



# معماری و سازمان کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

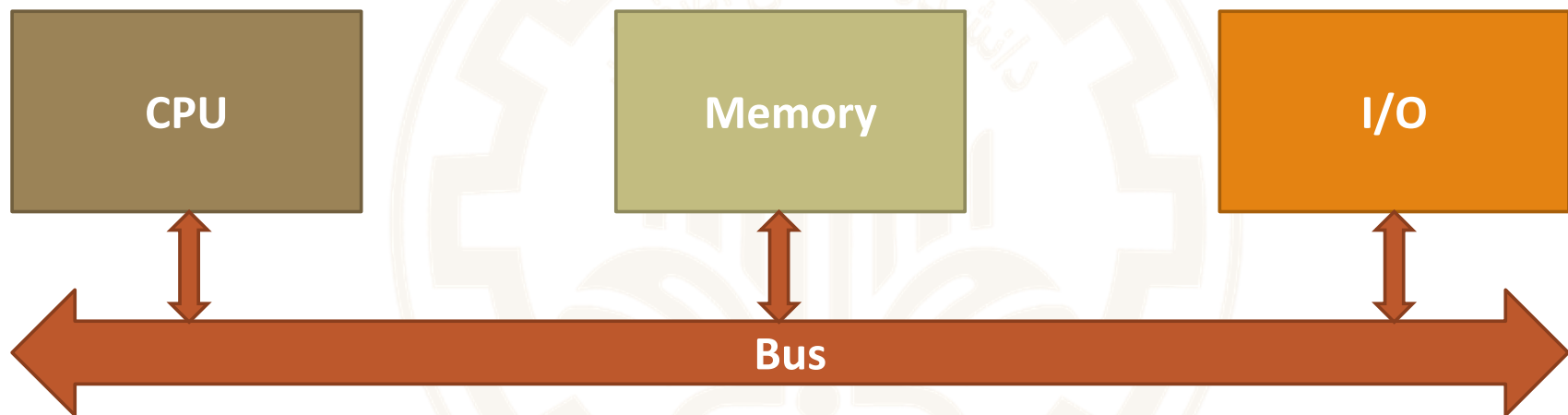
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

امیر خورسندی

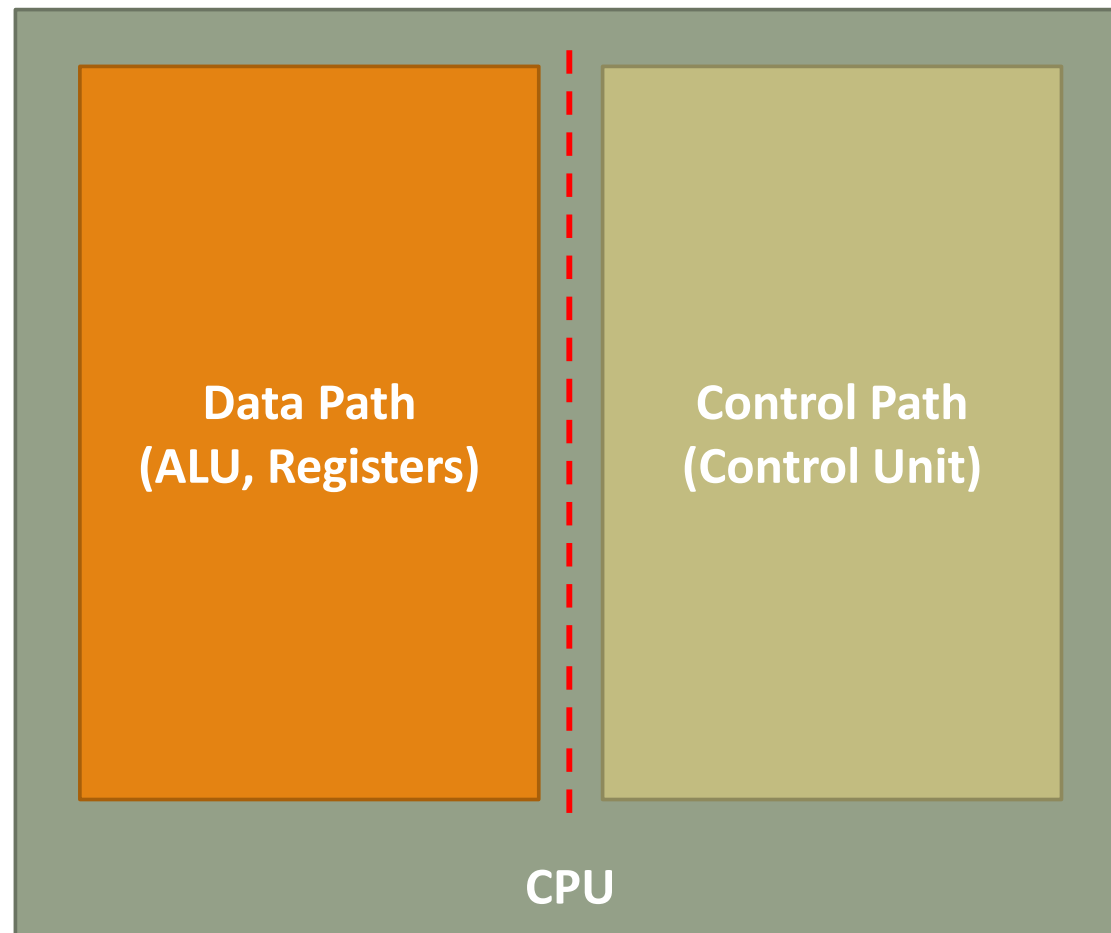
بهار ۱۴۰۱

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

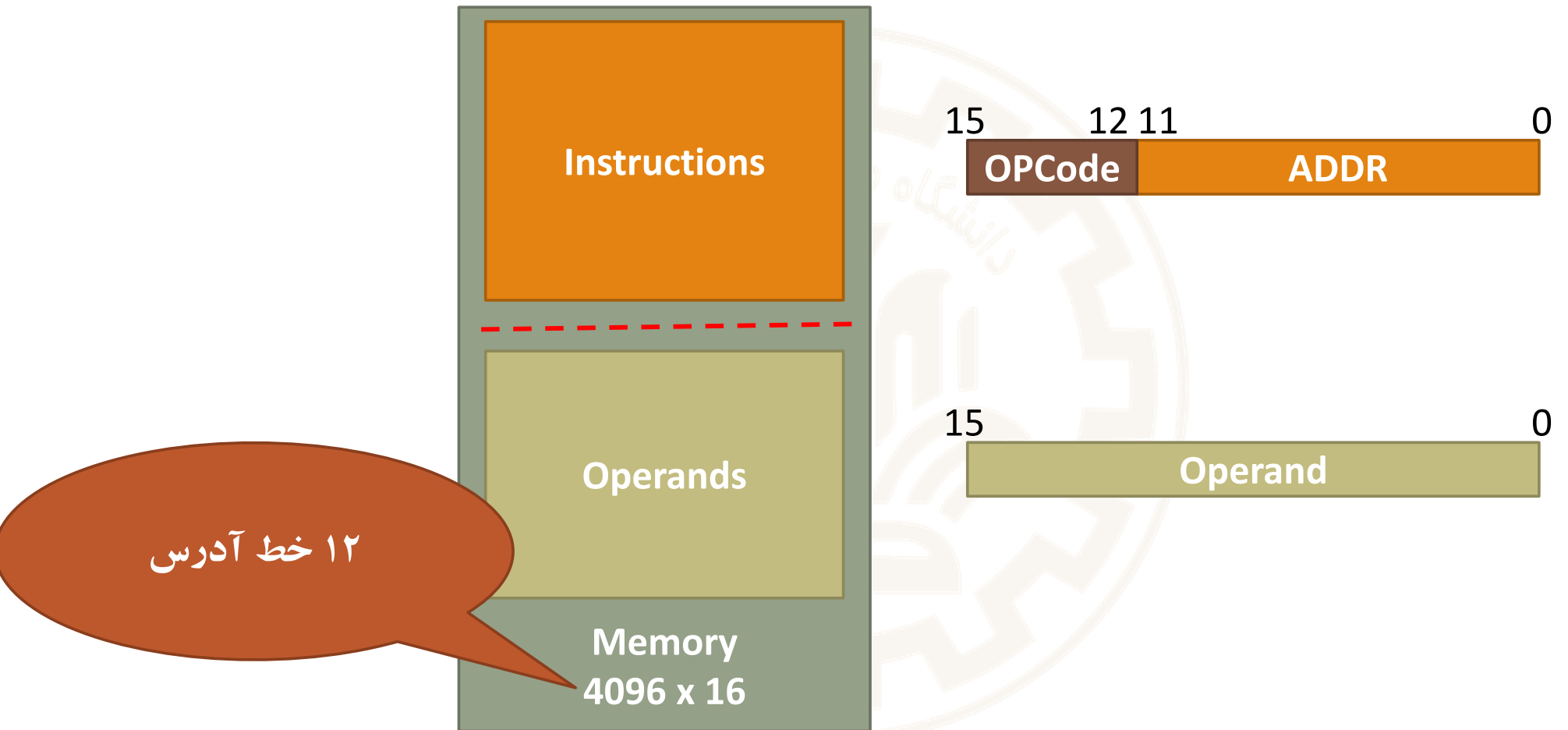


Fetch

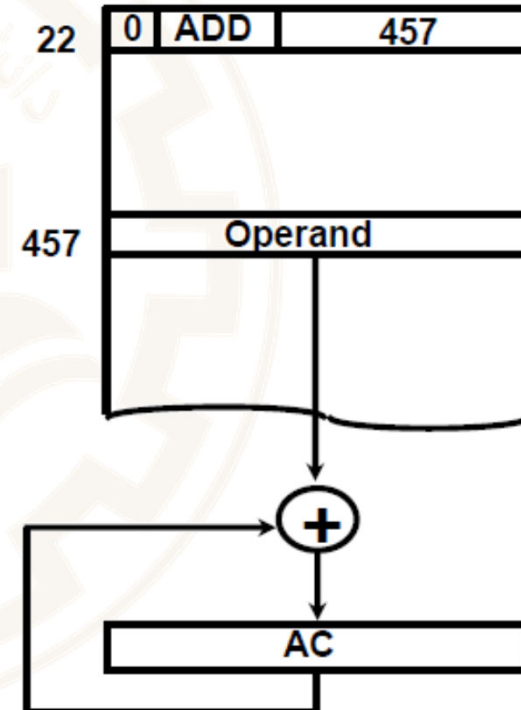
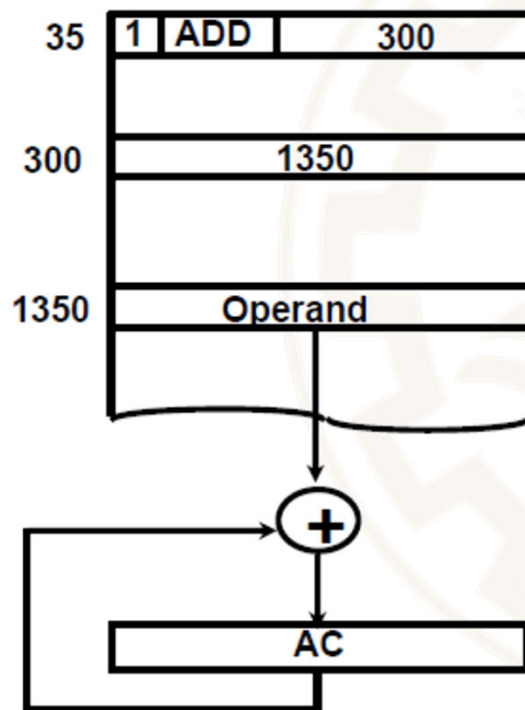
Decode

Execute

# ساختار حافظه



# آدرس دهی غیر مستقیم

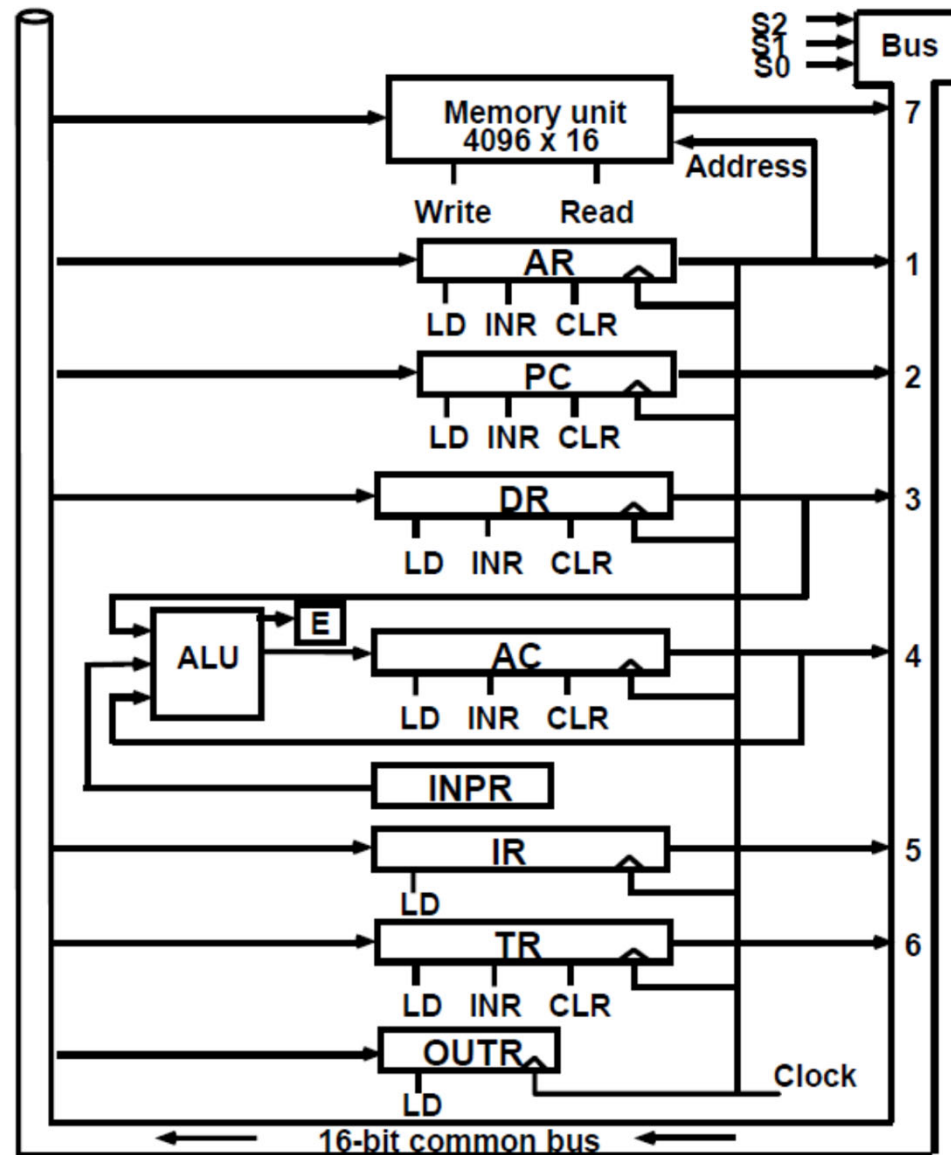




# ثبات ها

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
	$I = 0$	$I = 1$	
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

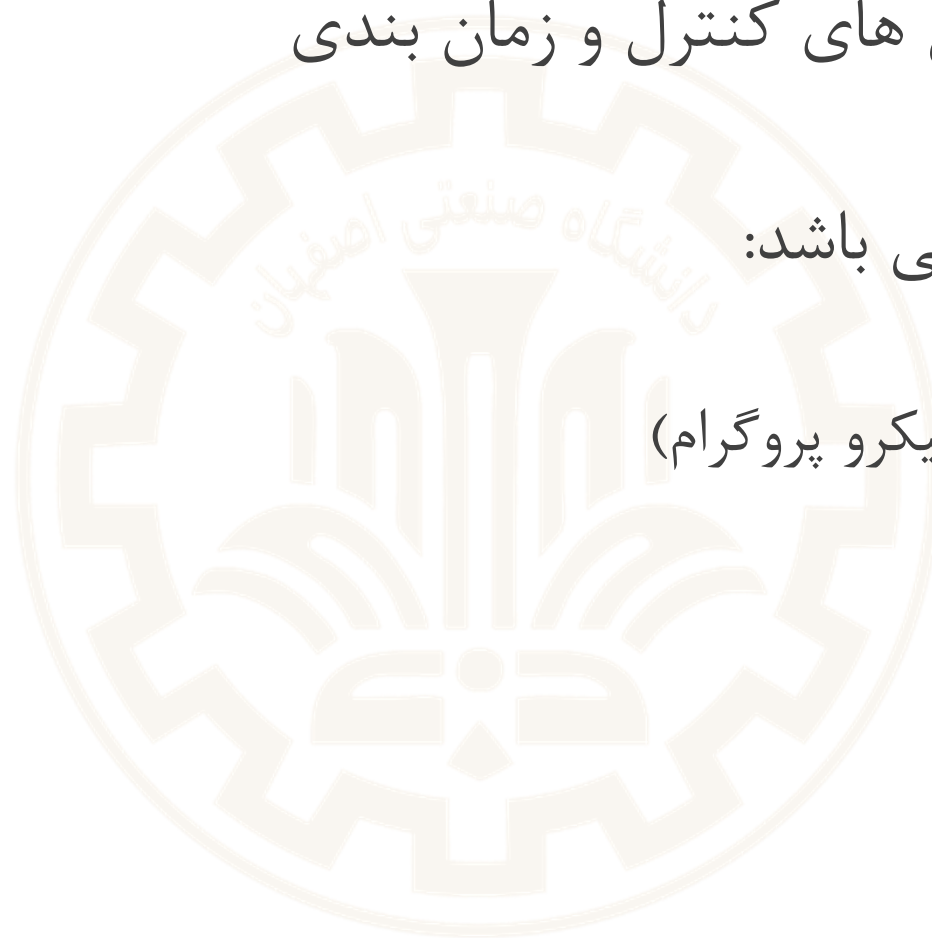
# واحد کنترل

- تولید سیگنال های کنترل و زمان بندی

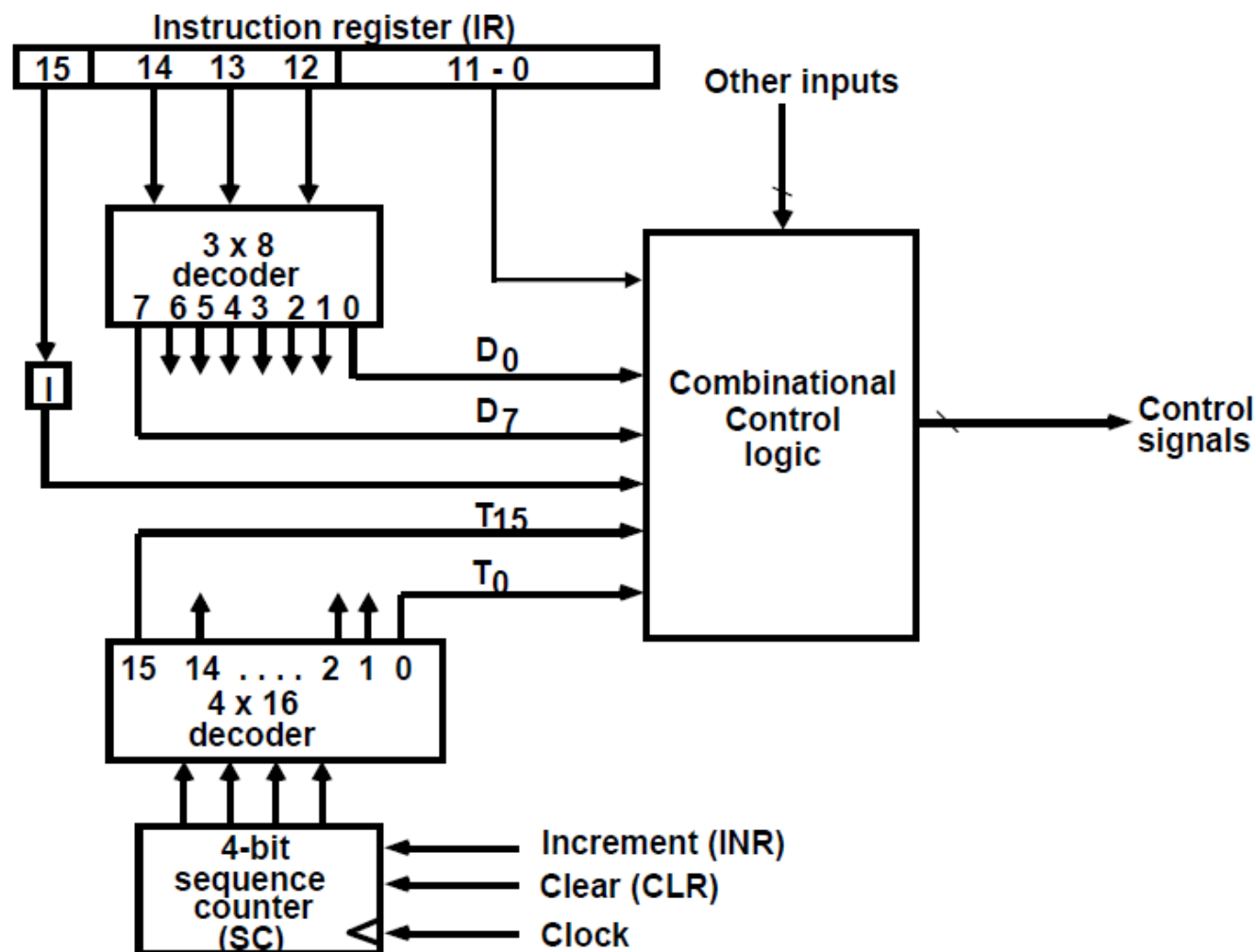
- بر دو دسته می باشد:

- سخت افزاری

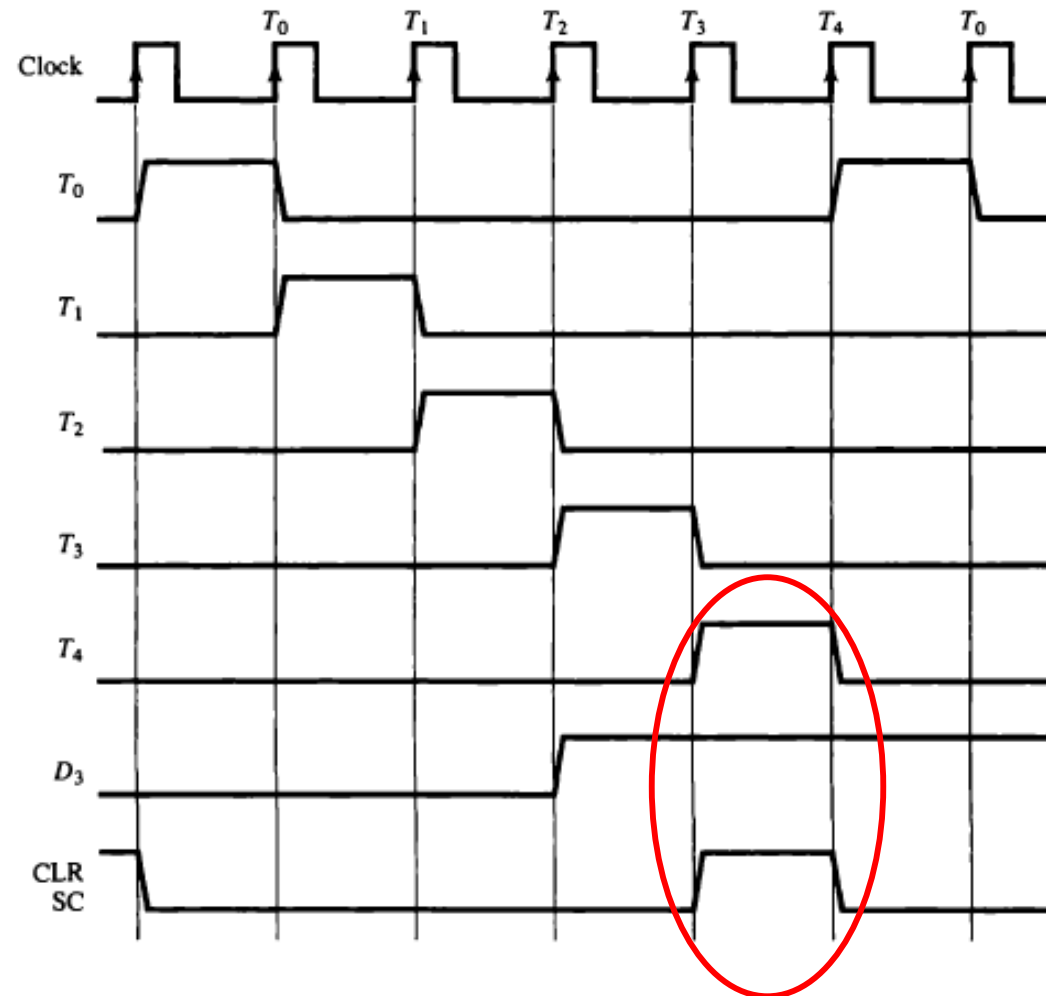
- نرم افزاری (میکرو پروگرام)



# واحد کنترل (ادامه)

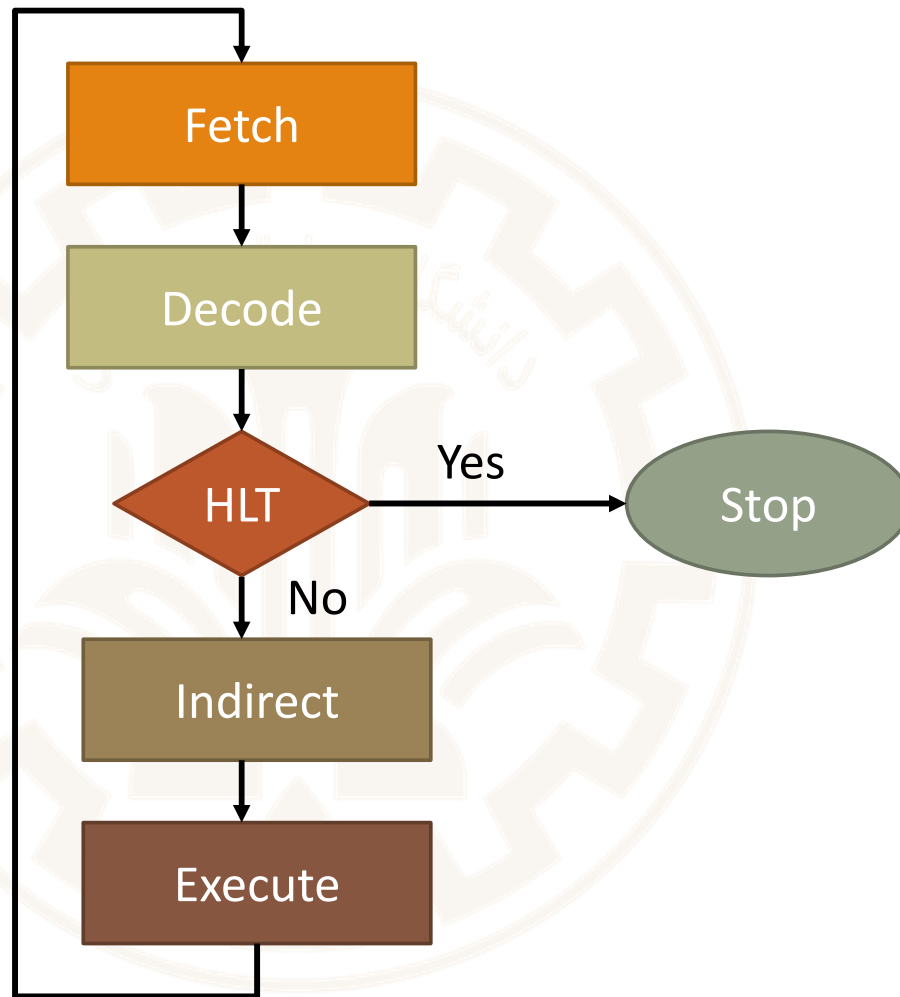


# مثال کنترل زمان بندی





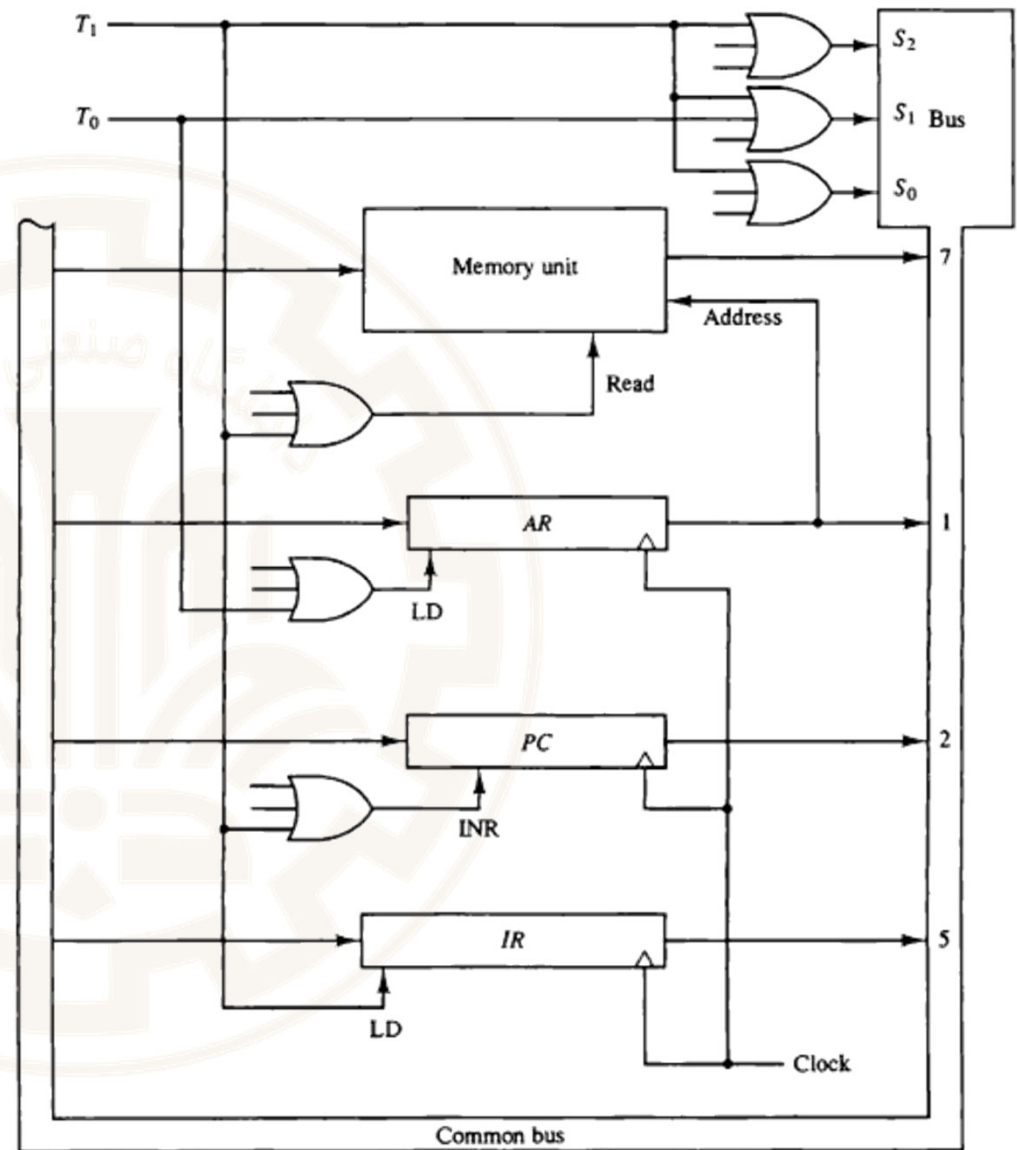
# سیکل دستورالعمل کامپیوتر پایه



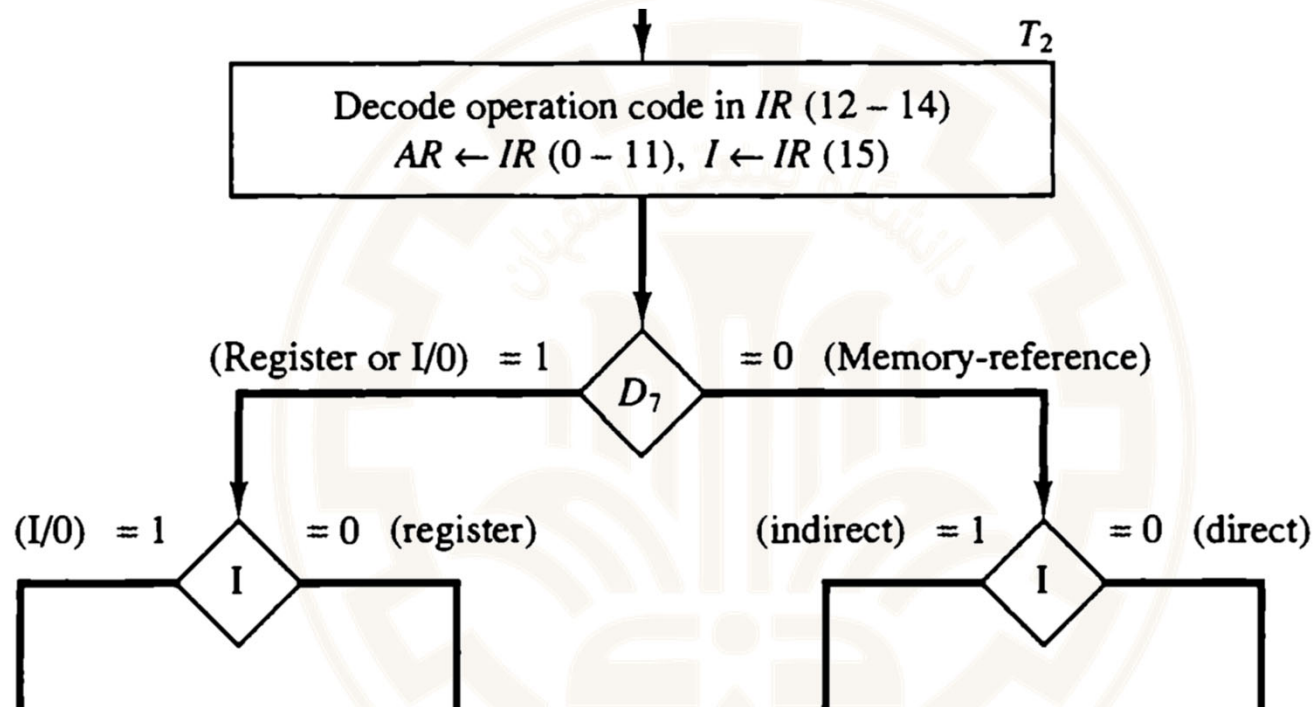
# واکشی دستور

$T_0: AR \leftarrow PC$

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



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

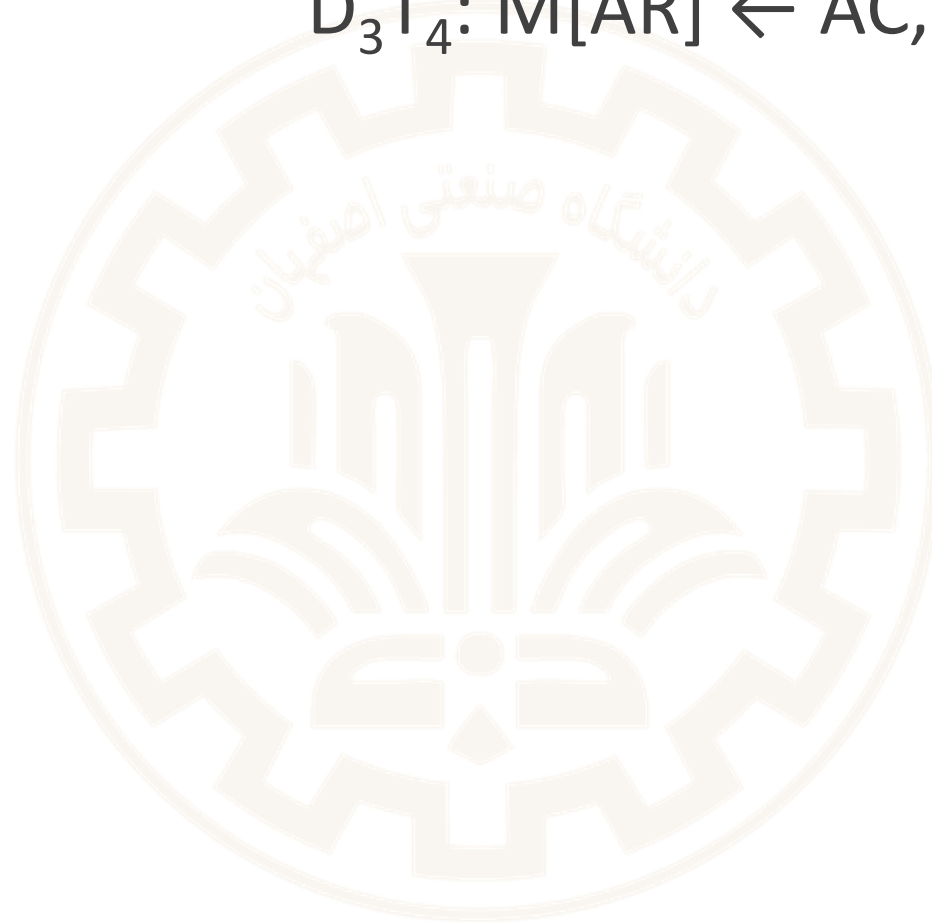
# دستور LDA

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

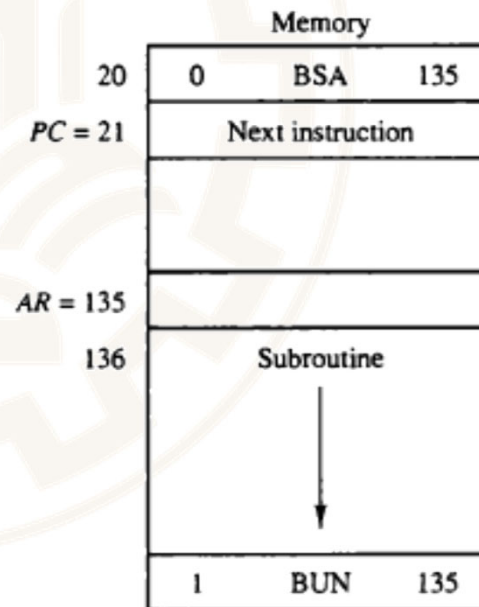
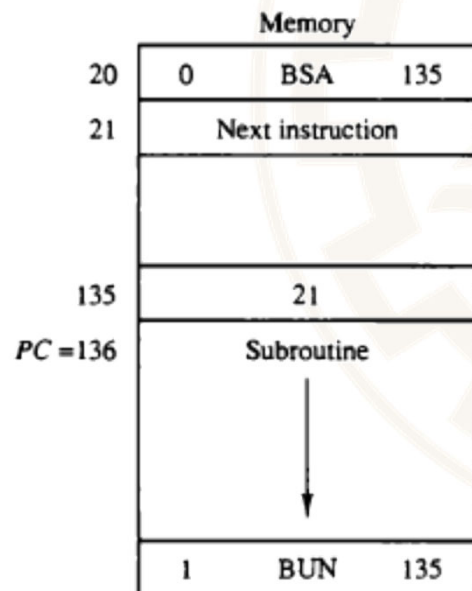
۱.  $D_4T_4: PC \leftarrow AR, SC \leftarrow 0$



# 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

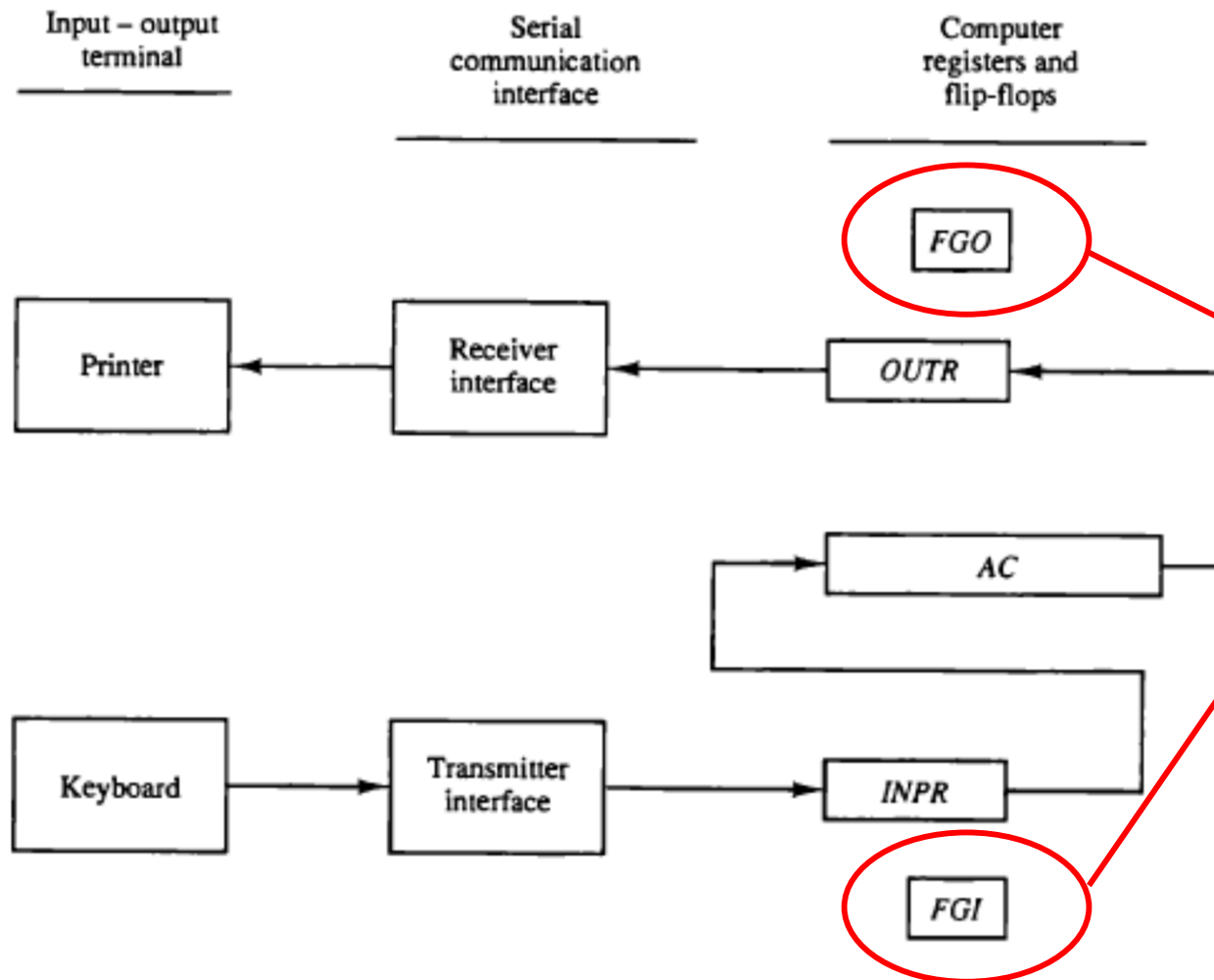
۱.  $D_6T_4: DR \leftarrow M[AR]$

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



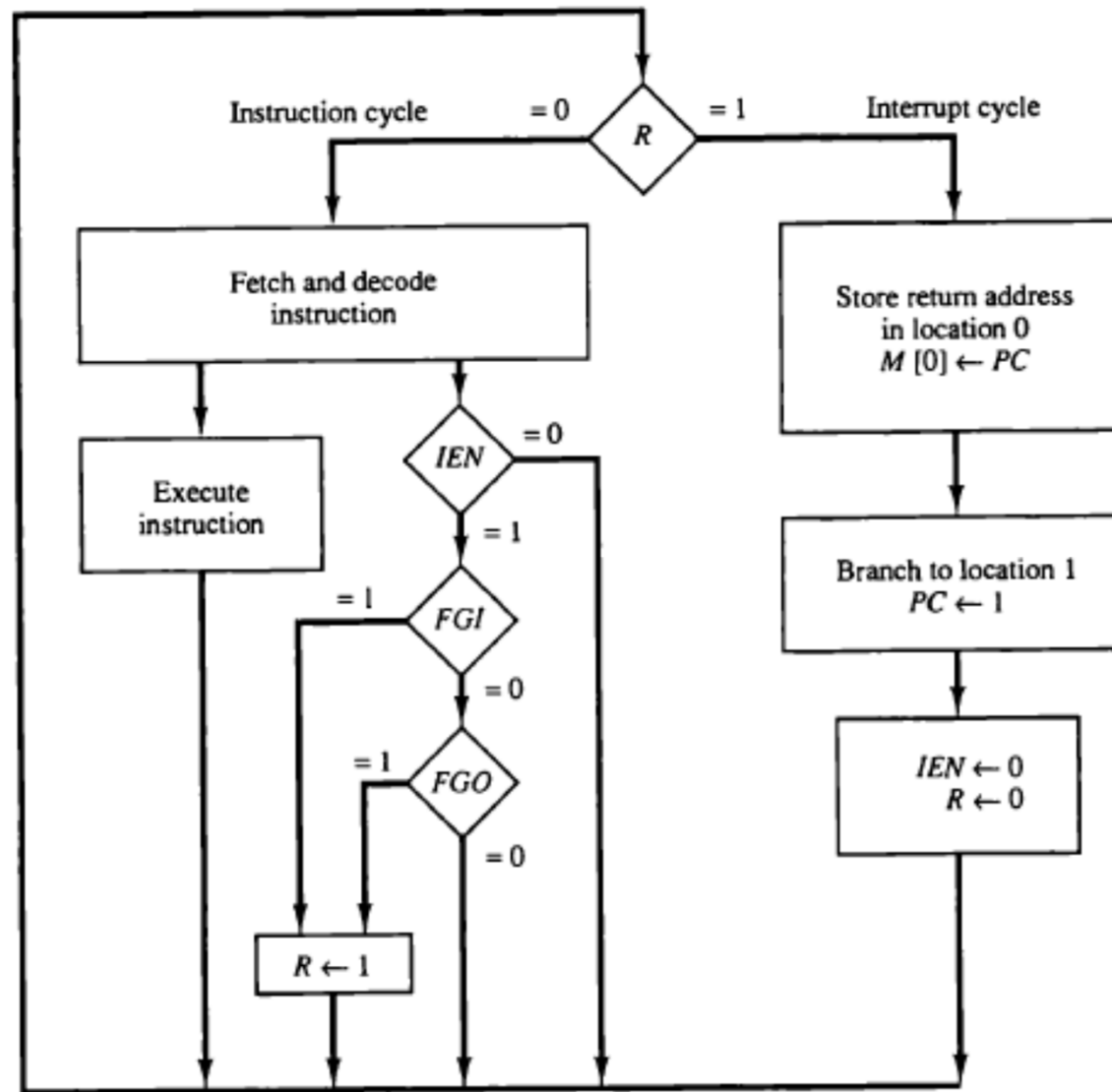
# انواع روش های سرویس دهی به ورودی / خروجی

۱. سرکشی

۲. وقفه



# سیکل وقفه



## سیکل وقفه (ادامه)

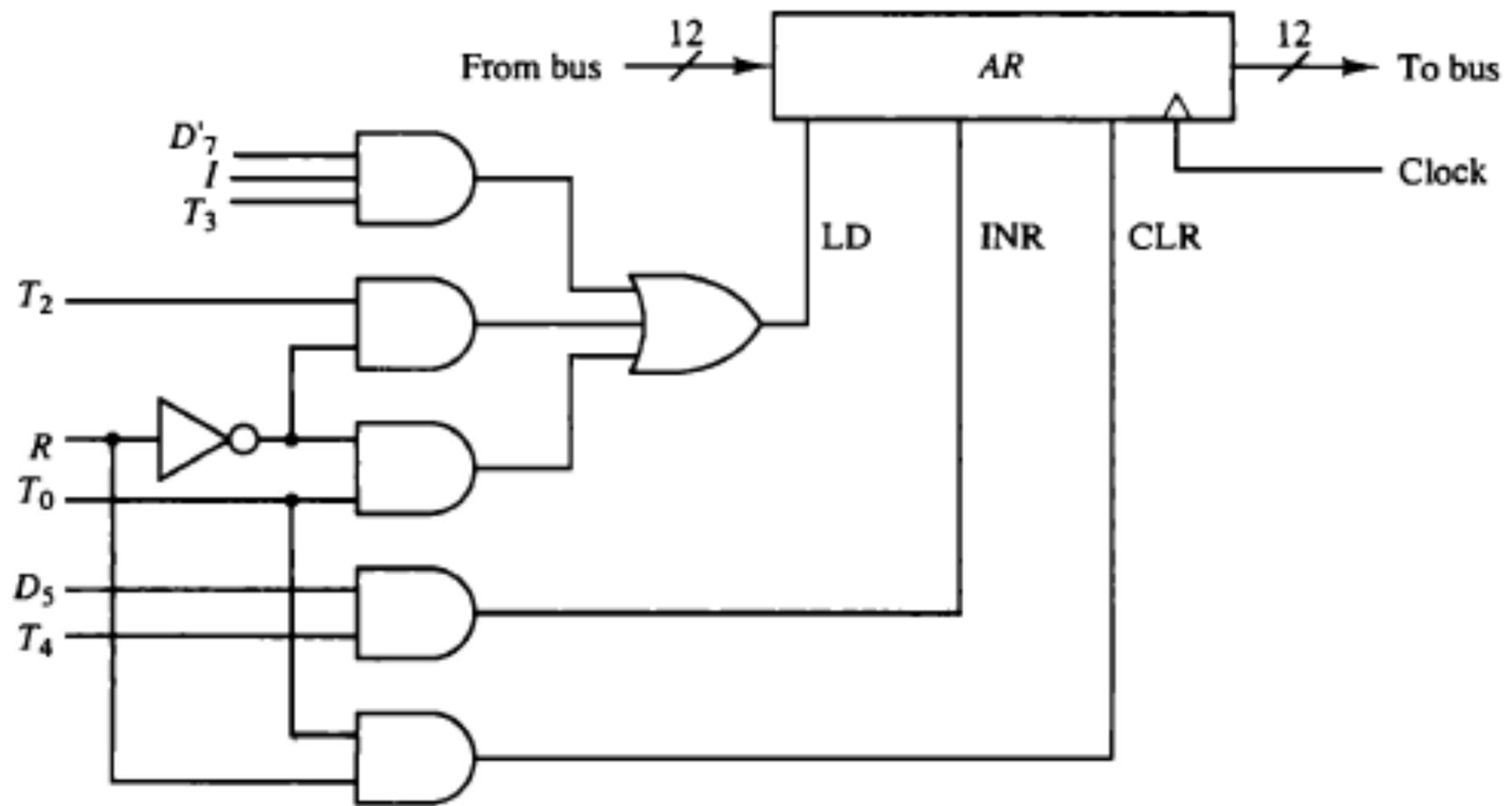
$T_0' T_1' T_2' (IEN)(FGI + FGO): R \leftarrow 1$  •

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

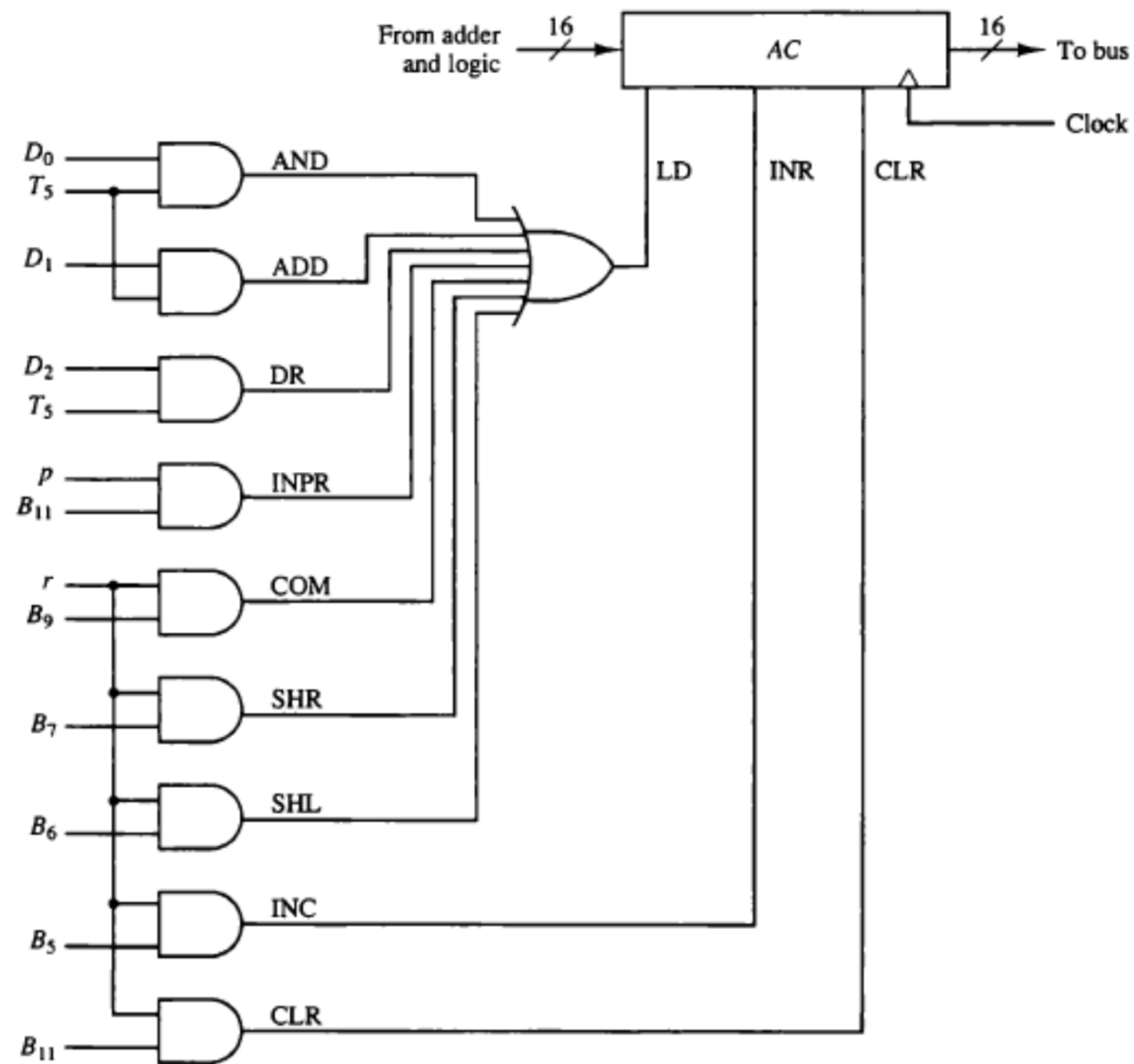
۲.  $RT_1: M[AR] \leftarrow TR, PC \leftarrow 0$

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

