

Documentação do Módulo VGA_Interface

Maurício dos Santos de Jesus, Gabriel Andrade Yago Martins

October 4, 2023

1 Introdução

Esta documentação descreve o módulo **VGA_Interface**, que é projetado para gerar sinais de vídeo VGA e controlar a exibição de cores e posição na tela. Este módulo é útil para sistemas que desejam exibir gráficos em um monitor VGA. Ele inclui entradas e saídas para controle de cores, sincronização e posição na tela.

2 Entradas e Saídas

2.1 Entradas

- **R_in, G_in, B_in** (Entradas de Cores RGB):
 - Descrição: Entradas de 8 bits representando as componentes de cores vermelha, verde e azul, respectivamente.
- **clk** (Clock):
 - Descrição: Sinal de clock para sincronizar operações no módulo.
- **rst** (Reset):
 - Descrição: Sinal de reset para redefinir o estado interno do módulo.

2.2 Saídas

- **R, G, B** (Saídas de Cores RGB):
 - Descrição: Saídas de 8 bits representando as intensidades das cores vermelha, verde e azul dos pixels a serem exibidos na tela.
- **HS** (Sincronismo Horizontal):
 - Descrição: Sinal de sincronismo horizontal que indica o início de cada linha na tela.
- **VS** (Sincronismo Vertical):
 - Descrição: Sinal de sincronismo vertical que indica o início de cada quadro ou campo na tela.

- **BLANK** (Blanking):
 - Descrição: Sinal que indica se a tela deve ser deixada em branco (0) ou se o conteúdo de vídeo deve ser exibido (1).
- **VGA_SYNC** (Sincronismo do Sinal VGA):
 - Descrição: Sinal de sincronismo composto que combina os sinais de sincronismo horizontal e vertical.
- **VGA_CLK** (Clock do Sinal VGA):
 - Descrição: Sinal de clock específico para o sinal VGA, usado para sincronizar a taxa de pixel com o dispositivo de exibição.
- **h_pos** (Posição Horizontal):
 - Descrição: Saída que indica a posição horizontal atual na tela, representada como um número binário de 10 bits.
- **v_pos** (Posição Vertical):
 - Descrição: Saída que indica a posição vertical atual na tela, representada como um número binário de 10 bits.
- **oAddress** (Endereço de Memória):
 - Descrição: Saída que representa o endereço de memória onde os dados de vídeo para o pixel atual estão armazenados.

3 Funcionamento

O módulo **VGA_Interface** é responsável por gerar sinais de vídeo VGA e controlar a exibição de cores e posição na tela. Ele utiliza as entradas de cores RGB para determinar as cores dos pixels e gera sinais de sincronismo horizontal e vertical para controlar o início de cada linha e quadro na tela. O sinal **BLANK** indica se a tela deve ser deixada em branco ou se o conteúdo de vídeo deve ser exibido.

As saídas **h_pos** e **v_pos** representam as posições horizontal e vertical atuais na tela, enquanto **oAddress** representa o endereço de memória onde os dados de vídeo para o pixel atual estão armazenados.

4 Lógica de Controle Principal

O módulo **VGA_Interface** incorpora uma lógica de controle principal que é fundamental para o funcionamento do sistema de exibição de vídeo VGA. Essa lógica é acionada pelo sinal de borda de subida (**posedge clk**), que é o clock do sistema, e é responsável por controlar a posição horizontal e vertical da imagem na tela.

A lógica de controle é sensível a dois sinais essenciais: `clk` e `rst`. O sinal `clk` é o sinal de clock que sincroniza todas as operações no sistema. O sinal `rst`, por sua vez, é o sinal de reset que permite reiniciar o estado interno do módulo.

O comportamento da lógica de controle é descrito da seguinte maneira:

- Quando o sinal de reset (`rst`) é igual a 1 (`1'b1`), o módulo é reiniciado. Nesse caso, as posições horizontal (`h_pos`) e vertical (`v_pos`) são redefinidas para seus valores iniciais, que são ambos zeros (10 bits de zeros).
- Quando o sinal de reset não está ativo (ou seja, `rst` é igual a 0), a lógica começa a atualizar a posição horizontal (`h_pos`) e vertical (`v_pos`). Primeiro, verifica se a posição horizontal está dentro dos limites da tela (comparando-a com `HORIZONTAL_TOTAL - 1`). Se estiver dentro dos limites, a posição horizontal é incrementada em 1 (`h_pos <= h_pos + 1'b1`).
- Se a posição horizontal atingir o limite, ela é reiniciada para zero (`h_pos <= 1'b0`), e a posição vertical passa pelo mesmo processo de verificação e atualização, mantendo-a dentro dos limites da tela (`v_pos <= v_pos + 1'b1`).
- Esse processo de atualização contínua de `h_pos` e `v_pos` permite que a imagem seja exibida na tela, movendo-se horizontal e verticalmente enquanto é varrida linha por linha e quadro por quadro.

Essa lógica desempenha um papel crítico na criação e atualização da imagem na tela VGA, garantindo que ela seja exibida corretamente e que as posições horizontal e vertical sejam mantidas dentro dos limites da tela.

5 Sincronismo Horizontal, Sincronismo Vertical e Geração de Blank

Este módulo compreende as lógicas de sincronismo horizontal (`HS`), sincronismo vertical (`VS`), geração de blank (`BLANK`), atribuições e geração de endereços na memória. Cada uma dessas partes desempenha um papel crucial no controle e na exibição da imagem na tela VGA.

5.1 Sincronismo Horizontal (`HS`)

A lógica de sincronismo horizontal é acionada pelo sinal de borda de subida (`posedge clk`). Quando o sinal de reset (`rst`) está ativo (1), `HS` é definido como 1, indicando o início de uma nova linha na tela. Durante a exibição da imagem, o sinal de sincronismo horizontal é desativado (0) quando a posição horizontal (`h_pos`) está dentro das regiões de *back porch*, *display* e *front porch*. Fora dessas regiões, `HS` é definido como 1.

5.2 Sincronismo Vertical (`VS`)

A lógica de sincronismo vertical é semelhante à de sincronismo horizontal. Quando o sinal de reset (`rst`) está ativo (1), `VS` é definido como 1, indicando o início de um novo quadro ou campo na tela. Durante a exibição da imagem, o sinal de sincronismo vertical é desativado (0) quando a posição vertical (`v_pos`) está dentro das regiões de *back porch*, *display* e *front porch* vertical. Fora dessas regiões, `VS` é definido como 1.

5.3 Blank (BLANK)

O sinal de blank (BLANK) é responsável por controlar se a tela deve ser mantida em branco (0) ou se o conteúdo de vídeo deve ser exibido (1). Durante a exibição da imagem, BLANK é desativado (0) apenas quando a posição horizontal e vertical está dentro dos limites do *display* ativo. Fora desses limites, a tela permanece em branco.

5.4 Atribuições e Atualização de Cores

As próximas partes deste módulo incluem atribuições de sinais de VGA_CLK e VGA_SYNC, que estão relacionadas ao sinal VGA. Além disso, há uma atualização contínua das cores vermelha (R), verde (G) e azul (B) com base nas entradas R_in, G_in e B_in. Isso permite a exibição de cores na tela.

5.5 Geração de Endereços na Memória

A última parte deste módulo é responsável pela geração de endereços na memória. Quando o sinal de reset está ativo (1), o endereço é redefinido para zero. Durante a parte visível do vídeo, o endereço é incrementado continuamente, representando a posição atual na memória de vídeo. Quando o último pixel é atingido, o endereço retorna ao início. Na parte de sincronismo do vídeo, o endereço permanece inalterado.

Essas várias partes trabalham em conjunto para controlar a exibição de vídeo VGA e garantir que as cores e a posição da imagem sejam atualizadas conforme necessário para uma visualização adequada na tela.