



ICET – INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA

Roteiro de Atividades de Laboratório

Disciplina: Circuitos Lógicos Digitais

Curso: Ciência da Computação

2019

Sumário

Atividade 1: Conhecendo o Simulador Multisim™	3
Atividade 2: Simulando Portas Lógicas	10
Atividade 3: Portas Lógicas como Operadores Aritméticos	15
Atividade 4: Construindo e avaliando Circuitos Lógicos	19
Atividade 5: Equivalência de Circuitos Lógicos	22
Atividade 6: Simplificação de Circuitos de 2 e 3 Variáveis	26
Atividade 7: Simplificação de Circuitos de 4 Variáveis	30
Atividade 8: Circuitos Codificadores – Parte I (BDC8421 e BCH)	34
Atividade 9: Circuitos Codificadores – Parte II (Excesso 3 e Gray)	38
Atividade 10: Circuitos Decodificadores – Parte I (BCD8421)	42
Atividade 11: Circuitos Decodificadores – Parte II (BCH)	46
Atividade 12: Display de 7 Segmentos	52
Atividade 13: Circuitos Meio Somadores e Somadores	55
Atividade 14: Circuitos Meio Subtratores e Subtratores	58
Bibliografia	61

Atividade 1: Conhecendo o Simulador Multisim™

Introdução

As atividades de laboratório da disciplina de Circuitos Lógicos Digitais serão realizadas por meio de simulação computacional, utilizando o simulador **Multisim™** desenvolvido e fornecido pela **National Instruments**.

Este simulador é gratuito e pode ser usado na sua versão online (**MultisimLive**), sem a necessidade de nenhuma instalação no computador; porém, é necessário criar uma conta para que o mesmo possa ser utilizado. Nesta atividade será apresentado o simulador **Multisim™** e as principais funcionalidades que serão utilizadas.

Acessando o Multisim™ e criando uma conta

O **Multisim™** é acessado pela página da **National Instruments**, no link <https://www.multisim.com/>. Isto levará à página de abertura, onde será selecionada opção *Sign Up* (ver figura 1.1).

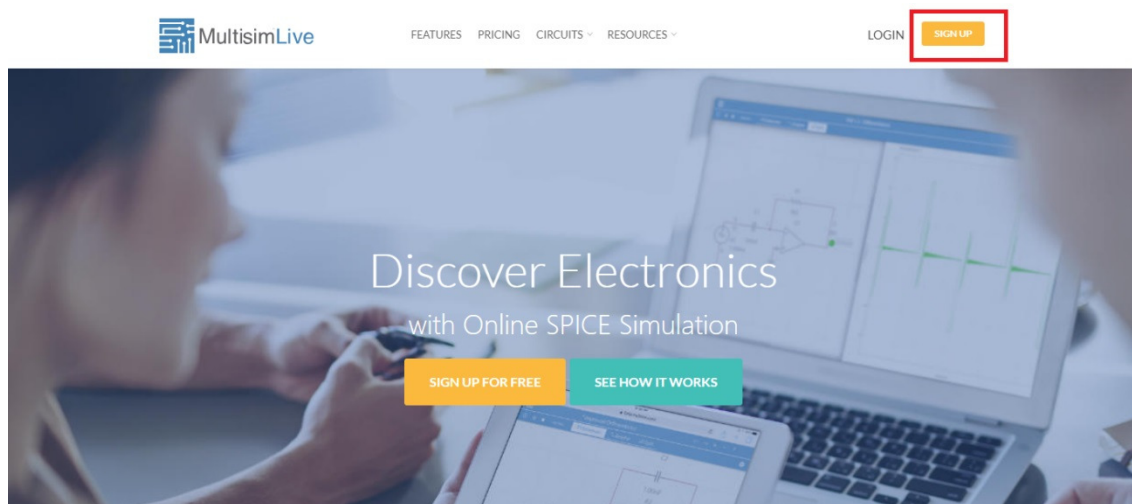


Figura 1.1: Página Inicial do Simulador Multisim™.

Para criar uma conta, será necessário definir um nome de usuário e indicar um e-mail válido, pois após o cadastro será enviada uma confirmação para o e-mail. A figura 1.2 apresenta a tela de cadastro. **Observação:** no campo “Empresa” já existem vários campi da UNIP cadastrados.; selecione o campus onde você estuda.

Crie uma conta de usuário NI

[Já tem uma conta? Login >](#)

Nome de usuário

Required field

Nome

Sobrenome

Atividade

Empresa

E-mail

Senha

CRIAR CONTA

Clicando em "Criar conta", declaro minha concordância com

[Já tem uma conta?](#)

Figura 1.2: Página de cadastro para o uso do Multisim™.

Após o cadastro e a confirmação do e-mail, basta fazer o login para poder utilizar o simulador. Para criar um circuito, seleciona-se o botão Create Circuit no canto superior direito da tela (figura 1.3), o que nos levará à tela onde as simulações serão realizadas (figura 1.4).

CREATE CIRCUIT

Figura 1.3: Botão "Create Circuit"

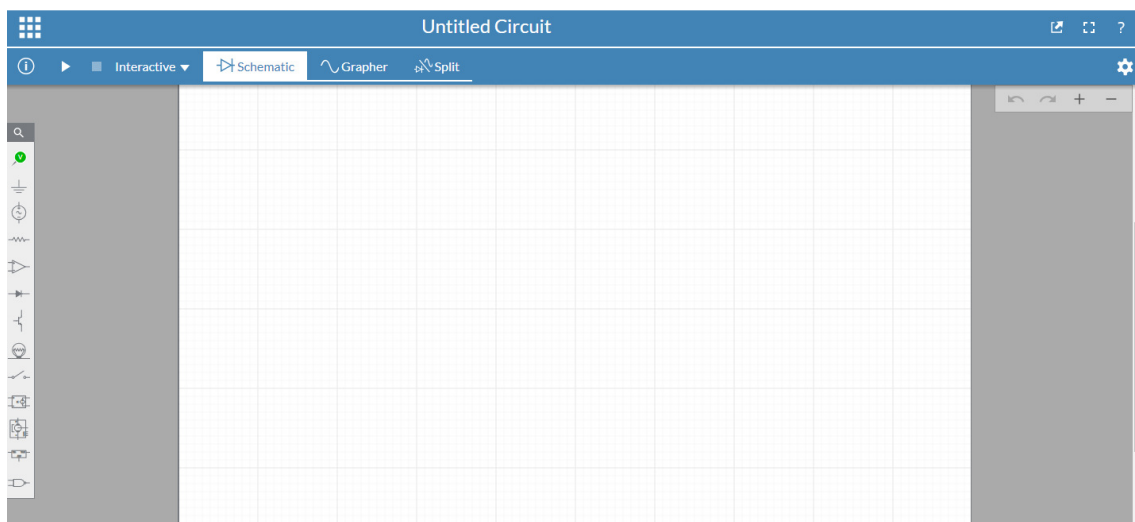


Figura 1.4: Área de trabalho do Multisim™.

Funcionalidades do Multisim™

Ao clicar-se no quadrado no canto superior direito da área de trabalho, é aberto um menu que permite salvar e abrir circuitos previamente salvos (figura 1.5). Abaixo do nome do circuito, aparecem três opções de exibição de tela:

- **Schematic:** exibe o desenho do circuito;
- **Grapher:** exibe os gráficos da simulação;
- **Split:** A tela se divide entre a exibição do circuito e os gráficos.

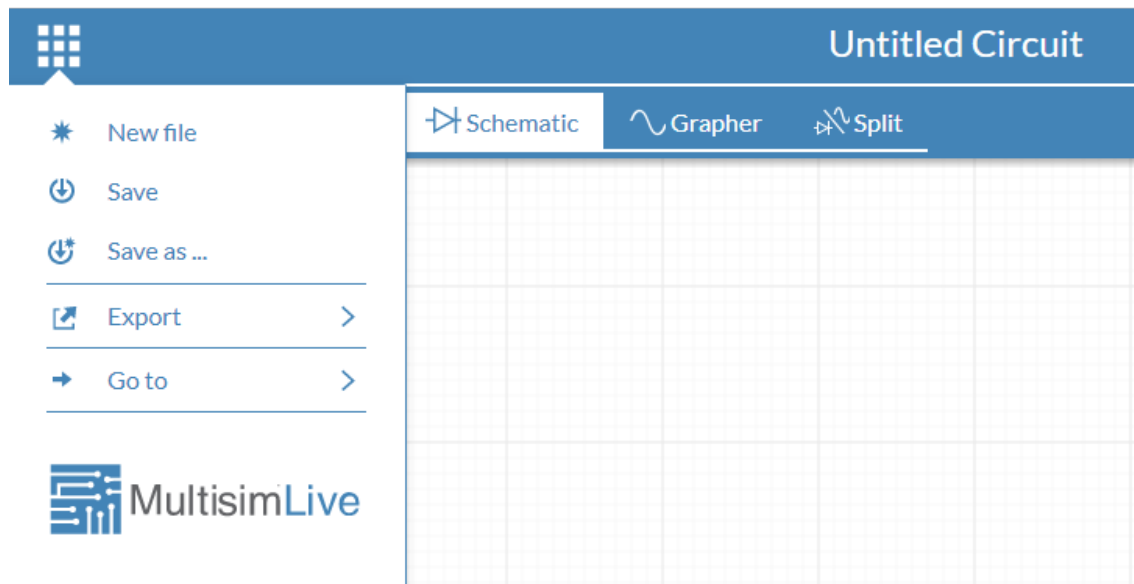


Figura 1.5: Menus da área de trabalho do Multisim™.

Na lateral esquerda da área de trabalho, aparece um caixa com os componentes disponíveis para a construção de circuitos. Nas atividades desta disciplina serão utilizados principalmente os três grupos indicados na figura 1.6 (Análise, Conectores e Componentes Digitais).

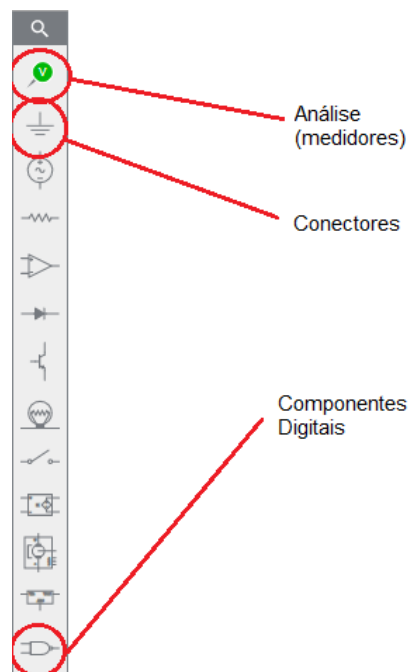


Figura 1.6: Componentes de circuitos do Multisim™.

Montando um circuito no Multisim™

Para construir um circuito no **Multisim™**, basta seleccionar e arrastar os componentes desejados para a área de trabalho, conforma mostrado na figura 1.7. Os círculos azuis ao redor do componente inserido permitem rotacionar, espelhar, duplicar ou apagar o componente, o que agiliza a construção dos circuitos.

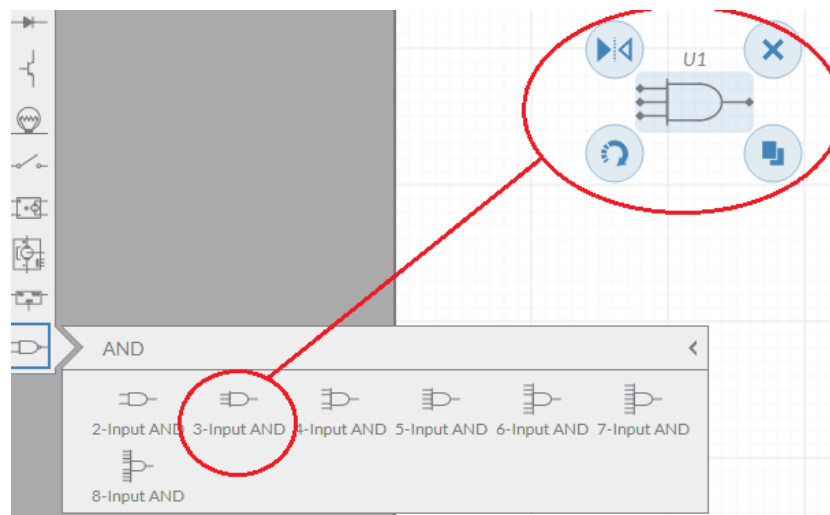


Figura 1.7: Inserindo um componente.

Um elemento importante é a entrada digital do circuito; para isto será utilizada a Constante Digital (figura 1.8). Esta constante pode ser alterada entre 0 e 1, permitindo alterar o valor da entrada.

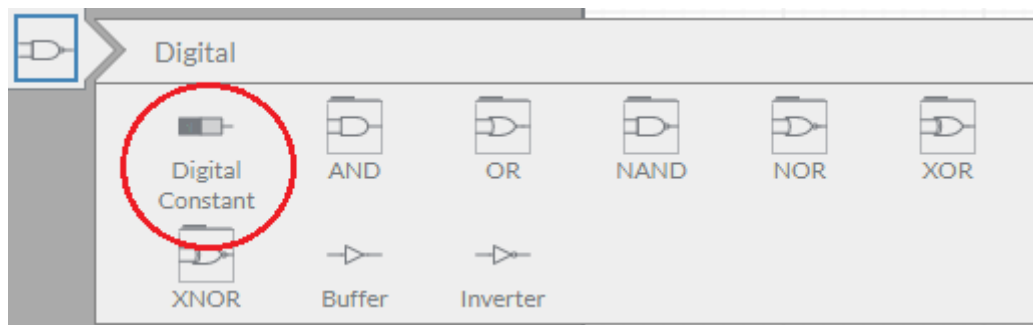


Figura 1.8: Constante Digital.

Para conectar dois componentes, coloca-se o mouse sobre o conector do componente: isto fará com que surja o símbolo de um carretel, que indica a fiação do circuito. Simplesmente clica-se na extremidade que quer se ligar e na extremidade do outro componente.

Para medir o sinal digital (0 ou 1) em um dado ponto do circuito, usamos o medidor digital (figura 1.9). Observação: no **Multisim™**, o medidor precisa ser colocado em algum ponto entre componentes; assim, para inserir um medidor na saída de uma porta lógica, caso não haja nada ligado nela, precisamos ligá-la a um conector (figura 1.10).

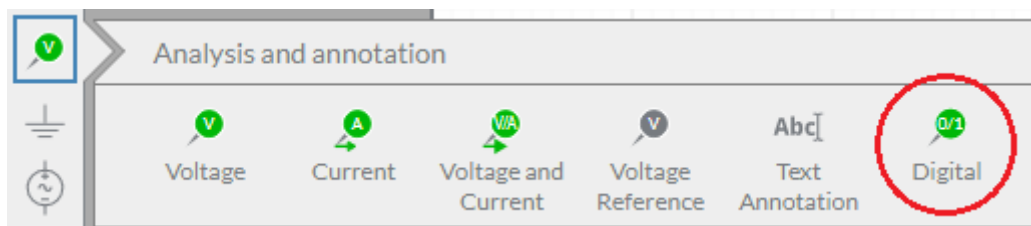


Figura 1.9: Constante Digital.

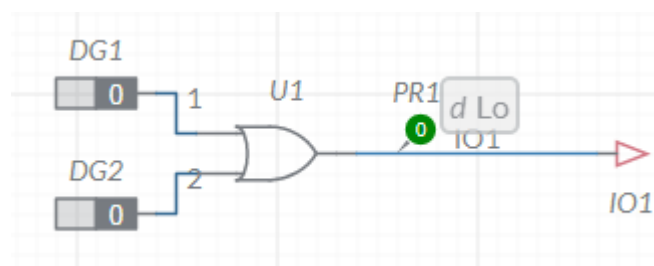


Figura 1.10: Circuito com duas entradas digitais, uma porta lógica e um medidor digital.

Simulando um circuito no Multisim™

Para simular um circuito já construído no **Multisim™**, utilizamos o menu de simulação, na parte superior esquerda do simulador. Existem três opções referentes à simulação:

- **Inicia/Pausa Simulação;**
- **Encerra Simulação;**

- **Modo de simulação** (será utilizado o modo Interativo).

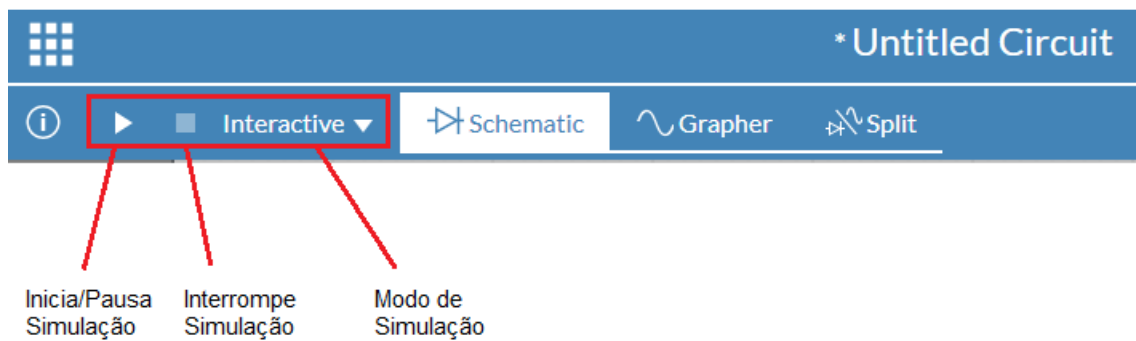


Figura 1.11: Menu de simulação.

Ao se iniciar a simulação, cada medidor mostrará o valor que ele está medindo (0 ou 1), acompanhado do termo d Hi (de high, alto) para 1 e d Lo (de low, baixo) para 0 (figura 1.12). Também é possível exibir um gráfico do valor do medidor, selecionado a opção Grapher (figura 1.13), sendo que cada medidor apresenta uma cor ao ser colocado no circuito.

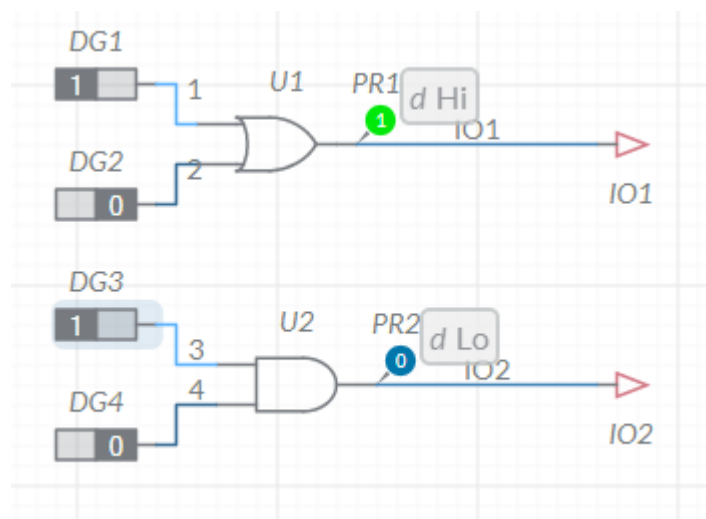


Figura 1.12: Valores dos medidores durante uma simulação.

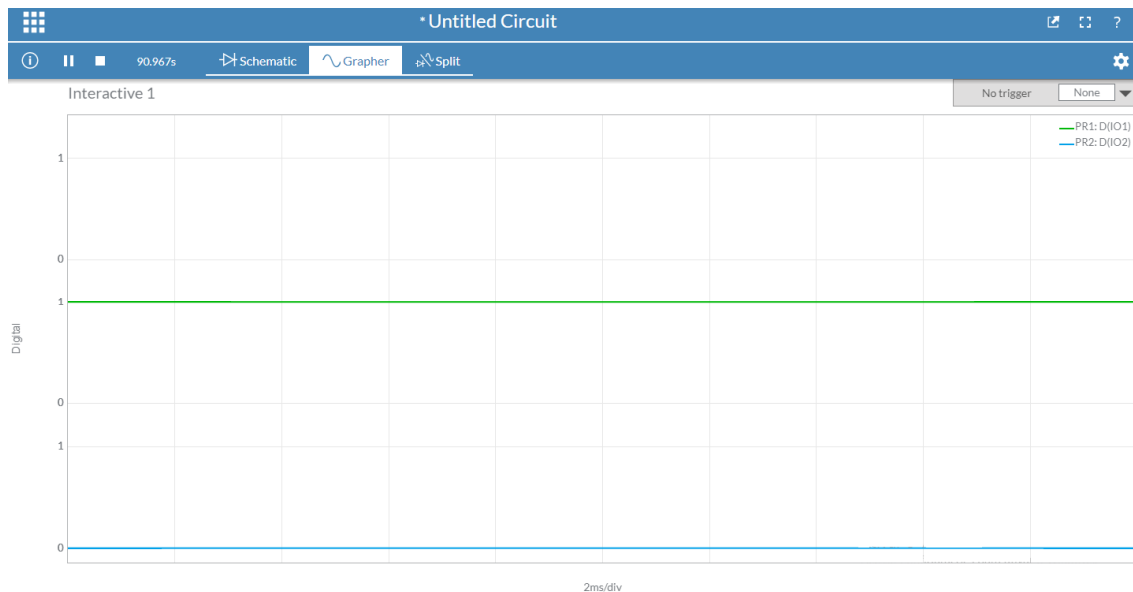


Figura 1.13: Gráfico dos valores dos medidores durante uma simulação.

Conclusão

O objetivo desta primeira atividade foi apresentar os recursos oferecidos pelo simulador, bem como os fundamentos necessários para a simulação de Circuitos Lógicos Digitais.

Nas próximas atividades, os conceitos aqui apresentados serão aplicados para ilustrar o funcionamento das portas lógicas e dos diferentes circuitos apresentados na disciplina.

Atividade 2: Simulando Portas Lógicas

Introdução

O objetivo desta atividade é se familiarizar com o funcionamento das portas lógicas. Para isto, serão simuladas as portas lógicas *AND*, *NAND*, *OR*, *NOR*, *XOR* e *NXOR* com duas, três e quatro entradas em cada um dos casos.

O simulador **Multisim™** oferece a possibilidade de se trabalhar com estas portas lógicas com um número de entradas variando de duas a oito. Serão simuladas cada uma das seis portas lógicas com as quantidades de entradas indicadas e anotados e analisados os resultados.

Porta AND

Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Saída
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Porta NAND

Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Saída
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Porta OR

Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Saída
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Porta NOR

Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Saída
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Porta XOR

Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Saída
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Porta NXOR

Entrada 1	Entrada 2	Saída
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Saída
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Entrada 1	Entrada 2	Entrada 3	Entrada 4	Saída
0	0	0	0	
0	0	0	1	
0	0	1	0	
0	0	1	1	
0	1	0	0	
0	1	0	1	
0	1	1	0	
0	1	1	1	
1	0	0	0	
1	0	0	1	
1	0	1	0	
1	0	1	1	
1	1	0	0	
1	1	0	1	
1	1	1	0	
1	1	1	1	

Questão: Considerando as portas com duas, três e quatro entradas, como pode ser descrito o funcionamento de cada uma seis portas lógicas?

Porta AND: _____

Porta NAND: _____

Porta OR: _____

Porta NOR: _____

Porta XOR: _____

Porta NXOR: _____

Atividade 3: Portas Lógicas como Operadores Aritméticos

Introdução

Georges Boole (1815-1864) estabeleceu a relação entre os operadores lógicos e operadores aritméticos, conforme descrito abaixo:

<u>Adição:</u>	<u>Multiplicação:</u>
<ul style="list-style-type: none">Falso + Falso = FalsoFalso + Verdadeiro = VerdadeiroVerdadeiro + Verdadeiro = Verdadeiro	<ul style="list-style-type: none">Falso · Falso = FalsoFalso · Verdadeiro = VerdadeiroVerdadeiro · Verdadeiro = Verdadeiro

Tal relação fez com a Lógica, que antes era um ramo da Filosofia, passasse a ser um ramo da Matemática. Nesta forma, o valor 0 passou a representar o valor lógico “falso” e o valor 1, o valor lógico “verdadeiro”.

O objetivo desta atividade é determinar quais portas lógicas correspondem às operações da “soma lógica” e “multiplicação lógica”. É importante observar que ambas operações são comutativas.

Soma Lógica:

Porta Lógica: _____

Entrada A	Entrada B	Saída (A + B)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Multiplicação Lógica:

Porta Lógica: _____

Entrada A	Entrada B	Saída (A · B)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Questão: Uma vez identificadas as portas lógicas correspondentes às duas operações, ambas respeitam as propriedades de associatividade e distributividade apresentadas abaixo? Monte os circuitos e complete a tabela verdade para justificar sua resposta.

Associatividade e Distributividade

$$A + (B + C) = (A + B) + C = A + B + C$$

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C = A \cdot B \cdot C$$

Soma Lógica

Entrada A	Entrada B	Entrada C	$A + (B + C)$	$(A + B) + C$	$A + B + C$
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Circuitos:

Multiplicação Lógica

Entrada A	Entrada B	Entrada C	$A \cdot (B \cdot C)$	$(A \cdot B) \cdot C$	$A \cdot B \cdot C$
0	0	0			
0	0	1			
0	1	0			
0	1	1			
1	0	0			
1	0	1			
1	1	0			
1	1	1			

Circuitos:

Resposta: _____

Atividade 4: Construindo e avaliando Circuitos Lógicos

Introdução

Parte importante da construção de circuitos lógicos digitais é saber transformar expressões lógicas em circuitos e obter a expressão lógica a partir do desenho esquemático de circuitos.

Parte I

Esboçar o circuito para cada uma das expressões, simulá-lo e completar a tabela verdade.

a) $S = \bar{A} \cdot \bar{B} + A \cdot \bar{C} + \bar{A} \cdot C$

Circuito:

A	B	C	Saída (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

b) $S = P \cdot \overline{Q} + P \cdot \overline{R} \cdot Q + (\overline{P} \oplus R)$

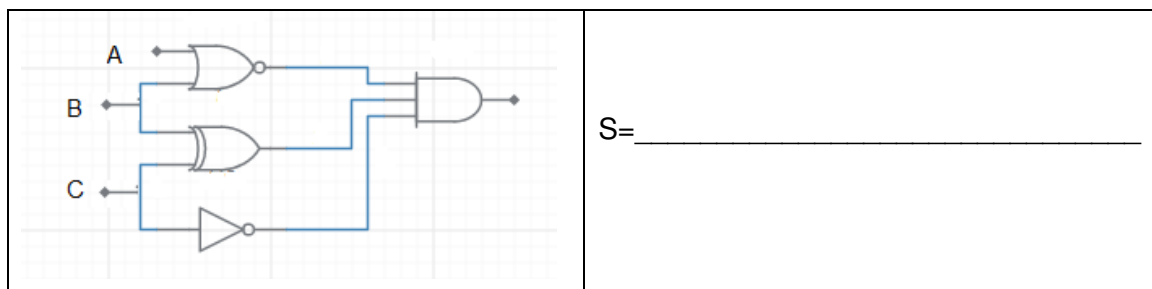
Circuito:

P	Q	R	Saída (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Parte II

Determinar a expressão para cada um dos circuitos, simulá-lo e completar a tabela verdade.

a)



A	B	C	Saída (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

b)

S=_____

A	B	Saída (Simulada)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

c)

S=_____

P	Q	R	Saída (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Atividade 5: Equivalência de Circuitos Lógicos

Introdução

O objetivo desta atividade é demonstrar, por meio da simulação no **Multisim™**, que toda expressão lógica (e consequentemente, todo circuito lógico), possui infinitos equivalentes.

Parte I

Demonstrar algumas Leis da Lógica por meio da construção de ambos os circuitos indicados em cada uma delas.

- a) Lei Idempotente: $A + A \equiv A$
 $A \cdot A \equiv A$

Circuitos:

A	A + A (Simulada)	A · A (Simulada)
0	0	
1	1	

- b) Lei da Absorção: $(A \cdot B) + A \equiv A$
 $(A + B) \cdot A \equiv A$

Circuitos:

A	B	$(A \cdot B) + A$ (Simulada)	$(A + B) \cdot A$ (Simulada)
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

- c) Lei Associativa: $(A \cdot B) \cdot C \equiv A \cdot (B \cdot C)$
 $(A + B) + C \equiv A + (B + C)$

Circuitos:

A	B	C	$(A \cdot B) \cdot C$ (Simulada)	$A \cdot (B \cdot C)$ (Simulada)	$(A + B) + C$ (Simulada)	$A + (B + C)$ (Simulada)
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

d) Lei de DeMorgan: $\sim(A \cdot B) \equiv \sim A + \sim B$

$\sim(A + B) \equiv \sim A \cdot \sim B$

Circuitos:

A	B	C	$\sim(A \cdot B)$ (Simulada)	$\sim A + \sim B$ (Simulada)	$\sim(A + B)$ (Simulada)	$\sim A \cdot \sim B$ (Simulada)
0	0	0				
0	0	1				
0	1	0				
0	1	1				
1	0	0				
1	0	1				
1	1	0				
1	1	1				

Parte II

Todo circuito lógico pode ser representado como uma associação de portas lógicas NOT, AND e OR. Por meio do simulador, encontre uma expressão equivalente contendo apenas estas três portas lógicas para $S1 = P \oplus Q$ e $S2 = \sim(P \oplus Q)$

A	B	$P \oplus Q$ (Simulada)		$\sim(P \oplus Q)$ (Simulada)	
0	0				
0	1				
1	0				
1	1				

Circuitos:

Atividade 6: Simplificação de Circuitos de 2 e de 3 Variáveis

Introdução

O objetivo desta atividade é, a partir da expressão lógica de um circuito, construí-lo e simulá-lo no **Multisim™**; em seguida, por meio mapa de Karnaugh, simplificá-lo e construir e testar no simulador a versão simplificada do circuito.

Circuito I: $S = [(A \cdot B) + (A + B)]$

A	B	S (Simulada)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Circuito:

Circuito II: $S = [(M \oplus N) \oplus (M + N)] + M \cdot N$

M	N	S (Simulada)
0	0	
0	1	
1	0	
1	1	

Circuito:

Circuito III: $S = \bar{A} \cdot [(B \cdot C) + (\bar{B} \cdot \bar{C})] + A \cdot [(\bar{B} \cdot C) + (B \cdot \bar{C})]$

A	B	C	S (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Circuito:

Circuito IV: $S = \bar{P} \cdot Q + (R \oplus P) + P \cdot \bar{Q} \cdot R$

P	Q	R	S (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Circuito:

Circuito V: $S = X \cdot ((Y \cdot Z) + (\bar{Z} \cdot \bar{X})) + [X \oplus (\bar{Y} + Z) + (X \cdot \bar{Z})]$

P	Q	R	S (Simulada)
0	0	0	
0	0	1	
0	1	0	
0	1	1	
1	0	0	
1	0	1	
1	1	0	
1	1	1	

Circuito:

Questão: As simplificações obtidas são as únicas possíveis para os circuitos dados?
Justifique sua resposta.

Atividade 7: Simplificação de Circuitos de 4 Variáveis

Introdução

O objetivo desta atividade é, a partir da expressão lógica de um circuito com quatro variáveis (entradas), construí-lo e simulá-lo no **Multisim™**; em seguida, por meio mapa de Karnaugh, simplificá-lo e construir e testar no simulador a versão simplificada do circuito.

Circuito I: $S = \bar{A} \cdot B \cdot (\bar{C} + D) + (\bar{A} + \bar{B}) \cdot C \cdot D + (A + B) \cdot (C + \bar{D}) + A \cdot B \cdot \bar{C} \cdot \bar{D}$

A	B	C	D	Saída S (Simulada)	Saída após a simplificação (simulada)
0	0	0	0		
0	0	0	1		
0	0	1	0		
0	0	1	1		
0	1	0	0		
0	1	0	1		
0	1	1	0		
0	1	1	1		
1	0	0	0		
1	0	0	1		
1	0	1	0		
1	0	1	1		
1	1	0	0		
1	1	0	1		
1	1	1	0		
1	1	1	1		

Circuito Simplificado = _____

Circuito após a simplificação:

Circuito II: $S = (X \oplus Y) \cdot (Z + W) + (X \oplus Z) \cdot (Y + W) + (Y \oplus Z) \cdot (V + W) + (W \oplus Z) \cdot (Y + X)$

X	Y	W	Z	Saída S (Simulada)	Saída após a simplificação (simulada)
0	0	0	0		
0	0	0	1		
0	0	1	0		
0	0	1	1		
0	1	0	0		
0	1	0	1		
0	1	1	0		
0	1	1	1		
1	0	0	0		
1	0	0	1		
1	0	1	0		
1	0	1	1		

1	1	0	0		
1	1	0	1		
1	1	1	0		
1	1	1	1		

Circuito Simplificado = _____

Circuito após a simplificação:

Questão: As simplificações obtidas são as únicas possíveis para os circuitos dados?
Justifique sua resposta.

Atividade 8: Circuitos Codificadores – Parte I (BCD8421 e BCH)

Introdução

O objetivo desta atividade é construir e simular dois dos principais circuitos codificadores, o BCD8421 e o BHC.

Código BCD 8421

O Código BCD 8421, ou simplesmente BCD (*Binary Coded Decimal*, Decimal Codificado em Binário) é um dos códigos mais utilizados nos sistemas digitais. Ele é composto de 4 bits, sendo cada representa uma potência de 2 (8, 4, 2 e 1, daí o nome do código).

Decimal	BCD			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1

Este circuito apresenta 10 entradas e 4 saídas. Determinar a expressão lógica de cada saída, esboçar o circuito e realizar a simulação do mesmo.

Saídas:

Canal 1: _____

Canal 2: _____

Canal 4: _____

Canal 8: _____

Circuito:

Decimal	Resultado da Simulação			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Código BCH

O Código BCH (*Binary Coded Hexadecimal*, Hexadecimal Codificado em Binário) é muito semelhante ao código BCD, mas serve para representar os 16 algarismos do sistema hexadecimal no sistema binário:

Decimal	BCH			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
A	1	0	1	0
B	1	0	1	1
C	1	1	0	0
D	1	1	0	1
E	1	1	1	0
F	1	1	1	1

Este circuito apresenta 16 entradas e 4 saídas. Determinar a expressão lógica de cada saída, esboçar o circuito e realizar a simulação do mesmo.

Saídas:

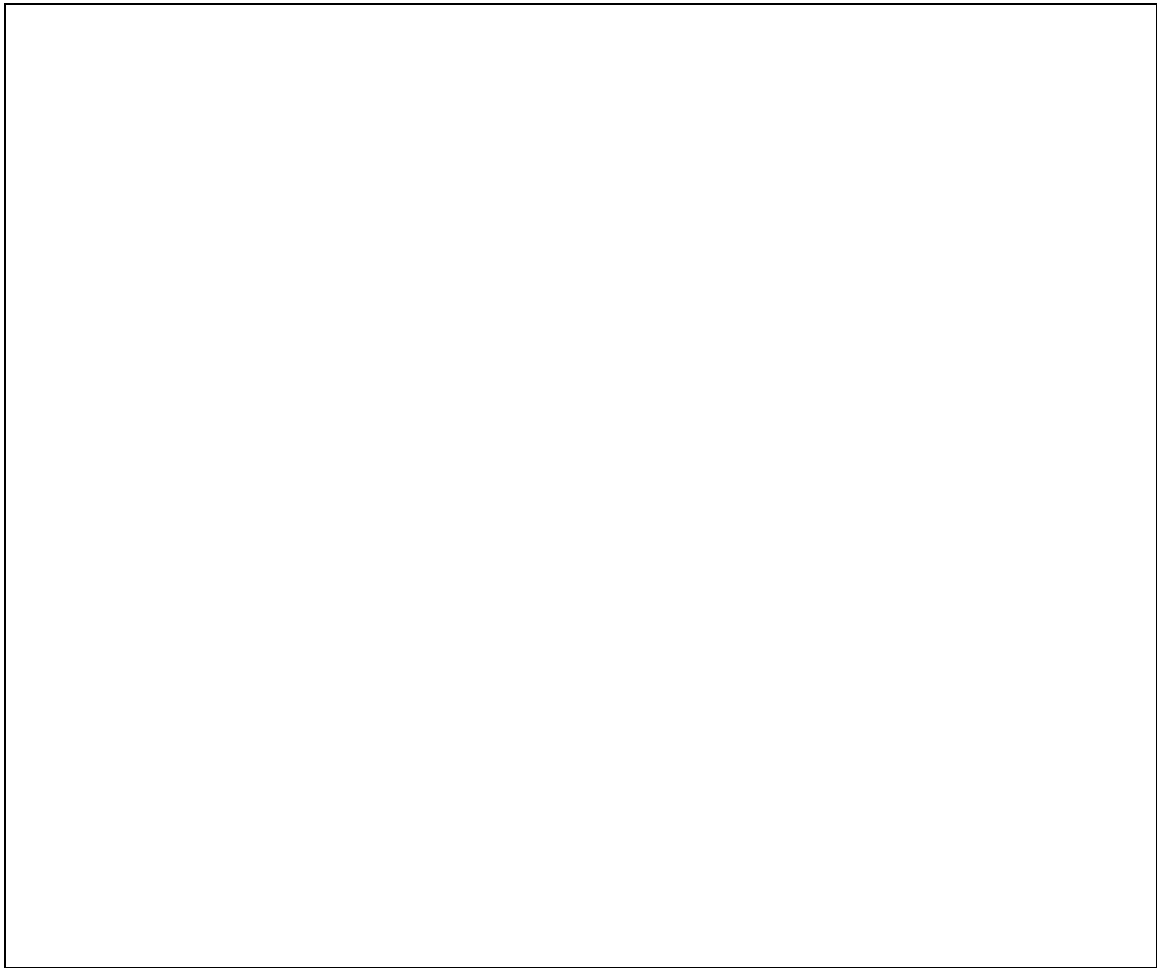
Canal 1: _____

Canal 2: _____

Canal 4: _____

Canal 8: _____

Circuito:



Decimal	Resultado da Simulação			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
A				
B				
C				
D				
E				
F				

Atividade 9: Circuitos Codificadores – Parte II (Excesso 3 e Gray)

Introdução

Esta atividade é continuidade da Atividade 8; agora, o objetivo é construir e simular dois os circuitos codificadores para os códigos Excesso 3 e Gray.

Código Excesso 3

O Código Excesso 3 é muito semelhante ao código BCD, com a diferença que cada número é acrescido de 3 (0011 no sistema binário). Ele foi criado para facilitar as operações de subtração.

Decimal	Excesso 3			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0	0	0	1	1
1	0	1	0	0
2	0	1	0	1
3	0	1	1	0
4	0	1	1	1
5	1	0	0	0
6	1	0	0	1
7	1	0	1	0
8	1	0	1	1
9	1	1	0	0

Este circuito apresenta 10 entradas e 4 saídas. Determinar a expressão lógica de cada saída, esboçar o circuito e realizar a simulação do mesmo.

Saídas:

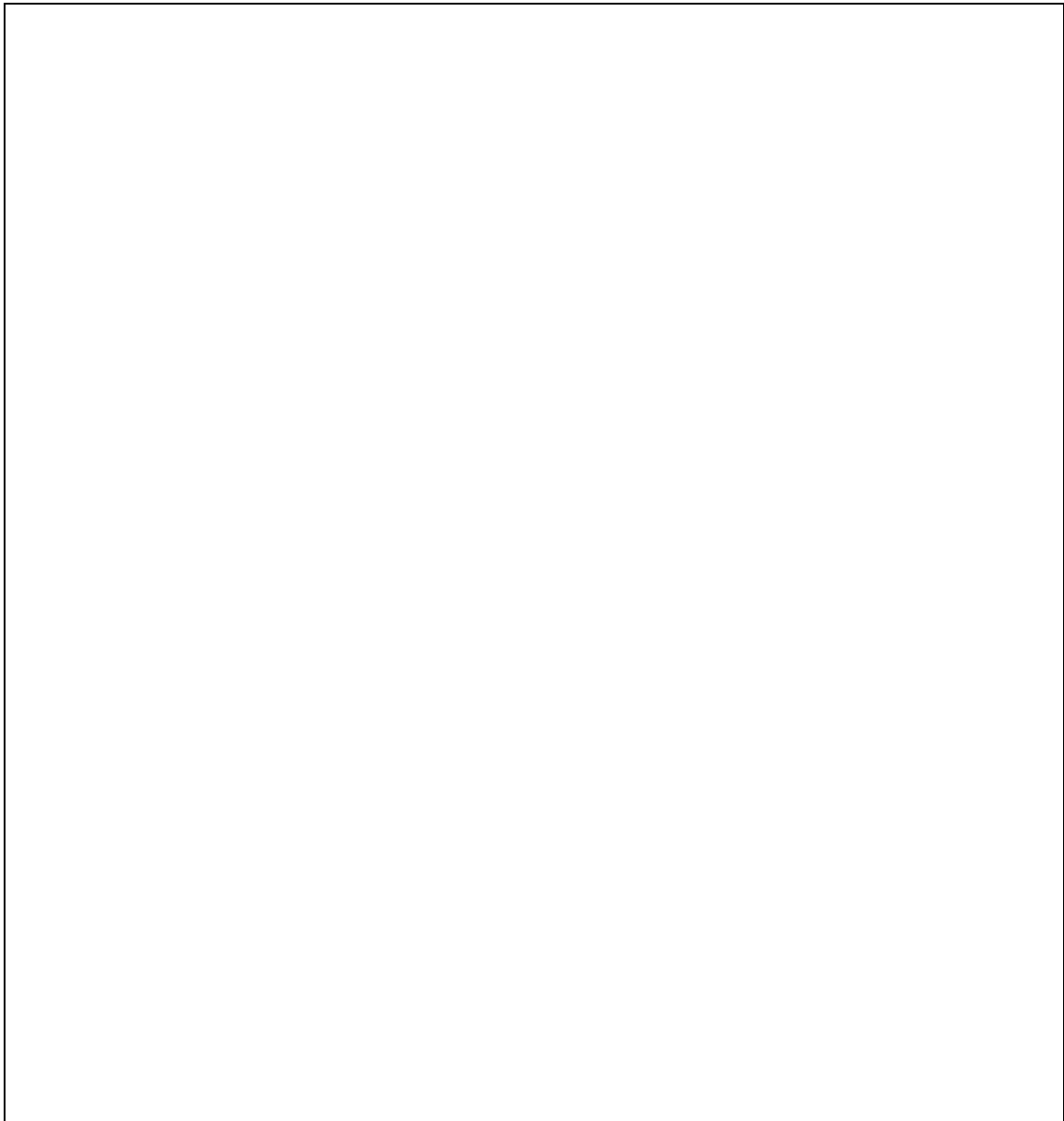
Canal 1: _____

Canal 2: _____

Canal 4: _____

Canal 8: _____

Circuito:



Decimal	Resultado da Simulação			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				

Código Gray

O Código Gray apresenta como característica principal que apenas um bit varia na mudança de um número para o subsequente.

Decimal	Gray			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	1	1
6	0	1	0	1
7	0	1	0	0
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	1
11	1	0	1	0
12	1	1	1	0
13	1	1	1	1
14	1	1	0	1
15	1	1	0	0

Este circuito apresenta 10 entradas e 4 saídas. Determinar a expressão lógica de cada saída, esboçar o circuito e realizar a simulação do mesmo.

Saídas:

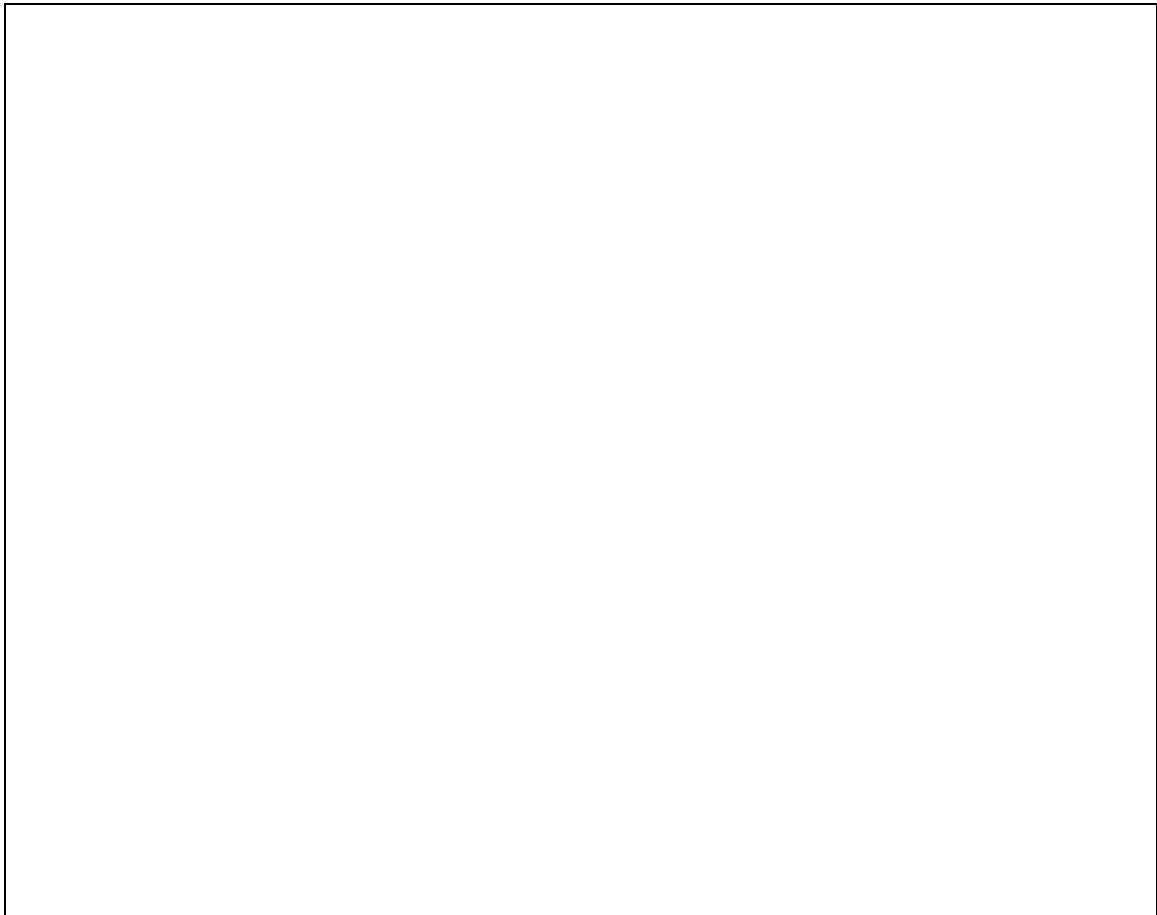
Canal 1: _____

Canal 2: _____

Canal 4: _____

Canal 8: _____

Circuito:



Decimal	Resultado da Simulação			
	Canal 8	Canal 4	Canal 2	Canal 1
0				
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				

Atividade 10: Circuitos Decodificadores – Parte I (BCD8421)

Introdução

O objetivo desta atividade é construir e simular um circuito decodificador, o BCD8421. Desta vez, o circuito terá 4 entradas e 10 saídas, sendo que apenas uma das saídas terá sinal para cada combinação das entradas.

É importante observar que no BCD nem todas as combinações entre as entradas ocorrerão; assim as combinações que não ocorrerem serão consideradas como *indiferentes* no Mapa de Karnaugh.

Código BCD 8421

A tabela verdade do circuito decodificador BCD8421 é apresentada abaixo. As entradas indicadas em cinza não ocorrerão.

Entradas				Saídas									
C8	C4	C2	C1	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	1	0										
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										

Mapas de Karnaugh

S0=_____

S1=_____

S2=_____

S3=_____

S4=_____

S5=_____

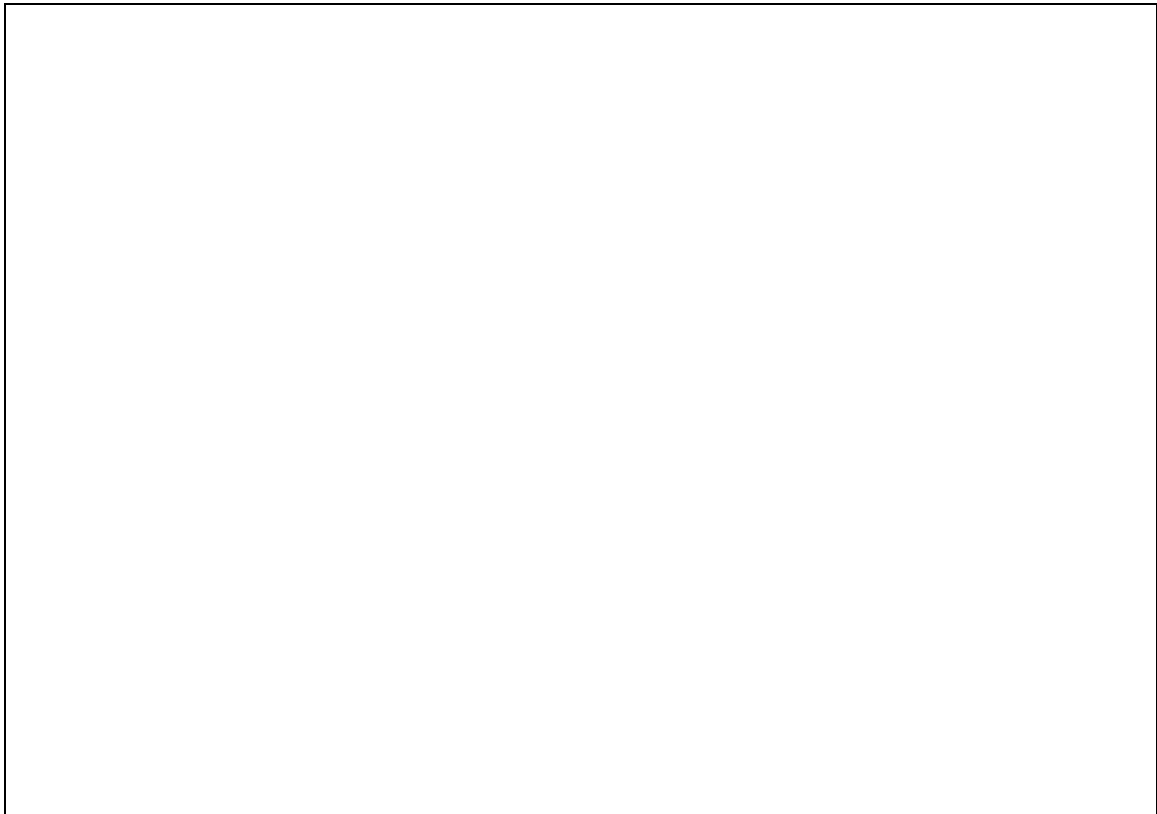
S6=_____

S7=_____

S8=_____

S9=_____

Circuito:



Entradas				Resultado da Simulação									
C8	C4	C2	C1	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9
0	0	0	0										
0	0	0	1										
0	0	1	0										
0	0	1	1										
0	1	0	0										
0	1	0	1										
0	1	1	0										
0	1	1	1										
1	0	0	0										
1	0	0	1										
1	0	1	0										
1	0	1	1										
1	1	0	0										
1	1	0	1										
1	1	1	0										
1	1	1	1										

Atividade 11: Circuitos Decodificadores – Parte II (BCH)

Introdução

O objetivo desta atividade é construir e simular um circuito decodificador, o BCD8421. Desta vez, o circuito terá 4 entradas e 16 saídas, sendo que apenas uma das saídas terá sinal para cada combinação das entradas.

Código BCH

A tabela verdade do circuito decodificador BCD8421 é apresentada abaixo. Para uma maior clareza, a tabela verdade foi dividida em duas:

Entradas				Saídas							
C8	C4	C2	C1	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0

Entradas				Saídas							
C8	C4	C2	C1	S8	S9	SA	SB	SC	SD	SE	SF
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0

1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1

Mapas de Karnaugh

S0=_____

S1=_____

S2=_____

S3=_____

--	--	--	--

S4=_____

--	--	--	--

S5=_____

S6=_____

S7=_____

S8=_____

S9=_____

SA=_____

SB=_____

SC=_____

SD=_____

SE=_____

SF=_____

Circuito:



Entradas				Resultado da Simulação							
C8	C4	C2	C1	S0	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7
0	0	0	0								
0	0	0	1								
0	0	1	0								
0	0	1	1								
0	1	0	0								
0	1	0	1								
0	1	1	0								
0	1	1	1								
1	0	0	0								
1	0	0	1								
1	0	1	0								
1	0	1	1								
1	1	0	0								
1	1	0	1								
1	1	1	0								
1	1	1	1								

Entradas				Resultado da Simulação							
C8	C4	C2	C1	S8	S9	SA	SB	SC	SD	SE	SF
0	0	0	0								
0	0	0	1								
0	0	1	0								
0	0	1	1								
0	1	0	0								
0	1	0	1								
0	1	1	0								
0	1	1	1								
1	0	0	0								
1	0	0	1								
1	0	1	0								
1	0	1	1								
1	1	0	0								
1	1	0	1								
1	1	1	0								
1	1	1	1								

Atividade 12: Display de 7 Segmentos

Introdução

Um display de sete segmentos (SSD), ou indicador de sete segmentos, é uma forma de dispositivo de exibição eletrônica para exibir numerais decimais que é uma alternativa aos displays de matriz de pontos mais complexos.

Os monitores de sete segmentos são amplamente utilizados em relógios digitais, medidores eletrônicos, calculadoras básicas e outros dispositivos eletrônicos que exibem informações numéricas. A figura 1.12 ilustra este display.

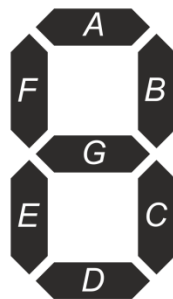


Figura 12.1: Display de Sete Segmentos

Um circuito para este display pode ser considerado como um codificador com dez entradas (de 0 a 9) e sete saídas. Utilizando a imagem apresentada em cada linha da tabela a seguir

Decimal (Entrada)	Exibição	Saídas						
		A	B	C	D	E	F	G
0	0							
1	1							
2	2							
3	3							
4	4							
5	5							
6	6							
7	7							
8	8							
9	9							

A partir da tabela verdade do circuito, obter a expressão lógica do circuito, esboçá-lo e simulá-lo:

Segmento A: _____

Segmento B: _____

Segmento C: _____

Segmento D: _____

Segmento E: _____

Segmento F: _____

Segmento G: _____

Circuito:

Questão: Alguns displays de 7 segmentos também exibem as letras de A a F, para formar o código hexadecimal. Sendo as letras as indicadas na imagem abaixo, quais segmentos são utilizados em cada uma delas?

A		Letra A: _____
b		Letra b: _____
C		Letra C: _____
d		Letra d: _____
E		Letra E: _____
F		Letra F: _____

Atividade 13: Circuitos Meio Somadores e Somadores

Introdução

Um circuito somador é um circuito que emula, por meio de operações lógicas, o resultado de uma soma entre dois números binários. Para tanto, é importante lembrar que as operações com números binários são as seguintes:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

$$1 + 1 + 1 = 11$$

Circuito Meio Somador

O circuito para realizar a soma de dois números de um dígito cada (A e B), chamado de meio somador, realiza a seguinte operação, onde S1 e S2 representa um dígito do resultado cada:

$$\begin{array}{r} A \\ + B \\ \hline S2 \ S1 \end{array}$$

A	B	S2	S1
0	0	0	0
0	1	0	1
1	0	0	1
1	1	1	0

Obter as expressões lógicas das saídas S1 e S2, esboçar e simular o circuito

Circuito:

Circuito Somador Completo

O circuito somador completo soma três dígitos, sendo dois deles dos números que estão sendo (A e B) e um outro que é chamado “vai-um” (CE, do inglês *carry*), que pode aparecer caso a soma dos dígitos anteriores resulte em um resultado com mais de dois dígitos. As saídas representam o dígito menos significativo da soma dos três (S1) e outro que seria um eventual “vai-um” de saída (CS). A tabela ilustra este funcionamento:

Entradas			Saídas	
A	B	CE	CS	S1
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	0	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	1	0
1	1	0	1	0
1	1	1	1	1

Obter as expressões lógicas das saídas CS e S1, esboçar e simular o circuito

Circuito:

Entradas			Resultado	
A	B	CE	CS	S1
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

Questão: É possível construir um circuito para soma de dois números de N dígitos utilizando um meio somador e N-1 somadores completos. Esboce como seria um circuito para realizar a soma de dois números de dois dígitos cada.

Circuito:

Atividade 13: Circuitos Meio Subtratores e Subtratores

Introdução

Um circuito subtrator é um circuito que emula, por meio de operações lógicas, o resultado de uma subtração entre dois algarismos binários. Para tanto, é importante lembrar que as operações com números binários são as seguintes:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 1 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$0 - 1 = 11 \text{ (resulta em 1 e "desce 1")}$$

Circuito Meio Somador

O circuito para realizar a soma de dois números de um dígito cada (A e B), chamado de meio somador, realiza a seguinte operação, onde S1 representa o dígito da subtração e C1 representa o "desce 1":

$$\begin{array}{r} \text{A} \\ - \text{B} \\ \hline \text{C1 S1} \end{array}$$

A	B	C1	S1
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	0	1
1	1	0	0

Obter as expressões lógicas das saídas S1 e C1, esboçar e simular o circuito

Circuito:

Circuito Subtrator Completo

O circuito somador completo subtrai dois dígitos, sendo dois deles dos números que estão sendo (A e B), e considerando que pode haver outro, que é chamado “desce 1” (CE, do inglês *carry*), que pode aparecer caso a diferença dos dígitos anteriores resulte em um resultado menor que zero. As saídas representam o dígito menos significativo da soma dos três (S1) e outro que seria um eventual “desce 1” de saída (CS). A tabela ilustra este funcionamento:

Entradas			Saídas	
A	B	CE	CS	S1
0	0	0	0	0
0	0	1	1	1
0	1	0	1	1
0	1	1	1	0
1	0	0	0	1
1	0	1	0	0
1	1	0	0	0
1	1	1	1	1

Obter as expressões lógicas das saídas CS e S1, esboçar e simular o circuito

Circuito:

Entradas			Resultado	
A	B	CE	CS	S1
0	0	0		
0	0	1		
0	1	0		
0	1	1		
1	0	0		
1	0	1		
1	1	0		
1	1	1		

Questão: É possível construir um circuito para subtrair dois números de N dígitos utilizando um meio subtrator e N-1 subtratores completos. Esboce como seria um circuito para realizar a subtração de dois números de dois dígitos cada.

Circuito:

Bibliografia

IDOETA, I.V.; CAPUANO, F.G. Elementos de eletrônica digital. São Paulo: Érica, 1998.

LOURENÇO, A.C.; CRUZ, E.C.A.; FERREIRA, S. Circuitos Digitais – Série ESTUDE E USE, Editora Érica. São Paulo, 1996

NATIONAL INSTRUMENTS. MultisimLive Tutorial. Disponível em <https://www.multisim.com/help/getting-started/>. 2019.