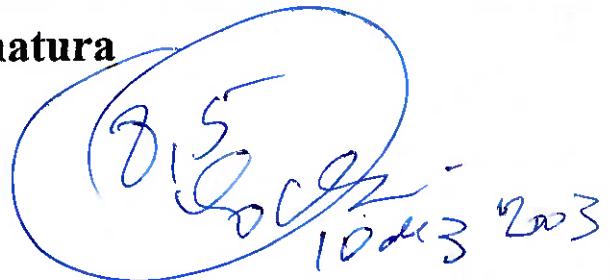


Escola Politécnica da Universidade de São Paulo
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA MECÂNICA

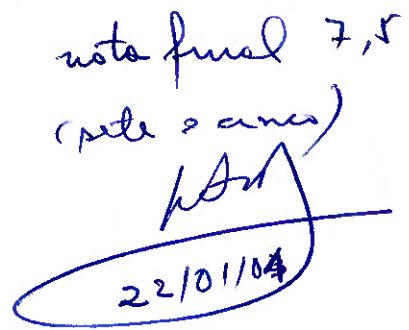
Trabalho de Formatura



B15
Edson Gomes
10/04/03

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

Trabalho apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obter Graduação
em Engenharia Mecatrônica



nota final 7,5
(sólido e animado)
Edson
22/01/04

Professor Orientador: Edson Gomes

Edison Urbano 3104999

São Paulo
2003

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

EDISON MENEZES URBANO DA SILVA

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

Trabalho apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obter Graduação
em Engenharia Mecatrônica

Orientador:
Prof. Edson Gomes
Dept. de Engenharia Mecatrônica

São Paulo
2003

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

EDISON MENEZES URBANO DA SILVA

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

Trabalho apresentado à Escola
Politécnica da Universidade de São Paulo
para obter Graduação
em Engenharia Mecatrônica

Orientador:
Prof. Edson Gomes
Dept. de Engenharia Mecatrônica

São Paulo
2003

Resumo

O estudo será uma investigação sobre as dificuldades encontradas para tradução e intercâmbio de informações entre diferentes sistemas de CAD/CAM e os distintos padrões de solução para o problema, especialmente os modelos IGES e PDES (STEP). A partir daí, realizaremos um estudo para implementação do STEP em sistemas CAD-3D.

A transferência de dados entre diferentes sistemas CAD/CAM deve envolver a descrição completa do produto que é composta por quatro tipos de dados do modelo, sendo eles dados de forma, não-forma, desenho e manufatura.

Há duas soluções para este problema: a direta e a indireta. A direta resume-se a converter os dados guardados em um formato de um determinado sistema para o outro, em um único passo. A indireta é mais genérica e consiste em criar uma estrutura de bancos de dados neutra e independente de qualquer sistema existente ou futuro. Esta estrutura atua como um intermediário na comunicação entre estruturas de dados de diferentes sistemas.

Podemos concluir deste breve estudo que a norma ISO 10303 vem com sucesso solucionar o problema dado pelas dificuldades de integração e tradução entre distintos sistemas de CAD/CAM e suas linguagens, tal como definimos na introdução a este trabalho. O surgimento de um padrão de caráter universalizante, capaz de transformar-se em uma linguagem básica para a perfeita comunicação entre indústrias das mais diversas, permite uma visão otimista quanto à possibilidade de se progredir rumo a uma crescente complexificação e interconexão de inúmeros processos, favorecendo a automação dos mesmos, e evitando que a diversidade de padrões constitua um entrave para seu avanço.

Por outro lado, fica ressaltado também o caráter transitório de toda norma com objetivo semelhante, pois o avanço tecnológico e da complexidade dos processos envolvidos obriga a uma constante renovação e aperfeiçoamento das normas internacionais. Com aliás ficou demonstrado pela própria evolução histórica dos padrões que conduziram ao STEP.

Índice

1. Introdução.....	6
2. Evolução dos formatos	8
2.1 Formato baseado na forma	9
2.2 Formato baseado nos dados do produto	9
2.3 Padrão ISO	9
3. IGES.....	10
3.1 Descrição.....	10
3.2 Estrutura de dados.....	10
3.3 Estrutura e formato de arquivo	11
3.4 Processadores.....	11
4. PDES.....	11
4.1 Requisitos do PDES.....	11
4.2 Estrutura	12
5. Protocolos de Aplicação.....	13
6. Exemplo de utilização da norma ISO 10303.....	14
6.1 Implementação do STEP pela Boeing.....	14
6.2 Utilização do STEP pela Delphi (1997).....	14
7. Comparativo entre IGES e STEP.....	15
8. Simulação	16
9. Conclusão	17
10. Referências bibliográficas.....	18
11. Anexos.....	19

1. Introdução

Os bancos de dados computacionais estão cada vez mais substituindo o papel da definição de dados dos produtos em todas as fases de desenho e manufatura. Desta forma, é cada vez mais importante ter modos eficientes de intercâmbio destes bancos de dados entre diversos sistemas. Esta troca é complicada por fatores como incompatibilidades entre representações das entidades dos diferentes sistemas de CAD/CAM. Entidades como um simples arco de circunferência podem ser representadas de maneiras diferentes. Há outros fatores complicadores como a complexidade desses sistemas, a diversidade de requisitos das empresas que os usam, as restrições de acesso a informações proprietárias dos bancos de dados e o rápido ritmo de evolução tecnológica.

A transferência de dados entre diferentes sistemas CAD/CAM deve envolver a descrição completa do produto que é composta por quatro tipos de dados do modelo, sendo eles dados de forma, não-forma, desenho e manufatura.

Há duas soluções para este problema: a direta e a indireta. A direta resume-se a converter os dados guardados em um formato de um determinado sistema para o outro, em um único passo. A indireta é mais genérica e consiste em criar uma estrutura de bancos de dados neutra e independente de qualquer sistema existente ou futuro. Esta estrutura atua como um intermediário na comunicação entre estruturas de dados de diferentes sistemas. Os tradutores diretos são específicos e são necessários dois destes para transferir dados entre dois sistemas (um em cada direção). Na solução indireta são necessários dois tradutores indiretos para transferir dados entre cada sistema e o formato neutro.

Para cada tradução direta dos dados de um sistema CAD para o outro um software deve ser escrito. Quando o número de sistemas CAD cresce, o número desses softwares também aumenta. Usar tradutores específicos não é viável economicamente e também é de difícil gerenciamento. O número de tradutores diretos para n sistemas CAD é:

$$N = \binom{n}{2} = \frac{n!}{2!(n-2)!}$$

para n = número de sistemas CAD

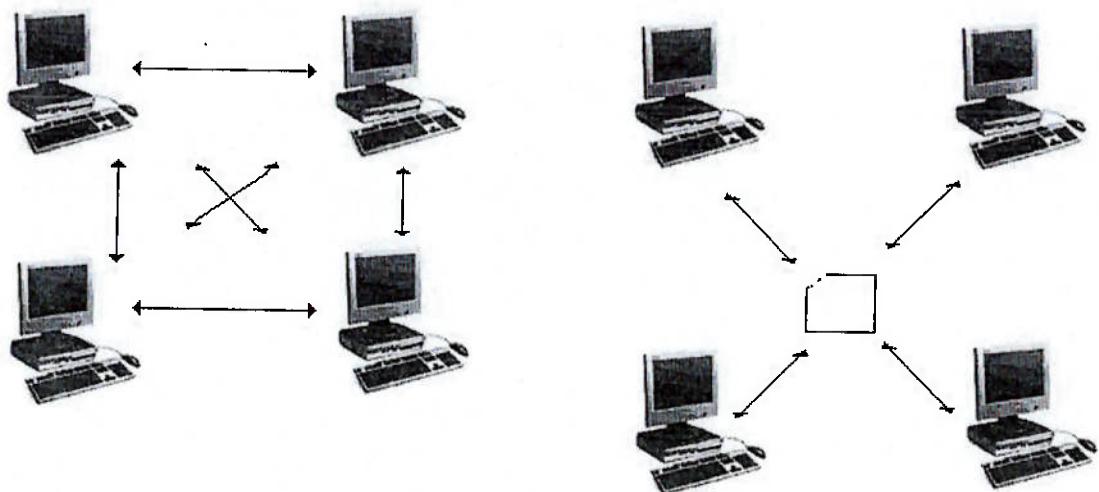
N = número de tradutores

Quando poucos sistemas estão envolvidos, a solução direta é satisfatória, porém quando o número de sistemas aumenta com o número de tradutores diretos necessários fica extremamente elevado. Por outro lado, os tradutores diretos são mais rápidos que os indiretos e os arquivos gerados são menores. A solução indireta fornece uma comunicação estável entre os sistemas e não sofre com a obsolescência dos sistemas além de ser independente de um fornecedor específico.

O projeto de um padrão para a troca de dados deve satisfazer alguns requisitos. Ele tende a ser um superconjunto de dados encontrados nos sistemas existentes. O desenvolvimento de uma forma compacta para armazenar os dados é crucial para o bom

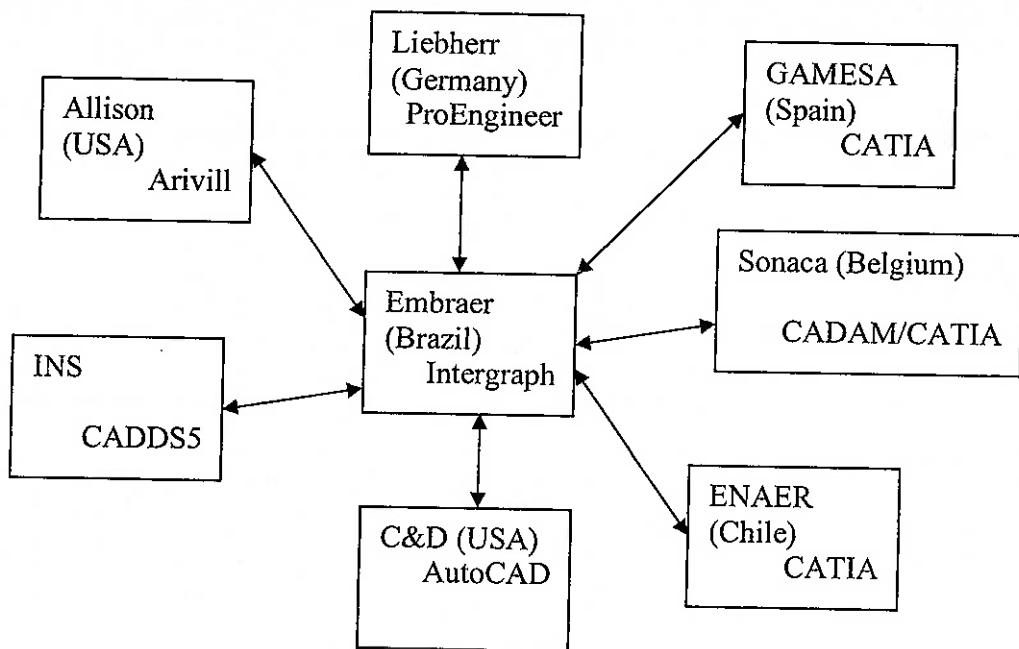
Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

desempenho do padrão. Versões futuras devem ser compatíveis com as anteriores ou atuais. Cram-se vários problemas para obedecer a esses requisitos, por exemplo, o padrão pode usar definições e terminologias que não corresponde às dos sistemas. Além disso há problemas de implementação. Diferentes pessoas podem interpretar de modo diferente as regras do padrão resultando em tradutores incompatíveis. Apesar dos vários problemas, o padrão para troca de dados é a melhor solução para integrar sistemas CAD/CAM distintos. A tendência é esses problemas desaparecerem nas versões mais novas do padrão.



No programa BEM 145 da Embraer, um projeto para construir um avião em parceria com vários fornecedores, com o primeiro vôo previsto para 1995, houve dificuldade na integração entre os sistemas. A Embraer utilizava o sistema CAD *Intergraph*, enquanto os fornecedores utilizavam sistemas diferentes. Nesta situação, cada projeto transferido de um parceiro à Embraer deveria ser traduzido para o modelo de dados do sistema *Intergraph*, enquanto um modelo de dados transferido a partir da Embraer teria de ser traduzido para o modelo de dados do sistema de CAD do parceiro.

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações



2.Evolução dos formatos

O interesse na troca de dados de produtos levou muitos grupos de empresas nacionais e internacionais a procurarem por definições de padrões. Existem alguns padrões que foram adotados, implementados e testados por vários fabricantes e usuários. A evolução desses padrões acompanha a evolução da tecnologia CAD/CAM. Em um primeiro momento, os esforços se concentraram apenas na troca de dados de forma. Logo percebeu-se que há muito mais na definição e desenvolvimento de padrões capazes de trocar a completa descrição do produto, ou seja, os 4 tipos de dados. Em um terceiro momento , já com informações e experiência difundidas, tornou-se óbvia a necessidade de se unir os esforços para a definição de um padrão de nível internacional.

2.1 Formato baseado na forma

No final dos anos 70, o Departamento de Defesa dos EUA reconheceu a necessidade de transferência de dados de modelos entre diferentes sistemas CAD/CAM. Em 1979, representantes do governo e da indústria se juntaram no programa ICAM (Integrated Computer Aided Manufacturing) da Força Aérea Americana para desenvolver o método. Foi formado um comitê técnico constituído pela Boing, General Electrics e NBS (National Bureau of Standards). A Boeing já tinha experiência própria com uma rede integrada de informações CAD/CAM e a GE com um banco de dados neutro. O resultado foi a publicação em janeiro de 80 do IGES 1.0 (Initial Graphics Exchange Specification). Em setembro de 81 o IGES virou padrão ANSI e, posteriormente, vieram as versões 2.0 (fev/83), 3.0 (abr/86) e 4.0 (jun/88).

Desde seu lançamento, o IGES estimulou novos resforços na busca por melhores padrões que suportassem os 4 tipos de dados e influenciou direta ou indiretamente outros padrões como o SET (França) e o VDA (Alemanha).

2.2 Formato baseado nos dados do produto

A experiência ganha com padrões baseados na troca de dados de forma e não-forma, aliada à necessidade de automação de funções CAD/CAM, levou a esforços para tentar suportar também dados de desenho e manufatura. Assim, o programa ICAM desenvolveu o PDDI (Product Data Definition Interface), que foi lançado em 1984. A intenção era servir de interface de informações entre engenharia e todas as funções de manufatura.

Um outro projeto de longo prazo foi iniciado em 1985 para desenvolver o PDES (Product Data Exchange Standard).

2.3 Padrão ISO

A ploriferação de “padrões” para a troca de dados é, obviamente, pouco vantajosa para fabricantes de sistemas CAD/CAM e seu usuários. Por isso, em 1984 foi formado o subcomitê (SC4) dentro do comitê técnico TC184 (sistemas de automação industrial) da ISO (International Organization for Standardization) para definir uma representação de dados do modelo do produto. O sucessor precoce do IGES é o PDES (Product Data Exchange using Step) que foi realinhado em suporte do padrão internacional STEP, ou ISO 10303.

O nome do padrão é STEP (Standard for the Transfer and Exchange of Product model Data).

	IGES	SET	VDA/FS	STEP	ACIS
Escopo	Modelos estruturais Modelos de superfície Modelos sólidos Modelos para análise de elementos finitos Desenhos técnicos	Modelos estruturais Modelos de superfície Modelos sólidos Desenhos técnicos	Modelos de superfície	Modelos de produtos para todo o ciclo de vida do produto	Modelos estruturais Modelos de superfície Modelos sólidos
Características da especificação	Coleção de entidades Formato do arquivo	Coleção de entidades Formato do arquivo	Coleção de entidades Formato do arquivo	Especificação formal de um modelo de produto Definição formal de sintaxe do arquivo	Núcleo de um modelador geométrico

3. IGES

3.1 Descrição

O IGES (Initial Graphics Exchange Specification) define um banco de dados neutro, na forma de um arquivo, que descreve um “modelo IGES” de dados de modelagem de um dado produto. O modelo pode ser lido e interpretado por diferentes sistemas, de forma que dados de produtos podem ser trocados entre estes sistemas. Ele é baseado no conceito de entidades, como a maioria dos sistemas CAD/CAM. As entidades são classificadas em geométricas e não-geométricas. As geométricas representam a definição da forma do produto e incluem curvas e superfícies. As não-geométricas provêm vistas e desenhos do modelo para enriquecer a sua representação e incluem entidades de anotação e estrutura.

O software que traduz de um formato nativo de um dado sistema CAD/CAM para o IGES é chamado preprocessor. O que trados no sentido oposto é chamado posprocessor

3.2 Estrutura de dados

O detalhamento da estrutura de dados não está incluído no escopo deste trabalho, mas podemos citar alguns dos tipos de entidades do modelo IGES.

- * Geometria
- * Anotação
- * Estrutura

3.3 Estrutura e formato de arquivo

Um típico sistema que suporta IGES permite ao usuário criar um arquivo IGES a partir de um dado modelo ou ler um arquivo IGES de um modelo para dentro do sistema. Normalmente gera-se um arquivo de log nessas operações com os erros que ocorrem na conversão.

Um arquivo IGES é um arquivo texto com uma seqüência de seções, na seguinte ordem: Flag, Star, Global, Directory Entry, Parameter Data e Terminate.

3.4 Processadores

O IGES por si só é uma especificação no formato, que deve ser interpretado, entendido e implementado por fabricantes em programas, também chamados de processadores ou tradutores. O projeto de um tradutor envolve as etapas de desenho, implementação e teste e verificação.

4. PDES

4.1 Requisitos do PDES

O PDES ou STEP é um padrão internacional definido pela ISO no documento ISO 10303. Ao invés de ter vários padrões nacionais separados, a idéia é ter um padrão único e melhor, que cubra todos os aspectos de um ciclo de vida de um produto em todas as indústrias. Os objetivos do STEP, que foram definidos no inicio de seu desenvolvimento, são:

- Abrangência: o STEP deve permitir a representação completa de um produto, tanto para troca como para arquivamento.
- Extensibilidade: com um escopo tão amplo, ele deve permitir construir-se extensões de domínio.
- Teste de adições: antes que qualquer adição seja feita ao padrão, ela deve estar sujeita a revisões e testes.
- Eficiência: O STEP deve ser eficiente em termos de tamanho de arquivo e de recursos computacionais necessários para seu processamento.
- Compatibilidade com outros padrões: para facilitar migrações a partir de outros padrões existentes.
- Redundância mínima: deve existir apenas um modo de representar um certo conceito.
- Independência do ambiente computacional: independente de hardware e software.
- Classificação lógica dos elementos de dados: o padrão deve definir subconjuntos para implementação devido ao seu tamanho.
- Validação da implementação: deve conter um teste de conformidade.

4.2 Estrutura

A documentação do STEP é dividida em várias classes de partes, que refletem sua estrutura:

- Partes 11 e 13 especificam Description methods.
- Partes 21 a 26 especificam Implementation methods.
- Partes 31 a 35 especificam Conformance testing methodology and framework.
- Partes 41 a 49 especificam Integrated generic resources,
- Partes 101 a 106 especificam Integrated application resources,
- Partes 201 a 233 especificam Application protocols,
- Partes 301 a 332 especificam Abstract test suites, and,
- Partes 501 a 518 especificam Application Interpreted Constructs.

Estudo da norma ISO 10303 e suas implementações

Dentro desta estrutura temos os Application Protocols (AP's), que são modelos de dados específicos para cada indústria.

O STEP define ainda uma interface padrão para acesso e manipulação de seus dados, chamada SDAI (Standard Data Access Interface), além de uma linguagem de definição de dados chamada Express.

Toda especificação em STEP é escrita em EXPRESS (ISO 10303-11 1994), a linguagem concebida para a utilização na modelagem da informação, permitindo a representação não apenas dos dados, mas restrições, regras, funções e procedimento.

Os modelos de dados STEP são construídos utilizando uma abordagem "de baixo para cima". Na base, estão os IR's, que constituem uma coleção de esquemas normalizados, reutilizáveis, interconectados e não-ambíguos, divididos em genéricos e de aplicação. Os IR's genéricos prestam-se à modelagem de dados de propósitos gerais, enquanto que os IR's de aplicação dedicam-se a modelar os dados relativos a uma gama de aplicações. Os IR's servem como base para a construção dos AP's, a classe seguinte de modelos de informação STEP. Os AP's são os mais importantes e, com larga margem, os mais extensos dos padrões STEP. O conceito de protocolo de aplicação foi desenvolvido para evitar implementações arbitrárias de apenas partes do padrão, como havia sido anteriormente o caso do padrão IGES. Para construir um AP, as estruturas nos IR's são reutilizadas e adaptadas para atender às necessidades de um domínio de aplicação específico. Os AP's incluem uma seção sobre testes de conformidade que visa a verificar a conformidade com respeito ao padrão de uma implementação comercial de um AP.

Os modelos STEP normalizados e independentes de tecnologia são especificações conceituais que podem ser usadas por implementadores para construir aplicações que compartilham dados, não importa qual a abordagem de banco de dados, rede ou sistema operacional adotada em cada aplicação.

Para produzir uma implementação é necessário combinar um dos métodos de implementação STEP com um AP.

Foram previstos quatro níveis de implementação. São eles:

- Nível 1: Intercâmbio de arquivos - transferência passiva de arquivos-texto
- Nível 2: Intercâmbio em forma de trabalho – transferência ativa assistida por software
- Nível 3: Intercâmbio de bancos de dados – acesso compartilhado a bancos de dados
- Nível 4: Intercâmbio de bases de conhecimento - integração de sistemas baseados em conhecimento.

O nível 3 tem implementações comerciais e de pesquisa. Implementações no nível 4 encontram-se no estágio de pesquisa básica, já os níveis 1 e 2 encontram-se bem desenvolvidos. O documento STEP Parte 21 define uma maneira de codificar dados de

produtos para o intercâmbio de arquivos, independentemente da aplicação. Arquivos “parte 21” permitem o intercâmbio apenas de esquemas STEP completos, sendo, portanto, adequados para implementações dos níveis 1 e 2.

5. Protocolos de Aplicação (AP's)

Os protocolos de aplicação são documentos específicos destinados a dividir a norma ISO 10303 de acordo com os vários ramos e aplicações industriais. Com isso, a norma consegue isolar os tipos de indústria e fornecer informação detalhada para cada aplicação determinada.

Desse modo, os protocolos de aplicação constituem talvez a parte mais importante da norma ISO 10303, ou pelo menos, a parte mais consultada e manipulada de toda a enorme lista de documentos que constituem a norma.

Como exemplo, poderíamos enumerar os AP 203, o AP 214, o AP 227. AP 203: define a geometria, topologia e dados de gerenciamento de configuração de modelos sólidos para partes mecânicas e montagens. Usado na indústria aeroespacial com sucesso. AP 214: desenhado para a indústria automotiva, define os principais dados, como corpo do carro, chassis, partes interiores. Cobre todo o ciclo de vida. AP 227: define configurações de plantas espaciais.

Cabe ressaltar, além disso, que a norma ISO 10303 não foi estabelecida de um única vez, isto é, nem todos os protocolos de aplicação em que ela se divide foram determinados ao mesmo tempo. Pelo contrário, mesmo hoje, anos após a primeira divulgação da norma, existem diversos protocolos de aplicação ainda em estágio de desenvolvimento e/ou de implementação. Por outro lado, isso demonstra mais uma vez o caráter dinâmico da norma e sua capacidade de ser constantemente atualizada e modificada.

6. Exemplos de utilização da norma ISO 10303

6.1 Implementação do STEP pela Boeing

A Boeing fez em 1997 um acordo com a Pratt & Whitney, Rolls-Royce e GE Aircraft Engines (fornecedoras de turbinas para seus aviões) para usarem o STEP como processo de troca de dados de produção nos programas 777 e 767-400. Elas trocam dados com suporte ao processo DPA (Digital Pre-Assembly), que verifica forma e encaixe entre as peças que integram a turbina e o avião. No processo antigo, usava-se tradutores customizados para converter entre o sistema CATIA da Boeing e os sistemas das

fabricantes de turbinas, o que envolvia alto índice de retrabalho manual, além destes tradutores serem caros.

Após a implementação do STEP, entre 80 e 90% das transferências de modelos foram feitas com sucesso, sem nenhuma intervenção. O novo processo trouxe significante redução de custos e tempo.

6.2 Utilização do STEP pela Delphi (1997)

Em 1997, a Delphi começou a usar o STEP para trocar dados de modelos sólidos entre seu sistema Unigraphics (da EDS Corp) e o CATIA (da Dassault Systemes) usado pelas montadoras Chrysler e Saturn. Antes, os engenheiros da Delphi usavam IGES para traduzir os dados. Os sólidos e superfícies precisavam ser gerados novamente devido a pobre acurácia e ao grande número de superfícies não trimadas, o que tomava entre 24 a 32 horas de trabalho por parte.

Após a implantação do STEP, mais de 95% dos modelos são transferidos com sucesso, e os arquivos importados com problemas precisam de aproximadamente 30 minutos de retrabalho. Mesmo com este retrabalho, o STEP reduziu drasticamente o tempo e custo dos ciclos de projeto, e melhorou a acurácia e a qualidade da geometria passada para o CATIA. Por exemplo, 12 arquivos transferidos usando-se o STEP economizaram por volta de 50 horas de intervenção manual.

7. Comparativo entre IGES e STEP

No comparativo mostrado abaixo podem ser observadas, teoricamente, as vantagens do STEP sobre o IGES.

IGES

- Ansi
- Geométrico; limitado
- Arquivo Texto
- Não há interface padrão
- Orientado às partes
- Não há implementação adaptada a cada sistema

STEP

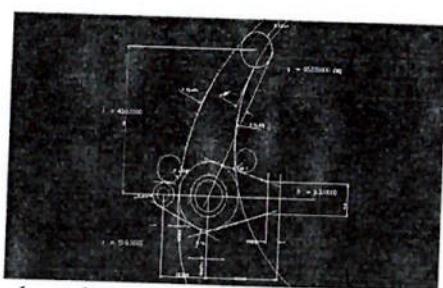
- ISO
- Todo ciclo de vida; inequívoco
- Texto, binário e BD
- Interface (SDAI)
- Orientado ao projeto
- Requisitos definem o BD através do AP's

8.Simulação

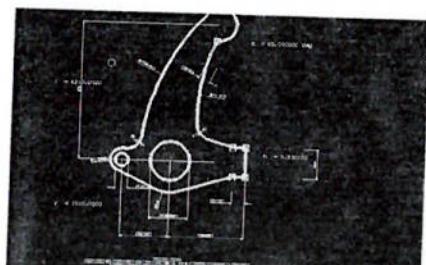
Com o intuito de simular a transferência de dados entre diferentes CAD de forma indireta, ou seja, com um banco de dados em comum, utilizaremos o programa shareware Algor Software (Copyright 2002 Algor, Inc. Pittsburgh, Pennsylvania USA) e o programa SolidWorks 2001 (Copyright 1995-2001 SolidWorks Corporation U.S Patent 5,815,154).

Nosso propósito básico é demonstrar, através da comparação entre os resultados de tal transferência ao se utilizarem os sistemas IGES e STEP. Procuraremos demonstrar a superioridade do padrão STEP quanto à minimização das perdas de informação.

Assim, comparando as figuras abaixo, percebe-se facilmente que houve perda de dados na transferência entre o Microstation e o Autocad:



desenho original (Autocad)



desenho após transferência (MS)

No caso, a utilização do padrão STEP, através do programa Algor, permite realizar a mesma transferência sem perda de informação.

9. Conclusão

Podemos concluir deste breve estudo que a norma ISO 10303 vem com sucesso solucionar o problema dado pelas dificuldades de integração e tradução entre distintos sistemas de CAD/CAM e suas linguagens, tal como definimos na introdução a este trabalho. O surgimento de um padrão de caráter universalizante, capaz de transformar-se em uma linguagem básica para a perfeita comunicação entre indústrias das mais diversas, permite uma visão otimista quanto à possibilidade de se progredir rumo a uma crescente complexificação e interconexão de inúmeros processos, favorecendo a automação dos mesmos, e evitando que a diversidade de padrões constitua um entrave para seu avanço.

Por outro lado, fica ressaltado também o caráter transitório de toda norma com objetivo semelhante, pois o avanço tecnológico e da complexidade dos processos envolvidos obriga a uma constante renovação e aperfeiçoamento das normas internacionais. Com aliás ficou demonstrado pela própria evolução histórica dos padrões que conduziram ao STEP.

10. Referências bibliográficas

- [1] Chang, Tien-Chien, Computer Aided Manufacturing / Tien-Chien Chang Richard A. Wysk, Hsu-Pin Wang, --2nd ed., 1998
- [2] Zeid, I., CAD/CAM Theory and Practice, McGraw-Hill, 1991
- [3] Owen, J., STEP An Introduction, Information Geometers, 1993
- [4] <http://www.step-tools.com>
- [5] <http://pdesinc.aticorp.org>
- [6] <http://www.autofieldguide.com>

11. Anexos

APPLICATION PROTOCOLS AND ASSOCIATED ABSTRACT-TEST SUITES

I 201 Explicit draughting [ATS 301 = X]	C 221 Functional data & their schem rep for process plant [X]
I 202 Associative draughting [X]	X 222 Design-manuf for composite structures [W]
I 203 Configuration-controlled design (c2=I,a1=I)[X]	X 223 Exch of design & mfg product info for cast parts [A]
I 204 Mechanical design using boundary rep [I]	I 224 Mech pdt def for p. plg using mach'n'g feat (e2=X,c3=A)
X 205 Mechanical design using surface rep [W]	X 226 Ship mechanical systems [C]
X 206 Mechanical design using wireframe [X]	I 227 Plant spatial configuration(e2=C) [X]
I 207 Sheet metal die planning and design [I]	X 228 Building services: HVAC [X]
X 208 Life-cycle product change process [X]	X 229 Design & mfg product info for forged parts[X]
I 209 Composite & metal structural anal & related design[X]	X 230 Building structural frame: steelwork [X]
I 210 Electronic assy, interconnection & packaging design [X]	X 231 Process-engineering data [X]
X 211 Electronic P-C assy: test, diag. & remanuf[X]	I 232 Technical data packaging: core info & exch [I]
I 212 Electrotechnical design and installation [C]	W 233 Systems engineering data repr (to be PAS 20542)[X]
X 213 Num control (NC) process plans for mach'd parts [X]	X 234 Ship operational logs, records, and messages[X]
I 214 Core data for automotive mech design processes [F]	W 235 Materials info for des and verif of products [X]
E 215 Ship arrangement [X]	W 236 Furniture product and project data[W]
E 216 Ship moulded forms [X]	W 237 Computational Fluid Dynamics
X 217 Ship piping [X]	A 238 Computer numerical controllers
E 218 Ship structures [X]	W 239 Product life-cycle support
X 219 Dimension inspection [X]	W 240 Process plans for machined products
O 220 Proc. plg, mfg, assy of layered electrical products [X]	

COMMON RESOURCES (with 13584-20 logic. model of expr.(I) and 15531-42 Time (W))

APPLICATION MODULES (Technical specifications)

Because there are many of these planned SOAP has been forced to be SOAP.5, STEP on a page and a half. For their listing, please access the file via the SOAP home page.

Legend: TS Status

0-10 =O=prop-->apvl for ballot
 10-20=A=NP blt circ-->NP apvl
 20-60=D=DTS dev-->reg as TS
 >60 =T=TS Published

INTEGRATED-APPLICATION RESOURCES

I 101 Draughting (c1=I)	X 106 Building core model
X 102 Ship structures	C 107 Finite-element analysis definition relationships
X 103 E/E connectivity	C 108 Prmetizat'n&Constraints for expl geom prod mdls
I 104 Finite element analysis	W 109 Assembly model for products
I 105 Kinematics (c1=I, c2=I)	W 110 Mesh-based computational fluid dynamics

INTEGRATED-GENERIC RESOURCES

I 41 Fund of prdt descr & spt (e2=I,c1=I)	I 47 Tolerances (c1=I)
I 42 Geom & top rep (c3=I,e2c1=I,c3=E)	X 48 Form features
I 43 Repres specialization (e2=I,c1=I,c2=I)	I 49 Process structure & properties
I 44 Product struct config (e2=I,c1=I)	I 50 Mathematical constructs
I 45 Materials (c1=I)	E 51 Mathematical description
I 46 Visual presentation (c1=I, c2=I)	W 52 Mesh-based topology
	W 53 Numerical Analysis

APPLICATION-INTERPRETED CONSTRUCTS

I 501 Edge-based wireframe	I 512 Faceted B-representation
I 502 Shell-based wireframe	I 513 Elementary B-rep
I 503 Geom-bounded 2D wireframe	I 514 Advanced B-rep
I 504 Draughting annotation	I 515 Constructive solid geometry
I 505 Drawing structure & admin.	X 516 Mechanical-design context
I 506 Draughting elements	I 517 Mech-design geom presentation(c1=I)
I 507 Geom-bounded surface	I 518 Mech-design shaded presentation
I 508 Non-manifold surface	I 519 Geometric tolerances (c1=I)
I 509 Manifold surface	I 520 Assoc draughting elements
I 510 Geom-bounded wireframe	@521 Manifold subsurfaces
I 511 Topological-bounded surface	E 522 Machining features

IMPLEMENTATION METHODS

I 21 Clear-text encoding exch str (c1=I,e2=I)	C 25 EXPRESS to OMG XMI
I 22 Standard data access interface	X 26 IDL language binding (to #22)
I 23 C++ language binding (to #22)	I 27 JAVA language binding (to #22)
I 24 C language binding (to #22)	@28 XML rep for EXPRESS-schemata & data
	X 29 Ltwt Java binding (to #22) \ (DTS)

Legend: Part Status (E, F, I safe to implement)
 0=O=Preliminary Stage (Proposal-->appr for NP ballot)
 10=A=Proposal Stage (NP ballot circ-->NP approval)
 20=W=Preparatory Stage (Wkg Draft devel.-->CD regis)
 30=C=Committee Stage (CD circulation-->DIS regis)

40=E=Enquiry Stage (DIS circ-->FDIS registration)
 50=F=Approval Stage (FDIS circ-->Int'l Std regis)
 @=At ISO, approved for publication (ISO status 40.95 or 50.99)
 60=I=Publication Stage (Int'l Std published)
 98=X=Project withdrawn

CONFORMANCE TESTING METHODOLOGY & FRAMEWORK

- I 31 General concepts
- I 32 Requirements on testing labs and clients
- X 33 Structure and use of abstract test suites
- I 34 Abstract test methods for Part 21 implementation.
- C 35 Abstract test methods for Part 22 implementation.

COMMON RESOURCES (with 13584-20 Logical model of expressions(I) and 15531-42 Time model (W))**APPLICATION MODULES (Technical specifications)**

T 1001 Appearance assignment
 T 1002 Colour
 T 1003 Curve appearance
 T 1004 Elemental shape
 T 1005 Elemental topological shape
 T 1006 Foundation representation
 T 1007 General surface appearance
 T 1008 Layer assignment
 T 1009 Shape appearance and layers
 D 1010 Date time

D 1011 Person organisation
 D 1012 Approval
 D 1013 Person organisation assignment
 D 1014 Date time assignment
 D 1015 Security classification
 D 1016 Product categorisation
 D 1017 Product identification
 D 1018 Product version
 D 1019 Product view definition
 D 1020 Product version structure

D 1021 Identification assignment
 D 1022 Part and version identification
 D 1023 Part view definition
 D 1024 Product structure
 D 1025 Alias identification
 D 1026 Part structure
 D 1027 Part occurrence
 D 1028 Geometric shape and topology
 D 1029 Boundary representation model
 D 1030 Property assignment
 D 1031 Property representation
 D 1032 Shape property assignment
 D 1033 Shape property representation
 D 1034 Product view definition properties
 D 1035 Product view definition structure properties
 D 1036 Independent property
 D 1037 Independent property usage
 D 1038 Independent property representation
 D 1039 Geometric validation property representation
 D 1040 Process property assignment

D 1041 Product view definition structure
 D 1042 Work request
 D 1043 Work order
 D 1044 Certification
 D 1045 Solid model
 D 1046 Product replacement
 D 1047 Activity
 D 1049 Activity method

D 1054 Value with unit
 D 1055 Part definition relationship
 D 1056 End item identification
 D 1057 Effectivity
 D 1058 Configuration effectivity
 D 1059 Effectivity application
 D 1060 Product concept identification

O 1061 Project
 O 1062 Contract
 D 1064 Event
 D 1065 Time Interval
 D 1066 Constructive solid geometry
 D 1068 Constructive solid geometry 3D
 D 1069 Faceted boundary representation model

D 1118 Measure representation
 D 1121 Document and version
 D 1122 Document assignment
 D 1123 Document definition
 D 1124 Document structure
 D 1125 File properties
 D 1126 Document properties
 D 1127 File identification
 D 1128 External item identification assignment

D 1501 Edge based wireframe
 D 1502 Shell based wireframe
 D 1507 Geometrically bounded surface
 D 1509 Manifold surface
 D 1510 Geometrically bounded wireframe
 D 1511 Topologically bounded surface
 D 1512 Faceted boundary representation
 D 1514 Advanced boundary representation

Legend: TS Status

0-10 =O=prop-->apvl for ballot
 10-20=A=NP blt circ-->NP apvl
 20-60=D=DTS dev-->reg as TS
 >60 =T=TS Published

STEP on a Page provides a graphic summary of the progress of STEP, Standard for the Exchange of Product Model Data, the familiar name for ISO 10303. ISO TC184 SC4, Industrial-Automation Systems and Integration/Industrial Data develops the STEP standard.

Status of STEP Parts

Every part shown in the STEP on a Page has its status shown beside it. The status designators vary from "O" (the ISO preliminary stage) to "I" (International Standard—the stage in which the standard is published). Parts designated as "E, F" (levels of Draft International Standard) and "T" are considered advanced enough to allow software vendors to prepare implementations. The legend at the bottom of the page lists the corresponding ISO-project stage numbers next to the letter code.

Architecture of STEP

STEP on a Page attempts to show the STEP architecture by grouping the STEP parts into five main categories: description methods, implementation and conformance methodology, common resources, abstract-test suites, and application protocols.

Description Methods

From an architectural perspective, the description methods group forms the underpinning of the STEP standard. This includes part 1, Overview, which also contains definitions that are universal to the STEP. Also in that group, part 11, EXPRESS Language Reference Manual, describes the data-modeling language that is employed in STEP. Parts in the descriptive-methods group are numbered from 1 to 19.

Implementation & Conformance

The STEP implementation-methods group, the 20's series, describes the mapping from STEP formal specifications to a representation used to implement STEP.

The conformance-testing-

methodology-framework group, the 30's series, provides information on methods to test software-product conformance to the STEP standard, guidance for creating abstract-test suites, and the responsibilities of testing laboratories. The STEP standard is unique in that it places a very high emphasis on testing, and actually includes these methods in the standard itself.

Common Resources (IR, AIC, and AM)

At the next level is the common-resources group, the parts that contain the generic-STEP-data models. The common resources were formerly called integrated-information resources. These data models can be considered the building blocks of STEP, and they can help AP integration and interoperability because entities in the common-resources group are shareable across the application protocols that need them.

Categories of common resources are generic resources, application resources, and application-interpreted constructs, application modules, plus the Logical model of ISO 13584-20 and the Time model of ISO 15531-42. Integrated-generic resources are generic entities that are used as needed by application protocols (AP below). Parts within generic resources have numbers between 40 and 60, and are used across the entire spectrum of STEP APs. The integrated-application resources contain entities that have slightly more context than the generic entities. The parts in the integrated-application resources are numbered in the 100s.

The 500 series are application-interpreted constructs, AICs. These are reusable groups of information-resource entities that make it easier to express identical semantics in more than one AP.

Application Modules are reusable groups of functional information requirements of applications that extend the AIC capability. The

functional groups, defined in enterprise-application terms, are aligned with groups of integrated-generic resources. The application modules comprise the 1000 series of parts, which are technical specifications that achieve consensus at the Committee stage. AMs offer an opportunity to represent functional capability in multiple APs with a lower standards-development cost.

Abstract-Test Suites (ATS)

The 300 series of parts, abstract-test suites, consists of test data and criteria that are used to assess the conformance of a STEP software product to the associated AP. SC4 requires that every AP contain or be associated with an abstract-test suite. The numbers assigned to ATSs exceed the AP numbers by exactly 100. Therefore, ATS 303 applies to AP203. On the graphic, the ATS status is shown in brackets, [], following the AP name.

Application Protocols (AP)

At the top level of the STEP hierarchy are the more complex data models used to describe specific product data applications. These parts are known as application protocols and describe not only what data is to be used in describing a product, but also how the data is to be used in the model. The APs use the integrated-information resources in well-defined combinations and configurations to represent a particular data model of some phase of product life. APs are numbered in the 200s. APs currently in use are the Explicit Draughting AP 201 and the Configuration Controlled Design AP 203.

ooOOoo

*STEP on a Page was conceived and implemented by Jim Nell,
National Institute of Standards and
Technology. Updated 01-June-07*