

Assembly 8051

Aplicações de Microprocessadores 2006/2007

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Sintaxe do Assembly

[Label] Op-code [Operando] [Comentário]

tabela: **movc** a,@a+dptr ; vai à tabela buscar o seu correspondente ASCII

2

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Instruções que afectam Flags

Instructions that Affect Flag Settings⁽¹⁾

Instruction	Flag			Instruction	Flag		
	C	OV	AC		C	OV	AC
ADD	X	X	X	CLR C	O		
ADDC	X	X	X	CPL C	X		
SUBB	X	X	X	ANL C,bit	X		
MUL	O	X		ANL C,/bit	X		
DIV	O	X		ORL C,bit	X		
DA	X			ORL C,/bit	X		
RRC	X			MOV C,bit	X		
RLC	X			CJNE	X		
SETB C	1						

Note: 1. Operations on SFR byte address 208 or bit addresses 209-215 (that is, the PSW or bits in the PSW) also affect flag settings.

3

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



The Instruction Set and Addressing Modes

R_n	Register R7-R0 of the currently selected Register Bank.
direct	8-bit internal data location's address. This could be an Internal Data RAM location (0-127) or a SFR [i.e., I/O port, control register, status register, etc. (128-255)].
@R_i	8-bit internal data RAM location (0-255) addressed indirectly through register R1 or R0.
#data	8-bit constant included in instruction.
#data 16	16-bit constant included in instruction.
addr 16	16-bit destination address. Used by LCALL and LJMP. A branch can be anywhere within the 64K byte Program Memory address space.
addr 11	11-bit destination address. Used by ACALL and AJMP. The branch will be within the same 2K byte page of program memory as the first byte of the following instruction.
rel	Signed (two's complement) 8-bit offset byte. Used by SJMP and all conditional jumps. Range is -128 to +127 bytes relative to first byte of the following instruction.
bit	Direct Addressed bit in Internal Data RAM or Special Function Register.

4

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Endereçamento directo

- No endereçamento directo o operando é especificado num registo de 8 bits. Só a RAM interna e os registos de funções especiais podem utilizar este modo de endereçamento

```
add    a,7fh    ;soma Acc com o conteúdo de 7fh, resultado
                ;em Acc
anl    7fh,a     ;faz o'e'lógico entre o conteúdo de 7fhe
                ;Acc, resultado em 7fh
push   7fh      ; coloca o conteúdo de 7fh na pilha
pop    7fh      ; retira da pilha para 7fh
```

5

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Endereçamento Indirecto

- Neste modo o operando especifica um registo que contem o endereço. Ambas RAM's internas e externa podem ser indirectamente endereçadas. Os registos de endereços para 8 bits podem ser R0 ou R1, do respectivo banco que estiver seleccionado ou *Stack Pointer SP*. No caso do endereço ser de 16bits só pode ser utilizado o *data pointer DPTR*.

```
add    a,@r0     ; Soma Acc com o conteúdo da posição de memória cujo
                ; endereço está em r0, resultado em Acc
mov     a,@r0     ; move o conteúdo da posição de memória cujo endereço está
                ; r0, resultado em Acc
movx   a,@r1     ; move o conteúdo da posição de memória (externa) cujo e
                ; endereço está em r0, resultado em Acc
```

6

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Instruções de Registos

- Existem instruções que permitem o acesso aos registos de **R0** a **R7**. Como são possíveis 8 registos significa que podemos indicar qual o registo pretendido nessas instruções em apenas três bits.

```
mov    r7,a    ; move de Acc para r7
anl    7fh,r0   ; faz o 'e' lógico de r0 com o conteúdo de 7fh
addc   a,r0     ; soma r0 a Acc mais o bit de carry, resultado
                     ; em Acc
```

7

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELECTRONICA



Instruções específicas a registos

- Há instruções que são específicas a certos registos, por exemplo algumas apenas operam com o acumulador ou com o DPTR, o *op-code* da instrução por si só faz isso.

```
clr    a        ; coloca o acumulador a zero
swap   a        ; troca nibbles em Acc
inc    dptr     ; incrementa o dptr
```

8

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELECTRONICA



Endereçamento Imediato

- Quando um valor constante é utilizado como operando. É comum em operações aritméticas, lógicas e de transferência de dados

```
mov    a, #100   ;coloca 100 decimal em Acc
anl    a, #11110000b ; coloca a zero os 4 bits menos
                     ; significativos Acc
subb   a, #0ah    ; subtrai 0ah de Acc e carry e coloca,
                     ; resultado em Acc
```

9

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELECTRONICA



Endereçamento Indexado

- Aqui só a memória de programa pode ser acedida com este modo de endereçamentos como é óbvio só pode ser utilizado para leitura. Este modo é direccionado para utilização com *look-up tables*, em que se pode usar como referência da tabela o **PC program counter** ou o **DPTR data pointer**

movc a, @a+dptr ; coloca em Acc o conteúdo da posição de
; memória de programa apontado pela
; soma de dptr e de Acc
movc a, a+pc ; coloca em o conteúdo da posição de
; memória de programa apontado pela
; soma de pc e de Acc

10

ENGENHARIA ELECTRICA
E ELECTRONICA



8051-SET.PDF

Table 1. AT89 Instruction Set Summary⁽¹⁾

Mnemonic	Description	Byte	Oscillator Period
ARITHMETIC OPERATIONS			
ADD A,R _n	Add register to Accumulator	1	12
ADD A,direct	Add direct byte to Accumulator	2	12

Ocupação na memória de programa

Tempo de execução

11

ENGENHARIA ELECTRICA
E ELECTRONICA



8051-SET.PDF

Table 2. Instruction Opcodes in Hexadecimal Order

Hex Code	Number of Bytes	Mnemonic	Operands
00	1	NOP	
01	2	AJMP	code addr

Ocupação na memória de programa

Código Máquina

12

ENGENHARIA ELECTRICA
E ELECTRONICA



Grupos de Instruções

- Aritméticas
- Lógicas
- Transferência de dados
- Variáveis Booleanas (ao bit)
- Saltos e controlo de fluxo de programa

13

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETROINFORMÁTICA



Aritméticas

ADD	A,R _n	Add register to Accumulator	1	12
ADD	A,direct	Add direct byte to Accumulator	2	12
ADD	A,@R _i	Add indirect RAM to Accumulator	1	12
ADD	A,#data	Add immediate data to Accumulator	2	12
ADDC	A,R _n	Add register to Accumulator with Carry	1	12
ADDC	A,direct	Add direct byte to Accumulator with Carry	2	12
ADDC	A,@R _i	Add indirect RAM to Accumulator with Carry	1	12
ADDC	A,#data	Add immediate data to Acc with Carry	2	12

14

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETROINFORMÁTICA



Aritméticas

SUBB	A,R _n	Subtract Register from Acc with borrow	1	12
SUBB	A,direct	Subtract direct byte from Acc with borrow	2	12
SUBB	A,@R _i	Subtract indirect RAM from ACC with borrow	1	12
SUBB	A,#data	Subtract immediate data from Acc with borrow	2	12

15

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETROINFORMÁTICA



Aritméticas

INC	A	Increment Accumulator	1	12
INC	R _n	Increment register	1	12
INC	direct	Increment direct byte	2	12
INC	@R _i	Increment direct RAM	1	12
DEC	A	Decrement Accumulator	1	12
DEC	R _n	Decrement Register	1	12
DEC	direct	Decrement direct byte	2	12
DEC	@R _i	Decrement indirect RAM	1	12
INC	DPTR	Increment Data Pointer	1	24
MUL	AB	Multiply A & B	1	48
DIV	AB	Divide A by B	1	48
DA	A	Decimal Adjust Accumulator	1	12

16

INGENIERÍA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA



Lógicas

ANL	A,R _n	AND Register to Accumulator	1	12
ANL	A,direct	AND direct byte to Accumulator	2	12
ANL	A,@R _i	AND indirect RAM to Accumulator	1	12
ANL	A,#data	AND immediate data to Accumulator	2	12
ANL	direct,A	AND Accumulator to direct byte	2	12
ANL	direct,#data	AND immediate data to direct byte	3	24

17

INGENIERÍA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA



Lógicas

XRL	A,R _n	Exclusive-OR register to Accumulator	1	12
XRL	A,direct	Exclusive-OR direct byte to Accumulator	2	12
XRL	A,@R _i	Exclusive-OR indirect RAM to Accumulator	1	12
XRL	A,#data	Exclusive-OR immediate data to Accumulator	2	12
XRL	direct,A	Exclusive-OR Accumulator to direct byte	2	12
XRL	direct,#data	Exclusive-OR immediate data to direct byte	3	24

18

INGENIERÍA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA



Lógicas

CLR	A	Clear Accumulator	1	12
CPL	A	Complement Accumulator	1	12
RL	A	Rotate Accumulator Left	1	12
RLC	A	Rotate Accumulator Left through the Carry	1	12
RR	A	Rotate Accumulator Right	1	12
RRC	A	Rotate Accumulator Right through the Carry	1	12
SWAP	A	Swap nibbles within the Accumulator	1	12

19

INGENIERÍA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA



Lógicas

RR	A	Rotate Accumulator Right	1	12
RRC	A	Rotate Accumulator Right through the Carry	1	12
SWAP	A	Swap nibbles within the Accumulator	1	12

20

INGENIERÍA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA



Lógicas

ORL	A,R _n	OR register to Accumulator	1	12
ORL	A,direct	OR direct byte to Accumulator	2	12
ORL	A,@R _i	OR indirect RAM to Accumulator	1	12
ORL	A,#data	OR immediate data to Accumulator	2	12
ORL	direct,A	OR Accumulator to direct byte	2	12
ORL	direct,#data	OR immediate data to direct byte	3	24

21

INGENIERÍA ELÉCTRICA
ELECTRÓNICA



Lógicas

XRL	A,R _n	Exclusive-OR register to Accumulator	1	12
XRL	A,direct	Exclusive-OR direct byte to Accumulator	2	12
XRL	A,@R _i	Exclusive-OR indirect RAM to Accumulator	1	12
XRL	A,#data	Exclusive-OR immediate data to Accumulator	2	12
XRL	direct,A	Exclusive-OR Accumulator to direct byte	2	12
XRL	direct,#data	Exclusive-OR immediate data to direct byte	3	24

22

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Transferência

MOV	A,R _n	Move register to Accumulator	1	12
MOV	A,direct	Move direct byte to Accumulator	2	12
MOV	A,@R _i	Move indirect RAM to Accumulator	1	12
MOV	A,#data	Move immediate data to Accumulator	2	12
MOV	R _n ,A	Move Accumulator to register	1	12
MOV	R _n ,direct	Move direct byte to register	2	24
MOV	R _n ,#data	Move immediate data to register	2	12
MOV	direct,A	Move Accumulator to direct byte	2	12

23

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Transferência

MOV	direct,R _n	Move register to direct byte	2	24
MOV	direct,direct	Move direct byte to direct	3	24
MOV	direct,@R _i	Move indirect RAM to direct byte	2	24
MOV	direct,#data	Move immediate data to direct byte	3	24
MOV	@R _i ,A	Move Accumulator to indirect RAM	1	12
MOV	@R _i ,direct	Move direct byte to indirect RAM	2	24
MOV	@R _i ,#data	Move immediate data to indirect RAM	2	12
MOV	DPTR,#data16	Load Data Pointer with a 16-bit constant	3	24

24

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Transferência

MOVC	A,@A+DPTR	Move Code byte relative to DPTR to Acc	1	24
MOVC	A,@A+PC	Move Code byte relative to PC to Acc	1	24
MOVX	A,@R _i	Move External RAM (8-bit addr) to Acc	1	24
MOVX	A,@DPTR	Move External RAM (16-bit addr) to Acc	1	24
MOVX	@R _i ,A	Move Acc to External RAM (8-bit addr)	1	24
MOVX	@DPTR,A	Move Acc to External RAM (16-bit addr)	1	24

25

ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA



Transferência

PUSH	direct	Push direct byte onto stack	2	24
POP	direct	Pop direct byte from stack	2	24
XCH	A,R _n	Exchange register with Accumulator	1	12
XCH	A,direct	Exchange direct byte with Accumulator	2	12
XCH	A,@R _i	Exchange indirect RAM with Accumulator	1	12
XCHD	A,@R _i	Exchange low-order Digit indirect RAM with Acc	1	12

26

ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA



Boleanas

CLR	C	Clear Carry	1	12
CLR	bit	Clear direct bit	2	12
SETB	C	Set Carry	1	12
SETB	bit	Set direct bit	2	12
CPL	C	Complement Carry	1	12
CPL	bit	Complement direct bit	2	12
ANL	C,bit	AND direct bit to CARRY	2	24
ANL	C,/bit	AND complement of direct bit to Carry	2	24
ORL	C,bit	OR direct bit to Carry	2	24
ORL	C,/bit	OR complement of direct bit to Carry	2	24
MOV	C,bit	Move direct bit to Carry	2	12
MOV	bit,C	Move Carry to direct bit	2	24
JC	rel	Jump if Carry is set	2	24
JNC	rel	Jump if Carry not set	2	24
JB	bit,rel	Jump if direct Bit is set	3	24
JNB	bit,rel	Jump if direct Bit is Not set	3	24
JBC	bit,rel	Jump if direct Bit is set & clear bit	3	24

27

ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETRÔNICA



Salto e de controlo

ACALL	addr11	Absolute Subroutine Call	2	24
LCALL	addr16	Long Subroutine Call	3	24
RET		Return from Subroutine	1	24
RETI		Return from interrupt	1	24
AJMP	addr11	Absolute Jump	2	24
LJMP	addr16	Long Jump	3	24
SJMP	rel	Short Jump (relative addr)	2	24
JMP	@A+DPTR	Jump indirect relative to the DPTR	1	24
JZ	rel	Jump if Accumulator is Zero	2	24
JNZ	rel	Jump if Accumulator is Not Zero	2	24

28

ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETROINFORMÁTICA



Salto e de controlo

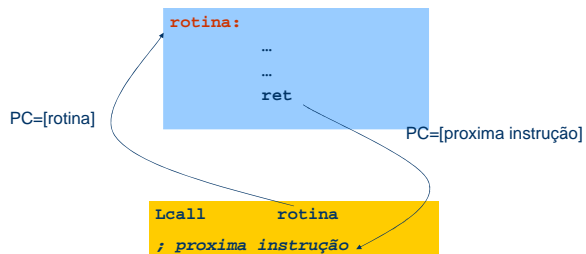
CJNE	A,direct,rel	Compare direct byte to Acc and Jump if Not Equal	3	24
CJNE	A,#data,rel	Compare immediate to Acc and Jump if Not Equal	3	24
CJNE	R _n ,#data,rel	Compare immediate to register and Jump if Not Equal	3	24
CJNE	@R _i ,#data,rel	Compare immediate to indirect and Jump if Not Equal	3	24
DJNZ	R _n ,rel	Decrement register and Jump if Not Zero	2	24
DJNZ	direct,rel	Decrement direct byte and Jump if Not Zero	3	24
NOP		No Operation	1	12

29

ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETROINFORMÁTICA



Rotinas



Quando da chamada de rotina, o endereço da próxima instrução a ser executada é guardado na pilha e o PC toma o valor de endereço da rotina. Quando a rotina termina, instrução RET o valor do topo da pilha é restaurado em PC.

30

ENGENHARIA ELÉTRICA E ELETROINFORMÁTICA



Exemplo de “look-up table”

0	30h	5	35h
1	31h	6	36h
2	32h	7	37h
3	33h	8	38h
4	34h	9	39h

31

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA



Exemplo

```
*****  
; ** Nome: converte_ASCII  
; ** Descrição: Faz a conversão de um número de 0-9 para equivalente ASCII  
; ** Entradas: Em A o número a converter  
; ** Saídas: Em A o seu equivalente em ASCII  
; ** Registos utilizados: a, dptr  
*****  
converte_ASCII:  
  
Lcall  tabela  
db    30h,31h,32h,33h,34h,35h,36h,37h,38h,39h ; valores para a tabela  
tabela:  
pop    dph          ; coloca o dptr a apontar para o início da tabela  
pop    dpl  
movc   a,@a+dptr    ; vai à tabela buscar o seu correspondente em ASCII  
ret
```

32

ENGENHARIA ELÉTRICA
E ELETRÔNICA

