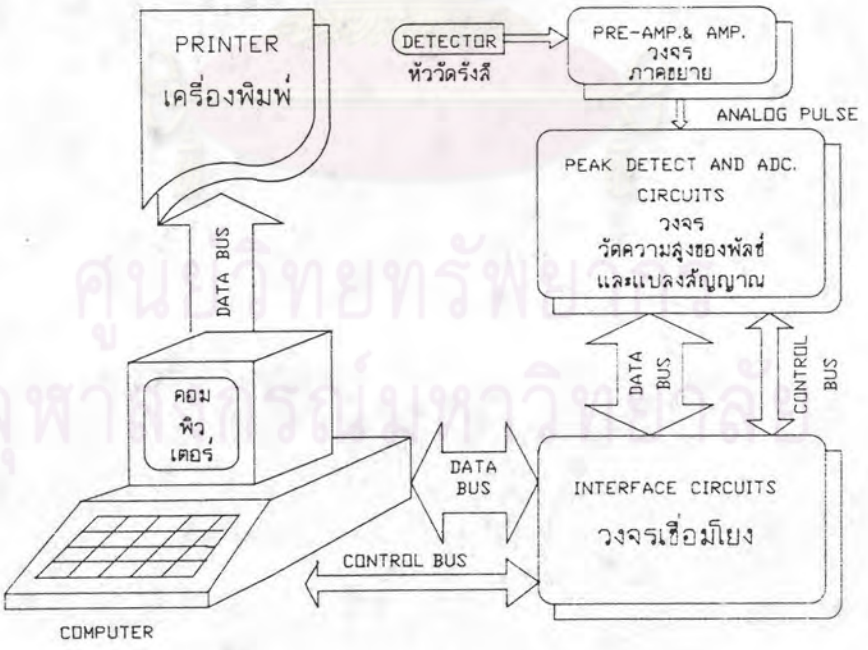
บทที่ 4

การออกแบบโปรแกรมและแผ่นวงจรเชื่อมโยง

การเปลี่ยนไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิท ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ ในการวิจัยนี้แบ่งขั้นตอนออกเป็น การออกแบบระบบเชื่อมโยงสัญญาณ การจัดการวิเคราะห์ข้อมูล การเขียนโฟลวชาร์ท (Flow Chart) เพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงาน และการเขียนโปรแกรม

4.1 การออกแบบระบบเชื่อมโยงสัญญาณและการจัดการวิเคราะห์ข้อมูล

การรับข้อมูลจากระบบวัดนิวเคลียร์ในงานวิจัยนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิท จะรับข้อมูลจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณเฉพาะพีคเป็นรหัสเชิงเลข โดยการรับข้อมูลผ่านทางบัสข้อมูล และควบคุมด้วยสัญญาณจากบัสควบคุม ข้อมูลที่ไมโครคอมพิวเตอร์รับเข้ามาจะเก็บสะสมในหน่วยความจำตามกระบวนการวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ ซึ่งอาศัยหลักการจากระบบวิเคราะห์ความสูงชนิดหลายช่องวัดที่ใช้เทคโนโลยีทางฮาร์ดแวร์ การเชื่อมโยงอุปกรณ์ต่างๆในระบบ แสดงในรูป 4.1



รูป 4.1 ระบบเชื่อมโยงอุปกรณ์เพื่อใช้วิเคราะห์ความสูงของพัลซ์

จากรูป 4.1 สัญญาณอนาลอกพัลซ์ซึ่งสัมพันธ์กับระดับพลังงานของรังสีนิวเคลียร์ จะส่งผ่านวงจรแปลงสัญญาณเป็นรหัสเชิงเลข 8 บิท เข้าสู่วงจรเชื่อมโยง ซึ่งการรับส่งสัญญาณจะถูกควบคุมด้วยสัญญาณจากบัสควบคุมผ่านช่องเสียบหมายเลข 4 ไมโครคอมพิวเตอร์จะดำเนินงานตามขั้นตอนการวัด การแสดงผล การตรวจสอบเวลา และรายงานผล ตามโปรแกรมที่ออกแบบขึ้น

4.1.1 การกำหนดระบบจัดการวิเคราะห์ข้อมูล

ไมโครคอมพิวเตอร์จะมองช่องทางรับสัญญาณที่ติดต่อกับวงจรภายนอก เป็นเสมือนส่วนหนึ่งของหน่วยความจำภายใน ดังนั้นในการที่ไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการรับและส่งข้อมูลกับวงจรภายนอกได้ จะต้องใช้วิธีการอ้างถึงแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณ (I/O Location) ที่แน่นอน ซึ่งจะถูกกำหนดแน่นอนลงไปเฉพาะไมโครคอมพิวเตอร์แต่ละเครื่องและแต่ละช่องเสียบสัญญาณ ความสัมพันธ์ของช่องเสียบและแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณ แสดงในตาราง 4.1

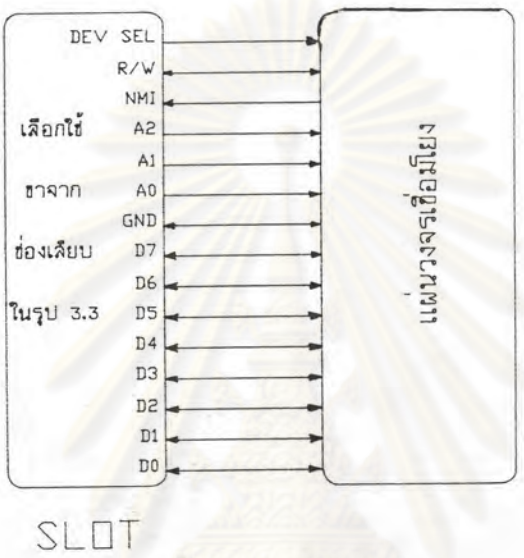
ตาราง 4.1 ความสัมพันธ์ของช่องเสียบหมายเลข 0-7 กับแอดเดรสรับส่งสัญญาณ

ช่องเสียบหมายเลข (SLOT)	แอดเดรสรับส่งสัญญาณที่อ้างถึง	
	เลขฐานสิบหก	เลขฐานสิบ
0	$C080-$C08F	49280-49295
1	$C090-$C09F	49296-49311
2	$C0A0-$C0AF	49312-49327
3	$C0B0-$C0BF	49328-49343
4	$C0C0-$C0CF	49344-49359
5	$C0D0-$C0DF	49360-49375
6	$C0E0-$C0EF	49376-49391
7	$C0F0-$C0FF	49392-49407

สำหรับไมโครคอมพิวเตอร์ที่เลือกใช้นี้ กำหนดให้ช่องทางรับส่งข้อมูลผ่านช่องเสียบหมายเลข 4 ดังนั้นแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณ จะอยู่ในช่วงหมายเลข 49344 ถึง 49359 โดยวงจรถอดรหัสจะทำหน้าที่กำหนดรหัสควบคุมจากเส้นสัญญาณ (A0-A3) ดังนี้

ก) เส้นทางแอดเดรสรับส่งสัญญาณหมายเลข 49344 ถึง 49351 เป็นเส้นสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลออกจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ไปยังวงจรภายนอก

ข) เส้นทางแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณหมายเลข 49352 ถึง 49359 เป็นเส้นสัญญาณควบคุมการรับสัญญาณข้อมูลเข้าสู่ไมโครคอมพิวเตอร์



รูป 4.2 เส้นสัญญาณที่เลือกใช้กับระบบเชื่อมโยง

ระบบรับส่งข้อมูล จะเลือกใช้เส้นสัญญาณส่วนหนึ่งจากช่องเสียบสัญญาณ ซึ่งแสดงในรูป 4.2 ดังนี้

- DEV SEL (Device Select) (41) เป็นสัญญาณบอกการเลือกช่องเสียบ เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ อ้างถึงแอดเดรสหมายเลข $COC0-$COCF (49344-49359) ที่ขา DEV SEL ของช่องเสียบหมายเลข 4 จะมีสัญญาณลอจิกเป็น "0"

- R/W (18) เป็นขาสัญญาณที่บ่งบอกถึงทิศทางการรับ หรือส่งข้อมูล โดยถือไมโครคอมพิวเตอร์เป็นหลัก เมื่อขา R/W มีสัญญาณลอจิกเป็น "1" หมายถึงการอ่าน (Read) ข้อมูลจากวงจรภายนอกที่ต่อเชื่อมกับช่องเสียบ ดังนั้นข้อมูลจะมี

ทิศทางเข้าไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ ในทางตรงกันข้ามเมื่อขา R/W มีสัญญาณลอจิกเป็น"0" นั้นหมายถึง การเขียน (Write) ข้อมูลสู่วงจรภายนอกที่ต่อกับช่องเสียบ ดังนั้นข้อมูลจะมีทิศทางออกจากไมโครคอมพิวเตอร์

- D0-D7 (42-49) คือ บัสข้อมูลขนาด 8 บิท เป็นเส้นทางรับข้อมูลรหัสเชิงเลขจากวงจรแปลงสัญญาณในขณะที่คำสั่งอยู่ในสภาวะรับข้อมูล และเป็นเส้นทางในการส่งข้อมูลออกสู่อุปกรณ์รายงานผลการวัดภายนอกเมื่อคำสั่งอยู่ในสภาวะส่งข้อมูล

- A0-A3 (2-5) เป็นเส้นสัญญาณอ้างถึงตำแหน่งของเส้นรับส่งสัญญาณที่ใช้ในการควบคุมรับส่งข้อมูลเข้าออกผ่านช่องเสียบ ปกติจะมีขนาด 16 บิท แต่เลือกใช้ 4 บิทในการสร้างสัญญาณด้วยการถอดรหัส เพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลผ่านช่องเสียบหมายเลข 4 ดังแสดงในตาราง 4.2

- NMI (29) เป็นสัญญาณขัดจังหวะแบบไม่มีเงื่อนไข (Non-Markable Interrupt) ซึ่งไมโครคอมพิวเตอร์จะถูกขัดจังหวะในขณะที่เครื่องกำลังทำงานตามโปรแกรมโดยมีสัญญาณลอจิกที่ขา NMI เป็น "0" นั่นคือเมื่อมีการเปลี่ยนสถานะของสัญญาณลอจิกที่ขา NMI เป็น "0" แล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์จะหยุดทำงานตามโปรแกรมโดยถูกขัดจังหวะให้ไปทำงานตามโปรแกรมย่อย (Subroutine) ที่อยู่ในแอดเดรสหนึ่ง ซึ่งค่าหมายเลขแอดเดรสนั้นเราสามารถ กำหนดลงไปได้โดยใส่ค่าแอดเดรสนั้นลงในหน่วยความจำแอดเดรส $3FB (1019), $3FC (1020) และ $3FD (1021)

- GND (26) เป็นกราวด์ เพื่อให้กราวด์ของไมโครคอมพิวเตอร์ต่อเชื่อมกับกราวด์ของวงจรเชื่อมโยง และวงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

ตาราง 4.2 รูปแบบของสัญญาณ A0,A1,A2 และA3 เมื่อเทียบกับแอดเดรสของช่องทางรับส่งข้อมูล

A3	A2	A1	A0	ตำแหน่งแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณ
0	0	0	0	$C0C0(49344)
0	0	0	1	$C0C1(49345)
0	0	1	0	$C0C2(49346)
0	0	1	1	$C0C3(49347)
0	1	0	0	$C0C4(49348)
0	1	0	1	$C0C5(49349)

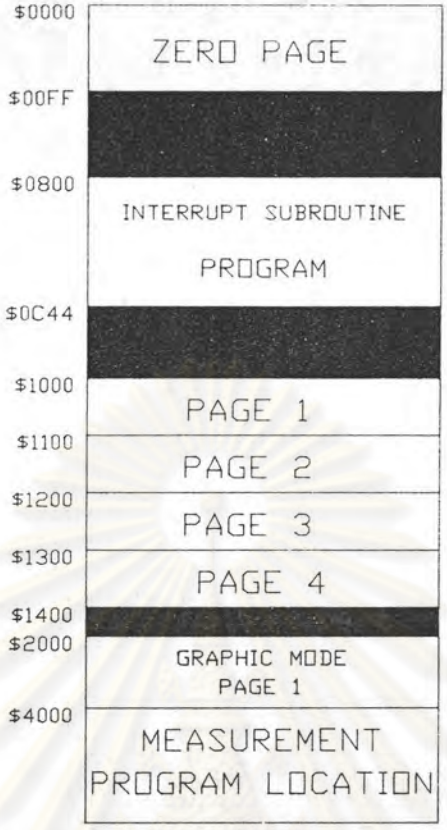
ตาราง 4.2 (ต่อ) แสดงรูปแบบของสัญญาณ A0,A1,A2 และA3 เมื่อเทียบกับแอดเดรสของช่องทางรับส่งข้อมูล

A3	A2	A1	A0	ตำแหน่งแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณ
0	1	1	0	$C0C6(49350)
0	1	1	1	$C0C7(49351)
1	0	0	0	$C0C8(49352)
1	0	0	1	$C0C9(49353)
1	0	1	0	$C0CA(49354)
1	0	1	1	$C0CB(49355)
1	1	0	0	$C0CC(49356)
1	1	0	1	$C0CD(49357)
1	1	1	0	$C0CE(49358)
1	1	1	1	$C0CF(49359)

4.1.2 การจัดตำแหน่งของหน่วยความจำชั่วคราว

เนื่องจากการทำงานของระบบการเปลี่ยนของไมโครคอมพิวเตอร์ให้เป็นอุปกรณ์วิเคราะห์สูงของพัลซ์นั้นจำเป็นต้องอาศัยโปรแกรมควบคุม และสั่งงาน ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ตลอดจนการเก็บข้อมูล ซึ่งโปรแกรมที่ใช้นี้มีสองส่วนคือโปรแกรมหลัก (Main Program) และโปรแกรมย่อย (Subroutine) ดังนั้นในการทำงานจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดแอดเดรส ของหน่วยความจำชั่วคราว หรือ แรม เพื่อใช้เก็บ โปรแกรมหลัก โปรแกรมย่อย ข้อมูลของสัญญาณรหัสจากวงจรแปลงสัญญาณ ตลอดจนตัวแปร (Variable) ต่าง ๆ ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้แอดเดรสของโปรมแกรมแต่ละส่วน มีการซ้อนทับกัน ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานตามคำสั่งของโปรแกรมที่ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งแอดเดรดของหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลนับของรหัสสัญญาณจากวงจรแปลงสัญญาณ ถ้ามีการรบกวนที่แอดเดรสเหล่านั้นจะมีผลให้ การทำงานการวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์ของระบบผิดพลาดไปได้ การกำหนดแอดเดรสของโปรแกรมต่าง แสดงในรูป 4.3

I10297626



รูป 4.3 การจัดเรียงแอดเดรสของหน่วยความจำชั่วคราวของระบบวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์

4.1.3 การออกแบบระบบเชื่อมโยงสัญญาณ

วงจรเชื่อมโยงสัญญาณจะทำหน้าที่เป็นทางผ่านเข้าออกของสัญญาณควบคุม และสัญญาณข้อมูลระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์ และวงจรแปลงสัญญาณ โดยแบ่งเป็นวงจรย่อยดังนี้

ก) วงจรควบคุมการรับส่งข้อมูล

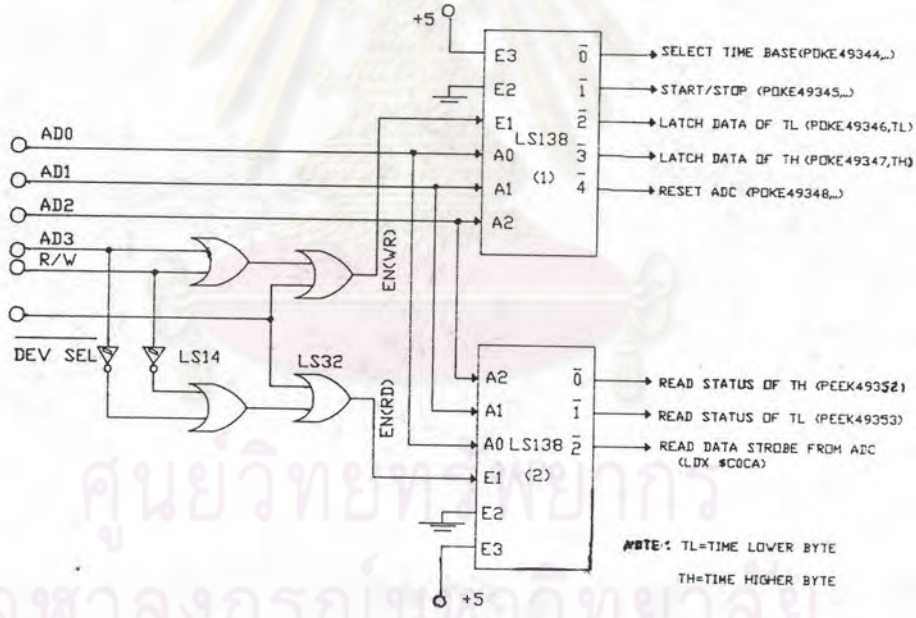
ในรูป 4.4 การถอดรหัสจากสัญญาณ A3, DEV SEL และ R/W ใช้ไอซี 74LS32 และ 74LS14 ทำหน้าที่สร้างสัญญาณ EN(WR) และ EN(RD) ผ่านวงจรเลือก ตามตาราง 4.3

ตาราง 4.3 ตารางการทำงานของสัญญาณควบคุม

สัญญาณควบคุม	DEV SEL	A3	R/W	EN(WR)	EN(RD)
การส่งข้อมูลออก	0	0	0	0	1
การส่งข้อมูลเข้า	0	1	1	1	0

สัญญาณควบคุมที่ได้จะมีอยู่ 2 ชนิดคือ สัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลออก และสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลเข้า ทั้งสองสัญญาณจะถูกส่งไปยังไอซีเบอร์ 74LS138 ซึ่งเป็นไอซีถอดรหัส (Decoder) ตามรูป 4.4 จะเห็นว่าไอซีถอดรหัสให้เอาท์พุทออกไปทั้งหมด 16 เส้น โดย 8 เส้นของไอซี 74LS138(1) เป็นสัญญาณเอาท์พุท ที่ส่งออกไปเพื่อควบคุมการส่งข้อมูลออกจากไมโครคอมพิวเตอร์ และอีก 8 เส้นของ 74LS138(2) เป็นสัญญาณเอาท์พุทที่ส่งออกไปเพื่อควบคุมการรับข้อมูลเข้าไมโครคอมพิวเตอร์

ในการใช้แอดเดรสติดต่อกับวงจรภายนอก ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งค่าเลขแอดเดรสช่องรับส่งสัญญาณ ในรูปเลขฐานสองที่แน่นอนมายังวงจรถอดรหัส จากนั้นไอซีถอดรหัส 74LS138 จะให้เอาท์พุทออกไปขาใดขาหนึ่งตามรหัสที่เข้ามา ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทนี้จะถูกนำไปป้อนให้กับส่วนต่าง ๆ ของวงจรภายนอก จึงทำให้ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถติดต่อกับแต่ละส่วนของวงจรภายนอกได้



รูป 4.4 วงจรถอดรหัสของคำสั่งควบคุมการส่งและรับข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตาราง 4.4 เอาท์พุทของวงจรเลือกหลังการถอดรหัส

	อินพุท					เอาท์พุท							
แอดเดรส	A3	A2	A1	A0	ไอซี#	0	1	2	3	4	5	6	7
49344	0	0	0	0	(1)	0	1	1	1	1	1	1	1
49345	0	0	0	1	(1)	1	0	1	1	1	1	1	1
49346	0	0	1	0	(1)	1	1	0	1	1	1	1	1
49347	0	0	1	1	(1)	1	1	1	0	1	1	1	1
49348	0	1	0	0	(1)	1	1	1	1	0	1	1	1
49349	0	1	0	1	(1)	1	1	1	1	1	0	1	1
49350	0	1	1	0	(1)	1	1	1	1	1	1	0	1
49351	0	1	1	1	(1)	1	1	1	1	1	1	1	0
49352	1	0	0	0	(2)	0	1	1	1	1	1	1	1
49353	1	0	0	1	(2)	1	0	1	1	1	1	1	1
49354	1	0	1	0	(2)	1	1	0	1	1	1	1	1
49355	1	0	1	1	(2)	1	1	1	0	1	1	1	1
49356	1	1	0	0	(2)	1	1	1	1	0	1	1	1
49357	1	1	0	1	(2)	1	1	1	1	1	0	1	1
49358	1	1	1	0	(2)	1	1	1	1	1	1	0	1
49359	1	1	1	1	(2)	1	1	1	1	1	1	1	0

จากตาราง 4.4 สังเกตได้ว่า เลขฐานสอง ชุดหนึ่งจะให้เอาท์พุทที่ไอซีเป็นลอจิก "0" ที่ขาใด ขึ้นอยู่กับค่าของเลขฐานสองชุดนี้เพียงค่าเดียว สัญญาณที่ออกจากไอซีเลือกข้อมูล 74LS138 จะถูกนำไปป้อนให้วงจรภายนอกต่าง ๆ ซึ่งวงจรเชื่อมโยงนี้จะใช้อ้างแอดเดรส 49344, 49345, 49346, 49347 และ 49348 ในการส่งสัญญาณควบคุมการส่งข้อมูลออกจากไมโครคอมพิวเตอร์ และ อ้างแอดเดรส 49352 49353 และ 49354 ในการส่งสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลเข้ามายังไมโครคอมพิวเตอร์

การสั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ส่งหรือรับข้อมูลได้นั้น จะต้องมีคำสั่งที่ถูกเขียนโปรแกรมไว้ในไมโครคอมพิวเตอร์ ดังนั้นในการติดต่อเพื่อรับและส่งข้อมูลกับอุปกรณ์ภายนอก จึงมีคำสั่งที่ต้องใช้ดังนี้

- POKE address, data เป็นคำสั่งที่ใช้ในการส่งข้อมูลออกจาก

ไมโครคอมพิวเตอร์

- PEEK (address) เป็นคำสั่งที่ใช้ในการรับข้อมูลเข้ามายัง

ไมโครคอมพิวเตอร์

- address หมายถึงตำแหน่งหมายเลขของช่องทางการส่งข้อมูล เข้าออก
- data หมายถึงข้อมูลที่ใช้ในการส่งออก

คำสั่งที่ใช้ในโปรแกรมควบคุมการทำงานรับส่งข้อมูล มีดังนี้

POKE 49344,0 สั่งให้เลือกสัญญาณความถี่ฐานเวลา 0.1 วินาที

POKE 49344,1 สั่งให้เลือกสัญญาณความถี่ฐานเวลา 1 วินาที

POKE 49345,0 สั่งให้วงจรเชื่อมโยงหยุดทำงาน

POKE 49345,1 สั่งให้วงจรเชื่อมโยงเริ่มทำงาน

POKE 49346,TL สั่งให้วงจรเชื่อมโยงเก็บข้อมูลเวลาในวงจรตั้งเวลา โดยที่ข้อมูลเวลา TL จะถูกเก็บไว้ที่วงจรเก็บข้อมูล (Latch) ไบท์ต่ำ

POKE 49347,TH สั่งให้วงจรเชื่อมโยงเก็บข้อมูลเวลาในวงจรตั้งเวลา โดยที่ข้อมูลเวลา TH จะถูกเก็บไว้ที่วงจรเก็บข้อมูล ไบท์สูง

POKE 49348,0 หรือ STA $COC4 สั่งให้วงจรเชื่อมโยงส่งสัญญาณไป รีเซท วงจรแปลงรหัสสัญญาณเพื่อให้เริ่มทำการ แปลงสัญญาณใหม่

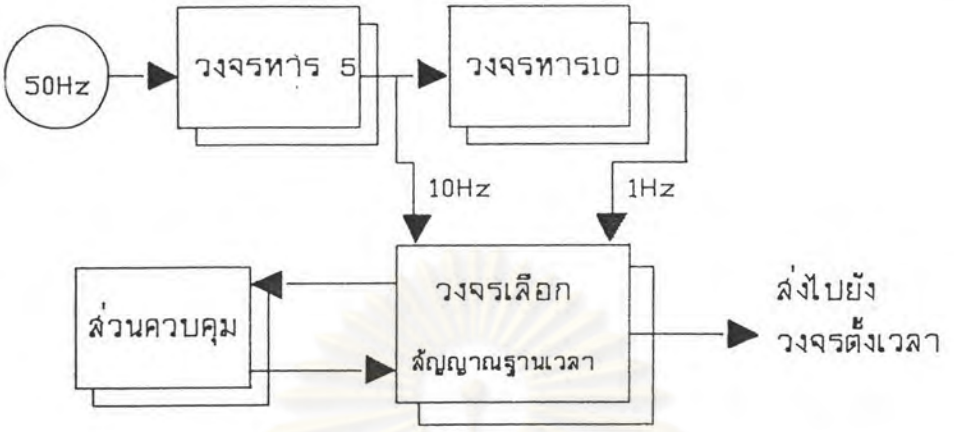
PEEK (49352) สั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลเวลาขณะนั้น จาก วงจรนับถอยหลังไบท์ต่ำ นำมาเก็บในหน่วยความจำ

PEEK (49353) สั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลเวลาขณะนั้น จาก วงจรนับถอยหลังไบท์สูง นำมาเก็บในหน่วยความจำ

LDX $COCA สั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ อ่านข้อมูลเชิงเลขจากวงจร แปลงรหัสสัญญาณ มาเก็บในหน่วยความจำ

ข) วงจรสร้างฐานเวลา (Time Base Circuits) เป็นวงจรซึ่งทำหน้าที่ สร้างสัญญาณความถี่ฐานเวลาเพื่อ

ป้อนให้กับวงจรตั้งเวลา



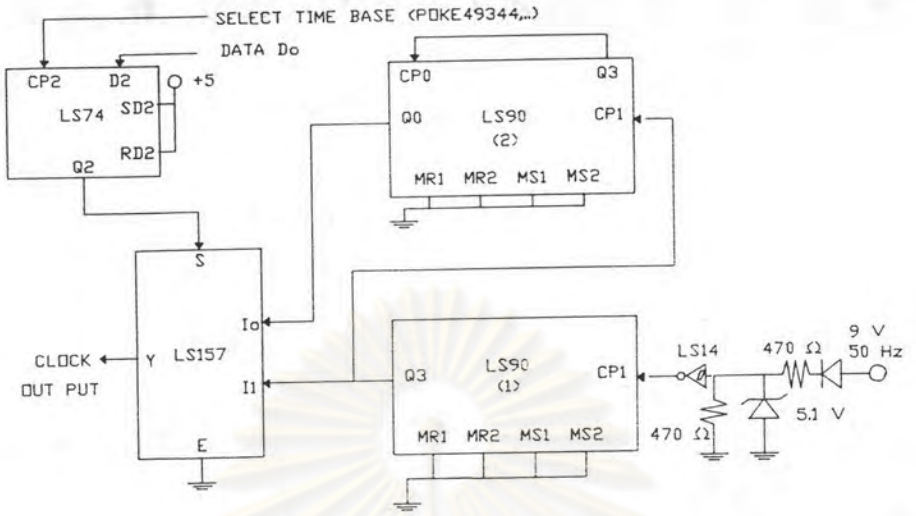
รูปที่ 4.5 แผนภาพการทำงานของวงจรสร้างฐานเวลา

จากรูป 4.5 สัญญาณความถี่ฐานเวลาขนาด 50 Hz จะถูกนำมาหาร 5 และ หาร 10 เพื่อสร้างสัญญาณความถี่ฐานเวลา 2 ขนาด คือ

- สัญญาณความถี่ฐานเวลา 10 Hz ซึ่งมีคาบเวลาเป็น 0.1 วินาที
- สัญญาณความถี่ฐานเวลา 1 Hz ซึ่งมีคาบเวลาเป็น 1 วินาที

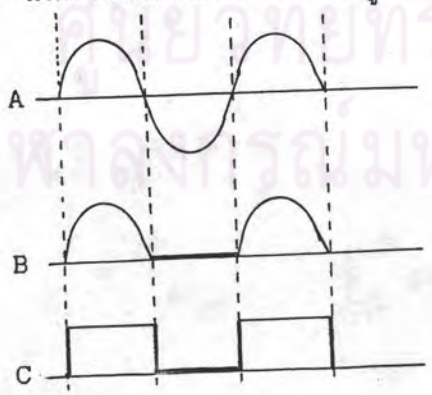
สัญญาณความถี่ฐานเวลาทั้งสองขนาด จะถูกป้อนให้กับวงจรเลือกสัญญาณ (Selector) ซึ่งจะทำหน้าที่เลือกเพียงฐานเวลาเดียวมาใช้ การที่จะเลือกใช้ฐานเวลาใดนั้น ไมโครคอมพิวเตอร์จะทำการเลือกโดยส่งข้อมูลการเลือกมายังวงจรเลือกสัญญาณฐานเวลา โดยผ่านทางวงจรควบคุมดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1.3 ก. สัญญาณฐานเวลาที่ถูกเลือกจะถูกส่งออกไปยังวงจรตั้งเวลา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.6 วงจรสร้างฐานเวลา

จากรูป 4.6 สัญญาณไฟฟ้าสลับ 50 Hz จะถูกลดค่าศักดาไฟฟ้าโดยหม้อแปลง (Transformer) ให้เหลือค่าศักดาไฟฟ้า 9 โวลท์ และเรียงกระแสด้วยไดโอดแบบครึ่งคลื่น สัญญาณจะป้อนผ่านวงจรจำกัดศักดาไฟฟ้าโดยตัวต้านทาน 470 โอห์ม และซีเนอร์ไดโอด 5.1 โวลท์ เพื่อให้ได้ระดับศักดาไฟฟ้าของไอซีทีทีแอล (Transistor Transistor Logic I.C) จากนั้นจึงป้อนเข้ากับวงจรอินเวอร์เตอร์ (Inverter) ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณรูปไซน์ (Sine Wave) ให้เป็นสัญญาณสแควร์ (Square) เพื่อให้เหมาะกับการทำงานภายในระบบดิจิตอล ดังรูป 4.7 แสดงขั้นตอนการเปลี่ยนรูปสัญญาณ A B และ C ตามลำดับ



คลื่นไซน์ 50 ลูกต่อวินาที

พัลซ์ไซน์ 50 ลูกต่อวินาที

คลื่นสแควร์หลังวงจรคลิป

รูป 4.7 การเปลี่ยนสัญญาณรูปไซน์เป็นสแควร์

สัญญาณเอาท์พุทที่ออกจากอินเวอร์เตอร์จะถูกป้อนให้กับไอซีเบอร์ 74LS90 (1) ซึ่งทำหน้าที่เป็นวงจรหาร 5 จะให้เอาท์พุทที่มีความถี่ 10 Hz ซึ่งค่าคาบเวลาเป็น 0.1 วินาที และเอาท์พุทจากไอซีเบอร์ 74LS90 (1) นี้จะถูกป้อนให้กับไอซี 74LS90(2) ซึ่งจะทำหน้าที่เป็นวงจรหาร 10 ทำให้เอาท์พุทมีความถี่ 1 Hz ค่าคาบเวลาเป็น 1 วินาที ดังนั้นในขั้นตอนนี้จะได้สัญญาณที่มีความถี่ฐานเวลา 2 ชุดคือ 10 Hz และ 1 Hz สัญญาณความถี่ฐานเวลาทั้ง 2 นี้จะถูกป้อนให้กับอินพุทของไอซีเบอร์ 74LS157 ซึ่งเป็นไอซีที่ทำหน้าที่เลือกให้สัญญาณใดสัญญาณหนึ่ง ใน 2 สัญญาณความถี่ฐานเวลาไปออกที่เอาท์พุท Y ได้

ในการเลือกสัญญาณความถี่ฐานเวลานั้น ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลการเลือกผ่านทางสายข้อมูล DO โดยสัญญาณควบคุมข้อมูลจะออกมาทางแอดเดรส 49344 อันจะเป็นการทำให้ข้อมูล DO ที่ส่งเข้าขาไอซีเบอร์ 74LS74 และให้ออกทางเอาท์พุทขา Q ซึ่งสัญญาณที่เอาท์พุทขา Q จะยังคงอยู่ในสภาวะนั้นโดยไม่มีการเปลี่ยนแปลง จนกว่าไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลใหม่มาให้

จากตารางการทำงานของไอซีเบอร์ 74LS74 และ 741S157 ในภาคผนวก ข. จะเห็นว่าไอซี 74LS74 จะยอมให้ข้อมูลทางอินพุทขา D ถูกส่งออกไปยังเอาท์พุทขา Q ได้ก็ต่อเมื่อมีการเปลี่ยนสัญญาณลอจิกจาก "0" ไปเป็น "1" ที่ขาอินพุท CP ซึ่งการเปลี่ยนแปลงสัญญาณลอจิกที่อินพุทขา CP นี้เกิดขึ้นเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์มีการใช้เส้นสัญญาณหมายเลข 49344 ในการส่งข้อมูลออก โดยที่วงจรถอดรหัสคำสั่งจะส่งสัญญาณควบคุมมายังขาอินพุท CP ของไอซี 74LS74 เป็นผลให้ข้อมูลที่ถูกส่งออกมาจากไมโครคอมพิวเตอร์ไปออกที่เอาท์พุทขา Q ของ 74LS74 ได้ สำหรับ ไอซี 74LS157 จะทำหน้าที่เลือกข้อมูลทางขาอินพุท I0 และ I1 อันใดอันหนึ่งให้ไปออกทางเอาท์พุทขา Y ได้ โดยจะต้องมีสัญญาณควบคุมจากไอซี 74LS74 มาป้อนให้กับอินพุทขา S ดังนี้

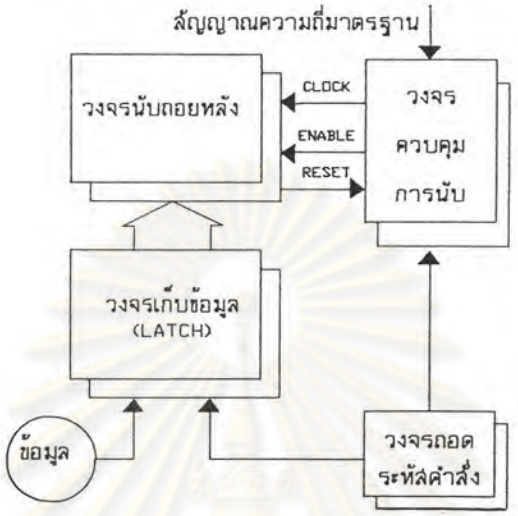
- ขาอินพุท S เป็นลอจิก "0" ทำให้ข้อมูลสัญญาณความถี่ฐานเวลาที่อินพุทขา I0 ไปออกทางเอาท์พุทขา Y
- ขาอินพุท S เป็นลอจิก "1" ทำให้ข้อมูลสัญญาณความถี่ฐานเวลาที่อินพุทขา I1 ไปออกทางเอาท์พุทขา Y

การเลือกสัญญาณความถี่ฐานเวลา

- ถ้าต้องการฐานเวลา 1.0 วินาที ใช้คำสั่ง POKE 49344,0
- ถ้าต้องการฐานเวลา 0.1 วินาที ใช้คำสั่ง POKE 49344,1

ค) วงจรตั้งเวลา (Time Setting Circuits)

เป็นวงจรซึ่งทำหน้าที่ตั้งเวลาที่ใช้ในการวัดรังสี โดยนับสัญญาณความถี่ฐานเวลาที่เข้ามาทางอินพุทของวงจรนับ



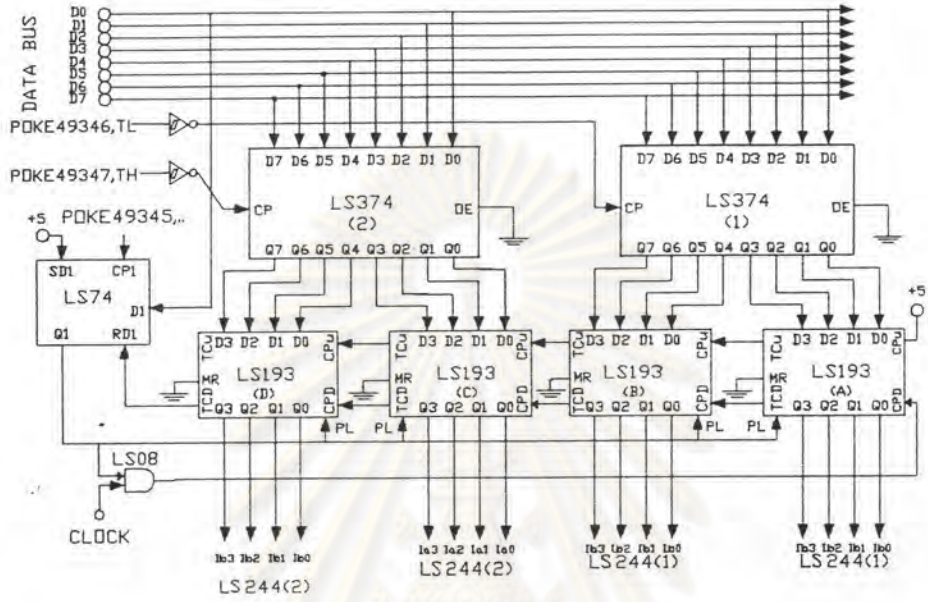
รูป 4.8 แผนภาพวงจรตั้งเวลา

จากแผนภาพวงจรตั้งเวลารูป 4.8 วงจรนับถอยหลังจะนับถอยหลังไปหนึ่งเมื่อมีพัลซ์ของสัญญาณความถี่ฐานเวลาเข้ามา 1 ลูก เมื่อเริ่มทำงานวงจรควบคุมการนับจะให้สัญญาณเอาท์พุท ENABLE มีลอจิก "1" เพื่อสั่งให้วงจรนับเริ่มต้นทำการนับถอยหลัง และเมื่อวงจรนับถอยหลังมีค่านับลดลงเป็นศูนย์ วงจรนับถอยหลังจะส่งสัญญาณลอจิก "0" จากขาเอาท์พุท TCD ของไอซีนับถอยหลังตัวสุดท้าย ป้อนให้วงจรควบคุมการนับ เพื่อเปลี่ยนสัญญาณลอจิกของเอาท์พุท ENABLE เป็น "0" เป็นการสั่งให้วงจรนับสิ้นสุดการนับถอยหลัง

ในการตั้งเวลานับ ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลเชิงเลข มาเก็บไว้ยังส่วนเก็บข้อมูล (Latch) เพื่อให้วงจรนับถอยหลังนำเอาตัวเลขค่าเวลาที่เก็บไว้ในส่วนเก็บข้อมูล มาเป็นค่าที่จะใช้เริ่มต้นนับถอยหลัง

รูป 4.9 เป็นส่วนของวงจรนับถอยหลัง และวงจรควบคุมการนับ วงจรนับถอยหลังใช้ไอซีเบอร์ 74LS193 ซึ่งเป็นวงจรนับที่สามารถนับได้ทั้งเดินหน้าและถอยหลัง ไอซีจะถูกจัดให้เป็นวงจรนับถอยหลัง โดยสัญญาณความถี่ฐานเวลาจะถูกป้อนเข้าทางอินพุทขา CPD ของไอซีตัวแรก (A) ไอซีแต่ละตัวนั้นจะมีขีดความสามารถนับได้ 4 หลักของเลขฐานสอง ดังนั้นเมื่อนำไอซีเบอร์นี้มาต่ออนุกรมกัน

4 ตัว จะทำให้การนับถอยหลังนับได้ถึง 16 หลัก คือสามารถนับได้ถึง 2^{16} หรือ 65535 ดังนั้นวงจรตั้งเวลานี้ สามารถตั้งเวลาให้นับจำนวนสัญญาณความถี่มาตรฐานได้ 65535 ลูก จึงทำให้สามารถกำหนดการตั้งเวลาได้ ตั้งแต่ 0.1 วินาที ถึง 65535 วินาที



รูป 4.9 วงจรตั้งเวลา

ในขณะที่วงจรนับถอยหลังนับได้เป็นศูนย์ เอาท์พุทที่ขา TCD ของไอซีตัวสุดท้าย (D) จะให้ลอจิก "0" สัญญาณเอาท์พุทนี้จะถูกป้อนให้อินพุทขา RD ของไอซีเบอร์ 74LS74 ของวงจรควบคุมการนับ นั่นคือสัญญาณลอจิกของเอาท์พุทขา Q ให้เป็น "0" และสัญญาณลอจิกจากเอาท์พุทขา Q จะถูกป้อนให้กับอินพุทของ AND เกท เพื่อทำการปิดกั้นสัญญาณความถี่มาตรฐานไม่ให้ป้อนเข้าขาอินพุท CPD ของไอซี 74LS193 ตัวแรก (A) อีกต่อไป เป็นการสั่งให้วงจรนับถอยหลังหยุดทำการนับถอยหลัง

สำหรับไอซีเก็บข้อมูลค่าเวลาที่ต้องการตั้งนั้น จะใช้ไอซีเบอร์ 74LS374 ซึ่งเก็บข้อมูลได้ 8 หลักของเลขฐานสอง ดังนั้นเราจึงจำเป็นต้องใช้ไอซี 74LS374 2 ตัว ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลเวลาได้ขนาด 16 หลักของเลขฐานสอง ในขั้นตอนการตั้งเวลานับถอยหลัง ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูลเวลานับผ่านเส้นทางหมายเลข 49346 และ 49347 เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์สั่งการส่งข้อมูลเวลาตั้งนับผ่านช่องหมายเลขดังกล่าวแล้ว ข้อมูลเวลาตั้งนับนั้นจะถูกผ่านมาเก็บที่วงจรเก็บข้อมูล

74LS374 ทั้งสองตัว หลังจากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จึงจะส่งข้อมูลในการสั่งให้วงจรนับถอยหลังเริ่มทำงาน (Start) ช่วงเวลาที่สัญญาณสั่งการเริ่มต้นทำงานยังไม่ได้ส่งมา จะมีการย้ายข้อมูลเวลาจากตัวเก็บข้อมูลไปยังวงจรตั้งนับตลอดเวลา แต่เมื่อใดก็ตามที่สัญญาณเริ่มต้นถูกส่งมาให้กับวงจรนับถอยหลัง และวงจรนับถอยหลังเริ่มนับแล้วก็จะไม่มีการย้ายข้อมูลจากวงจรเก็บข้อมูลไปยังวงจรนับถอยหลังอีก ในการที่ไมโครคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณเริ่มต้นนับออกมา สัญญาณนี้จะถูกป้อนให้กับไอซี 74LS74 จะทำให้เอาท์พุท Q ของไอซี 74LS74 มีสัญญาณลอจิกเป็น "1" ซึ่งสัญญาณลอจิกนี้ จะไปเปิด AND เกท เพื่อปล่อยให้สัญญาณความถี่ฐานเวลา ส่งผ่านเข้าอินพุทขา CPD ของวงจรนับถอยหลัง 74LS193 ตัวแรก ในขณะเดียวกันสัญญาณลอจิก "1" จากเอาท์พุท Q ของ 74LS74 จะถูกป้อนให้กับอินพุทขา PL ของไอซี 74LS193 ทุกตัว เพื่อเป็นการสั่งไม่ให้ไอซี 74LS193 ย้ายข้อมูลตั้งเวลาจากไอซีเก็บข้อมูล 74LS374

การติดต่อกับวงจรตั้งเวลา ไมโครคอมพิวเตอร์จะติดต่อโดยใช้เส้นทางหมายเลข 49345 49346 และ 49347 ซึ่งจะมีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

1 การตั้งเวลานับถอยหลัง ไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องส่งข้อมูลเลขฐานสองออกไปยังวงจรเก็บข้อมูล เพื่อให้วงจรเก็บข้อมูลเวลาป้อนข้อมูลเวลาให้กับวงจรนับถอยหลัง

- POKE 49346,TL
- POKE 49347,TH

ค่าเวลา TL หมายถึง ค่าเวลาที่ต้องการตั้งของไบท์ต่ำ (ข้อมูลเวลา 8 หลักแรก) ของข้อมูลเวลาที่ต้องการตั้ง

ค่าเวลา TH หมายถึง ค่าเวลาที่ต้องการตั้งของไบท์สูง (ข้อมูลเวลา 8 หลักหลัง) ของข้อมูลเวลาที่ต้องการตั้ง

2 การสั่งวงจรนับถอยหลังให้เริ่มทำงาน เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ส่งข้อมูลเพื่อตั้งเวลาเรียบร้อยแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งข้อมูล สั่งให้วงจรนับถอยหลังเริ่มต้นนับถอยหลัง ด้วยคำสั่งดังนี้

- POKE 49345,1

สำหรับการสั่งให้วงจรนับถอยหลังหยุดทำการนับ จะใช้คำสั่งดังนี้

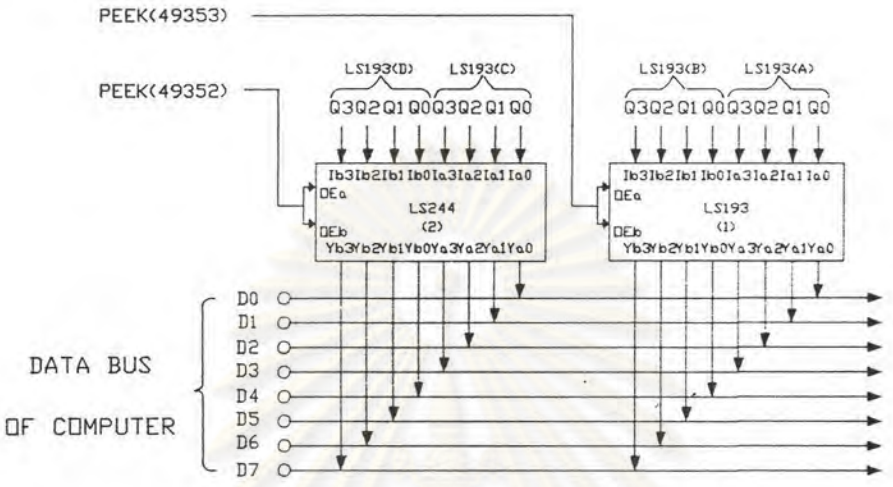
- POKE 49345,0

หลังหยุดทำการนับ จะใช้คำสั่งดังนี้

- POKE 49345,0

ง) วงจรขับสัญญาณข้อมูลเวลา (Time Status Driver)

เป็นวงจรที่ใช้ อ่านข้อมูลเวลาจากวงจรนับถอยหลัง เพื่อให้ ไมโครคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบการทำงานของวงจรนับถอยหลัง



รูป 4.10 วงจรขับสัญญาณข้อมูลเวลา

จากรูป 4.10 ไอซีเบอร์ 74LS244 เป็นวงจรขับสัญญาณแบบ 3 สถานะ เมื่อมีคำสั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลจากวงจรนับถอยหลัง ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณผ่านวงจรถอดรหัสคำสั่งควบคุมการรับส่งข้อมูล และผลสุดท้ายวงจรถอดรหัส จะส่งสัญญาณลอจิก "0" ป้อนให้ไอซี 74LS244 ที่ขา OEa และ OEb เป็นผลให้ไอซี 74LS244 ขับสัญญาณอินพุท Ia0-Ia3 Ib0-Ib3 ซึ่งถูกส่งมาจากเอาท์พุทของวงจรนับถอยหลัง 74LS193 โดยที่ไอซี 75LS244 ขับสัญญาณนั้นออกมาทางเอาท์พุท Ya0-Ya3 Yb0-Yb3 เพื่อให้ไมโครคอมพิวเตอร์รับข้อมูลเวลานั้นไปเก็บในหน่วยความจำต่อไป

ในการติดต่อกับวงจรขับสัญญาณข้อมูลเวลา ไมโครคอมพิวเตอร์จะติดต่อรับข้อมูลทางแอดเดรส 59352 และ 49353 ดังนี้

- PEEK (49353)
- PEEK (49352)

สำหรับคำสั่ง PEEK (49353) เป็นการรับหรืออ่านข้อมูลเวลานับถอยหลัง 8 หลักแรก หรือที่เรียกว่า ไบท์ต่ำ

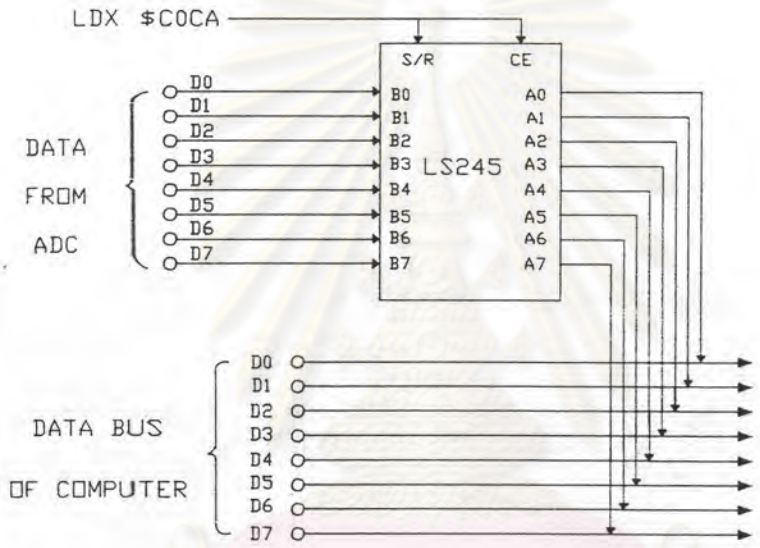
ส่วนคำสั่ง PEEK (49352) เป็นการรับหรืออ่านข้อมูลเวลานับถอยหลัง 8 หลักหลัง หรือที่เรียกว่า ไบท์สูง

ดังนั้นค่าเวลาที่ไมโครคอมพิวเตอร์ อ่านได้จะมีค่าเป็น

- PEEK (49352)*256+PEEK (49353)

จ) วงจรขับสัญญาณข้อมูลจากวงจรเปลี่ยนรหัสสัญญาณ (ADC Data Buffer Circuits)

เป็นวงจรซึ่งทำหน้าที่คอยขับสัญญาณข้อมูลรหัสจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ ถูกสั่งให้อ่านข้อมูลรหัสสัญญาณจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ



รูป 4.11 วงจรขับสัญญาณทางบัสข้อมูล

รูป 4.11 เป็นวงจรขับสัญญาณข้อมูลรหัสความสูงของพัลซ์จากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ ขั้นตอนการทำงานเริ่มเมื่อมีพัลซ์จากหัววัดรังสี ส่งเข้าวงจรวัดความสูงของพัลซ์ (Peak Detector) เพื่ออ่านค่าความสูงของพัลซ์ในลักษณะของสัญญาณอนาลอกเดียว จากนั้นสัญญาณอนาลอกจะถูกป้อนให้กับวงจรแปลงรหัสสัญญาณ เมื่อวงจรแปลงรหัสสัญญาณทำการแปลงสัญญาณสำเร็จ ก็จะส่งสัญญาณลอจิก "1" ออกมา จากนั้นสัญญาณลอจิกก็จะถูกป้อนให้ขาอินพุทของ AND เกท และผ่านวงจรอินเวอร์เตอร์ เพื่อเปลี่ยนสัญญาณลอจิกให้เป็น "0" ต่อไปสัญญาณลอจิกนี้จะถูกป้อนให้กับขา NMI ในช่องเสียบหมายเลข 4 เพื่อสั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำการขัดจังหวะ (Interrupt) คือหยุดทำงานตามโปรแกรมเดิม ให้ย้ายไปทำงาน

โปรแกรมย่อย ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำหน้าที่สั่งการให้ไมโครคอมพิวเตอร์ เก็บข้อมูลรหัสความสูงของพัลซ์จากวงจรแปลงสัญญาณ โดยผ่านวงจรขับสัญญาณบัสข้อมูล

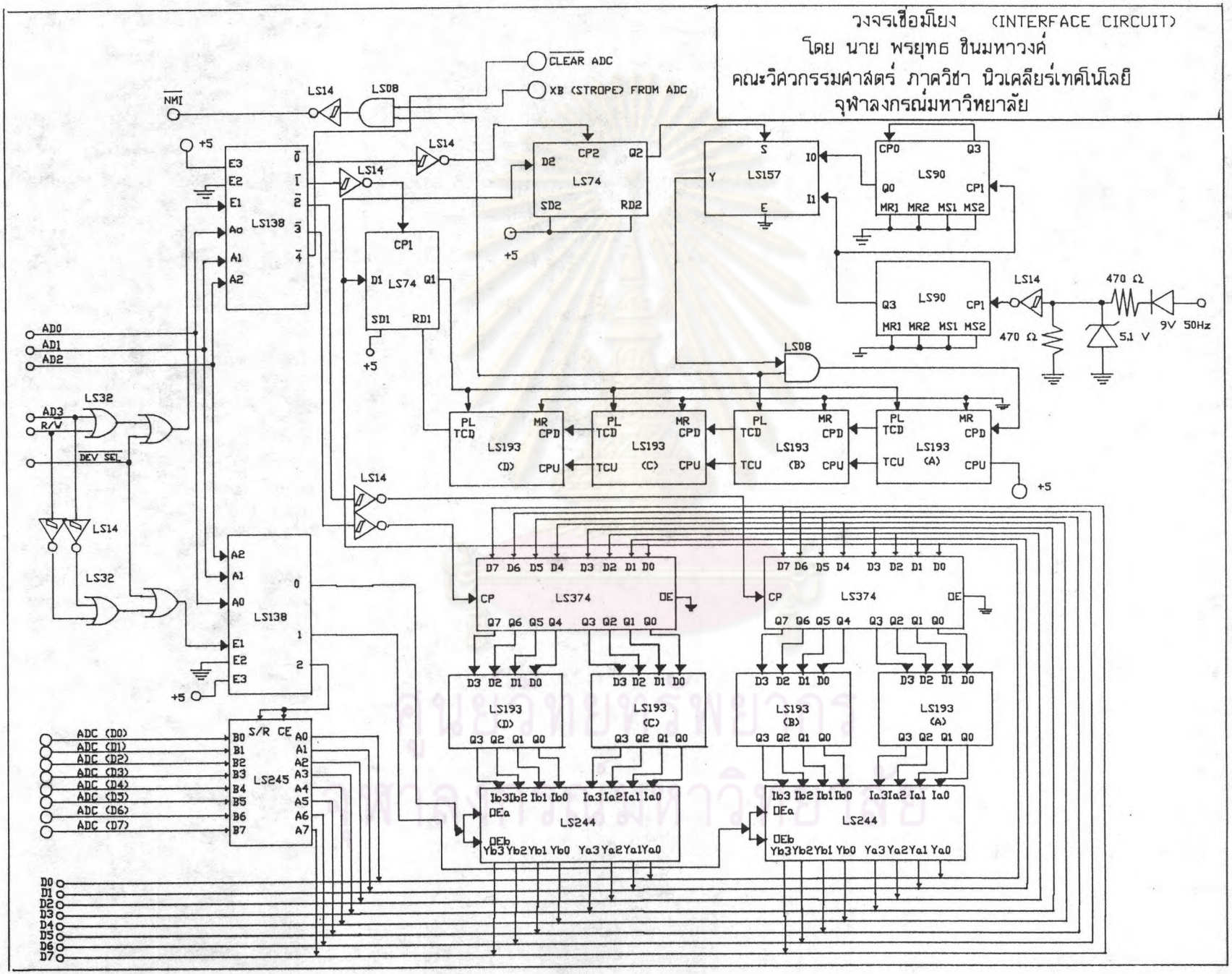
ในการติดต่อกับวงจรขับสัญญาณบัสข้อมูลนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์จะติดต่อทางแอดเดรส $COCA(49354) โดยใช้คำสั่งดังนี้

- LDA $COCA

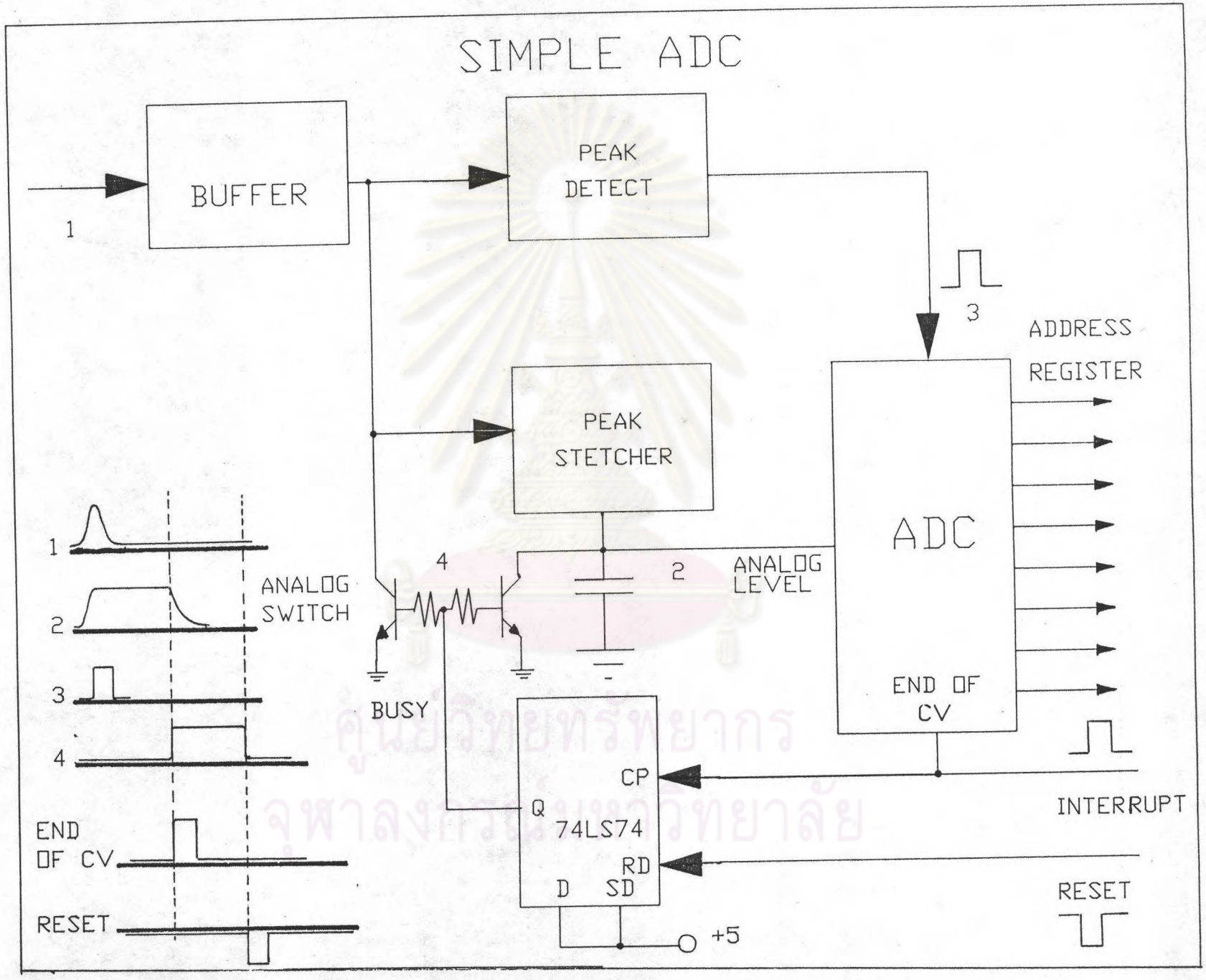
หมายถึง คำสั่งภาษาแอสเซมบลี ที่สั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์อ่านข้อมูลทางแอดเดรส $COCA(49354) และนำข้อมูลที่อ่านได้ไปเก็บในหน่วยความจำชนิดที่พักข้อมูลชั่วคราว หรือแอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulator) หลังจากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะย้ายข้อมูลจากแอคคิวมูเลเตอร์ ไปเก็บในหน่วยความจำที่จัดไว้สำหรับการกระจายข้อมูลรหัสความสูงของพัลซ์

จากวงจรย่อยทั้งหมดเมื่อนำมาเชื่อมต่อกันจะเป็นวงจรเชื่อมโยงสัญญาณระหว่างไมโครคอมพิวเตอร์กับวงจรแปลงรหัสสัญญาณ แสดงในรูป 4.12

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.12 วงจรเชื่อมโยงสัญญาณ



รูป 4.13 แผนภาพวงจรแปลงรหัสสัญญาณแบบซัคเซสซีพแอพพรอกซิเมชัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ระบบวิเคราะห์ความสูงของพัลซ์จะทำงานตามขั้นตอนได้ถูกต้อง ก็ต่อเมื่อมีการควบคุมกระบวนการทางบัสควบคุม และบัสข้อมูล จากไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านวงจรเชื่อมโยง ชุดโปรแกรมที่ใช้สั่งงาน แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

ก) โปรแกรมสำหรับการวัด "MEASUREMENT"

ข) โปรแกรมสำหรับเรียกข้อมูล "RETRIEVE"

ชุดโปรแกรมที่ออกแบบขึ้น เลือกใช้คีย์สำหรับสั่งงานต่าง ๆ คือ

S = หยุดการรับข้อมูลจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ

N = แสดงเมนูสำหรับเลือกการทำงาน

U = เลื่อนสเกลแสดงผลขึ้น

D = เลื่อนสเกลแสดงผลลง

A = จัดสเกลอัตโนมัติ

L = เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้ายครั้งละ 1 ช่องวัด

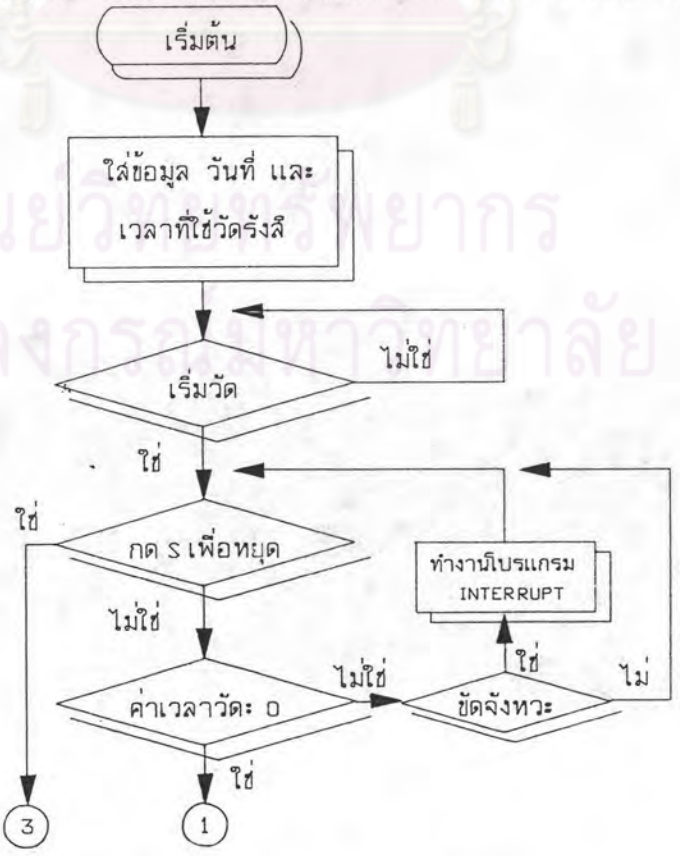
R = เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวาครั้งละ 1 ช่องวัด

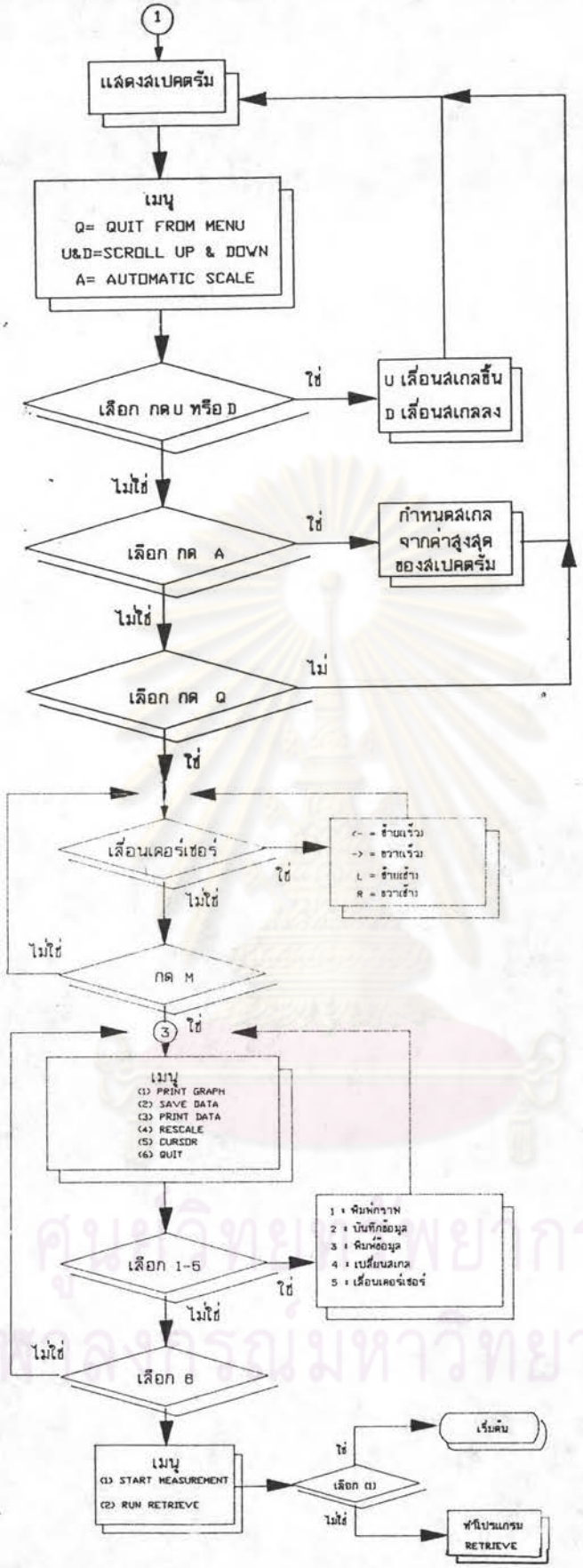
<-= เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางซ้ายเร็วและต่อเนื่อง

->= เลื่อนเคอร์เซอร์ไปทางขวาเร็วและต่อเนื่อง

การทำงานของโปรแกรมแสดงในโฟลวชาร์ทที่ 4.2.1 และ 4.2.2

4.2.1 โฟลวชาร์ทของโปรแกรมการวัด "MEASUREMENT"





รูป 4.14 โฟลวชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมการวัด

จากโฟลวชาร์ทของโปรแกรมการวัด เริ่มจากไมโครคอมพิวเตอร์จะถูกสั่งให้อ่านโปรแกรมย่อยภาษาแอสเซมบลี (Assembly) ชื่อ "INTERRUPT" จากจานบันทึกข้อมูลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำโดยเริ่มต้นที่แอดเดรส $800 โดยคำสั่ง PRINT D$;"BLOAD INTERRUPT,A$800"

ต่อจากนั้นจะเป็นการกำหนดให้ผู้ใช้ใส่ข้อมูล วันที่ เดือน ปี และข้อมูลเวลาตั้งวัด ในกรณีของเวลาตั้งวัดนี้ ไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องนำข้อมูลเวลาไปเก็บไว้ในวงจรเก็บข้อมูล เพื่อใช้ในการตั้งเวลาให้กับวงจรนับถอยหลัง คำสั่งควบคุมการนำข้อมูลออกมาเก็บไว้ในส่วนเก็บข้อมูลมีดังนี้

- POKE 49346,TL
- POKE 49347,TH

โดยที่ค่าข้อมูล TL คือค่าข้อมูลเวลาในไบท์ต่ำ และค่าข้อมูล TH คือค่าข้อมูลเวลาในไบท์สูง ขั้นตอนต่อไปของโปรแกรมซึ่งนับว่าเป็นขั้นตอนที่สำคัญ คือ ขั้นตอนของการอ่านข้อมูลรหัสความสูงของพัลซ์จากวงจรแปลงสัญญาณ มาสะสมไว้ในหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ ช่วงการทำงานนี้จะเป็นการทำงานในลักษณะลูป (Loop) โดยที่ผู้ใช้สั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์เริ่มทำการวัด ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณควบคุม ไปยังวงจรถอดรหัสเพื่อสั่งการเปิด AND เกท และยอมให้สัญญาณขอขัดจังหวะ (Interrupt) จากวงจรแปลงรหัสสัญญาณผ่านไปยังขา NMI ของช่องเสียบหมายเลข 4 ขณะเดียวกันสัญญาณควบคุมนั้น จะสั่งให้วงจรนับถอยหลังเริ่มทำงานด้วย ต่อจากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะทำงานตามคำสั่งในลูปโดยที่ไมโครคอมพิวเตอร์จะคอยตรวจสอบดูว่าจะมีสัญญาณควบคุมใดเกิดขึ้นดังนี้

ก) เมื่อมีสัญญาณขอขัดจังหวะ จากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ (หมายถึงว่า วงจรแปลงรหัสสัญญาณได้แปลงสัญญาณอนาลอกจากวงจรวัดค่าความสูงของพัลซ์ให้เป็นสัญญาณเชิงเลขเรียบร้อยแล้ว) โดยสัญญาณขัดจังหวะซึ่งมีลอจิกเป็น "0" นี้จะถูกส่งผ่านไปยังขา NMI ของช่องเสียบหมายเลข 4 จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะหยุดทำงานตามคำสั่งในลูปของโปรแกรม "MEASUREMENT" แต่ไมโครคอมพิวเตอร์จะไป ตรวจสอบข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำชนิดรอม ที่แอดเดรส $FFFA และ $FFFB ซึ่งจะมีข้อมูลเป็น $FB และ $03 ตามลำดับ นั่นคือที่แอดเดรส $FFFA และ $FFFB นี้จะชี้ ให้ไมโครคอมพิวเตอร์ย้ายไปทำงานตามคำสั่งในแอดเดรส $03FB

ที่หน่วยความจำชนิดแรม แอดเดรส $03FB(1019) $03FC(1020) และ $03FD(1021) นั้นเมื่อเริ่มต้นคำสั่งในโปรแกรม "MEASUREMENT" ได้มี

การใส่ข้อมูลคำสั่งในแอดเดรสทั้ง 3 เป็นดังนี้

- POKE 1019,76 ค่า 76(\$4C) คือคำสั่ง JMP
- POKE 1020,0 ค่า 0(\$00) คือแอดเดรสไบท์ต่ำ \$00
- POKE 1021,8 ค่า 8(\$08) คือแอดเดรสไบท์สูง \$08

จากข้อมูลคำสั่งทั้ง 3 แอดเดรสนั้นเป็นการสั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์ย้ายไปทำงานในโปรแกรมย่อย "INTERRUPT" เมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานตามคำสั่งในโปรแกรมย่อยเสร็จ ไมโครคอมพิวเตอร์จะกลับมาทำงานในลูปของโปรแกรม "MEASUREMENT" ต่อ ลักษณะการทำงานดังกล่าวข้างต้นจะเกิดขึ้นอีกเมื่อใดก็ตามที่มีสัญญาณขอขัดจังหวะจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ หลังจากที่วงจรแปลงสัญญาณทำการแปลงรหัสสัญญาณเสร็จเรียบร้อยทุกครั้ง

ลักษณะการทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อมีสัญญาณขอขัดจังหวะส่งผ่านมายังขา NMI ดังตาราง 4.5

ตาราง 4.5 ลักษณะการทำงานเมื่อมีสัญญาณการขอขัดจังหวะ

ชนิดหน่วยความจำ	แอดเดรส	ข้อมูล	หมายเหตุ
RAM	\$03FB(1019)	\$4C(76)	ข้อมูล 4C เป็นคำสั่ง JMP
	\$03FC(1020)	\$00(0)	เป็นแอดเดรสที่ให้ย้ายไปทำงาน
	\$03FD(1021)	\$08(8)	
		.	
		.	
	\$800	.	
		.	
		.	
	\$D000	.	
		.	
ROM		.	
	\$FFFA	\$FB	ชี้ให้ไปทำงาน ณ ตำแหน่งแอดเดรส \$03FB
	\$FFFB	\$03	

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ข) เมื่อมีการกดแป้นพิมพ์ "S" ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณควบคุมการทำงานผ่านวงจรถอดรหัส เพื่อสั่งให้บิด AND เกทซึ่งเป็นผลให้สัญญาณขอขัดจังหวะจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ ไม่สามารถผ่านไปยังขา NMI ของช่องเสียบหมายเลข 4 ได้ นั่นคือสั่งให้วงจรแปลงสัญญาณหยุดทำงานไมโครคอมพิวเตอร์เองก็หยุดทำการรับข้อมูล ขณะเดียวกันก็จะทำงานออกนอกลูปไปทำงานตามขั้นตอนต่อไป

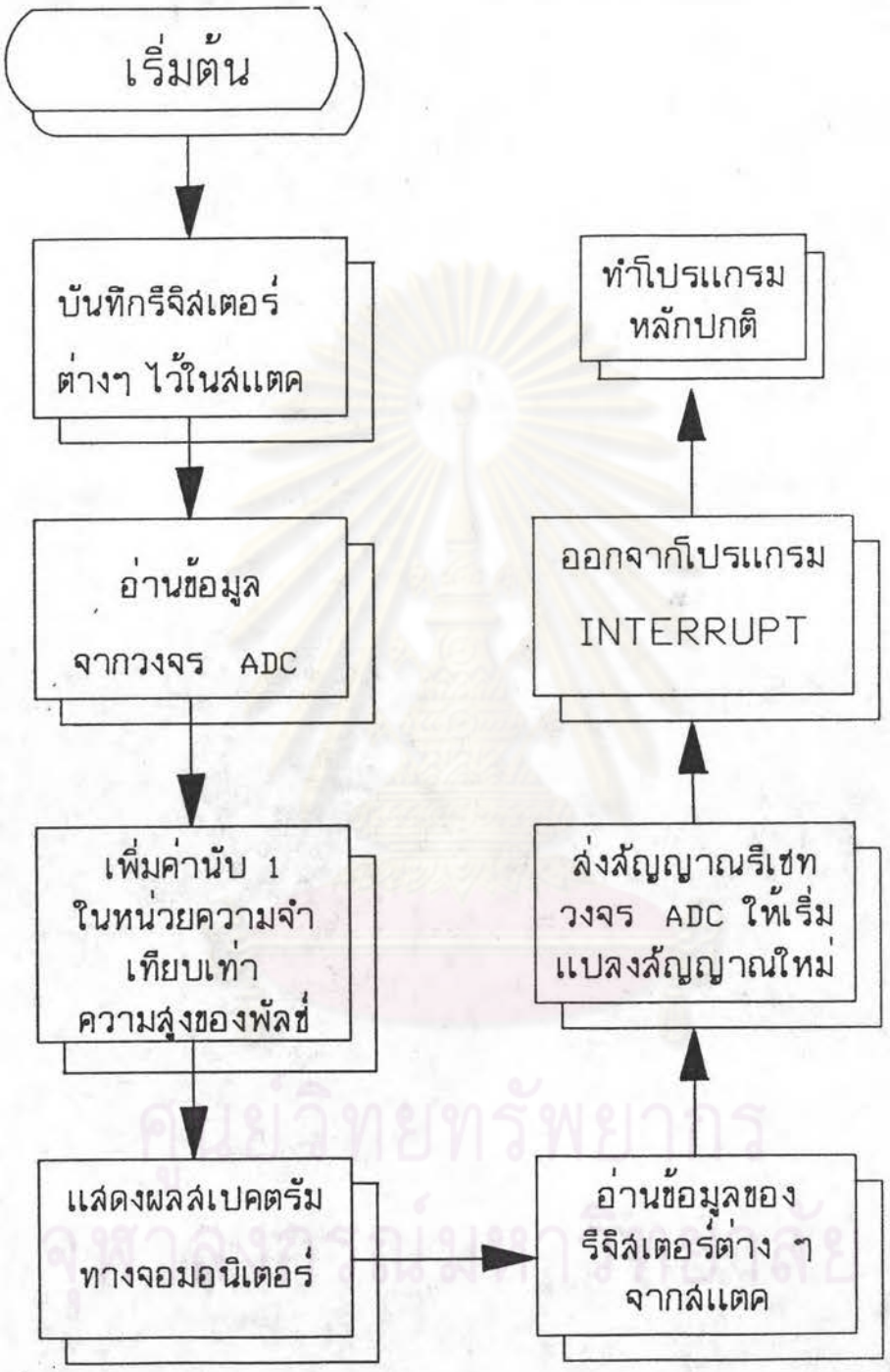
ค) ตรวจสอบดูว่าสัญญาณข้อมูลเวลานับ จากวงจรนับถอยหลังมีค่าเป็นศูนย์หรือไม่ ซึ่งการอ่านข้อมูลเวลาจะใช้คำสั่งดังนี้

```
ET = PEEK(49352)*256+PEEK(49353)
```

ถ้าไมโครคอมพิวเตอร์อ่านค่า ET ได้เท่ากับ ศูนย์ แสดงว่าวงจรนับถอยหลังนั้นนับได้ถึงศูนย์นั่นหมายความว่าหมดเวลาตั้งวัด วงจรนับถอยหลังจะส่งสัญญาณควบคุม ไปยัง AND เกทเพื่อปิดกั้นไม่ให้สัญญาณขอขัดจังหวะ จากวงจรแปลงรหัสสัญญาณส่งผ่านไปยังขา NMI ของช่องเสียบหมายเลข 4 เป็นการหยุดรับข้อมูลจากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ ไมโครคอมพิวเตอร์ก็จะทำงานออกนอกลูป และนำข้อมูลที่สะสมได้มาประมวลผลต่อไป

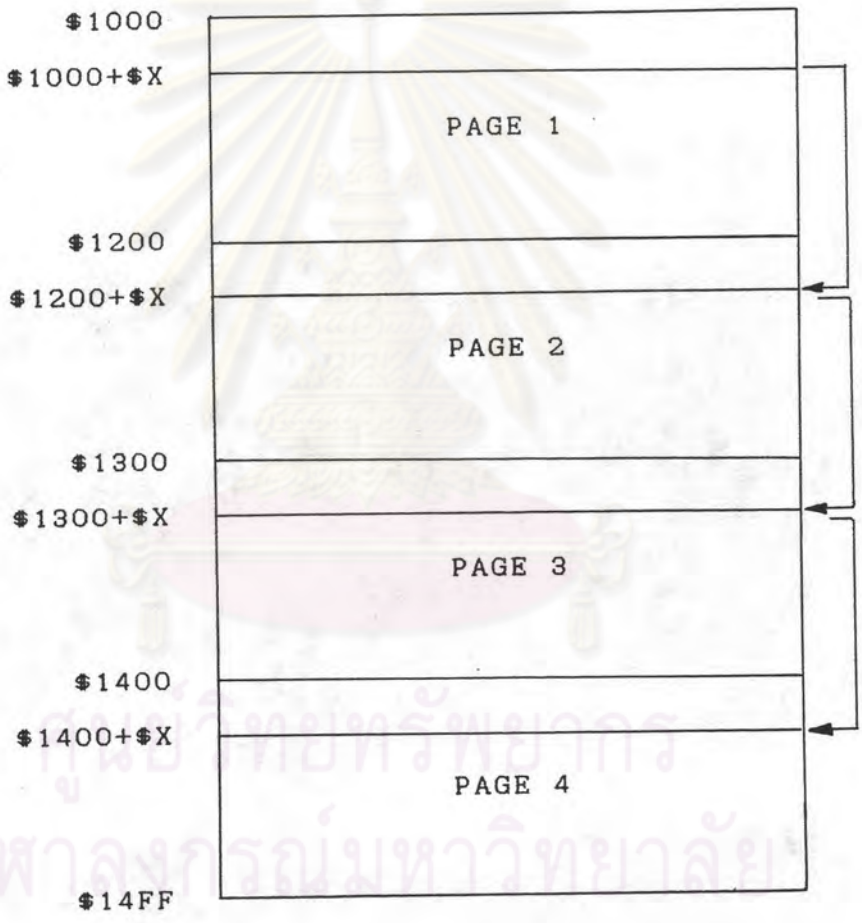
โปรแกรมย่อย "INTERRUPT" มีขั้นตอนการทำงานตามโฟลวชาร์ทในรูป 4.15 ซึ่งเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลี

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.15 โฟลวชาร์ทแสดงขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมย่อย "INTERRUPT"

หลังจากที่ไมโครคอมพิวเตอร์ได้บันทึกข้อมูลในรีจิสเตอร์ (Register) ต่างๆโดยนำไปเก็บไว้ในสแตค ไมโครคอมพิวเตอร์จะอ่านข้อมูลรหัสความสูงของพัลซ์จากวงจรแปลงรหัสสัญญาณ โดยผ่านแอดเดรส $COCA(49354) มาเก็บไว้ที่รีจิสเตอร์ X ดังนั้นที่รีจิสเตอร์ X จะมีข้อมูลรหัสเลขฐานสองของความสูงของพัลซ์ (ซึ่งมีค่า 0-255) จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะไปเพิ่มค่านับสะสมครั้งละ 1 ที่แอดเดรส $1000+X โดยที่ค่า X คือค่าข้อมูลจากรีจิสเตอร์ X (มีค่า 0-255) แอดเดรสของหน่วยความจำที่ถูกใช้เก็บสะสมค่านับของข้อมูลรหัสความสูงของพัลซ์ที่ถูกอ่านเข้ามาดังแสดงในรูป 4.16



รูป 4.16 การจัดหน่วยความจำเพื่อใช้สะสมค่านับของข้อมูล

จากรูป 4.16 หน่วยความจำในแต่ละ PAGE มีได้ถึง 256 ตำแหน่ง นั่นคือ

PAGE 1 คือ แอดเดรสระหว่าง $1000-$10FF

PAGE 2 คือ แอดเดรสระหว่าง $1200-$12FF

PAGE 3 คือ แอดเดรสระหว่าง $1300-$13FF

PAGE 4 คือ แอดเดรสระหว่าง $1400-$14FF

ในแต่ละแอดเดรสสามารถสะสมค่านับของสัญญาณรหัสความสูงของพัลซ์ได้สูงสุด $FF(255) ในกรณีที่แอดเดรสใดแอดเดรสหนึ่งใน PAGE 1 สะสมข้อมูลค่านับเกิน $FF(255) ไมโครคอมพิวเตอร์จะทดค่า 1 ไปไว้ใน PAGE 2 และเก็บใน PAGE 3 ในกรณีที่ใน PAGE 2 เก็บค่านับเกิน $FF(255) ดังนั้นไมโครคอมพิวเตอร์สามารถเก็บสะสมค่านับในแต่ละค่าความสูงของพัลซ์ได้สูงสุดคือ

256+256*256+256*256*256+256*256*256*256

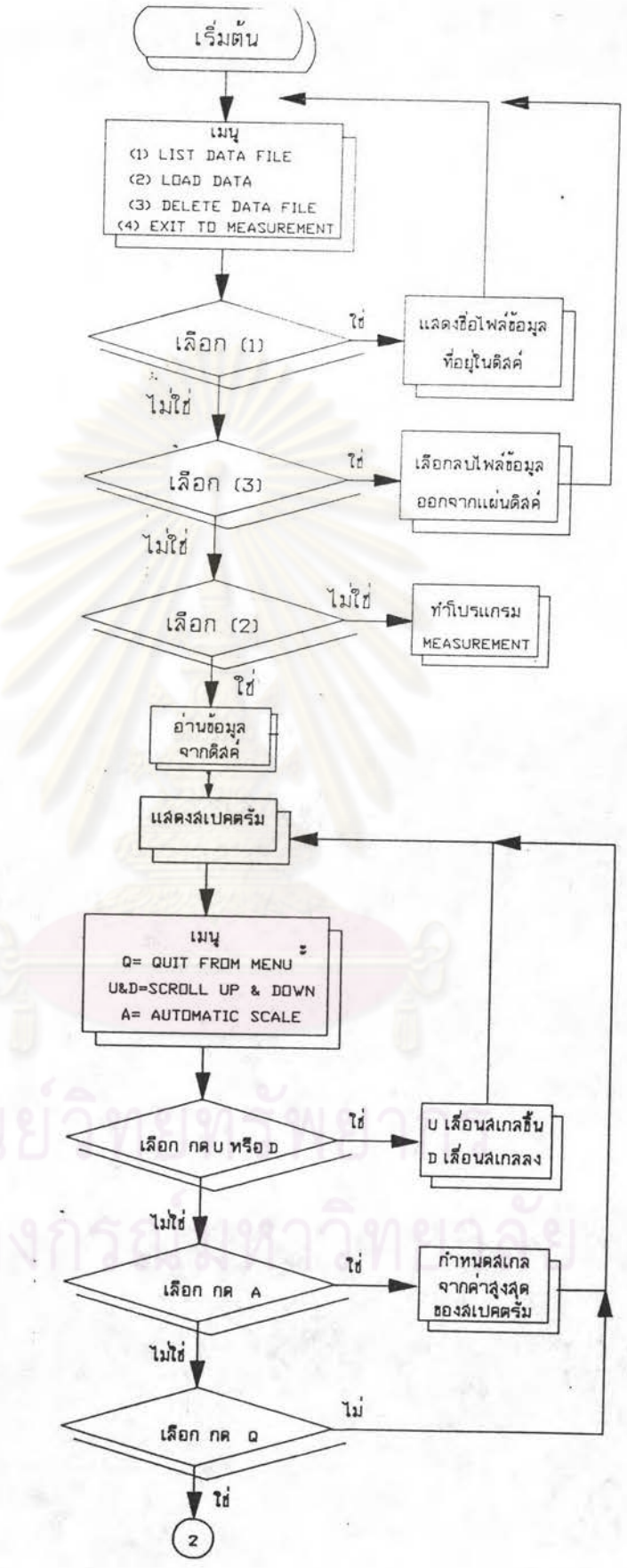
นั่นคือไมโครคอมพิวเตอร์สามารถเก็บสะสมค่านับของสัญญาณรหัสความสูงของพัลซ์ได้สูงสุด 4,312,910,304 ค่านับ

หลังจากที่นำข้อมูลสัญญาณรหัสจากวงจรแปลงสัญญาณไปเพิ่มค่านับในหน่วยความจำแล้ว ไมโครคอมพิวเตอร์จะแสดงรูปกราฟทางจอภาพ หรือมอนิเตอร์ (Monitor) ต่อมาไมโครคอมพิวเตอร์จะย้ายข้อมูลในสแตคมาไว้ที่รีจิสเตอร์ตามเดิม เสร็จแล้วไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณควบคุมทางแอดเดรส $COCA เพื่อสั่งให้วงจรแปลงรหัสสัญญาณเริ่มทำการแปลงสัญญาณของพัลซ์ที่เข้ามาใหม่

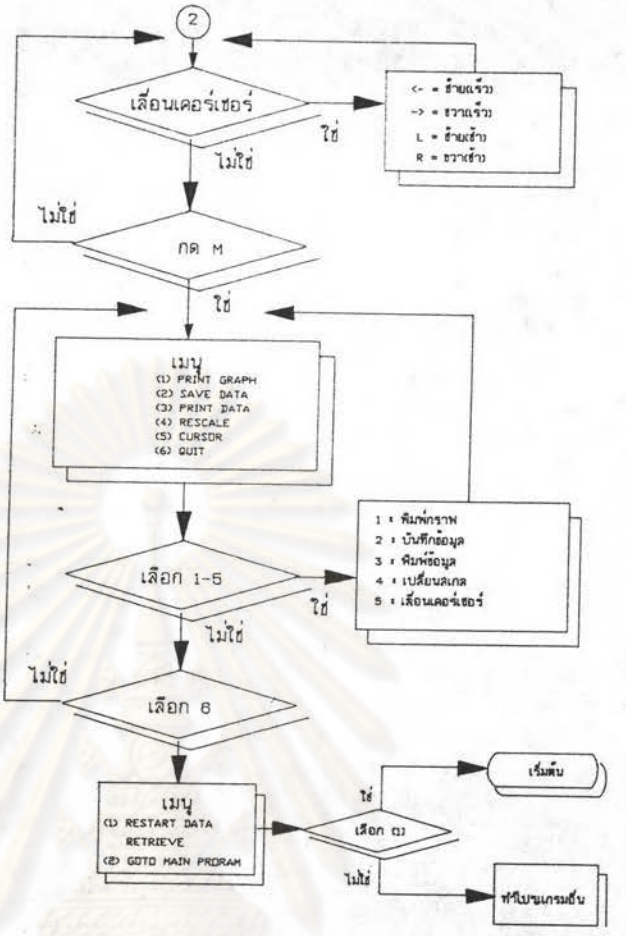
4.2.2 โปรแกรมสำหรับเรียกข้อมูล "RETRIEVE"

การทำงานของโปรแกรมเรียกข้อมูล "RETRIEVE" จะมีขั้นตอนการอ่านและเลือกข้อที่ถูกเก็บไว้ในจานบันทึกข้อมูล นอกจากนี้การทำงานของโปรแกรมเรียกข้อมูลจะคล้ายกับการทำงานในโปรแกรมการวัด แต่เนื่องจากขีดจำกัดของหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ จึงได้แยกโปรแกรมนี้ต่างหาก เพื่อความสดวกในการเลือกใช้งานต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูป 4.17 โฟลวชาร์ทของโปรแกรมเรียกข้อมูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย