

# Sistemas de Computação

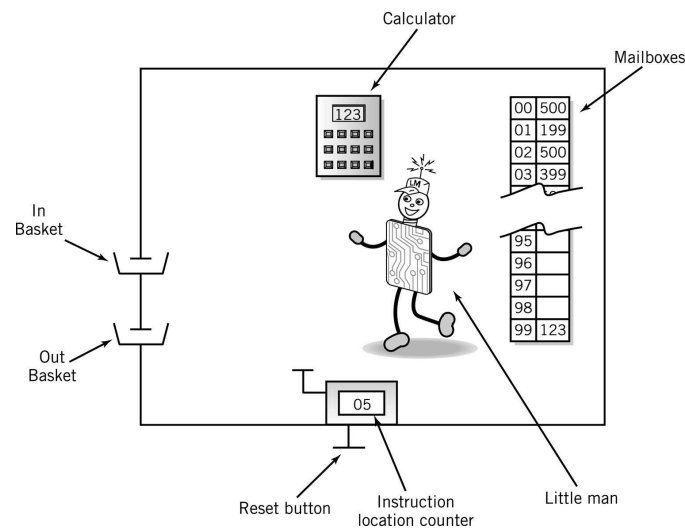
Mestrado Integrado em  
Engenharia de Comunicações

2012/2013

## Introdução

- Computadores
  - Executam instruções muito simples;
  - O desafio é o programador produzir a sequência exacta de operações necessárias para executar uma determinada tarefa em todas as circunstâncias. Um erro na selecção ou sequência das operações resulta num programa “com bugs”.
- *Little man computer*

# Little Man Computer (I)



# Little Man Computer (I)

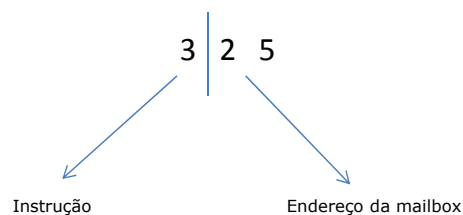
- Mailboxes
  - Numeradas de 00 a 99;
  - Conteúdo:
    - Dados: número com três dígitos; ou
    - instruções
- Calculator
  - Uma calculadora simples, de bolso;
  - Pode conter um número, fazer somas e subtrações;
  - O ecrã suporta três dígitos
  - Não suporta números negativos nem números com mais de três dígitos
    - Podíamos pensar em usar o complemento para 10 mas para já vamos manter o modelo simples!
- Contador manual
  - Suporta dois dígitos
  - Tem um botão no interior que o incrementa
  - Tem um botão no exterior que faz “reset”
  - Nome: “*instruction location counter*”
- Little man
  - Executar determinadas acções...

# Little Man Computer (III)

- Interação com o LMC
  - Para além do botão de “reset” a interação com o LMC faz-se através dos cestos de entrada e saída (*In basket* e *out basket*)
  - O exterior pode colocar um papel, com um número com três dígitos, no cesto de entrada que será oportunamente lido pelo LM
  - O LM pode comunicar com o exterior colocando um pequeno papel, com um número com três dígitos, no cesto de saída
  - Todas as comunicações entre O LMC e o exterior fazem-se usando três dígitos
    - Com excepção do botão de reset, não há outra forma de comunicação

## Operação do LMC (I)

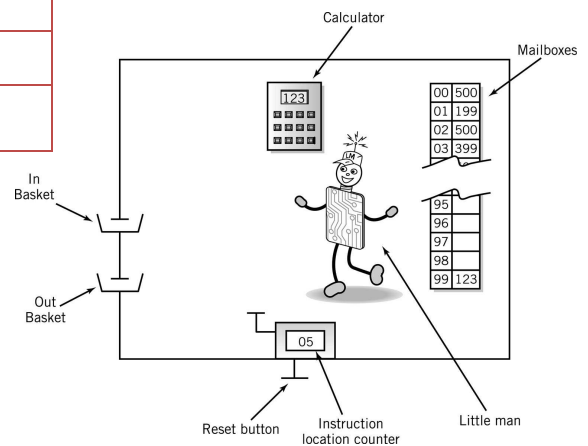
- Operação do LMC
  - Pequeno conjunto de instruções que o LMC pode executar
  - “*operation code*” ou “*op code*”
- Operando
  - No LMC, é representado por dois dígitos que surgem após o *op code*
  - Objecto a ser manipulado:
    - Dados; ou
    - Endereço dos dados



# Operação do LMC (II)

- Instruções

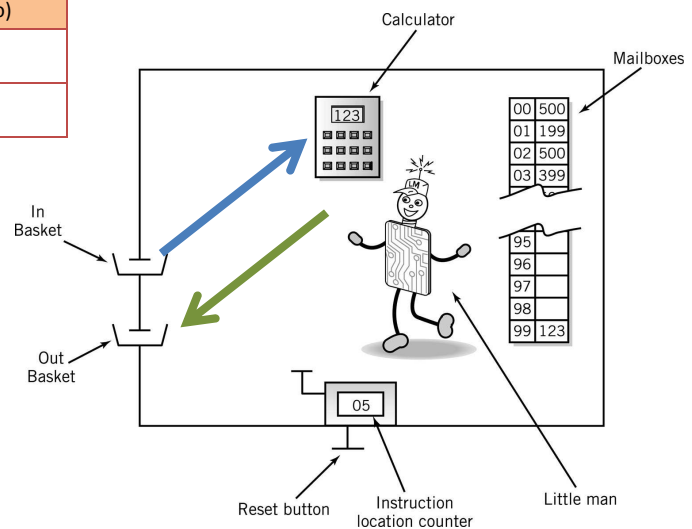
Aritméticas	1xx	ADD
	2xx	SUB
Movimentação de dados	3xx	STORE
	5xx	LOAD
Entrada/Saída	901	INPUT
	902	OUTPUT
Controlo da máquina	000	HALT
		COB



# Operação do LMC (III)

- Entrada/Saída

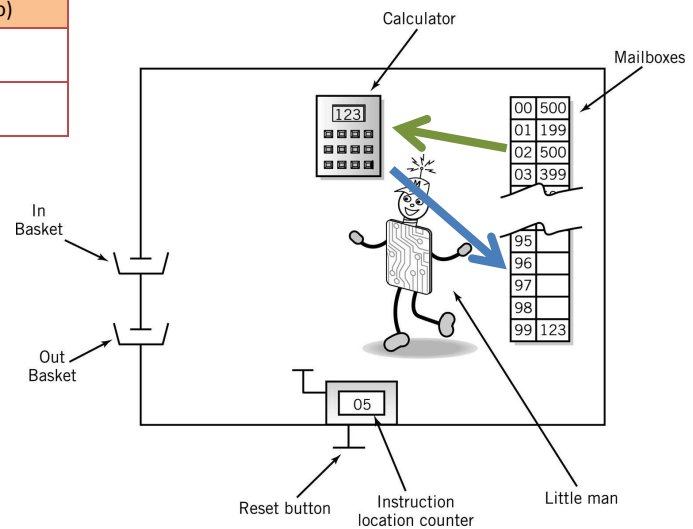
	Conteúdo	
	Op Code	Operando (endereço)
IN (input)	9	01
OUT (output)	9	02



# Operação do LMC (IV)

- Movimentação de dados

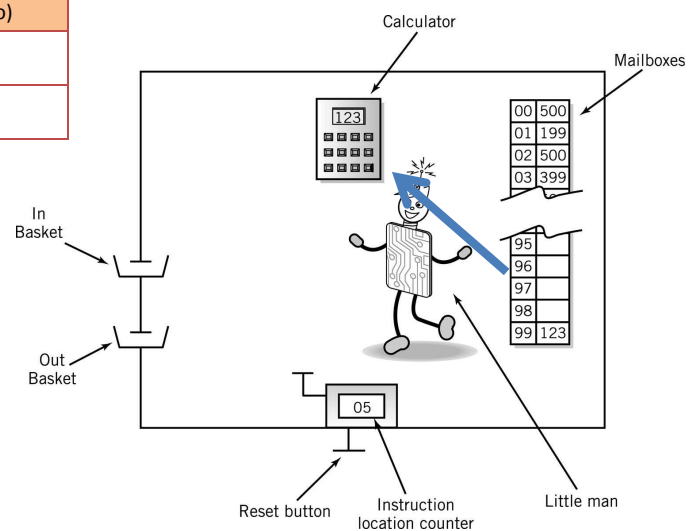
	Conteúdo	
	Op Code	Operando (endereço)
STO (store)	3	xx
LDA (Load)	5	Xx



# Operação do LMC (V)

- Aritmética

	Conteúdo	
	Op Code	Operando (endereço)
ADD	1	xx
SUB	2	Xx

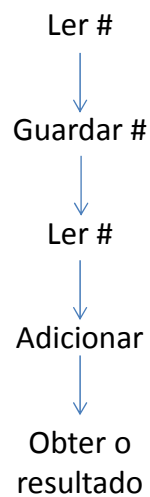


# Operação do LMC (VI)

- Guardar dados
  - As *mailboxes* para guardar instruções são fisicamente idênticas às usadas para guardar dados
  - Não usar no espaço usado pelas instruções
  - Identificado pela mnemónica DAT

# Operação do LMC (VII)

- Programa simples para somar dois números
  - Assume-se que os dados são guardados nas mailboxes com endereço >90
  - Instruções



# Operação do LMC (VIII)

- Programa simples para somar dois números

Mailbox	Código	Descrição da instrução
00	901	; Introduzir o 1º número
01	399	; Guardar o número
02	901	; Introduzir o 2º número
03	199	; Somar os dois números
04	902	; Dar saída do resultado
05	000	; Stop
99	000	; Dados

# Operação do LMC (IX)

- Programa simples para somar dois números: usando mnemónicas

Mailbox	Código	Descrição da instrução
00	IN	; Introduzir o 1º número
01	STO 99	; Guardar o número
02	IN	; Introduzir o 2º número
03	ADD 99	; Somar os dois números
04	OUT	; Dar saída do resultado
05	COB	; Stop
99	DAT 00	; Dados

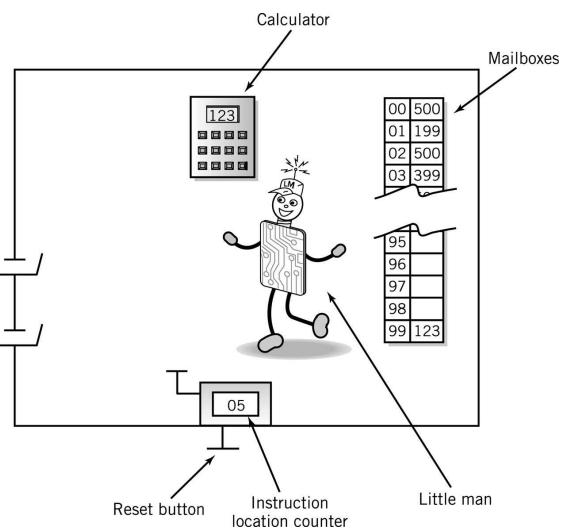
# Operação do LMC (X)

- Controlo do programa
  - Executar uma instrução que é a seguinte na sequência
    - Alterar o endereço do contador
  - Parar a execução

	Conteúdo	
	Op Code	Operando (endereço)
BR (Jump)	6	xx
BRZ (Branch on 0)	7	xx
BRP (Branch on +)	8	xx
COB (stop)	0	(ignorado)

## Conjunto de instruções do LMC

Aritméticas	1xx	ADD
	2xx	SUB
Movimentação de dados	3xx	STORE
	5xx	LOAD
BR	6xx	JUMP
BRZ	7xx	BRANCH ON 0
BRP	8xx	BRANCH ON +
Entrada/Saída	901	INPUT
	902	OUTPUT
Controlo da máquina (coffee break)	000	HALT
		COB





# Exercício

- Calcular a diferença positiva entre dois números

00	IN	901	
01	STO 10	310	
02	IN	901	
03	STO 11	311	
04	SUB 10	210	
05	BRP 08	808	; Teste
06	LAD 11	511	; Se negativo, alterar a ordem
07	SUB 10	210	
08	OUT	902	; dar o resultado
09	COB	000	; stop
10	DAT 00	000	; usado para dados
11	DAT 00	000	; usado para dados

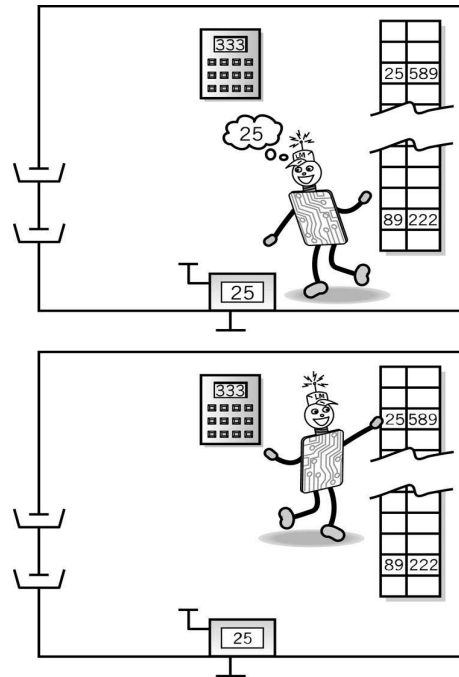
## Ciclo de instruções

- Fetch*: LM descobre que instrução é que tem de executar
- Execute*: LM executa a instrução

# Ciclo de instruções

## FETCH

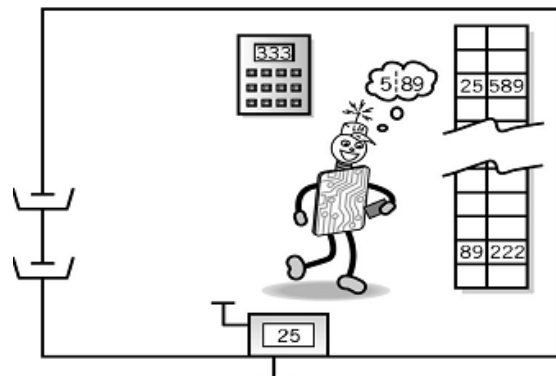
1. LM lê o endereço existente no *location counter*
2. LM vai até à respectiva mailbox



# Ciclo de instruções

## FETCH

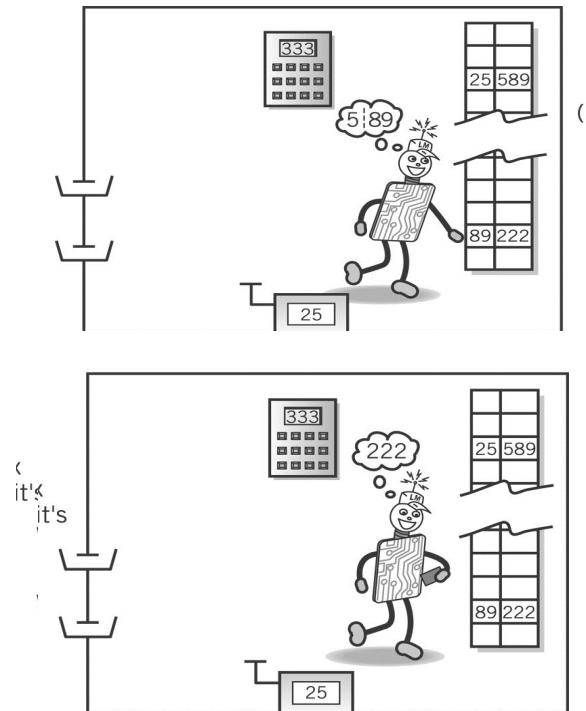
3. Lê a instrução contida na mailbox (a instrução fica na mesma na mailbox, disponível caso volte a ser necessária).



# Ciclo de instruções

## EXECUTE

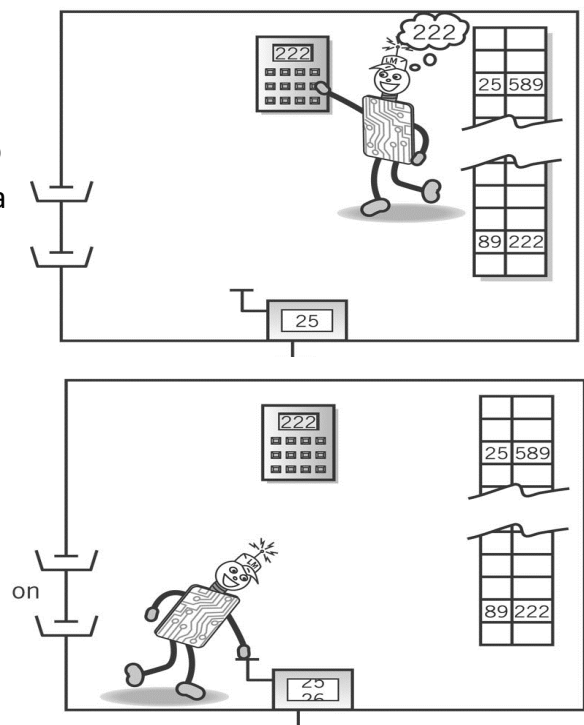
1. LM vai até ao endereço de memória referido na instrução
2. LM lê o conteúdo dessa memória



# Ciclo de instruções

## EXECUTE

3. Vai até à calculadora e introduz o número
4. Vai até ao *location counter* e carrega para incrementar



## **Copyright**

Todas as imagens contidas neste slides foram reproduzidas de:

Englander, Irv; “The architecture of Computer Hardware, system software & networking”