

# PCS3335 - Lab Digital A – Proposta Projeto 12

## Jogo “Light Gun” em FPGA

06/07/2023

Fernando da Silva Alvarista 13695636

Pedro Henrique 12488289

Endereço GIT: <https://github.com/D1S3LPH/LabDig2023-projeto-final-projeto-12>

### RESUMO DOS OBJETIVOS ATINGIDOS

No decorrer do projeto, conseguiu-se construir a light gun desejada, e fazer com que esta diferencie quando está apontando para um alvo “claro” e quando está apontando para um alvo “escuro”, assim como detectar o aperto do botão de gatilho, bem como digitalizar essas informações e enviá-las de forma legível para a FPGA.

Conseguiu-se implementar o protocolo VGA, de forma a desenhar um cenário simples na tela, composto de retângulos ocupando diferentes “planos”, desenhando, assim um cenário simples composto de um fundo azul, um chão com horizonte, uma árvore (quadrada) e duas maçãs também quadradas.

A função de tiro da arma foi atingida, e a constatou a habilidade de se detectar o acerto, e diferenciar alvos. Com a máquina de estados implementada agora, conseguimos diferenciar de uma mira na tela, ou uma mira apontada para uma luz externa, prevenindo assim o “cheat” de “apontar pra lâmpada”.

### DESCRIÇÃO DO HARDWARE

O detector de luz da light gun, consiste em um fotoresistor, cuja resistência varia entre 100k e 1000k dependendo das condições de iluminação recebidas. Colocando-se ele no fundo do cano de PVC, e conectando-se ao circuito conforme a da Imagem 1, podemos gerar um sinal digital `signal_trigger` que serve de entrada para a FPGA, ele é alto (logical high) quando a light-gun aponta para uma luz suficientemente forte, e baixo (logical low) quando aponta para superfícies escuras. O nome desse sinal de entrada na FPGA é um input chamado “light” no código.

O circuito do gatilho consiste em apenas um pull-up resistor e um switch, colocado na posição adequada. Quando pressionado, ele envia um sinal low para a FPGA. O nome desse input no código desenvolvido é “trigger”.

Toda a alimentação do hardware vem da própria FPGA e seu supply de 5V. Não necessitando fontes externas. A construção física da light gun (Figura 2) utilizou cano PVC pela facilidade de se trabalhar com ele, bem como cola quente para fixar os fios e componentes atrelados, o circuito foi implementado em protoboard. A fita isolante no cotovelo da arma é necessário para evitar interferência da luz ambiente no fotoresistor (o cano PVC é levemente transparente). O circuito é ajustável para diferentes condições de iluminação por meio de potenciômetro.

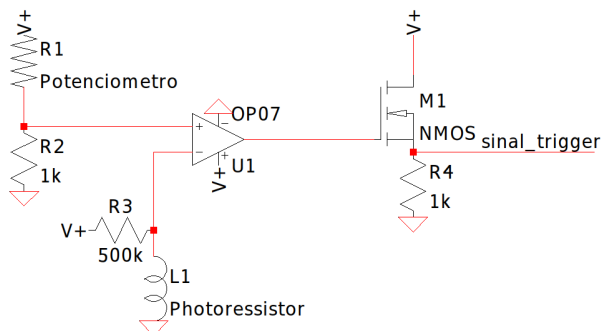


Figura 1: Esquemático do circuito detector de luz



Figura 2: Construção física da Light Gun

### DESCRIÇÃO DO HDL ALTO NÍVEL

A entidade top level é composta por um gerador de sincronismo de VGA (`VGA_sync.v`), um módulo que determina a coloração dos pixels da tela, (`graph_circuit.v`), uma máquina de estados finitos (`bang_bang_fsm.v`) que serve de unidade de controle para os dois módulos anteriores e recebe os sinais de luz (`light`) e aperto de gatilho (`trigger`) da light gun.

O gerador de sincronismo é a unidade que coordena a comunicação com o monitor fazendo com que os sinais de sincronismo horizontal (H\_Sync) e vertical (H\_sync) sejam ativos nos tempos corretos. Essa sincronização é feita por meio de um divisor de clock, que baixa o clock original da FPGA para 25Mhz (divisão mod 2), e contadores baseados nesse clock dividido, assim a cada pulso de clock o sinal avança um pixel. Essas posições pixel\_x e Pixel\_y serão utilizadas como sinais para os módulos que definem as cores desses. Cria-se também um sinal de quando o vídeo está ligado ou desligado, pois há posições de pixel que não são físicas e representam o tempo do feixe de elétrons das TVs de tubos antigas, fazerem o trajeto de volta (o Back e Front Porch) .

O módulo que desenha os quadros na tela recebe a posição atual do pixel (x e y), bem como se o vídeo deve ser ou não ligado (ou seja fora das front e back porch, ou quando a máquina de estado impõe frames escuros) e determina qual a cor deste pixel. Para isso, cada elemento possível do desenho que não o fundo (céu azul claro) possui um circuito combinacional que implementa uma função booleana se diz se tal posição x,y é ocupada por este elemento (sinais horizonte\_on, tronco\_on, folhagem\_on, maca\_on). Um decodificador de prioridade, decide qual dos elementos ocupantes do pixel, determinará a cor deste. (objetos tem prioridade conforme mais a frente ao plano de vista eles estão, assim, maca\_on tem prioridade sobre folhagem, folhagem tem prioridade sobre tronco, e este sobre solo). Os controles permitem ainda, remover os desenhos mais afrente (as maçãs) o que será usado pela FSM que controla o jogo para indicar que estas levaram um tiro certeiro.

A máquina de estados finitos ao ser resetada, inicia o jogo com duas maçãs e fica em idle, até receber um comando de tiro da light gun. Quando isso ocorre, ela comanda o circuito desenhador de frames, a passar pela seguinte sequência: Gerar m frame totalmente escuro, um frame com a forma do primeiro alvo em branco e o restante em preto, um segundo frame escuro, um frame com o segundo alvo em branco, um último quadro escuro, e um retorno ao estado de idle. Caso o sensor de luz esteja em alto em um dos frames de destaque de alvo, o respectivo objeto passará para o estado off, e não mais aparecerá na cena.

## PLANO ORIGINAL

**Aula 9:** Estudo e implementação do Gerador de sinal VGA, com auxílio dos programas disponibilizados pela terasic[2]

**Aula 10:** Implementação da função tiro da light gun em dois alvos simples (Quadrados grandes).

**Aula 11:** Implementação de sprites simples, debugging, e, se o tempo permitir, implementação de sprites e cenários mais complexos salvos em um cartão SD.

**Aula 12:** Apresentação Final

## REFERÊNCIAS

[1] <https://sindenlightgun.com/details/>

[2] <https://download.terasic.com/downloads/cd-rom/de0-cv/>