

IMPLEMENTAÇÃO DO JOGO SNAKE EM LÓGICA DIGITAL

INTRODUÇÃO

O presente documento tem por finalidade apresentar uma análise detalhada e abrangente do funcionamento do circuito digital implementado para o jogo Snake, utilizando a ferramenta Logisim. Este projeto representa uma aplicação prática e inovadora dos princípios fundamentais da lógica digital e dos sistemas sequenciais, reunindo uma série de módulos interconectados, cada qual responsável por desempenhar funções críticas que compõem a dinâmica e a interatividade do jogo.

O circuito é estruturado de maneira modular, abrangendo desde o controle de entrada – por meio de um teclado que capta e interpreta os comandos do usuário – até a atualização dos estados da “cobra”, que envolve tanto a movimentação da cabeça quanto o mecanismo de crescimento progressivo. Adicionalmente, o design inclui a manipulação e gerenciamento eficiente da memória para o armazenamento das coordenadas dos segmentos da cobra, e a conversão dos dados digitais em sinais visuais através do display, permitindo a exibição clara e precisa dos elementos do jogo.

Para alcançar esses objetivos, o projeto se apoia em componentes digitais essenciais, como registradores, contadores, multiplexadores e portas lógicas (AND, OR), todos operando de forma sincronizada por um sinal de clock central. Esta abordagem não somente facilita a identificação, o teste e a manutenção dos blocos individuais, mas também garante a integração homogênea dos módulos, assegurando a robustez e a escalabilidade do sistema como um todo.

Ao integrar esses elementos de forma coesa e organizada, o circuito evidencia a aplicabilidade dos conceitos teóricos da engenharia digital em um ambiente prático, servindo tanto como uma ferramenta didática para o ensino dos fundamentos da eletrônica quanto como um protótipo funcional que pode ser expandido e aprimorado para projetos futuros. Dessa forma, a implementação

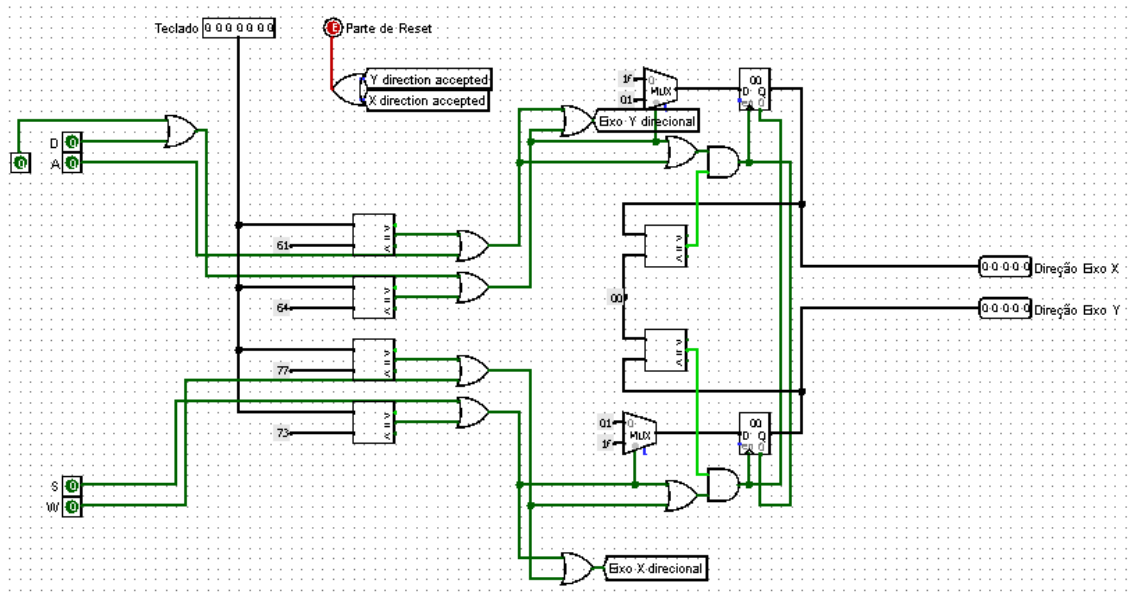
modular proposta não só ilustra o fluxo de informações e o processamento dos sinais digitais envolvendo diversas operações aritméticas e lógicas, mas também reforça a importância da consolidação de técnicas modernas na concepção de sistemas interativos e complexos.

2. FUNCIONAMENTO GERAL DO CIRCUITO

O circuito que implementa o jogo Snake no Logisim foi concebido de maneira modular e integrada, permitindo um fluxo contínuo e sincronizado de sinais e dados entre os diversos blocos funcionais que, em conjunto, simulam a dinâmica do jogo. Cada módulo é especificamente projetado para executar uma função distinta, contribuindo para a robustez e flexibilidade do sistema global. Nesta seção, descrevemos de forma detalhada os mecanismos e a interação entre os principais blocos do circuito.

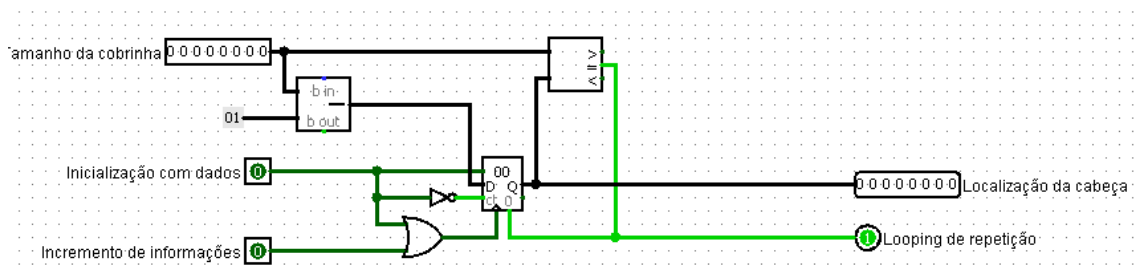
2.1 Captação e Processamento dos Comandos de Entrada

O primeiro estágio do circuito é responsável pela recepção e interpretação dos comandos fornecidos pelo usuário por meio do teclado. Este módulo — denominado **Key Control Module** — converte os sinais digitais captados em direções específicas (superior, inferior, direita e esquerda) e, de forma simultânea, realiza uma filtragem rigorosa para assegurar que apenas comandos válidos sejam propagados para os estágios subsequentes do sistema. Essa filtragem evita, por exemplo, mudanças de direção abruptas ou reversões impossíveis que poderiam comprometer a integridade do movimento da cobra.



2.2. Atualização da Posição e Movimentação da Cobra

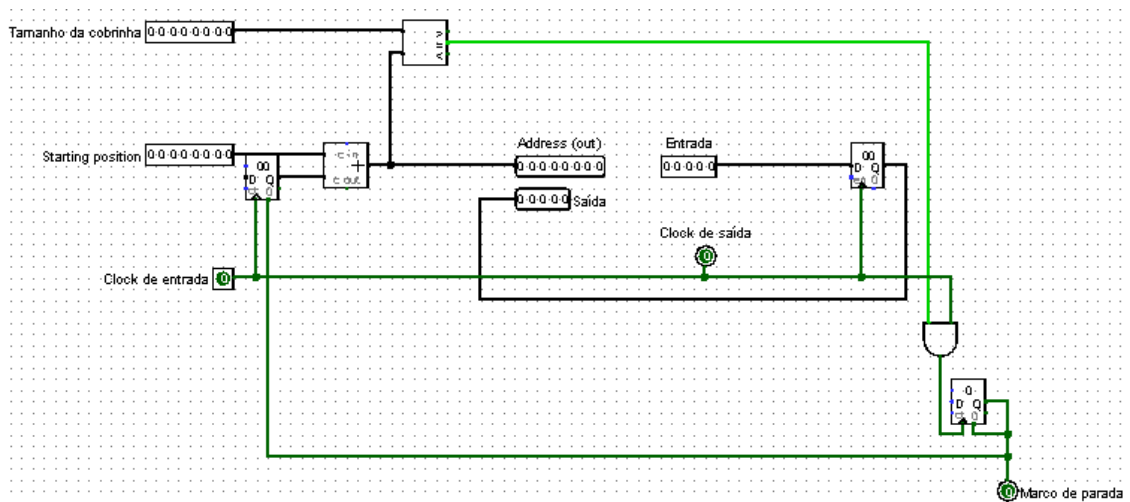
Após a validação dos comandos de entrada, o sistema direciona os dados para o módulo de movimentação, que é responsável por calcular e atualizar, de forma sincronizada por meio de um clock central, as novas coordenadas da cabeça da cobra. Este bloco, conhecido como **Snake Moving Module**, utiliza contadores e somadores digitais para efetuar incrementos precisos tanto na direção X quanto na direção Y. Um componente crítico neste estágio é o “Snake head position counter”, que assegura que as atualizações ocorram de maneira incremental e coordenada, alinhando o movimento da cobra com os ciclos de clock e garantindo uma transição suave entre as posições.



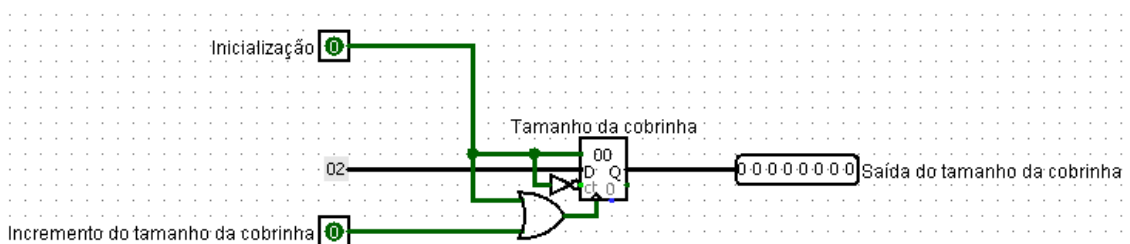
2.3. Gerenciamento do Estado, Memória e Crescimento da Cobra

Conforme o jogo se desenvolve, a cobra tende a crescer em comprimento, o que impõe desafios adicionais ao gerenciamento do estado interno do sistema. Esta função é desempenhada por dois módulos complementares:

- **Memory Shifter:** Responsável por reorganizar os dados que representam os segmentos da cobra armazenados em registradores de alta largura (por exemplo, 32 bits). Este módulo efetua a realocação dinâmica das coordenadas de cada segmento, de modo a propiciar a continuidade e a integridade do “corpo” da cobra durante o movimento.

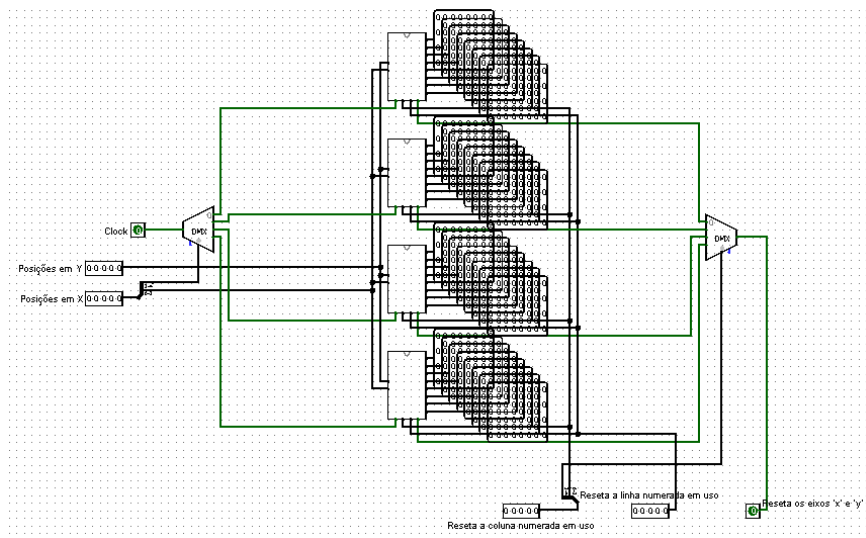


- **Snake Length Counter:** Atua como um contador que registra o aumento progressivo do número de segmentos da cobra sempre que ela “se alimenta”. Essa contagem é vital para garantir que o sistema atualize corretamente o estado visual e lógico do jogo, refletindo o crescimento da cobra de maneira precisa.



2.4. Conversão dos Sinais e Exibição no Display

O estágio final do processamento digital consiste na tradução dos dados lógicos em uma representação visual apropriada para exibição. O **Display Circuit** e o **Screen Output Module** trabalham em conjunto para formatar e converter as coordenadas e os estados dos elementos do jogo (como a posição da cobra e da maçã) em sinais compatíveis com o dispositivo de exibição. Este processo envolve a coordenação dos sinais de posição nos eixos X e Y, a sobreposição de informações mediante o uso de operações lógicas (como as realizadas por portas OR e AND) e a sincronização com o clock do sistema, de modo a assegurar uma renderização clara e atualizada a cada ciclo.



2.5. Sincronização e Inicialização do Sistema

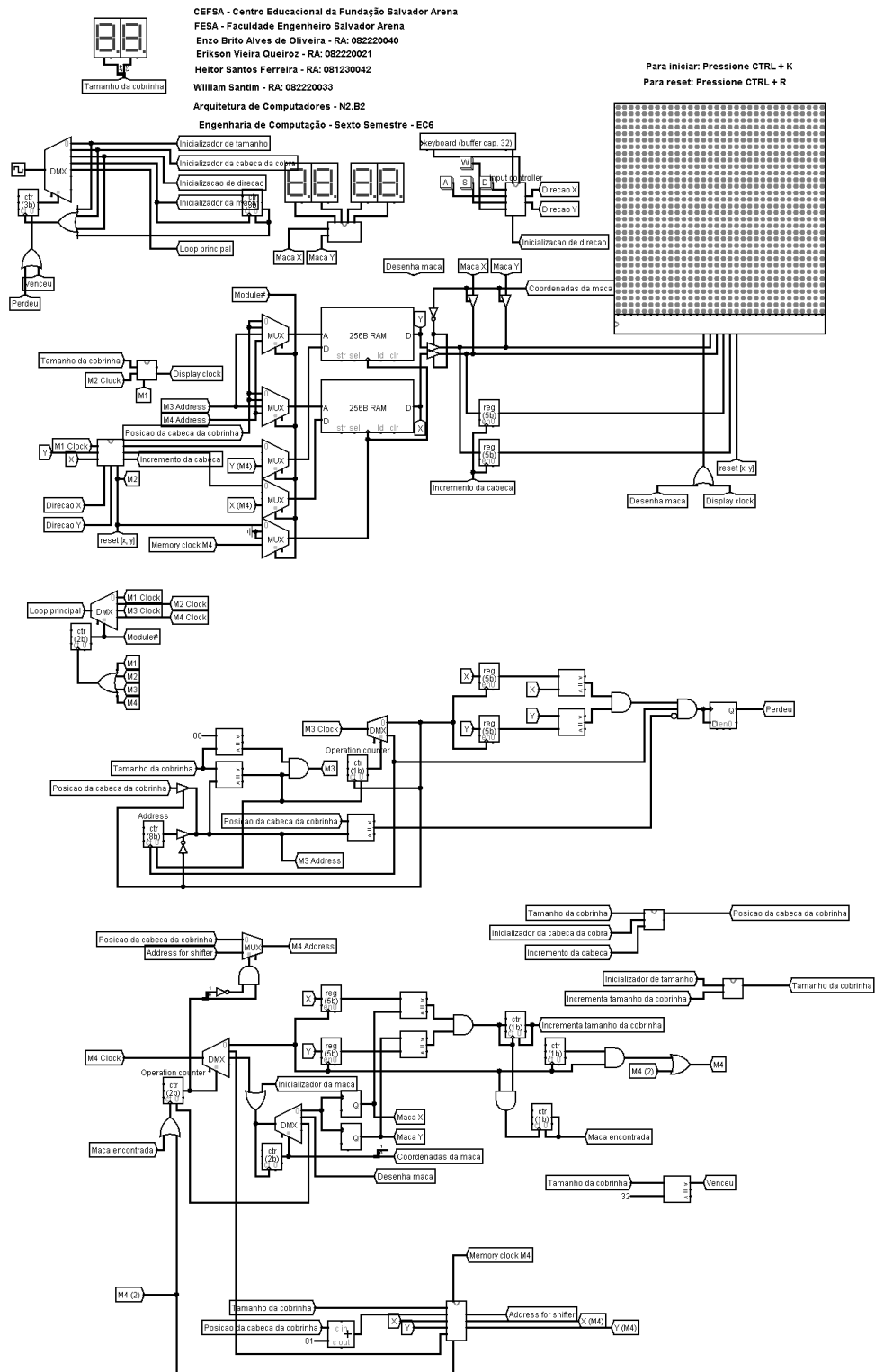
Todos os módulos anteriormente descritos operam de forma interdependente e são rigidamente sincronizados por um clock central, que atua como o “pulso” do sistema. Esse mecanismo garante que cada atualização — seja ela relativa à entrada do teclado, ao movimento da cobra ou ao gerenciamento dos dados armazenados — ocorra em momentos precisos e predefinidos. Além disso, sinais de reset, tanto globais quanto direcionados a módulos específicos, são implementados para assegurar que o circuito possa ser reinicializado para um

estado conhecido sempre que necessário, mantendo a consistência operacional e facilitando testes e diagnósticos.

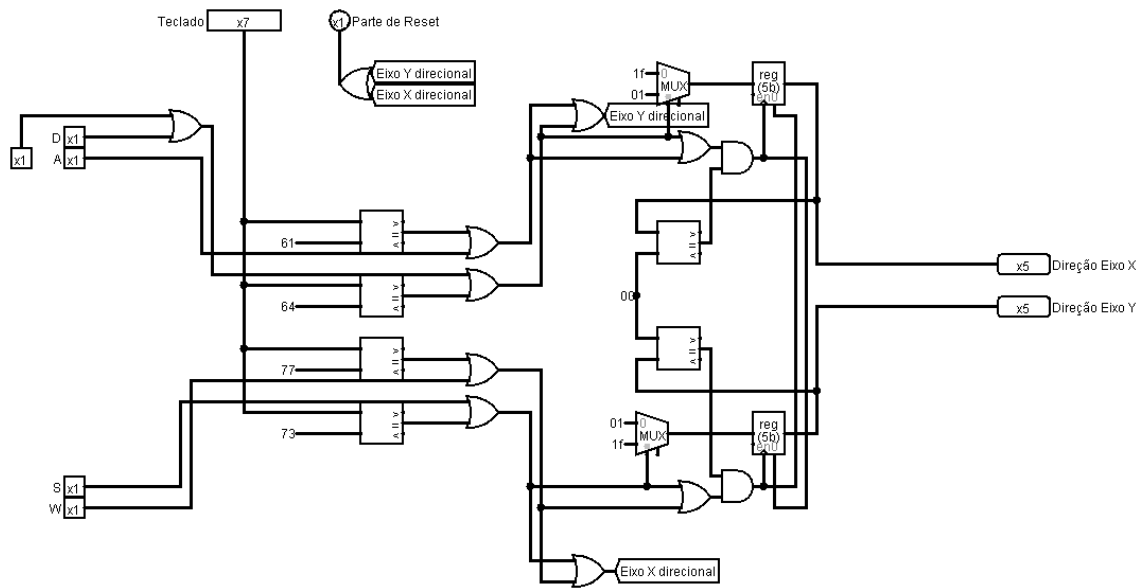
3. CAPTURAS DE TELA DO CIRCUITO

A documentação visual desempenha um papel imprescindível na compreensão das estruturas e interconexões do circuito, proporcionando uma visão detalhada das implementações de cada módulo. Nesta seção, apresentamos as capturas de tela extraídas do documento original, que ilustram de forma gráfica os principais aspectos e funcionalidades do sistema. Cada imagem foi selecionada para evidenciar a organização, a disposição dos blocos e o fluxo de sinal que, em conjunto, asseguram o funcionamento integrado do jogo Snake no ambiente Logisim.

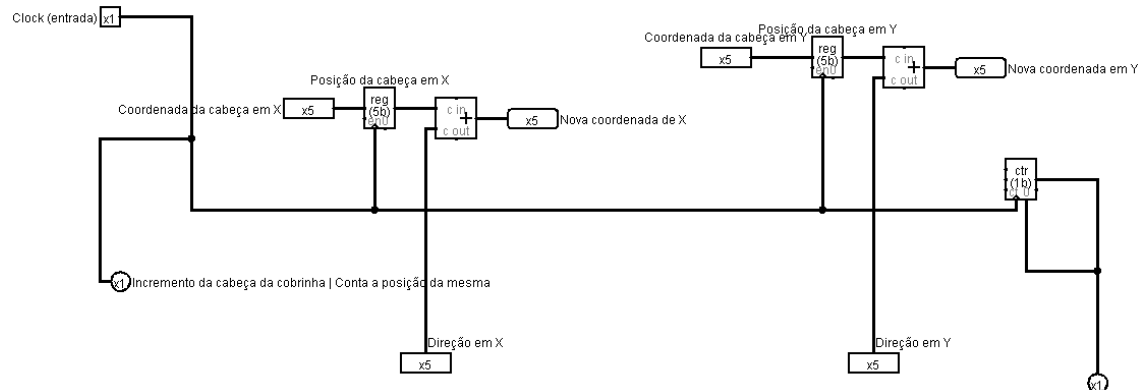
3.1. Visão geral do circuito



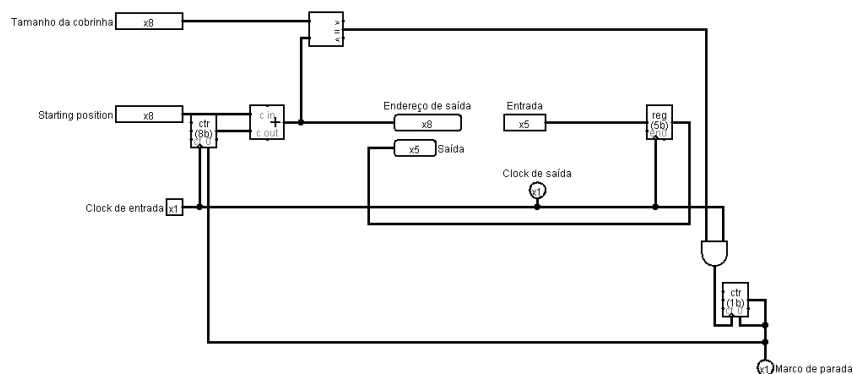
3.2. Módulo de controle do teclado



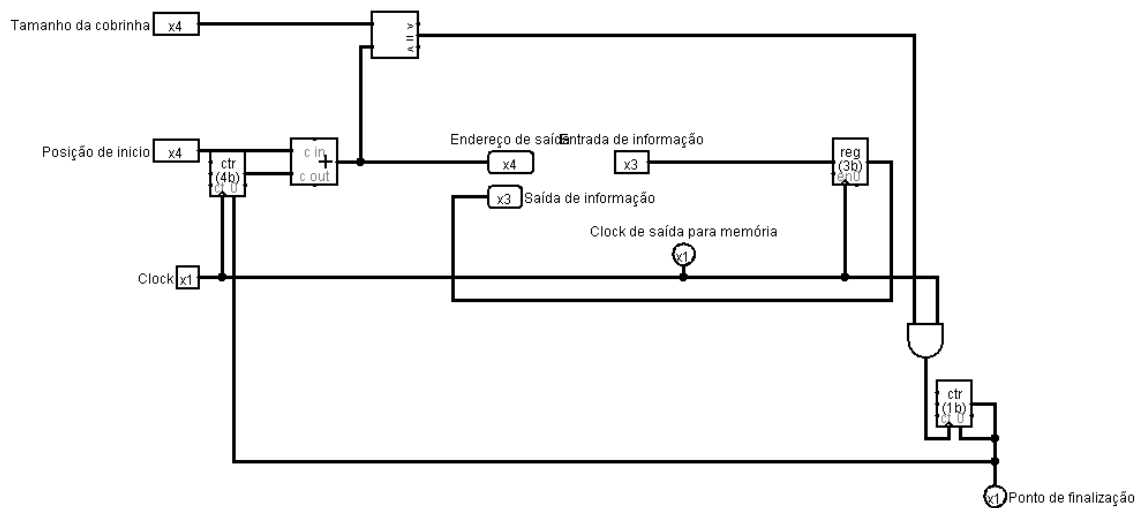
3.3. Modulo de movimentação da cobra



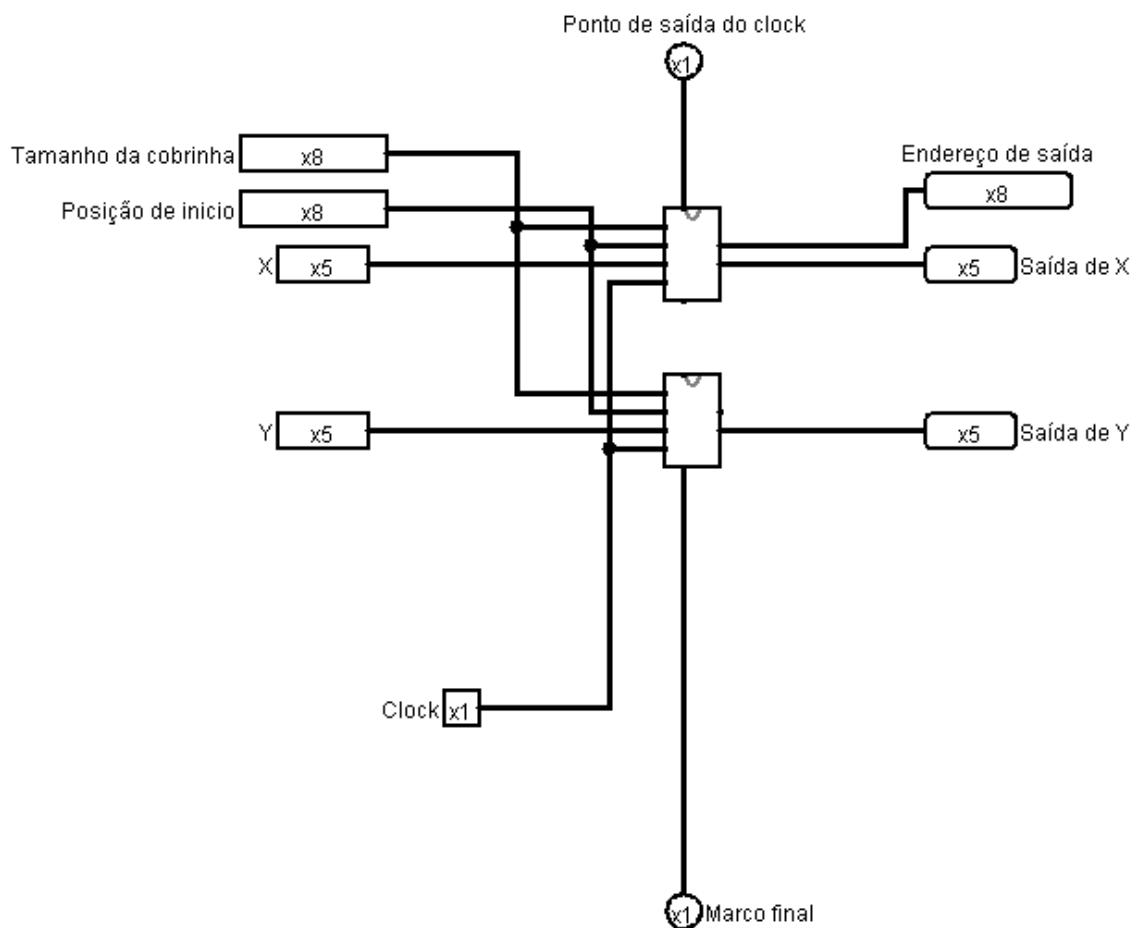
3.4. Alternador de memória (32 bits)



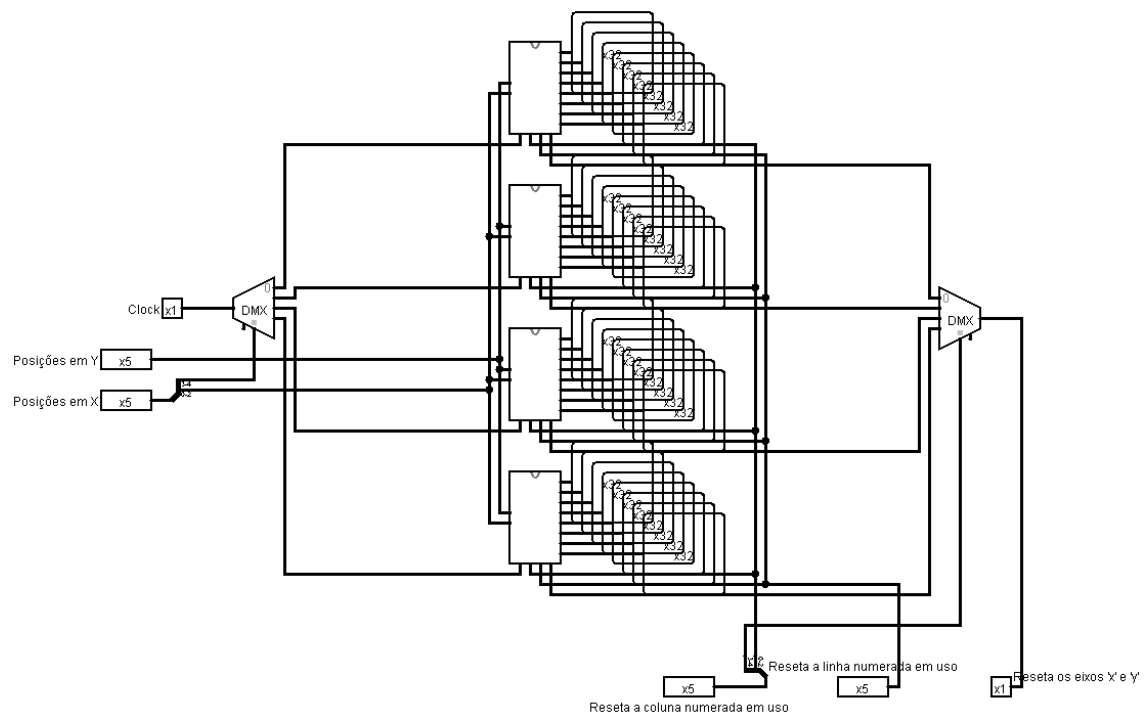
3.5. Alternador de memória (8 bits)



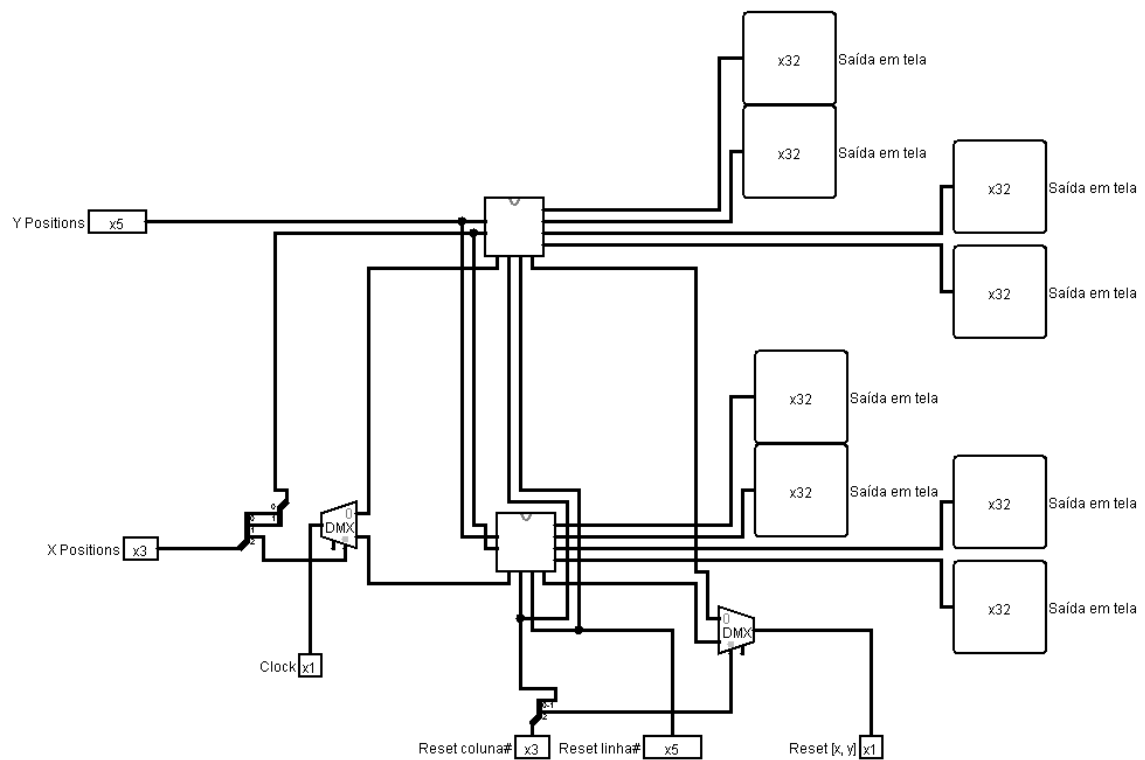
3.6. Contador do tamanho da cobra



3.7. Circuito de exibição de tela (32 bits)



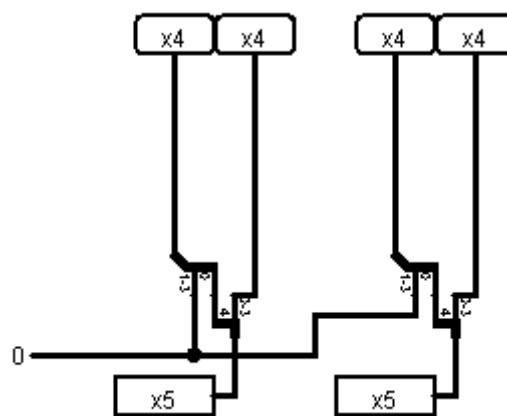
3.8. Circuito de exibição em tela (8 bits)



4. BLOCOS DO PROJETO

O circuito digital desenvolvido para a implementação do jogo Snake no Logisim é estruturado de maneira modular, permitindo a segmentação das operações essenciais em blocos independentes, mas interconectados. Cada módulo desempenha uma função específica, garantindo a fluidez do processamento e a sincronização das operações lógicas. Abaixo, apresentamos uma descrição detalhada dos principais blocos do projeto, abordando suas funcionalidades, interações e impacto na execução do jogo.

4.1. Exibição do dígito de coordenada da maçã

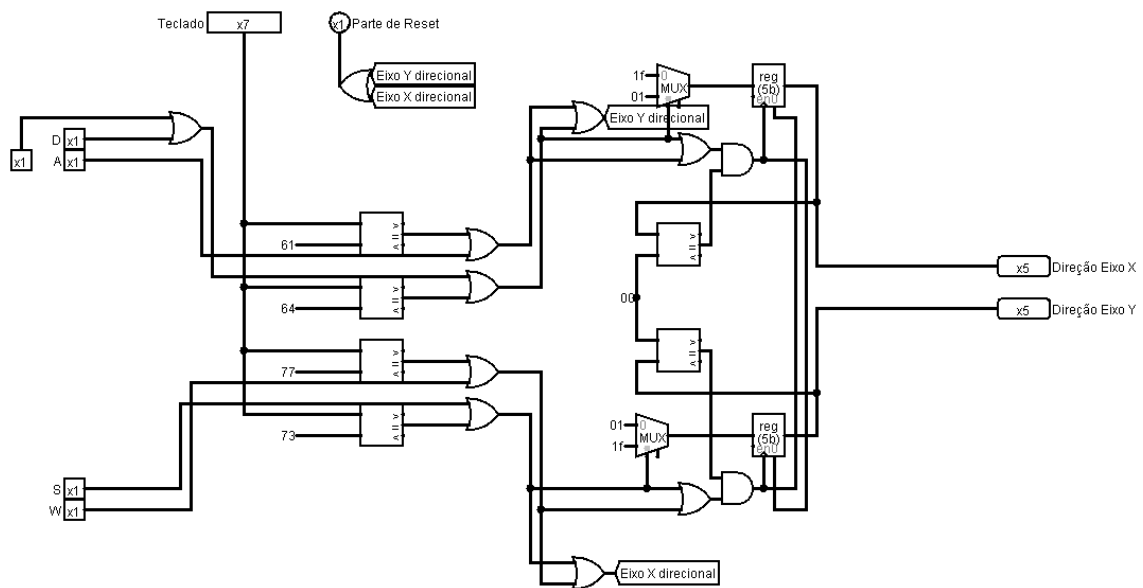


O módulo Exibição do dígito de coordenada da maçã é responsável pela conversão e exibição da posição da maçã dentro do jogo. Seu funcionamento baseia-se na leitura de coordenadas X e Y do local onde o item se encontra, convertendo os valores binários armazenados na memória em um formato compreensível para saída visual.

Este bloco recebe os sinais digitais que representam as coordenadas do objeto, processa os dados e os exibe utilizando um sistema de display digital. Seu propósito pode incluir:

- Debugging, permitindo que desenvolvedores verifiquem valores binários das coordenadas.
- Representação gráfica, facilitando a identificação da posição da maçã durante a execução do jogo.

4.2. Módulo de controle do teclado



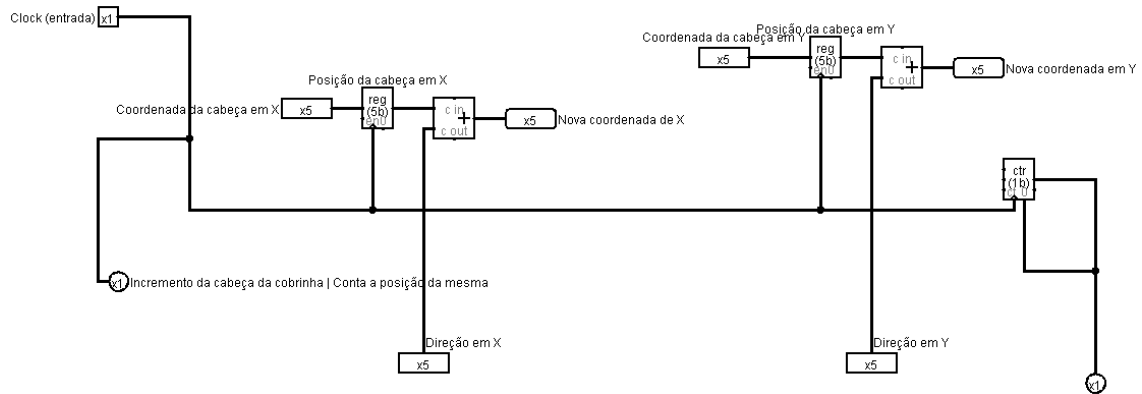
Este módulo é responsável pela captura e interpretação dos comandos do usuário via teclado, garantindo que as mudanças de direção da cobra ocorram de maneira consistente e segura. Seu funcionamento envolve a recepção de sinais de entrada, a validação dos comandos e a transmissão dos dados processados para os módulos de movimentação.

Detalhes Técnicos

Para evitar inconsistências no jogo, como reversões abruptas e comandos inválidos, o **Modulo de controle do teclado** inclui:

- Registradores para armazenar temporariamente o último comando aceito.
- Circuitos de filtragem lógica para impedir mudanças opostas instantâneas.
- Sinais de reset para reinicialização da entrada em caso de erro.

4.3. Modulo de movimentação da cobra



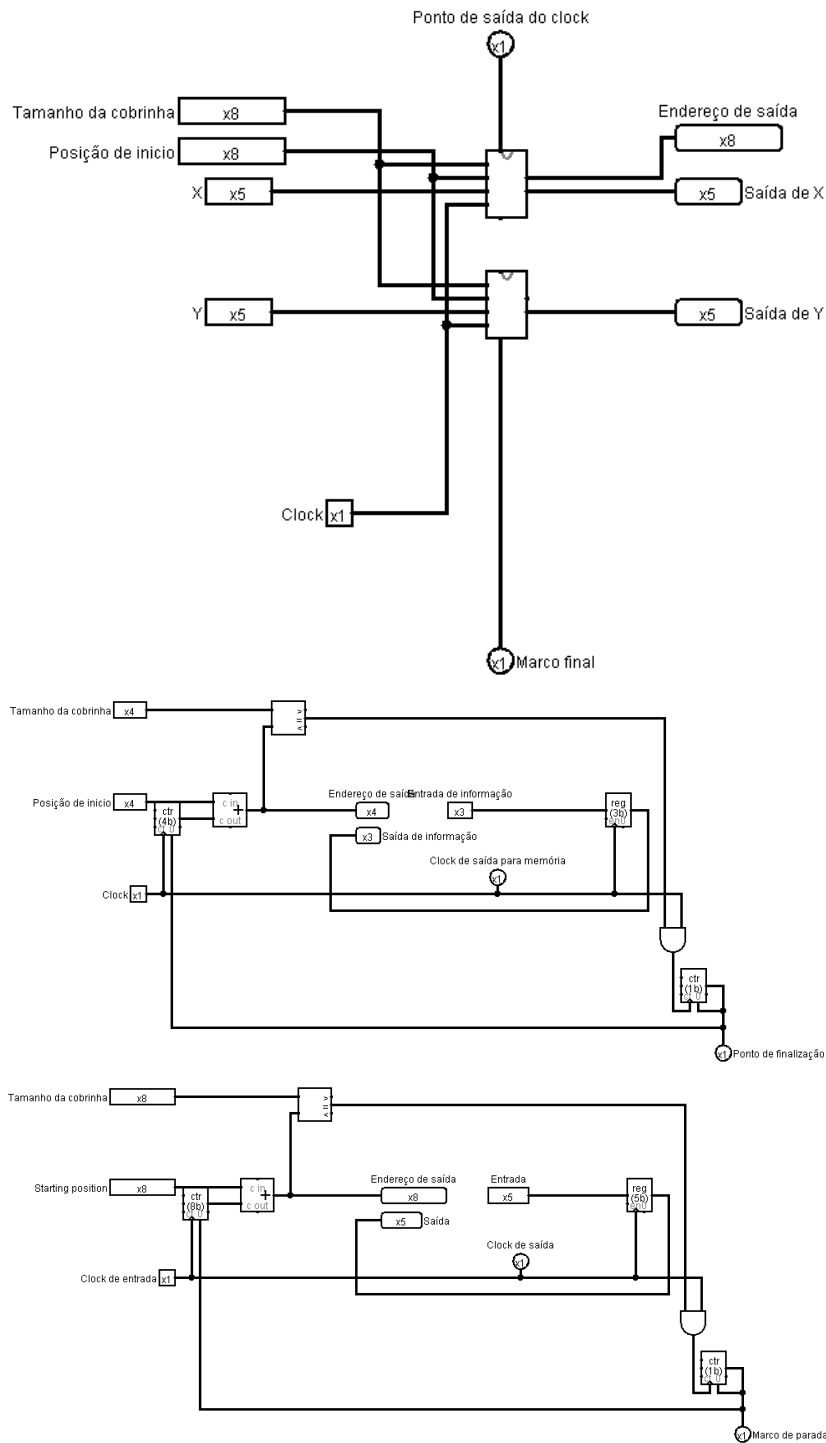
O **Módulo de movimentação da cobra**, é responsável por calcular e atualizar as coordenadas da cabeça da cobra com base nos comandos do usuário. A cada ciclo de clock, ele processa os valores e determina a nova posição, garantindo uma movimentação fluida e sincronizada.

Detalhes Técnicos

Este módulo é composto por:

- O **contador de posição da cabeça da cobra**, responsável pela atualização incremental das coordenadas.
- Contadores digitais que implementam a movimentação ao modificar os valores binários correspondentes à posição X e Y.
- Somadores que permitem a adição/subtração de valores de deslocamento para calcular a próxima posição.

4.4. Alternadores de memória e Incrementador de tamanho

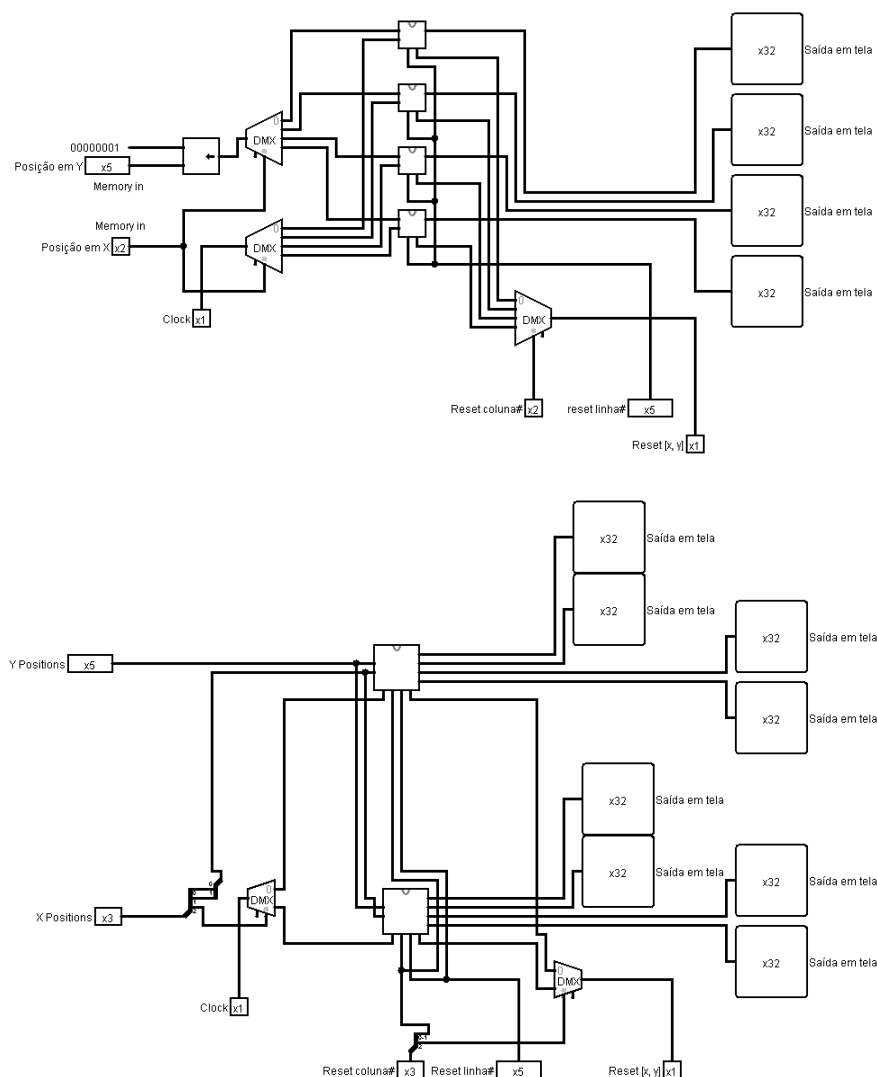


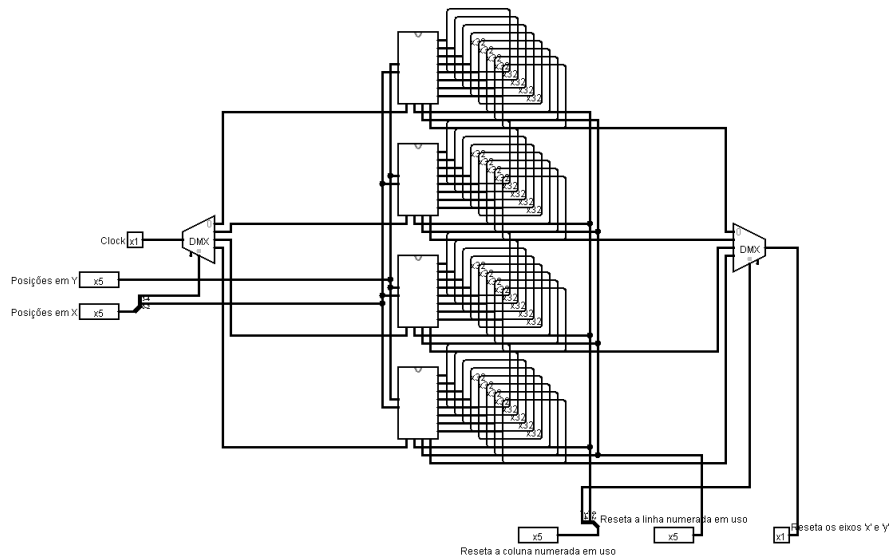
A manutenção da estrutura da cobra e seu crescimento progressivo são gerenciados pelos módulos **Memory Shifter** e **Snake Length Counter**. O primeiro reorganiza os dados armazenados nos registradores para garantir a movimentação correta dos segmentos da cobra, enquanto o segundo controla o tamanho total da cobra.

Detalhes Técnicos

- Os **Alernadores de Memória (8 bits e 32 bits)** permitem a realocação dos segmentos da cobra na memória, assegurando que eles sigam a movimentação da cabeça.
- O **Incrementador de tamanho** incrementa o número de segmentos quando a cobra consome um alimento, garantindo que seu crescimento seja devidamente registrado.

4.5. Display de exibição unitária e Circuitos de exibição em tela





A renderização dos elementos do jogo é realizada pelos **Circuitos de exibição em tela (8 bits e 32 bits)** e pelo **Display de exibição unitária**, que organizam as informações processadas para envio ao dispositivo de exibição. A conversão das coordenadas e a definição das áreas de representação visível ocorrem dentro deste bloco.

Detalhes Técnicos

- O circuito é composto por operações lógicas que garantem que a cobra, maçã e demais elementos sejam corretamente posicionados na tela.
- Sinais de clock são utilizados para sincronizar a exibição conforme a movimentação da cobra.
- Multiplexadores e registradores interagem para compor o fluxo dos dados que serão representados visualmente.

4.6. Blocos lógicos e gerenciamento de sinais

O correto funcionamento do jogo depende de um conjunto de operações lógicas realizadas por módulos como **ANDer**, **ORer** e **MUX**, que manipulam e combinam sinais digitais para definir estados e posições.

Detalhes Técnicos

- **Portas AND e OR** são empregadas para condicionar e combinar sinais binários provenientes dos módulos principais.
- **Multiplexadores (MUX)** organizam e distribuem os sinais processados, permitindo que as informações fluam de maneira otimizada entre os blocos do circuito.

4.7. Clocks e sinais de reset

A sincronização do circuito é garantida pelo **Clock central**, que atua como o mecanismo regulador das operações. Complementarmente, os sinais de reset permitem que o sistema volte ao estado inicial conforme necessário.

Detalhes Técnicos

- O clock define os momentos exatos em que os módulos devem processar novas informações.
- O sistema de reset global impede comportamentos indefinidos, restaurando valores essenciais a cada reinicialização.

5. CONCLUSÃO

O desenvolvimento do circuito digital para o jogo Snake no Logisim representa uma aplicação avançada dos princípios da eletrônica digital, integrando módulos sequenciais e combinatórios para criar um sistema funcional e interativo. A estrutura modular do projeto não apenas facilita sua compreensão e manutenção, mas também demonstra a viabilidade da implementação de jogos clássicos em um ambiente de simulação baseado em lógica digital.

A arquitetura do circuito foi projetada de forma a garantir a sincronia entre os diferentes blocos funcionais, promovendo uma interação eficiente entre os módulos de entrada, processamento e saída. O controle de comandos via teclado, a atualização sistemática da posição da cobra, o gerenciamento dinâmico da memória e a renderização dos elementos gráficos no display são

aspectos fundamentais que evidenciam a complexidade e a precisão da implementação.

Além disso, o uso de registradores, contadores, portas lógicas (AND, OR), multiplexadores e mecanismos de controle de estado contribui significativamente para a estabilidade e escalabilidade do sistema. Cada componente desempenha um papel essencial na estrutura do jogo, garantindo que a movimentação, o crescimento da cobra e a exibição na tela ocorram de forma sincronizada e previsível.

A aplicação de sinais de clock e reset é um fator decisivo para o funcionamento correto do circuito, permitindo que todas as operações sejam realizadas dentro de ciclos controlados e pré-determinados. Esse nível de controle temporal assegura que os dados sejam processados e exibidos de maneira fluida, sem inconsistências ou atrasos inesperados na atualização das informações.

Por fim, o circuito desenvolvido oferece um exemplo prático e robusto do uso de lógica digital na criação de sistemas interativos. Sua estrutura modular e otimizada serve como referência para projetos semelhantes e pode ser expandida com melhorias adicionais, como a implementação de efeitos visuais mais elaborados, a inclusão de novas regras de jogo ou até mesmo a adaptação para diferentes plataformas de simulação.