

Circuitos Elétricos I E - Aula 00

Introdução a Circuitos Elétricos



Prof. Iury Bessa

Universidade Federal do Amazonas
Departamento de Eletricidade

Teoria de Redes Eléctricas



Teoria
Eletromagnética



Teoria das
Redes Eléctricas

Teoria de Redes Eléctricas



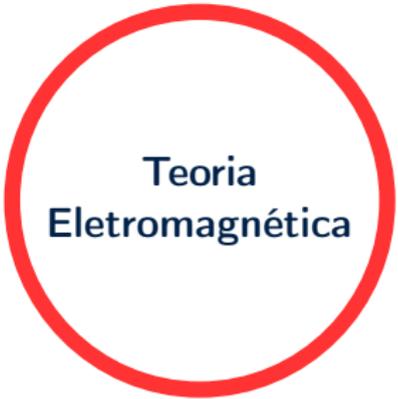
Teoria
Eletromagnética



Teoria das
Redes Eléctricas

A Teoria Eletromagnética ou **Teoria do Campo** é importante para explicar o **comportamento** de dispositivos eléctricos e analisar a **propagação da energia no espaço**

Teoria de Redes Eléctricas



Teoria
Eletromagnética



Teoria das
Redes Eléctricas

É baseada nas leis postuladas sob a forma de equações diferenciais vetoriais: as **equações de Maxwell**

Teoria de Redes Eléctricas



A Teoria de Redes Eléctricas ou **Teoria dos Circuitos** trata dos efeitos da **interligação** de dispositivos eléctricos cujas características e comportamento são conhecidos.

Teoria de Redes Eléctricas



As leis básicas da Teoria dos Circuitos são baseadas em modelos matemáticos simplificados que podem ser deduzidos a partir de simplificações adequadas das Equações de Maxwell.

Teoria de Redes Eléctricas

A teoria das redes eléctricas é baseada em duas restrições sobre as equações de Maxwell:

Teoria de Redes Eléctricas

A teoria das redes eléctricas é baseada em duas restrições sobre as equações de Maxwell:

- As tensões em uma porta (par de terminais) é unívoca, ou seja, não depende do caminho eléctrico percorrido entre um terminal e outro. Isso implica em que o termo da Lei de Faraday relacionado a taxa de variação do fluxo magnético para qualquer caminho fechado fora do elemento é sempre nulo ($\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B^C}{dt} = 0$)

Teoria de Redes Eléctricas

A teoria das redes eléctricas é baseada em duas restrições sobre as equações de Maxwell:

- As tensões em uma porta (par de terminais) é unívoca, ou seja, não depende do caminho eléctrico percorrido entre um terminal e outro. Isso implica em que o termo da Lei de Faraday relacionado a taxa de variação do fluxo magnético para qualquer caminho fechado fora do elemento é sempre nulo ($\oint_C \vec{E} \cdot d\vec{l} = -\frac{d\Phi_B^C}{dt} = 0$)
- A corrente total entrando no elemento é igual a corrente saindo. Portanto, o termo $\oint_C \vec{B} \cdot d\vec{l}$ é nulo para qualquer curva fechada fora do elemento.

Circuitos Elétricos

Um circuito elétrico é um **interligação** de **elementos de circuito** formando pelo menos um **caminho fechado**.

Os elementos de circuito básicos são:

Circuitos Elétricos

Um circuito elétrico é um **interligação** de **elementos de circuito** formando pelo menos um **caminho fechado**.

Os elementos de circuito básicos são:

- Geradores

Circuitos Elétricos

Um circuito elétrico é um **interligação** de **elementos de circuito** formando pelo menos um **caminho fechado**.

Os elementos de circuito básicos são:

- Geradores
- Resistores

Circuitos Elétricos

Um circuito elétrico é um **interligação** de **elementos de circuito** formando pelo menos um **caminho fechado**.

Os elementos de circuito básicos são:

- Geradores
- Resistores
- Capacitores
- Indutores

Circuitos Eléctricos Distribuídos e Concentrados



Circuitos
Distribuídos



Circuitos
Concentrados

Circuitos Elétricos Distribuídos e Concentrados



Circuitos a parâmetros distribuídos apresentam modelos dependentes das dimensões do circuito.

Circuitos Eléctricos Distribuídos e Concentrados



Nestes circuitos, o tempo de propagação dos sinais eletromagnéticos envolvidos é relevante.

Circuitos Elétricos Distribuídos e Concentrados



Circuitos concentrados apresentam modelos simplificados onde seus elementos são considerados discretos e portanto suas dimensões desprezíveis.

Circuitos Eléctricos Distribuídos e Concentrados



Para que um circuito seja considerado concentrado uma terceira restrição precisa ser atendida: o tempo de propagação das ondas eletromagnéticas através dos elementos deve ser desprezível se comparada aos períodos dos sinais circulantes.

Circuitos Elétricos Distribuídos e Concentrados



Sejam d a maior dimensão do circuito, f a maior frequência circulante no circuito, e c a velocidade de propagação das ondas eletromagnéticas:

$$\tau \triangleq \frac{d}{c}, T = \frac{1}{f} \text{ e } \lambda = c \cdot f.$$

Circuitos Eléctricos Distribuídos e Concentrados



Portanto, a terceira restrição pode ser expressa como:

$$\tau \ll T \leftrightarrow d \ll \lambda$$

Circuitos Elétricos Distribuídos e Concentrados



Sempre que essa terceira restrição for atendida, as **Leis de Kirchhoff** são modelos válidos para a análise do circuito em questão.

Circuitos Eléctricos Distribuídos e Concentrados

O foco desse curso será no estudo da teoria de redes aplicadas a circuitos concentrados, devido às seguintes razões:

Circuitos Elétricos Distribuídos e Concentrados

O foco desse curso será no estudo da teoria de redes aplicadas a circuitos concentrados, devido às seguintes razões:

- Circuitos concentrados são mais simples de entender e projetar

Circuitos Elétricos Distribuídos e Concentrados

O foco desse curso será no estudo da teoria de redes aplicadas a circuitos concentrados, devido às seguintes razões:

- Circuitos concentrados são mais simples de entender e projetar
- Circuitos concentrados são análogos a sistemas mecânicos composto por conjuntos de partículas interagindo;

Circuitos Eléctricos Distribuídos e Concentrados

O foco desse curso será no estudo da teoria de redes aplicadas a circuitos concentrados, devido às seguintes razões:

- Circuitos concentrados são mais simples de entender e projetar
- Circuitos concentrados são análogos a sistemas mecânicos composto por conjuntos de partículas interagindo;
- A teoria de circuitos distribuídos pode ser baseada na teoria de circuitos concentrados.

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

- A) Conceitos Preliminares (6h)
- B) Circuitos Elétricos Simples (6h)
- C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)
- D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)
- E) Regime Permanente Senoidal (8h)
- F) Potência e Energia (6h)

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

A) Conceitos Preliminares (6h)

- Análise, Linearidade, e Invariância no tempo
- Circuitos concentrados, comprimento de onda e dimensões dos circuitos
- Grandezas Elétricas Fundamentais e Sentidos de Referência
- Elementos de Circuitos
- Relações Fasoriais em Bipolos Ideais
- Definições, Propriedades Gerais e Leis de Kirchhoff
- Modelos de Dispositivos Físicos

B) Circuitos Elétricos Simples (6h)

C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)

D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)

E) Regime Permanente Senoidal (8h)

F) Potência e Energia (6h)

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

A) Conceitos Preliminares (6h)

B) Circuitos Elétricos Simples (6h)

- Circuitos Resistivos
- Transformações Y- Δ e Δ -Y
- Análise de Pequenos Sinais
- Circuitos com capacitores e indutores
- Funções singulares
- Integral de convolução

C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)

D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)

E) Regime Permanente Senoidal (8h)

F) Potência e Energia (6h)

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

- A) Conceitos Preliminares (6h)
- B) Circuitos Elétricos Simples (6h)
- C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)
 - Solução geral de equações diferenciais
 - Solução completa de circuitos
 - Circuitos de primeira ordem
 - Circuitos RLC LIT
 - Circuitos de ordem superior
 - Oscilação e estabilidade
 - Circuitos Não-lineares e Variantes com o tempo
- D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)
- E) Regime Permanente Senoidal (8h)
- F) Potência e Energia (6h)

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

A) Conceitos Preliminares (6h)

B) Circuitos Elétricos Simples (6h)

C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)

D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)

- Grafos de redes e Teorema de Tellegen
- Análise de Nós e Malhas e Análise de Cortes e Percursos Fechados
- Equações de estados
- Teorema da Transformação de Fontes
- Teorema da Substituição e Teorema da Superposição
- Teorema das Redes Equivalentes de Thevenín-Norton
- Teorema da Reciprocidade

E) Regime Permanente Senoidal (8h)

F) Potência e Energia (6h)

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

- A) Conceitos Preliminares (6h)
- B) Circuitos Elétricos Simples (6h)
- C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)
- D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)
- E) Regime Permanente Senoidal (8h)
 - Fasores e EDO's
 - Impedância e Admitância
 - Resposta completa senoidal
 - Diagramas fasoriais
 - Análise do regime permanente senoidal de circuitos simples
 - Circuitos ressonantes
- F) Potência e Energia (6h)

Conteúdo Programático

O curso de Circuitos Elétricos I E será dividido em seis módulos:

- A) Conceitos Preliminares (6h)
- B) Circuitos Elétricos Simples (6h)
- C) Circuitos de Primeira e Segunda Ordem (14h)
- D) Técnicas e Teoremas de Análise de Redes (12h)
- E) Regime Permanente Senoidal (8h)
- F) Potência e Energia (6h)
 - Potência Média e Valores Eficazes
 - Energia e Passividade
 - Potência no regime permanente senoidal
 - Conservação de potências real e reativa
 - Armazenamento em circuitos ressonantes
 - Máxima transferência de potência
 - Fator de potência e correção de FP

Pré-requisitos e Literatura recomendada

Pré-requisitos e Literatura recomendada

- Pré-requisitos:
 1. Física II E
 2. Conhecimentos básicos sobre Álgebra Complexa
 3. Conhecimentos básicos sobre soluções de EDO's

Pré-requisitos e Literatura recomendada

- Pré-requisitos:
 1. Física II E
 2. Conhecimentos básicos sobre Álgebra Complexa
 3. Conhecimentos básicos sobre soluções de EDO's
- Literatura recomendada:
 1. DESOER, Charles A.; KUH, Ernest S.. Teoria básica de circuitos. Rio de Janeiro: Guanabara Dois, 1979. 823p.
 2. CLOSE, Charles M. Circuitos lineares. 2. ed. LTC, c1975.. Rio de Janeiro, RJ: xii, 550 p.
 3. ORSINI, Luiz de Queiroz; CONSONNI, Denise. Curso de circuitos elétricos: volume 1. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 2002. 286 p.

Procedimentos de avaliação

Procedimentos de avaliação

- **Avaliações Escritas:**
 - Individuais e com consulta livre
 - Peso 9
 - AV_1 : Módulos A e B
 - AV_2 : Módulos A, B e C
 - AV_3 : Módulos A, B, C e D
 - AV_4 : Módulos A, B, C, D, E e F

Procedimentos de avaliação

- **Avaliações Escritas:**
 - Individuais e com consulta livre
 - Peso 9
 - AV_1 : Módulos A e B
 - AV_2 : Módulos A, B e C
 - AV_3 : Módulos A, B, C e D
 - AV_4 : Módulos A, B, C, D, E e F
- **Listas de Exercícios:** uma lista por módulo com peso unitário

Procedimentos de avaliação

- **Avaliações Escritas:**
 - Individuais e com consulta livre
 - Peso 9
 - AV_1 : Módulos A e B
 - AV_2 : Módulos A, B e C
 - AV_3 : Módulos A, B, C e D
 - AV_4 : Módulos A, B, C, D, E e F
- **Listas de Exercícios:** uma lista por módulo com peso unitário
- **Participação das aulas de monitoria**

Procedimentos de avaliação

- **Avaliações Escritas:**
 - Individuais e com consulta livre
 - Peso 9
 - AV_1 : Módulos A e B
 - AV_2 : Módulos A, B e C
 - AV_3 : Módulos A, B, C e D
 - AV_4 : Módulos A, B, C, D, E e F
- **Listas de Exercícios:** uma lista por módulo com peso unitário
- **Participação das aulas de monitoria**
- **Eliminação da menor nota das avaliações**

Média Final

Média Final

- Média dos Exercícios Escolares (MEE):

$$MEE = \frac{9 \cdot \sum_{i=1}^4 (AV_i + PM_i) - 9 \cdot \min(AV_i + PM_i) + \sum_{j=1}^6 LE_j}{33}$$

Onde AV_i é a nota da i -ésima avaliação, PM_i é a pontuação bônus (monitoria) e LE_j é a nota da j -ésima lista de exercícios

Média Final

- Média dos Exercícios Escolares (MEE):

$$MEE = \frac{9 \cdot \sum_{i=1}^4 (AV_i + PM_i) - 9 \cdot \min(AV_i + PM_i) + \sum_{j=1}^6 LE_j}{33}$$

Onde AV_i é a nota da i -ésima avaliação, PM_i é a pontuação bônus (monitoria) e LE_j é a nota da j -ésima lista de exercícios

- Média Final (resolução nº 023/2017 – CONSEPE):

$$MF = \frac{2 \cdot MEE + PF}{3}$$

Média Final

- Média dos Exercícios Escolares (MEE):

$$MEE = \frac{9 \cdot \sum_{i=1}^4 (AV_i + PM_i) - 9 \cdot \min (AV_i + PM_i) + \sum_{j=1}^6 LE_j}{33}$$

Onde AV_i é a nota da i -ésima avaliação, PM_i é a pontuação bônus (monitoria) e LE_j é a nota da j -ésima lista de exercícios

- Média Final (resolução nº 023/2017 – CONSEPE):

$$MF = \frac{2 \cdot MEE + PF}{3}$$

- Conforme RESOLUÇÃO Nº 023/2017 - CONSEPE - "Art. 10 - O discente que obtiver o mínimo de 75% (setenta e cinco por cento) de frequência e Média dos Exercícios Escolares (MEE) igual ou superior a 8,0 (oito vírgula zero) será considerado aprovado na disciplina e dispensado da prova final (PF), resguardado o direito de realizá-la."

Atendimento aos alunos

Atendimento aos alunos

- **Atendimento com o professor**
 - Horário: Quarta-feira, 10:00 às 12:00
 - Local: Laboratório de Automação Industrial e Robótica
 - E-mail: iurybessa@ufam.edu.br

Atendimento aos alunos

- **Atendimento com o professor**
 - Horário: Quarta-feira, 10:00 às 12:00
 - Local: Laboratório de Automação Industrial e Robótica
 - E-mail: iurybessa@ufam.edu.br
- **Atendimento com o monitor:**
 - Nome: Alan Tácio Magalhães
 - Horário: Quarta-feira e Sexta-feira, 16:00 às 18:00
 - Local: Laboratório de Automação Industrial e Robótica
 - E-mail: alantaciom@gmail.com