

Elementos de Sistemas

Aula 17 – Máquina Virtual

"Programadores são criadores de universos da qual só eles são responsáveis. Universos de complexidade praticamente ilimitada podem ser criados sob a forma de programas de computador".

"Programmers are creators of universes for which they alone are responsible. Universes of virtually unlimited complexity can be created in the form of computer programs."

Joseph Weizenbaum (1923-2008), Cientista da Computação

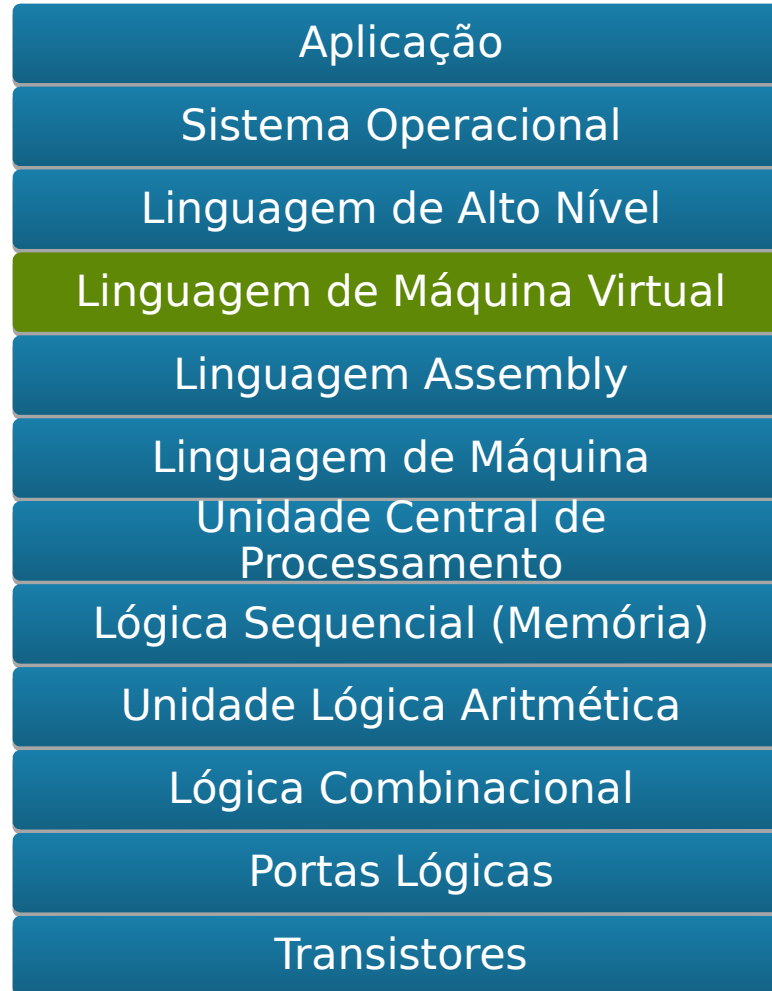
apud Nisan, N. & Schocken, S. 2005. Elements of Computing Systems

Objetivos de Aprendizado da Aula

- Distinguir Máquinas Virtuais;
- Trabalhar com Máquina a Pilha.

Conteúdo(s): Interrupções; Autômatos de Pilha;

Níveis de Abstração



Java

JRE

javac

JVM



C#

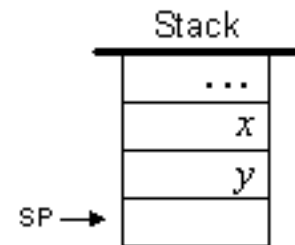
.NET

csc

CLR

Comandos

Principais comandos em linguagem de pilha:



Comando	Operação	Comentário
add	$x + y$	complemento de 2
sub	$x - y$	complemento de 2
neg	$- y$	complemento de 2
eq	$x == y$	igualdade
gt	$x > y$	maior que
lt	$x < y$	menor que
and	$x \& y$	bit-wise
or	$x y$	bit-wise
not	$\sim x$	bit-wise

RPN (Reverse Polish Notation)

A Notação Polonesa Inversa, ou notação pós-fixada é usada para calcular operações aritméticas com os operadores após os operandos.

Operação	Notação convencional	Notação Polonesa	Notação Polonesa Inversa
$a + b$	$a+b$	$+ a b$	$a b +$
$\frac{a + b}{c}$	$(a+b)/c$	$/ + a b c$	$a b + c /$
$\frac{a \cdot b - c \cdot d}{e \cdot f}$	$((a*b)-(c*d))/(e*f)$	$/ - * a b * c d * e f$	$a b * c d * - e f * /$

Calculadoras HP

A HP produziu vários calculadores/computadores com a notação polonesa reversa.



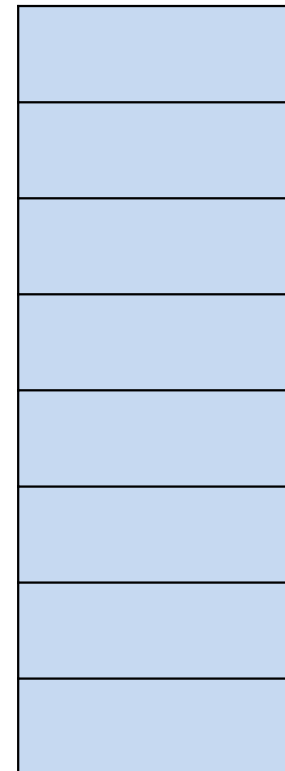
<https://epxx.co/ctb/hp12c.html>

Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

pilha



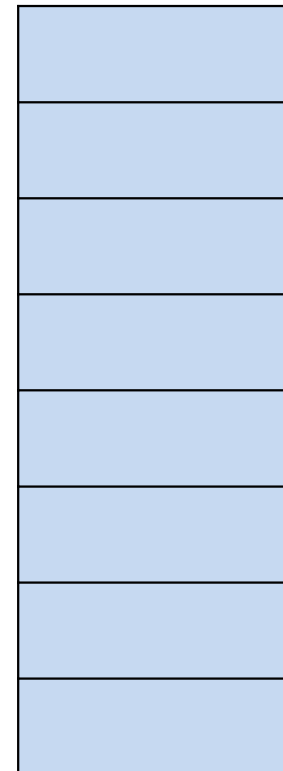
Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

pilha



Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha



Exercício Exemplo

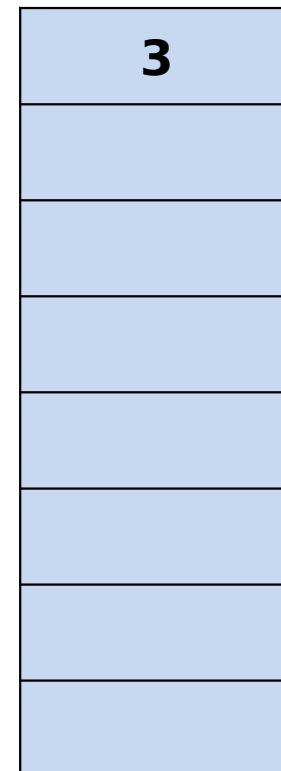
Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha



Exercício Exemplo

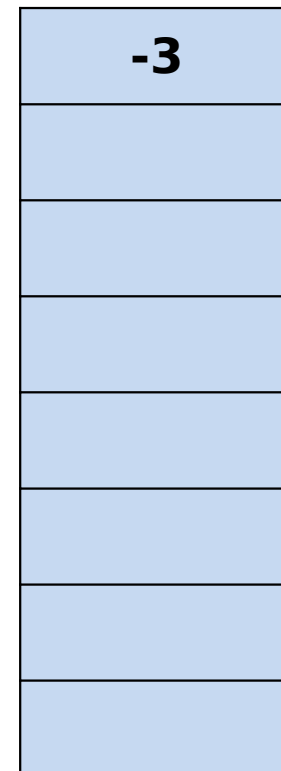
Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha



Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha

-3
5

Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha

-3
5
6

Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha

-3
11

Exercício Exemplo

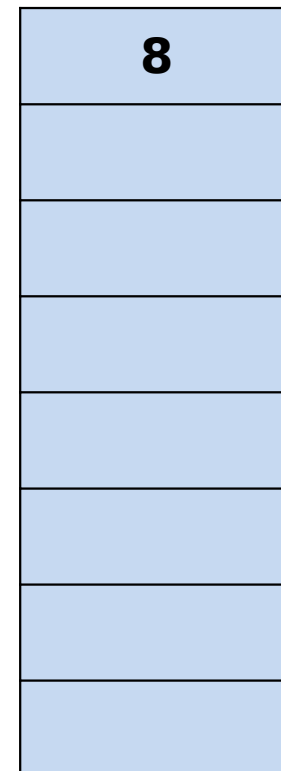
Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha



Exercício Exemplo

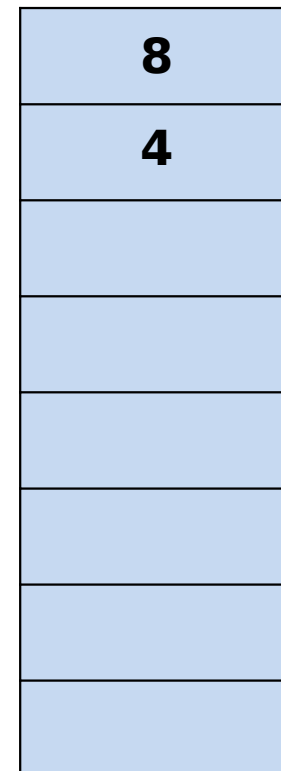
Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha



Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha

8
4
3

Exercício Exemplo

Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha

8
7

Exercício Exemplo

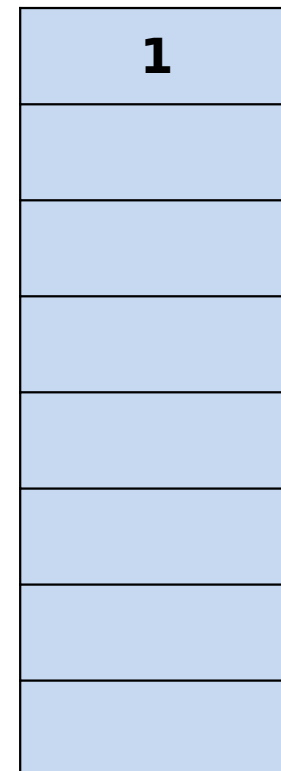
Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem VM do Z0:

$$-3 + (5 + 6) - (4 + 3)$$

RPN = -3 5 6 + + 4 3 + -

```
push constant 3
neg
push constant 5
push constant 6
add
add
push constant 4
push constant 3
add
sub
```

pilha



Simulador Z01 com interface de pilha

H-VMTranslator/script/Z01VmSimulator.py

Formar Duplas

James Gosling está querendo começar uma nova plataforma de programação e está procurando pessoa para formar o novo time. Você consegue resolver os problemas de pilha rapidamente?

Formem duplas para resolver as atividades.

Mantenha um ambiente em que todos participem de tudo.



Exercícios

1) Converta a seguinte equação para a Notação Polonesa Inversa e implemente na máquina de pilha na linguagem de Máquina Virtual:

- a) $(2 + 3 + 4) - (-3 - 4)$
- b) $(2 + 2) - (3 + 3) - (4 + 4)$
- c) $1 + 9 - 5 - (2 + 2)$

2) Converta a seguinte expressão booleana para operações de pilha e implemente na máquina de pilha na linguagem de Máquina Virtual:

- a) $(0 == -1) \text{ AND } (-1 < 0)$
- b) $\text{NOT}(3 > 2 \text{ AND } 2 > 1)$
- c) $(1 \text{ AND } 1) \text{ OR } (0 \text{ AND } 0)$

Exercícios

3) Quais são os resultados dos seguintes programas em linguagem de máquina virtual à pilha:

a)

```
push constant 1
not
push constant 2
add
push constant 4
push constant 4
eq
add
```

b)

c)

```
push constant 0
neg
push constant 5
neg
sub
push constant 5
eq
```

```
push constant 45
push constant 67
push constant 34
push constant 82
push constant 12
push constant 91
add
sub
add
sub
add
```


Próxima Aula

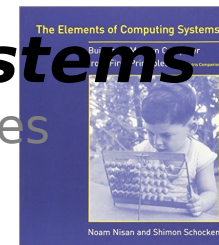
- Ver estudo para aula 18 sobre **Pilhas**
- Estudar Lista de Exercícios Aula 17 (opcional):
- Ler (opcional)

Capítulo 7

The Elements of Computing Systems

Building a Modern Computer from First Principles

Noam Nisan e Shimon Schocken



Insper

www.insper.edu.br