# **Especificações Técnicas do microRISC-8**

***Versão 1.0***

**Arquitetura Geral**

* **Tipo:** RISC (Reduced Instruction Set Computer).
* **Bits:** 8 bits.
* **Clock Estimado:** 2 MHz a 4 MHz.
* ***Clock Real:*** *Igual ao clock do processador que o emula.*
* **Registradores:**
* 14 registradores de uso geral (R1-R14): 8 bits.
* Acumulator (ACC ou R0): 8 bits.
* Registrador Zero (RZ ou R15): 8 bits. (Valor fixo de: 0x0000).
* Program Counter (PC): 16 bits. (Por padrão vale: 0x0000).
* Instruction Register (IR): 8 bits.
* Status Register (SR): 8 bits (Flags detalhadas abaixo).
* Stack Pointer (SP): 16 bits. (Pilha decrescente. Valor padrão: E000).
* Global Pointer (GP): 16 bits. (Por padrão vale: 0xC000).
* Memory Address Register (MAR): 16 bits.
* Memory Data Register (MDR): 8 bits.

**Registrador de Status (SR)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Bit | Nome | Descrição |
| 1 | Z | Zero |
| 0 | C | Carry |

* Zero (Z): Setado quando o resultado da operação for zero.
* Carry (C): Setado quando há overflow/carry em operações aritméticas.

**Mapeamento dos Registradores (R0 [ACC], R1 a R14, e RZ[R15])**

Os registradores são mapeados da seguinte maneira:

|  |  |
| --- | --- |
| Registrador | Binário (4 bits) |
| R0 (ACC) | 0000 |
| R1 | 0001 |
| R2 | 0010 |
| R3 | 0011 |
| R4 | 0100 |
| R5 | 0101 |
| R6 | 0110 |
| R7 | 0111 |
| R8 | 1000 |
| R9 | 1001 |
| R10 | 1010 |
| R11 | 1011 |
| R12 | 1100 |
| R13 | 1101 |
| R14 | 1110 |
| R15 (RZ) | 1111 |

**Mapeamento de Memória (64 KB)**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Endereço | Dispositivo | Descrição |
| 0x0000 - 0xBFFF | ROM | 48 KB (49.152 bytes) |
| 0xC000 - 0xDFFF | RAM | 8 KB (8.192 bytes) |
| *0xE000 - 0xFFBF* | *Para Expansão* | *~ 8 KB (8.125 bytes)* |
| 0xFFC0 - 0xFFFF | I/O | 64 B (64 bytes) |

* O ponteiro da pilha sempre começa em 0xE000, ou seja, um byte a mais do fim da RAM, mas não é um problema, pois a CPU sempre faz um decremento antes de inserir algo na pilha, ou seja, a base da pilha ficará em 0xDFFF.
* O endereço FFFC e FFFB estão reservados para INPUT de caracteres e STATUS do input de caracteres, respectivamente.
* O endereço FFFE e FFFD estão reservados para INPUT de inteiros e STATUS do input de inteiros, respectivamente.
* O endereço FFFF está reservado para OUTPUT.

## **Periféricos Integrados**

* **I/O (Entrada/Saída):**
  + Suporte a 1 teclado e 1 monitor de saída.

**Operandos e Modos de Endereçamento**

* Registradores. Ex: R1
* Imediatos. Ex: #5 *ou* #-7
* Caracteres. Ex: ‘c’
* Endereço de memória. Ex: &49152
* Labels. Ex: CALL SOMA

**Organização dos Opcodes**

Cada opcode possui 8 bits, permitindo 256 opcodes possíveis. A estrutura do opcode é dividida da seguinte forma:

* **4 bits para mapeamento dos registradores** (o que inclui o acumulador e os 15 registradores de uso geral).
* **8 bits para valores imediatos e chars**, que exigem um ciclo de clock adicional.
* **16 bits para endereços de memória**, com 2 ciclos de clock implícitos.

**Palavra de bits:**

* [opcode (8 bits)]
* [opcode (8 bits)] [operando (08 bits)]
* [opcode (8 bits)] [endereço (16 bits)]
* [opcode (8 bits)] [registradores (4 + 4 bits)]
* [opcode (8 bits)] [registrador] [operando (08 bits)]
* [opcode (8 bits)] [registrador] [endereço (16 bits)]

**Mapeamento dos Opcodes de 0 a 41**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Opcode | Instrução | Ciclos (+ implícitos) |
| 0 | **LDA** (LOAD ADDRESS) | 4 |
| 1 | **LDI** (LOAD IMMEDIATE) | 3 |
| 2 | **STA** (STORE ADDRESS) | 4 |
| 3 | **MOV** (MOVE) | 2 |
| 4 | **ADD** (ADDITION) | 2 |
| 5 | **ADD.I** (ADDITION IMMEDIATE) | 3 |
| 6 | **SUB** (SUBTRACTION) | 2 |
| 7 | **SUB.I** (SUBTRACTION IMMEDIATE) | 3 |
| 8 | **SHT.L** (SHIFT LEFT LOGICAL) | 2 |
| 9 | **SHT.R** (SHIFT RIGHT LOGICAL) | 2 |
| 10 | **HLT** (HALT PROGRAM) | 1 |
| 11 | **JMP** (JUMP) | 3 |
| 12 | **CMP** (COMPARE) | 2 |
| 13 | **CMP.I** (COMPARE IMMEDIATE) | 3 |
| 14 | **BEQ** (BRANCH IF EQUAL) | 3 |
| 15 | **BNE** (BRANCH IF NOT EQUAL) | 3 |
| 16 | **BLE** (BRANCH IF LESS OR EQUAL) | 3 |
| 17 | **BGE** (BRANCH IF GREATER OR EQUAL) | 3 |
| 18 | **BLT** (BRANCH IF LESS THAN) | 3 |
| 19 | **BGT** (BRANCH IF GREATER THAN) | 3 |
| 20 | **BEQ.R** (BRANCH IF EQUAL RELATIVE) | 2 |
| 21 | **BNE.R** (BRANCH IF NOT EQUAL RELATIVE) | 2 |
| 22 | **BLE.R** (BRANCH IF LESS OR EQUAL RELATIVE) | 2 |
| 23 | **BGE.R** (BRANCH IF GREATER OR EQUAL RELATIVE) | 2 |
| 24 | **BLT.R** (BRANCH IF LESS THAN RELATIVE) | 2 |
| 25 | **BGT.R** (BRANCH IF GREATER THAN RELATIVE) | 2 |
| 26 | **AND** (AND OPERATION BETWEEN TWO REGS) | 2 |
| 27 | **OR** (OR OPERATION BETWEEN TWO REGS) | 2 |
| 28 | **XOR** (XOR OPERATION BETWEEN TWO REGS) | 2 |
| 29 | **NOT** (NOT OPERATION IN REG) | 2 |
| 30 | **END** (END PROGRAM) | 1 |
| 31 | **IN** (GET INPUT DATA) | 1 |
| 32 | **DRAW** (SET DRAW CHAR) | 1 |
| 33 | **OUT** (GET OUTPUT INTEGER) | 1 |
| 34 | **CALL** (CALL SUBROTINE) | 3 |
| 35 | **RET** (RETURN SUBROTINE) | 1 |
| 36 | **INI.P** (INITIALIZE POINTER) | 3 |
| 37 | **SET.P** (SET POINTER) | 2 |
| 38 | **GET.P** (GET POINTER) | 2 |
| 39 | **UPD.P** (UPDATE POINTER) | 2 |
| 40 | **UPI.P** (UPDATE IMMEDIATE POINTER) | 2 |
| 41 | **GETC** (GET CHAR INPUT) | 1 |

**Exemplos de Instruções em Assembly e Representação Binária**

Aqui estão exemplos de como as instruções podem ser representadas em Assembly e em binário:

**LDA (LOAD ADDRESS)**

* **Exemplo em Assembly:** LDA R1, 0x20
* **Significado:** Carrega o valor do endereço de memória 0x20 no registrador R1.
* **Formato do Opcode:** LDA <registrador>, <endereço de memória>
* **Representação Binária:** 0000 0000 0000 0001 0000 0000 0010 0000
  + 0000 0000: Opcode LDA
  + 0000 0001: Registrador R1
  + 0000 0000 0010 0000: Endereço 0x20

**LDI (LOAD IMMEDIATE)**

* **Exemplo em Assembly:** LDI R1, #100
* **Significado:** Carrega o valor imediato 100 no registrador R1.
* **Formato do Opcode:** LDI <registrador>, <valor imediato>
* **Representação Binária:** 0000 0001 0000 0001 0110 0100
  + 0000 0001: Opcode LDI
  + 0000 0001: Registrador R1
  + 0110 0100: Valor imediato 100

**STA (STORE ADDRESS)**

* **Exemplo em Assembly:** STA R1, 0x30
* **Significado:** Armazena o valor do registrador R1 no endereço de memória 0x30.
* **Representação Binária:** 0000 0010 0000 0001 0000 0000 0011 0000
  + 0000 0010: Opcode STA
  + 0000 0001: Registrador R1
  + 0000 0000 0011 0000: Endereço 0x30

**MOV (MOVE)**

* **Exemplo em Assembly:** MOV R1, R2
* **Significado:** Move o valor do registrador R2 para o registrador R1.
* **Representação Binária:** 0000 0011 0001 0010
  + 0000 0011: Opcode MOV
  + 0001: Registrador R1
  + 0010: Registrador R2

**ADD (ADDITION)**

* **Exemplo em Assembly:** ADD R1, R2
* **Significado:** Adiciona o valor do registrador R2 ao registrador R1.
* **Representação Binária:** 0000 0100 0001 0010
  + 0000 0100: Opcode ADD
  + 0001: Registrador R1
  + 0010: Registrador R2

**ADD.I (ADDITION IMMEDIATE)**

* **Exemplo em Assembly:** ADD.I R1, #1
* **Significado:** Adiciona o valor do imediato 1 ao registrador R1.

**SUB (SUBTRACTION)**

* **Exemplo em Assembly:** SUB R1, R2
* **Significado:** Adiciona o valor do R2 ao R1.

**SUB.I (SUBTRACTION IMMEDIATE)**

* **Exemplo em Assembly:** SUB.I R1, #2
* **Significado:** Adiciona o valor do imediato 2 ao R1.

**SHT.L (SHIFT LEFT LOGICAL)**

* **Exemplo em Assembly:** SHT.L R1, R2
* **Significado:** Faz um deslocamento lógico à esquerda no R1, sendo realizado X vezes, definido pelo valor dentro de R2. Exemplo: Se o R1 for 2 e R2 for 1, fazer o SHT.L equivale a multiplicar R1 por 2, ou seja, R1 será igual a 4. Isso equivale a multiplicar por potencias de 2.

**SHT.R (SHIFT RIGHT LOGICAL)**

* **Exemplo em Assembly:** SHT.R R2, R3
* **Significado:** Faz um deslocamento lógico à direita no R2, sendo realizado X vezes, definido pelo valor dentro de R3. Exemplo: Se o R2 for 4 e R3 for 1, fazer o SHT.R equivale a dividir R2 por 2, ou seja, R2 será igual a 2. Isso equivale a dividir por potencias de 2.

**HLT (HALT PROGRAM)**

* **Exemplo em Assembly:** HTL
* **Significado:** Pausa a execução até que se tenha uma interrupção, como pressionar uma tecla no teclado ou algo parecido.

**JMP (JUMP)**

* **Exemplo em Assembly:** JMP 0x20
* **Significado:** Salto incondicional para o endereço especificado (0x20).

**CMP (COMPARE)**

* **Exemplo em Assembly:** CMP R3, R4
* **Significado:** Compara dois registradores e altera o SR (Zero e Carry) (se necessário).

**CMP.I (COMPARE IMMEDIATE)**

* **Exemplo em Assembly:** CMP.I R3, 5
* **Significado:** Compara a registrador com um valor imediato e altera o SR (Zero e Carry) (se necessário).

**BEQ (BRANCH IF EQUAL)**

* **Exemplo em Assembly:** BEQ 0x20
* **Significado:** Salto condicional para o endereço especificado (0x20).

**BNE (BRANCH IF NOT EQUAL)**

* **Exemplo em Assembly:** BNE 0x20
* **Significado:** Salto condicional para o endereço especificado (0x20).

**BLE (BRANCH IF LESS OR EQUAL)**

* **Exemplo em Assembly:** BLE 0x20
* **Significado:** Salto condicional para o endereço especificado (0x20).

**BGE (BRANCH IF GREATER OR EQUAL)**

* **Exemplo em Assembly:** BGE 0x20
* **Significado:** Salto condicional para o endereço especificado (0x20).

**BLT (BRANCH IF LESS THAN)**

* **Exemplo em Assembly:** BLT 0x20
* **Significado:** Salto condicional para o endereço especificado (0x20).

**BGT (BRANCH IF GREATER THAN)**

* **Exemplo em Assembly:** BGT 0x20
* **Significado:** Salto condicional para o endereço especificado (0x20).

**BEQ.R (BRANCH IF EQUAL RELATIVE)**

* **Exemplo em Assembly:** BEQ.R -5
* **Significado:** Salto condicional para o endereço relativo, nesse caso é o (-5).

**BNE.R (BRANCH IF NOT EQUAL RELATIVE)**

* **Exemplo em Assembly:** BNE.R 5
* **Significado:** Salto condicional para o endereço relativo, nesse caso é o (5).

**BLE.R (BRANCH IF LESS OR EQUAL RELATIVE)**

* **Exemplo em Assembly:** BLE.R -5
* **Significado:** Salto condicional para o endereço relativo, nesse caso é o (-5).

**BGE.R (BRANCH IF GREATER OR EQUAL RELATIVE)**

* **Exemplo em Assembly:** BGE.R -5
* **Significado:** Salto condicional para o endereço relativo, nesse caso é o (-5).

**BLT.R (BRANCH IF LESS THAN RELATIVE)**

* **Exemplo em Assembly:** BLT.R -5
* **Significado:** Salto condicional para o endereço relativo, nesse caso é o (-5).

**BGT.R (BRANCH IF GREATER THAN RELATIVE)**

* **Exemplo em Assembly:** BGT.R -5
* **Significado:** Salto condicional para o endereço relativo, nesse caso é o (-5).

**AND (AND OPERATION BETWEEN TWO REGISTERS)**

* **Exemplo em Assembly:** AND R1, R2
* **Significado:** Realiza uma operação logica entre os registradores.

**OR (OR OPERATION BETWEEN TWO REGISTERS)**

* **Exemplo em Assembly:** OR R1, R2
* **Significado:** Realiza uma operação logica entre os registradores.

**XOR (XOR OPERATION BETWEEN TWO REGISTERS)**

* **Exemplo em Assembly:** XOR R1, R2
* **Significado:** Realiza uma operação logica entre os registradores.

**NOT (NOT OPERATION IN REGISTER)**

* **Exemplo em Assembly:** NOT R2, R3
* **Significado:** Realiza uma operação logica NOT no segundo registrador (R3), e armazena o resultado no registrador destino (R2).

**END (END PROGRAM)**

* **Exemplo em Assembly:** END
* **Significado:** Finaliza a execução do processador por completo.

**IN (INPUT)**

* **Exemplo em Assembly:** IN
* **Significado:** Captura o INPUT do teclado do usuário com base em endereços mapeados na memória RAM.

**DRAW (DRAW CHAR)**

* **Exemplo em Assembly:** DRAW
* **Significado:** Desenha na tela um caractere ASCII com base no endereço mapeado na memória RAM.

**OUT (OUTPUT)**

* **Exemplo em Assembly:** OUT
* **Significado:** Exibe no OUTPUT um número inteiro com base no endereço mapeado na memória RAM.

**CALL (CALL SUB-ROUTINE)**

* **Exemplo em Assembly:** CALL &34 | CALL SOMA *(“Label”)*
* **Significado:** Chama uma sub-rotina no endereço especificado ou chama uma label especificada.

**RET (RETURN SUB-ROUTINE)**

* **Exemplo em Assembly:** RET
* **Significado:** Retorna para próxima instrução do programa principal salvo no endereço da pilha SP.

**INI.P (INITIALIZE POINTER)**

* **Exemplo em Assembly:** INI.P &49152
* **Significado:** Inicializa o Global Pointer (GP), apontando para algum endereço de memória. Por padrão o GP aponta para o endereço do início da RAM (0xC000, ou seja, 49.152).

**SET.P (SET POINTER)**

* **Exemplo em Assembly:** SET.P R1
* **Significado:** Seta/Insere um valor de 8 bits ao endereço de memória apontado em GP.

**GET.P (GET POINTER)**

* **Exemplo em Assembly:** GET.P R2
* **Significado:** Captura um valor de 8 bits do endereço de memória apontado em GP.

**UPD.P (UPDATE POINTER)**

* **Exemplo em Assembly:** UPD.P R3
* **Significado:** Atualiza o valor do ponteiro GP, pegando seu endereço apontado e somando ou subtraindo-o, *dependendo do sinal e do valor contido no registrador*.

**UPI.P (UPDATE IMMEDIATE POINTER)**

* **Exemplo em Assembly:** UPI.P #-1
* **Significado:** Atualiza o valor do ponteiro GP, pegando seu endereço apontado e somando ou subtraindo-o, *dependendo do sinal e do valor imediato que foi passado*.

**GETC (GET CHAR INPUT)**

* **Exemplo em Assembly:** GETC
* **Significado:** Captura o INPUT do teclado do usuário em formato de caractere ASCII, usando os endereços mapeados na memória RAM.