

# *A Estratégia do Arquivo Neutro*

ou

Como Fazer Troca de Arquivos de  
Manufatura com Melhor  
Custo/Benefício

Prof. Roberto Rosso Jr., Ph.D.

UDESC/CCT

Departamento de Ciência da Computação



O que ocorre quando ....

**you decide to transport your data from  
CAD/CAE/CAPP/CAM  
between applications?**



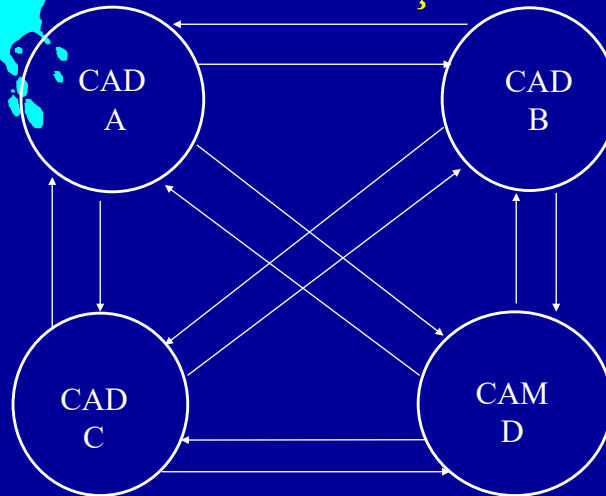
- ◆ Desde as primeiras aplicações de sistemas CAD/CAM a necessidade de troca de dados ficou evidente.....

## ◆ Duas Opções



- ◆ Usar um Tradutor Direto entre as duas Aplicações (solução direta)
- ◆ Usar uma Interface Neutra(Solução indireta)

## Troca de Informações Entre Sistemas Gráficos com tradução Direta



## Vantagens da Conversão Direta

- ➔ A solução pode ser boa , principalmente se usar um tradutor construído por uma empresa especializada.
  - ➔ Os arquivos resultantes são pequenos quando comparados com os dados gerados em conversões indiretas.
- Logo UDESC

## Desvantagens da Conversão Direta

Nem sempre pode-se garantir a qualidade do programa tradutor(\$\$\$)

Quando o número de sistemas envolvidos aumenta, o número de tradutores a se usar passa a ser proibitivo(\$\$\$)



## Crescimento do número de tradutores

$$N = n \cdot (n-1) \text{ onde:}$$

N= número de tradutores a se utilizar

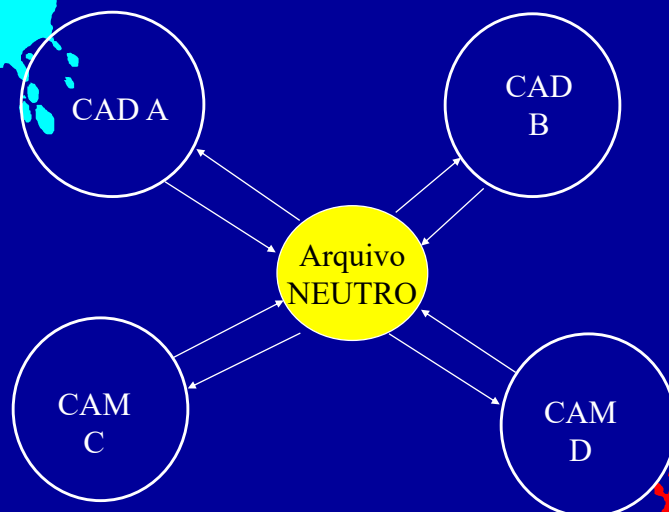
n= número de sistemas envolvidos



♦ O número de tradutores é  $n(n - 1)$

- ♦ 4 sistemas - 12 tradutores
- ♦ 10 sistemas – 90 tradutores
- ♦ 25 sistemas - 600 tradutores
- ♦ .....

## Esquema de trocas via Arquivo Neutro



## Principais Desvantagens do Arquivo Neutro

- Os arquivos gerados são, em geral, **MUITO** maiores que os arquivos em padrão proprietário
- Nem todos os construtores de software aderem completamente a certos padrões de Arquivos Neutros



## Principais Vantagens no Uso de Arquivos Neutros

- Quando o número de Sistemas a trocar informações é grande o custo/troca tende a diminuir
- Um novo Parceiro/Sistema pode vir a trabalhar em conjunto sem a necessidade de construir uma nova interface
- Se usar um padrão com testes de aderência, as perdas passam a ser mínimas, mesmo quando comparadas com certas conversões diretas.



## Alguns Padrões

- ◆ O Programa ICAM na década de 1970 gerou o Product Definition Data Interface (PDDI) e Geometric Modelling Application (GMAP) (Goldstein et al. 1998)
- ◆ Este programa acabará influenciando também o IGES.

## Alguns Padrões ...

- ◆ Em 1982 a VDA (Associação Alemã da Indústria Automobilística) lança as normas VDA-FS e VDA-IS, a segunda é um subconjunto da primeira.
- ◆ A França também lançou um conjunto de normas conhecidas como SET (Standard D'Exchange et de Transfert) para contornar problemas do IGES

## Problemas da Não Portabilidade

- ◆ Necessária reentrada de dados para um outro aplicativo
- ◆ Inconsistência da informação que flui pelo processo produtivo
- ◆ Dificuldade de acesso a informações necessária as funções do sistema produtivo



## Problemas da Não Portabilidade

A ineficiência da transferência e/ou compartilhamento de informação entre produtos provoca:

- ◆ Maiores custos
- ◆ Possível introdução de erros gerando menor qualidade nos produtos
- ◆ Maior prazo para introdução de produtos no mercado





## Principais Formatos Normalizados

- ◆ IGES - INITIAL GRAPHICS EXCHANGE SPECIFICATION
- ◆ STEP- Standard for the Transfer and Exchange of Product Data Model

## IGES INITIAL GRAPHICS EXCHANGE SPECIFICATION

- ◆ Inicialmente construída por um comitê formado pela Boeing, GE e NBS(atual NIST- National Institute of Standards and Technology)
- ◆ Adotada como Padrão ANSI Y14.26M em Maio de 1981(Versão 1.0) e desde então vem sendo modificada/ampliada.
- ◆ Atualmente está na Versão 5.xx (não está sendo atualizado há algum tempo)

## IGES- Estrutura do Arquivo

Aquivo ASCII com linhas de 80 colunas  
sendo 72 utilizadas para descrição e 8 para  
identificação(Herança dos Cartões)

Os arquivos estão divididos em 5 Seções



## IGES- Estrutura do Arquivo

- ↓ Start Section.
- ↓ Global Section.
- ↓ Directory Entry Section.
- ↓ Parameter Data Section.
- ↓ Terminate Section.





## Start Section

- Esta Seção contém informações de identificação do arquivo em formato legível pelo ser humano
- Todo arquivo deve conter pelo menos uma linha(registro) nesta seção.
- Todos os registros desta seção devem conter a letra S na Coluna 73 e um número sequencial da Coluna 74 até a 80



## Global Section

- Esta Seção contém informações que descrevem o preprocessador e informações necessárias ao pós-processador para utilizar o arquivo.
- Todos os registros na Global Section devem conter a letra G na Coluna 73 e um número sequencial.



## Directory Entry Section

- O propósito desta Seção é prover um Índice para o arquivo e também os atributos de cada entidade.
- A ordem de entrada no diretório é livre, apenas as definições devem vir ANTES das suas instâncias.
- Todas linhas tem D na Coluna 73 e um sequencial.



## Parameter Data Section

- Dados de parâmetros são colocados em formato livre com o primeiro campo contendo SEMPRE o número do tipo de entidade.
- O Formato Livre das linhas termina na coluna 64 e a Coluna 65 tem que conter BRANCO.
- Coluna 73 de todas as linhas contém P e o sequencial até a coluna 80.



## Terminate Section

- Contém apenas uma linha com dez campos de 8 dígitos.
- Ela deve ser a última linha do arquivo
- A coluna 73 deve conter T
- A coluna 74 até 80 deve conter o número 1

## Exemplo de Arquivo IGES

```

This file was produced by MicroStation IGES
S 1
1H,,1H,,13HPalestra_UFSC,8HUFSC.igs,14HMicroStation/J,14HMicroStation/J,G 1
32,38,6,38,15,13HPalestra_UFSC,1.,2,2HMM,32,5.,13H990504.092612,G 2
1.0000000000000000E-005,188.47205376999997,5H Rosso,5H UDESC,8,0,13H990504.G 3
092212; G 4
128 1 0 1 0 0 0 000010000D 1
128 1 3 4 0 0 BS SURF 1D 2
144 5 0 1 0 0 0 000020000D 3
144 1 3 1 0 0 0 1D 4
142 6 0 1 0 0 0 000010001D 5
142 1 3 1 0 0 CV ON SF 1D 6
126 7 0 1 0 0 0 000010500D 7
126 1 3 2 0 0 BS CURVE 1D 8
126 9 0 1 0 0 0 000010500D 9
126 1 3 2 0 0 BS CURVE 2D 10
126 11 0 1 0 0 0 000010500D 11
126 1 3 2 0 0 BS CURVE 3D 12
126 13 0 1 0 0 0 000010500D 13
126 1 3 2 0 0 BS CURVE 4D 14

```

## **STEP** **Standard for the Transfer and** **Exchange of Product Data Model**

- ◆ Padrão ISO 10303
- ◆ Tem como objetivo representar o modelo de dados do Produto e não apenas do desenho.
- ◆ É influenciado pelas experiências da IGES, DIN TAP, VDA e SET entre outras.
- ◆ Nenhuma das normas foi totalmente eficaz.

## **Dificuldades**

### **Dificuldades Geradas Pela Falta de um Padrão**

- ➔ Dificuldade de adaptação do sistema produtivo a adição de novos parceiros de negócios
- ➔ Suporte computacional deficiente para as transações das empresas

## Situações na Indústria

- ◆ Hoje ocorre o uso de tecnologia de informação em diversas funções do sistema produtivo tais como em Sistemas CAD/CAE /CAPP/CAM/CNC/CAV
- ◆ A comunicação de dados de produto entre funções via: papel, interfaces específicas ou uso de mais de um padrão gera problemas.
- ◆ A realidade é que as aplicações necessitam dados de produto em diferentes formatos

## Conceitos Básicos

- ◆ É baseado no conceito de Modelos de Informação
- ◆ Modelos de Informação mais usados em manufatura são os Modelos de Produtos e Modelos de Manufatura

## Conceitos Básicos

Definição segundo ISO10303

- ◆ In the ISO10303 standard, information model is defined as a formal model of a bounded set of facts, concepts, or instructions to meet a specific requirement (ISO10303-1 1994) it can also be defined as “a model of information showing relationships between items”(Ellis 1993).



## Modelos de Produto podem ser focados em diferentes aspectos

- ◆ i) Structure-oriented product models
- ◆ ii) Geometry oriented product models
- ◆ iii) Feature oriented product models
- ◆ iv) Knowledge based product model
- ◆ v) Integrated product models, which uses all the above approaches
- ◆ vi) Model standardization using STEP

(Krause et al.1993)





## Objetivos do uso de STEP

O STEP visa:

- ◆ Informações sobre produtos em um formato universal
- ◆ Informação pode ser prontamente acessada por um agente que a requeira
- ◆ Informação consistente ao longo de todo o processo produtivo
- ◆ Informação precisa e atualizada

## Comparação entre padrões

	IGES	SET	VDA-FS	STEP
ESCOPO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos wireframe</li> <li>- Modelos de superfície</li> <li>- Modelos de sólidos</li> <li>- Modelos FEM</li> <li>- Desenhos técnicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos wireframe</li> <li>- Modelos de superfície</li> <li>- Modelos de sólidos</li> <li>- Desenhos técnicos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos de superfície</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelo de produto para todo o ciclo de vida</li> </ul>

## Comparação entre padrões

	IGES	SET	VDA-FS	STEP
CARACTERÍSTICAS DA ESPECIFICAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coleção de entidades</li> <li>- Formato especificado de arquivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coleção de entidades</li> <li>- Formato especificado de arquivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Coleção de entidades</li> <li>- Formato especificado de arquivo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Especificação formal do modelo de produto (Express)</li> <li>- Definição formal da sintaxe de arquivo</li> </ul>

## Introdução ao Padrão STEP

### Requisitos impostos a STEP:

- ◆ Suporte a diferentes aplicações
- ◆ Requisitos formais de conformidade (Devem fazer parte de um padrão)
- ◆ Separação entre especificação das informações e sua representação (Visando independência da implantação e diferentes formas de representação)
- ◆ Uso de linguagem formal (EXPRESS)

## Características Padrão STEP

### Características:

- ◆ Provê a descrição completa, não ambígua e processável por computador das características **físicas** e **funcionais** de produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida
- ◆ Provê mecanismos que possibilitam troca de dados de produtos e compartilhamento destes entre várias fases do ciclo de vida em um sistema produtivo

## Perspectivas e Carcterísticas

- ◆ Surgiu como resposta à uma necessidade industrial
- ◆ Mais de 500 especialistas envolvidos
- ◆ Dezenas de empresas líderes em seus ramos de atuação envolvidas:
  - ◆ IBM, GM, Ford, GE, HP, McDonnell Douglas,
  - ◆ US Army, US Navy, Boeing, Daimler-Benz, Siemens, Opel, Fiat, Porsche, Chrysler, Autodesk, Cisgraph, VW, Bosch, BMW

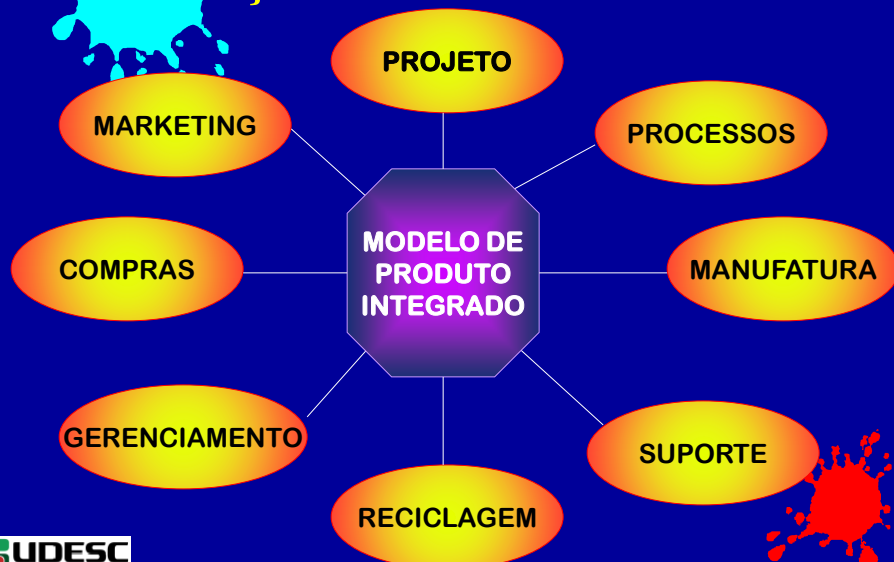
## Vantagens do Uso de STEP

Ajuda a prática da engenharia concorrente baseada em padrões (Relatório da comissão Packard):

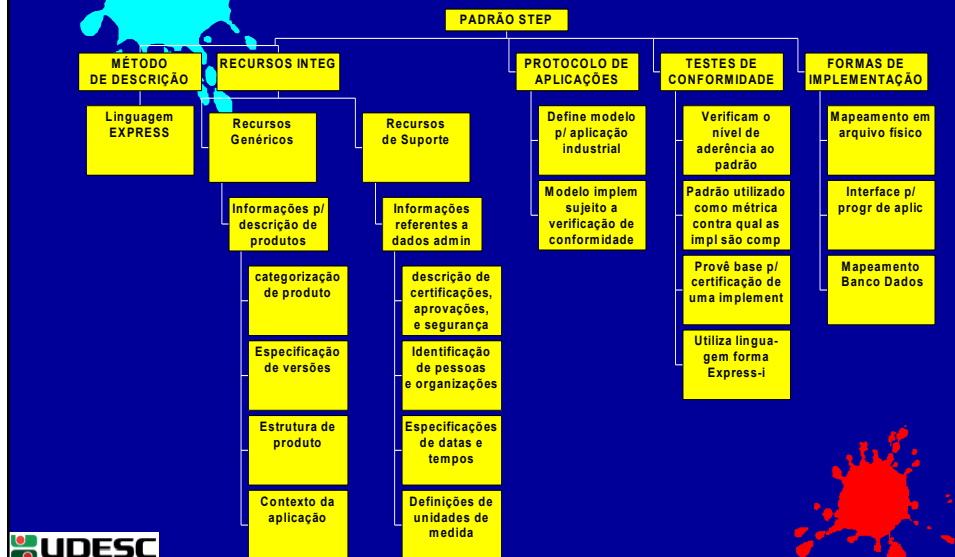
- ◆ Diminuição de alterações de projeto em até 50%
- ◆ Redução de tempo de desenvolvimento de produtos em até 60%
- ◆ Diminuição de retrabalhos em até 75%
- ◆ Redução de custos de manufatura em até 40%



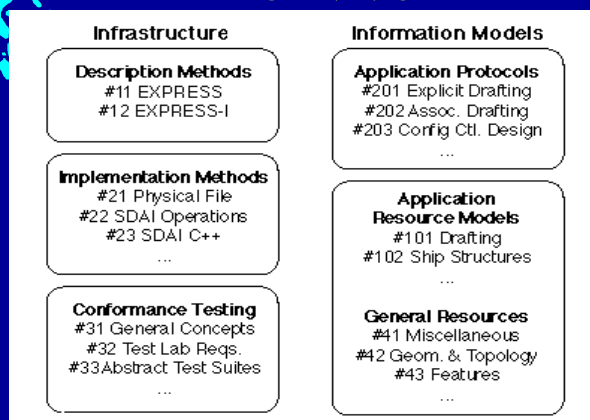
## Utilização do Padrão STEP



# Estrutura do Padrão STEP



## Estrutura do Padrão STEP em Alto Nível



(Loffredo 2000)

## Description Methods

(Métodos de Descrição)

- ◆ Conhecidos como Série 10
- ◆ São baseados na ideia de que a descrição deve não ambígua e a melhor forma de evitar ambiguidade é o uso de uma Linguagem Formal de Especificações de Dados
- ◆ No caso utiliza EXPRESS



## Integrated Resources

(Recursos Integrados)

- ◆ Existem dois Grupos Série 40 e 100
- ◆ Os recursos da série 40 (genéricos) são independentes e podem referenciar uns aos outros. São a base de muitas entidades
- ◆ Os recursos da série 100 (de aplicação) não se referenciam entre si. Também são base de construção de protocolos

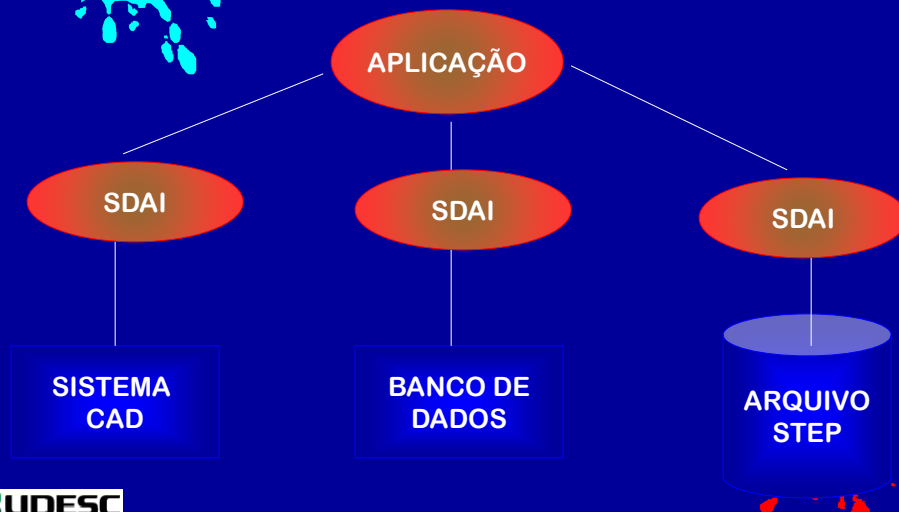


## Conformance Testing/ Conformance Tools

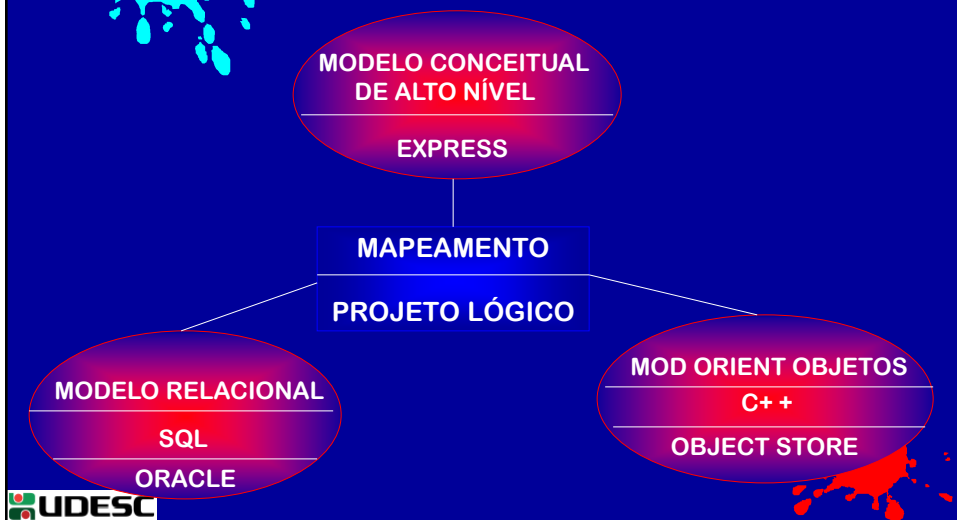
(Ferramentas de conformidade)

- ◆ Conhecida como série 30
- ◆ São importantes para a norma como um todo pois servem para garantir que as aplicações estão de acordo com a ISO10303

## Interface p/programação de aplicações (Standard Data Access Interface Specifications)



# Mapeamento em Banco de Dados



## Linguagem EXPRESS

- ◆ EXPRESS (Expressive Language) é uma linguagem do nível E-R
- ◆ Início nos anos 80 com o nome de DSL
- ◆ Objetiva a especificação de modelos de produto
- ◆ Linguagem formal para modelagem de informações



# Linguagem EXPRESS

- ◆ Permite descrição não ambígua de modelos de produto
- ◆ Sintaxe definida formalmente utilizando uma derivação da notação de Niclaus Wirth
- ◆ Considerado “Object Like”



2 DE 2

# Linguagem EXPRESS

## EXPRESS

```

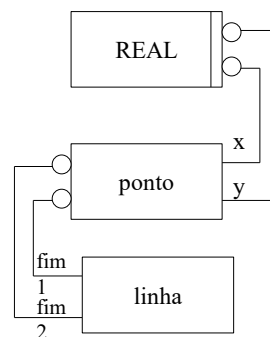
SCHEMA exemplol;

ENTITY ponto;
  x : REAL;
  y : REAL;
END_ENTITY;

ENTITY linha;
  fim1 : ponto;
  fim2 : ponto;
END_ENTITY;

END_SCHEMA;
  
```

## EXPRESS-G



2 DE 2

## Exemplo de Arquivo STEP

```
ISO-10303-21;
HEADER;
/* Exchange file generated using ST-DEVELOPER 1.6 */

FILE_DESCRIPTION(('','2;1');

FILE_NAME('UFSC','1999-05-04T09:26:54-03:00','Rosso'),('UDESC'),
'ST-DEVELOPER 1.6','MicroStation J','Rosso');

FILE_SCHEMA (('CONFIG_CONTROL_DESIGN'));
ENDSEC;

DATA;
#10=(
  GEOMETRIC_REPRESENTATION_CONTEXT(3)
  GLOBAL_UNCERTAINTY_ASSIGNED_CONTEXT((#17))
  GLOBAL_UNIT_ASSIGNED_CONTEXT((#16,#11,#15))
  REPRESENTATION_CONTEXT('Based on DGN file units settings',' ')
);
#11=(
  CONVERSION_BASED_UNIT('DEGREE',#13)
  NAMED_UNIT(#12)
  PLANE_ANGLE_UNIT()
);
#12=DIMENSIONAL_EXPONENTS(0.,0.,0.,0.,0.,0.,0.);
#13=PLANE_ANGLE_MEASURE_WITH_UNIT(PLANE_ANGLE_MEASURE(0.0174532925199433),
```



Software comercial para  
visualizar arquivos STEP e de  
outros Padrões

<https://3d-viewers.com/pt/step-viewer.html>



## Estágio de Desenvolvimento

- ◆ Várias partes de STEP aprovadas como padrão ISO
- ◆ Já está Maduro com milhares de tradutores em uso industrial
- ◆ Fornecedores no mercado com vários produtos aderentes a STEP
- ◆ Principal Produtor STEPTools ([www.steptools.com](http://www.steptools.com))



## Benefícios advindos da verificação de conformidade

- ◆ Usuários:
  - ◆ É garantida a aquisição de um produto aderente ao padrão(Vide Problemas IGES)
- ◆ Desenvolvedores:
  - ◆ Dispõe de um conjunto de testes de conformidade durante as fases de desenvolvimento e melhorias do sistema. Não necessita repetir os testes para cada usuário individualmente



## **Benefícios advindos da verificação de conformidade**

- ◆ Troca de dados de produtos entre sistemas heterogêneos no âmbito de uma empresa
- ◆ Troca de dados de produtos com clientes e fornecedores
- ◆ Arquivamento a longo prazo de dados de produtos em formato independente dos sistemas utilizados

## **Benefícios advindos da verificação de conformidade**

- ◆ Aderência ao conceito de sistemas abertos
- ◆ Flexibilidade quanto a adaptação às novas situações de negócios

## **Benefícios para a indústria manufatureira**

- ◆ Integração dos sistemas produtivos via banco de dados de produtos
- ◆ Habilitação de engenharia concorrente
- ◆ Comunicação de dados de produto a nível mundial
- ◆ Suporte à manutenção de dados de produtos ao longo de todo o seu ciclo de vida

## **Benefícios para a indústria de software**

- ◆ Protocolos de aplicação resultam de consenso entre empresas líderes em seus ramos de atuação
- ◆ Imensa massa de dados aderentes a STEP estará disponível
- ◆ Especificação em STEP de interface para programação de aplicações SDAI

## Benefícios para a indústria de software

- ◆ Permite o desenvolvimento de aplicações independentemente da forma como os dados são armazenados
- ◆ Disponibilidade de ferramentas para implementação de aplicações baseadas em STEP

## Benefícios para a indústria de software

- ◆ Mercado emergente para aplicações específicas visando suporte computacional às tarefas envolvidas no ciclo de projeto e manufatura de produtos
- ◆ Redução de custos e tempo de desenvolvimento de tais aplicações através do uso de ferramentas STEP/EXPRESS

# Aplicação para indústria automobilística

## PRODUCT DEFINITION

- Estudos de marketing
- Lista de necessidades

## DESIGN

- Projeto
- Montabilidade
- Análise de falha

## PRODUCTION PLANNING

- Planos de processos
- Estudos de produção

## TOOL MANUFACTURING

- Componentes p/ fabric de ferramentas
- Mont ferramentas
- Programação

### CORE DATA FOR AUTOMOTIVE MECHANICAL DESIGN PROCESSES

## STYLING

- Concepção
- Modelo físico
- Lay-out

## EVALUATION

- Plano de testes
- Protótipos

## TOOL DESING

- Montagem ferr
- Simulação de ferramental

## QUALITY CONTROL

- Amostras
- Dimensional

# Utilização do Padrão STEP

## ESFORÇOS INTERNACIONAIS NO PASSADO PARA FOMENTO A STEP

CENTROS STEP	OBJETIVOS COMUNS
<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ PDES Inc - USA</li> <li>◆ ProSTEP - Alemanha</li> <li>◆ Nippon STEP Center - Japão</li> <li>◆ CADDETC - Inglaterra</li> <li>◆ GOSET - França</li> <li>◆ C-STEP - China</li> <li>◆ B-STEP - Brasil</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>◆ Centros de referência em tecnologia de dados de produtos</li> <li>◆ Difundir informações sobre STEP e tecnologia correlata</li> <li>◆ Contribuir, através de projetos piloto, p/ a introdução de STEP na prática industrial</li> <li>◆ Fomentar o desenvolvimento de aplicações industriais aderentes ao padrão</li> </ul>

## Exemplos de protocolos de aplicação

- ◆ Explicit Draughting (Troca de desenhos de engenharia bidimensional) => ISO 10303-201
- ◆ Mechanical Design Using Surface Representation => ISO 10303-205
- ◆ Life Cycle Product Change Process => ISO 10303-208
- ◆ Electronic Printed Circuit Assembly Design and Manufacture => ISO 10303-210
- ◆ Automotive Design Processes (protocolo p/ descrever um automóvel em todo o seu ciclo de vida) => ISO 10303-214
- ◆ Managed model-based 3D engineering => ISO10303-242 (Substitui 203)

## Evolução das Pesquisas (de 1996 em diante)

- ◆ Uso de base de dados com Protocolos (AP's) STEP em Sistemas CNC
- ◆ Objetivo de Construir Controles NC Inteligentes que usem dados do Modelo de Produto ao invés de Código G
- ◆ Projeto Mundial (IMS – Intelligent Manufacturing Systems) conhecido como STEP –NC
- ◆ *Resultado=ISO14649 e ISO10303-238*



## Conclusão

- ◆ STEP é a resposta à necessidade de eliminação de barreiras de comunicação entre funções do sistema produtivo
- ◆ Comprometimento do setor industrial e de fornecedores de tecnologia de informação
- ◆ Tecnologia em nível de maturidade adequado à introdução na prática industrial

## Conclusão

- ◆ STEP é amplamente reconhecido como um componente estratégico para a integração de sistemas produtivos
- ◆ Necessidade de ação em âmbito nacional visando a competitividade a nível internacional

## Sites/Livros Relacionados ao Assunto

- ◆ ZEID, Ibrahim. CAD/CAM Theory and Practice. McGraw-Hill:New York. 1991
- ◆ <http://www.steptools.com>
- ◆ <http://www.iso.ch/>
- ◆ <http://www.wotsit.org>
- ◆ <http://www.step-nc.org>
- ◆ <https://www.nist.gov/publications/step-grand-experience>



## Correio Eletrônico

- ◆ Roberto Rosso Jr  
[roberto.rosso@udesc.br](mailto:roberto.rosso@udesc.br)

