

Projetos de Circuitos Digitais

1. Projete um multiplicador binário sem sinal (*unsigned*) de dois números A e B de 4 bits. Um exemplo de multiplicação é apresentado na Figura 1. Descreva o circuito combinatório resultante em VHDL, crie um testbench e simule a operação do circuito.

$$\begin{array}{r}
 1011 \\
 x 1001 \\
 \hline
 1011 \\
 0000 \\
 0000 \\
 + 1011 \\
 \hline
 1100011
 \end{array}$$

Figura 1: Exemplo de multiplicação

2. Modifique o multiplicador binário para fazer a multiplicação de dois números A e B com sinal, representados em Complemento de 2.
3. Uma Unidade Lógica Aritmética (ULA, ou ALU - Arithmetic-Logic Unit) é um circuito digital que realiza operações lógico-aritméticas. Projete uma ULA que tenha as entradas e saídas apresentadas na Figura 2.

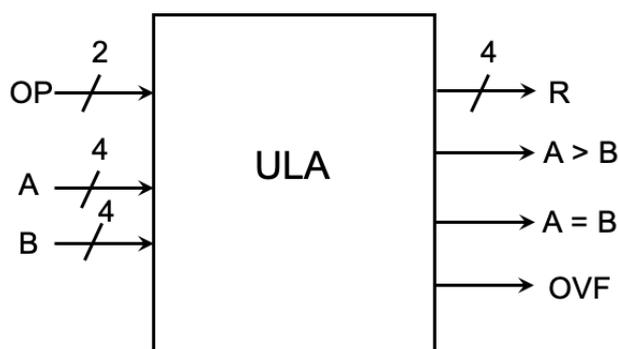


Figura 2: ULA - Unidade Lógico-Aritmética

O sinal OP indica a operação a ser executada pela ULA, conforme descrito na Tabela 1. Os sinais A e B são os argumentos da operação OP a ser executada e o resultado é apresentado na saída R. Adicionalmente, a ULA tem saídas que indicam quando $A > B$, $A = B$ e quando ocorre transbordo ($OVF = overflow$), no caso das operações aritméticas. Assuma

OP	Operação	Descrição
00	Adição	$R = A + B$
01	Subtração	$R = A - B$
10	AND	$R = A \text{ AND } B$ (bit a bit)
11	OR	$R = A \text{ OR } B$ (bit a bit)

Tabela 1: Operações da ULA

que os operadores A e B são números inteiros com sinal, representados em Complemento de 2 de 4 bits.

Descreva o circuito da ULA em VHDL, prepare o testbench e execute a simulação para verificar o correto funcionamento do projeto feito.

4. Usando as saídas da ULA, como podemos ter os sinais $A \geq B$, $A < B$ e $A \leq B$?