentas, medidores, etc.);

- preenchimento da documentação tecnológica, cartões de rota e de fases, listas de equipamento, materiais, componentes, esquemas de tratamento, etc.

Maioritariamente o processo tecnológico de tratamento de uma peça dada elabora-se com base do processo de fabricação de uma peça típica do grupo das peças semelhantes pela forma e exigências técnicas. Alguns sistemas CAPP permitem elaborar os processos tecnológicos individuais.

Pode-se destacar os seguintes sistemas CAPP: 1) **AUTAP** da Aachen Technology; 2) **AUTOPLAN** da Metcut; 3) **HMS-CAPP** da HMS Software; 4) **Visiprise CAPP** da Visiprise Inc.; 5) **Vertical** da Askon; 6) **Techcard**; 7) **TehnoPro** da Vector Alhans.

Sistemas CAM

Os sistemas e blocos CAM servem principalmente para elaborar as trajetórias de deslocamento das ferramentas, elaborar os programas de controle das máquinas CNC diversas (tornos, furadoras, fresadoras, centros de tratamento, máquinas de cortar a plasma, máquinas de electroerosão, etc.) Estes sistemas também permitem realizar a simulação realística dos processos de tratamento. Alguns sistemas CAM também permitem escolher as ferramentas cortantes, seus parâmetros, sua disposição na máquina-ferramenta, determinar os regimes, tempo e custos de tratamento, a sequência de execução das passagens, passos das fases (operações). Como os dados iniciais para CAM utilizam-se os dados geométricos das superfícies trabalhadas obtidos dos sistemas CAD e os dados tecnológicos obtidos do CAPP.

Pode-se destacar seguintes sistemas CAM: 1) **MasterCAM** da CNC Software Inc.; 2) **SolidCAM**; 3) **EdgeCAM** da Pathrace Technology; 4) **FeatureCAM** da Engineering Technology Corp.; 5) **SprutCAM** da Sprut Technology.

A dificuldade principal de elaboração dos programas para máquinas CNC e do uso destes sistemas é que existe grande variedade das línguas de programação de controle de máquinas CNC, grande variedade de diferentes idiomas destas línguas para máquinas de diferentes fabricantes. Além disso o controle das máquinas realiza-se através dos sinais eléctricos que se criam com base do programa elaborado por post-processadores que também diferenciam de uma máquina para outra. De preferência os sistemas CAM contemporâneos têm que apresentar os resultados em formato STEP AP238.

Sistemas CAE

Os sistemas CAE servem para realizar diferentes cálculos de engenharia, fazer análise de diferentes sistemas de engenharia. Existe grande variedade dos sistemas CAE para diferentes áreas de engenharia. Pode-se destacar seguintes sistemas CAE e campo do seu uso:

1. ANSYS - análise estrutural, térmico, cálculos dinâmicos, de transferência de calor, de resistência, das frequências próprias, de mecânica de destruição, etc.;
2. NASTRAN - análise estrutural, térmica, cálculos acústicos, de resistência;
3. COSMOS; Femap - cálculos dinâmicos, de transferência de calor, de resistência;
4. ICEM; PolyFlow - cálculos aerodinâmicos e de fluxo;
5. ACSYNT; FLOPS - Optimização de construção, etc.

Sistemas PDM

Os sistemas PDM representam os sistemas de gestão de dados estruturados de diferente tipo sobre o produto: desenhos, diagramas, esquemas, descrição de construção e de funcionamento, documentação tecnológica (cartões de rota, de fases, esquemas de tratamento, listas de equipamento necessário, dos materiais, componentes, etc.), dados de equipamento de produção e auxiliar, de organização, gestão e controlo de produção, de distribuição e venda, guia de aplicação e manutenção do produto, de assistência técnica, etc.

As funções dos sistemas PDM são seguintes:

- gestão de gravação, modificação e procura de dados e documentos de diferentes formatos e tipos;
- gestão de níveis de versões, modificações;
- gestão de fluxos de informações, trabalhos e processos;
- gestão da estrutura de documentação do produto (determinação, modificação da estrutura, suporte de versões, opções de design, etc.);
- automatização de geração de relatórios, apresentações, estratos de dados, ajustamento do seu formato;
- controlo de autorização de acesso a informação, limitação do acesso, direitos de utentes diferentes.

Os sistemas PDM realizam o controlo automatizado total, centralizado e constante de todos os dados que descrevem próprio produto, dados de processos da sua projecção, preparação tecnológica, planeamento, gestão e controlo de produção, venda, exploração e liquidação dos resíduos.

Através de PDM pode-se criar os relatórios sobre:

- história de criação, configurações, modificações existentes dos produtos;
- rotas de tratamento, estado, história de execução das encomendas;
- listas de materiais, peças, componentes, equipamento de produção e auxiliar utilizados;
- história de exploração, manutenção, reparação dos produtos, etc.

O sistema PDM liga todos os sistemas informáticos da empresa, acumula todos os dados sobre o produto, ajuda realizar o planeamento dos recursos e processos, permite controlar a sua execução, gerir o trabalho de grupos dos diferentes utentes, permite apresentar os documentos no écran, ou imprimi-los.

Os sistemas PDM diferenciam das bases de dados pois acumulam a informação de diferentes tipos, formatos, apresentam esta informação de maneira estruturada. Diferenciam dos sistemas de tratamento dos ficheiros pois permitem criar relatórios, controlar as modificações, acesso personalizado a informação, etc.

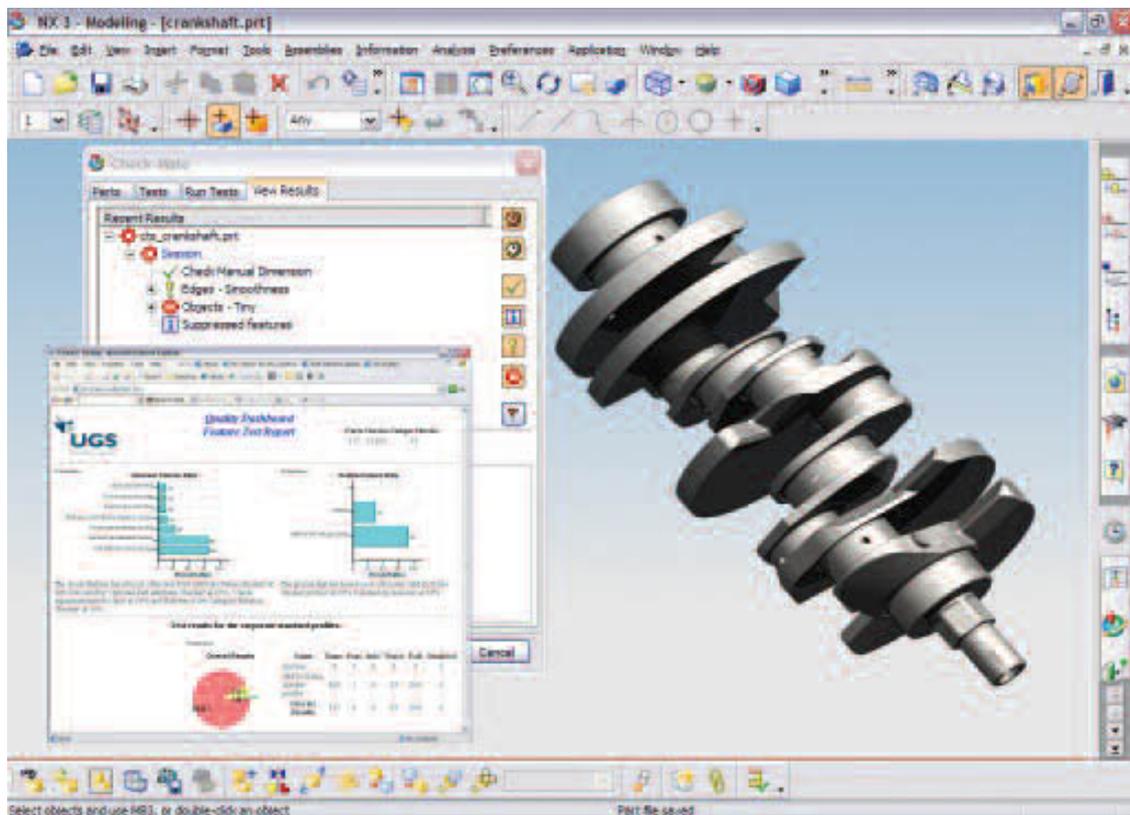
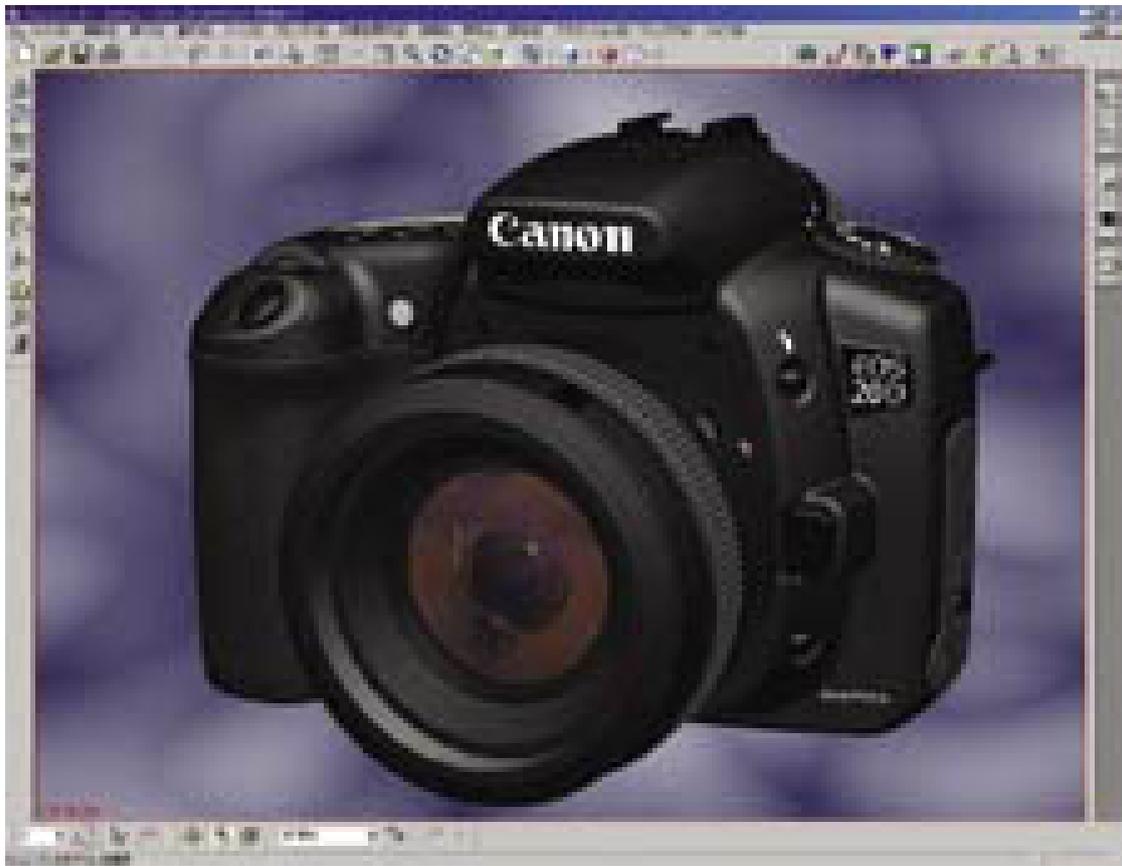
Os sistemas PDM muitas das vezes se elaboram com as firmas que elaboram os sistemas CAD/CAM e ERP integrados. Pode-se destacar os seguintes sistemas PDM: 1) **TeamCenter**; **TeamCenter Express** da Unigraphics Corp.; 2) **ENOVIA**; **Team PDM**; **Smarteam** da Dassault Systemes; 3) **Optegra**; **Windchill** da Parametric Technology Corp.; 4) **Pro/Infralink**; 5) **InfoManager**; 6) **Productstream**; **Buzzsaw** da Autodesk etc.

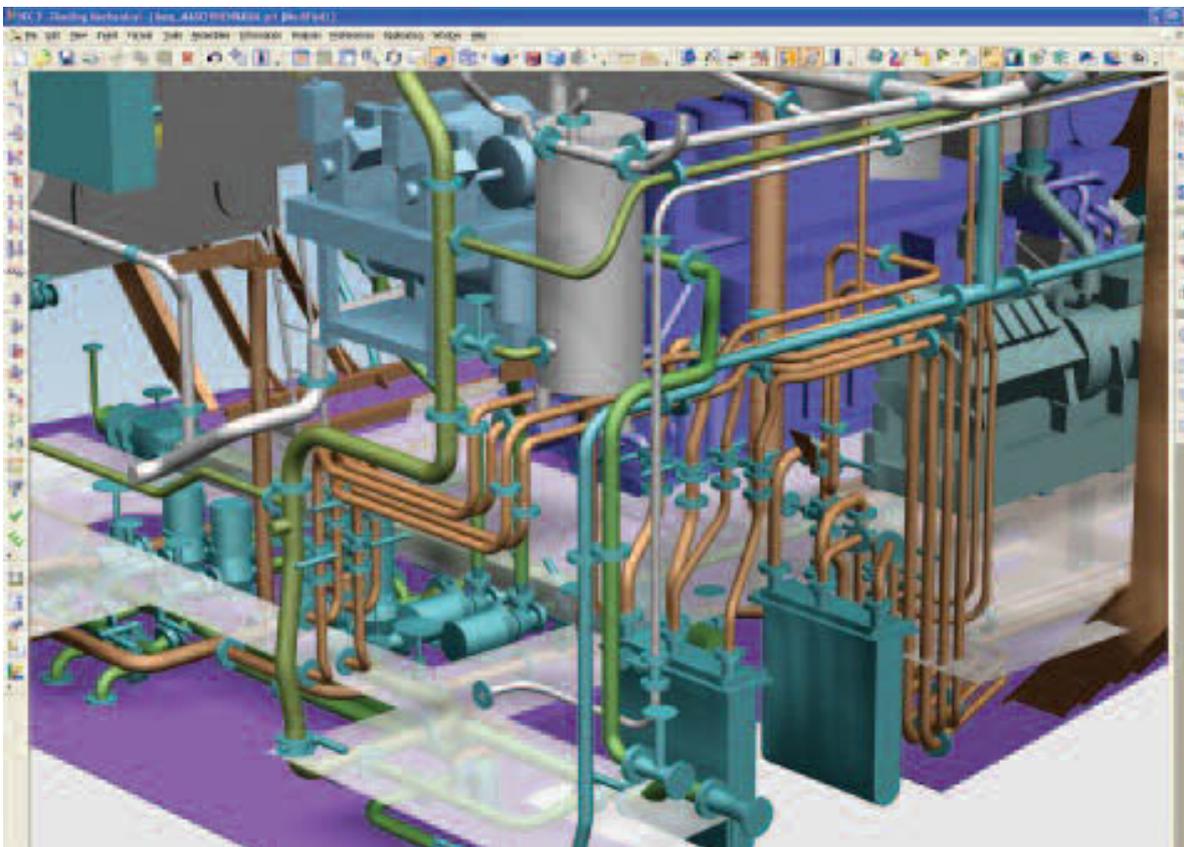
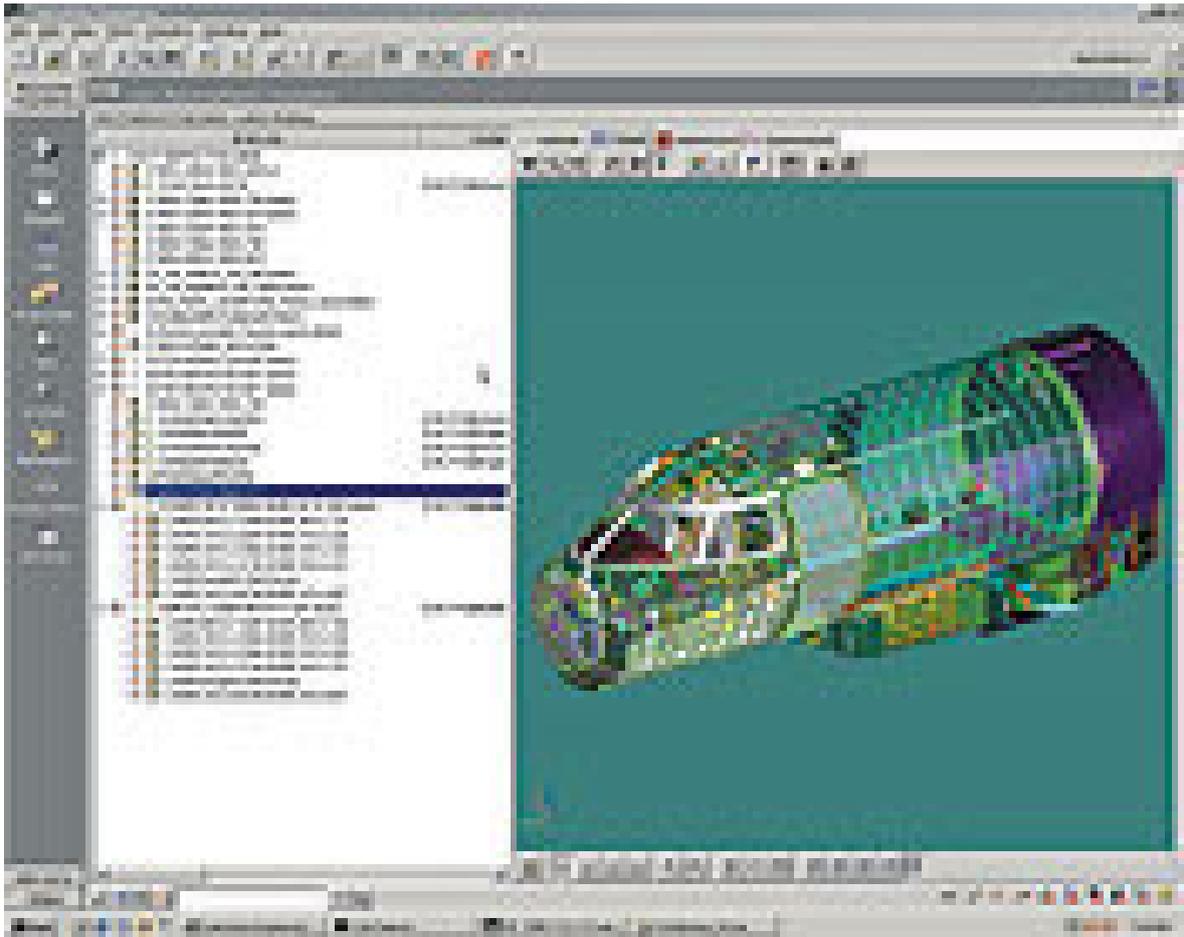
Os sistemas TeamCenter, ENOVIA, Team PDM e Optegra são para empresas grandes e outros - para médias e pequenas empresas.

Interface dos produtos CAD/CAM

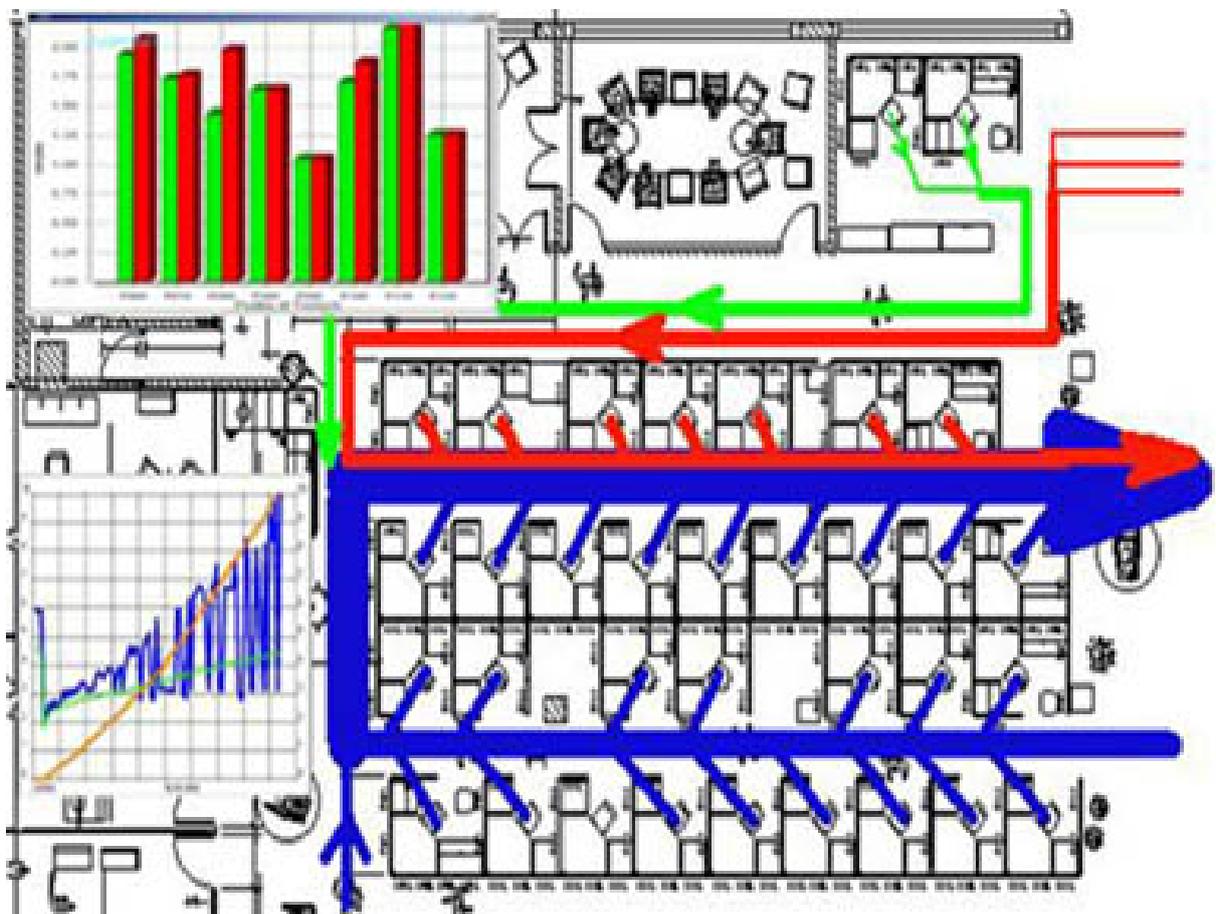
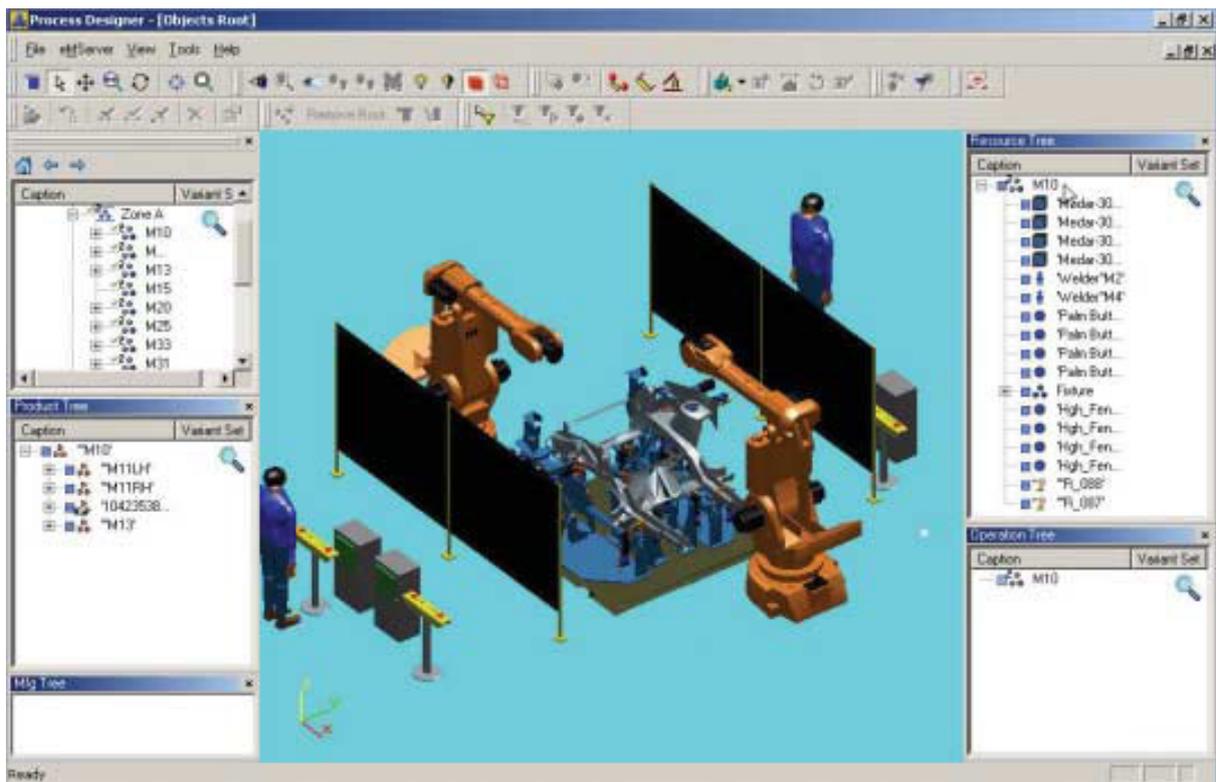
Produtos da Unigrafics Corp. (UGS)

NX UGS



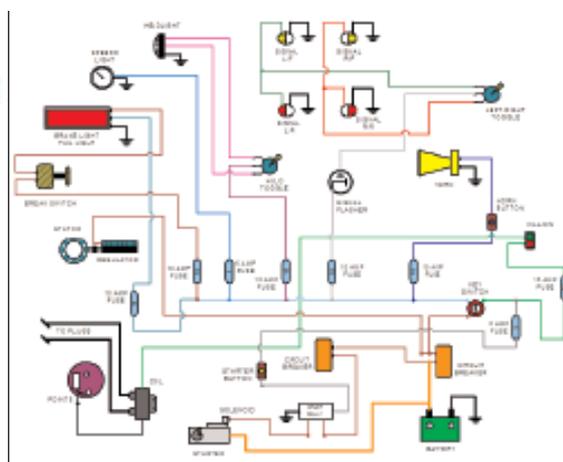
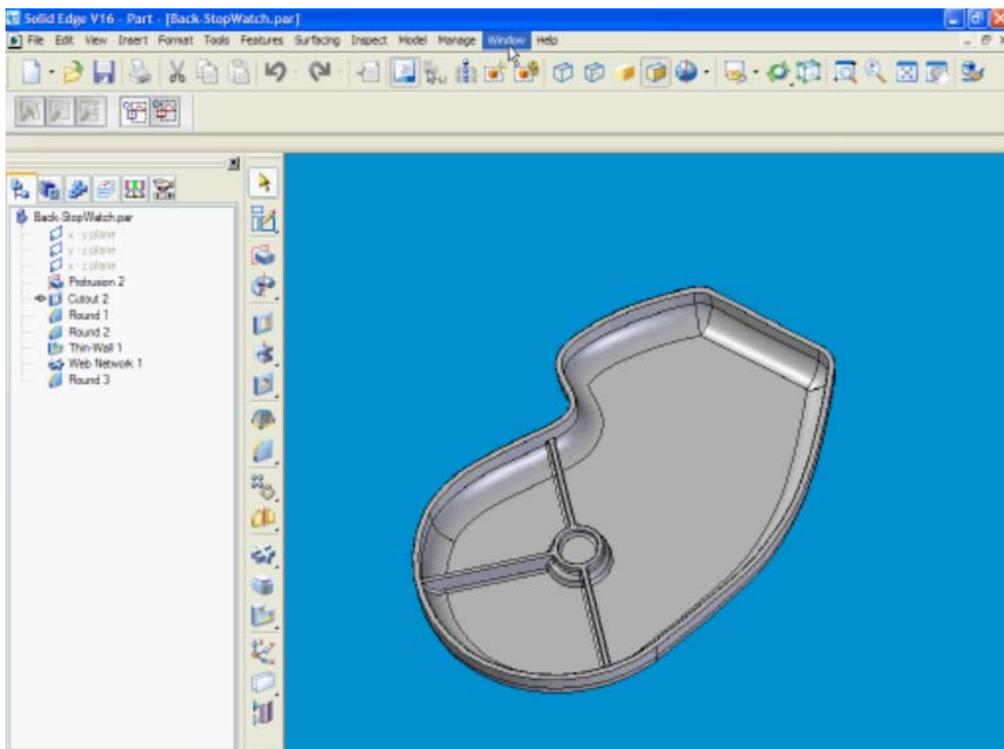


TEHNOMATIX



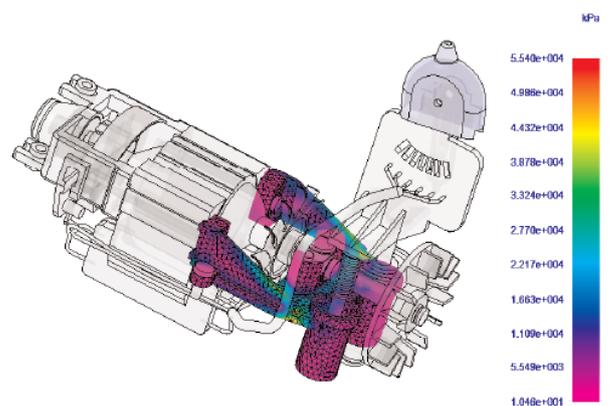
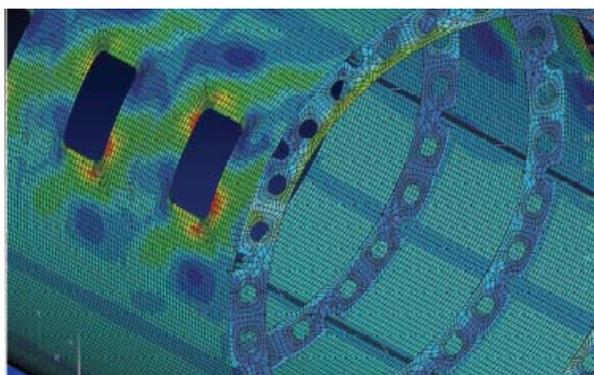
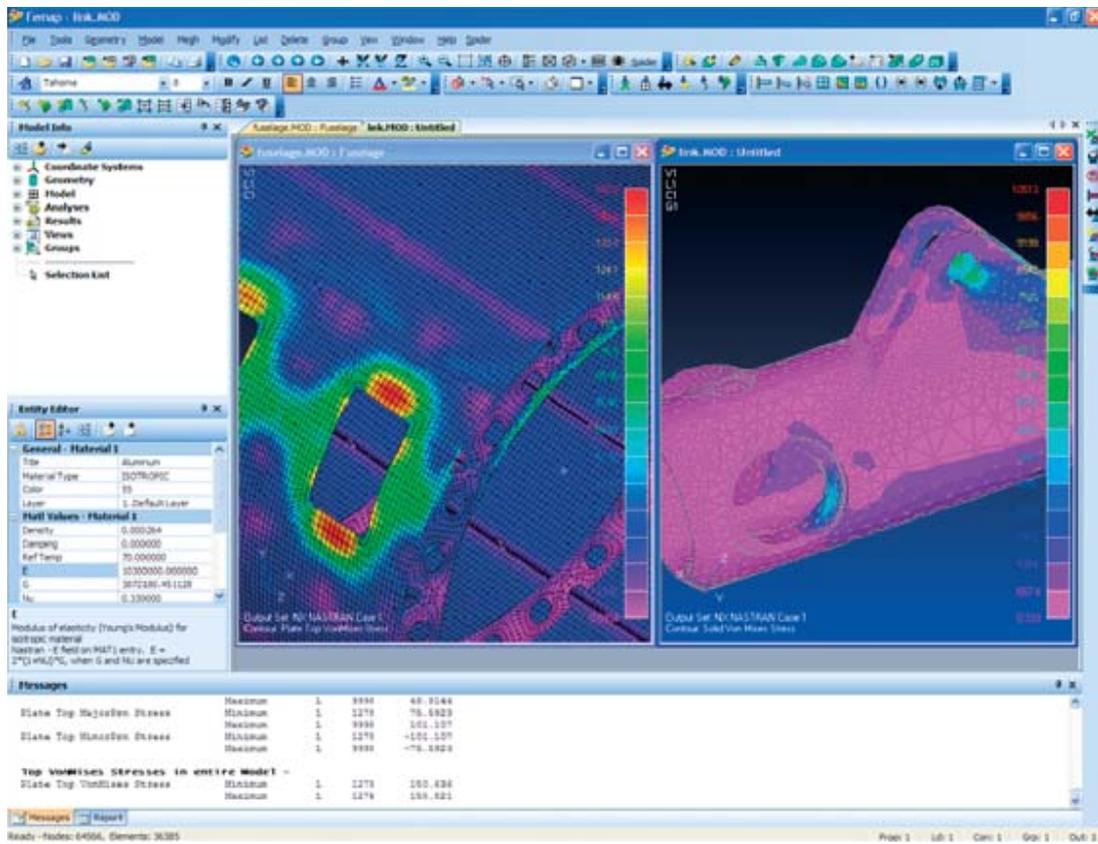


SolidEdge

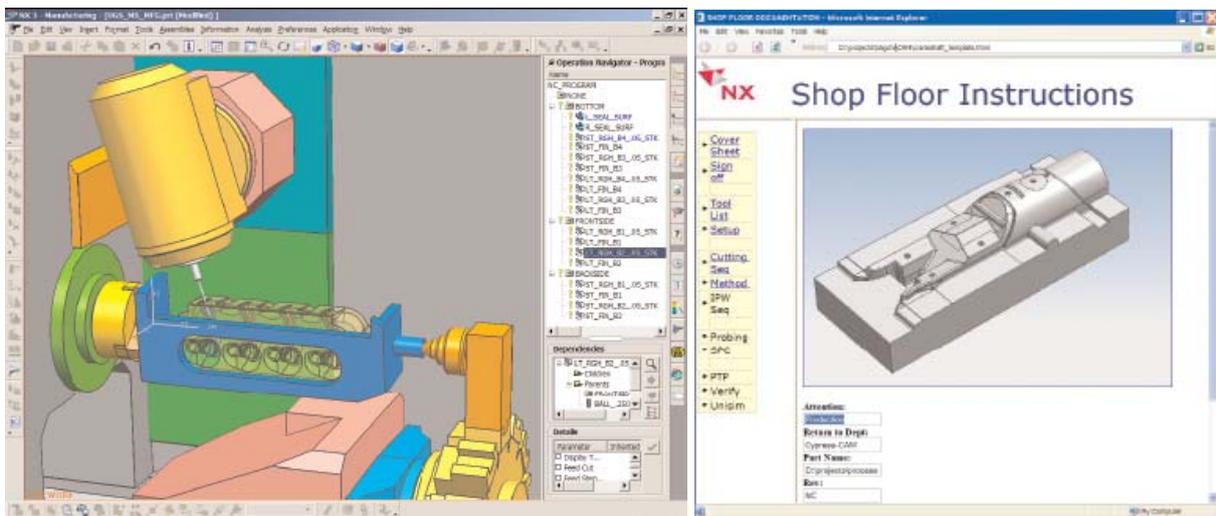
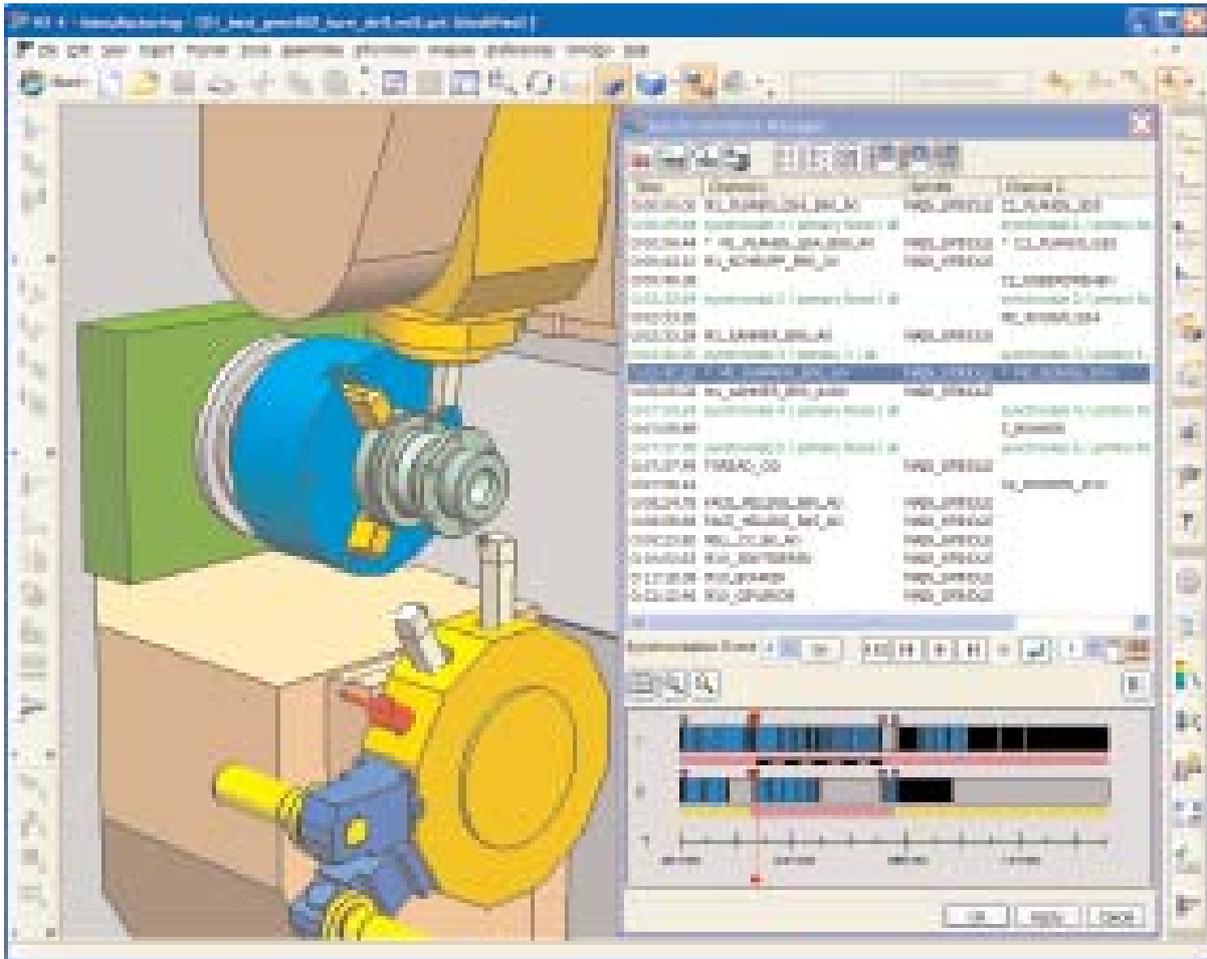




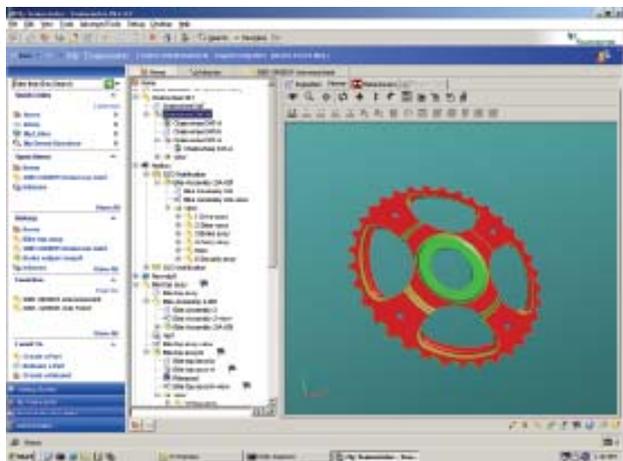
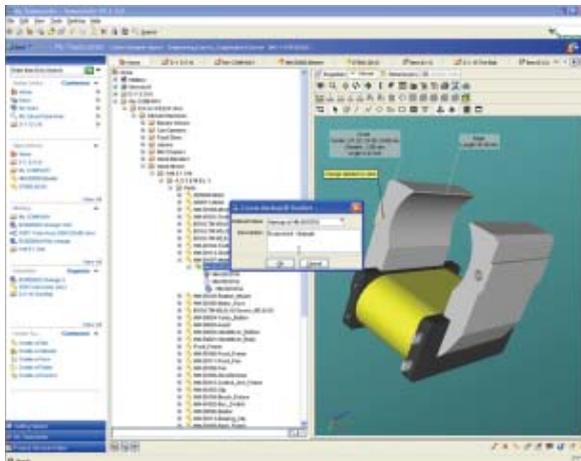
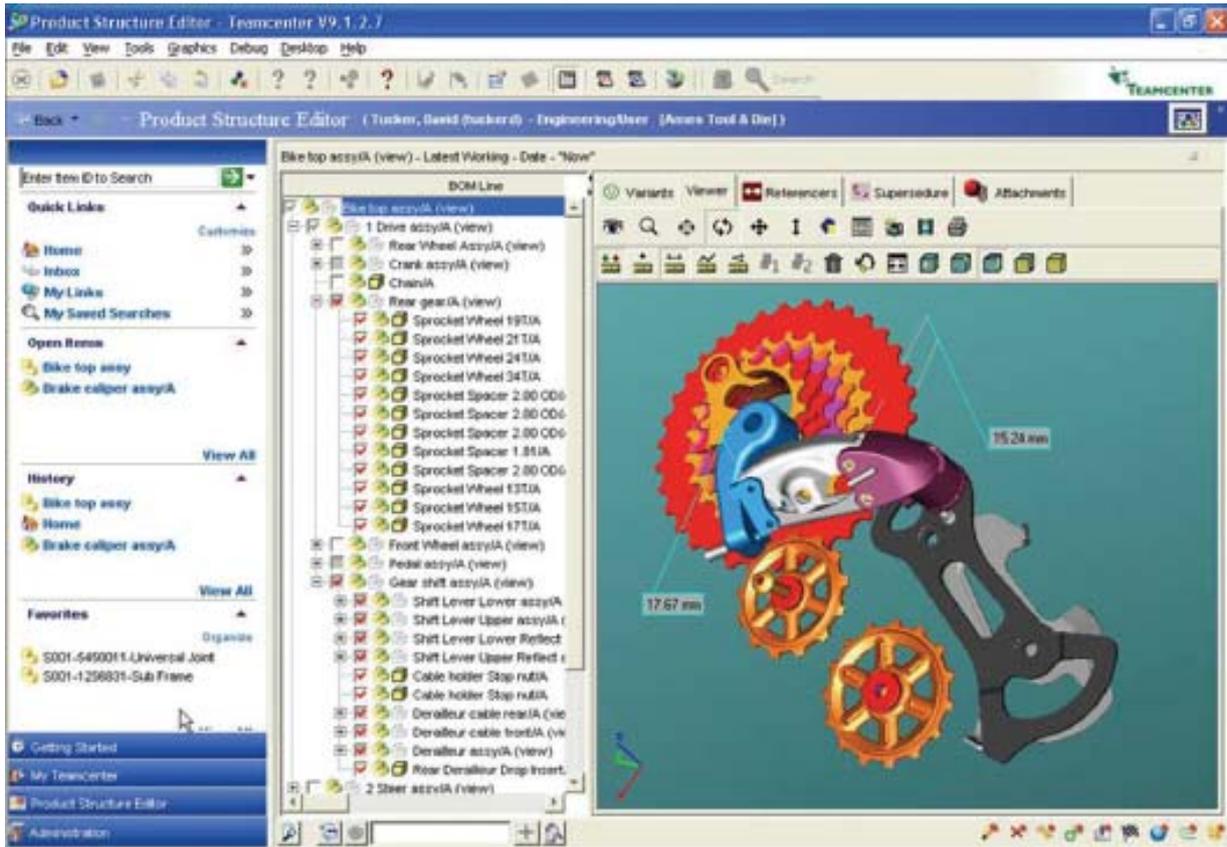
Fetmar Express



NX CAM

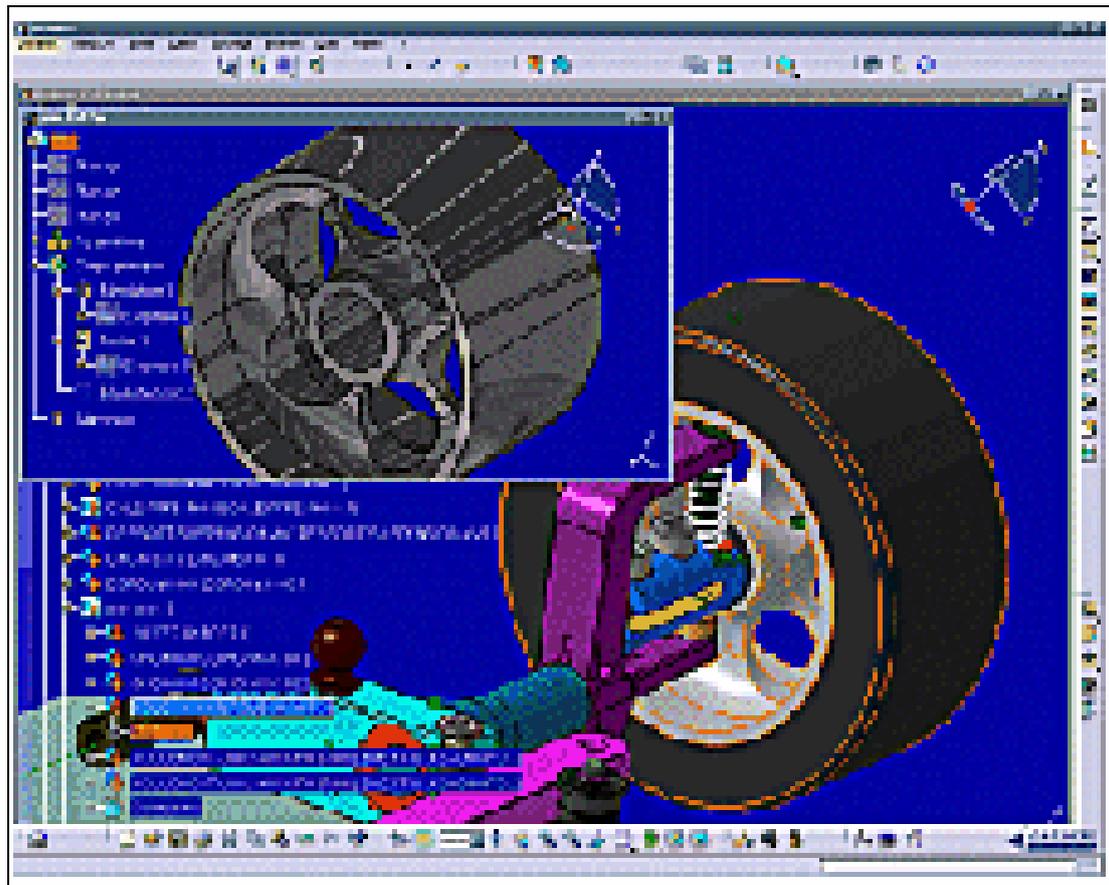


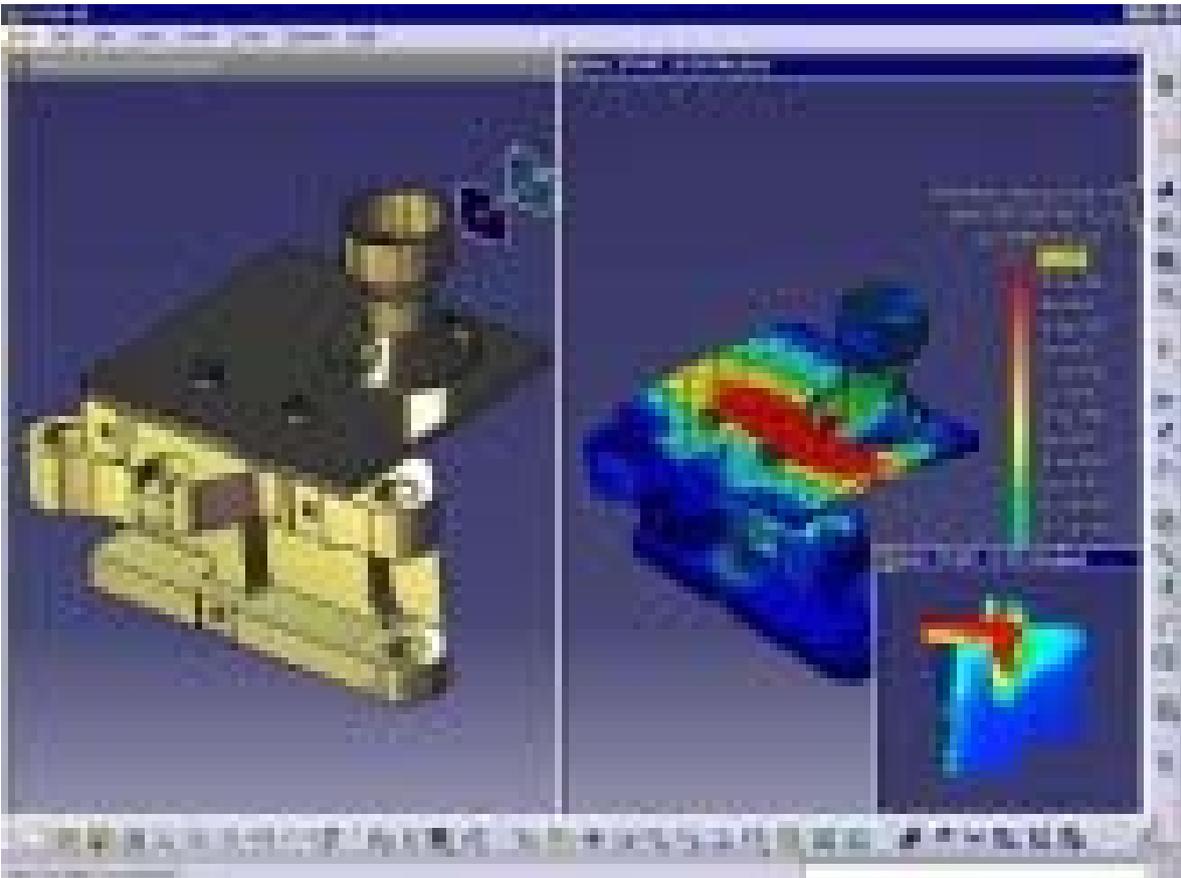
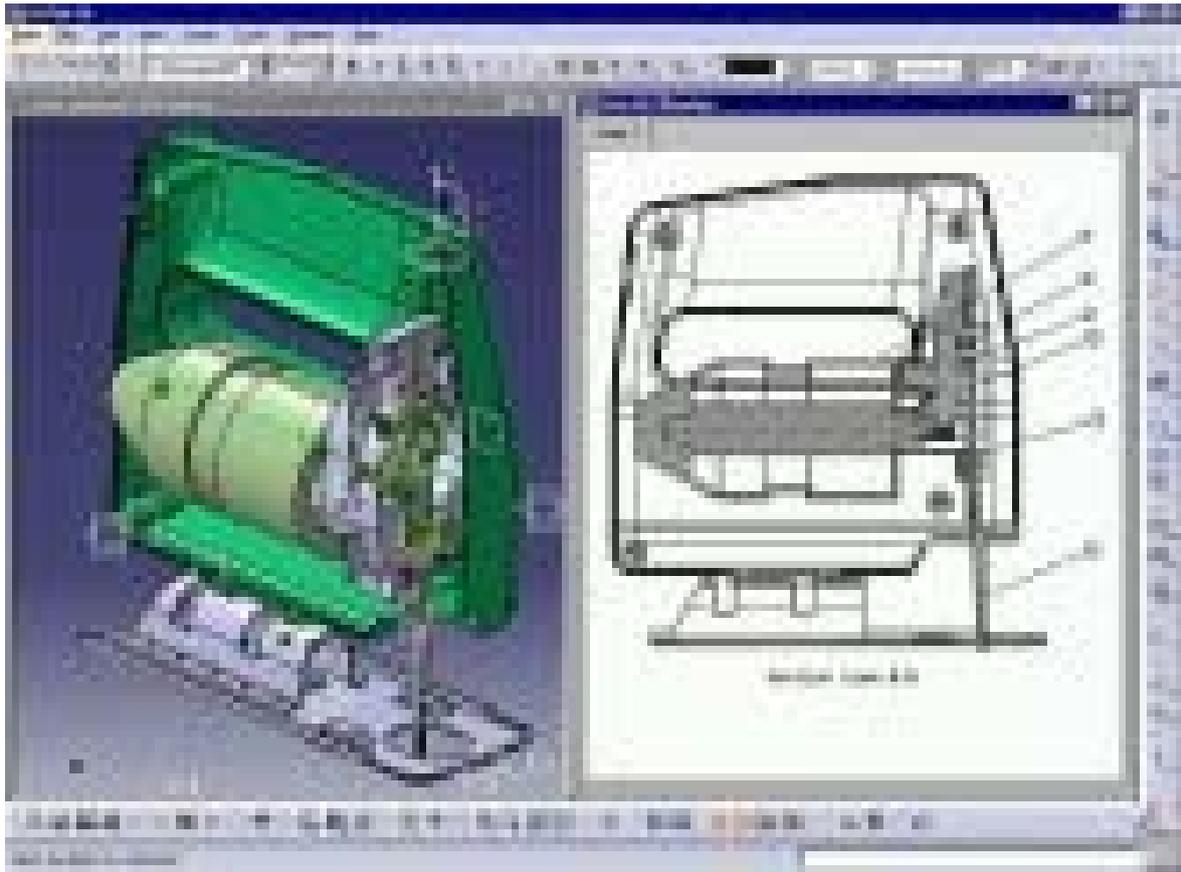
Teamcenter Express



Produtos da Dassault Systemes (DS)

CATIA

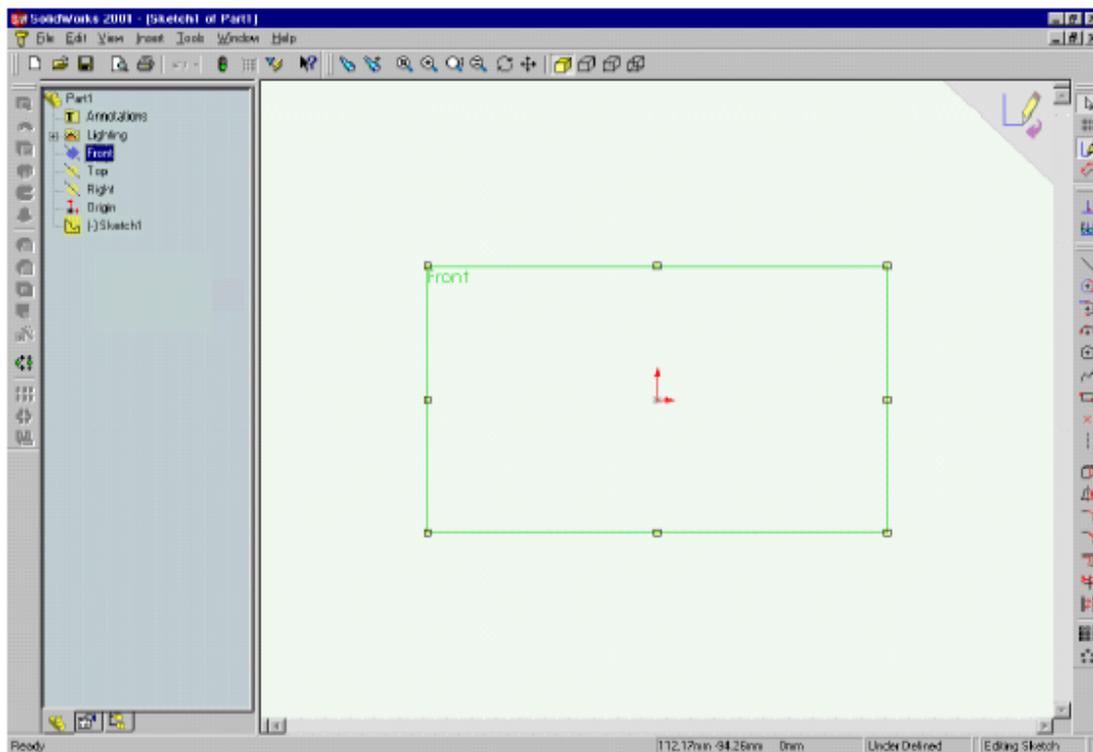


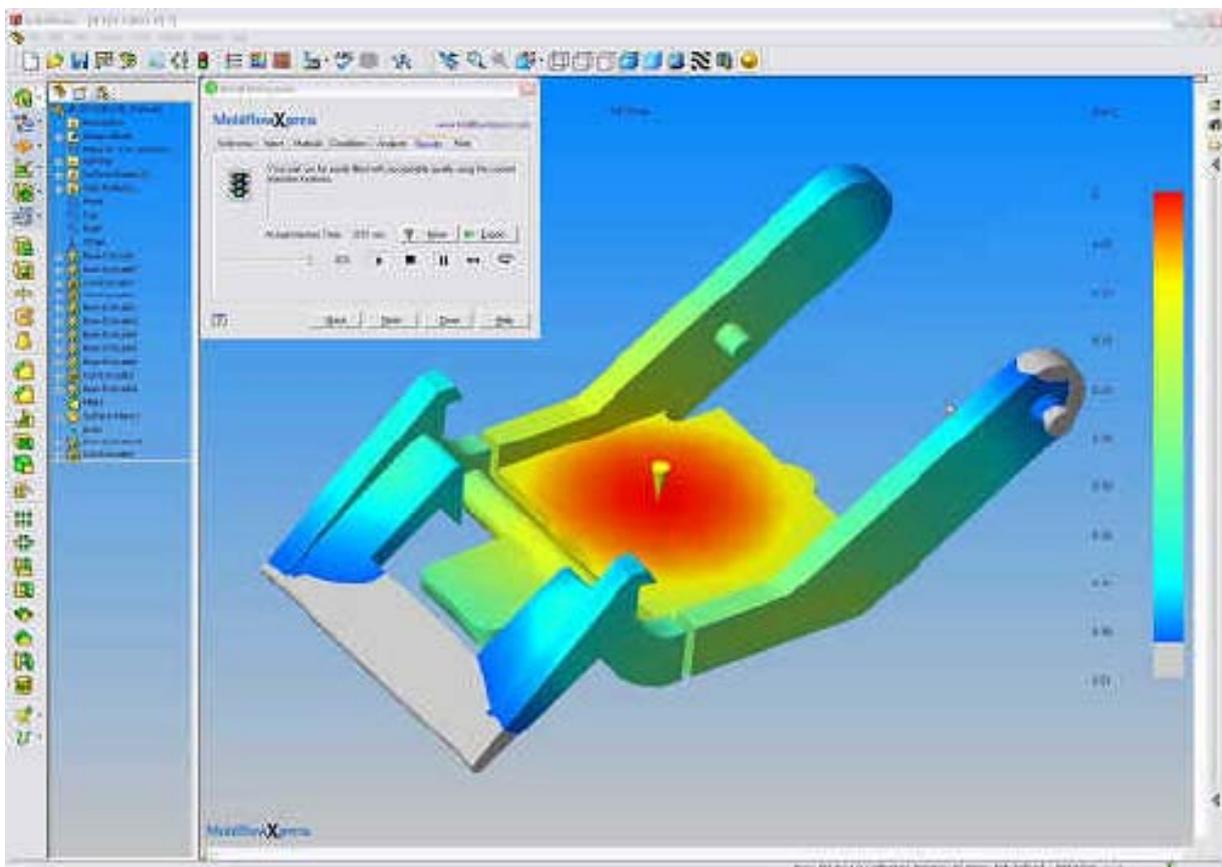
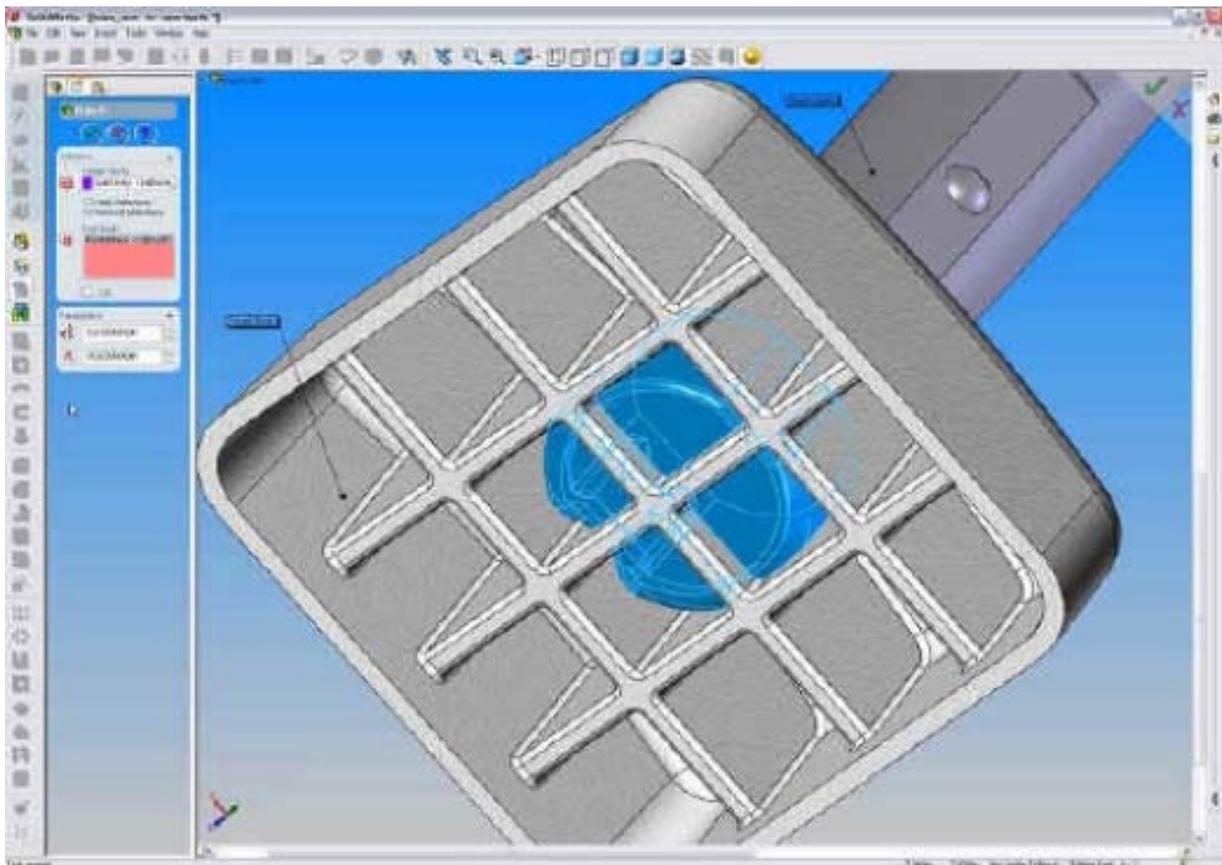


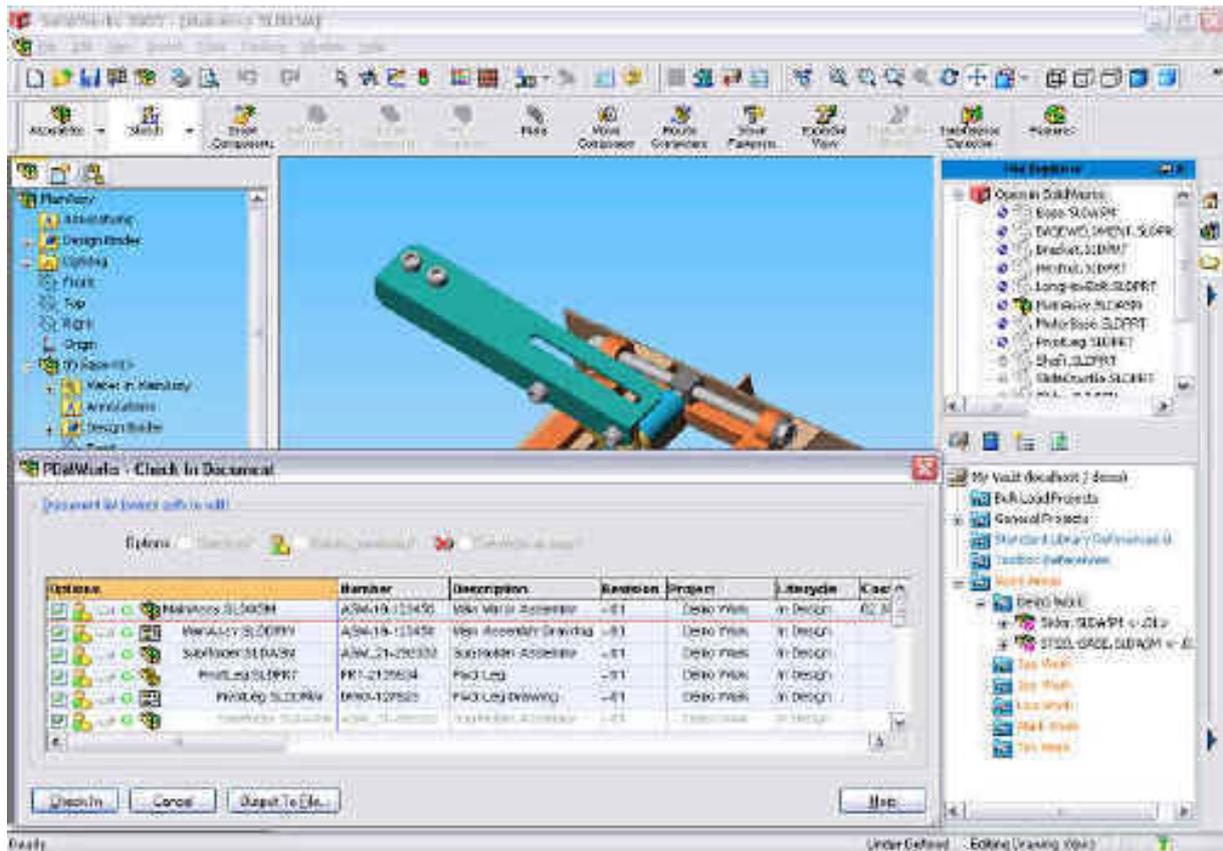
ENOVIA



SolidWorks

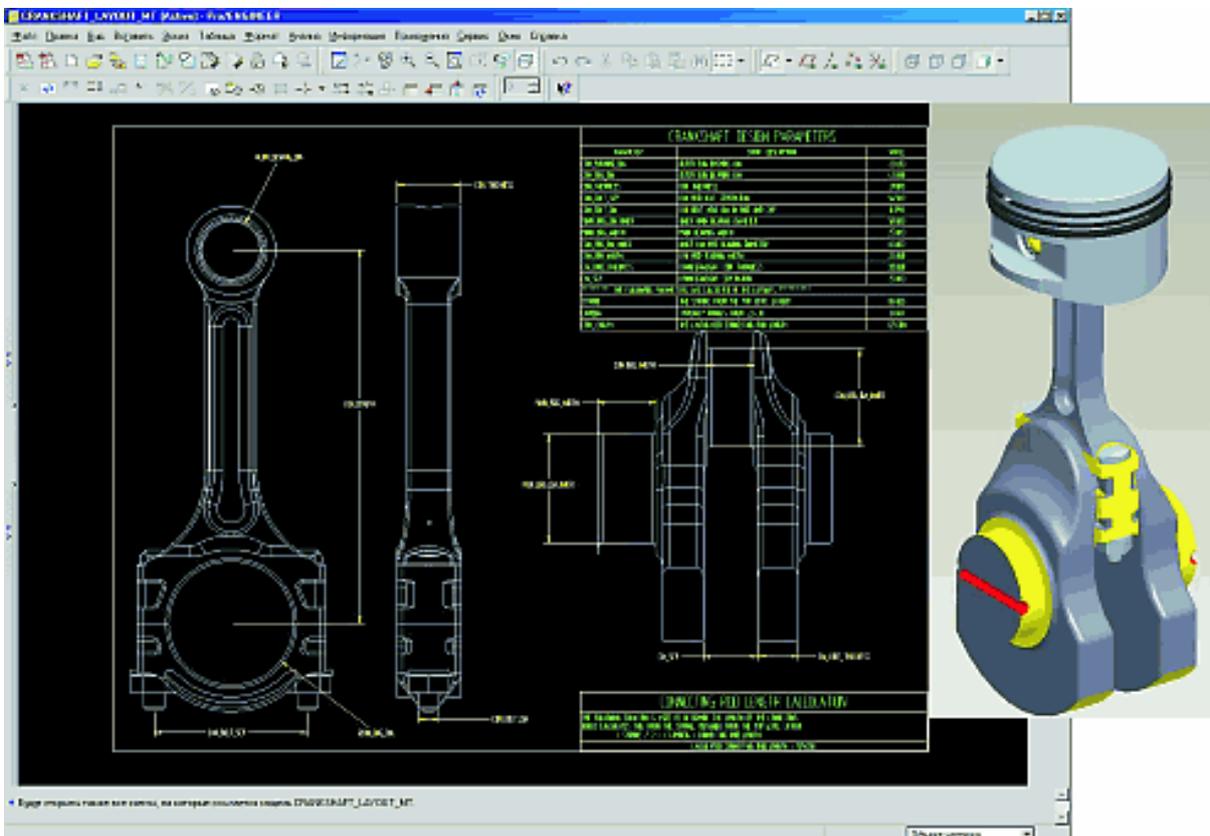
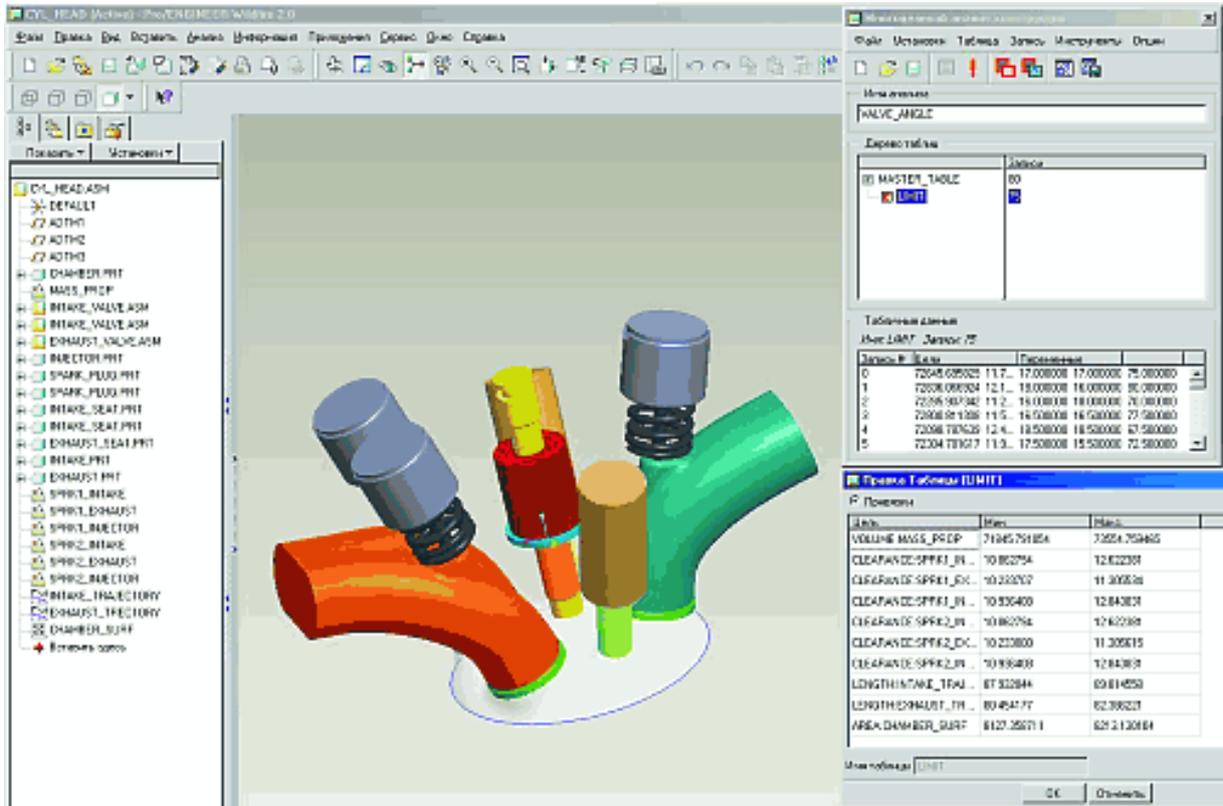




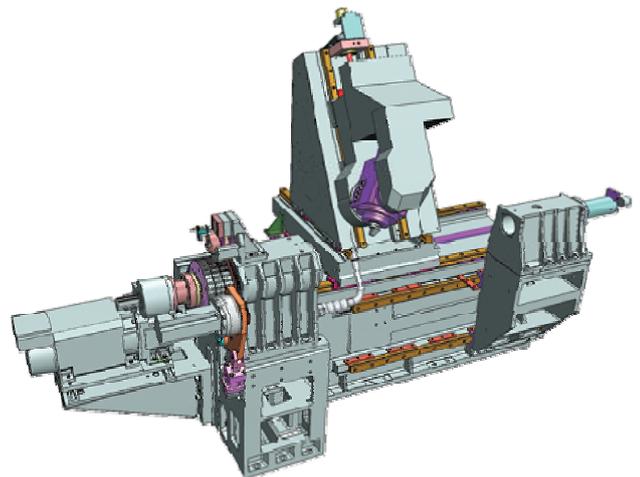
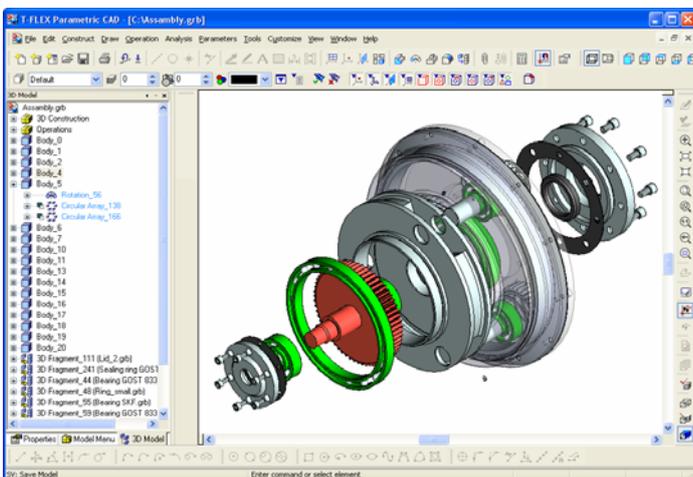
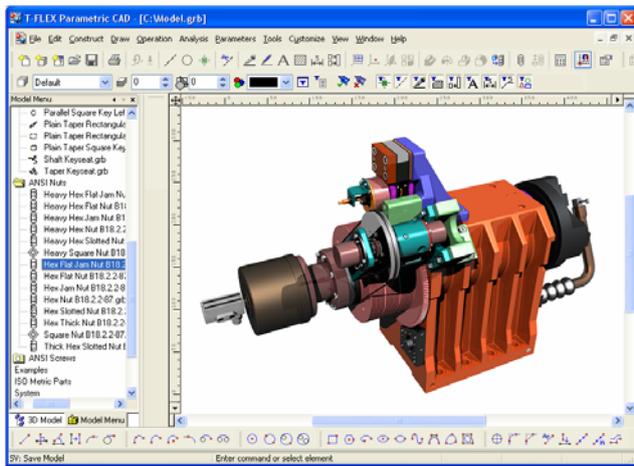
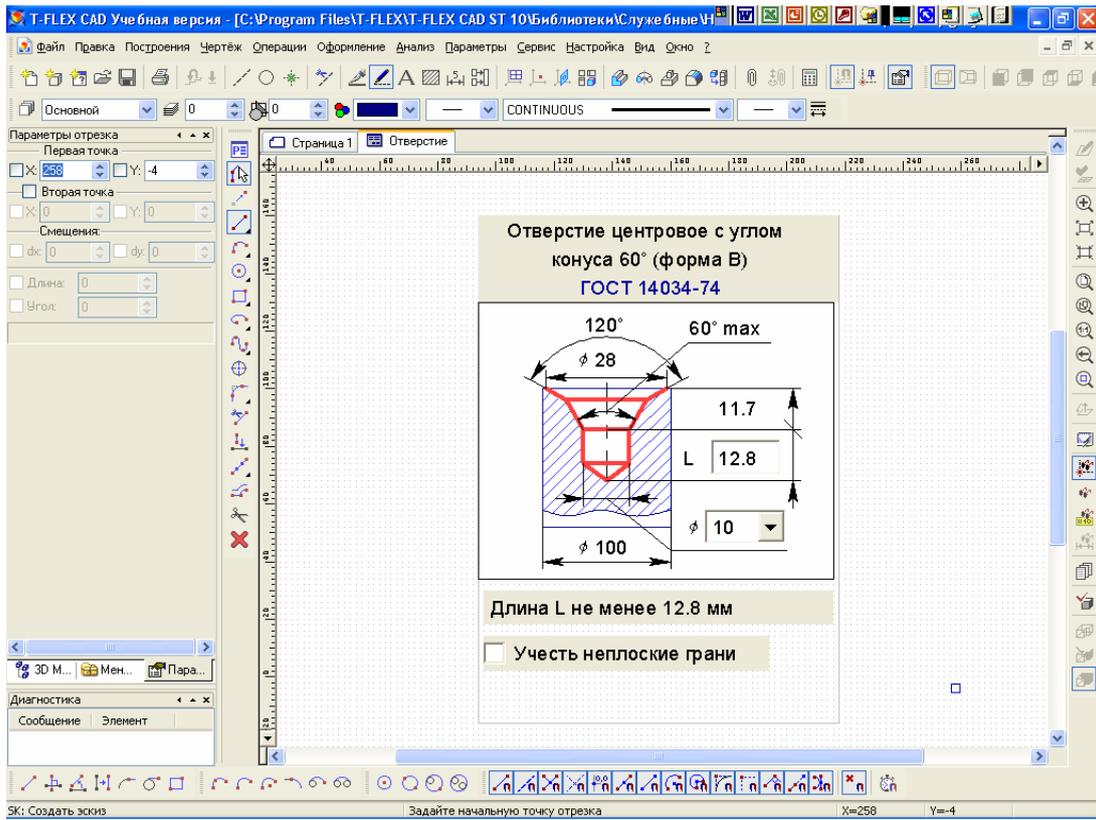


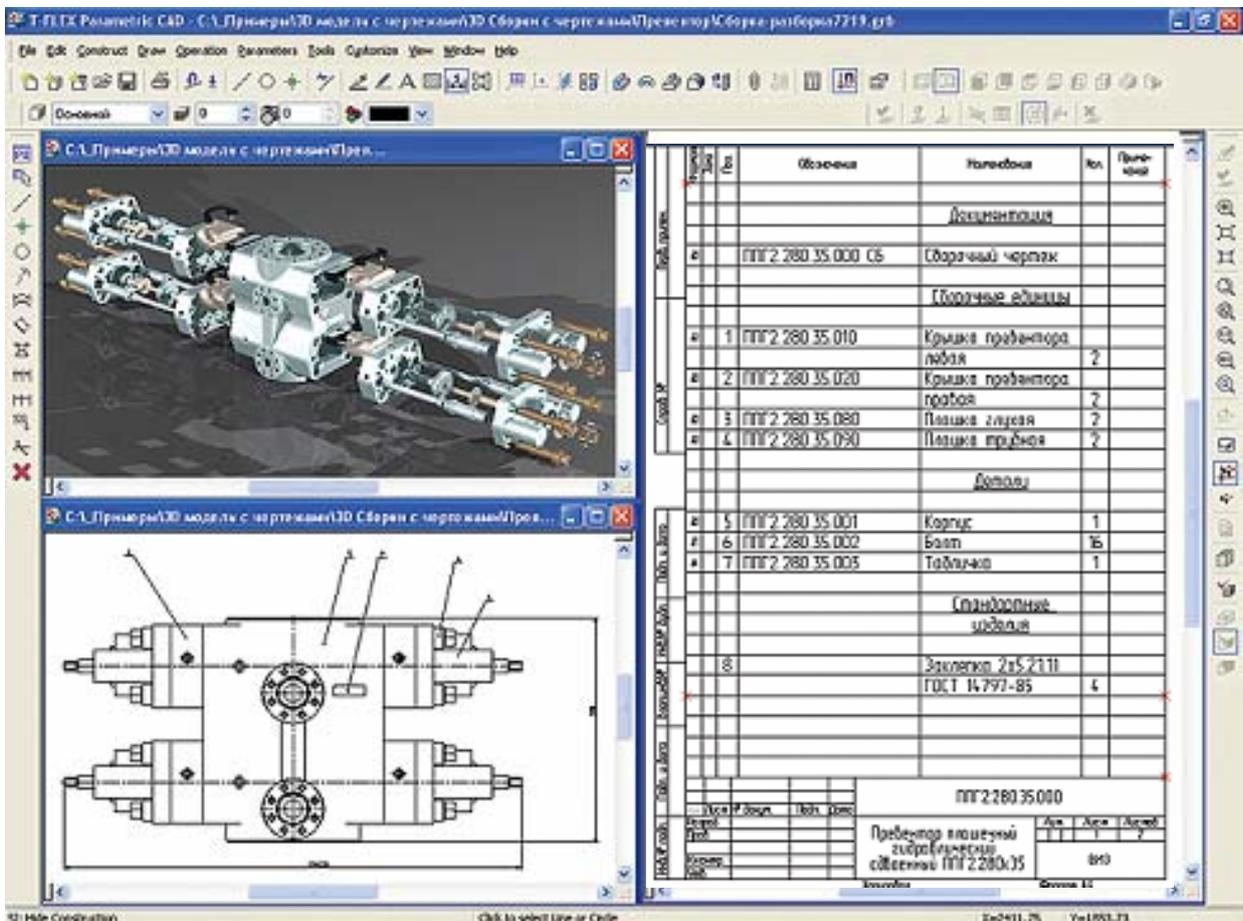
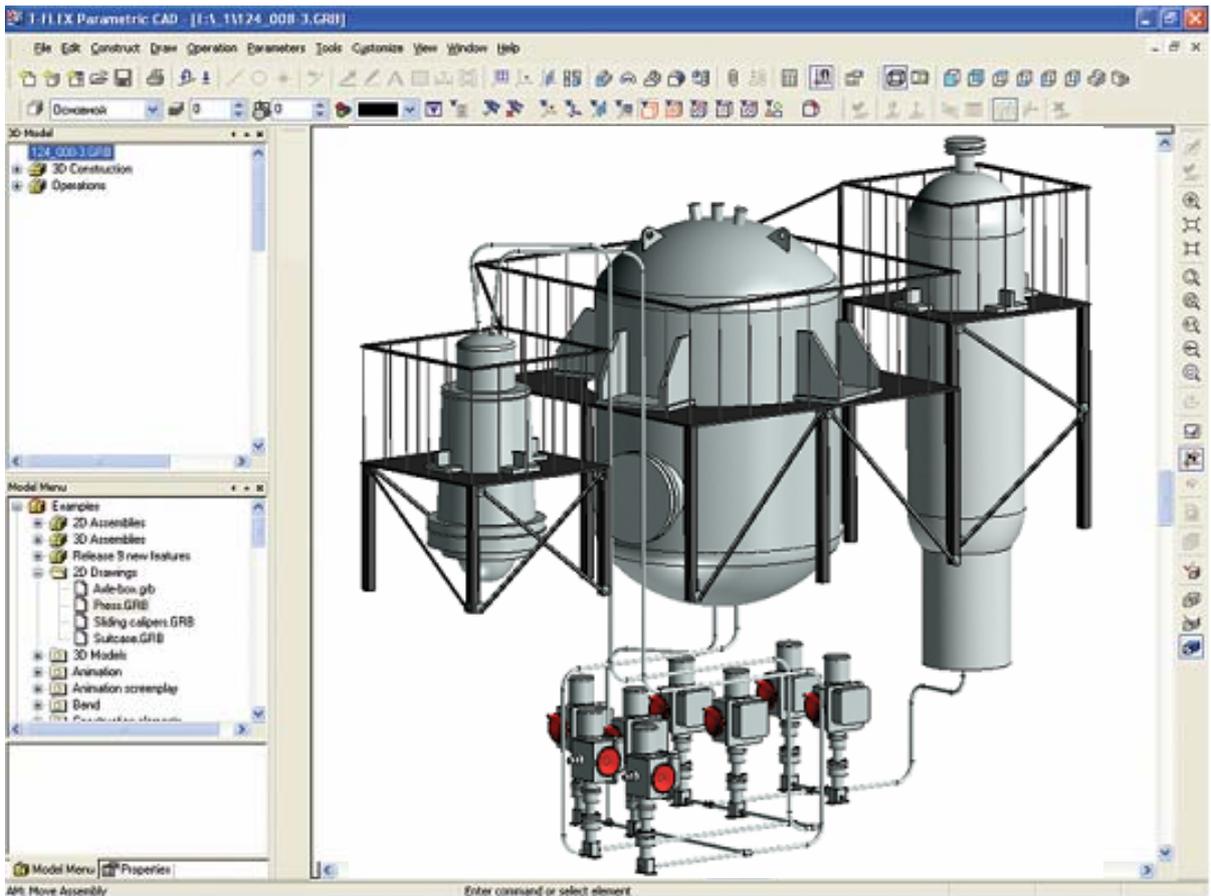
Produtos da Parametric Technology Corp (PTC)

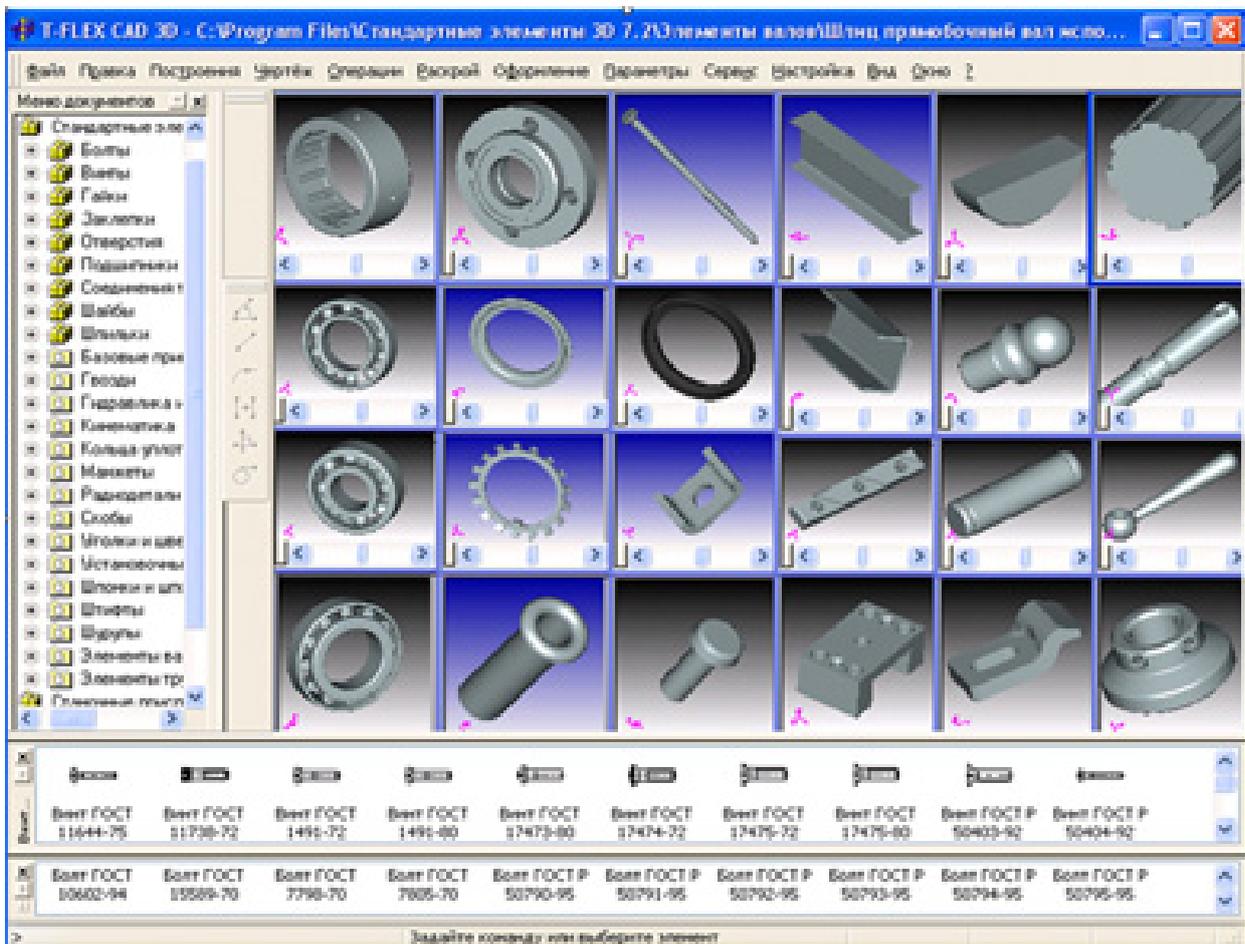
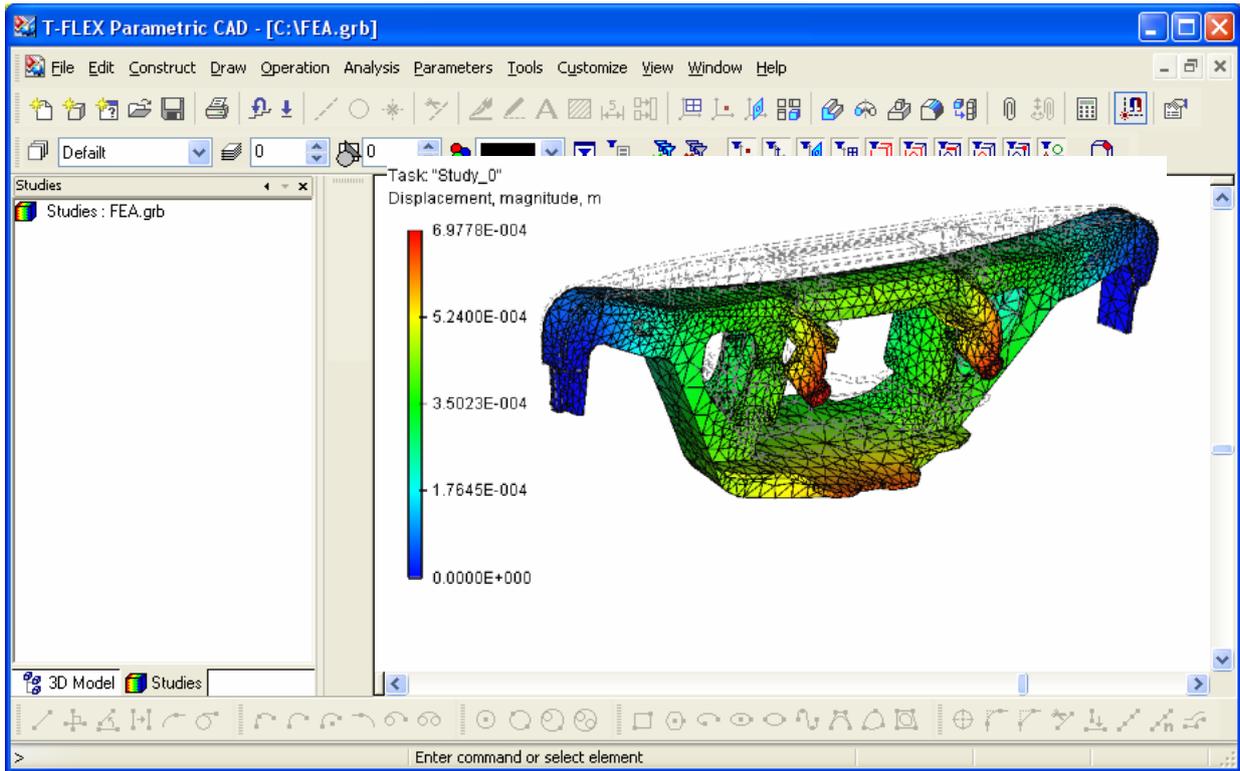
Pro/Engineer



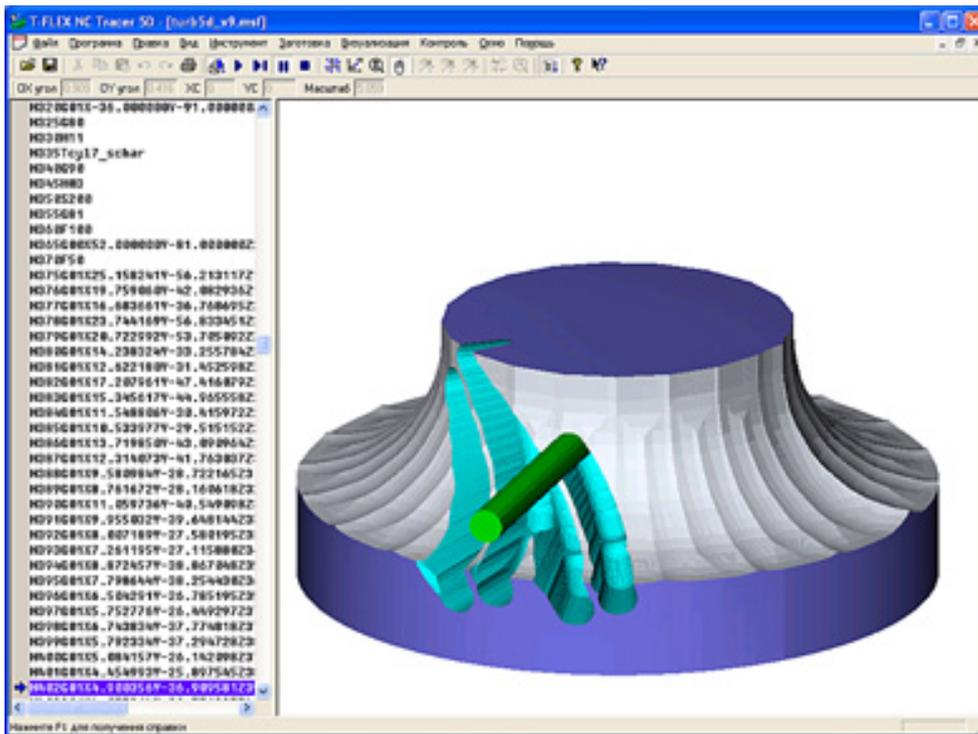
Produtos da Top Systems - T-Flex CAD



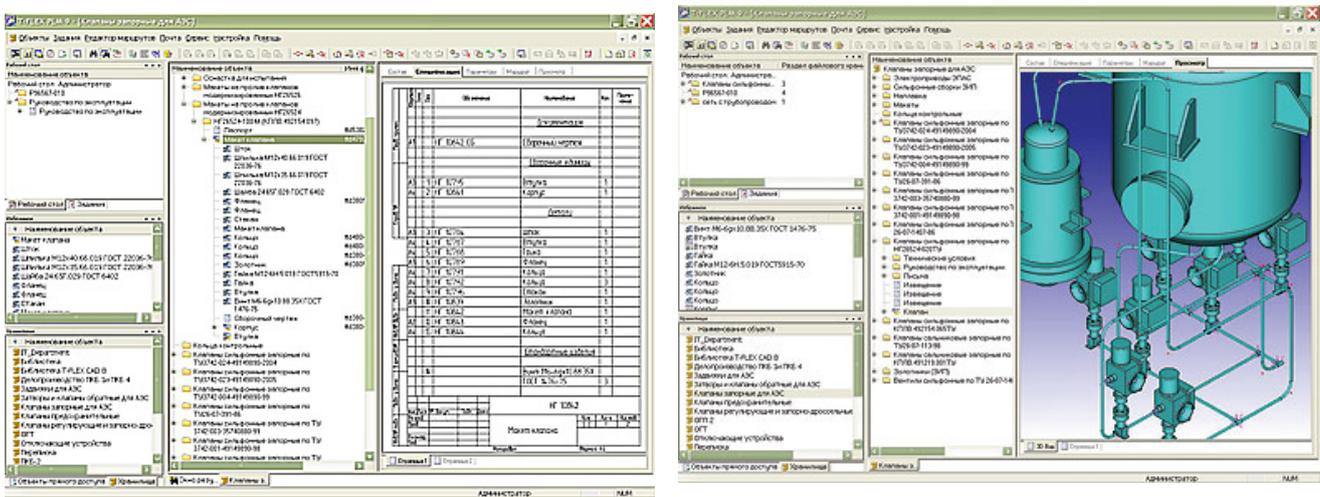




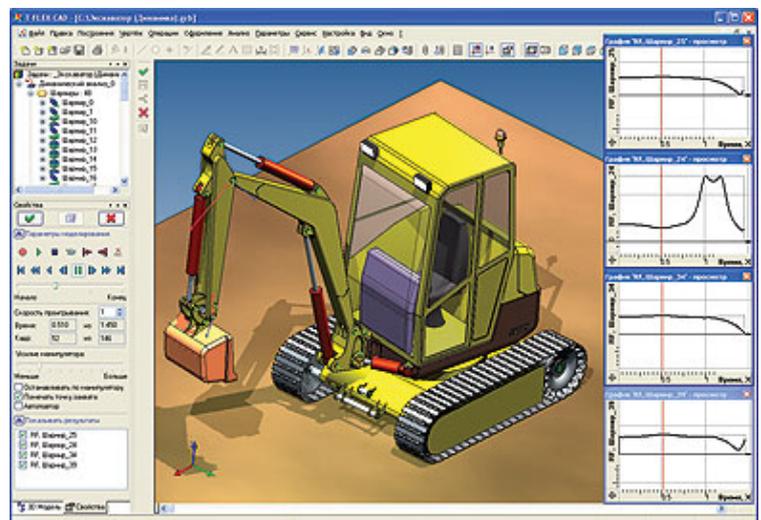
T-Flex CAM / NC Tracer



T-Flex DOC's

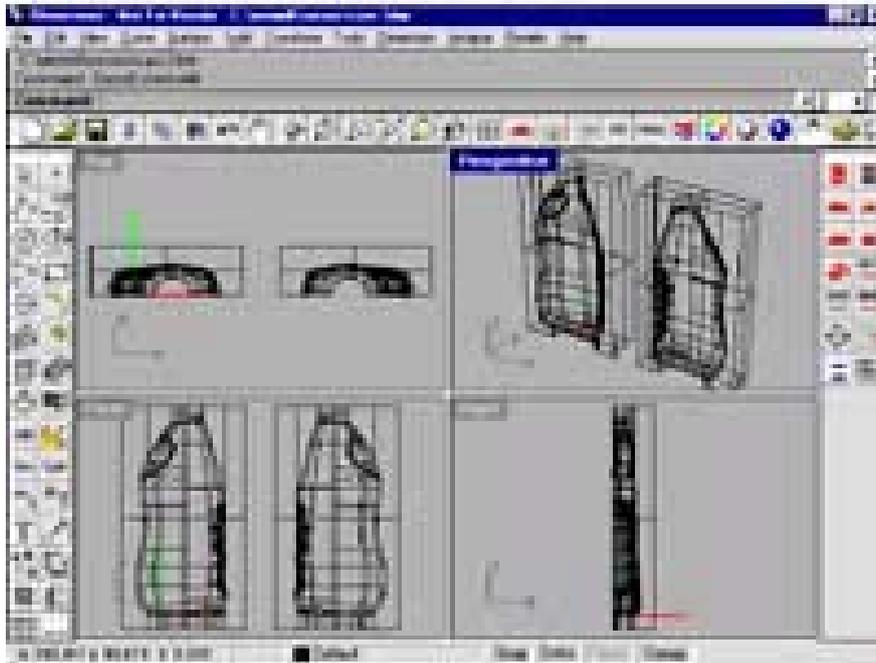


T-Flex Dinamica

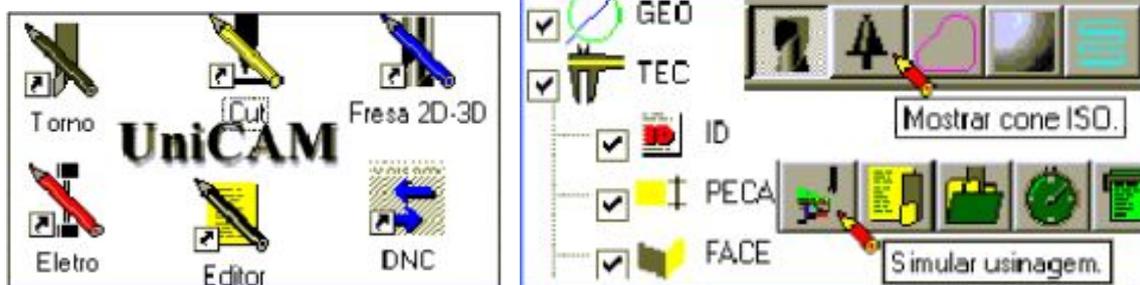


Outros produtos de CAD/CAM

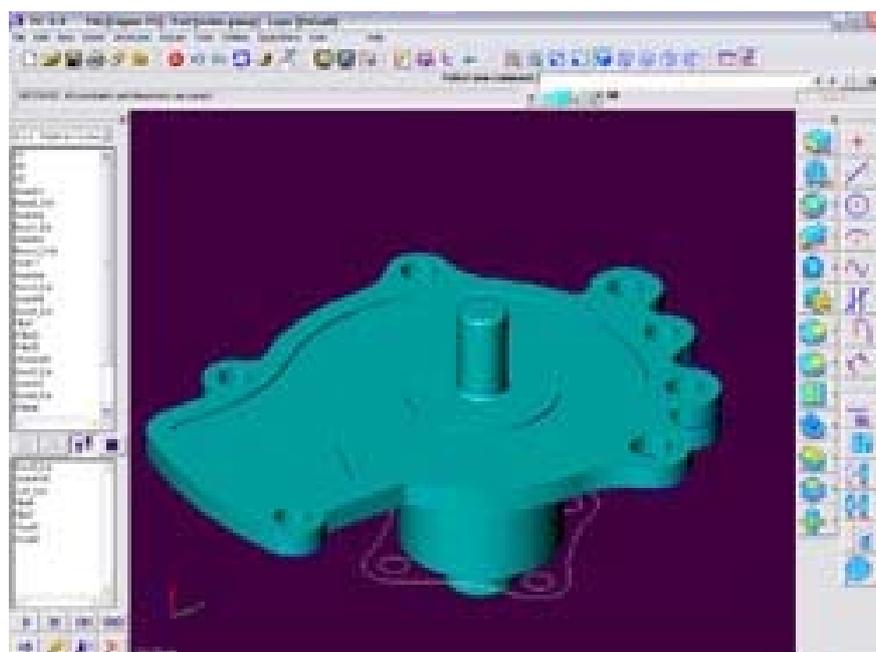
Rhinoceros



UniCAM



VX desenhador



2.2. Sistemas MRP II, ERP, CSRP, BI

Os sistemas MRP II, ERP, CSRP e BI são sistemas de planeamento e gestão de longo prazo e estratégico de diferentes processos económicos e financeiros das empresas diversas (industriais, agrícolas e de serviço). Representam a ferramenta da administração da empresa, instituição (de marketing, produção, manutenção, finanças, etc.). São sistemas integrados, fiquem constituídos duma série dos módulos unidos. O número e os tipos dos módulos depende do tipo das actividades da instituição, podem ser escolhidos em função da necessidade. Os sistemas integrados MRP II, ERP, CSRP e BI têm a sua base de dados e podem ser integrados com outros sistemas informáticos.

Os sistemas MRP II servem para planeamento e gestão dos processos económicos e financeiros que se realizam numa empresa desde o marketing, compra da matéria-prima até a saída dum produto. Em conformidade com APICS (American Production and Inventory Control Society) e ISO/IEC 2382-24:1995 os sistemas MRP II tem que realizar os seguintes 16 grupos de funções:

- Gestão de procura (DM - Demand Management);
- Planeamento de vendas e produção (SOP - Sales and Operation Planning);
- Elaboração do plano calendário de produção (MPS - Master Production Scheduling);
- Planificação da necessidade dos materiais (MRP - Materials Requirement Planning);
- Especificação, estrutura de produtos (BOM - Bill of Materials);
- Gestão de inventário de armazém (ITS - Inventory Transaction Subsystem);
- Planeamento calendário de abastecimento (SRS - Scheduled Receipts Subsystem);
- Gestão de fluxos nas oficinas (SFC - Shop Flow Control);
- Planeamento da capacidade de produção (CRP - Capacity Requirement Planning);
- Controlo de entrada/saída (IOC - Input/Output Control);
- Compras (Purchasing);
- Planeamento da distribuição dos recursos (DRP - Distribution Resource Planning);
- Planeamento e controlo de operações de produção (TPC - Tooling Planning and Control);
- Planeamento de finanças (FP - Financial Planning);
- Simulação das acções de planeamento e gestão (Simulation);
- Avaliação dos resultados de actividade (PM – Performance Measurement).

Os sistemas MRP II permitem realizar:

- planeamento ao longo prazo, operativo e detalhado das actividades de produção da empresa com possibilidade de correcção do plano em conformidade com informação operativa;
- optimização dos fluxos de produção e dos materiais com diminuição significativa de custos indirectos, diminuição dos recursos materiais nas armazéns;
- recepção operativa da informação sobre os resultados correntes das actividades de produção da empresa em geral, detalhes de execução das encomendas, dos planos, da utilização dos recursos;
- apresentação de actividade financeira em geral.

Alem das funções acima apresentadas, os sistemas ERP e CSRP têm:

- planeamento e gestão de processos que acompanham toda a vida do produto, desde a gestão do mercado, definição do produto, até a assistência da sua aplicação, utilização, liquidação dos seu restos;
- mais reforçada a gestão, análise financeira, com optimização de distribuição dos recursos, dos processos de gestão e de produção;

- planeamento e gestão de diferentes tipos de produção (produção contínua, discreta, por encomenda, de montagem, etc.);
- planeamento e gestão de todos os tipos das actividades (industriais, agrícolas, manutenção, sociais, financeiras, comerciais, de serviço, protecção do meio ambiente, etc.);
- planeamento e gestão das empresas virtuais, ou seja das empresas que acompanham toda a vida do produto: empresas produtores, parceiros, fornecedores, distribuidores, vendedores, empresas de assistência técnica e reparação, utilização;
- gestão da qualidade total, do negócio electrónico, etc.

A diferença principal entre os sistemas ERP e CSRP está no objectivo e no algoritmo de funcionamento. Nos sistemas ERP no centro de atenção coloca-se a optimização dos processos de gestão e de produção e nos sistemas CSRP – a melhor satisfação dos clientes.

A desvantagem principal dos sistemas de planeamento e gestão neste momento é o preço deles. Os sistemas são muito complexos e por isso são muito caros, custam de dezenas mil dólares até alguns milhões, por isso eles utilizam-se principalmente nas empresas grandes, nas corporações, empresas multinacionais, etc. Neste momento os sistemas mais usados são de ERP, pois são mais desenvolvidos de que MRP II, tratam maior número dos processos económicos e dão maior eficácia. Os sistemas CSRP vão dar ainda maior eficácia mas ainda são pouco desenvolvidos. A tendência principal de desenvolvimento dos sistema de planeamento e gestão é a criação dos sistemas mais baratos, acessíveis pelo menos para as empresas médias. Para pequenas empresas neste momento existe grande variedade dos programas de informatização de alguns processos económicos e financeiros: cálculos de custos de produção, de contabilidade, salário, prestação de contas, gestão de armazéns, etc.

Os sistemas ERP mais usados para empresas grandes são:

1. **R/3** da SAP AG; 2. **Baan IV** da Baan; 3. **Oracle Application** da Oracle CIS;
4. **One World** da J.D.Edwards.

O sistema **SyteLine** da Symix Systems representa um exemplo do sistema CSRP para empresas médias.

Pode-se destacar os seguintes sistemas ERP para empresas médias:

1. **SAP Business One** da SAP AG; 2. **MFG/Pro** da QAD Inc.;
3. **iRenaissance** da Ross Systems; 4. **MS Axapta** e **MS Navision** da Navision a/s;
5. **Solomon** da Solomon Software, etc.

Os sistemas BI (Business Intelligence) incluem OLAP (Online Analytical Processing), DSS (Decision Support System), DWH (Data Warehouse), etc. e representam os sistemas do nível mais alto da gestão – sistemas de modelação das situações, da recolha e análise da informação objectiva sobre o funcionamento de todas as subdivisões da instituição em tempo real e da tomada operativa das decisões. Os exemplos dos sistemas BI são: **SAP BI**, **mySAP**, **Cognos BI**, **RadarCube**, **EPAM**, **MS TechNet**, etc.

A seguir estão apresentados as funções dos sistemas SAP, mySAP e alguns imagens dos ecrãs destes sistemas.

Funções do sistema SAP Business One

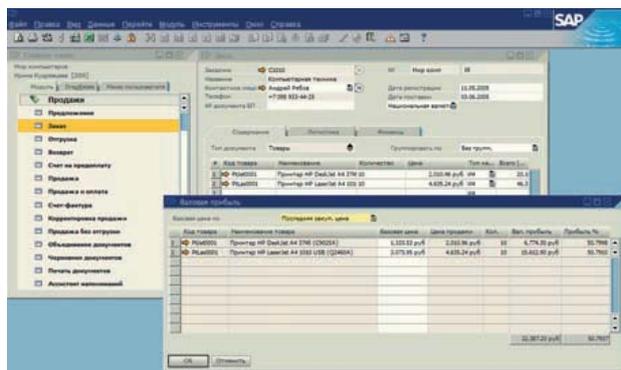
VISÃO COMPLETA SAP BUSINESS ONE						
Financeira	Contabilidade Geral		Bancos e Pagamentos	Gestão de Imobilizado	Contabilidade de Custos	
Logística	Vendas	Compras	Vendas por Internet	Produção/MRP	Gestão de Inventário	
Gestão do Relacionamento com o Cliente (CRM)	Gestão de Atividades		Gestão de Oportunidades	Gestão de Serviços	Calendário	
Recursos Humanos	Salários			Dados de Empregados		
Informações de Negócio (Reporting)	Relatórios Pré-definidos		Ferramentas de Análise		Drag&Relate	
Configuração	Extensão e Personalização	Objetos definidos pelo Usuário	Pesquisas Formataadas	Ferramentas de Suporte	Ferramentas de Análise	Migração
Implementação	Preparação e Instalação	Inicialização Financeira	Configurações Gerais	Gestão de Alertas e Workflow	Integração de Aplicações	
Software Development Kit (SDK)	User Interface API		Data Interface API		Data Interface Server	

Funções do sistema MySAP

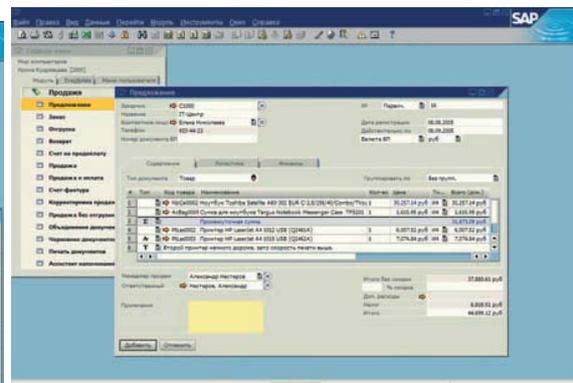
Product and Project Portfolio Management	Idea Management and Concept Development	Project Planning	Time and Resource Management	Project Execution	Strategic Portfolio Management	SAP NetWeaver®	
Life-Cycle Process Support	Product Development	Development Collaboration and Strategic Sourcing	Prototyping and Production Ramp-Up	Handover to Sales, Service, and Maintenance	Quality Engineering and Improvement		Product Costing
Life-Cycle Data Management	Document Management	Product Master and Structure Management	Specification and Recipe Management	Service and Maintenance Structure Management	Change and Configuration Management		
Corporate Services	Audit Management	Hazardous Tracking and Product Stewardship	Dangerous Goods and Waste Management	Workers' Health and Safety			

Exemplo de tratamento duma encomenda

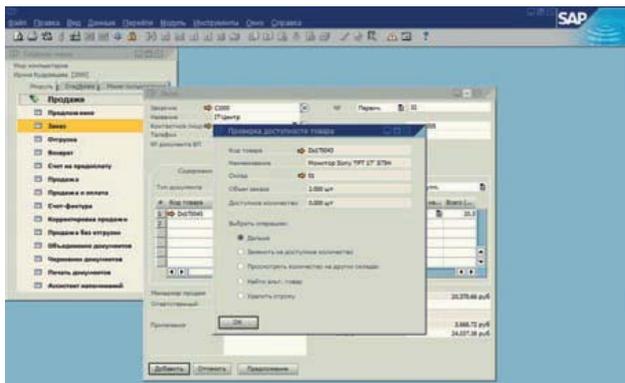
Requisição dos produtos



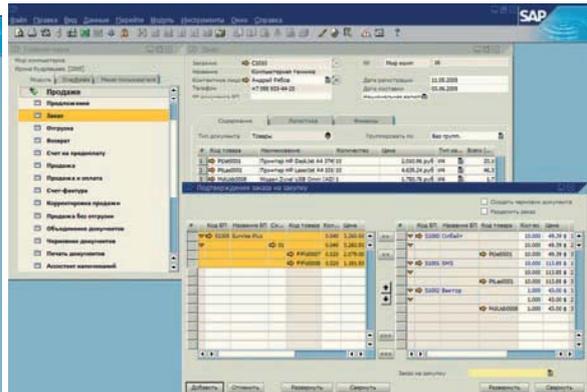
Relatório de lucros



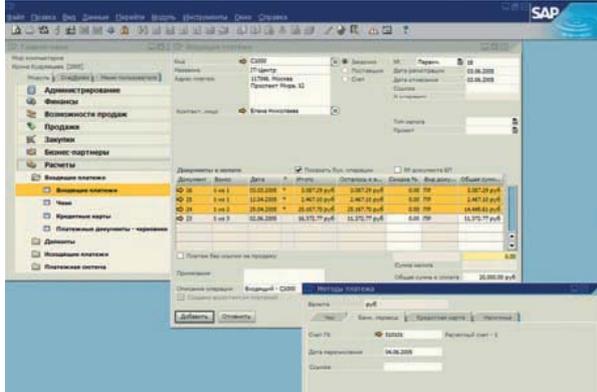
Proposta de compra dos materiais



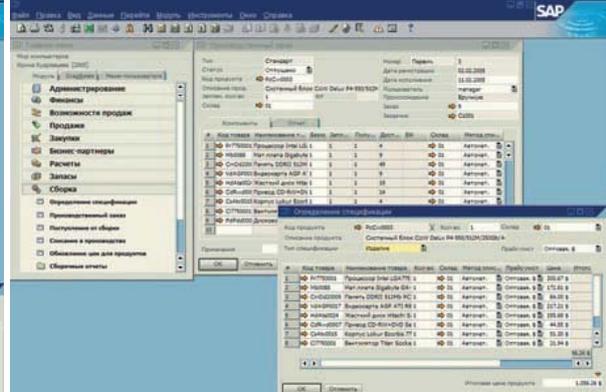
Criação da encomenda de compra



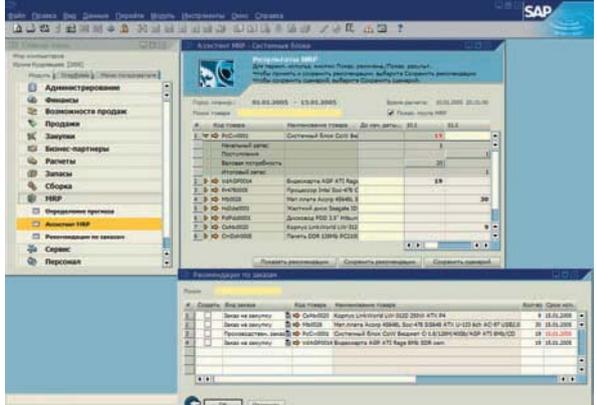
Relatório de pagamentos de compras



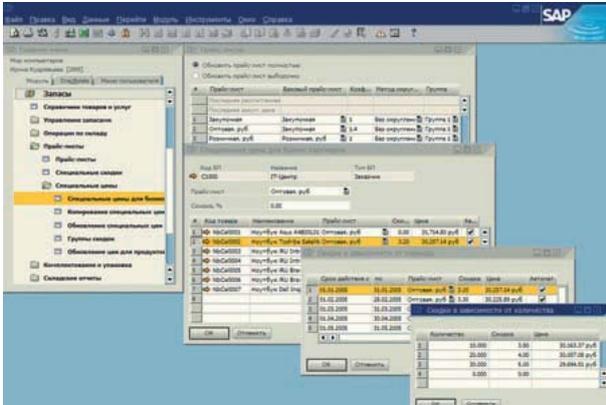
Encomenda do produto e sua especificação



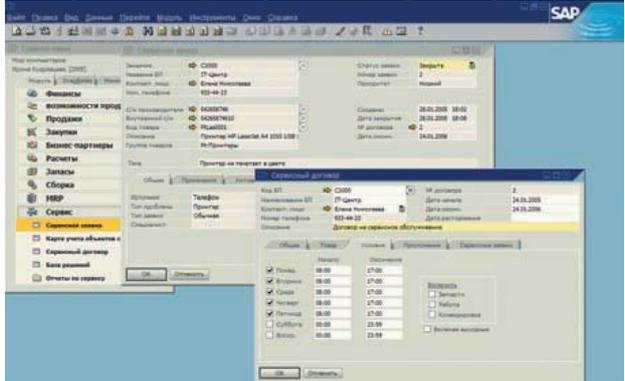
Recomendações de produção



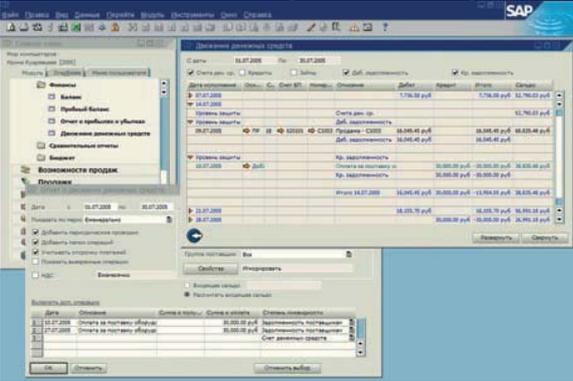
Propostas de requisição da subprodução



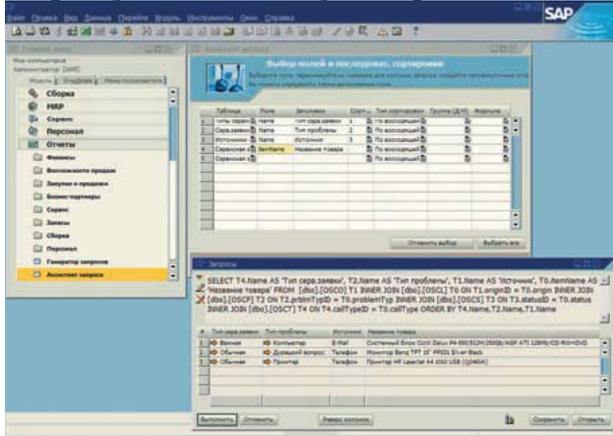
Criação da requisição da subprodução



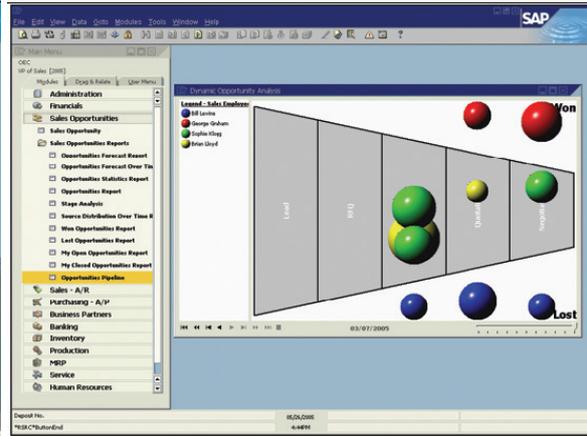
Relatório de movimentação das finanças



Requisição da informação do pessoal



Dinâmica de vendas



2.3. Componentes dos sistemas de produção automatizada

Equipamento de oficinas

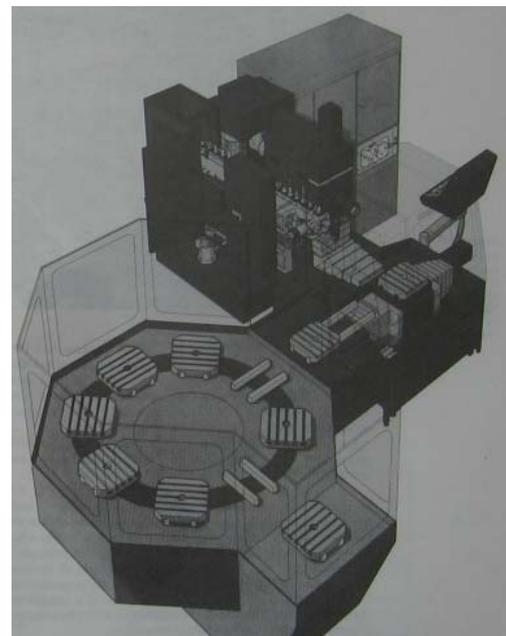
Existem os sistemas de produção automatizada flexíveis FMS e rígidos. O FMS é o sistema integrado e computadorizado que pode realizar a fabricação dos produtos diversos em conformidade com variação da demanda e funciona com número limitado do pessoal. O FMS pode ser constituído de células flexível de produção (FMC – Flexible Manufacturing Cell) ou de máquinas agregadas dos quais se criam linhas, oficinas e empresas flexíveis automatizadas. Como os componentes das células FMC podem ser as máquinas de fundição, prensas, guilhotinas, máquinas ferramentas de comando programado CNC, os robôs, manipuladores, veículos transportadores, elevadores, armazéns automatizados de materiais, produtos não acabados, acabados, de ferramentas, dispositivos, máquinas de montagem, de controlo da qualidade e ensaio, etc., que se dirigem através dos computadores (veja figuras a seguir).

Pode-se indicar os seguintes produtores de máquinas ferramentas e de controle CNC: Maho, Starrag, Liechti, Willemin, Fehlmann, Micron, WFL, Boehringer, Cincinatti; Krasnii Proletarii; Kasto; Agie, Sodick; LK, Tesa, Opton, Renishaw, etc.

Nos países desenvolvidos (EUA, Japão, Alemanha, Inglaterra, França, Rússia, Itália, Suécia, etc.) funcionam centenas de oficinas, empresa automatizadas inteiramente ou parcialmente controladas através de computadores.



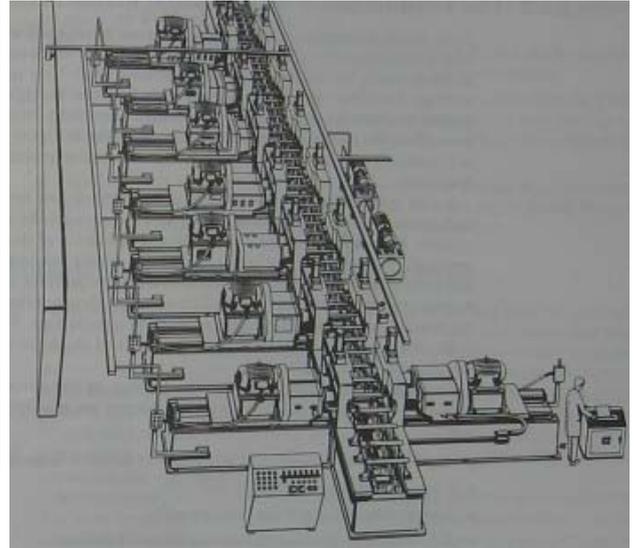
FMC para peças de revolução



FMC para peças prismáticas



Sistema flexível de produção (oficina)



Linha automática de máquinas agregadas

As linhas automáticas podem ser criadas das máquinas agregadas combinados, montados dos blocos normalizados em conformidade com as acções que devem ser realizadas. Como os blocos normalizados podem ser usados barramentos, cabeçotes de uma ou de algumas arvores principais de disposição vertical, horizontal ou inclinada, carros longitudinais, transversais, verticais, mesas, blocos de deslocamento, viragem das peças, blocos de manipulação dos produtos, seu transporte, etc. Neste caso também há possibilidade de alterar a linha de produção mas esta alteração leva a necessidade de fazer, pelo menos, uma certa reorganização do sistema de produção, desmontagem, reinstalação do equipamento necessário, etc.

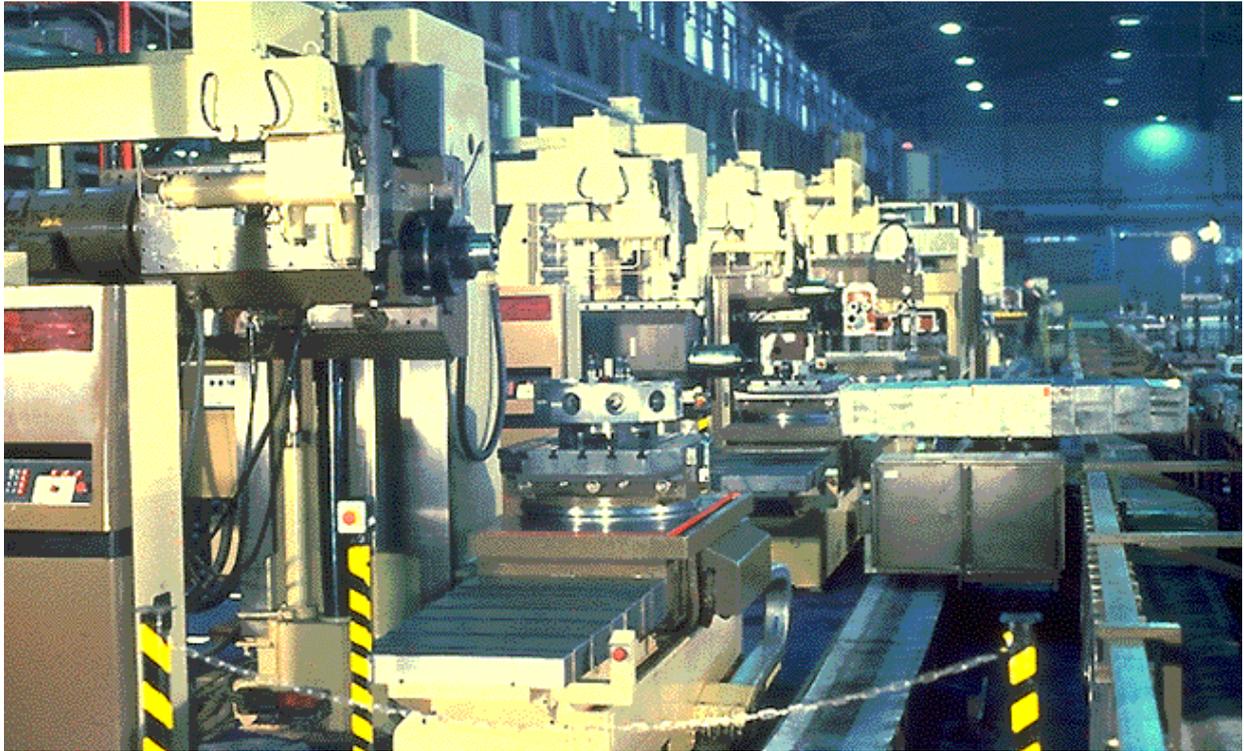
As linhas automáticas de produção rígida ficam constituídas, geralmente, das máquinas especializadas e especiais e utilizam-se na produção em massa, quando o produto varia raramente durante o longo período e geralmente é simples. Estas linhas estão muito usadas para produção dos produtos domésticos, de consumo comum (por exemplo, janelas, portas, fechaduras, produtos eléctricos e electrónicos, esferográficos, lápis, pilhas, munições, pregos, rebites, porcas e parafusos, cigarros, refrescos, perfumes, sabão, tijolos, azulejos, parques, etc.). Neste caso só se admite a alteração limitada de aspecto, composição, tamanhos dos produtos dentro do mesmo tipo.

As linhas, oficinas automatizadas estão constituídas de máquinas automatizadas e automáticas, manipuladores, transportadores, armazéns, etc., que podem ser controlados através de sistemas eléctricos, hidráulicos, pneumáticos, mecânicos ou através de controladores lógicos programáveis **PLC** (Programmable Logic Controller), computadores. Os PLC recolham os dados dos sensores, tratam-nos e permitem controlar, regular os processos, regimes de tratamento através dos seus programas ou dos computadores, órgãos de execução, válvulas, interruptores, o que aumenta a flexibilidade dos sistemas de produção. Para programação dos PLC utilizam-se diferentes línguas especiais (p. ex.: Techno SFC, Techno LD, Techno FBD, Techno ST, Techno IL, etc.).

Os sensores são os aparelhos que detectam um estado físico, químico ou mecânico e criam os sinais geralmente eléctricos. Destacam os sensores analógicos e digitais, de luz, som, temperatura, calor, radiação, resistência, capacidade, tensão ou potência eléctrica, pressão, fluxo de gás, líquido, de movimento, vibrações, orientação, proximidade, sensores ópticos, magnéticos, de capacidade eléctrica, químicos, biológicos, etc.

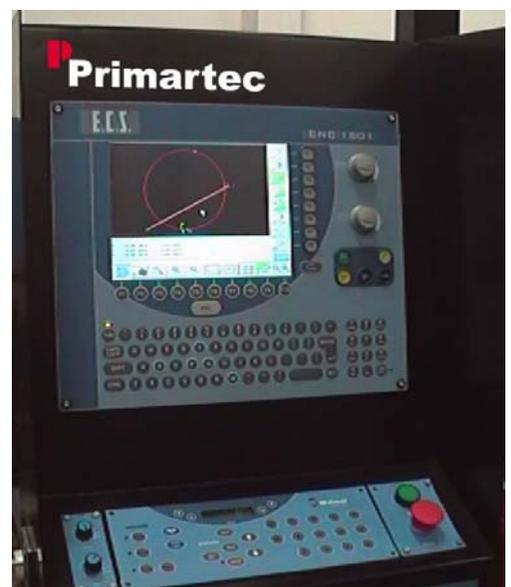
Os sensores e PLC mais usados são de firmas Siemens, Rockwell Automation, Schneider Electric, Kontron, AdAstra, etc.

Sistemas Flexíveis de Produção - FMS





Controladores Lógicos Programáveis – PLC



Sistemas SCADA e DCS

Os sistemas **SCADA** (Supervisory Control and Data Acquisition) servem para criação, edição da estrutura e aplicação dos sistemas de controle operativo dos processos tecnológicos, do trabalho do equipamento e pessoal numa empresa dada. Os sistemas realizam a recolha da informação operativa dos sensores, PLC sobre a realização dos processos, funcionamento do equipamento e do pessoal, fazem processamento, análise e visualização dos dados, permitem regular os processos, funcionamento do equipamento, criam base de dados para sistemas MES. Os sistemas **DCS** (Distributed Control Systems) servem para a distribuição da informação operativa entre o equipamento e pessoal. Estes sistemas representam interface **HMI** (Human – Machine Interface) entre pessoas e máquinas que trabalha no regime do tempo real, on-line.

Os sistemas SCADA e DCS realizam seguintes funções:

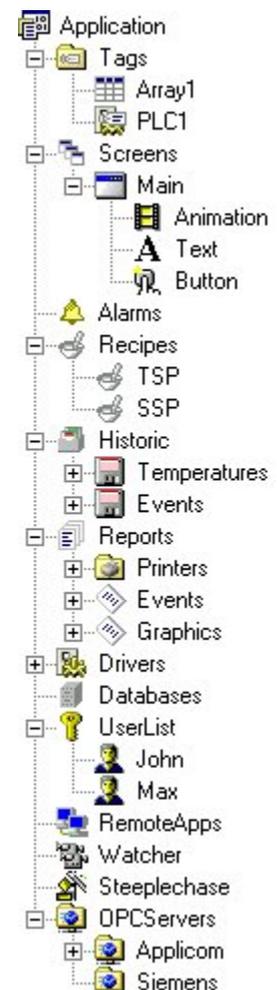
- recolham a informação ligada com realização dos processos de produção, através dos controladores, sistemas de programação, sensores, pessoal, scanners, leitores de códigos de traços, etc.;
- controlam o funcionamento do equipamento, os parâmetros da qualidade;
- fornecem ao pessoal e equipamento a informação necessária para realizar produção;
- realizam as ligações entre o pessoal e equipamento durante a produção;
- reagem nas alterações de especificações, componentes, matéria prima, peças semiacabados, utilizados na produção, do estado e acessibilidade de pessoal e equipamento;
- garantem a correspondência de produtos às normas correspondentes.

A tendência dos sistemas de supervisão será a supervisão remota, usando sistemas de telemetria através de tecnologias sem fios, como celular, radio ou satellite e de arquitectura cliente-servidor OPC (OLE for Process Control). Através destas tecnologias, os sistemas SCADA terão a capacidade de controlar processos industriais, equipamento e pessoal espalhados territorialmente.

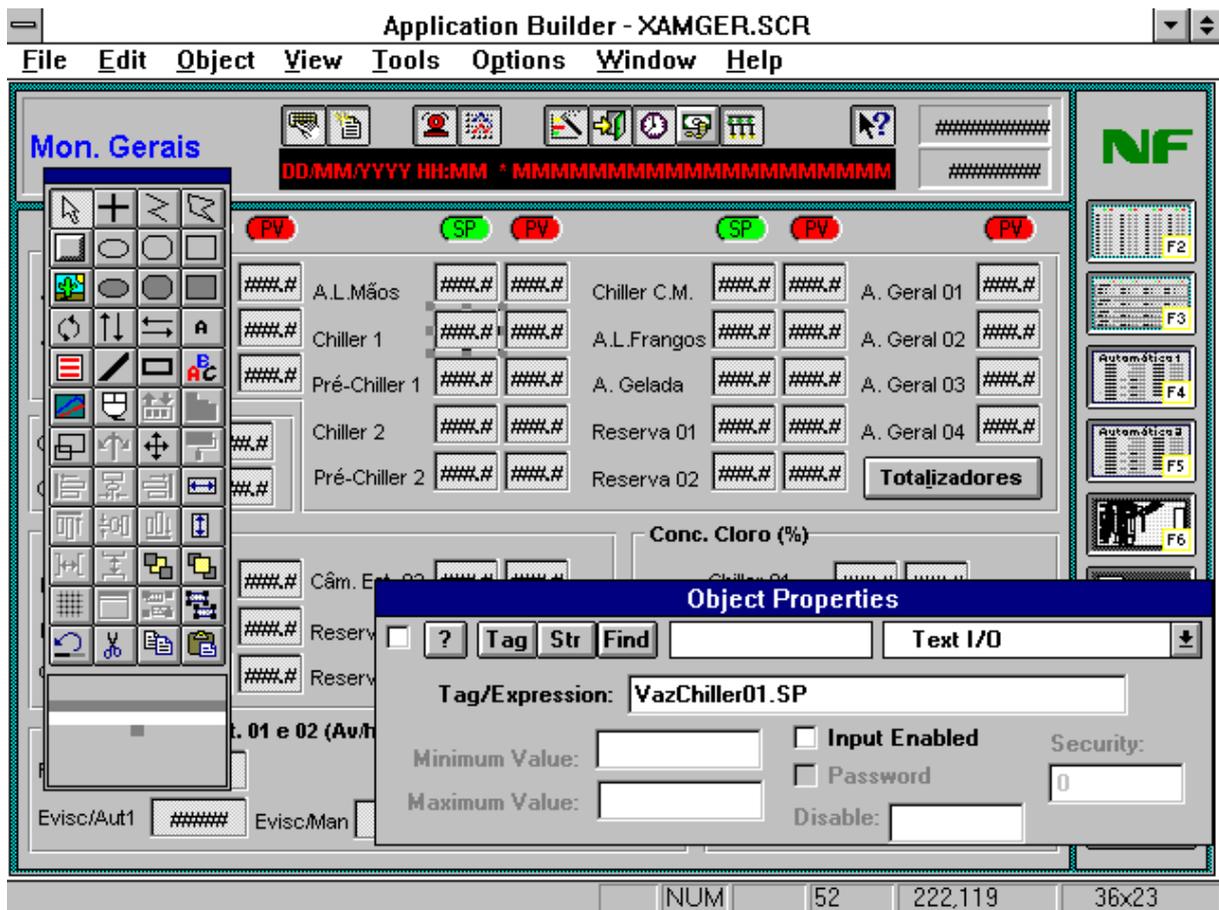
A estrutura do sistema de produção numa empresa, sistema SCADA representa-se em forma das árvores parecidas à do My Computer (fig. 7), contem pastas, subpastas, objectos dos tipos diferentes. Pode-se destacar seguintes tipos dos objectos: empresa, oficina, secção, posto de trabalho, equipamento, conjunto, tags, écrans, alarmes, receitas, historia, relatórios, drivers, base de dados, etc. Estes objectos representam elementos principais do sistema de controle e gestão e permitem ver todos os pormenores de funcionamento do equipamento e do pessoal.

Os postos de trabalho numa oficina, empresa também podem ser apresentados em forma dos esquemas (fig. 8, 9) que contêm todos os elementos de controle e gestão. Nos écrans do sistema pode-se ver os parâmetros, regimes, pormenores de funcionamento do equipamento e do pessoal no regime do tempo real em forma de dados numéricos, gráficos, tabelas, vídeos, etc.

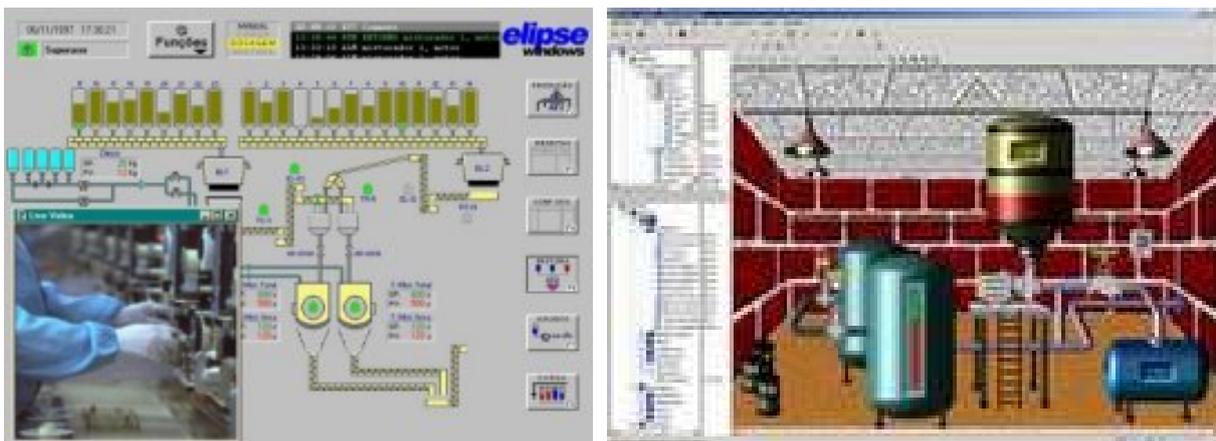
Estrutura do sistema SCADA



Exemplo do editor gráfico do sistema de supervisão



Exemplos dos esquemas dos postos de trabalho das oficinas



Pode-se indicar seguintes sistemas SCADA: 1) SIMATIC WinCC da Siemens; 2) FIX DMACS da Intellution Inc.; 3) Elipse Scada da Elipse Software; 4) Trace Mode, Micro Trace Mode da AdAstra; 5) Adroit da Cimnet; 6) CitecSCADA da Citec; 7) Proficy HMI/SCADA – CIMPLICITY da GE Fanuc Automation; 8) Master SCADA da InSAT; 9) InTouch da Wonderware, 10) MOSCAD da Motorola, etc. Há sistemas SCADA de Allen Bradly, Mitsubishi, AEG, Modicon, SquareD, Interllution, etc.

Aplicam-se seguintes sistemas de distribuição DCS: DNC Professional, Factelligence for Shop da Cimnet, da Honeywell, Fisher Controls, Foxboro, Asea Brown-Bovery, Bailey Controls, Johnson-Yokogaiwa, Measurex, etc.

Sistemas MES

Os sistemas **MES** (Manufacturing Execution Systems) são sistemas de planeamento, gestão e controlo operativo, no regime do tempo real, dos processos, documentos de produção, recursos das secções, oficinas e transferencia da informação de funcionamento das oficinas para os sistemas ERP de gestão da empresa e vice versa. O sistema MES representa a ferramenta de gestão dos dirigentes das oficinas, seus sectores. A gestão operativa da produção realiza-se com base de dados filtrados e tratados obtidos do sistema SCADA, dados dos diversos postos de trabalho, serviços da empresa (de planeamento, gestão, controlo, abastecimento, preparação construtiva e tecnológica da produção, etc.). Os objectivos principais do sistema MES são: a optimização de uso dos recursos das oficinas (materiais, energéticos, de equipamento e pessoal), optimização dos processos de produção, índices de produção de secções, oficinas, empresas (da qualidade do produto e do trabalho, da produtividade, do consumo de energia, materiais, preço de custo, etc.).

Segundo a norma ISA SP 95 os sistemas MES têm seguintes funções:

- controlo operativo no tempo real do estado e da distribuição dos recursos de produção (RAS), descrição detalhada da história dos recursos (de máquinas, dispositivos, ferramentas, materiais, documentos tecnológicos, pessoal, etc.), garantia de ajustamento certo do equipamento;
- planeamento operativo e detalhado de trabalhos nas oficinas (ODS), baseado nas prioridades, características e propriedades da produção concreta, cálculo e optimização de ocupação do equipamento e pessoal por turnos;
- distribuição operativa de trabalhos e controlo de produção no tempo real (DPU), controlo de execução das operações, ocupação do equipamento e pessoal, de execução das encomendas, volumes, partidas, correspondência aos planos da oficina, sua correcção;
- gestão operativa de documentos (DOC), controlo de conteúdo, transferência, conservação dos documentos que acompanham os produtos (instruções, normas, cartões de rota e de operações, programas de tratamento das peças, inscrições das paridas, comunicações de alterações técnicas do produto e da sua fabricação, documentos de transferência de turno para turno, documentos de planeamento da oficina e relatórios da sua realização, etc.);
- recolha operativa e conservação de dados (DCA), recepção, acumulação dos dados técnicos, tecnológicos e de gestão que circulam na oficina, sua transferência aos sistemas, serviços diversos e ao pessoal;
- gestão operativa de pessoal (LM), tempo de chegada, ausência, saída, sua ocupação, qualidade de trabalho, correspondência do pessoal aos certificados, registo e controlo de responsabilidade, custos, trabalhos executados principais, auxiliares, combinados, de preparação, alargamento da zona de trabalho;
- gestão operativa da qualidade do produto (QM), medição, recolha dos dados da qualidade do produto no tempo real, sua análise, elaboração das propostas de garantia, aumento da qualidade, correlação, análise estatística de dados;
- controlo operativo de processos de produção (PM), correcção dos processos de produção para garantir, aumentar qualidade de trabalho, diminuir tempo, custos de produção;

- gestão operativa manutenção e reparação dos fundos de produção (MM), planeamento, organização de manutenção preventiva, reparação operativa do equipamento de produção e tecnológico, dos dispositivos, ferramentas, instalações de construção civil, etc.;
- registo da história do produto (PTG), onde, em que sequência, quem fez trabalhos com produto dado, que componentes, materiais forem utilizados e quem forneceu-os, registo do número de partida, de série, condições correntes de produção, desvios das normas, criação do passaporte técnico dos produtos;
- análise da produtividade (PA), registo e comparação da produtividade corrente real com anterior e esperada, representação dos relatórios sobre utilização dos recursos, existência dos recursos, tempos de ocupação dos recursos, sua correspondência aos valores planeados, normais, etc.

Os sistemas SCADA e MES permitem organizar o planeamento e a gestão da empresa, das suas oficinas operativo e objectivo, fazem o processo de produção controlável e dirigível, pois se realizam com base da informação real e fidedigna, obtida directamente dos postos de trabalho. A gestão operativa permite a detecção e resolução oportuna de problemas de produção, o controlo no tempo real do carregamento e do estado do equipamento de produção e do pessoal, a obtenção dos índices de produção principais (qualidade, produtividade, preço de custo) em conformidade com o estado real da produção. A objectividade e fidedignidade da informação garante a optimização dos processos de produção com base de análise objectiva, diminuí a influência do factor de homem.

Pode-se destacar os seguintes sistemas MES: 1) **Simatic IT** da Siemens; 2) **Factelligence IP** da Cimnet; 3) **FIX BOS** da Intellution Inc.; 4) **T-Factory MES** da AdAstra; 5) **infor:MES** da Infor Business Solutions AG, etc.

Redes, Internet e Intranet

Todos os computadores numa instituição geralmente se ligam numa rede local que se chama Intranet. Geralmente utiliza-se a arquitectura da rede servidor – cliente. Quer dizer, na instituição instala-se um ou alguns computadores potentes e rápidos (servidores) onde se instalam os pacotes de sistemas informáticos e acumula-se toda a informação da instituição, cria-se base de dados, cópias de documentos, ficheiros. Todos os outros computadores podem ser ligados a um destes servidores através de PDM ou podem ser agrupados e cada grupo liga-se ao seu servidor local que, por sua vez, ligam-se aos servidores principais da instituição.

A ligação dos computadores na rede local pode ser feita através de cabos de fibra óptica ou através de router e adapteres wireless que dão maior flexibilidade. A ligação com instituições distantes realiza-se através da Internet que, por sua vez, realiza-se através dum servidor da instituição. O servidor da instituição, por sua vez, pode ser ligado a um computador do provider regional através de cabo de fibra óptica ou antena e adapter wireless, ou pode ter sua própria ligação a um satélite de comunicação.

Para garantir a privacidade de ligação e restrição de acesso a informação da instituição aplicam-se diferentes sistemas de codificação da informação que se realiza através dos sistemas informáticos especiais. Grande importância também tem a protecção da informação e do sistema informático da sua danificação ou perda total por causa dos víruses, ataques dos hackers, avarias fatais dos sistemas informáticos, roubos, etc.

Para garantir bom funcionamento do sistema informático é necessário:

- 1) organizar a guarda, segurança na instituição;
- 2) organizar uma assistência técnica regular do equipamento (semanal, mensal, etc.);

- 3) guardar bem cópias de todos os programas (software);
- 4) quotidianamente fazer cópias dos documentos, ficheiros criados;
- 5) regularmente renovar antivírus, sistema operacional e outros sistemas informáticos;
- 6) regularmente controlar todos os sistemas informáticos na presença de víruses, etc.

3. PRINCÍPIOS DA ESCOLHA E IMPLEMENTAÇÃO DOS SISTEMAS INFORMÁTICOS

Há de indicar que muitas das vezes o uso dos sistemas informáticos não dá o resultado positivo e mesmo pode levar à falência da instituição por causa da impossibilidade de devolver os empréstimos. As razões disso podem ser diferentes, por exemplo, sistemas informáticos escolhidos: não servem para resolução dos problemas da instituição; não correspondem às normas estatais locais, trabalham com muitas falhas; são muito caros e não garantem o retorno do capital; são incompatíveis com outros sistemas ou equipamento que se usam na instituição ou fazem erros de interligação; utentes ou a instituição em geral não estão preparados para aplicação dos sistemas informáticos, etc. Por isso é muito importante fazer a escolha certa e preparar-se bem para implementação dos sistemas informáticos.

O processo da escolha e implementação dos sistemas informáticos pode ser dividido em 5 fases:

- 1) elaboração do plano da escolha e implementação dos sistemas informáticos;
- 2) identificação dos sistemas informáticos e vendedores potenciais;
- 3) avaliação detalhada dos sistemas informáticos e vendedores potenciais;
- 4) selecção final dos sistemas informáticos e vendedores;
- 5) implementação dos sistemas informáticos.

3.1. Elaboração do plano e nomeação da equipa

Nesta fase no início faz-se a nomeação do responsável e de alguns membros do grupo dos executivos e funcionários seniores para desenvolver uma ideia nova que fazem seguinte:

- 1) determinam os objectivos, as perspectivas, propostas de desenvolvimento do negócio, desvantagens dos sistemas informáticos existentes;
- 2) avaliam a necessidade de implementação dos sistemas informáticos novos para atingir seus objectivos;
- 3) criam o plano de projecto e a equipa da selecção e implementação do sistema informático.

Os objectivos, as perspectivas, propostas de desenvolvimento do negócio, desvantagens dos sistemas informáticos existentes determinam-se através de entrevistas dos gestores e executivos seniores:

- 1) de administração da instituição;
- 2) de sector de informática;
- 3) de sectores operacionais e funcionais correspondentes.

A necessidade de implementação dos sistemas informáticos novos determina-se através de seguintes passos:

- 1) faz-se um estudo das desvantagens dos sistemas informáticos existentes;
- 2) faz-se uma identificação das alternativas existentes possíveis;
- 3) faz-se uma análise prévia dos custos e benefícios de aplicação dos sistemas novos.

O plano de projecto e a equipa da selecção e implementação do sistema informático criam-se através de seguintes passos:

- 1) define-se a estrutura, as etapas do plano de projecto;
- 2) definem-se as tarefas e prazos de execução das etapas;
- 3) escolham-se os executores responsáveis das etapas;
- 4) aprova-se o plano e os responsáveis de execução das etapas;
- 5) recolha-se a equipa e determinam-se as tarefas de todos os membros;
- 6) aprova-se a equipa.

3.2. Identificação dos sistemas informáticos e vendedores potenciais

Nesta fase os membros da equipa realizam seguintes etapas:

- 1) determinam-se as possibilidades funcionais necessárias e as exigências técnicas aos sistemas informáticos;
- 2) identificam-se os sistemas informáticos potenciais que satisfazem às exigências escolhidas;
- 3) identificam-se os vendedores potenciais;
- 4) faz-se uma requisição dos sistemas informáticos escolhidos.

As possibilidades funcionais necessárias e exigências técnicas aos sistemas informáticos determinam-se através de seguintes passos:

- 1) faz-se uma revisão do plano de projecto e seus objectivos;
- 2) faz-se uma elaboração duma lista das possibilidades funcionais necessárias;
- 3) estudam-se as normas estatais locais que têm que ser cumpridas;
- 4) determinam-se as exigências técnicas aos programas e ao equipamento;
- 5) determina-se a prioridade das possibilidades funcionais e exigências técnicas;
- 6) determinam-se as possibilidades funcionais e exigências técnicas suficientes para satisfazer os objectivos do projecto.

Os sistemas informáticos potenciais escolham-se de seguinte maneira:

- 1) cria-se uma lista dos sistemas informáticos existentes que podem ser usados para resolução dos problemas do tipo determinado;
- 2) determinam-se as possibilidades funcionais e as exigências técnicas dos sistemas existentes;
- 3) faz-se uma avaliação prévia e superficial dos sistemas informáticos existentes com base duma série dos critérios:

- correspondência das possibilidades funcionais e das exigências técnicas dos sistemas informáticos observados às possibilidades e exigências escolhidas;
 - compatibilidade dos sistemas informáticos novos entre si e com sistemas informáticos existentes na instituição;
 - garantias de desenvolvimento e renovação dos sistemas informáticos observados;
 - opinião dos utentes principais e dos especialistas correspondentes, etc.;
- 4) faz-se uma lista curta dos sistemas informáticos potenciais com base dos resultados da avaliação prévia e dos preços.

A escolha dos vendedores potenciais pode ser realizada através das seguintes acções:

- 1) cria-se uma lista dos vendedores existentes com seus requisitos;
- 2) faz-se uma avaliação prévia e superficial dos vendedores com base numa série dos critérios:
 - tempo de funcionamento e experiência na área;
 - seu estado económico;
 - clientes principais, suas opiniões, recomendações e reclamações;
 - realização dos cursos de preparação dos utentes;
 - prestação de serviços de ajustamento, adaptação e implementação;
 - prestação de serviços de renovação e assistência técnica durante aplicação, etc.;
- 3) faz-se uma lista curta dos vendedores potenciais com base dos resultados da avaliação prévia e dos preços.

A requisição dos sistemas percorre seguintes passos:

- 1) faz-se a preparação dos requerimentos detalhados para vendedores escolhidos com indicação dos sistemas escolhidos, das possibilidades funcionais e exigências técnicas necessárias;
- 2) faz-se a aprovação dos requerimentos e recepção das garantias de pagamento;
- 3) faz-se o envio dos requerimentos aos vendedores escolhidos.

A recolha da maior parte da informação de sistemas informáticos e de vendedores pode ser feita por meio de máquinas de procura da Internet, por exemplo, www.google.br, etc. A procura da informação na Internet faz-se através das palavras chaves, palavras que definem a essência do conteúdo e que fiquem presentes nos artigos disponíveis na Internet e não por meio do sentido que têm estas palavras. Por isso é muito importante definir estas palavras chaves, variantes diversas, combinações possíveis delas, aplicação de palavras chaves em diferentes línguas, organização da procura em artigos de diferentes línguas, etc. A apresentação das palavras chaves através de minúsculas, maiúsculas ou combinação de minúsculas e maiúsculas não tem diferença. As palavras chaves em diferentes formas de conjugação, singulares ou plurais, percebem-se como palavras diferentes.

Quando palavras chaves apresentam-se entre aspas, procuram-se os artigos que têm exactamente aquelas palavras e naquela mesma sequência mas em qualquer formato. Se fizer um erro numa das palavras ou na sua sequência, o resultado da procura será nulo. Quando as palavras chaves apresentam-se sem aspas, realiza-se a procura de artigos que tem as palavras indicadas em qualquer sequência e formato, mesmo distantes uma doutra.

Não se recomenda indicar as frases compridas entre aspas, nem muitas palavras chaves sem aspas indicadas numa sessão, a probabilidade de encontrar os artigos que contêm muitas palavras indicadas é pequena.

A seguir apresentam-se alguns exemplos de palavras chaves e efeitos correspondentes:

1) CAD – estarão encontrados todos os artigos que têm estas 3 letras nesta sequência mas em qualquer formato (CAD, cad, Cad, cAd, caD, etc.);

2) “Computer Aided Design” - estarão encontrados todos os artigos que têm estas 3 palavras em inglês, apresentados junto e nesta mesma sequência mas em qualquer formato de apresentação;

3) “desenho assistido por computador” - estarão encontrados todos os artigos que têm estas 3 palavras em português, apresentados junto e nesta mesma sequência mas em qualquer formato de apresentação;

4) sistemas CAD - estarão encontrados todos os artigos que têm a palavra “sistemas” e a palavra “cad” dispostos junto uma com outra ou afastadas uma doutra e em qualquer sequência e formato de apresentação;

5) sistema cad - estarão encontrados todos os artigos diferentes da procura anterior, que têm a palavra “sistema” e abreviatura “cad” em qualquer formato dispostos junto uma com outra ou afastadas uma doutra e em qualquer sequência e formato de apresentação.

Há de sublinhar que as máquinas de procura pode apresentar uma grande quantidade de artigos que contêm as palavras chaves indicadas (centenas ou mesmo milhões). Os resultados de procura apresentam-se em forma da lista de 10 primeiros resultados e no fim desta lista apresentam-se os números de outras dezenas de resultados que se pode ver se clicar nestes números com botão esquerdo do rato. Infelizmente a maior parte destes artigos tem a informação comercial, de publicidade e tem pouca informação essencial. A única maneira de encontrar a informação pretendida é abrir e ver um por um os artigos que encontrou a máquina de procura.

Quando estiver conhecido o nome dum sistema informático ou do seu produtor, este nome pode ser usado como palavra chave na máquina de procura ou no endereço de site. Por exemplo, está conhecido o nome do sistema CAD – “Inventor” e do seu produtor - firma “Autodesk”. Neste caso pode-se aplicar estas palavras (inventor e autodesk) separadamente como palavras chaves na máquina de procura. Pode-se, também, introduzir na linha de endereços do MS Internet Explorer e verificar a existência dos sites do tipo www.autodesk.com, www.autodesk.com.br, www.autodesk.pt, www.autodesk.co.mz, www.autodesk.net, www.autodesk.info, etc. e da mesma maneira com palavra inventor – www.inventor.com, www.inventor.com.br, www.inventor.pt, www.inventor.co.mz, www.inventor.net, www.inventor.info, www.inventor.edu, etc.

Quando encontrar um artigo com uma informação útil, há de registar ou copiar o endereço completo deste artigo da linha de endereços do MS Internet Explorer e marcar ou copiar uma parte ou todo o artigo num seu documento, digamos de MS Word, ou numa pasta apropriada, para leitura e análise posterior.

3.3. Avaliação detalhada dos sistemas informáticos e vendedores potenciais

Na fase de avaliação detalhada das variantes potenciais realizam-se seguintes etapas:

1) faz-se uma preparação para avaliação detalhada;

- 2) faz-se uma avaliação detalhada dos sistemas informáticos previamente escolhidos;
- 3) faz-se uma avaliação detalhada dos vendedores previamente escolhidos.

Na etapa de preparação para avaliação detalhada fazem seguintes acções:

- 1) determina-se a metodologia de avaliação detalhada;
- 2) recolham-se e organizam-se os dados necessários para avaliação de seguinte maneira:
 - faz-se um estudo de artigos profissionais, realizam-se entrevistas de utilizadores, expertos e vendedores;
 - faz-se uma aquisição de guias, vídeos, tutoriais, sistemas de demonstração e de ensino, etc.;
 - faz-se uma inscrição e assistência dos cursos correspondentes para utentes (opção);
 - faz-se um arrendamento dos sistemas correspondentes para sua aplicação durante um período relativamente curto e sua avaliação posterior (opção).

A avaliação detalhada dos sistemas informáticos previamente escolhidos pode ser feita por meio de seguintes acções:

- 1) faz-se uma avaliação da correspondência das possibilidades funcionais dos sistemas informáticos observados às necessidades da instituição, às normas estatais locais e da possibilidade da sua correcção, adaptação e adição às necessidades da instituição;
- 2) faz-se uma avaliação da correspondência dos parâmetros técnicos do equipamento necessários para bom funcionamento dos sistemas informáticos observados e sua comparação com parâmetros técnicos do equipamento existente na instituição;
- 3) faz-se uma análise da compatibilidade dos sistemas informáticos novos entre si e com sistemas existentes;
- 4) faz-se uma avaliação da necessidade de reestruturação dos processos de negócio da instituição;
- 5) faz-se uma análise da probabilidade do desenvolvimento e renovação dos sistemas informáticos observados;
- 6) faz-se uma análise da experiência de aplicação dos sistemas informáticos observados, das recomendações e reclamações dos utentes e expertos conhecidos;
- 7) faz-se uma comparação dos preços dos sistemas informáticos observados, dos custos de aplicação, arrendamento, assistência técnica, reestruturação do negócio, das receitas a obter, etc.

A avaliação detalhada dos vendedores potenciais pode ser feita por meio da recolha dos dados das fontes fidedignas, através de entrevistas dos representantes de câmaras de comércio, ministérios, bancos, órgãos fiscais, clientes, etc. Com base da informação recolhida faz-se seguinte:

- 1) avalia-se a experiência dos vendedores na área, período do seu funcionamento;
- 2) avalia-se o estado económico dos vendedores, a sua estabilidade e evolução;
- 3) avalia-se a possibilidade de prestação dos serviços de preparação dos utentes, de ajustamento, adaptação e implementação dos sistemas, de renovação e assistência técnica durante aplicação;

- 4) avalia-se a honestidade dos vendedores, o cumprimento dos seus compromissos, prazos marcados, a qualidade dos seus serviços.

3.4. Selecção final dos sistemas e vendedores

Pode-se destacar duas etapas da selecção final:

- 1) escolha da melhor variante dos sistemas informáticos e vendedores;
- 2) negociação com vendedores.

Na escolha da melhor variante dos sistemas informáticos e vendedores realizam-se seguintes acções:

- 1) faz-se um cálculo dos índices de viabilidade de compra ou arrendamento dos sistemas informáticos potenciais;
- 2) comparam-se os índices de viabilidade e escolham-se os sistemas informáticos que têm melhores índices;
- 3) faz-se uma comparação e escolha final dos vendedores.

Geralmente, é melhor, é mais fácil e seguro adquirir os sistemas informáticos diversos dum mesmo produtor internacionalmente reconhecido e dum mesmo vendedor que tem ligações contratuais com produtor destes sistemas informáticos.

Como índices económicos de viabilidade de uso dos sistemas informáticos utilizam:

- o valor actual líquido VAL;
- a taxa interna do retorno TIR;
- o prazo de recuperação de investimento h;
- o rentabilidade do projecto R_p , etc.

O VAL é mais usado para avaliação de viabilidade e muitas das vezes é suficiente que pode ser determinado pela fórmula seguinte:

$$VAL = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - C_i)}{(1 + d)^n} - I ,$$

onde R_i – receitas do i-esimo ano; C_i – custos de i-esimo ano; d – coeficiente de depreciação; I – investimentos iniciais.

Se nenhum sistema existente corresponder bem as necessidades da instituição avaliam-se seguintes variantes:

- 1) possibilidade de modificação dos sistemas informáticos existentes;
- 2) possibilidade de modificação dos processos de negócio aplicados na instituição em conformidade com regras de funcionamento dos sistemas informáticos escolhidos;
- 3) criação dum sistema original através de contratação das instituições competente;
- 4) criação dum sistema original por meio dos seus próprios especialistas;
- 5) abandono da ideia de informatização duma certa actividade.

A selecção dos vendedores realiza-se através de comparação da sua experiência, honestidade, qualidade de serviço, seu estado económico, sua possibilidade de acompanhar a implementação e exploração dos sistemas, etc. (veja critérios da sua avaliação detalhada).

Na etapa de negociação com vendedor realizam-se seguintes acções:

- 1) faz-se uma elaboração do esboço do contracto;
- 2) faz-se uma avaliação das condições do contracto por juristas, dirigentes da instituição;
- 3) faz-se uma negociação das condições do contracto com vendedor escolhido;
- 4) faz-se uma preparação final do contracto;
- 5) assina-se o contracto.

3.5. Implementação dos sistemas informáticos

Na fase de implementação dos sistemas escolhidos realizam-se as seguintes etapas:

1. Correção e aprovação da parte de implementação do plano;
2. Preparação dos utentes e do pessoal de serviço técnico para trabalho com sistemas e tecnologias informáticos novos, avaliação da sua aptidão;
3. Controlo de funcionamento e compra do equipamento novo escolhido (hardware);
4. Instalação, ligação e configuração do equipamento, configuração da rede local (intranet), internet e verificação do seu funcionamento;
5. Compra ou arrendamento dos pacotes de programas escolhidos (software);
6. Instalação, configuração e verificação do funcionamento dos programas e sistemas escolhidos;
7. Adaptação dos sistemas informáticos adquiridos às condições da instituição;
8. Adaptação dos utentes e do pessoal de serviço técnico;
9. Assistência técnica, recuperação, renovação e modificação dos sistemas informáticos (hardware e software).
10. Avaliação dos benefícios reais de uso dos sistemas informáticos adquiridos.

Alguns pormenores da execução dos passos da selecção dos sistemas informáticos pode-se encontrar na [Captterra's Software Selection Methodology](#).

PERGUNTAS DA DISCIPLINA

1. O que se compreende sobre sistema CIM (Computer Integrated Manufacturing) / PLM (Product Lifecycle Management) / CALS (Continuous Acquisition and Lifecycle Support)?
2. Descrever as etapas do ciclo de vida do produto antes / durante / depois da sua produção.
3. Descrever brevemente as etapas históricas de informatização das etapas de vida dum produto.
4. Descrever brevemente os tipos dos sistemas de informatização das etapas de vida dum produto que foram elaborados nos anos 70 e 80 / 80 e 90 / 2000.
5. Apresentar a estrutura do sistema CIM com breve descrição dos seus componentes.
6. Descrever os princípios de criação do sistema CIM.
7. Indicar as normas principais de criação dos sistemas CIM.
8. Indicar os objectivos principais da informatização do ciclo de vida do produto.
9. Descrever brevemente os componentes dos sistemas integrados CAD/CAM, seu destino, indicar quem trabalha com estes sistemas e dar alguns exemplos destes sistemas para grandes, médias e pequenas empresas.
10. Descrever brevemente o destino, as funções dos sistemas CAD (Computer Aided Design) / CAE (Computer Aided Engineering) / CAPP (Computer Aided Process Planning) / CAM (Computer Aided Manufacturing) / PDM (Product Data Management), indicar quem trabalha com estes sistemas e dar alguns exemplos destes sistemas para grandes, médias e pequenas empresas.
11. Descrever um exemplo da interface do sistema CAD / CAE / CAPP / CAM.
12. Descrever brevemente os módulos e seu destino / as funções dos sistemas integrados MRP II (Material Resource Planning) / ERP (Enterprise Resource Planning) / CSRP (Customer Synchronized Resource Planning), indicar quem trabalha com estes sistemas e dar alguns exemplos destes sistemas para grandes, médias e pequenas empresas.
13. Indicar a diferença entre os sistemas integrados MRP II / ERP / CSRP.
14. Descrever um exemplo da interface do sistema MRP II / ERP / CSRP.
15. Descrever brevemente o equipamento (componentes de hardware) das oficinas de CIM / FMS (Flexible Manufacturing System) / FMC (Flexible Manufacturing Cell).
16. Descrever os tipos do equipamento CNC / das células / linhas automáticas / dos PLC (Programmable Logic Controller) / sensores, indicar bases da sua programação, seu destino e fabricantes principais.
17. Descrever os requisitos do equipamento informático necessário para CIM, a estrutura de ligação dos computadores e as condições do seu funcionamento seguro.
18. Descrever brevemente o destino, as funções do sistema SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) / DCS (Distributed Control Systems) / MES (Manufacturing Execution Systems), indicar quem trabalha com estes sistemas e dar alguns exemplos destes sistemas.
19. Descrever um exemplo da interface do sistema SCADA / MES.
20. Descrever as etapas e acções da elaboração do plano da escolha e implementação dos sistemas informáticos / identificação dos sistemas informáticos e vendedores potenciais / avaliação detalhada dos sistemas informáticos e vendedores potenciais / selecção final dos sistemas informáticos e vendedores / implementação dos sistemas informáticos.