

ตัวอย่างการเขียนโปรแกรม

๖.๑ การป้อนข้อมูลและให้เครื่องทำงาน

๖.๑.๑ การป้อนข้อมูล

ในการใส่คำสั่งหรือตัวเลขเข้าไปเก็บยัง Memory register กระทำได้โดยตั้งคำสั่ง STO และ Address number ไว้ที่ Program register และใส่คำสั่งหรือตัวเลขที่ต้องการไว้ที่ Accumulator แล้วให้เครื่องทำงานครึ่งรอบในช่วงที่เป็น Execution time ซึ่งจะทำให้คำสั่งหรือตัวเลขจาก Accumulator transfer ไปยัง Memory register โดยอัตโนมัติ และกระทำซ้ำกันเช่นเดียวกันนี้ทุก ๆ คำสั่งหรือตัวเลขที่ต้องการจะใส่เข้าไปยัง Memory register

ลำดับขั้นการป้อนข้อมูลจะต้องทำดังนี้

๑. ตั้งสวิทช์ Clock ไว้ที่ CONTINUOUS
๒. ปิดสวิทช์ Timing Control ไว้ที่ 1/2 C
๓. ตั้ง Sequence Control ไว้ที่ Phase "Y" (หลอดไฟสีเขียว)
๔. Clear ตัวเลขใน Program register และ Accumulator
๕. ที่ Program register ในส่วนที่เป็น address code (หลอดไฟสีเขียว) ให้ตั้ง address memory ตามที่ต้องการ (ตั้งแต่ 0000 ถึง 1111) และในส่วนที่เป็น instruction code (หลอดไฟสีแดง) ให้ตั้งคำสั่ง STO (1110)
๖. ที่ Accumulator ใส่คำสั่งหรือตัวเลขที่ต้องการเก็บ
๗. กดสวิทช์ ADVANCE ที่ Timing Control แล้วปล่อย คำสั่งหรือตัวเลขใน Accumulator จะถูก transfer ไปยัง Memory register ตาม address code ที่ปรากฏอยู่ใน Program register

๘. ถ้าต้องการใส่คำสั่งหรือตัวเลขใหม่อีก ให้กระทำเช่นเดียวกันตั้งแต่ข้อ ๓ ถึง ข้อ ๗ ตามลำดับ

๖.๑.๒ การให้เครื่องทำงาน

หลังจากป้อนคำสั่งและตัวเลขตามที่ต้องการเข้าไปยัง Memory register เรียบร้อยแล้ว เมื่อต้องการให้เครื่องทำงานให้ทำตามลำดับดังนี้

๑. ปิดสวิตซ์ Timing control ไว้ที่ RUN
๒. ตั้ง Sequence Control ไว้ที่ Phase "X" (หลอดไฟสีแดง)
๓. Clear ตัวเลขใน Buffer Register, Program Register, Accumulator, Address Register และ Overflow Flip Flop
๔. ตั้งสวิตซ์ Clock ไว้ที่ CONTINUOUS
๕. Start เครื่องโดยการกดสวิตซ์ ADVANCE ที่ Timing Control ซึ่งเครื่องจะเริ่มทำงานตั้งแต่คำสั่งแรกเรื่อยไปจนจบโปรแกรม ถ้าต้องการให้เครื่องหยุดทำงานระหว่างโปรแกรมให้กดสวิตซ์ STOP ที่ Timing Control

ในกรณีที่ปิดสวิตซ์ Timing Control ไว้ที่ 1C หรือ 1/2C เครื่องจะหยุดทำงานเมื่อครบรอบหรือครึ่งรอบการทำงานของแต่ละคำสั่งตามลำดับ ซึ่งถ้าต้องการให้เครื่องทำงานต่อไปก็กดสวิตซ์ ADVANCE ใหม่ทุกครั้งหลังจากเครื่องหยุดทำงาน และถ้าต้องการให้เครื่องทำงานทีละขั้นให้ตั้งสวิตซ์ Clock ไว้ที่ SINGLE ซึ่งเครื่องจะทำงานทุก ๆ ครั้งตามลำดับเมื่อกดสวิตซ์ PULSE ที่วงจร Clock

๖.๑.๓ ลักษณะของ Operation Code

จากวงจร Function Decoder และวงจร Instruction Control Gate ดังรูปที่ ๔.๓๐ และ ๔.๓๖ สามารถสรุป Binary Code ที่ใช้เป็น Operation Code ให้เครื่องทำงานตาม Flow Diagram ที่ต้องการได้ดังตารางที่ ๖.๑

Code No.	Types of the Operation	Binary Code	Mnemonic Code
0	Halt	0000	HAL
1	Add	0001	ADD
2	Subtract	0010	SUB
3	Clear and Add	0011	CAD
4	Clear and Subtract	0100	CSB
5	Jump if Positive	0101	JPO
6	Unconditional Jump	0110	JUN
7	Jump if Negative	0111	JNE
8	The instruction code number 8 through 13 are unused code for this research, i.e., the machine run with no operation when these codes exist in the Program Register	1000	NOP
9		1001	
10		1010	
11		1011	
12		1100	
13		1101	
14	Store	1110	STO
15	Command Fault	1111	CMF

ตารางที่ ๑.๑ Binary and Mnemonic Code of Operation

๖.๒ ตัวอย่างโปรแกรม

๖.๒.๑ การบวกและลบ

ตัวอย่างต้องการหาค่า $R = A + B - C$ โดยที่ข้อมูล A, B, C และ R เก็บอยู่ใน Memory Address No. 12, 13, 14 และ 15 ตามลำดับ สามารถเขียนโปรแกรมได้ดังตารางที่ ๖.๒

Address No.	Mnemonic Order	Binary Code		Description
		a	op	
0	CAD 12	1100	0011	Clear Acc. and load data No. 12 (A)
1	ADD 13	1101	0001	Add Acc. with data No. 13 (B)
2	SUB 14	1110	0010	Subtract Acc. with data No. 14 (C)
3	STO 15	1111	1110	Store data in Acc. to No. 15 (R)
4	HAL 0	0000	0000	Halt
↓				
12		A		Numerical Data
13		B		Numerical Data
14		C		Numerical Data
15		R		Result

๖.๒.๒ การคูณ

เนื่องจากเครื่องไม่มีคำสั่งคูณ ดังนั้นในการคูณตัวเลขสองจำนวน เช่น $P = A \times B$ จะใช้วิธีเอา A บวกกับ B ครึ่ง ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมได้ดังตารางที่ ๖.๓ โดยที่โปรแกรมนี้ใช้ได้เฉพาะตัวตั้งและตัวคูณมีเครื่องหมายเหมือนกันเท่านั้นและตัวคูณต้องไม่เป็นศูนย์

Address No.	Mnemonic Order	Binary Code		Description
		a	op	
0	CAD 12	1100	0011	Clear Acc. and load data No.12 (A)
1	STO 15	1111	1110	Store data in Acc. to No.15 (P)
2	CAD 13	1101	0011	Clear Acc. and load data No.13 (B)
3	SUB 14	1110	0010	Subtract Acc. with data No.14 (1)
4	JNE 9	1001	0111	If result is negative jump to order No. 9
5	STO 13	1101	1110	Store data in Acc. to No. 13 (B)
6	CAD 15	1111	0011	Clear Acc. and load data No.15 (P)
7	ADD 12	1100	0001	Add Acc. with data No. 12 (A)
8	JUN 1	0001	0110	Jump to order No. 1
9	HAL 0	0000	0000	Halt
10			-	
11			-	
12			A	Multiplicand
13			B	Multiplier
14		0000	0001	1
15		0000	0000	Product (P)

ตารางที่ ๖.๓ Program of $P = A \times B$ for the sign bit of B is the same as A and $B \neq 0$

๖.๒.๓ การหาร

การหารกระทำได้ในทำนองเดียวกับการคูณ ซึ่งใช้วิธีการเอาตัวหารลบตัวตั้ง จนกระทั่งตัวตั้งเป็นลบ คำตอบคือจำนวนครั้งที่ลบได้ ซึ่งตัวอย่าง โปรแกรมจะมีลักษณะ ดังตารางที่ ๖.๔ โปรแกรมนี้ใช้ได้เฉพาะตัวตั้งและตัวหารที่มีเครื่องหมายเหมือนกัน เท่านั้น และถ้าเศษน้อยกว่าครึ่งหนึ่งของตัวหารจะปัดทิ้ง

Address No.	Mnemonic Order	Binary Code		Description
		a	op	
0	CAD 12	1100	0011	Clear Acc. and load data No.12 (A)
1	SUB 13	1101	0010	Subtract Acc. with data No.13 (B)
2	STO 12	1100	1110	Store data to No. 12 (A)
3	ADD 11	1011	0001	Add Acc. with data No. 11 (C)
4	JNE 9	1001	0111	If result is negative jump to order No. 9
5	CAD 15	1111	0011	Clear Acc. and load data No15 (D)
6	ADD 14	1110	0001	Add Acc. with data No. 14 (1)
7	STO 15	1111	1110	Store data to No. 15 (D)
8	JUN 0	0000	0110	Jump to order No.0
9	HAL 0	0000	0000	Halt
10			-	
11			C	Numerical Data
12			A	Dividend
13			B	Divisor
14		0000	0001	1
15		0000	0000	Result (D)

Note :- $C = \frac{B}{2}$ for B is an even number
 $= \frac{B + 1}{2}$ for B is an odd number

ตารางที่ ๖.๔ Program of $D = \frac{A}{B}$ for the sign bit of B is the same as A.

๖.๒.๔ การหาค่าอนุกรมเลขคณิต

โดยการกำหนดให้ N เป็นจำนวนสุดท้ายของอนุกรมและ D เป็นผลก้ำวหน้า
ของอนุกรม โปรแกรมการหาค่าจะมีลักษณะดังตารางที่ ๖.๕

Address No.	Mnemonic Order	Binary Code		Description
		a	op	
0	CAD 13	1101	0011	Clear Acc. and load data No.13 (N)
1	STO 15	1111	1110	Store data to No. 15 (S)
2	SUB 14	1110	0010	Subtract Acc. with data No.14 (D)
3	JNE 9	1001	0111	If the result is negative jump to order No. 9
4	STO 13	1101	1110	Store data to No. 13 (N)
5	ADD 15	1111	0001	Add Acc. with data No. 15 (S)
6	STO 15	1111	1110	Store data to No. 15 (S)
7	CAD 13	1101	0011	Clear Acc. and load data No.13 (N)
8	JUN 2	0010	0110	Jump to order No. 2
9	HAL 0	0000	0000	Halt
↓				
13			N	The last number of series
14			D	Progress ratio
15		0000	0000	Result (S)

ตารางที่ ๖.๕ Program of Summary of Arithmetic Series