

SISTEMAS ABERTOS PARA TRANSFERÊNCIA ELETRÔNICA DE INFORMAÇÕES TÉCNICAS DE PROJETO (EDI - C³)

Autores

José Sidnei Colombo Martini

Prof. Dr. da EPUSP,
Diretor Presidente CBB Sistemas

COLEÇÃO PTC

DEVOLVER AO BALCÃO DE EMPRÉSTIMO

IPEN-DOC-

5770

José Eduardo Zindel Deboni

Doutorando da EPUSP, Engenheiro IPEN,
Chefe do Depto. de Processamento de Dados da COPESP

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
Departamento de Engenharia de Computação e Sistemas Digitais
Av. Prof. Mello Moraes 2373
05508 - São Paulo - SP

RESUMO

A transferência eletrônica de informações técnicas entre entidades de projeto é uma necessidade atual, nascida de um esforço de integração no processo de automação de projeto. Inicialmente, estuda-se as características particulares das informações de projeto, e a sua organização na forma de arquivos eletrônicos. Descreve-se então o processo de transferência segundo os critérios OSI de sistemas abertos, onde são detalhadas as diversas camadas que compõe o modelo. O trabalho apresenta um exemplo de implementação e conclui propondo novas áreas de pesquisa.

PALAVRAS CHAVES

Automação de Projetos, CAD, Engenharia Simultânea, Comunicação de Dados, EDI, Sistemas Abertos

1. INTRODUÇÃO

A complexidade dos projetos de engenharia atuais impede que o trabalho seja desenvolvido por um único grupo isolado. Diversas equipes cooperam entre si, e contribuem para um bom resultado de conjunto final. No caso de projetos onde há desafios tecnológicos a suplantarem, além das empresas projetistas e de consultoria, também são chamadas a participar as universidades e os institutos de pesquisa. Ao contratante e patrocinador do projeto, geralmente cabe a tarefa de divisão dos trabalhos, e integração dos resultados individuais. Durante o desenvolvimento do empreendimento, uma grande quantidade de informação circula entre os participantes. Relatórios técnicos, memoriais de cálculo, memoriais descritivos, especificações, plantas, esquemas, desenhos técnicos de detalhamento e montagem exemplificam o conjunto de documentos que compõem um projeto de engenharia. Este trabalho trata do processo de transferência de informações técnicas entre os participantes de um projeto, propõe um modelo aberto para este sistema de comunicação e discute aspectos da sua implementação prática.

O primeiro passo na direção da automação de um projeto, é o de incrementar a produtividade de tarefas específicas relacionadas à fase de desenvolvimento (1,3). Editores de texto permitem a criação de textos de modo rápido e com grande qualidade, incorporando a eles desenhos e gráficos. Os programas CAD surgem, inicialmente bidimensionais, como um ferramenta de alta produtividade para a execução de desenhos. Os modelos são criados e modificados mais rapidamente que no processo tradicional. Mais sofisticado, o CAD tridimensional sugere uma nova concepção de projeto e viabiliza a extração direta dos desenhos bidimensionais. O CAD torna-se também uma poderosa ferramenta de integração, permitindo já na fase de projeto, se obter uma representação bastante precisa do aspecto final do sistema, simular sua operação e prever eventuais erros de projeto. O computador torna-se assim uma ferramenta indispensável ao desenvolvimento de um projeto de engenharia.

A disponibilidade de ferramentas computacionais nos escritórios dos participantes de um grande projeto, cria um ambiente favorável à transferência de informações eletrônicas entre eles. A tentativa de se eliminar o documento impresso, e passar a se utilizar diretamente o documento

eletrônico, surge como uma evolução natural do processo de automação. Em um ambiente confinado de projeto, as redes locais se apresentam como solução ideal ao problema de comunicação. No entanto, elas são insuficientes para se estabelecer a comunicação em um ambiente disperso geograficamente e composto por uma diversidade de ferramentas computacionais. Uma organização maior do processo de comunicação, é necessária para garantir que a transferência das informações se realize de modo eficiente e seguro.

Como um grande contratante e patrocinador de projetos da indústria americana, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos há tempos identificou a necessidade da troca de informações de projeto. Este assunto é parte importante do seu programa de engenharia simultânea (DICE) (4), lançado em 1988. O problema foi equacionado pela criação de um programa de normas e padrões, conhecido pela sigla CALS (Computer Aided Acquisition and Logistics Support)(2), ao qual a indústria mundial de software ainda está de adaptando.

2. BENEFÍCIOS DA TRANSFERÊNCIA ELETRÔNICA

A eficiência de comunicação oferecida pela transferência eletrônica de informações, se traduz em uma economia de tempo de projeto e uma redução no custo global. Estes dois benefícios estão associados à eliminação do retrabalho, ocasionado pelas frequentes alterações na fase de projeto, ou modificações na fase de construção (as built). Em ambos os casos, para realizar estas alterações com ferramentas computacionais deve-se, inicialmente, recriar os documentos originais com base nos desenhos impressos, para daí modificá-los. Caso os documentos eletrônicos sejam mantidos, a modificação e manutenção dos desenhos é bastante simplificada.

O uso das ferramentas computacionais auxilia também a tarefa de integração executada pelo contratante. Recebendo de cada equipe envolvida no projeto a sua contribuição individual na forma eletrônica, é possível integrar o projeto, verificar interferências e detectar erros automaticamente. O CAD tridimensional é bastante útil neste caso, permitindo verdadeiras caminhadas eletrônicas pelo projeto (walkthru).

Economiza-se também os recursos gastos na produção, arquivamento e distribuição de documentos impressos. Gerencia-se informações em mídia eletrônica mais facilmente que com a mídia impressa. Necessita-se um espaço físico menor para o seu armazenamento, e possibilita-se a criação de cópias de segurança, que mantem a integridade da informação.

Como vantagem adicional, e similarmente à eliminação dos cartões perfurados pelos terminais de entrada de dados, a eliminação do papel como meio de saída, reduz a necessidade de celulose, com ganhos imediatos ao meio ambiente.

3. BARREIRAS À INTEGRAÇÃO

Uma grande barreira à integração completa das empresas de projeto é a falta de padrões eficazes para troca de informações técnicas. Ao contrário das informações comerciais, que se restringem a textos e dados numéricos, a informação técnica é fortemente gráfica. A diversidade de ferramentas e a sua constante evolução ainda não possibilitou se estabelecer um padrão para troca destas informações.

A grande quantidade de informações que compõe um projeto é também uma barreira a uma comunicação eficiente. Se considerarmos também, que um projeto é revisto algumas vezes antes do seu final, a necessidade de comunicação se multiplica, tornando o volume de informações transferidas ainda maior. Exige-se o uso de canais de comunicação especiais de alta performance e elevado custo.

Outro grande obstáculo à eliminação do papel é a obrigatoriedade de se certificar os documentos de projeto através de uma assinatura. Esta certificação traduz a responsabilidade técnica sobre o projeto. O papel é um meio de documentação do projeto que permite a assinatura do projetista, e limita as alterações indevidas. A flexibilidade de alterações em um documento eletrônico torna-se agora um problema, não havendo garantia de que o projeto original não será modificado sem autorização.

4. MODELO ABERTO DE TRANSFERÊNCIA

Verificada a complexidade da troca de documentos de projetos entre empresas, sugere-se um modelo que organize esta transferência e permita tratá-la por etapas. O modelo proposto segue a estrutura do modelo OSI de 7 camadas, adaptado neste caso, à interconecção eletrônica de sistemas de projeto (EDI).

O modelo OSI (Open Systems Interconnection) é o resultado do trabalho conjunto do governo americano e de empresas privadas, no sentido de se obter um padrão internacional para interconecção de sistemas, independente do fornecedor do hardware ou software. A solução da ISO foi de se estabelecer um modelo básico de referência (ISO 7498), composto por 7 camadas, estruturadas pelas fases do processo de interconecção. A figura 1 ilustra o modelo, que é composto por:

1. Camada Física: ligada à conexão física;
2. Camada de dados: ligada à informação básica para a comunicação;
3. Camada de rede: ligada ao roteamento e à conexão entre duas redes;
4. Camada de transporte: ligada à transferência de dados entre os dois sistemas;
5. Camada de sessão: ligada à transferência de dados entre aplicações;
6. Camada de apresentação: ligada às transformações dos dados e ao seu formato;
7. Camada aplicação: relacionando os dados às atividades do usuário final.

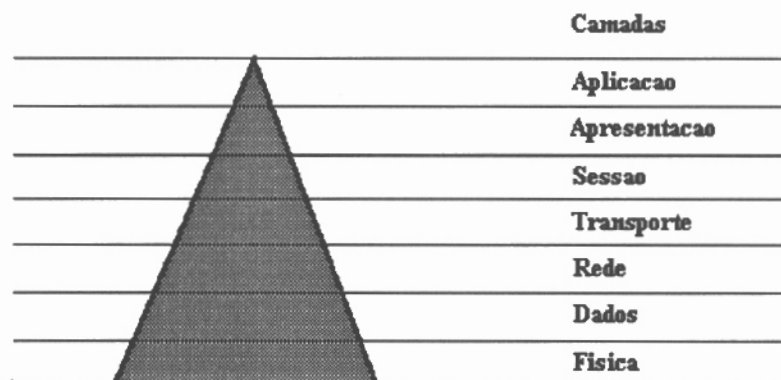


Figura 1. Modelo Aberto de Comunicação ISO/OSI

Apresenta-se a seguir cada uma destas camadas adaptadas à troca de informações de projeto entre empresas. A apresentação parte da camada mais alta para a mais baixa, por ser esta a ordem mais natural ao usuário final.

4.1 Camada de Aplicação

Relaciona-se aqui não ao formato do arquivo mais sim ao seu conteúdo. Nesta camada se estabelece a estrutura interna dos documentos de modo a que empresas diferentes possam produzir documento semelhantes. São normas internas das empresas já existentes para documentos em papel, que podem ser adaptadas de modo a que os documentos gerados por diferentes aplicações sejam compatíveis entre si.

Estabelece-se, no caso dos desenhos a composição de níveis, o padrão de cores, a biblioteca de símbolos a ser usada, os tipos de linhas, etc. No caso dos arquivos de texto se estabelece um tipo de letra, o formato das paginas, a estrutura dos capítulos, os índices, etc.

Esta padronização é um requisito básico para que os documentos possam ser retrabalhados por outra entidade, diferente daquela que o originou. Uma norma ou manual de estilo pode ser a forma da sua implementação. Com uso de editores é possível também criar ferramentas de apoio, menus, folhas padrões, bibliotecas que auxiliem na implementação desta camada.

4.2 Camada de Apresentação

Estabelece o formato interno dos arquivos, de modo que um arquivo pode ser interpretado da mesma forma por diferentes aplicativos. Uma possibilidade de implementação desta camada poderia ser a adoção de único aplicativo. Esta solução no entanto, impõe a adoção de um único sistema, ferindo o princípio de igualdade de condições entre fornecedores, uma vez que quem

não possuir o sistema, estaria impedido de participar do projeto. Resolve-se o impasse com o uso de formato neutro padrão definido para cada tipo de arquivo ou com a homologação de um conjunto de ferramentas e o uso de tradutores entre elas.

No caso dos arquivos textuais, não existe um padrão comum de mercado que garanta a troca entre editores de texto. Especialmente no caso da acentuação, própria da nossa língua, não existe um padrão. Entretanto a maioria dos editores aceita, como formato de entrada, os arquivos dos outros editores, incluindo na própria ferramenta o seu tradutor. Pode-se neste caso aceitar textos de qualquer aplicativo bem difundido no mercado.

Uma tentativa de se estabelecer um padrão para arquivos textuais foi a criação de uma linguagem genérica para descrição de arquivo (SGML) (5), e de um formato padrão para troca de documentos o SDIF - Standard Document Interchange Format, normalizados pela ISO 8879 e ISO 9069. O seu uso está tendo boa aceitação na publicação de textos técnicos, mas ainda é pouco difundido comercialmente.

No caso de arquivos gráficos, divide-se os formatos possíveis em arquivos vetoriais, derivados de programas CAD, e arquivos *raster*, resultado da digitalização de imagens. Os principais esforços das associações de padronização estão na busca de um padrão para os arquivos vetoriais, que são mais versáteis para um retrabalho posterior. Nos desenhos digitalizados tem-se uma maior garantia de integração. Os formatos CCITT usados para FAX oferecem um padrão bem aceito, sendo possível uma conversão para outros formatos de imagens digitalizadas sem grandes dificuldades.

Os formatos existentes para padrões vetoriais são menos precisos e mais susceptíveis à erros de conversão. O formato mais tradicional do mercado é o IGES, implementado por todos os produtores de software de CAD, mas com um grande número de casos com resultados insatisfatórios. O STEP (6) surge como uma evolução do IGES, mas ainda não foi implementado por todos os fornecedores de software, apesar de ter se mostrado um padrão poderoso. O STEP permite a transmissão, além das informações gráficas, dos dados associados ao produto. Como padrão de facto, adotado por toda a indústria tem-se o DXF, que apresenta boa aceitação entre os fornecedores de programas de CAD, e um resultado melhor que o IGES para desenhos bidimensionais (7).

4.3 Camada de Sessão

Esta camada se relaciona com o sistema interno de distribuição de documentos da empresa. Nela estão: os endereços internos de projeto e as identificações do conteúdo de um documento, e dados como: autor, descrição, número do documento e revisão. Constitui o carimbo em um desenho, por exemplo. Como um documento é representado por um conjunto de arquivos, nesta camada estão também os nomes dos arquivos. Estes dados, numa implementação integrada, servirão para alimentar o sistema de gerenciamento de documentos, assunto tratado pelos sistemas conhecidos no mercado como Document Management Systems, ou Product Information Management (8).

4.4 Camada de Transporte

Estão incluídos nesta camada, o sistema de endereçamento dos meios de transporte utilizados, de modo a que as informações cheguem ao seu destino. No caso da implementação ser uma rede de comunicação de dados esta camada está ligada ao endereçamento adotado nesta rede. No caso dos dados serem transferidos pela troca de mídia magnética, a implementação está no endereçamento do rótulo da mídia. Este rótulo, analogamente ao endereçamento da rede, deve indicar no mínimo, a origem e o destino da informação e as datas relativas à comunicação.

4.5 Camada de Rede

Nesta camada encontram-se a formatação básica dos dados no meio adotado para a camada física. Aqui encontra-se também a possibilidade de criptografia e compactação dos dados. A criptografia, garante que apenas a origem e o destino terão acesso à informação, assegurando a segurança da comunicação. A compactação otimiza o uso do meio selecionado reduzindo o volume a ser transmitido. Pode-se associar a criptografia e a compactação dos dados em uma única função.

4.6 Camada de dados

Esta camada implementa o certificador dos documentos transmitidos. Esta certificação deve garantir os aspectos legais da transmissão. Deve permitir recuperar a verdadeira informação transmitida entre as empresas. A implementação desta certificação pode ser na forma de um

repositório destas comunicações. Repositório este que deve possuir um registro da origem, do destino, da data-hora da comunicação e uma cópia de salvaguarda da informação. A situação ideal, é que esta cópia fique sobre a guarda de uma terceira empresa, certificadora do processo de comunicação, analogamente ao EDI comercial. Deve-se observar que a cópia pode estar inteligível à esta empresa certificadora já que a criptografia está em um nível superior.

4.7 Camada Física

Nesta camada se estabelece o meio físico a ser usado para a comunicação. Como vimos este meio deve permitir o fluxo de um grande volume de dados. Tais condições são encontradas em meios velozes de comunicação como os links de rádios e as fibras óticas. O uso e linhas de comunicação tipo canal de voz, só se justifica para pequenas quantidades de informação ou para comunicações pouco frequentes. O facsímile é um exemplo deste uso. Pode-se transferir pequenos textos por este meio mas não é recomendado para textos longos, restrito pelo tempo necessário à transmissão.

Pode-se adotar uma rede de comunicação de dados para implementar esta camada, no processo de transferência de informações de projeto. Estabelece-se, neste caso, uma relação entre a camada física do sistema de comunicação de informações técnicas e novamente as 7 camadas do ISO/OSI, atribuídas agora à rede de comunicação de dados.

Como meio alternativo que apesar de não possuir uma grande velocidade, permite a comunicação de um grande volume de dados tem-se a troca de mídia magnética, ou ótica. Este meio além de eficaz possui um baixo custo de implantação, e é a forma ideal de iniciar a implantação do sistema. Usando um meio como este, dissocia-se o problema de comunicação técnica do projeto de redes de comunicação de dados.

5. REQUISITOS DE IMPLEMENTAÇÃO

A implementação de um sistema baseado neste modelo é a realização imediata, utilizando a tecnologia hoje disponível, desde que sejam adotadas como padrão alguns formatos hoje largamente utilizados. No entanto, a evolução deste tipo de sistema deverá se aprofundar nos seguintes aspectos:

- desenvolvimento de padrões de troca de arquivos,
- desenvolvimento e padronização dos sistemas de gerenciamento de documentos,
- sistemas de criptografia e compactação,
- sistemas de métrica de projeto baseado na evolução dos arquivos, e não mais no número de desenhos, ou no gasto de homens-hora,
- aspectos legais e contratuais sobre a certificação da comunicação,

A inovação deste modelo concentra-se na entidade certificadora da comunicação, que dará valor legal aos documentos, preservando uma cópia daqueles cuja importância justifique. A figura 2 abaixo modelo o sistema completo de comunicação, incluindo entre a origem e o destino, o certificador.



Figura 2. Modelo Completo de Comunicação de Informações de Projeto

6. EXEMPLO DE IMPLEMENTAÇÃO

Este modelo de camadas foi utilizado para a elaboração de um procedimento de troca e arquivamento de documentos de projeto em meio eletrônico entre uma empresa contratante e as suas contratadas. Os aspectos legais foram minimizados pois a troca eletrônica se limita à fase de análise prévia do projeto. Os documentos finais aprovados continuam a ser transferidos pelos métodos tradicionais. O papel de entidade certificadora fica eliminado pois há um interesse comum na troca. Ainda assim o setor de documentação da empresa contratante faz este papel e mantém o registro dos documentos que entram ou saem da empresa. Ambas as empresas ganham em agilidade e se beneficiam na troca de documentos eletrônicos.

O meio escolhido para a troca foi a transferência de dados de projeto em disquetes, pois alia-se o baixo custo com o grande volume de dados a serem trocados. Aproveitou-se a cultura existente nas empresas e preservou-se a numeração, os padrões já existentes dos documentos e sua simbologia. Para garantir que haveria uma compatibilidade total entre os diferentes programas aplicativos envolvidos, foi realizado um estudo que selecionou um subconjunto do padrão DXF, aceito por diversos aplicativos como o padrão para arquivos de CAD, com bons resultados.

Juntamente com cada documento um pequeno texto de uma página é produzido e descreve o conteúdo do documento. Este texto alimenta um sistema gerenciador de documentos e permite a recuperação do documento com base no seu conteúdo, seja ele textual ou gráfico.

A tabela abaixo mostra os padrões adotados em cada camada.

Camada	Implementação
1. Física	O meio adotado foram disquetes de 3 1/2" de alta densidade formatados com o MS-DOS 5.0.
2. Dados	O disquete ao chegar na empresa é numerado, datado e uma cópia é mantida no setor de documentação.
3. Rede	A compactação e criptografia é realizada pelo programa PKZIP.
4. Transporte	Cada documento é arquivado em um subdiretório do disquete. O label dos disquetes contem uma tabela relacionando o número do documento e o nome de um subdiretório. Pelo número do documento sabe-se sua origem, destino, projeto, fase etc...
5. Sessão	Cria-se um texto em cada diretório com uma descrição dos arquivos e um resumo do conteúdo do documento
6. Apresentação	Recomenda-se textos em MS-Word, TIFF para desenhos raster e um subset do DXF para arquivos de CAD. São aceitos arquivos de formatos dos principais programas do mercado, desde que identificados e com possibilidade de tradução.
7. Aplicação	Procedimentos de Normalização dos documentos de Engenharia, adotados também em documentos convencionais, padroniza simbologia, Carimbos, Numeração de documentos etc...

7. CONCLUSÃO

Tão certo como foi a eliminação do cartão perfurado pelos terminais de vídeo, em futuro próximo as grandes folhas de desenho e as mapotecas serão substituídas pelos documentos eletrônicos. Um forte sintoma deste fenômeno é a rápida redução das pranchetas de desenho nos ambientes de projeto. Tecnicamente a implementação deste novo tipo de comunicação entre projetistas, consultores e clientes é de realização imediata. A barreira a ser vencida é cultural, tanto no aspecto de uso desta nova forma de comunicação, tanto no aspecto de certificação legal do conteúdo da comunicação. Barreiras estas também transponíveis pela criação dos repositórios de certificação.

Especificamente no caso brasileiro, a adoção de uma forma de comunicação técnica nos moldes aqui propostos é de grande valor estratégico, pois potencializarão a produtividade na realização de empreendimentos futuros. A experiência apresentada aqui é um exemplo desta tendência.

8. BIBLIOGRAFIA

- [1] Krouse, J.; Mills, R.; Beckert, B.; Carrabine, L. e Berardinis, L. Breaking Down Barriers to Integration. **Computer-Aided Engineering**. p 35-75 Julho 1991.
- [2] Sprague, R.A.; Singh, K.J. e Wood, R.T.; Concurrent Engineering in Product Development. **IEEE Design & Test of Computers**. p 6-13, Março, 1991.
- [3] Graham, A.J., The CAD Framework Initiative. **IEEE Design & Test of Computers**. p 12-15, Setembro, 1991.
- [4] Reddy, Y.V.R., et all, Computer Support for Concurrent Engineering. **COMPUTER**. p 12-16, Janeiro, 1993.
- [5] DIGITAL, Open Systems Handbook: A Guide to Building Open Systems. Digital Equipment Corporation. 1991.
- [6] -, PDES PROGRESS REPORT. **Computer Aided Design Report**. p 1-6, Março, 1993.
- [7] COPESP, "Estudo para troca de arquivos entre sistemas CAD". Relatório Interno. 1992.
- [8] Deboni, J.E.Z. e Martini, J.S.C. "Gerenciamento de Documentos em Ambiente de Engenharia Concorrente" trabalho aceito pelo **CINCONGRAF-94**. São Paulo. Abril de 1994.