



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

ICMC - Instituto de Ciências Matemáticas e Computação

Manual do Processador ICMC

Organização e Arquitetura de Computadores

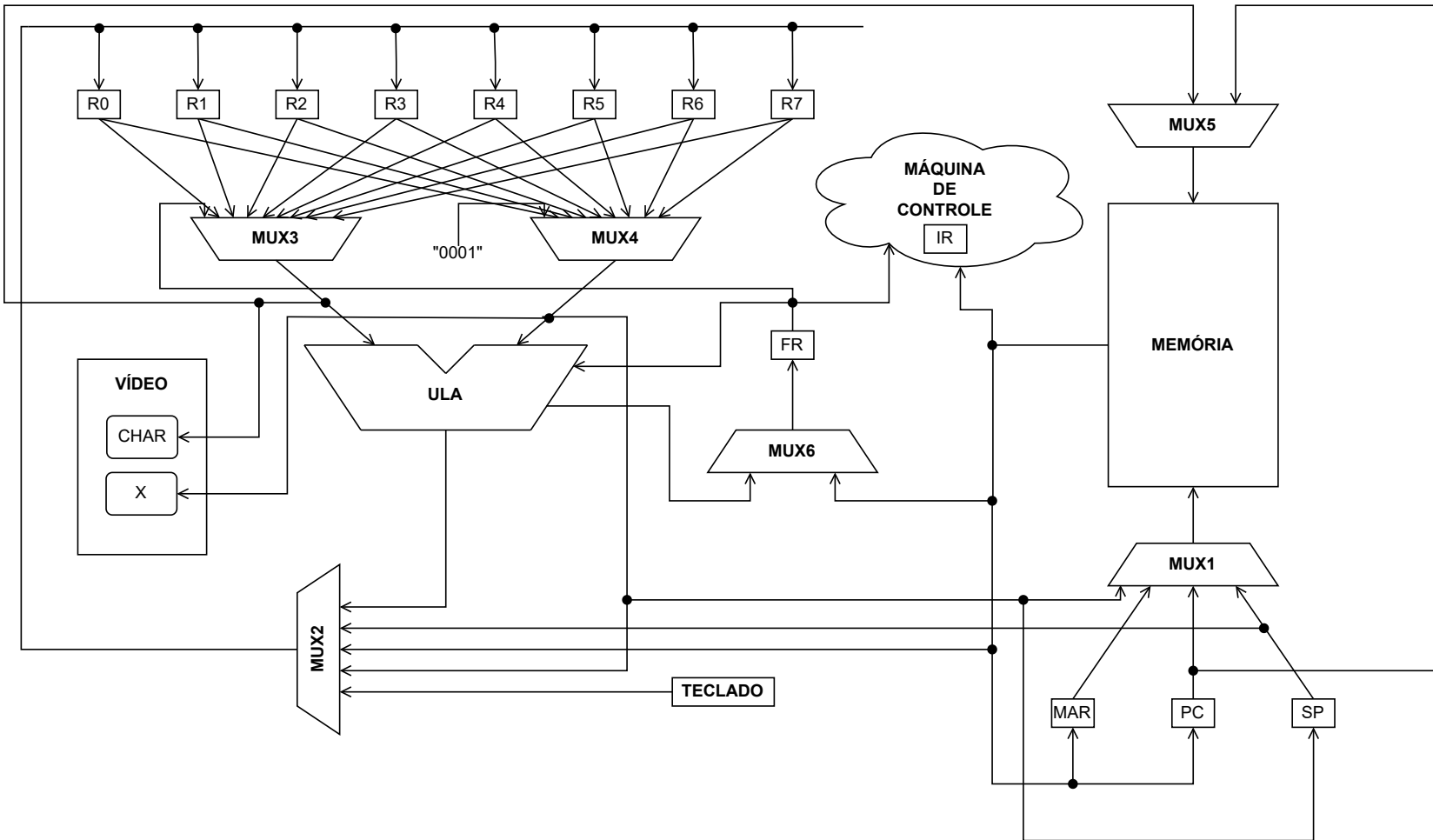
Docente: Eduardo do Valle Simoes

20 de dezembro de 2022

Sumário

1	Arquitetura	1
1.1	Conjunto de Registradores do Microprocessador ICMC	2
2	Instruções	3
2.1	Instruções de Manipulação de Dados	3
2.2	Instruções Lógicas e Aritméticas	5
2.3	Instruções de Entrada e Saída de Dados	6
2.4	Instruções de Salto	7
2.5	Instruções de Chamada	8
2.6	Instrução de Retorno	9
2.7	Instruções de Pilha	10
2.8	Instruções de Controle	11

1 Arquitetura



1.1 Conjunto de Registradores do Microprocessador ICMC

Nome	Quantidade	Finalidade
R_n	0-7	Registradores de propósito geral
FR	1	Flag Register
SP	1	Ponteiro de Pilha
PC	1	Contador de Programa
IR (interno)	1	Registrador de Instruções
MAR (interno)	1	Registrador de Endereço de Memória

- Arquitetura RISC do tipo LOAD/STORE
- Operações de Registradores para Registradores

2 Instruções

As instruções deste processador estão classificadas neste documento em oito categorias. Em cada categoria, são descritos brevementes o formato de cada instrução na memória do processador e a descrição da operação em si.

2.1 Instruções de Manipulação de Dados

Endereçamento Direto															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R _X									
Endereço															

Endereçamento Imediato 1															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R_X									
<i>Número</i>															

Endereçamento Imediato 2																									
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0										
OP																									
<i>Endereço</i>																									
<i>Número</i>																									

Endereçamento Indireto por Registrador															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R_X			R_Y						

Manipulação de Dados		
STORE END, R_X	$\text{MEM}(\text{END}) \leftarrow R_X$	110001 R_X XXXXXXXX END
LOAD R_X , END	$R_X \leftarrow \text{MEM}(\text{END})$	110000 R_X XXXXXXXX END
LOADN R_X , #NR	$R_X \leftarrow \text{NR}$	111000 R_X XXXXXXXX END
STOREN END, #NR	$\text{END} \leftarrow \text{NR}$	111001 XXXXXXXXXXXX END NR
STOREI R_X , R_Y	$\text{MEM}(R_X) \leftarrow R_Y$	111101 R_X R_Y XXXX
LOADI R_X , $\text{MEM}(R_Y)$	$R_X \leftarrow \text{MEM}(R_Y)$	111100 R_X R_Y XXXX
MOV R_X , R_Y	$R_X \leftarrow R_Y$	110011 R_X R_Y XXX0
MOV R_X , SP	$R_X \leftarrow \text{SP}$	110011 R_X XXXXXX1
MOV SP, R_X	$\text{SP} \leftarrow R_X$	110011 R_X XXXXXX11

2.2 Instruções Lógicas e Aritméticas

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R_X			R_Y			R_Z			C

Instruções Aritméticas		
ADD R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y + R_Z$	100000 R_X R_Y R_Z 0
ADDC R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y + R_Z + C$	100000 R_X R_Y R_Z 1
SUB R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y - R_Z$	100001 R_X R_Y R_Z 0
SUBC R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y - R_Z + C$	100001 R_X R_Y R_Z 1
MUL R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y * R_Z$	100010 R_X R_Y R_Z 0
DIV R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y / R_Z$	100011 R_X R_Y R_Z 0
INC R_X	$R_X \leftarrow R_X + 1$	100100 R_X 0 XXXXXX
DEC R_X	$R_X \leftarrow R_X - 1$	100100 R_X 1 XXXXXX
DIV R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y \% R_Z$	100101 R_X R_Y R_Z X

Instruções Lógicas		
AND R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y \text{ AND } R_Z$	010010 R_X R_Y R_Z X
OR R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y \text{ OR } R_Z$	010011 R_X R_Y R_Z X
XOR R_X, R_Y, R_Z	$R_X \leftarrow R_Y \text{ XOR } R_Z$	010100 R_X R_Y R_Z X
NOT R_X, R_Y	$R_X \leftarrow \text{NOT}(R_Y)$	010101 R_X R_Y XXXX
ROTL R_X, N	ROTATE TO LEFT	010000 R_X 10X N
ROTR R_X, N	ROTATE TO RIGHT	010000 R_X 11X N
SHIFTL0 R_X, N	SHIFT TO LEFT (FILL 0)	010000 R_X 000 N
SHIFTL1 R_X, N	SHIFT TO LEFT (FILL 1)	010000 R_X 001 N
SHIFTR0 R_X, N	SHIFT TO RIGHT (FILL 0)	010000 R_X 010 N
SHIFTR1 R_X, N	SHIFT TO RIGHT (FILL 1)	010000 R_X 011 N
CMP R_X, R_Y	$FR \leftarrow \text{COND}$	010110 R_X R_Y XXXX

2.3 Instruções de Entrada e Saída de Dados

Entrada															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R_X									

Saída															
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R_X			R_Y						

Instruções de Entrada e Saída															
INCHAR R_X						$R_X \leftarrow \text{"00000000"} \& \text{KEY}$						110101 R_X XXXXXXXX			
OUTCHAR R_X, R_Y						$\text{VÍDEO}(R_Y) \leftarrow \text{CHAR}(R_X)$						110010 R_X R_Y XXXX			

2.4 Instruções de Salto

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						COND									
Endereço															

Instruções de Salto (Todas com END)		
JMP END	PC \leftarrow END (unconditional)	000010 0000 XXXXXX END
JEQ END	PC \leftarrow END (EQual)	000010 0001 XXXXXX
JNE END	PC \leftarrow END (NotEqual)	000010 0010 XXXXXX
JZ END	PC \leftarrow END (Zero)	000010 0011 XXXXXX
JNZ END	PC \leftarrow END (NotZero)	000010 0100 XXXXXX
JC END	PC \leftarrow END (Carry)	000010 0101 XXXXXX
JNC END	PC \leftarrow END (NotCarry)	000010 0110 XXXXXX
JGR END	PC \leftarrow END (GReater)	000010 0111 XXXXXX
JLE END	PC \leftarrow END (LEsser)	000010 1000 XXXXXX
JEG END	PC \leftarrow END (EqualorGreater)	000010 1001 XXXXXX
JEL END	PC \leftarrow END (EqualorLesser)	000010 1010 XXXXXX
JOV END	PC \leftarrow END (Overflow (ULA))	000010 1011 XXXXXX
JNOV END	PC \leftarrow END (NotOverflow)	000010 1100 XXXXXX
JN END	PC \leftarrow END (Negative (ULA))	000010 1101 XXXXXX
JDZ END	PC \leftarrow END (DivbyZero)	000010 1110 XXXXXX

2.5 Instruções de Chamada

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						COND									
Endereço															

Instruções de Chamada (Todas com END)		
CALL END	$\text{MEM}(\text{SP}) \leftarrow \text{PC}$ $\text{PC} \leftarrow \text{END}$ (unconditional) $\text{SP} \leftarrow \text{SP} - 1$	000011 0000 XXXXXX END
CEQ END	Idem (EQual)	000011 0001 XXXXXX
CNE END	Idem (NotEqual)	000011 0010 XXXXXX
CZ END	Idem (Zero)	000011 0011 XXXXXX
CNZ END	Idem (NotZero)	000011 0100 XXXXXX
CC END	Idem (Carry)	000011 0101 XXXXXX
CNC END	Idem (NotCarry)	000011 0110 XXXXXX
CGR END	Idem (GReater)	000011 0111 XXXXXX
CLE END	Idem (LEsser)	000011 1000 XXXXXX
CEG END	Idem (EqualorGreater)	000011 1001 XXXXXX
CEL END	Idem (EqualorLesser)	000011 1010 XXXXXX
COV END	Idem (Overflow (ULA))	000011 1011 XXXXXX
CNOV END	Idem (NotOverflow)	000011 1100 XXXXXX
CN END	Idem (Negative (ULA))	000011 1101 XXXXXX
CDZ END	Idem (DivbyZero)	000011 1110 XXXXXX

2.6 Instrução de Retorno

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP															RTI

Instruções de Retorno		
RTS	$SP \leftarrow SP + 1$ $PC \leftarrow \text{MEM}(SP)$ $PC \leftarrow PC + 1$	000100 XXXXXXXXXX 0
RTI	$SP \leftarrow SP + 1$ $PC \leftarrow \text{MEM}(SP)$	000100 XXXXXXXXXX 1

2.7 Instruções de Pilha

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						R_X			FR						
<i>Endereço</i>															

Instruções de Pilha		
PUSH R_X	$\text{MEM}(\text{SP}) \leftarrow R_X$ $\text{SP} \leftarrow \text{SP} - 1$	000101 R_X 0 XXXXXX
PUSH FR	$\text{MEM}(\text{SP}) \leftarrow \text{FR}$ $\text{SP} \leftarrow \text{SP} - 1$	000101 R_X 1 XXXXXX
POP R_X	$\text{SP} \leftarrow \text{SP} + 1$ $R_X \leftarrow \text{MEM}(\text{SP})$	000110 R_X 0 XXXXXX
POP FR	$\text{SP} \leftarrow \text{SP} + 1$ $\text{FR} \leftarrow \text{MEM}(\text{SP})$	000110 R_X 1 XXXXXX

2.8 Instruções de Controle

15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
OP						SET									

Instruções de Controle		
CLEARC	$C \leftarrow 0$	001000 0 XXXXXXXXXXXX
SETC	$C \leftarrow 1$	001000 1 XXXXXXXXXXXX
HALT	STOP EXECUTION	001111 XXXXXXXXXXXX
NOOP	NO OPERATION	000000 XXXXXXXXXXXX
BREAKP	INSERT BREAK POINT	001110 XXXXXXXXXXXX