Projeto de circuito

MAC0329 – Álgebra booleana e aplicações (DCC / IME-USP — 2023)

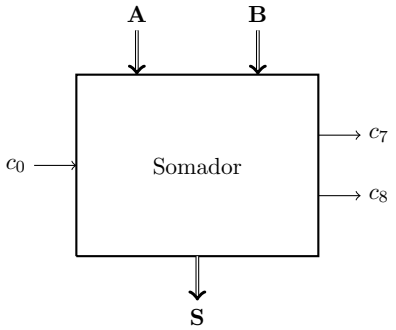
– Todas as etapas do projeto deverão ser feitas usando o Logisim-evolution
https://github.com/reds-heig/logisim-evolution –

Parte 1: Circuito Somador – entrega no e-disciplinas, até 18/04

Nesta primeira etapa do projeto (Parte 1), o objetivo é a implementação de um circuito somador de 8 *bits*, e sua utilização para realizar as operações de adição e subtração (Veja também os capítulos 2 e 3 das notas de aula).

1 Especificação de um somador de 8 *bits*

Em nosso projeto, o somador de 8 bits terá a seguinte configuração



Entradas:

- **A** e **B** (operandos 1 e 2)
  $\underbrace{(a_7, a_6, a_5, a_4, a_3, a_2, a_1, a_0)}_{\mathbf{A}}$ $\underbrace{(b_7, b_6, b_5, b_4, b_3, b_2, b_1, b_0)}_{\mathbf{B}}$
- c_0 (*carry* na coluna 0)

Saídas:

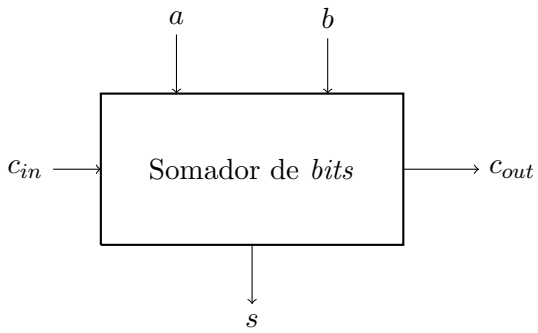
- $\mathbf{S} = \mathbf{A} + \mathbf{B}$ (8 *bits* da soma) $\underbrace{(s_7, s_6, s_5, s_4, s_3, s_2, s_1, s_0)}_{\mathbf{S}}$
- c_7 (*carry* na coluna 7)
- c_8 (*carry* na coluna 8)

2 Organização do circuito

Em geral, um circuito complexo pode ser decomposto em subcircuitos. Se os subcircuitos estiveren prontos e disponíveis, podemos simplesmente usá-los para implementar o circuito maior. Além disso, subcircuitos funcionam como componentes e podem ser utilizados em diferentes partes de um circuito maior. Obviamente, para tanto é importante que os componentes tenham uma interface e funcionalidade bem definidas.

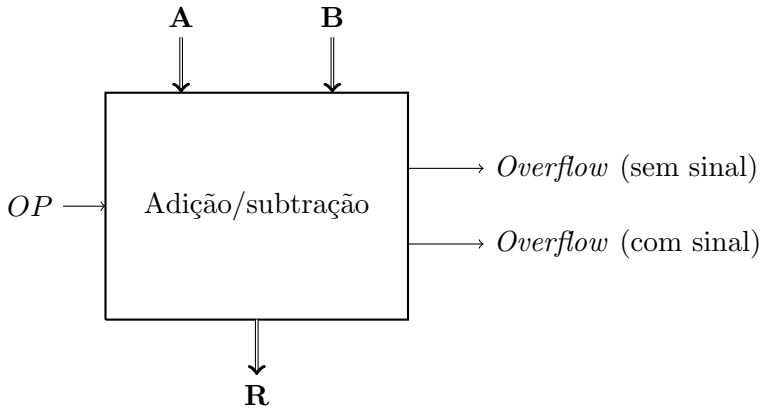
Neste EP seguiremos o princípio descrito acima. Começando do componente mais básico até o mais complexo. Primeiro faremos um somador de bits, depois usaremos ele para fazer o circuito somador propriamente dito. Por fim, faremos um circuito principal (`main`) para testar o circuito somador, tanto para realizar as operações de adição como de subtração.

1. `somabits`: este deve ser o circuito somador de *bits*. Ele recebe três *bits*, a, b e c_{in}, e devolve dois *bits*, s e c_{out}, conforme mostrado no diagrama a seguir.



2. `somador`: este deve ser o circuito somador descrito na seção 1 acima e ele deve ser construído usando o subcircuito `somabits` acima.

3. `main`: o circuito principal servirá para testar o somador. Aqui espera-se um circuito com a seguinte interface:



Neste diagrama,

- **A** e **B** são os operandos, ambos de 8 *bits*;
- *OP* é um *bit* para indicar o tipo de operação: se 0, deve ser calculada a adição $\mathbf{A}+\mathbf{B}$ e se 1 deve ser calculada a subtração $\mathbf{A}-\mathbf{B}$;
- **R** é o resultado da operação (8 *bits*);
- "*overflow* sem sinal" é um *bit*: se 1, indica que a operação calculada, interpretando-se os números como sem sinal, resultou em *overflow*;
- "*overflow* com sinal" é um *bit*: se 1, indica que a operação calculada, interpretando-se os números como com sinal (na notação complemento de dois), resultou em *overflow*.

O circuito principal deve utilizar o circuito `somador`.

Observação: Embora aqui estejamos falando de modularização de circuitos lógicos, esse conceito estará bastante presente na especificação e desenvolvimento de softwares em geral. Em MAC0110, em breve vocês aprenderão "funções", que correspondem a um dos elementos modulares na organização do código de um programa.

3 O que fazer e entregar

Os circuitos devem ser implementados usando o software `logisim-evolution`.

A ordem natural para o EP1 é fazer o circuito seguindo a estratégia *bottom-up*, isto é, começa-se com o subcircuito mais básico (`somabits`), em seguida faz-se o `somador`, e finalmente o `main`. Cada um deles deve ser testado individualmente, antes de ser empregado em um circuito de nível superior. Adicione nomes (labels) aos pinos de entrada e saída dos subcircuitos. Use nomes coerentes com os descritos nos esquemas acima, de forma que qualquer um possa usar o seu circuito como um componente "caixa-preta".

Deve ser entregue o arquivo com a extensão `.circ`, gerado pelo `logisim-evolution`, contendo o circuito desenvolvido.

4 Critérios de avaliação

Serão avaliados os seguintes aspectos:

- corretude dos circuitos
- aderência à organização proposta, com uma clara identificação (nome consistente) dos pinos de entrada e saída em cada circuito

Dúvidas ? Poste suas perguntas no fórum de Dúvidas/Comentários no moodle do e-disciplinas