



معماری و سازمان کامپیوتر

دانشگاه صنعتی اصفهان

دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

امیر خورسندی

پاییز ۱۴۰۲

کنترل میکرو پروگرام

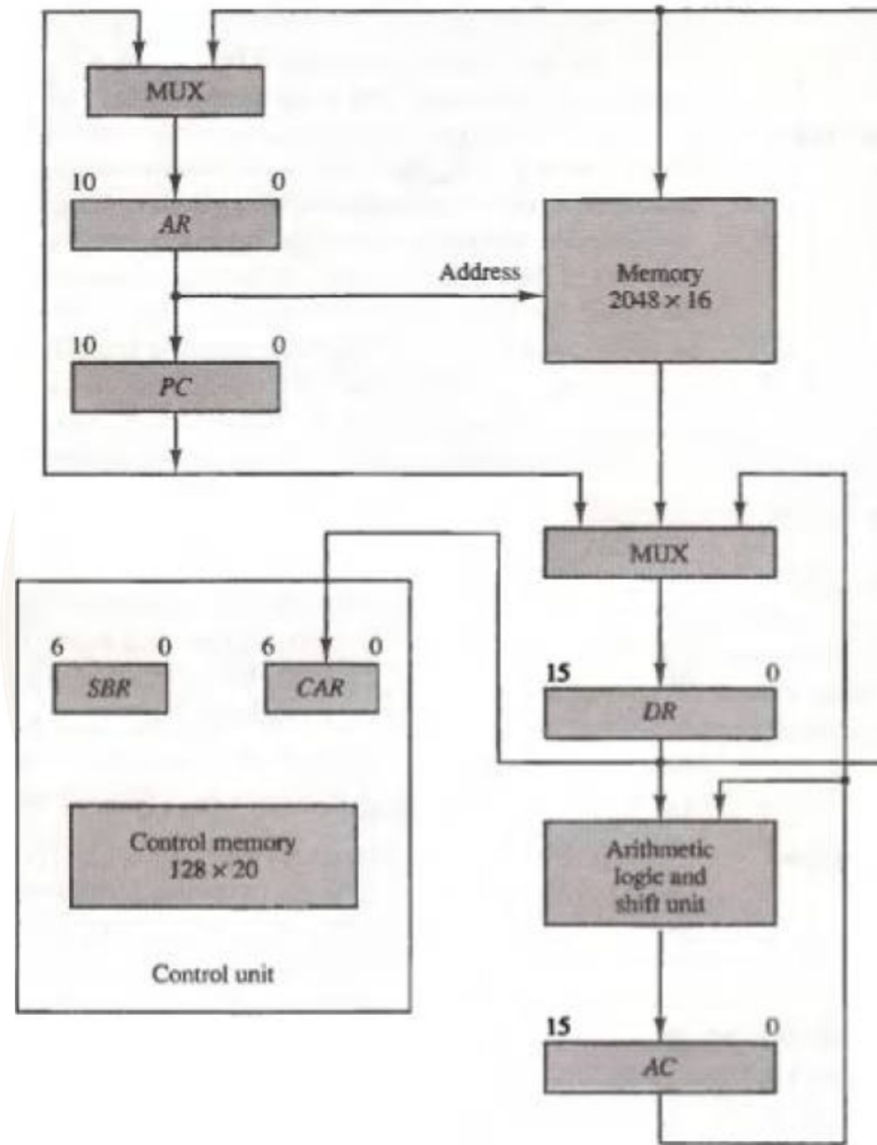
واحد کنترل

- وظیفه واحد کنترل اجرای ریز عملیات ها بر اساس شرایط و با زمان بندی تعیین شده است.

- انواع واحد کنترل:

- سخت افزاری
- میکروپروگرام

ساختار کامپیوتر با کنترل میکروپروگرام



قالب دستورات



| Symbol | Opcode | RTL |
|----------|--------|--|
| ADD | 0000 | $AC \leftarrow AC + M[EA]$ |
| BRANCH | 0001 | if($AC < 0$) then ($PC \leftarrow EA$) |
| STORE | 0010 | $M[EA] \leftarrow AC$ |
| EXCHANGE | 0011 | $M[EA] \leftarrow AC, AC \leftarrow M[EA]$ |

قالب ریز دستور



| Field | Description |
|------------|------------------------|
| F1, F2, F3 | Microoperation Codes |
| CD | Condition |
| BR | Branch |
| AD | Control Memory Address |

مقادیر F1

| F1 Code | Symbol | RTL |
|---------|--------|----------------------------|
| 000 | NOP | No Operation |
| 001 | ADD | $AC \leftarrow AC + DR$ |
| 010 | CLRAC | $AC \leftarrow 0$ |
| 011 | INCAC | $AC \leftarrow AC + 1$ |
| 100 | DRTAC | $AC \leftarrow DR$ |
| 101 | DRTAR | $AR \leftarrow DR(10 - 0)$ |
| 110 | PCTAR | $AR \leftarrow PC$ |
| 111 | WRITE | $M[AR] \leftarrow DR$ |

مقادیر F2

| F2 Code | Symbol | RTL |
|---------|--------|------------------------------|
| 000 | NOP | No Operation |
| 001 | SUB | $AC \leftarrow AC - DR$ |
| 010 | OR | $AC \leftarrow AC \vee DR$ |
| 011 | AND | $AC \leftarrow AC \wedge DR$ |
| 100 | READ | $DR \leftarrow M[AR]$ |
| 101 | ACTDR | $DR \leftarrow AC$ |
| 110 | INCDR | $DR \leftarrow DR + 1$ |
| 111 | PCTDR | $DR(10-0) \leftarrow PC$ |

مقادیر F3

| F3 Code | Symbol | RTL |
|---------|----------|-------------------------------|
| 000 | NOP | No Operation |
| 001 | XOR | $AC \leftarrow AC \oplus DR$ |
| 010 | COM | $AC \leftarrow \overline{AC}$ |
| 011 | SHL | $AC \leftarrow shl\ AC$ |
| 100 | SHR | $AC \leftarrow shr\ AC$ |
| 101 | INCPC | $PC \leftarrow PC + 1$ |
| 110 | ARTPC | $PC \leftarrow AR$ |
| 111 | RESERVED | |

مقادیر CD

| CD | Symbol | Condition | Description |
|----|--------|-----------|-------------|
| 00 | U | - | Always |
| 01 | I | DR(15) | If indirect |
| 10 | S | AC(15) | If negative |
| 11 | Z | AC=0 | If zero |

مقادیر BR

| BR | Symbol | RTL | Description |
|----|--------|---|----------------------|
| 00 | JMP | $CAR \leftarrow AD$ | If condition is true |
| 01 | CALL | $CAR \leftarrow AD, SBR \leftarrow CAR + 1$ | |
| 10 | RET | $CAR \leftarrow SBR$ | |
| 11 | MAP | $CAR(5-2) \leftarrow DR(14-11),$ $CAR(6, 1, 0) \leftarrow 0$ | |

واکشی و دیکد دستور

$AR \leftarrow PC$

$DR \leftarrow M[AR], PC \leftarrow PC + 1$

$AR \leftarrow DR(10-0), CAR(5-2) \leftarrow DR(14-11), CAR(6, 1, 0) \leftarrow 0$

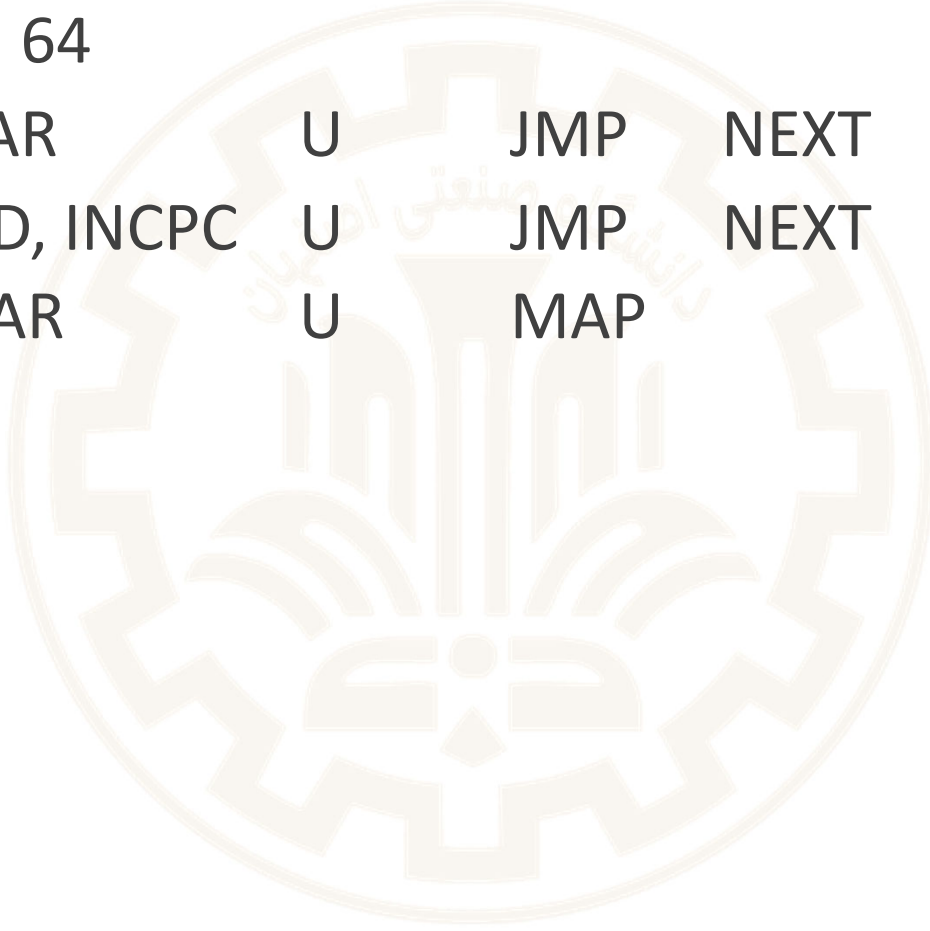
واکشی و دیکد دستور (ادامه)

ORG 64

FETCH: PCTAR U JMP NEXT

READ, INCPC U JMP NEXT

DRTAR U MAP



واکشی و دیکد دستور (ادامه)

| Ctrl Mem Addr | F1 | F2 | F3 | CD | BR | AD |
|---------------|-----|-----|-----|----|----|---------|
| 1000000 | 110 | 000 | 000 | 00 | 00 | 1000001 |
| 1000001 | 000 | 100 | 101 | 00 | 00 | 1000010 |
| 1000010 | 101 | 000 | 000 | 00 | 11 | 0000000 |

محاسبه آدرس غیر مستقیم

$DR \leftarrow M[AR]$

$AR \leftarrow DR(10 - 0)$

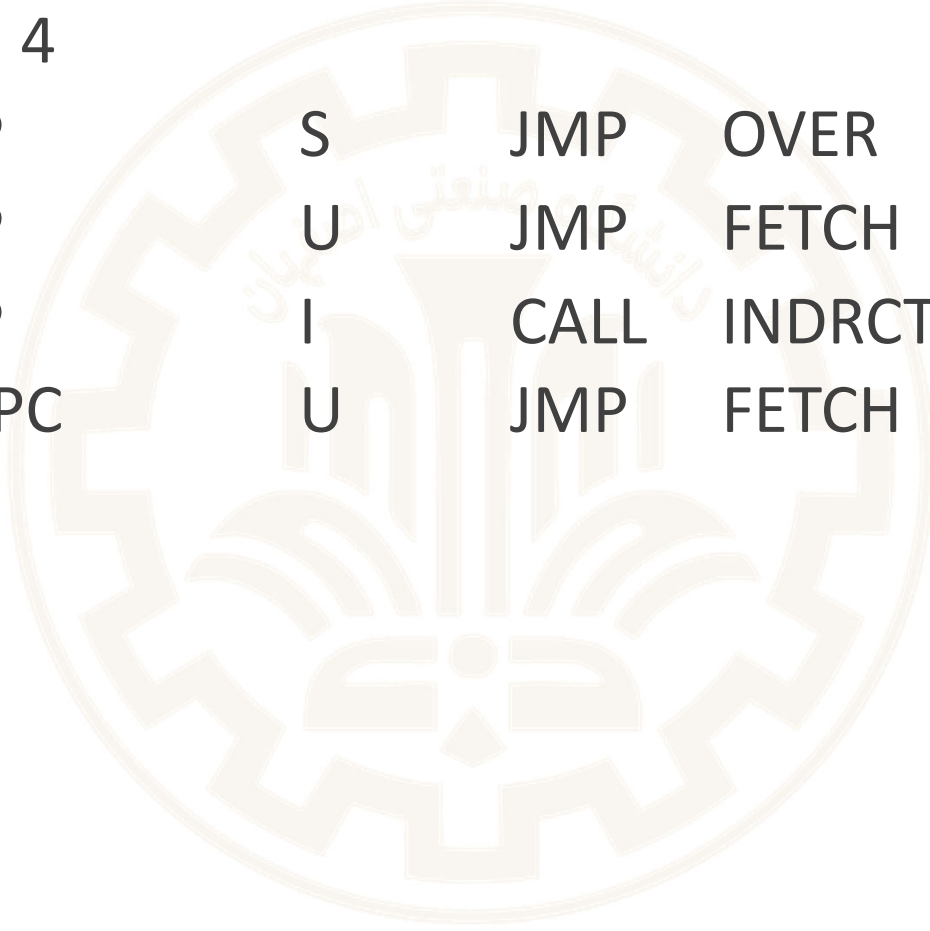
| | | | | |
|---------|-------|---|-----|------|
| INDRCT: | READ | U | JMP | NEXT |
| | DRTAR | U | RET | |

دستور ADD

ADD: ORG 0
 NOP I CALL INDRCT
 READ U JMP NEXT
 ADD U JMP FETCH



دستور BRANCH



```
ORG 4  
BRANCH: NOP      S      JMP      OVER  
          NOP      U      JMP      FETCH  
OVER:    NOP      I      CALL     INDRCT  
          ARTPC    U      JMP      FETCH
```

دستور STORE

STORE: ORG 8
NOP I CALL INDRCT
ACTDR U JMP NEXT
WRITE U JMP FETCH



دستور EXCHANGE

ORG 12

EXCH: NOP I CALL INDRCT

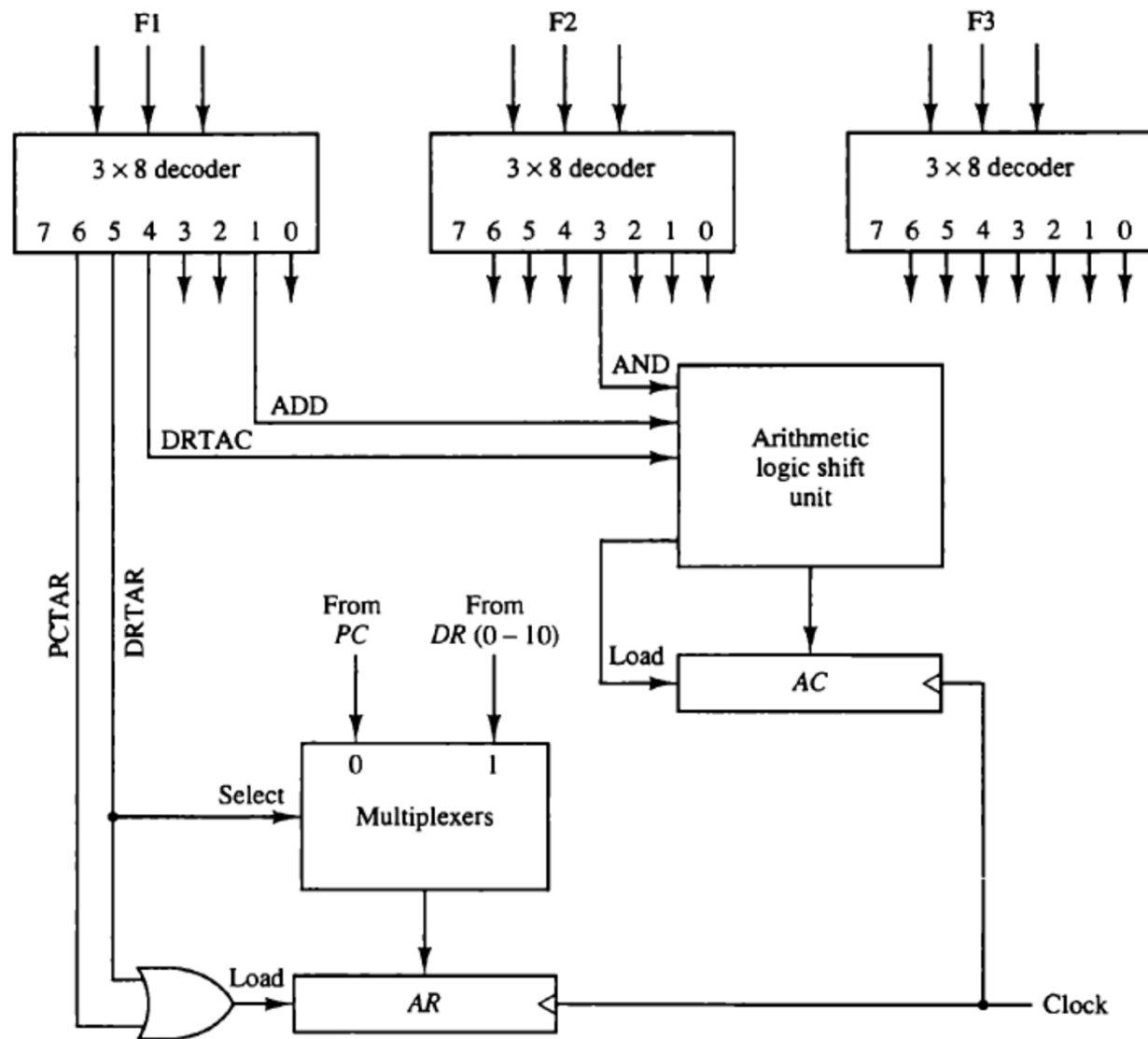
 READ U JMP NEXT

 ACTDR, DRTAC U JMP NEXT

 WRITE U JMP FETCH



مدار واحد کنترل



مدار تولید کننده آدرس واحد کنترل

