

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ
UNIOESTE - CAMPUS DE FOZ DO IGUAÇU
CENTRO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS EXATAS
CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
SISTEMA DIGITAIS
JORGE HABIB HANNA EL KHOURI

TIAGO VINICIUS LOPES PEREIRA

4ª PROVA DE SISTEMAS DIGITAIS

FOZ DO IGUAÇU
2021

INTRODUÇÃO	3
DESENVOLVIMENTO	4
ENTRADA DE DADOS	4
MÉDIA	7
LED	10
MAIOR	11
CIRCUITO COMPLETO	14
CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	17

INTRODUÇÃO

A prova IV da matéria de Sistemas Digitais tem como objetivo avaliar o conhecimento que os alunos obtiveram em sala de aula referente a circuitos sequenciais e conversão de sinais

Circuitos sequenciais são circuitos que têm seus estados definidos por entradas que ocorreram no passado, e assim possuem a capacidade de armazenar um bit de dado. Portanto são muitas vezes vistos como dispositivos de memória.

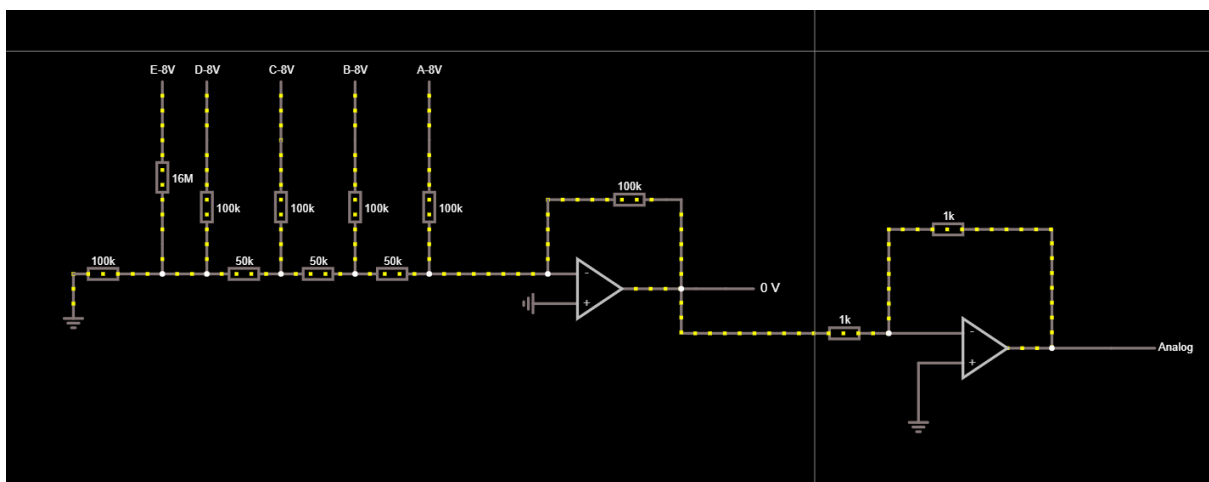
Neste trabalho será apresentada a resolução do exercício utilizado como forma de avaliação dos conhecimentos da matéria.

DESENVOLVIMENTO

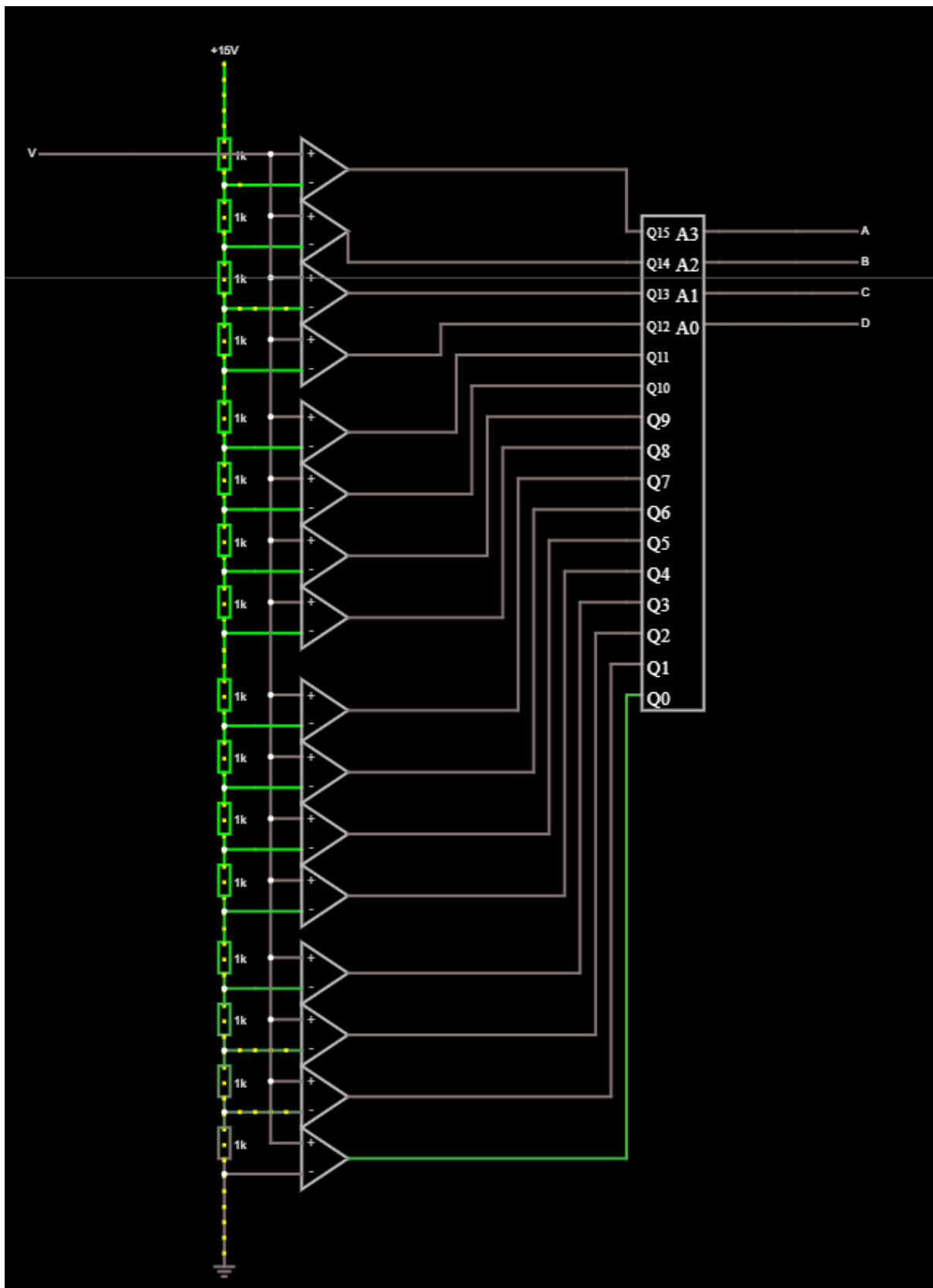
ENTRADA DE DADOS

O circuito foi dividido em vários sub circuitos menores para facilitar a visualização e o funcionamento do próprio circuito, a ferramenta utilizada foi o CircuitJS.

Primeiramente, foi implementado o sub circuito que converte dados digitais para dados analógicos de até 15V. O sub circuito é do tipo R/2R Ladder com a adição de um resistor maior no bit de menor valor para facilitar a conversão de 5 bits para 4 bits e um segundo op-amp que inverte a entrada de -15V para 15V .



Ademais, foi implementado um sub circuito que converte o sinal analógico de 15V em um digital de 4 bits. Para isso, foi utilizado um circuito divisor de tensão aliado a um “encoder” de prioridade.

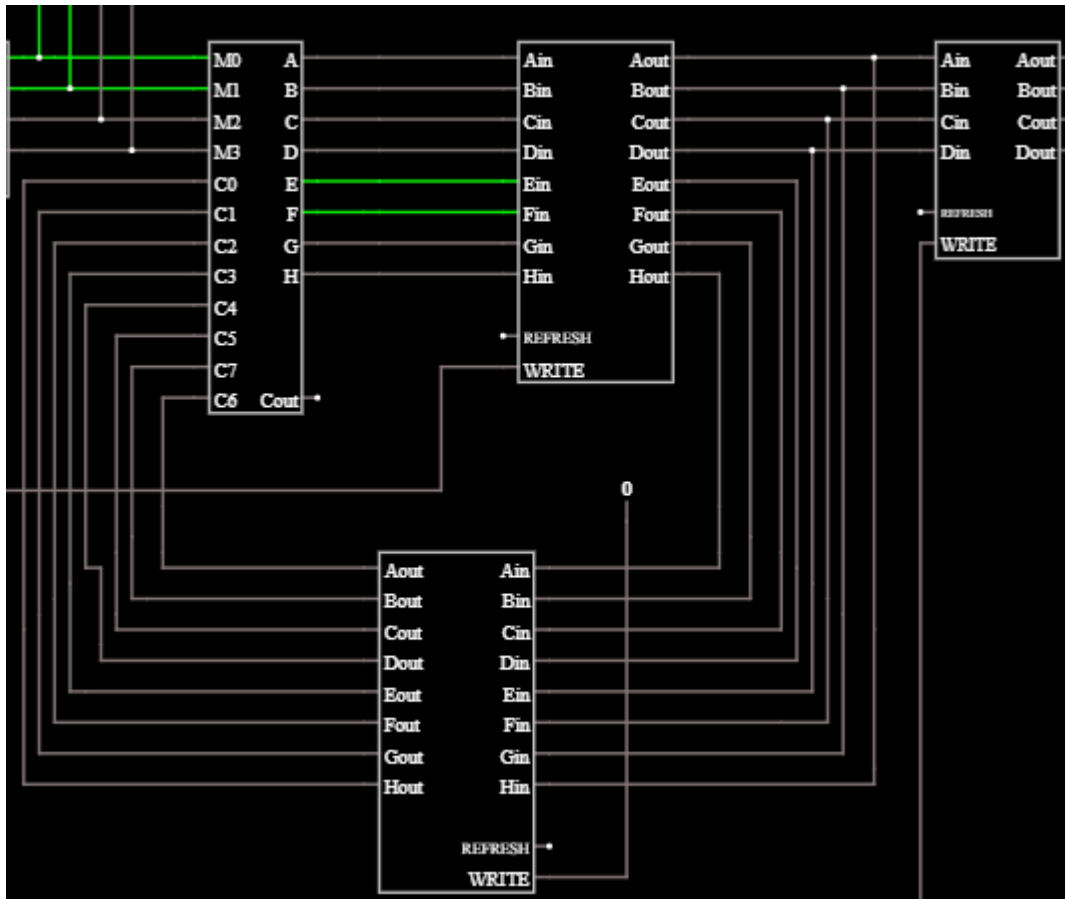


Além disso, fez-se necessária a implementação de uma memória DRAM de 16 linhas com 4 bits cada para o armazenamento das leituras de temperatura. Essa

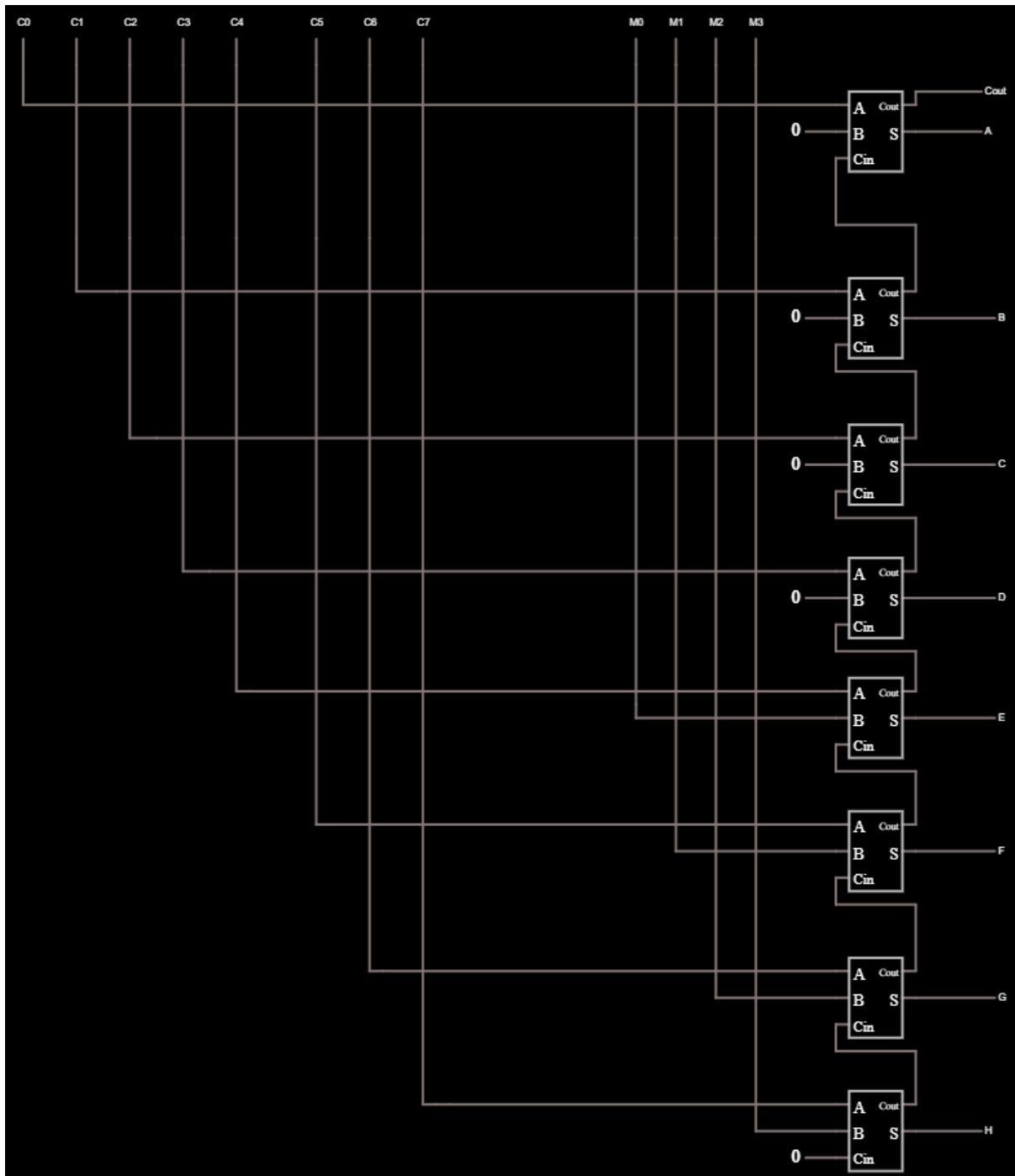
Diagram of the 8255 PPI chip configuration. The chip is shown with its 40 pins. The 5V pin is connected to a 5V supply. The 8255 chip is configured with the following connections: A1 to A, B1 to B, C1 to C, D1 to D, S0 to S0, S1 to S1, S2 to S2, and S3 to S3. The chip is labeled '8255' and 'PPI'.

MÉDIA

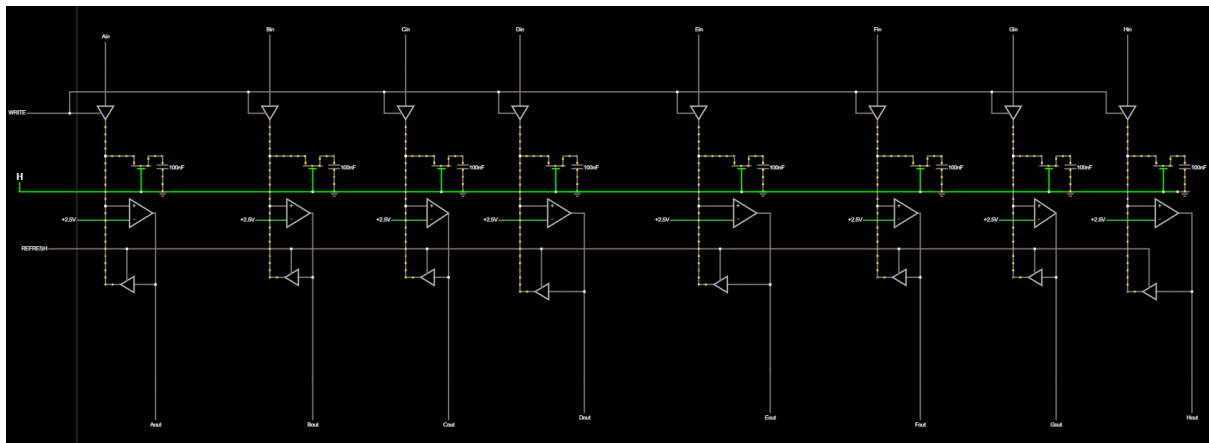
Primeiramente, o cálculo da média foi dividido em 4 subcircuitos, um somador de 8 bits, dois buffers de 8 bits e um buffer de 4 bits. Cada leitura de temperatura é somada ao valor lido anteriormente que está armazenado no segundo buffer de 8 bits e, após os dezesseis valores serem somados, os 4 bits de maior significância são armazenados no buffer de 4 bits. Dessa forma, para fazer a divisão por 16 o buffer de 4 bits simplesmente ignora os 4 bits de menor significância.



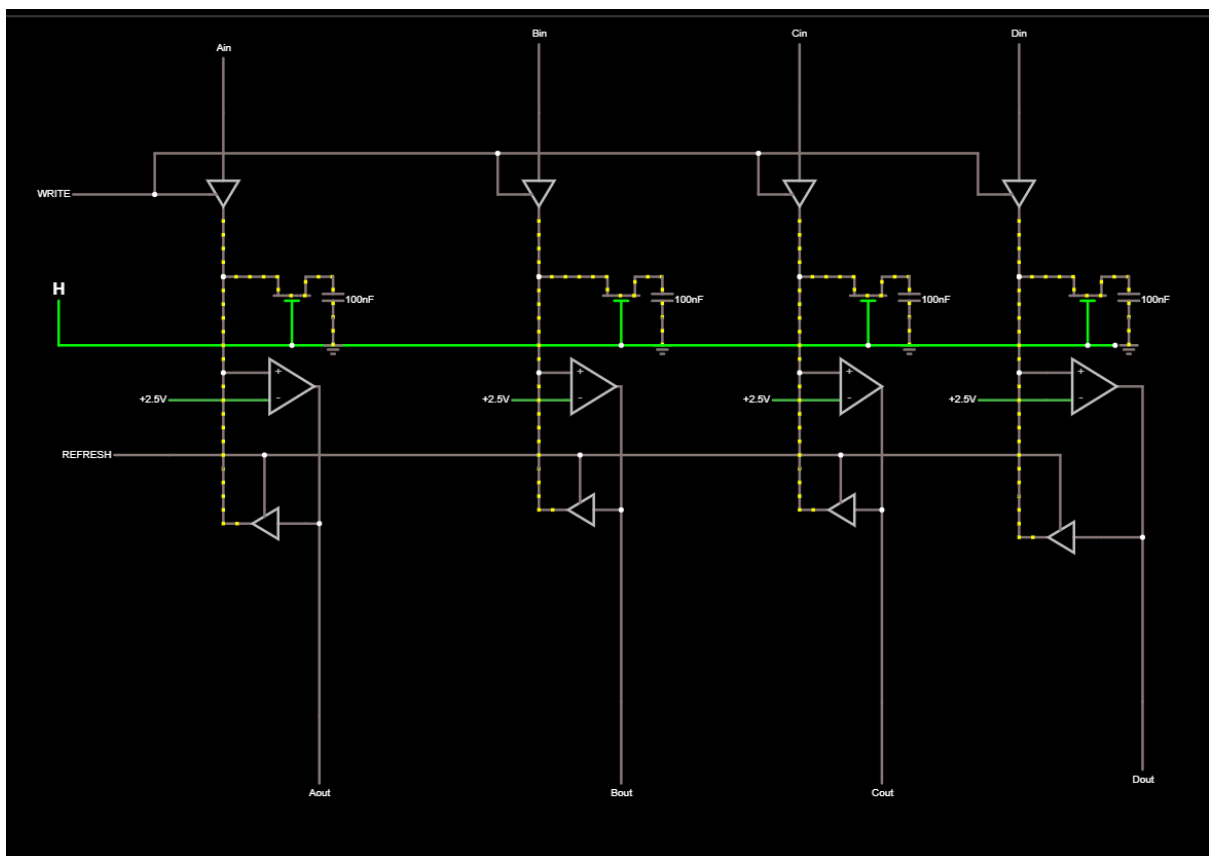
Para isso, a implementação do somador de 8 bits foi feita com 8 “full-adders”, porém, nesse caso apenas uma entrada pode ter até 8 bits, enquanto a outra que vem da memória tem necessariamente 4 bits sempre.



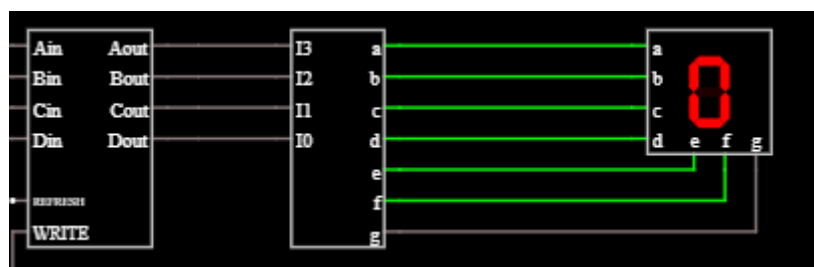
Aliado a isso, fez-se necessária a utilização de dois buffers de 8 bits que evitam que o circuito entre em loop fazendo o armazenamento no buffer e somando ao mesmo tempo. O buffer foi implementado utilizando capacitores, da mesma forma que a memória, porém o buffer conta com um sistema de “refresh”.



Da mesma forma, o buffer de 4 bits é uma versão reduzida do buffer de 8 bits.



Aliado a isso, foi utilizado um display de 7 segmentos junto ao buffer de 4 bits para facilitar a visualização da média.

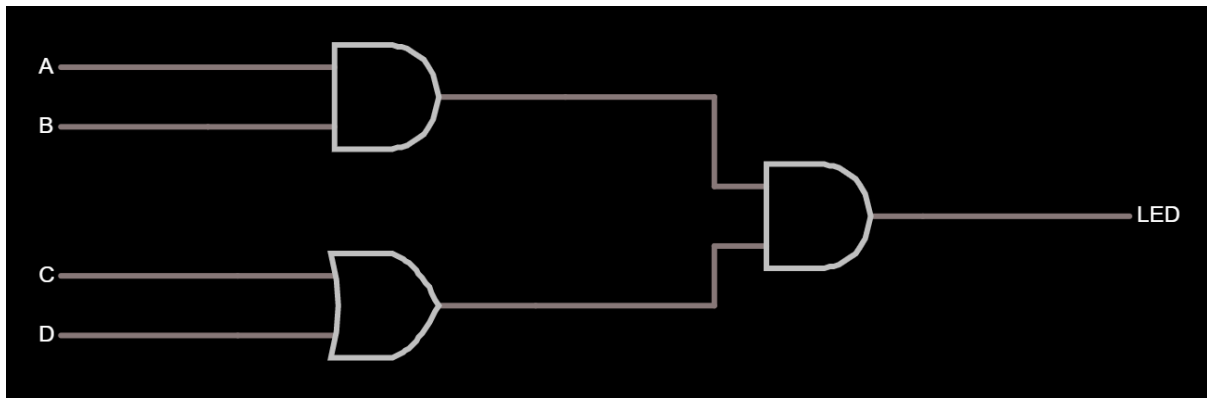


LED

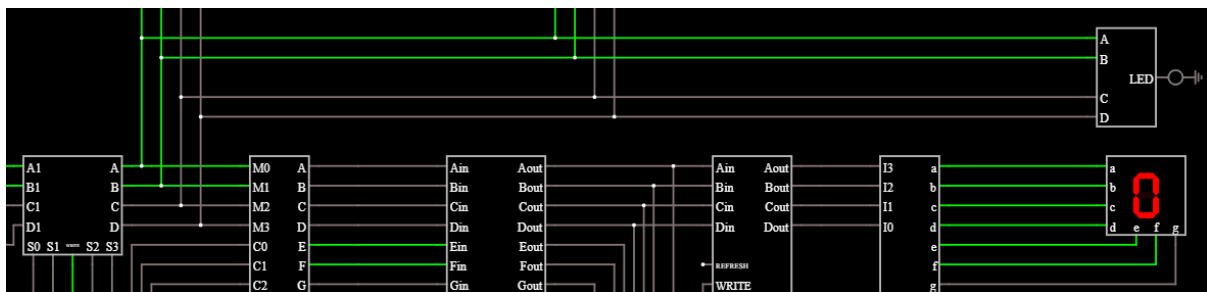
Antes de mais nada, o sistema deve acender um LED sempre que a temperatura for superior a 24°C. Para isso, foi feito um sub circuito que gera um sinal “HIGH” sempre que a temperatura for maior que 24°C, o circuito foi implementado seguindo a seguinte tabela verdade:

A	B	C	D	LED	0V-15V	°C
0	0	0	0	0	0V	0°
0	0	0	1	0	1V	2°
0	0	1	0	0	2V	4°
0	0	1	1	0	3V	6°
0	1	0	0	0	4V	8°
0	1	0	1	0	5V	10°
0	1	1	0	0	6V	12°
0	1	1	1	0	7V	14°
1	0	0	0	0	8V	16°
1	0	0	1	0	9V	18°
1	0	1	0	0	10V	20°
1	0	1	1	0	11V	22°
1	1	0	0	0	12V	24°
1	1	0	1	1	13V	26°
1	1	1	0	1	14V	28°
1	1	1	1	1	15V	30°

Analisando a tabela, é possível perceber que para o LED acender, é necessário que A e B estejam com o sinal “HIGH” e C ou D também estejam com o sinal “HIGH”. Portanto, chegamos à equação lógica $LED = (AB)(C+D)$, e assim podemos implementar o circuito.

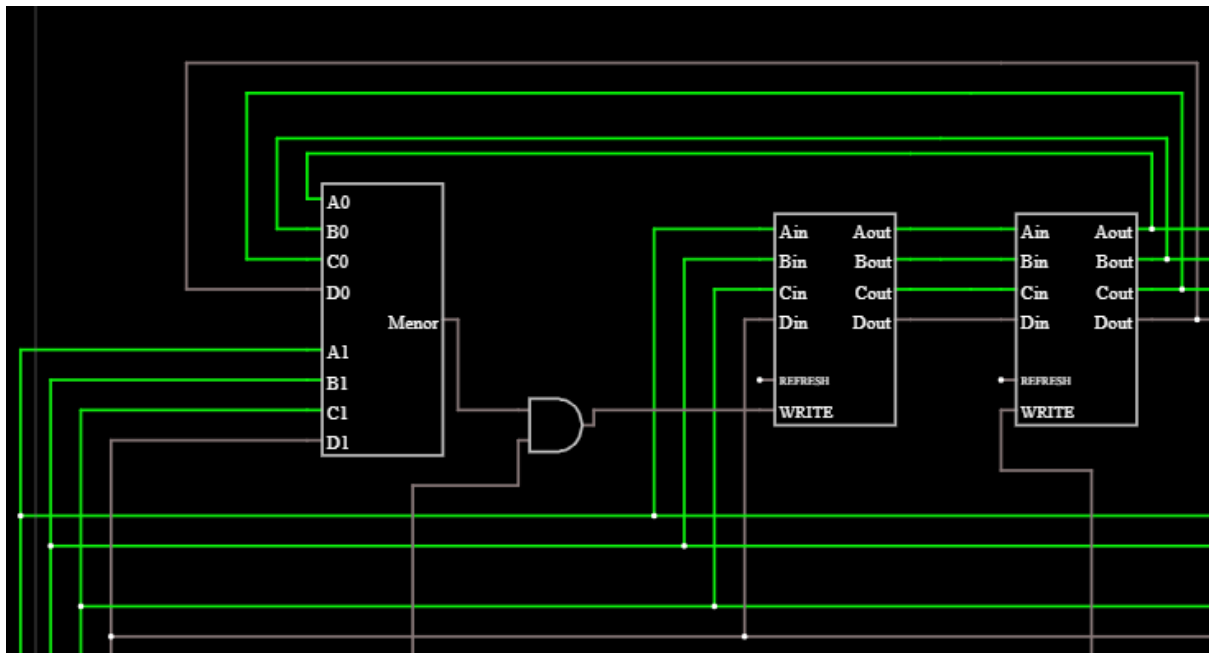


Assim, o sub circuito simplesmente recebe o sinal vindo da memória e acende o LED quando a temperatura é maior que 24°C.



MAIOR

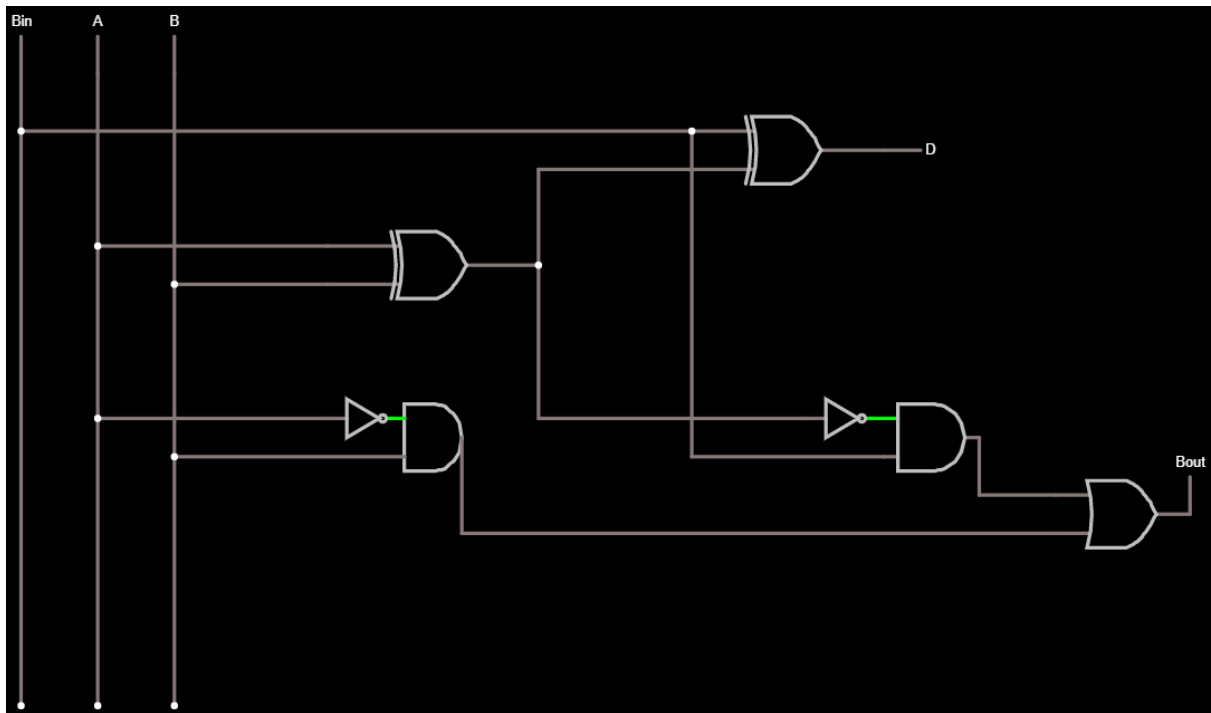
Primeiramente, o circuito que calcula o maior número registrado foi dividido em dois buffers de 4 bits e um sub circuito que faz a comparação entre dois números de 4 bits. O circuito comparador recebe os 4 bits atuais da memória e os compara com os 4 bits armazenados no segundo buffer, caso o dado armazenado no buffer seja menor que o dado vindo da memória o circuito gera um sinal HIGH passa por um AND com o sinal de controle para habilitar a escrita no primeiro buffer. Assim como no caso da média, fez-se necessária a utilização de dois buffers para evitar o “loop” nos cálculos do CircuitJS que travariam a simulação.



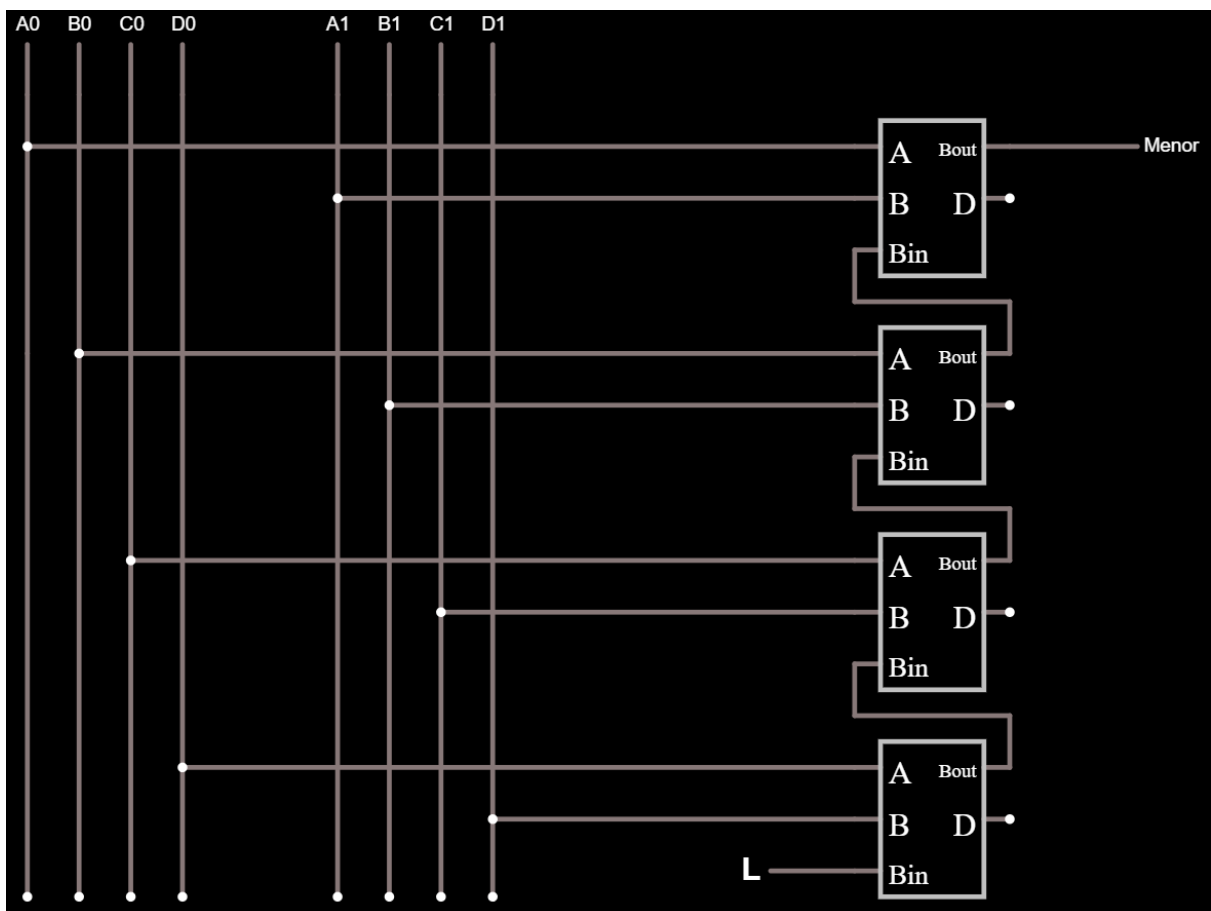
Para tanto, o circuito comparador foi implementado utilizando um subtrator completo que descarta o resultado da operação, devolvendo apenas o bit que representa o “borrow” da operação. O bit “borrow” em estado “HIGH” significa que o segundo número, nesse caso o número vindo da memória, é maior que o primeiro número. Portanto, o AND com o sinal de controle é feito para controlar o acesso a escrita do buffer. Com isso, o sub circuito subtrator foi implementado seguindo a tabela verdade:

A	B	Bin	D	Bout
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	0	0	1
0	0	1	1	0
0	1	1	0	0
1	0	1	0	0
1	1	1	1	1

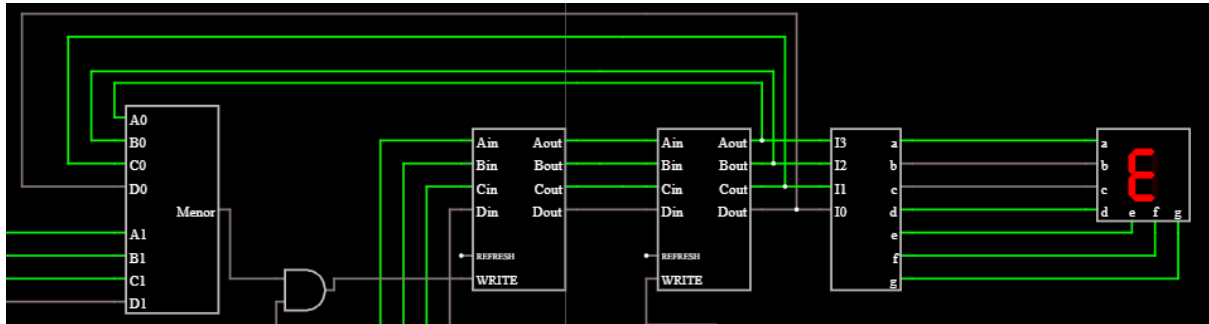
Seguindo a tabela, implementou-se o circuito subtrator:



Finalmente, utilizando quatro subtratores, é possível implementar o circuito que calcula se os primeiros 4 bits são menores que os outros.

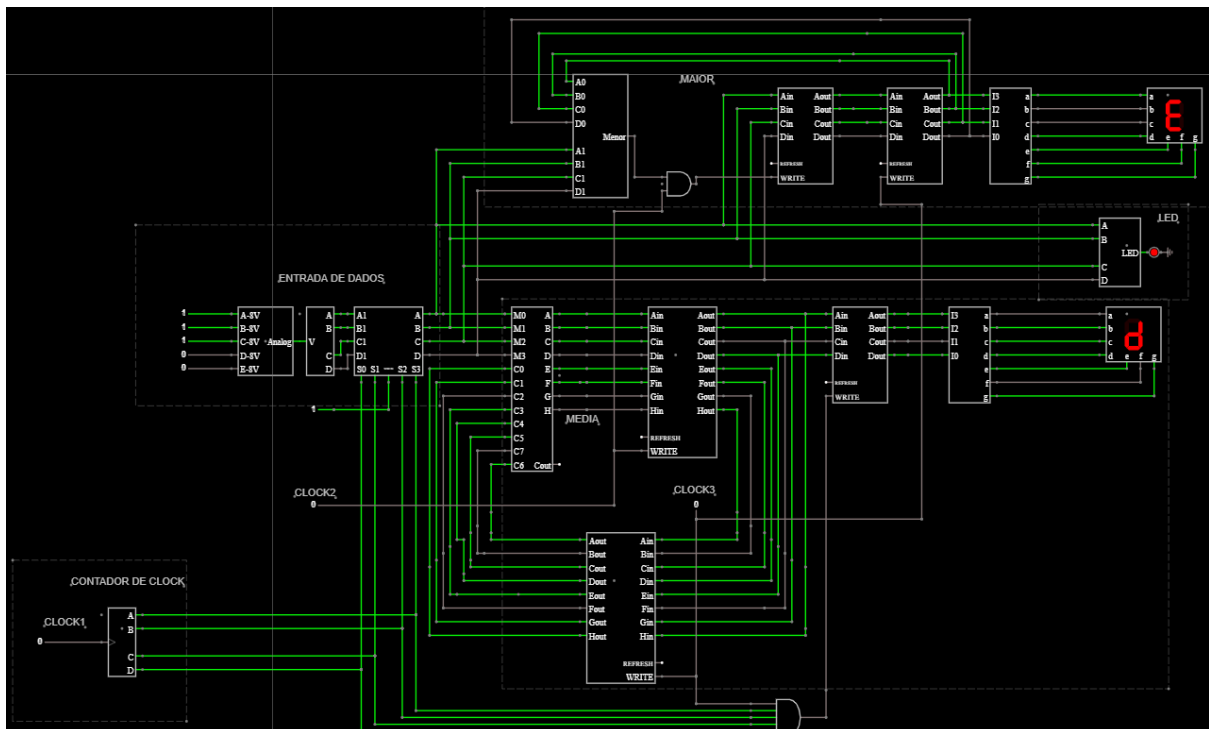


Ademais, foi adicionado um display de 7 segmentos à saída do segundo buffer para facilitar a visualização da maior entrada.

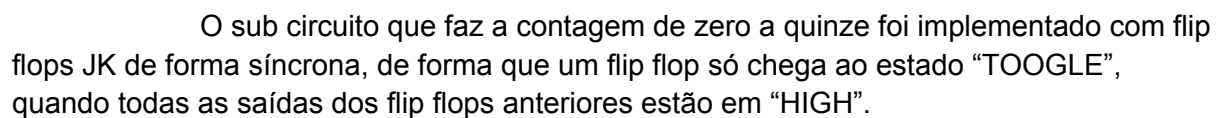


CIRCUITO COMPLETO

Com isso, o circuito completo foi montado utilizando três entradas que substituíram o clock, uma vez que a utilização do clock causava comportamento inesperado no circuito. Desse modo, a primeira entrada que simula o clock MOD 10 é inserida manualmente e serve de entrada para um contador que controla a posição da memória. Junto a isso, existem mais duas entradas que simulam um sinal de clock que idealmente seria o resultado do primeiro clock com alguns buffers de atraso. Esses sinais de clock controlam a leitura do primeiro e do segundo buffer respectivamente tanto no cálculo da média como no cálculo do maior número. Quando o contador de posição da memória chega na última posição e o terceiro clock é ativado, o programa encerra sua execução apresentando os resultados finais da média e do maior número.



O sub circuito que faz a contagem até dez foi implementado da mesma forma que o contador de nove a zero que foi feito em sala.



CONCLUSÃO

Primordialmente, com o desenvolvimento do exercício proposto é possível ter uma compreensão muito maior do funcionamento interno de um computador, e de como é importante que o processador siga um passo a passo sincronizado por clock para a execução de cada tarefa e para a transmissão de dados.

Ademais, também é possível notar a importância do planejamento do circuito e da escolha adequada da ferramenta de simulação, pois estas podem influenciar muito o andamento de um projeto, como foi evidenciado com o resultado da resolução deste exercício.

Por fim, o maior contato com os componentes referentes à conversão de sinais, como op-amps e resistores é benéfico para a formação dos acadêmicos, já que proporciona maior experiência com a realidade quando executa-se um trabalho no nível mais baixo da computação.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- Khouri, Jorge; Hachisuca, Antonio. Sistemas Digitais. Circuitos Sequenciais - Parte I, 2020. 71 slides. Acesso em: 10/09/2021;
- Khouri, Jorge; Hachisuca, Antonio. Sistemas Digitais. Circuitos Sequenciais - Parte II, 2020. 86 slides. Acesso em: 10/09/2021;
- Khouri, Jorge; Hachisuca, Antonio. Sistemas Digitais. Circuitos Sequenciais - Parte III, 2020. 114 slides. Acesso em: 10/09/2021;
- Khouri, Jorge; Hachisuca, Antonio. Sistemas Digitais. Circuitos Sequenciais - Parte IV, 2020. 100 slides. Acesso em: 10/09/2021;
- Khouri, Jorge; Hachisuca, Antonio. Sistemas Digitais. Circuitos Sequenciais - Parte V, 2020. 56 slides. Acesso em: 10/09/2021;
- INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA. Contadores síncronos.
Disponível em:
<https://wiki.sj.ifsc.edu.br/index.php/DIG222802_2017_2_AULA04>. Acesso em: 10/09/2021;