หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบระบบควบคุมและโปรแกรมสำเร็จรูป

3.1 ข้อมูลพื้นฐานสำหรับการออกแบบระบบควบคุม

ในการวิจัยนี้ข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการออกแบบอาศัยการจำลองระบบซึ่งมีใช้ในกระบวนการผลิตทางอุตสาหกรรมให้มีขนาดเล็ก เพื่อนำผลการวิจัยนี้ไปใช้ในการควบคุมปริมาตรของการผสมวัตถุดิบ และควบคุมระดับของวัตถุดิบสำรองในถัง โดยกำหนดลักษณะเฉพาะดังนี้

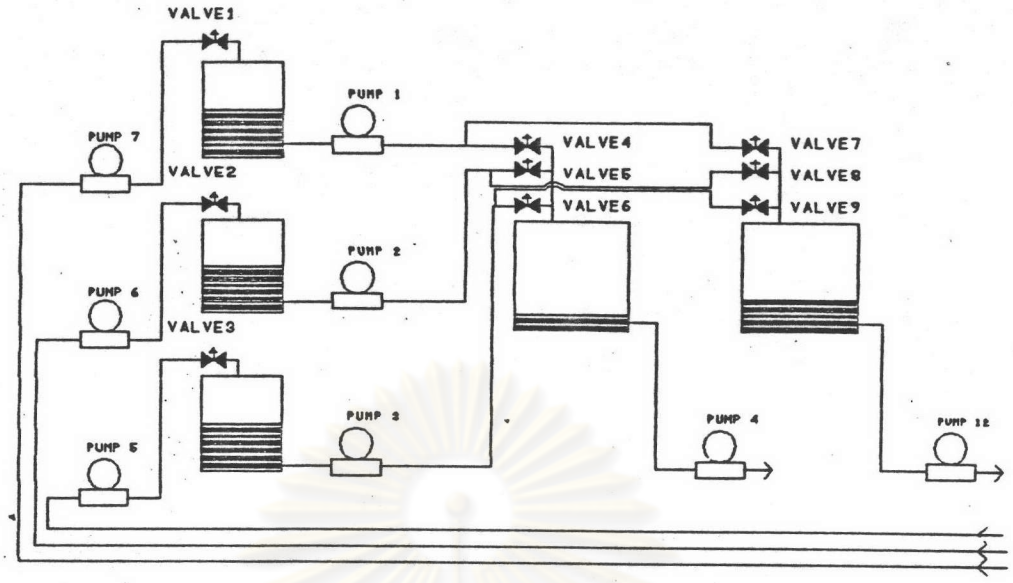
3.1.1 ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ชนิด 8 บิตเป็นศูนย์กลางการประมวลผล ในการวิจัยนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แอปเปิลทูพลัสคอมแพททิเบิล (Apple II Plus Compatible)

3.1.2 ระบบตรวจวัดระดับของเหลวใช้เทคนิคทางการส่งผ่านรังสีแกมมาแบ่งออกเป็น 2 ชุดดังนี้

3.1.2.1 ระบบตรวจวัดระดับของเหลวในถังผสมวัตถุดิบ 2 ถังใช้หลักการวัดแบบส่งผ่านรังสีแนวตั้งเพื่อให้สามารถวัดระดับได้อย่างต่อเนื่อง ใช้หัววัดรังสีแบบโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม) ขนาด 2" x 2" ต้นกำเนิดรังสีซีเซียม-137

3.1.2.2 ระบบตรวจวัดระดับของเหลวในถังสำรองวัตถุดิบ 3 ถัง ใช้หลักการวัดแบบส่งผ่านรังสีด้านข้าง 2 ระดับ เพื่อการควบคุมความต่างระดับบนและล่าง ใช้หัววัดแบบไกเกอร์มุลเลอร์ ถังละ 2 ชุด รวม 6 ชุด

3.1.3 สามารถแสดงสภาวะการทำงานของอุปกรณ์ควบคุมการเปิดปิดของเหลวอุปกรณ์ที่ต้องการให้แสดงสภาวะการทำงานมี เครื่องสูบ 3 ชุด โซลีนอยด์วาล์ว (Solenoid valve) 9 ชุด สามารถต่อเพิ่มเติม ภายหลัง แผนภาพการต่ออุปกรณ์ควบคุมการไหลของของเหลวแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุมการไหลของของเหลวในระบบ

3.1.4 สามารถแสดงปริมาณของของเหลวในถังผสมได้อย่างต่อเนื่อง พร้อมเส้นแสดงระดับที่เลือกไว้ทั้ง 3 ตำแหน่ง

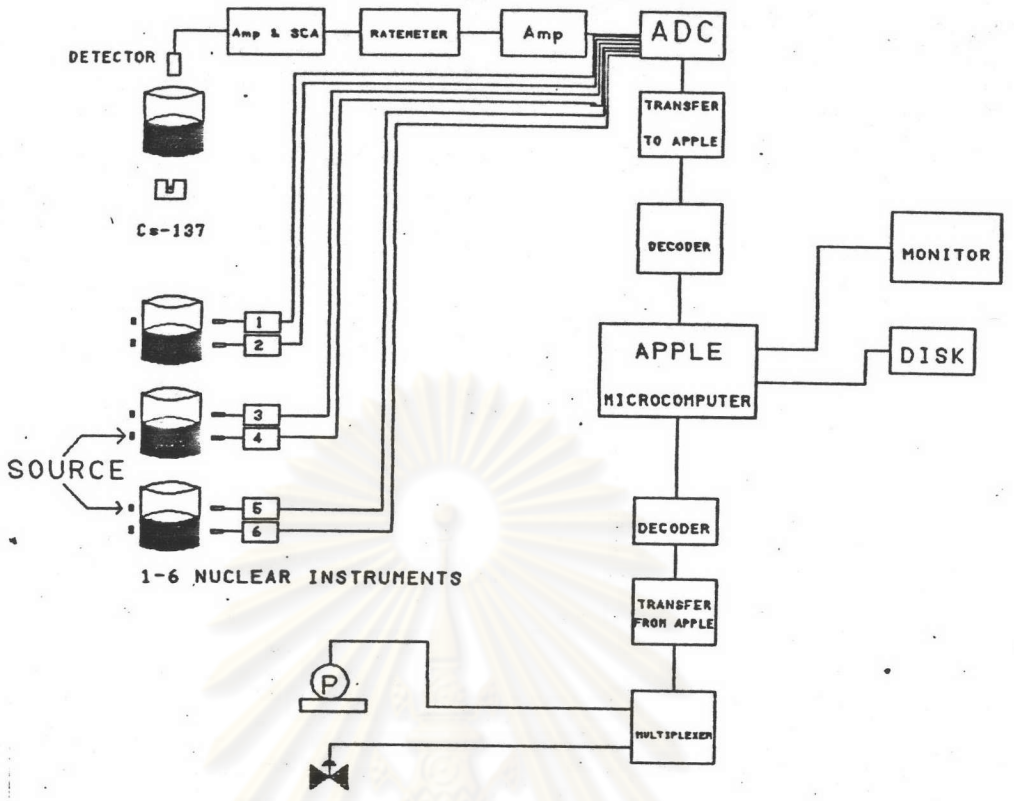
3.1.5 สามารถใช้ควบคุมระดับของเหลวได้ 3 ชนิด โดยใช้หลักการปรับเทียบระดับของเหลวนั้น ก่อนการใช้งาน

3.1.6 สามารถกำหนดวงรอบการทำงานของเครื่องควบคุมระดับมี 2 แบบ คือ ทำงานแบบต่อเนื่อง และ ทำงานครั้งเดียว

3.1.7 สามารถรายงานผลออกทางเครื่องพิมพ์และจอภาพได้

3.2 แผนภาพการทำงานของระบบควบคุมระดับของเหลว

จากข้อมูลในข้อที่ 3.1 สามารถกำหนดแผนภาพการทำงานของระบบควบคุมระดับของเหลวดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนภาพของระบบควบคุมระดับของเหลว

จากรูปที่ 3.2 แผนภาพของระบบควบคุมระดับของเหลวประกอบด้วยระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 1 และ 2 วงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข (Analog to Digital Converter) วงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ วงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ วงจรมัลติเพล็กเซอร์ และวงจรควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

ระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 1 จะส่งสัญญาณวัดขนาด 0-100 มิลลิโวลต์ ซึ่งแปรเปลี่ยนสัมพันธ์กับระดับของเหลวในถังผสมให้แก่วงจรขยาย เพื่อขยายสัญญาณให้มีขนาดที่เหมาะสมที่วงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลขสามารถประมวลผลได้อย่างถูกต้องคือ 0-5 โวลต์ การรับสัญญาณออกแบบให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานแบบฟรีรันนิ่ง (Free running) กล่าวคือมีการเปลี่ยนสัญญาณเชิงเส้นเป็นสัญญาณเชิงเลขตลอดเวลาแล้วส่งข้อมูลให้แก่ วงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ วงจรนี้จะทำงานเมื่อไมโครคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณควบคุม 4 ชุด คือ สัญญาณ Read/Write สัญญาณนาฬิกา ϕ_1 สัญญาณ Q_3 ที่มีความถี่ของสัญญาณนาฬิกาเป็น 1.02 ล้านเฮิร์ต และ 2.04 ล้านเฮิร์ตตามลำดับ และสัญญาณ Device select ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณเหล่านี้ ก็ต่อเมื่อถูกสั่งจากโปรแกรมควบคุมระบบให้มีการรับข้อมูลเพื่อนำไปประมวลผลระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 จะส่งสัญญาณที่มีสถานะเป็น 0 โวลต์และ 5 โวลต์

016942

ให้แก่วงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข ซึ่งการควบคุมการรับสัญญาณสู่ไมโครคอมพิวเตอร์เหมือนกับการทำงานของระบบวัดนิวเคลียร์ที่ 1 ต่างกันที่รหัสเรียก

วงจรควบคุมการส่งข้อมูลมีการเชื่อมโยงสัญญาณดังนี้ เมื่อโปรแกรมควบคุมระบบสั่งให้ไมโครคอมพิวเตอร์รับข้อมูลให้แก่วงจรควบคุมการส่งข้อมูล ไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณ 3 ชุดคือ สัญญาณ Read/Write สัญญาณนาฬิกาความถี่ 2.04 ล้านเฮิร์ตและสัญญาณ Q_3 เพื่อให้วงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ เริ่มทำงานโดยผ่านข้อมูลเชิงเลขจากวงจรมัลติเพล็กเซอร์ทำการเลือกชุดควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่นเครื่องสูบ และวาล์ว เป็นต้น

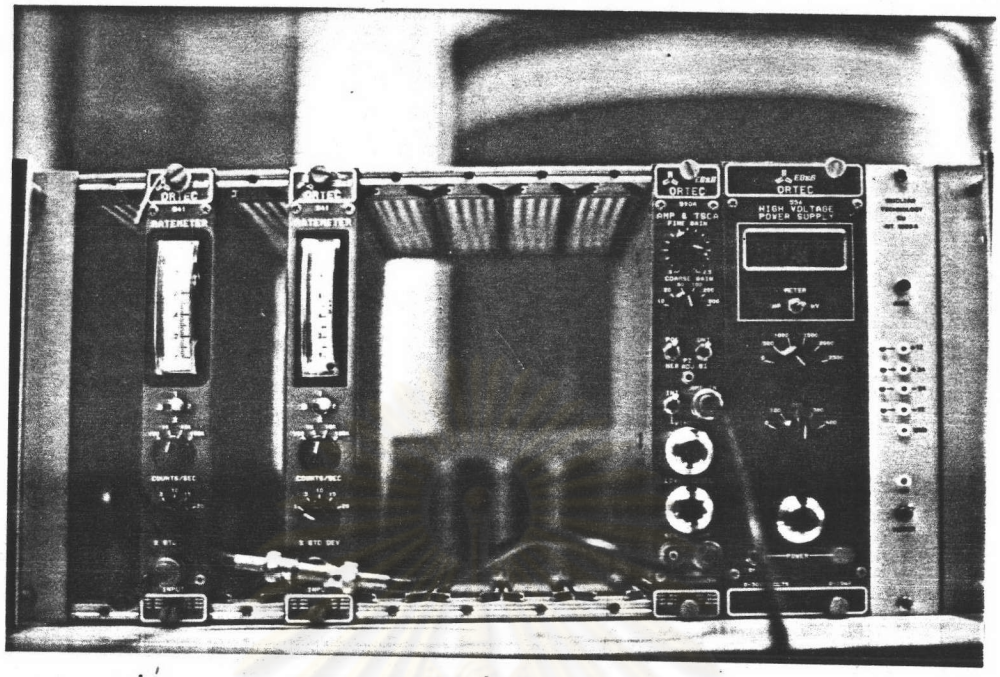
3.3 การออกแบบเครื่องควบคุมระดับของเหลว

การออกแบบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และการออกแบบโปรแกรม

3.3.1 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แบ่งออกเป็นวงจรต่างๆดังนี้.

3.3.1.1 ระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 1 ประกอบด้วยหัววัดโซเดียมไอโอไดด์ (ทัลเลียม) อุปกรณ์ขยายสัญญาณ อุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานช่องเดี่ยวและเรทมิเตอร์ แสดงดังรูปที่ 3.3

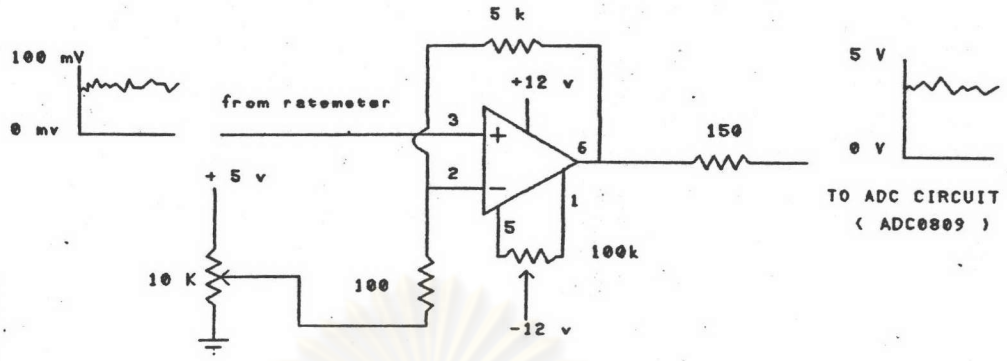
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.3 ระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 1 สำหรับวัดระดับของเหลวในถังผสม

เมื่อรังสีแกมมาตกกระทบหัววัดรังสีโซเดียมไอโอไดด์(ทัลเลียม)พลังงานรังสีจะถูกเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าและขยายให้ระดับสูงขึ้นด้วยอุปกรณ์ขยาย สัญญาณที่ขยายแล้วจะถูกป้อนสู่อุปกรณ์วิเคราะห์พลังงานช่องเดี่ยว ให้เลือกวัดความเข้มรังสีเฉพาะพลังงานของซีเซียม-137 (662 keV) สัญญาณนับรังสีจะถูกส่งให้เรทมิเตอร์เปลี่ยนปริมาณนับรังสีเป็นระดับสัญญาณขนาด 0-100 มิลลิโวลต์ ซึ่งจำเป็นต้องสร้างวงจรขยายสัญญาณให้มีขนาด 0-5 โวลต์ ก่อนนำไปแปลงเป็นสัญญาณเชิงเลขด้วยวงจรขยายแบบนอนอินเวิร์ตติ้ง (Non-Inverting Amplifier) ด้วยอัตราการขยาย 50 เท่า ดังแสดงในภาคผนวก วงจรขยายแสดงในรูปที่ 3.4

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

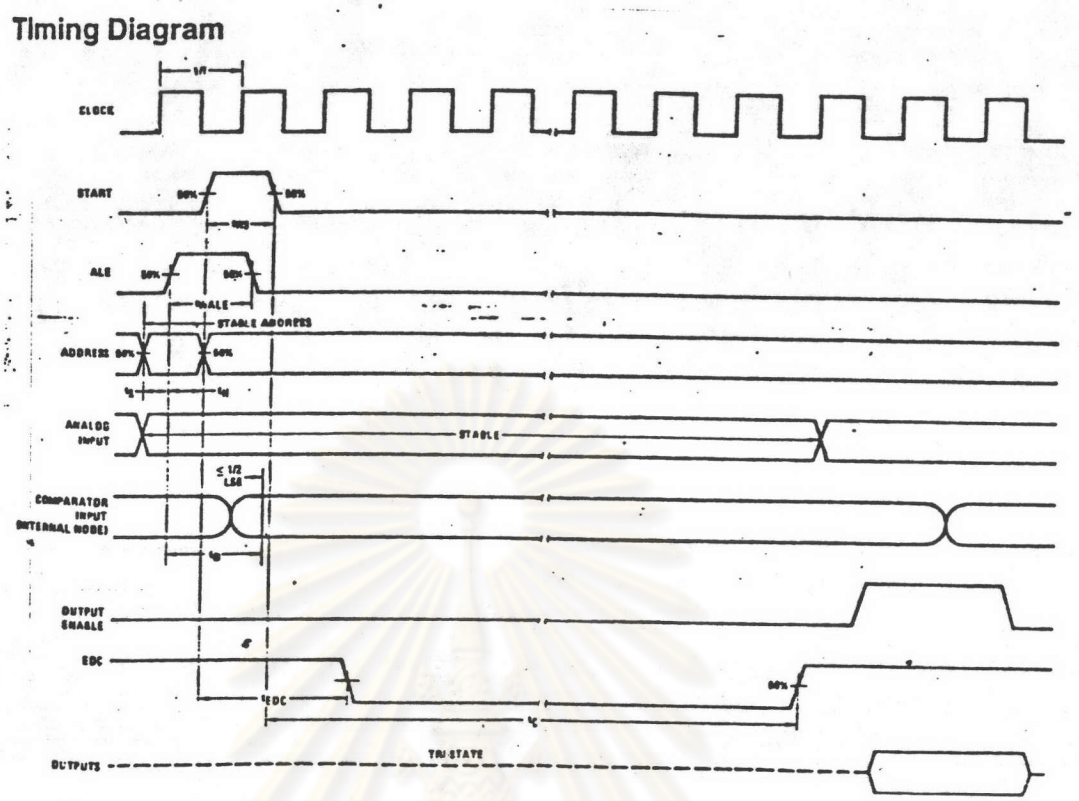


รูปที่ 3.4 วงจรขยายสัญญาณแบบนอนอินเวิร์ตติ้งของระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 1

3.3.1.2 การออกแบบวงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข

ระบบควบคุมที่ออกแบบขึ้นจะต้องรับสัญญาณเชิงเส้นจากระบบนิวเคลียร์เพื่อเปลี่ยนเป็นสัญญาณเชิงเลขทั้งหมด 7 สัญญาณ คือ สัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดแรก 1 สัญญาณ ระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 อีก 6 สัญญาณ จึงเลือกใช้ไอซี ADC 0809 เนื่องจากมีช่องรับสัญญาณเชิงเส้นที่จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณเชิงเลข 8 ช่อง สัญญาณนาฬิกาที่ใช้ประมาณ 1.28 ล้านเฮิร์ต ซึ่งเพียงพอที่จะทำงานกับสัญญาณนาฬิกาของระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้ ซึ่งมีความถี่ของสัญญาณนาฬิกา 1.02 ล้านเฮิร์ต การทำงานของไอซี ADC 0809 พิจารณาจาก แผนภาพเวลารูปที่ 3.5

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



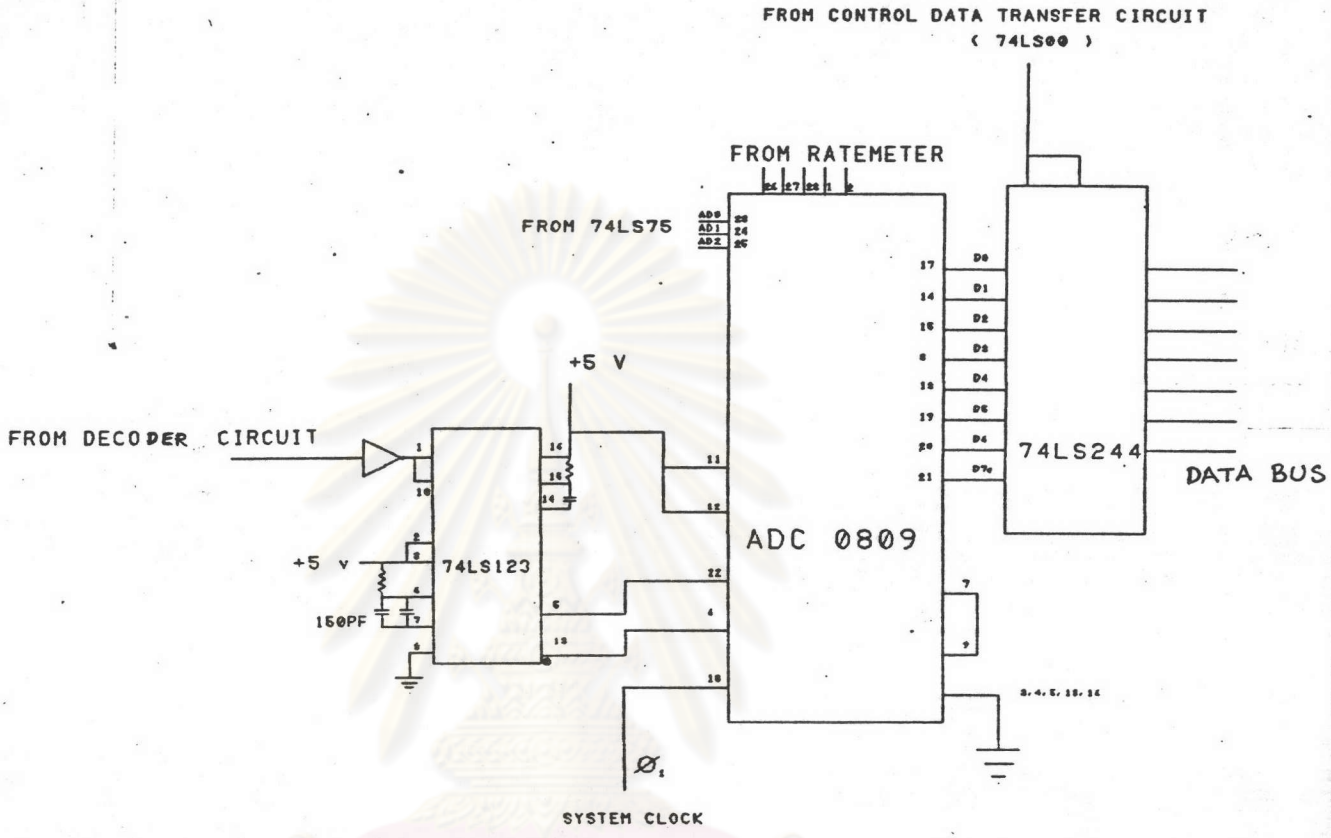
รูปที่ 3.5 แผนภาพเวลาการทำงานของไอซี ADC 0809

จากแผนภาพเวลาจะเห็นว่าไอซี ADC 0809 จะเริ่มทำงานเมื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาและสัญญาณลอจิก 2 ชุด ดังนี้

สัญญาณแรกป้อนให้แก่ไอซี ADC 0809 ขาที่ 22 นั้นเป็นสัญญาณ Address Latch Enable (ALE) เพื่อบอก ไอซี ADC 0809 ให้รับสัญญาณถอดรหัสการอ่านช่องรับสัญญาณเชิงเส้นโดยที่สัญญาณแอดเดรสที่ขา 23,24,25 คงที่ตลอดช่วงเวลาที่สัญญาณ ALE มีลอจิกเป็นหนึ่ง สัญญาณชุดที่ 2 ป้อนให้แก่ไอซี ADC 0809 ขาที่ 6 นั้นเป็นสัญญาณ Start เพื่อให้ไอซี ADC 0809 เริ่มอ่านข้อมูลจากช่องรับที่เลือก โดยขณะที่มีการอ่านสัญญาณระดับสัญญาณเชิงเส้นต้องคงที่จนกว่าจะมีสัญญาณ End of Conversion (EOF) ปล่อยออกจากไอซี ADC 0809 ที่ขา 7 ไอซี ADC 0809 จะส่งข้อมูลเชิงเลขที่แปลงสำเร็จแล้วออกมา เมื่อมีสัญญาณ Output Enable (OE) จากภายนอกมาป้อนที่ขา 9

จากข้อมูลข้างต้นในการวิจัยนี้ได้ใช้ไอซี 74LS75 แลทช์บัสแอดเดรสที่ A_0-A_2 จากไมโครคอมพิวเตอร์ป้อนเข้าที่ขา 23,24,25 และใช้ไอซี 74LS123 ซึ่งเป็นไอซีโมโนสเตเบิล (Monostable) รับสัญญาณจากวงจรถอดรหัสตำแหน่งวงจรควบคุมการรับข้อมูล จากนั้นไมโครคอมพิวเตอร์จะส่งสัญญาณ ALE และ Start ให้แก่ไอซี ADC 0809 เพื่อให้มีการส่งข้อ

มูลออกเมื่อมีการแปลงสัญญาณเชิงเลขเสร็จ เอาท์พุทที่ได้ส่งผ่านทางไอซี 74LS244 แสดงในรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข

3.3.1.3 การออกแบบวงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์

การจัดเรียงตำแหน่งหน่วยความจำของไมโครคอมพิวเตอร์ที่ใช้แสดงในตาราง 3.1 และตำแหน่งหน่วยความจำของช่องเสียบแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 การจัดเรียงตำแหน่งหน่วยความจำของแอปเปิล

PAGE No.	LOCATION		TYPE OF MEMORY	USAGE
	DECIMAL	HEX		
0	0-255	$0-$0FF	RAM	SYSTEM PROGRAM
1	256-511	$100-$1FF	RAM	SYSTEM STACK
2	512-767	$200-$2FF	RAM	KEYBOARD INPUT BUFFER
3	768-1023	$300-$3FF	RAM	MONITOR VECTOR LOCATIONS
4-7	1024-2047	$400-$7FF	RAM	TEXT & LOW-RESOLUTION GRAPHICS PAGE 1
8-11	2048-3071	$800-$BFF	RAM	TEXT & LOW-RESOLUTION GRAPHICS PAGE 2
12-31	3072-8191	$C00-$1FFF	RAM	FREE RAM
32-63	8192-16383	$2000-$3FFF	RAM	HIGH-RESOLUTION GRAPHICS PAGE 1
64-95	16384-24575	$4000-$5FFF	RAM	HIGH-RESOLUTION GRAPHICS PAGE 2
96-191	24576-49151	$6000-$BFFF	RAM	FREE RAM
192-192	49152-49279	$C000-$C07F	I/O	SPECIAL BUILT-IN LOCATIONS
192-192	49280-49407	$C080-$C0FF	I/O	PERIPHERAL CARD I/O SPACE
193-199	49408-51199	$C100-$C7FF	I/O	PERIPHERAL CARD MEMORY
200-207	51200-53247	$C800-$CFFF	I/O	PERIPHERAL CARD EXPANSION MEMORY
208-255	53248-65535	$D000-$FFFF	ROM	INTEGER BASIC,APPLE SOFT,THE MONITOR OR THE AUTO-START MONITOR,etc.

ตารางที่ 3.2 การจัดเรียงตำแหน่งช่องเสียบ

ช่องเสียบที่	ตำแหน่งหน่วยความจำ	หน้าที่
0	49280 ถึง 49295	สำหรับขยายหน่วยความจำ
1	49296 ถึง 49311	สำหรับเครื่องพิมพ์
2	49312 ถึง 49327	
3	49328 ถึง 49343	
4	49344 ถึง 49359	
5	49360 ถึง 49375	
6	49376 ถึง 49391	สำหรับเครื่องขับจานแม่เหล็กอ่อน
7	49392 ถึง 49407	

จะเห็นได้ว่าช่องเสียบที่ 3 และ 4 ว่างจึงได้เลือกช่องเสียบที่ 3 สำหรับรับสัญญาณจากวงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์

ตำแหน่งที่ 49328 สำหรับรับสัญญาณจากวงจรขยายสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ที่ 1

ตำแหน่งที่ 49329 รับสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 ของถังสำรองวัตถุดิบที่ 1 ระดับล่าง

ตำแหน่งที่ 49330 รับสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 ของถังสำรองวัตถุดิบที่ 1 ระดับบน

ตำแหน่งที่ 49331 รับสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 ของถังสำรองวัตถุดิบที่ 2 ระดับล่าง

ตำแหน่งที่ 49332 รับสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 ของถังสำรองวัตถุดิบที่ 2 ระดับบน

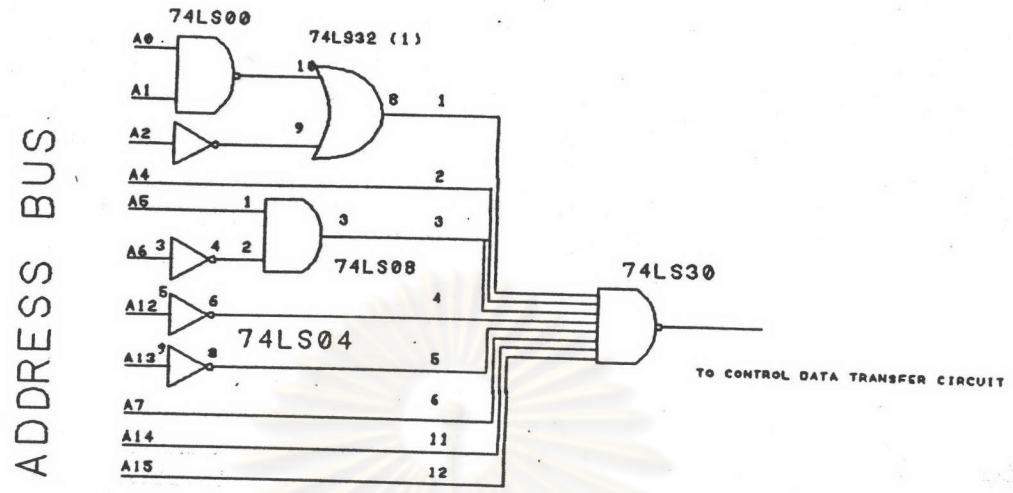
ตำแหน่งที่ 49333 รับสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 ของถังสำรองวัตถุดิบที่ 3 ระดับล่าง

ตำแหน่งที่ 49334 รับสัญญาณจากระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2 ของถังสำรองวัตถุดิบที่ 3 ระดับบน

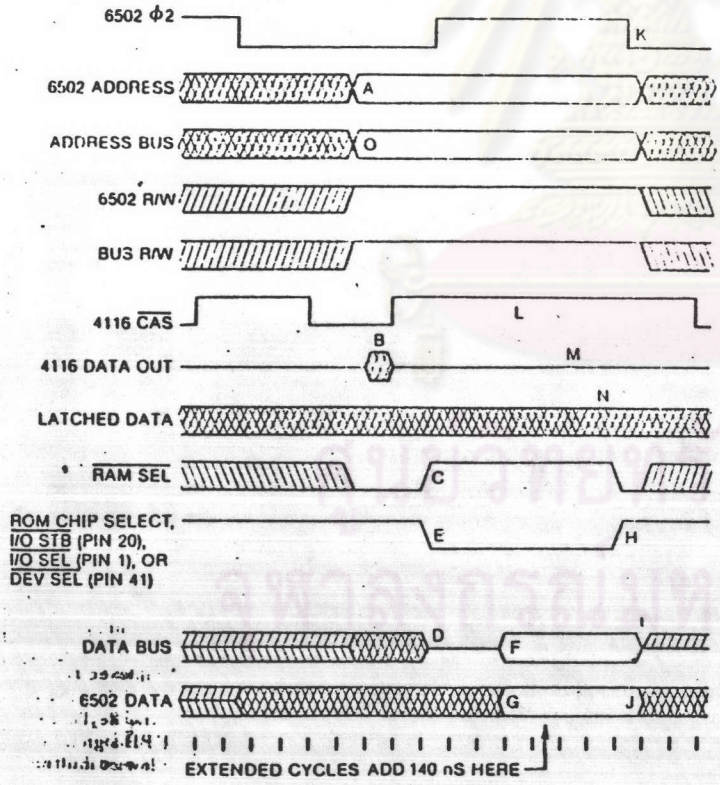
การทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์นั้นอุปกรณ์ทุกชนิดในระบบจะถูกมองเป็นรหัสตำแหน่ง (Address) เมื่อหน่วยประมวลผลกลาง (CPU) ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ใดก็จะส่งรหัสตำแหน่งออกทางบัสแอดเดรส (Address bus) วงจรถอดรหัสจะมีการถอดรหัสตำแหน่งเพื่อตรวจสอบว่า CPU ต้องการติดต่อกับอุปกรณ์ที่อ้างถึงตำแหน่งใดด้วย ถ้าการถอดรหัสตำแหน่งตรงกับอุปกรณ์ใดอุปกรณ์นั้นก็จะทำงาน

3.3.1.3.1 การออกแบบวงจรถอดรหัสตำแหน่งของวงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์

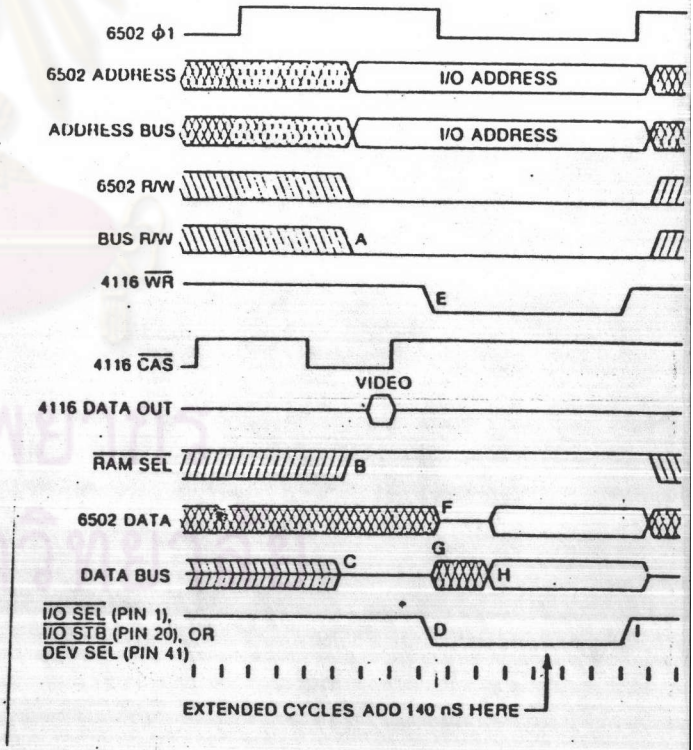
จากตารางที่ 3.2 เมื่อพิจารณาตำแหน่งในระบบเลขฐานสองจะเห็นว่ารหัสตำแหน่งนิบเบิล (Nibble) ที่ 2 และ 3 เหมือนกัน ในการวิจัยนี้เลือกใช้ไอซี 74LS30 แปดอินพุทแนนเกท (8-Input NAND Gate) เป็นตัวถอดรหัส การทำงานของไอซีนี้เมื่ออินพุทมีสถานะเป็นหนึ่งทั้งหมดเอาท์พุทจึงจะเป็นศูนย์เพียงกรณีเดียว ดังนั้นรหัสตำแหน่งใดที่มีสถานะเป็นศูนย์ต้องเปลี่ยนให้มีสถานะเป็นหนึ่งก่อนโดยใช้ไอซี 74LS04 ก่อนเข้าไอซี 74LS30 จากการออกแบบวงจรแบบนี้ทำให้ต้องต่อวงจรถอดรหัสตำแหน่งของ วงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์อีก 7 วงจรทำให้เกิดความสิ้นเปลืองในการที่ต้องใช้ไอซีเป็นจำนวนมากและใช้กระแสในวงจรมาก เมื่อใช้แผนผังคาโนห์ (Karnaugh Map) และพีชคณิตบูลลีน (Boollean Algebra) พิจารณาลอจิกลดความซ้ำซ้อนของเกตที่ใช้ลงดังแสดงในรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรถอดรหัสตำแหน่งของวงจรควบคุมการส่งข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์



ก. แผนภาพเวลาการส่งข้อมูล



ข. แผนภาพเวลาการรับข้อมูล

รูปที่ 3.8 แผนภาพเวลาการส่งและรับข้อมูลของแอปเปิล

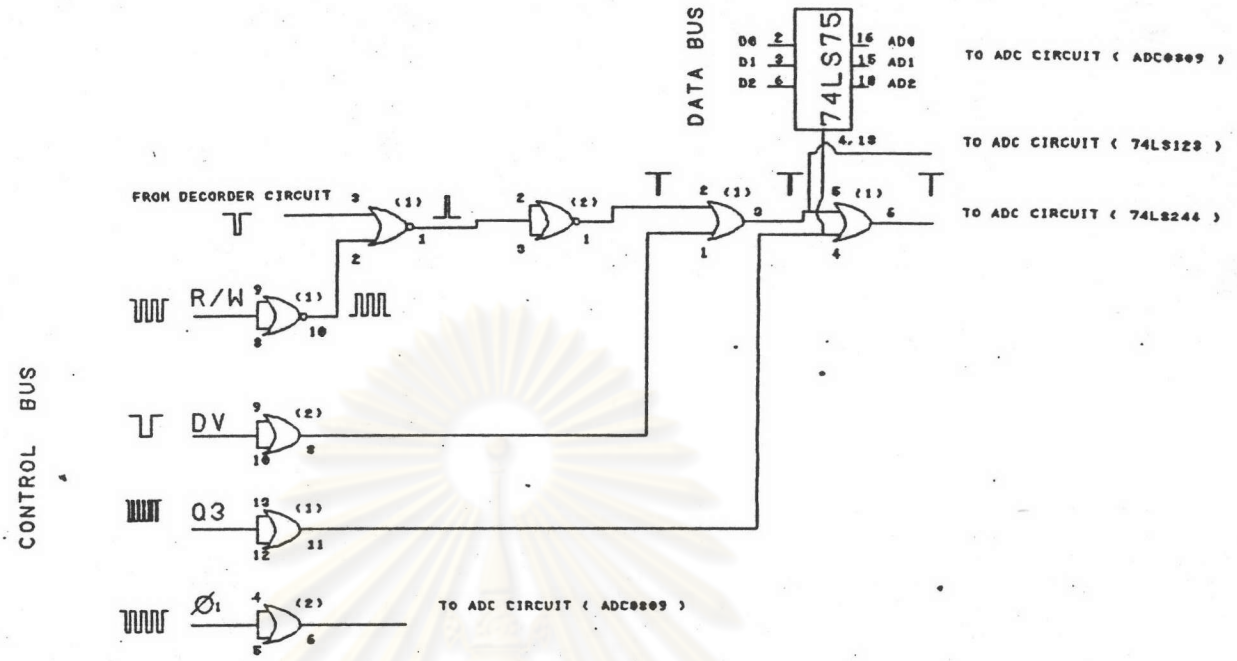
3.3.1.3.2 การออกแบบวงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.8 การรับข้อมูลจะต้องใช้สัญญาณควบคุมจากไมโครคอมพิวเตอร์ 3 ชุด คือ

ก. สัญญาณ Read/Write เป็นสัญญาณที่บอกถึงการรับส่งข้อมูลของบัสข้อมูล ถ้าสัญญาณนี้เป็นหนึ่งหมายถึงบัสข้อมูลรับข้อมูล ถ้าสัญญาณนี้เป็นศูนย์หมายถึงบัสข้อมูลส่งข้อมูล

ข. สัญญาณ Device select (DV) เป็นสัญญาณที่บอกถึงการเลือกช่องเสียบ ถ้าช่องเสียบใดมีสถานะลอจิกเป็นศูนย์หมายถึงช่องเสียบนั้นถูกเลือกให้รับส่งข้อมูล

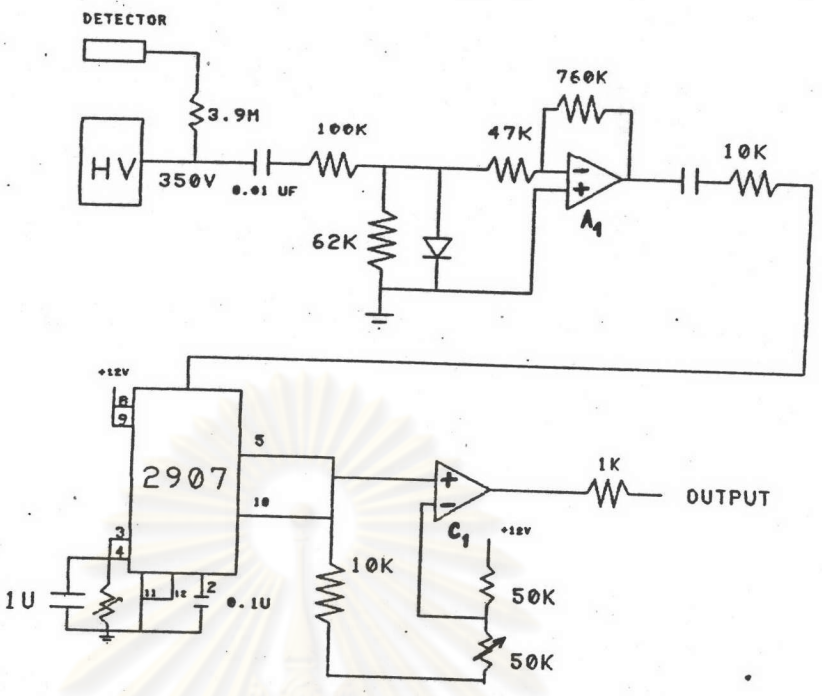
ค. สัญญาณนาฬิกา (Q_3) เป็นสัญญาณนาฬิกาที่มีความถี่ 2.04 ล้านเฮิร์ต สัญญาณควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ได้ จากการนำสัญญาณถอดรหัสตำแหน่งที่ถูกต้องมาออร์ (OR) กับสัญญาณ Write/Read ที่ได้จากการนำสัญญาณ Read/Write มาอินเวอร์สแล้วส่งผ่านไอซี 74LS02 เพื่อให้การส่งข้อมูลอยู่ในช่วงที่ CPU รับข้อมูลจากช่องเสียบ จากนั้นนำมาออร์กับสัญญาณ DV เพื่อเป็นการตรวจว่าแผ่นวงจร (Card) นี้เสียบถูกต้องสัญญาณที่ได้นำไปกระตุ้นให้ไอซี 74LS123 ส่งสัญญาณเพื่อเริ่มการทำงานของวงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข อีกสัญญาณหนึ่งนำไปออร์กับสัญญาณนาฬิกา Q_3 เพื่อลดความกว้างของสัญญาณพัลส์ให้มีขนาด 244.5 นาโนวินาที ซึ่งใกล้เคียงกับการที่บัสข้อมูลรับข้อมูล สัญญาณที่ได้เป็นสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนสัญญาณ Q_3 อีกส่วนหนึ่งส่งไปที่ไอซี 74LS75 เพื่อแลทช์ข้อมูลที่ส่งมาจากบัสข้อมูลเลือกช่องรับสัญญาณเชิงเส้นไปประมวลผลของวงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข วงจรควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์แสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรการควบคุมการรับข้อมูลสู่ไมโครคอมพิวเตอร์

3.3.1.4 การออกแบบระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2

เมื่อรังสีแกมมาตกกระทบหัววัดไกเกอร์จะทำให้เกิดสัญญาณไฟฟ้ารูปเข็มขึ้น นำสัญญาณที่ได้มาลดศักดาไฟฟ้าและกลับรูปสัญญาณโดยใช้ไอซี LM393 จำนวนพัลส์ที่เกิดขึ้นต่อหน่วยเวลาจะสัมพันธ์กับความเข้มรังสี สำหรับระบบวัดชุดนี้ใช้วิธีตรวจสอบระดับเฉพาะตำแหน่งที่เลือกไว้แบบลอจิก เมื่อระดับถึงหัววัดความเข้มรังสีต่ำให้ลอจิกเป็นศูนย์และระดับต่ำกว่าหัววัดความเข้มรังสีสูงให้ลอจิกเป็นหนึ่ง การเปลี่ยนปริมาณวัดรังสี(ความถี่)ให้เป็นระดับศักดาไฟฟ้าเลือกใช้ไอซี LM 2907 (F to V converter) รับสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรขยาย A1 เอาท์พุทที่ได้จะนำไปเปรียบเทียบระดับตัดสัญญาณรบกวน (Threshold) C1 และกำเนิดศักดาไฟฟ้า 0 หรือ 5 โวลต์ ส่งสัญญาณที่ได้เข้าสู่วงจรแปลงสัญญาณเชิงเส้นให้เป็นเชิงเลข วงจรแสดงดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรของระบบวัดนิวเคลียร์ชุดที่ 2

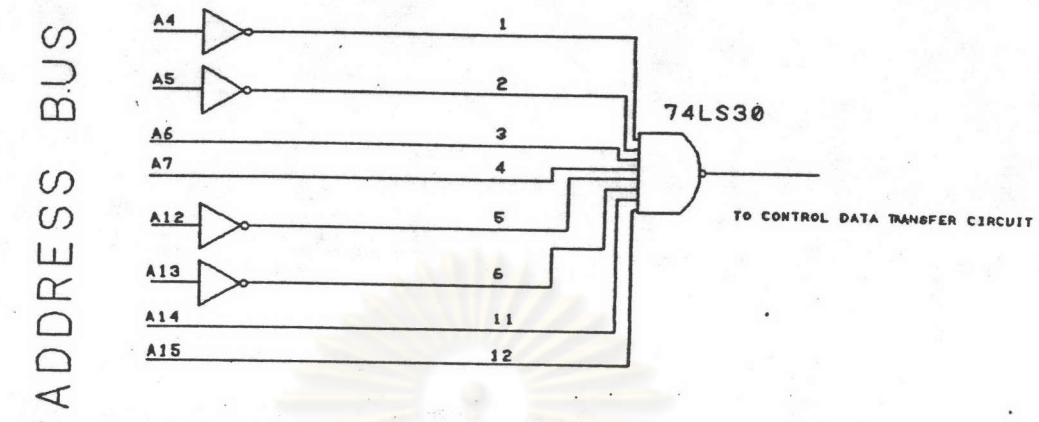
3.3.1.5 การออกแบบวงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์

การออกแบบวงจรนี้แบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ

3.3.1.5.1 การออกแบบวงจรถอดรหัสตำแหน่ง

จากตารางที่ 3.2 ช่องเสียบที่ 4 มีรหัสตำแหน่งเป็น 49344 ใช้หลักการออกแบบเช่นเดียวกับข้อที่ 3.3.1.3.1 วงจรถอดรหัสตำแหน่งของวงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ แสดงในรูปที่ 3.11

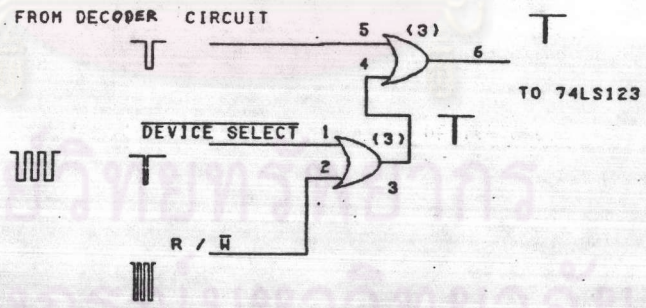
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.11 วงจรถอดรหัสตำแหน่งของวงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์

3.3.5.1.2 การออกแบบวงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์

จากรูปที่ 3.9 การส่งข้อมูลต้องใช้สัญญาณ 2 ชุดคือ สัญญาณ Read/Write สัญญาณ DV เช่นเดียวกับสัญญาณควบคุมการรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ สัญญาณควบคุมเกิดจากการนำสัญญาณ Read/Write มาออร์กับสัญญาณถอดรหัสตำแหน่งวงจรแสดงในรูปที่ 3.12



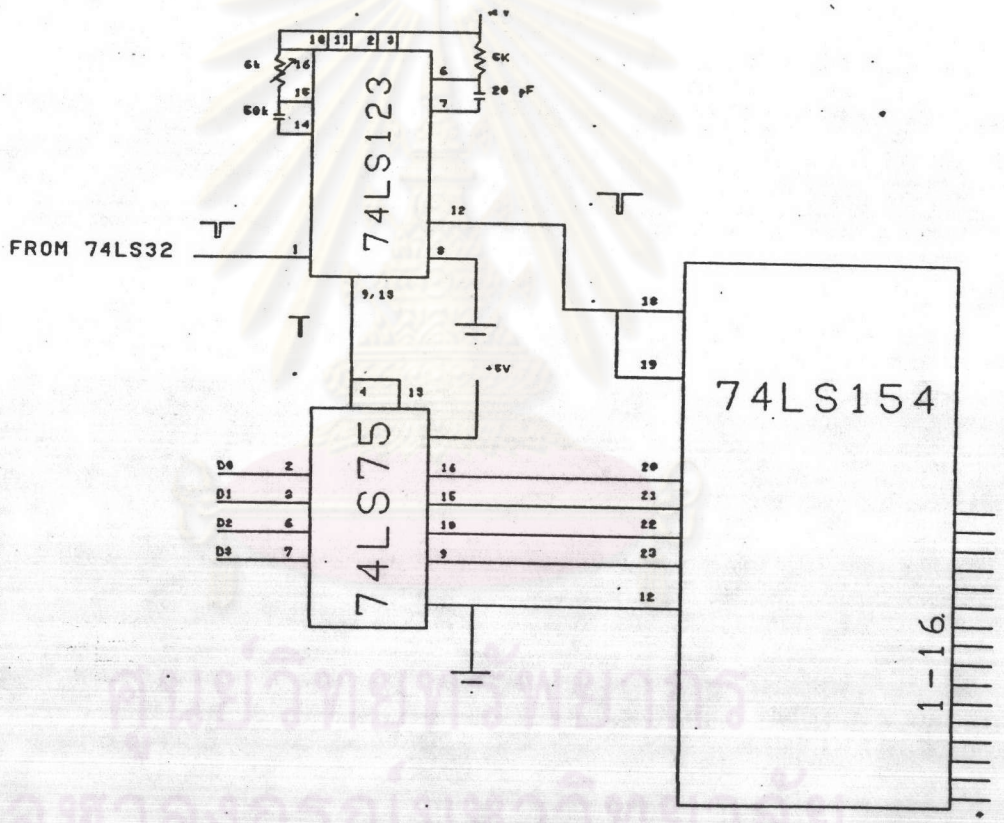
รูปที่ 3.12 วงจรควบคุมการส่งข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์

3.3.1.6 การออกแบบวงจรมัลติเพล็กเซอร์

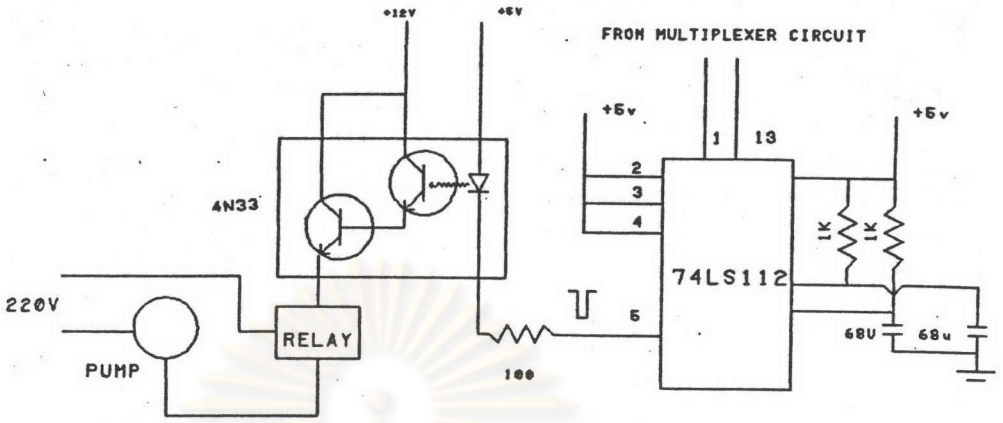
วงจรนี้จะรับสัญญาณรหัสตำแหน่งจาก วงจรถอดรหัสตำแหน่งแล้วส่งผ่านสัญญาณให้แก่ไอซี 74LS123 กำเนิดสัญญาณออกมา 2 สัญญาณคือ

สัญญาณแรกเป็นสัญญาณที่มีความกว้าง 100 นาโนวินาที ส่งไปยังไอซี 74LS75 เพื่อแลทช์ข้อมูลที่ส่งมาจาก บัสข้อมูล D_0-D_3

สัญญาณที่ 2 เป็นสัญญาณที่มีความกว้าง 300 นาโนวินาที ส่งผ่านไปไอซี 74LS154 ซึ่งเป็นมัลติเพล็กเซอร์ให้เริ่มทำงานเลือกช่องส่งสัญญาณกระตุ้นการทำงานไอซี 74LS112 ซึ่งเป็นฟลิปฟลอปทั้ง 16 ชุดให้ทำงานโดยที่ไอซี 74LS112 จะส่งสัญญาณที่มีสถานะเป็นศูนย์ไปควบคุมไดโอดเปล่งแสงของออฟโตทรานซิสเตอร์ 4N33 ผ่านความต้านทาน 100 โอห์มและโฟโตทรานซิสเตอร์จะควบคุมการทำงานของรีเลย์ (Relay) เพื่อเปิดปิดวงจรต่าง ๆ วงจรแสดงในรูปที่ 3.13 และ 3.14



รูปที่ 3.13 วงจรมัลติเพล็กเซอร์เลือกตำแหน่งเครื่องสูบและวาล์ว



รูปที่ 3.14 วงจรควบคุมอุปกรณ์ภายนอก

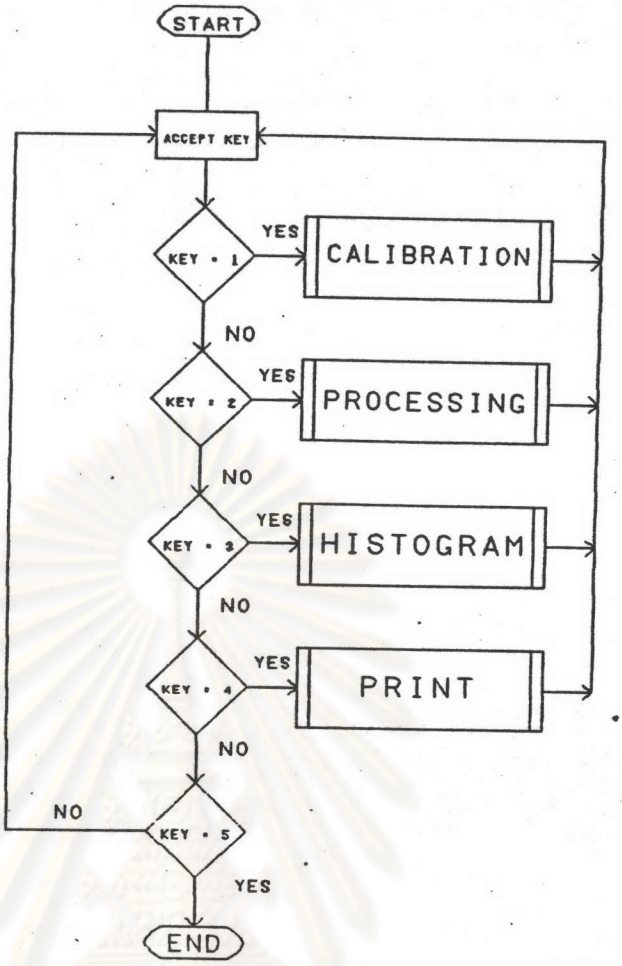
3.3.2 การออกแบบโปรแกรม

จากเงื่อนไขของฮาร์ดแวร์ดังกล่าว สามารถออกแบบโปรแกรมโดยแบ่งออกเป็นโปรแกรมย่อย ๆ ซึ่งทำหน้าที่แตกต่างกัน 4 โปรแกรม แต่ละโปรแกรมถูกออกแบบให้เป็นเมนูเพื่อง่ายต่อการใช้งาน

3.3.2.1 การออกแบบโปรแกรมเมนูหลัก

โปรแกรมย่อยทั้งหมดถูกเชื่อมโยงกันด้วยโปรแกรมเมนูหลักจากเงื่อนไขดังกล่าวสามารถเขียนแผนภูมิ (Flow chart) ดังรูปที่ 3.15

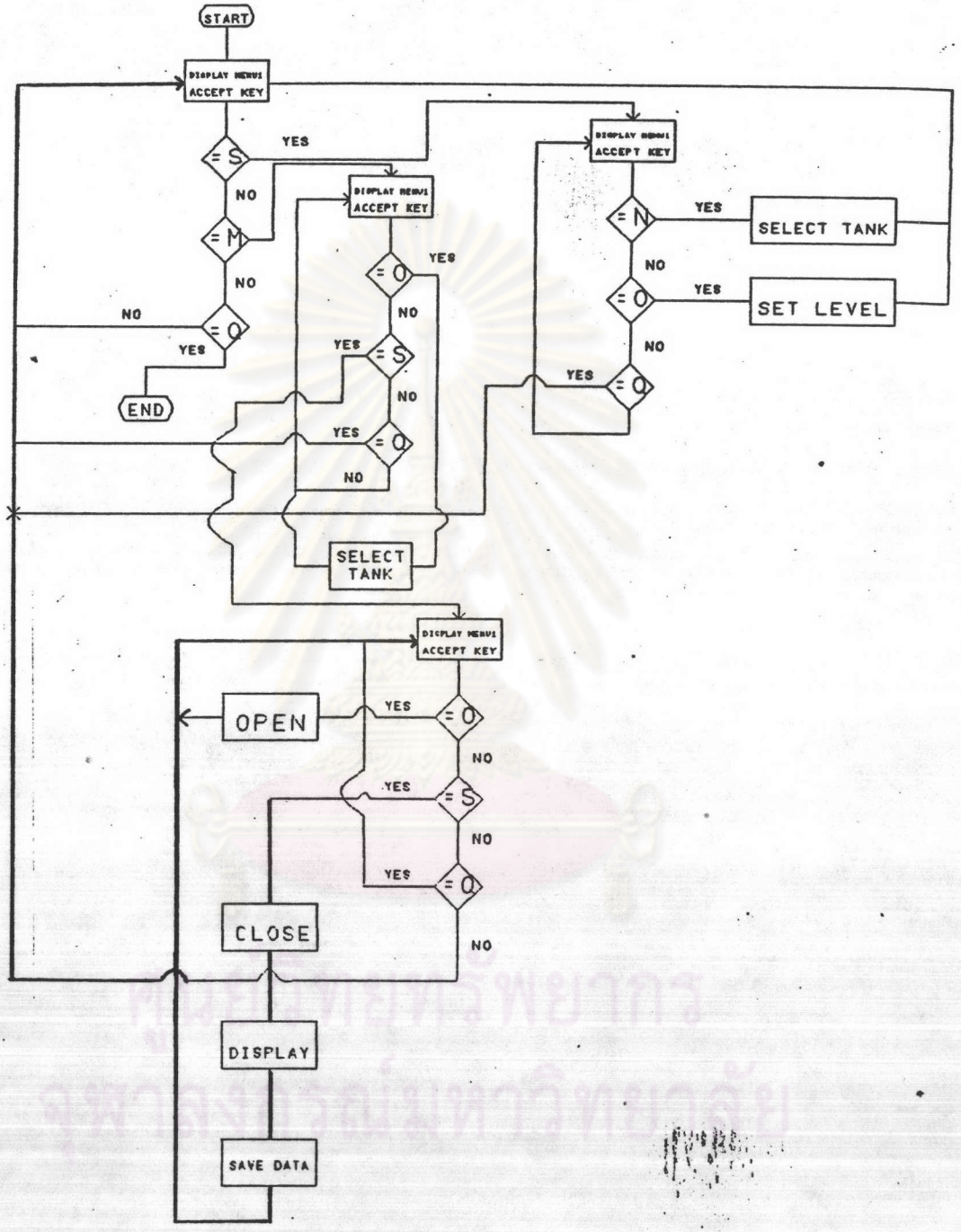
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.15 แสดงแผนภูมิโปรแกรมเมนูหลัก

3.3.2.2 การออกแบบโปรแกรมปรับเทียบ

เนื่องจากต้องการให้โปรแกรมควบคุมระดับสามารถใช้กับของเหลวได้หลายชนิด ของเหลวแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการดูดกลืนพลังงานรังสีที่แตกต่างกัน จึงทำให้ปริมาณรังสีที่วัดได้จากระบบวัดนิวเคลียร์ เมื่อผ่านของเหลวที่มีความหนาและพื้นที่หน้าตัดเท่ากันไม่เท่ากัน จำเป็นต้องมีการปรับเทียบของเหลวแต่ละชนิดก่อนการใช้งาน โดยการนำของเหลวที่มีระดับความสูงมาพักในภาชนะที่มีพื้นที่หน้าตัดเท่ากันวัดปริมาณรังสีโดยใช้เทคนิคการส่งผ่านรังสี แล้วเพิ่มระดับความสูงของของเหลวจนครบ 48 ระดับข้อมูลที่ได้จะบันทึกลงแผ่นจานแม่เหล็กอ่อนและนำไปใช้ในโปรแกรมประมวลผล ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แผนภูมิโปรแกรมปรับเทียบ

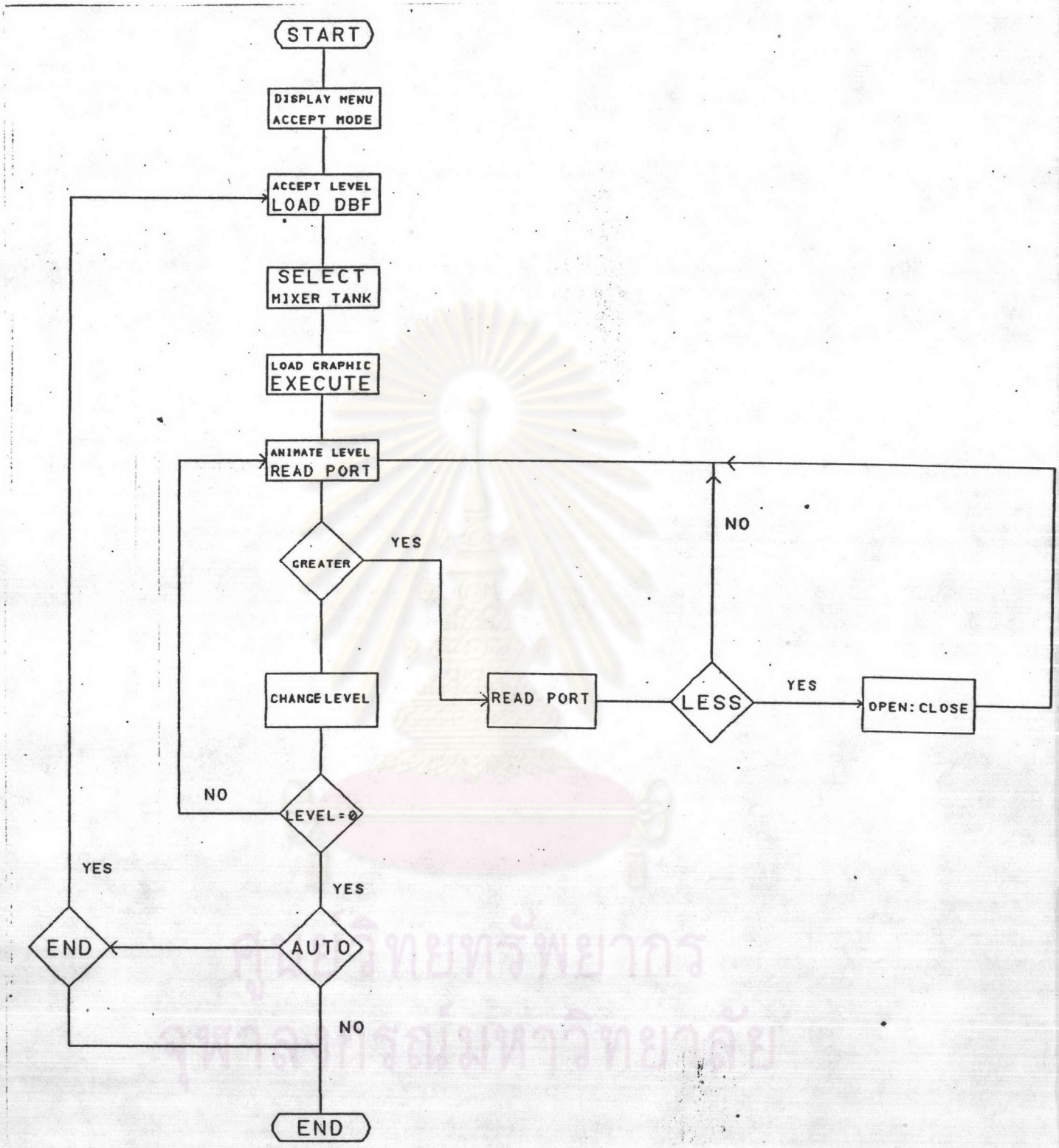
3.3.2.3 การออกแบบโปรแกรมประมวลผล

โปรแกรมประมวลผลจะเรียกข้อมูลที่ผู้ใช้สร้างขึ้นในโปรแกรมปรับเทียบมาประมวลผล โดยจะทำงาน 2 วงรอบคือ

วงรอบที่ 1 เป็นการทำงานแบบ 1 รอบ เพื่อเป็นการทดสอบ

วงรอบที่ 2 เป็นการทำงานแบบต่อเนื่อง หลังจากผ่านการทำงานของวงรอบการทำงานที่ 1 แล้วแต่ละวงรอบการทำงานสามารถแสดงการทำงานของอุปกรณ์ในระบบได้ แสดงการเคลื่อนไหวของของเหลวในถังผสมได้อย่างต่อเนื่อง แสดงตำแหน่งระดับของเหลวทั้ง 3 ชนิดที่เลือกและสามารถนำของเหลวจากถังสำรองของเหลวซึ่งมีอยู่ 3 ถัง มาผสมกันตามลำดับขั้นและปริมาณที่ผู้ใช้ต้องการจนครบ แล้วจึงปล่อยของเหลวออกใช้งานโดยที่ทุกขั้นตอนจะทำงานแบบอัตโนมัติ ดังแสดงในแผนภูมิรูปที่ 3.17

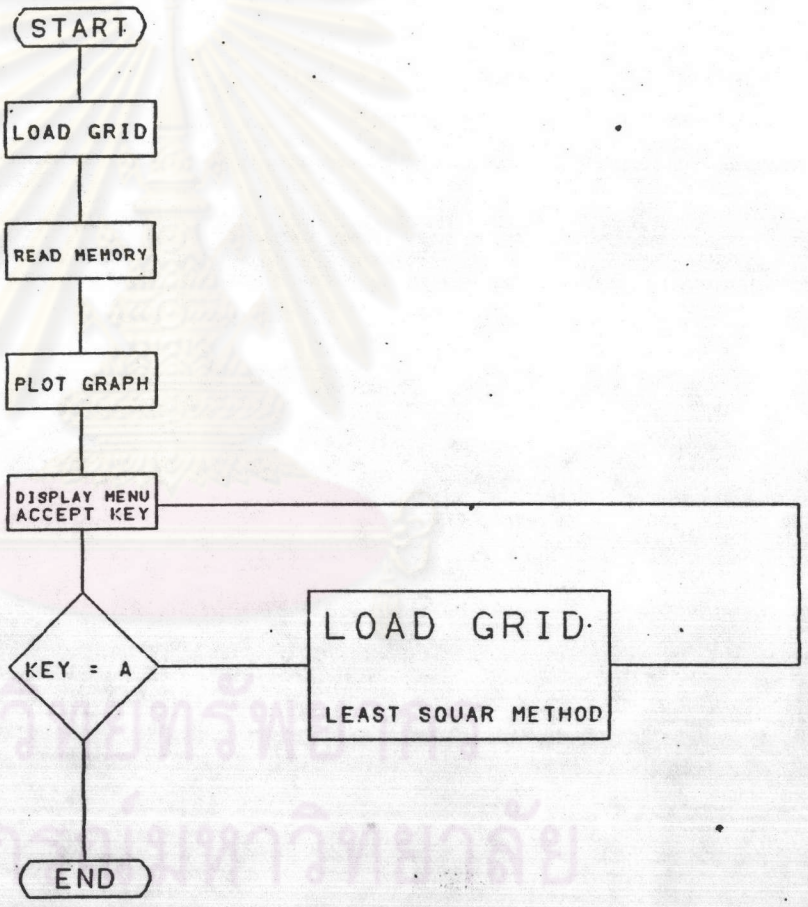
ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 3.17 แผนภูมิโปรแกรมประมวลผล

3.3.2.4 การออกแบบโปรแกรมฮิสโตแกรม

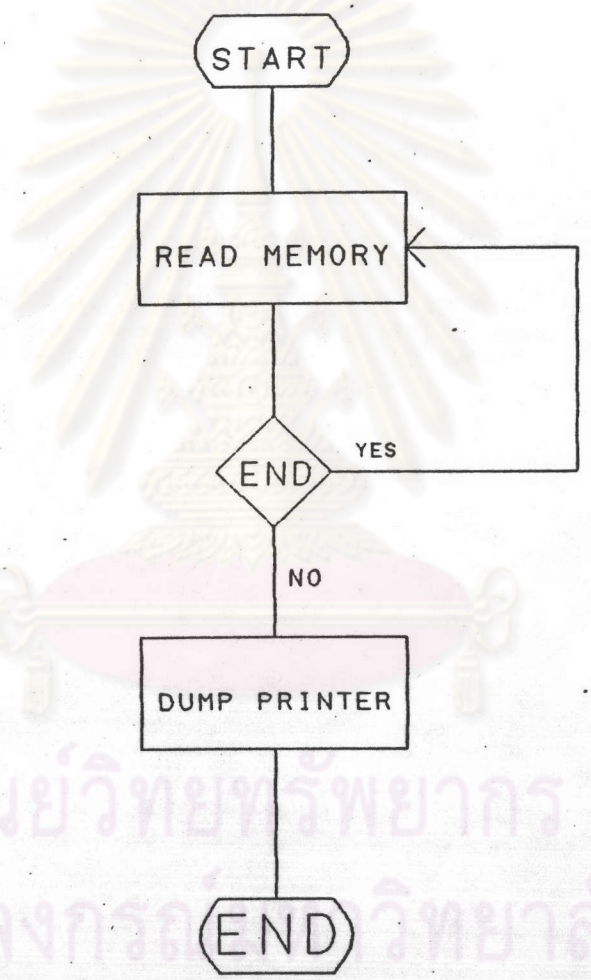
โปรแกรมจะเรียกข้อมูลจากหน่วยความจำที่ 28672 ถึง 28720 ซึ่งเป็นฐานข้อมูลที่ผู้ใช้สร้างขึ้นในโปรแกรมปรับเทียบมาแสดงผลทางจอภาพโดย แสดงเป็นกราฟฮิสโตแกรมและคำนวณผลด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด(Least Square Method)เพื่อให้ผู้ใช้นำไปวิเคราะห์ ดังแสดงในแผนภูมิที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แผนภูมิโปรแกรมฮิสโตแกรม

3.3.2.5 การออกแบบโปรแกรมพิมพ์ผลการปรับเทียบระดับ

โปรแกรมจะนำข้อมูลจากหน่วยความจำที่ 28672 ถึง 28720 ที่ผู้ใช้สร้างขึ้นด้วยโปรแกรมปรับเทียบ รายงานออกทางเครื่องพิมพ์ แผนภูมิของโปรแกรมแสดงในรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แผนภูมิโปรแกรมพิมพ์ผลการปรับเทียบระดับ

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I10309810