

Elementos de Sistemas

aula – Controle da ULA

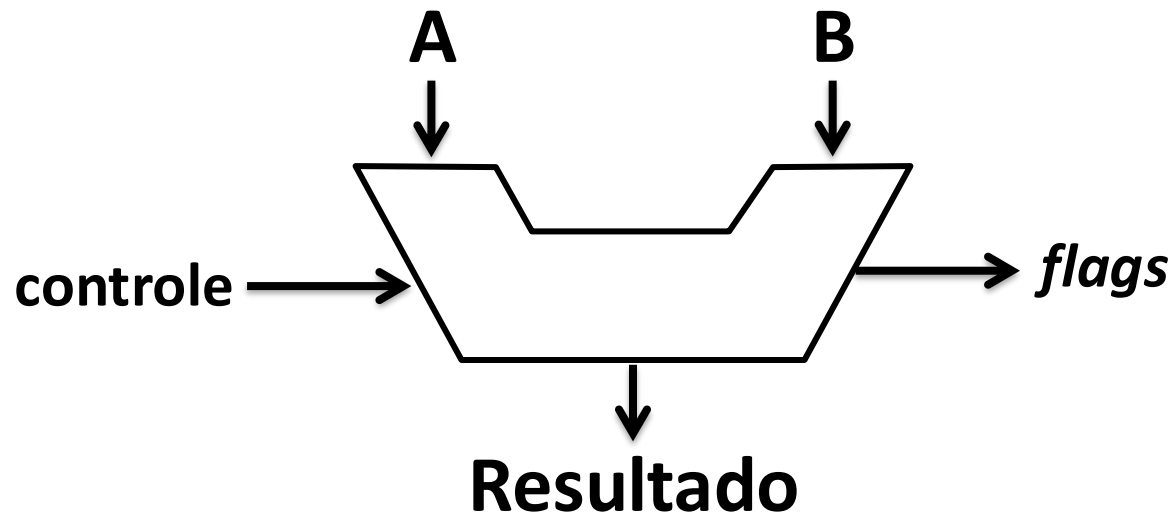
"Contar é a religião desta geração, sua esperança e salvação."

"Counting is the religion of this generation, its hope and salvation."

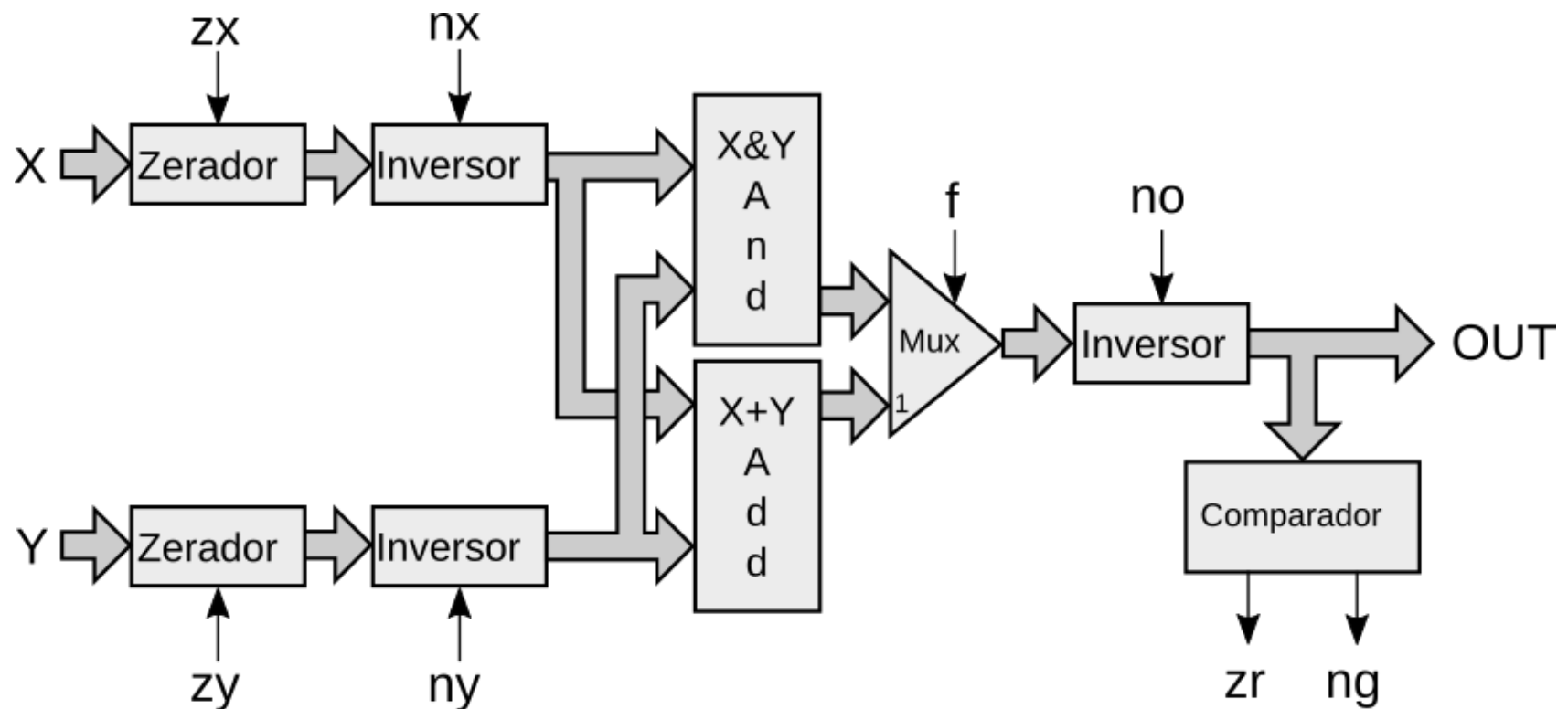
Gertrude Stein (1874–1946) escritora americana

apud Nisan, N. & Schocken, S. 2005. Elements of Computing Systems

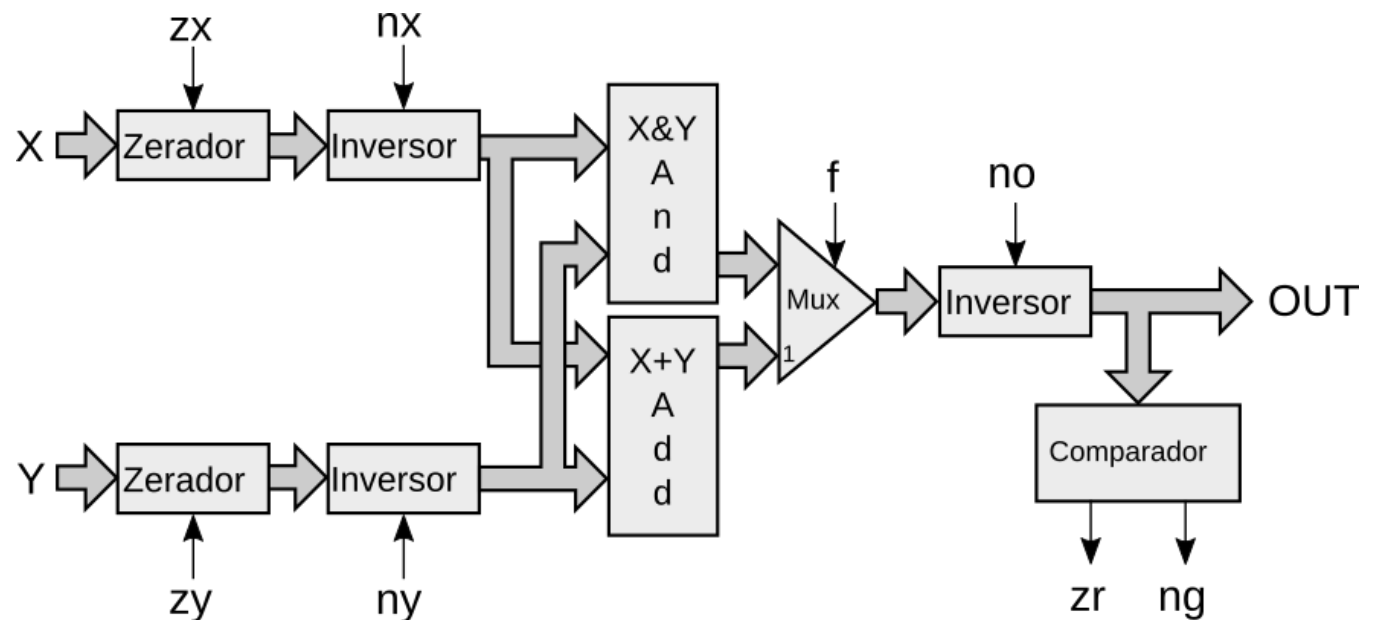
Unidade Lógica Aritmética (ULA)



ULA do Hack (Z01)



ULA do Hack (Z01)



- **X** e **Y**: Entradas de 16 bits
- **OUT**: Saída da ULA
- **zx, nx, zy, ny, f, no**: Sinais de controle da ULA
- **zr** e **ng**: Saída de flags da ULA:
 - **zr**: resultou em zero
 - **ng**: resultou em um número negativo

Operações

As operações suportadas pela ULA são (OUT):

0: Gera o valor 0 (**0000000000000000**)

1: Gera o número 1 (**0000000000000001**)

-1: Gera o número -1 (**1111111111111111**)

X: Replica a entrada X

Y: Replica a entrada Y

!X: Inverte bit a bit a entrada X

!Y: Inverte bit a bit a entrada Y

-X: Nega (complemento de dois) a entrada X

-Y: Nega (complemento de dois) a entrada Y

X+1: Soma um a entrada X

Y+1: Soma um a entrada Y

X-1: Subtrai um da entrada X

Y-1: Subtrai um da entrada Y

X+Y: Soma as entradas X e Y

X-Y: Subtrai Y de X

Y-X: Subtrai X de Y

Y&X: Realiza a operação AND bit a bit de X com Y

Y|X: Realiza a operação OR bit a bit de X com Y

Controle

Para realizar as operações é necessário controlar o sinais de controle da ULA, a tabela a seguir indica o que deve ser feito para cada umas das operações suportadas:

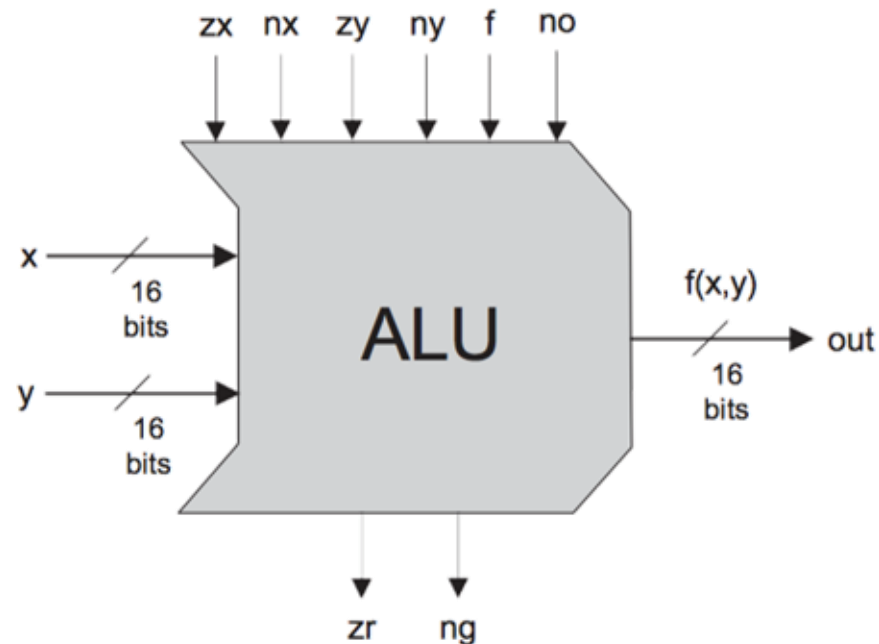
zx	nx	zy	ny	f	no	out
1	0	1	0	1	0	0
1	1	1	1	1	1	1
1	1	1	0	1	0	-1
0	0	1	1	0	0	x
1	1	0	0	0	0	y
0	0	1	1	0	1	!x
1	1	0	0	0	1	!y
0	0	1	1	1	1	-x
1	1	0	0	1	1	-y
0	1	1	1	1	1	x+1
1	1	0	1	1	1	y+1
0	0	1	1	1	0	x-1
1	1	0	0	1	0	y-1
0	0	0	0	1	0	x+y
0	1	0	0	1	1	x-y
0	0	0	1	1	1	y-x
0	0	0	0	0	0	x&y
0	1	0	1	0	1	x y

Exemplo

zx	nx	zy	ny	f?+:&	no				
0	0	1	1	1	1				
x[7]	x[6]	x[5]	x[4]	x[3]	x[2]	x[1]	x[0]		
0	0	0	0	1	0	1	0		
y[7]	y[6]	y[5]	y[4]	y[3]	y[2]	y[1]	y[0]		
1	1	1	1	1	1	1	0		
out[7]	out[6]	out[5]	out[4]	out[3]	out[2]	out[1]	out[0]	zr	ng
1	1	1	1	0	1	1	0	0	1

Reflexões

- Complexidade
- Velocidade/Performance
- Otimizações
- Outras operações (multiplicação e divisão)



Atividades (PrairieLearn)

Na aula hoje:

- Baixar o teste de ULA desenvolvido para a FPGA e validar respostas
- Enviar uma foto da FPGA funcionando com o Código de ULA

Lição de casa:

- Estudos de funcionamento de ULA

Insper

www.insper.edu.br