

# PSI 3591

PROJETO DE FORMATURA I

6ª Aula

Especificação de  
Requisitos de Engenharia

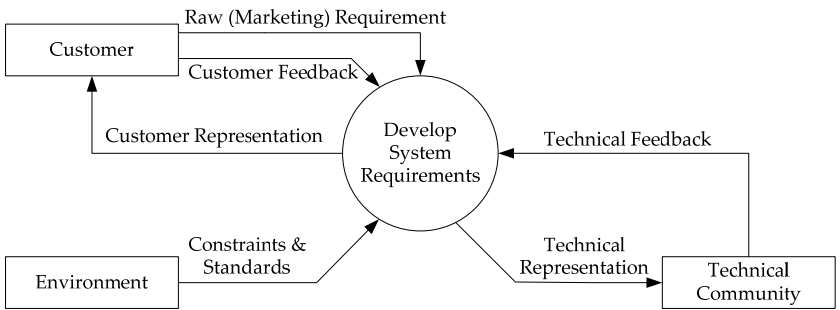


## 1 – A ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE ENGENHARIA



# 1 VISÃO GERAL DO PROCESSO

## [IEEE 1233]



3



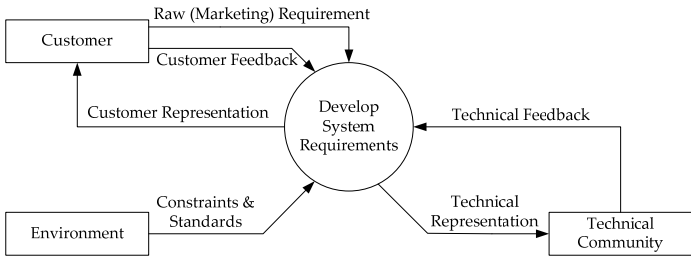
## DEFINIÇÕES

- Requisitos de Marketing (Cliente)
- Requisitos de Engenharia
- Especificação de Requisitos

4



# 2 - REQUISITOS DE ENGENHARIA



5



## IEEE STD 1233-1998

### IEEE Std 1233, 1998 and 1233-1996 aIEEE Guide for Developing System Requirements Specifications - Description

**Abstract:** Guidance for the development of the set of requirements, System Requirements Specification (SyRS), that will satisfy an expressed need is provided. Developing an SyRS includes the identification, organization, presentation, and modification of the requirements. Also addressed are the conditions for incorporating operational concepts, design constraints, and design configuration requirements into the specification. This guide also covers the necessary characteristics and qualities of individual requirements and the set of all requirements.

**Keywords:** requirement, SyRS, system, system requirements specification

#### Content

1. Overview
    - 1.1 Scope
  2. References
  3. Definitions
  4. System requirements specification
    - 4.1 Definition
    - 4.2 Properties
    - 4.3 Purpose
    - 4.4 Intended use
    - 4.5 Benefits
    - 4.6 Dynamics of system requirements
  5. SyRS development process overview
    - 5.1 Customer
    - 5.2 Environment
    - 5.3 Technical community
  6. Well-formed requirements
    - 6.1 Definition of a well-formed requirement
    - 6.2 Properties of a requirement
    - 6.3 Categorization
    - 6.4 Pitfalls
  7. SyRS development
    - 7.1 Identify requirements
    - 7.2 Build a well-formed requirement
    - 7.3 Organize requirements
    - 7.4 Present requirements
- Annex A System Requirements Specification outline  
 Annex B Bibliography  
 Annex C Guidelines for compliance with IEEE/EIA 12207.1-1997

6



# PROPRIEDADES DE UM REQUISITO DE ENGENHARIA

- 1) Abstrato: Um requisito deve explicar **o que** deve ser feito e não **como** deve ser feito
- 2) Verificável: Deve haver uma maneira de medir ou demonstrar que o requisito é alcançado ao final do projeto
- 3) Não ambíguo: Sentido claro e explicado em sentenças curtas
- 4) Rastreável: Deve fazer sentido do ponto de vista de requisitos de marketing

7

7



## EXEMPLO

O seguinte requisito tem as propriedades desejáveis? (abstrato, verificável, não ambíguo, rastreável)

*“o robot deve ter uma velocidade média de avanço de 0.5 pés/seg, uma velocidade limite de pelo menos 1 pé/seg, e capaz de acelerar de 0 (zero) até a velocidade média em menos de 1 segundo.”*

8



## EXEMPLO

O seguinte requisito tem as propriedades desejáveis?  
(abstrato, verificável, não ambíguo, rastreável)

*“O robot deve empregar sensor IV (IR) para sensoriar seu ambiente externo e navegar autonomamente com uma vida de bateria de uma hora.”*

9



## UMA QUINTA PROPRIEDADE REALISMO

- **IMPORTANTE** – Os requisitos para o seu Projeto devem ser **REALÍSTICOS!**
- => Você precisa demonstrar que o alvo que você selecionou é tecnicamente viável
- Como você pode fazê-lo?
  - Pesquisa
  - Conhecimentos de engenharia
  - Modelagem (prototipagem)
  - Criatividade

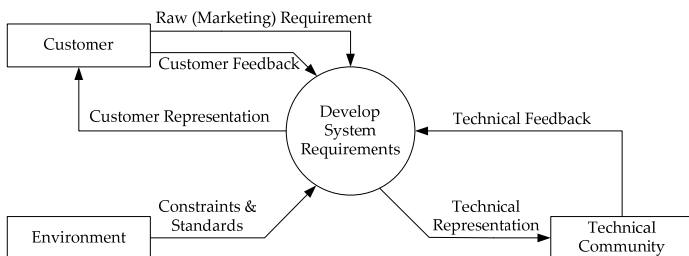
10



## O AMBIENTE: RESTRIÇÕES

- Restrição = decisão de projeto (design) imposta pelo ambiente ou pelo stakeholder, que impacta ou limita o projeto (decision)

*Exemplo de restrição: O sistema deve usar um microcontrolador PIC18F52 para implementar as funções de processamento.*



11



## O AMBIENTE: PADRÕES

- Um Padrão é o quê?
  - A questão é: quais padrões são relevantes ao seu projeto e como voce irá usá-los?
  - Diferentes níveis de uso
    - Usuário
    - Implementação
    - Desenvolvedor
  - Tipos: segurança (safety), teste, confiabilidade, comunicação, dados, documentação, projeto (design), ...

12



# IDENTIFICANDO OS REQUISITOS DE ENGENHARIA

- Oficinas (workshops) e brainstorming estruturadas
- Devem ser bem preparados e conduzidos com todos os stakeholders!
- Entrevistas, levantamentos e questionários
- Observação dos processos e dispositivos em uso
- Benchmarking competitivo e análise de mercado
- Prototipação e simulação
- Pesquisa e revisão de documentação técnica

Necessidade de conhecer que tipos de requisitos selecionar para um determinado sistema.

São apenas EXEMPLOS – você deve determinar os requisitos específicos para o seu sistema.

Dica: não tente apenas copiá-los.

13



# EXEMPLOS DE REQUISITOS DE ENGENHARIA

- Desempenho
  - O sistema deve ser capaz de detectar 90% de todas as faces humanas em uma imagem.
  - O amplificador deve ter uma distorção harmônica total inferior a 1%
- Funcionalidade
  - Em geral representado por entradas, transformações e saídas
  - O sistema converterá a temperatura ambiente em uma leitura digital com acurácia de 1% dentro da faixa estipulada de medidas*
  - O usuário poderá pesquisar todas as 5 bases de dados da companhia*
- Confiabilidade e Disponibilidade
  - O sistema terá uma confiabilidade de 95% em 5 anos
  - O sistema ficará operacional das 4 h às 22 h, 365 dias/ano

14



# EXEMPLOS DE REQUISITOS DE ENGENHARIA

- Energia
  - O sistema deve operar por um mínimo de 3 horas sem necessidade de recarga
- Ambiental
  - O sistema deve se capaz de operar numa faixa de temperatura de 0° C to 75° C
  - O sistema deve ser à prova d'água e operar submerso em água
  - Ser recarregável
- Econômico
- Saúde e Segurança
- Legal
- ...

15



## 3 – DESENVOLVENDO A ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE ENGENHARIA

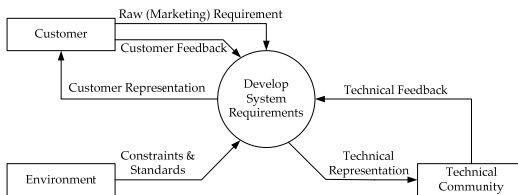
16





# ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS DE ENGENHARIA

- Definição:
  - “É o conjunto completo de todos os requisitos do sistema”
- Passos:
  - Identificar os requisitos de engenharia (considerando cliente, ambiente, comunidade técnica)
  - Assegurar que os requisitos de engenharia estão bem formados (atendem às propriedades)
  - Organizar os requisitos
  - Validar a especificação de requisitos (face aos requisitos de marketing da árvore de objetivos)



17



# PROPRIEDADES DA ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

- Ortogonal: sem redundâncias entre os requisitos de engenharia
- Conjunto Completo: deve contemplar todas as necessidades do cliente
- Consistente: sem contradições
- Delimitado (Bounded): estabeleça os limites, sem restringir em excesso
- Modificável: devem ser evolucionários pois no início do projeto não se conhece ao certo os requisitos (os requisitos originais são conhecidos como **requisitos iniciais**) Versões dos requisitos devem estar bem documentadas ao longo do processo

18



# VALIDAÇÃO

- O sistema atende os requisitos do cliente?
- Validação = ?  
*“estamos construindo o sistema correto?”*
- Verificação = ?  
*“estamos construindo o sistema corretamente?”*

19



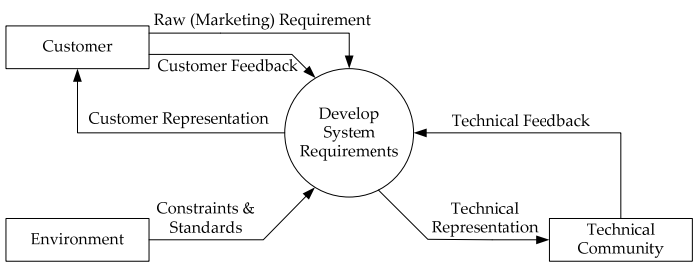
# COMO VALIDAR OS REQUISITOS DE ENGENHARIA?

- Pergunte ao cliente se os requisitos atendem às necessidades
- Usualmente feito por equipes
- Para cada requisito de engenharia:
  - Rastreável?
  - Verificável?
  - Realístico & tecnicamente viável?
- Para a Especificação de Requisitos Completa
  - Ortogonal?
  - Completa?
  - Consistente?

20



# 3 – CONSIDERANDO OS REQUISITOS DE MARKETING



## Exemplos de Requisitos de Marketing

1. Excelente qualidade sonora
2. Elevada potência de saída
3. Fácil de instalar
4. Baixo custo



# 4. ESTUDO DE CASO

- ### Requisitos de Marketing
1. Excelente qualidade sonora
  2. Elevada potência de saída
  3. Fácil de instalar
  4. Baixo custo

## AMPLIFICADOR DE ÁUDIO CARRO

Requisitos Marketing	Requisitos de Engenharia	Justificativa
1, 2, 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A Distorção Harmônica Total deve ser &lt;0.1%.</li> </ul>	Baseado em benchmarking competitivo e tecnologia de amplificador existente. Amplificadores Classe A, B, e AB São capazes de obter este nível de THD.
1-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ser capaz de sustentar uma potência de saída com média <math>\geq 35</math> watts, com valor de pico <math>\geq 70</math> watts.</li> </ul>	Esta faixa de potência provê nível sonoro adequado para um compartimento automotivo.
2, 4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deve ter uma eficiência (<math>\eta</math>) &gt;40 %.</li> </ul>	Obtenível com diferentes classes de amplificador de potência.
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O tempo médio de instalação para as conexões de energia e áudio não deve exceder 5 minutos.</li> </ul>	Testes com tomadas de áudio e alimentação mostraram que este é um tempo razoável de instalação.



## 4. ESTUDO DE CASO

# AMPLIFICADOR DE ÁUDIO CARRO (cont.)

Requisitos Marketing	Requisitos de Engenharia	Justificativa
1-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>As dimensões não devem exceder 6" x 8" x 3".</li> </ul>	Encaixa sob um típico banco de carro. Modelos anteriores mostraram que os componentes cabem dentro deste espaço.
1-4	<ul style="list-style-type: none"> <li>O custo de produção não deve exceder \$100.</li> </ul>	Baseado em análise de mercado e em projetos anteriores.

### Requisitos de Marketing

- Excelente qualidade sonora
- Elevada potência de saída
- Fácil de instalar
- Baixo custo

23



## 4. ESTUDO DE CASO

# IPOD HANDS FREE

Requisitos de Marketing	Requisitos de Engenharia	Justificativa
4, 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>O sistema deve implementar nove funções de comandos de voz ( <b>menu, play/pause, previous, next, up, down, left, right e select</b>) e responder apropriadamente de acordo para cada comando.</li> </ul>	Estes são os nove comandos básicos que são usados para controle do iPod e devem prover toda a funcionalidade necessária.
1, 3, 4, 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>O tempo para responder a comandos de voz não deve ultrapassar 3 segundos.</li> </ul>	O sistema precisa prover uso conveniente respondendo aos comandos do usuário dentro de um curto período de tempo. Baseado em pesquisas, foi determinado que o tempo de resposta do iPod é menor que 1 segundo e um sistema de reconhecimento de voz requer 2 segundos para reconhecer comandos.

### Requisitos de Marketing

- Deve manter a qualidade funcional do iPod.
- O usuário deve ser capaz de fazer busca de músicas e artistas e receber feedback na seleção.
- O sistema deve emitir fala clara e compreensível
- O sistema deve ser capaz de entender comandos de voz do usuário.
- Deve caber e ser operado em um automóvel.
- Deve ser fácil de se usar.
- Deve ser portátil.

24



## 4. ESTUDO DE CASO

### IPOD HANDS FREE (cont.)

Requisitos de Marketing	Requisitos de Engenharia	Justificativa
4, 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>A acurácia do sistema no reconhecimento de comandos de voz deve estar entre 95% e 98%.</li> </ul>	A pesquisa demonstrou que esta é a típica acurácia de chips de reconhecimento de voz. Sistemas locutor-independente podem prover até 95% e locutor-dependente até 98%.
5, 6	<ul style="list-style-type: none"> <li>O sistema deve ser capaz de operar com fonte de 12 Volts e consumir no máximo 150 mA.</li> </ul>	O automóvel provê 12V CC. Uma estimativa inicial de componentes foi feita, obtendo-se um limite superior de 150 mA de consumo.
5, 6, 7	<ul style="list-style-type: none"> <li>As dimensões do protótipo não deve exceder 6" x 4" x 1.5".</li> </ul>	O sistema deve ser capaz de caber em qualquer lugar do carro entre os bancos. Uma estimativa inicial de componentes foi feita obtendo-se este limite de dimensões.

#### Requisitos de Marketing

1. Deve manter a qualidade funcional do iPod.
2. O usuário deve ser capaz de fazer busca de músicas e artistas e receber feedback na seleção.
3. O sistema deve emitir fala clara e compreensível
4. O sistema deve ser capaz de entender comandos de voz do usuário.
5. Deve caber e ser operado em um automóvel.
6. Deve ser fácil de se usar.
7. Deve ser portátil.

25



## 5 - ANÁLISE AVANÇADA DE REQUISITOS

26



## MATRIZ DE COMPROMISSOS ENGENHARIA-MARKETING AMPLIFICADOR DE ÁUDIO CARRO

↑↑ Correlação positiva forte  
 ↑ Correlação positiva  
 ↓ Correlação negativa  
 ↓↓ Correlação negativa forte

- diminuindo melhora  
 + aumentando melhora

o objetivo é melhorar a qualidade sonora e diminuir a THD, existindo uma forte correlação positiva entre eles pois diminuindo-se a THD aumenta-se a qualidade sonora

o objetivo é melhorar a qualidade sonora e aumentar a potência de saída, existindo uma forte correlação negativa entre eles pois aumentando-se a potência diminui-se a qualidade sonora

		THD	Output Power	$\eta$ , Efficiency	Install Time	Dimensions	Cost
		-	+	+	-	-	-
1) Sound Quality	+	↑↑	↓			↓↓	↓↓
2) High Power	+	↓	↑↑	↑		↓↓	↓
3) Install Ease	+		↓		↑↑	↑	↓
4) Cost	-	↓↓	↓	↓		↓	↑↑

27



## MATRIZ DE COMPROMISSOS DE ENGENHARIA AMPLIFICADOR DE ÁUDIO CARRO

		THD	Output Power	$\eta$ , Efficiency	Install Time	Dimensions	Cost
		-	+	+	-	-	-
THD			↓			↓	↓
Output Power	+			↑		↓	↓
$\eta$ , Efficiency	+					↑	↓
Install Time	-					↓	
Dimensions	-						↓
Cost	-						

28



# BENCHMARKS COMPETITIVOS

## ESCOLHENDO OS ALVOS PRINCIPAIS

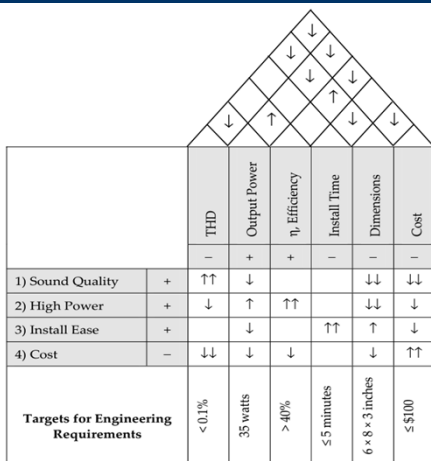
	Apex Audio	Monster Amps	Nosso Projeto
<b>THD</b>	0.05%	0.15%	0.1%
<b>Power</b>	30W	50W	35W
<b>Efficiency</b>	70%	30%	40%
<b>Cost (US)</b>	\$250	\$120	\$100

29



# HOUSE OF QUALITY (QFD)

## PROJETO, FABRICAÇÃO, VENDA E MARKETING



- Requisitos de Marketing
- Requisitos de Engenharia
- Compromissos M&E
- Compromissos de Engenharia
- Valores alvo para requisitos de Engenharia

30



## 6 – RESUMO A ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

Um documento de requisitos completo deve conter:

- **Necessidades, Objetivos, e Fundamentos** (vistos na aula passada!)
- **Requisitos**
  - **Requisitos de marketing**
  - **Requisitos de engenharia**
    - Devem ser abstratos, verificáveis e rastreáveis (traceable)
    - Alguns podem ser restrições (constraints)
    - Alguns podem ser padrões (standards)
  - **Análise avançada**
    - Compromisso de Engenharia-marketing
    - Compromisso de Engenharia-engenharia
    - Benchmarks

31



## CHECKLIST

Requisitos de Engenharia	Pontuação
Cada um dos requisitos é abstrato?	
Cada um dos requisitos é verificável?	
Cada um dos requisitos não é ambíguo e está escrito de forma concisa?	
Cada um dos requisitos pode ser relacionado ao requisito do usuário?	
Cada um dos requisitos é realista e tem uma justificativa plausível?	
As restrições e os padrões pertinentes ao projeto foram identificados e incluídos?	
<b>A Especificação de Requisitos</b>	
Os requisitos são ortogonais (possuem mínima redundância e sobreposição)?	
Cada um dos requisitos estão organizados por similaridade?	
Cada um dos requisitos são completos e englobam todas as necessidades?	
Cada um dos requisitos estão delimitados, sem excessos?	
Os requisitos foram validados e aceitos por todos os interessados (stakeholders)?	

**Pontuação:**  
 1 – Discordo enfaticamente  
 2 – Discordo  
 3 – Considero neutro  
 4 – Concordo  
 5 – Concordo plenamente

32