

## RELATÓRIO LABORATÓRIO 5: MICROPROCESSADOR MICROBLAZE

*Arthur Faria Campos 16/0024242*

Programa de Engenharia Eletrônica  
Faculdade Gama – Universidade de Brasília  
St. Leste Projeção A - Gama Leste, Brasília -  
DF, 72444-240  
email: arthur-fc@hotmail.com

*Felipe Lima Alcântara 16/0027918*

Programa de Engenharia Eletrônica  
Faculdade Gama - Universidade de Brasília  
St. Leste Projeção A - Gama Leste, Brasília -  
DF, 72444-240  
email: lipelima0327@gmail.com

### RESUMO

O documento apresenta o relatório técnico do quinto experimento, da matéria Prática de Eletrônica Digital 2. Este experimento denominado “Microprocessador Microblaze”. Esta atividade teve o objetivo introduzir a matéria de microprocessadores e o desenvolvimento de um projeto utilizando o MicroBlaze.

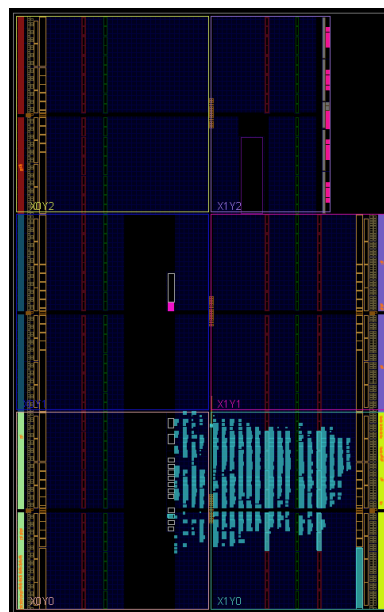
### 1. INTRODUÇÃO

Este relatório será focado no Microprocessador MicroBlaze, porém para se compreender este microprocessador é necessário uma introdução a microarquiteturas e aos microprocessadores em geral. Os microprocessadores são dispositivos lógicos programáveis em um único chip.

Os microprocessadores têm como função a execução de instruções e cálculos que constituem os programas, além de enviar as informações solicitadas por componentes externos e receber aquelas geradas por esses componentes.

A microarquitetura é a ligação entre a lógica e a arquitetura. Ela é baseada no arranjo específico de registradores, ULA, FSMs e memórias. As arquiteturas dos microprocessadores, podem ter uma grande variedade de microarquiteturas diferentes, cada uma com suas vantagens e desvantagens, mesmo diferentes todas devem executar os mesmos programas.

O MicroBlaze, é um microprocessador projetado para as FPGAs da Xilinx, ele é implementado inteiramente na memória e no tecido lógico da FPGA, onde foi implementado.



*Figura 1: Microblaze*

Para se utilizar o Microblaze é necessário primeiramente criar um Block Design com seu IP-core, disponibilizado pela Xilinx, neste Block Design, deve-se adicionar também o que será utilizado na implementação a ser realizada.

Para criar o programa é necessário utilizar o software SDK, este programa deverá ser escrito na linguagem C/C++ respeitando a memória que foi alocada ao Microblaze.

## 2. EXPERIMENTO

Para o Laboratório 5 implementamos no microprocessador MicroBlaze uma multiplicação matricial 2x2.

Na implementação da multiplicação matricial, deveríamos utilizar os switches da placa FPGA Basys3, para inserir os valores das matrizes A e B. Os números destas matrizes deveriam estar representados em ponto fixo, contando com um bit de sinal, dois bits de parte inteira e 5 bits da parte fracionária, sendo assim 8 switches para representar o valor numérico.

Além disso foi preciso de um switch para representar qual a matriz do elemento inserido e outros dois para indicar a posição deste valor numérico na matriz. A tabela a seguir faz a demonstração:

A/B	Pos	valor	
0   0   0   1   1   0   1   0   1   1   0			$\Rightarrow a_{11} = 110.10110_2 = -2.6875_{10}$
1   0   1   1   1   0   1   0   1   1   0			$\Rightarrow b_{12} = 110.10110_2 = -2.6875_{10}$
1   1   0   0   1   0   1   1   0   0   0			$\Rightarrow b_{21} = 010.11000_2 = +2.75_{10}$
0   1   1   0   0   1   0   1   0   0   0			$\Rightarrow a_{22} = 001.01000_2 = +1.25_{10}$

Figura 2: Multiplicação de Matrizes

Nessa tabela, o bit mais significativo representa o valor inserido no switch de escolha da matriz, após ele vem os dois bits da posição da matriz e por fim o valor numérico. A primeira coisa a ser feita, para esta implementação é separar o valor inserido, pois a comunicação entre o computador e a FPGA é serial, e o valor inserido no switch, entra como um único número inteiro.

Para isso devemos realizar operações de máscara, separando cada parte da nossa entrada. Aproveitando que os valores das máscaras estarão em binário, já realizamos elas, dentro de um if.

E já preenchemos as nossas variáveis, designadas para cada tipo de entrada.

```

if(newData!=oldData){
    //Faz a máscara para pegar a parte inteira do numero.
    numero = (int)(newData & 96) >> 5;
    //Confere bit sinal
    if(((newData & 128) >> 7)){
        numero = numero * (-1);
    }
    //Parte Fracionaria
    if(((newData & 16) >> 4)){
        numero = numero + 0.5;
        fracao = fracao + 0.5;
    }
    if(((newData & 8) >> 3)){
        numero = numero + 0.25;
        fracao = fracao + 0.25;
    }
    if(((newData & 4) >> 2)){
        numero = numero + 0.125;
        fracao = fracao + 0.125;
    }
    if(((newData & 2) >> 1)){
        numero = numero + 0.0625;
        fracao = fracao + 0.0625;
    }
    if(newData & 1){
        numero = numero + 0.03125;
        fracao = fracao + 0.03125;
    }
}

```

Figura 3: Bloco de Mascaras

Após termos os valores separados, entrada da matriz, da posição e do valor, deve-se efetuar a operação de multiplicação, para que não se tenha muita memória gasta e por ser uma matriz pequena, escrevemos as multiplicações em uma linha.

## 3. RESULTADOS

Os resultados deste laboratório foram obtidos no terminal do computador, onde se é printado, pelo comando Xil\_printf.

### 3.1. Resultados Exercício Opcional

A simulação do Exercício busca verificar o funcionamento da multiplicação matricial.

```

LoadB = 0
Posicao = 3
C[0][0] = 0
C[0][1] = 0
C[1][0] = 0
C[1][1] = 0
LoadA = 1
LoadB = 0
Posicao = 2
C[0][0] = 0
C[0][1] = 0
C[1][0] = 0
C[1][1] = 0
LoadA = 1
LoadB = 0
Posicao = 0
C[0][0] = 0
C[0][1] = 0
C[1][0] = 0
C[1][1] = 0
LoLoaLoaLoadA = 0
LoadB = 1
Posicao = 0
C[0][0] = 22500
C[0][1] = 0
C[1][0] = 0
C[1][1] = 22500
LoadA = 0
LoadB = 1
Posicao = 1
C[0][0] = 22500
C[0][1] = 22500
C[1][0] = 22500
C[1][1] = 22500

```

Figura 4: Print da Multiplicação (1/2)

```

LoadA = 0
LoadB = 1
Posicao = 3
C[0][0] = 22500
C[0][1] = 45000
C[1][0] = 45000
C[1][1] = 22500
LoadA = 0
LoadB = 1
Posicao = 2
C[0][0] = 45000
C[0][1] = 45000
C[1][0] = 45000
C[1][1] = 45000
LoadA = 0
LoadB = 1
Posicao = 0
C[0][0] = 45000
C[0][1] = 45000
C[1][0] = 45000
C[1][1] = 45000
LoadA = 1
LoadB = 0
Posicao = 0
C[0][0] = 45000
C[0][1] = 45000
C[1][0] = 45000
C[1][1] = 45000

```

Figura 5: Print da Multiplicação (2/2)

$$\begin{pmatrix} \frac{3}{2} & \frac{3}{2} \\ \frac{3}{2} & \frac{3}{2} \end{pmatrix} \times \begin{pmatrix} \frac{3}{2} & \frac{3}{2} \\ \frac{3}{2} & \frac{3}{2} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \frac{9}{2} & \frac{9}{2} \\ \frac{9}{2} & \frac{9}{2} \end{pmatrix}$$

Figura 6: Matriz Testada

Testamos acima a multiplicação das matrizes da figura 6 utilizando o Microblaze e obtivemos os resultados esperados. Contudo para alguns valores negativos a multiplicação e falha.

#### 4. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

A implementação no MicroBlaze, não foi muito simples, para realizá-la precisamos fazer o código para uma quantidade de memória específica e nos adequar a algumas limitações deste microprocessador.

Um exemplo é o fato da incapacidade de imprimir variáveis float, por isso nossos resultados aparecem multiplicados por 10000, que foi a forma que pensamos para imprimir o número decimal em int.

A conclusão que chegamos neste experimento é que a implementação em VHDL valesse mais para o problema apresentado, pois seria uma implementação mais simples. Basta olhar o quanto da placa foi utilizado para o MicroBlaze, Figura 1, e o gasto energético, logo abaixo:

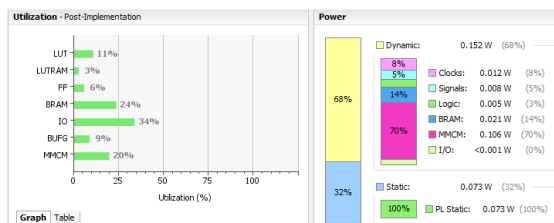


Figura 7: Uso energético do Microblaze

#### 5. REFERÊNCIAS

- [1] Chu, Pong P., FPGA Prototyping by VHDL Examples: Xilinx Spartan-3 Version, Wiley, 2011. [EBRARY]
- [2] Villanova, G. (2016). Uma arquitetura PWM em VHDL. [online] Embarcados. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/uma-arquitetura-pwm-em-vhdl/> [Acessado 7 Sep. 2017].
- [3] Wakerly, John F., Digital Design: Principles and Practices, 4th ed., Prentice Hall, 2005.
- [4] D'Amore, R., VHDL: Descrição e Síntese de Circuitos Digitais, 2 a . edição, LTC, 2012