

Introdução a Engenharia Elétrica - 323100

Aula S2

Metodologia de engenharia

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Departamentos da Engenharia Elétrica



PCS Computação e Sistemas Digitais

PEA Energia e Automação Elétricas

PSI Sistemas Eletrônicos

PTC Telecomunicações e Controle

V2.1

Agosto de 2016



Sumário

1. Engenharia e problemas de engenharia
2. Metodologia de engenharia
3. Etapas do método na disciplina
4. Identificação do problema
5. Levantamento de dados



1. Engenharia e problemas de engenharia

- Conceito de engenharia
 - Beneficiamento de recursos, gerando sistemas, componentes, processos (bens).
 - Para atendimentos das demandas da sociedade.
- Método de engenharia
 - Processo de transformação que resulta na criação de bens.
 - Não envolve apenas cálculos, desenhos e esquemas executados pelo engenheiro.
 - Envolve, antes, a identificação das necessidades e demandas e, depois, a fabricação, a disponibilização e o futuro descarte do bens após o término de sua vida útil.



Bens

- Finalidade
 - Desempenhar funções para satisfazer as necessidades e demandas, atendendo a certos requisitos.
 - Requisitos, em geral, **conflitantes**.
 - Requisitos típicos: desempenho, consumo de energia, resistência mecânica, durabilidade, fabricação, formas de operação, manutenção, econômicos, legais, de saúde, segurança, conforto, estética, etc.



Questões

- Para atendimento a uma determinada necessidade ou demanda, há várias alternativas de bens, cada um atendendo aos requisitos estabelecidos, de forma diferente. Então:
 1. Qual alternativa escolher? Existe uma melhor?
 2. Quais requisitos são fundamentais e qual a ordem de importância entre eles?
 3. Como quantificar requisitos não-técnicos? Ex. impacto ambiental, impacto social.
 4. Como compatibilizar as graduações relativas aos diversos requisitos para efeitos de comparação?



Engenharia e ciências exatas

A engenharia não deveria ser uma ciência exata?

Não!!!

- A engenharia faz uso de ciências exatas, tais como matemática, física e química, além de conceitos de economia, administração, meio-ambiente e outras disciplinas humanas e biológicas.
- Os procedimentos e técnicas aplicados em projetos de engenharia são fundamentados em todas essas disciplinas, com uma estrutura própria, baseada em métodos objetivos, experimentais e práticos, com uma base racional e dedutiva.



Características de problemas em Engenharia

- Definição do problema: nem sempre é perfeita e pode ser constantemente aprimorada ao longo do tempo.
- Soluções para um problema: não atendem necessariamente a todos os requisitos, e há sempre múltiplas alternativas para solução de um problema, algumas não tão claras e fáceis de serem vislumbradas ou descritas.
- Um problema nem sempre está plenamente resolvido: já que as soluções podem ser sempre aprimoradas, os requisitos podem se modificar ao longo do tempo, ou mesmo as técnicas de solução terem evoluído.
- Resolução: requer conhecimentos multi-disciplinares.



Como resolver problemas de engenharia

- Como utilizar ferramentas e ciências exatas para resolver um problema de engenharia?
- Através de um...

MÉTODO DE ENGENHARIA

- Uma abordagem metódica, por etapas.
- Permite lidar com problemas vultuosos e complexos.
- Aplica um processo heurístico e cognitivo, envolvendo conhecimento, experiências anteriores, planejamento, estratégias e aproximações por tentativa e erro.
- Ciência + Arte + Experiência.



2. Método de engenharia

1. **Definição do problema:** identificação de necessidades e demandas e o estabelecimento de seus requisitos.
2. **Pesquisa:** levantamento e análise de dados.
3. **Elucubrar e criar:** formação de alternativas de solução.
4. **Definição de métricas e avaliação:** definição de critérios e métodos para comparação das alternativas.
5. **Especificação:** escolha, detalhamento e comunicação da solução ideal.
6. **Implementação:** fabricação, operação e manutenção.
7. **Descarte:** manejo da solução após término de sua vida útil.



Características desse método

- É uma filosofia
- Pode resultar em um projeto:
 - Inovativo – aplicação de conhecimentos inéditos ou anteriormente não experimentados, ou;
 - Evolutivo – aplicação de conhecimentos anteriores, refinados ou adaptados.
- É um método iterativo.
 - O resultado de uma etapa pode requerer a volta a uma etapa anterior, para refinamento ou reavaliação.
- Cuidado: Não é o método científico.



Aspectos importantes

- **Para perceber o problema:** identificar o problema basicamente é preencher a frase:
<QUEM?> precisa <DO QUE?> pois <PROPÓSITO?>
- **Na pesquisa e levantamento de dados:** uso de informações consistentes, sólidas, de referências conhecidas, creditadas e devidamente citadas.
- **Na documentação de todo o processo:** para rastreamento das atividades de cada etapa e estabelecimento de uma base de conhecimento para uma evolução futura.
- **Comunicação:** aplicação de linguagem técnica, universal, inteligível, padronizada, acessível.

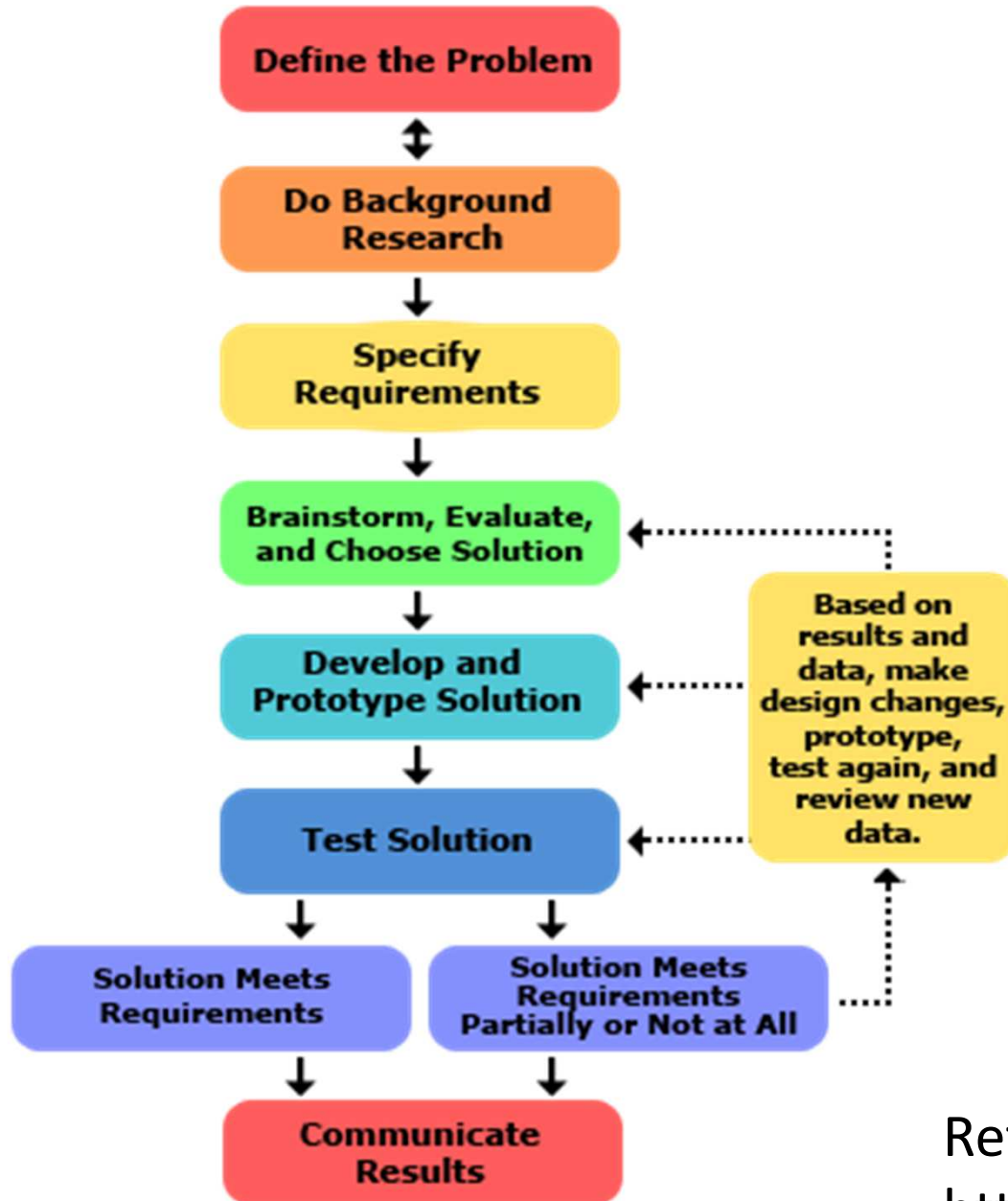


3. Etapas do método na disciplina 0323100

- **ETAPA 1 – Pesquisa e levantamento de dados.**
- **ETAPA 2 – Análise e interpretação dos dados.**
- **ETAPA 3 – Definição do problema.**
- **ETAPA 4 – Proposição de alternativas de solução.**
- **ETAPA 5 – Definição de métricas e critérios para avaliação da melhor solução.**
- **ETAPA 6 – Especificação e desenho da solução.**
- **ETAPA 7 – Implementação de prova de conceito.**
- **ETAPA 8 – Descarte.**



Engineering Method



Retirado de :
<http://www.sciencebuddies.org/>



4. Identificação do problema/necessidade

- Em um produto ou serviço...
 - Definir o que é insatisfatório.
 - Procurar argumentos desagradáveis ou inadmissíveis.
 - Evitar censurar a percepção de um colega e suspender o julgamento, todas as opiniões devem ser anotadas.
 - Ressaltar coisas ou atividades de baixo valor agregado, braçais, inconvenientes, trabalhosas.
 - Identificar ideias pré-concebidas que não possuem motivo forte o suficiente que as justifique.
- Esclarecer: Qual é o problema? Quem tem o problema? Por qual razão é importante resolvê-lo?



5. Levantamento de dados

- Para um dado problema formulado...
 - Estudar de forma mais aprofundada os conceitos envolvidos.
 - Aprender através de experiências prévias, de outras iniciativas e relatos, evitar tentativa infrutíferas e erros.
 - Colectionar dados e parâmetros quantitativos e qualitativos para uso futuro em análises.
 - Observar análises de resultados e conclusões de pesquisas e trabalhos anteriores.



5. Levantamento de dados (cont.)

- Para um dado problema formulado...
 - Obter informações, das mais diversas, através de
 - Pesquisas bibliográficas em livros, periódicos, revistas, teses, dissertações e monografias.
 - Pesquisas em bases de dados científicas (portais Capes, Scielo, teses USP, IBICT/BDTD, IEEE, IET, Elsevier,...).
 - Procura na internet (Google, ScienceDirect, IEEEXplore, Scopus, Springer, Citeseer).
 - Pesquisas ativas em campo, entrevistas pessoais, procura e contato com especialistas.
 - Identificar o estado da arte e das tecnologias.



Cuidados no levantamento de dados

- Os autores e fontes devem ser creditados e corretamente citados.
- Procurar autores, fontes e publicações que possuam credibilidade.
- Procurar referências recentes, evitar material ultrapassado.
- Procurar trabalhos não tendenciosos ou polarizados a uma dada solução ou tecnologia proprietária.
- Obter informações de fontes acessíveis.



Para saber mais...

- Masetto, M. T. et al, “Ensino de Engenharia – Técnicas para otimização das aulas”, Editora Avercamp, 2007.
- Brinatti, H. et al, “Material didático da disciplina PNV-2100 – Introdução a Engenharia”, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012.
- Bazzo, W. A., Pereira, L. T. do Vale, “Introdução a Engenharia – Conceitos, Ferramentas e Comportamentos”, Editora da UFSC, 2006.



Para saber mais...

- Science Buddies, “The Engineering Design Process”, <http://www.sciencebuddies.org/engineering-design-process/engineering-design-process-steps.shtml>, 2014.
- Science Buddies, “Comparing the Engineering Design Process and the Scientific Method”, <http://www.sciencebuddies.org/engineering-design-process/engineering-design-compare-scientific-method.shtml>, 2014.