



Laboratório de Circuitos Lógicos (CIC0231)

Projeto Aplicativo

CALCULADORA DIGITAL

OBJETIVOS: Projetar, simular e implementar um sistema digital baseado em FPGA, para a realização das operações de adição e subtração de números inteiros de um dígito decimal usando um mini-teclado de membrana.

1. INTRODUÇÃO:

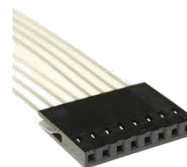
Na vida do engenheiro ou cientista da computação, o uso de uma calculadora (científica) é algo muitas vezes imprescindível. Hoje em dia, este equipamento está caindo em desuso, sendo substituída com maior eficiência pelo smartphone. No entanto, mesmo esses modernos aparelhos requerem que o processador possua uma ULA (Unidade Lógico-Aritmética) a fim de realizar as operações matemáticas.

2. OBJETIVOS

Seu grupo deve desenvolver uma calculadora com uma ULA capaz de realizar as operações de adição e subtração de números inteiros de um dígito decimal. O resultado deve ser mostrado nos displays de 7 segmentos do kit de desenvolvimento FPGA DE2 e a entrada de dados deve ser realizado utilizando um mini-teclado matricial 4x4 de membrana, mostrado na Figura 2.



(a) Teclado matricial 4x4



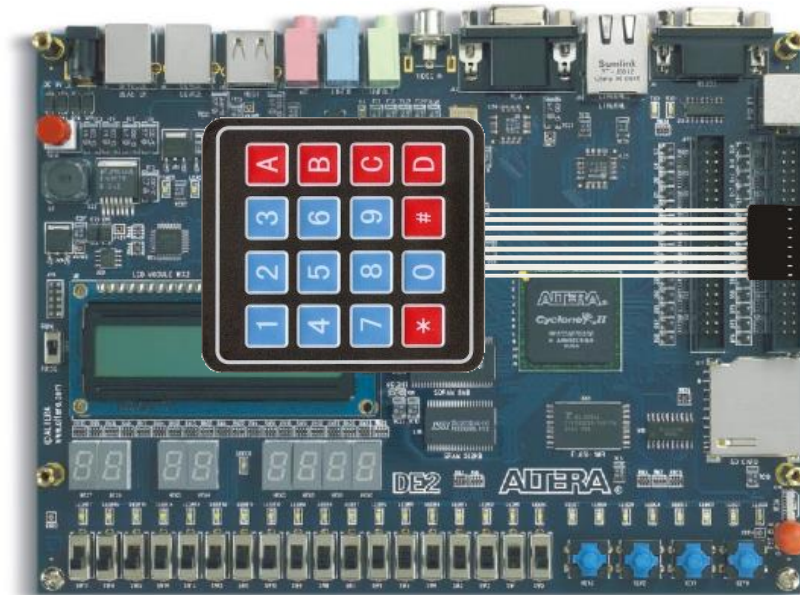
(b) Detalhe do conector

Figura 2: Teclado Matricial



3. METODOLOGIA

A Figura 3 ilustra a visualização geral do sistema digital utilizando o kit FPGA Altera.



Kit DE2

Figura 3: Ligação do Kit de desenvolvimento com o teclado

O sistema digital principal deve ser implementado no chip FPGA. A interface deste sistema com o teclado deve ser feita utilizando a porta de IO (GPIO_1) disponível no kit DE2 e mostrada em detalhe na Figura 4.

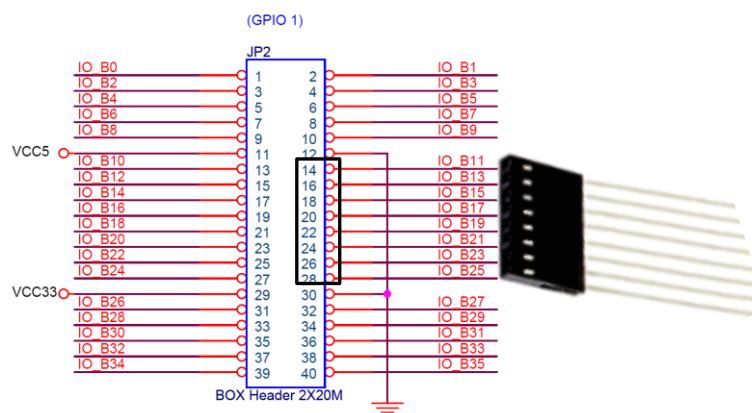


Figura 4: Detalhe da conexão do teclado com o GPIO_1 do kit DE2

Um módulo controlador de teclado está disponibilizado no Moodle (teclado.v), pronto para ser usado em seu esquemático (ou descrição Verilog) bastando incluir o arquivo no seu projeto.



O módulo controlador deve ser conectado conforme indicado na Figura 5.

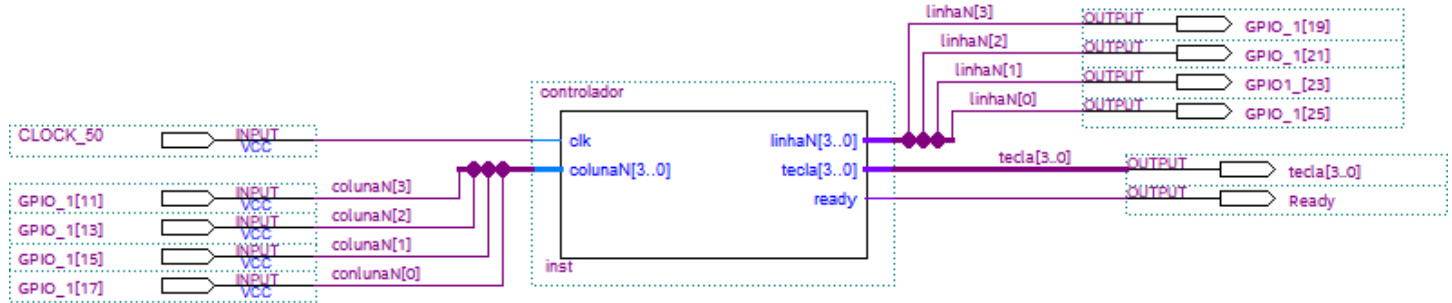


Figura 5: Conexão dos pinos do controlador

As saídas `tecla[3..0]` contém o número de 4 bits correspondente à tecla pressionada (0000 a 1111) e o sinal de `ready` indica quando uma tecla está pressionada. São esses sinais que você deve usar para o seu projeto.

4. ESPECIFICAÇÕES DO SISTEMA DIGITAL

Projete e monte um sistema digital síncrono que implemente uma calculadora capaz de ler um valor numérico decimal (0 a 9) do teclado, a seguir uma operação (tecla C adição, tecla B subtração, tecla A multiplicação) seguido de outro valor numérico decimal (0 a 9), ao pressionar a tecla D (=) o resultado em decimal da operação escolhida deve ser mostrado em dois displays de 7 segmentos. Note que a operação de subtração pode gerar valores negativos que devem ser indicados com o símbolo '-' antes do resultado.

Requisitos:

- O sistema deve sinalizar através do LED verde LEDG[8] que está pronto para receber um valor do teclado, na seguinte ordem:
 - I) A entrada do primeiro valor decimal deve ser realizada pelo teclado e seu valor mostrado no display HEX6, bem como em binário nos LEDs vermelhos LEDR[17:14].
 - II) A entrada da operação pelas teclas A, B, C e a operação escolhida deve ser sinalizada nos LEDs verdes LEDG[1:0], onde 01 corresponde à adição, 10 subtração e 11 multiplicação.
 - III) A entrada do segundo valor decimal deve ser realizada pelo teclado e seu valor mostrado no display HEX4, bem como em binário nos LEDs vermelhos LEDR[12:9].
 - IV) Pressionando a tecla D (=) deve mostrar o resultado nos display HEX1 e HEX0.
- O resultado da operação deve ser mostrado em decimal nos displays HEX0 e HEX1.
- Caso o resultado seja negativo, o sinal '-' deve ser apresentado no display HEX2.
- O sistema deve sinalizar através do LEDG[8] que a operação foi realizada com sucesso e que está preparado para receber outros valores.
- O botão KEY[0] deve ser utilizado para reinicializar o sistema, voltando ao estado inicial de espera do primeiro número.



Nos dias 16 e 17/02/2023 durante a aula, deve ser apresentada a versão final do projeto, plenamente funcional e atendendo aos requerimentos exigidos, juntamente com a entrega em formato impresso do relatório técnico final (e enviado pdf no link de entrega no Aprender3), seguindo o modelo adotado nos relatórios dos Experimentos.

5. SUMÁRIO

Este projeto visa aplicar os conhecimentos adquiridos ao longo da disciplina para o desenvolvimento de um sistema digital que implemente uma calculadora com memória e as operações matemáticas básicas de adição e subtração (+, -, \times) com números inteiros e saída BCD em displays de 7 segmentos. A avaliação do projeto será feita pelo professor baseada na apresentação e entrega do relatório (com links dos vídeos) do protótipo no dia agendado.

6. EQUIPAMENTOS E MATERIAL

- Kit de Desenvolvimento DE2
- Programa Quartus-II v.13.0
- 1 Mini-teclado matricial 4x4 (Hu-infinito: <https://www.huinfinito.com.br/modulos/1029-teclado-matricial-4x4-membrana.html>)