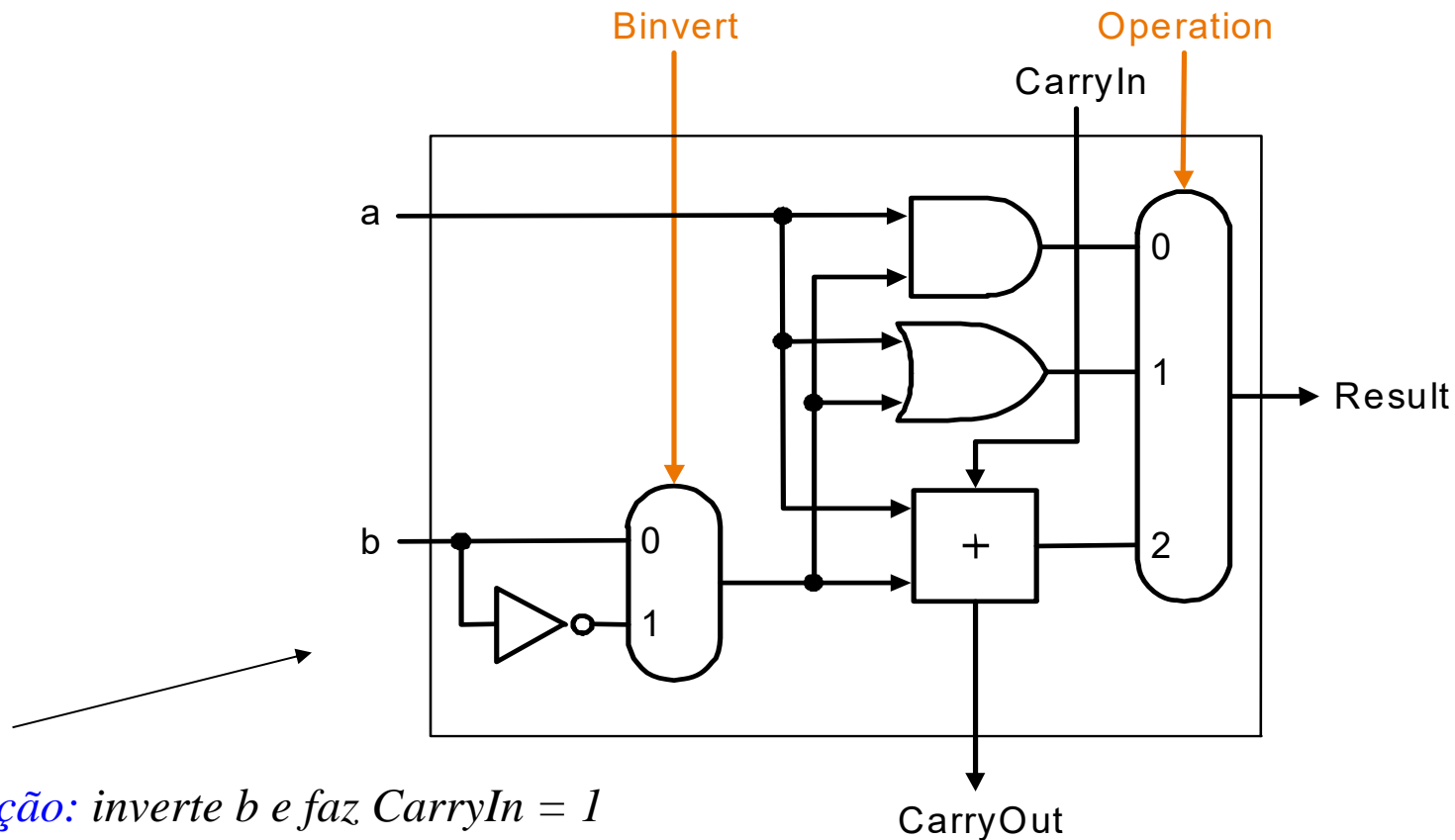


Incluindo a subtração ($a-b$) na ULA

- Para subtrair ($a-b$) na ULA construída anteriormente, usar a técnica do complemento de 2: apenas negar b e somar.
- Como negar um dos operandos de entrada, de maneira eficiente ?

E sobre a subtração $(a - b)$?

- Como negar um dos operandos de entrada, de maneira eficiente ?
Solução:



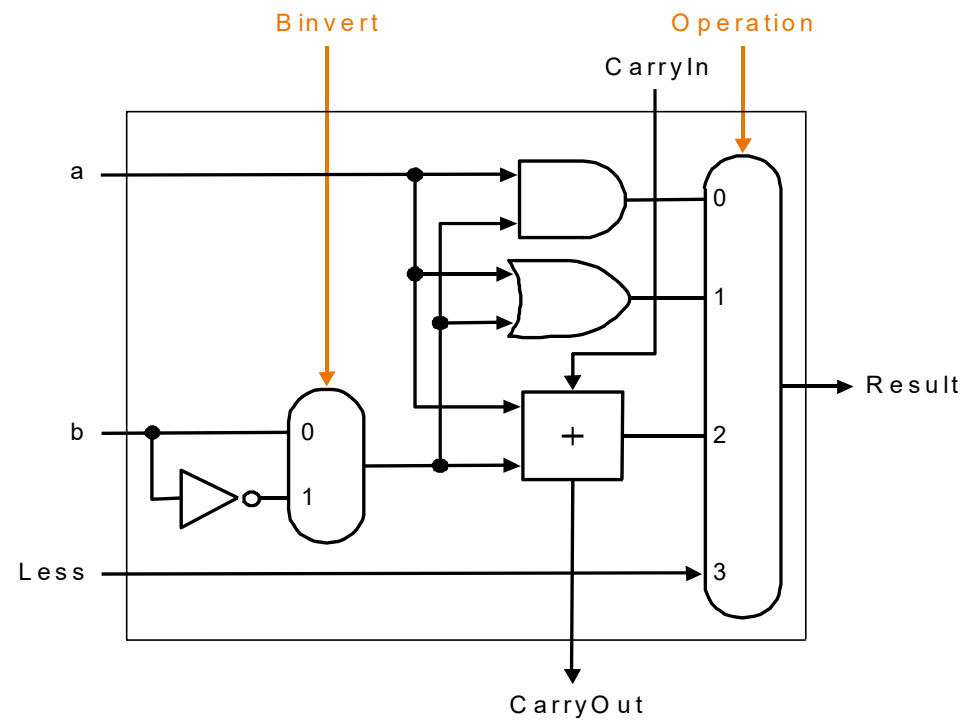
Instrução SLT

- MIPS deve suportar a instrução set-on-less-than (SLT)
 - lembrar: SLT é uma instrução aritmética, do ponto de vista do hardware
 - produz um 1 se $rs < rt$, e 0 caso contrário
 - implementar usando subtração:
 - Se $(a - b) < 0$, significa que $a < b$
 - Como ?

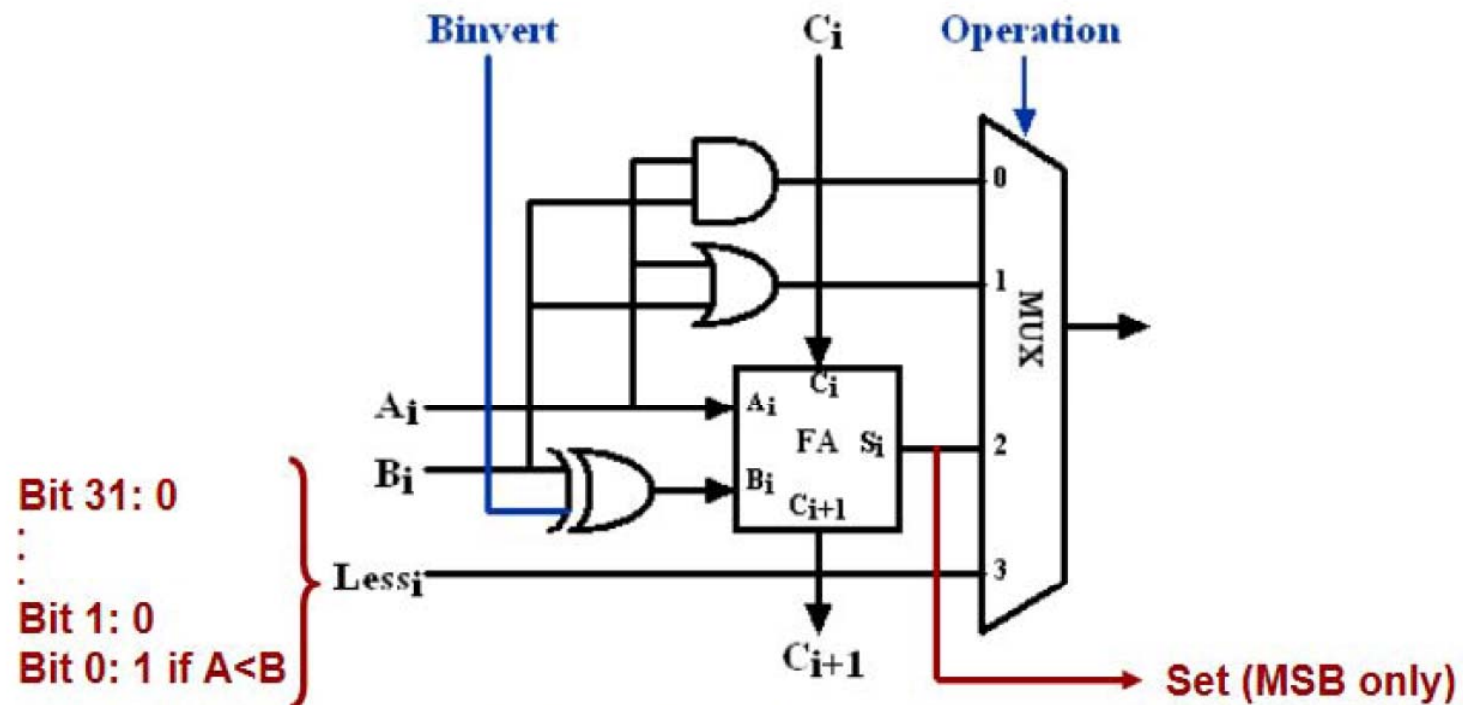
Instrução SLT

- MIPS deve suportar a instrução set-on-less-than (SLT)
 - lembrar: SLT é uma instrução aritmética, do ponto de vista do hardware
 - produz um 1 se $rs < rt$, e 0 caso contrário
 - implementar usando subtração:
 - Se $(a - b) < 0$, significa que $a < b$
 - Como ?
 - $rs < rt$ significa que o resultado é negativo, logo o bit de sinal = 1
 - set inicializa o registrador que armazena o resultado c/ ...0000001
 - Logo, basta conectar o bit de sinal do resultado da subtração ao último bit do registrador de destino.
 - Complicação: casos em que ocorre overflow.

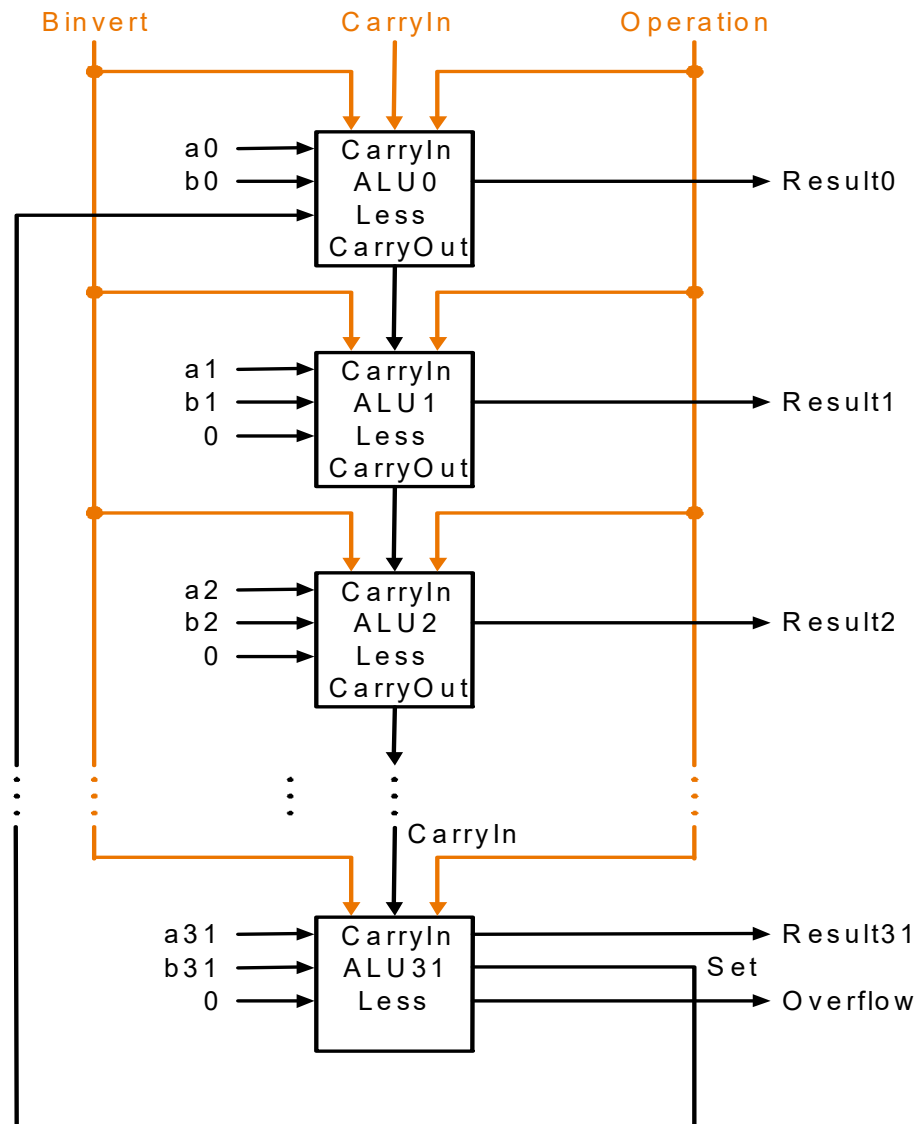
Instrução SLT



Instrução SLT



Instrução SLT p/ 32 bits



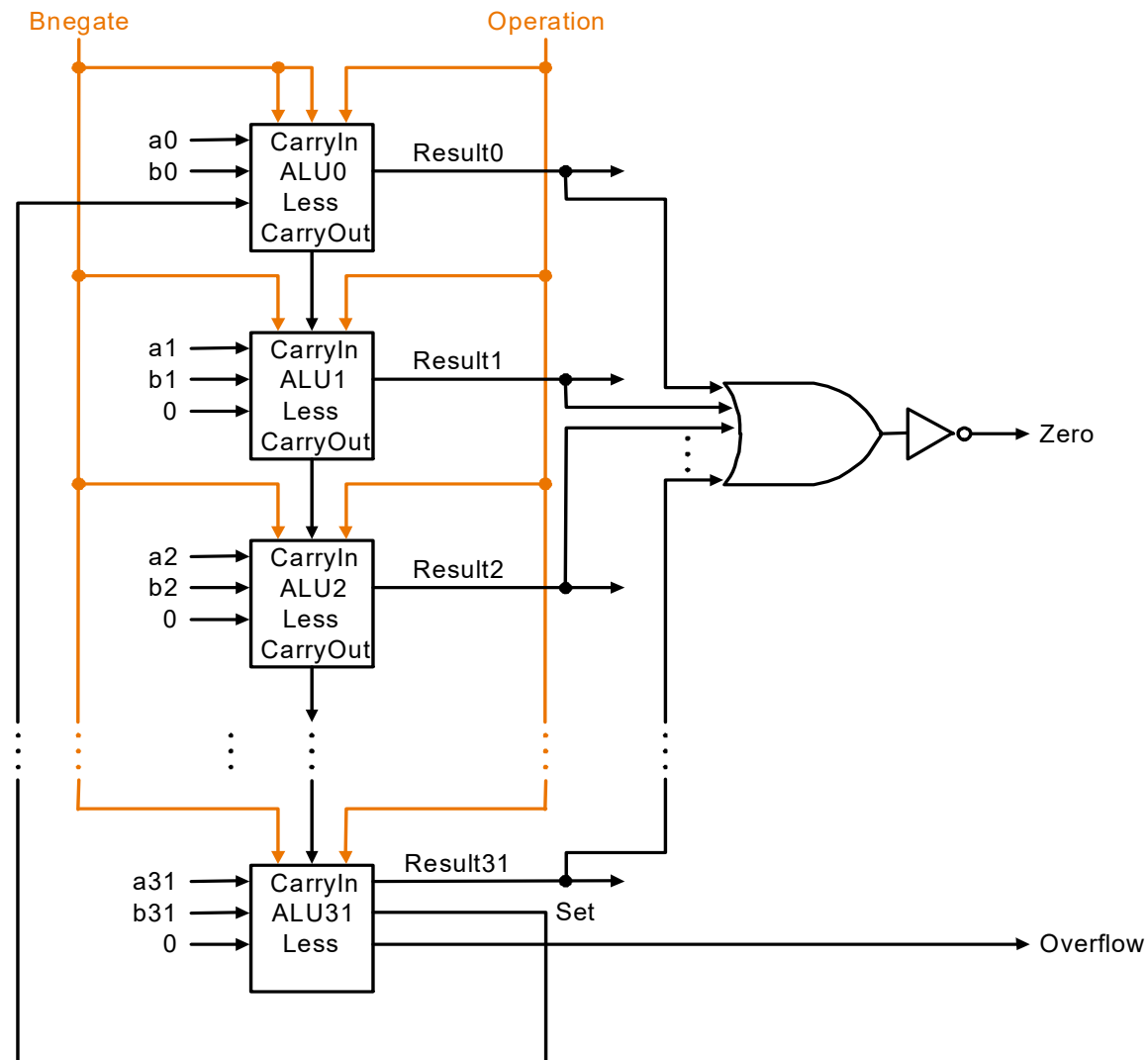
Instrução BEQ

- MIPS deve suportar o teste para implementar a instrução de desvio "beq"
 - Ex: beq \$t5, \$t6, \$t7 - Se $\$t6 = \$t7$, desviar para endereço \$t5
- implementar usando subtração: $(a - b) = 0$ implica $a = b$
- Como ?

Instrução BEQ

- MIPS deve suportar o teste para igualdade (beq \$t5, \$t6, \$t7)
- Implementar usando subtração: $(a - b) = 0$ implica $a = b$
- Como ?
- Adicionar hardware para testar se o resultado da subtração é igual a zero.
- Efetuar uma operação OR entre todos os bits da saída.
- Se resultado for igual a zero, significa que $a=b \rightarrow$ Enviar o sinal 1 (beq=true), simplesmente invertendo a saída do OR.

Instrução BEQ para 32 bits



Conclusão



- Podemos construir uma ULA para suportar o conjunto de instruções MIPS:
 - Usando multiplexador para selecionar a saída desejada
 - Realizando uma subtração usando o complemento de 2
 - Replicando uma ULA de 1-bit para produzir uma ULA de 32-bits
- Pontos importantes sobre o hardware
 - Todas as portas estão sempre trabalhando
 - A velocidade de uma porta é afetada pelo número de entradas da porta
 - A velocidade de um circuito é afetado pelo número de portas em série (no caminho crítico do nível mais profundo da lógica)
 - Mudanças inteligentes na organização podem melhorar o desempenho (similar a usar algoritmos melhores em software)