

# Relatório do Trabalho Final de Circuito Digital

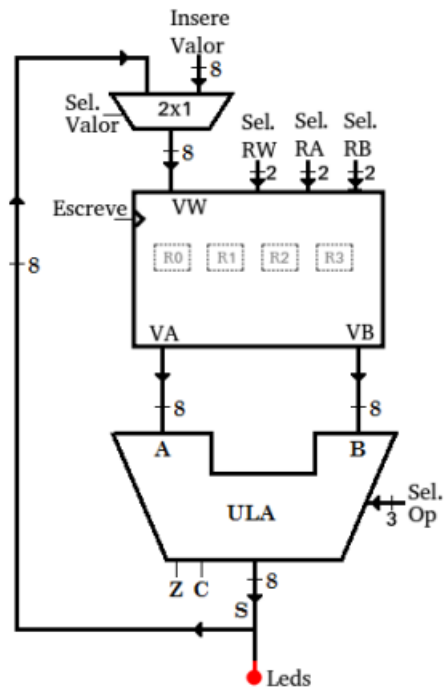
Erickson Müller, mat: 20230001178

Erickson Müller, mat: 20230001178

04 de julho de 2024

# 1 Introdução

O objetivo desse trabalho é apresentar os resultados da implementação do circuito lógico apresentado pelos professores Geomar André Schreiner e Luciano Lores Caimi, conforme imagem abaixo:



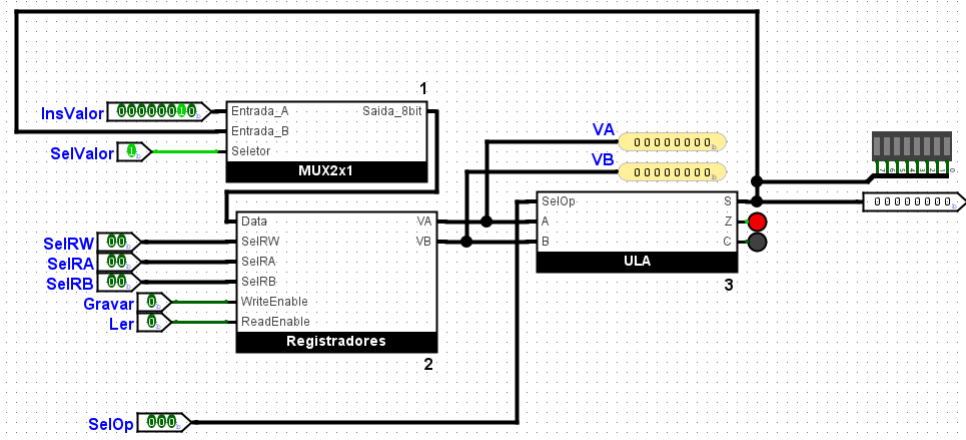
O projeto foi montado no programa Logisim-Evolution v3.8.0, usando os componentes do *software*. Ao total, foram montados 10 subcircuitos, acrescidos do circuito *main*; O circuito possui 5 chaves seletoras (estas representando em ordem binária as entradas/saídas de cima para baixa), 1 entrada de 8 bits para inserir valor, e duas entradas que funcionam como enable e clock dos flip-flops. Com esse circuito, podemos resolver equações de segundo grau e binômios quadrados.

## 2 Descrição da Solução

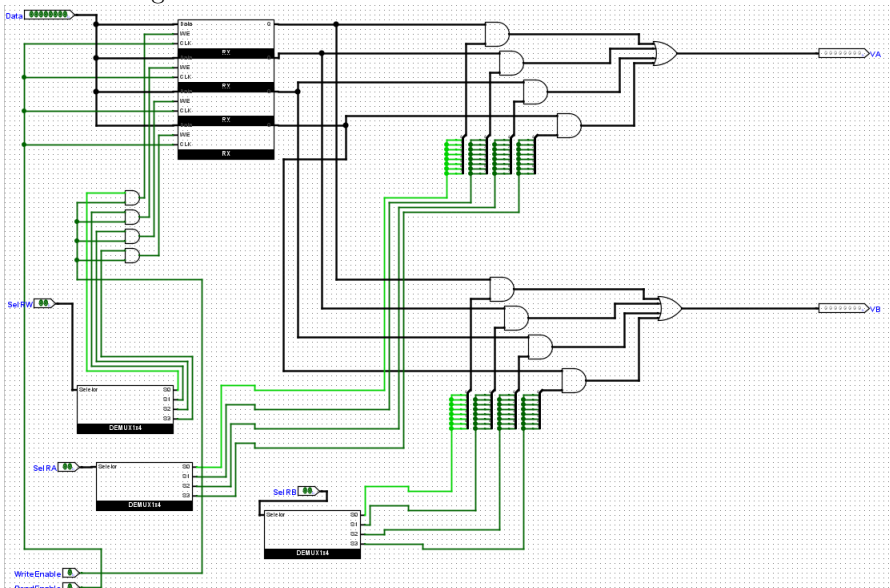
### 2.1 Diagrama com os Blocos Operacionais

O projeto possui ao todo 10 subcircuitos que interagem entre si são utilizados para o sucesso do circuito principal. A seguir apresentamos imagens destas estruturas:

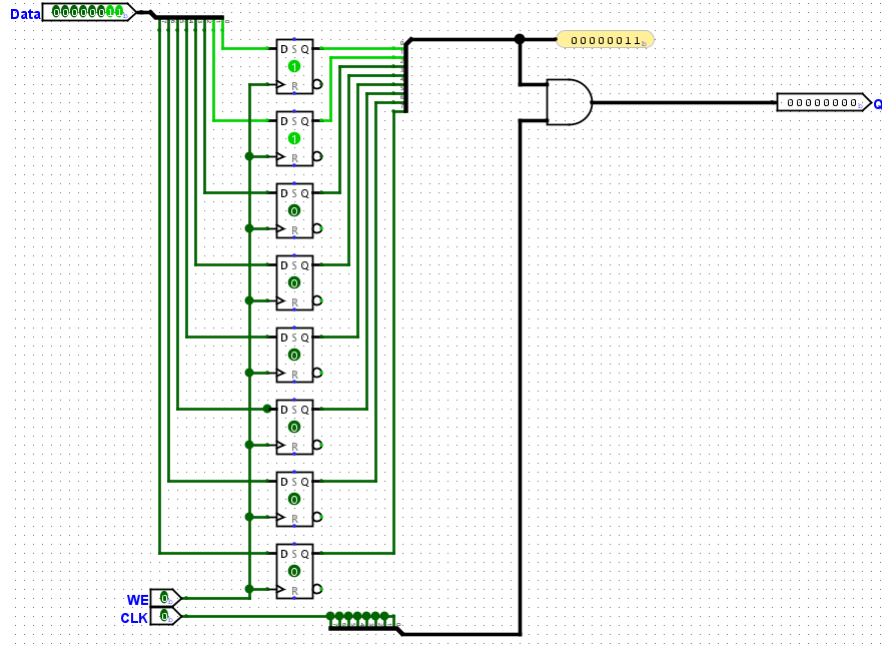
#### 1. Circuito Principal



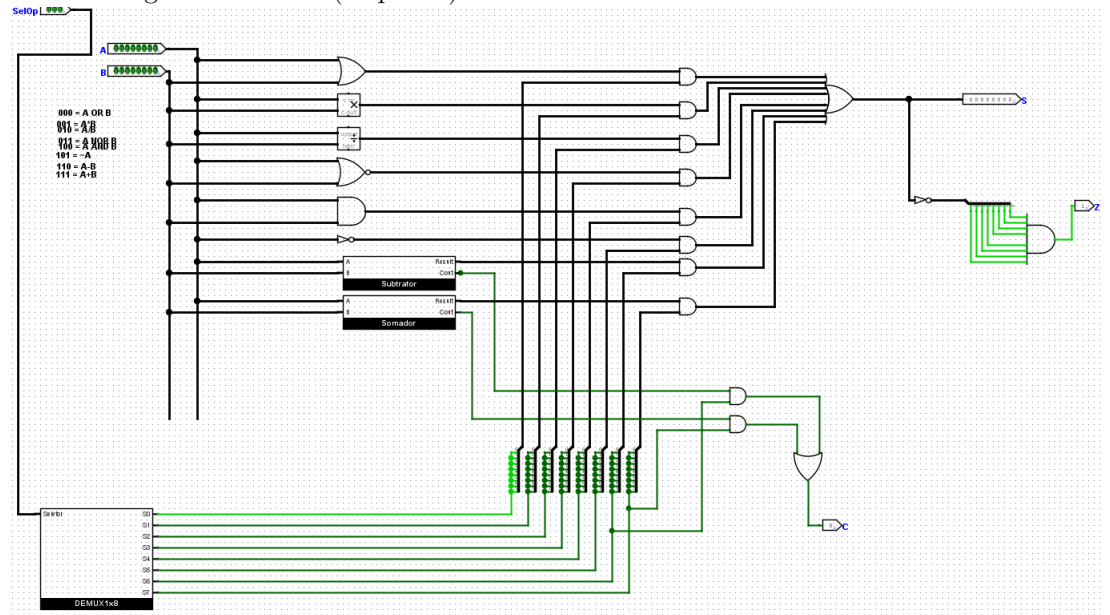
#### 2. Banco de Registradores



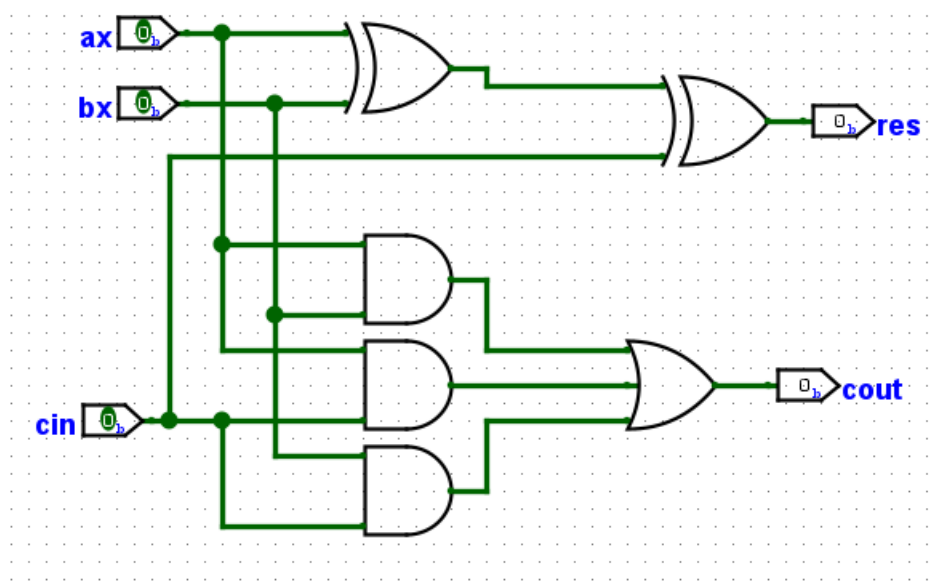
### 3. Registrador de 8 bits montado com flip-flops



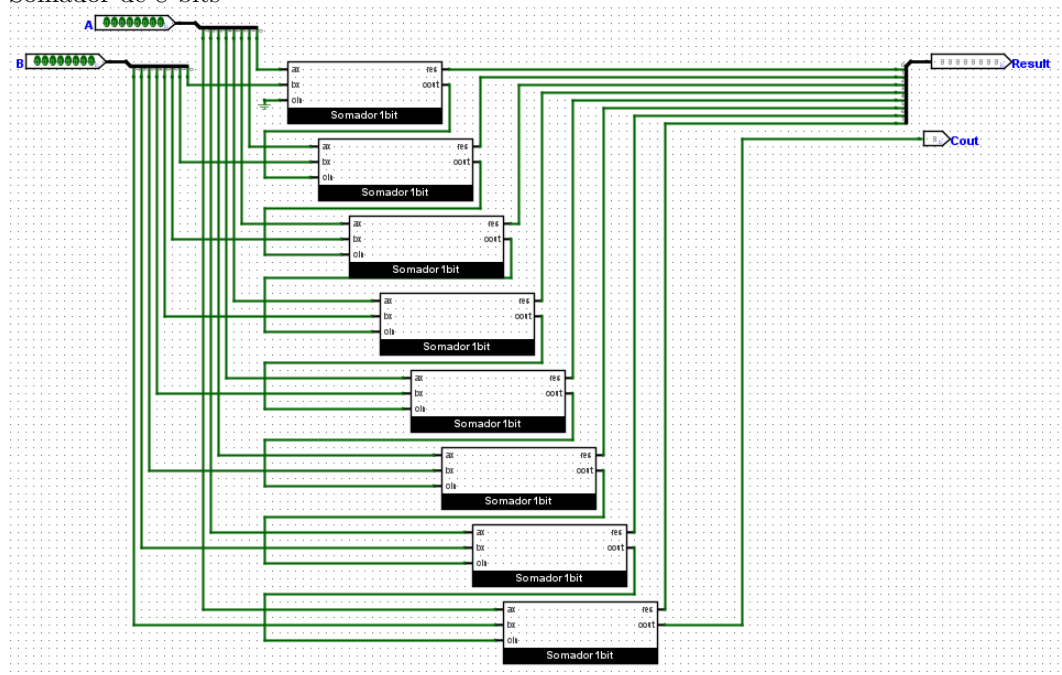
### 4. Unidade Lógica Aritmética (Dupla 31)



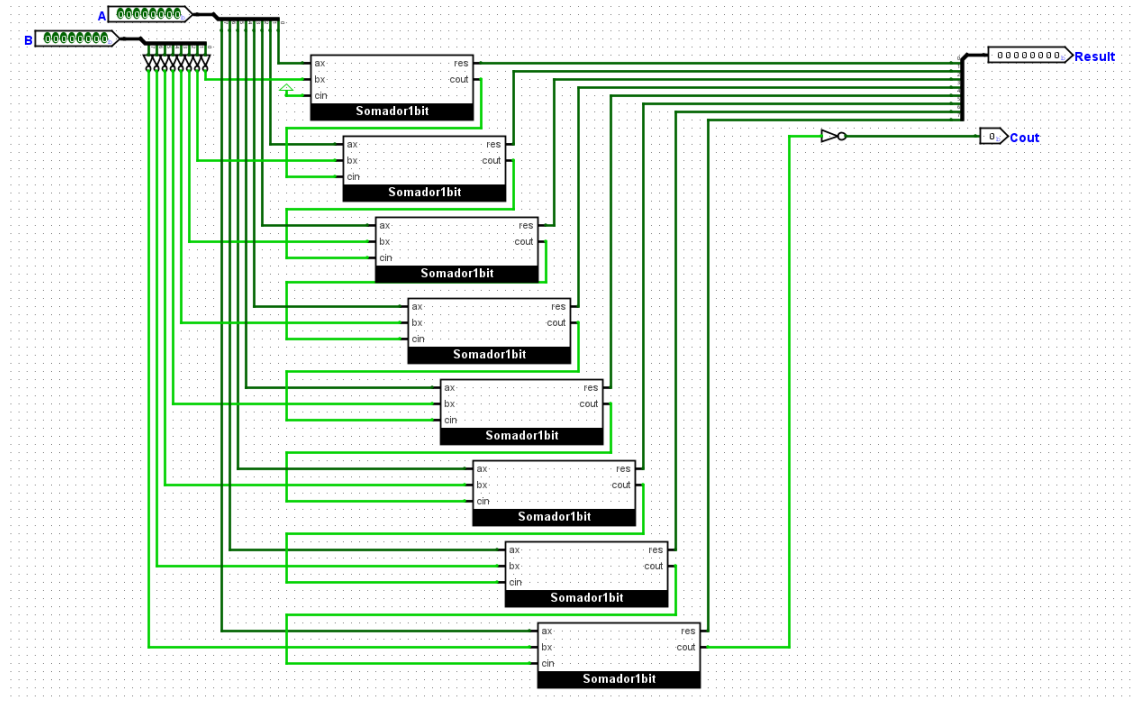
5. Somador de 1 bit, utilizado nos subcircuitos de somador e subrator



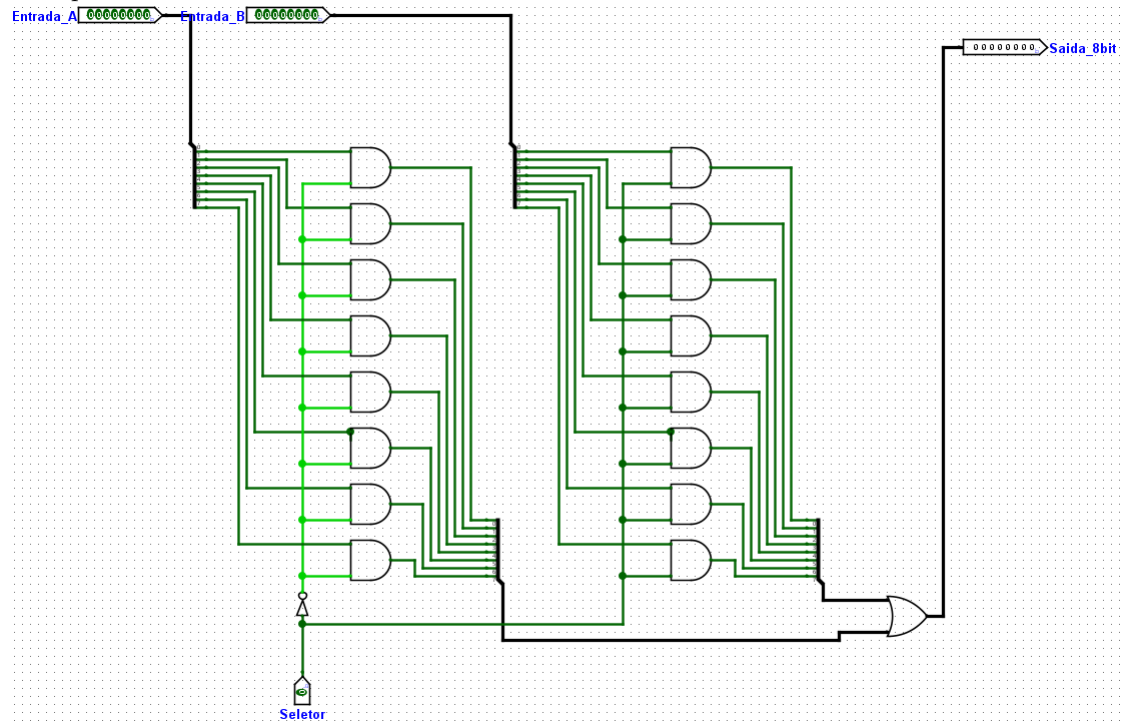
6. Somador de 8 bits



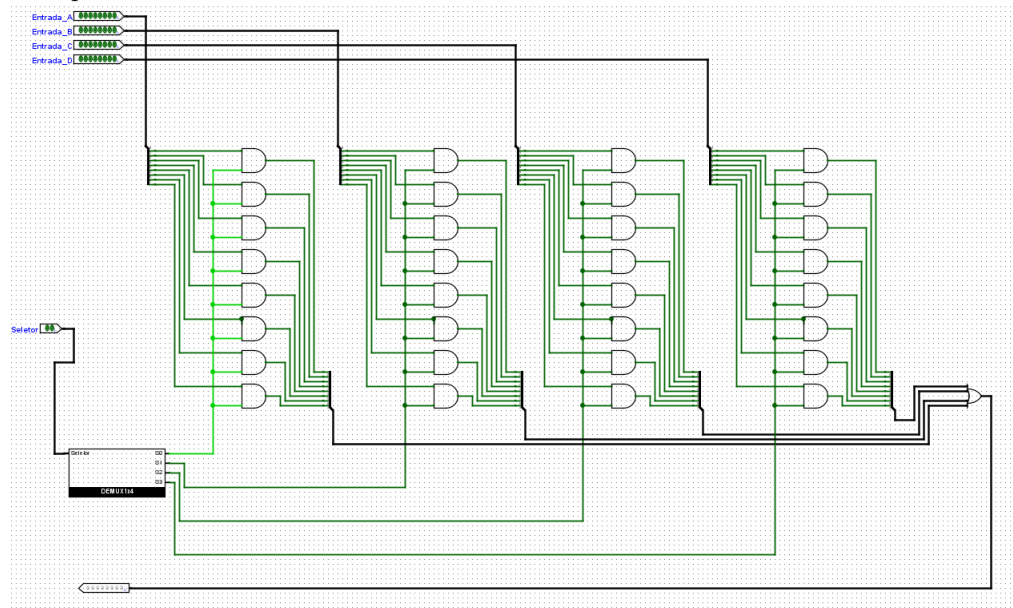
# 7. Subtrator de 8 bits



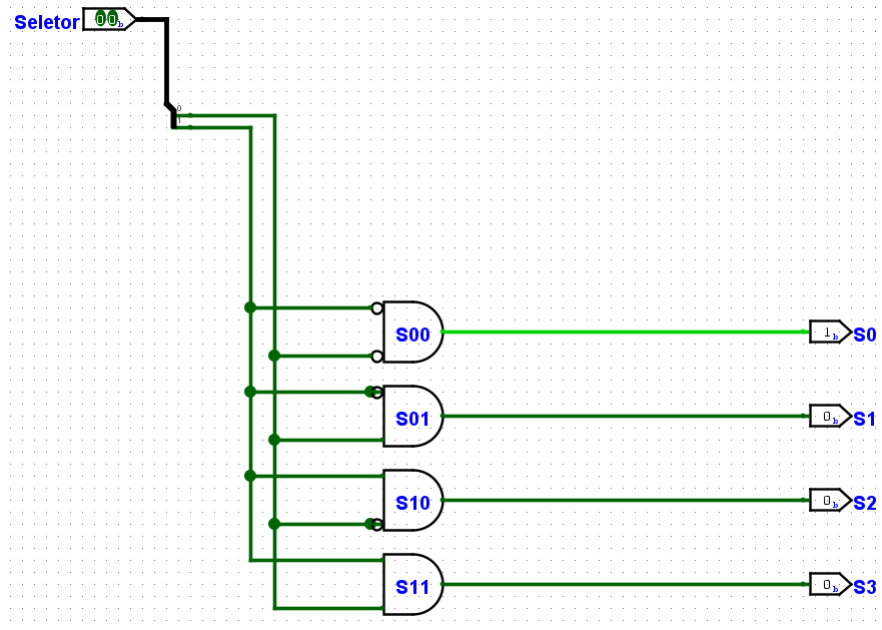
### 8. Multiplexador 2x1



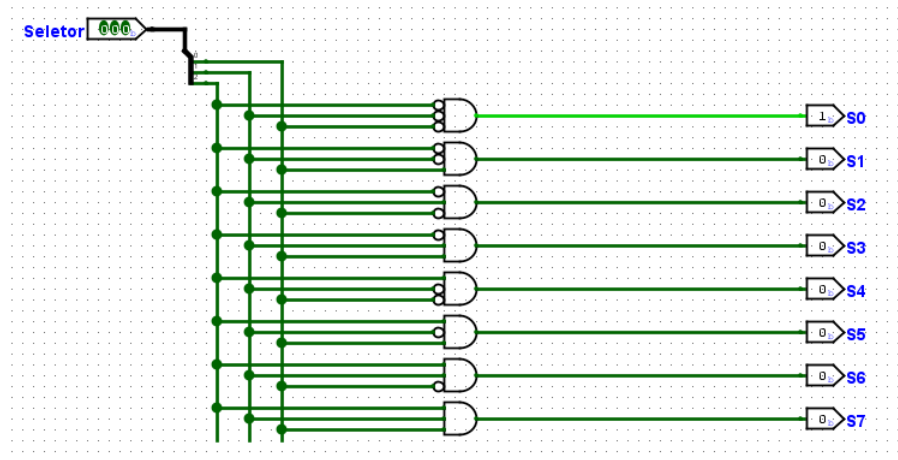
### 9. Multiplexador 4x1



#### 10. Demultiplexador 1x4



#### 11. Demultiplexador 1x8



## 2.2 Equações propostas

A nossa dupla optou pela ordem de seleção da ULA do Grupo 31, conforme imagem abaixo. Essas operações vão ser utilizadas na resolução da função



quadrática e do binômio quadrado.

SelOp	Grupo 31:
000	A OR B
001	A * B
010	A / B
011	A NOR B
100	A AND B
101	~A
110	A - B
111	A + B

A função quadrática a ser solucionada é a seguinte:

$$y = 2x^2 + 3x - 4$$

Para os valores de  $x$ , foram atribuídos os números 2 e  $-2$

O binômio quadrado a ser solucionado é o seguinte:

$$(3 + 5)^2 = 3^2 + 2.3.5 + 5^2$$

Iremos armazenar os valores de cada lado da equação em um registrador e subtrair, resultando no valor 0, que acenderá o led  $Z$ .

### 2.3 Soluções da Função de Segundo Grau com $x = 2$

Após zerar todas as entradas:

1. InsValor = 00000010 (Armazenar 2 no R0)  
SelRW = 00  
Gravar = 1,0
2. InsValor = 00000011 (Armazenar 3 no R1)  
SelRW = 01  
Gravar = 1,0

3. InsValor = 11111100 (Armazenar -4 no R2)  
SelRW = 10  
Gravar = 1,0
4. InsValor = 00000010 (Armazenar 2 no R3)  
SelRW = 11  
Gravar = 1,0
5. SelRA = 01 (Multiplicar B e X)  
SelRB = 11  
SelOp = 001  
Ler = 1
6. SelValor = 1 (Armazenar b.x no R1)  
SelRW = 01  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
7. SelRA = 11 (Multiplicar X e X)  
Sel RB = 11  
Ler = 1
8. SelRW = 11 (Armazenar  $x^2$  no R3)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
9. SelRA = 00 (Multiplicar A e  $x^2$ )  
SelRB = 11  
Ler = 1
10. SelRW = 00 (Armazenar  $a.x^2$  no R0)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
11. SelRA = 00 (Somar  $a.x^2 + b.x$ )  
SelRB = 01  
SelOp = 111  
Ler = 1
12. SelRW = 00 (Armazenar  $a.x^2 + b.x$  no R0)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
13. SelRA = 00 (Somar  $a.x^2 + b.x$  e c)  
SelRB = 10  
Ler = 1

Resultado = 10.

## 2.4 Soluções da Função de Segundo Grau com $x = -2$

Após zerar todas as entradas:

1. InsValor = 00000010 (Armazenar 2 no R0)  
SelRW = 00  
Gravar = 1,0
2. InsValor = 00000011 (Armazenar 3 no R1)  
SelRW = 01  
Gravar = 1,0
3. InsValor = 11111100 (Armazenar -4 no R2)  
SelRW = 10  
Gravar = 1,0
4. InsValor = 11111110 (Armazenar -2 no R3)  
SelRW = 11  
Gravar = 1,0
5. SelRA = 01 (Multiplicar B e X)  
SelRB = 11  
SelOp = 001  
Ler = 1
6. SelValor = 1 (Armazenar b.x no R1)  
SelRW = 01  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
7. SelRA = 11 (Multiplicar X e X)  
Sel RB = 11  
Ler = 1
8. SelRW = 11 (Armazenar  $x^2$  no R3)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
9. SelRA = 00 (Multiplicar A e  $x^2$ )  
SelRB = 11  
Ler = 1
10. SelRW = 00 (Armazenar  $a.x^2$  no R0)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0

11. SelRA = 00 (Somar  $a.x^2 + b.x$ )  
 SelRB = 01  
 SelOp = 111  
 Ler = 1
12. SelRW = 00 (Armazenar  $a.x^2 + b.x$  no R0)  
 Gravar = 1  
 Ler = 0  
 Gravar = 0
13. SelRA = 00 (Somar  $a.x^2 + b.x$  e c)  
 SelRB = 10  
 Ler = 1

Resultado = -2

## 2.5 Solução do Binômio Quadrado

Após zerar todas as entradas:

1. InsValor = 00000011 (Armazenar 3 no R0)  
 SelRW = 00  
 Gravar = 1,0
2. InsValor = 00000101 (Armazenar 5 no R1)  
 SelRW = 01  
 Gravar = 1,0
3. SelRA = 00 (Multiplicar  $a.a$ )  
 SelRB = 00  
 SelOp = 001  
 Ler = 1
4. SelRW = 10 (Armazenar  $a^2$  no R2)  
 SelValor = 1  
 Gravar = 1  
 Ler = 0  
 Gravar = 0
5. SelRA = 01 (Multiplicar  $b.b$ )  
 SelRB = 01  
 Ler = 1
6. SelRW = 11 (Armazenar  $b^2$  no R3)  
 Gravar = 1  
 Ler = 0  
 Gravar = 0

7. SelRA = 00 (Multiplicar  $a.b$ )  
SelRB = 01  
Ler = 1
8. SelRW = 00 (Armazenar  $a.b$  no R0)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
9. SelRA = 00 (Somar  $a.b + a.b$ )  
SelRB = 00  
SelOp = 111  
Ler = 1
10. SelRW = 01 (Armazenar  $2.a.b$  no R1)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
11. SelRA = 10 (Somar  $a^2 + b^2$ )  
SelRB = 11  
Ler = 1
12. SelRW = 10 (Armazenar  $a^2 + b^2$  no R2)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
13. SelRA = 10 (Somar  $a^2 + b^2$  com  $2.a.b$ )  
SelRB = 01  
Ler = 1
14. SelRW = 11 (Armazenar o Resultado da expressão no R3)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
15. InsValor = 00000011 (Armazenar 3 no R0)  
SelValor = 0  
SelRW = 00  
Gravar = 1,0
16. InsValor = 00000101 (Armazenar 5 no R1)  
SelRW = 01  
Gravar = 1,0
17. SelRA = 00 (Somar  $a + b$ )  
SelRB = 01  
SelOp = 111  
Ler = 1

18. SelRW = 10 (Armazenar  $a + b$  no R2)  
SelValor = 1  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
19. SelRA = 10 (Multiplicar  $(a + b).(a + b)$ )  
SelRB = 10  
SelOp = 001  
Ler = 1
20. SelRW = 10 (Armazenar  $(a + b)^2$  no R2)  
Gravar = 1  
Ler = 0  
Gravar = 0
21. SelRA = 11 (Subtrair os dois lados da Equação)  
SelRB = 10  
SelOp = 110  
Ler = 1

Resultado = 0

### 3 Conclusão

O trabalho foi executado com êxito e conseguimos obter os resultados esperados pelas equações. O circuito é 100% funcional naquilo que se presta a fazer. Para ver os vídeos da resolução das funções, clicar no link abaixo:  
<https://drive.google.com/drive/folders/1aMbLbHjuWhhYIxXWNU7qZwGzDuf0w2l2>