برنامه ریزی مایکروکامپیوتر

نوشته:

حسن سید رضـــی

گروه برق و الکترونیک ــ دانشکده فنی

چکیـــــده

در این مقاله برنامه ریزی مایکروکامپیوتر و طرز کار آن و همچنین دستورات بزبان ماشین در مایکروپروسسور 8080 بحث شده اســـت .

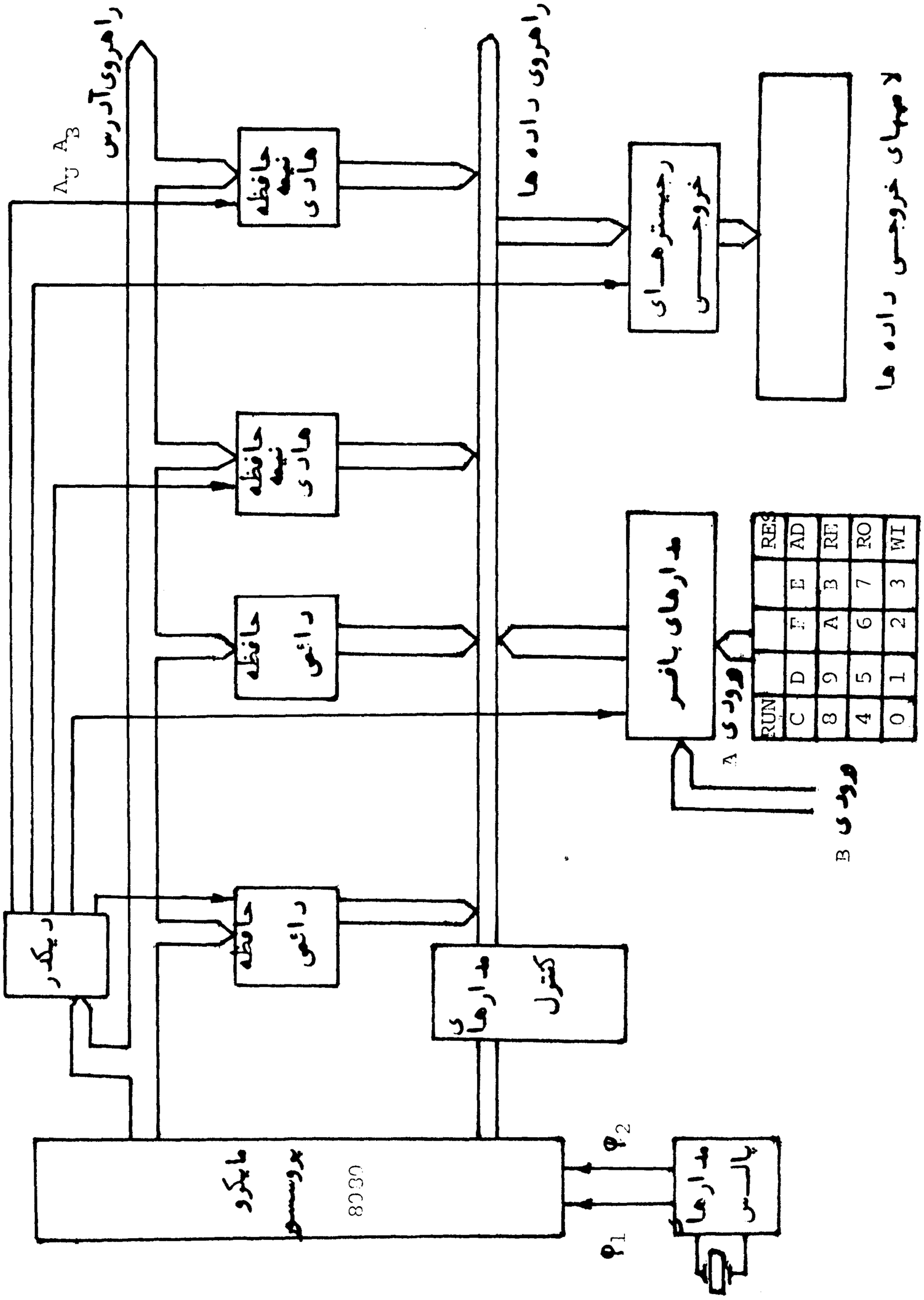
مقدمـــــه

بعد از کامپیوتر نوزاد دیگری بنام مایکروکامپیوتر (۱) به‌عرصه‌جهان پا گذارد که حجمی کمتر از یک دستگاه تلفن و ارزشی در حدود یک تلویزیون دارد . قلب مایکروکامپیوتر ، مایکروپروسسور (۲) است که معادل دستگاه مرکزی کامپیوتر می‌باشد .

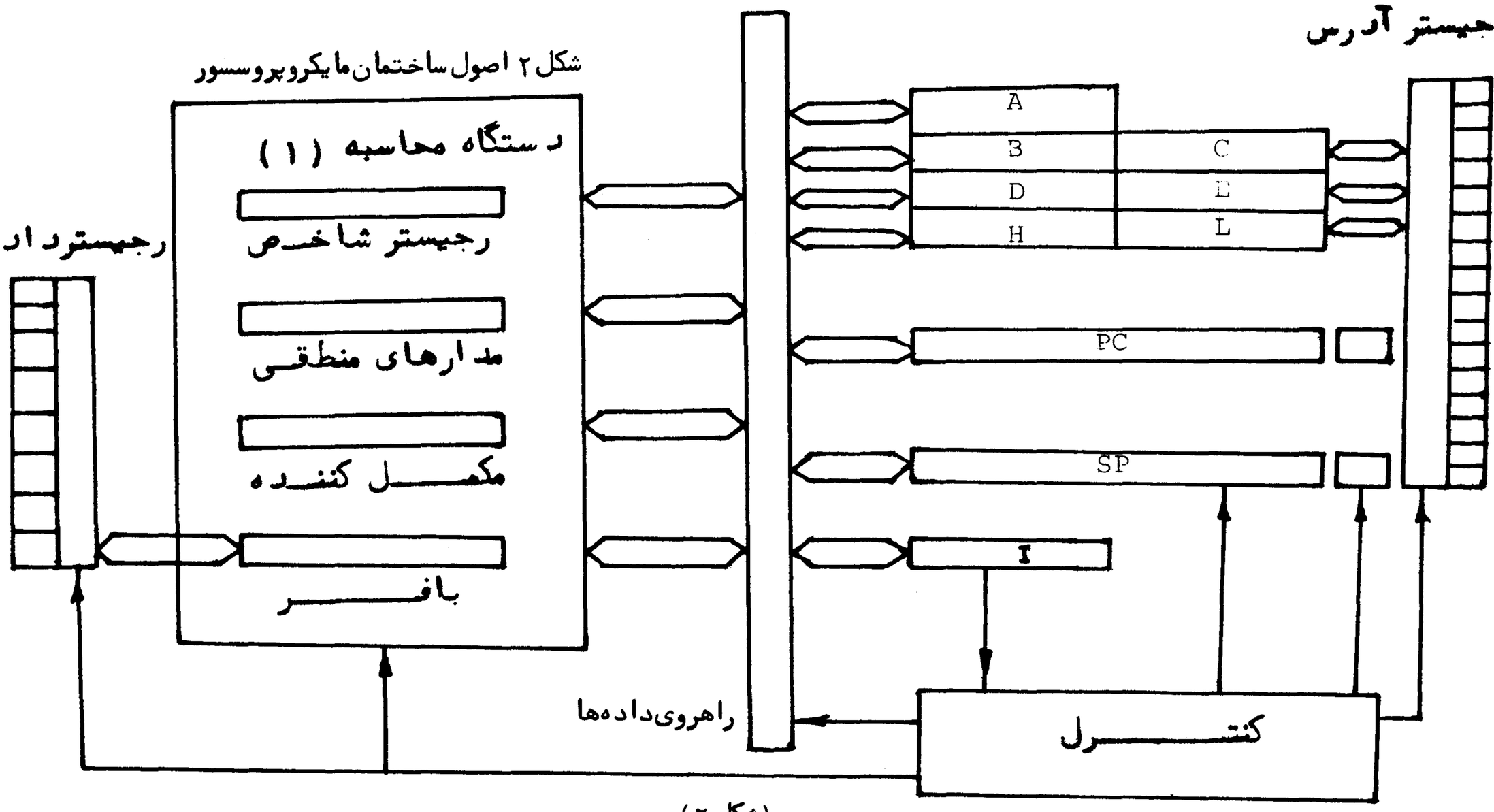
ساختمان مایکروکامپیوتر: نیز مانند کامپیوتر دارای حافظه نیمه هادی (۳) ، حافظه دائمی (۴) و بالاخره دستگاههای ورودی خروجی برای تبادل اطلاعات است . انتقال اطلاعات بین مایکروسسور ، حافظه های مختلف ، دستگاههای ورودی خروجی از طریق راهروی داده‌ها (۵) و تعیین آدرس از طرف مایکروپروسسور بوسیله راهروی آدرس (۶) داده می‌شود . با تعیین آدرس دستگاه ورودی توسط مایکروپروسسور، اطلاعات از طریق مدارهای بافر و کنترل وارد راهروهای داده‌ها ، و از آنجا به مایکروپروسسور منتقل می‌شود . خروج نتیجه محاسبات نیز با تعیین آدرس دستگاه خروجی ، از طریق راهروی داده‌ها به رجیستر خروجی و بالاخره به دستگاه خروجی مثلا " لامپهای نشان دهنده داده ها منتقل می‌گردد (شکل ۱) .

دستورات مایکروپروسسور بصورت ساده‌ترین فرم ممکن طرح می‌شود که حداقل مدار الکترونیک مصرف می‌شود ، بطوریکه کل مایکروپروسسور در یک IC چهل پایه مثلا " 8080 ساخته می‌گردد . طول یک کلمه محاسبات در مایکروپروسسور ممکن است ۴ ، ۸ ، ۱۲ ، یا ۱۶ بیتی باشد ولی آنچه که بیشتر امروزه مصرف می‌شود نوع ۸ بیتی اطلاعات و ۱۶ بیت آدرس است که تا 64k بایت می‌تواند ظرفیت حافظه باشد . ساختمان داخل مایکروپروسسور (شکل ۲) از یک یا چند اکومولیتور A, B, C , ... H و L تشکیل شده .

1- MICRO COMPUTER
2- MICROPROCESSOR
3- RANDOM ACCESS MEMORY
4- READ ONLY MEMORY
5- DARA BUS
6- ADDRESS BUS



شکل (۱) ساختمان کلی مایکرو کامپیوتر



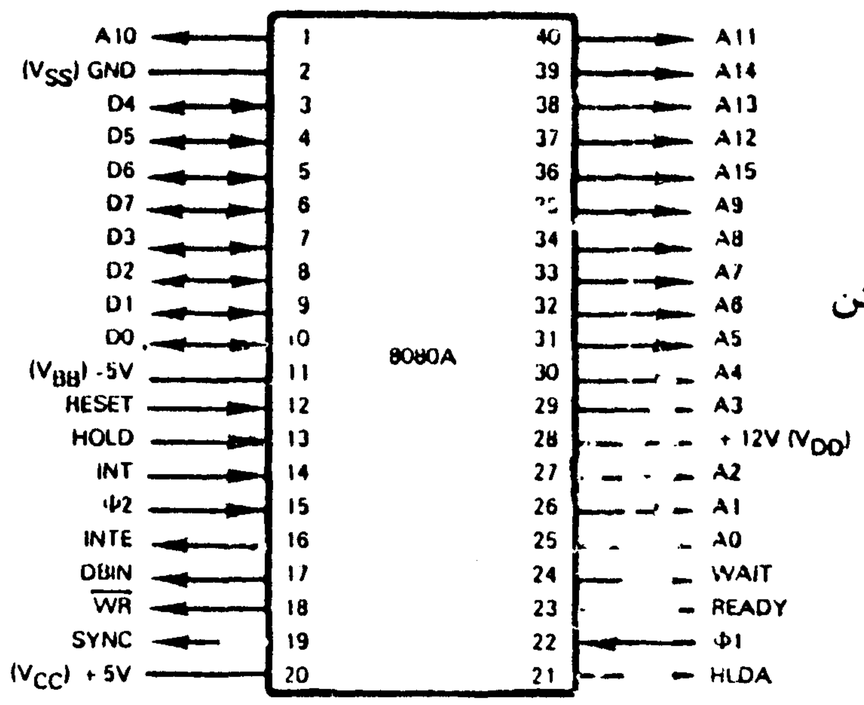
(شکل ۲)

که رجیستر A اکومولیتوراصلی استو نتایج اکثر محاسبات در این‌اکومولیتور قرار می‌گیرند ، و رجیسترهای دیگر بعنوا ن اکولومیتور فرعی و یا رجیسترهای ایندکس مورد استفاده قرار می‌گیرند .

دستگاه محاسبه‌معادلات منطقی لازم جهت‌محاسبات ریاضی و منطقی‌رجیسترهای اکومولیترو ، کنتور برنامه (۲) رجیستراستاک (۳) ورجیستر شاخص (۴) که‌مشخص‌کننده وضعیت‌علامت ، سرریز (۵) ،کاری (۶) و آشکارسازصفر (۷) دستگاه محاسبه است ، را تهیه می‌کند .

بهمین ترتیب کنتور برنامه بازاء هر دستور برنامه یک شماره می‌اندازد .

رجیستر آدرس که به۱۶ پایه IC متصل است ، ۱۶ بیت آدرس‌را به راهروی‌آدرس خروجی‌منتقل می‌کند ،بالاخره رجیستر داده ها با راهروی‌داده هایک بایت راتبادل‌می‌کند .باین ترتیب پایه های لازم IC مایکروپروسسور مطابق ذیل است . جهت اجرای هر دستور دو فاز دستورالعمل و اجرا (۸) اجرا می‌گردند .



شکل ۳زمان‌بندی‌خواندن‌ونوشتن

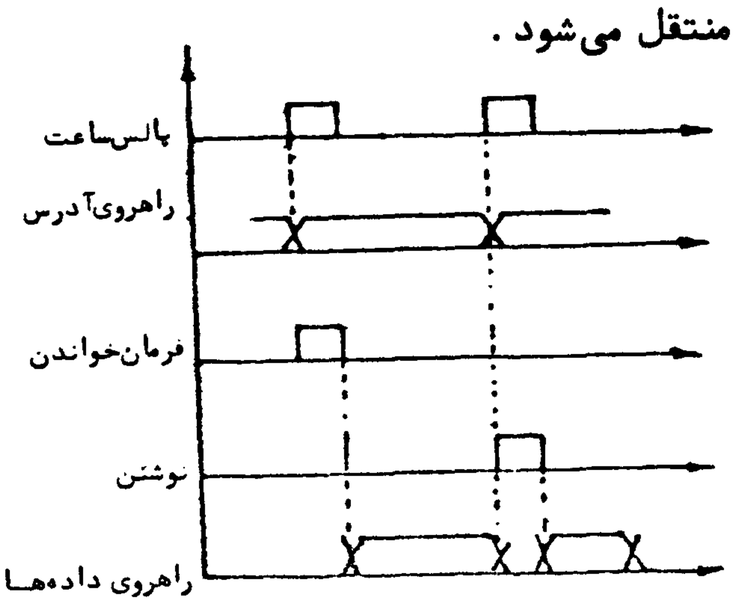
شکل ۳

1- ARITHMETIC & LOGICAL UNIT
2- PROGPAM COUNTER
3- STACK REGISTER
4- STATUS REGISTER
5- OVERFLOW
6- CARRY
7- ZERO DETECTOR
8- INSTRVCTION PHASE, EXECUTIVE PHASE

در دستور فوق ابتدا آدرس دستور از کنتور برنامه به‌رجستر آدرس و به‌راهروی آدرس منتقل می‌شود ، سپس فرمان خواندن داده می‌شود که در نتیجه اطلاعات از حافظه به راهروی داده‌ها و به رجیستر I منتقل می‌شود

در فازاجرانیز ، آدرس ازرجیستر B-C , H-L و یا D-E به‌رجیسترآدرس منتقل و فرمان‌خواندن داده‌می‌شود و بالاخره اطلاعات از حافظه به اکومولیتور مورد نظر منتقل می‌شود .

بعنوان مثال زمان‌بندی دستور نوشتن از حافظه مطابق شکل مقابل باشد .



شکل ۴

جهت روشن‌شدن نوع و چگونگی اجرای دستورات مایکروپروسسور ، یک مثال‌می‌زنیم فرض می‌کنیم محتوای آدرس 8000 (آدرس هگزا) می‌بایستی به 8001 درحافظه اضافه شود ، دراینصورت دستورات مطابق‌زیر خواهد بود .

	آدرس دستور	کداجرا	
(H) : = 80	0400	oD	80
(L) : = 00	040	oE	00
READ (A) : = (8000)	0404	40	
(L) : = 01	0405	9E	01
(A) : = (A) + (8000)	0407	80	
STORE, (8001) : = (A)	0408	60	

دستورات برنامه فوق بفرم یک یا دوبایتی است ولی چنانچه ماشین قادر باجرای دستورات سه‌بایتی باشدبرنامه مذکور بصورت زیر باتعداد دستور کمتری خواهد بود .

آدرس دستور	کد اجرا		
0400	9C	8000	(H,L) :=8000
0403	40		(A) :=(8000)
0404	9E	01	(L) :=01
0406	80		(A) :=(A)+(8001)
0407	60		

در اینجا می‌بایستی خاطرنشان کرد که هریک از دستوراتی که دربالا ذکر شد در داخل مایکروپروسسور بصورت یک سری دستورات‌جزئی تر بنام مایکرواینستراکشن (۱) تعبیرشده‌واجرا می‌گردد . درحقیقت در مایکروپروسسور واحدهای مختلف بوسیله یک سری سیگنالهای کنترل بکار می‌افتد ، مثلا " مدار مکمل‌کننده درهرلحظه آماده است که محتوای‌رجیستر را مکمل نماید ، برای این منظور یک سری مایکرواینستراکشن‌های متوالی بترتیب جهت انتقال از اکومولیتور به راهروهای اطلاعات و از راهروی اطلاعات به مکمل‌کننده ، بکارانداختن مکمل‌کننده ، از مکمل‌کننده به‌راهروی اطلاعات و از راهروی اطلاعات به اکومولیتور ، ارسال می‌شود که این سری مایکرواینستراکشن‌ها مایکروپروگرام نامیده می‌شود . درداخل‌دستگاه کنترل مقداری مایکروپروگرام برای هریک از دستورات کلی وجود دارد که در داخل حافظه های دائمی ضبط شده است .

دستورات‌مایکروپروسسور : یکی‌ازمشهورترین‌مایکروپروسسورها 8080 می‌باشدکه‌بیش‌از۸۰ دستوردارد ، دستورات بطور یک ، دو و یا سه بایتی است و اجرای عملیات نیز بطور یک بایتی ، و یادوبایتی روی زوج رجیسترها انجام می‌گیرد . دستورات مذکور با کد اجرای آنها در جدول صفحه بعد درج گردیده است .

1- MICROINSTRUCTION

(MOV, INR, DCR, MVI)

	r2(r	A	B	C	D	E	H	L	M
MOV	A,r2	7F	78	79	7A	7B	7C	7D	7E
MOV	B,r2	47	40	41	42	43	44	45	46
MOV	C,r2	4F	48	49	4A	4B	4C	4D	4E
MOV	D,r2	57	50	51	52	53	54	55	56
MOV	E,r2	5F	58	59	5A	5B	5C	5D	5E
MOV	H,r2	67	60	61	62	63	64	65	66
MOV	L,r2	6F	68	69	6A	6B	6C	6D	6E
MOV	M,r2	77	70	71	72	73	74	75	—
INR	r	3C	04	0C	14	1C	24	2C	34
DCR	r	3D	05	0D	15	1D	25	2D	35
MVI	r,B2	3E	06	0E	16	1E	26	2E	36

(1)

(LXI, DAD, INX, DCX)

	X	B	D	H	SP
LXI	X ,B3,B2	01	11	21	31
DAD	X	09	19	29	39
INX	X	03	13	23	33
DCX	X	0B	1B	2B	3B

(4)

	X	B	D	H	PSW
PUSH	X	C5	D5	E5	F5
POB	X	C1	D1	E1	F1

(10)

	r	A	B	C	D	E	H	L	M
ADD	r	87	80	81	82	83	84	85	86
ADC	r	8F	88	89	8A	8B	8C	8D	8E
SUB	r	97	90	91	92	93	94	95	96
SBB	r	9F	98	99	9A	9B	9C	9D	9E
ANA	r	A7	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6
XRA	r	AF	A8	A9	AA	AB	AC	AD	AE
ORA	r	B7	B0	B1	B2	B3	b$	B5	B6
CMP	r	BF	B8	BS	BA	BB	BC	BD	BE

(2)

ADI	B2	C6
ACI	B2	CE
SUI	B2	D6
SBI	B2	DE
ANI	B2	E6
XRI	B2	EE
ORI	B2	F6
CPI	B2	FE

(3)

STAX B	LDAX B	STAX D	LDAX D	STA B3B2	IDA B3B2
((B)(C)) ⇄ (A)		((D)(E)) ⇄ (A)		((B3 B2)) ⇄ (A)	
02	0A	12	1A	32	3A

(8)

RLC	PRC	RAL	RAR
$A_0 \leftarrow A_7$	$A_0 \rightarrow A_7$	$A_0 \leftarrow C$	$C \rightarrow A_7$
07	0F	07	1F

(10)

	SHLD B_2B_3	LHLD B_3B_2	XTHL	XCHG	PCHL	SPHL
	$(B_3)(B_2)+1$	$(B_3)(B_2)+1$	((SP)+1)	(D)(E)	(PC)	(SP)
	$((B_3)(B_2))$	$((B_3)(B_2))$	((SP))	↑	↑	↑
	(H)(L)	″	″	″	″	″
	22	2A	E3	EB	E9	F9

(9)

		NZ	Z	NC	C	PO	PE	P	M
JMP B_3B_2	C_3	C_2	CA	D_2	DA	E_2	EA	F_2	FA
CALL B_3B_2	CD	C_4	CC	D_4	DC	E_4	EC	F_4	FC
BET	C_9	C0	C_8	D0	D_8	E0	E_8	F0	F_8
		Z=0.	Z=1	C=0.	C=1	P=0.	P=1	S=0.	S=1

(7)

OUT B2	IN B2	D1	E1
D3	DB	F3	FB

(6)

CMA	STC	CMC
$A \leftarrow \bar{A}$	$C \leftarrow 1$	$C \leftarrow \bar{C}$
2F	37	3F

(6)

HLT	NOP
76	00

(5)

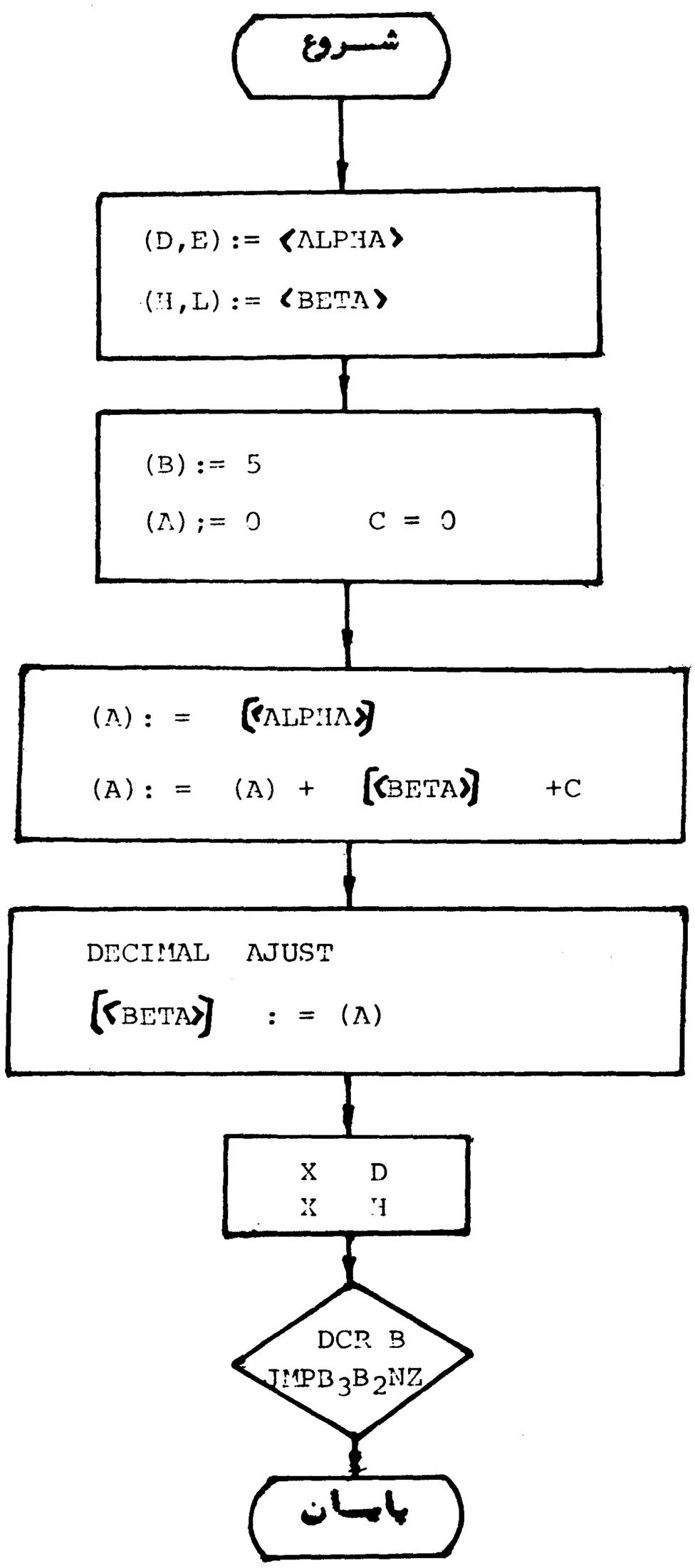
اولین گروه دستورات جدول یک بصورت $r_1 r_2$ moy می‌باشد و معنای این گروه دستورات این است که: محتوای رجیستر r_2 را به رجیستر r_1 انتقال بدهد مثلا" در سطر اول ستون دوم، کد 78 متناظر با mov AB یعنی با اجرای دستور 78 محتوای رجیستر B به A انتقال می‌یابد. حرف m که در ستون هشتم این‌جدول نوشته شده است حاکی از مراجعه به حافظه می‌باشد که آدرس‌حافظه در زوج رجیسترH-L قرار دارد. دستورات DCRr INCr نیز بترتیب باعث می‌شود که رجیسترهای مذکور یکی اضافه و یا از آنها کم شودو یا با دستور B_2 MVI r اطلاعات‌یک‌بایت B_2 واردرجیستر مورد نظر می‌شودمثلا" باردستور 25 3E یعنی 25 به‌رجیستر A منتقل شود. درجدول دوم دستورات‌جمع وتفریق‌وعملیات منطقی‌می‌باشد که هریک از دستورات فوق، عملیات بررجیستر r و A و نتیجه‌در رجیستر A بطریق زیر انجام می‌گیرد.

ADD r	(A) : = (A) + (r)
ADC r	(A) : = (A) + (r) + c
SUB r	(A) : = (A) - (r)
SBB r	(A) : = (A) - (r) - c
XRA r	(A) : = (A) + (r)
ORA r	(A) : = (A) .OR. (r)
COMP r	(A) - (r)

جدول (۳) مشابه قبلی‌است، با این تفاوت که بجای رجیستر r، یک بایت B_2 خواهد بود که در عملیات اکومولیتورA شرکت می‌کند.

همانطوریکه قبلا" متذکر گردیدرجیسترهای H-L D-E B-C می‌توانند بصورت‌زوج‌رجیسترواردعملیات بشوند و دراینصورت‌سه‌زوج‌رجیستر فوق‌بطوراختصار به H D E خوانده‌می‌شوند. دستورات‌جدول۴ مربوط به‌عملیات این رجیسترها و رجیستر استاک می‌باشد مثلا" دستور L Xl X B_3 B_2 باعث می‌شود که بایتهای‌دوم و سوم بعد از دستور DCX INX DAD X بترتیب جمع رجیسترهای‌مذکور با L وH و یا اضافه و یاکم‌نمودن یک واحد به هریک از زوج رجیستر برحسب کد مربوطه می‌باشد. بالاخره جدول ۵ دستورات توقف (کد 76) و جدول ۶ دستورات تصحیح جمع اعشاری DAA وصفر و یایک‌نمودن‌دو بریک‌وجدول۷ دستورات‌پرش JMP B_3B_2 به‌آدرس B_3B_2 تحت‌شرایط خاص و یا دستورات‌رفتن به‌سابروتین CALL و برگشت RET از آن‌ها می‌باشد. و بالاخره‌جدول ۵، ۸، ۹ و ۱۰ بترتیب جهت وارد کردن یا ضبط‌اطلاعات‌از اکومولیتور باآدرس B-C یا D-E، و تعویض محتوای‌زوج رجیسترها و انتقال بچپ یا راست اکومولیتور می‌باشد که جهت روشن شدن مطلب به ذکر مثالی می‌پردازیم.

فرض کنیم منظورمحاسبه‌جمع دو عدد ده‌رقمی ALPHA و BETA درمایکروپروسسورمی‌باشد. چون‌مایکروپروسسور فقط یک بایت جمع بطور باینری‌انجام می‌دهد، پس بایستی اطلاعات پس‌ازجمع بصورت اعشاری‌با دستورDAA تصحیح گردد و نتیجه دو رقم‌اعشاری و احیانا" دو بر یک‌آن برای رقم‌های سوم، چهارم و . . . .بهمین‌ترتیب تا رقم‌دهم درنظر گرفته شود، بعبارت دیگر مایکروپروسسور بایستی ۵ بار عمل جمع و تصحیح را طبق شمای عملیاتی ذیل انجام دهد.



شـکل ۵

شعای عملیاتی جمع دو عـــدد‌ه‌رقمی

با درنظر گرفتن شمای عملیاتی دستورات مایکروپروسسور بطریق زیر می‌باشد .

```
LXI D, 00 82
LXI,H, 05 82
MVI,B, 3
XOR A
.......
LDAX, D
ADC, M
DAA
MOV m,A
........
INX D
INX H
.......
DCR B
JMP NZ ....
........
HALT
```

و تبدیل دستورات فوق بزبان مایکروپروسسور مطابق ذیل می‌باشد .

آدرس حافظه	محتوی حافظه		آدرس حافظه	محتوی حافظه	
8220	11		822A	8E	
8221	60		822B	27	II
8222	82		8223	77	
8223	21		822D	13	
8224	08	I	822E	23	III
8225	82		822F	05	
8226	06		823	C2	
8227	08		8231	29	IV
8228	AF		8232	82	
8229	1A		8233	76	V

البته روشی که در فوق ذکر گردید در مورد تمام برنامه‌های مایکروپروسسور قابل اجراست .

نتیجه

با توجه بمطالب فوق ، و قابل برنامه‌ریزی‌بودن و دستورات متنوع مایکروکامپیوتر می‌توان کلیه محاسبات ریاضی را بوسیله مایکروپروسسور انجام داد . علاوه بر این بعلت حجم کم و قیمت مناسب و قابلیت محاسباتی زیاد آن امروزه در اکثر کارهای علمی و تحقیقاتی و حتی کنترل ترافیک و وسائل خانگی و ماشین آلات صنعتی کاربرد فراوانی دارد .

References

1- AUTOMATED GENGRATION OF CROSS - SYSTEM SOFTWARE FOR MICROCOMPUTER. G.R. Johnson and Robert.A, Muelleer. Colorado State University, Computer IEEE Computer Society January 1977.

2- SINGLE BOARD MICROCOMPUTER, MEC COMPANY. Microcomputer Dept TOKYO-JAPAN. 1977.

3- MICROPROCESSEURS,INTEL, Electronique Applications, No.6 Paris, France. 1977.

4- DIGITAL COMPUTER Survay of Philips International Institute Holland,1978.'

5- A MICROPROCESSOR CHIP DESIGNES WITH THE USER IN MIND, W.E.Wickes Computer, January. 1977.