



Universidade SENAC  
Curso de Ciência da Computação

## **Calculadora Binária de 4 Bits**

Alexi Dias Amâncio  
Bruno Leite Saldanha  
Luan Dias Portela  
Riquelme Viana de Almeida  
Victor Gustavo Miranda de Jesus

Orientador: Prof. Manoel Moraes

São Paulo  
2025

Alexi Dias Amâncio  
Bruno Leite Saldanha  
Luan Dias Portela  
Riquelme Viana de Almeida  
Victor Gustavo Miranda de Jesus

## **Calculadora Binária de 4 Bits**

Este trabalho foi desenvolvido em grupo para fins acadêmicos.

Universidade SENAC  
Curso de Ciência da Computação

Orientador: Prof. Manoel Moraes

São Paulo  
2025

# SUMÁRIO

Sumário	2
1 INTRODUÇÃO	3
2 REFERENCIAL TEÓRICO	4
3 METODOLOGIA	5
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
5 CONCLUSÃO	16
REFERÊNCIAS	17

# 1 INTRODUÇÃO

A computação digital é fundamentada na manipulação de binários, permitindo a realização de operações lógicas e aritméticas essenciais para o funcionamento dos sistemas computacionais. Nesse contexto, a construção de circuitos digitais proporciona uma compreensão prática dos conceitos teóricos abordados em aula e diretamente na computação. O trabalho tem como objetivo desenvolver uma calculadora binária de 4 bits utilizando o software Logisim, um simulador de circuitos digitais que permite a implementação de portas lógicas e componentes aritméticos. O projeto inclui a construção de uma Unidade Lógica e Aritmética (ULA) capaz de realizar operações de soma, subtração, multiplicação e divisão. Com isso, espera-se consolidar os conhecimentos adquiridos sobre circuitos lógicos, além de compreender o funcionamento básico de componentes essenciais, como multiplexadores, ULA e as operações como somadores completos, subtradores completos, multiplicador e divisor.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Os sistemas numéricos desempenham um papel fundamental na representação e manipulação de dados. Dentre esses sistemas, o sistema binário é o mais utilizado, pois utiliza apenas dois dígitos, 0 e 1, que correspondem aos estados lógico baixo (0) e lógico alto (1). Esse sistema é a base para o funcionamento dos circuitos digitais. Os circuitos lógicos são compostos por portas lógicas, que realizam operações lógicas fundamentais, como AND, OR, NOT e XOR. Essas portas são os componentes essenciais para a construção de unidades aritméticas e lógicas (ULA), que executam operações aritméticas e lógicas. A ULA é um dos principais componentes da calculadora binária desenvolvida neste projeto, sendo responsável pela execução das operações de soma, subtração, multiplicação e divisão. Além disso utilizamos alguns videos como referência para realizar o projeto ([YOUTUBE, 2025a](#)) ([YOUTUBE, 2025b](#)) ([YOUTUBE, 2025d](#)) ([YOUTUBE, 2025c](#)). O projeto foi desenvolvido utilizando o software Logisim, um simulador de circuitos digitais que permite a construção e simulação de circuitos lógicos. A escolha do Logisim se justifica por sua interface intuitiva, que facilita a visualização das operações realizadas pelos componentes lógicos, além de permitir a análise em tempo real dos resultados obtidos.

# 3 METODOLOGIA

## 1. Planejamento e Análise:

Nesta fase, foi realizada a definição dos componentes necessários para a implementação da calculadora. Os componentes principais incluíram somadores completos, subtradores completos, multiplicador divisor, multiplexadores e portas lógicas básicas (AND, OR, XOR e NOT).

## 2. Desenvolvimento dos Circuitos:

A construção dos circuitos foi realizada no Logisim, utilizando componentes lógicos elementares. Cada operação aritmética (soma, subtração, multiplicação e divisão) foi implementada de forma individual, permitindo a integração posterior em uma ULA unificada.

## 3. Implementação do Seletor de Operações:

O seletor de operações foi configurado utilizando multiplexadores, permitindo que o usuário escolha qual operação deseja executar. Os sinais de controle foram definidos com base em código binário, de modo a selecionar a operação correta como soma é 00, subtração 01, multiplicação 10 e divisão 11.

## 4. Testes e Validação:

Após a implementação dos circuitos, foram realizados testes no Logisim para verificar a precisão das operações. Cada operação foi testada individualmente, comparando os resultados obtidos com os cálculos esperados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Imagens e explicações sobre a calculadora de 4 Bits:

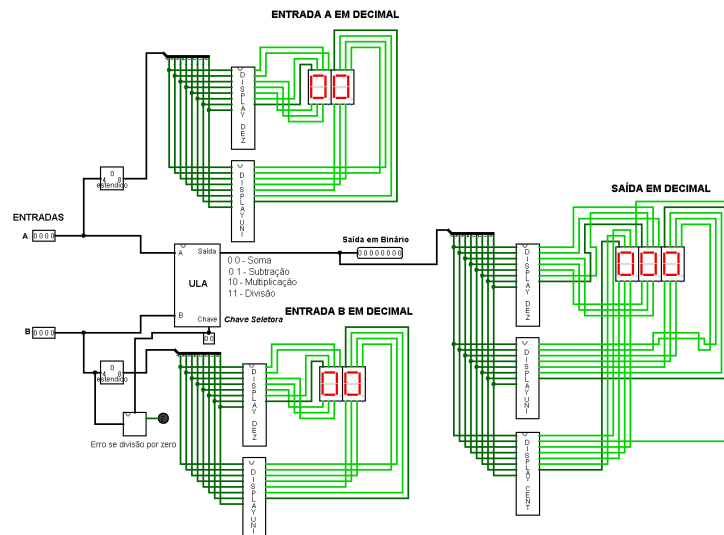


Figura 1 – Circuito da Calculadora de 4 Bits

Como pode ser observado na Figura 1, O circuito está com duas entradas de 4 Bits, a ULA armazenando todas as operações aritméticas que são adição, subtração, multiplicação e divisão e o bit de seleção representado qual será a saída de cada operação, além dos resultados em binários os displays de 7 segmentos estão representando a forma decimal dos numeros e contém display para unidade, dezena e centena.

Imagens e explicações sobre o somador completo:

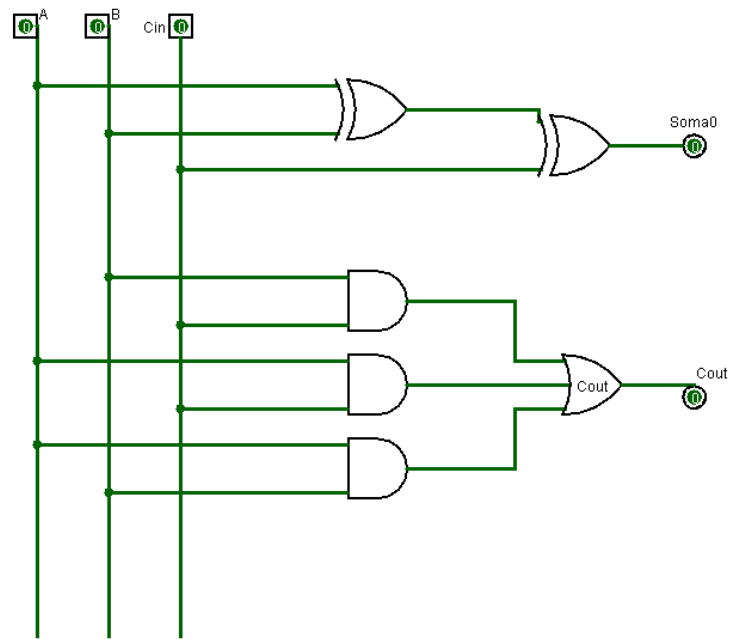


Figura 2 – Circuito somador completo

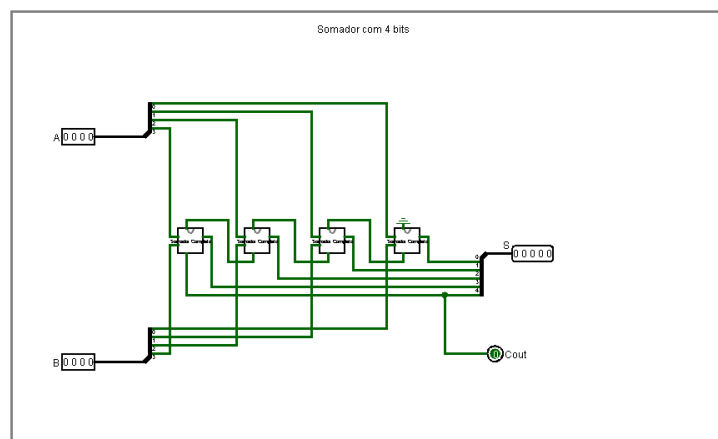


Figura 3 – Circuito somador completo com 4 bits

A Figura 2 é o circuito do somador completo com 2 bits que é composto por portas XOR, AND e OR, contém a saída sendo representada o resultado da soma, o carry out que é o numero deslocado para a proxima casa e o carry in que é o numero do carry out, mas participa da soma da casa em que foi deslocado. Na figura 3, é o somador completo com 4 bits, em que a lógica continua a mesma e só aumenta os numero de somadores, o circuito está reduzido com as representações das caixas para ficar mais legível a leitura.

Imagens e explicações sobre o subtrador completo:



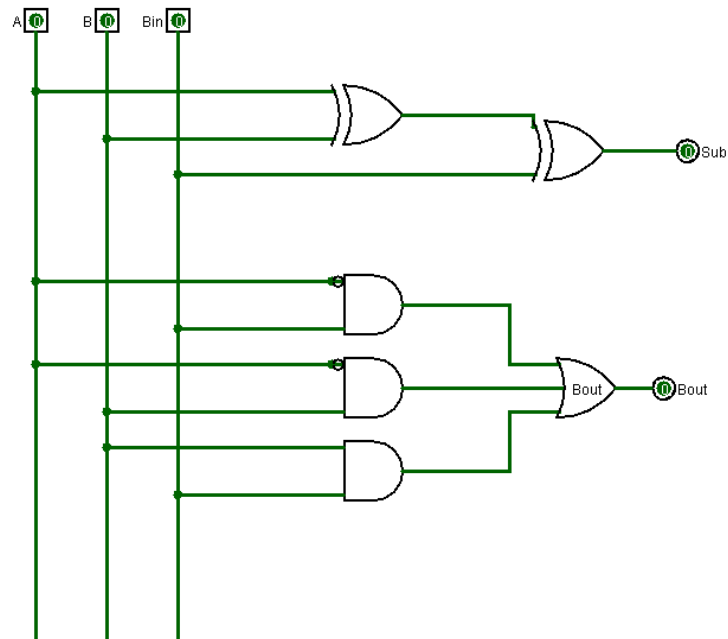


Figura 4 – Circuito subtrator completo

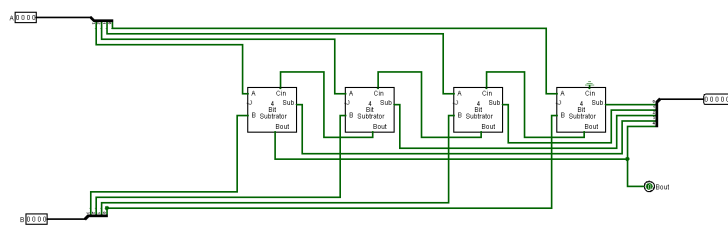


Figura 5 – Circuito subtrator completo com 4 bits

A Figura 4 é o circuito do subtrator completo com 2 bits que é composto por portas XOR, AND e OR. A operação de subtração que contém a saída representando o resultado da subtração, o circuito apresenta borrow out que é o bit de empréstimo que sai do subtrator e indica se a operação de subtração gerou um empréstimo para o próximo bit e o borrow in sendo o bit do borrow out que foi deslocado para o proximo subtrator e participa da operação. Na figura 5, é o subtrator completo com 4 bits, em que a lógica continua a mesma e só aumenta os numero de subtratores, o circuito está reduzido com as representações das caixas para ficar mais legível a leitura.

Imagens e explicações sobre o multiplicador:

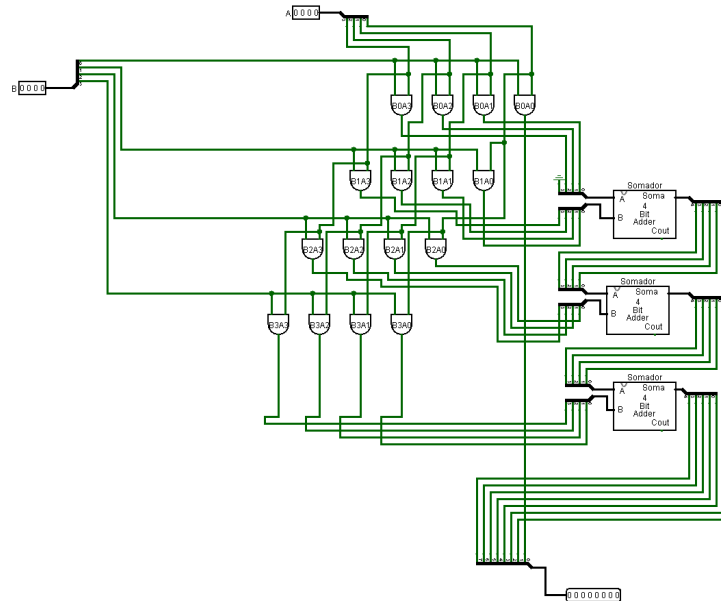


Figura 6 – Circuito multiplicador de 4 bits

A Figura 6 é o circuito apresentado implementa a operação de multiplicação binária entre dois números de 4 bits. Esse circuito é composto por uma estrutura modular que utiliza portas lógicas AND, somadores binários e redes de propagação de sinais para gerar o produto final em um formato de 8 bits.

#### 1. Estrutura do Circuito:

Entrada A (4 bits): Representa o primeiro operando da multiplicação.

Entrada B (4 bits): Representa o segundo operando da multiplicação.

Saída (8 bits): Exibe o resultado da multiplicação entre A e B.

#### 2. Etapas da Multiplicação:

A multiplicação binária segue um processo semelhante à multiplicação decimal, mas utilizando operações lógicas AND e somadores binários. A operação é dividida em quatro etapas principais:

Primeira Etapa: Multiplicação de A pelo bit menos significativo de B. Os resultados são organizados na primeira linha da matriz de soma parcial.

Segunda Etapa: Multiplicação de A pelo segundo bit de B, com deslocamento de um bit para a esquerda.

Terceira Etapa: Multiplicação de A pelo terceiro bit de B, com deslocamento de dois bits para a esquerda.

Quarta Etapa: Multiplicação de A pelo bit mais significativo de B, com deslocamento de três bits para a esquerda.

Essas multiplicações parciais geram os produtos parciais, que são somados utilizando somadores binários de 4 bits em cascata.

#### Estrutura dos Somadores:

Cada somador binário de 4 bits recebe um produto parcial e o acumula com os produtos gerados nas etapas anteriores. A propagação de Carry (Cout) garante que os bits resultantes sejam somados corretamente, considerando os bits de ordem superior e inferior.

#### 3. Propagação dos Bits:

A propagação dos bits segue a estrutura da multiplicação binária, onde os produtos parciais são organizados em colunas alinhadas para a soma. O Carry gerado em cada somador é propagado para o próximo estágio da soma, garantindo a correção do resultado final.

#### 4. Resultado Final:

A saída de 8 bits representa o produto final da multiplicação binária entre os dois números de 4 bits. O bit mais significativo representa o sinal do resultado, enquanto os demais bits representam o valor numérico da multiplicação.

Imagens e explicações sobre o divisor:

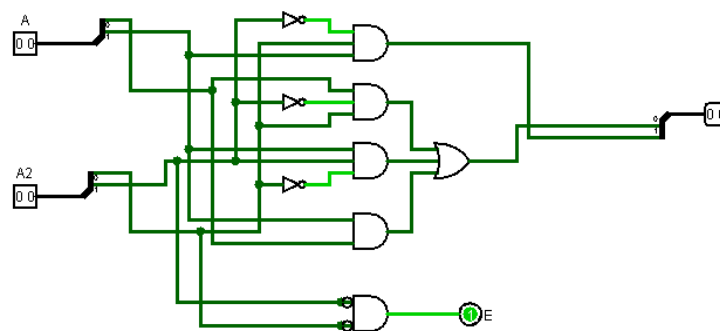


Figura 7 – Circuito divisor de 2 bits

A Figura 7 este circuito foi desenvolvido para simular uma divisão entre dois números de 2 bits, representados pelas entradas A e A2. Sua principal função é verificar se a divisão é possível e, quando for, gerar uma saída correspondente ao resultado. Caso o valor de A2 seja zero o que representa uma divisão inválida o circuito identifica essa condição e acende a saída erro como forma de alerta, indicando que a operação não pode ser realizada.

A lógica do circuito foi baseada em uma tabela verdade que descreve todas as possíveis combinações entre A e A2. A partir dela, foi utilizado o mapa de Karnaugh para simplificar as expressões lógicas, o que resultou em um circuito mais eficiente, com menos

componentes e funcionamento mais direto.

No nosso trabalho, optamos por utilizar o divisor de 4 bits que já está disponível no Logisim para integrá-lo à nossa calculadora. Chegamos a considerar a construção manual desse circuito, mas durante o desenvolvimento percebemos que seria extremamente complexo, exigindo um número elevado de portas lógicas e o uso de flip-flops para armazenar valores intermediários e controlar etapas da operação.

Imagens e explicações sobre a ULA:

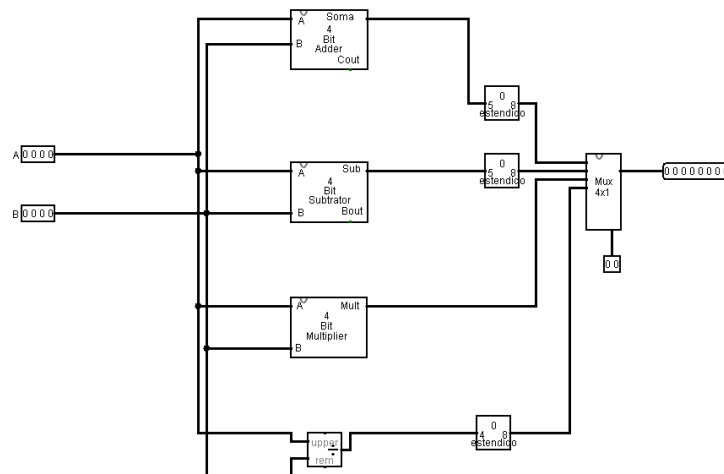


Figura 8 – Circuito ULA

A Figura 8 é a ULA exibida no circuito é um componente fundamental que integra operações aritméticas e lógicas, permitindo a execução de soma, subtração e multiplicação entre dois números binários de 4 bits. Ela também utiliza um Multiplexador 4x1 para selecionar a operação a ser exibida na saída.

Imagens e explicações sobre o display de 7 segmentos:

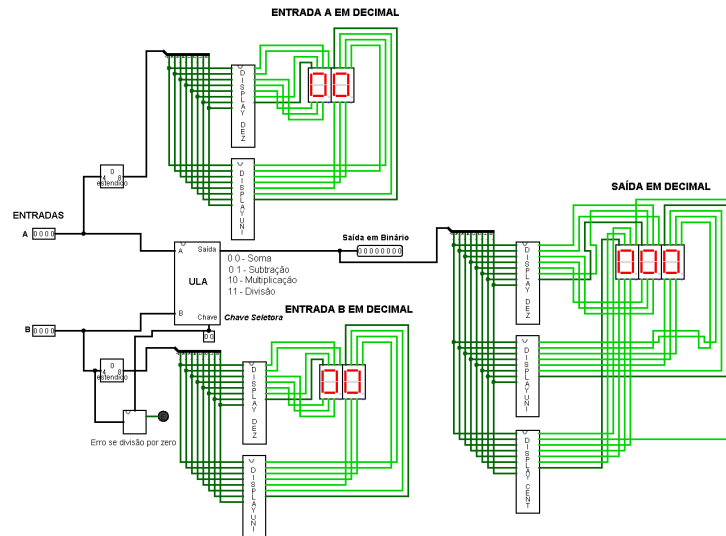


Figura 9 – Circuito display unidade

A Figura acima não é os circuitos do display de 7 segmentos porque o circuito ficou grande demais para indexar no projeto e essa imagem apresenta como eles ficam no nosso projeto, os displays de 7 segmentos são componentes utilizados para representar números de 0 a 9 em formato digital. Cada display é composto por sete LEDs organizados em forma de “8”, que são nomeados de A a G.

Conceito e Funcionamento: 1. Estrutura do Display de 7 Segmentos:

Os segmentos são controlados individualmente e podem ser acesos ou apagados para formar os números de 0 a 9. Para representar cada dígito, uma combinação específica de segmentos é acionada.

2. Decodificação Binária:

Os displays que você compartilhou estão organizados em unidades, dezenas e centenas. Os valores binários são decodificados e convertidos em sinais que acendem os segmentos necessários para formar cada dígito.

3. Implementação no Logisim:

Cada display possui entradas que recebem um valor binário. O circuito decodificador converte o valor binário para os segmentos correspondentes.

Imagens e explicações sobre o MUX:

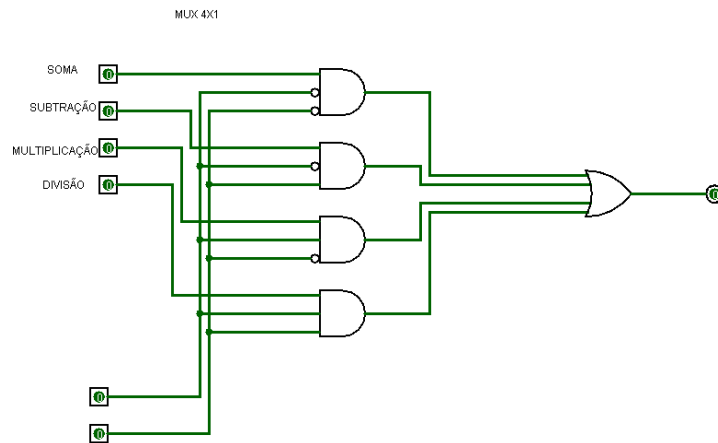


Figura 10 – Circuito MUX 4x1

A Figura 10 Um multiplexador 4x1 é um circuito combinacional que seleciona um único sinal de entrada entre quatro sinais possíveis e o direciona para a saída com base em dois bits de seleção.

Imagens e explicações sobre o MUX:

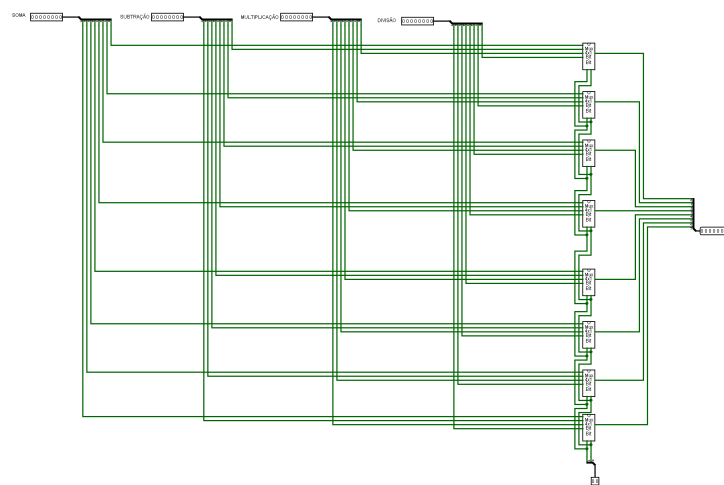


Figura 11 – Circuito MUX 4x1 8 bits

A Figura 11 Essa circuito mostra um MUX 4x1 de 8 Bits, ou seja, um multiplexador que seleciona entre quatro conjuntos de 8 bits e direciona um deles para a saída. 1. Entradas de Dados: Temos quatro conjuntos de entradas de 8 bits, cada um representando um resultado de operação: soma, subtração, multiplicação e divisão

2. MUX 4x1 de 1 Bit:

- O circuito utiliza oito multiplexadores 4x1 de 1 bit.
- Cada MUX de 1 bit seleciona um único bit de cada conjunto de 8 bits.

- Os bits são organizados de forma que o primeiro MUX controla o bit menos significativo e o último MUX controla o bit mais significativo.

### 3. Seletores:

- Os seletores são linhas de controle que definem qual conjunto de 8 bits será direcionado para a saída.

- Nesse caso, os seletores serão os mesmos para todos os MUXs de 1 bit, garantindo que todos os bits do mesmo conjunto sejam escolhidos ao mesmo tempo.

### 4. Saída:

- A saída é um barramento de 8 bits que recebe os bits selecionados pelos MUXs individuais.

- Assim, apenas um dos conjuntos (soma, subtração, multiplicação ou divisão) será direcionado para a saída, de acordo com a seleção.

5. Funcionamento do MUX 4x1 de 8 Bits: - Os sinais de controle determinam qual das operações será enviada para a saída.

- Por exemplo, se os seletores estiverem configurados como 00, o barramento de 8 bits da soma A será transmitido para a saída.

- Se os seletores forem 01, o barramento da subtração será transmitido, e assim por diante.

Imagens e explicações sobre o comparador

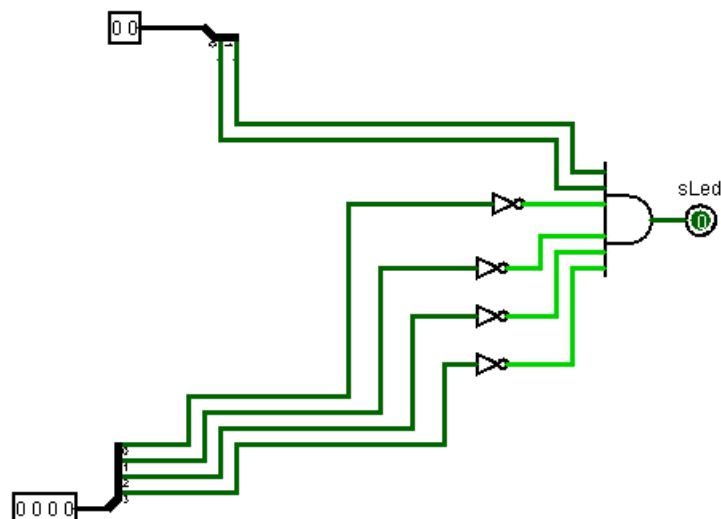


Figura 12 – Circuito comparador

A Figura 12 Componentes principais do circuito: Duas entradas binárias de 2 bits:

A entrada superior tem dois bits (marcados como 0 0)

A entrada inferior tem quatro fios, mas apenas dois são conectados (provavelmente representando outro número de 2 bits, com os dois bits menos significativos usados)

Portas lógicas NOT (inversores): Invertem os bits das entradas

Portas lógicas AND: Usadas para combinar os bits comparados

Um LED (sLed): Acende quando os dois números são iguais

Como o circuito funciona: O circuito compara bit a bit os dois números binários (por exemplo, A1 A0 com B1 B0).

Para cada par de bits:

Uma combinação de portas XOR e NOT/AND é usada para determinar se os bits são iguais.

Aqui está implementado de forma que, se os bits são iguais, a saída correspondente é 1.

As saídas de cada comparação são então combinadas em uma porta AND final.

Isso garante que só se todos os bits forem iguais, o LED (sLed) será ativado (acenderá).

Resultado: LED aceso: Quando os dois números de entrada são exatamente iguais bit a bit.

LED apagado: Quando há qualquer diferença entre os bits dos dois números.

Exemplo: Se as duas entradas forem 00 (como mostrado na imagem), os bits são iguais, então:

Comparações individuais = 1 (verdadeiras)

Porta AND = 1  $\rightarrow$  LED aceso.



## 5 CONCLUSÃO

O desenvolvimento da calculadora binária de 4 bits utilizando circuitos lógicos elementares foi um projeto desafiador e enriquecedor, proporcionando uma aplicação prática dos conceitos de aritmética binária, multiplexadores e displays de 7 segmentos. Durante o processo, foram implementadas operações essenciais como soma, subtração, multiplicação e divisão, todas configuradas por meio de circuitos lógicos compostos por portas AND, OR, XOR, NOT e somadores completos.

A estruturação dos módulos de soma e subtração permitiu a compreensão da propagação de carry e borrow, fundamentais para garantir a correta execução das operações aritméticas. A multiplicação foi implementada utilizando somadores em cascata, enquanto a divisão envolveu a aplicação de um algoritmo sequencial para determinar o quociente e o resto, ambos representados em formato binário.

Para consolidar a lógica operacional, um multiplexador 4x1 foi inserido, possibilitando a seleção da operação a ser exibida. Esse componente foi essencial para o funcionamento da ULA (Unidade Lógica e Aritmética), assegurando que a operação correta fosse encaminhada para a saída. Em seguida, os resultados foram convertidos e apresentados em displays de 7 segmentos, divididos em unidades, dezenas e centenas, permitindo a visualização clara dos valores em formato decimal.

Além da construção do circuito, o projeto destacou a importância da organização lógica e do fluxo de dados, evidenciando a necessidade de um planejamento minucioso na interligação dos componentes e no tratamento das saídas. A implementação dos displays de 7 segmentos foi particularmente desafiadora, demandando a conversão dos valores binários para a representação decimal, assegurando a precisão dos resultados exibidos.

Em resumo, o projeto proporcionou uma experiência prática na construção de circuitos aritméticos, consolidando os conceitos teóricos de portas lógicas e aritmética binária. A implementação das operações básicas e a integração dos displays de 7 segmentos reforçaram a compreensão da arquitetura digital, enquanto o uso do multiplexador contribuiu para a organização e controle dos resultados.

# REFERÊNCIAS

YOUTUBE. *Como Implementar Calculadora Binária no Logisim*. 2025. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=O34KquoMpT0>>.

YOUTUBE. *Live sobre Implementação de ULA no Logisim*. 2025. Disponível em: <<https://www.youtube.com/live/DsXT82zyh9E>>.

YOUTUBE. *Multiplicador Binário de 4 Bits no Logisim*. 2025. Disponível em: <[https://www.youtube.com/watch?v=NuCxB-z\\_ksk](https://www.youtube.com/watch?v=NuCxB-z_ksk)>.

YOUTUBE. *Subtrator Binário em Logisim: Passo a Passo*. 2025. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=04XtWPRMXaU>>.