



PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

ELABORAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE GUIA DE PRÁTICAS DE ELETRÔNICA DIGITAL

Autor: Jeane de Souza Costa

Orientadores: Prof^ª. Ana Claudia de Melo Oliveira, D.Sc.

Prof^ª. Ladjane Coelho dos Santos, D.Sc.

LAGARTO, SE – BRASIL

DEZEMBRO DE 2019

ELABORAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE GUIA DE PRÁTICAS DE ELETRÔNICA
DIGITAL

Jeane de Souza Costa

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO PROGRAMA DE GRADUAÇÃO EM
TECNOLOGIA EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL, DO INSTITUTO FEDERAL DE
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE, CAMPUS LAGARTO,
COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO
GRAU DE TECNÓLOGO EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL.

Aprovada por:

Ana Claudia de Melo Oliveira, D.Sc.

Ladjane Coelho dos Santos, D.Sc.

Hércules Antonio Sottero de Macedo

LAGARTO, SE – BRASIL

DEZEMBRO DE 2019

FICHA CATALOGRÁFICA

Costa, Jeane de Souza.

Elaboração e adequação de guia de práticas de Eletrônica Digital / Jeane de Souza Costa; orientadoras Ana Claudia de Melo Oliveira, Ladjane Coelho dos Santos. – Lagarto, 2019.

44 p.: il.

Inclui bibliografia.

Monografia (Tecnologia em Automação Industrial) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Campus Lagarto, 2019.

1. Eletrônica digital. 2. Atividades práticas. 3. Componentes eletrônicos. 4. Automação Industrial. I. Ana Claudia de Melo Oliveira (orient.). II. Ladjane Coelho dos Santos (orient.). III. IFS. IV. Título.

CDU:

Resumo da Monografia apresentada ao Curso de Tecnologia em Automação Industrial do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Sergipe, Campus Lagarto, como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de Tecnólogo em Automação Industrial.

ELABORAÇÃO E ADEQUAÇÃO DE GUIA DE PRÁTICAS DE ELETRÔNICA DIGITAL

Jeane de Souza Costa

O conhecimento da eletrônica digital na teoria e na prática, é de fundamental importância para entendimento dos conceitos na área de informática, telecomunicações e atividades industriais. A disciplina de eletrônica digital contribui de maneira significativa para o aluno do curso de Tecnologia em Automação Industrial. Com isso surgiu a ideia de realizar a elaboração e adequação de um guia com atividades práticas na área, para melhorar o rendimento do aluno, e propor melhor agilidade e organização no momento da separação do material para a execução da prática. Adicionalmente, com o intuito de facilitar a aplicação das experiências para os alunos, foi realizada a organização dos componentes eletrônicos no laboratório, através de identificação com o uso de etiquetas para cada componente. Após a conclusão desse trabalho, pode-se observar um resultado satisfatório, em que os temas de cada experiência são propostos com objetividade em relação a teoria e o funcionamento dos componentes utilizados. A ideia de solicitar um relatório ao término de cada prática, faz com que o aluno exponha suas dificuldades para que assim possam ser discutidas em sala, e posteriormente aprimorar seus conhecimentos.

Palavras-chaves: Eletrônica digital, Atividades práticas, Componentes eletrônicos, Automação Industrial.

Abstract

The knowledge of digital electronics in the theory and practice is of fundamental importance for understanding the concepts in the area of informatics, telecommunications and industrial activities. The subjects as digital electronics contributes significantly to the student of Industrial Automation Technology course. With this came the idea of developing and adapting of a guide with practical activities in the area, to improve student performance, and propose better agility and organization at the time of separation of the material for the practice. Additionally, in order to facilitate the application of the experiments to the students, the electronic components were arranged at the laboratory, through identification with the use of labels for each component. After the conclusion of this work, a satisfactory result can be observed, in which the themes of each experiment are objectively proposed in relation to the theory and the functioning of the components used. The idea of requesting a report at the end of each practice makes the student expose their difficulties so that they can be discussed in class, and later improve their knowledge.

Keywords: Digital electronics, Practical activities, Electronic components, Industrial Automation.

Sumário

Introdução	8
Capítulo 1 - Experimento Nº 1 – Portas Lógicas	10
1.1 Introdução teórica	10
1.2 Objetivo	11
1.3 Material Experimental Utilizado	11
1.4 Procedimento	11
Capítulo 2 - Experimento Nº 2 – Pisca Pisca 7400	14
2.1 Introdução teórica	14
2.2 Objetivo	14
2.3 Material Experimental Utilizado	14
2.4 Procedimento	15
Capítulo 3 - Experimento Nº 3 – Circuitos Aritméticos	17
3.1 Introdução teórica	17
3.2 Objetivo	17
3.3 Material Experimental Utilizado	18
3.4 Procedimento	18
Capítulo 4 - Experimento Nº 4 – Decodificadores	21
4.1 Introdução teórica	21
4.2 Objetivo	22
4.3 Material Experimental Utilizado	22
4.4 Procedimento	22
Capítulo 5 - Experimento Nº 5 – Flip-Flop Tipo D	25
5.1 Introdução teórica	25
5.2 Objetivo	25
5.3 Material Experimental Utilizado	25
5.4 Procedimento	26
Capítulo 6 - Experimento Nº 6 – Contador e Decodificador	28

6.1 Introdução teórica	28
6.2 Objetivo	28
6.3 Material Experimental Utilizado	29
6.4 Procedimento	29
Capítulo 7 - Experimento Nº 7 – Multiplexadores.....	32
7.1 Introdução teórica	32
7.2 Objetivo	32
7.3 Material Experimental Utilizado	32
7.4 Procedimento	33
7. 5 Proposta de Aplicação de Multiplexadores na Industria.....	35
7.5.1 Sequenciamento de Operações.....	35
Capítulo 8 - Experimento Nº 8 – Demultiplexadores.....	38
8.1 Introdução teórica	38
8.2 Objetivo	38
8.3 Material Experimental Utilizado	38
8.4 Procedimento	39
8. 5 Proposta de Aplicação de Multiplexadores na Industria.....	42
8.5.1 Sequenciamento de Operações	42
Capítulo 9 – Referências Bibliográficas	43

1. INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia está presente diretamente nas atividades diárias do ser humano, os processos industriais estão presentes desde na alimentação ao entretenimento. A digitalização das informações, a ampliação da capacidade de armazenamento de informações, o aumento da velocidade de processamento dos computadores, a miniaturização dos componentes são alguns exemplos dos desafios a serem vencidos na tecnologia. (Garcia, Martini, 2016)

Nesse trabalho, o termo “Guia de Práticas” tem um sentido amplo, incluindo atividades laboratoriais, definição de componentes eletrônicos, assim como assuntos abordados na disciplina de eletrônica digital, beneficiando tanto os professores como os alunos dos cursos de Engenharia Elétrica e Tecnólogo em Automação.

Esse guia tem como objetivo promover ao aluno a habilidade de desenvolver práticas experimentais de maneira eficiente, garantindo e consolidando o aprendizado do aluno.

Trata-se de um guia formado por 8 experiências com estrutura prática, constituídas das seguintes etapas: breve introdução teórica sobre cada tema, objetivos, material experimental utilizado, e o procedimento da experiência.

Dentre os assuntos abordados, o presente trabalho dar-se início com as portas-lógicas, a qual tem informações básicas sobre os princípios da eletrônica digital. As portas lógicas são usadas para criar circuitos digitais integrados, permitindo apenas a entrada de dois tipos de variáveis, que em eletrônica chamamos de números binários “0” ou “1”. As principais portas lógicas são AND, OR e inversora. As famílias logicas utilizadas estão divididas em dois grandes grupos: Logica de Transistores e Transistores (TTL) e Transistores de efeito de Campo MOS canal N e canal P. (CMOS), logo a família TTL funciona com tensão de alimentação padronizada em de 5V, e são disponibilizadas em duas versões: a comercial, cuja nomenclatura da série inicia-se com 74XX, e a versão militar com a série 54XX. A família CMOS, essa pode operar com tensões e alimentações diversas, que se estende de 3 a 15V ou 18V dependendo do modelo. O baixo consumo permite a utilização em equipamentos portáteis, alimentados por baterias, e a aplicação em diversas áreas industriais.

Outro assunto apresentado é o circuito integrado 7400, formado por quatro portas lógicas inversoras AND, esse circuito funciona de forma independente com alimentação de 5V.

O guia também relata os circuitos aritméticos, que demonstram atividades com operações lógicas elementares, trabalhando com números binários, efetuando adição e subtração deles. Uma parte demonstra experiências com o uso de decodificadores, contadores e Flip Flops, que estão normalmente interligados nas suas aplicações. Os Flip Flops armazenam resultados temporários e suas principais aplicações são os registradores e contadores. Os decodificadores são capazes de transformar sinais binários em sinais decimais, já os contadores por sua vez, possuem estruturas sequenciais, realizando transições de forma sincronizada ou não.

Por último, os multiplexadores (MUX) e demultiplexadores (DEMUX), que são circuitos que funcionam realizando operações combinacionais, muito utilizadas nos computadores, comunicações e sistemas digitais. O multiplexador é um dispositivo que seleciona uma das entradas de dados para a saída em função das entradas de endereçamento, já o demultiplexador endereça apenas uma única entrada de dados para uma das saídas.

Enfim conclui-se que o guia atende as necessidades do professor e do aluno, no sentido de priorizar sua interação com o laboratório, desde que se adquira o embasamento teórico necessário para a realização da parte experimental.

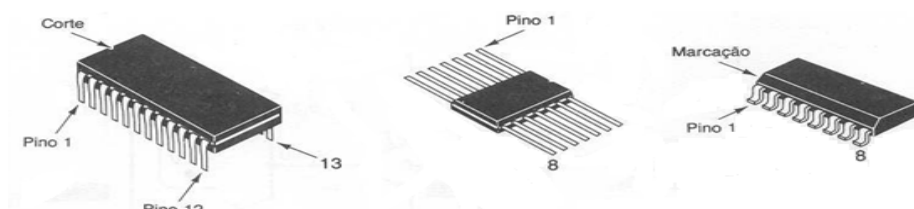
ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 1 – PORTAS LÓGICAS

1.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

Sabe-se que todos os circuitos digitais, por mais complexos que sejam, são obtidos através de portas lógicas. As portas lógicas, por sua vez, não são encontradas comercialmente de uma forma discreta (como os resistores) e sim encapsuladas em Circuitos Integrados – CI's. TODO circuito integrado possui um conjunto de contatos externos, denominados “pinos” (leads ou ainda, terminais), cada qual com sua função específica. São numerados a partir do número “1” no sentido anti-horário. O pino “1” é identificado olhando-se o CI pela parte superior, conforme mostra a Figura 1. TODO circuito integrado possui um manual (folha de dados) no qual a função de cada um de seus pinos está descrita. Os CI's que implementam funções lógicas podem possuir uma ou mais portas, geralmente todas de uma mesma função.

Figura 1.1 Identificação da pinagem dos CI's



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

1.2 OBJETIVOS

- Familiarização com o uso de circuitos integrados no que se refere a sua identificação e suas pinagens;
- Utilização de Circuitos Integrados na construção de funções lógicas básicas;
- Utilização do LED como verificador de estado lógico.

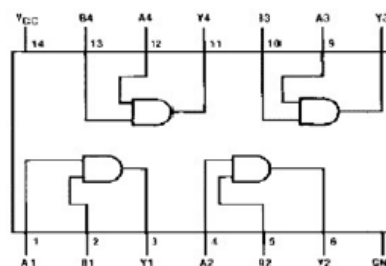
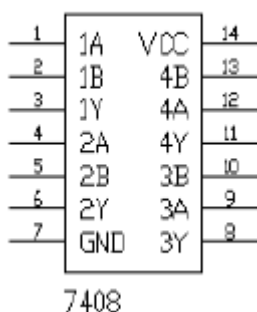
1.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC (TTL: 5V);
- Resistor: 470Ω;
- LED's;
- Chaves;
- Fios para conexão;
- Circuitos Integrados referentes a cada porta lógica.

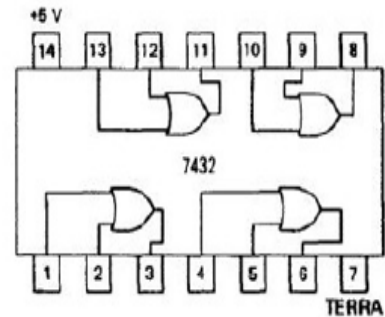
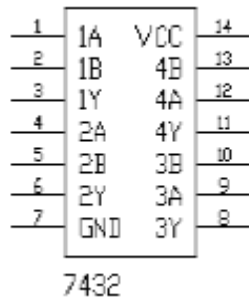
1.4 PROCEDIMENTO

1) Teste o funcionamento das portas lógicas abaixo, colocando nível alto ou baixo em uma das entradas e medir a saída com um multímetro.

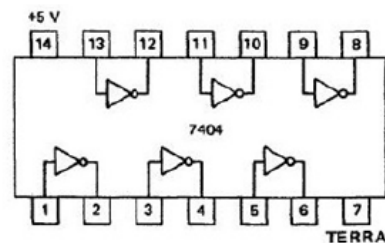
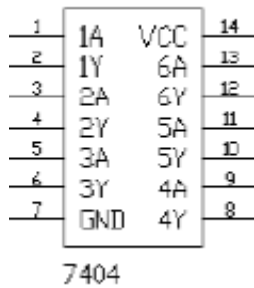
➤ Porta AND (CI: 7408)



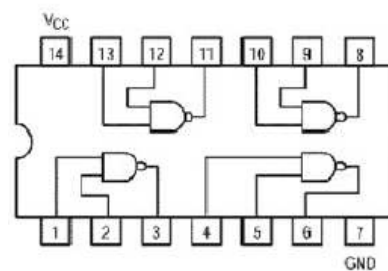
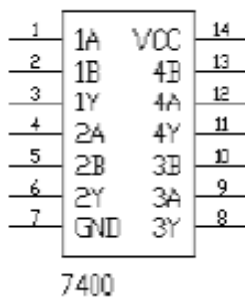
➤ Porta OR (CI: 7432)



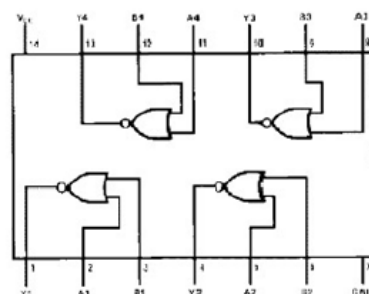
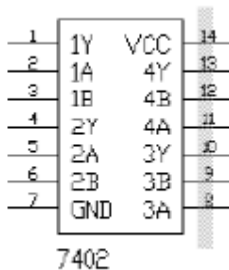
➤ Porta NOT (CI: 7404)



➤ Porta NAND (CI: 7400)

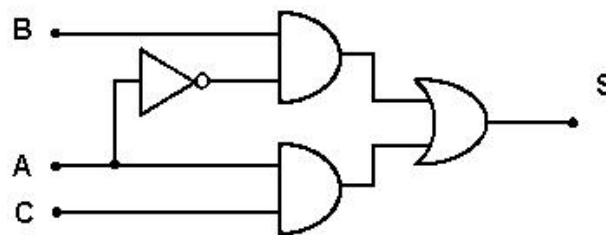


➤ Porta NOR (CI: 7402)



2) Monte o circuito lógico a seguir através de circuitos integrados referentes a cada porta lógica. Observe os diversos valores da saída e comprove o resultado obtido na prática montando a tabela verdade. Representada por:

$$S = (B.\bar{A})+(A.C).$$



3) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 2 – PISCA-PISCA 7400

2.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

O circuito integrado (CI) 7400 é formado por tecnologia TTL (transistor-transistor-logic), ou seja, transistores bipolares, e sempre serão alimentados com tensão de $0V_{(vss)}$ a $5V_{(vdd)}$. O CI 7400 é representado pela função (NÃO E), essa função executa a multiplicação lógica de duas ou mais entradas digitais, também chamadas de variáveis booleanas, para então obtermos o valor de sua saída, representada por $S = \overline{A \cdot B}$.

2.2 OBJETIVOS

- Familiarização com o uso de circuitos integrados no que se refere a sua identificação e suas pinagens;
- Utilização de Circuitos Integrados na construção de funções lógicas básicas;
- Realizar montagem e teste de funcionamento;
- Utilização do LED como verificador de estado lógico;
- Utilizar o Protoboard como placa universal de montagens;
- Entender a função dos capacitores no circuito.

2.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

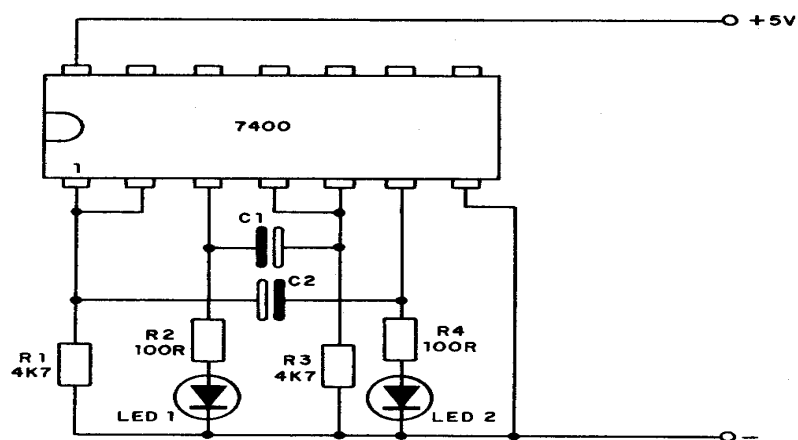
- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC (TTL: 5V);

- Resistores: 47K Ω , 100 Ω ;
- LED's
- Condutores;
- Capacitores;
- Circuito Integrado 7400.

2.4 PROCEDIMENTO

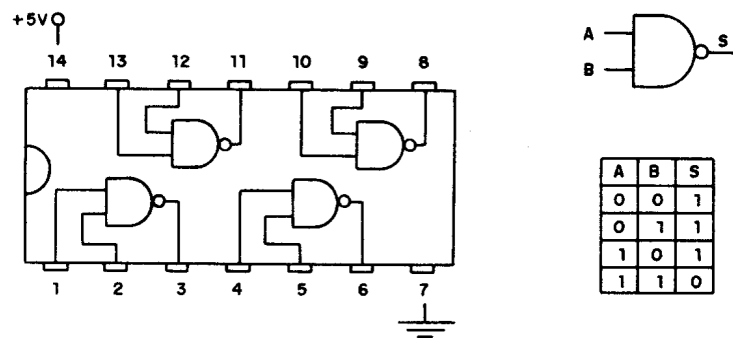
1) A frequência das piscadas é determinada pelos capacitores C_1 e C_2 cujos valores podem ficar entre 10 μ F e 220 μ F. A alimentação é direta se a tensão da fonte for de 5V. Apenas metade do circuito integrado é usado, o que significa dizer que outro pisca-pisca semelhante pode ser "montado" entre os pinos 8 e 13. Monte o circuito abaixo e observe a frequência das piscadas conforme variação dos capacitores.

Figura 2.1 – Esquema de montagem do CI 7400



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

Figura 2.2 - Configuração do CI 7400



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

2) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 3 - CIRCUITOS ARITMÉTICOS

3.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

São circuitos combinacionais que realizam operações aritméticas com números binários. Utilizados para construção da ULA (Unidade Lógica Aritmética) de microcontroladores.

A vantagem de sistemas digitais é que todas quantidades podem ser manipuladas rapidamente usando operações numéricas. As operações de adição, subtração, multiplicação e divisão de números binários são executadas pelos circuitos aritméticos na maioria dos equipamentos digitais. Existem dispositivos mais flexíveis tais como as unidades aritméticas e lógicas “ULA” que são fornecidas na forma de CI’s, e que podem executar diversos tipos de operações, as quais são selecionadas por entradas programáveis.

Os principais circuitos são: meio somador, somador completo, meio subtrator, subtrator completo e somador/subtrator.

- Somador Completo: Realiza a soma de números de mais de 1 bit.
- Meio Somador: Realiza a soma de duas variáveis de 1 bit.
- Subtrator Completo: Realiza subtração de números de mais de 1 bit.
- Meio Subtrator: Realiza a subtração de duas variáveis de 1 bit.

3.2 OBJETIVO

Este experimento tem por objetivo desenvolver a compreensão de circuitos aritméticos a partir de portas lógicas e aplicação da porta OU EXCLUSIVO.

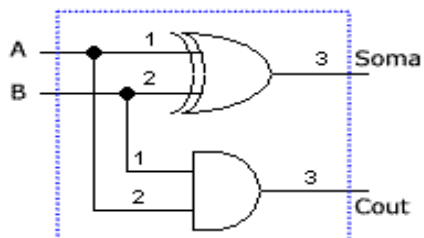
3.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC;
- 2 Resistores: 1K Ω ;
- LED's;
- Chaves;
- Fios para conexão;
- Circuitos Integrados: 7486 (OU exclusivo), 7408 (AND) e 7404 (NOT).

3.4 PROCEDIMENTO

1) Monte o circuito lógico meio somador abaixo. Observe os níveis lógicos das saídas, e comprove o resultado obtido na prática.

a) Circuito Lógico (Meio Somador)



b) Tabela Verdade (Valores Teóricos)

A	B	Soma	Carry
0	0	0	0
0	1	1	0
1	0	1	0
1	1	0	1

c) Tabela Verdade (Valores Práticos)

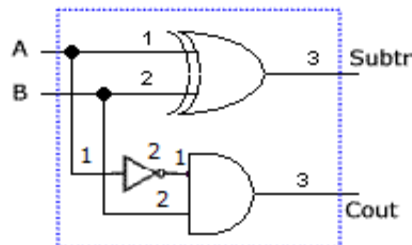
A	B	Soma	Carry
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

d) Simplifique através do Mapa de Karnaugh as saídas (Soma e Carry), correspondentes ao nível lógico “1”.

e) Represente as saídas (Soma e Carry) através de trem de pulsos.

2) Monte o circuito lógico meio subtrator abaixo. Observe os níveis lógicos das saídas e comprove o resultado obtido na prática.

a) Circuito Lógico (Meio Somador)



b) Tabela Verdade (Valores Teóricos)

X	Y	Subtração	Carry
0	0	0	0
0	1	1	1
1	0	1	0
1	1	0	0

c) Tabela Verdade (Valores Práticos)

X	Y	Subtração	Carry
0	0		
0	1		
1	0		
1	1		

d) Simplifique através do Mapa de Karnaugh as saídas (Soma e Carry), correspondentes ao nível lógico “1”.

e) Represente as saídas (Soma e Carry) através de trem de pulsos.

3) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 4 – DECODIFICADOR

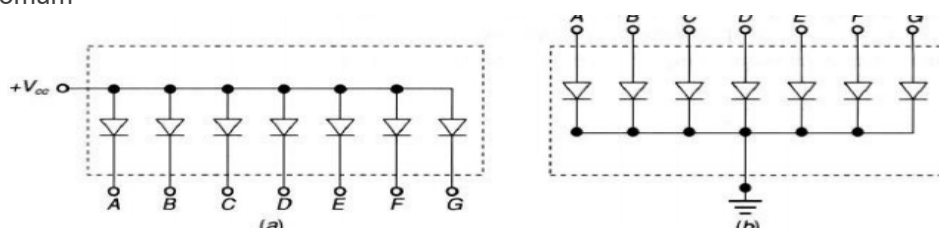
4.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

O decodificador é um circuito lógico que recebe um conjunto de entradas, representadas por um número binário, e ativa uma ou mais saídas correspondentes ao número recebido.

O display de 7 segmentos possui 7 LED's, num só CI, com uma disposição geométrica padrão, em forma de matriz. Esses segmentos estão arranjados conforme mostra a Figura 4.1, e são identificados por letras que vão de A à G.

Sendo cada segmento um LED, pode-se ter, dependendo do tipo de montagem interna, todos os cátodos conectados juntos (formando um display de configuração cátodo comum) ou todos os ânodos conectados juntos (formando um display de configuração ânodo comum). A ligação interna de cada um destes displays pode ser representada conforme a Figura 4.2 Cada configuração tem, portanto, sua particularidade e necessita de uma alimentação adequada.

Figura 4.1- Configuração interna do display 7 segmentos. (a) Ânodo comum; (b) Cátodo comum



Fonte: <https://nlopesd.wixsite.com/beonelectronic/blog/display7-catodo-ou-anodo>

O CD4511 é um decodificador BCD8421 (Binary-Coded Decimal) para displays Catodo Comum, que utiliza a tecnologia CMOS (Complementary Metal-Oxide-Semiconductor). Recebe nos pinos de entrada (ABCD) os dados em código binário e decodifica para código decimal.

Um dos decodificadores mais utilizados para verificar números de 0 a 9 em displays de 7 segmentos Cátodo Comum é o CD4511.

4.2 OBJETIVO

- Reconhecer o display de sete segmentos catodo comum;
- Montar um circuito lógico que converta um sinal binário em decimal (BCD – **B**inary **C**ode **D**ecimal) que será capaz de mostrar os algarismos no display de sete segmentos.

4.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

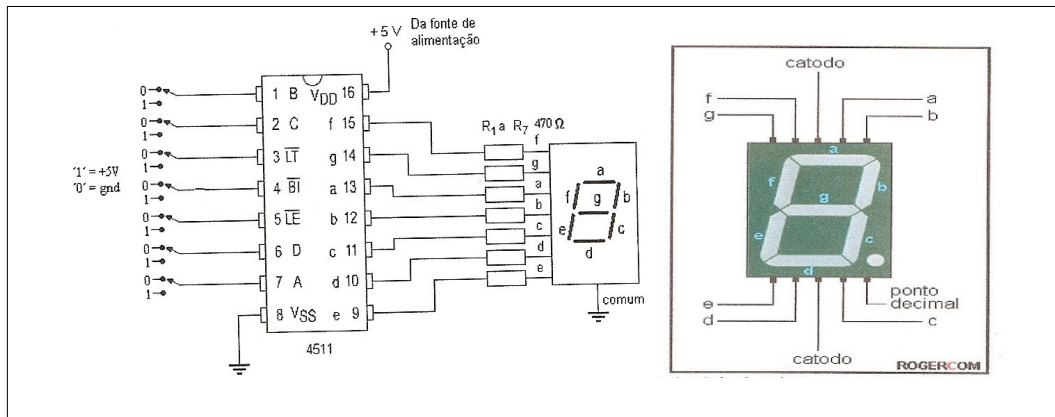
- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC;
- Resistores: 7 x 470Ω;
- Circuito Integrado: CD 4511 – Decodificador;
- Display de 7 segmentos: catodo comum (C-521G ou equivalente);
- Chaves;
- Fios para conexão.

Obs.: A chave simboliza um fio que deve ser ligado a 0 (zero = GND, nível baixo) e 1 (um = Vcc, nível alto).

4.4 PROCEDIMENTO

1) Monte o circuito de acordo com a configuração do display na Figura 4.2, não esqueça de alimentar o circuito integrado. Utilize a fonte de alimentação da bancada para fornecer a tensão de 5V.

Figura 4.2 – Decodificador e display 7 segmentos



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

Figura 4.3 – Condições de funcionamento do CI 4511

TRUTH TABLE

Inputs							Outputs							Display
LE	BI	LT	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	
X	X	0	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
X	0	1	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
0	1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
0	1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
0	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
0	1	1	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
0	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
0	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	8
0	1	1	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Blank
0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Blank
1	1	1	X	X	X	X	*							*

X = Don't Care

*Depends upon the BCD code previously applied when LE = 0

Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

2) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 5 – FLIP FLOP TIPO D

5.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

São dispositivos de memória que podem guardar informações binárias. Podem ser classificados em dois tipos principais:

- Flip-Flops Síncronos ou com “clock”;
- Flip-Flops Assíncronos ou com sem “clock”.

De acordo com o funcionamento de suas entradas existem diversos tipos de flip-flops, cujos mais comuns são: S-R, T, D e J-K.

O Flip-Flop (FF) do tipo D, pode ser implementado a partir do Flip-Flop J-K e um inversor. Para sua aplicação, pode ser usado na transferência de dados. O FF D apresenta uma semelhança de curto-circuitar as entradas, porém ao invés disso, temos a presença de uma porta inversora entre as duas entradas.

Entradas de controle denominadas *clock*, *preset*, *clear* para flip-flops, permitem um controle sobre as informações de entrada e estabelece sincronismo na operação do circuito. Desse modo, é possível sincronizar o flip-flop (ativar ou desativar) com o intuito de armazenar a informação em qualquer instante e, então, reter a informação armazenada por qualquer período de tempo desejado.

5.2 OBJETIVO

- Estudar o flip-flop tipo D, analisar e verificar seu funcionamento;
- Entender a atuação das entradas *clock*, *preset* e *clear*.

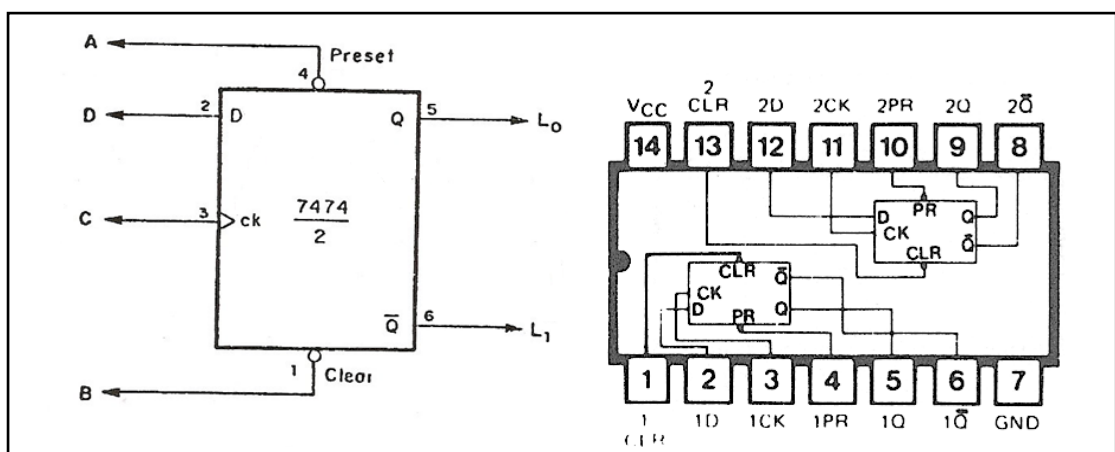
5.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC;
- Resistor: 470Ω;
- LED's;
- Chaves;
- Fios para conexão;
- Circuitos Integrados: CI TTL 7474 "F-F TIPO D"

5.4 PROCEDIMENTO

1) Monte o circuito da Figura 5.1 e verifique o funcionamento do Flip Flop tipo "D" com as entradas "preset" e "clear".

Figura 5.1 - Configuração Flip Flop D



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

2) Preencha a Tabela Verdade e verifique o funcionamento destas entradas. Observe que quando o "preset" recebe zero, a saída de Q vai para o nível 1, e quando o "clear" recebe zero, limpa a saída.

Figura 5.2 - Tabela de entradas e Saídas

ENTRADAS				SAÍDA	
Preset	Clear	Clock	D	Q	$\bar{Q}$
A	B	C	D	L ₀	L ₁
1	1	0	0		
1	1	1	0		
1	1	0	0		
Atuação do Preset { 0	1	0	0		
0	1	1	0		
1	1	0	0		
Atuação do Clear { 1	0	0	0		
1	0	0	1		
1	0	1	1		
Atuação do Preset e Clear simultâneos { 0	0	1	1		
0	0	0	0		

Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

3) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 6 – CONTADOR-DECODIFICADOR

6.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

Os contadores variam seus estados de saída, segundo o comando do clock e de acordo com uma sequência pré-determinada e são projetados com o uso de flip-flops.

As aplicações são designadas para contagens, medição de frequência, divisor de frequência e conversão AD. Os contadores podem ser classificados em assíncronos e síncronos.

Assíncronos – Quando existe o sinal de clock aplicado apenas no primeiro estágio. Os estágios seguintes utilizam como sinal de sincronismo a saída de cada estágio anterior.

Síncronos – são aqueles onde as transições de todos os flip-flops são comandados simultaneamente pelo terminal do relógio ou sincronismo. As entradas dos flip-flops são usadas para determinar qual será o novo estágio após cada transição.

6.2 OBJETIVOS

Montar um circuito lógico que converta um sinal binário em decimal (BCD – Binary Code Decimal) que será capaz de mostrar os algarismos no display de sete segmentos e a partir de um contador, realizar contagem de 0 à 9.

6.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC;
- Resistores: 7 x 470Ω;
- Circuito Integrado: CD 4511 – Decodificador;
- Display de 7 segmentos: catodo comum (C-521G ou equivalente);
- Circuito Integrado: 7490 – Contador;
- Chaves;
- Fios para conexão.

6.4 PROCEDIMENTO

1) As entradas do decodificador 4511 (A_0 , A_1 , A_2 , A_3) serão conectadas as saídas do contador 7490 (Q_A , Q_B , Q_C , Q_D), este último por sua vez receberá um pulso do gerador de clock (Oscilador 555), que está representado por um gerador de função, e por último a resposta será direcionada para o display de 7 segmentos, configuração cátodo comum, na contagem de 0 à 9. As entradas de habilitação do CI 4511 são representadas pelos pinos 3,4,5 (LT, BI, LE).

- Pino 3 – LT (LAMP TEST): Serve para testar os segmentos do display;
- Pino 4 – BI (BLANKING): Serve para apagar ou ajustar a intensidade do brilho dos segmentos;
- Pino 5 – LE (LATCH ENABLE): Permite armazenar o código de entrada.

2) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

30

Tabela 6.1 - Contagem das entradas e saídas

TABELA DE CONTAGEM					TABELA RESET / CONTAGEM							
Contagem Decimal	Saídas				Entradas Reset				Saídas			
	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A	R ₀ 1	R ₀ 2	RQ1	RQ2	Q _D	Q _C	Q _B	Q _A
0	0	0	0	0	1	1	0	X	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1	1	X	0	0	0	0	0
2	0	0	1	0	X	X	1	1	1	0	0	1
3	0	0	1	1	X	0	X	0	Contagem			
4	0	1	0	0	0	X	0	X	Contagem			
5	0	1	0	1	0	X	X	0	Contagem			
6	0	1	1	0	X	0	0	X	Contagem			
7	0	1	1	1								
8	1	0	0	0								
9	1	0	0	1								

Fonte: Autor, 2019

Informações da Tabela 6.1

- As entradas R₀₁ e R₀₂ são entradas de “clear”;
- As saídas R_D, R_C, R_B e R_A são todas nível “0” sempre que R₀₁ e R₀₂ = 1. Desde que uma das entradas RQ1 e RQ2 seja “0”;
- O contador pode ser *presetado* para 1001 (9 decimais), se RQ1 e RQ2 = 1;
- Para contar de 0 a 9 pelo menos uma das entradas R₀₁ e R₀₂ = 0.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 7 – MULTIPLEXADOR

7.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

Um Multiplexador ou MUX, é um dispositivo eletrônico que é utilizado para selecionar um sinal de entrada, para que este esteja presente na saída. É importante notar que o sinal aplicado à entrada pode ser analógico ou digital. Normalmente um MUX pode ter até 2^N entradas e necessita para a seleção do sinal de saída, que N sinais de seleção estejam presentes. Portanto, para dois sinais, é necessário um sinal de seleção, para quatro sinais, é necessário dois sinais para a seleção, e assim por diante.

7.2 OBJETIVO

Desenvolver a compreensão de circuitos MUX's através do circuito integrado 74151.

7.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC 5V - TTL;
- Resistores: 2 x 1K Ω ;
- Circuito Integrado: 74151 – Multiplexador;
- Multímetro digital;
- Chaves;
- Fios para conexão.

2) Anexar relatório a experiência, detalhando:

- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

Tabela 7.1 - Entradas e Saídas

INPUTS				OUTPUTS	
E	S ₂	S ₁	S ₀	$\bar{Z}$	Z
H	X	X	X	$\bar{Z}$	L
L	L	L	L	$\bar{I}_0$	I ₀
L	L	L	H	$\bar{I}_1$	I ₁
L	L	H	L	$\bar{I}_2$	I ₂
L	L	H	H	$\bar{I}_3$	I ₃
L	H	L	L	$\bar{I}_4$	I ₄
L	H	L	H	$\bar{I}_5$	I ₅
L	H	H	L	$\bar{I}_6$	I ₆
L	H	H	H	$\bar{I}_7$	I ₇

Fonte: Autor, 2019

Legenda: H - HIGH (Voltage level)
L - LOW (Voltage level)

Tabela 7.2 – (tabela verdade) Funcionamento

SELEÇÃO			DADOS	CONTROLE	SAÍDA
S ₂	S ₁	S ₀	I ₀ - I ₇	E	Z
X	X	X	X	1	
0	0	0	I ₀ = 1 I ₀ = 0	0	
0	0	1	I ₁ = 1 I ₁ = 0	0	
0	1	0	I ₂ = 1 I ₂ = 0	0	
0	1	1	I ₃ = 1 I ₃ = 0	0	
1	0	0	I ₄ = 1 I ₄ = 0	0	
1	0	1	I ₅ = 1 I ₅ = 0	0	
1	1	0	I ₆ = 1 I ₆ = 0	0	
1	1	1	I ₇ = 1 I ₇ = 0	0	

Fonte: Autor, 2019

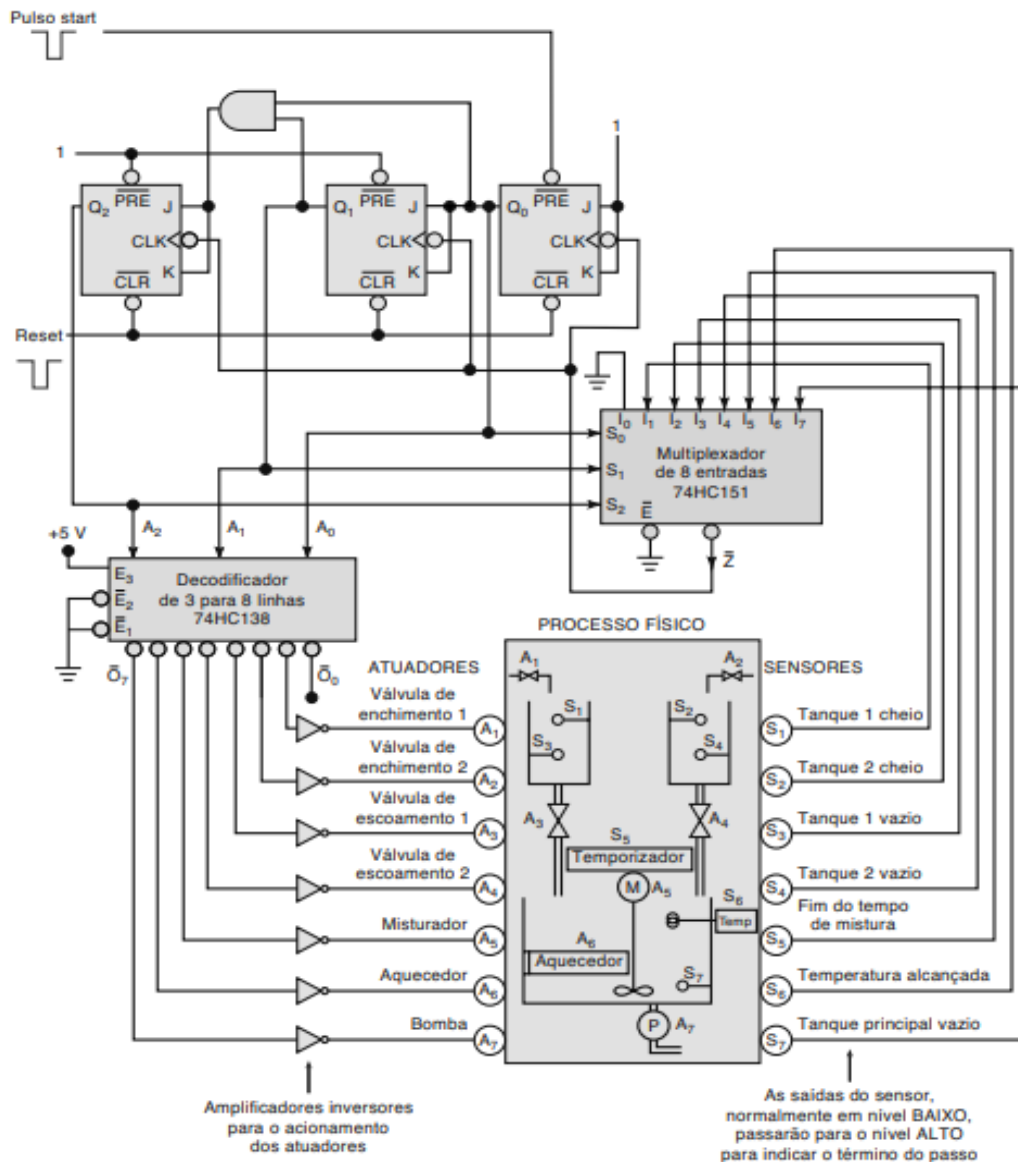
7. 5 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MULTIPLEXADORES NA INDUSTRIA

7.5.1 Sequenciamento de Operações

Combinando com outros circuitos digitais pode-se controlar um processo industrial por meio de um sequenciamento de operações. Veja o circuito da

Figura 7.2, se trata de um Multiplexador de 8 entradas, fazendo parte de um sequenciador de sete passos, no qual cada passo atua em uma parte do processo físico controlado. O circuito também usa um decodificador de 3 para 8 linhas e um contador binário de módulo 8 (TOCCI *et al*, 2011).

Figura 7.2 - Sequenciador de controle de 7 passos



Fonte: TOCCI, Ronald J. (2011)

Descrição dos passos de operação:

- 1) Início da operação

- Contador = 000;
 - As saídas do contador são direcionadas as entradas do multiplexador e do decodificador;
 - A saída do decodificador $\bar{O}_0 = 0$, e todas as outras são iguais a 1;
 - As entradas dos atuadores do processo estão em nível baixo;
 - As saídas dos sensores do processo iniciam em nível baixo;
 - A saída do multiplexador $\bar{Z} = \bar{I}_0 = 1$, e suas entradas $S = 000$.
- 2) Início do sequenciamento de operações (1º Passo do Processo)
- Pulso START – inicia o atuador;
 - Flip-Flop Q_0 em nível alto;
 - Contador = 001;
 - Saída do decodificador I_1 em nível baixo, ativando o atuador 1. (abrir válvula de enchimento 1).
- 3) Após enchimento do Tanque 1
- Saída do Sensor 1 em nível alto, presente na entrada I_1 do multiplexador;
 - I_1 é invertido e alcança a saída $\bar{Z}$;
 - Contador = 001;
 - A saída em $\bar{Z}$ nível baixo é enviada para a entrada CLK do Flip-Flop Q_0 ;
 - Contador = 010.
- 4) Abertura da válvula de enchimento 2. (2º Passo do Processo)
- Saída do decodificador $\bar{O}_2$ em nível baixo, ativando o atuador 2;
 - $\bar{Z} = \bar{I}_2$ (código de seleção = 010);
 - Saída do sensor 2 em nível baixo, e $\bar{Z}$ em nível alto.
- 5) Concluído o 2º Passo do Processo.
- Saída do sensor 2 em nível alto;
 - $\bar{Z}$ em nível baixo;
 - Contador = 011.
- 6) Essa ação se repete para os demais passos do processo. Quando o último passo do processo for concluído:
- Saída do sensor 7 em nível alto;
 - Contador passa de 111 para 000;
 - Assim permanece até o próximo pulso START recomençar a sequência.

ELETRONICA DIGITAL	
ALUNOS(AS):	
TURMA:	DATA: ____/____/____

EXPERIMENTO Nº 8 – DEMULTIPLEXADOR

8.1 INTRODUÇÃO TEÓRICA

O Demultiplexador (DEMUX) distribui informações de uma única entrada para uma das diversas saídas.

Um Multiplexador recebe várias entradas e transmite uma só saída. Enquanto o Demultiplexador realiza a operação inversa: recebe uma única entrada e distribui para várias saídas. O DEMUX recebe uma fonte de dados e a distribui para um dos N canais de saída como se uma chave de várias posições.

8.2 OBJETIVO

Desenvolver a compreensão de circuitos DEMUX's através do circuito integrado 74155.

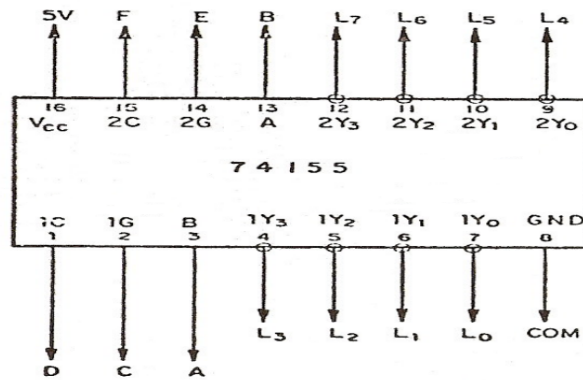
8.3 MATERIAL EXPERIMENTAL UTILIZADO

- ProtoBoard;
- Fonte de tensão DC 5V - TTL;
- Resistores: 4 x 1K Ω ;
- Circuito Integrado: 74155 – Demultiplexador;
- Multímetro digital;
- Chaves;
- Fios para conexão.

8.4 PROCEDIMENTO

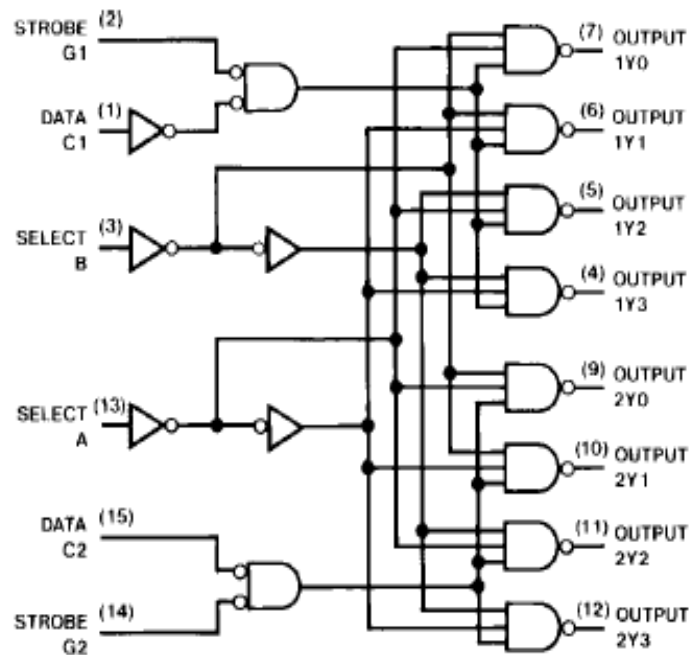
1) Monte o circuito da Figura 8.1 conforme a configuração do CI 74155.

Figura 8.1 – Demultiplexador 74155



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

Figura 8.2 – Demultiplexador 74155



Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

Tabela 8.1 – Entradas e Saídas

ENTRADAS				SAÍDAS			
Seleção		Strobe	Dados				
B	A	1G	1C	1y ₀	1y ₁	1y ₂	1y ₃
x	x	1	x	1	1	1	1
0	0	0	1	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	1
1	1	0	1	1	1	1	0
x	x	x	0	1	1	1	1

ENTRADAS				SAÍDAS			
Seleção		Strobe	Dados				
B	A	2G	2C	2y ₀	2y ₁	2y ₂	2y ₃
x	x	1	x	1	1	1	1
0	0	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	1	0	1	1
1	0	0	0	1	1	0	1
1	1	0	0	1	1	1	0
x	x	x	1	1	1	1	1

Fonte: Apostila de eletrônica digital, adotada por Ana, 2017

2) Complete a tabela abaixo conforme o funcionamento do CI 74155.

ENTRADAS				SAÍDAS			
Seleção		Dados	Strobe	1Y ₀	1Y ₁	1Y ₂	1Y ₃
A	B	D	C	L ₀	L ₁	L ₂	L ₃
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	1				
0	0	0	0				
0	0	1	0				
0	1	1	0				
1	0	1	0				
1	1	1	0				

3) Anexar relatório a experiência, detalhando:

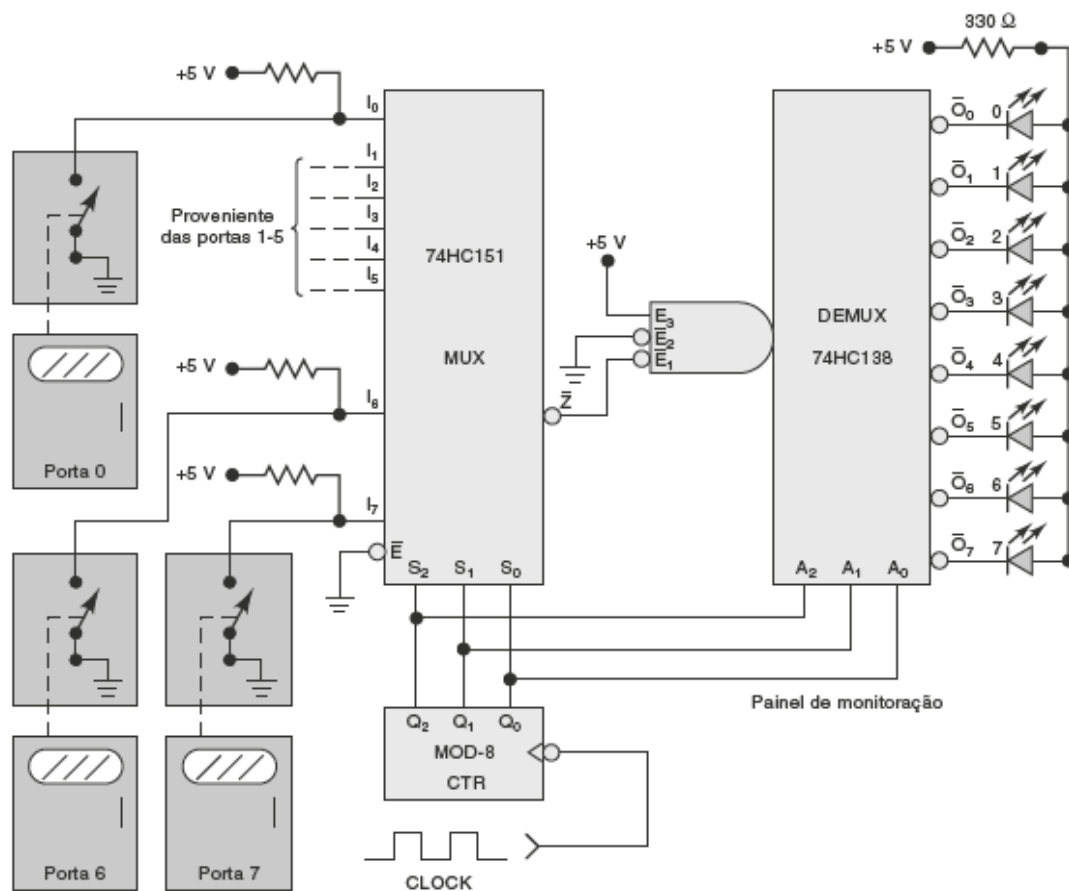
- Diagrama elétrico dos circuitos, os componentes utilizados e a respectiva pinagem;
- Tabelas preenchidas;
- Fotos das etapas durante a montagem do circuito e etapa final;
- Comentários, discussões e dificuldades encontradas.

8.5 PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE MULTIPLEXADORES NA INDUSTRIA

8.5.1 Sistema de Monitoração de Segurança

O circuito da Figura 8.3 mostra a monitoração do estado aberto ou fechado de várias portas de uma planta industrial. A utilização de uma combinação Multiplexador/Demultiplexador reduz a quantidade de fios para o painel de monitoração.

Figura 8.3 - Sistema de monitoração de segurança



Fonte: TOCCI, Ronald J.(2011)

Descrição da Operação:

- As chaves das 8 portas são entradas de dados do MUX;
- Porta aberta = nível alto / Porta fechada = nível baixo;
- O contador gera as entradas de seleção do MUX e DEMUX;

- As saídas do DEMUX estão conectadas a LEDs, que acenderão em nível baixo;
 - O contador fará as entradas de seleção passarem por todos os estados possíveis de 000 a 111;
 - Quando o número do contador for igual ao número da chave da porta, o MUX irá inverter e passará para a saída;
- A saída será transmitida para a entrada do DEMUX, que a passará para a saída correspondente.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

TOCCI, R. J.; WIDMER, N. S.; MOSS, G. L. **Sistemas Digitais: Princípios e Aplicações**. 11.ed. São Paulo: Pearson Hall, 2011.

IDOETA, I. V.; CAPUANO, F. G. **Elementos de Eletrônica Digital**. São Paulo: Érica, 2011.

GARCIA, P.A.; MARTINI, J. S. C. **Eletrônica Digital: Teoria e Laboratório**. 2.ed. Érica, 2016.

Apostila de Eletrônica Digital adotada pela Professora Ana Claudia, 2017.

Sites consultados

<https://www.passeidireto.com>

<https://www.datasheetcatalog.com>

<https://www.docsity.com>

<https://www.embarcados.com>

https://www.academia.edu/28947487/Tocci_Sistemas_Digitais_11_ed?auto=download

CONCLUSÃO

Esse trabalho apresenta uma síntese de resultados positivos, o que justifica a utilização do guia nas aulas práticas de eletrônica digital, além disso, as atividades elaboradas são direcionadas para os assuntos que serão pré-requisitos de disciplinas importantes no decorrer do curso. É também uma referência, com assuntos objetivos, e instruções necessárias para a execução das experiências citadas.

Visando o futuro profissional, o guia solicita que o aluno faça relatórios técnicos, que é de suma importância para a vida profissional, seja para possíveis estágios ou empregos.