SiCoMe 2.0

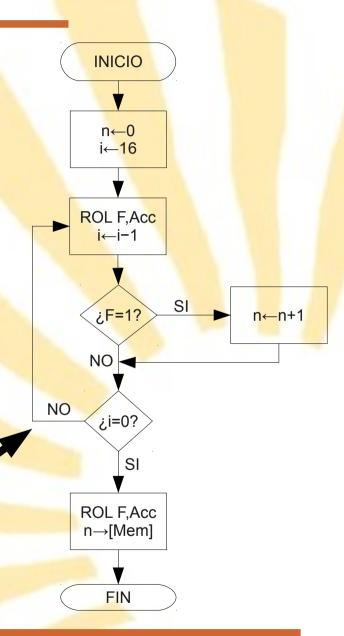
Creación de nuevas instrucciones en control microprogramado

Edmundo Sáez Peña (edmundo@uco.es)

Introducción

- Instrucciones a implementar
 - FETCH (ciclo de búsqueda)
 - HALT
 - LDA m
 - Carga en el acumulador el contenido de la posición de memoria m
 - ONES m
 - Cuenta el número de unos en el acumulador y lo almacena en la posición de memoria m

Diagrama de flujo de ONES



Diseño de las instrucciones

Instrucción ONES (versión 1) Tabla RTL

CICLO	MICROOPERACIONES	SIGUIENTE
ADDR(ONES)+0	0→QR; 16→SC	Incremento
ADDR(ONES)+1	QR→GPR	Incremento
ADDR(ONES)+2	ROL F, <u>Acc</u> ; SC−1→SC	Incremento
ADDR(ONES)+3	GPR+1→GPR (si F=1)	Incremento
ADDR(ONES)+4		Si Zsc=0 bifurca a ADDR(ONES)+2 Si Zsc=1 Incrementa
ADDR(ONES)+5	ROL F, <u>Acc</u> ; GPR→M	Bifurca a ADDR(FETCH)

Diseño de las instrucciones (II)

Tabla CROM

	MAR OPRY SRPCYSC ALU													GPR		BIF	URC.	ACIO	ON Y	DIR	ECC	IONI	S YI	DATO	OS DI	E CAI	RGA						
Ci	do				EM						AI	10				GPK			CON								OR SO			Codificación Hex	adecimal		
		S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	Sl	S0	B3	B2	Bl	B0	M7	M6	M5	M4	M3	M2	M1	M0				
																	F	ETC:	H														
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$PC \rightarrow MAR$	4000100		
	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$M \rightarrow GPR$ PC+1 \rightarrow PC	0201100		
	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR(OP) \rightarrow OPR$ $GPR(AD) \rightarrow MAR$	B000300		
																	I	IAL	Γ														
3 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0												0		0000000																			
]	LDA															
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	M→GPR			
-	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$M \rightarrow GPR$			
																	(NES	S														
	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0→QR 16 (Dec)→\$C	0A40110		
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	QR→GPR	0005100		
	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> \$C−1→\$C	0C30100		
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GPR+l→GPR (si F=1)	0004400		
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		0000508		
]	В	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> GPR→M	1030200		

Diseño de las instrucciones (III)

Tabla CROM

	М	AR	OP		SP	PC Y	SC			A	LU				GPR			URC.			DIR							RGA		
Ciclo				EM				~~		-				~~	~ ~		_	CON		_	2.5			CON				2.00	Codificación Hex	adecimal
	S15	S14	S13	S12	S11	S10	89	88	S7	S6	S5	S4	S3	S2	SI		B3		Bl	B0	M7	M6	M5	M4	M3	M2	MI	M0		
																F	ETC													
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	PC→MAR	4000100
1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$M \rightarrow GPR$ PC+1 \rightarrow PC	0201100
2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR(OP) \rightarrow OPR$ $GPR(AD) \rightarrow MAR$	B000300
																I	IAL	Γ												
3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0000000
	LDA																													
4	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0														0	0→Acc M→GPR	0009100													
5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR + Acc \rightarrow Acc$	0028200
								,								(NES	S												
6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0→QR 16 (Dec)→SC	0A40110
7	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	QR→GPR	0005100
8	0	0	0	0	1		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> \$C−1→\$C	0C30100
9	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GPR+l→GPR (si F=1)	0004400
A	0	0	0	0	0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		0000508
В	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> GPR→M	1030200
						V	-				0.5																			

LOAD SC 0→QR 16

Diseño de las instrucciones (IV)

Tabla CROM

	OPPV																														
		M	AR		RY	SE	PC Y	SC			Al	LU				GPR			URC			DIR			_				RGA		
C	ido				EM													_	CON	_				DEL (Codificación <u>Hex</u>	adecimal
		S15	S14	S13	S12	S11	S10	S9	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	Sl	S0	В3		Bl	B0	M7	M6	M5	M4	М3	M2	M1	M0		
																	F	ETC:	H												
	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$PC \rightarrow MAR$	4000100
	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$M \rightarrow GPR$ PC+1 \rightarrow PC	0201100
	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR(OP) \rightarrow OPR$ $GPR(AD) \rightarrow MAR$	B000300
																	I	IAL	Γ												
	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0000000
	LDA																														
	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0→ <u>Acc</u> M→GPR	0009100
	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GPR+ <u>Acc</u> → <u>Acc</u>	0028200
																	()NE	S												
	6	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0→QR 16 (Dec)→\$C	0A40110
	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$QR \rightarrow GPR$	0005100
	8	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> \$C−1→\$C	0C30100
	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1)	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GPR+1→GPR (si F=1)	0004400
	A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0)	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		0000508
	В	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> GPR→M	1030200
		 																									_				

QR \rightarrow **GPR**

Diseño de las instrucciones (V)

Tabla CROM

	Ciclo MAR OPRY SP, PCYSC A											LU				GPR			URC.			DIR					OS DI		RGA		
Cic	_								~~									_	CON								OR SO		2.00	Codificación Hex	adecimal
		S15	S14	S13	S12	SII	S10	89	S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	Sl	S0	B3		Bl	B0	M7	M6	M5	M4	М3	M2	MI	M0		
	_	_			_						_						_	ETC.	_								_				
0	\dashv	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	PC→MAR	4000100
1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$M \rightarrow GPR$ PC+1 \rightarrow PC	0201100
2		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR(OP) \rightarrow OPR$ $GPR(AD) \rightarrow MAR$	B000300
																	I	IAL	Γ												
3	Т	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		0000000
																		LDA													
4		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0→Acc M→GPR	0009100
5	寸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR+\underline{Acc}\rightarrow\underline{Acc}$	0028200
																	(ONE	S												
6		0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0→QR 16 (Dec)→\$C	0A40110
7		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	QR→GPR	0005100
8		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> SC-1→SC	0C30100
9	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GPR+1→GPR (si F=1)	0004400
A	T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0		0000508
В		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> GPR→M	1030200
	1 0											3			()			2	2)			()			

Diseño de las instrucciones (VI)

Tabla LCB

	vvvv						R	E
	$\Lambda \mid \Lambda \mid \Lambda \mid$	XX	X X	X	0	0	0	0
	X X X	X X	X X	X	1	0	0	1
	X X X	X X	X X	X	0	1	0	1
	X X X	X X	X X	X	0	0	1	1
	X X X	X X	X X	X	1	0	0	0
	X X X	X X	X X	X	1	0	0	1
0 1 0 1 X X X X	0 X X	XX	X X	X	0	1	0	1
0 1 0 1 X X X X	1 X X	XX	X X	X	1	0	0	1

Implementación

Repertorio

```
$
CB 4000100
CB 201100
CB B000300
$
HALT false 0
LDA true 0009100 0028200
ONES true 0A40110 0005100 0C30100 0004400 0000508 1030200
```

Lógica de control de bifurcación

```
      B3
      B2
      B1
      B0
      F
      Zb
      Zac
      Zsc
      X
      Qn
      Qn1
      As
      Qs
      Bs
      N
      I
      B
      R
      E

      0
      0
      0
      0
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      1
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      1
      0
      0
      0
      1
      0
      0
      0
      1
      0
      0
      0
      1
      0
      0
      0
      1
      0
      0
      0
      0
      1
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
      0
```

Implementación (II)

Programa de prueba

```
0 1C75

0

10

0

LDA 0

ONES 1

HALT
```

Diseño de las instrucciones (VII)

Instrucción ONES (versión 2) Tabla RTL

CICLO	MICROOPERACIONES	SIGUIENTE
ADDR(ONES)+0	0→QR; 16→SC	Incremento
ADDR(ONES)+1	QR→GPR	Incremento
ADDR(ONES)+2	ROL F,Acc; SC−1→SC	Incremento
ADDR(ONES)+3	GPR+1→GPR (si F=1)	Si Zsc=0 bifurca a ADDR(ONES)+2 Si Zsc=1 Incrementa
ADDR(ONES)+4	ROL F, <u>Acc</u> ; GPR→M	Bifurca a ADDR(FETCH)

Diseño de las instrucciones (VIII)

Tabla CROM

	Т	MA	AR		RY	SE	PC Y	sc			Al	LU				GPR			URC.			DIR							RGA		
Cid					EM				6.0	en.			C4	62					CON			3.67				TADO			3.60	Codificación <u>Hex</u>	adecimal
		515	514	513	512	S11	510	39	58	5/	S6	S5	54	S3	S2	Sl		B3 ETC		DI	ъ	M7	MO	M5	M4	MS	MLZ	MI	MU		
	_	_	1	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_	_			_	_	1	_	_	_	_	_	_	_	_	DO MAR	4000100
0	+	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	PC→MAR	4000100
1		0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$M \rightarrow GPR$ PC+1 \rightarrow PC	0201100
2											0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$GPR(OP) \rightarrow OPR$ $GPR(AD) \rightarrow MAR$	B000300
																	H	AL	ſ												
3		LDA													0		0000000														
	LDA																														
4	Т	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 0 0 1 0 0 1 0 0 0 0 0 0												0→ <u>Acc</u> M→GPR	0009100																
5	\Box	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	GPR+ <u>Acc</u> → <u>Acc</u>	0028200
																	C	NES	S												
6		0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0→QR 16 (Dec)→\$C	0A40110
7	\perp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	$QR \rightarrow GPR$	0005100
8		0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F <u>,Acc</u> SC−1→SC	0C30100
9		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	GPR+1→GPR (si F=1)	0004408
A		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	ROL F, <u>Acc</u> GPR→M	1030200

Diseño de las instrucciones (IX)

Tabla LCB

\mathbf{B}_3	\mathbf{B}_2	B ₁	\mathbf{B}_0	F	Z _b	Za	Zac	Z_{sc}	X	Q.	Qul	A _s	Q.	B _z	N	I	В	R	E
0	0	0	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	0	0
0	0	0	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	1	0	0	1
0	0	1	0	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	1
0	0	1	1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	0	0	1	1
0	1	0	0	0	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	0
0	1	0	0	0	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	1	0	0	0
0	1	0	0	1	X	X	X	0	X	X	X	X	X	X	X	0	1	0	1
0	1	0	0	1	X	X	X	1	X	X	X	X	X	X	X	1	0	0	1

Implementación (III)

Repertorio

```
$
CB 4000100
CB 201100
CB B000300
$
HALT false 0
LDA true 0009100 0028200
ONES true 0A40110 0005100 0C30100 0004408 1030200
```

Lógica de control de bifurcación

```
      B3
      B2
      B1
      B0
      F
      Zb
      Zac
      Zsc
      X
      Qn
      Qn1
      As
      Qs
      Bs
      N
      I
      B
      R
      E

      0
      0
      0
      0
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
      X
```