

Relatório MIC-1: Registradores

Aluno: Otávio Hiratsuka Camilo

1 Introdução

Um registrador de 32 bits é um pequeno bloco de memória dentro de uma unidade de processamento (CPU, FPGA, microcontrolador, etc.) que armazena temporariamente dados para processamento. Ele tem a capacidade de armazenar 32 bits, o que significa que pode conter 2^{32} combinações diferentes de valores binários (de 0 a 4.294.967.295 no sistema decimal para valores sem sinal). Os registradores são fundamentais para o funcionamento de processadores, pois são usados para armazenar informações como dados intermediários, endereços de memória ou resultados de operações aritméticas e lógicas. O tamanho de 32 bits refere-se à largura do barramento de dados, ou seja, à quantidade de dados que o registrador pode manipular em uma única operação.

Em processadores de arquitetura de 32 bits, as operações aritméticas, lógicas e de movimentação de dados geralmente ocorrem em registradores de 32 bits, o que define a capacidade do sistema de lidar com grandes números e a quantidade de dados processados simultaneamente.

1.1 Principais Características

Os registradores são componentes essenciais no design de processadores e sistemas digitais, e desempenham um papel fundamental no armazenamento temporário de dados. As principais características dos registradores incluem:

- **Capacidade de Armazenamento:** A capacidade de um registrador é expressa em bits, como 8, 16, 32 ou 64 bits. Isso indica quantos dados binários (bits) ele pode armazenar. Um registrador de 32 bits, por exemplo, pode armazenar até 2^{32} combinações diferentes de valores.
-

- **Velocidade:** O acesso a registradores é extremamente rápido, sendo muito mais rápido do que o acesso à memória principal (RAM). Eles estão diretamente conectados à Unidade Lógica e Aritmética (ULA) ou outras partes do processador, permitindo operações imediatas.
- **Operações de Leitura e Escrita:** Registradores suportam operações rápidas de leitura e escrita. Dependendo da arquitetura, essas operações podem ser síncronas ou assíncronas, e geralmente ocorrem em um único ciclo de clock.

Os registradores são cruciais para garantir o processamento eficiente de dados, permitindo a execução rápida de instruções em sistemas digitais.

1.2 Por que 32 bits?

A escolha de 32 bits para os registradores de um processador não foi aleatória. Ela está ligada diretamente à forma como os computadores processam informações.

- **Capacidade de Armazenamento:** 32 bits significa que o registrador pode armazenar 2^{32} combinações diferentes de 0s e 1s. Isso equivale a mais de 4 bilhões de números diferentes.
- **Tamanho da Palavra:** Em muitos processadores, 32 bits é o tamanho padrão de uma palavra. Isso significa que o processador trabalha com pedaços de informação de 32 bits de cada vez.

A escolha de 32 bits para os registradores foi uma decisão técnica que equilibrava a capacidade de processamento com a complexidade do hardware e as necessidades do software na época. Com o tempo, a evolução da tecnologia e o aumento das demandas dos usuários levaram à adoção de processadores de 64 bits, que oferecem maior desempenho e capacidade.

Com o avanço da tecnologia e o aumento das demandas por processamento, a indústria passou a utilizar processadores de 64 bits. Os processadores de 64 bits oferecem maior capacidade de endereçamento de memória (mais de 16 exabytes) e podem manipular dados maiores em um único ciclo de clock.

2 Estrutura do Registrador

Para a concepção e simulação do registrador, utilizamos a ferramenta Quartus II. Este software permitiu a geração de um arquivo de descrição de hardware (.bdf) e um arquivo de forma de onda (.wvf).

O arquivo .bdf contém a descrição lógica do registrador, enquanto o .wvf visualiza o comportamento do circuito ao longo do tempo, auxiliando na verificação da funcionalidade e identificação de possíveis erros.

A estrutura de um registrador é composta por uma série de elementos que trabalham em conjunto para armazenar e manipular dados de forma eficiente. Ele é fundamentalmente um conjunto de flip-flops, com algumas funcionalidades adicionais para controle e acesso aos dados. A seguir, estão os principais componentes e características de um registrador. Para representar com melhor qualidade segue abaixo uma representação de um registrador de 8 bits.

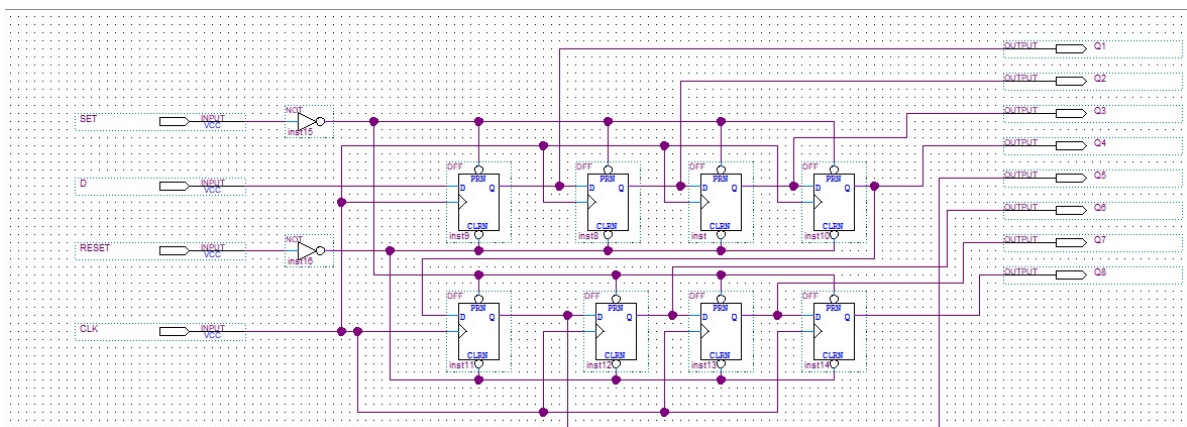


Figura 1: Registrador 8 bits

2.1 Flip-Flops D

O flip-flop D (ou flip-flop tipo D) é um circuito sequencial usado em sistemas digitais para armazenar um bit de informação. Sua principal característica é que ele captura o valor presente na entrada D (de Data ou Dados) no momento em que ocorre uma transição de subida (ou descida, dependendo do design) do sinal de clock. Esse valor é mantido na saída Q até a próxima transição do clock. O flip-flop D é muito utilizado em registradores, contadores e em dispositivos de armazenamento temporário, como latches em FPGAs.

Um registrador é essencialmente composto por flip-flops, que são células básicas de memória capazes de armazenar um bit de dados cada. Para um registrador de 32 bits, são necessários 32 flip-flops. Eles podem ser do tipo D (o mais comum) ou de outros tipos, dependendo da implementação. Cada flip-flop tem uma entrada (D) e uma saída (Q). A entrada D é o valor a ser armazenado, e a saída Q é o valor armazenado no flip-flop.

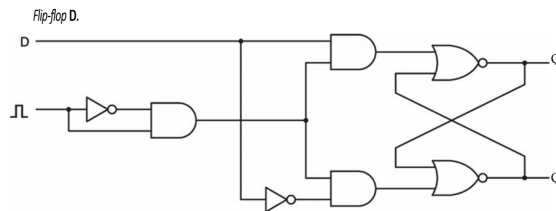


Figura 2: Flip-Flop D

2.2 Entrada

O barramento de entrada é um conjunto de linhas que fornecem os dados que serão armazenados no registrador. Se o registrador for de 32 bits, ele terá 32 linhas de entrada, cada uma conectada a um flip-flop.

O sinal de clock sincroniza o funcionamento do registrador. O registrador captura os dados da entrada (D) e os armazena nos flip-flops apenas na borda ativa do clock (subida ou descida, dependendo do projeto). O clock garante que os dados sejam armazenados de forma ordenada e no tempo certo.

Alguns registradores possuem uma função de **reset** ou **clear**, que zera o valor armazenado no registrador. Quando ativado, este sinal força todos os flip-flops a armazenarem o valor 0, independentemente do sinal de clock ou dos dados de entrada.

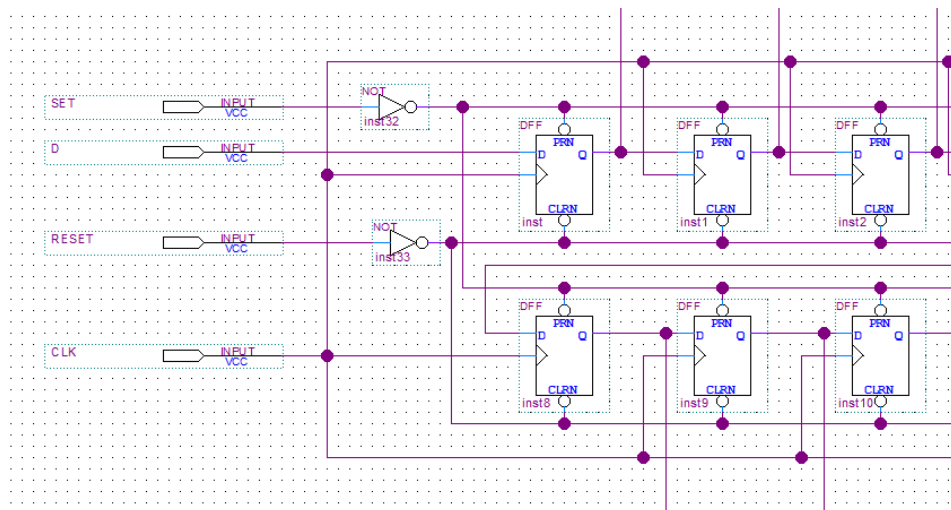


Figura 3: Entradas do Registrador de 32bits

2.3 Saída

O barramento de saída é usado para ler o valor armazenado no registrador. Assim como o barramento de entrada, um registrador de 32 bits terá 32 linhas de saída conectadas aos flip-flops. Cada linha reflete o valor armazenado no respectivo flip-flop.

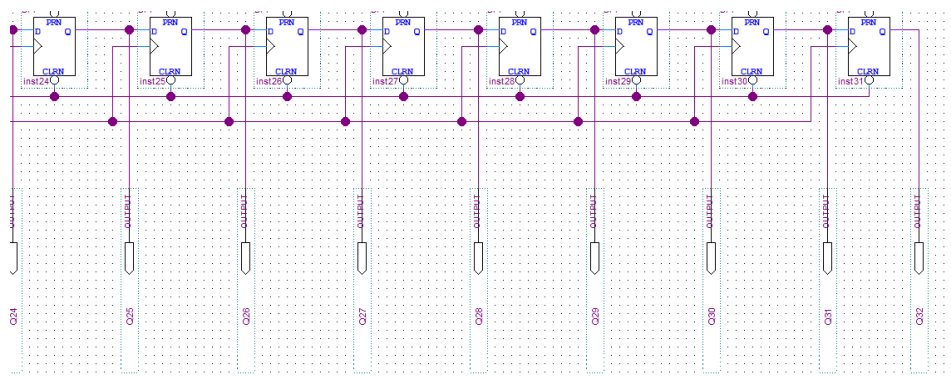


Figura 4: Saída do Registrador de 32bits

3 Simulação e Resultado

Para a realização da simulação e obtenção dos resultados, utilizamos a função waveform. O arquivo waveform (.wvf) gerado representa visualmente a variação temporal de sinais elétricos. Essencialmente, é um gráfico digital que ilustra como a amplitude de um sinal elétrico evolui ao longo do tempo, permitindo a análise de características como frequência, fase e ruído.

A simulação foi parametrizada com um tempo de simulação de 200 nanosegundos e um período de clock de 20 nanosegundos. O sinal de controle SET foi definido como nível lógico alto (1) no intervalo entre 10 e 20 nanosegundos. O sinal de dado D, por sua vez, foi definido como alto nos intervalos de 10 a 80 nanosegundos e de 130 a 140 nanosegundos. As saídas do registrador (Q1 a Q32 visíveis) estão todas em estado indefinido, marcado como "X", que significa que o valor é desconhecido.

As saídas do registrador estão claramente respondendo ao sinal de clock e aos valores do dado de entrada (D). Cada uma das saídas Q1 a Q32 está alternando conforme esperado, mostrando o comportamento de um registrador sequencial. Nesta simulação, o registrador está funcionando de maneira correta. O sinal de entrada (D) está sendo armazenado no registrador, e os sinais de saída (Q1 a Q32) estão respondendo de acordo com as transições no clock. O comportamento observado sugere

que o circuito está capturando o valor de D na borda de subida do clock e propagando para as saídas em cada ciclo.

Se você estiver simulando um registrador de deslocamento ou algum outro tipo de registrador síncrono, este resultado parece ser o esperado. Se precisar de mais detalhes sobre o comportamento exato do registrador ou alguma ajuda com o código, posso ajudar a revisar sua lógica.

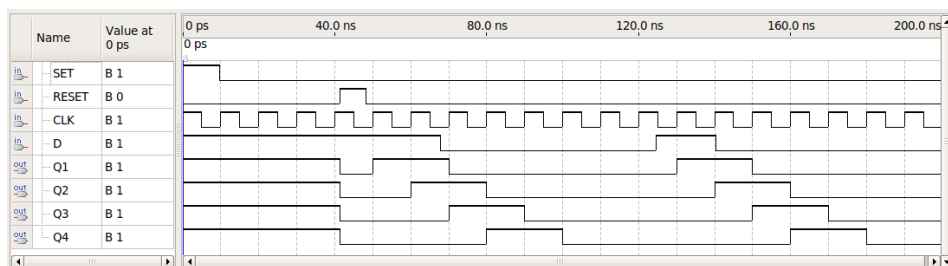


Figura 5: Resultado Waveform do Registrador de 32bits

Referências

**TANENBAUM, Andrew S.; AUSTIN, Todd. Organização estruturada de computadores. 6. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.