



معماری و سازمان کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

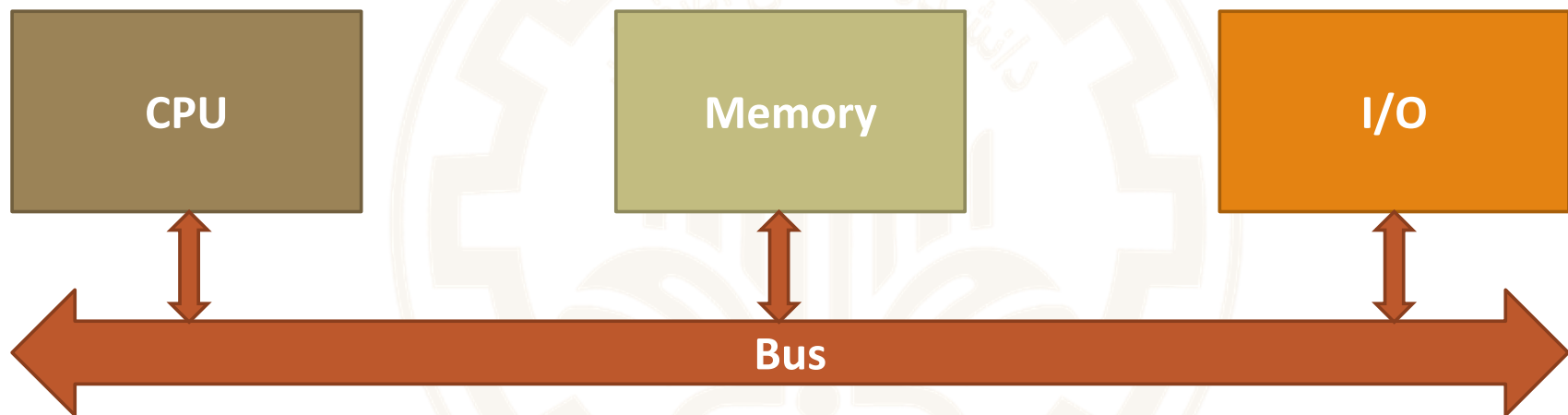
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

امیر خورسندی

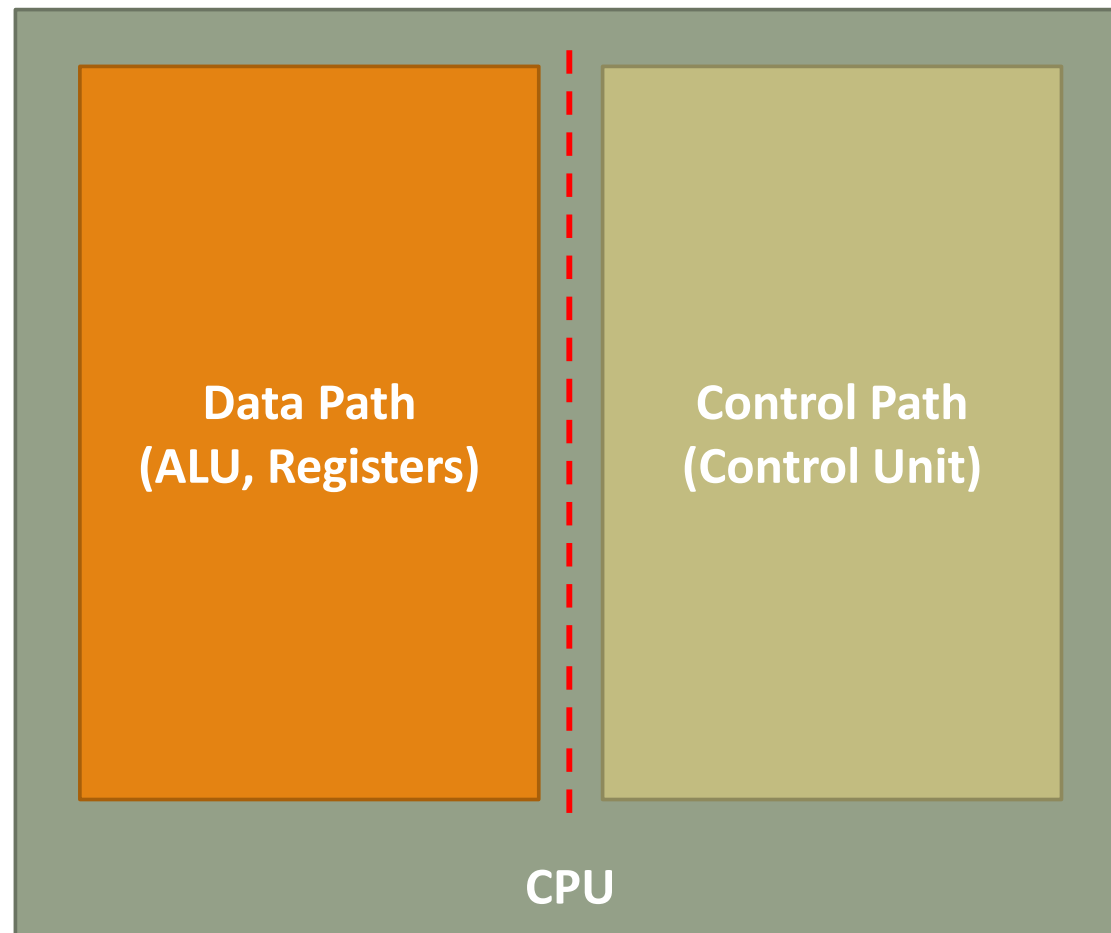
پاییز ۱۴۰۲

کامپیوتر پایه

اجزای اصلی کامپیوتر پایه



ساختار CPU



برنامه

- مجموعه ای از دستورات که در خانه های متوالی حافظه قرار می گیرند.
- دستور یک مجموعه از بیت ها است که تعیین می کند چه کاری انجام شود.
- واحد کنترل با دریافت دستور به واحدهای سخت افزاری فرامین لازم را می دهد.

سیکل کلی دستورالعمل

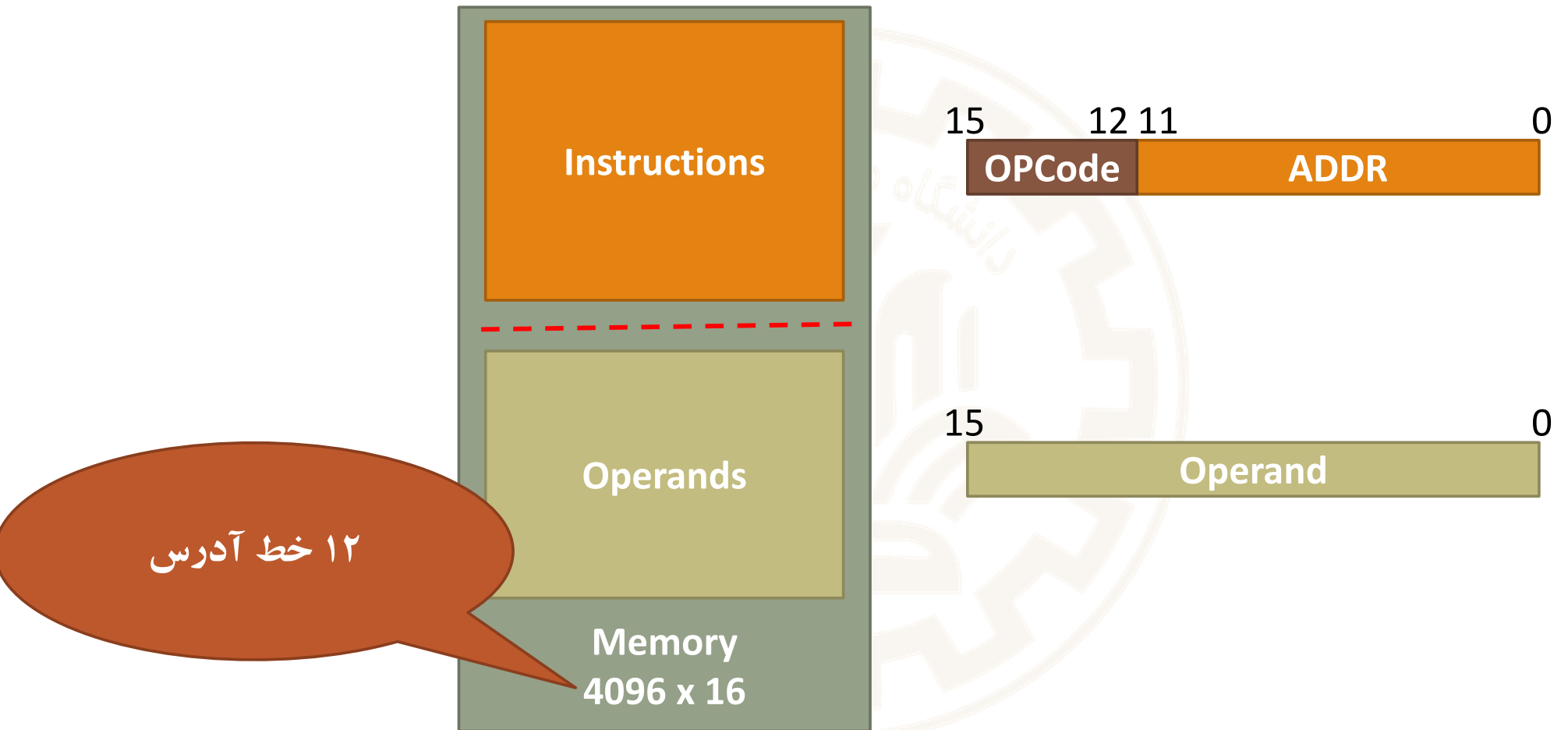


Fetch

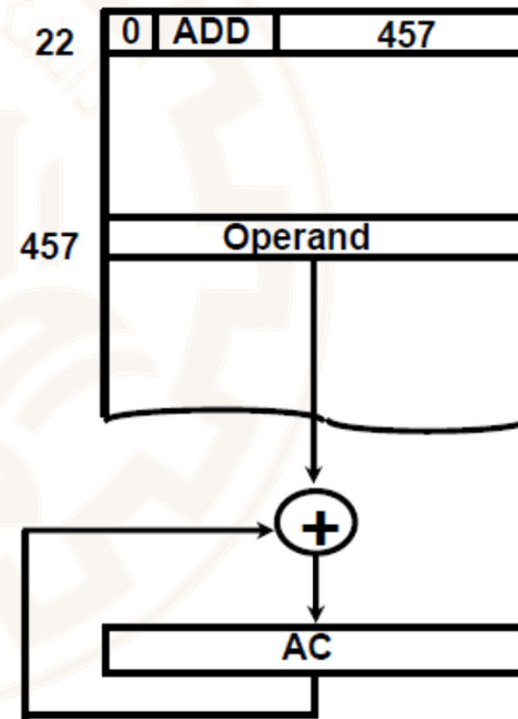
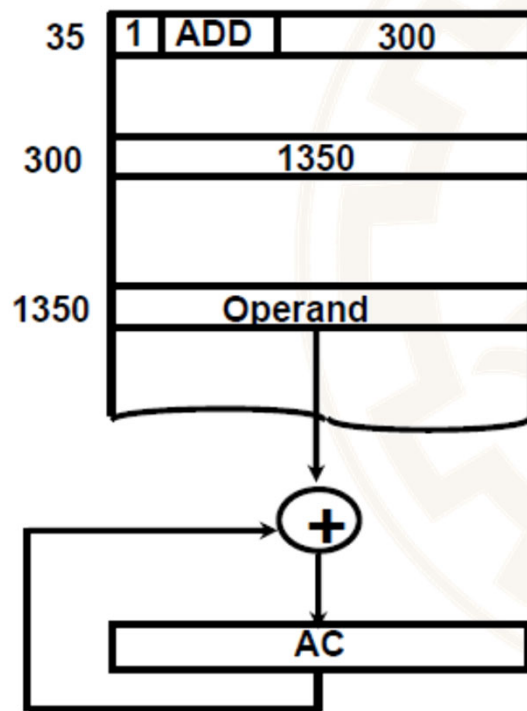
Decode

Execute

ساختار حافظه



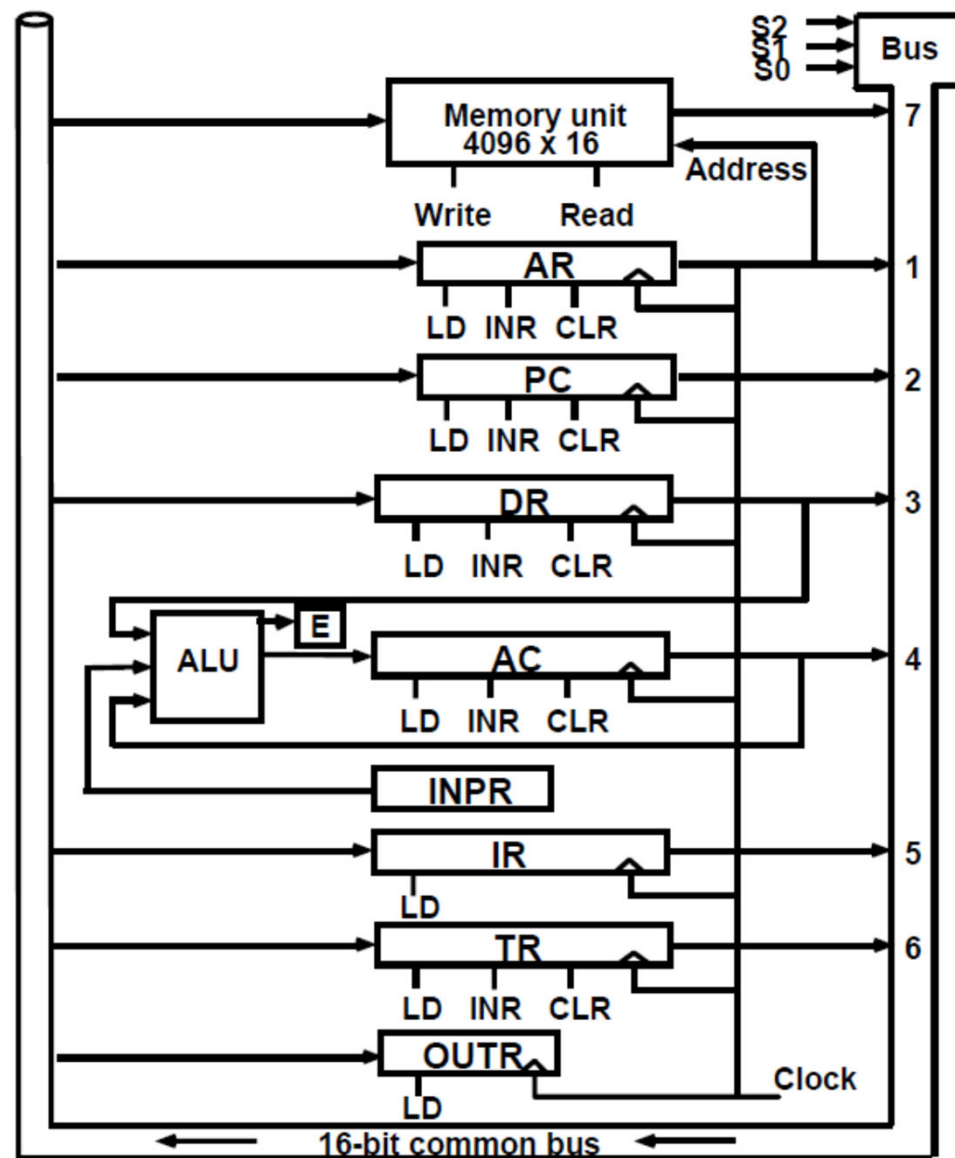
آدرس دهی غیر مستقیم



ثبات ها

نام	اندازه (بیت)	عملکرد
AC	16	ثبات اصلی پردازنده
DR	16	ذخیره داده خروجی حافظه
AR	12	ذخیره آدرس حافظه
IR	16	ذخیره دستور
PC	12	آدرس دستور
TR	16	ذخیره داده موقت
INPR	8	ذخیره داده ورودی
OUTR	8	ذخیره داده خروجی

گذرگاه مشترک



انواع دستورات

- کار با حافظه (Mem. Ref.): کد دستور مخالف ۷ است.
 - آدرس مستقیم
 - آدرس غیر مستقیم
- کار با ثبات (Reg. Ref.): کد دستور برابر با ۷ و بیت ۱ برابر صفر است.
- کار با I/O (IO Ref.): کد دستور برابر با ۷ و بیت ۱ برابر یک است.

دسته بندی دستورات

۱. دستورات ریاضی، منطقی و شیف

۲. دستورات انتقال به یا از حافظه

۳. دستورات کنترل روند برنامه

- شرطی
- غیر شرطی

۴. دستورات ورودی / خروجی

مجموعه دستورات

Symbol	Hexadecimal code		Description
	<i>I</i> = 0	<i>I</i> = 1	
AND	0xxx	8xxx	AND memory word to AC
ADD	1xxx	9xxx	Add memory word to AC
LDA	2xxx	Axxx	Load memory word to AC
STA	3xxx	Bxxx	Store content of AC in memory
BUN	4xxx	Cxxx	Branch unconditionally
BSA	5xxx	Dxxx	Branch and save return address
ISZ	6xxx	Exxx	Increment and skip if zero
CLA	7800		Clear AC
CLE	7400		Clear E
CMA	7200		Complement AC
CME	7100		Complement E
CIR	7080		Circulate right AC and E
CIL	7040		Circulate left AC and E
INC	7020		Increment AC
SPA	7010		Skip next instruction if AC positive
SNA	7008		Skip next instruction if AC negative
SZA	7004		Skip next instruction if AC zero
SZE	7002		Skip next instruction if E is 0
HLT	7001		Halt computer
INP	F800		Input character to AC
OUT	F400		Output character from AC
SKI	F200		Skip on input flag
SKO	F100		Skip on output flag
ION	F080		Interrupt on
IOF	F040		Interrupt off

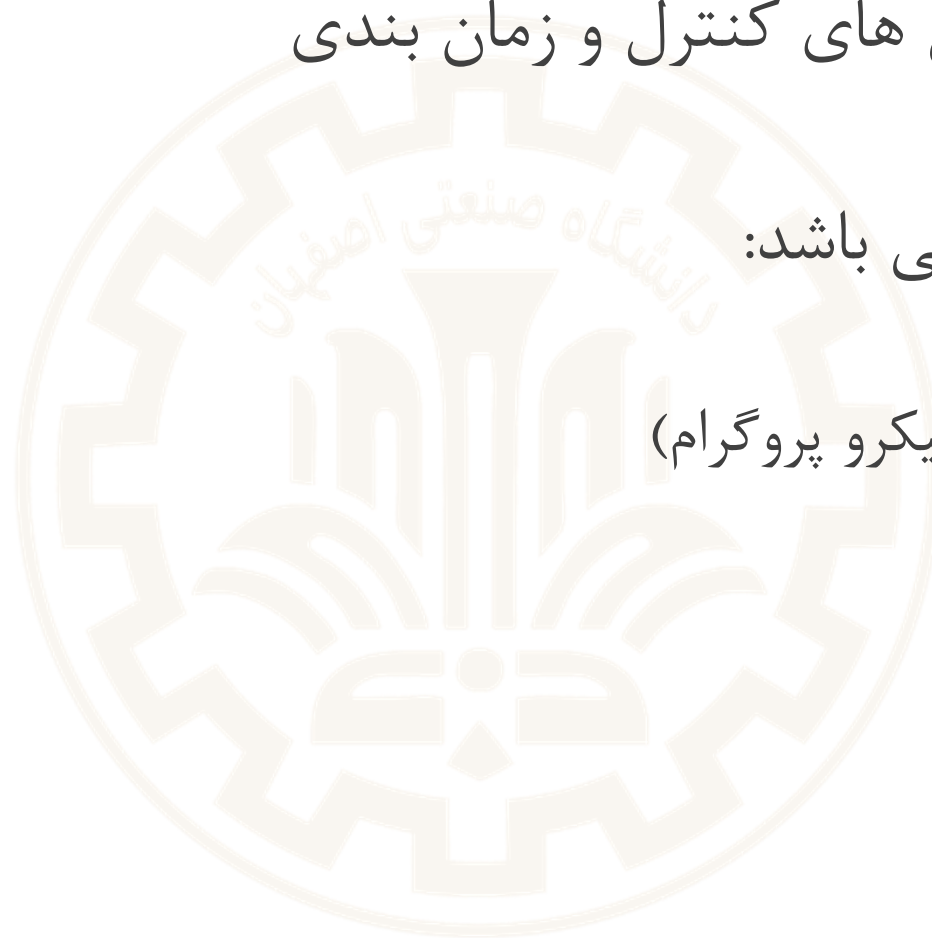
واحد کنترل

- تولید سیگنال های کنترل و زمان بندی

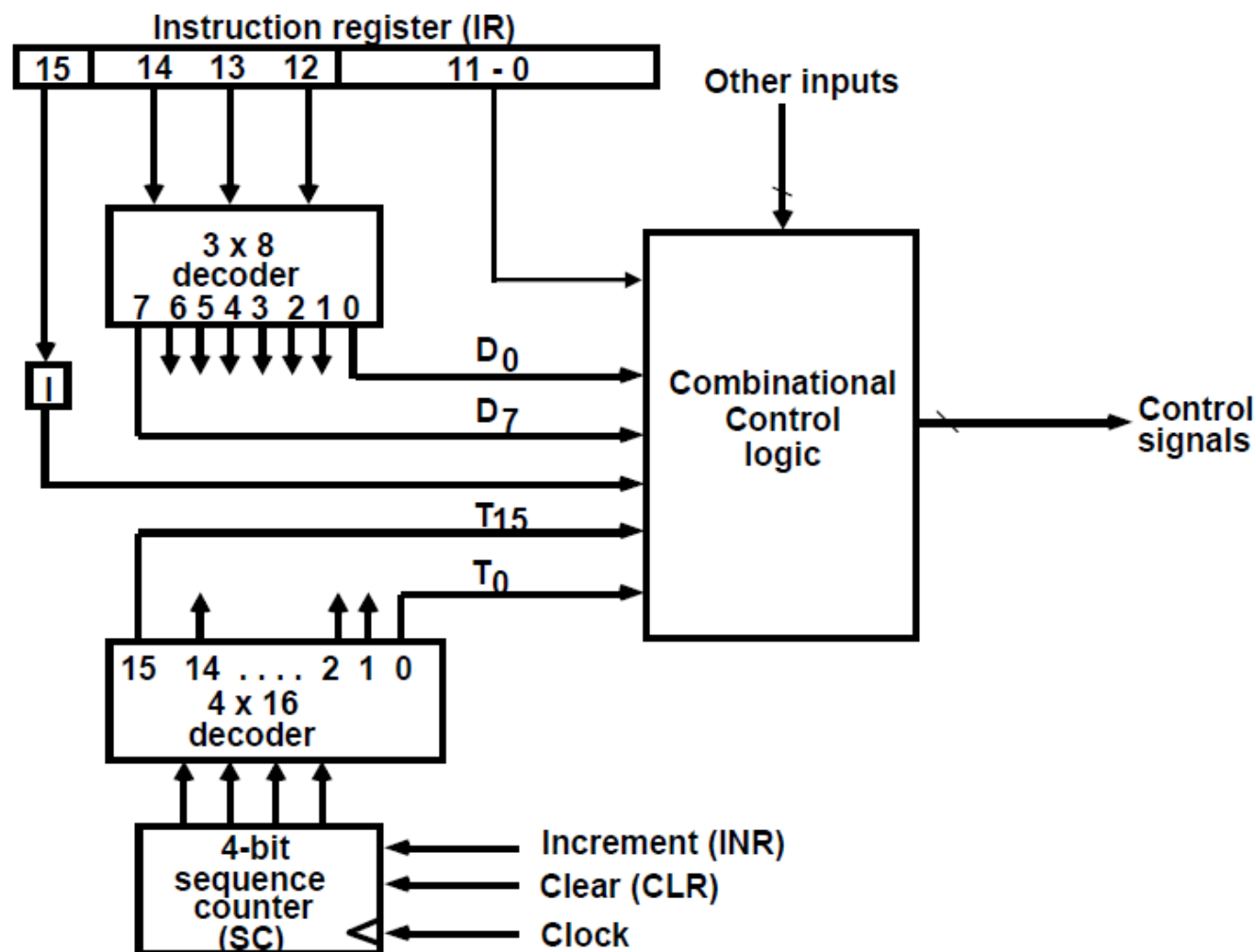
- بر دو دسته می باشد:

- سخت افزاری

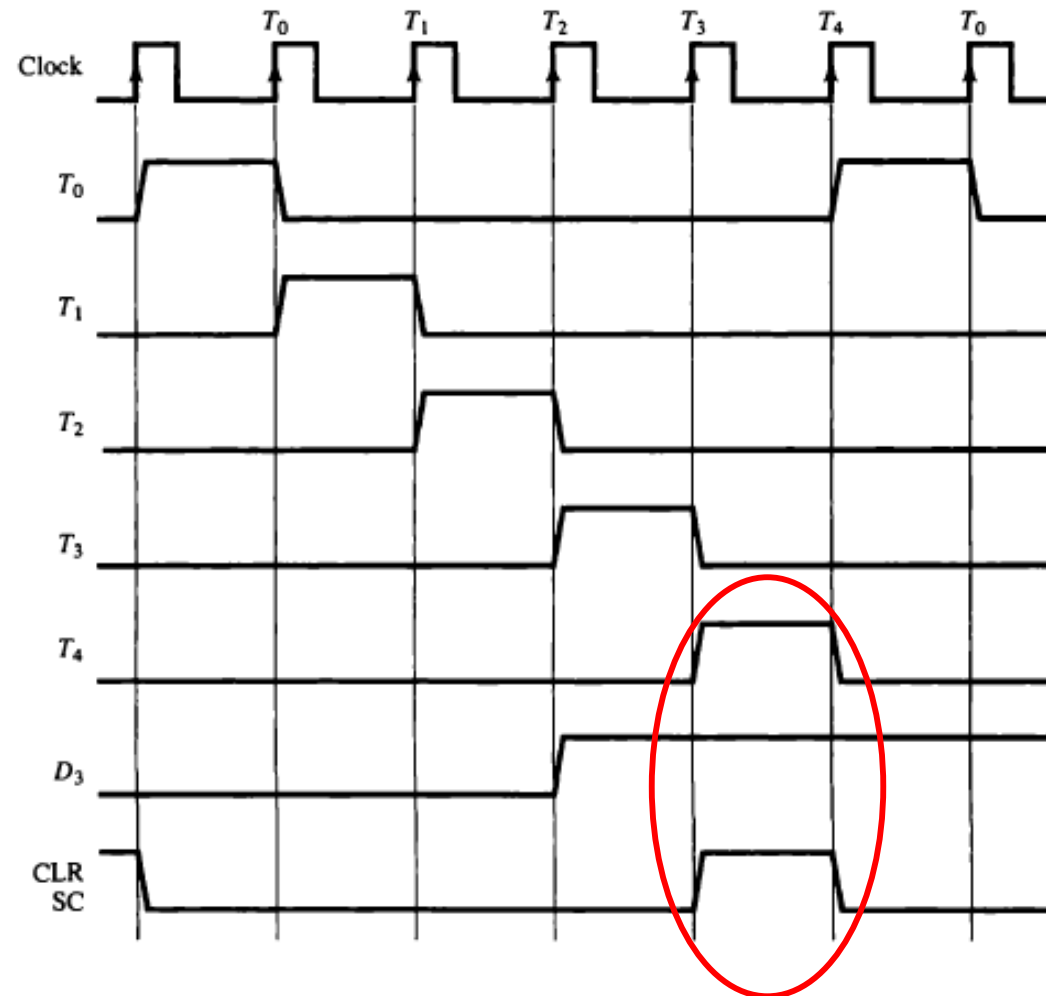
- نرم افزاری (میکرو پروگرام)



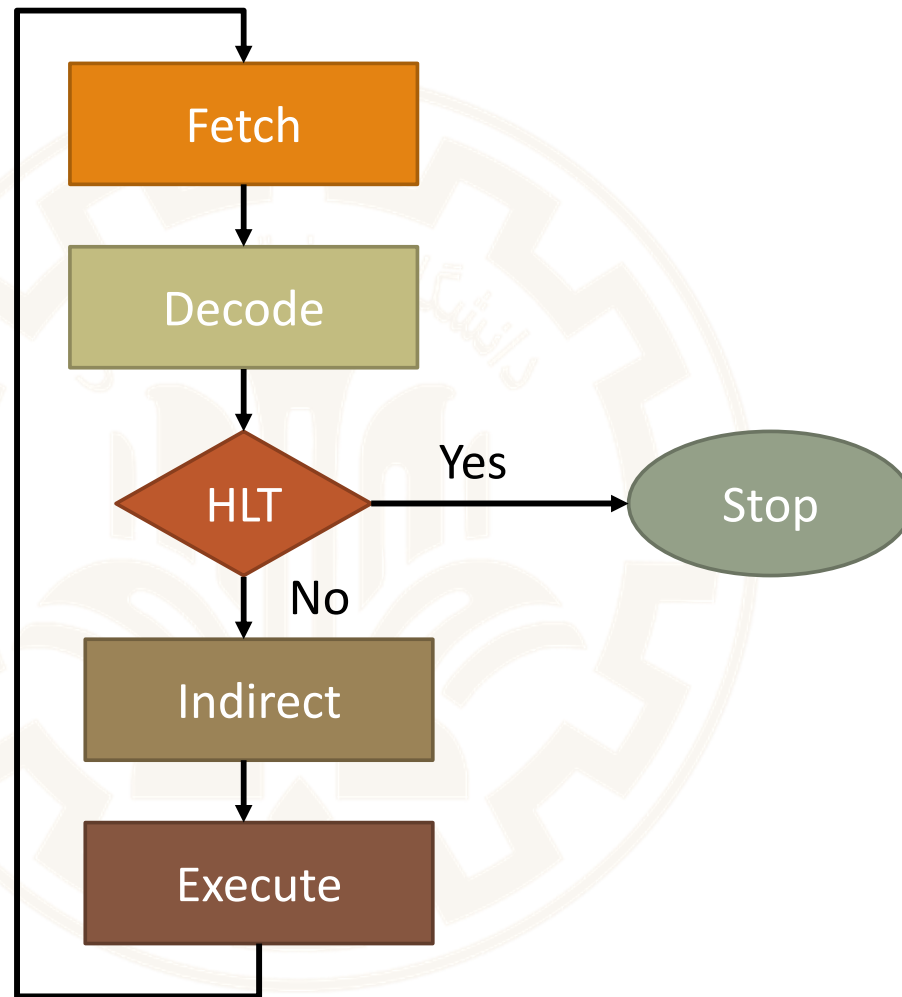
واحد کنترل (ادامه)



مثال کنترل زمان بندی



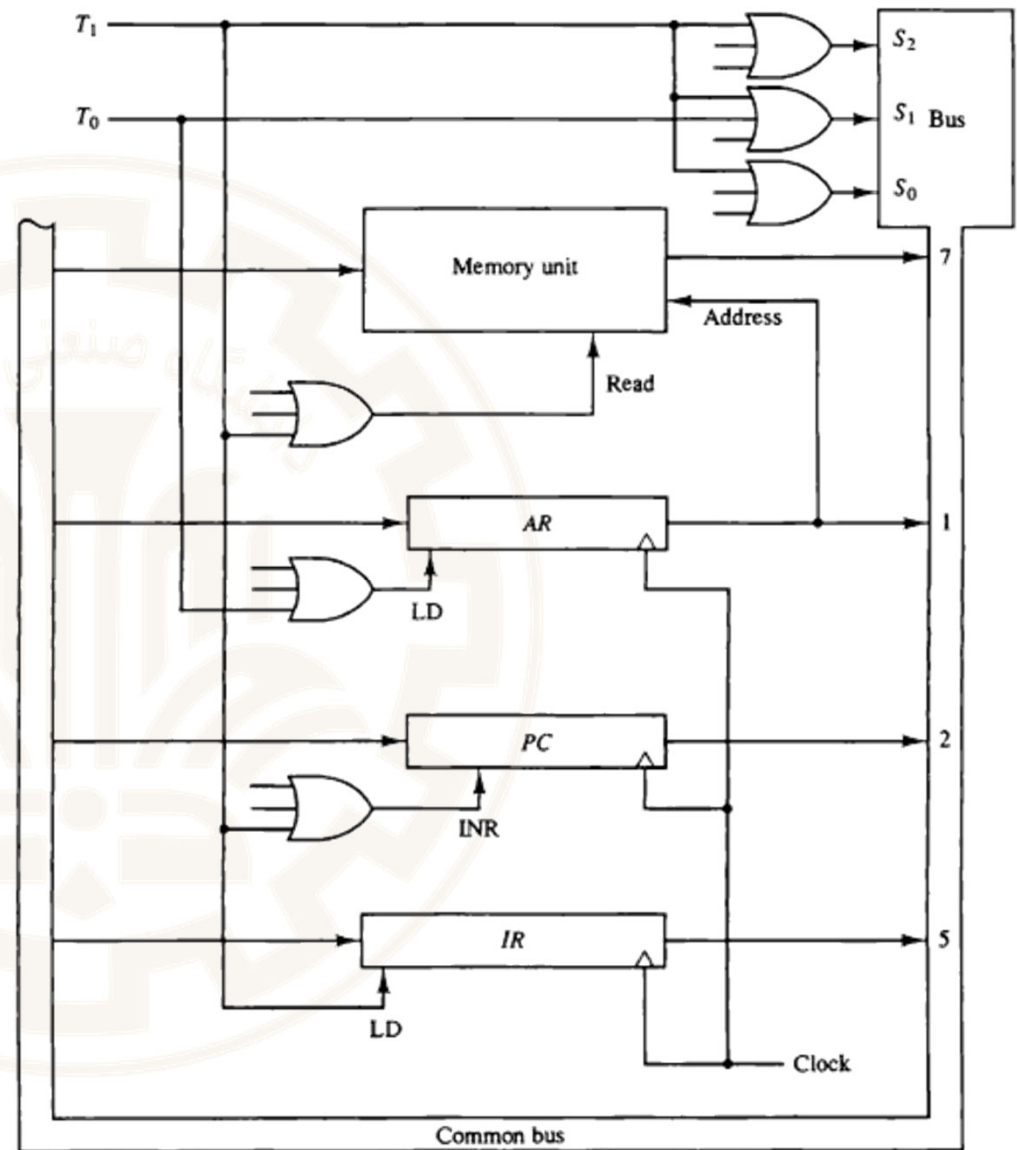
سیکل دستورالعمل کامپیوتر پایه



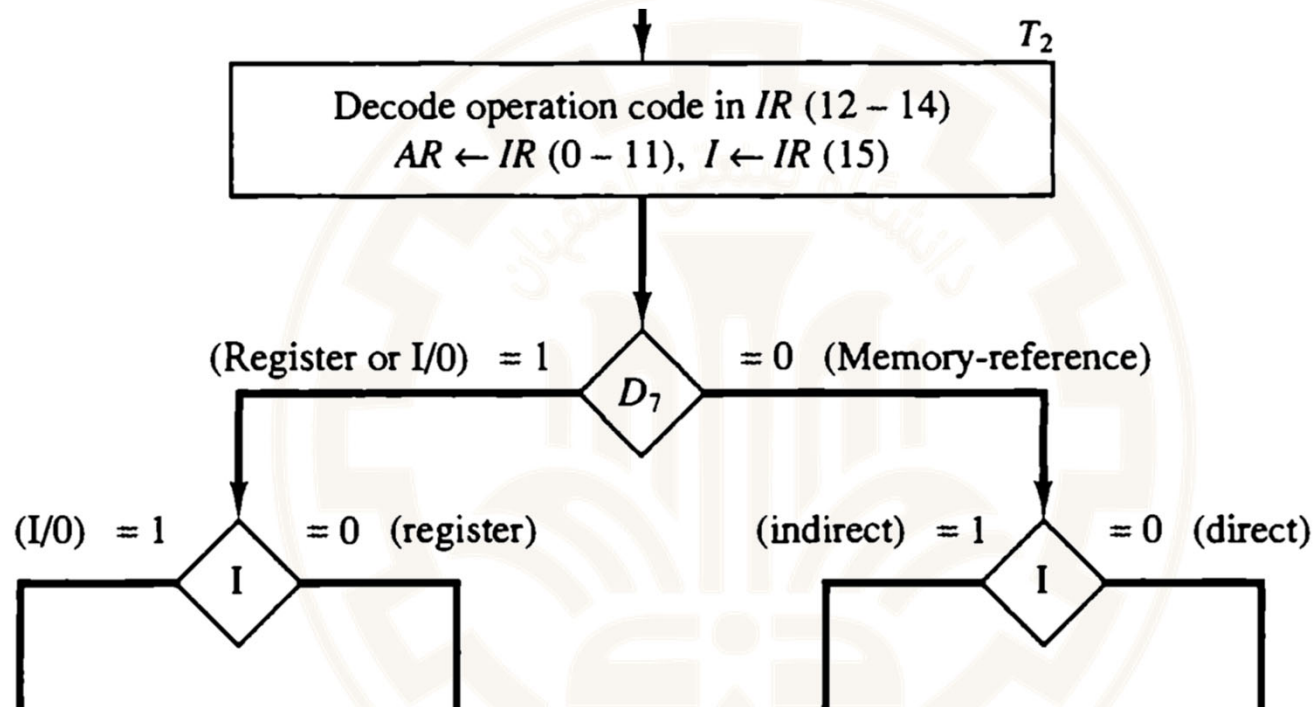
واکشی دستور

$T_0: AR \leftarrow PC$

$T_1: IR \leftarrow M[AR], PC \leftarrow PC + 1$



دیکد دستور



سیکل آدرس غیر مستقیم

$T_3D_7'I: AR \leftarrow M[AR]$

$T_3D_7'I': NOP$

$T_3D_7I': \text{Execute Reg. Ref. Instruction}$

$T_3D_7I: \text{Execute I/O Instruction}$

اجرای دستور

۱. اجرای دستور مراجعه به حافظه، ثبات و یا ورودی/خروجی

۲. صفر کردن SC



اجرای دستور کار با ثبات

$D_7I'T_3 = r$ (common to all register-reference instructions)

$IR(i) = B_i$ [bit in $IR(0-11)$ that specifies the operation]

	r :	$SC \leftarrow 0$	Clear SC
CLA	rB_{11} :	$AC \leftarrow 0$	Clear AC
CLE	rB_{10} :	$E \leftarrow 0$	Clear E
CMA	rB_9 :	$AC \leftarrow \overline{AC}$	Complement AC
CME	rB_8 :	$E \leftarrow \overline{E}$	Complement E
CIR	rB_7 :	$AC \leftarrow \text{shr } AC, AC(15) \leftarrow E, E \leftarrow AC(0)$	Circulate right
CIL	rB_6 :	$AC \leftarrow \text{shl } AC, AC(0) \leftarrow E, E \leftarrow AC(15)$	Circulate left
INC	rB_5 :	$AC \leftarrow AC + 1$	Increment AC
SPA	rB_4 :	If $(AC(15) = 0)$ then $(PC \leftarrow PC + 1)$	Skip if positive
SNA	rB_3 :	If $(AC(15) = 1)$ then $(PC \leftarrow PC + 1)$	Skip if negative
SZA	rB_2 :	If $(AC = 0)$ then $PC \leftarrow PC + 1$	Skip if AC zero
SZE	rB_1 :	If $(E = 0)$ then $(PC \leftarrow PC + 1)$	Skip if E zero
HLT	rB_0 :	$S \leftarrow 0$ (S is a start-stop flip-flop)	Halt computer

دستورهای کار با حافظه

Symbol	Operation decoder	Symbolic description
AND	D_0	$AC \leftarrow AC \wedge M[AR]$
ADD	D_1	$AC \leftarrow AC + M[AR], \quad E \leftarrow C_{out}$
LDA	D_2	$AC \leftarrow M[AR]$
STA	D_3	$M[AR] \leftarrow AC$
BUN	D_4	$PC \leftarrow AR$
BSA	D_5	$M[AR] \leftarrow PC, \quad PC \leftarrow AR + 1$
ISZ	D_6	$M[AR] \leftarrow M[AR] + 1,$ If $M[AR] + 1 = 0$ then $PC \leftarrow PC + 1$

دستور AND

۱. $D_0T_4: DR \leftarrow M[AR]$

۲. $D_0T_5: AC \leftarrow AC \wedge DR, SC \leftarrow 0$

دستور ADD

۱. $D_1T_4: DR \leftarrow M[AR]$

۲. $D_1T_5: AC \leftarrow AC + DR, E \leftarrow C_{out}, SC \leftarrow 0$

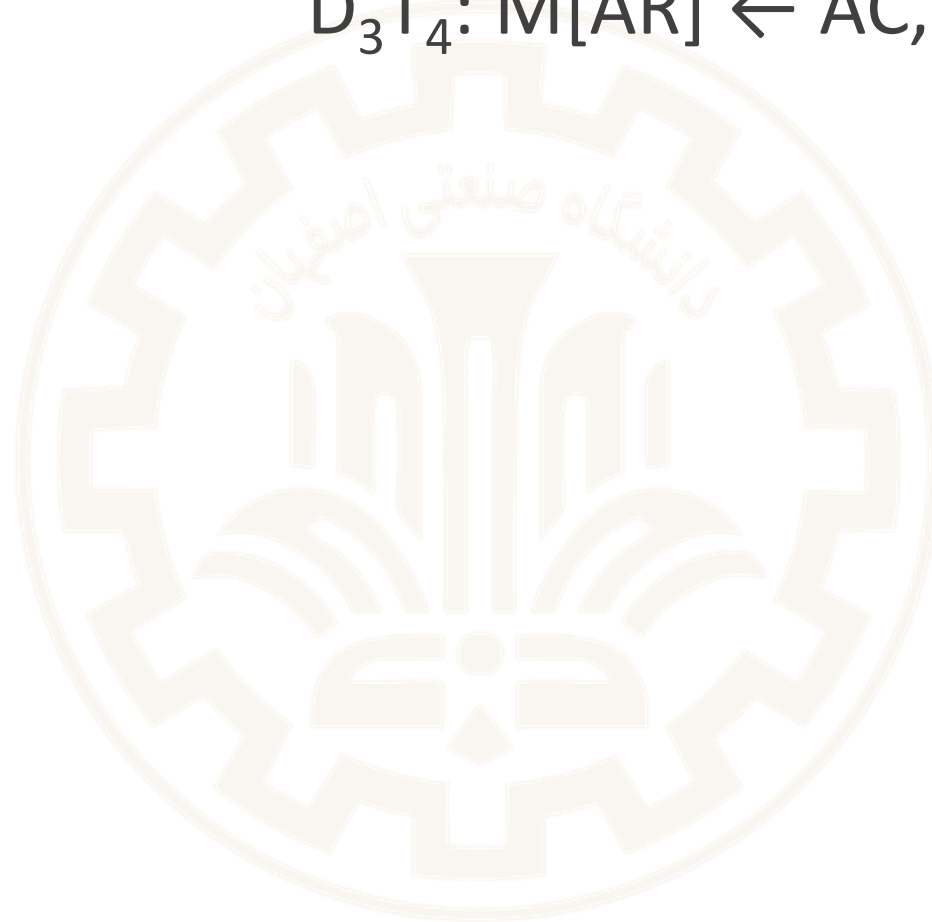
دستور LDA

۱. $D_2T_4: DR \leftarrow M[AR]$

۲. $D_2T_5: AC \leftarrow DR, SC \leftarrow 0$

دستور STA

۱. $D_3T_4: M[AR] \leftarrow AC, SC \leftarrow 0$



دستور BUN

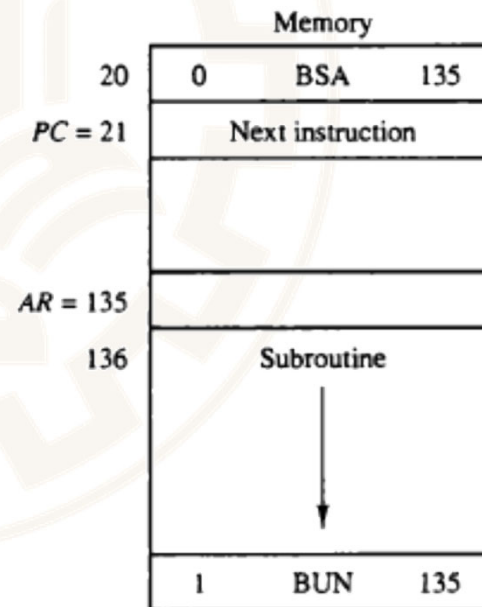
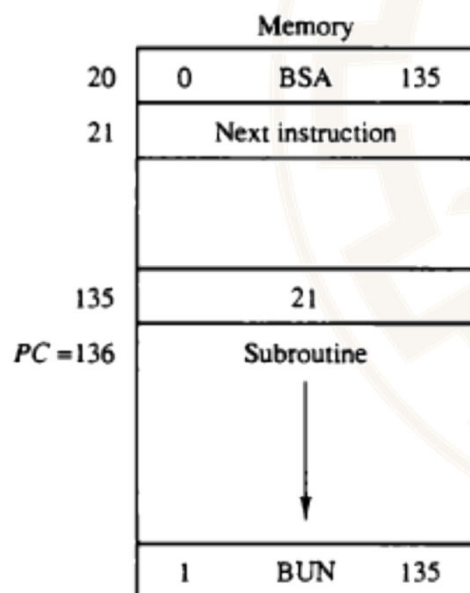
۱. $D_4T_4: PC \leftarrow AR, SC \leftarrow 0$



دستور BSA

۱. $D_5T_4: M[AR] \leftarrow PC, AR \leftarrow AR + 1$

۲. $D_5T_5: PC \leftarrow AR, SC \leftarrow 0$



دستور ISZ

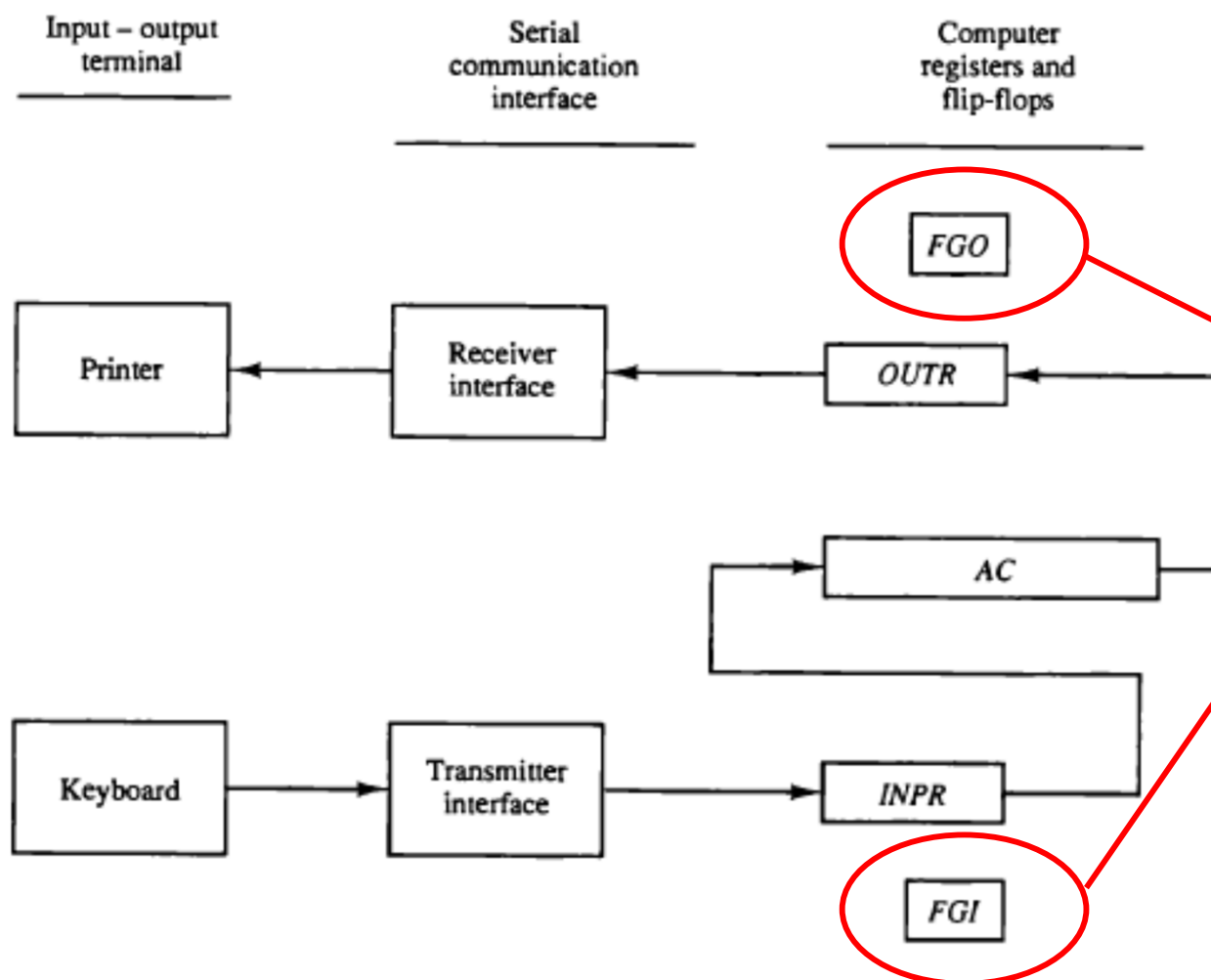
۱. $D_6T_4: DR \leftarrow M[AR]$

۲. $D_6T_5: DR \leftarrow DR + 1$

۳. $D_6T_6: M[AR] \leftarrow DR, SC \leftarrow 0$

$D_6T_6Z: PC \leftarrow PC + 1$

ورودی / خروجی



بیت های پرچم

اجرای دستور کار ورودی/خروجی

$D_7IT_3 = p$ (common to all input-output instructions)

$IR(i) = B_i$ [bit in $IR(6-11)$ that specifies the instruction]

	p :	$SC \leftarrow 0$	Clear SC
INP	pB_{11} :	$AC(0-7) \leftarrow INPR, FGI \leftarrow 0$	Input character
OUT	pB_{10} :	$OUTR \leftarrow AC(0-7), FGO \leftarrow 0$	Output character
SKI	pB_9 :	If ($FGI = 1$) then ($PC \leftarrow PC + 1$)	Skip on input flag
SKO	pB_8 :	If ($FGO = 1$) then ($PC \leftarrow PC + 1$)	Skip on output flag
ION	pB_7 :	$IEN \leftarrow 1$	Interrupt enable on
IOF	pB_6 :	$IEN \leftarrow 0$	Interrupt enable off

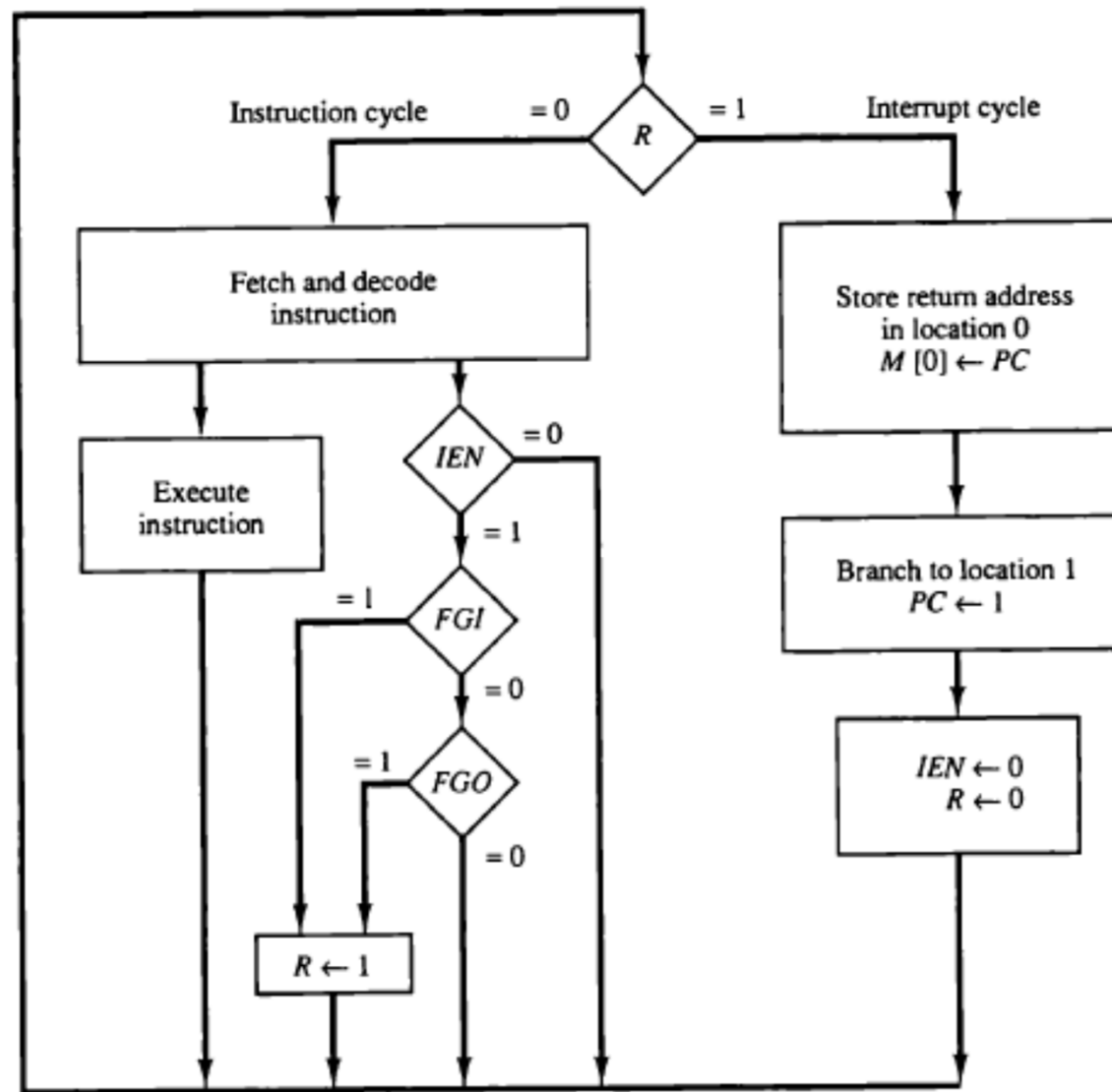
انواع روش های سرویس دهی به ورودی / خروجی

۱. سرکشی

۲. وقفه



سیکل وقفه



سیکل وقفه (ادامه)

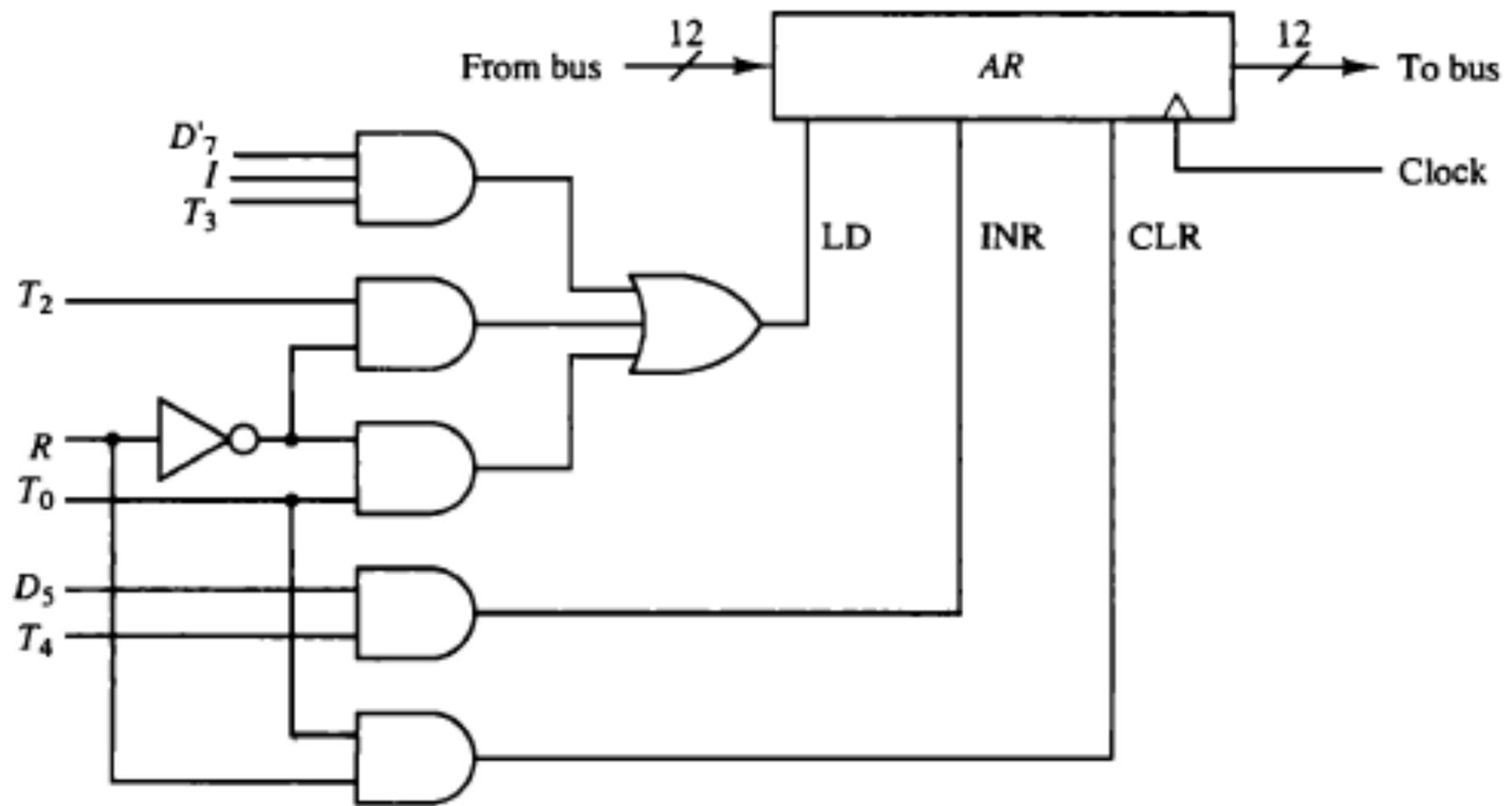
$T_0' T_1' T_2' (IEN)(FGI + FGO): R \leftarrow 1$ •

۱. $RT_0: AR \leftarrow 0, TR \leftarrow PC$

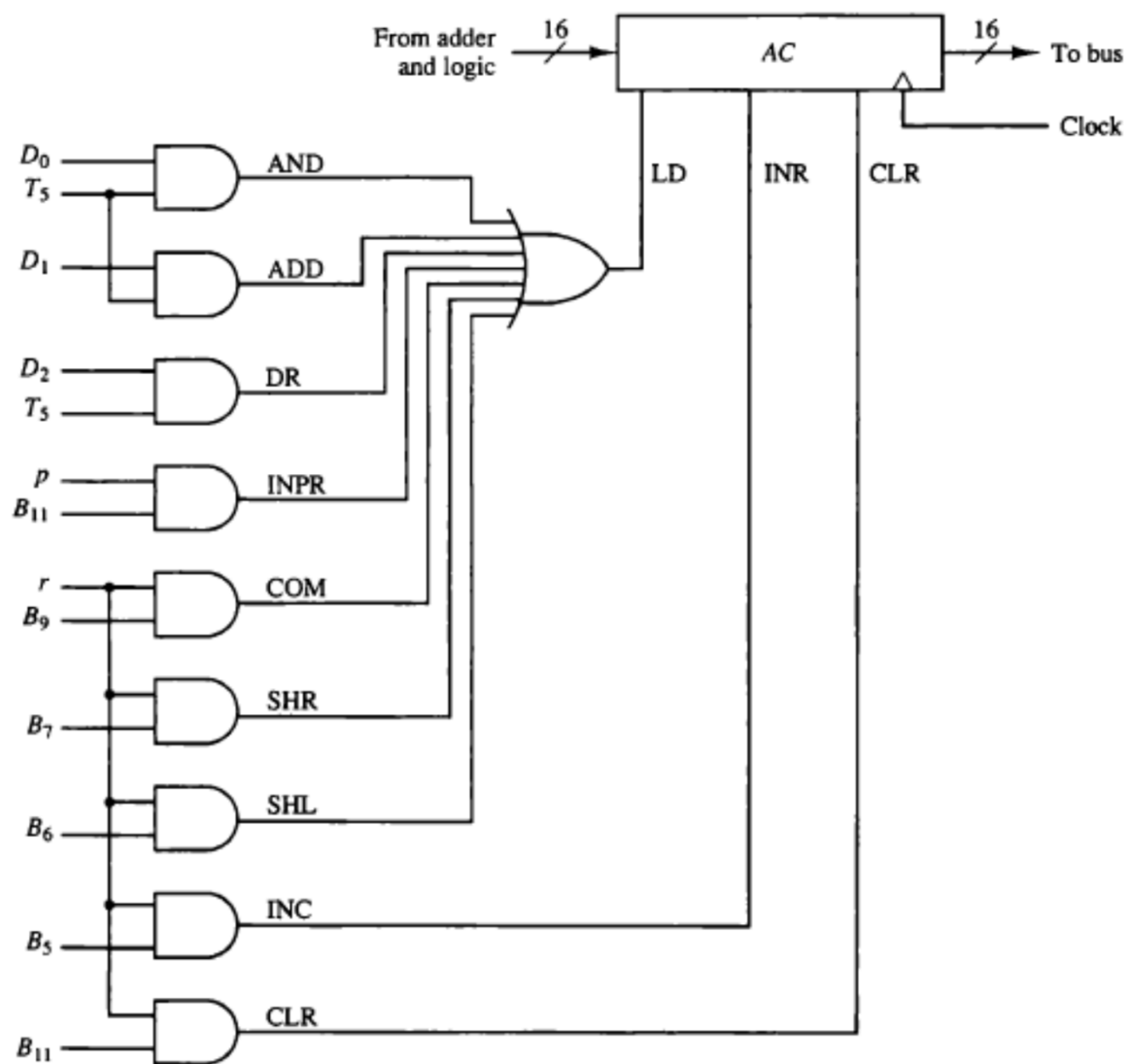
۲. $RT_1: M[AR] \leftarrow TR, PC \leftarrow 0$

۳. $RT_2: PC \leftarrow PC + 1, IEN \leftarrow 0, SC \leftarrow 0, R \leftarrow 0$

مدار کنترل AR



مدار کنترل AC



ساختار یک طبقه از ALU

