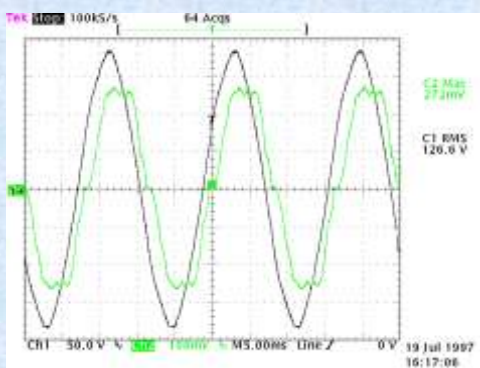


## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

*Estudo de Caso: Projeto de um robô para jogar futebol*

**Ewaldo Luiz de Mattos Mehl**  
 Universidade Federal do Paraná  
 Departamento de Engenharia Elétrica  
 mehl@ufpr.br



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### PROJETO

S. m.



1. Idéia que se forma de construir, executar ou realizar algo, no futuro.
2. Empreendimento a ser realizado dentro de determinado esquema ou plano.

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### Estudo de Caso

Projetar um robô movido por motor(es) elétrico(s) alimentado(s) a pilhas ou baterias, com controle por um microcontrolador integrado, para participar do *Desafio Tecnológico* da disciplina *Engenharia Elétrica e Sociedade* – TE200, na forma de um Campeonato de Futebol.

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### ETAPAS DE UM PROJETO

1. Coleta de Dados
  - 1.1. Especificação
  - 1.2. Delimitação do Problema
  - 1.3. Custos e Orçamento Disponível
  - 1.4. Prazos e Cronograma
2. Geração do Projeto
  - 2.1. Concepção Inicial
  - 2.1. Geração de Alternativas
  - 2.3. Testes e Simulação ↔ Modelo
  - 2.4. Otimização
3. Realização / Construção
4. Conclusão

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.1. ESPECIFICAÇÃO

- Tarefa de alta importância
- Frequentemente esquecida!
- Necessidade de Documentação:  
Atas de reuniões, contratos, cartas, email...



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.1. ESPECIFICAÇÃO

- Problemas:
  - “Eu achava que seria assim”
  - “Não foi isso que eu pedi”
  - “Mas o ---- não faz/faz (ou não tem/tem) ---- ?”
  - “Achei que seria  
maior – menor  
mais bonito – mais barato”



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### Especificações da Equipe

- Mínimo 3 pessoas.
- Máximo 5 pessoas.
- Nome da Equipe.
- Lema da equipe (exemplo: **Unidos venceremos!**).
- O nome da equipe e o lema da equipe devem ser “publicáveis”.
- O nome da equipe e o lema da equipe não podem fazer a apologia ao uso de drogas nem ao consumo de bebidas alcoólicas. Não deve também ser ofensivo a grupos étnicos, religiosos ou sexuais.
- Preencher e entregar o FORMULÁRIO DE INSCRIÇÃO DA EQUIPE até 28 de abril de 2010 !

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### Especificações do Robô

- Com motores elétricos.
- Movido a pilhas ou baterias.
- Controle remoto com fios.
- As pilhas ou baterias devem estar no robô.
- O robô pode ter qualquer tamanho ou formato
- Dimensões máximas: **0,25 m de diâmetro e 0,15 m de altura.**
- O robô não poderá ter reentrâncias maiores do que 30% do diâmetro da bola.
- O robô deve ter obrigatoriamente rodas, sendo essas em qualquer número e diâmetro desejado.
- Não é permitido o controle remoto sem fios.
- As rodas do robô não podem danificar o campo.



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

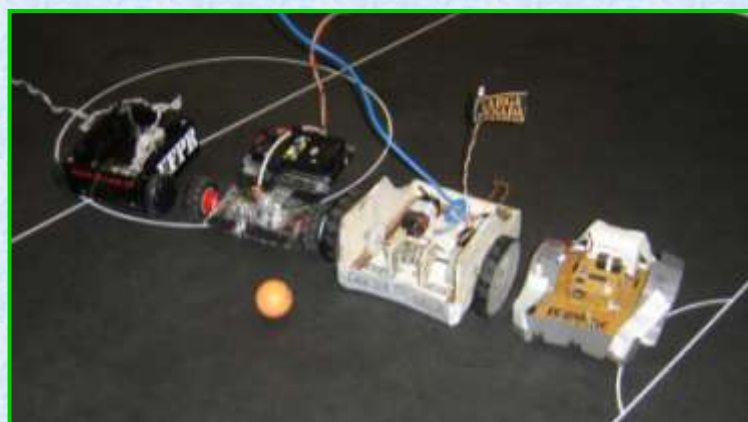
### Especificações dos Jogos

- Campo: Conforme FIRA *medium size league*.
- Bola de golfe.
- Jogos com um único “tempo” de 5 minutos, contados com “bola corrida”.
- Direção de um “juiz”: início – fim – gols – faltas.
- Partida terminada empatada: 01 (um) ponto a cada equipe.
- Partida ganha: 02 (dois) pontos à equipe ganhadora e 0 (zero) pontos à equipe perdedora
- A equipe não pode trocar de operador durante o jogo.
- Cada equipe pode solicitar ao juiz até duas interrupções técnicas de um minuto cada, para manutenção rápida.
- O robô não pode ser substituído durante o campeonato.
- Fase classificatória + 4 equipes para a fase final

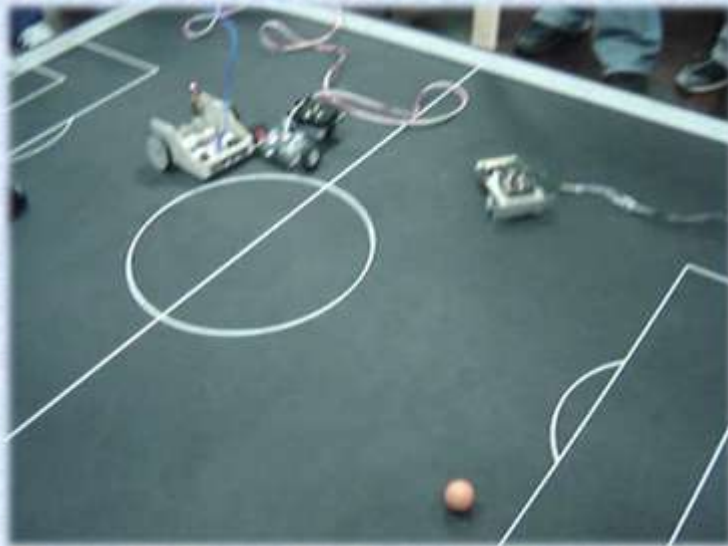




## Introdução à Engenharia Elétrica



## Introdução à Engenharia Elétrica



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.2. Delimitação do Problema (*Brainstorm*)

- Do que se trata?
- Qual é o objetivo do projeto?
- A quem será apresentado?
- Quais são as características que o produto ou serviço deve possuir?
- Quais são as limitações de preço, volume, peso etc.?
- Qual o montante de \$ disponível?

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.3. Custos e Orçamento Disponível

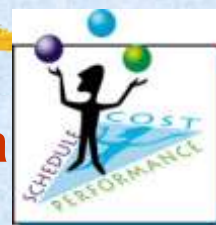
- Busca de fornecedores
- Importação? Compra no Brasil?
- Partes ou peças pré-configuradas.
- Desempenho esperado.
- Funções desejadas.
- Verificar com o cliente a possibilidade de algumas mudanças que vão reduzir o custo!

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.4. Prazos e Cronograma

- Qual o prazo de entrega?
- Tempo disponível para cada tarefa?
- Menos tempo = Mai\$ Caro
- Menos tempo = mais gente (nem sempre...)

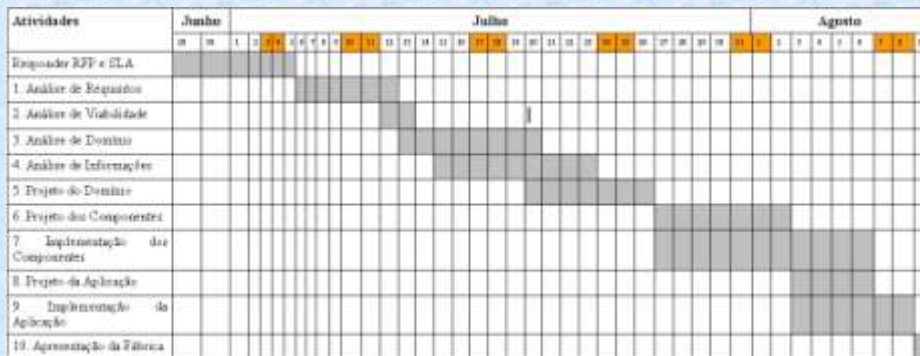




## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.4. Cronograma



Definir CAMINHO CRÍTICO

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### 1. Coleta de Dados

#### 1.3. Cronograma

#### Verificar as datas críticas:

| Data limite | Atividade   |
|-------------|---|
| Até 9-maio  | Definição das equipes   |
| Até 1-junho | Relatório Intermediário   |
| 22-junho    | Validar o projeto e obter autorização para participar da competição |
| 29-junho    | Competição  |
| Até 6-julho | Entrega do Relatório Final  |

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

# ETAPAS DE UM PROJETO

## 2. Geração do Projeto

### 2.1. Concepção Inicial

- Pesquisa bibliográfica
- Pesquisa entre concorrentes ou similares
- Pesquisa com os projetos anteriormente realizados no mesmo contexto
- Verificação com fornecedores tradicionais
- *Engenharia Reversa*
- Novas idéias



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

# Projeto do robô: Pesquisa na Bibliografia

- ROBCOM - Construa um robô de competição. Newton C. Braga, Revista Mecatrônica Fácil n.9, março 2003: p. 9-17 disponível em:

<http://eletrica.ufpr.br/mehl/te200/>



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### Projeto do robô:

#### Pesquisa na Bibliografia + Internet

- How to modify a servo motor for continuous rotation

<http://www.instructables.com/id/How-to-modify-a-servo-motor-for-continuous-rotation/>

- Controlling a Parallax (Futaba) Continuous Rotation Servo with Arduino

<http://dukevisualstudies.org/lastmiles/?p=11>



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### Projeto do robô:

#### Recomendações de equipes anteriores

- Usar um cabo bem flexível entre o controle remoto e o robô (para o robô não precisar “arrastar” o cabo atrás de si).
- Alimentar os motores com PILHAS e não baterias de 9 V (a corrente requerida pelos motores é relativamente elevada).
- Alimentação separada do microcontrolador: pode ser por bateria de 9 V.
- Prever uma estrutura suficientemente rígida, capaz de suportar os choques com os adversários.
- Usar engrenagens ou outros mecanismos de redução de velocidade nos motores elétricos (baixa velocidade = alto TORQUE).
- Posicionar os interruptores no controle remoto de modo que possam ser facilmente operados com os dedos.
- Treinar o operador nas manobras.

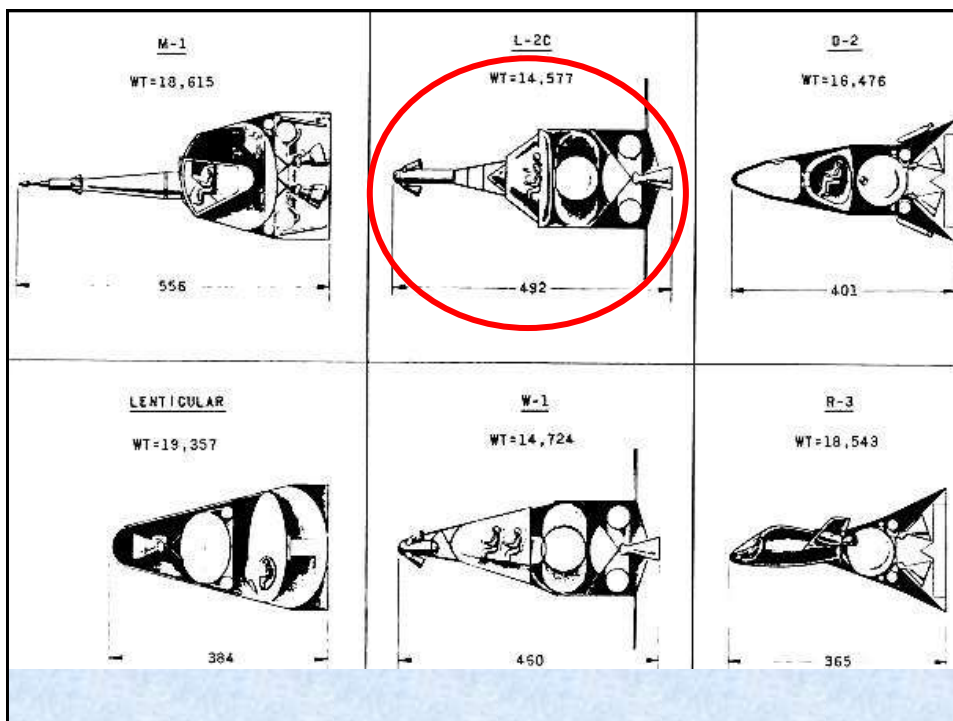
## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

# ETAPAS DE UM PROJETO

## 2. Geração do Projeto

### 2.2. Geração de Alternativas

- Prazo de execução
- Atendimento às especificações
- Custo
- Sugestão: Atribuir pesos



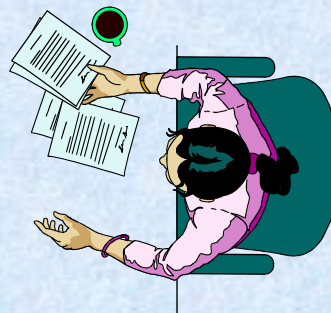


## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### ETAPAS DE UM PROJETO

#### 2.3. Simulações e Ensaios

- Necessidade de verificar o funcionamento antes da construção final!
- Possibilidade de testar Novas idéias



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### SIMULAÇÃO

[Do lat. *simulatione*.]

**S. f.**

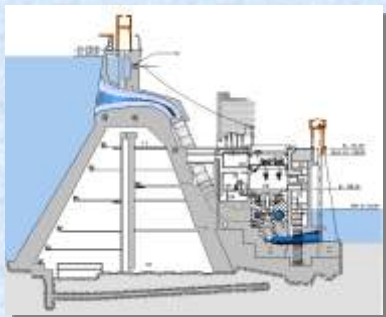
1. Ato ou efeito de simular, fingir (o que não é), representar com semelhança.
2. Disfarce, fingimento; simulacro: *Essa história é uma simulação para arrancar dinheiro aos incautos.*
3. Hipocrisia, fingimento, impostura: *A simulação de Silvério dos Reis pôs a perder a Conjuração Mineira.*

**4. Experiência ou ensaio realizado com o auxílio de modelos.**

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

**Simular:** “fazer de conta” com um MODELO

**Ensaios:** testes de previsão do comportamento



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

**Modelo:**

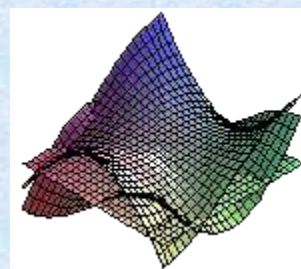
◆ **Modelo Físico**

- Protótipo
- Modelo em escala



◆ **Modelo Matemático =**

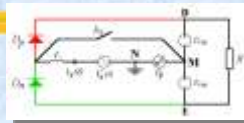
- Conjunto de equações
- Simulação matemática



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### SIMULAÇÃO

- Otimização de configuração
- Economia
- Não Funcionou....
  - Projeto errado?
  - Montagem errada?
  - Componentes danificados?
  - Componentes fora de especificação?
- Possibilidade de Testes e Medições
- Viabilidade de novas idéias



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### Desvantagens:

- Complexidade dos modelos
- Complexidade dos cálculos: TEMPO
- Distanciamento da prática pode gerar conclusões erradas ou mesmo absurdas!



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

### ETAPAS DE UM PROJETO

#### 4. Conclusão

- Documentação do Projeto
- Desenhos *as built*
- A questão do SIGILO INDUSTRIAL
- Registro de Patentes
- Divulgação e *Marketing*
- Arquivar a documentação!



## Problemas Típicos dos Projetos

- Atrasos no cronograma
- Custos além do previsto
- Falta de recursos
- Mudanças de requisitos
- Qualidade abaixo da esperada
- Produtos que não funcionam
- Projetos que são cancelados

### Gerenciamento de projetos

- Tarefa complexa e difícil
- As organizações reconhecem a relação entre o fraco GP e os impactos nos negócios






## Project Management Institute

- Fundado em 1969 – EUA
- Aproximadamente 260.000 membros
- Presente em 171 países
- Atualmente 251 chapters





<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/pm/>

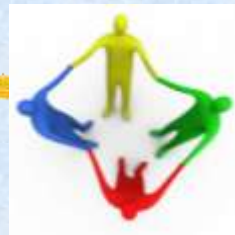


## Project Management Institute

- **Certificado de Associado em Gerência de Projeto – *Certified Associate in Project Management* (CAPM)** – Este certificado mostra que o profissional demonstrou uma base comum do conhecimento e dos termos no campo da gerência de projeto. Ele requer 1500 horas do trabalho em uma equipe de projeto ou 23 horas/aula em gerência de projeto.
- **Profissional da Gerência de Projeto – *Project Management Professional* (PMP®)** – Este certificado demonstra que o profissional frequentou um curso de especialização e possui experiência em Gerência de Projetos, concordando em aderir a um código da conduta profissional, e aprovação para avaliar e medir objetivamente o conhecimento da gerência de projeto. Além disso, um certificado PMP deve estar sempre atualizado com o risco de perda da certificação.

<http://www.eletrica.ufpr.br/mehl/pm/>

## Relatório Intermediário

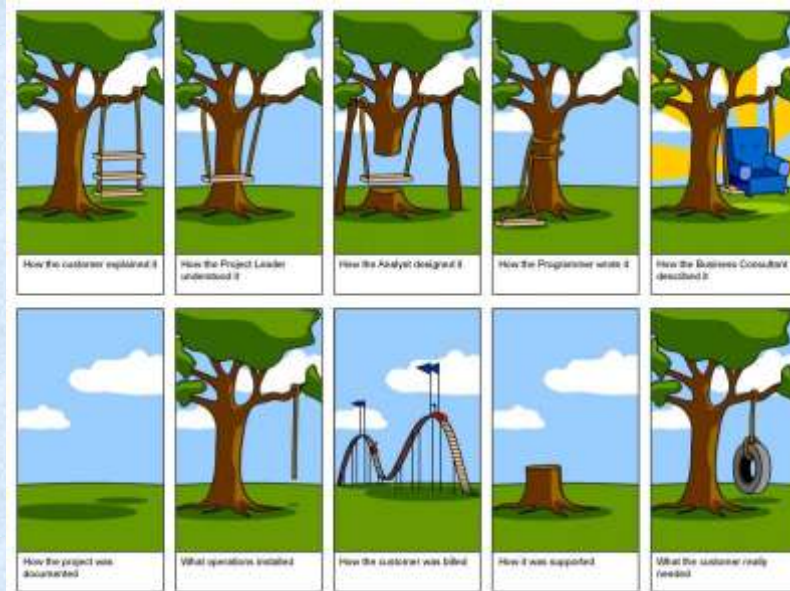


- Caracterização da equipe.
- Definições tomadas na fase de concepção inicial.
- Motores: já foram obtidos?  
Tipo? Tensão?
- Microcontrolador que será usado?
- Pilhas ou baterias que serão usadas: Tipo?  
Tensão?
- Dificuldades técnicas enfrentadas até agora.
- Conclusões.
- Referências bibliográficas e de *sites* da Internet consultados.

## Relatório Técnico Final

- Caracterização da equipe.
- Descrição técnica do robô: dimensões, materiais, motores, alimentação, microcontrolador utilizado, circuito, peças e componentes.
- Desempenho do robô: velocidade máxima à frente e à ré & raio de giro 180°
- Desenho *as built* - papel tamanho A3.
- Passos realizados no desenvolvimento do projeto, desde sua concepção inicial até a construção da versão final do robô, enfatizando as alternativas estudadas pela equipe e os testes realizados.
- *Software* do microcontrolador: versões intermediárias e versão final.
- Custo total do projeto.
- Custo somente do robô.
- Atas simplificadas de todas as reuniões realizadas pela equipe
- Resultados obtidos no dia da competição.
- Dificuldades técnicas enfrentadas e propostas de solução, caso existisse uma nova competição.
- Conclusões.
- Referências bibliográficas e de *sites* da Internet

## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica



## Metodologia de Projeto em Engenharia Elétrica

