

Fundamentos de Sistemas Digitais

Aula Inicial

Apresentação

- **Disciplina: Fundamentos de Sistemas Digitais**
- **Carga horária: 60 horas**
- **Turma 128:**
 - **Professor: Alexandre Amory**
 - **Horários: 2CD e 4CD**
 - **Email: alexandre.amory@pucrs.br**
 - **Página Web: www.inf.pucrs.br/alexandre.amory**
- **Turma 138:**
 - **Professor: Edson Moreno**
 - **Horários: 2Ex e 4Ex**
 - **Email: edson.moreno@pucrs.br**
 - **Página Web: www.inf.pucrs.br/emoreno**

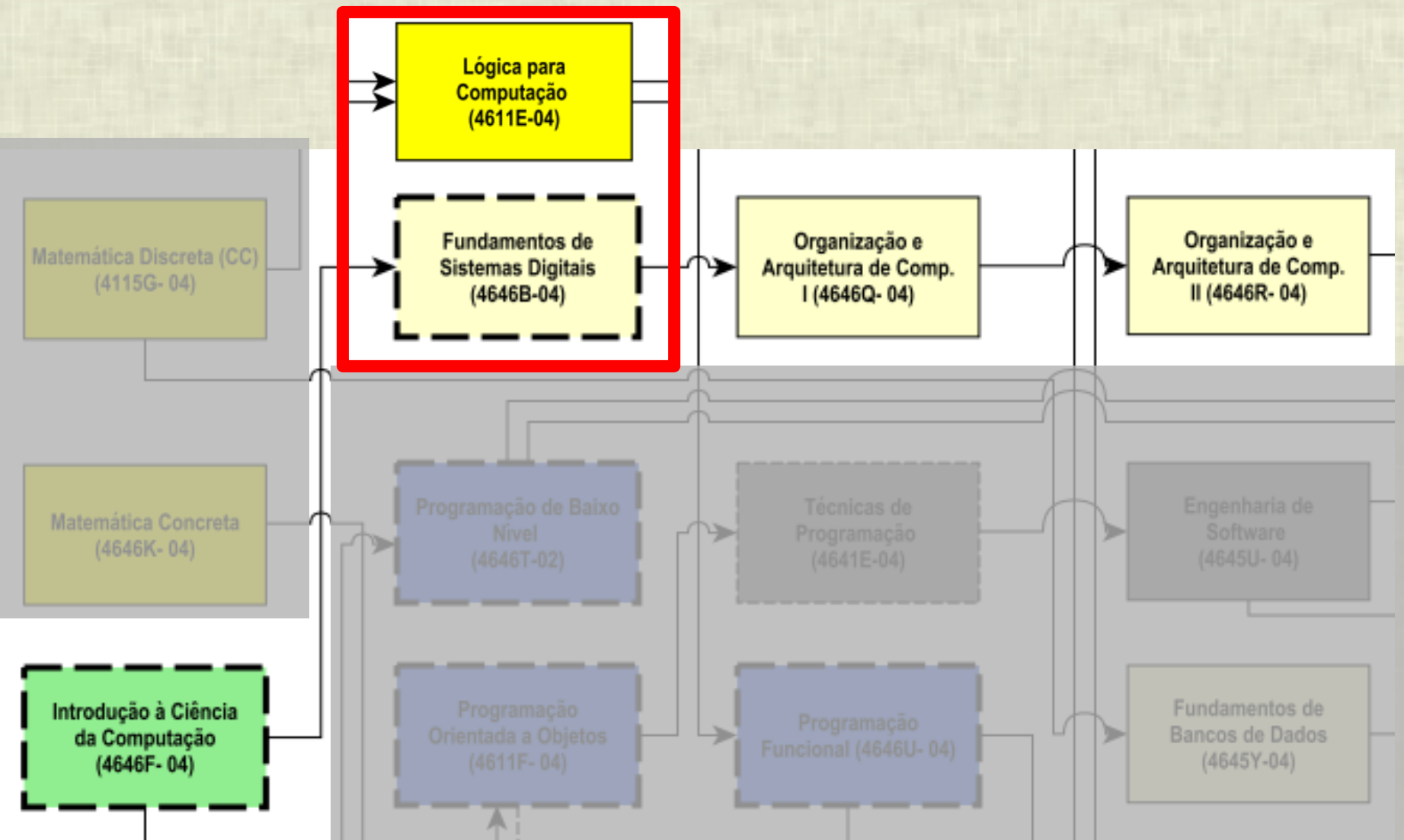
Relação com o Restante do Curso

1o Nível

2o Nível

3o Nível

4o Nível



Relação com o Restante do Curso

4o Nível

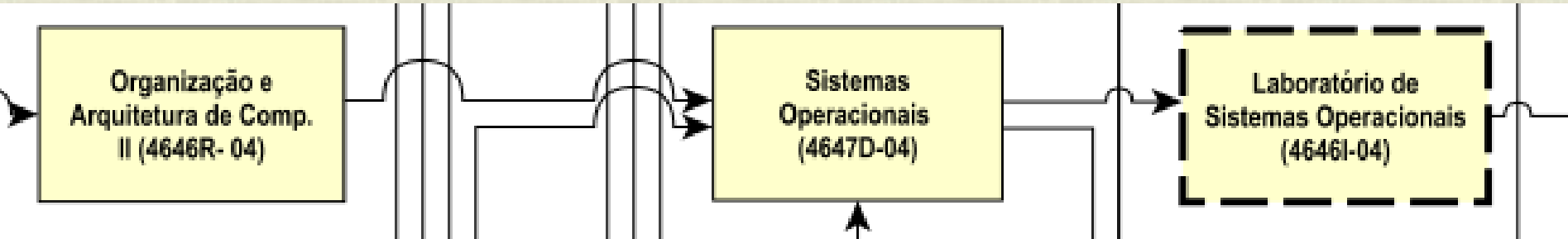
Organização e
Arquitetura de Comp.
II (4646R-04)

5o Nível

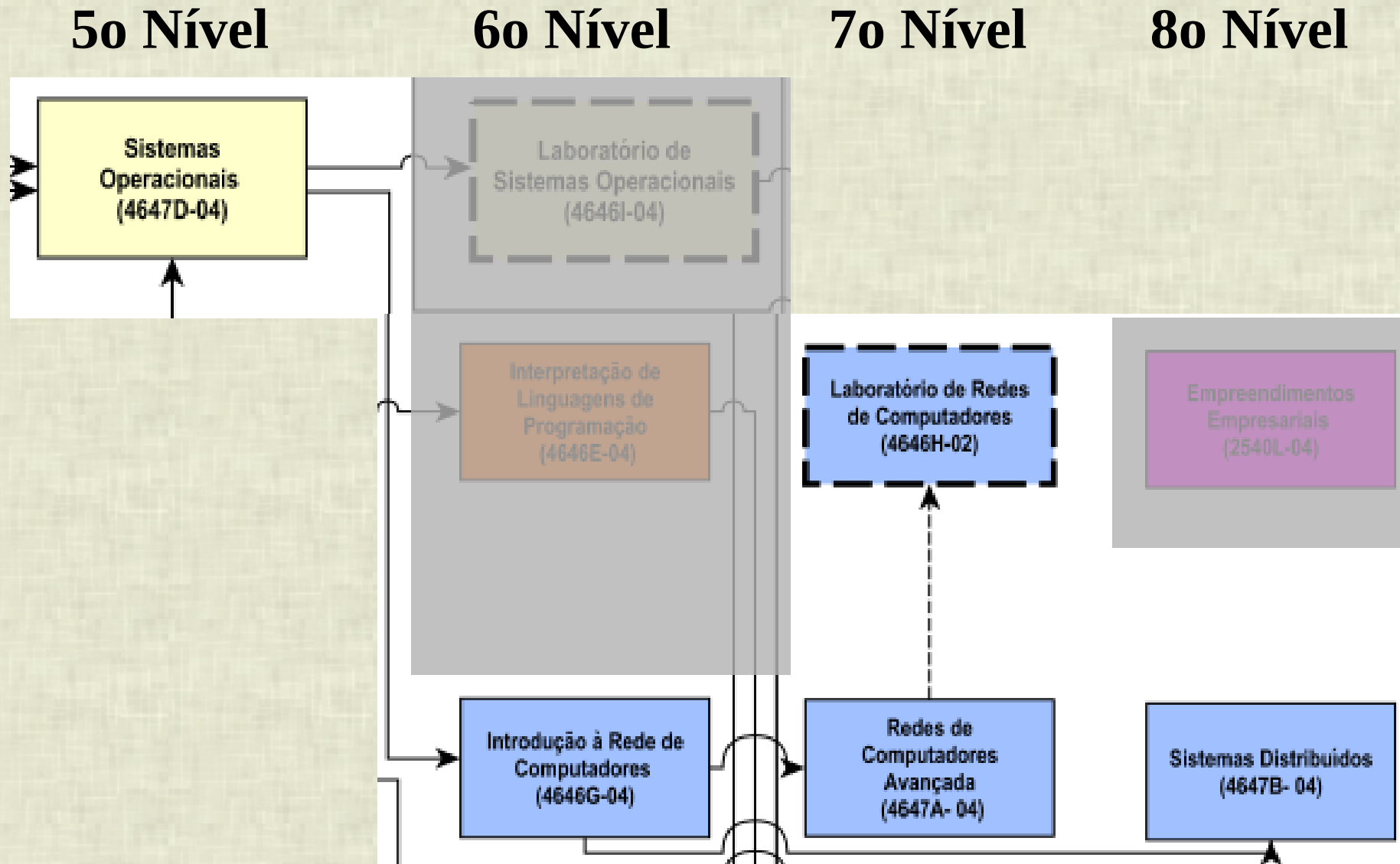
Sistemas
Operacionais
(4647D-04)

6o Nível

Laboratório de
Sistemas Operacionais
(4646I-04)

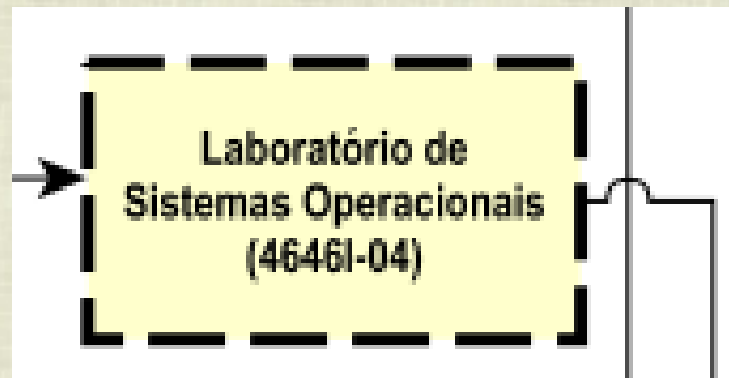


Relação com o Restante do Curso

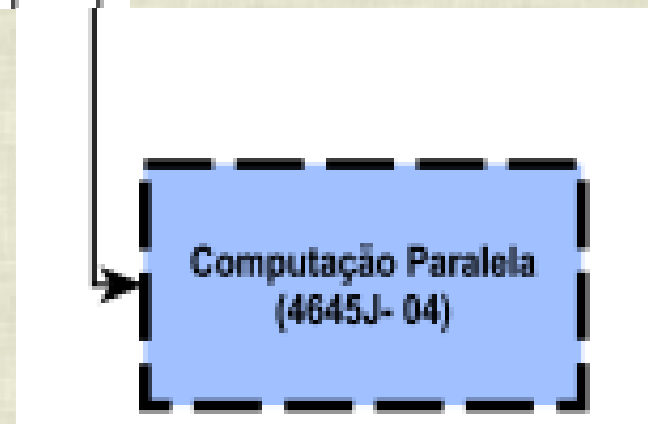


Relação com o Restante do Curso

6o Nível



7o Nível



Bibliografia Básica e Software de Apoio

- **BÁSICA**

- Thomas, Floyd. **Sistemas Digitais: Fundamentos e Aplicações**. 9ª edição. 2007.
- D'Amore, Roberto. **VHDL: Descrição e Síntese de Circuitos Digitais**. 2ª edição. 2012.
- Gregg, John. **Ones and Zeros: Understanding Boolean Algebra, Digital Circuits, and the Logic of Sets**. 1998.

Bibliografia Básica e Software de Apoio

- **COMPLEMENTAR**

- VAHID, F. **Sistemas digitais : projeto, otimização e HDLs**. Editora Bookman. 2010.
- Mealy, B; Tappero, F. **Free Range VHDL**. 2013. **Free EBOOK !!!**
- Daghljan, J. **Logica e Álgebra de Boole**. 4ª Edição.
 - Cap 1-3, 14 – revisão
 - Cap 4 e 9 – equivalência lógica
 - Cap 11 – diagrama de chaves
 - Cap 13 – minimização lógica: Karnaugh e Quine-McCluskey
- Harris, David; Harris, Sarah. **Digital Design and Computer Architecture**. 2ª edição. 2012. (**Capítulo 2 ao 4**)

Bibliografia Básica e Software de Apoio

- **SOFTWARE DE APOIO**

- Xilinx - ISE (Ferramenta para síntese e simulação funcional para HDL)
- Logic Friday (<http://sontrak.com/index.html>)
- Karma (<http://goo.gl/DILWde>)

Avaliações

- **Provas:**
 - P1: VER DATAS NO CRONOGRAMA NO MOODLE !!!
 - P2:
 - PS: somente para alunos que não compareceram na P1 ou P2
 - G2:
- **Trabalhos (início, entrega e apresentação):**
 - T1 a T4
 - Complexidade crescente, a maioria será individual,
 - Preparação para Provas !!!!!
 - T4: sistema completo
- **Composição das notas:**
 - $G1 = (P1 + P2 + (T1 * 0.1 + T2 * 0.2 + T3 * 0.3 + T4 * 0.4))/3$
- **Aprovação**
 - Presença $\geq 75\%$
 - $G1 \geq 7$
 - $G2 \geq 5$, para $G1 \geq 4$

Conteúdo: Álgebra Booleana

- **Álgebra Booleana e otimização lógica**
 - Operadores lógicos
 - Tabela verdade, expressões e equações Booleanas
 - Soma de produtos vs produtos de somas
 - Teoremas e leis da álgebra Booleana
 - Algoritmos de otimização lógica: Karnaugh e Quine-McCluskey

Conteúdo: Sistemas Combinacionais

- **Sistemas digitais combinacionais**
 - Modelagem de sistemas digitais elementares: portas lógicas
 - Modelagem de componentes compostos :
 - Operadores aritméticos, multiplexadores, somadores, subtratores, comparadores, codificadores, decodificadores,
 - Unidade Lógica Aritmética (ULA)
 - Modelagem de sistemas digitais combinacionais em linguagem de descrição de hardware
 - Sintaxe da linguagem VHDL
 - Ferramentas de simulação

Conteúdo: Sistemas Sequenciais

- **Sistemas digitais sequenciais**
 - Sistemas combinacionais vs sequenciais
 - Elementos de memória unitários:
 - Latches, flip-flops, registradores
 - Elementos de memória multidimensional:
 - Banco de registradores, memórias RAM/ROM
 - Outros elementos de memória:
 - Contadores, temporizadores, registradores de deslocamento
 - Máquinas de estado finitas:
 - Moore e Mealy
 - Modelagem de sistemas sequenciais em VHDL

Revisão da *Introdução à Ciência da Computação*

- Forouzan, B.A. ; Mosharraf, F.; Fundamentos da ciência da computação. c2012
- Assumo que conteúdo de Cap 2 a 5 está dominado !
 - Se não é o caso, a atividade da 1ª aula é REVISAR! LER CAP 2 a 5.

TRABALHO 1

Resumir capítulos 2 a 5
 → 4 páginas escritas à mão.
 → Entrega Moodle
 → foto ou escaneado!
 → Individual !



Revisão da *Introdução à Ciência da Computação*

- **Capítulo 2 – Sistemas de Numeração**
 - Numeração posicional: binário e hexa deve estar no sangue !
- **Capítulo 3 – Armazenamento de dados**
 - Armazenamento de números, texto (ASCII), imagem (RGB)
- **Capítulo 4 – Operações sobre dados**
 - Operações lógicas, deslocamento, aritméticas
 - Soma e subtração em complemento de 2
- **Capítulo 5 – Organização de computadores**
 - Será aprofundado em
 - Fundamento de sistemas digitais
 - Organização e arquitetura de computadores I
 - Organização e arquitetura de computadores II

Revisão da *Introdução à Ciência da Computação*

- Schneider, G.M; Gersting, J.L. An Invitation to Computer Science. 6 ed., Cengage Learning, 2009.
- **Assumo que conteúdo de Cap 4 a 5 está dominado !**
 - Se não é o caso, a atividade da 1ª aula é REVISAR! LER CAP 4 a 5.

TRABALHO 1

Resumir capítulos 4 a 5
→ 4 páginas escritas à mão.
→ Entrega Moodle
→ foto ou escaneado!
→ Individual !



Revisão da *Introdução à Ciência da Computação*

- **Capítulo 4 – Sistemas de Numeração**
 - Numeração posicional: binário e hexa deve estar no sangue !
- **Capítulo 5 – Organização de computadores**
 - Será aprofundado em
 - Fundamento de sistemas digitais
 - Organização e arquitetura de computadores I
 - Organização e arquitetura de computadores II

Dicas Gerais

- **Plágio**

- Tolerância ZERO !
- Zero para quem copiou e quem repassou o trabalho
- Tenha certeza que seu colega de grupo saiba destas regras !!!
- Pode ser requisitado que o aluno apresente o trabalho para o professor e para a turma
- O prof também sabe usar o Google ;)
 - Bases de trabalhos, dropbox, ...

Dicas Gerais

- **Trabalhos**

- Provas contém questões sobre os trabalhos
 - $G1 = (P1 + P2 + (T1*0.1 + T2*0.2 + T3*0.3 + T4*0.4))/3$
 - Trabalho possuem mais peso do que demonstra a equação !!!
- A nota de cada integrante do grupo pode ser diferente: atenção aos “encostados” !
- Escolha bem a dupla de trabalho
 - Muitas vezes é mais fácil fazer trabalho sozinho
 - Não aceito desculpas tipo “o colega não apareceu...”
- Façam os trabalhos !!! As questões das provas são muito similares aos trabalhos e atividades extra-classe

Fundamentos de Sistemas Digitais

Fundamentos de “Hardware” na CC

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **ACM e IEEE**

Computer Science Curricula 2013

Curriculum Guidelines for
Undergraduate Degree Programs
in Computer Science

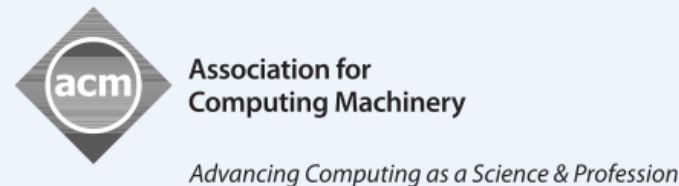
December 20, 2013

The Joint Task Force on Computing Curricula
Association for Computing Machinery (ACM)
IEEE Computer Society

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **ACM & IEEE**

A Cooperative Project of



Fundamentos de “Hardware” na CC

- ACM & IEEE**

AR. Architecture and Organization (0 Core-Tier1 hours, 16 Core-Tier2 hours)

	Core-Tier1 hours	Core-Tier2 Hours	Includes Elective
AR/Digital Logic and Digital Systems		3	N
AR/Machine Level Representation of Data		3	N
AR/Assembly Level Machine Organization		6	N
AR/Memory System Organization and Architecture		3	N
AR/Interfacing and Communication		1	N
AR/Functional Organization			Y
AR/Multiprocessing and Alternative Architectures			Y
AR/Performance Enhancements			Y

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **ACM & IEEE**

AR/Digital Logic and Digital Systems

[3 Core-Tier2 hours]

Topics:

- Overview and history of computer architecture
- Combinational vs. sequential logic/Field programmable gate arrays as a fundamental combinational + sequential logic building block
- Multiple representations/layers of interpretation (hardware is just another layer)
- Computer-aided design tools that process hardware and architectural representations
- Register transfer notation/Hardware Description Language (Verilog/VHDL)
- Physical constraints (gate delays, fan-in, fan-out, energy/power)

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **ACM & IEEE**

Learning outcomes:

1. Describe the progression of computer technology components from vacuum tubes to VLSI, from mainframe computer architectures to the organization of warehouse-scale computers. [Familiarity]
2. Comprehend the trend of modern computer architectures towards multi-core and that parallelism is inherent in all hardware systems. [Familiarity]
3. Explain the implications of the “power wall” in terms of further processor performance improvements and the drive towards harnessing parallelism. [Familiarity]
4. Articulate that there are many equivalent representations of computer functionality, including logical expressions and gates, and be able to use mathematical expressions to describe the functions of simple combinational and sequential circuits. [Familiarity]
5. Design the basic building blocks of a computer: arithmetic-logic unit (gate-level), registers (gate-level), central processing unit (register transfer-level), memory (register transfer-level). [Usage]
6. Use CAD tools for capture, synthesis, and simulation to evaluate simple building blocks (e.g., arithmetic-logic unit, registers, movement between registers) of a simple computer design. [Usage]

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **MEC – Ministério de Educação e Cultura**

Computação

Parecer CNE/CES nº 136/2012, aprovado em 8 de março de 2012 - Diretrizes Curriculares Nacionais para os cursos de graduação em Computação.

Em junho de 2010, a partir de contatos com participantes da Comissão de Especialistas já referida, decidi constituir um Grupo de Trabalho para avaliar e atualizar o material e obter eventuais contribuições adicionais. O Grupo foi composto pelos Professores Daltro José Nunes (UFRGS), Marcelo Walter (UFRGS, Vice-presidente da Sociedade Brasileira de Computação - SBC), Mirela Moura Moro (UFMG, Diretora de Ensino da SBC), Maria Izabel Cavalcanti Cabral (UFPB e UNIPÊ), **Jorge Luis Nicolas Audy (PUC-RS)**, Roberto da Silva Bigonha (UFMG). Colaboraram também diretamente com o trabalho os Professores José Carlos Maldonado (UFSCar, Presidente da SBC) e Murilo da Silva Camargo (UnB e SESu/MEC).

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **MEC – Ministério de Educação e Cultura**

Dos Benefícios para a Sociedade dos Cursos de Bacharelado em Ciência da Computação

Os cientistas da computação são responsáveis pelo desenvolvimento científico (teorias, métodos, linguagens, modelos, entre outras) e tecnológico da Computação. Eles constroem ferramentas que são normalmente utilizadas por outros profissionais da área de Computação, responsáveis pela construção de software para usuários finais e projetos de sistemas digitais. Eles são também responsáveis pela infraestrutura de software dos computadores (sistemas operacionais, compiladores, banco de dados, navegadores entre outras) e software para sistemas embarcados, sistemas móveis, sistemas de computação nas nuvens e sistemas de automação, entre outros. Também são responsáveis pelo desenvolvimento de aplicações de propósito geral. Os cientistas da computação aplicam métodos e processos científicos para o desenvolvimento de produtos corretos. Sabem fazer uso da interdisciplinaridade, na medida em que conseguem combinar ciências, dando a elas um tratamento computacional.

(...)

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **SBC – Sociedade Brasileira de Computação**
– Currículo de Referência

4. Fundamentos da Computação (F)

F1. Análise de Algoritmos

F2. Algoritmos e Estrutura de Dados

F3. Arquitetura e Organização de Computadores

F4. Circuitos Digitais

F5. Fundamentos de Sistemas

F6. Linguagens de Programação

F7. Linguagens Formais, Autômatos e Computabilidade

F8. Organização de Arquivos e dados

F9. Sistemas Operacionais

F10. Teoria dos Grafos

Fundamentos de “Hardware” na CC

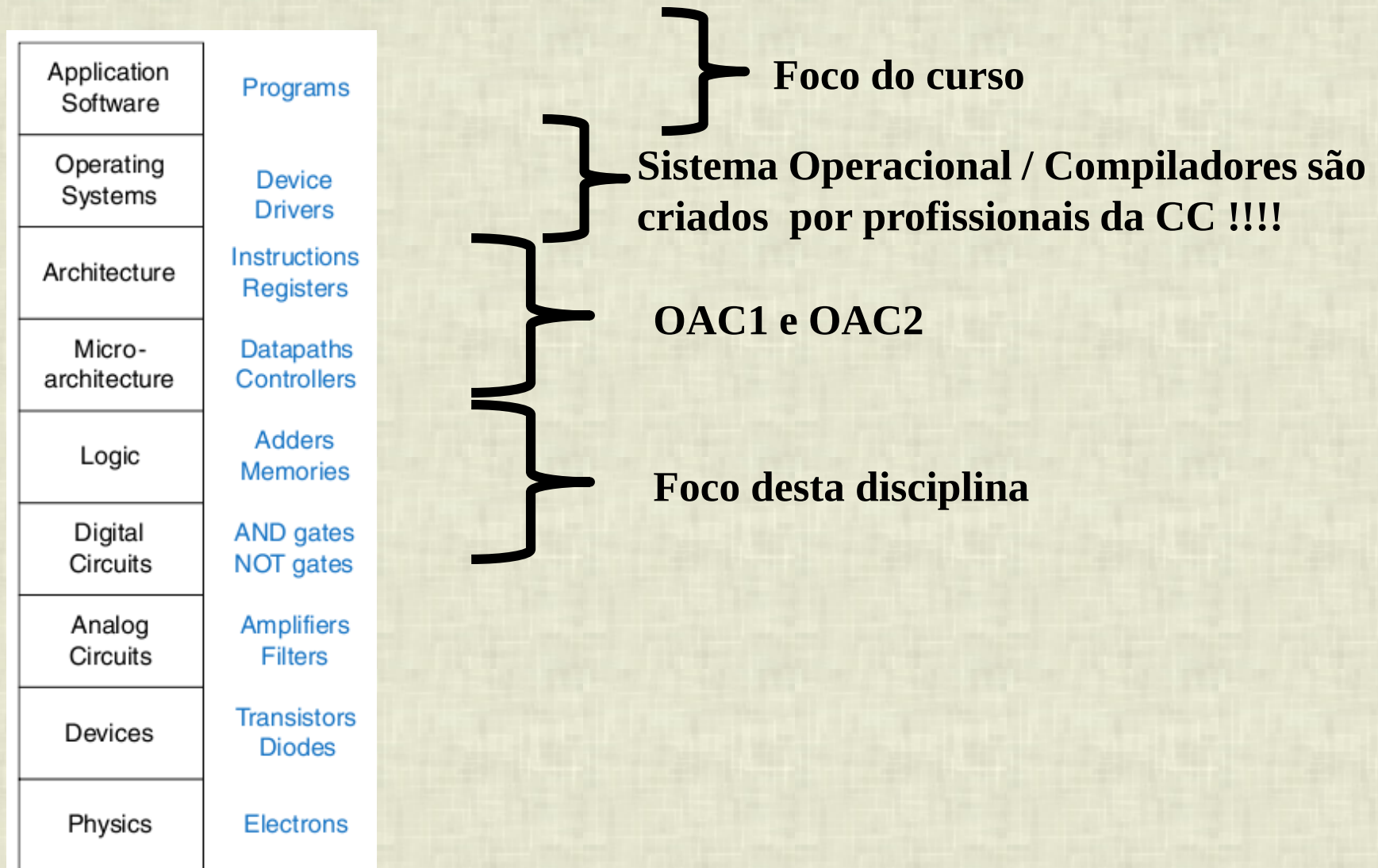


Figure 1.1 Levels of abstraction for electronic computing system

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **Existe falta de profissionais fluentes nos dois mundos:**
 - Engenheiros com sólida base de programação
 - Programadores com sólida base de hardware
 - Muitas **oportunidades únicas** para quem se aventurar neste nicho

Fundamentos de “Hardware” na CC

- **Onde eu posso usar o conhecimento adquirido nesta linha de disciplinas ?**
 - Desenvolvimento de device drivers
 - É necessário conhecer :
 - protocolos de ‘baixo nível’: I2C, serial, ISP, PWM, ...
 - Manipulação de bytes e bits em memória
 - Gerenciamento e alocação de memória
 - Arquitetura do computador para extrair o máximo de desempenho: DMA, interrupções, barramentos, hierarquia de memória
 - Muito difícil achar profissional fluente
 - Empresas locais necessitam deste perfil

Fundamentos de “Hardware” na CC

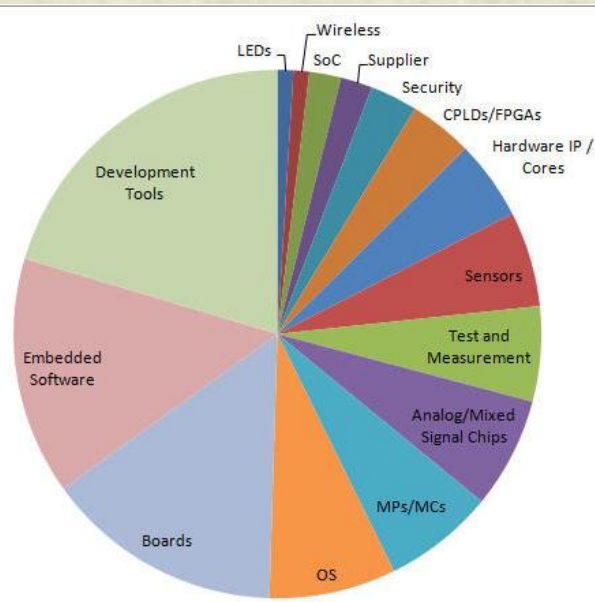
- Onde eu posso usar o conhecimento adquirido nesta linha de disciplinas ?
 - Sistemas Embarcados
 - Computadores de uso específico
 - Eletrodomésticos, brinquedos, equipamentos médicos, veículos, telemetria, monitoração remota. etc
 - Open Hardware
 - Arduíno, Raspberry Pi,
 - **+ - 40 US\$: dá pra criar projetos em casa !!!!**
 - » Muitos tutoriais na Internet !

Fundamentos de “Hardware” na CC

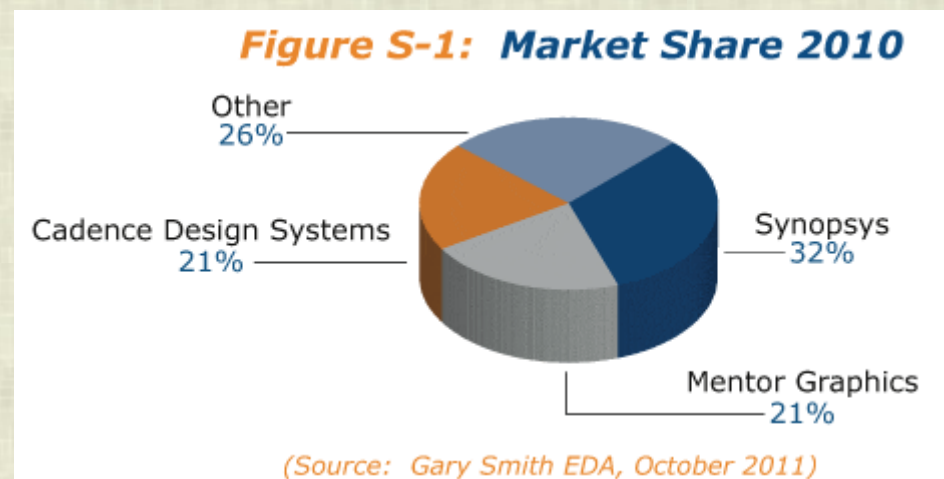
- **Onde eu posso usar o conhecimento adquirido nesta linha de disciplinas ?**
 - Robótica
 - Relacionado com embarcados
 - Open Hardware
 - Arduíno, Raspberry Pi,
 - Projeto de software e drivers para veículos autônomos
 - VANT, robôs terrestres e aquáticos

Fundamentos de “Hardware” na CC

- Onde eu posso usar o conhecimento adquirido nesta linha de disciplinas ?
 - Software para Projeto de Hardware
 - Indústria bilionária.
 - Forte background em algoritmos
 - Noções de projeto de hardware



<http://goo.gl/IY0IO>



<http://goo.gl/fzQCKU>

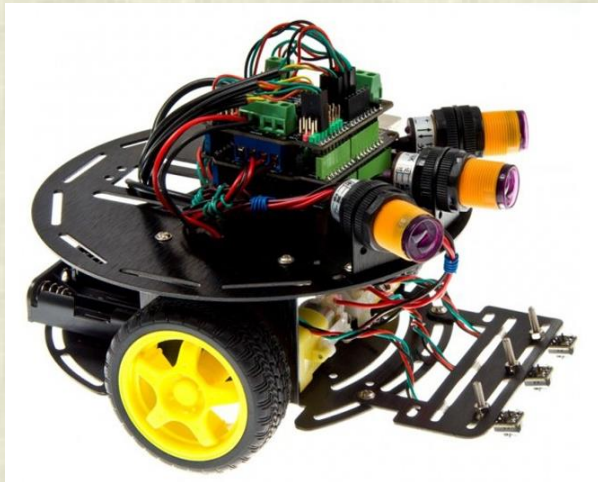
Fundamentos de “Hardware” na CC

- Onde eu posso usar o conhecimento adquirido nesta linha de disciplinas ?
 - 4^a revolução industrial
 - <http://goo.gl/EyjqpP> - reportagem completa
 - “a Quarta Revolução Industrial promove uma “fusão de tecnologias, borrando as linhas divisórias entre as esferas físicas, digitais e biológicas”. Ela fomenta a inteligência artificial, a robótica, a impressão 3D, os drones, a nanotecnologia, a biotecnologia, a estocagem de dados e de energia, os veículos autônomos, os novos materiais, a Internet das coisas etc.”

Fundamentos de Sistemas Digitais

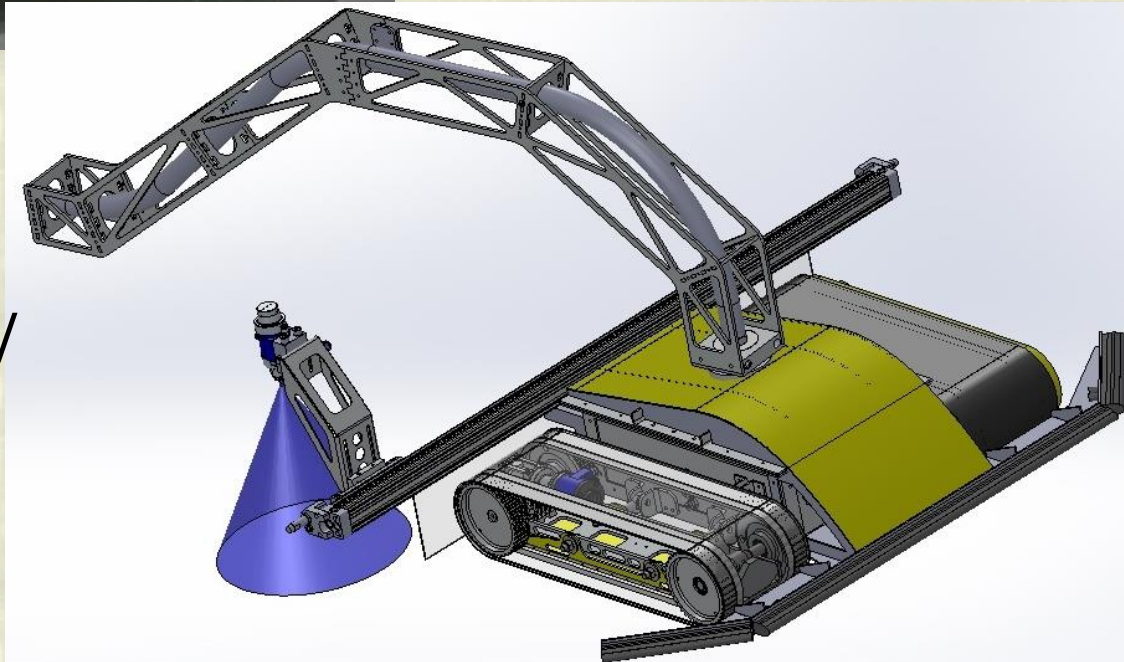
Introdução aos Laboratórios de Pesquisa da PUCRS Relacionados com “Hardware”

LSA/FACIN: Laboratório de Sistemas Autônomos



**Projeto de Robôs Inteligentes:
Sistemas Embarcados, Inteligência
Computacional, Visão Computacional**

LSA/FACIN: Laboratório de Sistemas Autônomos



<http://www.lsa.pucrs.br/>

GACS/FENG: Grupo de Automação e Controle

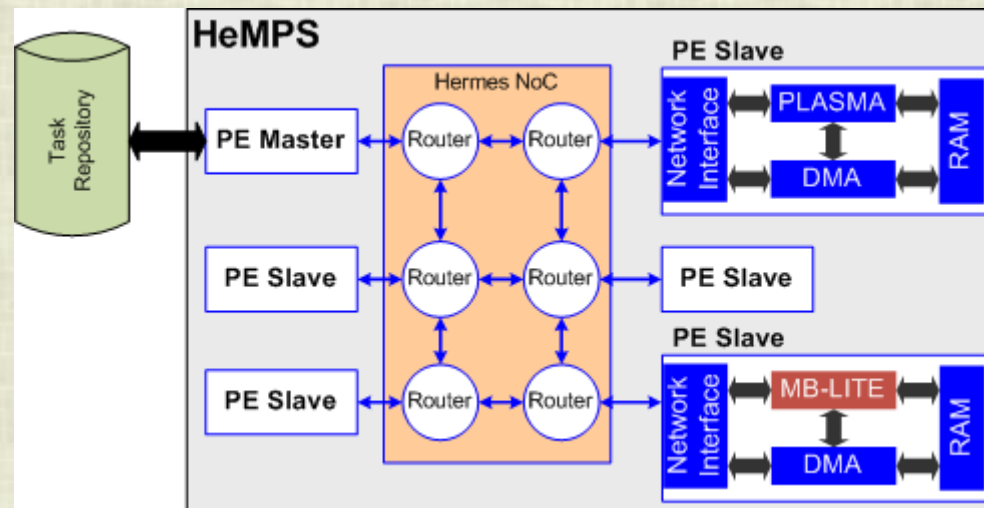
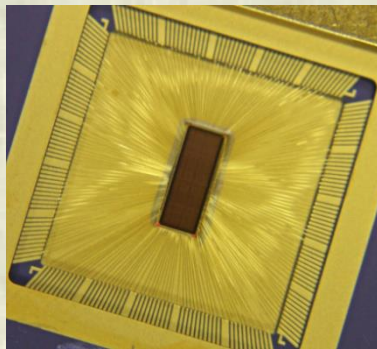
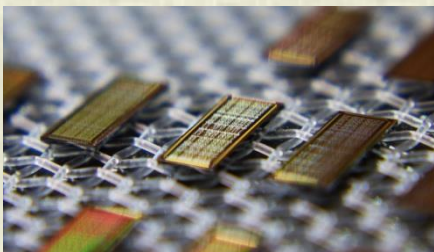
- **Voltado à Eng Elétrica e Eng. Controle/Automação**
- **Robótica – viés + “Hardware”**
- **Automação e controle industrial**

<http://www.feng.pucrs.br/~gacs/>

GAPH/FACIN: Grupo de Apoio ao Projeto de Hardware

- **Projeto de hardware**
 - Sistema com múltiplos processadores
 - Necessita de programadores para desenvolver o sistema operacional
- **Desenvolvimento de programas que auxiliam o projeto de hardware**
 - Necessita de ótimos programadores com noções de projeto de hardware

<https://www.inf.pucrs.br/gaph/>



GSE/FACIN: Grupo de Sistemas Embarcados

- **Projetos com RFID**
 - Sistemas de identificação
 - Smart card, passaporte, pedágio inteligente, etc
- **Smart cities e Internet das Coisas**
- **Projetos com Redes de Sensores Sem Fio:**
 - Sistemas de monitoramento e controle/atuação industriais, comerciais, residenciais, ...
- **Aplicações médicas**

<http://gse.inf.br/>



Conclusão

- **Um pouquinho de hardware ... por que não ?!?!**
- **Esta é uma disciplina de fundamentos**
 - **Comecem com o pé direito !!!**
- **Existem muitos problemas que profissionais da CC podem resolver**
 - Algoritmos de otimização de projeto de hardware
 - Software de suporte: SO, compiladores, drivers
 - Equipamentos embarcados
 - Software para máquinas inteligentes

Fundamentos de Sistemas Digitais

Sobre o Conteúdo

Conteúdo: Álgebra Booleana

- **Álgebra Booleana e otimização lógica**
 - Operadores lógicos
 - Tabela verdade, expressões e equações Booleanas
 - Soma de produtos vs produtos de somas
 - Teoremas e leis da álgebra Booleana
 - Algoritmos de otimização lógica: Karnaugh e Quine-McCluskey

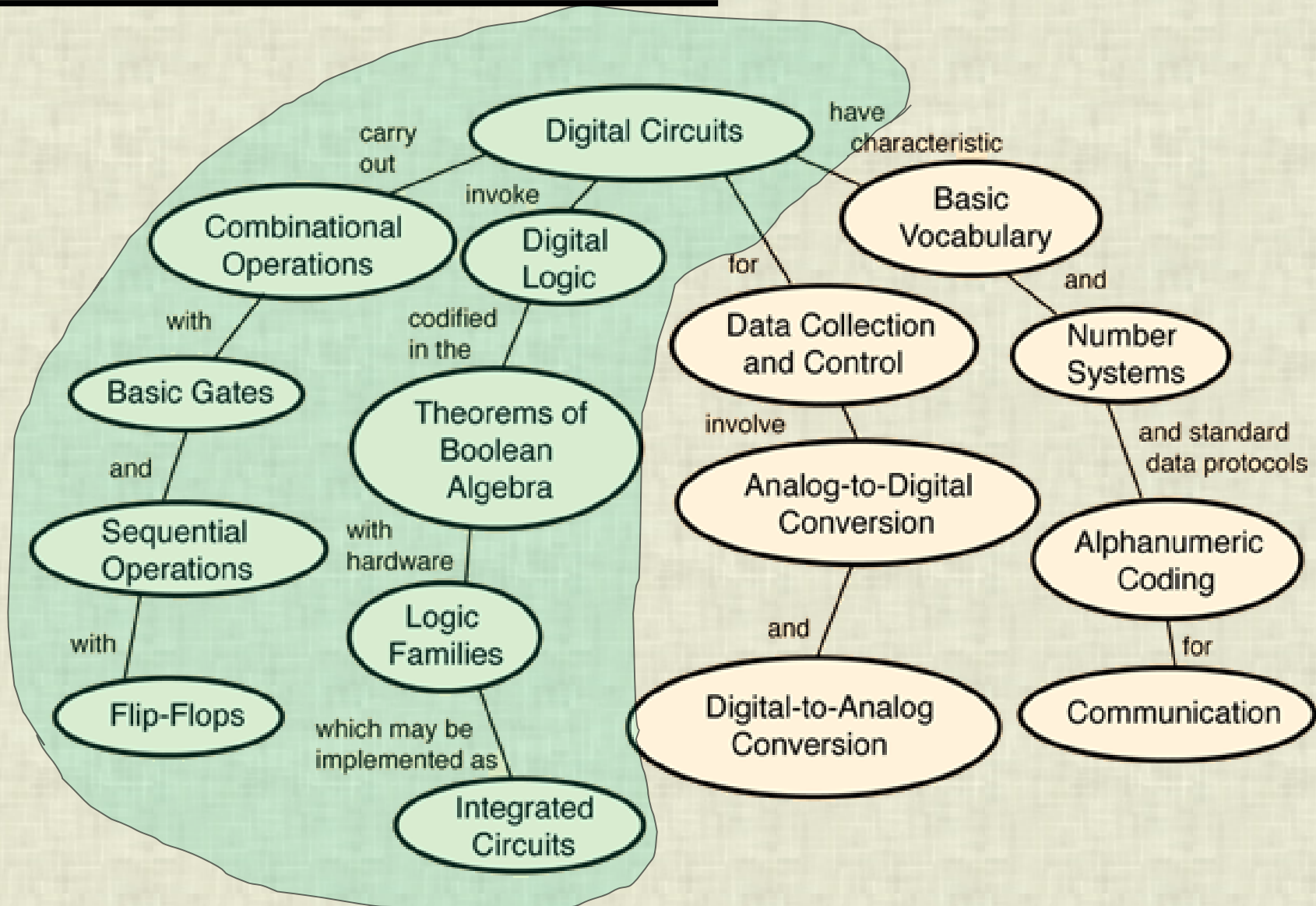
Conteúdo: Sistemas Combinacionais

- **Sistemas digitais combinacionais**
 - Modelagem de sistemas digitais elementares: portas lógicas
 - Modelagem de componentes compostos :
 - Operadores aritméticos, multiplexadores, somadores, subtratores, comparadores, codificadores, decodificadores,
 - Unidade Lógica Aritmética (ULA)
 - Modelagem de sistemas digitais combinacionais em linguagem de descrição de hardware
 - Sintaxe da linguagem VHDL
 - Ferramentas de simulação

Conteúdo: Sistemas Sequenciais

- **Sistemas digitais sequenciais**
 - Sistemas combinacionais vs sequenciais
 - Elementos de memória unitários:
 - Latches, flip-flops, registradores
 - Elementos de memória multidimensional:
 - Banco de registradores, memórias RAM/ROM
 - Outros elementos de memória:
 - Contadores, temporizadores, registradores de deslocamento
 - Máquinas de estado finitas:
 - Moore e Mealy
 - Modelagem de sistemas sequenciais em VHDL

Panorama da Disciplina



Disciplina: Lógica para Computação

• Lógica proposicional

- $\neg$, $\wedge$, $\vee$, $\leftrightarrow$, $\rightarrow$,
- Propriedades, leis, teoremas, relações, equivalências
- Tabela verdade

		not	and	or	nor	xor	implies	nand
a	b	$\neg b$	$a \wedge b$	$a \vee b$	$a \nabla b$	$a \perp b$	$a \rightarrow b$	$a \bar{\wedge} b$
0	0	1	0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	1	0	1	1	1
1	0		0	1	0	1	0	1
1	1		1	1	0	0	1	0

Diagrama de Chaves

Claude Shannon (1937)

Aplicação de álgebra de Boole

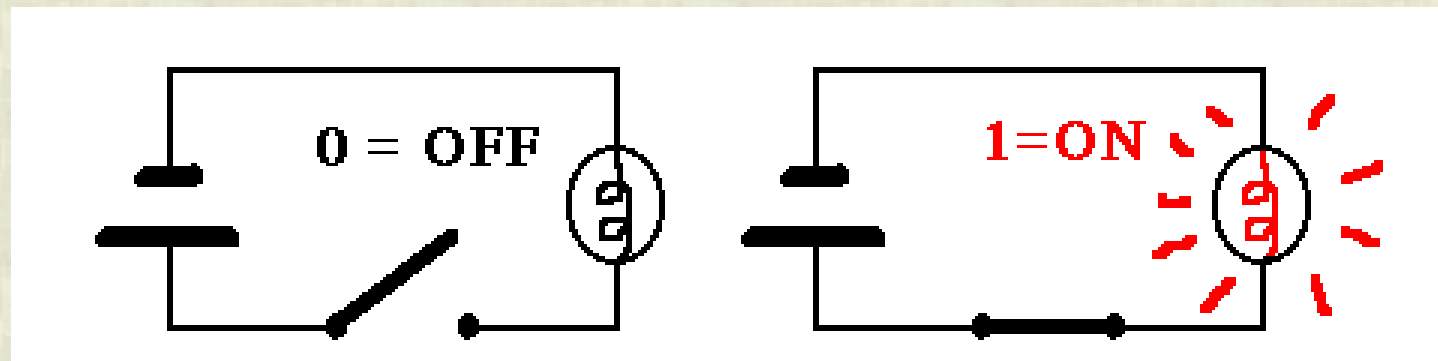
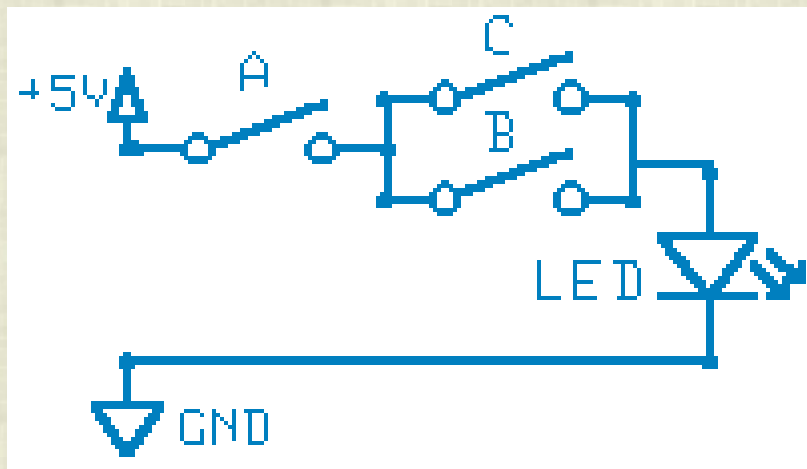
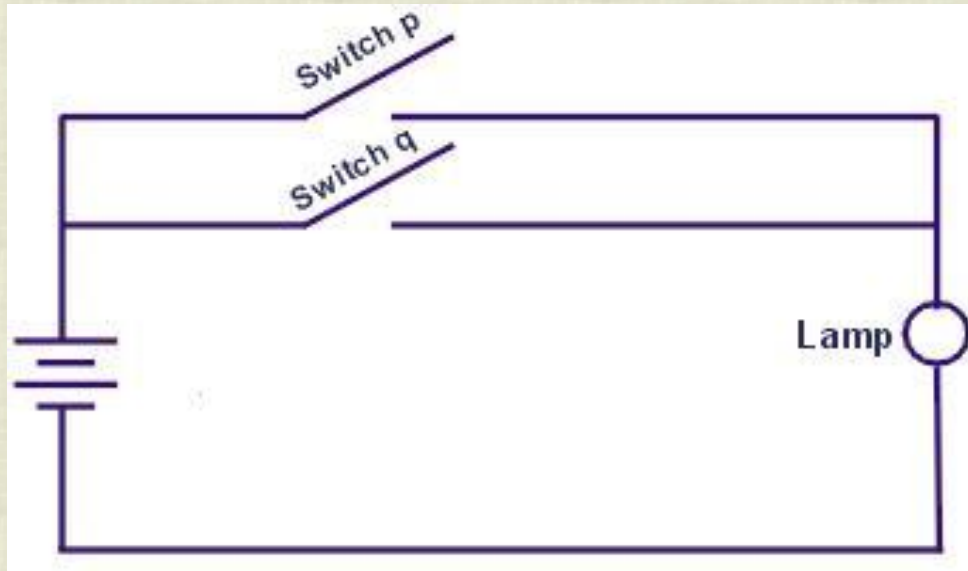


Diagrama de Chaves



Descreva a Expressão Booleana destes Circuitos !

Diagrama de Chaves

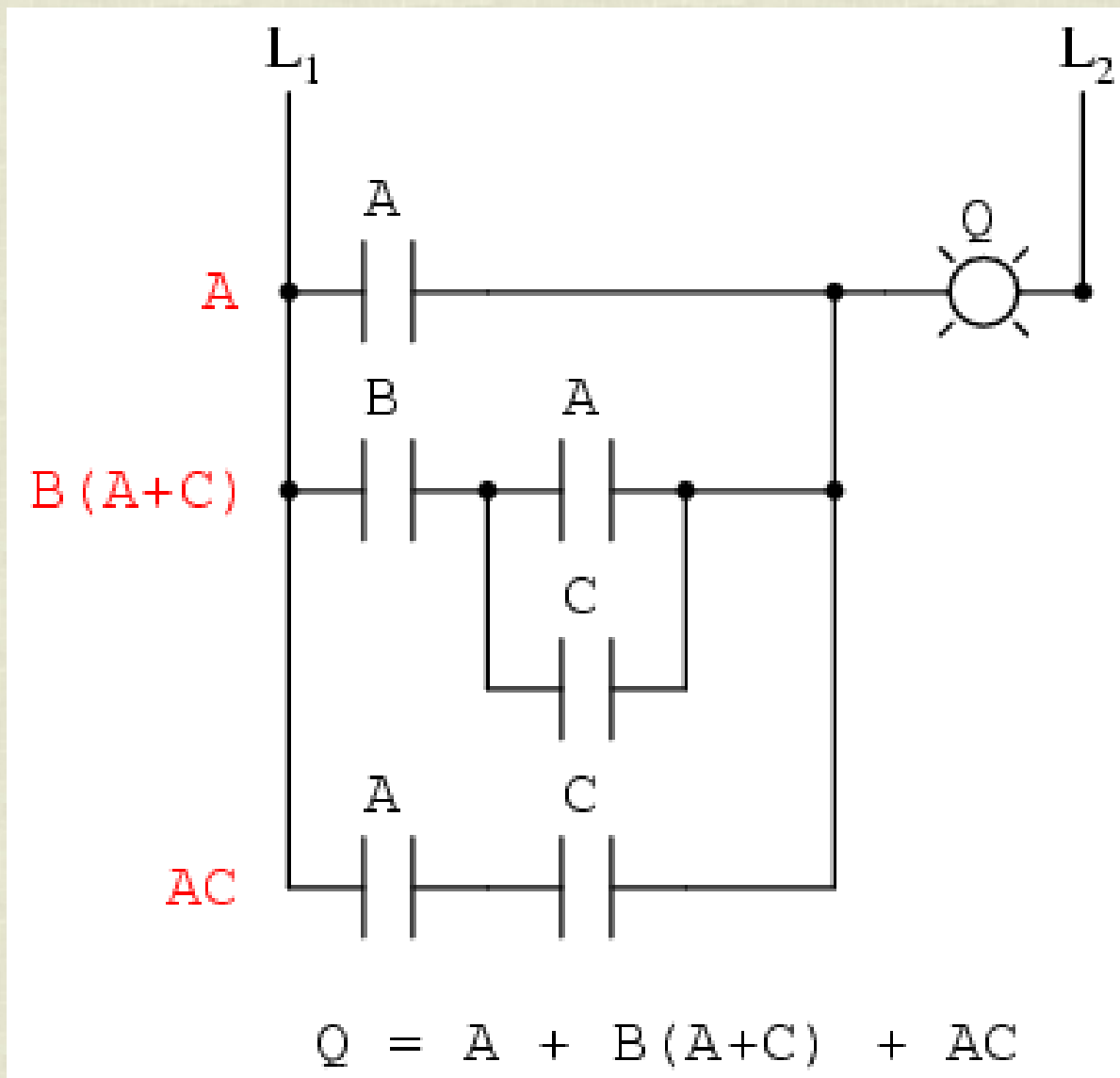


Diagrama de Chaves

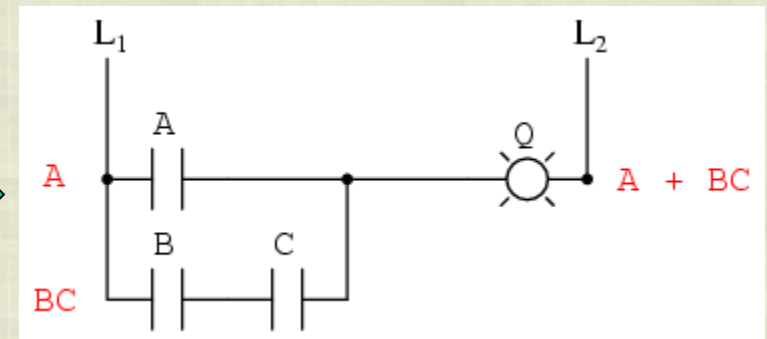
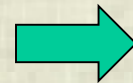
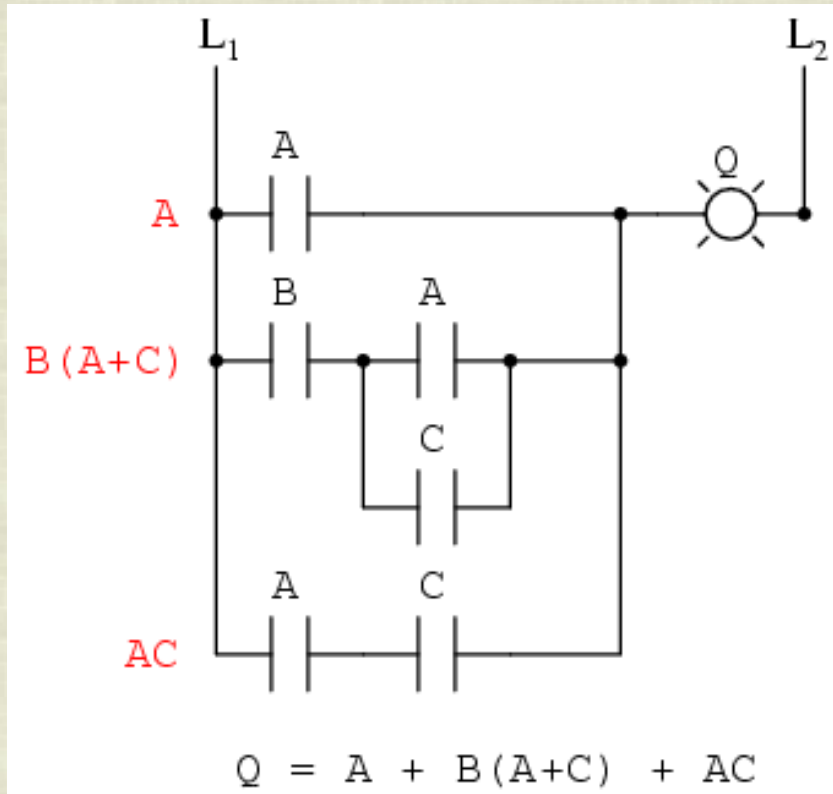


Diagrama de Chaves

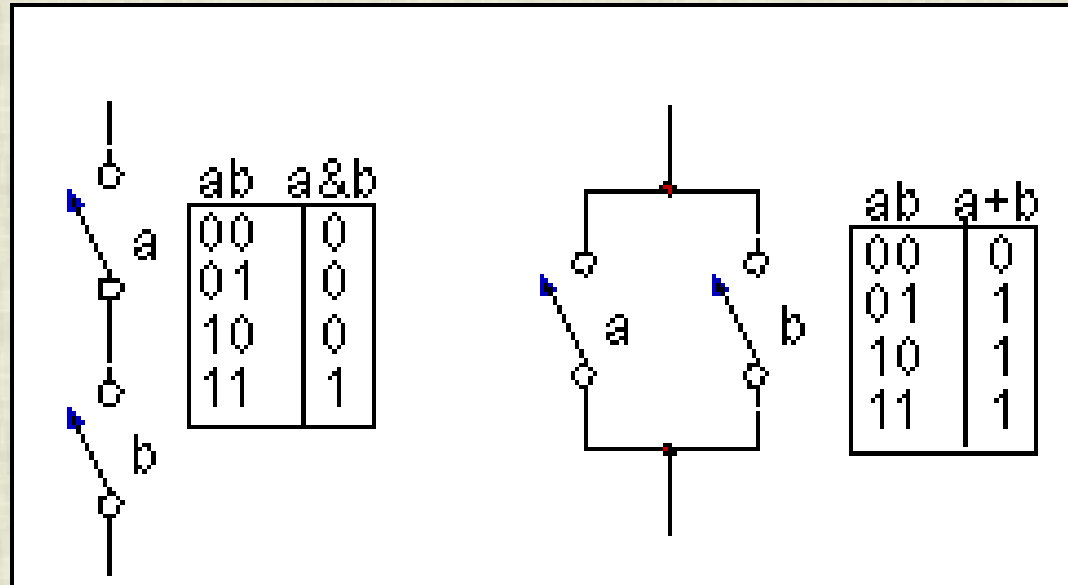
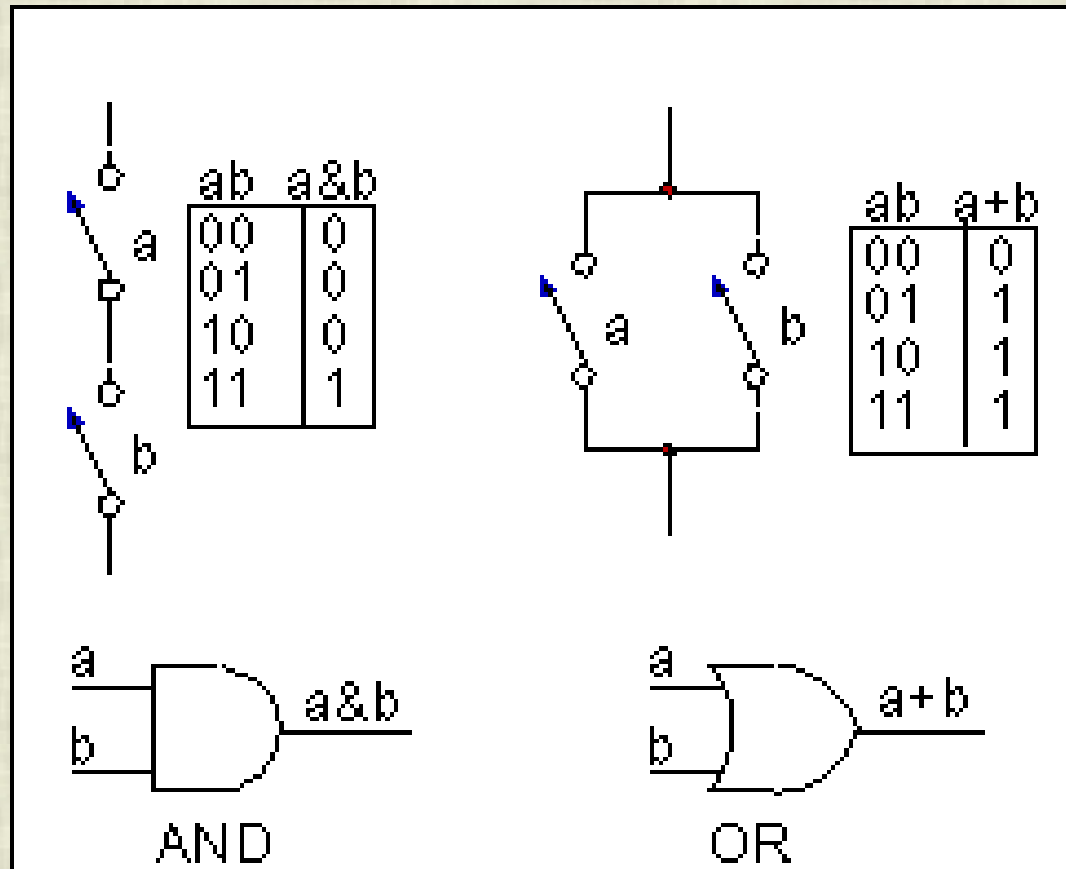
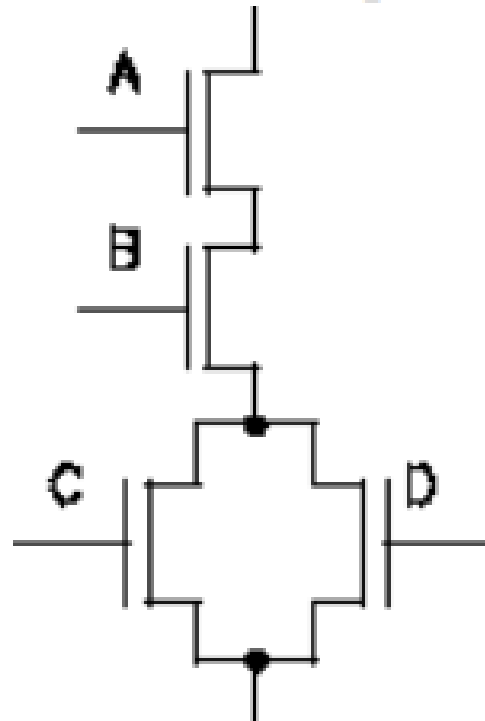


Diagrama de Chaves p/ Portas Lógicas



De Lógica Booleana para Transistores

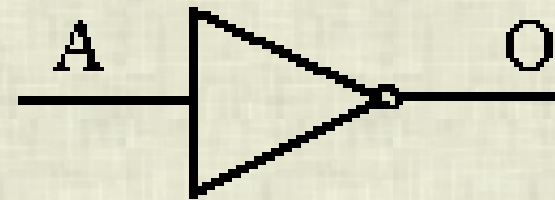
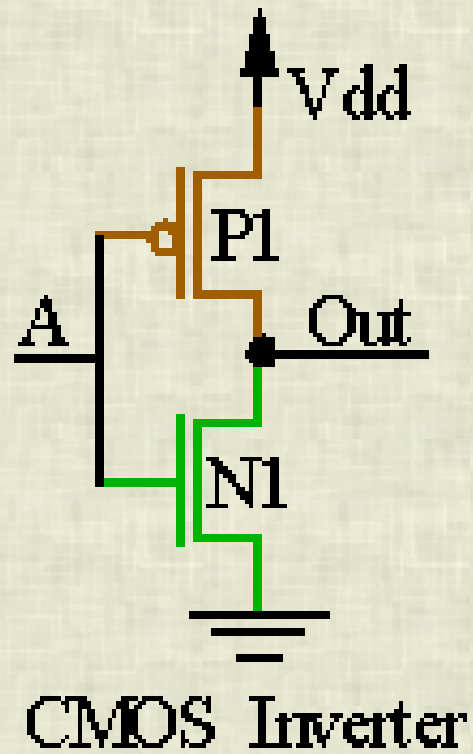
[Circuit]



[Boolean switching function]

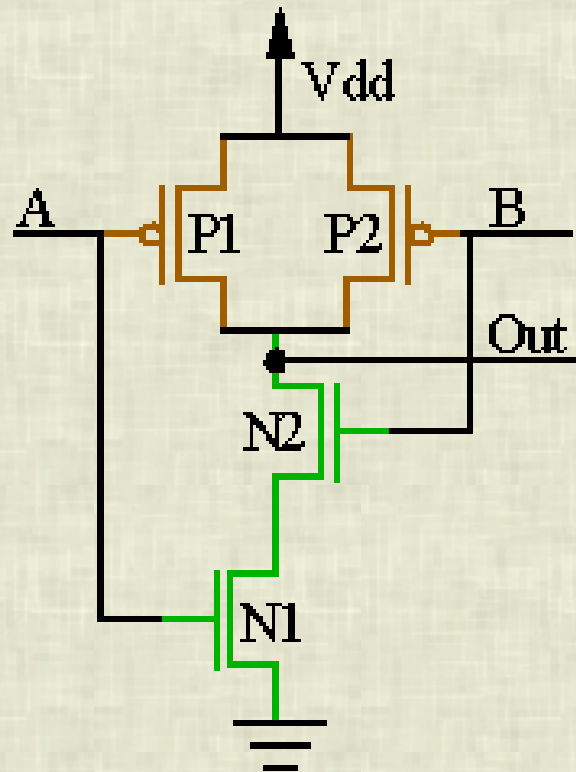
$$F = AB(C+D)$$

Inversor



A	O
0	1
1	0

Porta NAND

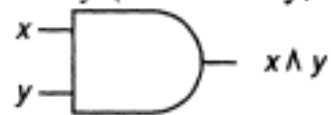


A	B	C
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Várias Representações, o mesmo significado

AND

$x \wedge y$ (alternatively, xy)

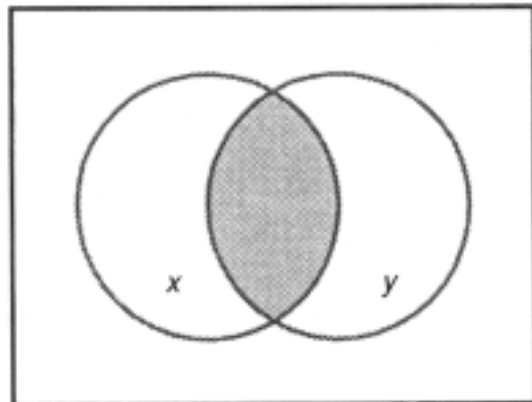


x	y	$x \wedge y$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

"x is 1 and y is 1."

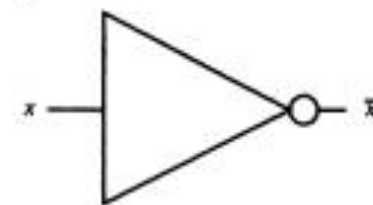
intersection

$x \cap y$



NOT

$\bar{x}$

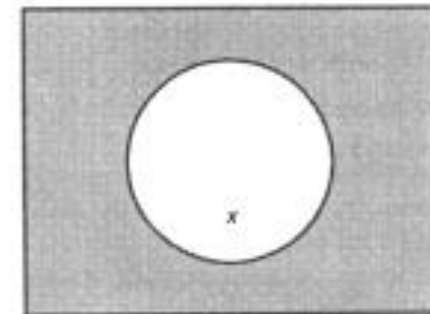


x	$\bar{x}$
0	1
1	0

"x is 0."

set complementation

x'



not applicable

Representações Equivalentes

	y	
$\wedge$	0	1
x 0	0	0
x 1	0	1

	y	
$\vee$	0	1
x 0	0	1
x 1	1	1

	y	
$\rightarrow$	0	1
x 0	1	1
x 1	0	1

	y	
$\oplus$	0	1
x 0	0	1
x 1	1	0

Figure 1. Truth tables

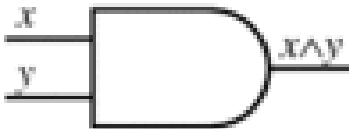
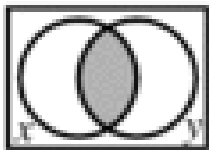


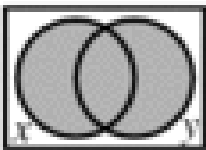
Figure 2. Logic gates



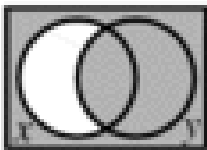
Figure 3. De Morgan equivalents



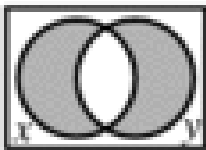
$x \wedge y$



$x \vee y$



$x \rightarrow y$

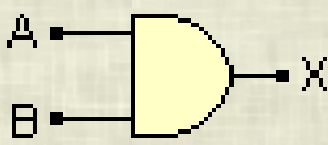


$x \oplus y$

Figure 4. Venn diagrams

Expressões, Portas Lógicas, Tabela Verdade

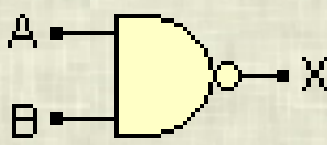
AND



$X = A \cdot B$

A	B	X
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

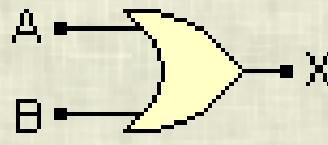
NAND



$X = \overline{A \cdot B}$

A	B	X
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

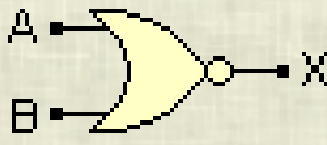
OR



$X = A + B$

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

NOR



$X = \overline{A + B}$

A	B	X
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

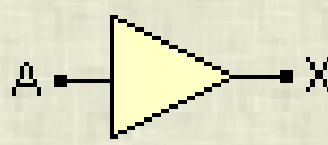
XOR



$X = A \oplus B$

A	B	X
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

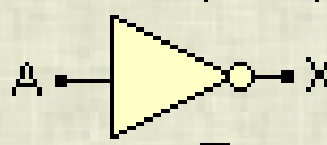
Buffer



$X = A$

A	X
0	0
1	1

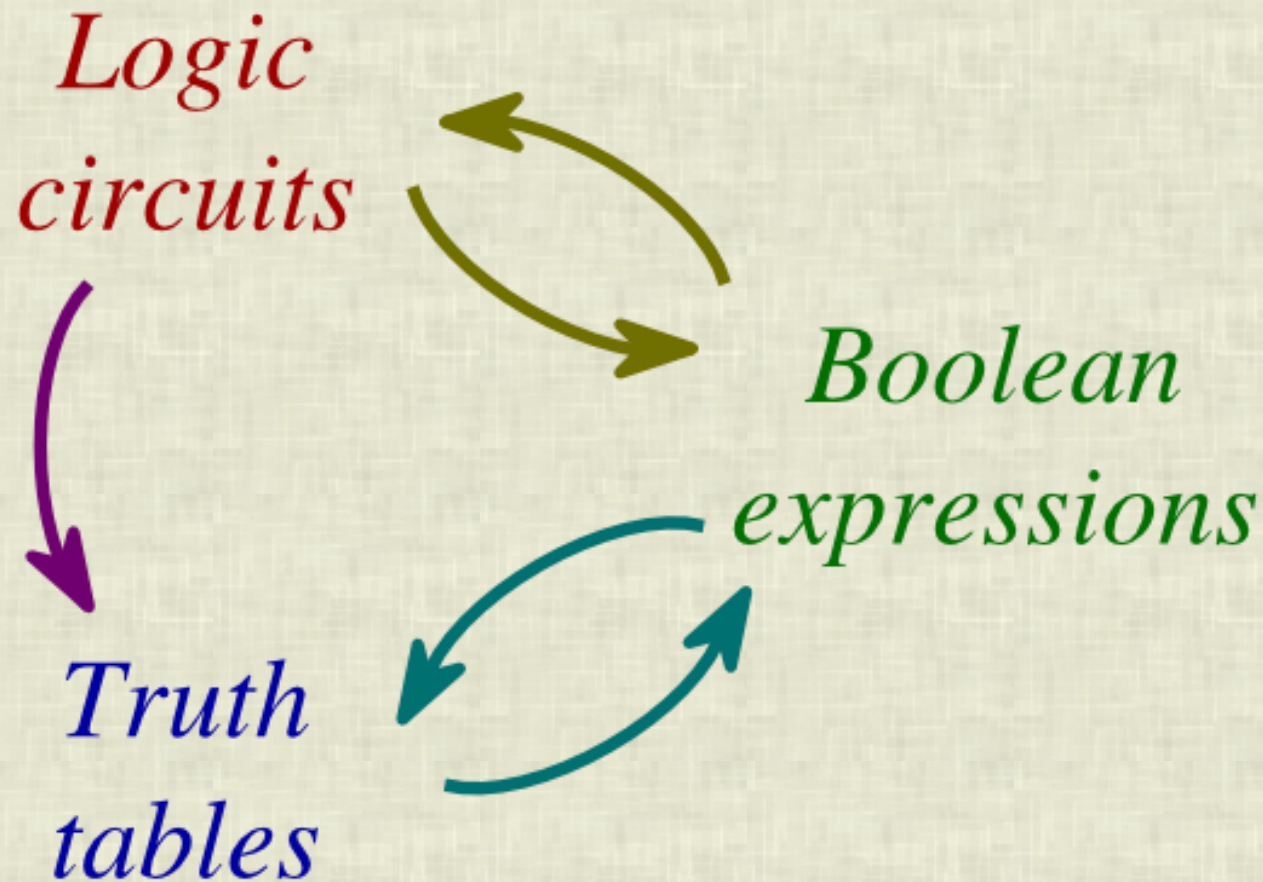
Inverter (NOT)



$X = \overline{A}$

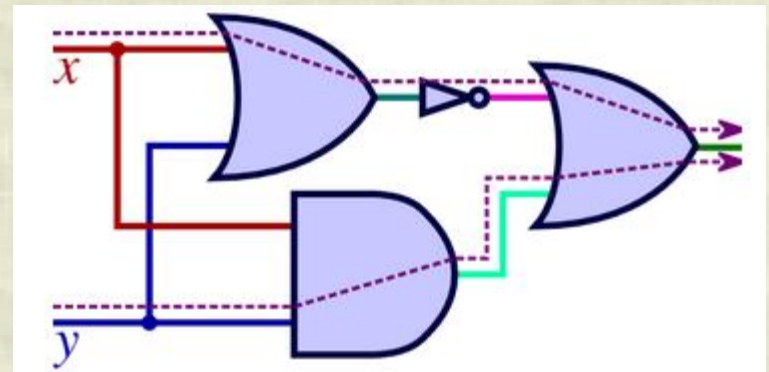
A	X
0	1
1	0

Transformações entre Representações Lógicas



Simplificação Lógica

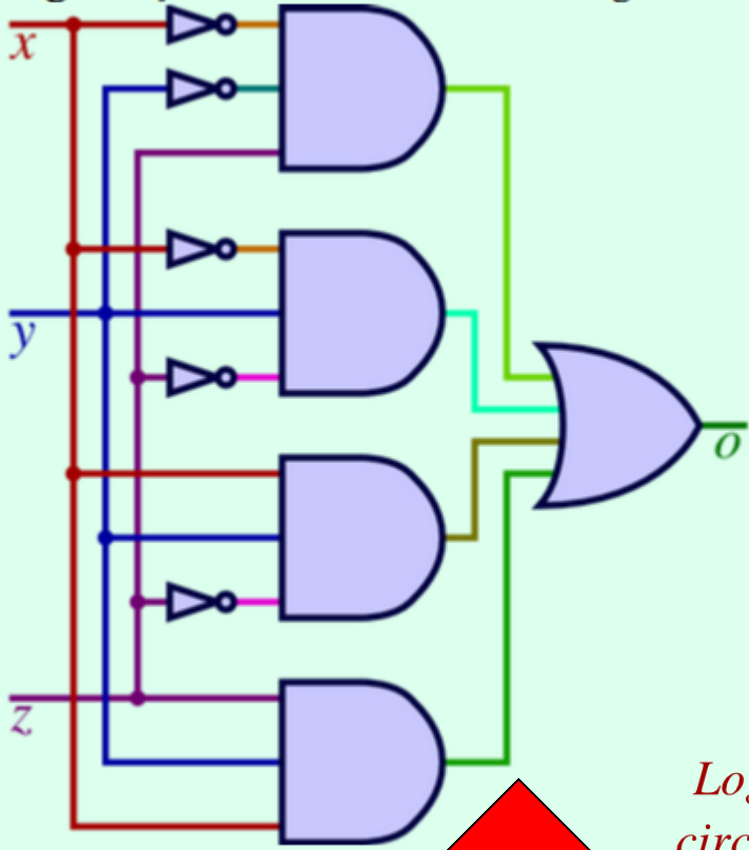
- Equivalência Lógica, Forma Canônica, Soma de Produtos
- Se serve para simplificar expressões Booleanas, serve para simplificar portas lógicas, diagrama de Venn, portas lógicas, transistores, etc
- **Lógica simplificada == hardware mais eficiente**
 - Menor área de hardware
 - Menor o atraso da lógica



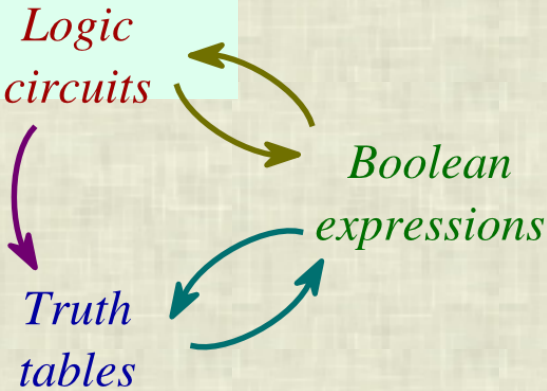
Simplificação Lógica

<i>x</i>	<i>y</i>	<i>z</i>	<i>o</i>
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	0
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	1

Figure 4: A circuit derived from a given truth table.



$$\bar{x} \bar{y} z + \bar{x} y \bar{z} + x y \bar{z} + x y z$$



Simplificação Lógica

Figure 4: A circuit derived from a given truth table.

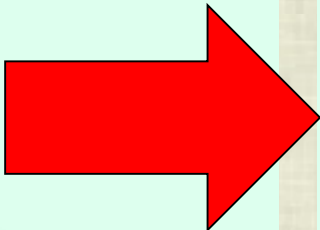
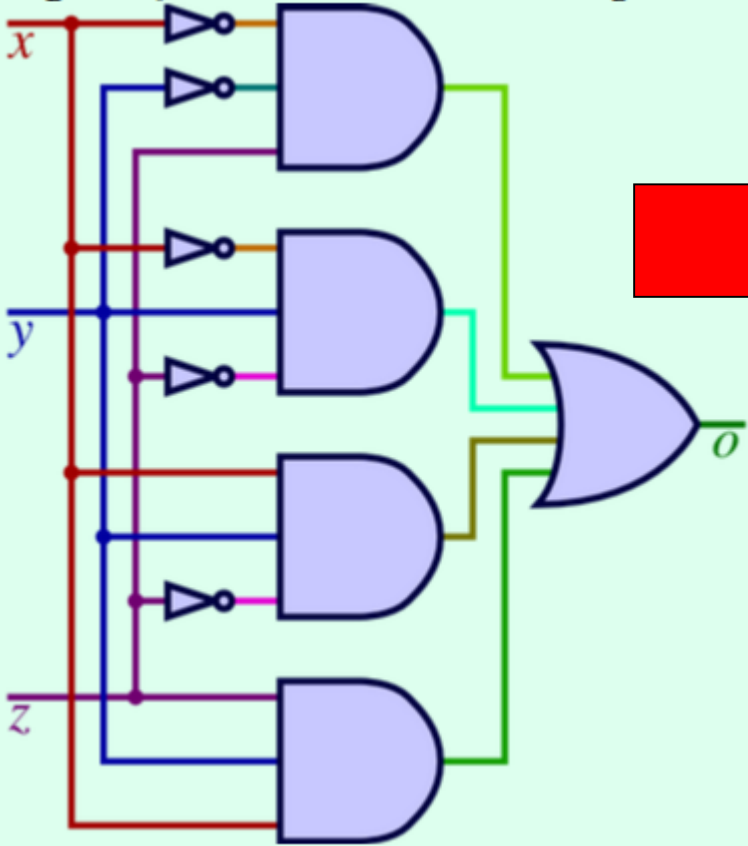
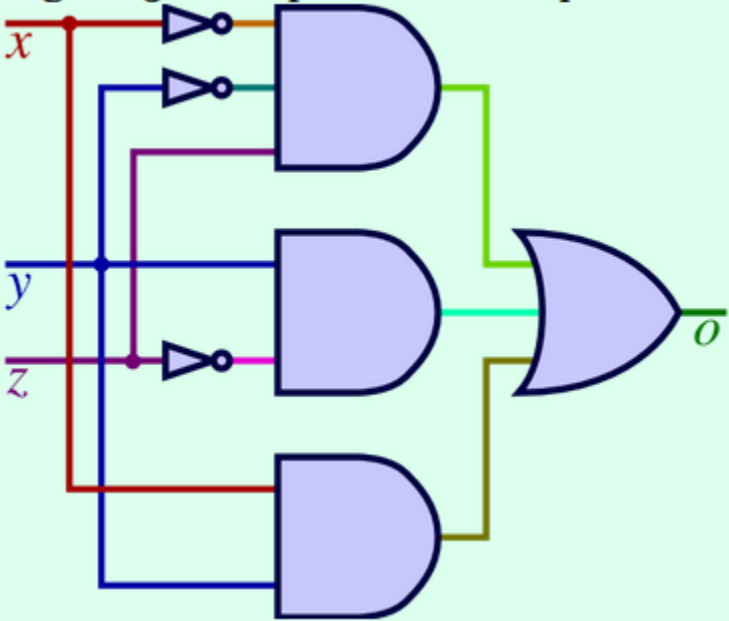


Figure 5: A simplified circuit equivalent to Figure 4.



Revisão da *Introdução à Ciência da Computação*

- Forouzan, B.A. ; Mosharraf, F.; Fundamentos da ciência da computação. c2012
- Assumo que conteúdo de Cap 2 a 5 está dominado !
 - Se não é o caso, a atividade da 1ª aula é REVISAR! LER CAP 2 a 5.

TRABALHO 1

Resumir capítulos 2 a 4

→ 4 páginas escritas à mão.

→ Entrega Moodle

→ foto ou escaneado!

→ Individual !



Revisão da *Introdução à Ciência da Computação*

- Schneider, G.M; Gersting, J.L. An Invitation to Computer Science. 6 ed., Cengage Learning, 2009.
- **Assumo que conteúdo de Cap 4 a 5 está dominado !**
 - Se não é o caso, a atividade da 1ª aula é REVISAR! LER CAP 4 a 5.

TRABALHO 1

Resumir capítulos 4 a 5
→ 4 páginas escritas à mão.
→ Entrega Moodle
→ foto ou escaneado!
→ Individual !



Ao Final da Disciplina ...

- **Learning Outcomes**
 - Aluno domina todas as ferramentas para iniciar o entendimento de processadores
 - Lógica para hardware
 - Linguagem adequada (HDL)
 - Modelagem de blocos básicos nesta linguagem
 - Ferramenta de simulação HDL
- **OAC1, e OAC2**