

**ALESSANDRA M. ZAGNI
FABIANO TAKEMI ISHII**

**Avaliação da implementação do STEP no
ambiente CAD-3D**

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

**São Paulo
2002**

**ALESSANDRA M. ZAGNI
FABIANO TAKEMI ISHII**

Avaliação da implementação do STEP no ambiente CAD-3D

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

**Orientador:
Prof. Edson Gomes
Dept. de Engenharia Mecânica**

**São Paulo
2002**

ÍNDICE

1. Objetivo	03
2. Introdução	04
3. Evolução dos formatos.....	08
4. IGES	10
5. STEP.....	12
6. Estudos de caso.....	17
7. Comparativo entre IGES e STEP.....	19
8. Simulação.....	20
9. Conclusão.....	22
10. Bibliografia.....	23
11. Anexos.....	24

1. Objetivo

Neste trabalho será feito uma análise e o estudo da implementação do PDES ou STEP em sistemas CAD-3D.

Primeiramente, será feita uma breve abordagem sobre as dificuldades de integração nos sistemas CAD/CAM e a necessidade de surgimento de padrões de tradução entre esses sistemas.

Logo após isso veremos esses sistemas padrões de tradução. Apresentaremos uma visão geral do IGES e uma análise mais detalhada dos sistemas PDES ou STEP.

Por mim, apresentaremos dois casos com os resultados da implementação do STEP em seus sistemas e uma simulação de transferência utilizando o padrão IGES.

2. Introdução

Os bancos de dados computacionais estão cada vez mais substituindo o papel na 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 pode ser representado de maneiras diferentes. Há outros fatores complicadores como a complexidade destes sistemas, a diversidade de requisitos das empresas que os usam, 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;
- manufatura.

Há duas soluções para este problema: a direta e a indireta. A primeira resume-se a converter os dados guardados em um formato de um determinado sistema para outro, em um único passo. A segunda é mais genérica e consiste em criar uma estrutura de banco 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 (1^a solução) são específicos, e são necessários dois deles para transferir dados entre dois sistemas (um em cada direção). Na segunda solução são necessários dois tradutores indiretos para transferir dados entre cada sistema e o formato neutro. Cada um tem suas vantagens e desvantagens.

Para a tradução de dados de forma direta, de um CAD para um outro sistema CAD, um software deve ser escrito. Quando o número de sistemas CAD

cresce, o número desses softwares tradutores também aumenta. Usar tradutores específicos não é viável economicamente e também é de difícil gerenciamento. Para calcular o número N de tradutores diretos para n número de sistemas CAD, tem-se:

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

onde

n = o número de sistemas CAD

N = o número de tradutores

A tabela abaixo mostra os valores de N em relação ao crescimento de n :

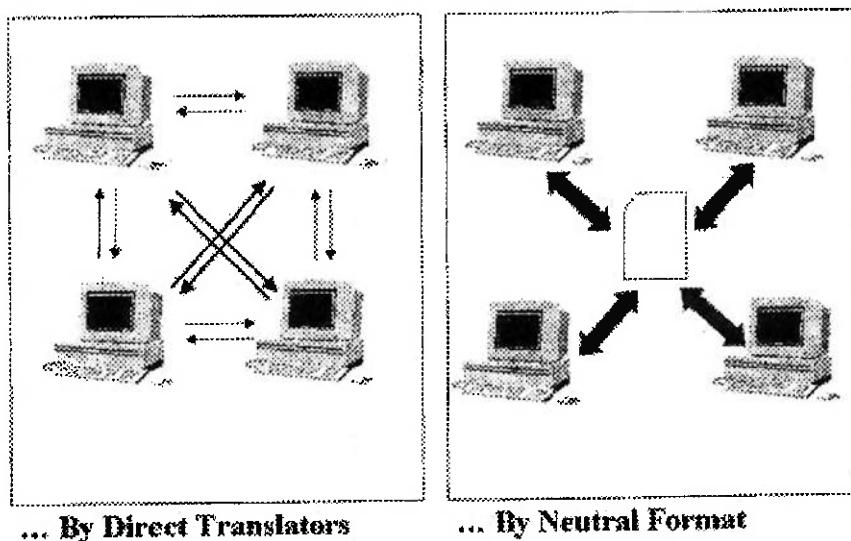
n	N
2	1
3	3
4	6
5	10
6	15
7	21

Quando poucos sistemas estão envolvidos, a solução direta é mais satisfatória, porém quando o número de sistemas aumenta o número de tradutores diretos necessários fica extremamente elevado. A comparação entre a eficiência de cada solução com relação ao número de tradutores pode ser vista na Figura 1. Por outro lado, os tradutores diretos são mais rápidos que os indiretos e os arquivos gerados são menores. A solução indireta tem mais uma vantagem que é o fato de prover comunicação estável entre os sistemas, não sofrer com a obsolescência dos sistemas e ser independente de um fornecedor específico.

O projeto de um padrão para troca de dados de sucesso deve satisfazer requisitos mínimos. Ele tende a ser um superconjunto de dados encontrados nos sistemas existentes. O desenvolvimento de uma forma compacta de guardar e tirar dados é crucial para o desempenho do padrão. Além disso, versões futuras

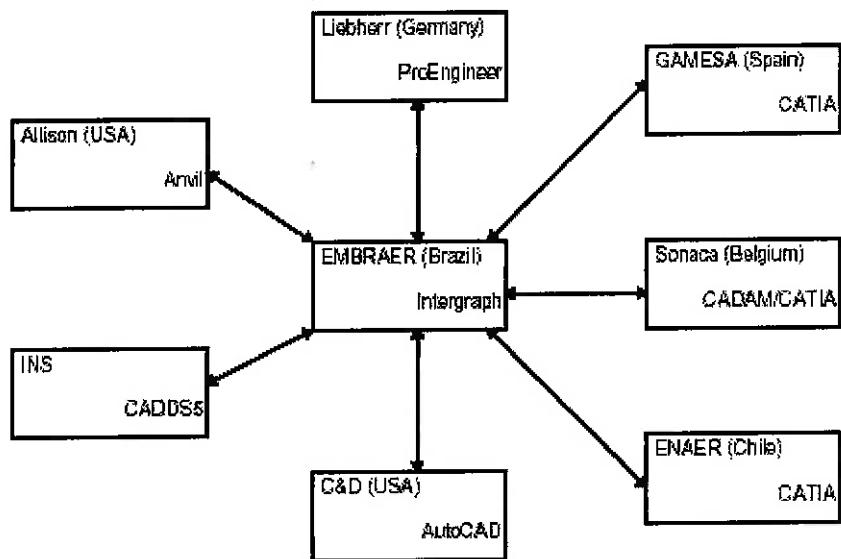
têm que ser compatíveis com as anteriores ou atuais. Estes requisitos não podem ser atingidos sem limitações e problemas. Por exemplo, o padrão pode usar definições e terminologias que não correspondem às dos sistemas. Além disso, há problemas de implementação. Diferentes pessoas podem interpretar de modo diferente as regras do padrão resultando em tradutores incompatíveis. Apesar destes problemas, o padrão para troca de dados é a melhor solução para integrar sistemas CAD/CAM distintos. Normalmente estes problemas aparecem nas primeiras versões de um padrão e tendem a desaparecer nas últimas versões.

Efficiency of a Neutral Format for Data Exchange



No Programa EMB 145 da Embraer, um projeto para construir um avião com a parceria de vários fornecedores, com o primeiro vôo previsto para 1995, havia a dificuldade de integração entre os sistemas. A embraer utilizava o sistema CAD intergraph, enquanto seus fornecedores utilizavam sistemas diferentes. Nesta situação, cada projeto transferido de um parceiro a Embraer deveria ser traduzido para o modelo de dados do sistema Intergraph, enquanto um modelo de dados transferido a partir da Embraer teria que ser traduzido para o modelo de dados do sistema CAD do parceiro. Abaixo tem-se uma ilustração do problema do

intercâmbio de dados de produtos neste Programa da Embraer, com os nomes dos fornecedores e seus respectivos sistemas CAD.



3. Evolução dos formatos

O interesse na troca de dados de produtos levou vários grupos e 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 de um produto que apenas dados de forma, e assim enfatizou-se na definição e desenvolvimentos 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 esforços para a definição de um padrão a nível internacional.

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 um método. Foi formado um comitê técnico constituído pela Boeing, General Electric 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 disso foi a publicação em janeiro de 1980 do IGES (Initial Graphics Exchange Specification) versão 1.0. Em setembro de 1981 o IGES virou um padrão ANSI. Posteriormente vieram as versões 2.0 (fevereiro de 83), 3.0 (abril de 86) e 4.0 (junho de 88).

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

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 a 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).

Padrão ISO

A proliferação de “padrões” para troca de dados obviamente é pouco vantajosa para fabricantes de sistemas CAD/CAM e seus usuários. Por isso, em 1984 foi formado um 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	VDAFS	STEP	ACIS
Escopo	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos estruturais ▪ Modelos de superfície ▪ Modelos sólidos ▪ Modelos para análise de elementos finitos ▪ Desenhos técnicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos estruturais ▪ Modelos de superfície ▪ Modelos sólidos ▪ Desenhos técnicos 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos de superfície 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos de produtos para todo o ciclo de vida do produto 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Modelos estruturais ▪ Modelos de superfície ▪ Modelos sólidos
Características da especificação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coleção de entidades ▪ Formato de arquivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coleção de entidades ▪ Formato de arquivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Coleção de entidades ▪ Formato de arquivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Especificação formal de um modelo de produto ▪ Definição formal de sintaxe de arquivo 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Núcleo de um modelador geométrico

4.IGES

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 caracterizadas em geométricas e não-geométricas. As primeiras representam a definição da forma do produto e incluem curvas e superfícies. As últimas provêm vistas e desenhos do modelo para enriquecer 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 preprocessador. O que traduz no sentido oposto é chamado postprocessador.

Estrutura de dados

O detalhamento da estrutura de dados foge do escopo deste trabalho, portanto segue abaixo apenas como citação alguns dos tipos de entidades do modelo IGES:

- Geometria
- Anotação
- Estrutura

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 nestas operações com os erros que ocorreram na conversão.

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

Processadores

O IGES por si só é apenas uma especificação de 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.

5. STEP

Requisitos do STEP

O STEP ou PDES 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 início 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.

* Vede anexo

Estrutura

O STEP foi concebido para manipular informações sobre um produto em todo o seu ciclo de vida, desde o início do projeto até sua retirada de circulação. O padrão STEP é, na verdade, uma família de padrões organizados em uma estrutura similar à de um sistema de banco de dados, inspirada na arquitetura ANSI/SPARC para sistemas de bancos de dados:

- Camada de aplicação: Modelos de informação desenvolvidos por peritos e específicos de uma área de aplicação. São os Protocolos de Aplicação (APs), padrões da série 200, e as Construções de Aplicação Interpretadas (AICs), série 500, introduzida recentemente.
- Camada lógica: Biblioteca de modelos de informações de produtos chamada Recursos Integrados (IRs), séries 40 e 100, dedicada a descrever todos os domínios de interesse de modo único e não-ambíguo.
- Camada física: Métodos de implementação, série 20, que trata do mapeamento de esquemas de aplicação para alguma tecnologia de computação específica.

A tabela abaixo apresenta as séries de documentos STEP e correspondentes números dos documentos ou Partes.

Série de documentos STEP	Número dos documentos	Camada da arquitetura
Introdutórios	Zero a nove	
Métodos descritivos	Série 10	
Métodos de implementação	Série 20	Camada física
Metodologia de teste de conformidade	Série 30	
Recursos Integrados (IRs)	Série 40 e 100	Camada lógica
Protocolos de aplicação(APs)	Série 200	
Construções de aplicação Interpretadas	Série 500	Camada de aplicação
Suites abstratas para testes	Série 300	

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

- Partes 11 a 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.

A Figura 2 mostra graficamente as diferentes classes e o relacionamento entre elas.

Dentro desta estrutura temos os Application protocols (AP's), que são modelos de dados específicos para cada indústria. Podemos destacar entre eles:

- AP203: define a geometria, topologia e dados de gerenciamento de configuração de modelos sólidos para partes mecânicas e montagens. Usado na indústria aeroespacial com sucesso.
- AP214: desenhado para a indústria automotiva, define os principais dados, como corpo do carro, chassis, partes interiores. Cobre todo o ciclo de vida.

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 (ISSO 110303-11 1994), a linguagem de descrição de dados de STEP, ou em inglês puro e simples. EXPRESS foi concebida para a utilização na modelagem da informação, permitindo a representação não apenas de dados, mas restrições, regras,

funções, e procedimentos. A tabela a seguir resume as características da linguagem EXPRESS.

EXPRESS é:	EXPRESS não é:
uma Linguagem de Descrição de Dados (DDL)	uma Linguagem de Manipulação de Dados (DML)
independente de tecnologia	uma metodologia
objeto-assemelhada (mas não restrita a sistemas objeto-orientados)	uma linguagem de programação
legível por seres humanos, processável por computador (mas não-executável)	

Os modelos de dados STEP são construídos utilizando uma abordagem bottom-up (de baixo para cima). Os IRs são uma coleção de esquemas normalizados, reutilizáveis, interconectados e não-ambíguos, divididos em genéricos e de aplicação. Os IRs genéricos prestam-se a modelagem de dados de propósitos gerais, enquanto que os IRs de aplicação dedicam-se a modelar dados relativos a uma gama de aplicações. Os IRs servem como base para a construção dos Aps, a segunda classe de modelos de informação STEP. Os Aps 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 IRs são reutilizadas e adaptadas para atender às necessidades de um domínio de aplicação específico. Os Aps incluem uma seção sobre testes de conformidade que visa a verificar a conformidade com respeito ao padrão de uma implementação comercial de um AP.

Há, atualmente, vários APs em desenvolvimento pela ISO. O maior documento será, provavelmente, o AP 214 (ISSO 10303-214 1995), que é uma

especificação bastante abrangente voltada para aplicações da indústria automobilística.

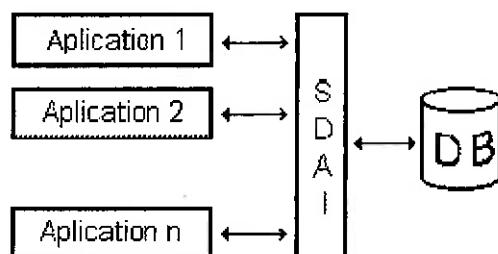
Os modelos STEP normalizados e independentes de tecnologia são especificações conceituais que podem ser usadas por implementadores para construir aplicações que compartilham dados, sem importar qual a abordagem de banco de dados, rede, ou sistema operacional adotada em cada aplicação.

A separação dos aspectos de implementação da modelagem da informação é uma das características-chaves em STEP. Para produzir uma implementação, um dos métodos de implementação STEP é combinado com um AP. Quatro níveis progressivos de implementação foram previstos:

- 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

Os níveis 1 e 2 encontram-se bem desenvolvidos, e o nível 3 tem implementações comerciais e de pesquisa. Implementações no nível 4 encontram-se no estágio de pesquisa básica.

O documento STEP Parte 21 define uma maneira de codificar dados de produtos para o intercâmbio de arquivos, independentemente de aplicação. Arquivos "parte 21" permitem o intercâmbio apenas de esquemas STEP completos, sendo portanto adequados para implementações dos níveis 1 e 2.



6. Estudos de caso

Boeing implementa STEP (ISO 10303-203)

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 como 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 turbina, o que envolvia alto índice de retrabalho manual, além destes tradutores serem caros.

Após a implantação 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.

A Figura 3 mostra a interface de troca de dados entre os diversos sistemas CAD envolvidos neste caso.

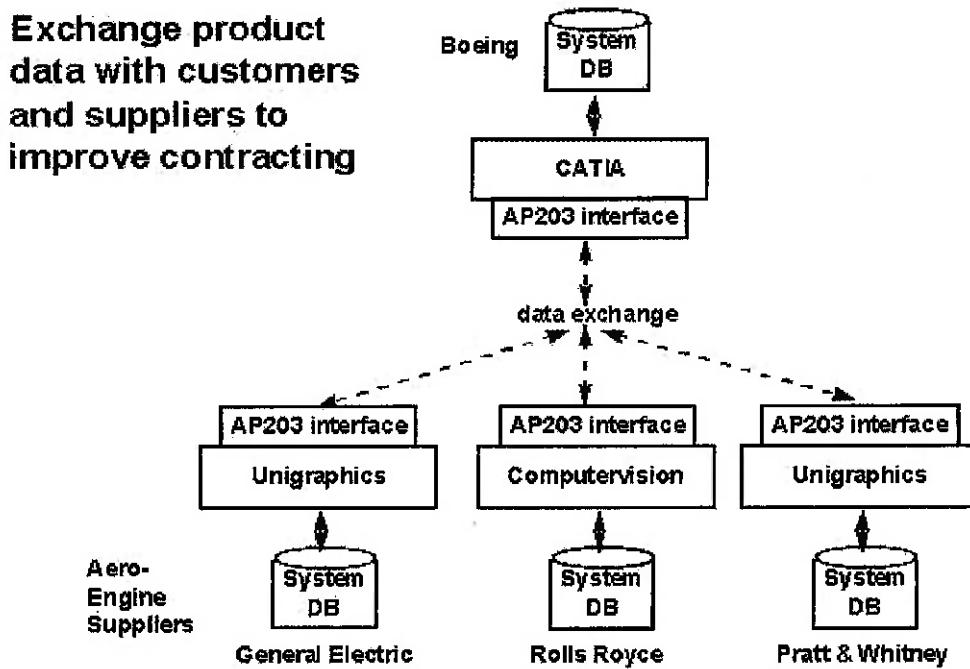


Figura 3. Uso do STEP entre a Boeing e suas fornecedoras de turbina.

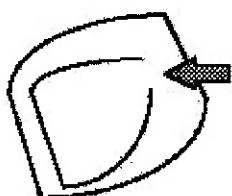
Delphi usa STEP desde 1997

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 Systèmes) 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 à pobre acurácia e ao grande número de superfícies não trimadas, o que tomava entre 24 e 32 horas de trabalho por parte.

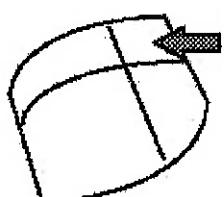
Após a implantação do STEP, mais de 95% dos modelos são transferidos com sucesso, e os arquivos importados com problemas precisam de aproximadamente 30 minutos de retrabalho. Mesmo com este retrabalho, o STEP reduziu drasticamente o tempo e custo dos ciclos de projeto, e melhorou a acurácia e a qualidade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

A Figura 4 mostra alguns dos problemas enfrentados pela Delphi usando IGES.

System usage / setting / incompatibility problem



**Curves not closed,
Curve not on surface
3D curve and 2D curves differ**



Tiny area problem

7.Comparativo entre IGES e STEP

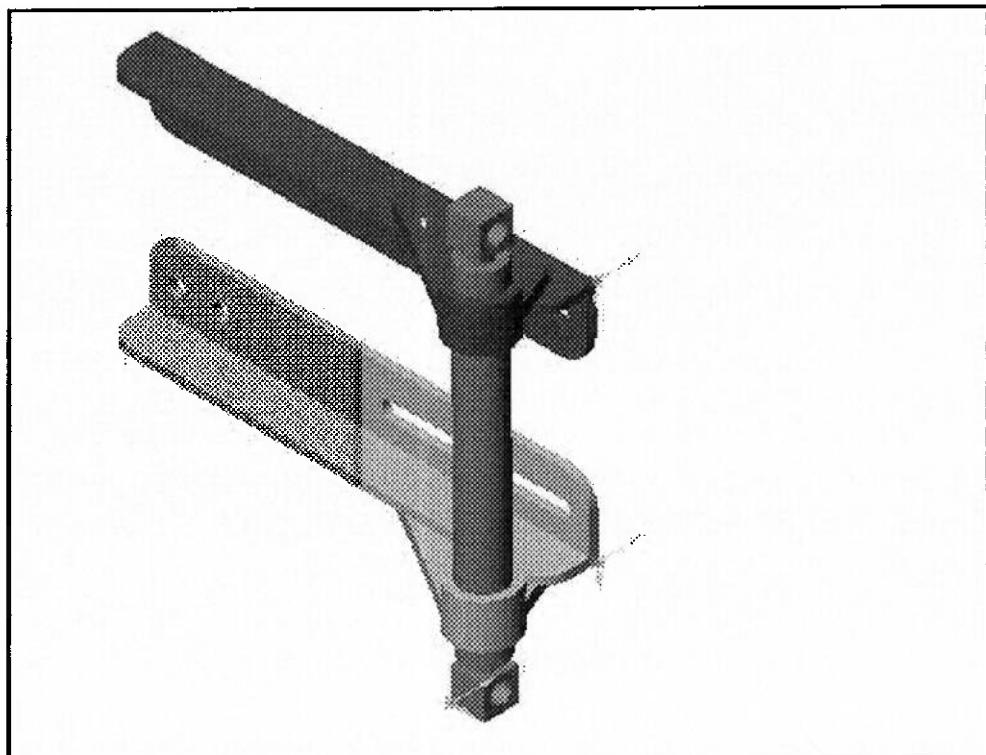
No comparativo mostrado abaixo observa-se, teoricamente, as vantagens do STEP sobre o IGES:

IGES	STEP
➤ ANSI	➤ ISO
➤ Geométrico; limitado	➤ Todo ciclo de vida; inequívoco
➤ Arquivo texto	➤ Texto, binário e BD
➤ Não há interface padrão	➤ Interface (SDAI)
➤ Orientado às partes	➤ Orientado ao projeto
➤ Não há implementação; adaptado a cada sistema	➤ Requisitos definem o BD através dos AP's

8.Simulação

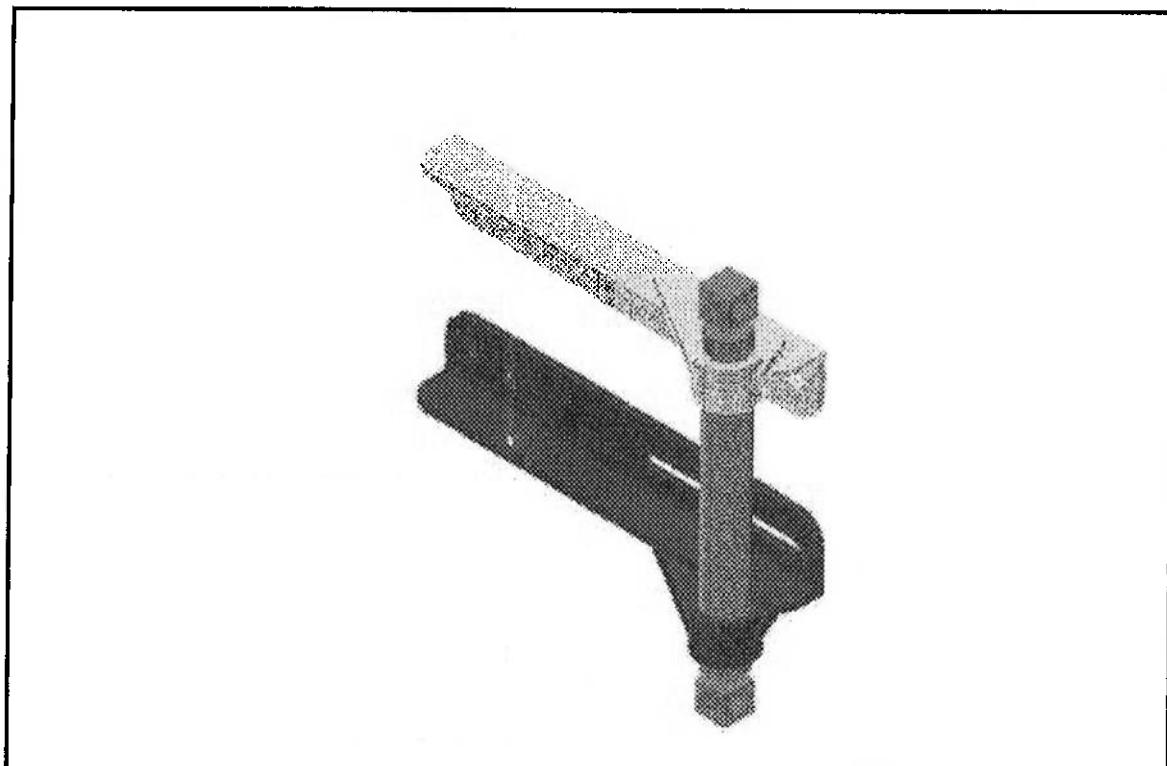
Com o intuito de simular a transferência de dados entre diferentes CAD de forma indireta, ou seja, com um banco de dados em comum, foi utilizado o programa shareware *Algor Software* (*Copyright 2002 Algor, Inc. Pittsburgh, Pennsylvania USA*) e o programa *SolidWorks 2001* (*Copyright 1995-2001 SolidWorks Corporation U.S.Patent 5,815,154*). Como o *Algor Software* não está atualizado com a transferência por STEP, foi realizado com o formato IGES.

No tutorial on-line do software Algor tem-se um arquivo exemplo *MotorMount.sldasm*, formato do SolidWorks. Abaixo é mostrado este arquivo aberto no software SolidWorks e salvo no formato JPEG.



O arquivo *MotorMount.sldasm* foi exportado para um arquivo “neutro” com extensão IGES (*.iges), tendo assim um novo arquivo, *MotorMount.iges*.

No programa *Algor FEA* foi aberto o arquivo e através de comandos MESH (conforme tutorial INCAD) obtivemos o seguinte desenho:



Neste exemplo pode-se observar que a transferência foi sem perda de dados. Porém, em alguns casos pode ocorrer essa deficiência, realçando a importância e a necessidade de um tradutor ainda mais completo e padronizado.

9. Conclusão

A partir de todo levantamento feito neste trabalho, é fácil perceber a real necessidade da definição de um padrão único que atenda a todos os requisitos expostos anteriormente, de forma a alavancar a integração entre diversos sistemas e a conseqüente automação de inúmeros processos, essenciais com a globalização. Também fica fácil perceber que trata-se de um processo contínuo, em constante desenvolvimento e aprimoramento, além de se dar a longo prazo. A propagação do padrão em todos os níveis da indústria, empresas prestadoras de serviços, etc. também mostra-se essencial para o seu sucesso.

10.Bibliografia

- [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

ISO TC184 SC4		STEP on a Page		ISO 10303	
APPLICATION MODULES (Technical specifications)					
I 201 Explicit draughting [ATS 301 = X] I 202 Associative draughting [C] I 203 Configuration-controlled design (c2=I, a1=I) [X] @ 204 Mechanical design using boundary rep [I] X 205 Mechanical design using surface rep [W] X 206 Mechanical design using wireframe [X] I 207 Sheet metal die planning and design [I] X 208 Life-cycle product change process [X] I 209 Composite & metal structural anal & related design[X] I 210 Electronic assy, interconnection & packaging design [X] X 211 Electronic P.C. assy, test, diag, & remanuf[X] I 212 Electrotechnical design and installation [C] X 213 Num control (NC) process plans for mach'd parts [X] I 214 Core data for automotive mech design processes [F] C 215 Ship arrangement [X] C 216 Ship moulded forms [X] X 217 Ship piping [X] C 218 Ship structures [W] X 219 Dimension inspection [X] O 220 Proc. pig, mfg, assy of layered electrical products [X]					
C 221 Functional data & their schema rep for process plant [X] X 222 Design-manuf for composite structures [X] X 223 Each of design & mfg product info for cast parts [X] I 224 Mesh pdt def for p. pig using mach'n'g feat (e2=I) [I, W] I 225 Building elements using explicit shape rep [C] C 226 Ship mechanical systems [X] I 227 Plant spatial configuration(e2=W) [X] X 228 Building services: HVAC [X] X 229 Design & mfg product info for forged parts[X] X 230 Building structural frame: steel work [X] X 231 Process-engineering data [X] @ 232 Technical data packaging: core info & excl [C] X 233 Systems engineering data repr [to be PAS 2054] W 234 Ship operational logs, records, and messages[X] W 235 Materials info for des and verif of products [X] W 236 Furniture product and project data[W] W 237 Computational Fluid Dynamics O 238 (Hold for STEP NC) []					
COMMON RESOURCES (with 13504-20 logic, number of parts, and 13531-41 Time)					
APPLICATION MODULES (Technical specifications)					
Because there are many of these planned SOAP has been forced to be SOAPH, 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 W 108 Process inst&Constraints for exp/geom prod mells I 104 Finite element analysis W 109 Assembly model for products I 105 Kinematics (c1=I, c2=@) W 110 Mesh-based computational fluid dynamics					
INTEGRATED GENERIC RESOURCES					
41 Fund of prodct descr & spt (e2=I, c1=I) 42 Geom & top rep (c3=@, e2=I, c1=I, c2 to c3) 43 Repres & specialization (e2=I, c1=I, c2=I) 44 Product struct config (e2=I, c1=I) 45 Materials (c1=I) 46 Visual presentation (c1=I, c2=@)					
I 47 Tolerances (c1=I) X 48 Form features I 49 Process structure & properties F 50 Mathematical constructs C 51 Mathematical description W 52 Mesh-based topology W 53 Numerical Analysis					
APPLICATION INTERPRETED CONSTRUCTS					
I 501 Edge-based wireframe I 512 Face teted B-rep presentation I 502 Shell-based wireframe I 513 Elementary B-rep I 503 Geom-bounded 2D wire frame I 514 Advanced B-rep I 504 Draughting annotation I 515 Constructive solid geometry I 505 Drawing structure & admin. F 507 Geom-bounded surface X 516 Mechanical-design context F 508 Non-manifold surface I 517 Mech-design geom presentation F 509 Manifold surface E 518 Mech-design shaded presentation I 510 Geom-bounded wireframe I 519 Geometric tolerances (c1=I) I 511 Topological-bounded surface I 520 Assoc draughting elements I 521 Manifold subsurfaces					
IMPLEMENTATION CONSTRUCTS					
I 21 Clear-text encoding exch str (c1=I, e2=E) I 22 Standard data access interface I 23 C++ language binding (to #22) @24 C language binding (to #22)					
W 25 EXPRESS to OMG XML X 26 IDL language binding (to #22) I 27 JAVA language binding (to #22) D 28 XML rep for EXPRESS-driven data (DTS) C 29 Ltwl Java binding (to #22)					
Legend: Part Status (E, F, I safe to implement) 0=O=Preliminary Stage (Proposal-->apvl 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) @=AISO, approved for publication (ISO status 40.95 or 50.99) 60=I=Publication Stage (Int'l Std published) 98=X=Project withdrawn					

ISO TC184 SC4

STEP on a Page

ISO 16303

COMMITTEE DECISION FOR THE ISO/IEC 16303-401:2009 Edition 1 of the standard of representation of product (STEP) Part 1000

APPLICATION MIMIC LEX (Technical specifications)

T 1001 Appearance assignments	T 1002 Colour	T 1003 Curve appearance	T 1004 Elemental shape	T 1005 Elemental topological shape	T 1006 Feature-based representation	T 1007 General surface appearance	T 1008 Layer assignments	T 1009 Shape appearance and layers	T 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 assignments
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 1048 Activity method
D 1053 Visitor with unit	D 1054 Part definition membership	D 1055 Find item identification	D 1056 Effectivity	D 1058 Configuration effectivity	D 1059 Effectivity application	D 1060 Product context identification	
D 1061 Project	D 1062 Contract	D 1063 Event	D 1064 Time interval	D 1066 Constructive solid geometry	D 1068 Constructive solid geometry 3D	D 1069 Faceted boundary representation model	
D 1108 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 1361 Edge based wireframe	D 1362 Shell based wireframe	D 1363 Geometrically bounded surface	D 1364 Manifold surface	D 1366 Geometrically bounded wireframe	D 1368 Topologically bounded surface	D 1372 Faceted boundary representation	D 1374 Advanced boundary representation

Legend: TS Status	
0-10	-U-prop- "Proposed for ballot"
10-20	-A- "NP" bit active - NP spec
20-30	-D- DTS development
30-40	-T- TS Published

ISO TC184 SC4

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 20s series, describes the mapping from STEP formal specifications to a representation used to implement STEP.

The conformance-testing-

STEP on a Page

methodology-framework group, the 30s 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 AP)

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

ISO 10303

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