

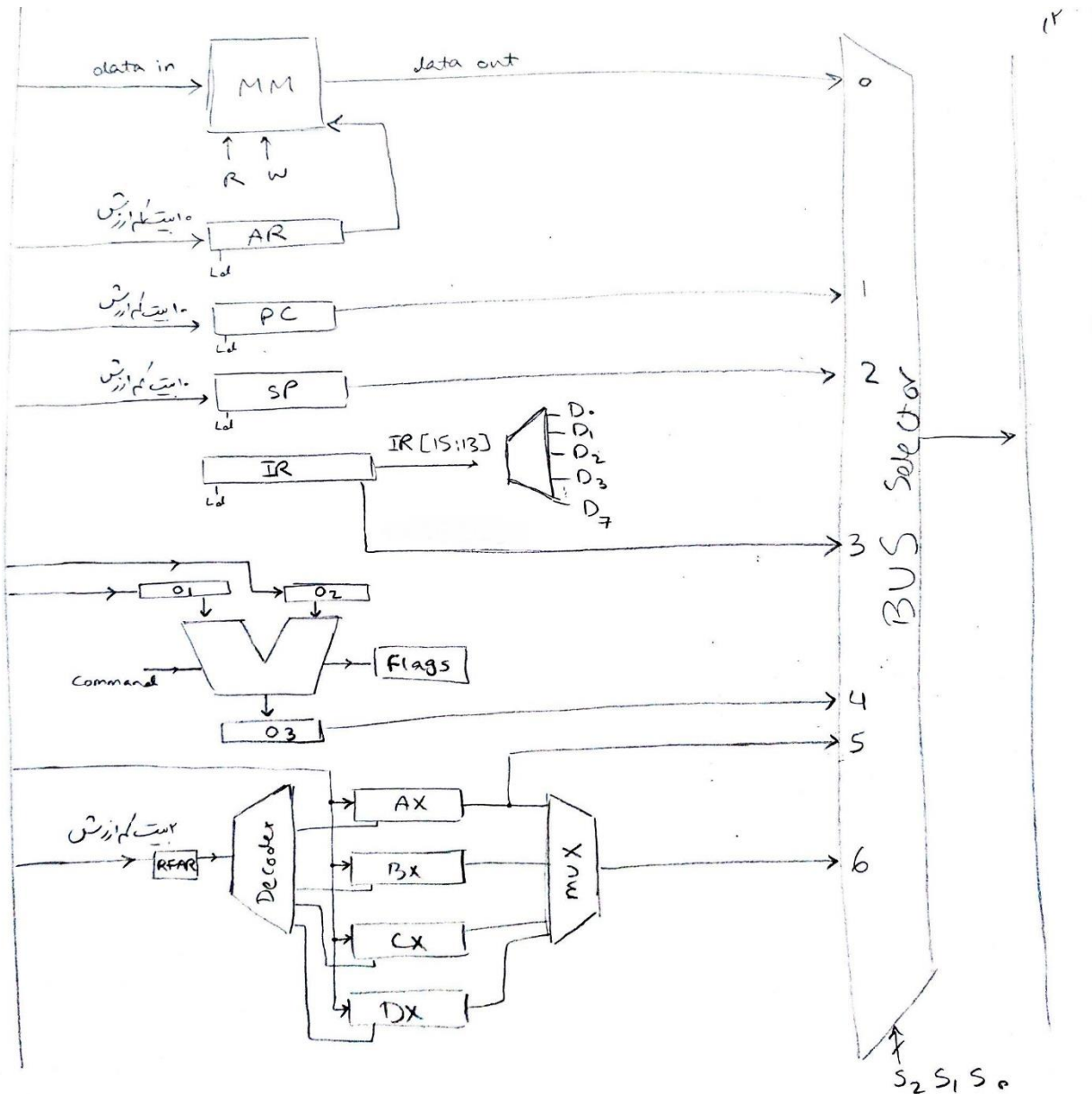
۱) دستور العمل داریم ← ۳ بیت برای معلم op
۲) ۴ بیت داریم ← ۲ بیت برای مشخص کردن هر کدام

حافظہ ۲^{۱۰} روپیہ دارد سے ۱۰ بیت برای آدرس \Leftarrow طولانی ترین دستور: $ADD \langle memory\ address \rangle$

هر طهر در صافیه ۱۶ بیت است ← طول قلب دستور العمل باب بیضی از ۱۶ بیت که بیضی صافیه!

قالب دستور العمل طبق توضیح گفته شده به صورت زیر است:

[illegible]



۳. ریز عملیات ها :

Instruction Fetch:

$$T_0 : AR \leftarrow PC$$

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

Instruction Decode:

$$T_2 : \text{Decode } IR[15:13] \text{ into } D_0, D_1, D_2, D_3, D_4, D_5, r = IR[12]$$

MOV <immediate 8-bit>:

$$T_3.D_0 : AX \leftarrow IR[7:0], SC \leftarrow 0$$

ADD <immediate 8-bit>:

$$\begin{aligned} T_3.D_1.r' : o_1 &\leftarrow AX \\ T_4.D_1.r' : o_2 &\leftarrow IR[7:0] \\ T_5.D_1.r' : o_3 &\leftarrow o_1 + o_2 \\ T_6.D_1.r' : AX &\leftarrow o_3, SC \leftarrow 0 \end{aligned}$$

ADD <memory address>:

$$\begin{aligned} T_3.D_1.r : AR &\leftarrow IR[9:0] \\ T_4.D_1.r : o_2 &\leftarrow M[AR] \\ T_5.D_1.r : o_1 &\leftarrow AX \\ T_6.D_1.r : o_3 &\leftarrow o_1 + o_2 \\ T_7.D_1.r : AX &\leftarrow o_3, SC \leftarrow 0 \end{aligned}$$

SUB <register1>, <register2>:

$$\begin{aligned} T_3.D_2 : RFAR &\leftarrow IR[1:0] \\ T_4.D_2 : o_1 &\leftarrow RF[RFAR] \\ T_5.D_2 : RFAR &\leftarrow IR[3:2] \\ T_6.D_2 : o_2 &\leftarrow RF[RFAR] \\ T_7.D_2 : o_3 &\leftarrow o_2 - o_1, flags \leftarrow o_2 - o_1 \\ T_8.D_2 : AX &\leftarrow o_3, SC \leftarrow 0 \end{aligned}$$

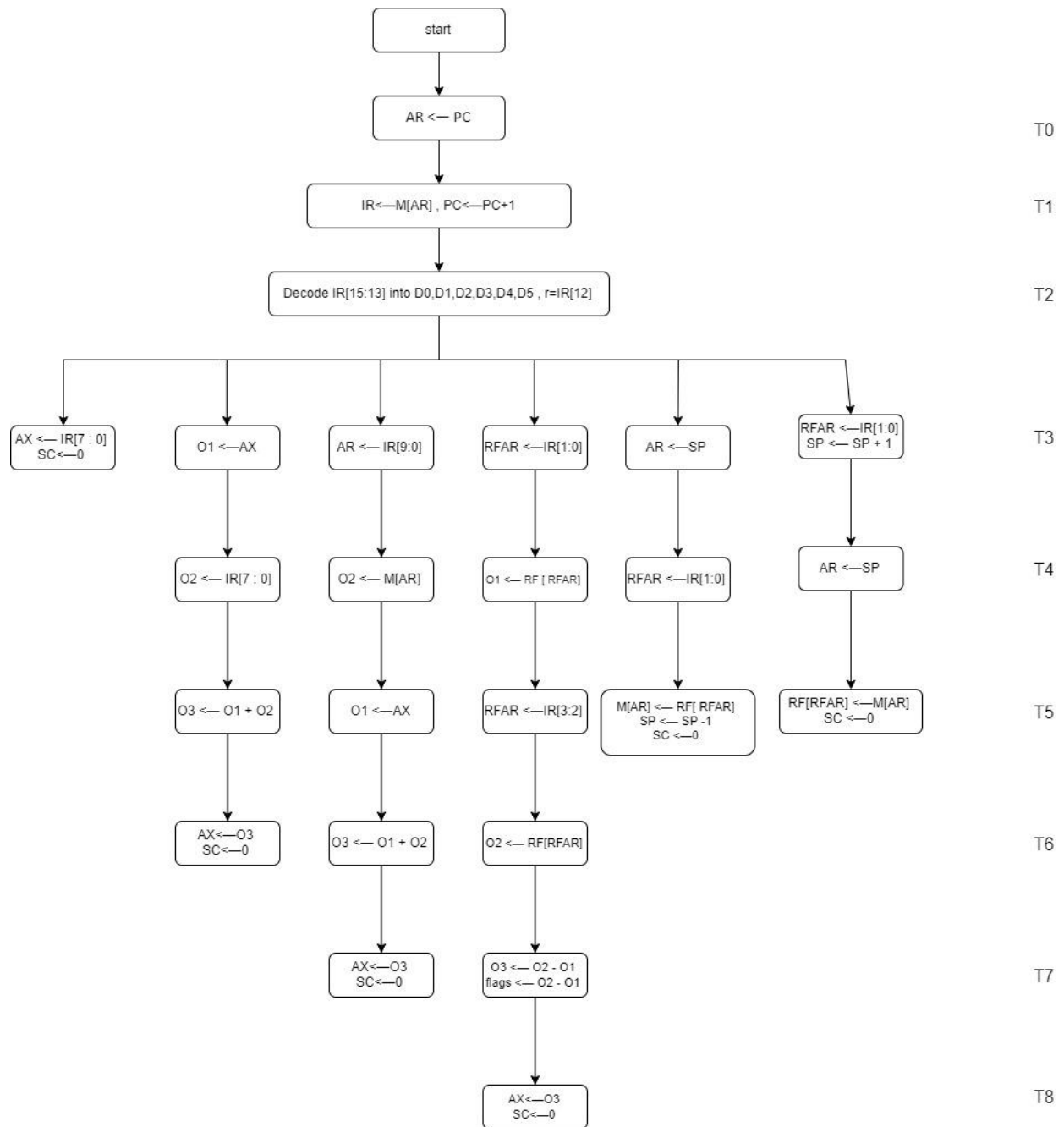
PUSH <register>:

$$\begin{aligned} T_3.D_3 : AR &\leftarrow SP \\ T_4.D_3 : RFAR &\leftarrow IR[1:0] \\ T_5.D_3 : M[IR] &\leftarrow RF[RFAR], SP \leftarrow SP - 1, SC \leftarrow 0 \end{aligned}$$

POP <register>:

$$\begin{aligned} T_3.D_4 : RFAR &\leftarrow IR[1:0], SP \leftarrow SP + 1 \\ T_4.D_4 : AR &\leftarrow SP \\ T_5.D_4 : RF[RFAR] &\leftarrow M[AR], SC \leftarrow 0 \end{aligned}$$

۴. فلوچارت فرآیند اجرای دستورالعمل



۵. طولانی ترین دستور SUB است با ۸ کلاک و کوتاه ترین دستور MOV است با ۳ کلاک

۶. واحد کنترل سیم بندی

Register	X7 X6 X5 X4 X3 X2 X1 X0	S2 S1 S0
MM	00000001	000
PC	00000010	001
SP	00000100	010
IR	00001000	011
o_3	00010000	100
AX	00100000	101
REGISTER	01000000	110

برای تعیین مقدار x_0 ، مثلاً x_0 زمانی ۱ است که حافظه بخواند روی باس مقدار بگذارد.

$$x_0 = T_1 + T_4 \cdot D_1 \cdot r + T_5 \cdot D_4$$

$$x_1 = T_0$$

$$x_2 = T_3 \cdot D_3 + T_4 \cdot D_4$$

$$x_3 = T_3 \cdot D_0 + T_4 \cdot D_1 \cdot r' + T_3 \cdot D_1 \cdot r + T_3 \cdot D_2 + T_5 \cdot D_2 + T_4 \cdot D_3 + T_3 \cdot D_4$$

$$x_4 = T_6 \cdot D_1 \cdot r' + T_7 \cdot D_1 \cdot r + T_8 \cdot D_2$$

$$x_5 = T_3 \cdot D_1 \cdot r' + T_5 \cdot D_1 \cdot r$$

$$x_6 = T_4 \cdot D_2 + T_6 \cdot D_2 + T_5 \cdot D_3$$

ALU operation	X1 X0	command
ADD	01	0
SUB	10	1

$$x_0 = T_5 \cdot D_1 \cdot r' + T_6 \cdot D_1 \cdot r$$

$$x_1 = T_7 \cdot D_2$$

LOAD, CLEAR, INCREMENT AND DECREMENT:

$$SC \text{ clear} = T_3 \cdot D_0 + T_6 \cdot D_1 \cdot r' + T_7 \cdot D_1 \cdot r + T_8 \cdot D_2 + T_5 \cdot D_3 + T_5 \cdot D_4$$

$$AR \text{ load} = T_0 + T_3 \cdot D_1 \cdot r + T_3 \cdot D_3 + T_4 \cdot D_4$$

$$PC \text{ increment} = T_1$$

$$SP \text{ increment} = T_3 \cdot D_4$$

$$SP \text{ decrement} = T_5 \cdot D_3$$

$$IR \text{ load} = T_1$$

$$o_1 \text{ load} = T_3 \cdot D_1 \cdot r' + T_5 \cdot D_1 \cdot r + T_4 \cdot D_2$$

$$\begin{aligned}
o_2 \text{ load} &= T_4 \cdot D_1 \cdot r' + T_4 \cdot D_1 \cdot r + T_6 \cdot D_2 \\
o_3 \text{ load} &= T_5 \cdot D_1 \cdot r' + T_6 \cdot D_1 \cdot r + T_7 \cdot D_2 \\
RFAR \text{ load} &= T_3 \cdot D_2 + T_5 \cdot D_2 + T_4 \cdot D_3 + T_3 \cdot D_4 \\
RF \text{ decoder enable} &= T_5 \cdot D_4 \\
RF \text{ mux enable} &= T_4 \cdot D_2 + T_6 \cdot D_2 + T_5 \cdot D_3
\end{aligned}$$

MAIN MEMORY READ AND WRITE:

$$\begin{aligned}
MM \text{ read enable} &= T_1 + T_4 \cdot D_1 \cdot r + T_5 \cdot D_4 \\
MM \text{ write enable} &= T_5 \cdot D_3
\end{aligned}$$