Experimento 1
Portas Lógicas AND, OR e NOT

Ana Sofia Schweizer Silvestre, 20/0014382
Davi de Moura Amaral, 20/0016750
Grupo G6

[1]Dep. Ciência da Computação – Universidade de Brasília (UnB)
CIC0231 - Laboratório de Circuitos Lógicos

200014382@aluno.unb.br, 200016750@aluno.unb.br

Abstract. *This report presents the results of Experiment 1, which is based on the implementation of the logical gates AND, OR and NOT, aiming the student's adaptation to their concepts. To excute it three experiments were made and analyzed, for those it was utilized physical and digital resources for its implementation.*

Resumo. *Neste relatório são registrado os resultados do Experimento 1 que se baseia na implementação das portas lógicas AND, OR e NOT, visando a adaptação do aluno aos conceitos das mesmas. Para isso foram feitos e analisados três experimentos que utilizaram recursos físicos e digitais para a implementação.*

1. Introdução

Neste relatório foram desenvolvidos três tópicos sobre eletrônica digital. A realização dos experimentos foi registrada e comentada em vídeo e texto. No experimento 1 foi verificado se um LED acendia e foi medida a voltagem de alimentação do circuito. No experimento 2 foram implementados 2 circuitos no simulador Tinkercad e fisicamente por meio de *Protoboard*, portas lógicas e fios. No experimento 3 foi implementada a porta lógica AND utilizando apenas as portas NOT e OR. Por fim foi feita a análise de resultados e a conclusão.

1.1. Objetivos

O experimento tem como objetivo a adaptação do aluno ao conceito de circuitos integrados, à plataforma Tinkercad e ao manuseamento de componentes eletrônicos.

1.2. Materiais

Neste experimento foram utilizados os seguintes materiais e equipamentos:

- Tinkercad
- *Protoboard*
- Fios
- Portas Lógicas AND, OR e NOT
- Arduino UNO R3

2. Procedimentos

Para a realização dos itens pedidos nos experimentos foi utilizado o simulador Tinkercad como base, os demais materiais listados foram usados para a execução de alguns circuitos físicos para fim de aprendizagem mais profunda, mas apenas como algo complementar ao que será apresentado pelo simulador. Todos os vídeos dos procedimentos podem ser acessados por este link.

2.1. Ligando LED

O circuito mostrado na Figura 1 simula um módulo lógico, no qual é um equipamento de suporte à protoboard que facilita alguns experimentos com circuitos digitais. O mesmo foi feito fisicamente, mostrado na Figura 2. As chaves nomeada de 'A', 'B', 'C' e 'D' servem como a entrada para os circuitos conectados a elas. Os LEDs, indicados pelas marcações 'L0', 'L1', 'L2' e 'L3', servem como indicadores do sinal de saída, se a saída for 1 o LED estará acesso e se a saída for 0 ele estará apagado.

Com base nisso para a realização da ação de ligar um LED foi conectada a chave 'A' ao LED 'L0', como visto nas Figuras 3 e 4. Os resultados foram os mesmos para ambos os circuitos. No circuito da Figura 4 também foi medida o valor da tensão da alimentação que pode visto no multímetro com o valor de 5V.

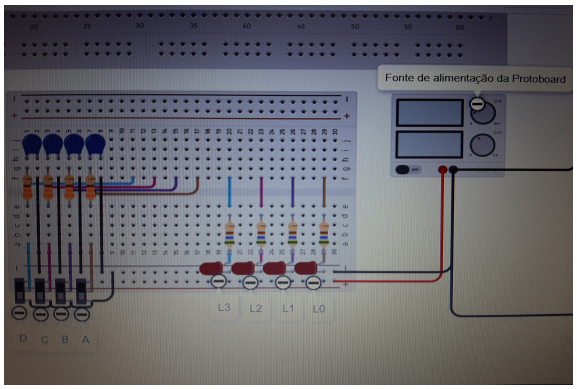

Figura 1. Simulação de um módulo lógico.

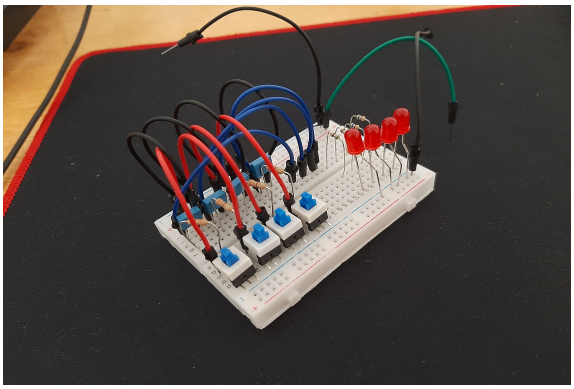

Figura 2. Circuito similar ao da Figura 1.

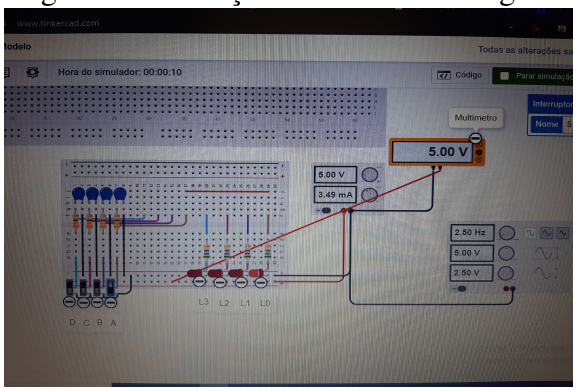

Figura 3. LED 'L0' ligado à chave 'A' e multímetro medindo a tensão de alimentação.

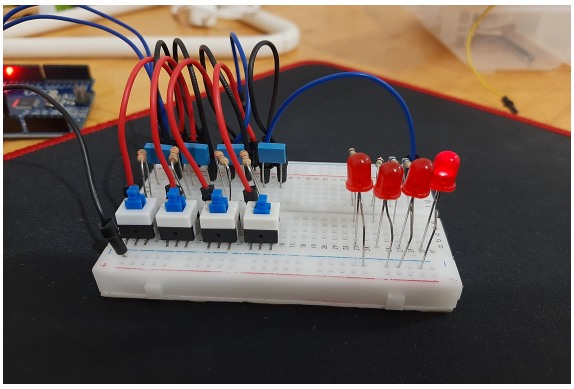

Figura 4. Circuito similar ao da Figura 3. Chave correspondente à chave 'A' pressionada.

2.2. Portas AND e OR

Para a realização dessa atividade foram montados dois circuitos semelhantes no Tinkercad, sendo a única diferença entre eles os CI (Circuitos Integrados) '74HC08' e '74HC32' que respectivamente possuem as portas AND e OR. A partir disso todas as saídas dos circuitos foram ligadas aos LEDs, as chaves de entrada 'A' e 'B' foram conectadas a duas entradas consecutivas do circuitos e para análise de valores de saída, além dos LEDs, foram adicionados quatro multímetros a cada pino de saída dos CI.

Os processos de montagem do circuitos são mostrados nas Figuras 6 e 7 com o circuito integrado '74HC32' e para a porta AND os fios não foram alerados, apenas o CI para o '74HC08'. Porém as dificuldades não puderam ser registradas por imagem, elas apenas serão brevemente descritas: na primeira tentativa de simulação no tinkercad o CI usado queimou, pois a *Protoboard* estava sendo alimentada duas vezes. E ao tentar replicar o circuito na vida real ele não apresentava as saídas corretamente e o circuito integrado.

A partir das entradas dadas, as tabelas mostradas na Figura 5 foram preenchidas com as voltagens da saída de acordo com suas respectivas entradas. Em um sistema digital, convencionalmente, os valores de sinais binários são indicados por 5V e 0V, que representam o valores 1 e 0 respectivamente [Harris 2013].

B	A	L3=S4	L2=S3	L1=S2	L0=S1
0	0	0V	0V	0V	0V
0	1	0V	0V	0V	0V
1	0	0V	0V	0V	0V
1	1	4,77V	4,77V	4,77V	4,77V

B	A	L3=S4	L2=S3	L1=S2	L0=S1
0	0	0V	0V	0V	0V
0	1	4,77V	4,77V	4,77V	4,77V
1	0	4,77V	4,77V	4,77V	4,77V
1	1	4,77V	4,77V	4,77V	4,77V

Figura 5. Tabela com os valores de saídas dos circuitos feitos na Subseção 2.2

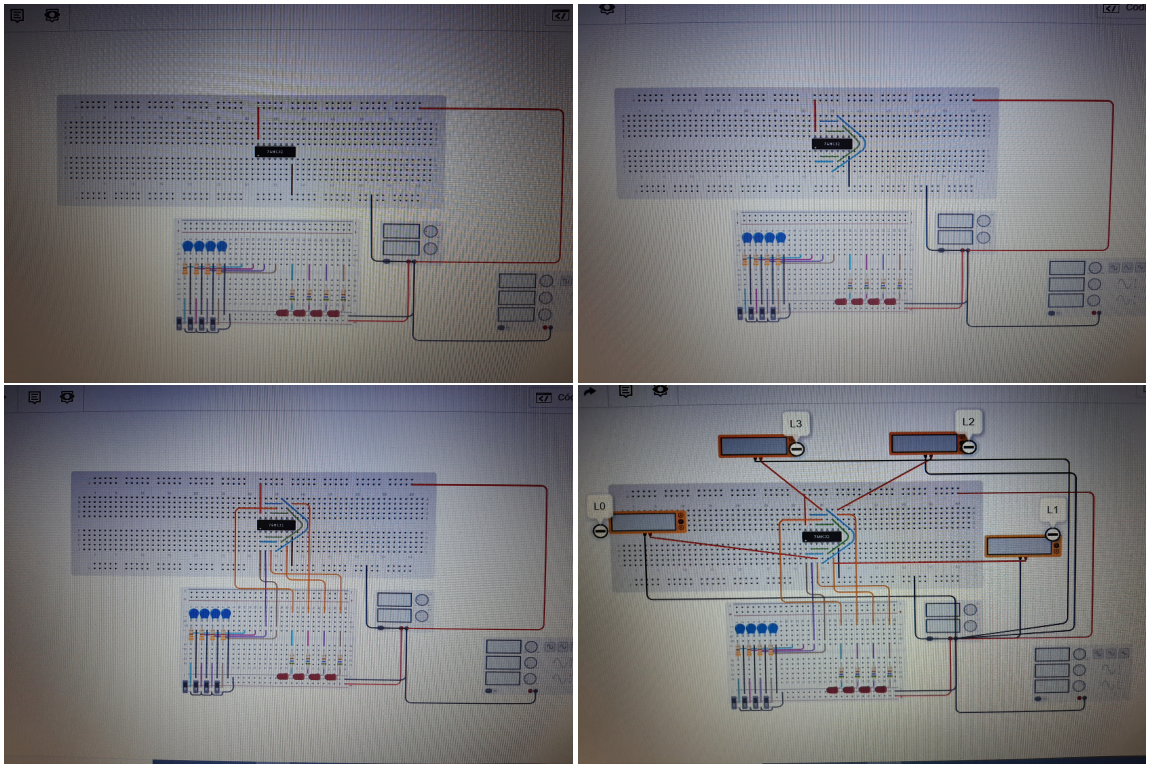

Figura 6. Montando o circuito no simulador

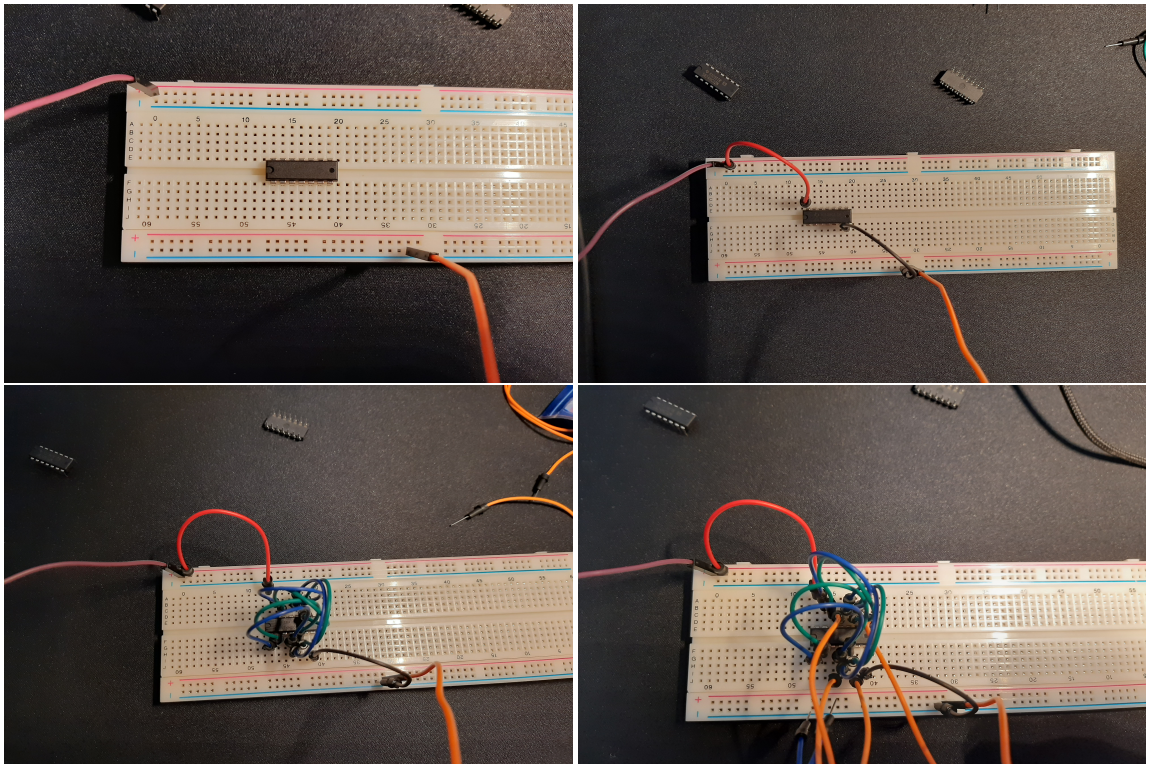

Figura 7. Montando o circuito na vida real

2.3. Porta AND usando OR e NOT

Deve-se chegar ao mesmo resultado da Equação 1 usando apenas usando portas NOT e OR:

$$Y = AB \tag{1}$$

Considere:

$$Y = AB = \overline{\overline{AB}} \tag{2}$$

Aplicando-se teorema de De Morgan:

$$Y = \overline{\overline{AB}} = \overline{\bar{A} + \bar{B}} \tag{3}$$

A partir do resultado da Equação 3 pode-se chegar à combinação de portas lógicas da Figura 8.

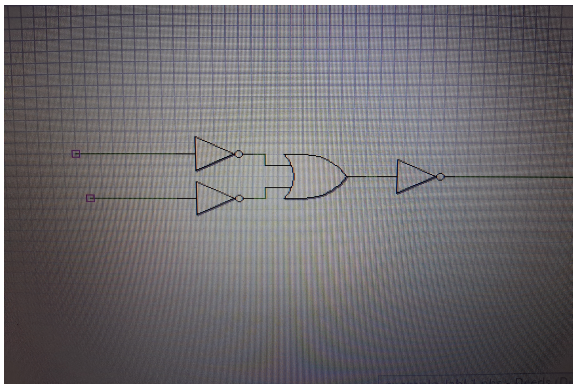

Figura 8. AND produzido apenas com as portas OR e NOT

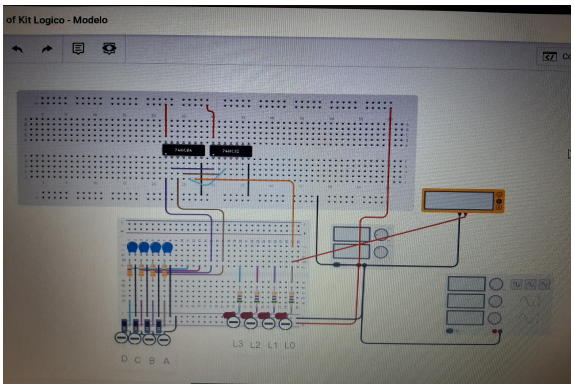

Figura 9. Figura 8 implementada no Tinkercad

Aplicando o circuito da Figura 8 chega-se ao resultado mostrado na Figura 9, a partir dele e dadas as entradas pode-se preencher a tabela representada na Figura 10 com as voltagens medidas no multímetro.

B	A	L0=A.B
0	0	0V
0	1	0V
1	0	0V
1	1	4,77V

Figura 10. Tabela preenchida com as voltagens vistas no circuito da Figura 9

3. Análise dos Resultados

3.1. Análise do tópico 1

É possível compreender como funcionam os pinos de uma *Protoboard* a partir do que foi visto no tópico. Por exemplo, na Figura 3 o cabo que liga a entrada ao LED não está conectado no mesmo ponto em que os fios que se originam da entrada e saída, mas o circuito ainda funciona. Isso ocorre porque os pinos da *Protoboard* estão conectados de maneiras específicas de tal forma que é possível fazer ligações elétricas sem precisar fazer contato direto entre os fios. O mesmo é válido para a alimentação energética da *Protoboard*.

3.2. Análise do tópico 2

Como pode ser notado na Figura 5, as saídas que representam o nível lógico 1 apresentam uma voltagem de 4,77V, que é diferente da saída normalmente esperada de 5V, porém o resultado que obtemos ainda é entendido como o nível lógico 1, isso ocorre devido ao fato de que os CIs que foram utilizados pertencem ao grupo de circuitos TTL (Lógica Transístor-Transístor), que possibilitam estabelecer uma margem de ruído, assim em sua fabricação é determinado uma faixa de valores que podem ser aceitos como entrada ou saída caso algum sinal recebido tenha sofrido alguma pequena interferência [Harris 2013].

3.3. Análise do tópico 3

Na Figura 10 novamente pode-se notar a voltagem de 4,77V ao invés de 5V, a justificativa dessa saída ser interpretada como nível lógico 1 já foi apresentada na Subseção 3.2 do relatório.

A partir dos resultados coletados no tópico é permitido afirmar que com as portas lógicas NOT e OR é possível fazer uma porta AND e o oposto também pode ser feito, utilizando as portas AND e NOT é possível obter a porta OR, pois:

$$Y = A + B \tag{4}$$

Considere:

$$Y = A + B = \overline{\overline{A + B}} \tag{5}$$

Aplicando-se teorema de De Morgan:

$$Y = \overline{\overline{A + B}} = \overline{\bar{A} \cdot \bar{B}} \tag{6}$$

Agora sabe-se que com os conjuntos de porta AND e NOT, ou OR e NOT consegue-se fazer quaisquer portas lógicas. Conjuntos com essas características são chamados de conjuntos universais.

4. Conclusão

Nesse experimento foi possível a adaptação à plataforma Tinkercad por meio dos três tópicos da Seção 2 e a um maior entendimento sobre Circuitos Integrados e o básico de eletrônica. Desses tópicos mais conceitos foram introduzidos: o de circuito TTL e o de conjuntos universais, além da revisão sobre Álgebra Booleana e teorema de De Morgan. Todos os objetivos listados na Seção 1.1 foram cumpridos com êxito.

Referências

[Harris 2013] Harris, D. M. H. . S. L. (2013). *Projeto Digital e Arquitetura de Computadores*. Morgan Kaufman, 2ª edition.

Auto-Avaliação

1. b
2. c e d
3.

A	B	C	S
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	0
1	1	1	1