

PSI 3591

PROJETO DE FORMATURA I

4ª Aula

Geração e Avaliação de
CONCEPTO

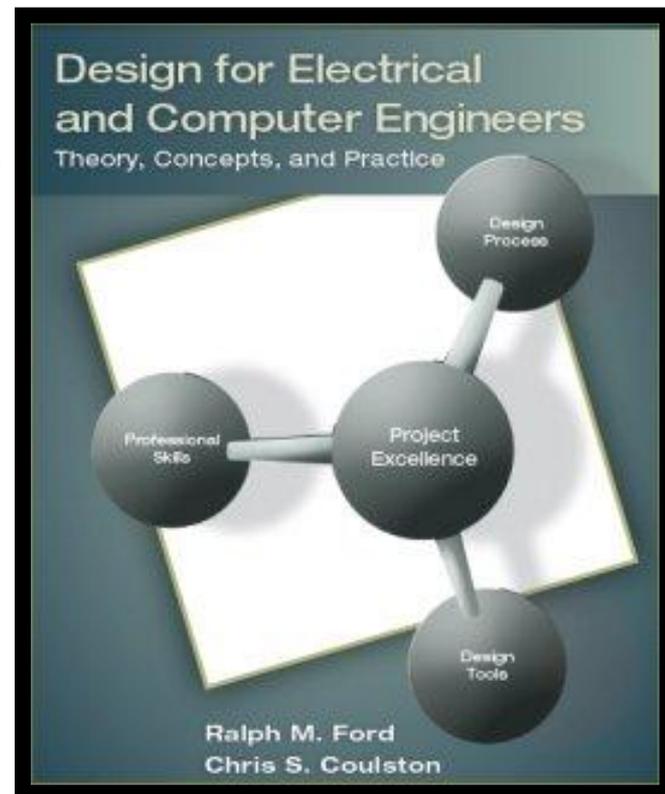
2021





Elaboração

- Prof. Marcelo K. Zuffo
- Profa. Roseli de Deus Lopes
- Livro Texto:



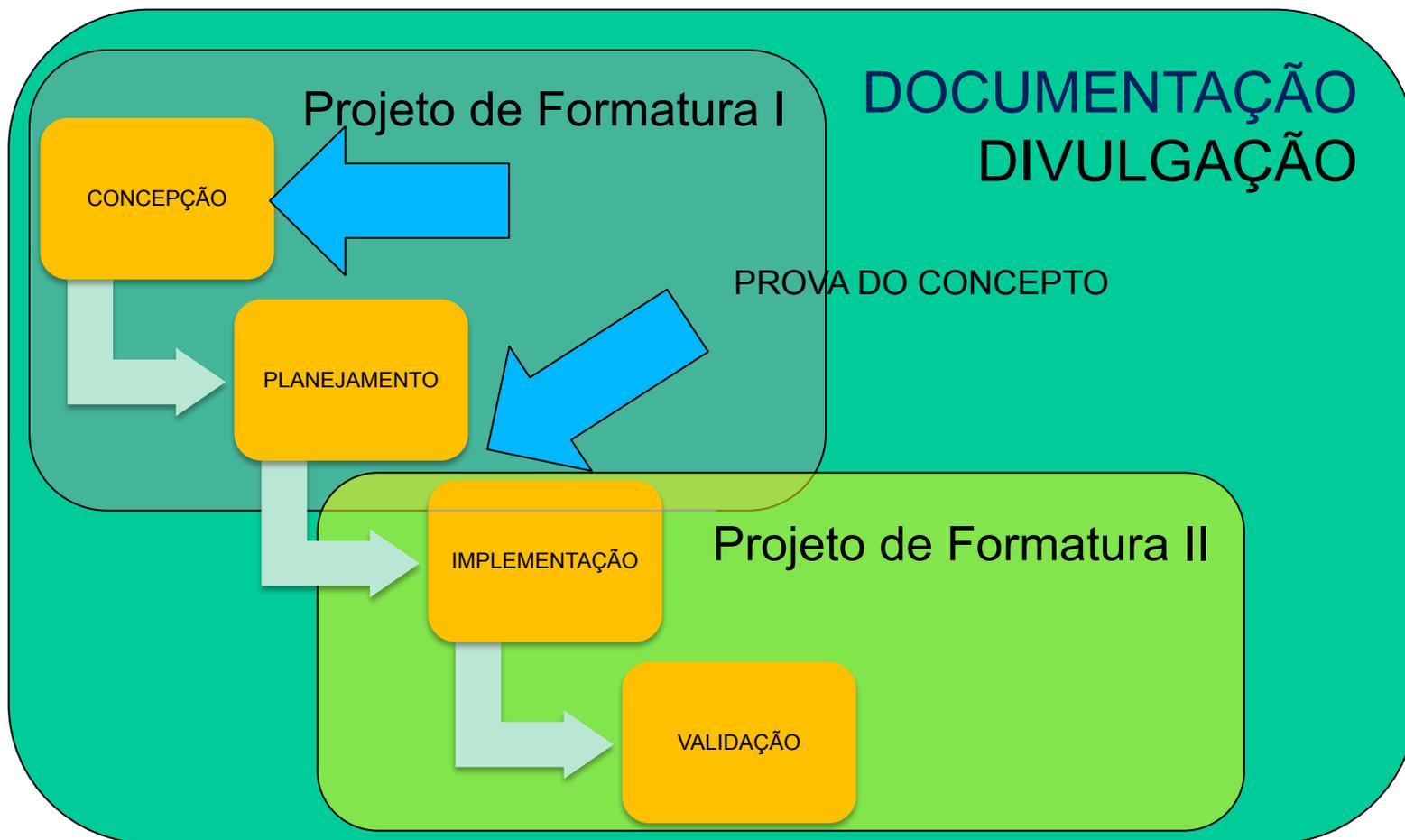


MOTIVAÇÃO DA AULA DE HOJE

- Entender a importância da criatividade, inovação, geração de conceitos e avaliação crítica em projeto (design) de engenharia
- Conhecer as barreiras à criatividade
- Ser capaz de aplicar estratégias e métodos formais para geração de conceitos
- Ser capaz de aplicar técnicas para avaliação de conceitos de design

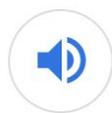


Projeto de Engenharia





CONCEPÇÃO



concepção

substantivo feminino

1. ação ou efeito de gerar (ou ser gerado) um ser vivo, em consequência da fusão do espermatozoide com o óvulo; fecundação, geração.
2. POR METÁFORA
obra da inteligência; produção, criação, teoria.
"uma intrincada c. teórica"

an abstract idea; a general notion.
"structuralism is a difficult concept"

Semelhantes:

idea

notion

conception

abstraction

conceptualization

theory



- a plan or intention; a conception.
"the center has kept firmly to its original concept"
- an idea or invention to help sell or publicize a commodity.
"a new concept in corporate hospitality"



Concepção

Identificação de
Necessidades

- Identificação de
- Árvores de Objetivos

Especificação
de Requisitos

- Especificação de Requisitos
- Marqueting
- Engenharia
- Análise dos Requisitos

Geração de
Conceito

- Geração de Conceito
- Criativo !
- Avaliação de Conceito
- AHP

CONCEPÇÃO



Geração do Conceito do Projeto

- Após identificar um conjunto de necessidades do usuário e estabelecer as especificações iniciais do produto, a equipe de projeto deve encarar as seguintes questões:
 - Quais os conceitos de solução existentes, se existirem, podem ser adaptados com sucesso para o caso em questão?
 - Que novos conceitos podem satisfazer as necessidades e especificações estabelecidas?
 - Que métodos podem ser utilizados para facilitar o processo de geração de conceitos (abordagem paradigma)?



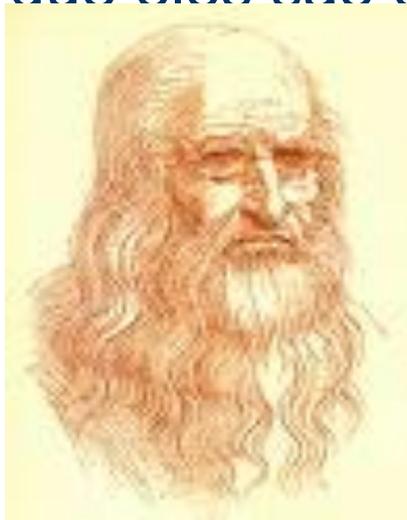
O Que é um Conceito de Projeto

- Uma descrição aproximada da tecnologia, princípios de funcionamento e forma do produto.
- É uma descrição concisa de como o produto vai satisfazer as necessidades dos usuários.
- Um conceito de produto é geralmente expresso através do uso de esboços, diagramas, um modelo tridimensional rústico que geralmente vem acompanhados de uma breve descrição textual.
- Um bom processo de desenvolvimento de conceitos no início do processo de projeto têm aspectos importantes a serem considerados:
 - A equipe se certifica de que um grande espaço de alternativas foi explorado.
 - As chances de aparecer um conceito melhor em uma etapa posterior ou de um concorrente introduzir um produto melhor no mercado são reduzidas



1. CRIATIVIDADE

- Você se acha criativo?
- Quem você acha criativo?
- Porque você acha que eles são criativos?





CRIATIVIDADE & INOVAÇÃO

- Criatividade
 - Habilidade de desenvolver novas ideias
 - Inerente ao indivíduo E pode ser estimulada através esforços conscientes e treinamento
- Inovação
 - Habilidade de trazer as novas ideias para a realidade
- Inovação é importante para empresas pois gera novos produtos e serviços



BARREIRAS PARA A CRIATIVIDADE

JAMES L. ADAMS (Stanford University)

- Percepção
 - Limitar o espaço do problema (COLOCAR BARREIRAS ONDE ELAS NÃO EXISTEM!)
 - Polarização técnica desconsiderando aspectos afetivos, sensoriais, etc.
- Emocional
 - Medo de falhar
- Cultural e Ambiental
 - Polarização cultural (do grupo) contra criatividade, ambiente de equipe ruim...
- Intelectual e de Expressão



PERCEPÇÃO



- Tendência à aplicar a mesma solução para todos os problemas
 - Usar o mesmo microcontrolador para todos os Projetos
- Qual o verdadeiro problema?



EMOCIONAL

- Medo de Falhar
 - Normalmente temos ideias criativas que não expressamos por receio de críticas (autocrítica)
 - Vídeo no stoa (15min) da IDEO sobre como projetar um carrinho de comprar para supermercados
 - Devemos encorajar a exposição de ideias malucas (mas que podem levar à inovação!)
- Medo do Caos e da Desorganização
 - É um desafio aos engenheiros pois é desorganizado e não segue metodologias científicas às quais estamos habituados
- Tendência a julgar/criticar ideias
 - Devemos gerar ideias e brincar com elas
- Criatividade tem um tempo de incubação: Eureka!!!



CULTURAIS E AMBIENTAIS

- Refere-se a aspectos em nosso ambiente que limitam a criatividade
 - Equipe pouco entrosada onde ninguém confia em ninguém e uns criticam os outros
 - Gerenciamento autocrático que despreza outras opiniões e ideias
 - Tendência a achar que criatividade não resolve problemas de Engenharia (em geral acreditamos que existe uma única solução para o nosso problema)
 - Criatividade e brainstorming sozinhos não resolvem problemas de Engenharia
 - Processo criativo deve ser conciliado com métodos de Engenharia



INTELECTUAL E DE EXPRESSÃO

- No ambiente de Engenharia o projetista deve ter o conhecimento das (e sobre as) ferramentas e métodos que podem resolver o problema
 - Matemática é uma linguagem universal para resolver problemas científicos
 - Em engenharia elétrica e computação
 - Existem linguagens que descrevem os problemas nos domínios funcionais, lógicos e de estado
 - Projeto lógico pode ser desenvolvido com tabelas-verdade (comportamento das entradas e das saídas)
 - Projeto eletrônico pode ser desenvolvido a partir de blocos funcionais (entrada, transformação, saída)



PENSAMENTOS LATERAL E VERTICAL

- Pensamento Lateral (ou divergente)

- Estimula soluções criativas
- Não foca a solução do problema, nem se está certa ou errada
- Estimula saltar de ideias em ideias

Não procura dizer “Eu sei o que estou procurando” e sim “Estou procurando, mas não saberei o quê até eu encontrar”

- Procura seguir caminhos pouco prováveis (menos ortodoxos)

“Um corpo é descoberto no Ibirapuera no meio do verão. Ele tem um crânio fraturado e um monte de ossos quebrados, mas a causa da morte foi hipotermia.”

O que ocorreu: Uma pessoa resolveu viajar no compartimento do trem de pouso de um avião. Durante o vôo ele congelou e quando o avião abriu o trem de pouso próximo a Congonhas o corpo caiu no Ibirapuera, fraturou o crânio e quebrando os ossos.



PENSAMENTOS LATERAL E VERTICAL

- Pensamento Vertical (ou convergente)
 - Foca nos passos para concretizar uma solução
 - Tenta determinar a qualidade da solução ao longo do processo
 - Sem pulos não lineares
- Pensamento Lateral mais conveniente na fase de geração de conceito
 - Criatividade é mais individual que de grupo
 - Criatividade é bem explorada em grupo pois os indivíduos criam em cima das ideias dos outros



ESTRATÉGIAS PARA ESTIMULAR A CRIATIVIDADE

- Questione e desafie os pressupostos
 - Por que as árvores têm folhas? Por que o céu é azul?
 - Posso substituir o microcontrolador por outra coisa?
- Pratique “ser criativo”
 - Tente resolver problemas como o do corpo no parque
 - Tente desenvolver novas soluções para coisas que te incomodam no dia a dia
- Suspenda o Julgamento
- Dê tempo ao tempo
- Pense como um iniciante
 - Novas soluções costumam surgir de novatos (sem pré-conceitos)



ESTRATÉGIAS PARA ESTIMULAR A CRIATIVIDADE: **SCAMPER**

- **Substitua:** podem novos elementos ser substituídos por aqueles já existentes no sistema?
- **Combine:** podem entidades do sistema serem combinadas em uma nova configuração que não foi tentada antes?
- **Adapte:** podem partes do sistema ser adaptadas para operar de maneira diferente, executar coisas distintas da original?
- **Modifique:** Pode uma parte ou todo o sistema ser modificado? (p.ex. tamanho, formato, funcionalidade...)
- **Ponha outro uso:** existem outras áreas onde o sistema pode ser utilizado?
- **Reorganize ou inverta:** podem alguns elementos ser reorganizados para trabalharem melhor, criando novas perspectivas?



2. GERAÇÃO DE CONCEITOS/OPÇÕES

- Depois de definir o problema, procure explorar conceitos/opções para a solução
 - Procure externamente
 - Revisão da Literatura
 - Procure e revise produtos existentes
 - Benchmark produtos similares
 - Entreviste experts
 - Procure internamente
 - Brainstorming/brainwriting
 - Técnica de Grupo Nominal
 - Tabela/Leque (Fans) de Conceito



BRAINSTORMING

- Regras para brainstorming em grupo
 - A equipe deve definir qual o problema em questão. Se o problema for muito complexo, primeiro quebre em problemas menores
 - Não avalie ou julgue ideias
 - Encoraje ideias “selvagens”/“radicais”
 - Foco na quantidade, não na qualidade
 - Construa sobre, combine, ou modifique ideias de outros (SCAMPER)
 - Registre todas as ideias



BRAINWRITING

• Regras para brainwriting em grupo

- A equipe estabelece uma “declaração da necessidade” que é lida em voz alta
- Cada membro do grupo escreve ideias em uma folha e se faz uma pilha com as folhas de todos
- Cada membro pode pegar ideias dos outros e aprimorar ou gerar novas ideias (scamper)
- Alternativamente os membros podem trocar as ideias e aprimorar as que recebeu

• Outros métodos

- Braiwriting 6-3-5: 6 pessoas geram 3 ideias cada em 5min, trocando-as
- Nominal Group Technique (NGT): Ler, reescrever, gerar, coletar, agrupar e votar



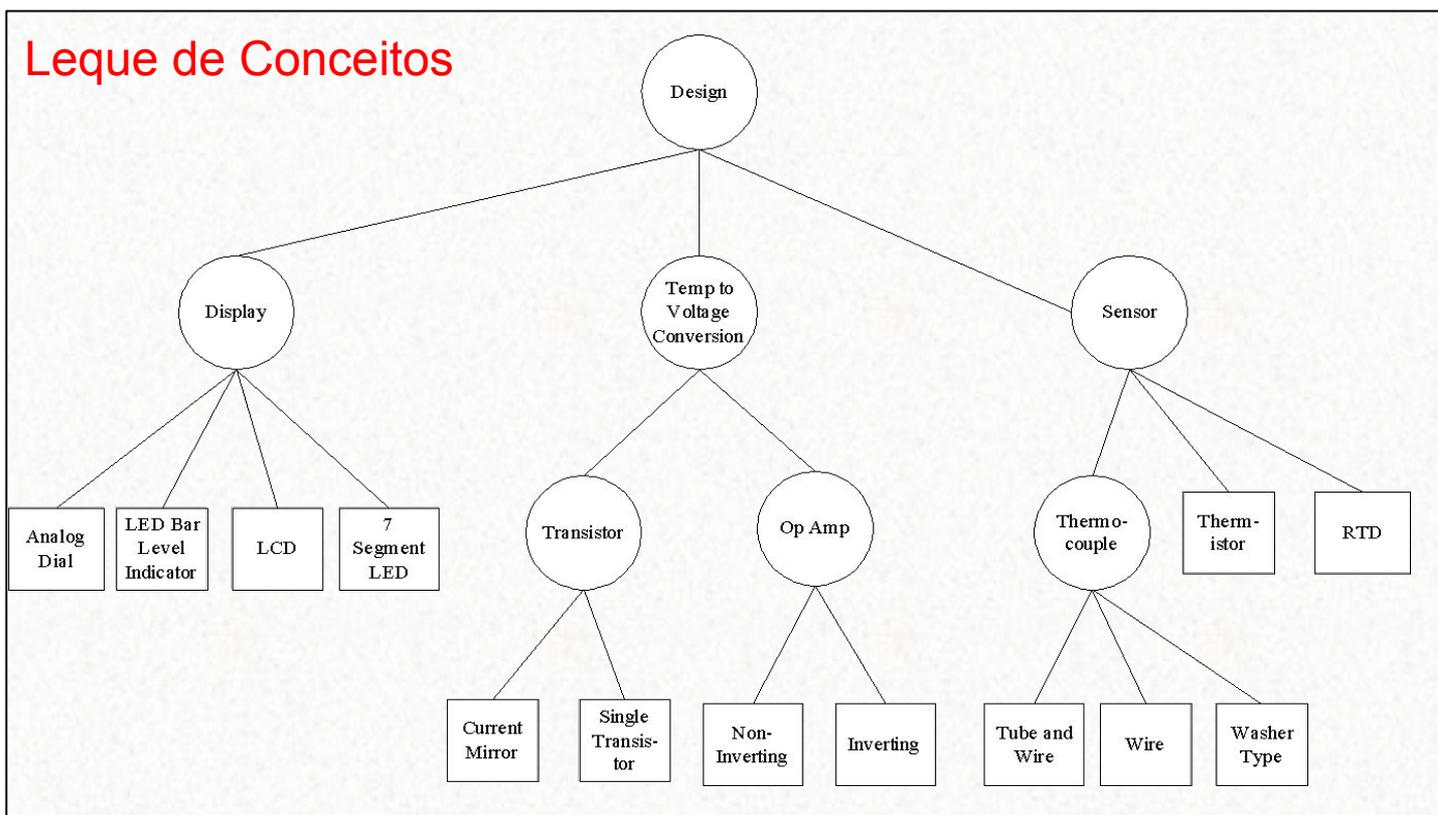
GERAÇÃO DE CONCEITOS/OPÇÕES

EXEMPLO

Medidor de Temperatura Tabela e Leque de Conceitos

Thermal Sensing	Conversion to Voltage	Display
Thermistor	Op Amp Design	Seven-Segment LEDs
RTD	Transistor Designs	LCD
Thermocouple		Analog Dial Indicator

Tabela de Conceitos





3. AVALIAÇÃO DOS CONCEITOS

• Avaliação Inicial

- Conceitos gerados devem ser revisados. Nesta fase os impraticáveis devem ser descartados (não atendem questões de tempo, requisitos de engenharia, etc.)
- Tecnologias extremas também podem não ser adequadas
- Descartar os conceitos mas não as ideias que tem mérito uma vez que as condições podem mudar ao longo do projeto e elas se tornarem viáveis

• Métodos de Decisão para os Conceitos Candidatos a Solução

- Análise de Força & Fraqueza
- AHP (Analytical Hierarchy Process) (Matriz de Decisão)
- Seleção de Conceito de Pugh



ANÁLISE DE FORÇAS E FRAQUEZAS

- Boa para analisar problemas de média complexidade
 - Identifique e liste forças e fraquezas de cada conceito
 - É muito subjetiva. Para tornar mais analítica, designe pesos (subjetivos) para forças e fraquezas (fatores mais e menos) e some-os.

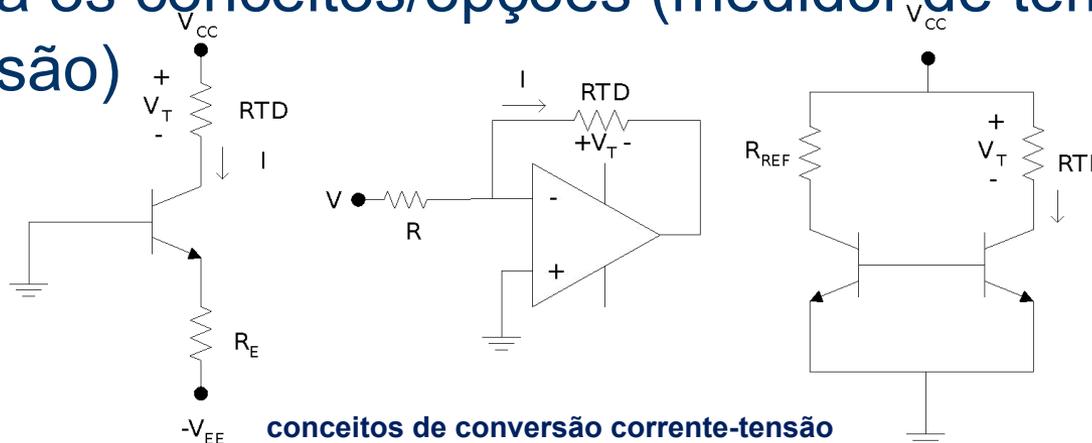
Table 4.3 A strengths and weaknesses analysis of proposed methods for heating an Intel 1000XF card to be used in lifetime testing [Ese03].

Method	Strengths	Weaknesses
Contact Heating	<ul style="list-style-type: none">• Simplest design +• Could be used internally to computer +	<ul style="list-style-type: none">• Does not create uniform temperature --• Hard to control temperature -
Temperature Chamber	<ul style="list-style-type: none">• Uniform temperature +++• Greater control over temperature +++	<ul style="list-style-type: none">• Must be external to computer -• More difficult to design -• Expensive --



MATRIZ AHP (Matriz de Decisão)

- Escolha os conceitos/opções (medidor de temperatura, conversão)



- Determine os critérios (necessidades de marketing e de engenharia)
- Determine os pesos para cada critério (já fizemos)

	Accuracy	Cost	Size	Availability	Weights
Accuracy	1	5	3	1/4	0.42
Cost	1/5	1	2	1/4	0.12
Size	1/3	1/2	1	1	0.12
Availability	4	4	1	1	0.34

note que na tabela
ao lado não são
médias geométricas,
usou outro critério



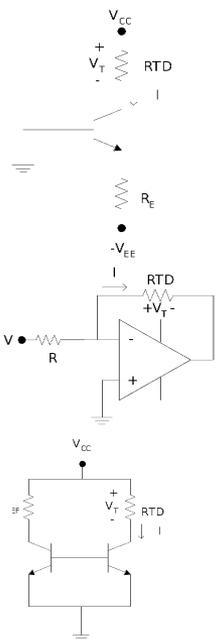
AVALIAÇÃO DOS CONCEITOS

MATRIZ AHP (Matriz de Decisão)

	Accuracy	Cost	Size	Availability	Weights ω
Accuracy	1	5	3	1/4	0.42
Cost	1/5	1	2	1/4	0.12
Size	1/3	1/2	1	1	0.12
Availability	4	4	1	1	0.34

• Avalie os conceitos para cada critério

- Por simulação SPICE, com resistores de 10% de precisão, a **acurácia** na relação I-V é de 9,2%, 1,3% e 1,9% para os conceitos 1, 2 e 3 respect.
- **Custos** das peças: resistores = R\$0.05, TBJs = R\$0.15, AOs = R\$0.35 e RDTs = R\$0.25
 - Área de placa (**tamanho**): conceito1= 6,45cm², conceito2= 10,06cm², conceito3= 14,52cm²
- As peças tem uma disponibilidade (**availability**) em estoque de 95%, 70%, 90% e 80% do tempo resp.



$\alpha = \frac{\min[\text{deviation}]}{\text{deviation} \omega}$		Design Option 1	Design Option 2	Design Option 3
Accuracy (Criteria 1)	0.42	9.2% α_{11} 0.14 0,08	1.3% α_{12} 1.00 0,55	1.9% α_{13} 0.68 0,37
Cost (Criteria 2)	0.12	α_{21} 0,41	α_{22} 0,28	α_{23} 0,31
Size (Criteria 3)	0.12	α_{31} 0,48	α_{32} 0,31	α_{33} 0,21
Availability (Criteria 4)	0.34	α_{41} 0,35	α_{42} 0,40	α_{43} 0,25
Score		0,26	0,44	0,30

$$\alpha_{11} = \frac{\min[\text{deviation}]}{\text{deviation}} = \frac{1,3}{9,2} = 0,14$$

$$\alpha_{12} = \frac{1,3}{1,3} = 1,00; \quad \alpha_{13} = \frac{1,3}{1,9} = 0,68$$

$$0,14 + 1,00 + 0,68 = 1,82$$

$$\alpha_{11n} = 0,08; \quad \alpha_{12n} = 0,55; \quad \alpha_{13n} = 0,37$$

$$P(\text{conceito 1 ser produzido}) = 0,95 \cdot 0,90 \cdot 0,70 = 0,60$$

$$P(\text{conceito 2 ser produzido}) = 0,95 \cdot 0,90 \cdot 0,80 = 0,68$$

$$P(\text{conceito 3 ser produzido}) = 0,95 \cdot 0,90 \cdot 0,70^2 = 0,42$$

$$\text{Normalizando: } \alpha_{41n} = 0,35; \quad \alpha_{42n} = 0,40; \quad \alpha_{43n} = 0,25$$

$$S_1 = \alpha_{11} \omega_1 + \alpha_{21} \omega_2 + \alpha_{31} \omega_3 + \alpha_{41} \omega_4$$

$$= 0,08 \cdot 0,42 + 0,41 \cdot 0,12 + 0,48 \cdot 0,12 + 0,35 \cdot 0,34$$

$$= 0,26$$

Revise a Decisão!!!



ANÁLISE DE PUGH

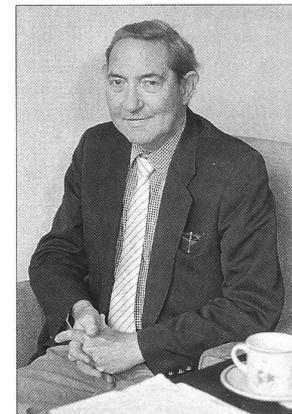


- Similar à matriz de decisão AHP, porém mais simples no método de atribuição de notas/pesos, sendo iterativo
 - Selecione os critérios de comparação (requisitos de marketing ou de engenharia)
 - Determine os pesos para os critérios

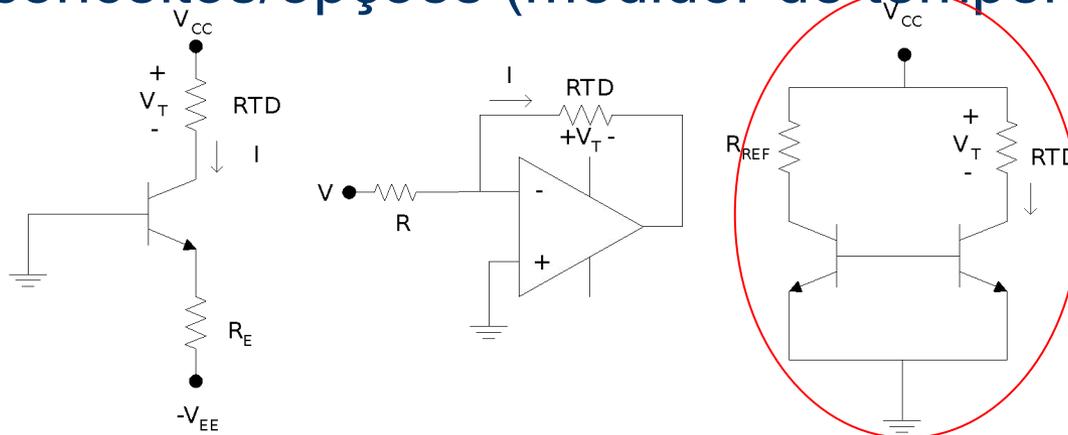
	Accuracy	Cost	Size	Availability	Weights
Accuracy	1	5	3	1/4	0.42
Cost	1/5	1	2	1/4	0.12
Size	1/3	1/2	1	1	0.12
Availability	4	4	1	1	0.34



ANÁLISE DE PUGH



- Escolha os conceitos/opções (medidor de temperatura, conversão)



- Escolha um conceito (referência) como sendo o mais indicado



ANÁLISE DE PUGH



- Compare os outros conceitos ao conceito base (melhor=+1; igual = 0; pior= -1)
- Calcule uma nota ponderada para cada conceito (menos a referência)

		Design Option 1	Design Option 2	Referência Option 3
Accuracy (Criteria 1)		-1	+1	-
Cost (Criteria 2)		+1	0	-
Size (Criteria 3)		+1	+1	-
Availability (Criteria 4)		+1	+1	-
Score		+2	+3	-
Continuar?		Sim	Sim	Não



ANÁLISE DE PUGH



- Examine cada conceito, suprimindo-o ou não da comparação
- Faça iterações até encontrar a melhor solução

		Design Option 1	Referência Option 2
Accuracy (Criteria 1)	0.42	-1	-
Cost (Criteria 2)	0.12	+1	-
Size (Criteria 3)	0.12	+1	-
Availability (Criteria 4)	0.34	+1	-
Score		+2	-
Continuar?		Sim	Não

- Boa quando os critérios tem pesos equivalentes

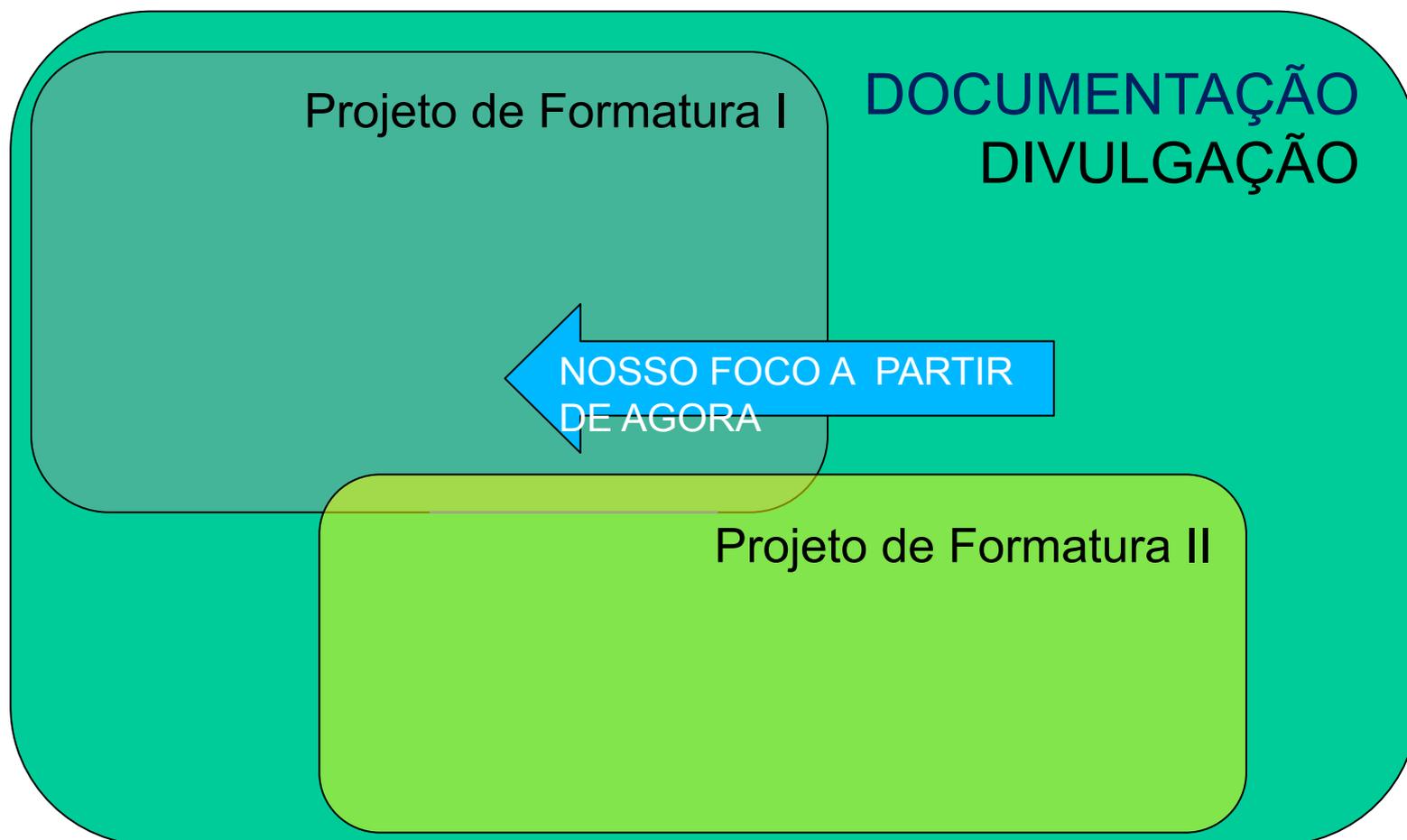


Resumo de Geração de Conceitos e sua Avaliação

- Disponibilize tempo para geração de conceitos e sua avaliação. Tome como um desafio encontrar o maior número de opções
- Busque conceitos externamente (literatura, internet, etc)
- Busque conceitos internamente (brainstorming, etc). Equipes afinadas geram muitos conceitos em uma sessão de brainstorming
- Examine as soluções para o projeto, para sessões do projeto e para componentes individuais (vimos hoje!)
- Use SCAMPER, Morfologia (leques e tabelas de conceito) para facilitar a geração e a documentação de conceitos
- Avalie crítica e objetivamente os conceitos contra os requisitos
- Identifique claramente o(s) conceito(s) selecionados e explique a razão da escolha



Projeto de Engenharia





Obrigado !
